# Was wollte Romeo von Julia? Oder: Soziales Verhalten der Zebrabuntbarsche

**Der Sohn von Aquarius, Filius, prahlt in der Schule, er könne**

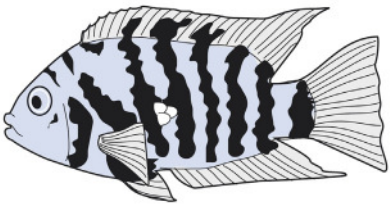
**a) an der äußeren Gestalt erkennen, wer das Zebrabuntbarsch-Männchen und -Weibchen ist,**
**b) am Verhalten des Männchens und Weibchens erkennen, dass diese ein Paar sind und**
**c) zudem noch erkennen, ob sie paarungsbereit sind.**

**1.** **Erstelle Untersuchungspläne, mit deren Hilfe die Behauptungen auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden können!**

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung a:**
Die Zebrabuntbarsche stellen eine Elternfamilie dar, d.h., dass sich beide Elternteile regelmäßig an allen Brutpflegeaufgaben beteiligen. Da die Jungen auch gleichermaßen auf beide reagieren, kann man die Eltern nur schwer voneinander unterscheiden. Merkmale, die den Geschlechtsdimorphismus jedoch erkennen lassen, sind z.B.:

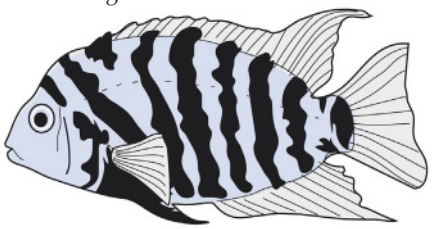
- Männchen größer als die Weibchen (im Aquarium ♂ ca. 6-15 cm, ♀ ca. 4-10 cm)
- Form der Rücken- und Afterflosse (♂: Auslaufen in eine lange Spitze, welche das Ende der Schwanzflosse erreicht, ♀: kürzer und verrundet)
- Mit zunehmendem Alter entwickeln die Männchen einen Fettbuckel in der Stirnregion.

Zebrabuntbarsch
*Archocentrus nigrofasciatus*



Weibchen

Zebrabuntbarsch
*Archocentrus nigrofasciatus*



Männchen

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung b:**
Vor dem Beginn der Beobachtungen wird die Frontscheibe des Aquariums in zwölf (3x4) durchnummerierte, gleichgroße Abschnitte unterteilt. Einzelne Schüler beobachten je einen Fisch und notieren alle 15 Sekunden den Aufenthaltsort (Ziffern in eine vorbereitete Tabelle eintragen). Ein Schüler sagt jeweils die Zeit an. Von den Daten der Tabellen werden Diagramme erstellt. Aus den Diagrammen kann herausgelesen werden, wie oft sich welche Fische gemeinsam am selben Ort aufgehalten haben (Paarbindung).

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung c:**
Bei dieser Aufgabe sollte nach Indizien geschaut werden, die auf eine Paarungsbereitschaft hindeuten. Diese sind z.B.:

- Die Fische wühlen an bestimmten Stellen im Aquarium Gruben in den Untergrund. Bevorzugte Plätze sind hierbei Höhlen oder Stellen zwischen Steinen und Pflanzen, da dadurch die Grube geschützt liegt. Die Tätigkeit wird vorrangig vom Weibchen übernommen.

- Sie schaffen sich ein Revier, welches sie gegen Eindringlinge (Plastikstab o.Ä.) verteidigen, indem sie z.B. blitzschnell aus einer Ecke hervorschwimmen. Flieht der Eindringling, so kommt der Revierinhaber plötzlich zum Stehen. Die Revierverteidigung erledigt meist das Männchen des Paares.

- Paarungsbereite Weibchen zeigen besondere Farbeffekte. So sind kupferrote Farbflecken oberhalb der Bauchflosse zu erkennen und die Afterflosse verfärbt sich in ein dunkles Blaugrün, weshalb die Zebrabuntbarsche auch manchmal als Grünflossenbuntbarsche bezeichnet werden.

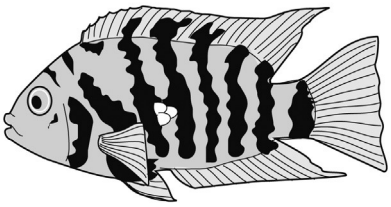
# Was wollte Romeo von Julia? Oder: Soziales Verhalten der Zebrabuntbarsche

**Der Sohn von Aquarius, Filius, prahlt in der Schule, er könne**

**a) an der äußeren Gestalt erkennen, wer das Zebrabuntbarsch-Männchen und -Weibchen ist,**
**b) am Verhalten des Männchens und Weibchens erkennen, dass diese ein Paar sind und**
**c) zudem noch erkennen, ob sie paarungsbereit sind.**

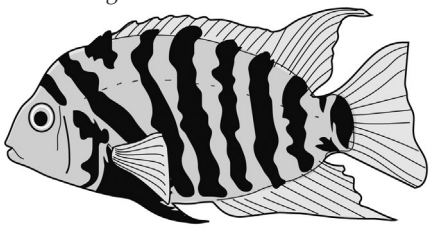
**1.** **Erstelle Untersuchungspläne, mit deren Hilfe die Behauptungen auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft werden können!**

Zebrabuntbarsch
*Archocentrus nigrofasciatus*



Weibchen

Zebrabuntbarsch
*Archocentrus nigrofasciatus*



Männchen

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung a:**

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung b:**

**Lösungsmöglichkeit für Behauptung c:**

## Info: Paarbindung

Als ein Paar bezeichnet man eine Zweier-Gruppe, wobei ein Individuum immer wieder zum anderen zurückkehrt, beide Individuen sich gegenseitig folgen und zueinander einen kleineren Abstand halten als zu anderen Individuen einer Art. Die Paarbindung ist eine Voraussetzung für die gemeinsame Fürsorge für den Nachwuchs und für die erfolgreiche Verteidigung eines Reviers gegenüber Artgenossen. Im Fall des Zebrabuntbarschs bleiben Paare, die sich gefunden haben, meist ein Leben lang zusammen.

# Zebrabuntbarsche: Gute Eltern, schlechte Nachbarn

Hinweis: Das Zebrabuntbarsch-Becken ist grundsätzlich sehr gut geeignet, Basiswissen über das soziale Verhalten der Fische zu vermitteln. Allerdings können nicht immer alle Ereignisse von den Schülern beobachtet werden – sei es, weil man unserer Empfehlung folgend nur ein Zebrabuntbarsch-Pärchen im Becken hält (Revierverhalten) oder z.B. die Eiablage im Verborgenen erfolgt. Die Informationskästen auf diesem Arbeitsblatt geben deshalb ergänzend Auskunft.

**1.** **Beobachtet die Zebrabuntbarsche und notiert eure Beobachtungsergebnisse. Achtet besonders auf die Verhaltensweisen bei Brutpflege und Aufzucht der Jungen.**

**Info: Revierbildung und -verteidigung**
Das Männchen schwimmt hin und her und hält nach möglichen Eindringlingen Ausschau. Das geschaffene Revier wird heftig gegen jeden Eindringling verteidigt. Die Territorialkämpfe sind dann besonders stark, wenn sich mehrere Paare gleichzeitig fortpflanzen. Des Weiteren kann man zwischen der Vertreibung eines Artgenossen und eines artfremden Fisches Unterschiede feststellen. So schwimmt das ZBB-Männchen blitzschnell aus einer Ecke auf den artfremden Fisch zu und kommt ebenso plötzlich zum Stehen, wenn dieser flieht. Mit einer Imponierhaltung, d.h. Ausbreitung der Flossen, Auseinanderdrücken der Kiemendeckel, übertriebenen Schwimmbewegungen und kräftigen Schwanzschlägen, die mit Wasserstößen einhergehen, soll ein anderes ZBB-Männchen zur Flucht bewegt werden. Das weitere Verhalten wird von der Reaktion des Gegners bestimmt. Im Falle der erwünschten Flucht, wird er noch ein Stück über die Reviergrenze hinweg verfolgt und eventuell gebissen. Reagiert dieser jedoch mit Gegenimponieren, so beginnt ein Kampf, bei dem sich beide Männchen versuchen zu rammen. Es kommt zu schnellen Bewegungen, da jeder versucht, dem anderen auszuweichen. Der Kampf hält so lange an, bis einer aufgibt und die Flucht antritt. Der Vertriebene wird z.T. bis zum Zentrum seines eigenen Reviers verfolgt.

**Info: Eiablage**
Für die Eiablage wühlen die Zebrabuntbarsche Gruben in den Untergrund. Das Weibchen gleitet zur Eiablage sehr langsam und dicht an dem in der Grube befindlichen Stein entlang, sodass ihre Geschlechtsöffnung diesen berührt. Ungefähr 20 bis 30 Eier treten hintereinander aus der Öffnung und werden auf dem Stein festgeklebt. Das Männchen, welches sich nur wenig hinter dem Weibchen befindet, gibt nun sein Sperma ab. Im Anschluss erfolgt die Ablage der nächsten Portion Eier. Das Weibchen legt ca. 100 bis 200 Eier ab, die 2 mm lang und 1,5 mm breit sind. Die Farbe ist bräunlich-gelb, was von der Dottermasse herrührt.

**Brutpflege:**
Die abgelegten Eier werden vom Männchen und Weibchen gemeinsam bewacht. Dabei weicht das Weibchen nicht mehr von der Grube und das Männchen bleibt ebenfalls immer in der Nähe und bewacht das Revier.

**Info: Aufzucht**
Bei möglichen Gefahren übernimmt der schnell hin und her schwimmende Elternteil die Verteidigung des Schwarmes. Ausreißer werden vorsichtig ins Maul genommen und so wieder zurück zum Schwarm gebracht. Dort angekommen, werden sie ausgespuckt.
Zur Nacht hin werden die Jungen zur Grube zurückgeführt, da sie den Schwarm in der Dunkelheit nicht zusammenhalten können und es sonst zu einem erheblichen Verlust der Jungtiere kommen kann (Dezimierung durch andere Fische).
Bei drohender Gefahr kommen sie jedoch schnell zusammen. Das Warnsignal gibt der Schwarm führende Elternteil mit Hilfe von zuckenden Bewegungen.

**Aufzucht:**
Nach vier bis fünf Tagen schlüpfen die ersten Jungen und bereits nach sechs Tagen werden erste „Erkundungstouren" unternommen. Die geschlüpften Jungen werden von den Eltern im Schwarm geführt. Der Schwarm wird so lange eng zusammengehalten, wie sich die Jungen noch von dem Dottersack ernähren. Der Vater nimmt nun intensiver an der Bewachung der Jungen teil. In den kommenden Tagen entfernen sich die Ausflüge immer weiter von der Grube weg. Während sich ein Elternteil langsam über dem Schwarm bewegt, schwimmt der andere schnell hin und her. Die Jungen folgen immer dem langsam Schwimmenden. Wenn die Jungen eine Größe von ungefähr 15 mm erreicht haben, werden der Schwarm und die Bewachung durch die Eltern lockerer. Nach ungefähr fünf bis sechs Wochen ist die Betreuung durch die Eltern beendet.

**Sonstige Beobachtungen:**
In den seltensten Fällen kann man die Paarung und Eiablage direkt beobachten. Meist findet man das fertige Gelege an der vorher gesäuberten Fläche.

**2.** **Stellt die von euch und in den Infokästen zusammengetragenen Erkenntnisse in einem Rollenspiel szenisch dar.**
Folgende Rollenverteilung sollt ihr dabei vornehmen:
- Fünf Schüler bilden eine Regiegruppe. Sie suchen die Darsteller zur Umsetzung des Spiels aus (z.B. Zebrabuntbarsch-Männchen, Jungtier(e), Eindringling...).
- Die Darsteller spielen ihre Rolle entsprechend der vorher gewonnenen Erkenntnisse.
- Regieassistenten erklären während des Spiels die Rollen der Darsteller.

# Zebrabuntbarsche: Gute Eltern, schlechte Nachbarn

**1.** **Beobachtet die Zebrabuntbarsche und notiert eure Beobachtungsergebnisse. Achtet besonders auf die Verhaltensweisen bei Brutpflege und Aufzucht der Jungen.**

**Info: Revierbildung und -verteidigung**
Das Männchen schwimmt hin und her und hält nach möglichen Eindringlingen Ausschau. Das geschaffene Revier wird heftig gegen jeden Eindringling verteidigt. Die Territorialkämpfe sind dann besonders stark, wenn sich mehrere Paare gleichzeitig fortpflanzen. Des Weiteren kann man zwischen der Vertreibung eines Artgenossen und eines artfremden Fisches Unterschiede feststellen. So schwimmt das ZBB-Männchen blitzschnell aus einer Ecke auf den artfremden Fisch zu und kommt ebenso plötzlich zum Stehen, wenn dieser flieht. Mit einer Imponierhaltung, d.h. Ausbreitung der Flossen, Auseinanderdrücken der Kiemendeckel, übertriebenen Schwimmbewegungen und kräftigen Schwanzschlägen, die mit Wasserstößen einhergehen, soll ein anderes ZBB-Männchen zur Flucht bewegt werden. Das weitere Verhalten wird von der Reaktion des Gegners bestimmt. Im Falle der erwünschten Flucht, wird er noch ein Stück über die Reviergrenze hinweg verfolgt und eventuell gebissen. Reagiert dieser jedoch mit Gegenimponieren, so beginnt ein Kampf, bei dem sich beide Männchen versuchen zu rammen. Es kommt zu schnellen Bewegungen, da jeder versucht, dem anderen auszuweichen. Der Kampf hält so lange an, bis einer aufgibt und die Flucht antritt. Der Vertriebene wird z.T. bis zum Zentrum seines eigenen Reviers verfolgt.

**Info: Eiablage**
Für die Eiablage wühlen die Zebrabuntbarsche Gruben in den Untergrund. Das Weibchen gleitet zur Eiablage sehr langsam und dicht an dem in der Grube befindlichen Stein entlang, sodass ihre Geschlechtsöffnung diesen berührt. Ungefähr 20 bis 30 Eier treten hintereinander aus der Öffnung und werden auf dem Stein festgeklebt. Das Männchen, welches sich nur wenig hinter dem Weibchen befindet, gibt nun sein Sperma ab. Im Anschluss erfolgt die Ablage der nächsten Portion Eier. Das Weibchen legt ca. 100 bis 200 Eier ab, die 2 mm lang und 1,5 mm breit sind. Die Farbe ist bräunlichgelb, was von der Dottermasse herrührt.

**Brutpflege:**

**Info: Aufzucht**
Bei möglichen Gefahren übernimmt der schnell hin und her schwimmende Elternteil die Verteidigung des Schwarmes. Ausreißer werden vorsichtig ins Maul genommen und so wieder zurück zum Schwarm gebracht. Dort angekommen, werden sie ausgespuckt.
Zur Nacht hin werden die Jungen zur Grube zurückgeführt, da sie den Schwarm in der Dunkelheit nicht zusammenhalten können und es sonst zu einem erheblichen Verlust der Jungtiere kommen kann (Dezimierung durch andere Fische).
Bei drohender Gefahr kommen sie jedoch schnell zusammen. Das Warnsignal gibt der Schwarm führende Elternteil mit Hilfe von zuckenden Bewegungen.

**Aufzucht:**

**Sonstige Beobachtungen:**

**2.** **Stellt die von euch und in den Infokästen zusammengetragenen Erkenntnisse in einem Rollenspiel szenisch dar.**

Folgende Rollenverteilung sollt ihr dabei vornehmen:
- Fünf Schüler bilden eine Regiegruppe. Sie suchen die Darsteller zur Umsetzung des Spiels aus (z.B. Zebrabuntbarsch-Männchen, Jungtier(e), Eindringling...).
- Die Darsteller spielen ihre Rolle entsprechend der vorher gewonnenen Erkenntnisse.
- Regieassistenten erklären während des Spiels die Rollen der Darsteller.

# Ethologie: Konkurrenz

**L12**

Arbeitsblatt Sek.II

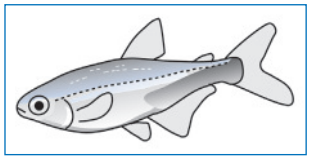
Lehrerbogen

## Oberhaus kennt Unterhaus nicht!

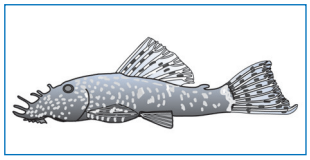
**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken zum Zusammenleben der Fische:**

**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**
*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch), ggf. zusätzlich *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Zitronensalmler)

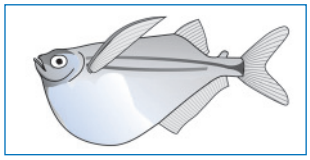
**2.** **Beobachten Sie nacheinander das Verhalten der Fischarten im Aquarium und erstellen Sie in Stichworten ein Ethogramm mit dem Schwerpunkt auf dem innerartlichen Verhaltensrepertoire. Protokollieren Sie dazu, ob es sich um Schwarmfische oder Einzelgänger handelt, welche Begegnungen es zwischen den Individuen gibt und wie diese ablaufen. Suchen Sie nach Gründen für das unterschiedliche Verhalten der Tierarten.**



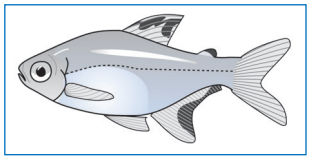
*Neonsalmler*
ruhiger „Schwarmfisch“, wenig aggressive Tierart, Lebensraum Freiwasserzone, geringe Individualdistanz



*Blauer Antennenwels*
Einzelgänger, lebt im Verborgenen, lebt streng am Boden und an Strukturen wie Steinen und Wurzeln, sehr große Individualdistanz



*Silberbeilbauchfisch*
friedlicher Schwarmfisch,
lebt streng an der Wasseroberfläche,
sucht die Wasseroberfläche nach Nahrung ab



*Zitronensalmler*
„Schwarmfisch“, sehr geringe Individualdistanz, keine hohe Aggressivität, sehr gesellig, Lebensraum Freiwasserzone, geht aber auch gerne an die Wasseroberfläche und auf den Boden

**3.** **Für die folgenden Beobachtungen müssen Sie Ihre Untersuchungsgruppe aufteilen.**

**Gruppe 1: Beobachten Sie das Verhalten der Tiere unter dem Gesichtspunkt des Auftretens von Aggressionen zwischen den Individuen einer Art.**
**Gruppe 2: Beobachten Sie das Verhalten der Tiere unter dem Gesichtspunkt des Auftretens von Aggressionen zwischen den Individuen verschiedener Arten.**
**Füttern Sie vor der Verhaltensbeobachtung die Fische mit kleinflockigem Futter.**

**Beobachtungen der Gruppe 1:**
Alle Arten zeigen innerartliche Aggressionen, besonders stark ist dies bei den Welsen.
**Beobachtungen der Gruppe 2:**
Zwischenartliche Aggressionen zwischen Neonsalmlern und Silberbeilbauchfischen sind nicht zu beobachten. Die Zitronensalmler, die sich auch an die Wasseroberfläche und in die Nähe des Bodengrunds bewegen, zeigen gelegentlich Aggressionen mit Angehörigen anderer Arten. Beim Blauen Antennenwels ist aggressives Verhalten mit Fischen anderer Arten häufiger zu beobachten, wenn es z.B. um Futter oder um einen bevorzugten Ruheplatz geht.

**4.** **Tragen Sie in einem Gruppengespräch die Beobachtungen über Art und Umfang des friedlichen bzw. aggressiven Verhaltens zusammen. Welche Gründe gibt es für das unterschiedlich aggressive Verhalten der Tiere?**
Nahrungskonkurrenz, intraspezifische aber keine interspezifische Konkurrenz, Ort der Nahrungsaufnahme, Tiere begegnen sich/begegnen sich nicht.

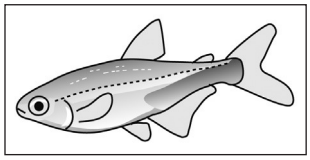
**5.** **Suchen Sie nach weiteren Gründen für aggressives Verhalten im Tierreich.**
Territorialität, sozialer Stress, sexuelle Rivalität etc.

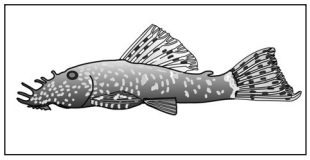
# Oberhaus kennt Unterhaus nicht!

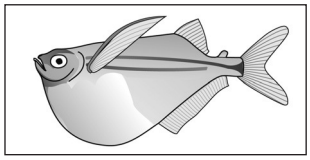
**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken zum Zusammenleben der Fische:**

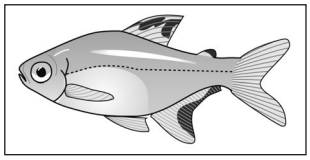
**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**
*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch), ggf. zusätzlich *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Zitronensalmler)

**2.** **Beobachten Sie nacheinander das Verhalten der Fischarten im Aquarium und erstellen Sie in Stichworten ein Ethogramm mit dem Schwerpunkt auf dem innerartlichen Verhaltensrepertoire. Protokollieren Sie dazu, ob es sich um Schwarmfische oder Einzelgänger handelt, welche Begegnungen es zwischen den Individuen gibt und wie diese ablaufen. Suchen Sie nach Gründen für das unterschiedliche Verhalten der Tierarten.**


*Neonsalmler*


*Blauer Antennenwels*


*Silberbeilbauchfisch*


*Zitronensalmler*

**3.** **Für die folgenden Beobachtungen müssen Sie Ihre Untersuchungsgruppe aufteilen.**

**Gruppe 1: Beobachten Sie das Verhalten der Tiere unter dem Gesichtspunkt des Auftretens von Aggressionen zwischen den Individuen einer Art.**
**Gruppe 2: Beobachten Sie das Verhalten der Tiere unter dem Gesichtspunkt des Auftretens von Aggressionen zwischen den Individuen verschiedener Arten.**
**Füttern Sie vor der Verhaltensbeobachtung die Fische mit kleinflockigem Futter.**

**Beobachtungen der Gruppe 1:**

**Beobachtungen der Gruppe 2:**

**4.** **Tragen Sie in einem Gruppengespräch die Beobachtungen über Art und Umfang des friedlichen bzw. aggressiven Verhaltens zusammen. Welche Gründe gibt es für das unterschiedlich aggressive Verhalten der Tiere?**

**5.** **Suchen Sie nach weiteren Gründen für aggressives Verhalten im Tierreich.**

# Ökologie: Ökologische Nische I

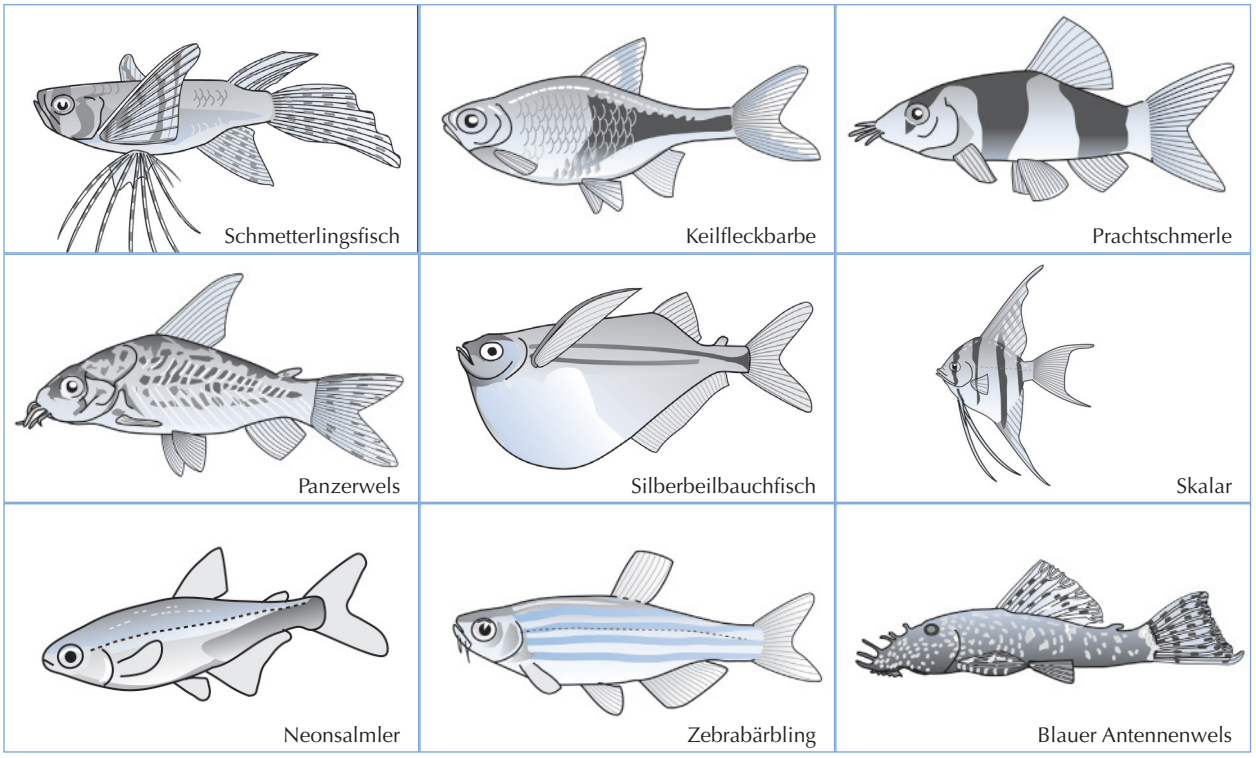
**L13**

Arbeitsblatt Sek.I

Lehrerbogen

## Haben Fische Platzangst? Oder: Zusammenleben von Fischen im Aquarium

**Grundlage für dieses Arbeitsblatt:**
**Aquarium als tropisches Gesellschaftsbecken mit drei Fischarten: Blauer Antennenwels, Silberbeilbauchfisch und Neonsalmler**




**1.** **Zeichne je einen Vertreter der drei Fischarten im Aquarium in Seitenansicht in die leeren Kästchen oben ein. Achte dabei besonders auf die Maulformen und die äußeren Körperlinien.**

**2.** **Obwohl die Fische im gleichen Aquarium leben, kommen sie sich nicht „in die Quere". Stelle durch Beobachtung der Tiere und ihres Verhaltens fest, wie dies zu erklären ist.**
Tiere bewohnen verschiedene Regionen des Lebensraumes.

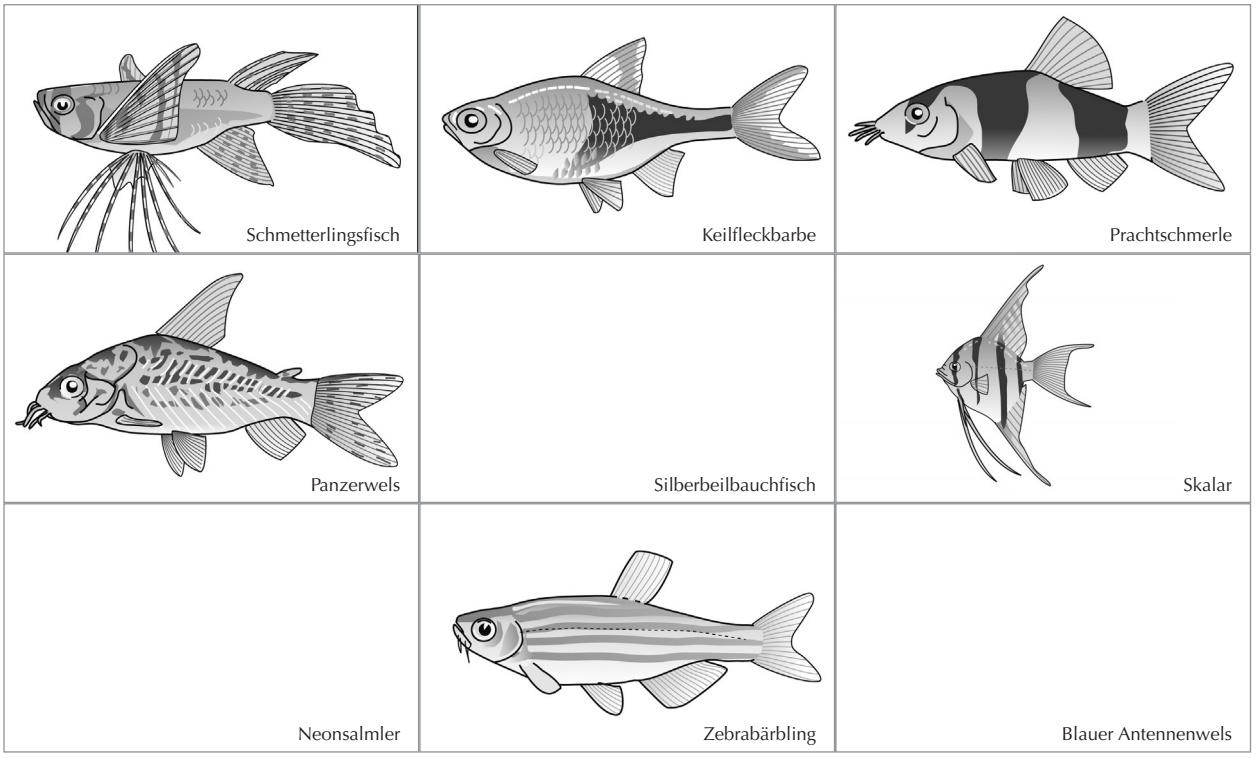
**3.** **Die Fische werden von der Lehrerin/vom Lehrer gefüttert. Beobachte genau, wie und wo sie fressen. Schreibe deine Beobachtungen auf.**
Tiere fressen nur in „ihrer" Region des Aquariums.

**4.** **Male auf ein Blatt Papier (DIN A4, quer) ein Aquarium mit Bodengrund, Wasserpflanzen, Wasser, Wurzel- und Steindekoration. Schneide anschließend alle Fische der Abbildung oben aus und lege sie in dein „Aquarium", wo du glaubst, dass sie sich aufhalten. (Erst nach der Besprechung einkleben!)**

**5.** **Weshalb wird man ein Aquarium, wie du es jetzt auf dem Papier gestaltet hast, in Wirklichkeit so nie mit Fischen besetzen können?**
Die Regionen (Oberfläche, Freiwasser, Boden) sind hier von je drei Arten besiedelt, die sich in einem so kleinen Lebensraum nicht vertragen würden. Deshalb besetzt man ein Aquarium vor allem in der oberen und unteren Region nur mit jeweils einer Art.

# Haben Fische Platzangst? Oder: Zusammenleben von Fischen im Aquarium

**Grundlage für dieses Arbeitsblatt:**
**Aquarium als tropisches Gesellschaftsbecken mit drei Fischarten: Blauer Antennenwels, Silberbeilbauchfisch und Neonsalmler**




**1.** **Zeichne je einen Vertreter der drei Fischarten im Aquarium in Seitenansicht in die leeren Kästchen oben ein. Achte dabei besonders auf die Maulformen und die äußeren Körperlinien.**

**2.** **Obwohl die Fische im gleichen Aquarium leben, kommen sie sich nicht „in die Quere". Stelle durch Beobachtung der Tiere und ihres Verhaltens fest, wie dies zu erklären ist.**

**3.** **Die Fische werden von der Lehrerin/vom Lehrer gefüttert. Beobachte genau, wie und wo sie fressen. Schreibe deine Beobachtungen auf.**

**4.** **Male auf ein Blatt Papier (DIN A4, quer) ein Aquarium mit Bodengrund, Wasserpflanzen, Wasser, Wurzel- und Steindekoration. Schneide anschließend alle Fische der Abbildung oben aus und lege sie in dein „Aquarium", wo du glaubst, dass sie sich aufhalten. (Erst nach der Besprechung einkleben!)**

**5.** **Weshalb wird man ein Aquarium, wie du es jetzt auf dem Papier gestaltet hast, in Wirklichkeit so nie mit Fischen besetzen können?**

# Ökologie: Ökologische Nische II

**L14**

Arbeitsblatt Sek.II

Lehrerbogen

## Eine Nische ist keine Höhle

**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken über das Zusammenleben der Fische:**

**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**

*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch)

**2.** **Füttern Sie mit kleinflockigem Fischfutter und beobachten Sie das Verhalten der Tiere bei der Nahrungsaufnahme.**

**Definition: Ökologische Nische**
Die ökologische Nische stellt die Summe der von einer Art genutzten biotischen und abiotischen Elemente eines Ökosystems dar. Dabei kann jeder physikalische, chemische und biologische Umweltfaktor Teil einer ökologischen Nische sein.

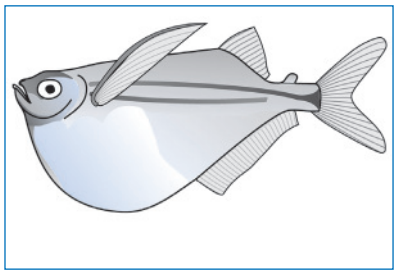
**3.** **Machen Sie eine Aufstellung aller Teile der ökologischen Nische, die die Arten gemeinsam benutzen:**

Wasser als Lebensraum, Flockenfutter, Wassertemperatur, Salzgehalt des Wassers (Süßwasser), Wasserbewegung, Aktivitätszeit (tagaktiv)

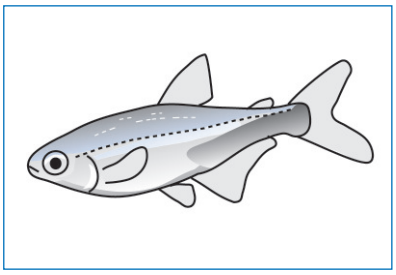
**4.** **Bezogen auf einen Umweltfaktor benutzen die drei Arten unterschiedliche ökologische Nischen. Beschreiben Sie diesen.**

Art und Ort der Nahrungsaufnahme

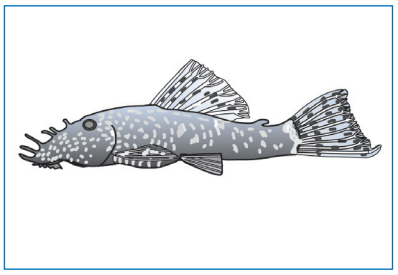
**5.** **Machen Sie von je einem Vertreter der drei Fischarten eine Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achten Sie hierbei besonders auf die Merkmale, die Hinweise auf die unterschiedliche Einnischung der Arten geben.**



*Silberbeilbauchfisch*



*Neonsalmler*



*Blauer Antennenwels*

**6.** **Außer Flockenfutter nehmen die Beilbauchfische und die Welse gerne auch andere Nahrung auf. Stellen Sie anhand Ihrer Verhaltensbeobachtungen Vermutungen an. Beachten Sie bei den Beilbauchfischen besonders die Größe und Stellung der Brustflossen.**

- **Beilbauchfische:** Tiere schnellen aus dem Wasser und fangen tieffliegende Insekten
- **Welse:** fressen Aufwuchs von Steinen, Wurzeln, Blattflächen und Scheiben (Saug- und Raspelmaul)

# Eine Nische ist keine Höhle

**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken über das Zusammenleben der Fische:**

**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**

*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch)

**2.** **Füttern Sie mit kleinflockigem Fischfutter und beobachten Sie das Verhalten der Tiere bei der Nahrungsaufnahme.**

**Definition: Ökologische Nische**
Die ökologische Nische stellt die Summe der von einer Art genutzten biotischen und abiotischen Elemente eines Ökosystems dar. Dabei kann jeder physikalische, chemische und biologische Umweltfaktor Teil einer ökologischen Nische sein.

**3.** **Machen Sie eine Aufstellung aller Teile der ökologischen Nische, die die Arten gemeinsam benutzen:**

**4.** **Bezogen auf einen Umweltfaktor benutzen die drei Arten unterschiedliche ökologische Nischen. Beschreiben Sie diesen.**

**5.** **Machen Sie von je einem Vertreter der drei Fischarten eine Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achten Sie hierbei besonders auf die Merkmale, die Hinweise auf die unterschiedliche Einnischung der Arten geben.**

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| *Silberbeilbauchfisch* | *Neonsalmler* | *Blauer Antennenwels* |

**6.** **Außer Flockenfutter nehmen die Beilbauchfische und die Welse gerne auch andere Nahrung auf. Stellen Sie anhand Ihrer Verhaltensbeobachtungen Vermutungen an. Beachten Sie bei den Beilbauchfischen besonders die Größe und Stellung der Brustflossen.**

- **Beilbauchfische:**

- **Welse:**

# Ökologie: Kohlenstoffkreislauf im Aquarium

**L15**

Arbeitsblatt Sek.I | Lehrerbogen

## Auch Fische brauchen Licht

**Hannah und Max wollen mit ihrer Klasse ein Aquarium einrichten. Als Standort wird ihnen eine dunkle Ecke in der Pausenhalle zugewiesen, in der das Aquarium gut betrachtet werden kann und nicht im Weg steht. Hannah und Max finden diesen Platz allerdings ungeeignet, da es keinen Stromanschluss gibt.**

**1.** **Macht euch zu zweit Gedanken darüber, weshalb Hannah und Max mit dem Standort nicht einverstanden sind und schreibt drei mögliche Gründe auf.**

- die Pflanzen im Aquarium brauchen Licht zum Leben und Wachsen
- die meisten im Aquarium lebenden Tiere benötigen auch Licht
- ein Aquarium kann ohne Filter, Heizer, Beleuchtung und meist auch Belüftung nicht betrieben werden und dazu braucht man Strom

### Produzenten – Konsumenten – Destruenten

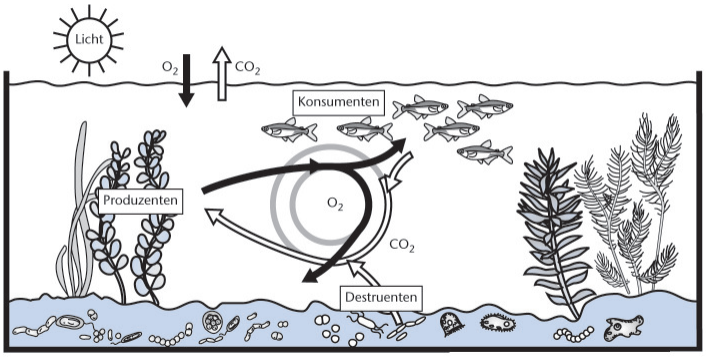
Alle Lebewesen, die in einem Aquarium vorkommen, bilden dessen Lebensgemeinschaft. Zwischen dem Lebensraum und der Lebensgemeinschaft bestehen viele Wechselbeziehungen. Die Lebewesen lassen sich in drei Gruppen einteilen: die Produzenten (Erzeuger), die Konsumenten (Verbraucher) und die Destruenten (Zersetzer).

Produzenten sind grüne Pflanzen. Sie stellen mit Hilfe von Licht Stoffe her, die sie zum Wachstum brauchen, sowie Sauerstoff. Sie dienen somit den Konsumenten als Nahrungsgrundlage und Sauerstofflieferant. Destruenten zersetzen unter Sauerstoffverbrauch abgestorbenes tierisches und pflanzliches Material zu Mineralstoffen, die wiederum von den Pflanzen zum Wachstum benötigt werden. Die Pflanzen benötigen ebenfalls das Kohlenstoffdioxid, das die Konsumenten und Destruenten ausatmen.

**Hinweis:** Dies ist die Beschreibung eines „idealen Kreislaufs", der in einem Aquarium in dieser Form nicht stattfinden kann. Die Pflanzen können nicht den gesamten Sauerstoff produzieren, den die Konsumenten benötigen. Daher muss die Sauerstoffzufuhr durch Pumpe und Ausströmer sichergestellt werden. Die Nahrungsversorgung der Konsumenten erfolgt nicht über einen Verzehr der Pflanzen sondern durch Fütterung – und auch die Pflanzen beziehen nur einen geringen Teil ihrer Nährstoffe aus den (wenigen) Zersetzungsergebnissen der Destruenten.

**2.** **Markiere im vorstehenden Text mit drei unterschiedlichen Farben die wichtigsten Informationen zu Produzenten (_____), Konsumenten (_._._._), Destruenten (.....).**

**3.** **Trage die 3 Begriffe Produzenten, Konsumenten, Destruenten in die vorgegebenen Kästchen in der Abbildung ein und male die Pfeile für Sauerstoff rot und für Kohlenstoffdioxid blau.**




**4.** **Was würde passieren, wenn das Schulaquarium über eine längere Zeit nicht beleuchtet werden kann und es im Dunkeln stehen muss? Arbeite auch mit der Abbildung und den Texten auf dieser Seite und begründe deine Antworten.**

Ohne Licht würden die Pflanzen nicht wachsen, könnten keine Nährstoffe aufnehmen und keinen Sauerstoff abgeben. Es käme zum Absterben der Pflanzen. Somit fielen die Produzenten aus und den Konsumenten würde der natürliche Sauerstofflieferant fehlen. Die Nährstoffe würden sich verstärkt im Wasser anreichern und es käme durch die absterbenden Pflanzen zu einer zusätzlichen, starken Wasserbelastung.

**5.** **Verfasse einen Spickzettel für Hannah und Max, den sie benutzen können, wenn sie den Hausmeister ihrer Schule überzeugen wollen, entweder einen Stromanschluss legen zu lassen oder ihnen einen anderen Platz für das Aquarium zur Verfügung zu stellen.**

### Info: Ökologisches Gleichgewicht

Ökologisches Gleichgewicht bedeutet, dass alle Gruppen innerhalb eines Ökosystems in einem dynamischen Gleichgewicht zueinander stehen. Die Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen bleiben stabil, solange keine Störung oder Veränderung auftritt. Das ökologische Gleichgewicht im Aquarium ist unter anderem abhängig vom Licht: Ohne Licht können die Produzenten im Stoffkreislauf nicht bestehen, das existierende Gleichgewicht bricht zusammen.

# Ökologie: Kohlenstoffkreislauf im Aquarium

**S15**

Arbeitsblatt Sek.I | Schülerbogen

## Auch Fische brauchen Licht

**Hannah und Max wollen mit ihrer Klasse ein Aquarium einrichten. Als Standort wird ihnen eine dunkle Ecke in der Pausenhalle zugewiesen, in der das Aquarium gut betrachtet werden kann und nicht im Weg steht. Hannah und Max finden diesen Platz allerdings ungeeignet, da es keinen Stromanschluss gibt.**

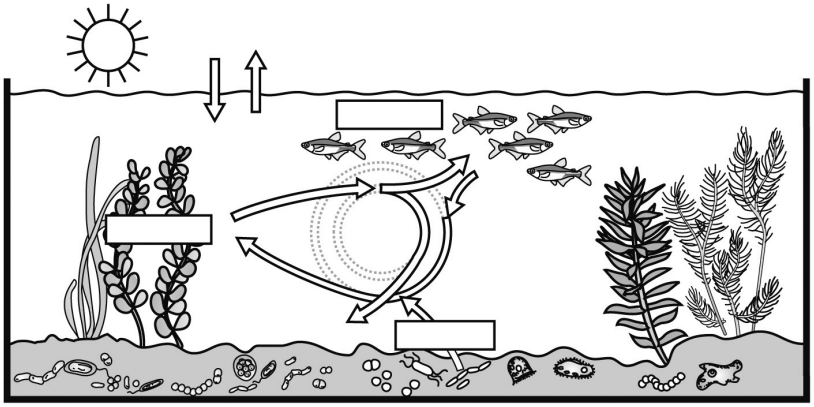
**1.** **Macht euch zu zweit Gedanken darüber, weshalb Hannah und Max mit dem Standort nicht einverstanden sind und schreibt drei mögliche Gründe auf.**

### Produzenten – Konsumenten – Destruenten

Alle Lebewesen, die in einem Aquarium vorkommen, bilden dessen Lebensgemeinschaft. Zwischen dem Lebensraum und der Lebensgemeinschaft bestehen viele Wechselbeziehungen. Die Lebewesen lassen sich in drei Gruppen einteilen: die Produzenten (Erzeuger), die Konsumenten (Verbraucher) und die Destruenten (Zersetzer).
Produzenten sind grüne Pflanzen. Sie stellen mit Hilfe von Licht Stoffe her, die sie zum Wachstum brauchen, sowie Sauerstoff. Sie dienen somit den Konsumenten als Nahrungsgrundlage und Sauerstofflieferant. Destruenten zersetzen unter Sauerstoffverbrauch abgestorbenes tierisches und pflanzliches Material zu Mineralstoffen, die wiederum von den Pflanzen zum Wachstum benötigt werden. Die Pflanzen benötigen ebenfalls das Kohlenstoffdioxid, das die Konsumenten und Destruenten ausatmen.

**2.** **Markiere im vorstehenden Text mit drei unterschiedlichen Farben die wichtigsten Informationen zu Produzenten, Konsumenten, Destruenten.**

**3.** **Trage die 3 Begriffe Produzenten, Konsumenten, Destruenten in die vorgegebenen Kästchen in der Abbildung ein und male die Pfeile für Sauerstoff rot und für Kohlenstoffdioxid blau.**



**4.** **Was würde passieren, wenn das Schulaquarium über eine längere Zeit nicht beleuchtet werden kann und es im Dunkeln stehen muss? Arbeite auch mit der Abbildung und den Texten auf dieser Seite und begründe deine Antworten.**

**5.** **Verfasse einen Spickzettel für Hannah und Max, den sie benutzen können, wenn sie den Hausmeister ihrer Schule überzeugen wollen, entweder einen Stromanschluss legen zu lassen oder ihnen einen anderen Platz für das Aquarium zur Verfügung zu stellen.**

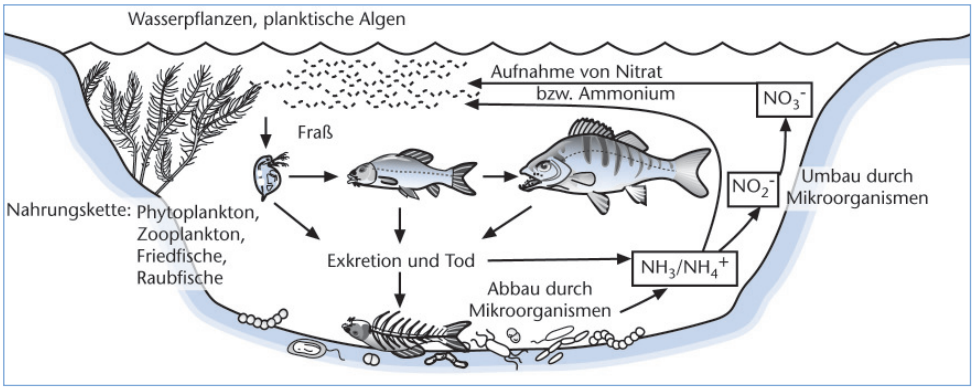
### Info: Ökologisches Gleichgewicht

Ökologisches Gleichgewicht bedeutet, dass alle Gruppen innerhalb eines Ökosystems in einem dynamischen Gleichgewicht zueinander stehen. Die Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen bleiben stabil, solange keine Störung oder Veränderung auftritt. Das ökologische Gleichgewicht im Aquarium ist unter anderem abhängig vom Licht: Ohne Licht können die Produzenten im Stoffkreislauf nicht bestehen, das existierende Gleichgewicht bricht zusammen.

## Wer tauscht im See das Wasser aus?

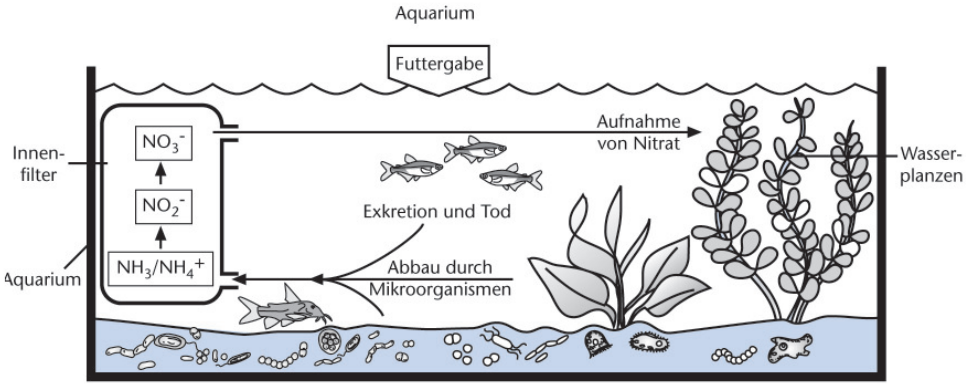
**Machen Sie sich mit dem – vereinfachten – Stickstoffkreislauf in einem See vertraut (Grafik A). Verfolgen Sie hierzu den Stickstoffstrom des Eiweißes über das Nahrungsnetz bis zum Abbau der pflanzlichen und tierischen Biomasse durch Mikroorganismen und die Wiederaufnahme des Stickstoffs in Pflanzen:**

Ⓐ




**1.** **Vergleichen Sie in der Folge den Stickstoffkreislauf im See mit dem in einem Aquarium! Vervollständigen Sie die Grafik B durch Pfeile und Beschriftungen.** (Abb.B ist die Lösung)

Ⓑ




**2.** **Wie Sie wissen, wird in einem Aquarium das Wasser mithilfe eines Filters (siehe Infokasten) gereinigt. Zeichnen Sie bitte einen Innenfilter symbolisiert (Kasten mit Ein- und Austrittsöffnung) an die passende Stelle in der Grafik ein.**
Kasten um die Reihe: $NH_4^+$ , $NO_2^-$ und $NO_3^-$ , Wassereintritt unten, Wasseraustritt oben

**3.** **Zu den Unterschieden im Stickstoffkreislauf zwischen See u. Aquarium: Welche Bedeutung hat das Füttern der Fische?**
hoher Stickstoffeintrag mit dem Eiweiß des Flockenfutters

**4.** **Weshalb muss, trotz der Filterung, in regelmäßigen Abständen bei einem Aquarium ein Teilwasserwechsel durchgeführt werden?**
Pflanzen verbrauchen das Nitrat aus dem Wasser. Da aber viele Tiere im Becken sind, diese reichlich gefüttert werden und die wenigen Pflanzen das Nitrat nicht verbrauchen können, reichert sich Nitrat im Wasser an. Dieses muss durch den Wasserwechsel entfernt werden.

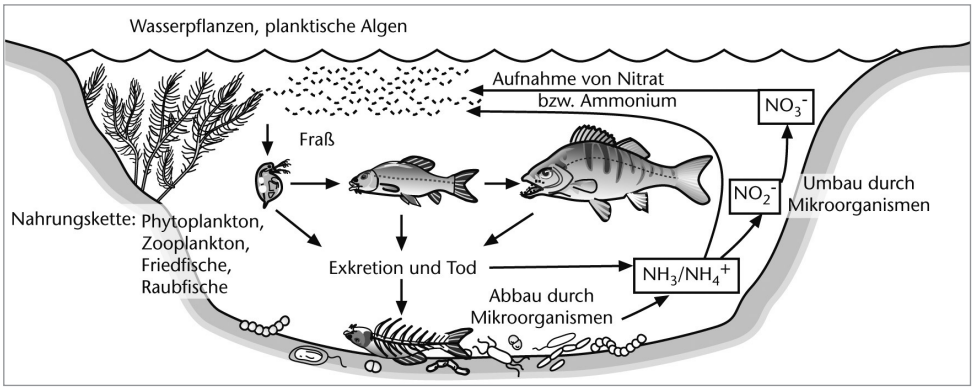
### Info: Aquarienfilter

Das angesaugte Aquarienwasser wird im Filter durch unterschiedliche Filtermaterialien geleitet, an denen sich verschiedenste Mikroorganismen und Kleinstlebewesen sehr gut ansiedeln können. Neben der mechanischen Abfilterung von Schwebeteilchen und dem allgemeinen Abbau von Biomasse (z.B. Futterreste, Kot, abgestorbenes Pflanzenmaterial) ist eine der Hauptaufgaben der Abbau bzw. Umbau stickstoffhaltiger Stoffwechselendprodukte (Ammoniak) über Nitrit zu Nitrat – ausreichend hoher Sauerstoffgehalt vorausgesetzt. Die Filterpumpe drückt das gefilterte Wasser anschließend wieder in das Aquarium zurück, wobei eine zusätzliche Sauerstoffanreicherung erfolgen kann.

# Wer tauscht im See das Wasser aus?

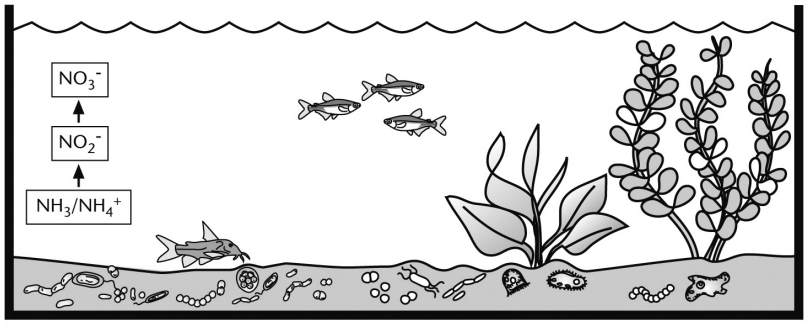
**Machen Sie sich mit dem – vereinfachten – Stickstoffkreislauf in einem See vertraut (Grafik A). Verfolgen Sie hierzu den Stickstoffstrom des Eiweißes über das Nahrungsnetz bis zum Abbau der pflanzlichen und tierischen Biomasse durch Mikroorganismen und die Wiederaufnahme des Stickstoffs in Pflanzen:**

Ⓐ




**1.** **Vergleichen Sie in der Folge den Stickstoffkreislauf im See mit dem in einem Aquarium! Vervollständigen Sie die Grafik B durch Pfeile und Beschriftungen.**

Ⓑ




**2.** **Wie Sie wissen, wird in einem Aquarium das Wasser mithilfe eines Filters (siehe Infokasten) gereinigt. Zeichnen Sie bitte einen Innenfilter symbolisiert (Kasten mit Ein- und Austrittsöffnung) an die passende Stelle in der Grafik ein.**

**3.** **Zu den Unterschieden im Stickstoffkreislauf zwischen See u. Aquarium: Welche Bedeutung hat das Füttern der Fische?**

**4.** **Weshalb muss, trotz der Filterung, in regelmäßigen Abständen bei einem Aquarium ein Teilwasserwechsel durchgeführt werden?**

## Info: Aquarienfilter

Das angesaugte Aquarienwasser wird im Filter durch unterschiedliche Filtermaterialien geleitet, an denen sich verschiedenste Mikroorganismen und Kleinstlebewesen sehr gut ansiedeln können. Neben der mechanischen Abfilterung von Schwebeteilchen und dem allgemeinen Abbau von Biomasse (z.B. Futterreste, Kot, abgestorbenes Pflanzenmaterial) ist eine der Hauptaufgaben der Abbau bzw. Umbau stickstoffhaltiger Stoffwechselendprodukte (Ammoniak) über Nitrit zu Nitrat – ausreichend hoher Sauerstoffgehalt vorausgesetzt. Die Filterpumpe drückt das gefilterte Wasser anschließend wieder in das Aquarium zurück, wobei eine zusätzliche Sauerstoffanreicherung erfolgen kann.

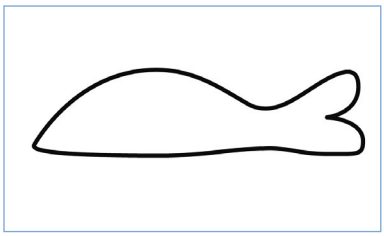
# Die Letzten werden die Ersten sein

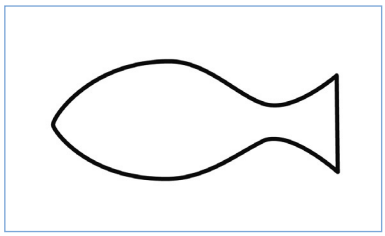
Hinweis: Dieses Arbeitsblatt sollte nach Möglichkeit zusammen mit Arbeitsblatt 18 (Evolution: Die Erklärung der Artenvielfalt II) eingesetzt werden.

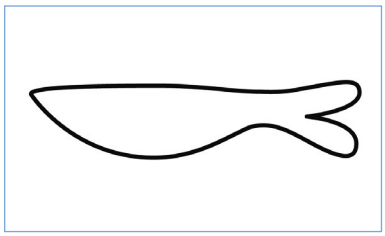
Fische sind stammesgeschichtlich die ältesten Wirbeltiere – es gab bereits vor 360 Millionen Jahren eine Urfischform. Heute kennt man weltweit mehr als 24.000 verschiedene Fischarten. In unserem tropischen Gesellschaftsbecken leben der Neonsalmler (*Paracheirodon innesi*), der Blaue Antennenwels (*Ancistrus dolichopterus*) und der Silberbeilbauchfisch (*Gasteropelecus sternicla*).

**1.** **Beobachte die drei Fischarten, die im tropischen Gesellschaftsbecken vorkommen, und achte dabei besonders auf die Körper- und Maulform der Tiere.**

**2.** **Mache von je einem Vertreter jeder Fischart eine schematische Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achte dabei besonders auf die Bauch- und die Rückenlinie sowie das Maul und hebe diese farbig hervor: Bauchlinie = blau, Rückenlinie = rot, Maul = grün.**







**Info: Mutation und Selektion**
Wie können in der Natur aus einer Ursprungsform neue Arten hervorgehen? Alle Tiere einer Art zeigen in ihrem Aussehen Unterschiede, die irgendwann durch kleine Veränderungen in den Erbanlagen zustande gekommen sind. Dies nennt man Mutation. Die unterschiedlichen Merkmale sind dafür verantwortlich, dass die Vertreter einer Art unterschiedlich gut an ihre Umwelt angepasst sind. Nur die am besten angepassten Tiere überleben und sind somit die einzigen, von denen es Nachkommen gibt. Die nicht angepassten Tiere sterben mit einer höheren Wahrscheinlichkeitsrate (Klima, Nahrung, Fressfeinde) und haben somit nur wenige oder gar keine Nachkommen. Diesen eben beschriebenen Vorgang bezeichnet man als Auslese oder Selektion.

**3.** **Lies den Text aus dem Infokasten und überlege am Beispiel der drei Fischarten, in welcher Weise sie jeweils optimal an ihren speziellen Lebensraum angepasst sind.**

Die drei Fischarten sind jeweils durch ihre Maulstellung an die Art der Nahrungsaufnahme angepasst: der Neonsalmler (Maulstellung nach vorne) kommt v.a. im freien Wasser vor und nimmt dort auch Nahrung auf. Der Wels (Maulöffnung nach unten gerichtet) kommt v.a. am Grund vor und kann dort gut Nahrung aufnehmen. Der Silberbeilbauchfisch (Maul nach oben) ist v.a. an der Wasseroberfläche zu finden, seine Maulstellung ist eine Anpassung an die Futteraufnahme von oben.

# Die Letzten werden die Ersten sein

Fische sind stammesgeschichtlich die ältesten Wirbeltiere – es gab bereits vor 360 Millionen Jahren eine Urfischform. Heute kennt man weltweit mehr als 24.000 verschiedene Fischarten. In unserem tropischen Gesellschaftsbecken leben der Neonsalmler (*Paracheirodon innesi*), der Blaue Antennenwels (*Ancistrus dolichopterus*) und der Silberbeilbauchfisch (*Gasteropelecus sternicla*).

**1.** **Beobachte die drei Fischarten, die im tropischen Gesellschaftsbecken vorkommen, und achte dabei besonders auf die Körper- und Maulform der Tiere.**

**2.** **Mache von je einem Vertreter jeder Fischart eine schematische Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achte dabei besonders auf die Bauch- und die Rückenlinie sowie das Maul und hebe diese farbig hervor: Bauchlinie = blau, Rückenlinie = rot, Maul = grün.**

**Info: Mutation und Selektion**
Wie können in der Natur aus einer Ursprungsform neue Arten hervorgehen? Alle Tiere einer Art zeigen in ihrem Aussehen Unterschiede, die irgendwann durch kleine Veränderungen in den Erbanlagen zustande gekommen sind. Dies nennt man Mutation. Die unterschiedlichen Merkmale sind dafür verantwortlich, dass die Vertreter einer Art unterschiedlich gut an ihre Umwelt angepasst sind. Nur die am besten angepassten Tiere überleben und sind somit die einzigen, von denen es Nachkommen gibt. Die nicht angepassten Tiere sterben mit einer höheren Wahrscheinlichkeitsrate (Klima, Nahrung, Fressfeinde) und haben somit nur wenige oder gar keine Nachkommen. Diesen eben beschriebenen Vorgang bezeichnet man als Auslese oder Selektion.

**3.** **Lies den Text aus dem Infokasten und überlege am Beispiel der drei Fischarten, in welcher Weise sie jeweils optimal an ihren speziellen Lebensraum angepasst sind.**

# Evolution: Die Erklärung der Artenvielfalt II

**L18**

Arbeitsblatt Sek.I | Lehrerbogen

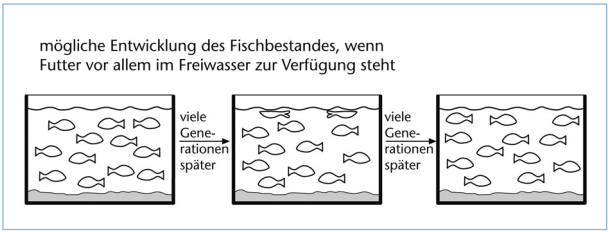
## Die Letzten werden die Ersten sein

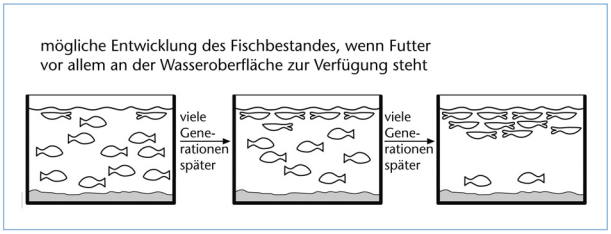
Hinweis: Dieses Arbeitsblatt sollte nach Möglichkeit zusammen mit Arbeitsblatt 17 (Evolution: Die Erklärung der Artenvielfalt I) eingesetzt werden.

**Info: Was sind Gedankenexperimente?**
Gedankenexperimente helfen dabei, Erklärungen für Sachverhalte zu finden, wenn ein echtes Experiment nicht möglich ist. In den vorliegenden Gedankenexperimenten wird davon ausgegangen, dass die Fische in Abb. a) über viele Generationen vor allem im Freiwasser Futter zur Verfügung hatten, in Abb. b) fast ausschließlich nur Futter an der Wasseroberfläche.

**1.** **Betrachte genau die folgenden Gedankenexperimente zur Erklärung der Artenvielfalt bei Fischen und lies dazu den Text „Was sind Gedankenexperimente?"**
**Entwickele gemeinsam mit deiner Nachbarin/ deinem Nachbarn aus dem Material zur Erklärung der Artenvielfalt (Arbeitsblätter S17 und S18) eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Fischbestände in den Becken und formuliert einen Ergebnistext zur Entstehung der beiden unterschiedlichen Fischarten.**

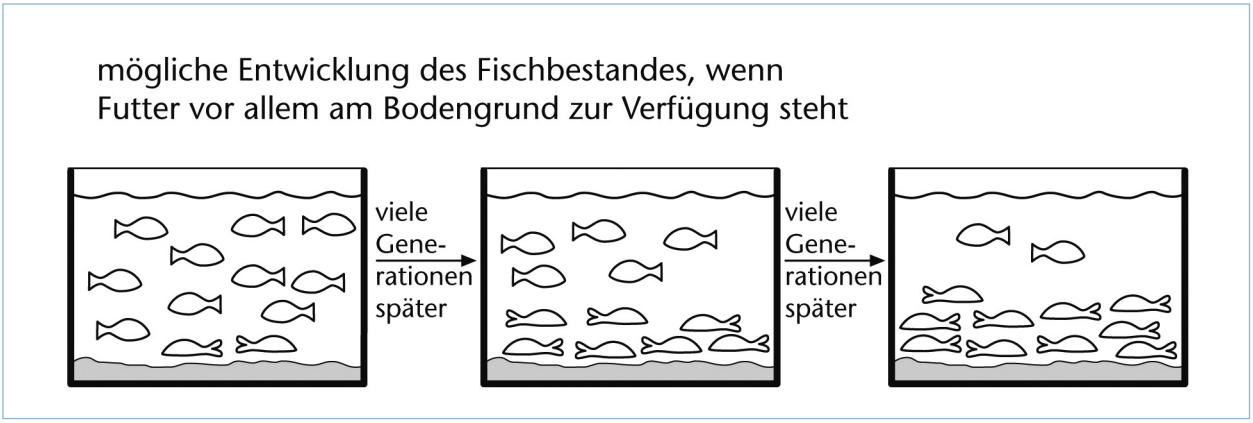
Es können sich in a) durch Mutationen zwar Fische mit anderen Merkmalen herausbilden (hier die Fische mit Maul nach oben, die eher an der Wasseroberfläche schwimmen). Über einen langen Zeitraum steht aber v.a. im Freiwasser Futter zur Verfügung. Dadurch sind keine speziellen Anpassungen für die Nahrungsaufnahme notwendig und es setzen sich – auch nach vielen Generationen – keine anderen Merkmale durch. Das Aussehen der Fische bleibt folglich unverändert.
Wenn, wie in Gedankenexperiment b), Fischfutter v.a. an der Wasseroberfläche vorhanden ist, sind die Fische im Vorteil, die aufgrund von Mutationen ein nach oben gerichtetes Maul haben und besser an die Nahrungsaufnahme angepasst sind. Folglich bekommen diese Tiere mehr Nachkommen als die Fische ohne dieses Merkmal, sodass nach vielen Generationen zwei verschiedene Fischarten mit unterschiedlichen Merkmalen entstanden sind.




**2.** **Wende nun eure Überlegungen an und gehe, wieder im Gedankenexperiment, davon aus, dass die Fische über lange Zeit v.a. Futter am Bodengrund finden konnten. Zeichne die möglichen Fischbestände in die drei Becken ein.**

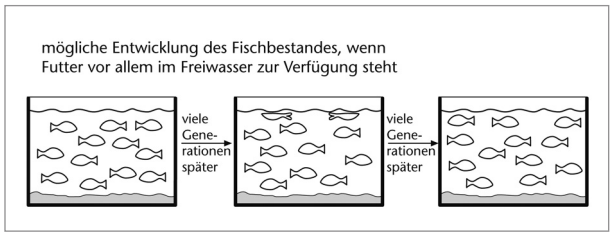
Über viele Generationen bekommen die Fische mehr Nachkommen, deren nach unten gerichtetes Maul besser an die Nahrungsaufnahme am Bodengrund angepasst ist. Auch hier entstehen also nach vielen Generationen zwei verschiedene Fischarten mit unterschiedlichen Merkmalen bzgl. der Nahrungsaufnahme.

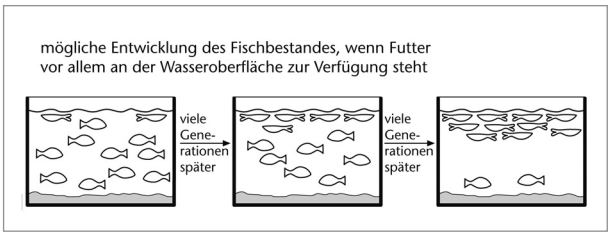


# Die Letzten werden die Ersten sein

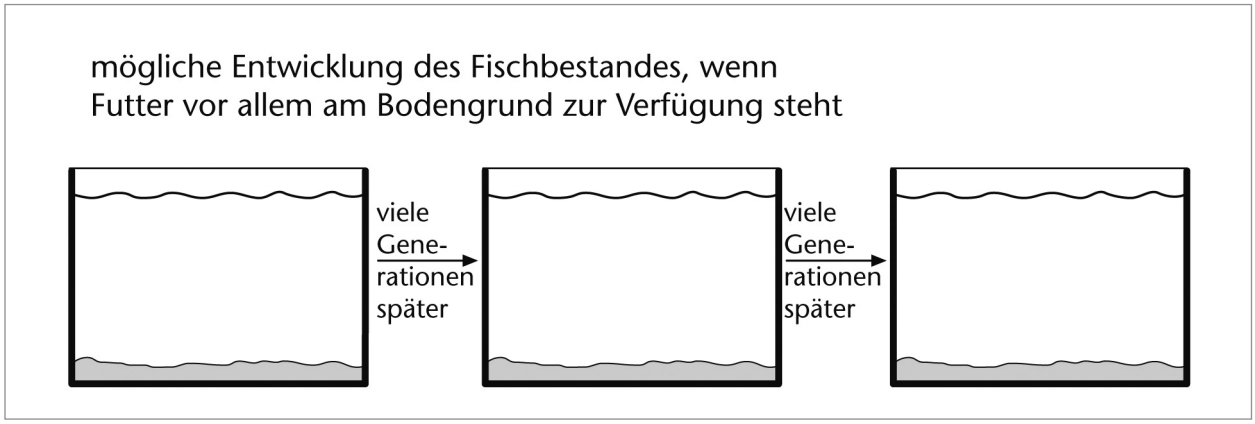
**Info: Was sind Gedankenexperimente?**
Gedankenexperimente helfen dabei, Erklärungen für Sachverhalte zu finden, wenn ein echtes Experiment nicht möglich ist. In den vorliegenden Gedankenexperimenten wird davon ausgegangen, dass die Fische in Abb. a) über viele Generationen vor allem im Freiwasser Futter zur Verfügung hatten, in Abb. b) fast ausschließlich nur Futter an der Wasseroberfläche.

**1.** **Betrachte genau die folgenden Gedankenexperimente zur Erklärung der Artenvielfalt bei Fischen und lies dazu den Text „Was sind Gedankenexperimente?"**
**Entwickele gemeinsam mit deiner Nachbarin/ deinem Nachbarn aus dem Material zur Erklärung der Artenvielfalt (Arbeitsblätter S17 und S18) eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Fischbestände in den Becken und formuliert einen Ergebnistext zur Entstehung der beiden unterschiedlichen Fischarten.**




**2.** **Wende nun eure Überlegungen an und gehe, wieder im Gedankenexperiment, davon aus, dass die Fische über lange Zeit v.a. Futter am Bodengrund finden konnten. Zeichne die möglichen Fischbestände in die drei Becken ein.**



# Evolution: Angepasstheit bei Fischen

**L19**

Arbeitsblatt Sek.II

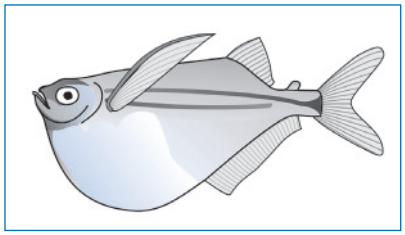
Lehrerbogen

## Fische gehen ins (Daumen-)Kino

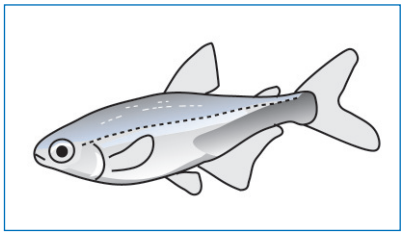
**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken zur Entwicklung der Körper- und Maulformen der Fische:**

**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**
*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch)

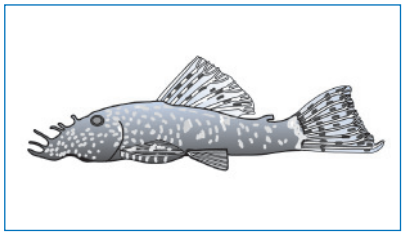
**2.** **Machen Sie von je einem Vertreter der drei Fischarten eine schematische Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achten Sie hierbei besonders auf die Bauch- und Rückenlinie sowie das Maul und heben Sie diese farbig hervor: Bauchlinie = blau, Rückenlinie = rot, Maul = grün.**



*Silberbeilbauchfisch*



*Neonsalmler*



*Blauer Antennenwels*

**3.** **Beschreiben Sie am Beispiel des Silberbeilbauchfisches, in welcher Weise diese Tierart an das Leben an der Wasseroberfläche angepasst ist.**
Durch die gerade Rückenlinie und das nach oben gerichtete Maul ist die Art auf die Aufnahme von Beute an der Wasseroberfläche spezialisiert.

**4.** **Gehen Sie der Frage nach, wie sich die besondere Körper- und Maulform des Silberbeilbauchfisches stammesgeschichtlich entwickelt haben könnte. Nehmen Sie dabei der Einfachheit halber an, dass die Ausgangsform der stammesgeschichtlichen Entwicklung der des heutigen Neonsalmlers entspricht.**
**Skizzieren Sie, welchen Einfluss die Evolutionsfaktoren Mutation und Selektion auf die Herausbildung dieser an die Wasseroberfläche angepassten Körperform gehabt haben könnten.**

**Mutation:** Zufällige und ungerichtete Veränderung des Erbgutes bzgl. der entsprechenden Merkmale: Bauch- und Rückenlinie, Maulform, Flossenform und -stellung, Zunahme der Allele im Genpool - Erhöhung der genetischen Variabilität

**Selektion:** Die erhöhte genetische Variabilität führt auch zu flachrückigeren Fischen, die etwas leichter Futter von der Wasseroberfläche aufnehmen können als andere. Bei gleichzeitiger Überproduktion im Gewässer führt diese bessere Angepasstheit an das Leben an der Wasseroberfläche zu einer höheren Überlebens- und Fortpflanzungsrate; „survival of the fittest"; an der Wasseroberfläche steigt der Selektionsdruck gegen die „Urfischform"

**5.** **Machen Sie sich den allmählichen Wandel der Körperform von der „Urfischform" zum Silberbeilbauchfisch mithilfe eines Daumenkinos deutlich (mindestens 20 Einzelbilder, siehe Infokasten). Das erste Blatt muss dabei einem Neonsalmler ähneln, das letzte Blatt zeigt einen Silberbeilbauchfisch.**

### Info: Daumenkino

Ein Daumenkino ist ein Abblätterbuch, das sich wie das Kino die Nachbildwirkung zunutze macht und dem Betrachter ermöglicht, eine Sequenz von Einzelbildern als fortlaufende Bildfolge zu betrachten. Das Daumenkino, das aus der Mitte des 19. Jahrhunderts stammt, kann als Vorläufer der kinematografischen Projektion angesehen werden.
Man kann sich ein Daumenkino leicht aus der Ecke eines Notizblocks oder einem Stapel gleichgroßer Zettel basteln. Anleitungen gibt es reichlich im Internet! Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt.

# Fische gehen ins (Daumen-)Kino

**Beobachten Sie die Tiere im tropischen Gesellschaftsbecken und machen Sie sich Gedanken zur Entwicklung der Körper- und Maulformen der Fische:**

**1.** **Machen Sie sich mit den im Aquarium lebenden Fischarten vertraut:**
*Paracheirodon innesi* (Neonsalmler), *Ancistrus dolichopterus* (Blauer Antennenwels), *Gasteropelecus sternicla* (Silberbeilbauchfisch)

**2.** **Machen Sie von je einem Vertreter der drei Fischarten eine schematische Skizze der Körpersilhouette in Seitenansicht. Achten Sie hierbei besonders auf die Bauch- und Rückenlinie sowie das Maul und heben Sie diese farbig hervor: Bauchlinie = blau, Rückenlinie = rot, Maul = grün.**

| *Silberbeilbauchfisch* | *Neonsalmler* | *Blauer Antennenwels* |
|---|---|---|

**3.** **Beschreiben Sie am Beispiel des Silberbeilbauchfisches, in welcher Weise diese Tierart an das Leben an der Wasseroberfläche angepasst ist.**

**4.** **Gehen Sie der Frage nach, wie sich die besondere Körper- und Maulform des Silberbeilbauchfisches stammesgeschichtlich entwickelt haben könnte. Nehmen Sie dabei der Einfachheit halber an, dass die Ausgangsform der stammesgeschichtlichen Entwicklung der des heutigen Neonsalmlers entspricht.**
**Skizzieren Sie, welchen Einfluss die Evolutionsfaktoren Mutation und Selektion auf die Herausbildung dieser an die Wasseroberfläche angepassten Körperform gehabt haben könnten.**

**Mutation:**

**Selektion:**

**5.** **Machen Sie sich den allmählichen Wandel der Körperform von der „Urfischform“ zum Silberbeilbauchfisch mithilfe eines Daumenkinos deutlich (mindestens 20 Einzelbilder, siehe Infokasten). Das erste Blatt muss dabei einem Neonsalmler ähneln, das letzte Blatt zeigt einen Silberbeilbauchfisch.**

## Info: Daumenkino

Ein Daumenkino ist ein Abblätterbuch, das sich wie das Kino die Nachbildwirkung zunutze macht und dem Betrachter ermöglicht, eine Sequenz von Einzelbildern als fortlaufende Bildfolge zu betrachten. Das Daumenkino, das aus der Mitte des 19. Jahrhunderts stammt, kann als Vorläufer der kinematografischen Projektion angesehen werden.
Man kann sich ein Daumenkino leicht aus der Ecke eines Notizblocks oder einem Stapel gleichgroßer Zettel basteln. Anleitungen gibt es reichlich im Internet! Der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt.

# Mikroorganismen im Aquarium I

**L20**

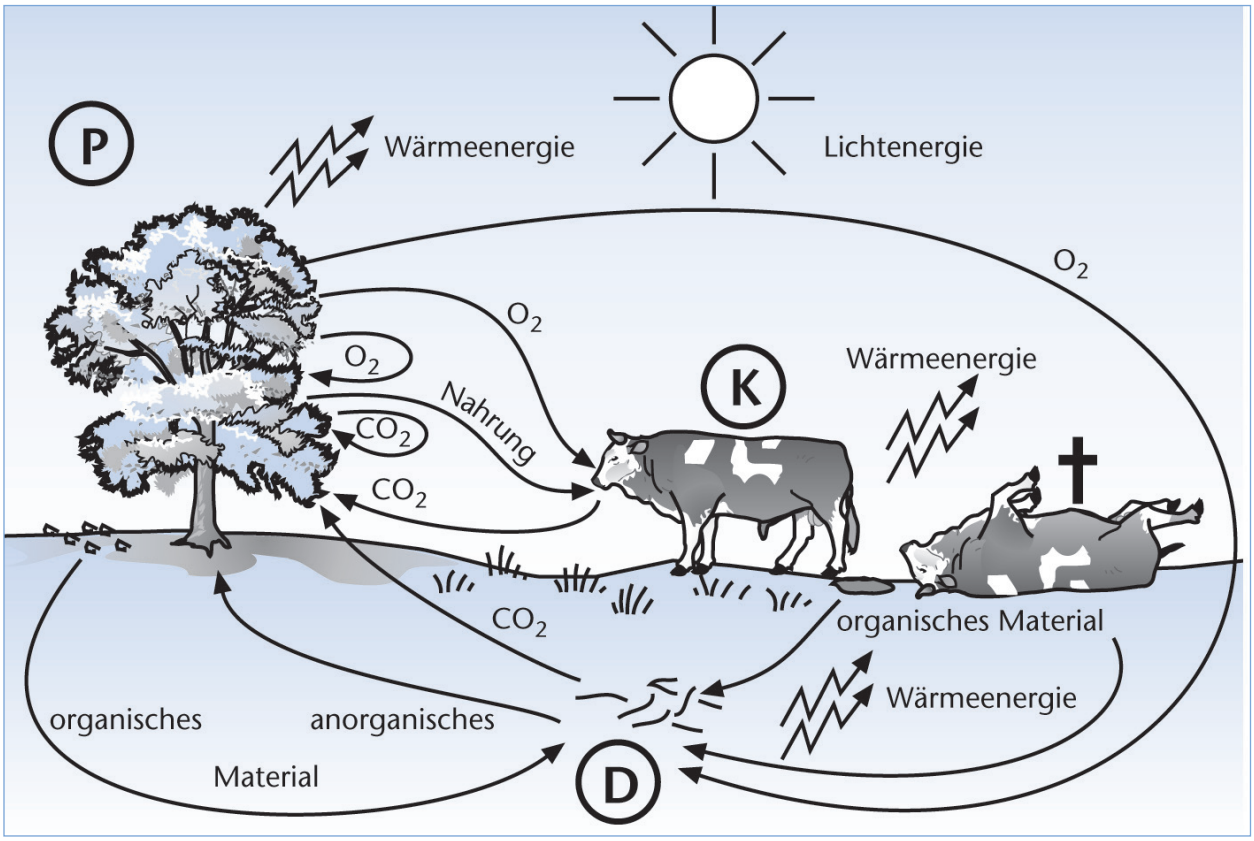
Arbeitsblatt Sek.II

Lehrerbogen

## „In mein Aquarium kommen nur Fische und Pflanzen – sonst Nichts"

Hinweis: Dieses Arbeitsblatt sollte nach Möglichkeit zusammen mit Arbeitsblatt 21 (Mikroorganismen im Aquarium II) eingesetzt werden.

**1.** **Was ist an diesem leichtfertigen Ausspruch falsch? Aktualisieren Sie Ihr Wissen über das ökologische Wirkgefüge in der Natur, indem Sie in der unten stehenden Grafik die funktionellen Gruppen farbig markieren: Produzenten = grün, Konsumenten = blau, Destruenten = rot! Beschriften Sie außerdem die Pfeile der Stoff- bzw. Energieströme!**



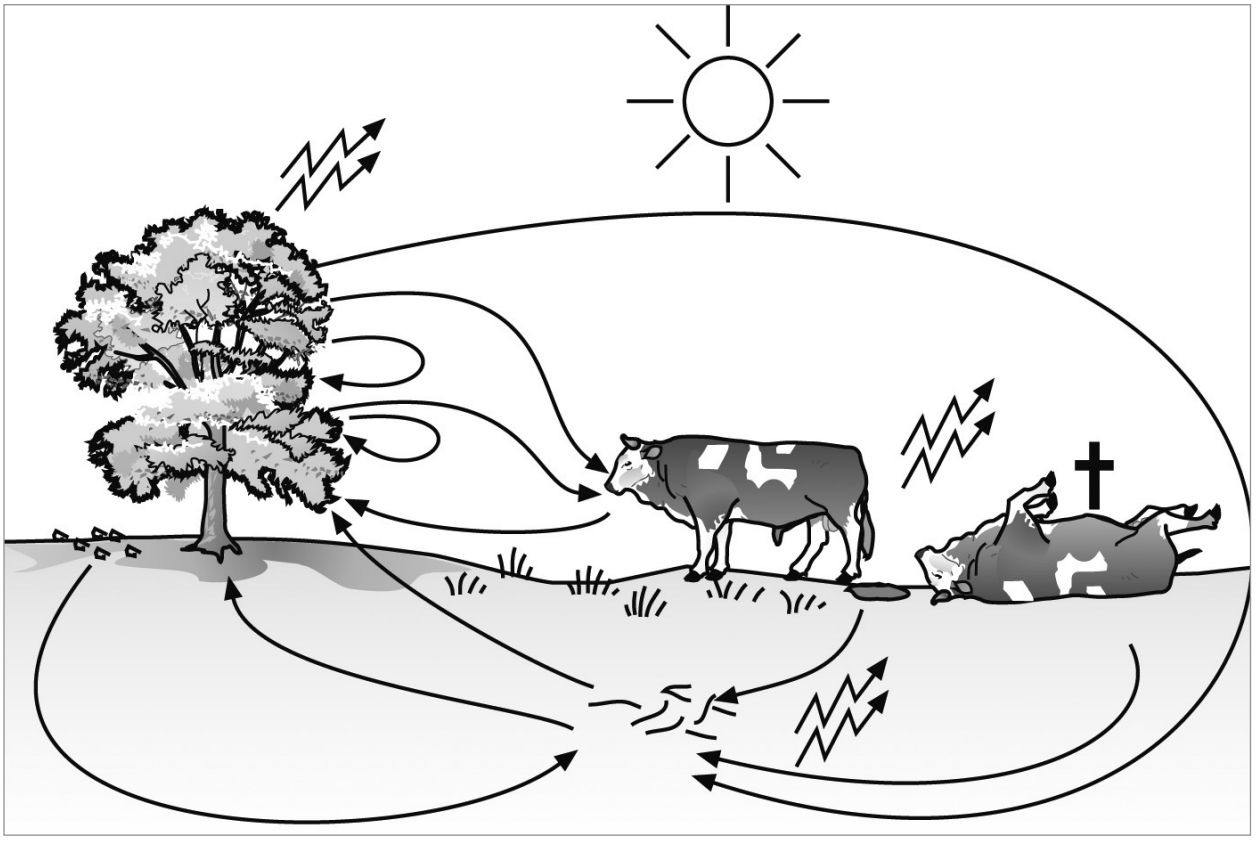

Zur Abbildung: Die Abbildung stellt das ökologische Wirkgefüge in der Natur vereinfacht dar. Der Baum und die Kühe stehen hier stellvertretend für alle Produzenten bzw. Konsumenten und sind als Symbole zu sehen.

**2.** **Schauen Sie sich das Schulaquarium genau an und übertragen Sie die ökologische Sichtweise des Kuh-Baum-Schemas auf dieses aquatische Ökosystem.**

➤ grüne Pflanzen (inkl. Algen) = Produzenten, Fische/Schnecken etc. Konsumenten, Destruenten „irgendwo" im Aquarium (Filter? – Freiwasser? – Bodengrund?)

# „In mein Aquarium kommen nur Fische und Pflanzen – sonst Nichts"

**1.** **Was ist an diesem leichtfertigen Ausspruch falsch? Aktualisieren Sie Ihr Wissen über das ökologische Wirkgefüge in der Natur, indem Sie in der unten stehenden Grafik die funktionellen Gruppen farbig markieren: Produzenten = grün, Konsumenten = blau, Destruenten = rot! Beschriften Sie außerdem die Pfeile der Stoff- bzw. Energieströme!**



**2.** **Schauen Sie sich das Schulaquarium genau an und übertragen Sie die ökologische Sichtweise des Kuh-Baum-Schemas auf dieses aquatische Ökosystem.**

# Mikroorganismen im Aquarium II

**L21**

Arbeitsblatt Sek.II

Lehrerbogen

## „In mein Aquarium kommen nur Fische und Pflanzen – sonst Nichts"

Hinweis: Dieses Arbeitsblatt sollte nach Möglichkeit zusammen mit Arbeitsblatt 20 (Mikroorganismen im Aquarium I) eingesetzt werden.

**1.** **Untersuchen Sie nach den folgenden Experimentiervorlagen die Mikroorganismen Ihres Aquariums!**

**1.1 Öffnen Sie den Filter des Schulaquariums und machen Sie sich mit seiner Struktur und Funktionsweise vertraut (siehe auch Infokasten)!**

**1.2 Entnehmen Sie eine Probe des der Filtermasse anhaftenden dunklen Materials, indem Sie z.B. gebrauchte Filterwatte oder den Schaumstofffilter des Aquariums in ein Becherglas ausdrücken. Lassen Sie die dunklen Flocken kurz absetzen und geben Sie von diesem Material mit einer Pipette eine kleine Probe auf einen Objektträger. Legen Sie ein Deckglas auf und untersuchen Sie die Probe unter dem Mikroskop. Zeichnen und bestimmen Sie möglicht viele der Lebewesen mithilfe der Bestimmungsliteratur!**

➤ **Hinweis:** Den Filter mindestens zwei Wochen vor der Beobachtung nicht reinigen!

**1.3 Sie erhalten von der Lehrkraft Fangobjektträger, die mehrere Wochen in dem Wasser Ihres Schulaquariums hingen. Trocknen Sie diese auf der Unterseite ab, legen Sie ein großes oder zwei kleine Deckgläser auf und mikroskopieren Sie. Zeichnen und bestimmen Sie möglicht viele der Lebewesen mithilfe der Bestimmungsliteratur!**

➤ **Hinweis:** Zwei saubere Objektträger aufeinander legen, an den Schmalseiten mit je einer Plastikwäscheklammer versehen und in das Freiwasser des Aquariums hängen. Sie sollten mindestens zwei Wochen gut belichtet im Schulaquarium hängen.

**2.** **Wie unterscheiden sich die Lebewesen aus dem Material des Filters und den Fangobjektträgern der Freiwasserzone des Aquariums? Zu welchen funktionellen Gruppen im aquatischen Ökosystem gehören sie und welche Funktion haben sie darin?**

➤ **im Filtermaterial werden unter anderem gefunden:**

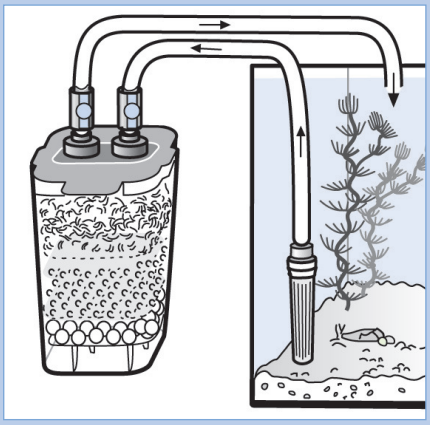
- *Bacteriophyta* (Bakterien)
- Einzeller: *Ciliata* (Wimpertierchen), *Rhizopoda* (Wurzelfüßer, Amöben)
- *Plathelminthes* (Plattwürmer) z.B. *Turbellaria* (Strudelwürmer)
- *Nemathelminthes* (Schlauchwürmer) z.B. *Rotatoria* (Rädertierchen), *Gastrotricha* (Bauchhärlinge), *Nematodes* (Fadenwürmer)
- *Annelida* (Gliederwürmer)

➤ **auf den Fangobjektträgern werden unter anderem gefunden:**

- *Bacteriophyta* (Bakterien)
- *Diatomeae* (Kieselalgen), *Chlorophyta* (Grünalgen)
- *Nemathelminthes* (Schlauchwürmer) z.B. *Rotatoria* (Rädertierchen), *Nematodes* (Fadenwürmer)

**Info: Aquarienfilter**

Das angesaugte Aquarienwasser wird im Filter durch unterschiedliche Filtermaterialien geleitet, an denen sich verschiedenste Mikroorganismen und Kleinstlebewesen sehr gut ansiedeln können. Neben der mechanischen Abfilterung von Schwebeteilchen und dem allgemeinen Abbau von Biomasse (z.B. Futterreste, Kot, abgestorbenes Pflanzenmaterial) ist eine der Hauptaufgaben der Abbau bzw. Umbau stickstoffhaltiger Stoffwechselendprodukte (Ammoniak) über Nitrit zu Nitrat – ausreichend hoher Sauerstoffgehalt vorausgesetzt. Die Filterpumpe drückt das gefilterte Wasser anschließend wieder in das Aquarium zurück, wobei eine zusätzliche Sauerstoffanreicherung erfolgen kann.



# Mikroorganismen im Aquarium II

**S21**

Arbeitsblatt Sek.II

Schülerbogen

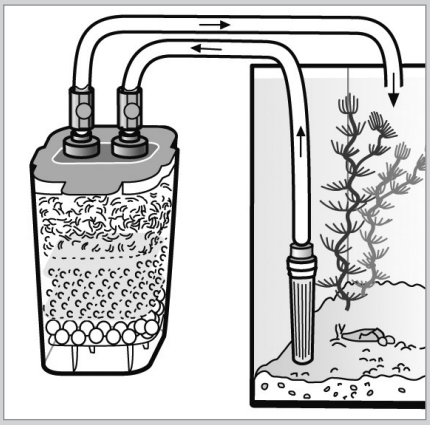
## „In mein Aquarium kommen nur Fische und Pflanzen – sonst Nichts"

**1.** **Untersuchen Sie nach den folgenden Experimentiervorlagen die Mikroorganismen Ihres Aquariums!**

**1.1 Öffnen Sie den Filter des Schulaquariums und machen Sie sich mit seiner Struktur und Funktionsweise vertraut (siehe auch Infokasten)!**

**1.2 Entnehmen Sie eine Probe des der Filtermasse anhaftenden dunklen Materials, indem Sie z.B. gebrauchte Filterwatte oder den Schaumstofffilter des Aquariums in ein Becherglas ausdrücken. Lassen Sie die dunklen Flocken kurz absetzen und geben Sie von diesem Material mit einer Pipette eine kleine Probe auf einen Objektträger. Legen Sie ein Deckglas auf und untersuchen Sie die Probe unter dem Mikroskop. Zeichnen und bestimmen Sie möglicht viele der Lebewesen mithilfe der Bestimmungsliteratur!**

**1.3 Sie erhalten von der Lehrkraft Fangobjektträger, die mehrere Wochen in dem Wasser Ihres Schulaquariums hingen. Trocknen Sie diese auf der Unterseite ab, legen Sie ein großes oder zwei kleine Deckgläser auf und mikroskopieren Sie. Zeichnen und bestimmen Sie möglicht viele der Lebewesen mithilfe der Bestimmungsliteratur!**

**2.** **Wie unterscheiden sich die Lebewesen aus dem Material des Filters und den Fangobjektträgern der Freiwasserzone des Aquariums? Zu welchen funktionellen Gruppen im aquatischen Ökosystem gehören sie und welche Funktion haben sie darin?**

**Info: Aquarienfilter**
Das angesaugte Aquarienwasser wird im Filter durch unterschiedliche Filtermaterialien geleitet, an denen sich verschiedenste Mikroorganismen und Kleinstlebewesen sehr gut ansiedeln können. Neben der mechanischen Abfilterung von Schwebeteilchen und dem allgemeinen Abbau von Biomasse (z.B. Futterreste, Kot, abgestorbenes Pflanzenmaterial) ist eine der Hauptaufgaben der Abbau bzw. Umbau stickstoffhaltiger Stoffwechselendprodukte (Ammoniak) über Nitrit zu Nitrat – ausreichend hoher Sauerstoffgehalt vorausgesetzt. Die Filterpumpe drückt das gefilterte Wasser anschließend wieder in das Aquarium zurück, wobei eine zusätzliche Sauerstoffanreicherung erfolgen kann.