



Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer




Kurzbeschreibung

Die SuS schauen zu Beginn der Stunde einen Kurzfilm über die Auswirkung der Strömung auf verschieden geformte und bestückte Knetmodelle in einer Fließwasserrinne. Durch einen Vergleich der dargestellten Knetmodelle mit den bereits bekannten und gezeichneten Fließgewässerorganismen erschließen sich die SuS die Morphologie der Tiere als spezifische Anpassung an die Strömung als abiotischen Umweltfaktor im Fließgewässer. Anschließend wird dieses Wissen durch die Analyse einer Grafik zu drei verschieden stark strömungsangepassten Gattungen vertieft.


Ziele

-  Die SuS können durch einen Vergleich von exemplarischen FG-Organismen und Knetmodellen in einer Fließwasserrinne die morphologischen Anpassungen der Fließgewässerorganismen an die Strömung benennen und ihre spezifischen Funktionen voneinander differenzieren.
-  Die SuS können durch die Vorgabe des nötigen Fachvokabulars eine Grafik zur Verteilung von verschiedenen Organismen über unterschiedliche Strömungsklassen beschreiben und erläutern.

Benötigtes Vorwissen der Schülerinnen und Schüler

-  SuS kennen den grundlegenden Aufbau eines Diagramms (x-Achse = unabhängige Variable, y-Achse = abhängige Variable).

Fachbegriffe dieser Stunde

-  (physiologisches) Optimum, Präferenzbereich, Umweltfaktor/Ökofaktor, Pessimum, Minimum, Maximum, Toleranzbereich (Ökologische Potenz), euryök, stenök

Vorbereitung/Material

Material	Vorbereitung
Strömungsfilm	Notebook mit Media Player und Beamer bereitstellen.
M1	M1 einmal auf Folie ziehen.
M2	M2 im Klassensatz kopieren und einmal auf Folie ziehen.
L1 + L2	L1 + L2 einmal für LuL kopieren und L2 einmal auf Folie ziehen. OHP bereitstellen.
ABs (M3a u. M3b)	M3a im Klassensatz kopieren und einmal auf Folie ziehen. M3b je im Klassensatz kopieren.

Ausblick auf die nächste Stunde

In der Folgestunde lernen die SuS Anpassungen an weitere abiotische Faktoren (Temperatur und Sauerstoff) kennen.

Phasierung der Stunde (90 Minuten)

Dauer (Min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/Methode	Medium/Material
8	Einstieg	LuL malt Tafelbild/Folie (M1) an die Tafel. Stellen Sie Vermutungen auf, welche der Modellorganismen der Strömung standhalten können.	SuS sagen LuL welche Vermutungen sie haben und kreuzen die Organismen an, die ihrer Meinung nach der Strömung standhalten.	Plenum	M1 (Tafelbild, Folie)
15	Erarbeitungsphase 1	LuL zeigt Strömungsfilm (M1). Aufgeben zum Film: „Beschreiben Sie, was Sie gesehen haben!“, „Erklären Sie kurz, in welchem Zusammenhang die Knetfiguren in der Strömungsrinne mit den Tieren im Fließgewässer stehen!“ „Diskutieren Sie, inwiefern weit die Strömung einen Einfluss auf die Körpergestalt der Tiere hat.“ LuL zeigt Film (M1) ggf. noch einmal.	SuS gucken den Film. SuS machen sich Notizen. Die Knetfiguren in der Strömungsrinne sind Modelle für FG-Organismen in ihrem Lebensraum. Veränderte Formen halten der Strömung im Gegensatz zu Vergleichsmodellen mit ungünstiger Proportion/Ausrichtung zur Strömung stand. FG-Organismen sind an Strömung angepasst.	EA, gel. UG	Strömungsfilm (M1), Heft
2	Sicherung 1	LuL fordert SuS auf, das Tafelbild ggf. zu überarbeiten.	SuS verifizieren oder falsifizieren ihre Vermutungen, die sie an der Tafel festgehalten haben und überarbeiten diese ggf.	Plenum	M1 (Tafelbild)
13	Erarbeitungsphase 2	LuL teilt AB (M2) aus. LuL fordert SuS auf, Aufgabe 1 und 2 zu	Die Form der Modelle/Organismen ist wichtig für den Wirkungsgrad	EA	M2 (AB)

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer



Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer



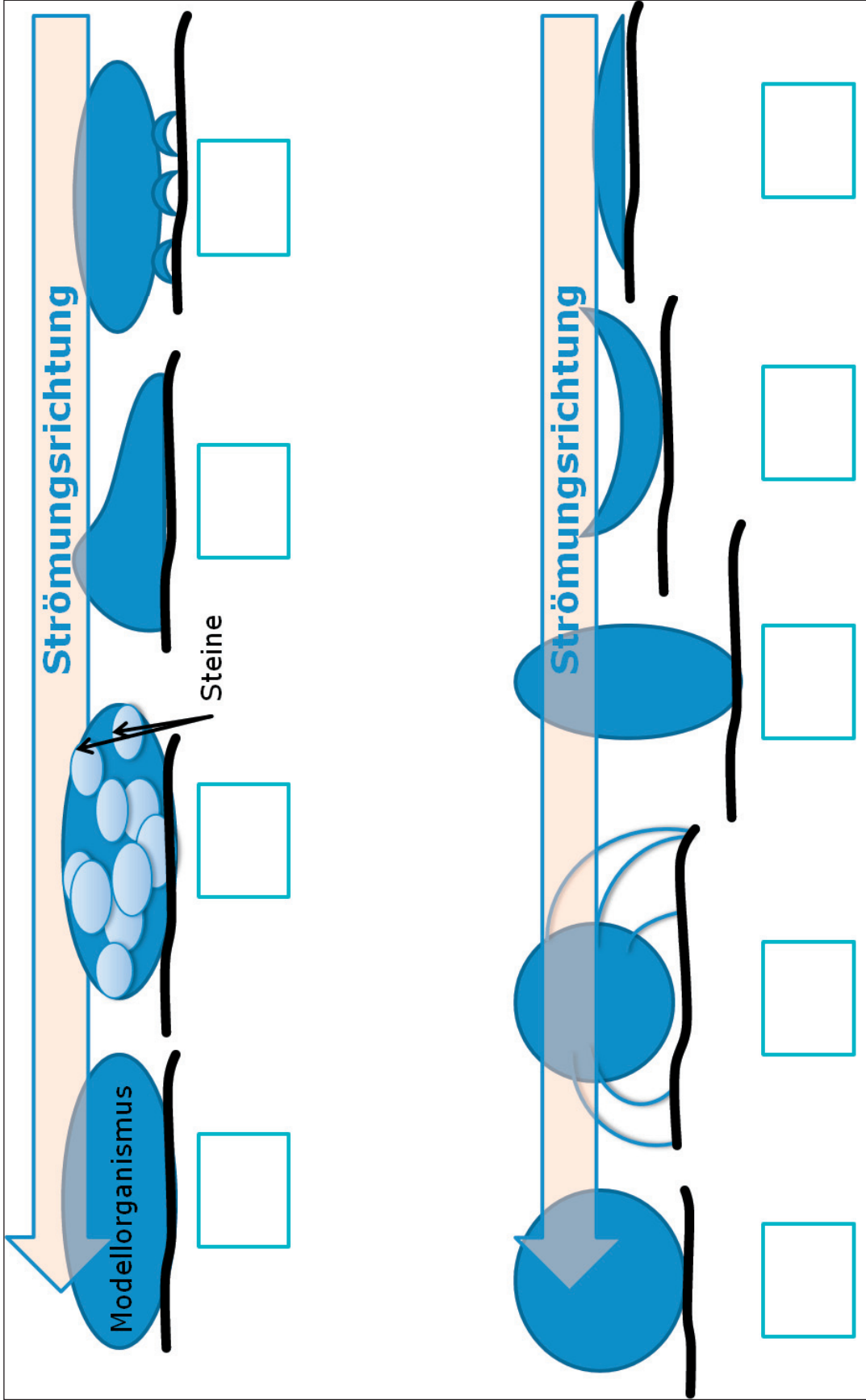
Dauer (Min.)	Unterrichtsphase	LuL-Aktion	SuS-Reaktion	Sozialform/ Methode	Medium/ Material
7	Sicherung 2	<p>bearbeiten.</p> <p>LuL legt M2 auf OHP. LuL fordert SuS auf, ihre Ergebnisse mündlich zu präsentieren. LuL schreibt Ergebnisse in die leere Tabelle. LuL legt L2 auf</p>	<p>der Strömung auf die Organismen. Die Strömung wird vermieden oder genutzt. Ein Organismus ist mehrfach an die Strömung angepasst.</p> <p>Vergleich der Ergebnisse; Zusammenfassung in leerer Tabelle.</p>	Plenum	M2 (Folie), Folienstift
25	Erarbeitungsphase 3	<p>LuL teilt ABs (M3a u. M3b) aus. LuL fordert SuS auf, die Aufgabe 3 zu lösen.</p>	<p>SuS lösen Aufgabe 3 (M3a).</p>	EA	L2 (Folie) M3a (AB), M3b (AB)
20	Sicherung 3	<p>LuL präsentiert AB (M3a) auf dem OHP. LuL fordert SuS auf, die Begriffe exemplarisch an einer Eintagsfliegenart zu beschreiben und ggf. zu zeigen. Bei Problemen für eine weitere Art wiederholen.</p>	<p>SuS präsentieren ihre Ergebnisse zu Aufgabe 3 mit Hilfe der Folie M3a. SuS markieren die folgenden Punkte auf der Folie: Optimum, Pessimum, Minimum, Maximum, Präferenzbereich, Toleranzbereich. Bei Problemen wird dies für eine weitere Eintagsfliegenart wiederholt.</p>	Plenum	OHP, M3a (Folie), Folienstifte

Verwendete Abkürzungen: AB = Arbeitsblatt; EA = Einzelarbeit; FG = Fließgewässer; gel. UG = geleitetes Unterrichtsgespräch; ggf. = gegebenenfalls; LuL = Lehrerinnen und Lehrer; OHP = Overheadprojektor; SuS = Schülerinnen und Schüler



Tafelbild/Folie:

Stellen Sie Vermutungen auf, welche der Modellorganismen der Strömung standhalten können.



Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M1



Zusatzinformation für die LuL

Der Film – Strömung und Fließgewässerorganismen (M1)

Sequenz	Modellformen im Strömungsdurchlauf	Ergebnis
1	Wurst (quer) + Kugel + Wurst, beschwert (längs)	Wurst, beschwert (längs): Köcherfliegenlarven
2	Wurst (quer) + Kugel + Scheibe, abgeflacht	Scheibe, abgeflacht: abgeflachte Larven, Muscheln, "Ducken" als Verhaltensanpassung
3	Wurst (quer) + Kugel + Dreieckskörper (längs)	Dreieckskörper (längs): Napfschnecken
	Übersicht 1-3	s.o.
4	Wurst (quer) + Kugel + Wurst eingegraben	Wurst eingegraben: grabende Larven / Würmer
5	Wurst (quer) + Kugel + Kugel mit Krallen + Saugnapf	Kugel mit Krallen + Saugnapf: festkrallende Arten, ansaugen

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M2



- Aufgabe 1:** Markieren Sie in den nachfolgenden Abbildungen diejenigen Strukturen der Fließgewässerorganismen, die einer im Film gezeigten Strömungsanpassung entsprechen, und **nennen** Sie die spezifischen Anpassungen an die Strömung mit den folgenden Begriffen: abgeflachter Körper, stromlinienförmiger Körper, parallele Ausrichtung zur Strömung, Steinköcher, Saugnapf, Krallen, Eingraben
- Aufgabe 2:** **Erklären** Sie die Funktionen der verschiedenen Anpassungen im Fließgewässer und **diskutieren** Sie, ob die Strömung auch einen positiven Effekt auf die Organismen hat (Nutzen).

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

M2



Fließgewässerorganismus	Spezifische Anpassung an die Strömung	Funktion der Anpassung
<p><i>Baetis spec.</i></p>		
<p><i>Rhithrogena spec.</i></p>		
<p> Napfschnecke</p>		
<p> Fischegel</p>		
<p> Hakenkäfer</p>		
<p> Blaßfüßige Köcherfliege</p>		
<p> Vierkantwurm</p>		

Pfeil (→) gibt die Richtung an, aus der die Strömung kommt.



Aufgabe 3: Beschreiben und erläutern Sie die Grafik schriftlich. Verwenden Sie dabei folgende Fachbegriffe:

(physiologisches) Optimum, Toleranzbereich, Präferenzbereich, Umweltfaktor/Ökofaktor, Pessimum, Minimum, Maximum und stenök bzw. euryök.

Als mögliche Hilfestellung kann der Text genutzt werden „Reaktion von Lebewesen auf Umweltfaktoren, Begriffe“ (M3b).

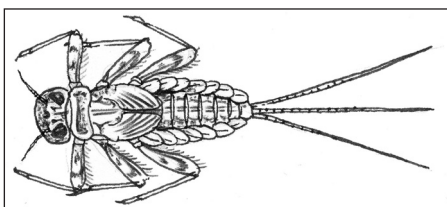
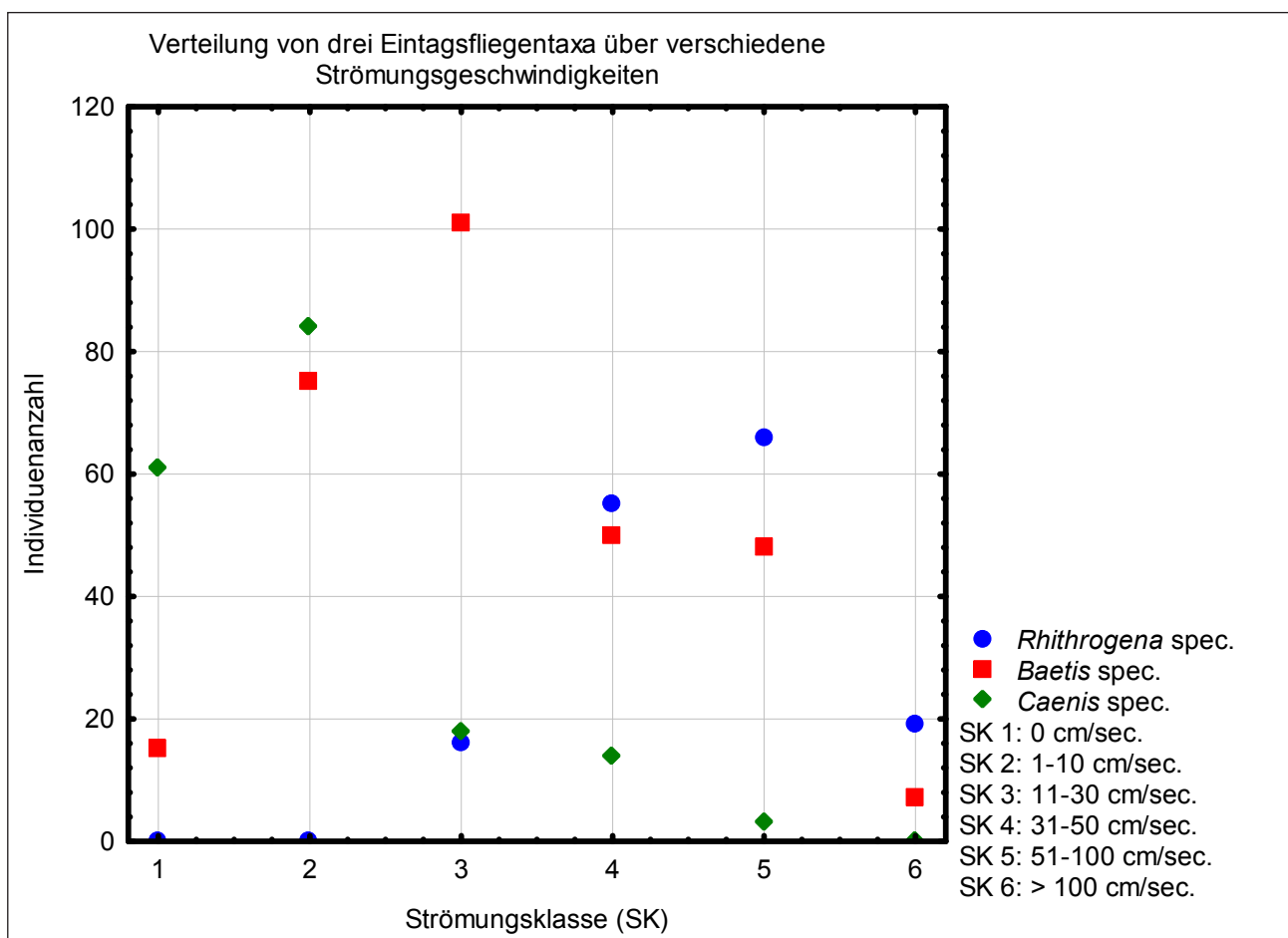


Abb. 1: *Rhithrogena spec.*

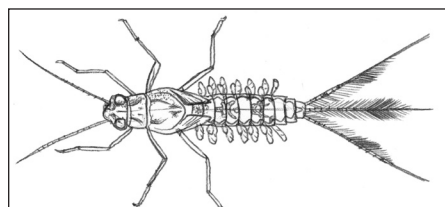


Abb. 2: *Baetis spec.*

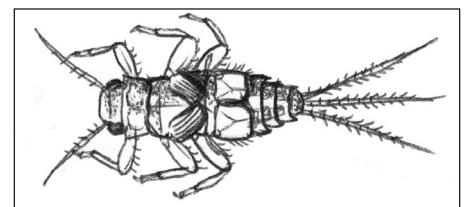


Abb. 3: *Caenis spec.*



Reaktion von Lebewesen auf Umweltfaktoren, Begriffe

(physiologisches) Optimum

Die für das Gedeihen einer Population oder eines Individuums günstigste Intensität eines Umweltfaktors. Das Optimum ist der Bereich, der für den entsprechenden Organismus am günstigsten ist.

Präferenzbereich

Der bevorzugte Bereich eines Organismus oder einer Population in der Nähe des Optimums.

Umweltfaktor/Ökofaktor

Gesamtheit der auf einen Organismus aus einer Umwelt einwirkenden Faktoren. Einflüsse der unbelebten Umwelt bezeichnet man als abiotische Faktoren, solche der belebten Umwelt als biotische Faktoren.

Pessimum

Extrembereiche für einen Organismus oder eine Population, in denen eine Existenz gerade noch möglich ist.

Minimum

Unterhalb bestimmter Schwellenwerte können Organismen nicht leben. Der untere Grenzwert wird als Minimum bezeichnet. Es ist der Wert, der das Vorkommen einer Art in einem Lebensraum nach unten begrenzt.

Maximum

Oberhalb bestimmter Schwellenwerte können Organismen nicht leben. Der obere Grenzwert wird als Maximum bezeichnet. Es ist der Wert, der das Vorkommen einer Art in einem Lebensraum nach oben begrenzt.

Toleranzbereich (Ökologische Potenz)

Der Bereich zwischen Minimum und Maximum.

Euryök

Bezeichnung für Organismen, die sehr unterschiedliche Umweltbedingungen tolerieren. Der Begriff bezieht sich immer auf einen bestimmten Umweltfaktor.

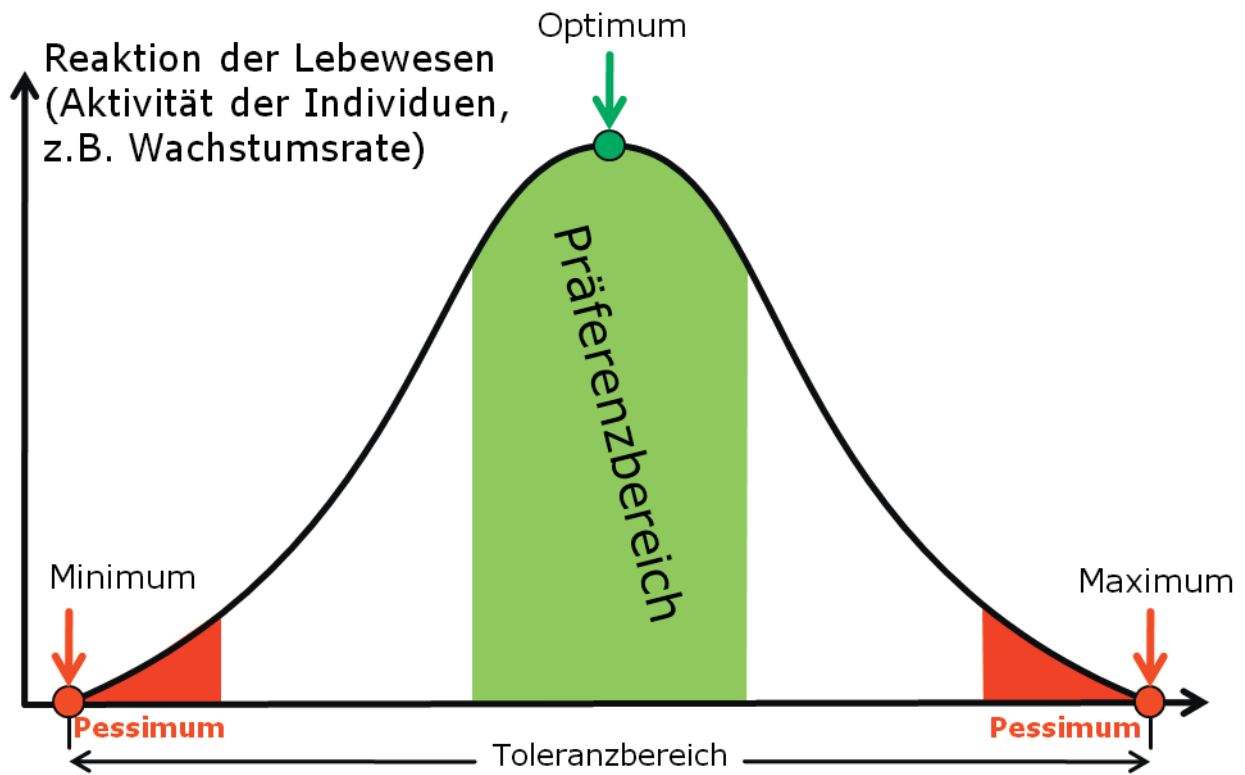
Stenök

Bezeichnung für Organismen, die empfindlich auf die Schwankung von Umweltfaktoren reagieren. Der Begriff bezieht sich immer auf einen bestimmten Umweltfaktor.

Quelle: Nach Scherf, G. (1997): Wörterbuch Biologie. Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG. München.

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

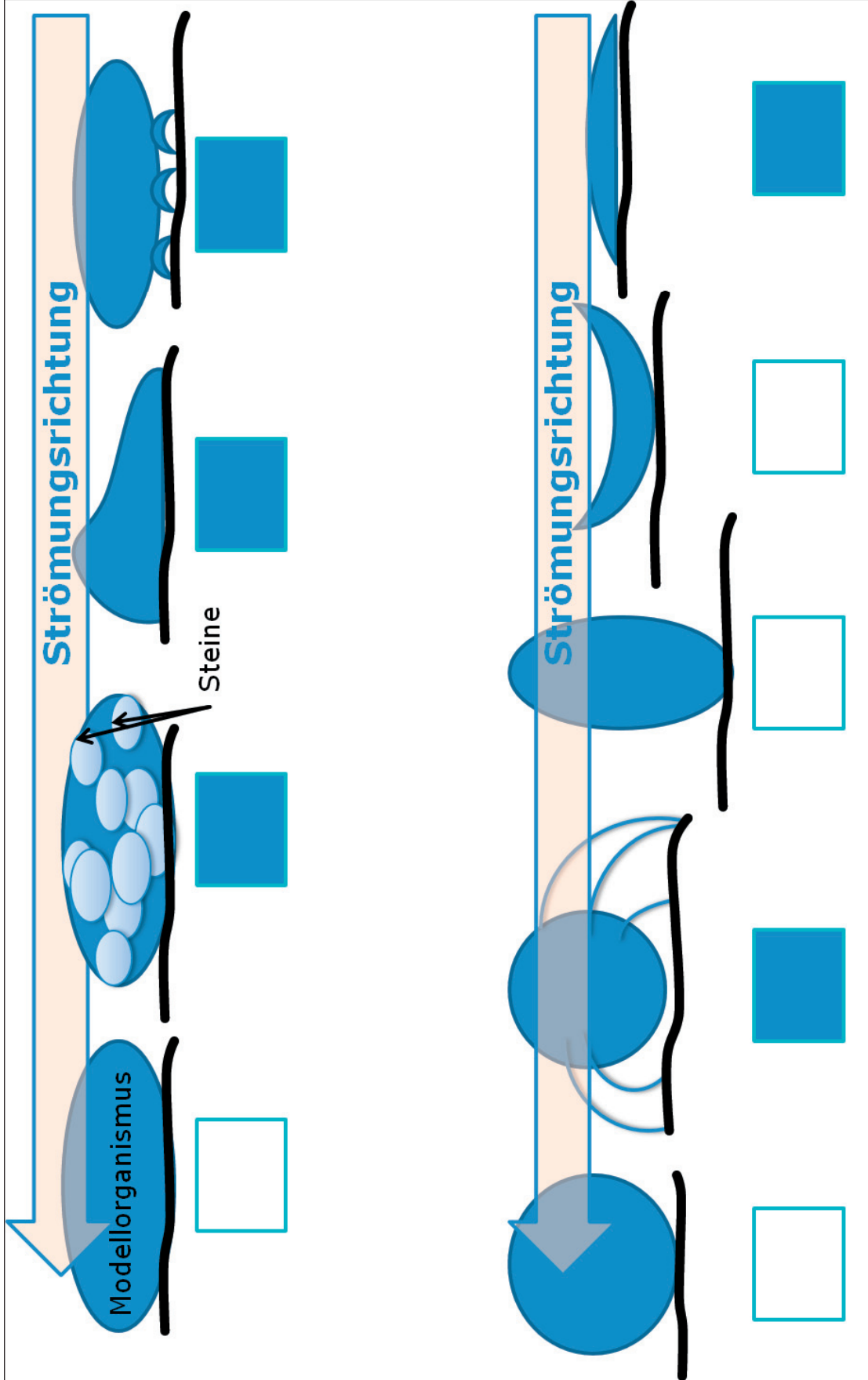
M3b





Lösung Tafelbild/Folie:

Stellen Sie Vermutungen auf, welche der Modellorganismen der Strömung standhalten können.

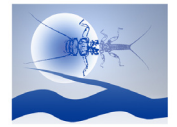




Lösung Aufgabe 1:

Fließgewässerorganismus	Spezifische Anpasstheit an die Strömung	Funktion der Anpasstheit
<p><i>Baetis spec.</i></p>	runder/stromlinienförmiger Körper, parallele Ausrichtung zur Strömung, Krallen	Schwimmen, Verringerung des Wasserwiderstandes und Energieaufwandes
<p><i>Rhithrogena spec.</i></p>	Abgeflachter Körper, parallele Ausrichtung zur Strömung, Krallen	Verringerung des Wasserwiderstandes
<p>Napfschnecke</p>	Stromlinienförmiger Körper	Verringerung des Wasserwiderstandes
<p>Fischegel</p>	Saugnapf	Anheften
<p>Hakenkäfer</p>	Krallen	Festkrallen
<p>Blaßfüßige Köcherfliege</p>	Steinköcher	Beschwerung
<p>Vierkantwurm</p>	Eingraben	Ausweichen/vermeiden

Pfeil (→) gibt die Richtung an, aus der die Strömung kommt.



Lösung Aufgabe 2:

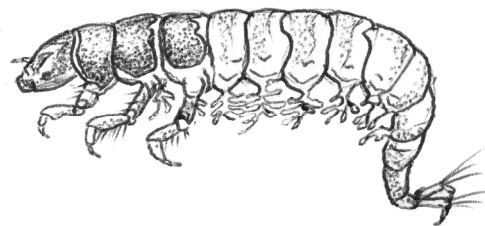
Es gibt viele Taxa, die die Strömung zum Nahrungserwerb nutzen. Im Folgenden sind zwei Beispiele aufgeführt. Eine ausführliche Besprechung über die Nutzung der Strömung zum Nahrungserwerb erfolgt in der Stunde zu den Ernährungstypen.

Die Köcherfliege *Hydropsyche spec.* (Wasserseelchen) baut mit Hilfe ihrer Spinndrüse ein Netz zwischen Steinen und Holzstückchen. Organische Partikel, die durch die Strömung ins Netz gespült werden und hängen bleiben, werden von der Köcherfliege gefressen.

Bei der Kriebelmücke *Simulium spec.* sind Teile der Mundapparate zu Fächern umgebildet. Diese Filterapparate stellt die Kriebelmücke in die Strömung. Organische Partikel, die sich im Fächer verfangen, werden gefressen.



Netz der Köcherfliege *Hydropsyche spec.* (Wasserseelchen),
Abbildung mit freundlicher Genehmigung
von Wichard, W. (1995): aus Wichard et al.:
„Atlas zur Biologie der Wasserinsekten“.



Hydropsyche spec.



Kopffächer der Kriebelmücke *Simulium spec.*,
Abbildung mit freundlicher Genehmigung
von Wichard, W. (1995): aus Wichard et al.:
„Atlas zur Biologie der Wasserinsekten“.



Simulium spec.

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

L3



Lösung Aufgabe 3:

Die Grafik zeigt die Verteilung von drei Eintagsfliegentaxa über sechs verschiedene Strömungsklassen. In der Grafik sind auf der x-Achse die Strömungsgeschwindigkeiten eines Fließgewässers eingeteilt in Strömungsklassen (SK) aufgeführt. Von der SK 1 bis zur SK 6 steigt die Fließgeschwindigkeit an. Die Strömungsgeschwindigkeiten stellen in dieser Abbildung den untersuchten Ökofaktor/Umweltfaktor dar. Auf der y-Achse kann man die Individuenzahl folgender Eintagsfliegentaxa in Abhängigkeit der verschiedenen Strömungsklassen ablesen: *Rhithrogena spec.*, *Baetis spec.* und *Caenis spec.*

Rhithrogena spec.:

In den SK 1 und 2 findet man keine Individuen dieser Art. Das Minimum liegt also im Bereich der SK 2. Ab einer SK von 3, was einer Fließgeschwindigkeit von 11-30 cm/sec. entspricht, wurden etwa 18 Individuen gefunden. In den SK 4 und 5 steigen die Individuenzahlen von über 50 Individuen auf bis zu 68 Individuen an. Innerhalb der SK 4 und 5 liegt also der Präferenzbereich der Art. Da die meisten Individuen in Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 51-100 cm/sec. gefunden wurden, liegt das Optimum innerhalb dieses Bereiches. In Bereichen mit der SK 6 sinkt die Anzahl der Individuen auf etwa 20. Eine höhere SK ist in der Abbildung nicht aufgeführt, daher kann man das genaue Maximum für diese Art nicht ablesen. Der Toleranzbereich von *Rhithrogena spec.* liegt zwischen der SK 2 und innerhalb der SK 6, wobei die SK 2-3 und 6 die Bereiche des Pessimums darstellen. *Rhithrogena spec.* ist stenök in Bezug auf hohe Strömungsgeschwindigkeiten.

Rhithrogena spec. zeigt mehrere Anpassungen an hohe Strömungsgeschwindigkeiten: Durch den abgeflachten Körper, die parallele Ausrichtung zur Strömung und die Krallen wird die Art nicht bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten verdriftet.

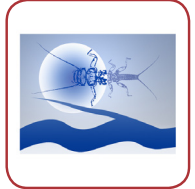
Baetis spec.:

In der SK 1 findet man etwa 16 Individuen. Da es keine Fließgeschwindigkeit unter 0 cm/sec. gibt, hat *Baetis spec.* kein Minimum in Bezug auf den Umweltfaktor Strömung. Aufgrund der geringen Individuenzahl handelt es sich allerdings um den Bereich des Pessimums. In der SK 2 steigt die Individuenzahl auf ca. 76 an, in der SK 3 steigt die Zahl weiter auf etwas mehr als 100 Individuen. Innerhalb der SK 3 befindet sich das physiologische Optimum dieser Art. Der Präferenzbereich von *Baetis spec.* liegt im Bereich von Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 1-30 cm/sec. In den SK 4 und 5 ist die Individuenzahl mit Werten von etwa 50 und 48 vergleichbar hoch. In der SK 6 sind mit einer Anzahl von ca. 8 Individuen nur noch wenige Vertreter der Gattung zu finden. Hier befindet sich der Bereich des Pessimums. Das genaue Maximum der Gattung lässt sich nicht bestimmen, da die SK 6 allgemein Strömungsgeschwindigkeiten > 100 cm/sec. umfasst. *Baetis spec.* ist in Bezug auf den Umweltfaktor Strömungsgeschwindigkeit euryök, da der Toleranzbereich von der SK1 bis zur SK6 reicht.

Baetis spec. hat durch seinen runden und stromlinienförmigen Körper, sowie durch die parallele Ausrichtung zur Strömung und das Vorhandensein von Krallen mehrere Anpassungen an hohe Strömungsgeschwindigkeiten entwickelt. Auch das Ducken stellt

Die Strömung als ökologischer Umweltfaktor im Fließgewässer

L3



eine Form der Anpassung von *Baetis spec.* dar. Diese Anpassungen erlauben es *Baetis spec.*, in allen SK mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten zu leben.

***Caenis spec.*:**

Caenis spec. hat eine hohe Individuenzahl in SK 1. Es gibt also weder ein Minimum noch ein Pessimum für geringe Fließgeschwindigkeiten für diese Gattung. In SK 2 sind mit etwa 85 Individuen die meisten Vertreter von *Caenis spec.* zu finden. Innerhalb dieses Bereiches liegt das physiologische Optimum. Die Klassen mit Strömungsgeschwindigkeiten von 0-10 cm/sec. zeigen den Präferenzbereich der Gattung. In SK 3 sind nur noch ca. 18, in SK 4 ca. 15 Individuen zu finden. In SK 5 sinkt die Anzahl auf nur noch 2-3 Individuen und in Bereichen mit Strömungsgeschwindigkeiten über 100 cm/sec. findet man *Caenis spec.* gar nicht mehr, womit das Maximum dieser Gattung in Bereichen der SK 6 anzusiedeln ist. Das Pessimum erstreckt sich in den Bereichen von der SK 3 bis zur SK 5, da nur noch sehr wenige Individuen in diesen Bereichen zu finden sind; *Caenis spec.* ist also stenök in Bezug auf langsame Fließgeschwindigkeiten. Der Toleranzbereich für diese Gattung erstreckt sich von SK 1 bis SK 5.

Caenis spec. hat keine Anpassungen an höhere Strömungsgeschwindigkeiten entwickelt. Daher findet man Vertreter dieser Gattung bevorzugt in Bereichen mit geringen Strömungsgeschwindigkeiten.