

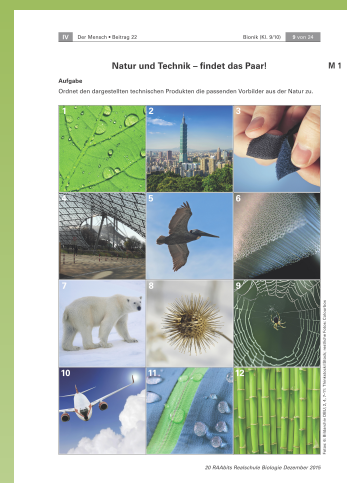
SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Bionik - Natur als Vorbild*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de



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

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Die technische Anwendung biologischer Konstruktionsprinzipien und -lösungen gewinnt in unserem täglichen Leben zunehmend an Bedeutung. Besonders bekannte Beispiele sind der Klettverschluss, die Wasser und Schmutz abweisende Wandfarbe oder die Winglets an Flugzeugflügeln. Aber auch in der Logistik kann die Natur als Vorbild dienen. So versuchen britische Wissenschaftler, beim Aufbau von Verteilungs- und Nachrichtennetzen die Konstruktionen von Pilz- und Schleimpilzmyzelien zum Vorbild zu nehmen.

Die Beschäftigung mit Fragestellungen der Bionik führt nicht nur zu einem tieferen Verständnis **biologischer Vorgänge**, etwa dem Zusammenhang von Struktur und Funktion; sie kann auch dazu dienen, **physikalische Grundkenntnisse** zu erwerben bzw. aufzufrischen und auf biologische Phänomene anzuwenden. Der interdisziplinäre Ansatz der Bionik ist dazu geeignet, fächerintegrierendes und **fächerübergreifendes Denken** zu schulen. Insbesondere botanische Themen, die bei Schülerinnen und Schülern* oft nur geringes Interesse wecken, können durch einen Bezug zu technischen Anwendungen spannend werden.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Bionik– eine junge Wissenschaft

Wie das Beispiel Leonardo da Vincis zeigt, gab es schon vor Jahrhunderten Versuche, den Einfallsreichtum der Natur für technische Konstruktionen zu nutzen. Der Begriff „**bionics**“ wurde aber erst im Jahre 1960 von dem amerikanischen Luftwaffenmajor Jack E. Steele auf einer Konferenz in Dayton/Ohio geprägt. Er definierte die Bionik als eine Wissenschaft, „die Systeme entwickelt, deren Funktion natürlichen Systemen nachgebildet ist, die natürlichen Systemen in charakteristischen Eigenschaften gleichen oder ihnen analog sind.“ Nach der Definition des französischen Ingenieurs Lucien Gérardin von 1972 ist Bionik „die Kunst, technische Probleme durch Kenntnis **natürlicher Systeme** zu lösen“. In dieser Definition wird besonders deutlich, dass das Ziel stets ein von der Natur getrenntes technisches Objekt ist und dass es sich um eine angewandte Wissenschaft handelt – anders als bei Brückenwissenschaften wie **Bioinformatik**, **Biophysik** oder **Biochemie**, bei denen es zunächst um Grundlagenforschung geht. Die heute gängige Definition der Bionik in Deutschland geht auf ein Expertentreffen des Verbandes Deutscher Ingenieure (VDI) von 1993 zurück: „Bionik als Wissenschaftsdisziplin befasst sich systematisch mit der technischen Umsetzung und Anwendung von Konstruktionen, Verfahren und Entwicklungsprinzipien biologischer Systeme.“

Zwei Vorgehensweisen in der Bionik: die Bottom-Up- und die Top-Down-Methode

Bei der Nutzung der Natur als Vorbild für technische Anwendungen unterscheidet man **zwei Vorgehensweisen**:

1. Die Bottom-Up-Methode

Am Anfang dieser Methode stehen Ergebnisse der biologischen Grundlagenforschung. Die entdeckten Prinzipien werden nach genauer Analyse dann auf technische Anwendungen übertragen. Typisches Beispiel ist der Lotus-Effekt: Am Anfang wurden wertfrei die pflanzlichen Oberflächenstrukturen analysiert. Die Erkenntnisse daraus wurden dann auf technische Anwendungen übertragen.

2. Die Top-Down-Methode

Am Anfang dieser Methode steht ein technisches Problem. Es wird dann systematisch nach möglichen natürlichen Vorbildern für Problemlösungen gesucht. Ein Beispiel ist die Verbesserung von Autoreifenstrukturen. Als natürliche Vorbilder wurden Sohlenballen von Raubkatzen genutzt (Frey/Masselter/Speck 2011).

Teilbereiche der Bionik

Abhängig von der Art des zu lösenden technischen Problems unterscheidet man verschiedene Teilbereiche der Bionik:

- a) In der **Konstruktionsbionik** geht es um **Strukturen und Formbildungsprozesse**, biologische Vorbilder für **Materialien** und Werkstoffe sowie **Konstruktions- und Funktionsmechanismen**, z. B. bei der Konstruktion von Prothesen oder Robotern.
- b) In der **Verfahrensbionik** gewinnt man Einsichten für **effektive Energienutzung**, z. B. bei Heizungs-, Kühl- und Lüftungssystemen. Empfindliche Sensoren, Ortungs- und Orientierungssysteme können sich an natürlichen Vorbildern ebenso orientieren wie Steuerungssysteme von komplexen Verfahrensabläufen.
- c) Die **Informationsbionik** nutzt natürliche Vorbilder für die **Informationsverarbeitung**, z. B. die Arbeitsweise neuronaler Netze oder den Evolutionsfaktor „Anpassungsselektion“ zur Optimierung technischer Konstruktionen und Prozesse.

Biologisch-technische Analogien

Nicht alle technischen Lösungen, die natürlichen Vorbildern ähneln, sind durch einen bionischen Entwicklungsvorgang entstanden. Es kann sich auch um reine **Parallelentwicklungen** handeln. So kommen bei vielen Insekten und Krebsen Mundwerkzeuge vor, die an technische Zangen erinnern, der Aufbau eines Fotoapparates ähnelt einem Linsenauge und auch für die verschiedenen Gelenktypen eines Wirbeltierskeletts (Scharnier-, Kugel-, Sattelgelenk) gibt es technische Entsprechungen, die zunächst unabhängig von den biologischen Vorbildern entwickelt wurden.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Hier wird eine zusammenhängende Behandlung der Bionik vorgeschlagen. Bei diesem Vorgehen ist es vorteilhaft, wenn die Schüler vorher schon an einigen Beispielen gründlichere Kenntnisse über die **Zusammenhänge von Form und Funktion** und **biologischen Mechanismen von Steuerung, Regelung und Informationsverarbeitung** erworben haben. Ebenso möglich ist es aber auch, bionische Lösungen dann zu behandeln, wenn es um das entsprechende biologische Thema geht, also z. B. Lotuseffekt und Klettverschluss bei der Pflanzenmorphologie oder die Konstruktion stromlinienförmiger Körper bei der Behandlung der Fische.


Aufbau der Reihe

Als Einstieg in die Einheit dient **Farbfolie M 1**, auf der sechs Paare aus technischen Entwicklungen und deren biologische Vorbilder dargestellt sind. Dies führt zum Thema der Unterrichtsreihe: Es soll um Beispiele von Naturobjekten gehen, die **Vorbilder** für technische Entwicklungen waren oder in Zukunft sein könnten. Nun werden die **Fotos M 1** und die zugehörigen **Beschreibungstexte** an die Schüler ausgeteilt und so von ihnen ins Heft geklebt, dass die Paare und deren zugehörigen Beschreibungstexte nebeneinander dargestellt sind.

In der **2. Stunde** lernen die Schüler die besonderen Flugeinrichtungen verschiedener Früchte und Samen kennen und deren Funktion für die Pflanzen werden im Unterrichtsgespräch geklärt. Anschließend sollen die Schüler in Kleingruppen und mithilfe der zur Verfügung stehenden Materialien einen ähnlichen Flugapparat für die Erbse konstruieren (**Arbeitsblatt M 2**).

In den **Stunden 3 bis 4** geht es darum, einen möglichst biegestabilen Stab nach dem Vorbild der Natur zu konstruieren (**Arbeitsblatt M 3**), stabile Pflanzenstängel unter dem Binokular bzw. der Lupe zu betrachten (**Arbeitsblatt M 3**) und die konstruierten Papierstäbe schließlich auf ihre Stabilität hin zu testen (**Arbeitsblatt M 4**). Auf diese Weise kann der stabilste Papierstab der Klasse ermittelt werden.

In den **Stunden 5 und 6** werden mithilfe von **Arbeitsblatt M 5** die beiden Vorgehensweisen der Bionik vorgestellt und die Eingangsbeispiele (Farbfolie M 1) sowie weitere Beispiele der richtigen Methode zugeordnet. Mithilfe von **Arbeitsblatt M 6** lernen die Schüler anhand der Schleimpilze, deren Myzelien als Vorbild von Verkehrsnetzen dienen, ein eindrucksvolles Beispiel der Informationsbionik kennen.

Zum Abschluss der Einheit wiederholen die Schüler im **Kreuzworträtsel M 7** spielerisch ihr Wissen und schätzen mithilfe des **Kompetenzrasters M 8** ihr Wissen selbst ein. Als **Zusatzmaterial auf CD** () steht Ihnen außerdem ein **Selbst-Test** zur Verfügung, der als alternative Lernerfolgskontrolle eingesetzt werden kann.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- definieren Bionik als Wissenschaft, die sich mit der Nutzung natürlicher Vorbilder für die Lösung technischer Probleme beschäftigt.
- erläutern mehrere Beispiele für technische Konstruktionen nach biologischen Vorbildern.
- wenden die Konstruktionsprinzipien von Naturobjekten auf technische Bauteile an.
- beschreiben die Unterschiede zwischen der Bottom-Up- und der Top-Down-Methode und nennen jeweils ein Beispiel.
- erläutern anhand der Schleimpilze und deren Vorbildfunktion für Transport- und Informationsnetze ein Beispiel für Informationsbionik.
- stärken ihre soziale Kompetenz durch die Arbeit im Team.

Medientipps

Literatur für Schüler

Belzer, Sigrid: Die genialsten Erfindungen der Natur: Bionik für Kinder. Fischer Verlag. Frankfurt am Main 2012.

Das Buch enthält zahlreiche gut zu verstehende Beispiele bionischer Erfindungen und Bastelanleitungen für Kinder und Jugendliche ab zehn Jahren.

Literatur für Lehrer

Blüchel, Kurt G.; Malik, Fredmund (Herausgeber): Faszination Bionik: Die Intelligenz der Schöpfung. MCB Verlag. München 2006.

Der gewichtige Band mit über 500 Fotos war die Grundlage einer TV-Serie des SWR. Zu Wort kommen Biologen, Architekten, Volkswirtschaftler und Physiker, z. B. der Bionik-Pionier Werner Nachtigall und Gerd Binning, Nobelpreisträger und Miterfinder des Rastertunnelmikroskops.

Cerman, Zdenek; Barthlott, Wilhelm; Nieder, Jürgen: Erfindungen der Natur. Bionik – Was wir von Pflanzen und Tieren lernen können. Rowohlt Taschenbuchverlag. Reinbek 2011.

Kompetente Einführung in das Thema mit zahlreichen, das Gesamtgebiet gut abdeckenden Beispielen.

Frey, Ellen; Masselter, Tom; Speck, Thomas: Was ist bionisch? – Eine Analyse des Ideenflusses von der Biologie in die Technik. Naturwissenschaftliche Rundschau 64 (3), S. 117–126. Stuttgart 2011.

Der Artikel hilft, bionisch-technische Anwendungen von reinen Analogien zu unterscheiden, indem er an verschiedenen Beispielen den Entwicklungsweg („Ideenfluss“) darstellt.

Harms, Ute (Herausgeberin): Bionik. Unterricht Biologie 332. Friedrich Verlag. Seelze 2008.

Einführender Basisartikel zum Thema Bionik mit Vorschlägen zur Unterrichtsgestaltung.

Matteck, Claus: Denkwerkzeuge nach der Natur. Karlsruher Institut für Technologie. Karlsruhe 2010.

Claus Matteck veranschaulicht in seinem Buch formelfrei und anhand vieler Grafiken die Schritte von der Beobachtung von Vorgängen in der Natur bis zur Übertragung auf technische Prozesse.

Nachtigall, Werner: Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Springer Verlag. Heidelberg 2003.

Umfassendes Lehrbuch des Pioniers der Bionik, in dem anhand vieler Beispiele aus allen Teilbereichen der Bionik eine „Biostrategie der Zukunft“ vorgestellt wird.

Internetadressen

www.br-online.de/kinder/fragen-verstehen/wissen/2012/03671/

Leicht verständliche, knappe Einführung in das Thema mit einigen guten Beispielen wie Schwimmflossen, Klettverschluss, Kofferfisch oder Haifischhaut.

www.mobile-elternmagazin.de/familiekreativ/bastelexperiment/details?k_beitrag=1104681&k_onl_struktur=385597

Über diesen Link gelangen Sie zu Bastelvorlagen für Fallschirmflieger und Propellerflieger.

www.bionik-online.de/bionik-quiz/

www.ideenlabor-natur.de/bionik_quiz/

www.initiative-junge-forscher.de/jugendliche/quiz/bionik.html

www.tivi.de/fernsehen/loewenzahn/popup_flash/17807/index.html

Hier handelt es sich jeweils um ein Quiz zur Bionik, bei dem es darum geht, technische Anwendungen ihren natürlichen Vorbildern zuzuordnen.

www.technoseum.de/fileadmin/media/pdf/pdf_Schulen_Unterrichtsmaterial/Lehrerhefte/Lehrerheft_Bionik.pdf

Begleittext zur Wanderausstellung des Technoseums Mannheim (2013); mit zahlreichen Unterrichtsmaterialien zu den Themen Nutzen und Schonen, Fliegen und Schwimmen, Optimieren, Erkennen, Bauen, Laufen, Greifen, Haften, Falten sowie Verpacken.

www.biokon.de/bionik/bildung

Biokon ist ein Netzwerk verschiedener an bionischen Problemlösungen interessierter Partner. Hier findet sich eine Zusammenstellung der Hochschulen, die Studiengänge mit bionischen Inhalten anbieten.

www.bionik.tum.de/index.php?id=2

Der Link führt Sie zur Seite des Leonardo-da-Vinci-Zentrums für Bionik der Technischen Universität München. Hier können Sie eine Broschüre downloaden, die interessante Infos zur Anwendung in verschiedenen Fachgebieten liefert.

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)	Natur und Technik – findet das Paar! <input type="checkbox"/> evtl. einige Originalobjekte, z. B. Klettfrucht, nicht benetzbares Blatt


Stunde 2: Die Erbse soll fliegen!

Material	Thema und Materialbedarf
M 2 (SV/Ab) ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	Wir bauen eine Flugvorrichtung für die Erbse <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
 (Bilder)	Konstruktionzeichnungen Leonardo da Vincis/Abbildung eines Zanoniasamens/Foto der Etrich Taube


Stunden 3–4: Konstruieren und Vergleichen

Material	Thema und Materialbedarf
M 3 (SV/Ab) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 45 min	Stabile Stäbe in Natur und Technik <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
M 4 (SV/Ab) ⌚ V: 20 min ⌚ D: 45 min	Unsere Papierstäbe im Belastungstest <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.

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus: *Bionik - Natur als Vorbild*

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

