

**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

Lehrstuhl Didaktik der Biologie

## **Anhang zur Dissertationsschrift**

### **Bionik-Unterricht zwischen natürlichem Vorbild und technischer Anwendung**

**- Eine Studie zu Technikbegeisterung,  
naturwissenschaftlicher Motivation  
und langfristigem Wissenserwerb -**

*Unterrichtsmaterialien zur Intervention*

Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften  
der Universität Bayreuth

vorgelegt von

Michaela Marth

Geburtsort: Marktredwitz

2017



Dieser Anhang enthält alle **Unterrichtsmaterialien** und **Fragebögen** zur Intervention „Bionik“ von Michaela Marth, die im Rahmen der Dissertation angefertigt wurden.

In der Dissertationsschrift sind die Stationen detailliert beschrieben und alle zugehörigen Materialien beigefügt, vereinzelt werden Bilder aus urheberrechtlichen Gründen nicht abgedruckt.

Der Großteil der Unterrichtsmaterialien wurde während der Masterarbeit von Michaela Marth entwickelt und auf diese aufgebaut.

Die Fragebögen wurden zum Teil der Literatur entnommen oder selbst entwickelt und für die Intervention Bionik angepasst.



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN.....</b>	<b>9</b>
1.1	Station 1a. Was ist Bionik? .....	12
1.2	Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur.....	13
1.3	Station 2a. Schneller mit dem Strom .....	14
1.4	Station 2b. Der Strom im Delphinarium.....	16
1.5	Station 2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze .....	17
1.6	Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse .....	19
1.7	Station 3b. Fin Ray-Effekt.....	20
1.8	Station 4. Kommunikation unter Wasser.....	23
1.9	Station 5. Hautsache .....	25
1.10	Station 6. Zusatz: Bedrohung Mensch.....	27
1.11	Station 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum .....	29
<b>2</b>	<b>FORSCHERHEFT: BIONIK.....</b>	<b>31</b>
2.1	Deckblatt .....	31
2.2	Allgemeine Informationen.....	32
2.3	Wegeplan.....	33
2.4	Symbolerklärungen .....	34
2.5	Aufgabenblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?.....	35
2.6	Infoblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?.....	36
2.7	Aufgabenblatt zur Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur.....	37
2.8	Aufgabenblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom .....	38
2.9	Aufgabenblatt zur Station 2b. Der Strom im Delphinarium.....	40
2.10	Aufgabenblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze .....	41
2.11	Aufgabenblatt zur Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse .....	42
2.12	Aufgabenblatt zur Station 3b. Fin Ray-Effekt der Fischflosse.....	43
2.13	Aufgabenblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser.....	44
2.14	Aufgabenblatt zur Station 5. Hautsache .....	46
2.15	Aufgabenblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch .....	47
2.16	Aufgabenblatt zur Station 7. Irrgarten Bionicum .....	48
2.17	Laufzettel.....	50
<b>3</b>	<b>ZUSÄTZLICHES MATERIAL DER STATIONEN .....</b>	<b>51</b>
3.1	Plakat zum Zuordnen zur Station 1b.Bionik: Erfindungen der Natur .....	51
3.2	Versuchsanleitung zur Station 2a. Schneller mit dem Strom .....	52
3.3	Infoblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze .....	53

3.4	Infoblatt zur Station 3b. Fin Ray-Effekt.....	54
3.5	Versuchsanleitung zur Station 3b. Fin Ray-Effekt.....	55
3.6	Infoblatt zur Station 4.Kommunikation unter Wasser.....	56
3.7	Infoblatt zur Station 5. Hautsache .....	57
3.8	Plakat zum Sortieren der Gegenstände zur Station 5. Hautsache.....	58
3.9	Infoblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch .....	59
<b>4</b>	<b>LÖSUNG SHEFT.....</b>	<b>60</b>
4.1	Lösungsblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?.....	60
4.2	Lösungsblatt zur Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur .....	61
4.3	Lösungsblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom .....	62
4.4	Lösungsblatt zur Station 2b. Der Strom im Delphinarium .....	64
4.5	Lösungsblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze .....	65
4.6	Lösungsblatt zur Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse .....	66
4.7	Lösungsblatt zur Station 3b. Fin Ray-Effekt der Fischflosse.....	67
4.8	Lösungsblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser .....	68
4.9	Lösungsblatt zur Station 5.Hautsache .....	70
4.10	Lösungsblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch.....	71
4.11	Lösungsblatt zur Station 7. Irrgarten Bionicum .....	72
<b>5</b>	<b>FRAGEBOGEN.....</b>	<b>74</b>
5.1	Fragebogen Technik .....	75
5.2	Schülerwissensfragebogen zur Intervention .....	77
5.3	Schülerfragebogen zur naturwissenschaftlichen Motivation.....	82
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>84</b>

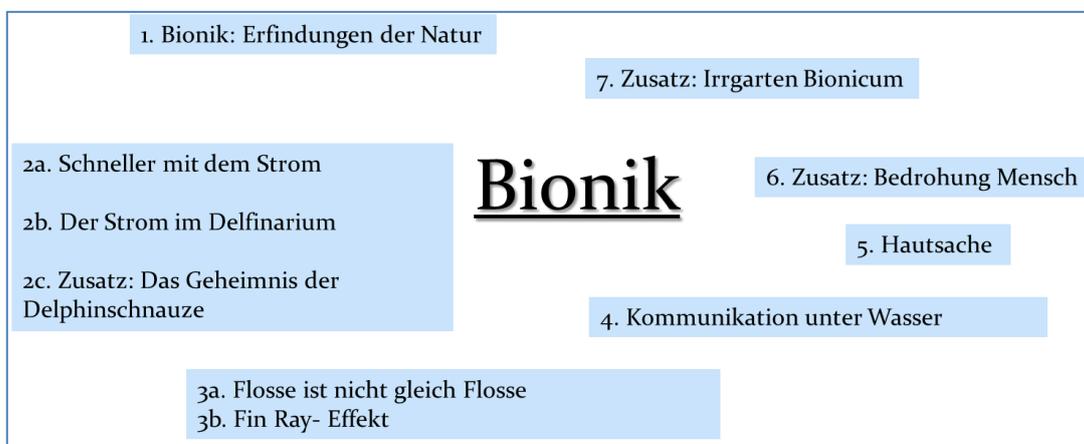
# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überblick der elf entwickelten Lernstationen .....	9
Abbildung 2: Symbolerklärungen .....	10
Abbildung 3: Lageplan des Tiergartens .....	10
Abbildung 4: Laufzettel der einzelnen Stationen .....	11
Abbildung 5: Lernstation 1a Was ist Bionik? .....	12
Abbildung 6: Lernstation 1b. Bionik: Erfindungen der Natur .....	13
Abbildung 7: Beispiel einer Wahr- oder Falschaussage .....	13
Abbildung 8 : Lernstation 2a. Schneller mit dem Strom .....	14
Abbildung 9: Bilderanleitung zum Versuch 2a. Schneller mit dem Strom.....	15
Abbildung 10: Lernstation 2b. Der Strom im Delphinarium .....	17
Abbildung 11: Lernstation 2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze .....	18
Abbildung 12: Lernstation 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse .....	19
Abbildung 13: Fischabbildung mit Flossenbeschriftung .....	19
Abbildung 14: Abbildung des Flossenaufbaus der Delphine .....	20
Abbildung 15: Lernstation 3b. Fin Ray-Effekt .....	21
Abbildung 16: Modell zum Fin Ray-Effekt .....	21
Abbildung 17: Greifer-Modell zum Fin Ray-Effekt .....	22
Abbildung 18: Lernstation 4. Kommunikation unter Wasser .....	23
Abbildung 19: Plakat des schematisierten Tsunami-Frühwarnsystem .....	24
Abbildung 20: Lernstation 5. Hautsache .....	25
Abbildung 21: Tierabbildungen aus Station 5. Hautsache .....	25
Abbildung 22: Lernstation 6. Zusatz: Bedrohung Mensch .....	27
Abbildung 23: Diagramm zur Tötung von Delphinen .....	27
Abbildung 24: Lernstation 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum .....	29
Abbildung 25: Beispielhafte Frage zur Station 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum.....	29



## 1 AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Das Stationenlernen „Bionik“ wurde für den Tiergarten Nürnberg mit angeschlossenem *Bionicum* und der Ausstellung *Ideenreich Natur* entwickelt. Das Stationenlernen richtet sich an Schüler von Jahrgangsstufe 6 bayerischer Gymnasien und Realschulen. Das Stationenlernen besteht aus elf Einzelstationen, wobei drei davon als Zusatzstationen ausgearbeitet wurden (siehe Abbildung 1). Die Zusatzstationen dienen der Differenzierung und wurden für schnellere Schüler ausgearbeitet, welche die Pflicht-Stationen schon vor Ende der Gesamtbearbeitungszeit abgeschlossen haben.



**Abbildung 1: Überblick der elf entwickelten Lernstationen**

Das Arbeitsheft beinhaltet alle Informationen, die die Schüler für die einzelnen Stationen benötigen. Die Schüler können mittels des Arbeitsheftes die Aufgaben selbstständig in Gruppen abarbeiten und sind dabei nicht auf Hilfe der Betreuungspersonen angewiesen. Zusätzliche Hilfe bieten kleine Symbole im Arbeitsheft, die sich bei den jeweiligen Aufgaben wiederfinden (siehe Abbildung 2). Die Schüler können mit Hilfe der Symbole auf den ersten Blick erkennen, was bei der jeweiligen Station zu tun ist.

Alle Stationen befinden sich an einem festen Standort im Seminarraum des Naturkundehauses, im Blauen Salon oder in der Ausstellung „Ideenreich Natur“. Der Lageplan im Arbeitsheft dient den Schülern als Orientierungshilfe im Tiergarten. Die Schüler können auf dem Plan erkennen, welche Stationen sich im Blauen Salon befinden und welche im Naturkundehaus (siehe Abbildung 3).

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

**Diese Symbole sollen dir im Umgang mit deinem Arbeitsheft weiter helfen :**

	Notiere dir etwas.
	Ansehen.
	Lesen.
	Experiment.
	Ordne etwas zu.
	Rechnung.
	Zeichne etwas.

Abbildung 2: Symbolerklärungen

**Wegeplan: Wie man zu den verschiedenen Stationen gelangt**

**Folgt immer dem roten Weg!!!**

Naturkundehaus mit Bionicum  
Stationen: 1., 2a., 3b., 5., 6., 7.



**EUER WEG**

Blauer Salon  
Stationen: 2b., 2c., 3a., 4.

The map shows a zoo layout with a red path starting from the 'Eingang' (entrance) and winding through various animal enclosures and buildings. Key locations include 'Tram 5', 'Elektro Tankstelle', 'Bus 65', 'Nebenausgang', and 'Betriebshof'. Red circles highlight the 'Naturkundehaus mit Bionicum' and the 'Blauer Salon'. Red arrows point from text labels to these specific locations on the map.

Abbildung 3: Lageplan des Tiergartens (verändert nach IQ1)

Am Ende des Arbeitshefts ist für die Schüler ein Laufzettel abgedruckt, welchen sie nach jeder Station ausfüllen sollen, indem sie die Stationen, die sie schon bearbeitet haben, abhaken und mit einer Schulnote bewerten (siehe Abbildung 4).

## Bionik- Laufzettel

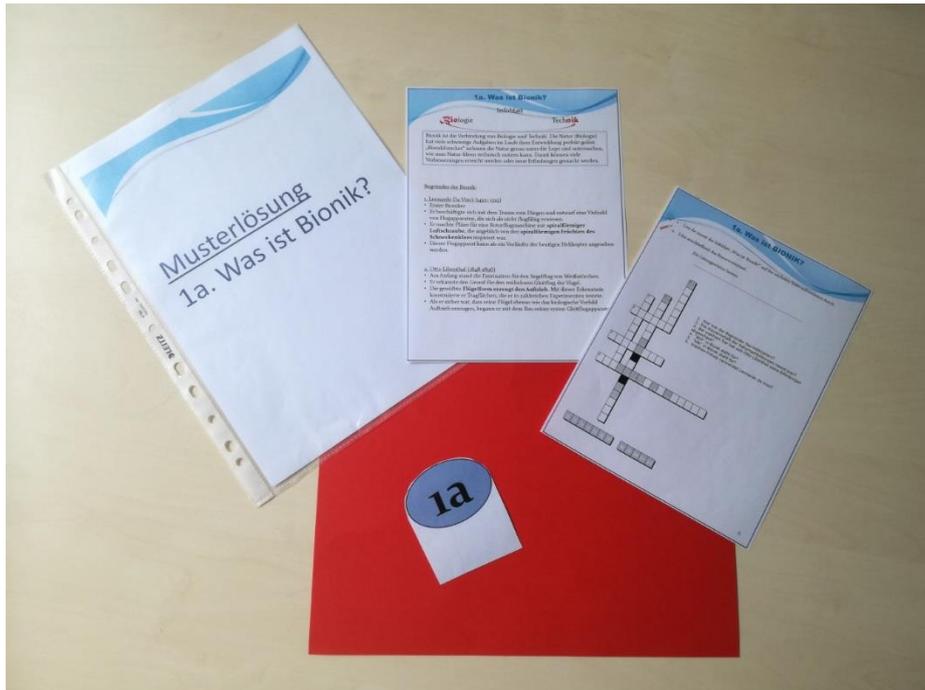
Station	Wo finde ich die Station?	Erledigt? Hake ab!	Schulnote	Benötigte Zeit? (min)	Meine geistige Anstrengung während der Bearbeitung war ....:												
					Sehr gering		Normal (=genauso anstrengend wie im normalen Biunterricht)			Sehr hoch							
					1	2	3	4	5	6	7						
1a. Was ist Bionik?	Seminarraum																
1b. Bionik: Erfindungen der Natur	Seminarraum																
2a. Schneller mit dem Strom	Seminarraum																
2b. Der Strom im Delfinarium	Blauer Salon																
2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze	Blauer Salon																
3a. Flosse ist nicht gleich Flosse	Blauer Salon																
3b. Fin Ray- Effekt	Seminarraum																
4. Kommunikation unter Wasser	Blauer Salon																
5. Hautsache	Seminarraum																
6. Zusatz: Bedrohung Mensch	Seminarraum																
7. Zusatz: Irrgarten Bionicum	Bionicum																

**Abbildung 4: Laufzettel der einzelnen Stationen**

Die einzelnen Stationen, deren Grob- und Feinziele und die verwendeten Materialien werden im Folgenden näher betrachtet. Das Arbeitsheft und die zugehörigen Materialien befinden sich in den nachfolgenden Kapiteln.

## 1.1 Station 1a. Was ist Bionik?

Die Schüler lernen an dieser Station, wer die Begründer der Bionik waren und was man allgemein unter dem Begriff *Bionik* versteht. Die Schüler erhalten dazu einen Informationstext, der sie über wichtige Details informiert und zwei Pioniere der Bionik (Leonardo da Vinci und Otto Lilienthal) vorstellt. Im Anschluss daran müssen die Schüler mit Hilfe dieser Informationen ein Kreuzworträtsel lösen (siehe Abbildung 5).



**Abbildung 5: Lernstation 1a Was ist Bionik?**

### Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen den Begriff Bionik definieren können.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen die Definition des Begriffs Bionik nennen können.*

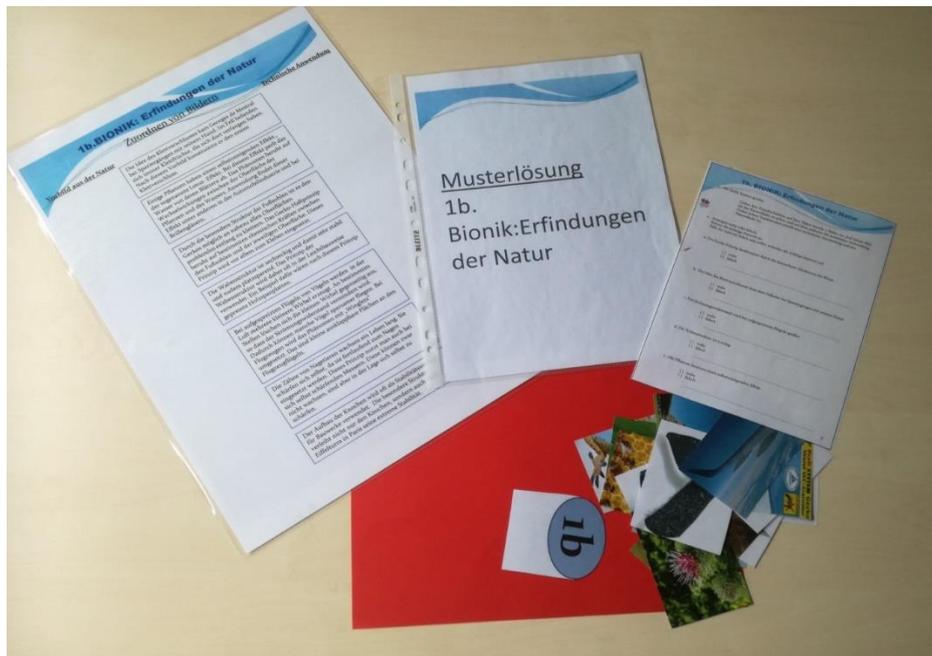
*FZ 2: Die Schüler sollen die Pioniere der Bionik Leonardo da Vinci und Otto Lilienthal nennen können.*

### Materialien:

- Anleitung, Kreuzworträtsel (siehe 2.5)
- Infoblatt (siehe 2.6)
- Lösungsblatt (siehe 4.1)

## 1.2 Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur

Bei dieser Station werden exemplarisch Beispiele der Bionik herausgegriffen und den Schülern vorgestellt (siehe Abbildung 6). Hierfür finden die Schüler an der Station ein großes Plakat vor, auf dem untereinander sieben kleine Textabschnitte mit folgenden Themen aufgedruckt sind: Gecko-Fuß, selbstschärfende Messer, Knochenstabilität, Prinzip des Klettverschlusses, aerodynamische Winglets, Prinzip der selbststrukturierenden Materialien und Lotus-Effekt. Zusätzlich bekommen die Schüler 14 Bilder, welche den entsprechenden Textabschnitten zuzuordnen sind.



**Abbildung 6: Lernstation 1b. Bionik: Erfindungen der Natur**

Zu jedem Textabschnitt gibt es zwei Bilder: eins zum natürlichen Vorbild und eins zur technischen Anwendung. Die Schüler sollen die technische Anwendung rechts und das biologische Vorbild links neben dem jeweiligen Textabschnitt anordnen. Um die Richtigkeit der Zuordnung zu überprüfen, müssen die Schüler anschließend Wahr- oder Falschaussagen beantworten. Beispielhaft zeigt Abbildung 7 eine Wahr- oder Falschaussage.

a. Das Gecko-Prinzip funktioniert durch die besonderen Strukturen der Beine.

- wahr  
 falsch

**Abbildung 7: Beispiel einer Wahr- oder Falschaussage zu Station 1b Erfindungen der Natur**

Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen einen Einblick in die Vielfalt der Bionik erhalten.*

Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen drei Beispiele für bionische Anwendungen nennen können.*

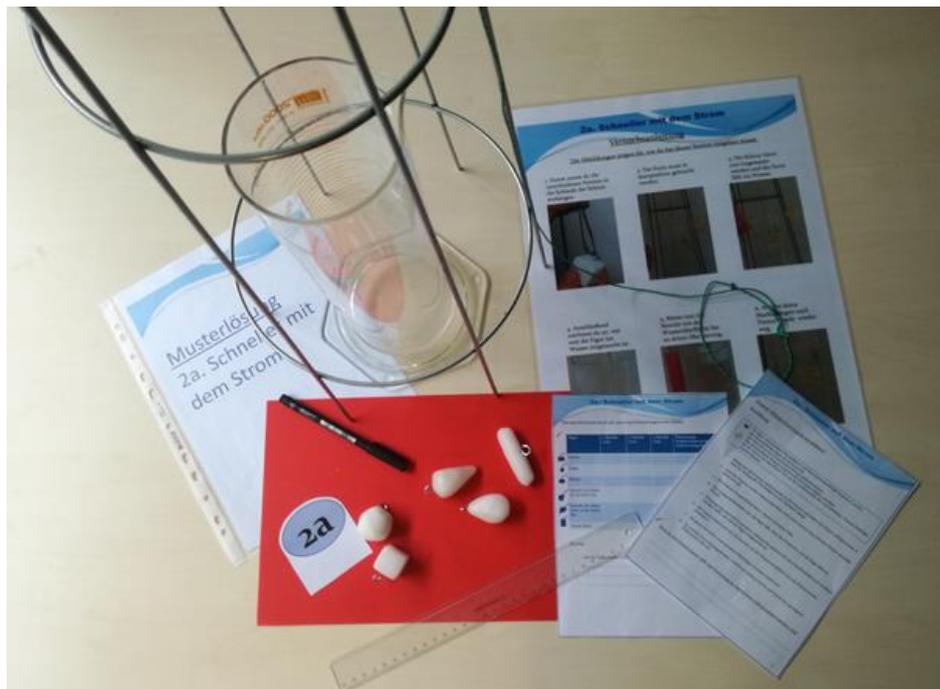
*FZ 2: Die Schüler sollen die Arbeitsweise von Bionikern beschreiben können.*

Materialien:

- Aufgabenblatt (siehe 2.7)
- Plakat (siehe 3.1)
- Abbildungen der natürlichen Vorbilder und der technischen Anwendungen (aus Urheberrechtlichen Gründen nicht abgedruckt)
- Lösungsblatt (siehe 4.2)

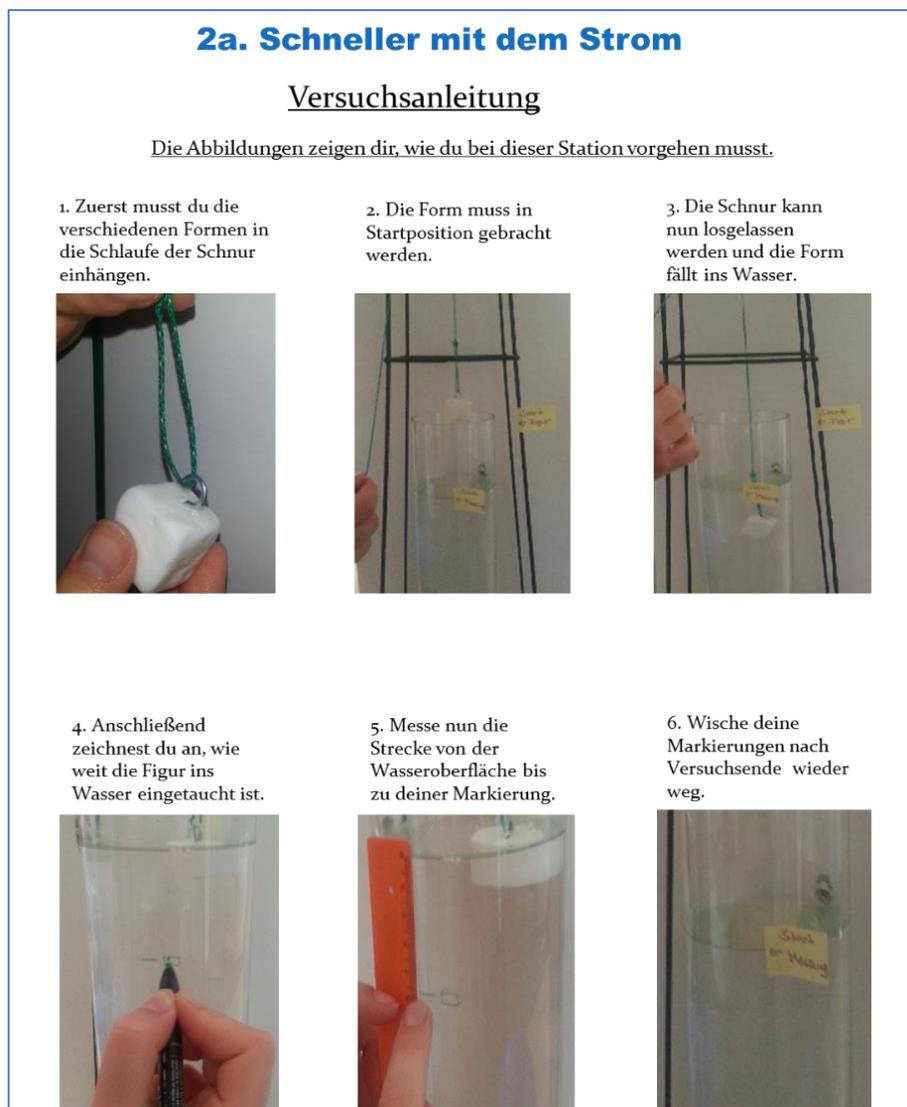
**1.3 Station 2a. Schneller mit dem Strom**

An dieser Station führen die Schüler selbstständig ein Experiment durch, welches das Prinzip der Stromlinienform greifbar machen soll, indem verschiedene Wachsfiguren auf ihre Schwimmfähigkeit getestet werden (siehe Abbildung 8).



**Abbildung 8: Lernstation 2a. Schneller mit dem Strom**

Hierfür haben die Schüler einen mit Wasser gefüllten Standzylinder vor sich, an dem verschiedene Markierungspunkte angebracht sind. Über dem Standzylinder befindet sich eine Befestigungskonstruktion, an der ein Flaschenzug angebracht ist. Die Schüler sollen nun mit Hilfe einer Schnur nacheinander verschiedene Wachsfiguren an diese Konstruktion hängen. Wenn die jeweilige Wachsfigur fallen gelassen wird, wird im Anschluss die Eintauchtiefe bestimmt. Das Experiment wird mit jeder Wachsfigur dreimal wiederholt und dadurch herausgefunden, welche Form am tiefsten taucht. Für die Schüler liegt zum besseren Verständnis der Versuchsdurchführung eine Bilderanleitung bei (siehe Abbildung 9).



**Abbildung 9: Bilderanleitung zum Versuch 2a. Schneller mit dem Strom**

Für die Auswertung dieses Experiments befindet sich im Arbeitsheft eine Tabelle, welche die Schüler ausfüllen müssen. Abschließend müssen die Schüler jeder Figur eine Platzierung zuweisen, je nachdem wie weit die Figuren ins Wasser eingetaucht sind.

Grobziele (GZ):

*GZ 1: Die Schüler sollen einen Einblick in die Strömungslehre erhalten.*

Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen die Versuchsergebnisse protokollieren.*

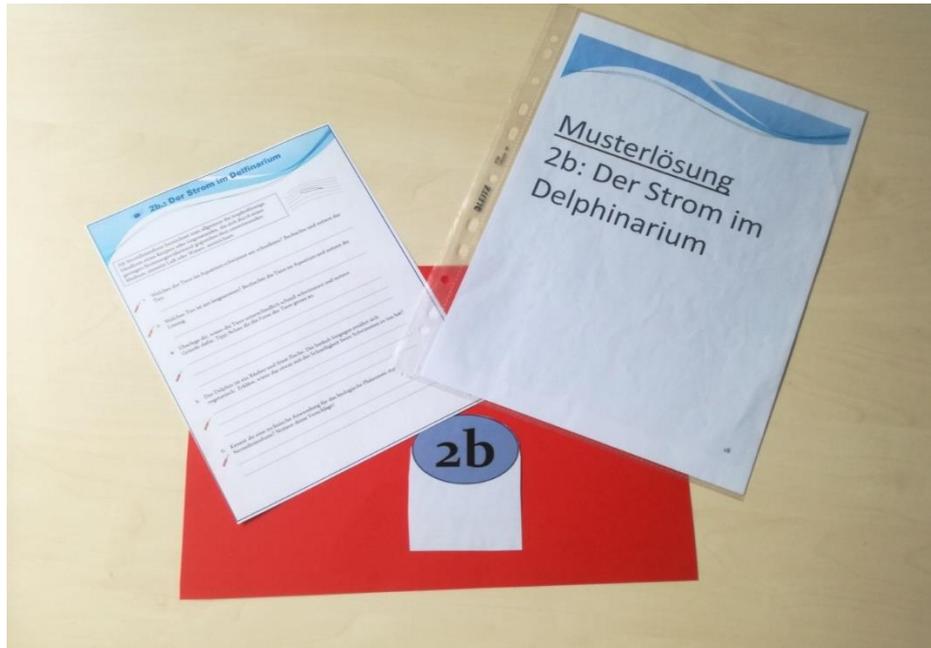
*FZ 2: Die Schüler sollen die Eigenschaften eines schnell gleitenden Körpers ableiten können.*

Materialien:

- *Versuchsanleitung (siehe 3.2)*
- *Aufgabenblatt (siehe 2.8)*
- *Standzylinder, Flaschenzugvorrichtung, Schnur*
- *Verschiedenen Wachsformen*
- *Lineal*
- *Lösungsblatt (siehe 4.3)*

#### **1.4 Station 2b. Der Strom im Delphinarium**

Bei dieser Station geht es um die Stromlinienform verschiedener Tiere, die im Blauen Salon leben (Großer Tümmler (*Tursiops truncatus*), Nagelmanati (*Trichechus manatus*), Schwarzer Pacu (*Colossoma macropomum*), Seelöwe (*Neophoca cinerea*)) (siehe Abbildung 10). Die Schüler sollen die Tiere in den Aquarien beobachten und angeben, welches Tier am schnellsten bzw. langsamsten schwimmt. Die Schüler sollen sich Gedanken machen, wieso die Tiere unterschiedlich schnell schwimmen und was das mit der Stromlinienform und ihrer Ernährungsweise zu tun hat. Abschließend sollen die Schüler angeben, ob sie eine technische Anwendung für das biologische Phänomen der Stromlinienform aus dem Alltag kennen.



**Abbildung 10: Lernstation 2b. Der Strom im Delphinarium**

Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen einen Einblick in die Strömungslehre erhalten.*

Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen die Stromlinienform am lebenden Tier beobachten.*

*FZ 2: Die Schüler sollen die verschiedenen Tierarten in Bezug auf Ernährungsweise vergleichen.*

Materialien:

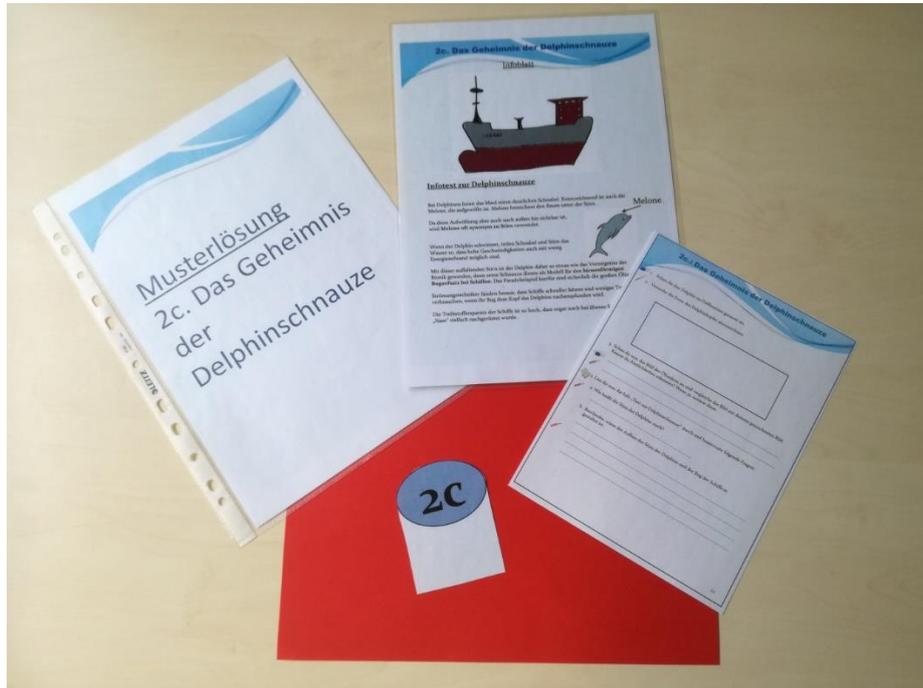
- Aufgabenblatt (siehe 2.9)
- Tiere in den Aquarien
- Lösungsblatt (siehe 4.4)

**1.5 Station 2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze**

In dieser Zusatzstation geht es um die Bionik der Delphinschnauze (siehe Abbildung 11). Die Schüler sollen die Delphine im Delphinarium beobachten und anschließend eine Zeichnung eines Delphinkopfes anfertigen. Zusätzlich erhalten sie ein Informationsblatt zur Bionik der Delphinschnauze mit einem Bild eines Tankers, welches sie mit ihrer eigenen Zeichnung vergleichen und Ähnlichkeiten feststellen sollen. Im Informationsblatt geht es darum, dass der

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Bugaufsatz bei großen Tankern dem Vorbild der Delphinschnauze nachgeahmt ist. Die Schüler sollen diesen Sachverhalt in einem kurzen Satz zusammenfassen.



**Abbildung 11: Lernstation 2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze**

### Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen einen Überblick über die Bionik der Delphinschnauze bekommen.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen den Fachbegriff der Delphinschnauze nennen können.*

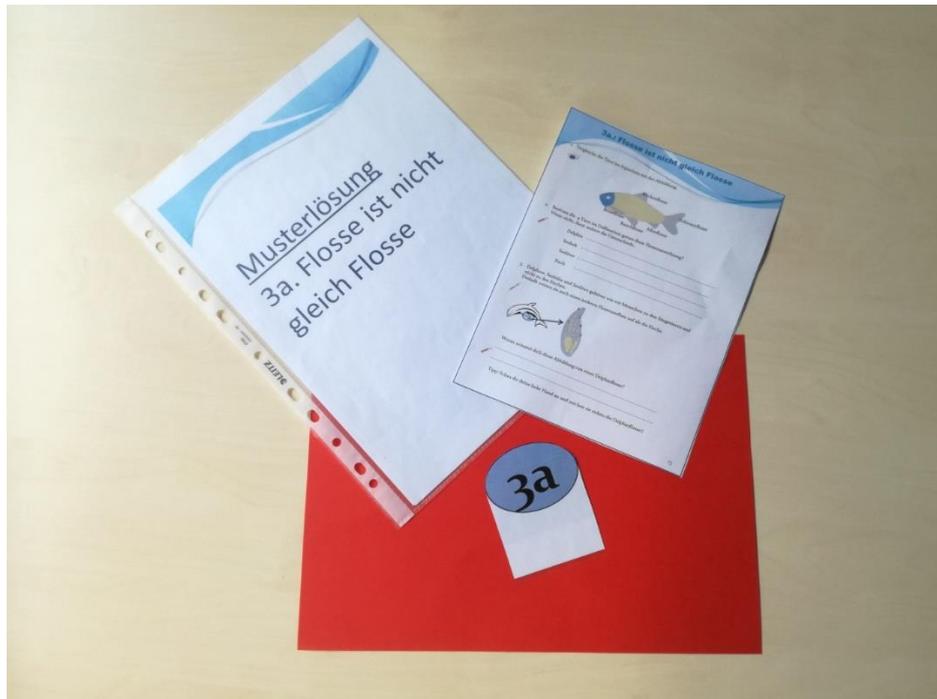
*FZ 2: Die Schüler sollen die bionische Anwendung der Delphinschnauze erklären können.*

### Materialien:

- Aufgabenblatt (siehe 2.10)
- Infoblatt, Text „Delphinschnauze“ (siehe 3.3)
- Tiere in den Aquarien
- Lösungsblatt (siehe 4.5)

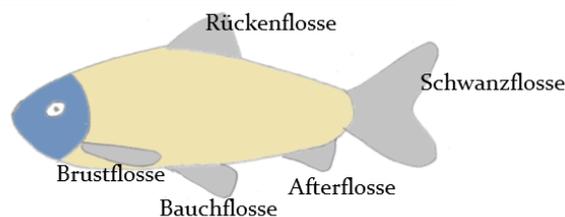
### 1.6 Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse

Auch diese Station befindet sich im Blauen Salon. Bei dieser Station geht es um die Flossenanordnung der in den Aquarien lebenden Tieren (Große Tümmler (*Tursiops truncatus*), Nagelmanati (*Trichechus manatus*), Schwarze Pacu (*Colossoma macropomum*), Seelöwe (*Neophoca cinerea*)) (siehe Abbildung 12).



**Abbildung 12: Lernstation 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse**

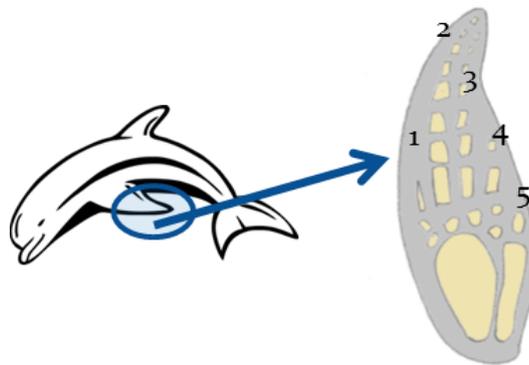
Die Schüler haben in ihrem Arbeitsheft eine schematische Abbildung eines Fisches, bei dem alle Flossen beschriftet sind (siehe Abbildung 13). Die Schüler sollen die Tiere im Aquarium mit der Abbildung vergleichen und Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten herausfinden.



**Abbildung 13: Fischabbildung mit Flossenbeschriftung**

Zusätzlich bekommen die Schüler an dieser Station die Information, dass einige Tiere in den Aquarien Säugetiere sind und daher einen anderen Aufbau der Flossen aufweisen. Hierfür haben die Schüler eine Abbildung in ihrem Arbeitsheft, die den schematischen Aufbau einer

Delphinflosse darstellt (siehe Abbildung 14). Die Schüler sollen ihre linke Hand neben diese Abbildung zeichnen und feststellen, dass der Aufbau homolog ist.



**Abbildung 14: Abbildung des Flossenaufbaus der Delphine**

Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen einen Überblick über die verschiedenen Flossentypen erhalten.*

Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen verschiedene Flossentypen nennen können.*

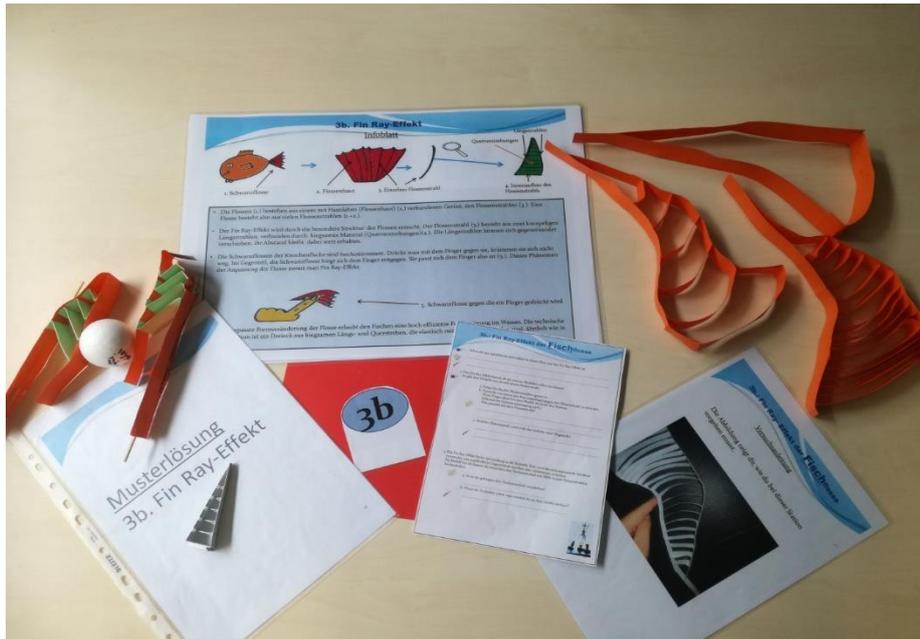
*FZ 2: Die Schüler sollen den Aufbau der Säugetierextremität erklären können.*

Materialien:

- Aufgabenblatt (siehe 2.11)
- Tiere in den Aquarien
- Lösungsblatt (siehe 4.6)

### **1.7 Station 3b. Fin Ray-Effekt**

An dieser Station wird den Schülern das bionische Phänomen des Fin Ray-Effektes nähergebracht (siehe Abbildung 15). Zunächst erhalten die Schüler ein Infoblatt, welches ihnen diesen Effekt erklärt. Die Schüler sollen im Anschluss daran das Phänomen in eigenen Worten zusammenfassen.



**Abbildung 15: Lernstation 3b. Fin Ray-Effekt**

Im zweiten Teil der Station beschäftigen sich die Schüler mit verschiedenen Modellen zum Fin Ray-Effekt. Jedes dieser Modelle zeigt schematisch einen Flossenstrahl, jedoch mit unterschiedlich vielen Querverstrebungen.

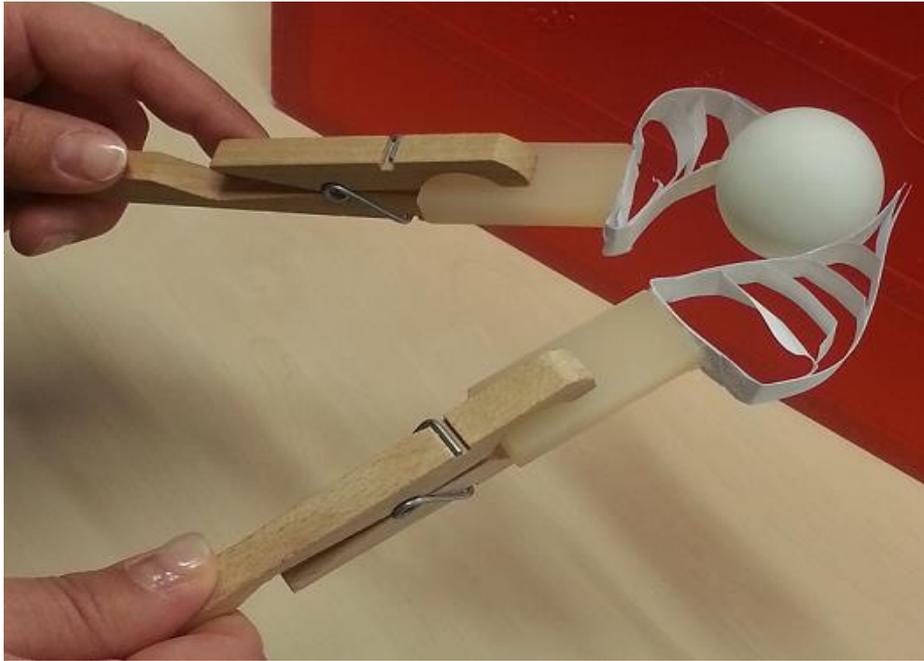


**Abbildung 16: Modell zum Fin Ray-Effekt**

Die Schüler sollen mit dem Zeigefinger gegen das Modell des Flossenstrahls drücken und anschließend ihr Ergebnis notieren (siehe Abbildung 16). Die Schüler sollen zusätzlich entscheiden, welches Modell das stabilste ist. Die Schüler können zum Vergleich den Effekt auch an einer bereitliegenden echten Fischflosse testen.

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Die bionische Anwendung des Fin Ray-Effektes wird als Greifarm in der Robotik realisiert und im letzten Teil der Station behandelt. Dieses Greifsystem ist als Modell mit einem Tischtennisball nachgebaut und soll ebenfalls von den Schülern ausprobiert werden (siehe Abbildung 17). Die Schüler sollen im Arbeitsheft vermerken, ob sie das Anheben mit dem Greifer geschafft haben und sich mögliche Verbesserungsvorschläge überlegen. Sie übernehmen hierbei die Rolle der Forscher und versuchen eine Optimierung zu finden.



**Abbildung 17: Greifer-Modell zum Fin Ray-Effekt**

### Grobziele (GZ):

*GZ 1: Die Schüler sollen einen Einblick in die Welt der bionischen Experimente bekommen.*

*GZ 2: Die Schüler erhalten einen Überblick über das Phänomen des Fin Ray-Effektes in der Bionik.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen das Experiment in der Gruppe durchführen und auswerten.*

*FZ 2: Die Schüler sollen selbstständig ein Experiment protokollieren können.*

*FZ 3: Die Schüler sollen den Fin Ray-Effekt erklären können.*

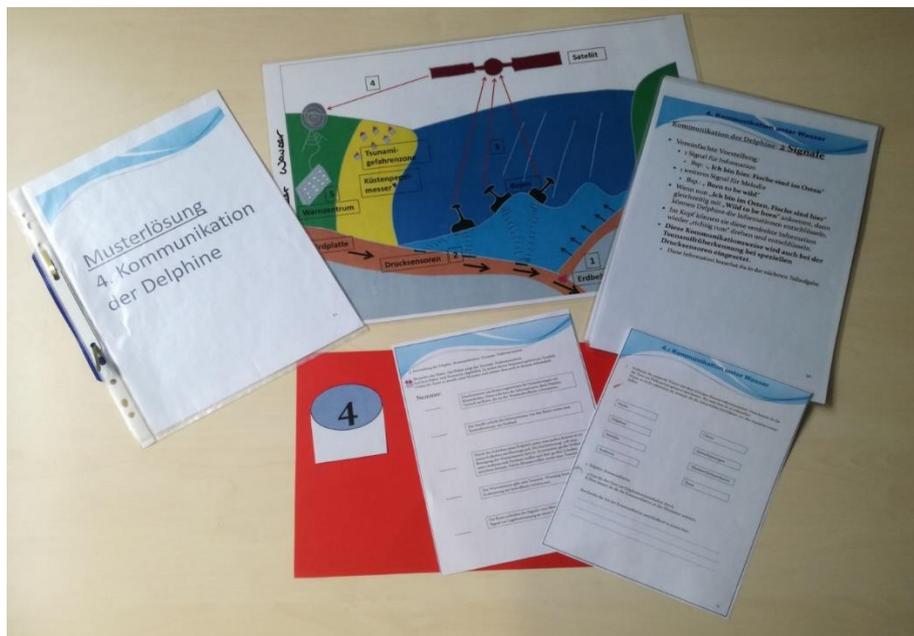
*FZ 4: Die Schüler sollen eine technische Anwendung für den Fin Ray-Effekt nennen können.*

Materialien:

- Aufgabenblatt (siehe 2.12)
- Infoblatt (siehe 3.4)
- Versuchsanleitung (siehe 3.5)
- Modelle zum Fin Ray-Effekt
- Echte Fischflosse
- Tischtennisball
- Lösungsblatt (siehe 4.7)

**1.8 Station 4. Kommunikation unter Wasser**

In dieser Station werden verschiedene Kommunikationsarten unter Wasser nähergebracht (siehe Abbildung 18). Die Schüler müssen am Anfang der Station den Tieren im Aquarium jeweils ein vorgegebenes Kommunikationsmittel zuordnen, wobei ihnen Informationstafeln im Blauen Salon helfen. Im Anschluss daran geht es in dieser Station um die Delphinkommunikation und deren bionischer Anwendung des Tsunami-Frühwarnsystems.

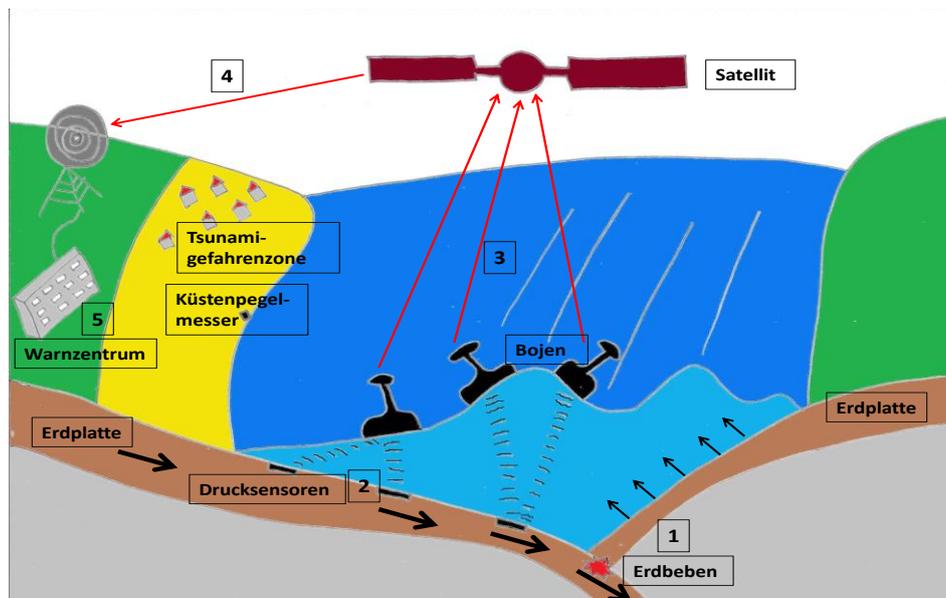


**Abbildung 18: Lernstation 4. Kommunikation unter Wasser**

Hierfür wird eine Station des bionischen Rundgangs der Ausstellung integriert, wobei die Schüler sich die Kommunikation der Delphine anhören können. Dazu werden an einer Hörstation gleichzeitig zwei verschiedene „Melodiesignale“ abgespielt, denn die Delphine nutzen ebenfalls zwei unterschiedliche Signale zur Decodierung der Information. Die Melodien an der Hörstation können variiert werden und auch „anders herum“ abgespielt

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

werden. Die Delphine können die „falsche Richtung“ des Signals im Kopf decodieren, was in dieser Station durch das Anhören der unterschiedlichen Reihenfolgen deutlich wird. Auch im bionischen Tsunami-Frühwarnsystem werden zwei verschiedene Signale zur Decodierung verwendet, welches die Schüler im letzten Teil dieser Station kennenlernen (siehe Abbildung 19). Auf dem Plakat sind kleine Nummern aufgedruckt, zu welchen jeweils ein kurzer Textabschnitt zugeordnet werden muss.



**Abbildung 19: Plakat des schematisierten Tsunami-Frühwarnsystem**

### Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler erhalten einen Überblick über verschiedene Kommunikationsmittel unter Wasser.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen vier Kommunikationsmittel unter Wasser nennen können.*

*FZ 2: Die Schüler sollen das Tsunami-Frühwarnsystem beschreiben können.*

### Materialien:

- Aufgabenblatt (siehe 2.13)
- Infoblatt (siehe 3.6)
- Tiere in den Aquarien
- Hörstation des bionischen Rundgangs
- Lösungsblatt (siehe 4.8)



## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Schüler einen Text zur bionischen Anwendung der Hai-Haut, zu welchem sie Fragen in ihrem Arbeitsheft beantworten sollen.

### Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler sollen einen Überblick über die verschiedenen Hauttypen unter Wasser bekommen.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen den Aufbau der Hai-Haut beschreiben können.*

*FZ 2: Die Schüler sollen eine Anwendung der Bionik der Hai-Haut nennen können.*

### Materialien:

- *Aufgabenblatt (siehe 2.14)*
- *Infoblatt (siehe 3.7)*
- *Plakat (siehe 3.8)*
- *Feder, Sandpapier, Schleim*
- *Abbildungen von Tieren (siehe oben)*
- *Lösungsblatt (siehe 4.9)*

### 1.10 Station 6. Zusatz: Bedrohung Mensch

In dieser Zusatzstation wird der Artenschutz von Delphinen thematisiert (siehe Abbildung 22). Dazu erhalten die Schüler eine Thunfischdose mit dem Logo „Delphinsafe“, woraufhin sie sich überlegen, was das mit Delphinschutz zu tun hat.

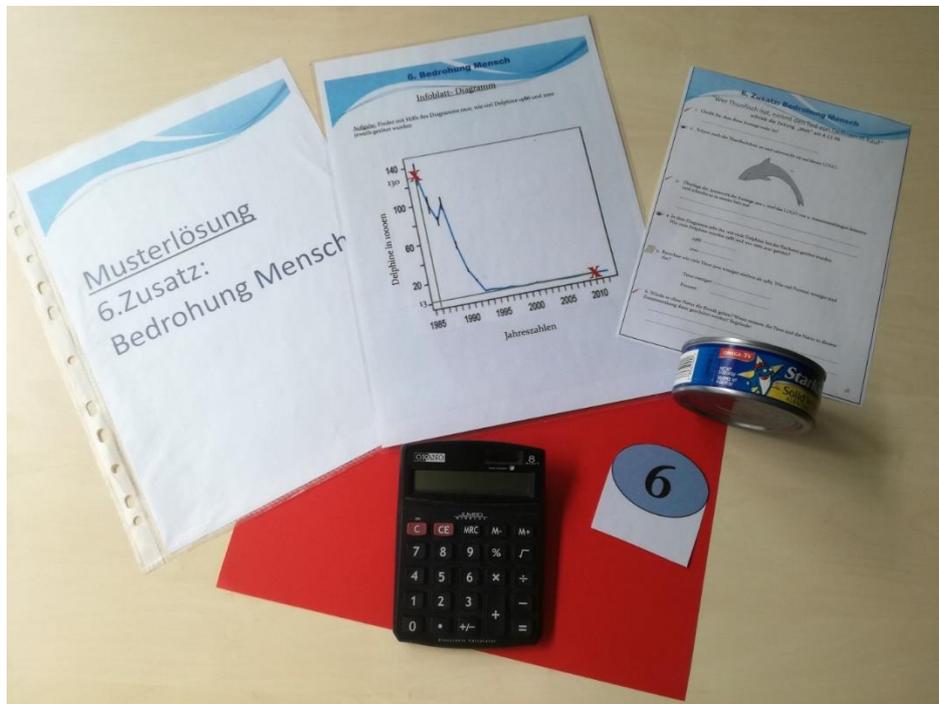


Abbildung 22: Lernstation 6. Zusatz: Bedrohung Mensch

Zudem werden die Schüler mit einem Diagramm konfrontiert, welches ausgewertet werden soll (Abbildung 23).

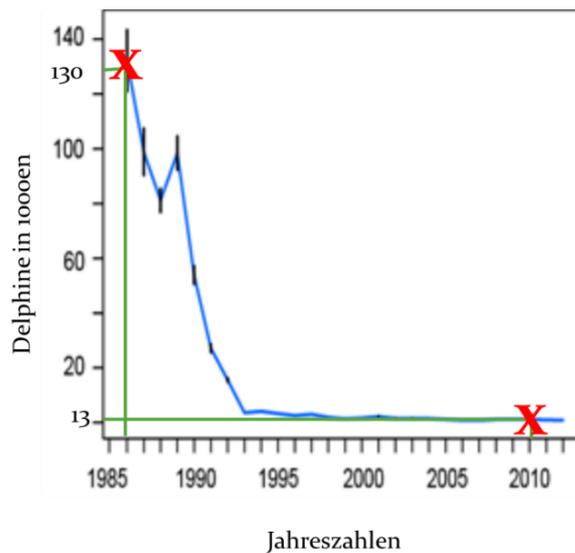


Abbildung 23: Diagramm zur Tötung von Delphinen (IQ2)

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

Die Schüler sollen berechnen, wie viel Prozent der Delphine im Jahr 2010 weniger getötet wurden als 24 Jahre zuvor.

### Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler erhalten einen Einblick in den Artenschutz der Delphine.*

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen den Zusammenhang zwischen dem Logo einer Thunfischdose und dem Delphinschutz erklären können.*

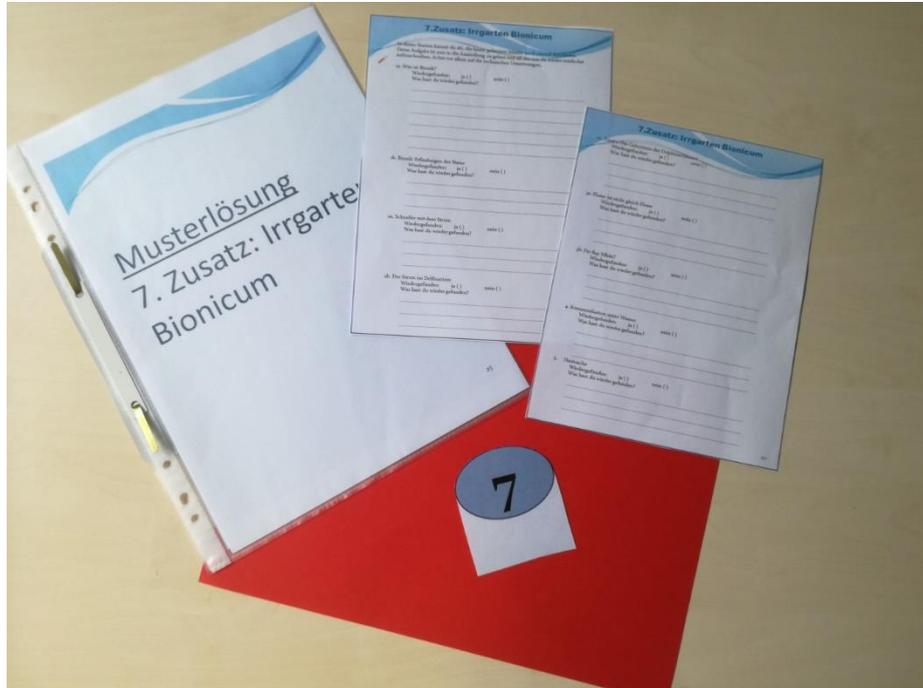
*FZ 2: Die Schüler sollen den Zusammenhang zwischen Bionik und Natur erklären können.*

### Materialien:

- *Aufgabenblatt (siehe 2.15)*
- *Infoblatt (siehe 3.9)*
- *Thunfischdose*
- *Lösungsblatt (siehe 4.10)*

**1.11 Station 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum**

In dieser Station sollen die Schüler die Ausstellung „Ideenreich Natur“ in Hinblick auf das vorher Gelernte reflektieren (siehe Abbildung 24).



**Abbildung 24: Lernstation 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum**

Sie sollen überlegen, welche Inhalte sie bei der Intervention gelernt haben und im Arbeitsheft ankreuzen, was sie in der Ausstellung wiedergefunden haben. (siehe Abbildung 25). Zu den genauen Inhalten sollen die Schüler kurze Notizen anfertigen.

1a. Was ist Bionik?

Wiedergefunden: ja ( )    nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----  
 -----  
 -----

**Abbildung 25: Beispielhafte Frage zur Station 7. Zusatz: Irrgarten Bionicum**

Grobziel (GZ):

*GZ: Die Schüler erhalten einen Überblick über die Themen der Bionik aller Stationen.*

## AUFBAU UND GESTALTUNG DER EINZELNEN STATIONEN

### Feinziele (FZ):

*FZ 1: Die Schüler sollen die Themen der Bionik im Lernzirkel mit den Themen der Ausstellung vergleichen.*

### Materialien:

- *Aufgabenblatt (siehe 2.16)*
- *Ausstellung Bionicum: „Ideenreich Natur“*
- *Lösungsblatt (siehe 4.11)*

## 2 FORSCHERHEFT: BIONIK

### 2.1 Deckblatt

# Bionik im Zoo

## Arbeitsheft

Name: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

Datum : \_\_\_\_\_

## 2.2 Allgemeine Informationen

### Allgemeine Informationen:

#### Gruppenarbeit:

- Ihr arbeitet in 3er oder 4er Gruppen.

#### Stationen:

- Ihr habt für jede Station circa 15- 20 Minuten Zeit.

#### Reihenfolge:

- **Einige Gruppen fangen im Blauen Salon an, andere im Bionicum. Macht bitte als erstes alle Stationen an einem Ort und wechselt dann erst mit Hilfe des Wegeplans den Standort.**

#### Stationenarbeit:

- Verlasst die Stationen immer so, wie ihr sie vorgefunden habt.

#### Laufzettel:

- Bitte füllt im Arbeitsheft immer den „Laufzettel“ aus. Hakt ab welche Stationen ihr schon gemacht habt und bewertet sie.

#### Musterlösung:

- Musterlösungen zur Kontrolle der Bearbeitung der Aufgaben findet ihr bei der Betreuungsperson.

#### Zusatzstationen:

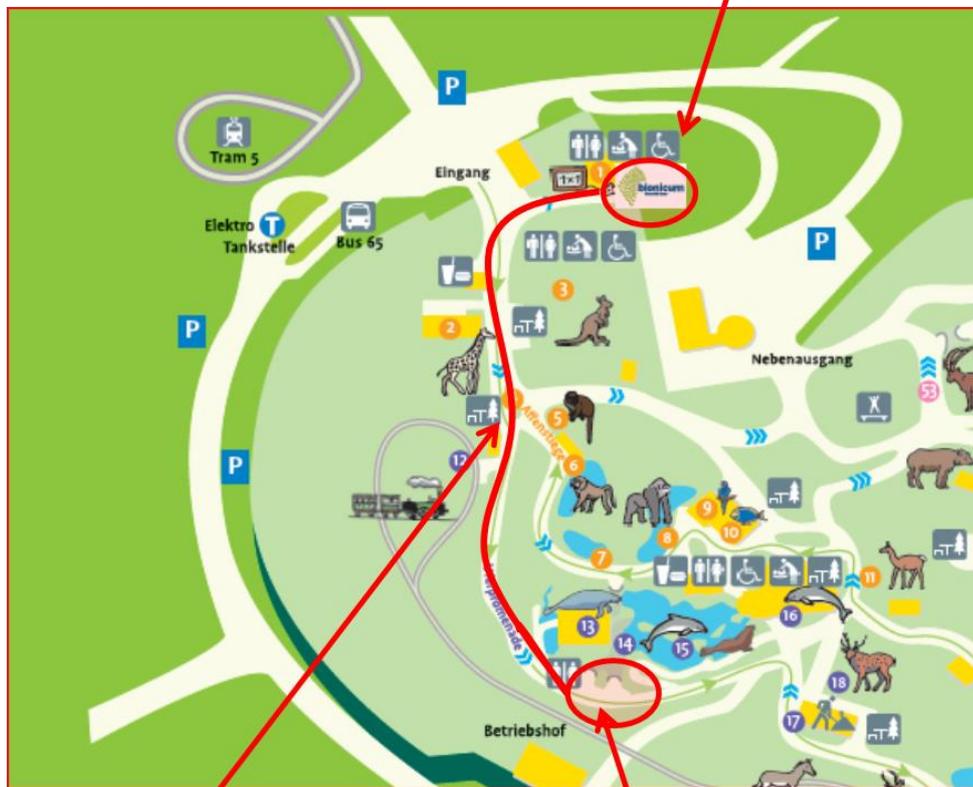
- Die Zusatzstationen sind für die Schnellen unter euch. Macht diese erst, wenn ihr die anderen Stationen vollständig bearbeitet habt.

2.3 *Wegeplan*

**Wegeplan: Wie man zu den verschiedenen Stationen gelangt**

**Folgt immer dem roten Weg!!!**

*Naturkundehaus mit Bionicum*  
Stationen: 1., 2a., 3b., 5., 6., 7.



**EUER WEG**

*Blauer Salon*  
Stationen: 2b., 2c., 3a., 4.

4

## 2.4 Symbolerklärungen

**Diese Symbole sollen dir im Umgang mit deinem Arbeitsheft weiter helfen :**



Notiere dir etwas.



Ansehen.



Lesen.



Experiment.



Ordne etwas zu.



Rechnung.



Zeichne etwas.

## 2.5 Aufgabenblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?

### 1a. Was ist BIONIK?



1. Lies dir zuerst das Infoblatt „Was ist Bionik?“ auf der nächsten Seite aufmerksam durch.
2. Löse anschließend das Kreuzworträtsel.

Die Lösungswörter lauten:

-----



1. Wer war der Begründer des Helikopters?
2. Die Wissenschaft der Naturnachbildungen nennt man?
3. Bei welchem Tier hat sich Otto Lilienthal seine Erfindungen abgeschaut?
4. "BIO" in Bionik steht für?
5. "NIK" in Bionik steht für?
6. Welches Prinzip verwendet Leonardo da Vinci?

1 2 3 4 5 6 7

8 9 10 11 12

## 2.6 Infoblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?

### 1a. Was ist Bionik?

Infoblatt

B

iologie

T

echnik

Bionik ist die Verbindung von Biologie und Technik. Die Natur (Biologie) hat viele schwierige Aufgaben im Laufe ihrer Entwicklung perfekt gelöst. „Bionikforscher“ nehmen die Natur genau unter die Lupe und untersuchen, wie man Natur-Ideen technisch nutzen kann. Damit können viele Verbesserungen erreicht werden oder neue Erfindungen gemacht werden.

Begründer der Bionik:

1. Leonardo Da Vinci (1452- 1519)
  - Erster Bioniker
  - Er beschäftigte sich mit dem Traum vom Fliegen und entwarf eine Vielzahl von Flugapparaten, die sich als nicht flugfähig erwiesen.
  - Er machte Pläne für eine Rotorflugmaschine mit **spiralförmiger Luftschraube**, die angeblich von den **spiralförmigen Früchten des Schneckenklee**s inspiriert war.
  - Dieser Flugapparat kann als ein Vorläufer der heutigen Helikopter angesehen werden.
  
2. Otto Lilienthal (1848-1896)
  - Am Anfang stand die Faszination für den Segelflug von Weißstörchen.
  - Er erkannte den Grund für den mühelosen Gleitflug der Vögel.
  - Die gewölbte **Flügelform erzeugt den Auftrieb**. Mit dieser Erkenntnis konstruierte er Tragflächen, die er in zahlreichen Experimenten testete.
  - Als er sicher war, dass seine Flügel ebenso wie das biologische Vorbild Auftrieb erzeugen, begann er mit dem Bau seiner ersten Gleitflugapparate.

7

## 2.7 Aufgabenblatt zur Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur

### 1b. BIONIK: Erfindungen der Natur

1. Du darfst Karten spielen.

Ordne den Textabschnitten auf dem Plakat jeweils 2 Bilder zu. Auf einem Bild ist das Naturobjekt zu sehen und auf dem anderen die technische Anwendung. Ordne jedem Textkärtchen jeweils eine technische Anwendung und ein Naturobjekt zu.



2. Aussagen wahr oder falsch:  
Kreuze die richtige Antwort an.  
Falls die Antwort falsch sein sollte, schreibe die richtige Antwort auf.

- a. Das Gecko-Prinzip funktioniert durch die besonderen Strukturen der Beine.

- wahr  
 falsch



-----

- b. Die Idee des Klettverschlusses kam dem Erfinder bei Spaziergängen mit seinem Hund.

- wahr  
 falsch

-----

- c. Der Strömungswiderstand wird bei aufgespreizten Flügeln größer.

- wahr  
 falsch

-----

- d. Die Wabenstruktur ist 5-eckig.

- wahr  
 falsch

-----

- e. Alle Pflanzen besitzen einen selbstreinigenden Effekt.

- wahr  
 falsch

-----

2.8 Aufgabenblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom

## 2a.: Schneller mit dem Strom

Versuch: Welche Form taucht am tiefsten?

Durchführung:

	Es sollen verschiedene Wachsfiguren auf ihre Schwimmfähigkeit getestet werden. Der Standzylinder dient als Rennstrecke. Der Start ist an der Versuchsanordnung gekennzeichnet.
	Die verschiedenen Formen sind jeweils mit einem Haken versehen. An der Schnur ist eine kleine Öse, an der nacheinander die verschiedenen Formen befestigt werden können.

1. Hängt nun die Formen nacheinander an die Schnur und haltet die Schnur auf Spannung, so dass der Anfang der Wachsfigur an der Startlinie hängt.
2. Lasst die Figuren vorher ruhig auspendeln und achtet darauf, dass sich das Wasser ebenfalls nicht bewegt.
3. Ein anderer Gruppenteilnehmer nimmt sich einen Stift.
4. Der Gruppenteilnehmer, der die Figur hält, lässt die Schnur los und die Figur fällt ins Wasser.
5. Derjenige mit dem Stift betrachtet, während der ganzen Zeit den Standzylinder und markiert mit dem Stift, wie weit die Figur eingetaucht ist.
6. Mit einem Lineal wird nun die Strecke von der Wasseroberfläche bis zum Eintauchende bestimmt.
7. Die ganze Prozedur wird mit jeder Wachsfigur dreimal wiederholt.
8. Es wird die Form herausgefunden, welche am tiefsten taucht und damit den geringsten Widerstand aufweist.



Bevor ihr den Versuch startet, stellt eine Vermutung an, welche Form wohl am tiefsten tauchen wird:

-----

-----

**Aufgabenblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom**

**2a.: Schneller mit dem Strom**

Führt nun den Versuch durch und notiert eure Beobachtungen in der Tabelle:



Figur	1. Strecke (cm)	2. Strecke (cm)	3. Strecke (cm)	Platzierung Welche Form ist am tiefsten eingetaucht?
 Würfel				
 Kugel				
 Eiform				
 Spindel, die Haken an der Spitze hat				
 Spindel, die Haken nicht an der Spitze hat				
 Runde Platte				

Deutung:

Gebt die Eigenschaften eines schnell schwimmenden Körpers mit geringem Widerstand an:

-----

-----

-----

## 2.9 Aufgabenblatt zur Station 2b. Der Strom im Delphinarium



### 2b.: Der Strom im Delphinarium

Als Stromlinienform bezeichnet man allgemein die tropfenförmige Idealform eines Körpers oder Gegenstandes, die sich durch einen geringen Strömungswiderstand gegenüber dem umströmenden Medium, zumeist Luft oder Wasser, auszeichnet.



1. Welches der Tiere im Aquarium schwimmt am schnellsten? Beobachte und notiere das Tier.

.....



3. Welches Tier ist am langsamsten? Beobachte die Tiere im Aquarium und notiere die Lösung.

.....

4. Überlege dir, wieso die Tiere unterschiedlich schnell schwimmen und notiere Gründe dafür. Tipp: Schau dir die Form der Tiere genau an.

.....  
.....



5. Der Delphin ist ein Räuber und frisst Fische. Die Seekuh hingegen ernährt sich vegetarisch. Erkläre, wieso das etwas mit der Schnelligkeit beim Schwimmen zu tun hat?

.....  
.....



6. Kennst du eine technische Anwendung für das biologische Phänomen der Stromlinienform? Notiere deine Vorschläge!

.....  
.....

**2.10 Aufgabenblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze**

**2c.: Das Geheimnis der Delphinschnauze**



1. Schau dir den Delphin im Delfinarium genauer an.



2. Versuche die Form des Delphinkopfes abzuzeichnen.

3. Schau dir nun das Bild des Öltankers an und vergleiche das Bild mit deinem gezeichneten Bild. Kannst du Ähnlichkeiten erkennen? Wenn ja, notiere diese.



-----



-----



4. Lies dir nun die Info „Text zur Delphinschnauze“ durch und beantworte folgende Fragen:



a. Wie heißt die Stirn der Delphine noch?

-----

b. Beschreibe, wieso der Aufbau der Stirn des Delphins und der Bug der Schiffe so gestaltet ist.

-----

-----

-----

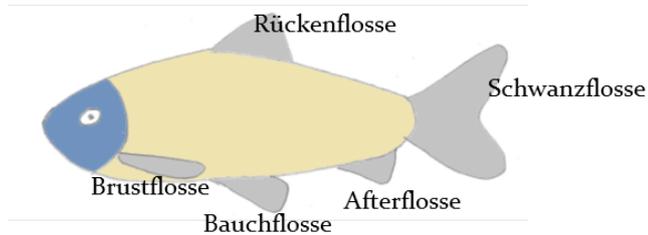
-----



2.11 Aufgabenblatt zur Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse

### 3a.: Flosse ist nicht gleich Flosse

1. Vergleiche die Tiere im Aquarium mit der Abbildung.

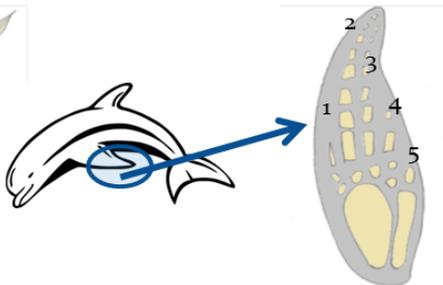


2. Besitzen die 4 Tiere im Delfinarium genau diese Flossenordnung?  
Wenn nicht, dann notiere die Unterschiede.



- Delphin : .....
- Seekuh : .....
- Seelöwe : .....
- Fisch : .....

3. Delphine, Seekühe und Seelöwe gehören wie wir Menschen zu den Säugetieren und nicht zu den Fischen.  
Deshalb weisen sie auch einen anderen Flossenaufbau auf als die Fische.



Woran erinnert dich diese Abbildung von einer Delphinflosse?



.....  
.....

Tipp: Schau dir deine linke Hand an und zeichne sie neben die Delphinflosse!!

2.12 Aufgabenblatt zur Station 3b. Fin Ray-Effekt der Fischflosse

## 3b.: Fin Ray-Effekt der Fischflosse



1. Schau dir das Infoblatt an und erkläre in einem Satz, was der Fin Ray-Effekt ist.



-----  
 -----

2. Den Fin Ray-Effekt kannst du dir nun an Modellen näher anschauen.  
 Es gibt drei Modelle von jeweils einem Flossenstrahl.



- a. Schau dir die drei Flossenstrahlen genau an .
- b. Versuche von unten mit dem Zeigefinger gegen den Flossenstrahl zu drücken.  
 (Dein Finger ahmt bei dem Modell die Kraft des Wassers während der Schwimmbewegung nach.)  
 Was passiert mit dem Flossenstrahl?



-----  
 -----

c. Welcher Flossenstrahl wird wohl der stabilste sein? Begründe!



-----  
 -----

3. Der Fin Ray-Effekt findet Anwendung in der Robotik. Dort wird die sich anpassende Struktur verwendet, um empfindliche Gegenstände wie Eier oder Glühbirnen zu heben.  
 Im Modell vor dir kannst du versuchen den Tischtennisball mit Hilfe zweier Flossenstrahlen hochzuheben.



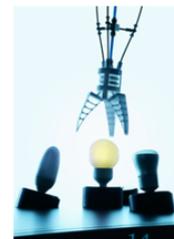
a. Ist es dir gelungen den Tischtennisball anzuheben?

-----

b. Wenn du Techniker wärst, was würdest du an dem Greifer ändern?



-----



### 2.13 Aufgabenblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser

## 4.: Kommunikation unter Wasser

1. Verbinde die passende Tierart mit dem richtigen Kommunikationsmittel. Dazu kannst du dir die Tiere im Delfinarium genauer anschauen. Bei manchen ist es erkennbar. Wenn es nicht erkennbar ist, können dir die Infoschilder/Infoblätter vor den Aquarien weiter helfen.



Fische

Ohren

Delphine

Seitenlinienorgan

Seekühe

Vibrissen(Schnurrharre)

Seelöwen

Sonar

2. Delphin- Kommunikation



- a.) Lies dir den Text zur Delphinkommunikation durch.  
b.) Nun kannst du dir die Kommunikation an der Hörstation anhören.

Beschreibe die Art der Kommunikation anschließend in einem Satz:

-----  
-----  
-----

## Aufgabenblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser

### 3. Anwendung der Delphin- Kommunikation: Tsunami- Frühwarnsystem



Betrachte das Plakat. Das Plakat zeigt das Tsunami- Frühwarnsystem.

Auf dem Plakat sind Nummern abgebildet. Zu jedem dieser Nummern gehört ein Textfeld. Ordne die Texte zu jeweils einer Nummer und notiere dies auch in deinem Arbeitsheft.

Nummer:

-----

Drucksensoren am Boden registrieren die Veränderungen am Meeresboden. Diese schicken die Informationen dank Delphin-Technik an Bojen, die an der Wasseroberfläche schwimmen.

-----

Der Satellit schickt die Informationen von den Bojen weiter zum Kontrollzentrum ans Festland.

-----

Durch das Schieben einer Erdplatte unter eine andere kommt es zu einem Erdbeben am Meeresgrund. Die Erschütterung ruft eine Bewegung der Wassermassen hervor. Es entstehen große Wellen, die unter anderem aufs Festland treffen und dort großen Schaden anrichten können. Solche Monsterwellen nennt man Tsunamis.

-----

Das Warnzentrum gibt eine Tsunami- Warnung heraus und löst die Evakuierung der betroffenen Gebiete aus.

-----

Die Bojen schicken die Signale vom Meeresboden und ein GPS-Signal zur Lagebestimmung an einen Satelliten.

2.14 Aufgabenblatt zur Station 5. Hautsache

## 5.: Hautsache

1. Plakat: verschiedene Hauttypen



a. Ordne die Tiere, die die Eigenschaft der Haut darstellen sollen, jeweils einem Gegenstand auf dem Plakat zu. Die kleinen Texte, hinten auf dem Tier, helfen dir bei der Zuordnung.

Tier

- Schleim → -----
- Sandpapier → -----
- Feder → -----



b. Wie sollte die Oberfläche der Haut beschaffen sein, um im Wasser besonders schnell zu sein? Stelle Vermutungen an und streiche die unpassenden Eigenschaften weg.

ölig      feucht      schleimig      glänzend      orange

behaart      wasserdicht      glatt      rau      trocken



e. Lies dir den Infotext zur „Bionik der Hai- Haut“ durch und beantworte die Fragen:  
Wie ist die Hai-Haut aufgebaut?

-----

-----

Welche technische Anwendung findet die Hai-Haut?

-----

-----

-----

2.15 Aufgabenblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch

## 6. Zusatz: Bedrohung Mensch

"Wer Thunfisch isst, nimmt den Tod von Delfinen in Kauf"  
 schrieb die Zeitung „Welt“ am 4.12.06

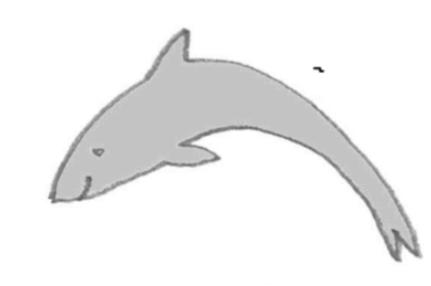


1. Glaubt ihr, dass diese Aussage wahr ist?

-----



2. Schaut euch die Thunfischdose an und untersucht sie auf dieses LOGO:



3. Überlege dir, inwieweit die Aussage aus 1. und das LOGO von 2. zusammenhängen könnten und schreibe es in einem Satz auf.

-----  
 -----



4. In dem Diagramm seht ihr, wie viele Delphine bei der Fischerei getötet wurden. Wie viele Delphine wurden 1986 und wie viele 2010 getötet?

1986 -----  
 2010 -----



5. Berechne wie viele Tiere 2012 weniger sterben als 1985. Wie viel Prozent weniger sind das?

Tiere weniger: -----

Prozent: -----



6. Würde es ohne Natur die Bionik geben? Wieso müssen die Tiere und die Natur in diesem Zusammenhang dann geschützt werden? Begründe!

-----  
 -----

## 2.16 Aufgabenblatt zur Station 7. Irrgarten Bionicum

### 7.Zusatz: Irrgarten Bionicum

In dieser Station kannst du dir, die heute gelernten Inhalte noch einmal anschauen.  
Deine Aufgabe ist nun in die Ausstellung zu gehen und all das was du wieder entdeckst aufzuschreiben. Achte vor allem auf die technischen Umsetzungen.



1a. Was ist Bionik?

Wiedergefunden: ja ( )                      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

---

---

---

---

---

---

---

---

1b. Bionik: Erfindungen der Natur

Wiedergefunden: ja ( )                      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

---

---

---

---

---

---

---

---

2a. Schneller mit dem Strom

Wiedergefunden: ja ( )                      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

---

---

---

---

---

---

---

---

2b. Der Strom im Delfinarium

Wiedergefunden: ja ( )                      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

---

---

---

---

---

---

---

---

**Aufgabenblatt zur Station 7. Irrgarten Bionicum**

**7.Zusatz: Irrgarten Bionicum**

2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze

Wiedergefunden: ja ( )      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----

-----

-----

3a. Flosse ist nicht gleich Flosse

Wiedergefunden: ja ( )      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----

-----

-----

3b. Fin Ray Effekt?

Wiedergefunden: ja ( )      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----

-----

-----

4. Kommunikation unter Wasser

Wiedergefunden: ja ( )      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----

-----

-----

5. Hautsache

Wiedergefunden: ja ( )      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

-----

-----

-----

2.17 Laufzettel

# Bionik- Laufzettel

Station	Wo finde ich die Station?	Erledigt? Hake ab!	Schulnote	Benötigte Zeit? (min)	Meine geistige Anstrengung während der Bearbeitung war ....:							
					Sehr gering		Normal (=genauso anstrengend wie im normalen Biounterricht)			Sehr hoch		
					1	2	3	4	5	6	7	
1a. Was ist Bionik?	Seminarraum											
1b. Bionik: Erfindungen der Natur	Seminarraum											
2a. Schneller mit dem Strom	Seminarraum											
2b. Der Strom im Delfinarium	Blauer Salon											
2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze	Blauer Salon											
3a. Flosse ist nicht gleich Flosse	Blauer Salon											
3b. Fin Ray- Effekt	Seminarraum											
4. Kommunikation unter Wasser	Blauer Salon											
5. Hautsache	Seminarraum											
6. Zusatz: Bedrohung Mensch	Seminarraum											
7. Zusatz: Irrgarten Bionicum	Bionicum											

### 3 ZUSÄTZLICHES MATERIAL DER STATIONEN

#### 3.1 Plakat zum Zuordnen zur Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur

<b>1b.BIONIK: Erfindungen der Natur</b>	
<u>Zuordnen von Bildern</u>	
<u>Vorbild aus der Natur</u>	<u>Technische Anwendung</u>
<p>Die Idee des Klettverschlusses kam Georges de Mestral bei Spaziergängen mit seinem Hund. Im Fell befanden sich immer Klettfrüchte, die sich dort verfangen haben. Nach diesem Vorbild konstruierte er den ersten Klettverschluss.</p>	
<p>Einige Pflanzen haben einen selbstreinigenden Effekt., der sogenannte Lotus- Effekt. Bei diesem Effekt perlt das Wasser von deren Blättern ab. Das Phänomen beruht auf Wechselwirkungen zwischen der Oberfläche der Pflanzen und des Wassers. Anwendung findet dieser Effekt unter anderen in der Automobilindustrie und bei Brillengläsern.</p>	
<p>Durch die besondere Struktur der Fußsohlen ist es den Geckos möglich an nahezu allen Oberflächen problemlos entlang zu klettern. Das Gecko- Haftprinzip beruht auf bestimmten chemischen Kräften zwischen den Fußsohlen und der jeweiligen Oberfläche. Dieses Prinzip wird vor allem zum Kleben eingesetzt.</p>	
<p>Die Wabenstruktur ist sechseckig und damit sehr stabil und zudem platzsparend. Das Prinzip der Wabenstruktur wird daher oft in der Leichtbauweise verwendet. Ein Beispiel dafür wären nach diesem Prinzip gepresste Holzspanplatten.</p>	
<p>Bei aufgespreizten Flügeln von Vögeln werden in der Luft mehrere kleinere Wirbel erzeugt. An bestimmten Stellen löschen sich die kleinen Wirbel gegenseitig aus, so dass der Strömungswiderstand vermindert wird. Dadurch können manche Vögel sparsamer fliegen. Bei Flugzeugen wird das Phänomen mit „Winglets“ umgesetzt. Das sind kleine ausklappbare Flächen an den Flugzeugflügeln.</p>	
<p>Die Zähne von Nagetieren wachsen ein Leben lang. Sie schärfen sich selbst, da sie fortlaufend zum Nagen eingesetzt werden. Dieses Prinzip nutzt man auch bei sich selbst schärfenden Messern. Diese können zwar nicht wachsen, sind aber in der Lage sich selbst zu schärfen.</p>	
<p>Der Aufbau der Knochen wird oft als Stabilitätsvorlage für Bauwerke verwendet. Die besondere Struktur verleiht nicht nur den Knochen, sondern auch dem Eiffelturm in Paris seine extreme Stabilität.</p>	

### 3.2 Versuchsanleitung zur Station 2a. Schneller mit dem Strom

## 2a. Schneller mit dem Strom

### Versuchsanleitung

Die Abbildungen zeigen dir, wie du bei dieser Station vorgehen musst.

1. Zuerst musst du die verschiedenen Formen in die Schlaufe der Schnur einhängen.



2. Die Form muss in Startposition gebracht werden.



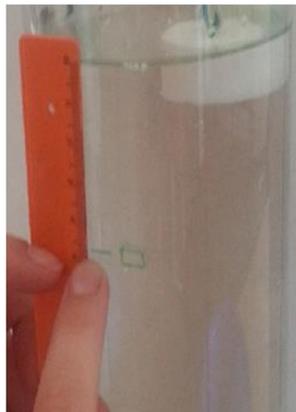
3. Die Schnur kann nun losgelassen werden und die Form fällt ins Wasser.



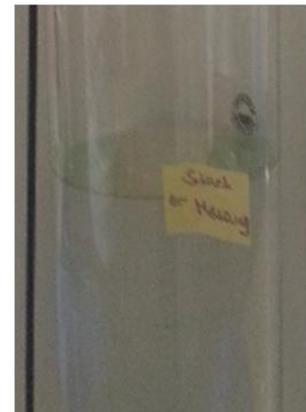
4. Anschließend zeichnest du an, wie weit die Figur ins Wasser eingetaucht ist.



5. Messe nun die Strecke von der Wasseroberfläche bis zu deiner Markierung.

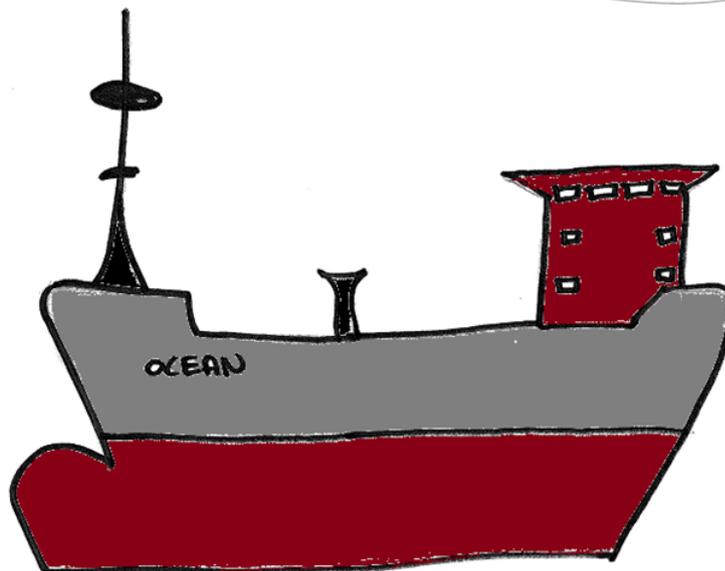


6. Wische deine Markierungen nach Versuchsende wieder weg.



## 3.3 Infoblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze

## 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze

InfoblattInfotext zur Delphinschnauze

Bei Delphinen formt das Maul einen deutlichen Schnabel. Kennzeichnend ist auch die Melone, die aufgewölbt ist. Melone bezeichnet den Raum unter der Stirn.

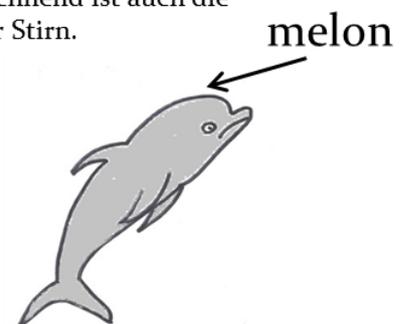
Da diese Aufwölbung aber auch nach außen hin sichtbar ist, wird **Melone oft synonym zu Stirn** verwendet.

Wenn der Delphin schwimmt, teilen Schnabel und Stirn das Wasser so, dass hohe Geschwindigkeiten auch mit wenig Energieaufwand möglich sind.

Mit dieser auffallenden Stirn ist der Delphin daher so etwas wie das Vorzeigetier der Bionik geworden, denn seine Schnauze diente als Modell für den **birnenförmigen Bugaufsatz bei Schiffen**. Das Paradebeispiel hierfür sind sicherlich die großen Öltanker.

Strömungstechniker fanden heraus, dass Schiffe schneller fahren und weniger Treibstoff verbrauchen, wenn ihr Bug dem Kopf des Delphins nachempfunden wird.

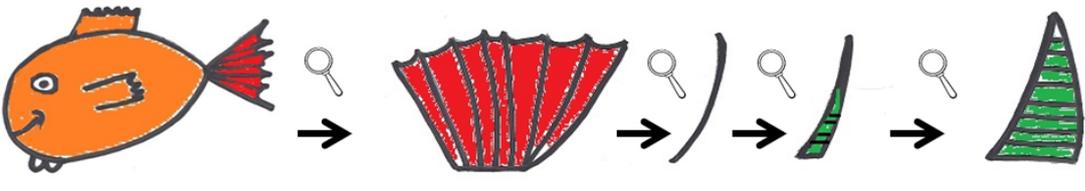
Die Treibstoffersparnis der Schiffe ist so hoch, dass sogar noch bei älteren Schiffen diese „Nase“ vielfach nachgerüstet wurde.



### 3.4 Infoblatt zur Station 3b. Fin Ray-Effekt

## 3b. Fin Ray- Effekt

### Infoblatt



The diagram illustrates the Fin Ray effect through four stages: (a) a fish with a tail fin, (b) a schematic of the tail fin showing the rays, (c) a single fin ray, and (d) a fin ray being pressed by a finger, demonstrating its unique bending behavior.

a) Fisch mit Schwanzflosse      b) Schwanzflosse (schematisch)      c) Einzelner Flossenstrahl

- Die Schwanzflosse besteht aus einem mit Hautfalten (Flossenhaut) verbundenen Gerüst, den Flossenstrahlen.
- Eine Flosse besteht also aus vielen Flossenstrahlen.

d) Flosse gegen die ein Finger gedrückt wird

- Die Schwanzflossen der Knochenfische sind hochinteressant. Drückt man mit dem Finger gegen sie, krümmen sie sich nicht weg. Im Gegenteil, die Schwanzflosse biegt sich dem Finger entgegen (d). Sie passt sich dem Finger also an. Dieses Phänomen der Anpassung der Flosse nennt man Fin Ray- Effekt.
- Der Fin Ray- Effekt wird durch die besondere Struktur der Flossen erreicht. Der Flossenstrahl besteht aus zwei knorpeligen Längsstrahlen, verbunden durch biegsames Material. Die Längsstrahlen können sich gegeneinander verschieben, ihr Abstand bleibt dabei stets erhalten.
- Die angepasste Formveränderung der Flosse erlaubt den Fischen eine hoch effiziente Fortbewegung im Wasser. Die technische Konstruktion ist ein Dreieck aus biegsamen Längs- und Querstreben, die elastisch miteinander verbunden sind.

3.5 *Versuchsanleitung zur Station 3b. Fin Ray-Effekt*

## 3b.: Fin Ray- Effekt der Fischflosse

### Versuchsanleitung

Die Abbildung zeigt dir, wie du bei dieser Station vorgehen musst.



3.6 Infoblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser

## 4. Kommunikation unter Wasser

### Kommunikation der Delphine- 2 Signale

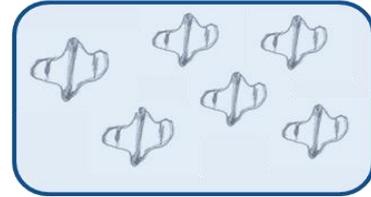
- Vereinfachte Vorstellung:
  - 1 Signal für Information
    - Bsp: „**Ich bin hier. Fische sind im Osten**“
  - 1 weiteres Signal für Melodie
    - Bsp.: „**Born to be wild**“
  - Wenn nun „**Ich bin im Osten, Fische sind hier**“ gleichzeitig mit „**Wild to be born**“ ankommt, dann können Delphine die Informationen entschlüsseln.
  - Im Kopf können sie diese verdrehte Information wieder „richtig rum“ drehen und entschlüsseln.
  - **Diese Kommunikationsweise wird auch bei der Tsunamifrüherkennung bei speziellen Drucksensoren eingesetzt.**
    - Diese Information brauchst du in der nächsten Teilaufgabe.

## 3.7 Infoblatt zur Station 5. Hautsache

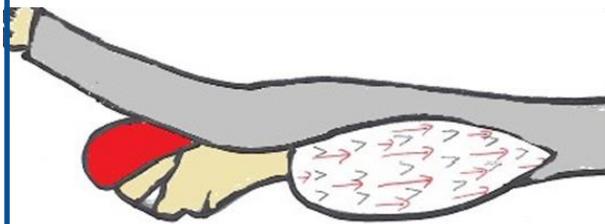
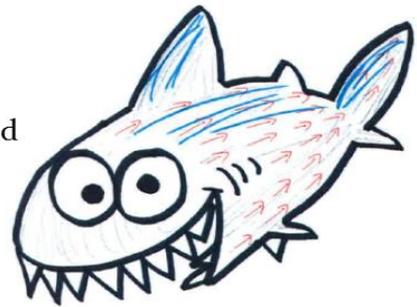
## 5. Hautsache

Infoblatt

Die ganze Oberfläche der Hai-Haut besteht aus winzigen Zähnchen. Sie helfen dem Hai, so energiesparend wie möglich zu Schwimmen. Die mikroskopisch kleinen Zähnchen sind alle zur Schwanzflosse des Tieres hin ausgerichtet.



Das vorbei strömende Wasser wird so kanalisiert und der Reibungswiderstand verringert.



Diese Erkenntnis nutzen auch Profischwimmer. Sie tragen ganz speziellen Anzüge, die mit einer Rillenstruktur nach Vorbild der Hai-Haut durchzogen sind..

Diese Art von Oberflächen können dort eingesetzt werden, wo es darum geht Strömungsverhalten zu optimieren.

Seit Jahren experimentiert ein Flugzeughersteller mit einer künstlichen Hai-Haut für die Tragflächen der Maschinen um Kerosin zu sparen.

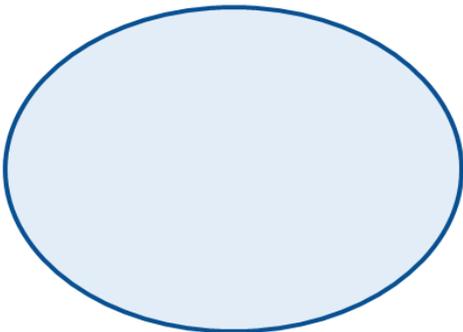
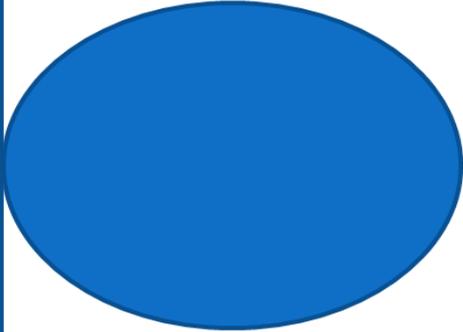
3.8 *Plakat zum Sortieren der Gegenstände zur Station 5. Hautsache*

**5. Hautsache**

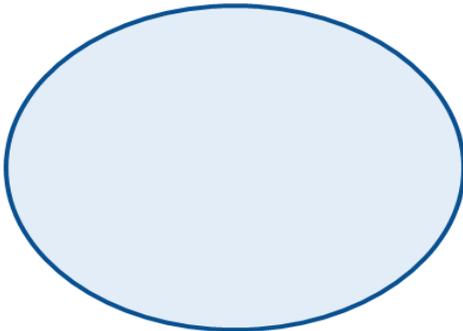
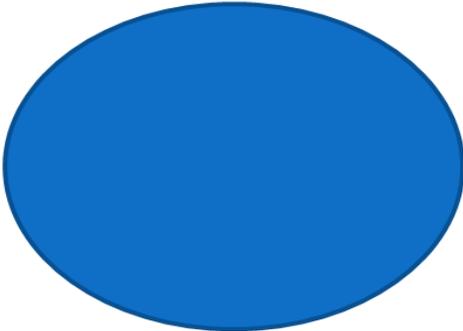
Plakat zum Sortieren

Passende Tiere

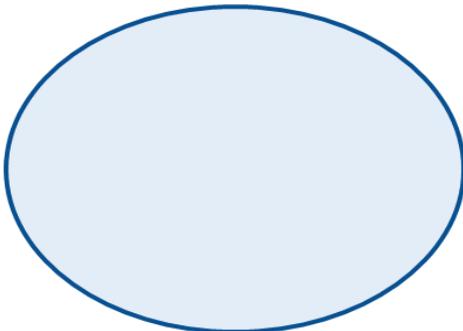
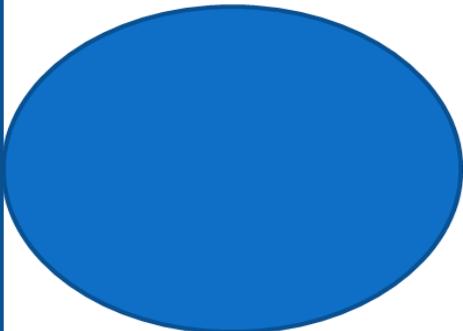
Feder



Schleim zum Anfassen



Sandpapier

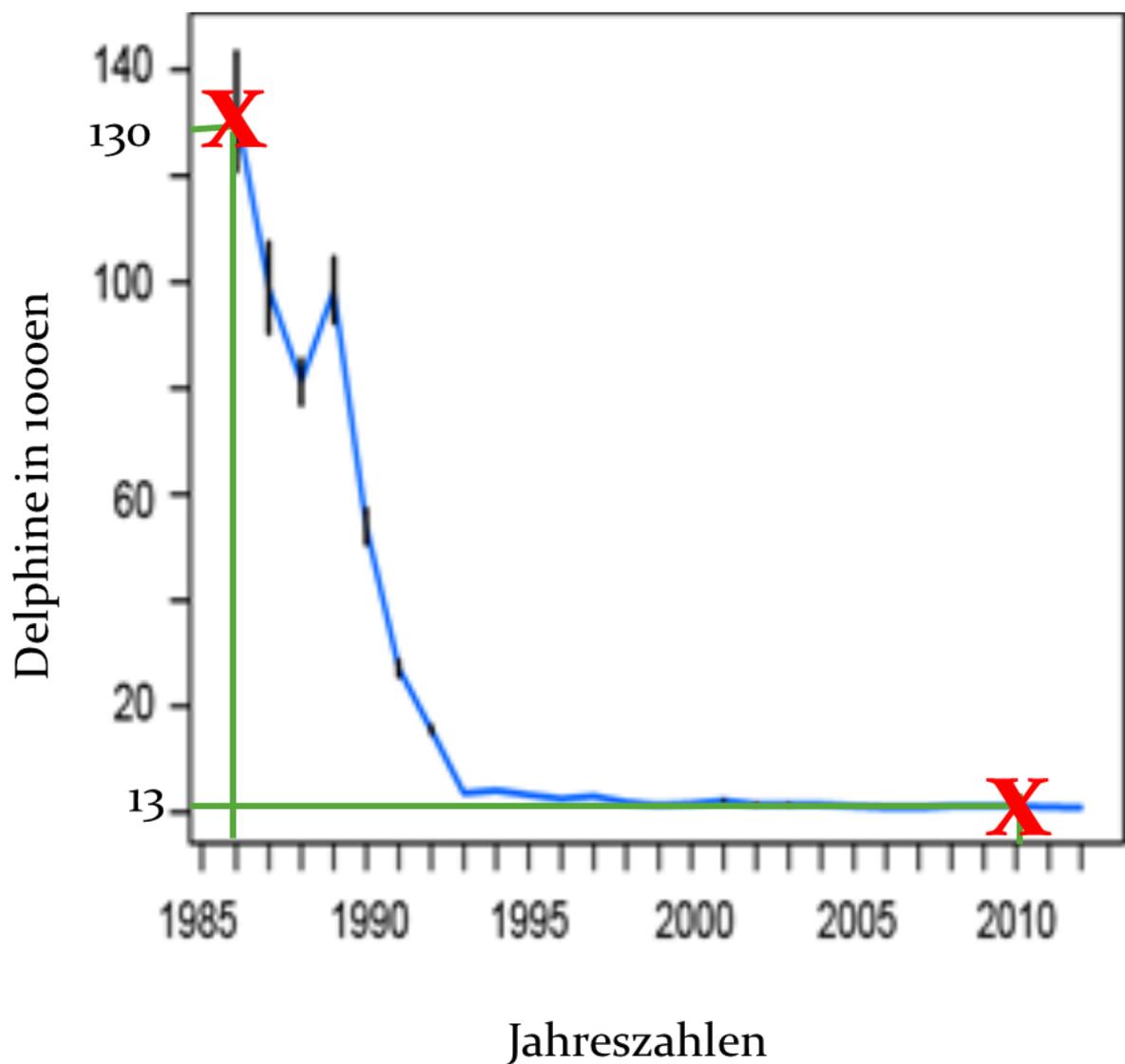


### 3.9 Infoblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch

## 6. Bedrohung Mensch

### Infoblatt- Diagramm

Aufgabe: Findet mit Hilfe des Diagramms raus, wie viel Delphine 1986 und 2010 jeweils getötet wurden



## 4 LÖSUNG SHEFT

### 4.1 Lösungsblatt zur Station 1a. Was ist Bionik?

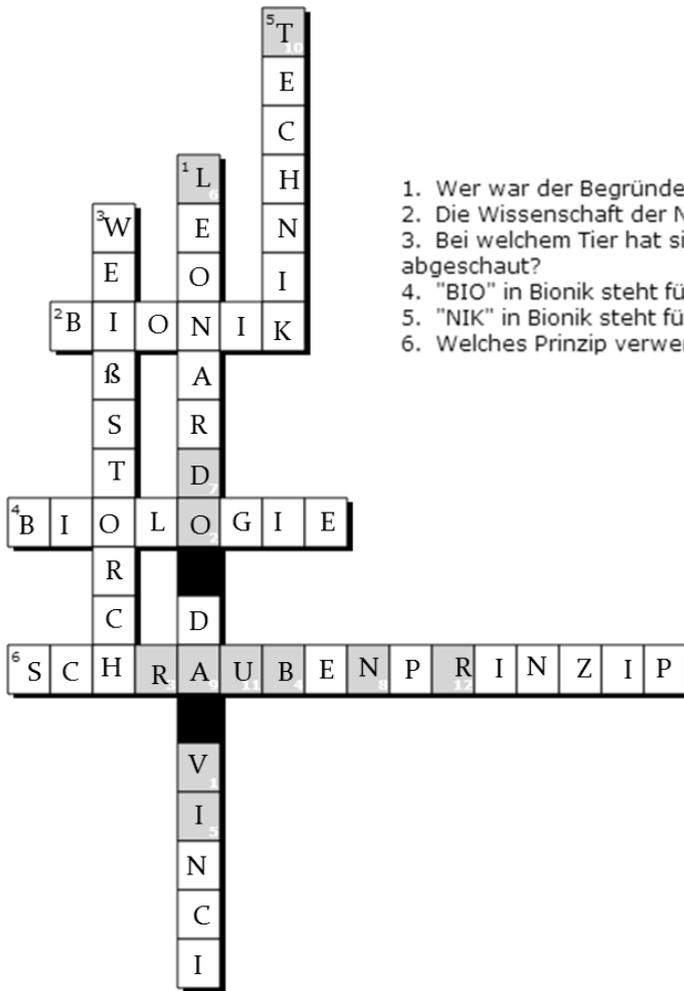
#### 1a. Was ist BIONIK?



1. Lies dir zuerst das Infoblatt „Was ist Bionik?“ auf der nächsten Seite aufmerksam durch.
2. Löse anschließend das Kreuzworträtsel.

Das Lösungswörter lauten:

Vorbild Natur



1. Wer war der Begründer des Helikopters?
2. Die Wissenschaft der Naturnachbildungen nennt man?
3. Bei welchem Tier hat sich Otto Lilienthal seine Erfindungen abgeschaut?
4. "BIO" in Bionik steht für?
5. "NIK" in Bionik steht für?
6. Welches Prinzip verwendet Leonardo da Vinci?

Vorbild Natur

## 4.2 Lösungsblatt zur Station 1b. Bionik: Erfindungen der Natur

## 1b. BIONIK: Erfindungen der Natur

1. Du darfst Karten spielen.

Ordne den Textabschnitten auf dem Plakat jeweils 2 Bilder zu. Auf einem Bild ist das Naturobjekt zu sehen und auf dem anderen die technische Anwendung. Ordne jeden Textkärtchen jeweils eine technische Anwendung und ein Naturobjekt zu.



2. Aussagen wahr oder falsch:  
Kreuze die richtige Antwort an. Falls die Antwort falsch sein sollte, schreibe die richtige Antwort auf.

- a. Das Gecko-Prinzip funktioniert durch die besonderen Strukturen der Beine.

wahr  
 falsch

Das Gecko-Prinzip funktioniert durch die besonderen Strukturen der Fußsohlen.



- b. Die Idee des Klettverschlusses kam dem Erfinder bei Spaziergängen mit seinem Hund.

wahr  
 falsch

- c. Der Strömungswiderstand wird bei aufgespreizten Flügeln größer.

wahr  
 falsch

Der Strömungswiderstand wird kleiner.

- d. Die Wabenstruktur ist 5-eckig.

wahr  
 falsch

Die Wabenstruktur ist 6-eckig.

- e. Alle Pflanzen besitzen einen Selbstreinigenden Effekt.

wahr  
 falsch

Nur bestimmte Pflanzen, wie die Lotusblume, besitzen diesen Effekt.

### 4.3 Lösungsblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom

## 2a.: Schneller mit dem Strom

### Versuch: Welche Form taucht am tiefsten?

#### Durchführung:



Es sollen verschiedene Wachsfiguren auf ihre Schwimmfähigkeit getestet werden.

Der Standzylinder dient als Rennstrecke.

Der Start ist an der Versuchsanordnung gekennzeichnet.



Die verschiedenen Formen sind jeweils mit einem Haken versehen.

An der Schnur ist eine kleine Öse, an der nacheinander die verschiedenen Formen befestigt werden können.

1. Hängt nun die Formen nacheinander an die Schnur und haltet die Schnur auf Spannung, so dass der Anfang der Wachsfigur an der Startlinie hängt.
2. Lasst die Figuren vorher ruhig auspendeln und achtet darauf, dass sich das Wasser ebenfalls nicht bewegt.
3. Ein anderer Gruppenteilnehmer nimmt sich einen Stift.
4. Der Gruppenteilnehmer, der die Figur hält, lässt die Schnur los und die Figur fällt ins Wasser.
5. Derjenige mit dem Stift betrachtet, während der ganzen Zeit den Standzylinder und markiert mit dem Stift, wie weit die Figur eingetaucht ist.
6. Mit einem Lineal wird nun die Strecke von der Wasseroberfläche bis zum Eintauchende bestimmt.
7. Die ganze Prozedur wird mit jeder Wachsfigur dreimal wiederholt.
8. Es wird die Form herausgefunden, welche am tiefsten taucht und damit den geringsten Widerstand aufweist.



Bevor ihr den Versuch startet, stellt eine Vermutung an, welche Form wohl am tiefsten tauchen wird:

-----

-----

## Lösungsblatt zur Station 2a. Schneller mit dem Strom

### 2a.: Schneller mit dem Strom

Führt nun den Versuch durch und notiert eure Beobachtungen in der Tabelle:



Figur	1. Strecke (cm)	2. Strecke (cm)	3. Strecke (cm)	Platzierung Welche Form ist am tiefstem eingetaucht?
 Würfel	9,7	9,5	9,0	5
 Kugel	10	10,5	11	2
 Eiform	7,0	7,5	7,0	4
 Spindel, die nach hinten spitzer wird	15,5	15,0	14,0	1
 Spindel, die nach vorn spitzer wird	11	12	11	3
 Runde Platte	5	5,5	5	6

Deutung:

Gebt die Eigenschaften eines schnell schwimmenden Körpers mit geringem Widerstand an:

- Spindelform
- Nicht zu groß
- Glatte Oberfläche

#### 4.4 Lösungsblatt zur Station 2b. Der Strom im Delphinarium



### 2b.: Der Strom im Delphinarium

Als Stromlinienform bezeichnet man allgemein die tropfenförmige Idealform eines Körpers oder Gegenstandes, die sich durch einen geringen Strömungswiderstand gegenüber dem umströmenden Medium, zumeist Luft oder Wasser, auszeichnet.



1. Welches der Tiere im Aquarium schwimmt am schnellsten? Beobachte und notiere das Tier.

Delphin



3. Welches Tier ist am langsamsten? Beobachte die Tiere im Aquarium und notiere die Lösung.

Seekuh

4. Überlege dir, wieso die Tiere unterschiedlich schnell schwimmen und notiere Möglichkeiten dafür. Tipp: Schau dir die Form der Tiere genau an.



Die Stromlinienform der Tiere ist unter andern für die Schnelligkeit im Wasser zuständig.

5. Der Delphin ist ein Räuber und frisst Fische. Die Seekuh hingegen ernährt sich vegetarisch. Erkläre, wieso das etwas mit der Schnelligkeit beim Schwimmen zu tun hat?



Die Seekuh muss keine Beute jagen und braucht deswegen auch nicht so schnell sein wie ein Delphin. Der Delphin muss seine Nahrung erst erbeuten und muss dafür schnell schwimmen können.



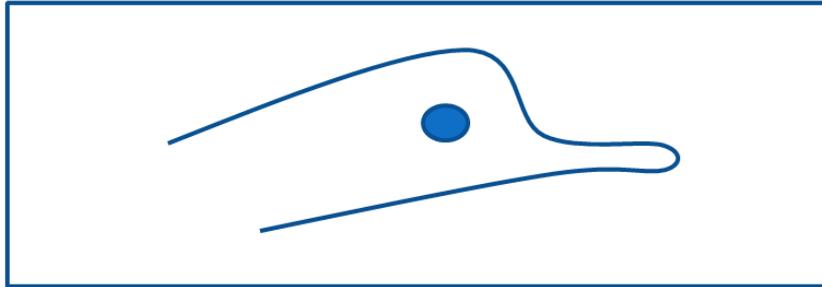
6. Kennst du eine technische Anwendung für das biologische Phänomen der Stromlinienförmigkeit? Notiere deine Vorschläge!

Auto, Flugzeug,.....

## 4.5 Lösungsblatt zur Station 2c. Das Geheimnis der Delphinschnauze

## 2c.: Das Geheimnis der Delphinschnauze

-  1. Schau dir den Delphin im Delfinarium genauer an.
-  2. Versuche die Form des Delphinkopfes abzuzeichnen.



3. Schau dir nun das Bild des Öltankers an und vergleiche das Bild mit deinem gezeichneten Bild. Kannst du Ähnlichkeiten erkennen? Wenn ja, notiere diese.



Die Schnauze des Delphins und der Öltanker weisen den gleichen Höcker auf.



.. Lies dir nun den Info „Text zur Delphinschnauze“ durch und beantworte folgende Fragen:



- a. Wie heißt die Stirn der Delphine noch?

Melone



- b. Beschreibe, wieso der Aufbau der Stirn des Delphins und der Bug der Schiffe so gestaltet ist.

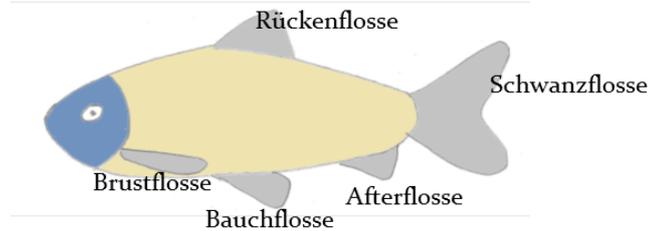
Die Strömungseigenschaften der Tanker werden durch den Bugaufsatz verbessert. Abgeschaut haben sich die Ingenieure dies von den Delphinen, die sehr schnelle Schwimmer sind und strömungstechnisch optimal angepasst sind.



4.6 Lösungsblatt zur Station 3a. Flosse ist nicht gleich Flosse

3a.: Flosse ist nicht gleich Flosse

1. Vergleiche die Tiere im Aquarium mit der Abbildung.

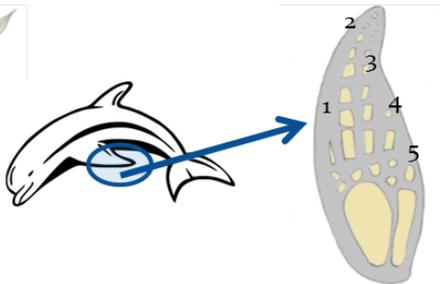


2. Besitzen die 4 Tiere im Delfinarium genau diese Flossenordnung?  
Wenn nicht, dann notiere die Unterschiede.



- Delphin : nein, keine Bauch- und Afterflossen  
 Seekuh : nein, keine Bauch-, After- und Rückenflosse  
 Seelöwe : nein, keine Bauch-, After- und Rückenflosse  
 Fisch : ja

3. Delphine, Seekühe und Seelöwe gehören, wie wir Menschen zu den Säugetieren und nicht zu den Fischen.  
Deshalb weisen sie auch einen anderen Flossenaufbau auf, als die Fische.



Woran erinnert dich diese Abbildung von einer Delphinflosse?



An eine menschliche Hand.

Tipp: Schau dir deine linke Hand an und zeichne sie neben die Delphinflosse!!

4.7 Lösungsblatt zur Station 3b. *Fin Ray-Effekt der Fischflosse*3b.: Fin Ray- Effekt der Fischflosse

1. Schau dir das Infoblatt an und erkläre in einem Satz, was der Fin Ray- Effekt ist.



Der Fin Ray-Effekt beschreibt die besondere Anpassung der Fischflossen an das Wasser.



2. Den Fin Ray- Effekt kannst du dir nun an Modellen näher anschauen.  
Es gibt drei Modelle von jeweils einem Flossenstrahl.



- a. Schau dir die drei Flossenstrahlen genau an .  
b. Versuche von unten mit dem Zeigefinger gegen den Flossenstrahl zu drücken.  
(Dein Finger ahmt bei dem Modell die Kraft des Wassers während der Schwimmbewegung nach.)  
Was passiert mit dem Flossenstrahl?



Der Flossenstrahl biegt sich dem Finger entgegen.

- c. Welcher Flossenstrahl wird wohl der stabilste sein? Begründe!

Der Flossenstrahl mit den meisten Querstreben ist der stabilste.



- d. Zum Vergleich kannst du nun eine echte Fischflosse auf den Finray- Effekt hin untersuchen. Klappt es genauso gut? Oder sogar besser?

Klappt besser.

3. Der Fin Ray- Effekt findet Anwendung in der Robotik. Dort wird die sich anpassende Struktur verwendet, um empfindliche Gegenstände wie Eier oder Glühbirnen zu heben.  
Im Modell vor dir kannst du versuchen den Tischtennisball mit Hilfe zweier Flossenstrahlen hochzuheben.

- a. Ist es dir gelungen den Tischtennisball anzuheben?

Hoffentlich.

- b. Wenn du Techniker wärst, was würdest du an dem Greifer ändern?

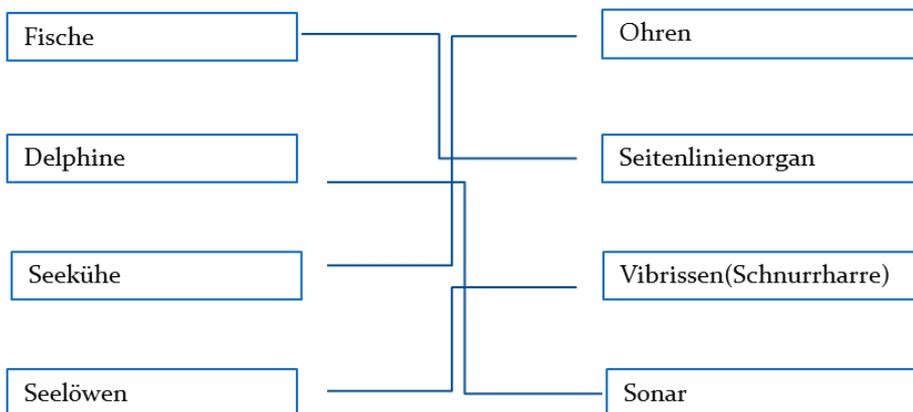
Drei Arme statt zwei Arme an den Greifer installieren.



4.8 Lösungsblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser

## 4.: Kommunikation unter Wasser

1. Verbinde die passende Tierart mit dem richtigen Kommunikationsmittel. Dazu kannst du dir die Tiere im Delfinarium genauer anschauen. Bei manchen ist es erkennbar. Wenn es nicht erkennbar ist, können dir die Infoschilder vor den Aquarien weiter helfen.



2. Delphin- Kommunikation



Die komplizierte Delphin- Kommunikation kannst du dir nun anhören. Gehe dazu an die Station mit den Kopfhörern.

Beschreibe die Art der Kommunikation in einem Satz:

Die Delphine kommunizieren mit Hilfe von einem Sonarsystem, bei dem Klicklaute ausgesendet werden und als Echo zu den Delphinen zurück kehren.

## Lösungsblatt zur Station 4. Kommunikation unter Wasser

### 3. Anwendung der Delphin- Kommunikation: Tsunami- Frühwarnsystem



Betrachte das Plakat. Das Plakat zeigt das Tsunami- Frühwarnsystem.

Auf dem Plakat sind Nummern abgebildet. Zu jedem dieser Nummern gehört ein Textfeld. Ordne die Texte zu jeweils einer Nummer und notiere dies auch in deinem Arbeitsheft

Nummer:

---2---

Drucksensoren am Boden registrieren die Veränderungen am Meeresboden. Diese schicken die Informationen dank Delphin-Technik an Bojen, die an der Wasseroberfläche schwimmen.

---4---

Der Satellit schickt die Informationen von den Bojen weiter zum Kontrollzentrum ans Festland.

---1---

Durch das Schieben einer Erdplatten unter eine andere kommt es zu Erdbeben am Meeresgrund. Die Erschütterung ruft eine Bewegung der Wassermassen hervor. Es entstehen große Wellen, die unter anderem aufs Festland treffen und dort großen Schaden anrichten können. Solche Monsterwellen nennt man Tsunamis.

---5---

Das Warnzentrum gibt eine Tsunami- Warnung heraus und löst die Evakuierung der betroffenen Gebiete aus.

---3---

Die Bojen schicken die Signale vom Meeresboden und ein GPS-Signal zur Lagebestimmung an einen Satelliten.

4.9 Lösungsblatt zur Station 5.Hautsache

## 5.: Hautsache

1. Plakat: verschiedene Hauttypen



a. Ordne die Tiere, die die Eigenschaft der Haut darstellen sollen, jeweils einem Gegenstand auf dem Plakat zu. Die kleinen Texte hinten auf dem Tier helfen dir bei der Zuordnung.

- |              | Tier               |
|--------------|--------------------|
| • Schleim    | ➡ ----Fisch-----   |
| • Sandpapier | ➡ ----Hai-----     |
| • Feder      | ➡ ----Pinguin----- |



b. Wie sollte die Oberfläche der Haut beschaffen sein, um im Wasser besonders schnell zu sein? Stelle Vermutungen an und streiche die unpassenden Eigenschaften weg.

ölig      feucht      schleimig      glänzend      orange  
behaart      wasserdicht      glatt      rau      trocken



e. Lies dir den Infotext zur „Bionik der Hai- Haut“ durch und beantworte die Fragen:  
Wie ist die Hai-Haut aufgebaut?

Die Hai-Haut ist aus vielen kleinen Zähnchen aufgebaut, die entlang der Körperoberfläche verteilt sind.

Welche technische Anwendung findet die Hai-Haut?

Anwendung findet die Bionik der Hai-Haut beispielsweise in der Automobilindustrie und bei Schwimmanzügen.

## 4.10 Lösungsblatt zur Station 6. Bedrohung Mensch

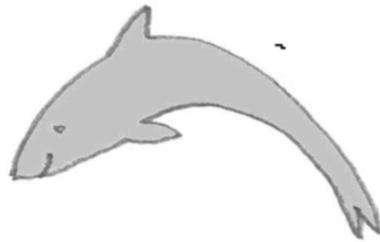
## 6. Bedrohung Mensch

"Wer Thunfisch isst, nimmt den Tod von Delfinen in Kauf"  
schrieb die Zeitung „Welt“ am 4.12.06

-  1. Glaubt ihr, dass diese Aussage wahr ist?

Eure Meinung ist gefragt.

-  2. Schaut euch die Thunfischdose an und untersucht sie auf dieses LOGO:



-  3. Überlege dir, inwieweit die Aussage aus 1. und das LOGO von 2. zusammenhängen könnten und schreibe es in einem Satz auf.

Die Thunfischdosen mit dem Siegel Delphinsafe werden gefangen, ohne damit Delfine dabei getötet werden.

-  4. In dem Diagramm seht ihr, wie viele Delfine bei der Fischerei getötet wurden. Wie viele Delfine wurden 1986 und wie viele 2010 getötet?

1986	130000
2010	13000

5. Berechne wie viele Tiere 2012 weniger sterben als 1985. Wie viel Prozent weniger sind das?

 Tiere weniger: 117000  
Prozent: 90%

6. Würde es ohne Natur die Bionik geben? Wieso müssen die Tiere und die Natur in diesem Zusammenhang dann geschützt werden? Begründe!

Nein Bionik würde es dann nicht geben, denn die Natur ist Vorbild für die Bionik.



## 4.11 Lösungsblatt zur Station 7. Irrgarten Bionicum

### 7. Irrgarten Bionicum

In dieser Station kannst du dir, die heute gelernten Inhalte noch einmal anschauen.  
Deine Aufgabe ist nun in die Ausstellung zu gehen und all das was du wieder entdeckst aufzuschreiben. Achte vor allem auf die technischen Umsetzungen.



1a. Was ist Bionik?

Wiedergefunden: ja ()      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

Definition Bionik  
Wegbereiter der Bionik

1b. Bionik: Erfindungen der Natur

Wiedergefunden: ja ()      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

- Gecko-Folie, Informationstafeln zum Gecko-Fuß, Mikroskop-Ansicht
- Stabilität der Knochen, Versuchsanordnung und Modell zu Knochen
- Klettverschluss
- Tafeln zur Strömungslehre
- Film und Informationstafeln zu den selbstschärfenden Messer
- Wabenausstellung, Versuch zur Wabenanordnung
- Informationstafeln und Versuch zum Lotus-Effekt

2a. Schneller mit dem Strom

Wiedergefunden: ja ( )      nein ()

Was hast du wieder gefunden?

2b. Der Strom im Delfinarium

Wiedergefunden: ja ()      nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

Informationstafeln zur Strömungslehre

## Lösungsblatt zur Station 7 Irrgarten Bionicum

### 7. Irrgarten Bionicum

2c. Zusatz: Das Geheimnis der Delphinschnauze

Wiedergefunden: ja ( ) nein (X)

Was hast du wieder gefunden?

3a. Flosse ist nicht gleich Flosse

Wiedergefunden: ja ( ) nein (X)

Was hast du wieder gefunden?

3b. Fin Ray-Effekt?

Wiedergefunden: ja (X) nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

Anwendung des Fin Ray-Effektes (Ergonomischer Stuhl)

Fin Ray-Effekt Informationstafeln

Fin Ray-Effekt Demonstrationsversuch

4. Kommunikation unter Wasser

Wiedergefunden: ja ( ) nein (X)

Was hast du wieder gefunden?

5. Hautsache

Wiedergefunden: ja (X) nein ( )

Was hast du wieder gefunden?

Hai-Haut Nachbildung

Hai-Haut Riblets

Hai-Haut Informationstafeln

6. Bedrohung Mensch

Wiedergefunden: ja ( ) nein (X)

Was hast du wieder gefunden?

## **5 FRAGEBOGEN**

### ***5.1 Fragebogen Technik***

Der Fragebogen wurde zur Erhebung des Technikinteresses und der sozialen Aspekte von Technik bei Schülern, Lehrern und Studenten eingesetzt. Exemplarisch wird der Fragebogen für Schüler gezeigt, welcher sich bei Studenten und Lehrern nur im Deckblatt unterschied.

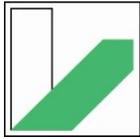
### ***5.2 Schülerwissensfragebogen zur Intervention***

Der Schülerfragenbogen enthält verschiedene Wissensfragen, die in der Bionik Intervention behandelt wurden. Der Fragebogen wurde fünf Mal erhoben (zwei Wochen vorher, direkt danach, sechs und zwölf Wochen danach und ein Jahr nach der Intervention).

### ***5.3 Schülerfragebogen zur naturwissenschaftlichen Motivation***

Der Schülerfragebogen zur naturwissenschaftlichen Motivation wurde dreimal getestet (zwei Wochen vorher, direkt danach als auch sechs Wochen nach der Interventionsstudie).

## 5.1 Fragebogen Technik



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



# Fragebogen zum Unterrichtsprojekt „Bionik“

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Du an dieser Befragung teilnimmst!

Dieser Fragebogen ist Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung und streng vertraulich. Er wird **nicht** von Deiner Lehrkraft benotet.

- Bearbeite den Test bitte **alleine** und **sorgfältig**.
- Benutze einen Füller oder Kugelschreiber.
- Kreuz die Antwort an, die **Deiner Meinung nach** richtig ist.
- Wenn Du Dich beim Ankreuzen vertan hast, dann mal das Kästchen vollständig aus und kreuz ein anderes an.
- **Es dürfen an keiner Stelle Angaben über Dritte gemacht werden.** Das heißt, schreibe nichts über Deine Familie, Freunde oder Bekannte. Es zählt nur Deine Erfahrung und persönliche Meinung.
- Es ist nicht ungewöhnlich, dass die gestellten Aufgaben für Dich schwierig zu lösen sind.
- Wenn Du fertig bist: Kontrollier bitte, ob Du alle Seiten ausgefüllt hast!

### Dein persönlicher Code:

Datum: .....

Dein persönlicher Code besteht aus:

1. Bist Du weiblich oder männlich (**w** für weiblich und **m** für männlich)?
2. In welchem **Monat** hast Du **Geburtstag** (z.B. 01, 02, 03, ... , 09, 10, 11, 12)?
3. In welchem **Jahr** bist Du geboren (z.B. 99, 00, 01, 02)?
4. Mit welchen **zwei Buchstaben** beginnt der **Name Deiner Mutter**?
5. Welche **Hausnummer** habt Ihr (z.B. 001, 034, 115)?

1. Geschlecht	2. Monat	3. Jahr	4. Mutter	5. Hausnummer
↑				

*Beispiel: Daniel ist männlich, geboren im August 2000, seine Mutter heißt Sabine und er wohnt in Hausnummer 12. Daniels Code lautet...*

m	0	8	0	0	S	A	0	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Genehmigt durch: Bayerisches Staatsministerium für  
Bildung, Kultus, Wissenschaft und Kunst,  
Zeichen: X.7-BO4106/453/9, am: 03.02.2015

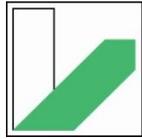
FRAGEBOGEN

**Kreuze im Folgenden an, was am ehesten auf Dich zutrifft!**

Bitte mach pro Aussage nur 1 Kreuz!

	trifft überhaupt nicht zu	trifft nicht zu	teils, teils	trifft zu	trifft völlig zu
Ich interessiere mich für Technik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik macht die Welt zu einem besseren Ort zum Leben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde gerne mehr über Technik lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik hat mehr gute Dinge als schlechte Dinge hervorgebracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde später gerne eine Karriere in einem technischen Beruf machen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es lohnt sich, Geld für Technik auszugeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich mag es, Bücher und Magazine über Technik zu lesen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfindungen in der Technik bringen mehr Gutes als Schlechtes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde gerne einem Hobby-Club für Technik beitreten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technik wird von jedermann gebraucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 5.2 Schülerwissensfragebogen zur Intervention



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



# Fragebogen zum Unterrichtsprojekt „Bionik“

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Du an dieser Befragung teilnimmst!

Dieser Fragebogen ist Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung und streng vertraulich. Er wird **nicht** von Deiner Lehrkraft benotet.

- Bearbeite den Test bitte **alleine** und **sorgfältig**.
- Benutze einen Füller oder Kugelschreiber.
- Kreuz die Antwort an, die **Deiner Meinung nach** richtig ist.
- Wenn Du Dich beim Ankreuzen vertan hast, dann mal das Kästchen vollständig aus und kreuz ein anderes an.
- **Es dürfen an keiner Stelle Angaben über Dritte gemacht werden.** Das heißt, schreibe nichts über Deine Familie, Freunde oder Bekannte. Es zählt nur Deine Erfahrung und persönliche Meinung.
- Es ist nicht ungewöhnlich, dass die gestellten Aufgaben für Dich schwierig zu lösen sind.
- Wenn Du fertig bist: Kontrollier bitte, ob Du alle Seiten ausgefüllt hast!

### Dein persönlicher Code:

Datum: .....

Dein persönlicher Code besteht aus:

6. Bist Du weiblich oder männlich (w für weiblich und m für männlich)?
7. In welchem **Monat** hast Du **Geburtstag** (z.B. 01, 02, 03, ... , 09, 10, 11, 12)?
8. In welchem **Jahr** bist Du geboren (z.B. 99, 00, 01, 02)?
9. Mit welchen **zwei Buchstaben** beginnt der **Name Deiner Mutter**?
10. Welche **Hausnummer** habt Ihr (z.B. 001, 034, 115)?

1. Geschlecht	2. Monat	3. Jahr	4. Mutter	5. Hausnummer
↑				

*Beispiel: Daniel ist männlich, geboren im August 2000, seine Mutter heißt Sabine und er wohnt in Hausnummer 12. Daniels Code lautet...*

m	0	8	0	0	S	A	0	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Genehmigt durch: Bayerisches Staatsministerium für  
Bildung, Kultus, Wissenschaft und Kunst,  
Zeichen: X.7-BO4106/453/9, am: 03.02.2015

Beantworte die folgenden Fragen. Nur eine Antwort ist richtig. Kreuze deshalb nur 1 Antwort an!

Bionik ist ...?
<input type="checkbox"/> Technik, die nachhaltig mit natürlichen Vorkommnissen betrieben wird.
<input type="checkbox"/> die Technik, die bei der Produktion von biologischen Lebensmitteln angewendet wird.
<input type="checkbox"/> die Übertragung von Ideen und Phänomenen aus der Natur in die Technik.
<input type="checkbox"/> die biologische Sichtweise der Technik.

Wieso kann sich der Gecko nahezu überall festhalten?
<input type="checkbox"/> Weil er Klebstoff an den Füßen hat.
<input type="checkbox"/> Weil er ganz leicht ist.
<input type="checkbox"/> Weil er eine besondere Strukturen der Fußsohlen aufweist.
<input type="checkbox"/> Weil er Krallen zum Festhalten hat.

Der Eiffelturm in Paris ist den ... bionisch nachempfunden.
<input type="checkbox"/> Fingern
<input type="checkbox"/> Knochen
<input type="checkbox"/> Muskeln
<input type="checkbox"/> Nerven

Was versteht man unter dem Lotuseffekt? Die Pflanzen ...
<input type="checkbox"/> ernähren sich von kleinen Fliegen.
<input type="checkbox"/> haben eine Harzschicht die verhindert, dass Schädlinge in die Pflanze gelangen.
<input type="checkbox"/> sind durch die Produktion ihres eigenen Wachses besonders glatt.
<input type="checkbox"/> sind in der Lage Wasser abzuweisen.

Wenn jemand eine bionische Erfindung machen will, dann muss er ...?
<input type="checkbox"/> ein Ingenieur sein.
<input type="checkbox"/> sich Ideen von der Natur holen.
<input type="checkbox"/> ein besonders schlauer Mensch sein.
<input type="checkbox"/> sich von der Kunst inspirieren lassen.

Die Zähne der Nagetiere dienen als bionisches Vorbild bei ...?
<input type="checkbox"/> Gabeln.
<input type="checkbox"/> Messern.
<input type="checkbox"/> Zahnprothesen.
<input type="checkbox"/> Zahnreinigungen.

Der Klettverschluss ist eine bionische Nachempfindung von ...?
<input type="checkbox"/> einer Blüte.
<input type="checkbox"/> einem Stiel.
<input type="checkbox"/> einer Frucht.
<input type="checkbox"/> eines Blattes.

Die Stromlinienform ...?
<input type="checkbox"/> verdoppelt den Widerstand.
<input type="checkbox"/> erhöht den Widerstand.
<input type="checkbox"/> löscht den Widerstand aus.
<input type="checkbox"/> vermindert den Widerstand.

**Bionik setzt sich aus folgenden Wörtern zusammen:**

- Biologie und Robotik
- Biologie und Technik
- Biologie und Nickel
- Biologie und Gotik

**Die Bionik der Hai-Haut findet Anwendung bei?**

- Mützen
- Gummistiefeln
- Schwimmanzügen
- Jacken

**Wieso ist der Delphin ein schneller Schwimmer?**

- Weil er ein sehr scheues Tier ist.
- Weil er ein Beutegreifer ist.
- Weil er viele tierische Feinde hat.
- Weil er flüchten muss.

**Die Stromlinienform hat eine ... Idealform.**

- kugelige
- tropfenförmige
- kastenförmige
- längliche

**Die „Delphinschnauze“ findet sich am häufigsten bei ...?**

- Kreuzfahrtschiffen.
- Tankern.
- Segelbooten.
- Piratenschiffen.

**Durch einen birnenförmigen Aufsatz wird bei Schiffen ...?**

- Treibstoff gespeichert.
- eine Warnung für Delphine herausgegeben.
- Treibstoff eingespart.
- das äußere Erscheinungsbild verbessert.

**Das biologische Phänomen der Stromlinienform findet Anwendung bei ...?**

- Klettverschlüssen.
- optimierten Bauteilen.
- technischen Greifern.
- Gebäuden.

**Welchen Nutzen weist ein bionisch optimiertes Bauteil nach Vorbild des „Fin Ray-Effektes“ auf?**

- Es passt sich flexibel an jeden Gegenstand an.
- Es bleibt starr.
- Es verformt sich nach starker Druckeinübung.
- Es bleibt genau wie es ist.

Der Fin Ray-Effekt findet Anwendung in der ...?
<input type="checkbox"/> Robotik.
<input type="checkbox"/> Aerodynamik.
<input type="checkbox"/> Kinetik.
<input type="checkbox"/> Motorik.

Bei welchen Tieren findet sich der Fin Ray-Effekt?
<input type="checkbox"/> Reptilien.
<input type="checkbox"/> Säugetieren
<input type="checkbox"/> Fischen.
<input type="checkbox"/> Vögeln

Der Flossenaufbau des Delphins entspricht dem der ...?
<input type="checkbox"/> Dinosaurier.
<input type="checkbox"/> Reptilien.
<input type="checkbox"/> Säugetiere.
<input type="checkbox"/> Fische.

Welche Tierart hat Brust-, Rücken-, Bauch-, After- und Schwanzflosse?
<input type="checkbox"/> Delphin
<input type="checkbox"/> Seelöwe
<input type="checkbox"/> Seekuh
<input type="checkbox"/> Forelle

Wie ist die Hai Haut aufgebaut?
<input type="checkbox"/> Aus vielen kleinen Schuppen.
<input type="checkbox"/> Aus vielen kleinen Zähnen.
<input type="checkbox"/> Aus einer Schleimschicht.
<input type="checkbox"/> Aus vielen kleinen Härchen.

Die Schleimschicht der Fische dient der
<input type="checkbox"/> besseren Fortbewegung im Wasser
<input type="checkbox"/> Abwehr von Fressfeinden
<input type="checkbox"/> Tarnung
<input type="checkbox"/> Fortpflanzung

Für welche bionische Anwendung wird das Kommunikationssystem der Delphine eingesetzt?
<input type="checkbox"/> Unterwasserkommunikation bei Tauchern
<input type="checkbox"/> Tsunami-Früherkennung
<input type="checkbox"/> Funktechnik in Flugzeugen
<input type="checkbox"/> Radioempfang

Welches Kommunikationsmittel benutzen Delphine unter Wasser?
<input type="checkbox"/> Ohren
<input type="checkbox"/> Seitenlinienorgan
<input type="checkbox"/> Schnurrhaare
<input type="checkbox"/> Sonar

Beim Fin Ray-Effekt wird ... auf die technische Anwendung übertragen.
<input type="checkbox"/> jede Komponente
<input type="checkbox"/> die Oberflächenstruktur
<input type="checkbox"/> die Substanz
<input type="checkbox"/> das Wirkungsprinzip

Bei welchem bionischen Beispiel wird die Form auf die technische Anwendung übertragen?
<input type="checkbox"/> Lüftungssysteme nach Vorbild der Termiten
<input type="checkbox"/> Fin Ray-Effekt
<input type="checkbox"/> Gecko-Haftprinzip
<input type="checkbox"/> Hai-Haut-Effekt

**Die Stromlinienform ist in der Bionik ein zentrales Forschungsgebiet, weil ...?**

- viele Gebäude dieser Form entsprechen.
- Die Strömungseigenschaften verbessert werden.
- deren Wirkungsprinzip ganze Häuser entlüften kann.
- die Oberflächenstruktur beim Bau von modernen Autos genutzt wird.

**Was wird beim Hai-Haut-Effekt bionisch übertragen?**

- Die Funktionsweise.
- Die Motorik.
- Die Form.
- Die Oberflächenstruktur.

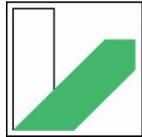
**Der Delphin benutzt für seine Kommunikation:**

- Ein Signal, das analog zur menschlichen Stimme ist.
- Seine Ohren.
- Ein Signal, das so in der Natur kein zweites Mal vorkommt.
- Eine Kombination aus verschiedenen Signalen.

**Welches Element wird bei dem birnenförmigen Aufsatz bei Schiffen übertragen?**

- Das Wirkungsprinzip des Sonarsystems der Delphine.
- Der Aufbau der Delphinschnauze?
- Die Nachempfindung der Flossenform.
- Die Kommunikation der Delphine.

### 5.3 Schülerfragebogen zur naturwissenschaftlichen Motivation



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH



## Fragebogen zum Unterrichtsprojekt „Bionik“

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielen Dank, dass Du an dieser Befragung teilnimmst!

Dieser Fragebogen ist Teil einer wissenschaftlichen Untersuchung und streng vertraulich. Er wird **nicht** von Deiner Lehrkraft benotet.

- Bearbeite den Test bitte **alleine** und **sorgfältig**.
- Benutze einen Füller oder Kugelschreiber.
- Kreuz die Antwort an, die **Deiner Meinung nach** richtig ist.
- Wenn Du Dich beim Ankreuzen vertan hast, dann mal das Kästchen vollständig aus und kreuz ein anderes an.
- **Es dürfen an keiner Stelle Angaben über Dritte gemacht werden.** Das heißt, schreibe nichts über Deine Familie, Freunde oder Bekannte. Es zählt nur Deine Erfahrung und persönliche Meinung.
- Es ist nicht ungewöhnlich, dass die gestellten Aufgaben für Dich schwierig zu lösen sind.
- Wenn Du fertig bist: Kontrollier bitte, ob Du alle Seiten ausgefüllt hast!

### Dein persönlicher Code:

Datum: .....

Dein persönlicher Code besteht aus:

11. Bist Du weiblich oder männlich (w für weiblich und m für männlich)?
12. In welchem **Monat** hast Du **Geburtstag** (z.B. 01, 02, 03, ... , 09, 10, 11, 12)?
13. In welchem **Jahr** bist Du geboren (z.B. 99, 00, 01, 02)?
14. Mit welchen **zwei Buchstaben** beginnt der **Name Deiner Mutter**?
15. Welche **Hausnummer** habt Ihr (z.B. 001, 034, 115)?

1. Geschlecht	2. Monat	3. Jahr	4. Mutter	5. Hausnummer
↑				

*Beispiel: Daniel ist männlich, geboren im August 2000, seine Mutter heißt Sabine und er wohnt in Hausnummer 12. Daniels Code lautet...*

m	0	8	0	0	S	A	0	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Genehmigt durch: Bayerisches Staatsministerium für  
Bildung, Kultus, Wissenschaft und Kunst,  
Zeichen: X.7-BO4106/453/9, am: 03.02.2015

**Kreuze im Folgenden an, was am ehesten auf Dich zutrifft!**

<b>Mit Naturwissenschaften sind hier Biologie, Chemie, Physik, Natur und Technik und Geologie gemeint!</b>					
Bitte mach <u>pro Aussage nur 1 Kreuz!</u>	immer	oft	gelegentlich	selten	nie
Das Lernen Naturwissenschaftlicher Fächer ist interessant.	<input type="checkbox"/>				
Ich bin neugierig zu erfahren, welche Entdeckungen in den Naturwissenschaften gemacht werden.	<input type="checkbox"/>				
Das, was ich in den naturwissenschaftlichen Fächern lerne, ist für mein Leben wichtig.	<input type="checkbox"/>				
Das Lernen in den naturwissenschaftlichen Fächern macht mein Leben sinnvoller.	<input type="checkbox"/>				
Es gefällt mir, naturwissenschaftliche Fächer zu lernen.	<input type="checkbox"/>				
Ich glaube, ich kann in den naturwissenschaftlichen Fächern sehr gute Noten erreichen.	<input type="checkbox"/>				
Ich bin zuversichtlich, an den Prüfungen in den naturwissenschaftlichen Fächern gut abzuschneiden.	<input type="checkbox"/>				
Ich glaube, dass ich die inhaltlichen und praktischen Anforderungen im naturwissenschaftlichen Unterricht meistern kann.	<input type="checkbox"/>				
Ich bin sicher, dass ich die Naturwissenschaften verstehen kann.	<input type="checkbox"/>				
Ich bin zuversichtlich, dass ich in naturwissenschaftlichen Praktika und Projekten gut abschneide.	<input type="checkbox"/>				
Gute Ergebnisse in naturwissenschaftlichen Prüfungen und Praktika zu erzielen ist mir wichtig.	<input type="checkbox"/>				
Es ist wichtig, in den naturwissenschaftlichen Fächern gute Noten zu erzielen.	<input type="checkbox"/>				
Es ist mir wichtig, welche Noten ich in den naturwissenschaftlichen Fächern erreiche.	<input type="checkbox"/>				
Es ist mir wichtig, gute Noten in den naturwissenschaftlichen Fächern zu erzielen.	<input type="checkbox"/>				
Ich möchte an den Prüfungen in den naturwissenschaftlichen Fächern besser abschneiden als andere Kursteilnehmer.	<input type="checkbox"/>				

## **6 LITERATURVERZEICHNIS**

1. <http://tiergarten.nuernberg.de/ihr-besuch/gehegeplan.html> (online: 25.8.14)
2. <http://www.iattc.org/DolphinSafeENG.html> (online: 24.9.14)