

## Bionik – Natur als Vorbild

Ein Beitrag von Wilfried Probst, Oberteuringen  
Mit Illustrationen von Julia Lenzmann, Stuttgart

Schon vor 500 Jahren versuchte Leonardo da Vinci, ein Fluggerät nach dem Vorbild der Vögel zu bauen – allerdings ohne großen Erfolg. Heute helfen genaue Analysen, Messungen und Computersimulationen, den Geheimnissen optimierter Konstruktionen und Verfahrensabläufe bei Pflanzen und Tieren auf die Spur zu kommen und sie für technische Anwendungen zu nutzen.

In dieser Einheit bauen Ihre Schüler biegestabile und flugfähige Körper nach dem Vorbild der Natur. Dadurch erkennen sie die Zusammenhänge von Struktur und Funktion und frischen ihre physikalischen Grundkenntnisse auf.



Foto: Thinkstock/Photodisc

In dieser Einheit bauen Ihre Schüler Modelle nach dem Vorbild der Natur.

Mit einem  
Kompetenzraster!

### Das Wichtigste auf einen Blick

**Klasse:** 9/10

**Dauer:** 7 Stunden (Minimalplan: 4)

**Kompetenzen:** Die Schüler ...

- erläutern mehrere Beispiele für technische Konstruktionen nach biologischen Vorbildern.
- wenden die Konstruktionsprinzipien von Naturobjekten auf technische Bauteile an.
- stärken ihre soziale Kompetenz durch die Arbeit im Team.

**Aus dem Inhalt:**

- Natur und Technik – findet das Paar!
- Wir bauen eine Flugvorrichtung für die Erbse und stabile Stäbe aus Papier.
- Bottom-Up- und Top-Down-Methode
- Schleimpilz gegen Ingenieur
- Bionik kreuz und quer – ein Rätsel
- Was weißt du alles über die Bionik? – Kompetenzraster

## Die Reihe im Überblick

⌚ V = Vorbereitung

SV = Schülerversuch

Ab = Arbeitsblatt

⌚ D = Durchführung

Fo = Folie

LEK = Lernerfolgskontrolle

 = Zusatzmaterial auf CD

### Stunde 1: Natur als Vorbild

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Fo/Ab)	<b>Natur und Technik – findet das Paar!</b> <input type="checkbox"/> evtl. einige Originalobjekte, z. B. Klettfrucht, nicht benetzbares Blatt

### Stunde 2: Die Erbse soll fliegen!

Material	Thema und Materialbedarf
<b>M 2 (SV/Ab)</b> ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	<b>Wir bauen eine Flugvorrichtung für die Erbse</b> <input type="checkbox"/> verschiedene Flugfrüchte und Samen <input type="checkbox"/> 1 Stoppuhr <input type="checkbox"/> evtl. 1 Trittleiter <input type="checkbox"/> 1 Maßband <input type="checkbox"/> mehrere Knetstäbe <input type="checkbox"/> 1 Rolle dünner Draht <input type="checkbox"/> 1 Packung Watte <input type="checkbox"/> 1 Packung Zahnstocher <input type="checkbox"/> mehrere Strohhalme <input type="checkbox"/> mehrere Vogelfedern (Daunen) <input type="checkbox"/> 1 Schere pro Gruppe <input type="checkbox"/> mehrere Bögen Druckerpapier pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1–2 Bögen Seidenpapier pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Rolle Frischhaltefolie <input type="checkbox"/> 1 Rolle Bindfaden <input type="checkbox"/> 1 Alleskleber pro Gruppe
 (Filder)	<b>Konstruktionszeichnungen Leonardo da Vincis/Abbildung eines Zanoniasamens/Foto der Etrich Taube</b>

### Stunden 3–4: Konstruieren und Vergleichen

Material	Thema und Materialbedarf
<b>M 3 (SV/Ab)</b> ⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	<b>Stabile Stäbe in Natur und Technik</b> <input type="checkbox"/> mehrere Bögen DIN-A4-Druckerpapier (80 g) pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Schere pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Klebstoff pro Gruppe <input type="checkbox"/> verschiedene Pflanzenstängel <input type="checkbox"/> 2%ige Safranin-Lösung  <input type="checkbox"/> 1 Petrischale pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 scharfes Messer oder Rasierklinge pro Gruppe <input type="checkbox"/> 100 ml Leitungswasser pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Lupe oder 1 Binokular pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Radiergummi pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Bleistift pro Gruppe <input type="checkbox"/> 1 Rotstift pro Gruppe
<b>M 4 (SV/Ab)</b> ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	<b>Unsere Papierstäbe im Belastungstest</b> <input type="checkbox"/> Papierstäbe aus Versuch M 3 <input type="checkbox"/> verschiedene Pflanzenstängel <input type="checkbox"/> 1 Plastikbeutel mit Tragegriff <input type="checkbox"/> 1 Beutel Aquarienkies (ca. 1 kg) <input type="checkbox"/> 1 Esslöffel oder kleine Schaufel <input type="checkbox"/> 6 Ziegelsteine <input type="checkbox"/> 1 Waage (mind. 1 kg) <input type="checkbox"/> 1 Anschlagtafel <input type="checkbox"/> Stängel verschiedener Pflanzen

### Stunden 5–6: Typen der Bionik

Material	Thema und Materialbedarf
 (Bild)	Foto von Otto Lilienthal
M 5 (Ab)	Wie die Natur zum Vorbild wird
M 6 (Ab)	Schleimpilz gegen Ingenieur

### Stunde 7: Lernerfolgskontrolle

Material	Thema und Materialbedarf
M 7 (LEK)	Bionik kreuz und quer – ein Rätsel
M 8 (LEK)	Was weißt du alles über die Bionik? – Kompetenzraster
 (LEK)	Teste dich selbst! – Was weißt du über Bionik?

### Minimalplan

Bei wenig Zeit können Sie die Einheit auf **vier Stunden** verkürzen. In diesem Fall fahren Sie nach dem **Einstieg M 1** und der **Konstruktionsaufgabe M 2** direkt mit den Typen der Bionik (**M 5**) fort. Das Konstruieren der Papierstäbe M 3/M 4 und die Schleimpilznetze M 6 entfallen. Auch das Kreuzworträtsel M 7 und das Kompetenzraster M 8 entfallen oder werden als Hausaufgabe aufgegeben.

VORANSICHT

## Natur und Technik – findet das Paar!

M 1

### Aufgabe

Ordnet den dargestellten technischen Produkten die passenden Vorbilder aus der Natur zu.



<p>Die Wärmedämmung mithilfe von kleinen Röhrchen bewirkt, dass einerseits der Wärmeverlust durch Wärmeleitung von innen nach außen gering ist und andererseits das Sonnenlicht von außen nach innen gut durchgelassen wird.</p> <p>Die Sonnenstrahlen werden von der schwarzen Schicht hinter den Röhrchen aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Dieses Prinzip nutzt man z. B. bei der Wärmedämmung von Häusern. <b>(A)</b></p>	<p>Bei großen Vögeln, z. B. Pelikanen, Störchen oder Adlern, sind die Handschwingen des Vogelflügels in mehrere getrennte Schwungfedern aufgespreizt und nach oben gebogen. Dadurch bilden sich an den Flügelspitzen weniger Luftwirbel, was den Luftwiderstand verringert. <b>(B)</b></p>	<p>Um die Verwirbelung an den Flügelspitzen und damit den Luftwiderstand zu reduzieren, besitzen viele Flugzeuge sogenannte Winglets („kleine Flügelchen“) am Tragflächenende. Diese bewirken, dass anstelle eines großen Wirbels mehrere kleine Wirbel erzeugt werden. Mehrere kleine Wirbel enthalten weniger Verlustenergie als ein großer Wirbel und bedeuten somit weniger Treibstoffverbrauch bei gleicher Flugleistung. <b>(C)</b></p>
<p>Der Fruchtstand einer Klette zeichnet sich dadurch aus, dass er viele kleine Häkchen an seiner Oberfläche trägt. Dadurch heftet er sich leicht im Fell eines Tieres fest. Die Klette kann wieder entfernt werden, ohne selbst beschädigt zu werden, da die Häkchen elastisch sind und sich aufbiegen, wenn an ihnen gezogen wird. <b>(D)</b></p>	<p>Eine der flexibelsten Konstruktionen in der Natur ist das Spinnennetz. Für die hohe Flexibilität sind die rundum laufenden Fangfäden verantwortlich, während die ins Zentrum führenden Strukturfäden gleichzeitig für Stabilität sorgen. Würde man die Spinnenseide auf den Durchmesser eines Daumens erweitern, könnte ein Netz aus solchen Fäden sogar eine Boeing 747 tragen. <b>(E)</b></p>	<p>Bambusstängel bestehen aus mehreren ineinandergeschobenen Röhren. Diese Konstruktion hat den Vorteil, dass Bambusstängel stabil und dennoch flexibel sind. Auch die anderen Gräser besitzen einen ähnlichen Aufbau. Sie sind aber nicht so stark verholzt und verbiegen sich deshalb stärker. Diese Struktur verleiht den Halmen Stabilität und Zugfestigkeit, sodass sie sich nach Wind und Regen wieder aufrichten können. <b>(F)</b></p>
<p>Eine Glanzleistung der Architektur ist das Zeltdach des Olympiaparks in München. Viele Ingenieure scheiterten beim Bau des Stadions an der Statik des Daches. Schließlich gelang die Sensation: Auf 58 Stahlmasten tragen in sich vernetzte Stahlseile das 74.800 m<sup>2</sup> (ca. 10 Fußballfelder) große und fast 100 Tonnen (ca. 20 ausgewachsene Elefanten) schwere Dach. <b>(G)</b></p>	<p>Bei Nordpol-Temperaturen von -40 °C muss der Eisbär aufpassen, dass er nicht erfriert. Dieses Problem hat er auf geniale Weise gelöst: Auf seiner schwarzen Haut trägt er zur Tarnung ein weißes Fell. Das Sonnenlicht wird durch die hohlen weißen Haare auf die schwarze Haut geleitet, dort absorbiert und in Wärme umgewandelt. Die dicke Fettschicht des Eisbären speichert die Wärme und gibt sie langsam an den Körper ab. <b>(H)</b></p>	<p>Selbstreinigende Eigenschaften finden sich z. B. in Fassadenfarben, Sprays, Lacken, Dachziegeln oder speziellen Textilien. Das grundlegende Prinzip ist, dass sich Wassertropfen, die auf eine feinstrukturierte, wasserabweisende Oberfläche stoßen, aufgrund ihrer Oberflächenspannung eine kugelige Form annehmen. Das abfließende Wasser reißt Schmutzteilchen mit, die weniger wasserabweisend sind. <b>(I)</b></p>
<p>„Taipei 101“ ist einer der höchsten Wolkenkratzer der Welt. Er steht in Taipeh, der Hauptstadt von Taiwan, ist 508 Meter hoch und wurde benannt nach seinen 101 Stockwerken. Der Turm besteht aus acht ineinandergeschobenen Elementen. Daher ist er sehr stabil und gleichzeitig flexibel genug, um Schwankungen bei Erdbeben auszugleichen. <b>(J)</b></p>	<p>Beim Klettverschluss verhaken sich das Hakenband und das Flauschband. Das Hakenband besteht aus vielen elastischen, dicken Haken und das Flauschband aus vielen feinen Schlingen. Daher können sich die Haken in den Schlingen verfangen und es wird eine beachtliche Zugfestigkeit erreicht. <b>(K)</b></p>	<p>Auf den Blattoberflächen der Lotusblume liegen viele kleine Noppen, die von einer wasserabweisenden Wachsschicht bedeckt sind. Regnet es, berühren die Wassertropfen nur die Noppenspitzen. Das Wasser perlt vom Blatt ab. Dabei wird Schmutz ebenfalls mit abtransportiert. Daher ist die Pflanze nach jedem Regen sauber und trocken. So haben Pilze und Krankheitserreger keine Chance, sich anzusiedeln. <b>(L)</b></p>

# M 7 Bionik kreuz und quer – ein Rätsel

Was hast du alles über die Bionik gelernt? Teste in diesem Rätsel dein Wissen.

## Aufgabe

Löse das Kreuzworträtsel. Die grau hinterlegten Felder ergeben das Lösungswort. Die Umlaute ä, ö und ü werden als ae, oe und ue geschrieben. Ein Bindestrich zählt wie ein Buchstabe.

The crossword puzzle grid consists of 15 columns and 15 rows. Grey cells indicate the start of a word. Numbers are placed in the starting cells to indicate the length of the word. The grid is partially filled with numbers and directions: 13 (3), 13, 15, 8, 11, 6, 15, 9/4 →, 12, 6, 1, 5, 9, 12, 10, 14, 10, 8, 4, 11, 3, 1, 2, 14, 7, 7.

Fotos: Marienkäfer: Thinkstock/iStock; Libelle: Colourbox

- |                                  |   |   |
|----------------------------------|---|---|
| 1. zum Beieinanderbleiben        | 7. hilft bei der Samenverbreitung             | 12. wichtige Eigenschaft von Pflanzenstängeln |
| 2. viele Verbindungen            | 8. vernetzte Stahlseile in München            | 13. Effekt, dass Wasser abperlt               |
| 3. Vorbild für Verkehrsnetze     | 9. bremst den Flug                            | 14. Methode ausgehend vom technischen Problem |
| 4. Konstruktion, die wenig wiegt | 10. fliegt sparsam                            | 15. bewirken weniger Wirbel an Flügeln        |
| 5. Festigkeit                    | 11. kein Schleudertrauma dank Klettverschluss |   |
| 6. Vorbild für Technik           |   |   |

# Was weißt du alles über die Bionik? – Kompetenzraster

M 8

## Aufgabe

Überprüfe dein Wissen zum Thema Bionik im Kompetenzraster.

Ich kann ... 	nicht 	halbwegs 	ziemlich vollständig 	vollständig 
... den Lotuseffekt beschreiben und erklären, Beispiele für seine technischen Anwendungen nennen und seine biologische Bedeutung erläutern.				
... die Bedeutung von Winglets an Flugzeugtragflächen erklären und biologische Vorbilder nennen.				
... das Prinzip des Klettverschlusses erklären und ein pflanzliches Vorbild beschreiben.				
... am Beispiel von Fugfrüchten den Unterschied von Fallschirmprinzip, Gleitflugprinzip und Propellerflugprinzip an je einem Beispiel erklären.				
... beschreiben, wie man mit geringem Materialaufwand einen möglichst biegestabilen Stab konstruieren kann und dafür eine physikalische Erklärung geben.				
... den Unterschied zwischen der Bottom-Up- und der Top-Down-Methode in der Bionik mit je einem Beispiel erklären.				
... den Unterschied zwischen Konstruktionsbionik, Verfahrensbionik und Informationsbionik an je einem Beispiel erklären.				
... die Lebensweise des Schleimpilzes <i>Physarum polycephalum</i> beschreiben und erklären, wie man mit seiner Hilfe effektive Netzwerke konstruieren kann.				

Bild: Colourbox