

Leben in der Strömung

Alter: Primarstufe Klasse 3 und 4., Sek I

Dauer: 2 - 2,5 Stunden

Jahreszeit: Frühling, Sommer

Dieser Unterrichtsentwurf möchte Ihnen einen Leitfaden zum Unterricht im Freien geben. Die praktische, handlungsorientierte Herangehensweise bietet den Schülern und Schülerinnen einen attraktiven und spannenden Zugang zum Thema.

Gestaltungskompetenzen: 1d, 3a, 4c, 6a, 6b, 9a, 9b, 12c

Materialien

Folgende Materialien können bei der Biostation entliehen werden:

Kescher

Wannen

Lupen, Lupenläser

Bestimmungsliteratur

Plakat: Wir zeigen die Gewässergüte in NRW

Pinzetten (alternativ eignen sich auch weiche Pinsel)

Test-Formen

lange dünne Schnur

Federwaagen

Korken

Zollstock

Stoppuhr

Schreibunterlagen, Stifte, Taschenrechner

1. Zeitablauf

Zeit	Ablauf	Material
	Treffen am Gewässer oder gemeinsame Fahrt dorthin	
5 min.	Kurze Begehung des Gewässers	
5 min.	Erläuterungen zum Tier- und Naturschutz („Wie verhalte ich mich...?“)	
15 min.	Übersichts-Zeichnung anfertigen lassen	Schreibunterlage, Stifte
20 min.	Messung der Strömungsgeschwindigkeiten und berechnen lassen	Korken, Zollstock, Stoppuhr
5 min.	Eintragen der Werte in die Zeichnungen	Schreibunterlage, Stifte
5 min.	Einführung in den Keschergebrauch und Gruppeneinteilung	
30 min.	Suchen nach Tieren in versch. Bereichen	Kescher, Wannen, Lupen, Pinzetten oder Pinsel, Lupenläser, Bestimmungsliteratur
20 min.	Beobachtungen, erläutern, zeigen, welcher Fund wo?	
5 min.	Tiere zurücksetzen	
10 min.	Messung der Formen mit Federwaage	Federwaagen, Test-Formen, Schnur
	Abschluss	

2. Vorbereitung in der Schule/Einrichtung

Die Schüler und Schülerinnen (SuS) sollten den Begriff „stromlinienförmig“ kennen. Es gibt Versuche, mit denen man die SuS auf das Thema praktisch hinführen kann. Die Stromlinienform kann hierbei selbst erarbeitet werden. Dazu brauchen Sie eine ca. 15 – 20 cm hohe Plastikwanne (gut geeignet sind die transparenten Ikea-Boxen oder Unterschrank/bett-Kisten mit Rollen), dünne Schnur, eine oder zwei Stoppuhren, ein metallenes Gegengewicht (gut eignen sich Schäkkel/Karabiner), Draht (um daraus Ösen zu formen), Haken zum Einhängen der Schnur an die Öse.

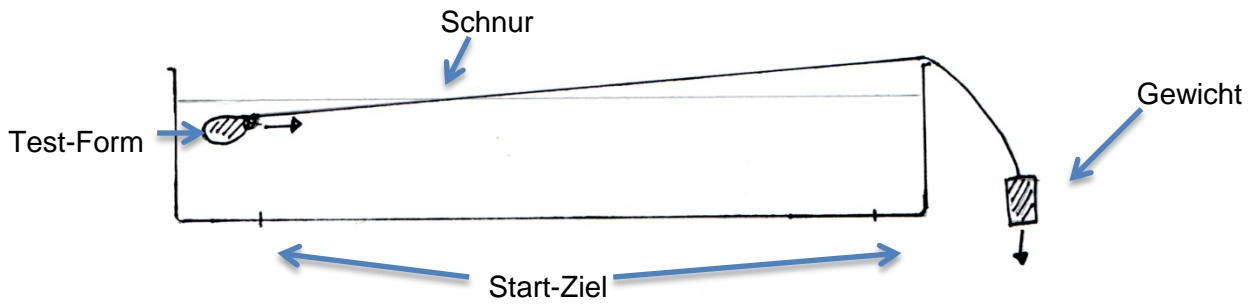
Weiterhin benötigen Sie Knete und/oder Fimo. Die Aufgabe an die SuS ist dann, aus der Knete eine Form zu kneten, die durch die wassergefüllte Wanne der Länge nach mittels Gegengewicht gezogen wird. Die Schnur hängt dabei über den Rand. Wer die schnellste Form knetet, hat gewonnen. Idealerweise sollte diese Form dann nah an einer Stromlinienform sein. Da das Gegengewicht immer gleich ist, entscheidet der Wasserwiderstand über die Geschwindigkeit. Eine wichtige Vorüberlegung ist dabei natürlich, dass die Knetmasse vorher abgewogen werden muss, damit gleiche Bedingungen herrschen. Das Gegengewicht und die Knetmasse müssen vom Gewicht so gewählt werden, dass das Gewicht auch in der Lage ist, die Knete durch das Wasser zu ziehen. In die Knetmasse müssen Ösen eingearbeitet werden (Büroklammern), damit die Schnur mit dem Gegengewicht eingehängt werden kann.

Da diese Ösen bei plastischer Knete leicht herausgezogen werden können, können einige Formen (s. Abb. unten) aus im Backofen härthbarer Knetmasse (Fimo) hergestellt werden (Lehrkraft). Fertige Formen können auch bei der Biostation ausgeliehen werden. Die SuS sollen dann vorher raten, welche Form die schnellste sein wird. Auch hier muss die Masse abgewogen und somit gleich schwer sein. Das kann man den SuS durch Auflegen auf eine Waage demonstrieren. Beim anschließenden Wettrennen muss man bei der Wanne Start und Ziel festlegen (bei transparenten Wannern kann man gerade Schüre als Linien unterlegen). Zwei Schüler oder Schülerinnen stoppen dann die Zeit. Um Stoppfehler zu minimieren, kann man eine Versuchsreihe machen lassen und Mittelwerte bilden.

Bei der Aufstellung der Wanne muss man auf den freien Fall des Gewichtes achten. Aufstellung auf einem rollbaren Tisch erleichtert das Befüllen und anschließende Entleerung. Zum Ablassen des Wassers eignen sich Schläuche und Eimer. Schlauch in das Becken, ansaugen und in den Eimer fließen lassen.

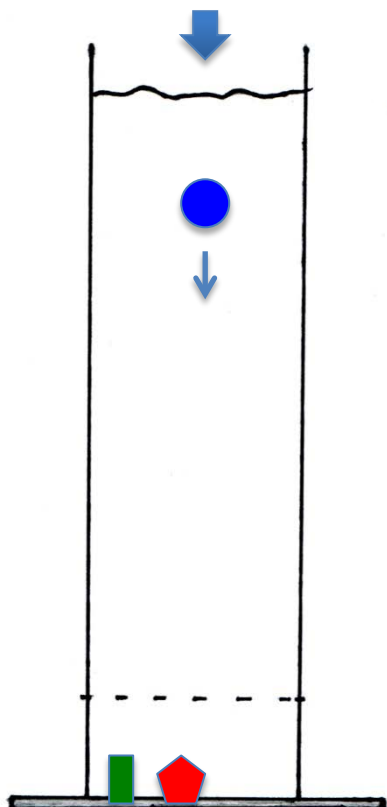
Alternativ können Sie diese Aufgabe mit Hilfe der Schwerkraft lösen. Dazu brauchen Sie dann einen hohen Glas- oder Plexiglaszylinder. Hierbei können Sie sehr gut Knete verwenden, Ösen und Gegengewichte benötigen Sie nicht. Hierbei misst man die Zeit des Absinkens. Das Ziel nicht direkt am Grund wählen, da man Platz für mehrere Formen braucht, die sich am Säulenboden ansammeln.

Versuch 1, Wasserwanne



Versuch 2, Säule

Beispielformen



Die Beispielformen kann man aus verschiedenfarbigen Massen formen. Dies erleichtert die Benennung.

„Welches ist schneller, das rote, grüne...“

3. Theoretische Vorbemerkungen

Organismengruppen oder auch bestimmte Arten eignen sich zur Charakterisierung von Fließgewässerzonen. Eine klare Trennung zwischen den verschiedenen Lebensräumen gibt es allerdings nicht. Vielmehr ändern sich die physikalischen Faktoren von der Quelle bis zur Mündung. Dies gilt vor allem für die Strömung. Es existiert ein Gradient von der Quelle bis zur Mündung hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit.

Quellregion:	120 – 200 cm/s	≅ 4,3 – 7 km/h
Oberlauf:	60 – 120 cm/s	≅ 2,16 – 4,3 km/h
Mittellauf:	20 – 60 cm/s	≅ 0,72 – 2,16 km/h
Unterlauf:	3 -20 cm/s	≅ 0,11 – 0,72 km/h

Die Strömungsgeschwindigkeit legt fest, welche Teilchen vom Bach transportiert werden:

Schlack:	< 0,2 mm	< 10 cm/s
Feinsand:	0,2 mm	10 cm/s
Grobsand:	1,3 mm	25 cm/s
Feinkies:	4 mm	37 cm/s
Mittelkies:	13 mm	75 cm/s
Grobkies:	40 mm	150 cm/s

(Zahlen aus Unterrichtspraxis Biologie)

Entsprechend ist die Verteilung ein diesem Gradienten angepasstes Kontinuum. Durch die Veränderung der Gewässer wie z.B. Aufstauen wird dieses Kontinuum unterbrochen. Für viele Bewohner der Fließgewässer, vor allem solche, die Wanderungen durchführen (Bachflohkrebse, manche Fische), ist aber der Erhalt des Fließgewässercharakters sehr wichtig. Daher ist die Stauhaltung in Fließgewässern sehr kritisch zu bewerten.

Es gibt über 18 verschiedene Siedlungstypen am Gewässergrund, wodurch die überragende Bedeutung des Benthos (ist die Gesamtheit aller in der Bodenzone eines Gewässers, dem Benthos, vorkommenden Lebewesen) im Fließgewässer deutlich wird. Nur sieben Lebensformtypen sind im Freiwasser vertreten, was diesen Bereich als problematisch und schwer zu besiedeln ausweist. Die meisten Bewohner in einem Fließgewässer finden sich in den strömungsarmen Zonen der Flüsse und Bäche, besonders in stillen Buchten. Hier schwimmen oder schweben sie, verlassen das Wasser nicht und sind dementsprechend vor allem Wasseratmer. Für einen Wasserkäfer z.B. in einem ruhigen Stillgewässer wie einem See stellt es kein Problem dar, immer wieder zum Atmen an die Oberfläche zu gelangen. Anders verhält es sich mit einem in einem Fließgewässer lebenden Wasserkäfer. Dieser würde jedes Mal beim Auf- und Abtauchen verdriftet werden. Ein Anpassungsmerkmal hierfür wäre z.B., dass diese Käfer den Sauerstoffvorrat mit sich führen. Hakenkäfer (*Elmis* sp.) besitzen feine Härchen, wodurch dieser

Luftvorrat mitgeführt wird. So können diese Käferarten selbst noch in Fließgewässern mit einer Strömungsgeschwindigkeit von fast einem Meter pro Sekunde vorkommen.

Die Strömung sorgt für einen ständigen Stoffaustausch, was Atmung und Ernährung für die Organismen erleichtert, doch ist das strömende Wasser auch ein lebensfeindliches Medium und ein großer Stressfaktor für Tiere und Pflanzen, weil ständig die Gefahr des Verdriftens besteht. Dagegen haben die meisten Fließgewässerarten spezielle Anpassungen entwickelt. So verbrauchen viele Tiere einen Großteil ihrer Energie dafür, ständig entgegen der Strömung zu wandern und so die Abdrift auszugleichen. Im strömenden Wasser direkt halten sich nur relativ wenige Tierarten auf, vor allem Fische. Die weitaus meisten Tiere kommen an und in der Gewässersohle vor (s.o.).

Auch hier haben sich Anpassungen an den rasch fließenden und bewegten Lebensraum ergeben. Einige halten sich mit Saugnäpfen an Steinen fest (Lidmückenlarven, Egel), viele nutzen den Strömungsschatten von Hindernissen, wie Steine oder Totholz (Forellen sowie viele Insektenlarven). Direkt an der Oberfläche von Steinen gibt es eine strömungsberuhigte Zone, in der bei genügend Sonneneinstrahlung ein Algenfilm wachsen kann, der von Insektenlarven (z.B. Eintagsfliege Ecdyonurus) mit abgeflachtem Körper und auch Schnecken (z.B. Flussnapfschnecke Ancyclus) abgeweidet wird. Wasserpflanzen gibt es in schnell fließendem Wasser gar nicht, sie siedeln in größeren strömungsberuhigten Flachwasserzonen und im Uferbereich.

Von großer Bedeutung für das Leben im Fließgewässer ist die Zusammensetzung und Beschaffenheit der Gewässersohle. Viele Tierarten verbringen ihr ganzes oder zumindest große Teile ihres Lebens im Substratlückensystem zwischen den Steinen-Kies-Sand der Gewässersohle, dem so genannten Interstitial. So z.B. auch viele Larvenstadien verschiedener Fischarten.

Betrachtet man den Lebensraum Fließgewässer oder allgemein das Leben in der Strömung (auch im Meer gibt es starke Wasserbewegungen, obwohl dies per Definitionem kein Fließgewässer ist) unter dem Aspekt der Evolution, so muss man einräumen, dass die Anpassung oder Nicht-Anpassung an die gegebenen Strömungsverhältnisse einen starken Selektionsfaktor darstellt. Entweder man hält dagegen oder man ist weg, könnte man vereinfacht sagen. Wie oben schon erwähnt, meiden die meisten Organismen (außer z.B. sessilen, festsitzenden und planktonfressenden Filtrierer, denen die Strömung das Futter fast ins Maul spült) den freien Wasserbereich. Nur unter hohem Energieaufwand gelingt es den Fischen der Strömung standzuhalten. Energie sparend einzusetzen ist für die meisten Organismen sehr entscheidend und kann über Leben und Ableben entscheiden.

Sehr deutlich kann man dies am eigenen Leibe spüren, sollte man einmal versucht haben gegen die Strömung in einem Fluss oder im Meer von der Stelle zu kommen. Sofort merkt man, dass man "nicht für diesen Lebensraum geboren ist". Schaut man dann allerdings den Fischen unter Wasser zu, während man selber sich nur an Steinen festhaltend auf der Stelle halten kann, so hat man das Gefühl, das

umströmende Wasser nähme die Fische gar nicht war. Es passiert diese, während die Tiere nur relativ geringe Flossenbewegungen ausführen. Dabei erlebt man den Begriff „Stromlinienform“ in Perfektion. Bei vielen wasserlebenden Tieren aus verschiedensten Tierklassen kann man ähnliche Körperformen erkennen. Da diese Tiere diese Eigenschaften der Stromlinienform parallel erworben haben und nicht von einem gemeinsamen Vorfahren ererbt, spricht man von „Konvergenz“. Schauen Sie sich die Silhouette eines Hais, Thuns, Meeresschildkröte und Pinguins an und sie erkennen sofort die Ähnlichkeit. Dass der Körper selbst dem Wasser nur einen geringen Widerstand entgegengesetzt, somit stromlinienförmig ist, ist aber nur eine Möglichkeit für Tiere (aber auch für technische Vorrichtungen wie Flugzeuge, Schiffe, Motorradverkleidungen etc. = Bionik), den Wasserwiderstand zu minimieren. Die Beeinflussung der Grenzschichtströmung ist ein nicht zu unterschätzender Faktor. So schwimmen z.B. Pinguine und Delfine schneller, als es deren „Hardware“ erwarten lassen würde. Aber erst der Blick auf die Feinstruktur der Federn oder Haut verrät die Geheimnisse. Haie besitzen winzige Hautzähne (Placoidschuppen), Pinguinfedern feinste Härchen, Knochenfische eine Schleimschicht und Delfine eine adaptive Hautoberfläche. All dies dient zur Vermeidung turbulenter Wirbel auf der Körperoberfläche und der Erreichung einer laminaren Grenzschichtströmung. Viele dieser Erkenntnisse sind für Bioniker (Ingenieure, die sich von der Natur „inspirieren“ lassen) höchst interessant.

Direkt am Gewässergrund gibt es strömungsfreie Bereiche. Nach Prandtl (1904) teilt man die Strömung in der Umgebung eines Körpers folgendermaßen ein:

- eine Außenströmung,
- eine dünne Schicht („Grenzschicht“) in der Nähe des Körpers

Diese Grenzschicht hängt von der Höhe der Wasserschicht und ihrer Fließgeschwindigkeit ab. Diese Schicht kann bis zu 4mm dick sein. Also lässt es sich auch in der Flussmitte im Bereich der stärksten Strömung leben, wenn man nur klein und/oder flach genug ist.

4. Vorbereitung der Exkursion

Auswahl des Gewässers: Dieses Modul eignet sich für ausschließlich für Fließgewässer.

Bei Gewässern im Stadtgebiet von Düsseldorf ist pro Forma eine Entnahmegenehmigung bei der UNB (Untere Naturschutzbehörde) zu beantragen. Anfahrt, Eigentumsverhältnisse etc. klären (siehe Gewässerkatalog). Die bei den einzelnen Gewässern genannten Ansprechpartner sollten informiert werden, dass Sie an dem Tag X eine Exkursion zu diesem oder jenem Gewässer planen.

Bitte gehen Sie mit den Schülern unsere Handlungsempfehlung „*Der richtige Umgang mit Wassertieren*“ durch!

Die SuS sollten idealerweise mit Gummistiefeln ausgerüstet sein.

5. Exkursion

Die SuS begehen zuerst gemeinsam das Gewässer.

Anschließend soll jeder Schüler eine Zeichnung anfertigen, bei der ein Gewässerabschnitt abgebildet werden sollte. Einzuzeichnen sind Abschnitte mit scheinbar mehr oder weniger Strömung.

Strömungsgeschwindigkeit

Dann werden in den Abschnitten die verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten gemessen. Dazu vermisst man mit dem Zollstock eine Strecke (2 m), lässt einen Korken diese Strecke schwimmen und misst die Zeit, die der Korken für die zwei Meter benötigt. Diese Messungen der Genauigkeit halber mehrmals durchführen lassen und Mittelwerte bilden. Aus den Sekunden für die 2 Meter Strecke errechnet man die Geschwindigkeit in m/s.

Beispiel: Korken schwamm in 4 Sekunden die 2 Meter => $2\text{m} \div 4\text{s} = 0,5\text{ m/s}$

Die ermittelten Werte sollten dann in die Übersichtszeichnung eingezeichnet werden.

Wassertiere in der Strömung

Anschließend verteilt man die Kescher und Wannen und lässt die SuS nach Tieren suchen. Dabei sollte zuerst der freie Wasserkörper abgesucht werden. Erwartungsgemäß werden dort wenig Tiere zu finden sein. Dann gehen die SuS jeden Abschnitt ab. Die SuS sollen beim Suchen darauf achten, welches Tier sie wo gefunden haben. Sie sollten auch Steine umdrehen oder in deren Strömungsschatten suchen. Auch in Buchten am Gewässerrand oder an umgestürzten Bäumen sollten sie suchen. Pinsel und Federstahlpinzetten sind dazu hilfreich, die an Steinen haftenden Tiere in die Gefäße zu überführen. Beim Hochheben der Steine sollte der Kescher gleichzeitig dahinter offen in die Strömung gehalten werden, um eventuell abdriftende Tiere fangen zu können. Auch das Aufstöbern durch Tritte gegen den Boden und das Offenhalten der Kescher in die Strömung kann den Fangerfolg steigern.

Die beobachteten Tiere sollen dann mit Hilfe der Bestimmungsliteratur bestimmt und angeschaut werden. Haben manche dieser Tiere einen strömlinienförmigen Körper? Sind sie flach? Haben sie Haken-Krallen-Saugnäpfe, um sich am Untergrund zu verankern?

Kescher wieder gesäubert einsammeln. Dann können die SuS ihre Fänge zeigen und erklären, was sie beobachtet haben (Funde herumzeigen).

Anschließend werden die Tiere wieder frei gelassen, die Gerätschaften im Wasser gesäubert. Vorsicht beim Einsetzen! Tiere aus ruhigen Abschnitten nicht in die Strömung setzen.

Anpassung an die Strömung – Wasserwiderstand messen

Abschließend kann man die Auswirkung der Strömung mittels verschiedener Testkörper messen. Diese sollten die verschiedensten Formen aufweisen (s. Abb. unter Punkt 3).

Am Ort der stärksten Strömung werden diese Körper an einer Schnur in das Wasser gehalten. Das freie Ende der Schnur wird an einer Federwaage befestigt. Nun lässt man den Körper treiben und notiert an der Federwaage die Auslenkung als Maß für den dem Wasser entgegengesetzten Wasserwiderstand. Dabei muss man darauf achten, dass der Gegenstand auch wirklich im Wasser treibt und nicht im Strömungsschatten hinter einem Stein zu liegen kommt.