

Gewässerausbau



		Klasse 5 bis 7	Klasse 8 bis 10	Klasse 11 bis 13	Projektunterricht Freilandarbeit	Biologie	Chemie	Erdkunde	Politik und Wirtschaft	Geschichte	Deutsch	Kunst/Verken	
Sachinformationen zum Thema	► 90												
Lehrerinformationen und Schülermaterial													
5.1 Rätselbilder	► 96	●	●	●	-	-	●	-	●	●	-	-	●
5.2 Geschichte einer Aue	► 98	-	●	●	●	-	●	-	●	-	●	-	-
5.3 Von der Lebensader zum Kanal – Gewässerausbau und Folgen	► 100	●	●	-	-	-	●	-	-	-	-	-	-
5.4 Ökologische Auswirkungen des Gewässerausbaus	► 102	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-
5.5 Ökologische Veränderungen durch Stauhaltungen	► 105	-	-	●	-	-	●	-	-	-	-	-	-



Flussauen sind die Landschaftselemente, die der Mensch von jeher durch Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung am meisten beeinflusst hat. Entlang von Rhein und Donau lagen die wichtigsten Handels- und Völkerwanderungswege Mitteleuropas. Auf Flößen und Schiffen konnten Güter wie Holz, Ziegel, Salz aber auch Menschen und Kriegsgerät vergleichsweise einfach transportiert werden. Die fruchtbaren, weiten Auen konnten die Menschen ernähren. Dazu wurden die Auwälder abgeholzt, Äcker und Weiden angelegt und bewirtschaftet – allerdings in Abstimmung mit dem Steigen und Fallen der Fluten und in respektvollem Abstand. Die regelmäßigen Überflutungsbereiche wurden in der Regel nicht besiedelt. Bis ins 19. Jahrhundert hinein blieben die menschlichen Eingriffe im Großen und Ganzen naturverträglich. Das Flussregime wurde kaum beeinträchtigt, den Flüssen und Bächen blieb genügend Raum zur eigendynamischen Entwicklung.

Gründe für den Gewässerausbau

Der Gewässerausbau in großem Maßstab begann erst mit der zunehmenden Technisierung seit der Mitte des letzten Jahrhunderts. Mit der rasant ansteigenden Bevölkerung wuchs der Bedarf an Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung, für Siedlungen und Verkehrswege. Solange die Siedlungen noch außerhalb des regelmäßigen Überflutungsbereiches lagen, konnte man Hochwässer, die ein natürlicher Vorgang und Wesensmerkmal von Fließgewässern sind, als naturgegeben hinnehmen und arrangierte sich.

Wichtigstes Ziel des Gewässerausbaus war es nun, eine Beständigkeit und Vorhersagbarkeit der Wasserführung zu erreichen, das Gewässer in seinem Lauf festzulegen und so die neugewonnenen Flächen effektiv gegen Hochwasser zu sichern. Der Gewässerausbau in großem Ausmaß begann mit dem Dampfschiffahrtszeitalter in der Mitte des vorigen Jahrhunderts. Wehre und Staustufen wurden zur Nutzung der Wasserkraft angelegt, sie hatten jedoch zunehmend die Funktion, die Fließgeschwindigkeit der begradigten Flüsse zu regulieren und somit eine unangenehme Folgeerscheinung des Gewässerausbaus zu regulieren. Die Folgen dieser weitreichenden Eingriffe waren für das Ökosystem zerstörerisch und beeinträchtigen bis heute nachhaltig die Naturhaushaltsfunktionen der Fließgewässer.

Ein Beispiel: Die Begradigung des Oberrheins

Ein bekanntes Beispiel für die dramatischen Auswirkungen des Gewässerausbaus ist die Geschichte der Regulierung des Oberrheins zwischen Breisach und Basel. Der Rhein verzweigte sich hier auf einer Breite von mehr als 5 Kilometern in ein von Tausenden von Inseln, Kies- und Sandbänken unterbrochenes Adernetz von Gerinnen – eine typische Furkationszone, deren ausgedehnte Auwälder in ihrem Artenreichtum und Erscheinungsbild an tropische Regenwälder erinnern.

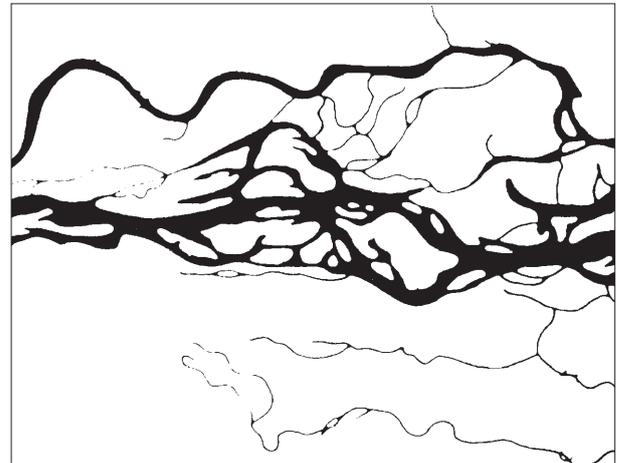


Abb. 5-1 Oberrhein bei Breisach 1828 (vor der Regulierung)

Seit 1820 wurde unter der Leitung des Wasserbautechnikers Tulla der Fluss in mehreren Schritten begradigt, in ein etwa 200 Meter breites Bett gezwängt und die Aue trocken gelegt. Auf der Strecke zwischen Basel und Bingen wurde der Rhein um insgesamt 81 Kilometer (23 %) verkürzt. Die dramatischen Folgen überraschten selbst den Baumeister und erforderten immer neue Eingriffe: Durch die Flusslaufverkürzung fraß sich der Rhein bis zu 10 Meter tief in den Untergrund ein, der Grundwasserspiegel sank so sehr, dass das neu gewonnene Land im niederschlagsarmen Oberrheingebiet für die Landwirtschaft bald zu trocken war. Die ehemalige Auenlandschaft ist heute ein ausgesprochenes Trockengebiet mit fast mediterran anmutender Vegetation. Von der ursprünglichen Auenlandschaft haben höchstens 2 % ihren naturnahen Charakter bewahrt.

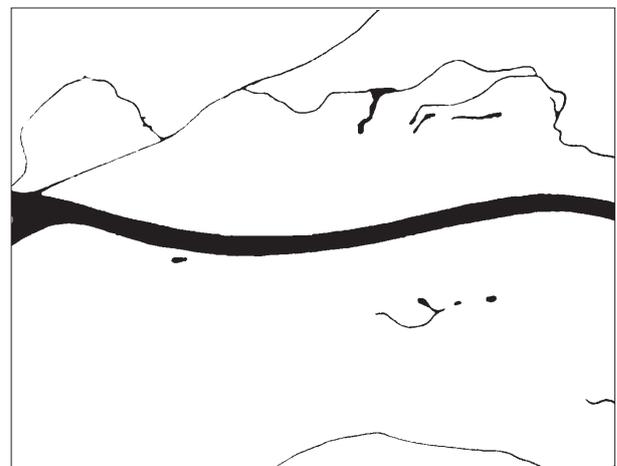


Abb. 5-2 Oberrhein bei Breisach heute (seit 1963)

Gewässerausbau



Von den Hochwässern blieben die Oberrheinanlieger – wie Tulla vorausgesagt hatte – verschont. Doch wurde das Hochwasserproblem nicht wirklich gelöst, sondern lediglich verlagert. Weil die Oberrheinauen als natürliche Retentionsräume zerstört waren, konnten nun die Wassermassen ungebremst in untere Rheinabschnitte fließen. Vor allem am Mittelrhein verschärften sich die Hochwässer nach dem Oberrheinausbau. In Koblenz und Köln sind plötzlich auftretende, dramatische Hochwässer während lang andauernder Regenperioden bis heute ein Problem.

Wie der Rhein verloren durch mehr oder weniger umfangreiche Ausbaumaßnahmen fast alle Bäche und Flüsse ihr charakteristisches Gesicht. Heute befindet sich praktisch kein Fließgewässer mehr im Naturzustand und die wenigsten Menschen haben eine Vorstellung von der beeindruckenden Ausdehnung und dem Erscheinungsbild natürlicher Flusssysteme. In Deutschland sind Elbe und Oder die einzigen großen Flüsse, an denen zumindest streckenweise großflächig naturnahe Auenlandschaften erhalten sind.

Maßnahmen	Gründe	Folgen
Trockenlegung der Aue	Flächengewinn/ landwirtschaftliche Nutzung	Grundwasserabsenkung
	Besiedlung	Biotopverlust: Auen und Feuchtgebiete gehen verloren
	Verkehrswege	Artenrückgang
Begradigung und Ausbau	Flächengewinn und Flächensicherung	Verkürzung des Gewässerlaufes
	Hochwasserschutz	Erhöhte Fließgeschwindigkeit: Tiefenerosion
	Schifffahrt	Erhöhte Hochwassergefahr für Unterlieger
		Biotopverlust (Zerstörung von Kleinlebensräumen in Gewässer und Aue)
		Artenrückgang
		Verlust von Vielfalt und Dynamik
		Verarmtes Landschaftsbild
Stauhaltungen	Wasserkraftnutzung	Änderung des Stoffhaushaltes (Fließgewässer wird zum See; erhöhte Eutrophierungsgefahr)
	Schifffahrt	Ökologische Barrieren: Gewässer wird zur Einbahnstraße
	Regulierung der Fließgeschwindigkeit	

Abb. 5-3 Gewässerausbau: Maßnahmen, Gründe und Folgen



Auswirkungen des Gewässerausbaus auf die Biotop- und Artenvielfalt

Natürliche Flussauen gehören zu den artenreichsten und ökologisch interessantesten Lebensräumen Mitteleuropas. Das Zusammentreffen unterschiedlichster, vielfach extremer Lebensbedingungen auf engstem Raum, die jeweils ihre ganz speziellen Anpassungen erfordern, ist der Grund dafür. Der Rückgang spezialisierter Fließge-

wässerarten, die hauptsächlich unter den Vögeln, Amphibien, Fischen, Schnecken und Muscheln sowie vielen Insektengruppen zu finden sind, ist in direktem Zusammenhang mit der Zerstörung der Auen zu sehen. Auch Pflanzen und ganze auentypische Vegetationseinheiten sind bedroht. Der Gewässerausbau führt zu einer Verarmung der Lebensgemeinschaften: Spezialisierte ► STENÖKE Arten gehen zurück, der ursprünglich artenreiche Lebensraum wird von wenigen anspruchslosen ► EURYÖKEN Arten besiedelt.

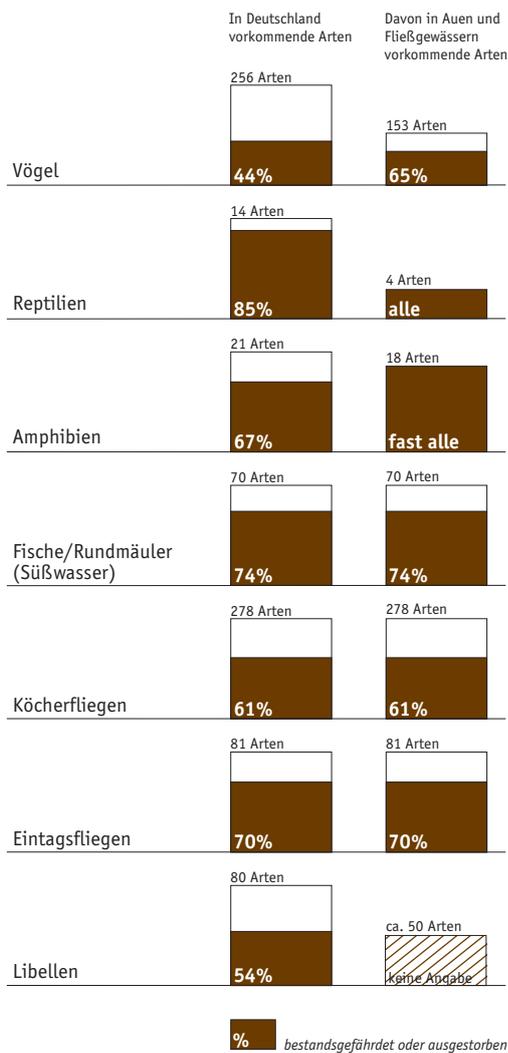


Abb. 5-4 Bedeutung von Auen und Fließgewässern als Lebensraum ausgewählter Tiergruppen und Pflanzen (nach KAULE 1991, BINOT 1998)

Flächenanteile der Pflanzengesellschaften in %

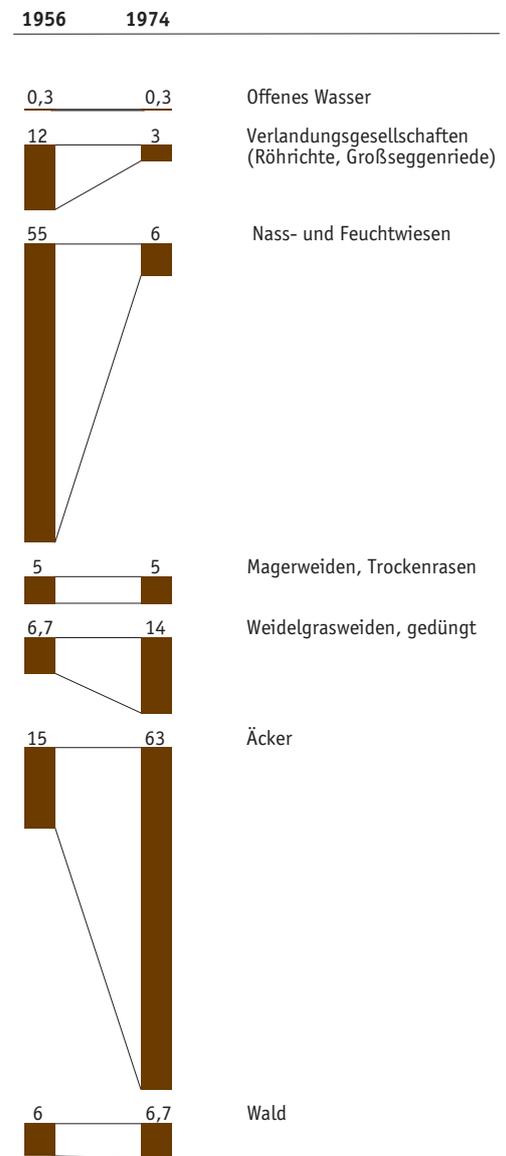


Abb. 5-5 Veränderung der Flächenanteile von Pflanzengesellschaften in einer Flussau durch Nutzungsänderung (nach KAULE 1991 aus MEISEL/HÜBSCHMANN 1975 verändert)

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Gewässerausbau



Ökologische Auswirkungen von Stauhaltungen

Um die durch Begradigung erhöhte Fließgeschwindigkeit wieder zu drosseln, wurden viele Fließgewässer mit Staustufen versehen. Damit besteht gleichzeitig die Möglichkeit der Wasserkraftnutzung. Größere Flüsse wie der Rhein, der Main, die untere Lahn und die untere Fulda sind staureguliert, um sie für die Schifffahrt zu nutzen. Doch auch kleine Flüsse und Bäche sind immer wieder durch Querbauwerke unterbrochen. Die Losse, ein ca. 25 m langer Bach östlich von Kassel, ist auf seiner ganzen Länge von nicht weniger als 48 Wehren und Sohlabstürzen unterbrochen (HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT 1997). Damit besteht die Losse aus 48 kaum 500 m langen Teilsegmenten. Zu unüberwindlichen Hindernissen für fast alle gewässerbewohnenden Tiere und damit zu ökologischen Barrieren werden die Querverbauungen, wenn sie höher als 30 cm und betoniert oder gemauert sind. So entstehen in gestauten Fließgewässern voneinander isolierte Teilbiozöten. Verinselung nennt man dieses Phänomen mit weitreichenden populationsökologischen Folgen.

Die meisten charakteristischen Fließgewässerarten sind durch ihren Lebenszyklus und ihre Verhaltensweisen an die einseitig gerichtete Strömung angepasst: Viele Wasserinsekten gleichen die strömungsbedingte Abdrift als Larven durch Wanderungen auf der rauhen Gewässersohle entgegen der Strömung, als Imagines durch den sogenannten Kompensationsflug gewässeraufwärts aus. Dabei orientieren sie sich am Wasserlauf. Dies ist jedoch nicht möglich, wenn der Bach plötzlich in langen Verrohrungen verschwindet. Besonders dramatische Folgen hat die künstliche Segmentierung der Fließgewässer für die Fische. Wanderfischarten wie Lachs, Aal oder Forelle können wegen der Querbauwerke ihre Laichhabitate in den Flussoberläufen nicht mehr erreichen, die natürlichen Populationen sterben aus.

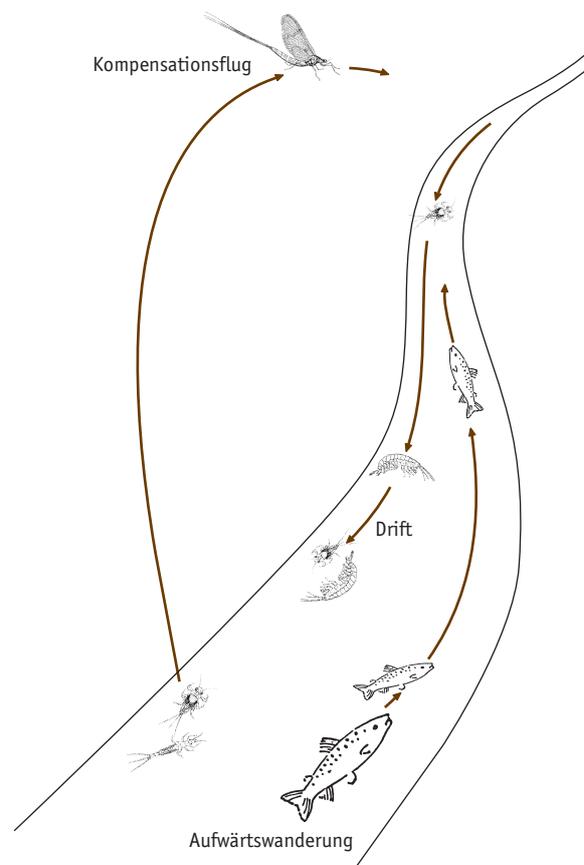


Abb. 5-6 Kompensationsflug von Wasserinsekten. Den als Drift bezeichneten Abwärtstransport durch das strömende Wasser gleichen gewässerbewohnende Tierarten durch aktive Wanderungen aus. Schlüpfende Wasserinsekten fliegen grundsätzlich entgegen der Strömung, Fische führen aufwärtsgerichtete Wanderungen zum Laichen durch.



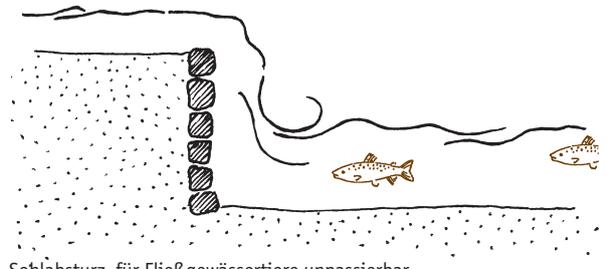
Gewässerausbau

Auch die abiotischen Bedingungen ändern sich durch Stauhaltungen dramatisch: Das Fließgewässer wird praktisch in eine Kette von Stillgewässern unterteilt, dementsprechend ändern sich die Hydrologie, der Geschiebe- und Stoffhaushalt und damit auch die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften. Mit dem Wasser stauen sich vor den Staustufen die Sedimente – vor allem die Feinsedimente, die im stehenden Wasser absinken. Deshalb findet man vor Wehren und Staustufen ausgedehnte Verschlammungszonen, die natürlicherweise in Fließgewässern erst in den unteren Flussabschnitten nahe der Mündung vorkommen.

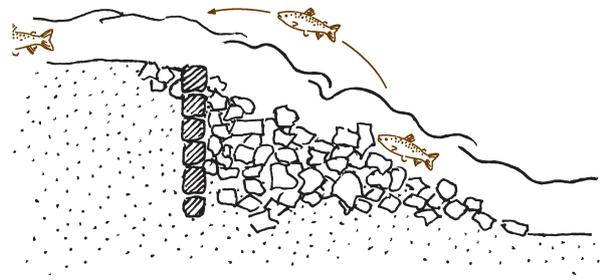
Der Stoffhaushalt in Stauhaltungen ist nachhaltig verändert. Besonders problematisch ist in nährstoffbelasteten Fließgewässern die erhöhte Eutrophierungsgefahr. Normalerweise sind Fließgewässer weniger eutrophierungsgefährdet als Stillgewässer, weil in das schnell fließende Wasser physikalisch noch genügend Sauerstoff zum Abbau der Nährstoffe eingetragen wird. Wird ein nährstoffbelasteter Fluss jedoch gestaut, kommt es regelmäßig zu ökologisch kritischen Sauerstoffdefiziten und -übersättigungen, wie sie eigentlich für belastete Seen typisch sind. ► KAP. 3 STOFFHAUSHALT

Insgesamt führt der Aufstau eines Gewässers aufgrund der völlig veränderten Lebensbedingungen zu einer Verarmung der Lebensgemeinschaften. Mit der Verschlammung kommt es zu einem Rückgang der Kleinlebensräume, weil die Feinsedimente die Gewässersohle überdecken und lebenswichtige Refugialräume verstopfen. Tierarten, die sich auf Steinen festheften, finden auf dem instabilen Feinsubstrat keinen Halt mehr. Auch sauerstoffbedürftige Arten gehen zurück. Dafür gibt es vermehrt Arten, die sich aufgrund ihrer wurmförmigen Körpergestalt im Sediment verkriechen können und Sauerstoffdefizite tolerieren wie Schlammröhrenwürmer oder Zuckmückenlarven. Hinsichtlich der Ernährungstypen, findet man in Stauhaltungen vor allem Sammler und Filtrierer sowie wenige Räuber. Weidegängern und Zerkleinerern fehlt die Nahrungsgrundlage. Insgesamt gleicht die Biozönose denen von Flussunterläufen.

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



Sohlabsturz für Fließgewässertiere unpassierbar



Sohlgleite (Steinrampe) passierbar für Fließgewässertiere

Abb. 5-7. Ein Wehr oder ein betonierter Sohlabsturz ist für die meisten Fließgewässertiere ein unüberwindliches Hindernis. Als kritische Grenze gelten Querbauwerke, die höher als 30 cm sind. Durch das Aufschütten von Steinen können die Barrieren passierbar gemacht werden.

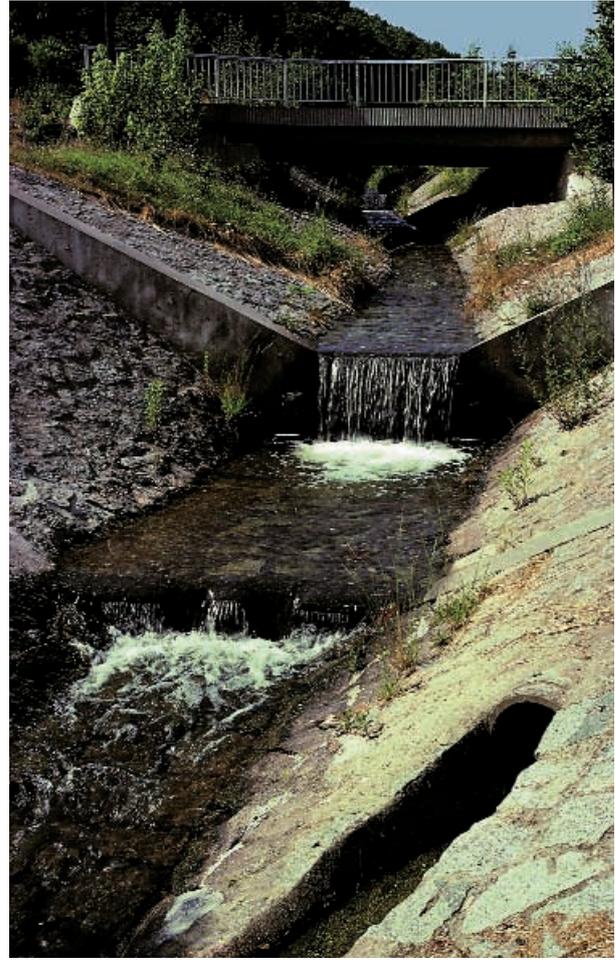


Foto: P. Thomas

Abb. 5-8 Vor allem in Ortschaften wurden viele Bäche zu lebensfeindlichen Betonrinnen ausgebaut.

Gewässerausbau



Literatur:

- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT (1997): *Lebensadern unserer Landschaft. Broschüre.* Wiesbaden.
KUTTER, S.; SPÄTH, V. (1993): *Rheinauen. Bedrohtes Paradies am Oberrhein.* Verlag G. Braun, Karlsruhe.
TITTLER, T.; KREBS, F. (Hg.) (1996): *Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. Eine Bilanz.* Springer Verlag Heidelberg.
GRAW, M. (2002): *Hochwasser – Naturereignis oder Menschenwerk? Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz.* Bonn.



► M 5.1

Zielgruppe

Klasse 5-13

Fachbezug

Erdkunde, Sozialkunde, Biologie, Geschichte, Lernbereich
Naturwissenschaften, Kunst

Ziele

- am Beispiel Oberrhein Ausmaß des Gewässerausbaus erkennen
- Gründe, Veränderungen und ökologische Auswirkungen des technischen Gewässerausbaus erarbeiten

Allgemeine Hinweise

Die Abbildungsfolge zeigt exemplarisch den Verlust der Strukturvielfalt eines Fließgewässers infolge von Ausbaumaßnahmen am Beispiel des Oberrheins. Rätselbild 1: Oberrhein bei Breisach 1828 (vor der Regulierung) Rätselbild 2: Oberrhein bei Breisach heute (seit 1963). Zunächst sollten die Abbildungen als Rätselbilder auf Folie gezeigt (Rätselbild 2 kann auch weggelassen oder später zur Auflösung des Rätsels gezeigt) werden. Assoziationen werden gesammelt: z.B. „Adernetz“, „Lebensader“. Dann erst werden das Ausmaß, die Gründe und die Folgen des Oberrheinausbaus erarbeitet, die exemplarisch für das Schicksal vieler Fließgewässer sind. Der Oberrheinausbau ist in den Sachinformationen beschrieben. Eine ausführliche und sehr eindrucksvolle Darstellung – geeignet als Grundlage für ein Referat – findet man in KUTTER/SPÄTH 1993, eine wissenschaftliche Beschreibung in TITTIZER/KREBS 1996.

Aufgabenstellungen

- ✗ Was wurde an dem Flusslauf und der Aue verändert?
 - Festlegung eines Hauptstromes
 - Begradigung und Verkürzung des Flusslaufes, Verringerung der Gesamt-Wasserfläche (die Aue war ursprünglich mehrere km breit, nach der Korrektur misst der Hauptstrom noch etwa 200 m)
 - Trockenlegung bzw. Verschüttung von Seitenarmen
 - Eindeichung zum Hochwasserschutz
- ✗ Welche Gründe könnte der Ausbau gehabt haben?
 - Flächengewinnung für Landwirtschaft und Besiedlung
 - Hochwasserschutz
 - Schifffahrt
- ✗ Welche Folgen könnte der Ausbau haben? Denke dabei auch an die Folgen starker, lang andauernder Regenfälle.
 - Verminderung der natürlichen Auenflächen, Zerstörung des Lebensraums für die autotypische Flora und Fauna; Austrocknung und Versteppung der Aue (Veränderung des Kleinklimas).

- Verschwinden von Inseln und Kiesbänken (1825 gab es im Oberrhein noch über 2000 Inseln).
- Erhöhung der Fließgeschwindigkeit, Erhöhung der Schleppkraft (Sedimenttransport) und dadurch Tiefenerosion. Das Flussbett des Oberrhein liegt heute 7 m tiefer als vor der Regulierung.
- Grundwasserabsenkung (bis zu 3 m).
- Bei Starkregen verteilte sich früher das Wasser auf die gesamte große Aue, konnte langsam abfließen und z.T. auch versickern (Grundwasserneubildung). Hochwässer verursachten kaum Schaden, weil die Flächen im regelmäßigen Überflutungsbereich nicht genutzt wurden. Heute stehen viel geringere Flächen als Retentionsräume zur Verfügung. Das Wasser fließt schnell ab, verursacht Hochwässer in unteren Flussabschnitten und richtet erhebliche Schäden auf bebauten und landwirtschaftlich genutzten Flächen an.

Vertiefungsmöglichkeiten

● Beurteilung des Gewässerausbaus

„Tullas gewaltige Leistung bändigte den wilden Gesellen Rhein, indem er ihn in ein festgefühtes Strombett zwängte, das Wasser vieler Rheinarme sammelte und dem Hauptstrom zuführte, den alten Lauf wesentlich verkürzte und den Fluss erst zu einer bedeutenden Wirtschaftsader ausbaute. Dazu kommt noch, dass Sumpf und Fieber wichen und umfangreiches Acker- und Wiesenland entstand.“

✗ Welche Gründe werden für den Oberrheinausbau genannt? Hältst du Tullas Werk auch uneingeschränkt für eine „gewaltige Leistung“? Wie würdest du dieses Zitat zeitlich einordnen?

Es stammt aus einer Ortschronik eines Dorfes am Oberrhein von 1958 (zitiert nach KUTTER/SPÄTH 1993).

● Bau eines Auenmodells

Der Bau eines Auenmodells nach den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler aus Gips, Sand oder sonstiger Modelliermasse ist eine schöne (Abschluss-)Aufgabe für ein fächerübergreifendes Projekt oder einen längeren Wahlpflichtkurs zum Thema. Dabei gibt es zahlreiche Variationsmöglichkeiten.

● Variante 1: Eine (Wunsch-)Flusslandschaft

✗ Fertigt in Gruppen nach dem Vorbild von Modellbahnlandschaften eine natürliche Flusslandschaft nach euren Vorstellungen mit allen Details (Pflanzen, Wasserflächen, Bodenstrukturen, Tieren, etc.) an. Der Phantasie und der Materialverwendung sind keine Grenzen gesetzt.

● Variante 2: Hochwasser in Natur- und Kulturlandschaft

✗ Fertigt aus Gips oder anderer Modelliermasse zwei Modelle mit gleicher Grundfläche an:

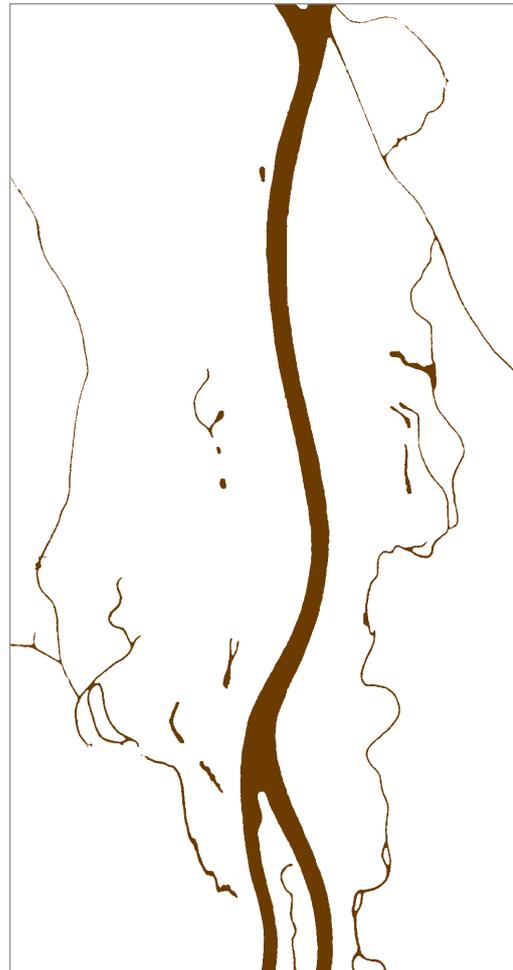
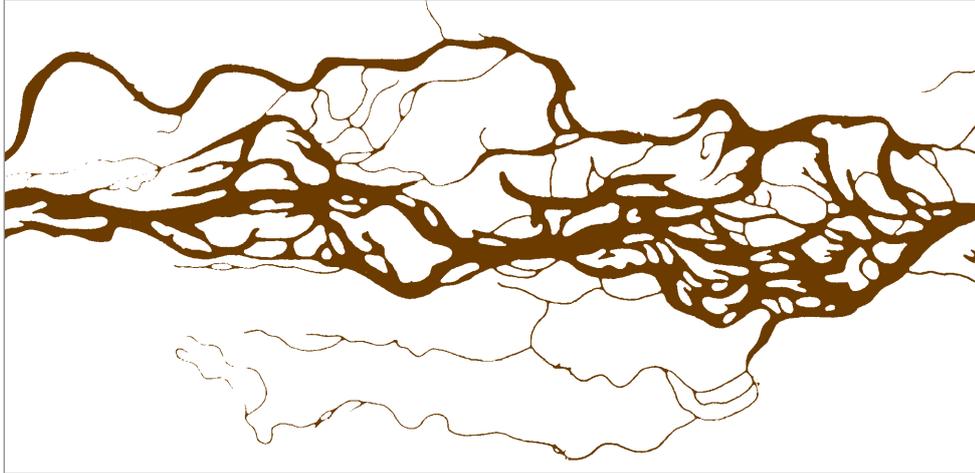
- a) natürliche Flusslandschaft nach Vorbild des unverbauten Oberrheins
- b) Landschaft mit kanalisiertem Fluss (Oberrhein heute).

Beide Modelle werden in eine Wanne oder ein anderes Gefäß gestellt. Mit einer Gießkanne mit feiner Brause wird eine definierte Menge Wasser über beide Modell-Landschaften gegossen. Verfolge und vergleiche wie das Wasser seinen Weg durch die beiden Landschaften nimmt. Wieviel Wasser landet in der Wanne?

Literatur

KUTTER, S.; SPÄTH, V. (1993): Rheinauen. Bedrohtes Paradies am Oberrhein. Verlag G. Braun, Karlsruhe.
TITTIZER, T.; KREBS, F. (Hg.) (1996): Ökosystemforschung: Der Rhein und seine Auen. Eine Bilanz. Springer Verlag Heidelberg.

Rätselbilder





► M 5.2

Gewässerausbau

Geschichte einer Aue

Zielgruppe

Ab Klasse 8

Fachbezug

Erdkunde, Biologie, Geschichte, Lernbereich Naturwissenschaften

Ziele

- erkennen, dass die Flussauen in der heutigen Form das Ergebnis einer Jahrhunderte andauernden Entwicklung sind, an der der Mensch entscheidenden Anteil hatte
- Wechselwirkung von Siedlungs- und Landschaftsgeschichte erkennen
- Veränderungen einer Flussaue an einem schematisierten Bild beschreiben und nachvollziehen

Durchführung/Aufgabenstellungen

X Beschreibe und erkläre die Veränderungen der Flussaue.

Achte dabei besonders auf

- Nutzung/Besiedlung
- Veränderungen des Flussbettes
- Pflanzenbewuchs/Vegetation
- Hoch- und Grundwasserlinie
- Bodenschichten

X Versuche die Bilder zeitlich einzuordnen

Bild 1: vom Menschen unbeeinflusst

flaches und breites Flussbett; überall mehr oder weniger Wasser (fließendes Wasser im Flussbett; stehendes Wasser in gewässerbegleitenden Feuchtgebieten); Auwald im Tal, Laubmischwald auf den Höhen; keine menschliche Nutzung.

Bild 2: Mittelalter

beginnende Besiedlung; Wälder werden abgeholzt; beginnende Auelehm bildung; Feuchtgebiete werden kleiner bzw. überschüttet. Extensive Nutzung der Aue (Wiesen/Weiden) möglich durch Rodung und Entwässerungsgräben; Grundwasser beginnt zu fallen, Hochwasser zu steigen.

Bild 3: 1850

Besiedlung nimmt zu; Wälder fast vollständig abgeholzt, fortgeschrittene Auelehm bildung; erster Acker in der Aue; sinkendes Grundwassers, steigendes Hochwasser; beginnende Flusskorrekturen.

Bild 4: Heute

Besiedlung bis an das Ufer; Eindeichung als Hochwasserschutz; kein Auwald; Wiesen wurden zu Ackerland; Fluss ist eingetieft; Höhen mit Nadelwald wieder aufgeforstet.

Literatur

ELLENBERG, H. (1982): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart.

KUTTER, S.; SPÄTH, V. (1993): *Rheinauen. Bedrohtes Paradies am Oberrhein*. Verlag G. Braun. Karlsruhe.

Vertiefungsmöglichkeiten

● Geographische Zuordnung des Entwicklungsschemas

X Für welchen Flussabschnitt gilt dieses Entwicklungsschema? Suche nach Beispielen. (Atlas zu Hilfe nehmen)
Ist es auch für Flussoberläufe gültig?

Die beschriebene Auenentwicklung gilt für Mittel- bzw. Unterläufe von Fließgewässern mit relativ breiter Aue. Z.B. Lahn zwischen Marburg und Gießen, Fulda vor Kassel, Weser, Main. Flussoberläufe und damit Bäche haben meist ein größeres Gefälle und deshalb keine breite Aue. Der Auelehm stammt von den entwaldeten Flächen im Einzugsgebiet. Der offen liegende ehemalige Waldboden wurde abgespült und mit anderen Sedimenten von den Flussoberläufen in die Mittel- und Unterläufe transportiert und in den Auen abgelagert.

● Geschichte von Flusslandschaften

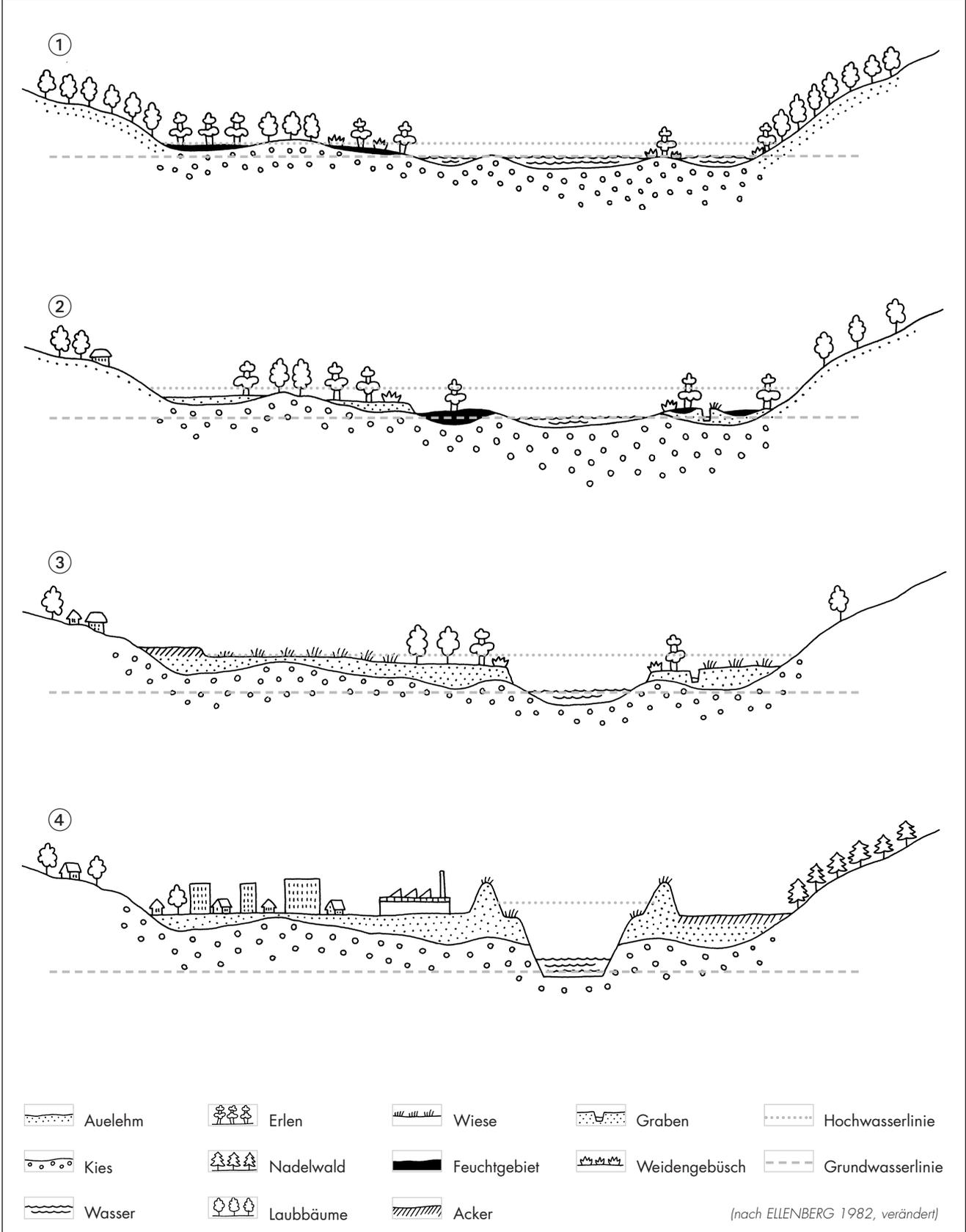
X Besorge dir Karten „eures“ Baches oder eines größeren Flusses in eurer Nähe. Wie hat er sich verändert (Lage in der Landschaft, Verlauf, Anteil der Auenwälder, Besiedlung, etc.)? Historische Karten gibt es im Stadtarchiv oder beim Hessischen Landesvermessungsamt. Ein Beispiel siehe ► ABB. 4-3 und ► ABB. 4-4 Fulda und Nebenbäche bei Kassel. (Adresse im ► ADRESSENVERZEICHNIS)

Ergänzungsmaterial

► M 2.4 LEBENSRAUM AUE



Geschichte einer Aue



© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



► M 5.3

Gewässerausbau

Von der Lebensader zum Kanal – Gewässerausbau und seine Folgen

Zielgruppe

Sek. I

Fachbezug

Biologie, Lernbereich Naturwissenschaften

Ziele

- Informationen über Lebensraumansprüche verschiedener Tierarten einholen
- Zusammenhang zwischen Artenrückgang und Gewässerausbau benennen können
- verschiedene Lebensraumtypen (Biotope) benennen
- erkennen, dass Lebensraumvielfalt die Bedingung für Artenvielfalt ist

Aufgaben und Vertiefungsmöglichkeiten

✗ Welche der abgebildeten Tierarten kommen in Landschaft 1, welche in Landschaft 2 vor?

Hier müssen die Schülerinnen und Schüler gegebenenfalls Informationen über die Lebens- und Ernährungsweise der Tiere sowie die Anforderungen an ihren Lebensraum einholen.

✗ Wie unterscheiden sich die Artenvorkommen der beiden Landschaften?
Welche Ursache hat der Artenrückgang in Landschaft 2?

Dazu folgende Ergänzung:

✗ Um Landschaften zu beschreiben, unterscheidet man verschiedene Lebensraumtypen oder Biotope. Biotope sind Teile eines Ökosystems, die sich dadurch unterscheiden, dass in ihnen jeweils ganz spezifische, in etwa gleichartige Lebensbedingungen herrschen. Welche Lebensräume findest du in Bild 1, welche in Bild 2? Zeichne sie mit verschiedenen Farben oder Markierungen ein – was fällt auf?

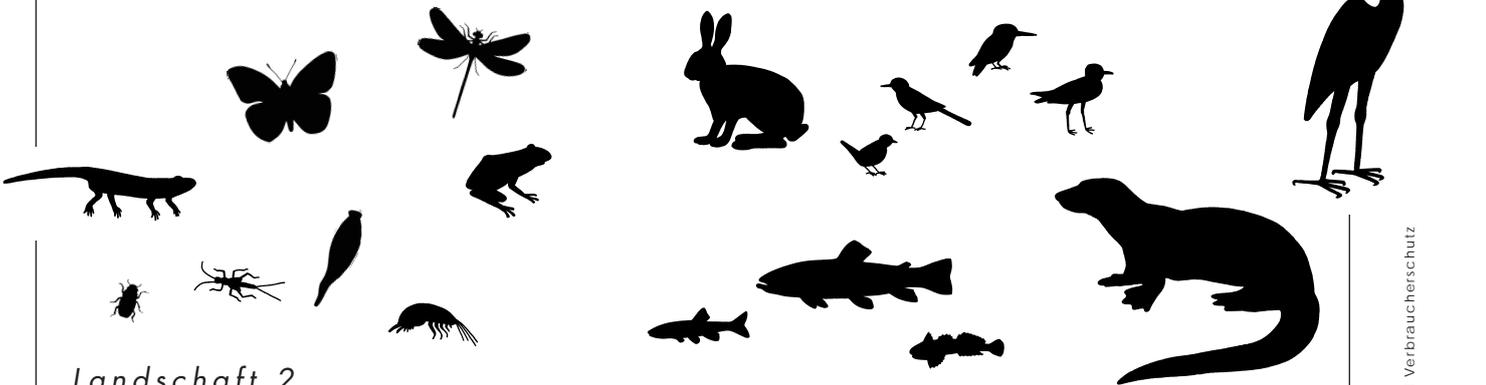
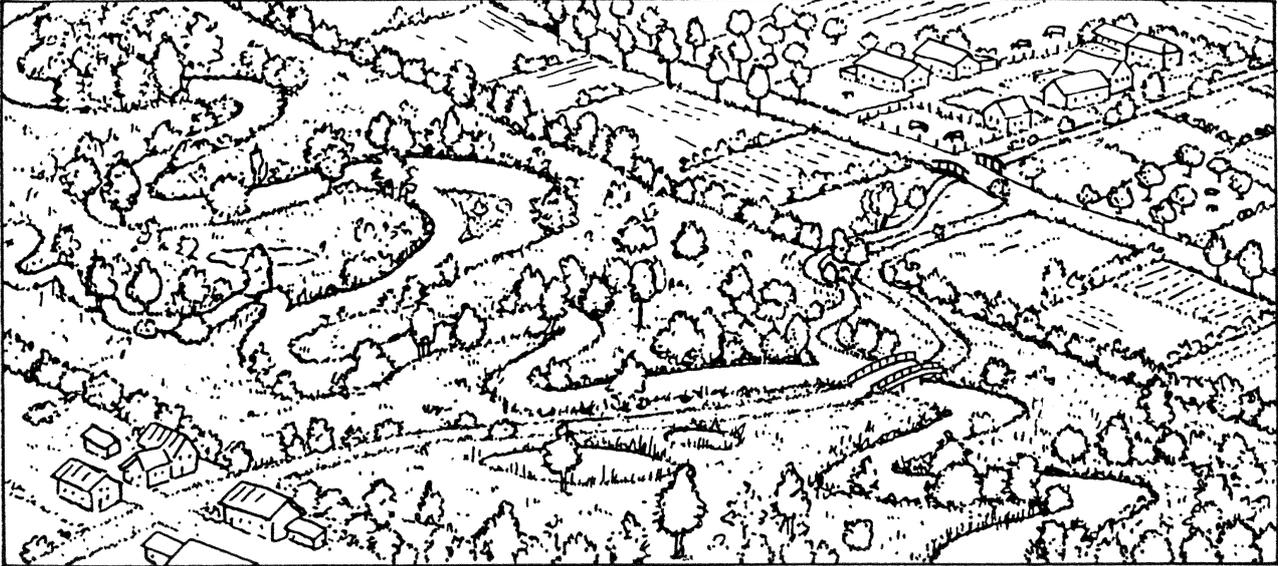
✓ Beispieltabelle: Vergleich von Landschaft 1 und Landschaft 2.

Lebensraum	Landschaft 1	Landschaft 2
Fließendes Wasser	+++	+ Fluss ist kürzer geworden
natürliche Gewässersohle	+++	- Gewässersohle ist gepflastert
Tümpel	+++	- Tümpel sind zugeschüttet
natürliche Flussufer	+++	- Ufer ist befestigt
Kiesbänke	+	- verschwunden
Feuchtwiesen	+++	- sind in Ackerland umgewandelt
Hecken	+++	+ viel weniger geworden
Acker	+	+++ viel mehr geworden
Weiden	-	+
Ortschaft	+	+++ sind größer geworden

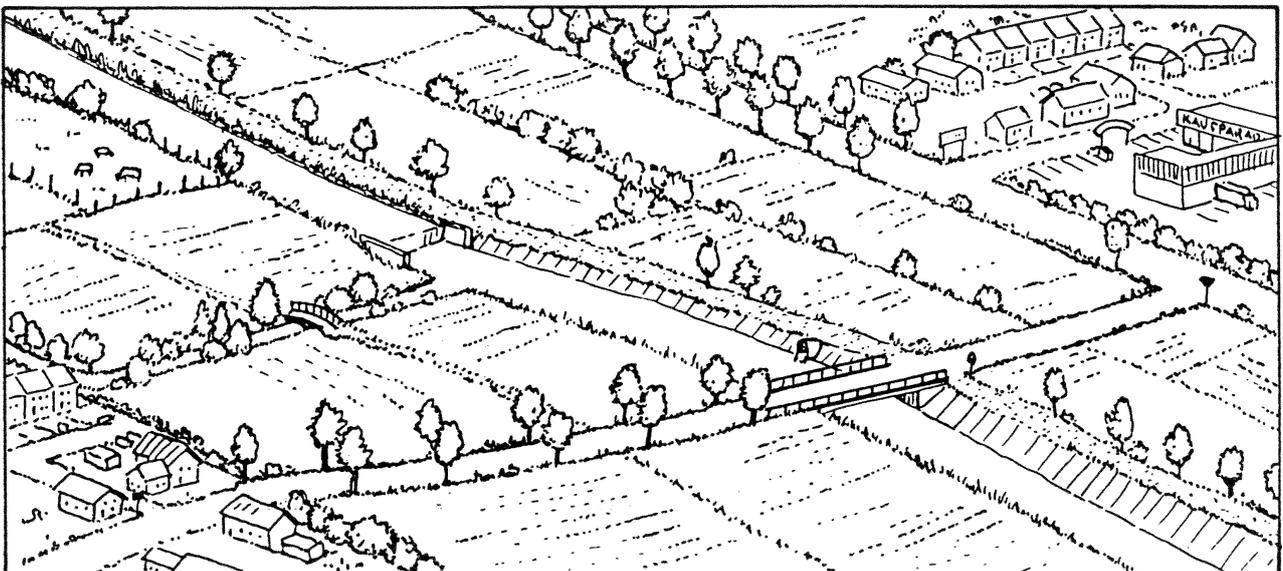
Von der Lebensader zum Kanal -
Gewässerausbau und seine Folgen



Landschaft 1



Landschaft 2



Tiere: Käfer, Molch, Steinfliegenlarve, Schmetterling, Rolletzel, Bachflohkrebs, Frosch, Libelle, Elritze, Bachforelle, Mühlkoppe, Hase, Wasserramsel, Bachstelze, Eisvogel, Flussregenpfeifer, Fischotter, Graureiher

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



Ökologische Auswirkungen des Gewässerausbaus

► M 5.4

Zielgruppe

Sek. II

Fachbezug

Biologie, Erdkunde

Ziele

- Bedeutung der Gewässerstruktur für die Lebensgemeinschaften erkennen und erklären
- erkennen, dass durch den Gewässerausbau nicht nur die Lebensgemeinschaften, sondern auch die Selbstreinigungskapazitäten eines Fließgewässers erheblich beeinträchtigt sind

Vorbereitung

Die Gewässerstrukturgüteklassen müssen bekannt sein. ► KAP. 10.2
Außerdem sollten die Schülerinnen und Schüler bereits Freilandarbeiten zur Gewässerstruktur durchgeführt haben. ► M 1.5; M 11.1

Aufgaben und Vertiefungsmöglichkeiten

● Deutung der Untersuchungsergebnisse

✗ *Welches sind die Untersuchungsergebnisse eines naturnahen, welches die eines ausgebauten und begradigten Baches?*

Bach x (linke Seite)

ist ein naturnaher Bach der Strukturgüteklasse 1-2.

Merkmale: aufgrund des grobkörnigen Substrates Strömungsvielfalt mit Refugialräumen und entsprechender Artenvielfalt, hohe Individuendichte.

Bach y (rechte Seite)

ist ein begradigter, ausgebauter Bach der Strukturgüteklasse 6-7.
Merkmale: sehr feinkörniges Substrat, bietet keine Refugialräume; Tiere in größerer Zahl können sich bei der gleichförmig hohen Strömung aufgrund der Begradigung nicht halten, sondern werden verdriftet.

● Folgen des Gewässerausbaus

✗ *Beschreiben und erklären Sie die Folgen des Gewässerausbaus.*

Gewässersohle

Die Beschaffenheit der Gewässersohle wird grundlegend verändert, es findet sich vor allem feinkörniges Material. Steine und Kies fehlen und damit Strömungshindernisse und Unterschlupfmöglichkeiten für die Tiere. Auch Wasserpflanzen können sich aufgrund der gleichförmig hohen Strömung nicht mehr halten.

Lebensgemeinschaften

Artenzahl und Individuendichte nehmen ab. Die ausgebauten Bachstrecke ist regelrecht verödet, denn das sehr feinkörnige Substrat bietet keine Unterschlupfmöglichkeiten (Refugialräume). Tiere in größerer Zahl können sich bei der gleichförmig hohen Strömung im ausgebauten Bachbett nicht halten, sondern werden verdriftet. Außerdem ist das Nahrungsangebot verringert.

Selbstreinigung

In dem ausgebauten, begradigten Bach ist die Selbstreinigungsstrecke zum Abbau einer Ammoniumbelastung viermal so lang wie in dem naturnahen Bach. Ursache: Es steht nur eine relativ geringere Wuchsfläche für ammoniumabbauende Mikroorganismen zur Verfügung. Außerdem ist aufgrund der gleichförmigen Strömung und fehlender Turbulenzen der Sauerstoffeintrag geringer (Nitrifikation verbraucht Sauerstoff).

● Ernährungstypen

✗ *Welche Tiergruppen würden Sie in den beiden Bächen erwarten? Beschreiben Sie die Ernährungstypen, die Ihrer Meinung aufgrund der herrschenden Lebensraum- oder Habitatbedingungen vorkommen könnten. (Beschreibung der Ernährungstypen in ► M 2.5)*

Folgende Ernährungstypen sind in den beiden Beispielbächen zu erwarten:

Naturnaher Bach (Beispiel-Bach x)

Vielfältige und mosaikartige Strukturen; vielfältige Kleinlebensräume, großes Nahrungsangebot, deshalb ist eine große Artenvielfalt mit allen Ernährungstypen zu erwarten.

Ausgebauter Bach (Beispiel-Bach y)

Verarmter Lebensraum, es überwiegen Feinsedimente, die alle großflächigen Hartsubstrate (Steine) überdecken. Weidegänger finden keine Nahrung. Auch Zerkleinerer und Pflanzenfresser sind, wenn überhaupt, nur in geringer Zahl zu erwarten, da keine Wasserpflanzen vorkommen und vermutlich auch Laub fehlt, da an begradigten Bächen meist Uferbäume fehlen. Es überwiegen die Sammler und Filtrierer. Solange Organismen vorkommen, gibt es auch einige Räuber.

Ergänzungsmaterial/Thematische Bezüge

- M 1.5 STRUKTURVIELFALT EINES BACHES
- M 1.7 NATÜRLICH – WAS BEDEUTET DAS?
- M 2.1 KLEINLEBENSÄUERE
- M 2.5 ZONIERUNG EINES FLIESSGEWÄSSERS IM LÄNGSVERLAUF
- M 11.1 BEWERTUNGSBOGEN GEWÄSSERSTRUKTUR
- FOLIE 3 GEWÄSSERSTRUKTURGÜTE

Gewässerausbau

Ökologische Auswirkungen des Gewässerausbaus



M 5.4 ◀

Zur Bearbeitung des Arbeitsblattes können die folgenden Abbildungen mit den entsprechenden zeichnerischen Ergänzungen als Arbeitshilfe gezeigt werden:

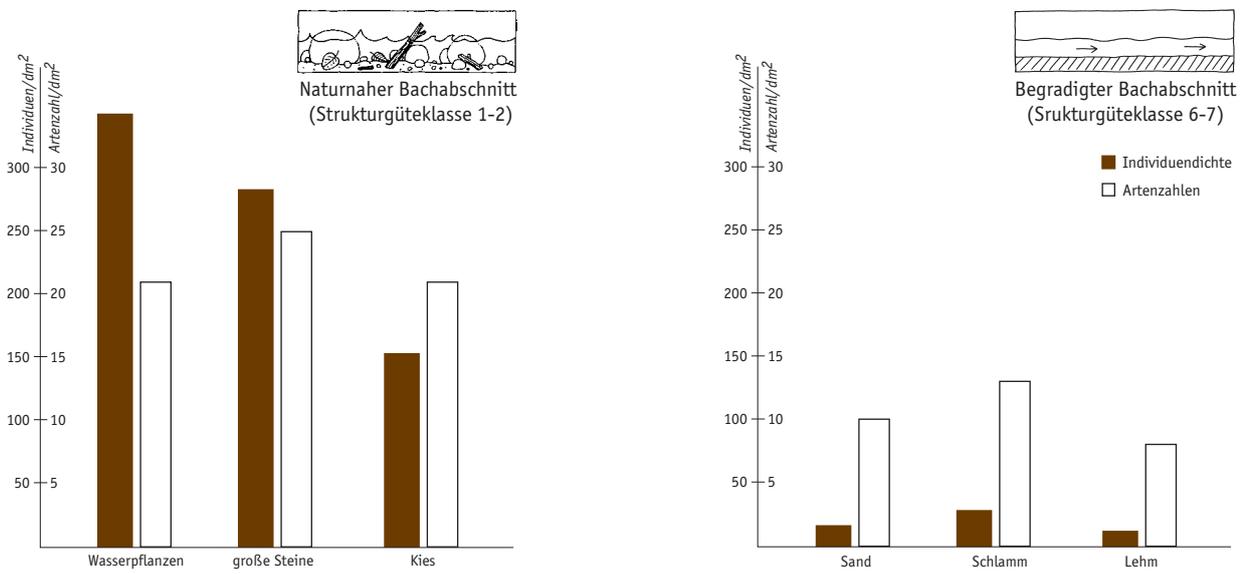


Abb. 5-9 Substrate, Individuendichte und Artenzahlen in einem naturnahen und einem ausgebauten Bachabschnitt (nach OTTO (1986) aus FRÖMBGEN et al. (1992), verändert)

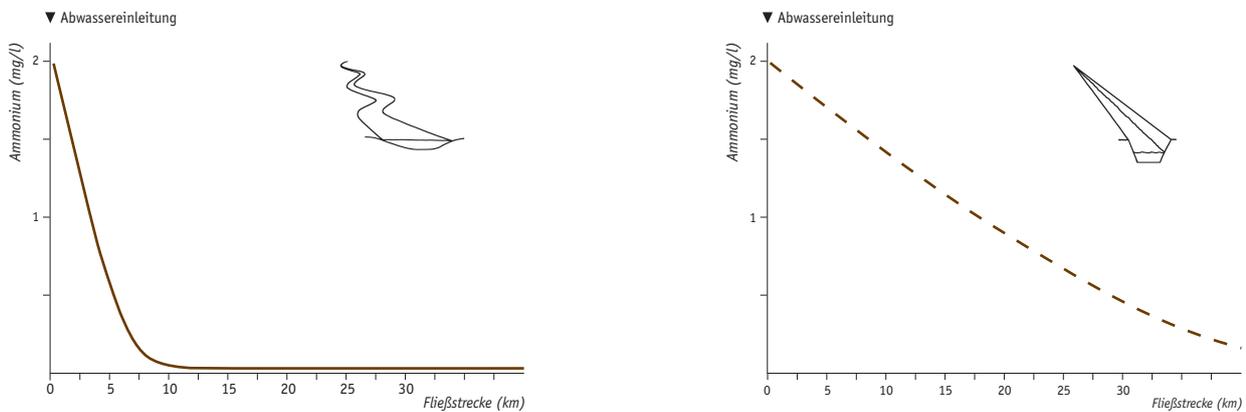
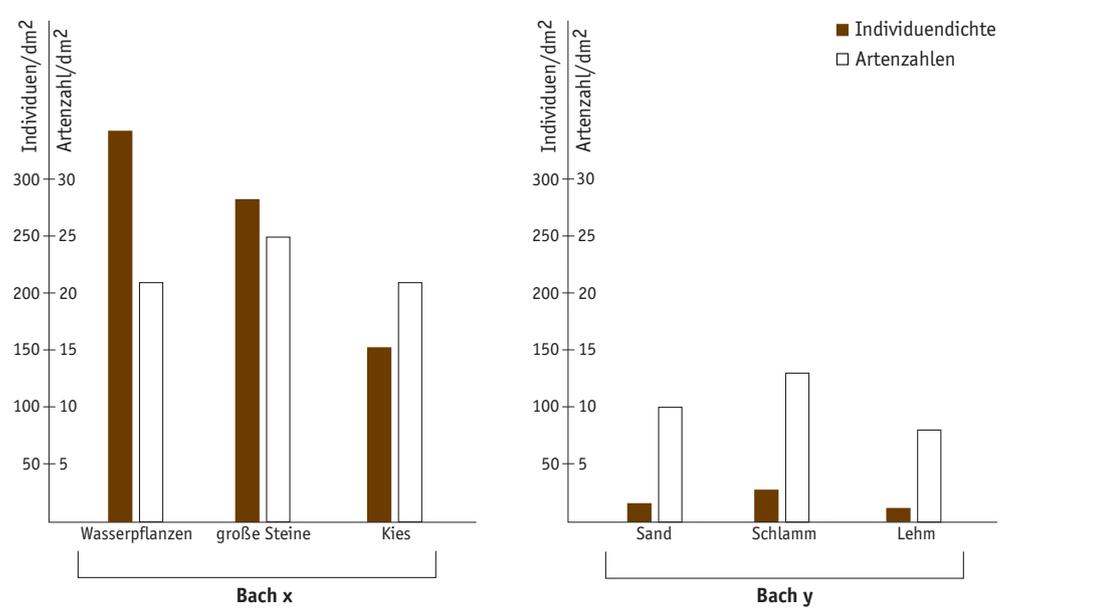


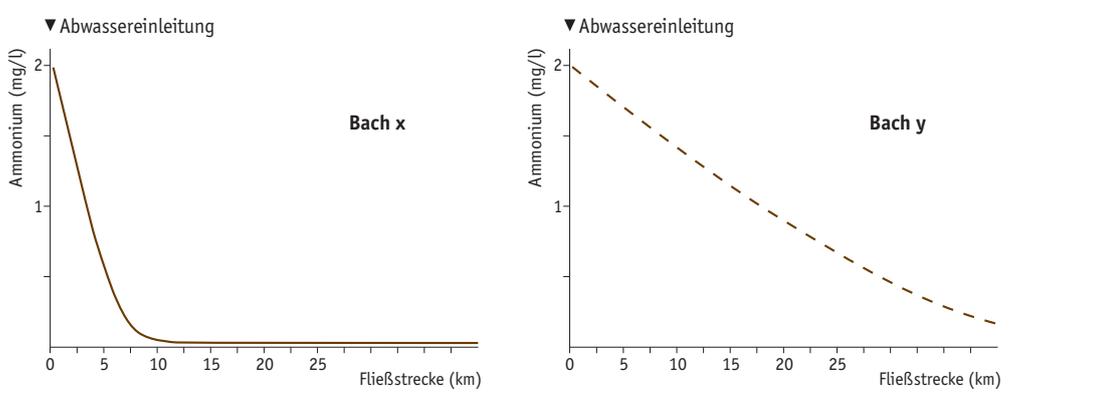
Abb. 5-10 Abnahme von Ammonium nach einer Abwassereinleitung in einem naturnahen und einem begradigten Bach (nach BORCHARDT und WOLF 1993)



Ökologische Auswirkungen des Gewässerausbaus



Substrate, Individuendichte und Artenzahlen in zwei unterschiedlichen Bächen



Abnahme von Ammonium nach einer Abwassereinleitung in zwei unterschiedlichen Bächen (1993)

Aufgaben

1. Wie sieht Bach x, wie sieht Bach y aus? Zeichnen Sie einen Querschnitt.
2. Welches sind die Untersuchungsergebnisse eines naturnahen, welches die eines ausgebauten und begradigten Baches?
3. Beschreiben und erklären Sie die Folgen des Gewässerausbaus
 - a) für die Beschaffenheit der Gewässersohle
 - b) für die Lebensgemeinschaften (Artenzahlen und Individuendichten)
 - c) für die Selbstreinigung nach einer Abwassereinleitung

Gewässerausbau

Ökologische Veränderungen durch Stauhaltungen



M 5.5.1 ◀
M 5.5.2 ◀

Zielgruppe

Sek. II

Fachbezug

Biologie

Ziele

- Zusammenhang von Ernährungsweise und Lebensraum erkennen
- über die Ernährungstypen die Lebensbedingungen (abiotische Faktoren) gestauter Fließgewässer und ungestauter Fließgewässer vergleichen
- ökologische Auswirkungen von Stauhaltungen beschreiben und diskutieren

Vorbereitung

Ernährungstypen; Zonierung eines Fließgewässers ▶ M 2.5

Aufgaben und Vertiefungsmöglichkeiten

✗ *Wie verändern sich die Lebensgemeinschaften durch Stauhaltung im Vergleich zum ungestauten Fließgewässer?*

✗ *Wie sind die Veränderungen zu erklären? Berücksichtigen Sie dabei die veränderten Lebensbedingungen (abiotische Faktoren) für die Tiere durch die Stauhaltung.*

Im Oberlauf finden sich noch genau die gleichen Lebensgemeinschaften wie im ungestauten Fließgewässer (Zerkleinerer, Sammler und Filtrierer, Weidegänger, Räuber), hier herrschen noch vergleichbare Lebensbedingungen (vielfältiges Substrat, Laub, Strömung). Vor der Stauhaltung stellt sich dann eine Biozönose ein, wie sie natürlicherweise erst in Flussunterläufen vorkommt. Dies weist auf stark veränderte Lebensbedingungen hin. Es finden sich ausschließlich schlammbewohnende Sedimentfresser und Filtrierer sowie wenige Räuber. Dies weist auf eine feinsedimentreiche Verschlammungszone hin. Durch die Stauhaltung verändern sich die Strömung, die Substratverhältnisse und damit die Lebensbedingungen drastisch. Unterhalb der Stauhaltung findet sich dann eine Misch-Biozönose, in der alle Ernährungstypen vertreten sind und wie sie unter natürlichen Bedingungen für Seenausflüsse charakteristisch ist. Sedimentfresser und Filtrierer sind zugunsten von Zerkleinerern und Weidegängern zurückgegangen. Dies weist auf größere Substrate wie Kies hin. (Weidegänger ernähren sich von Algenbewuchs auf Steinen), an den Steinen können sich Blätter von

der Ufervegetation ablagern ▶ ZERKLEINERER). Es herrscht wieder stärkere Strömung. Im weiteren Verlauf stellt sich allmählich wieder eine für den Mittellauf charakteristische Biozönose ein. Zerkleinerer werden weniger, Weidegänger werden mehr. Allerdings ist das Artenspektrum etwas verändert.

✗ *Wie würden die Biozönosen im weiteren Verlauf aussehen?*
Eine Wiederholung der beschriebenen Biozönosen wäre bei weiteren Stauhaltungen denkbar. Je dichter jedoch die Staufstufen oder andere menschliche Eingriffe hintereinander liegen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich nicht wieder eine potenziell natürliche Biozönose einstellt. Dies wurde durch Untersuchungen z.B. an der Vils (Bayern) bestätigt (DVWK 1996), wo für eine ökologische Bewertung die tatsächlich vorhandenen Ernährungstypen verschiedener Gewässerabschnitte mit denen der potenziell natürlichen Biozönosen verglichen wurden.

✗ *Warum wurden viele Fließgewässer mit Staufstufen versehen?*

- Drosselung der Fließgeschwindigkeit nach Begradigung
- Gefälleausgleich
- Wasserkraftnutzung
- Schifffahrt

✗ *Welche Konsequenzen haben Stauhaltungen für wandernde Fischarten wie Lachs, Aal oder Forelle?*

✗ *Staufstufen und Wehre werden auch als „Ökologische Barrieren“ bezeichnet. Warum wohl? ▶ SACHINFORMATIONEN*

✗ *Fassen Sie die ökologischen Auswirkungen von Stauhaltungen für die Lebensgemeinschaften (Wirbellose, Fische) und den Stoffhaushalt zusammen.*

- Änderung der abiotischen Faktoren (geringere Strömung, höhere Sedimentation, Zunahme des Feinsedimentes, höhere Temperatur, veränderter Sauerstoffhaushalt) führt zu einer veränderten Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften, erkennbar an den veränderten Ernährungstypen der Wirbellosen.
- Verhinderung von Wanderungen von Tieren (Wirbellose und Fische) im Wasser führt zu Isolierung und Verinselung von Lebensgemeinschaften (genetische Isolation!)
- Verlust von Laicharealen für Kieslaicher durch Überdeckung mit Feinsediment und Verstopfung des Kieslückensystems (Interstitial)
- Höhere Temperatur führt zu verringertem physikalischen Sauerstoffeintrag, bei gleichzeitig erhöhtem Sauerstoffbedarf durch erhöhten Umsatz und höheren Schwebstoffgehalt.
▶ EUTROPHIERUNGSGEFAHR durch veränderten Stoffhaushalt.

Ergänzungsmaterial

▶ M 2.5 ZONIERUNG EINES FLIESSGEWÄSSERS IM LÄNGSVERLAUF

Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1996): *Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna*. München.

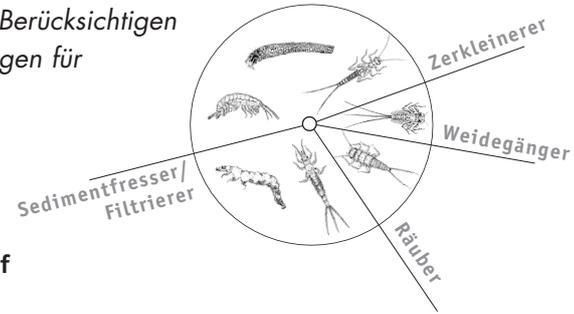
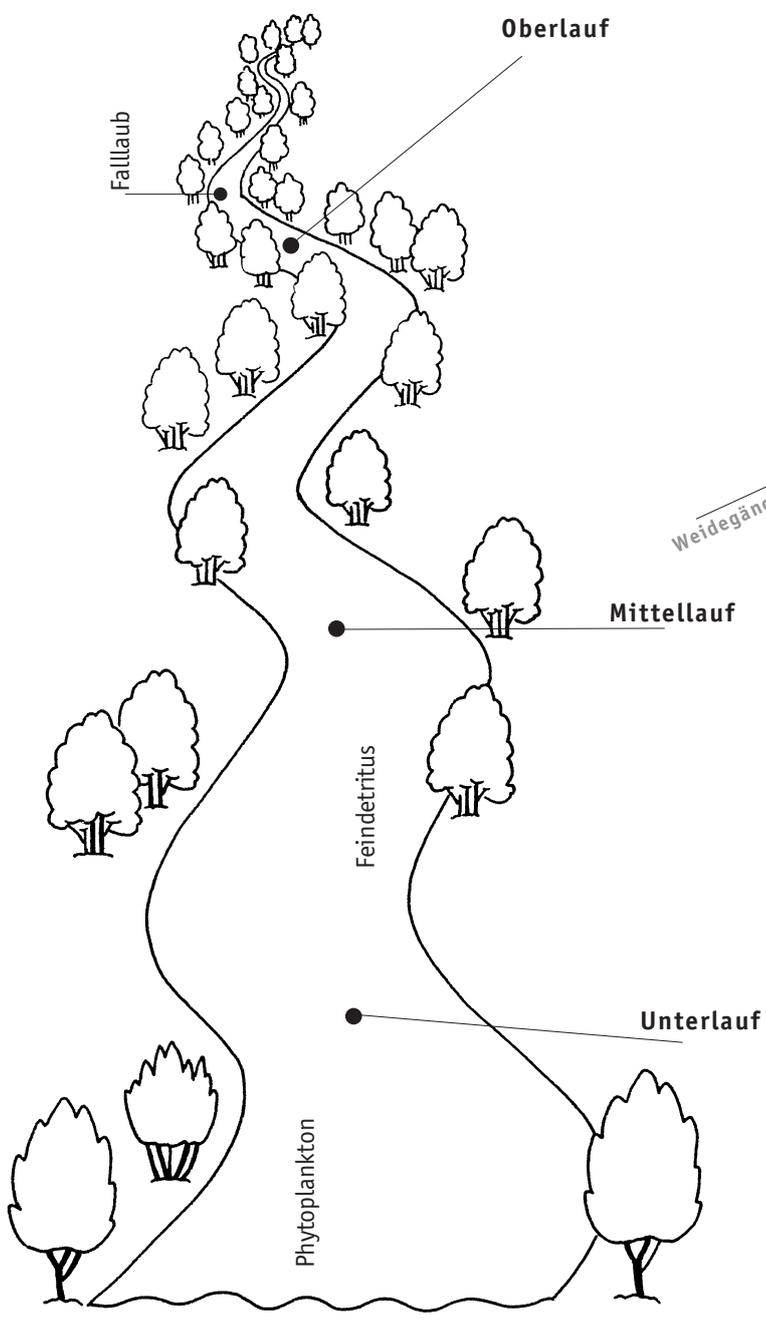
DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU (DVWK) (1996): *Fluß und Landschaft – Ökologische Entwicklungskonzepte*. Merkblatt 240/1996. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser. Bonn.



Ökologische Veränderungen durch Stauhaltungen

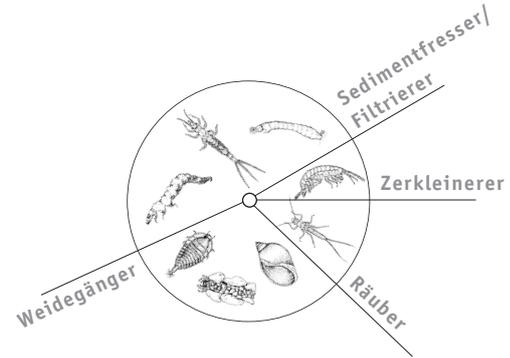
Aufgaben

1. Wie verändern sich die Lebensgemeinschaften durch Stauhaltung im Vergleich zum ungestauten Fließgewässer?
2. Wie sind die Veränderungen zu erklären? Berücksichtigen Sie dabei die veränderten Lebensbedingungen für die Tiere durch die Stauhaltung.

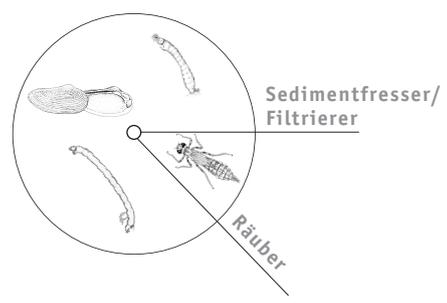


Typische Tiergruppen

- Gammarus (Bachflohkrebs)
- Sericostoma (Köcherfliegenlarve)
- Nemoura (Steinfliegenlarve)
- Ecdyonurus (Eintagsfliegenlarve)
- Dinocras (Steinfliegenlarve)
- Ephemera (Eintagsfliegenlarve)
- Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)



- Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)
- Ephemera (Eintagsfliegenlarve)
- Simulium (Kriebelmückenlarve)
- Gammarus (Bachflohkrebs)
- Perla (Steinfliege)
- Radix (Schlamm Schnecke)
- Silo (Köcherfliegenlarve)
- Elmis (Hakenkäfer)



- Chironomus (Zuckmückenlarve)
- Unio (Flussmuschel)
- Simulium (Kriebelmückenlarve)
- Groß-Libellenlarve

© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz



Ökologische Veränderungen durch Stauhaltungen

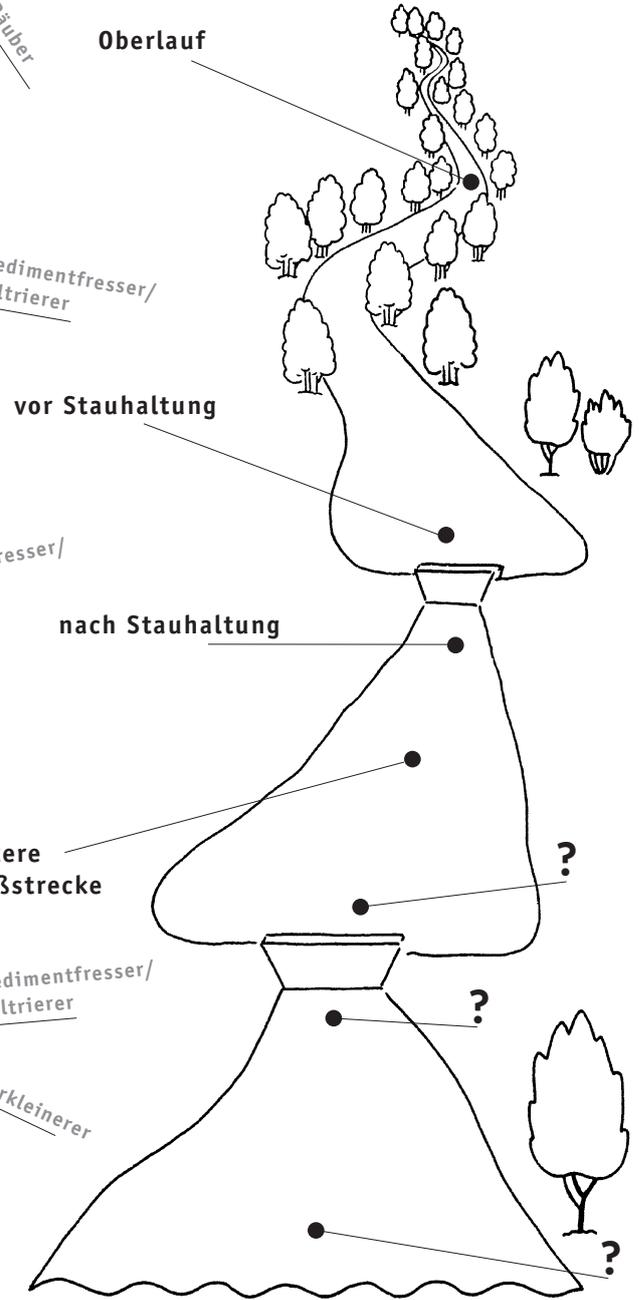
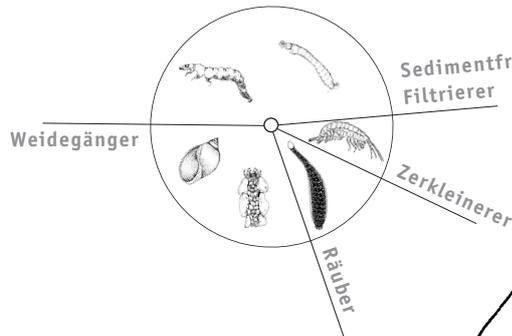
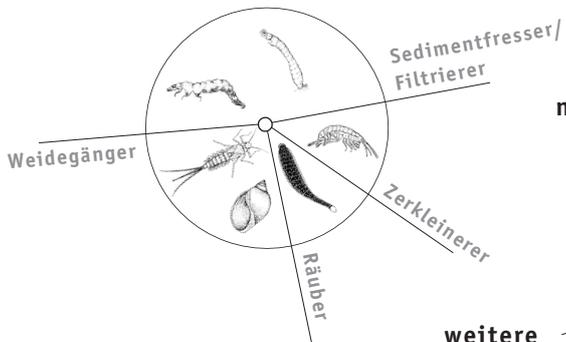
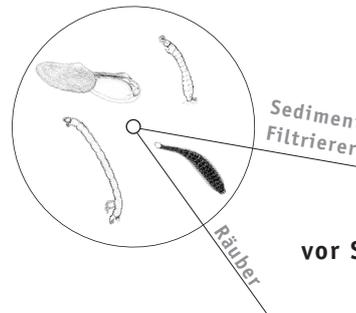
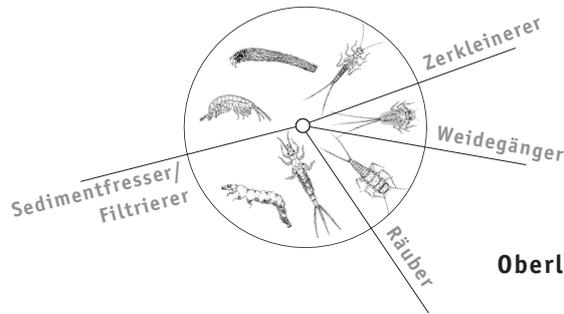
Typische Tiergruppen

- Gammarus (Bachflohkrebs)
- Sericostoma (Köcherfliegenlarve)
- Nemoura (Steinfliegenlarve)
- Ecdyonurus (Eintagsfliegenlarve)
- Dinocras (Steinfliegenlarve)
- Ephemera (Eintagsfliegenlarve)
- Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)

- Chironomus (Zuckmückenlarve)
- Unio (Flussmuschel)
- Simulium (Kriebelmückenlarve)
- Erpobdella (Rollegel)

- Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)
- Simulium (Kriebelmückenlarve)
- Gammarus (Bachflohkrebs)
- Erpobdella (Rollegel)
- Radix (Schlammschnecke)
- Baetis (Eintagsfliegenlarve)

- Hydropsyche (Köcherfliegenlarve)
- Simulium (Kriebelmückenlarve)
- Gammarus (Bachflohkrebs)
- Erpobdella (Rollegel)
- Silo (Köcherfliegenlarve)
- Radix (Schlammschnecke)



© Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz