

Ulrich Stempel

experimentieren, forschen, entdecken

# Bionik

## Im Versuchslabor der Natur

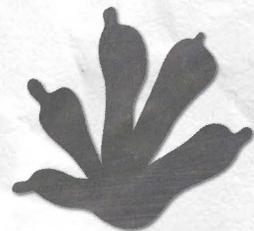
In 24 Projekten geniale Techniken aus  
der Tier- und Pflanzenwelt erkunden

FRANZIS

young Explorer 



# Bionik



Im Versuchslabor der Natur

In 24 Projekten geniale Techniken aus  
der Tier- und Pflanzenwelt erkunden

**FRANZIS**

Young Explorer 

# Impressum

**Bildnachweis:** Shutterstock: Umschlag (U1 und U4) 6 oben, 6-7 (Hintergrundgrafik), 8 unten, 10-11, 11 unten, 12 rechts (Grafik - auch auf Folgeseiten), 14 (Grafik Luftballons) 20-21, 25, 27 rechts, 29 rechts, 33, 37, 38-39, 41 rechts, 43 rechts, 47, 48-49, 53, 56-57, 58-59, 63, 64-65, 70, 73 unten, 74-75, 82-83, 92-93, 96-97, 100-101, 108-109, 110, 111, 112, 114 (alle), 116, 117 (alle), 119 (alle), 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126 links, 128 oben, 129 (alle), 134-135, 144. Alle weiteren Abbildungen: Ulrich Stempel

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

© 2018 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar bei München

Autor: Ulrich Stempel

Produktmanagement: Richard Schmising

Copy Editor: Claudia Fliedner

Cover: Ideehochzwei

Layout & Satz: Nelli Ferderer, [nelli@ferderer.de](mailto:nelli@ferderer.de)

ISBN: 978-3-645-20547-4

# Vorwort

Bei der Bionik begegnen sich Natur und Technik, und sie ist ein hochaktuelles und spannendes Forschungsgebiet, das sich damit beschäftigt, intelligente Verfahren aus der Natur in alltägliche Anwendungen zu übertragen und zu nutzen. Bionik ist vereinfacht eine Mischung von Biologie und Technik. Ein bekanntes Beispiel ist der sogenannte Lotuseffekt, bei dem Wassertropfen von der Oberfläche eines Lotusblatts abperlen und dabei den Schmutz mitnehmen.

Wenn du die Natur beobachtest, wird schnell klar: Viele natürliche Vorbilder lassen sich nicht ganz so leicht auf die technische Welt übertragen. Da beobachtest und bewunderst du ein geniales Prinzip der Natur, und dann sind viele Experimente und Versuche erforderlich, bis daraus ein technisch funktionierendes Produkt entsteht.

Ganzheitlich denkende Naturwissenschaftler, Ingenieure, Architekten, Designer und Forscher aller Bereiche nutzen Bionik mehr und mehr, da sich durch die evolutionären Prozesse in der Natur über Tausende von Jahren optimierte Strukturen entwickelt haben. Die Tricks der Natur verblüffen und überzeugen zugleich.

Das vorliegende Buch zeigt dir die mögliche Bandbreite der Bionik und gleichzeitig vertiefende Anwendungsmöglichkeiten, die über die üblichen Beispiele wie Lotuseffekt und Klettverschluss weit hinausgehen. Durch praktische Experimente können du und deine Freunde dieses Forschungsgebiet mit euren Sinnen und euren Händen begreifen.

Für unzählige Probleme hält die Natur inspirierende Lösungen parat – davon können wir alle lernen und profitieren.

Ulrich Stempel

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	3	<b>Fliegen und Gleiten: Vorbild Samen</b> .....	49
<b>Grundlagen</b> .....	6	Ahornsamen-Hubschrauber .....	50
Was ist Bionik und wem nutzt sie? .....	7	Zanoniagleiter .....	54
Der effiziente Umgang mit Ressourcen ....	8	<b>Wärmedämmung</b> .....	59
<b>TEIL 1</b>		Vorbild Eisbär .....	60
<b>Oberflächen und ihre wundersamen Eigenschaften</b> .....	11	<b>So kühlt und klimatisiert die Natur</b> .....	65
Anhaften und loslösen: der Klettverschluss .....	12	Raumkühlung nach dem Vorbild der Termiten .....	66
So klebt die Natur .....	14	Kühlen nach Präriehund-Art .....	70
Die Selbstreinigung .....	16	<b>Wasser sammeln</b> .....	75
<b>Konstruktionen der Natur</b> .....	21	Vorbild Tau am Morgen .....	76
Rückstoßantrieb: Vorbild Quallen .....	22	Vorbild Wüstenkäfer .....	78
Widerstandsloses Gleiten: der Salvinia-Effekt .....	24	<b>Roboter: Vorbild Insekten</b> .....	83
Gleiten wie ein Rochen .....	26	Allradfahrzeug .....	84
Von der Knospe zum Blatt .....	28	Roboterbeine über Sand und Schlamm ....	88
Geniales Faltsystem: die Miura-Faltung .....	30	<b>Greifwerkzeuge</b> .....	93
Die Zugdreiecke der Bäume .....	34	Vorbild Fischflosse .....	94
<b>Hohe Stabilität und geringer Materialeinsatz</b> ...	39	<b>Biogasproduktion</b> .....	97
Die Brückenkonstruktion .....	40	Vorbild Kuhmagen .....	98
Bambusrohr .....	42	<b>Energieumwandlung</b> .....	101
Seifenblasenkonstruktion .....	44	Vorbild Photosynthese .....	102

## TEIL 2

### Wissenschaftliche Herangehensweisen und Unterteilungen ..... 109

#### Wissenschaftliche Herangehensweisen ..... 110

Bio-Push .....	110
Das Bottom-up-Verfahren .....	110
Techno-Pull .....	111
Das Top-down-Verfahren .....	112
So finden du und deine Freunde eigene Lösungen .....	113

#### Wissenschaftliche Unterteilungen ..... 114

Strukturbionik .....	114
Konstruktionsbionik .....	116
Gerätebionik .....	117
Baubionik .....	118
Bewegungsbionik .....	121
Sensorbionik .....	124
Klimabionik, Energiebionik .....	126
Anthropobionik .....	127
Verfahrensbionik .....	130
Neurobionik .....	132
Evolutionsbionik .....	133

## Anhang ..... 135

### Spezielle Komponenten ..... 136

Multimeter .....	136
Elektromotoren .....	136
Computerlüfter .....	137
Peltierelement .....	137
Thermometer .....	138

### Vorlagen zum Ausschneiden ..... 139

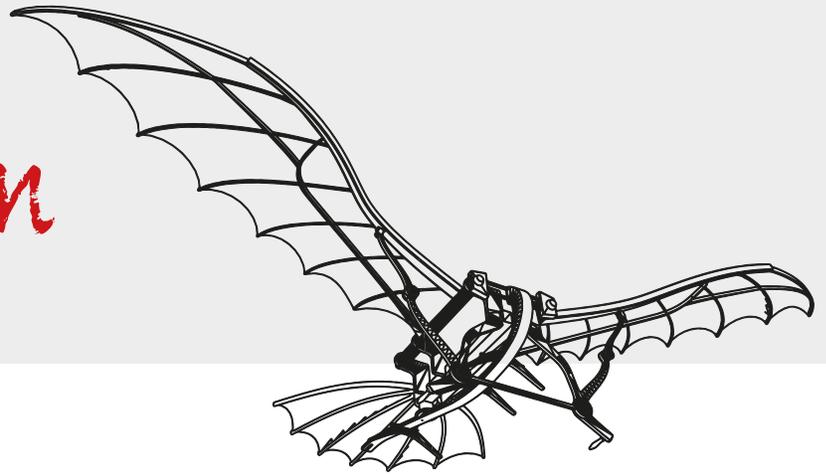
Vorlage Laschen (Zugdreiecke) .....	139
Vorlage Zanonagleiter .....	139
Vorlage Fischflosse .....	140
Vorlage Ahornsamen-Hubschrauber .....	141

### Liefernachweise ..... 142

Lernpakete, z.B. Ultraschall .....	142
Elektronikkomponenten .....	142
Bastelmaterial aller Art .....	143

### Links/Hinweise ..... 144

# Grundlagen



Die Anwendung und Umsetzung von Funktionsweisen natürlicher Vorbilder und das Beobachten und Studieren der Natur, um von ihr zu lernen, ist bestimmt schon so alt wie die Menschheit selbst. Beispiele gibt es viele, etwa Leonardo da Vinci mit seinen Vogelstudien, durch die er einen Flugapparat konstruieren konnte. Ein weiteres Beispiel ist der französische Naturforscher und Physiker René Antoine Ferchault de Réaumur, der zu Beginn des 18. Jahrhunderts Wespen beobachtete, wie sie aus Holz ein papierartiges Material zum Bau der Nester herstellen, und dabei kam ihm der Gedanke, dass Papier nicht wie bis dahin üblich aus Lumpen, sondern aus Holz hergestellt werden könne.

Das Wissenschafts- und Forschungsgebiet mit der Bezeichnung Bionik ist dagegen noch nicht so alt. Dieser Begriff bzw. der aus dem US-Amerikanischen stammende Begriff »bionics« geht wohl auf

den US-Major J. E. Steele zurück, der bei einer 1960 stattfindenden Konferenz über die Verbesserung des Radars referierte, und dabei auf die biologische Methode der Fledermäuse Bezug nahm.

Aber genau genommen hat dieses Forschungsgebiet viele weitere »Väter«: Konrad Lorenz und seine intensive Erforschung der Tierpsychologie oder Werner Nachtigall, deutscher Zoologe, der als einer der Begründer und Pioniere der Bionik in Deutschland gilt. Unter anderem führte Nachtigall 1990 das Studienprogramm »Technische Biologie und Bionik« an der Universität des Saarlandes ein und schrieb eine große Anzahl von Büchern zum Thema.

Die Bionik hat vor allem in den letzten Jahren auf der ganzen Welt und auch in Deutschland ein positives Image und zunehmende Aufmerksamkeit bekommen.

# Was ist Bionik und wem nutzt sie?

Das Forschungsgebiet Bionik beschäftigt sich ganz vereinfacht ausgedrückt mit dem Übertragen von biologischen Strategien der Natur auf menschengemachte Technik. So können wir alle von der Natur lernen und die Erkenntnisse auf die Technik übertragen.

Im englischen Sprachraum wird der Begriff »bionic« meistens dazu benutzt, biologische Konstruktionen – vor allem von Körperteilen – auf technische Konstruktionen zu übertragen. Übersetzt man den deutschen Begriff Bionik ins Englische, wäre dementsprechend »biomimetics oder biomimicry« passender. In diesem Buch wird der Begriff Bionik verwendet, der auch die sogenannte Biomimetik einschließt.

Die Bionik ist ein inspirierendes Forschungsgebiet, das in immer mehr andere Forschungsbereiche hineinleuchtet. Stell dir all die Herausforderungen des Umweltschutzes und der Energietechnik vor, die anhand von Entwicklungen und Beispielen in der Natur näher erforscht und für die Lösungen gefunden werden können. Das Entwicklungs-Repertoire der Natur, entstanden durch viele Millionen Jahre der Evolution, erscheint besonders kreativ und nahezu unerschöpflich. Die Evolution hat dazu geführt, dass Konstruktionen, Strukturen und Abläufe in der Natur meist besser funktionieren, als wir Menschen das mit unserem konstruktiven Wissen planen können.

Letztlich sind wir alle aufgefordert, dieses Wissen sinnvoll und zum Wohle unserer Welt zu verwenden.

# Der effiziente Umgang mit Ressourcen

Die Erdbevölkerung wächst mit großer Geschwindigkeit und dadurch steigt auch die Nachfrage an Energie und Rohstoffen. Die vorhandenen natürlichen Ressourcen werden mehr und mehr aufgebraucht.

Sieh dir einmal die Ressource Energie an: Wir benötigen ständig Energie, sei es für Licht, Auto, Maschinen, Smartphones, Computer, TV, Kühlschrank usw. Der Pro-Kopf-Energieverbrauch der Deutschen hat sich in den letzten 50 Jahren mehr als verdoppelt. Ein Großteil der Energie stammt von fossilen Brennstoffen und wird in andere Energieformen umgewandelt. Die fossilen Vorkommen (z. B. Erdöl, Gas und Kohle) sind begrenzt und verursachen durch den Abbau und die Nutzung enorme Umweltschäden.

Die Herausforderung für die kommenden Generationen ist, die noch vorhandenen Ressourcen effizient und sinnvoll zu nutzen, und zwar über die gesamte Nutzungsdauer und alle stattfindenden Umwandlungsprozesse, d.h., angefangen bei der Gewinnung, über den Transport und die Umwandlung bis zum Gebrauch und der Rückführung in einen neuen Kreislauf. Neben möglichst hoher Wertschöpfung und möglichst geringem Materialeinsatz ist ein erhöhtes Bewusstsein im Umgang mit den Ressourcen durch uns alle angesagt.

Die Bionik könnte dabei eine Unterstützung und ein Hoffnungsträger mit guten Lösungsansätzen sein. Denn eines der Grundprinzipien der Natur ist der effiziente Umgang mit den Ressourcen, z. B. mit Wasser, Boden, sauberer Luft, Energie, Zeit, Raum und vor allem mit Rohstoffen.



In der Beobachtung und der Auseinandersetzung mit den Naturprozessen kannst du dir die Frage stellen: Wie schafft es die Natur, Kreisläufe so zu optimieren, dass es keine Abfälle gibt bzw. alle produzierten Stoffe sinnvoll wiederverwendet werden?

Im Folgenden werden Experimentier- und Bauanleitungen zu Bionik-Projekten aus den unterschiedlichsten Natur- und Umsetzungsbereichen vorgestellt.

So kannst du die Phänomene selbstständig erforschen und dir gleichzeitig Wissen aneignen und es anwenden. Ganz nebenbei lernst du die Denk- und Arbeitsweisen der Bionik kennen. Die zur Umsetzung erforderlichen Materialien lassen sich leicht und preiswert beschaffen, stammen oft aus der Natur oder sind im Haushalt zu finden. Einige spezielle Komponenten sollten zusätzlich besorgt werden. Lass dir dabei von Erwachsenen helfen. Liefernachweise gibt es im Anhang.



*Kreislauf Baum – Blatt – Kompost*





## Teil 1

# Oberflächen und ihre wundersamen Eigenschaften



---

Oberflächen wie deine Haut, die Blätter von Bäumen oder das Fell und Gefieder von Tieren hat die Natur für unterschiedliche Anwendung ganz speziell entwickelt. Je nachdem, welche Funktion erforderlich ist, gibt es völlig unterschiedliche Oberflächen und Eigenschaften.



# 8

## Experiment



Dauer des Experiments:

20 Min.

Das brauchst du:

- ✓ Papierbogen A4
- ✓ Lineal
- ✓ Schere
- ✓ Bleistift

# Geniales Faltsystem: die Miura-Faltung

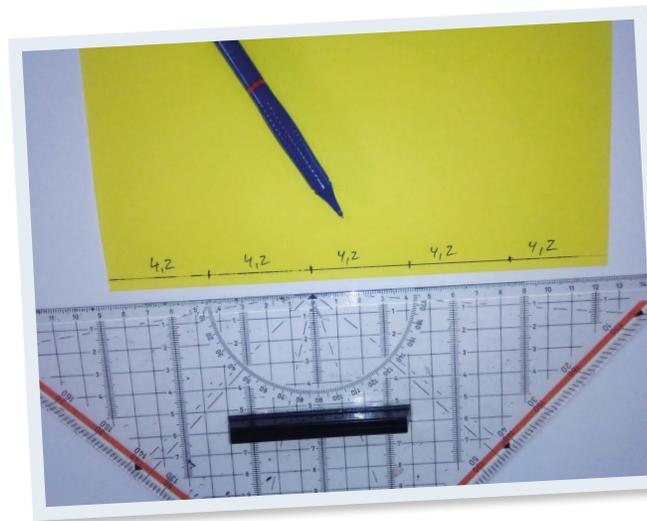
Auch die Miura-Faltung geht auf Faltsysteme in der Natur zurück.  
Hier kannst du sie ausprobieren.

## Das Experiment

### Schritt 1:

Falte ein A4-Papier in Längsrichtung in fünf gleich breite Streifen, wie eine Ziehharmonika.

Das Papier hat 21 cm Breite, geteilt durch 5, ergibt sich eine Streifenbreite von 4,2 cm.



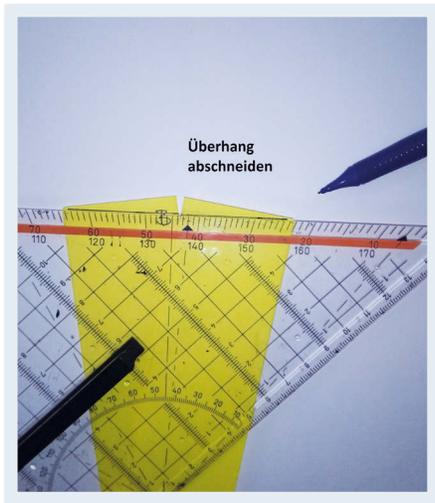
### Schritt 2:

Falte den Ziehharmonika-Papierstreifen in der Mitte schräg aufeinander (A zu B), sodass die diagonal gegenüberliegenden Ecken (links unten und rechts oben) zueinander kommen.



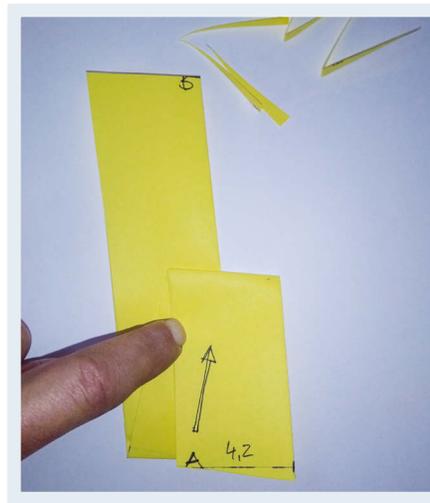
### Schritt 3:

Zeichne eine Verbindungslinie zwischen den beiden äußeren Ecken und schneide den oberen Teil entlang dieser Linie ab.



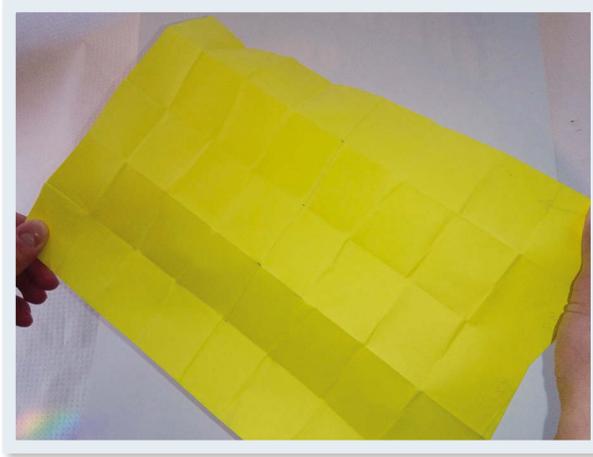
### Schritt 4:

Falte den Papierstreifen mehrmals parallel zur entstandenen mittleren Falte, sodass acht gleich große Felder entstehen.



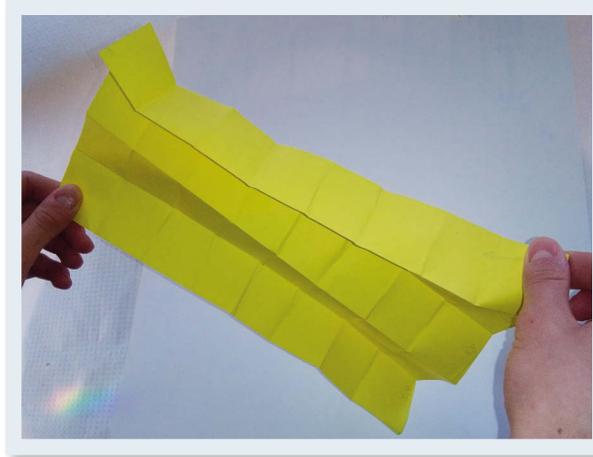
### Schritt 5:

Öffne das gesamte Blatt und falte es so um, dass jede Falte in die Gegenrichtung gefaltet wird (achte darauf, dass die Schräge der Falten beibehalten wird).



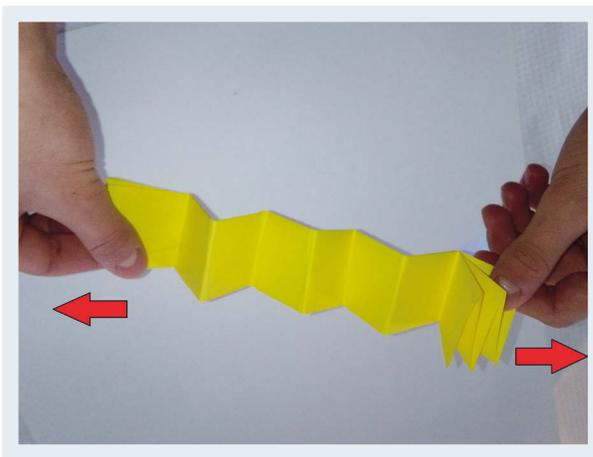
### Schritt 7:

Das Paket lässt sich nun ganz einfach entfalten und wieder zusammenfalten, indem du an den äußeren Ecken ziehst bzw. schiebst.



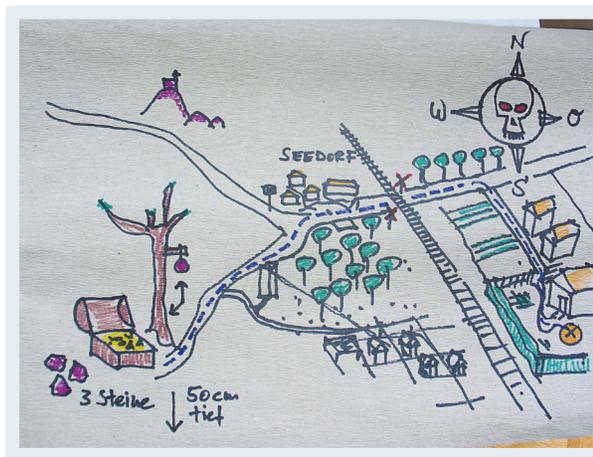
### Schritt 6:

Schiebe die Felder wieder zu einem Paket zusammen.



### Schritt 8:

Du kannst dieses Faltbeispiel zum Aufzeichnen einer Schatzkarte benutzen ...





## Hintergrund

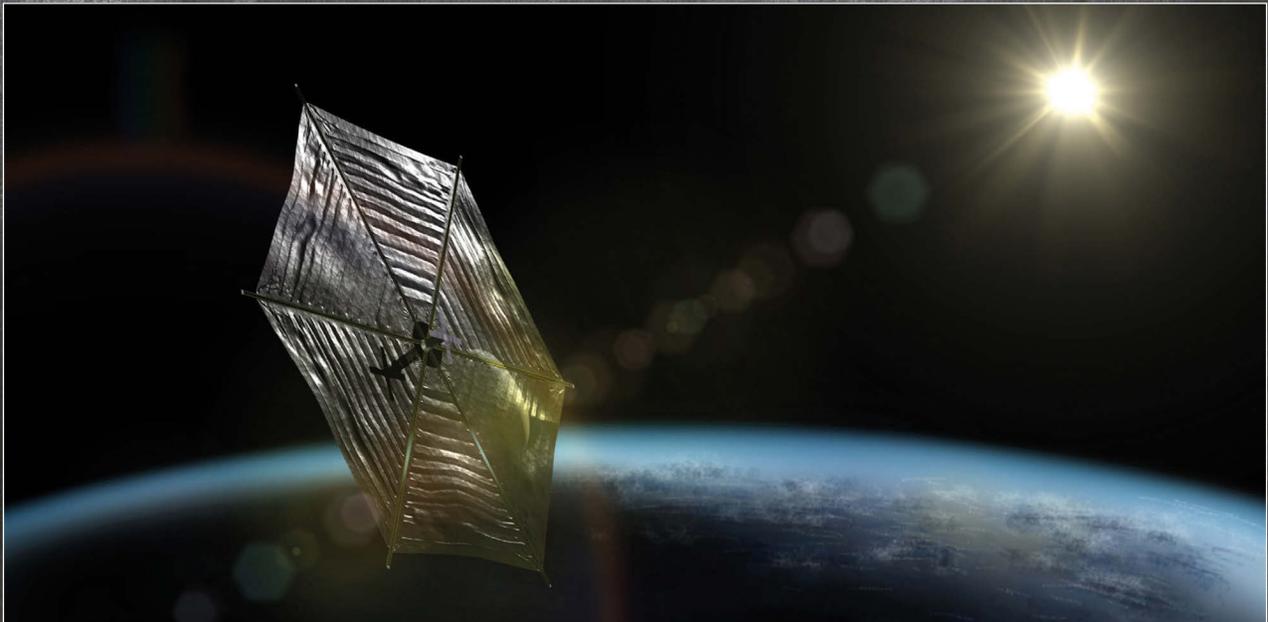
Mithilfe der Miura-Faltung ist es möglich, das Entfalten und Falten mit nur einer Bewegung zu bewerkstelligen. Das gelingt, indem man an den gegenüberliegenden Ecken der gefalteten Konstruktion zieht bzw. schiebt.

### Und das kann man damit machen

Diese spezielle Art der Faltung könnte man für das oben als Beispiel aufgeführte Solarsegel bei der Raumfahrt nutzen, aber genauso gut für das Verdecken eines Cabrios oder einen Stadtplan, der sich schnell und einfach entfalten lässt.

Intelligente Faltsysteme, wie sie die Natur entwickelt hat, können in Raum und Platz sparen.

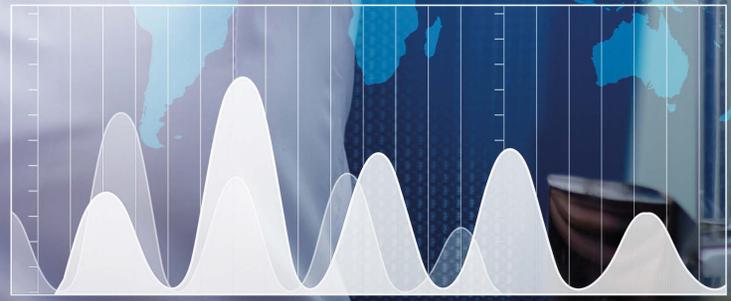
Stell dir vor, eine Rakete soll ein Solarsegel in den Weltraum befördern, das am Zielort entfaltet werden soll. Das Gebilde sollte während des Transports möglichst klein sein, gleichzeitig benötigt man ein Entfaltungsprinzip, durch das sich das Solarsegel im Weltraum mit geringem Energieaufwand und ohne Probleme entfalten lässt.



FRIDAY 02.10.2017  
01:03:32.500  
HR . MIN . SEC . MS



628  
739



## Teil 2

# Wissenschaftliche Herangehensweisen und Unterteilungen

Um das umfangreiche Forschungsgebiet der Bionik besser begreifen und erfassen zu können, gibt es immer wieder Versuche, die »Gesambionik« sinnvoll in Unterbereiche und einzelne Disziplinen aufzuteilen. Beim Aufteilen zeigt sich auch, dass klare Abgrenzungen oft unmöglich sind und alles mehr oder weniger miteinander verwoben ist. Schau selbst, wie es dir mit den Unterordnungen auf den folgenden Seiten ergeht oder ob du eine andere Art der Einteilung schlüssiger findest.

# Wissenschaftliche Herangehensweisen

Wie gehst du am besten vor, und welche strukturellen Werkzeuge sind sinnvoll?

Es geht bei der Bionik wie bei allen anderen Disziplinen um Findungsprozesse.

Nachfolgend werden einige geeignete Verfahren und Strategien ansatzweise dargestellt.

## Bio-Push

Viele wissenschaftliche Begriffe, so auch im Bereich der Bionik, kommen aus den USA und sind meist aus einfachen englischen Wörtern zusammengesetzt. Bio-Push bedeutet, dass du dich für Lösungen von der Natur (Bio) gedanklich anschubsen lassen kannst (Push = drücken). Oder anders ausgedrückt, die Biologie schubst dich zur Lösung hin.

Stell dir vor, du siehst rein zufällig im Garten, dass ein Marienkäfer die Läuse an den Rosen deiner Eltern frisst. Dann hast du ein interessantes biologisches Phänomen entdeckt und eine Möglichkeit kennengelernt, die Rosen von Schädlingen zu befreien. Bei diesem Beispiel ist der Anwendungszweck ganz unmittelbar. Bei anderen Beispielen kannst du dir überlegen, auf welche technischen Bereiche es übertragbar ist. So wie bei den Ahornsamen, die dazu angeregt haben, einen Hubschrauber zu konstruieren.



## Das Bottom-up-Verfahren

Auch das Bottom-up-Verfahren (aus dem Englischen übersetzt: »von unten nach oben«) eignet sich für die Anwendung von bionischen Lösungen. Es ist eine ähnliche Strategie wie das Bio-Push-Verfahren, nur dass hierbei die Beobachtung mit der vollen Absicht geschieht, die geniale Natur auf Lösungen hin anzuzapfen.

## Das sind zusammengefasst die erforderlichen Schritte

### 1. Schritt:

Die Grundlagenforschung, das Funktionsprinzip von biologischen Systemen entdecken.

### 2. Schritt:

Der Versuch, das Funktionsprinzip abstrakt zu erkennen und darzustellen. Dabei kann es sinnvoll sein, sich erst mal vom Naturbeispiel zu lösen und eine allgemeingültige Darstellung zu finden.

### 3. Schritt:

Nun stellt sich die Frage nach einer möglichen technischen Anwendung.

### 4. Schritt:

Ein Team von unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen kann eine sinnvolle technische Anwendung entwickeln.

Das Endprodukt kann sich in der Entwicklung so stark verändern, sodass sein natürlicher Ursprung letzten Endes nicht immer sichtbar sein muss.

Hat der Wissenschaftler über das Bottom-up-Verfahren eine geniale Lösung in der Natur gefunden, geht es um die technische Umsetzung. Oft kann das Funktionsprinzip genutzt werden, meist bedarf es aber anderer Materialien. Zusammen mit einem technisch ausgebildeten Ingenieur versucht der Wissenschaftler der Biologie, ein bionisches Produkt nach dem Vorbild der Natur zu entwickeln. In diesem Prozess kommen weitere Wissenschaftszweige hinzu, wie Physiker, Materialkundler, Designer, Architekten, Mediziner, Computerspezialisten usw. Du siehst, die konkreten Schritte haben es in sich und nicht alle bionischen Entwicklungen sind so einfach wie bei der Klette und dem Klettverschluss.



## Techno-Pull

Hierbei deutet der Begriff (Techno) darauf hin, dass der Ausgangspunkt die Technik ist. Pull bedeutet aus dem Englischen übersetzt so viel wie ziehen.

Gemeint ist damit, dass für im technischen Bereich auftauchende Fragen nach Lösungen in der Natur gesucht wird, die Lösungen also quasi aus der Natur gewonnen bzw. bezogen werden sollen.

Stell dir vor, du hast ein konkretes technisches Problem und suchst dafür gezielt nach einer Lösung in der Natur. Das Problem könnte z. B. sein, dass dein supertolles Smartphone auf den Küchenboden fällt und das Display Sprünge bekommt.

Damit das nicht passiert, benötigst du eine Hülle, so stabil und zäh wie eine Kokosnuss, und das Material sollte umweltfreundlich und nachhaltig sein. Auch Wissenschaftler haben sich mit diesem Thema beschäftigt und sind auf einen Stoff gekommen, der aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden kann. Es handelt sich dabei um eine Pflanzen- bzw. Bastfaser (Kenaf), die ähnlich stabil ist wie eine Glasfaser. Damit Kenaf deinem Smartphone den vollen Fallschutz bieten kann, muss ein sogenanntes Co-Polymer mit großer Zähigkeit zugesetzt werden. Mit einer Hülle aus Kenaf und Co-Polymer kann das Smartphone auf den Küchenboden fallen, ohne kaputt zu gehen.



## Das Top-down-Verfahren

Auch das aus anderen Wissenschaftsbereichen bekannte Top-down-Verfahren (frei aus dem Englischen übersetzt: von oben nach unten) wird in der Bionik gerne angewendet. Mit »oben« ist das Allgemeine, das Übergeordnete und Abstrakte gemeint, also quasi allgemeine Grundprinzipien. Damit versuchen Wissenschaftler konkrete Lösungen zu kreieren.

Da Ingenieure oft wenig Ahnung von biologischen Entwicklungen haben, ist es in der Bionik erforderlich, dass unterschiedliche Wissenschaftsbereiche (Disziplinen) zusammenkommen und zusammenarbeiten. So kann der Ingenieur dem Biologen seine technische Aufgabenstellung vermitteln, und umgekehrt kann der Biologe die Jahrmillionen alten Entwicklungen der Natur auf diese Aufgabenstellung hin nach Lösungen durchforsten.

Zuerst braucht es aber von dem Ingenieur eine exakte Analyse der Aufgabenstellung und eine möglichst klare Beschreibung des noch nicht klaren Lösungsbildes. Du kannst dir vielleicht die unterschiedlichen Fachsprachen beider Wissenschaftler vorstellen und dass es oft nicht so einfach ist, inhaltlich zusammenzukommen. So ist es meist ein langer Weg, bis die Entwicklungen der Natur in ein technisches Produkt umgesetzt werden können.

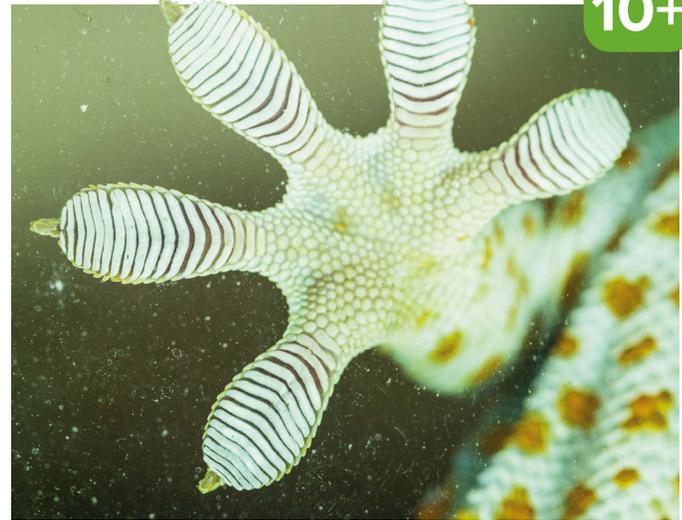
Schwimmen wie ein Fisch, fliegen wie ein Vogel – wenn der Mensch Technik nach dem Vorbild der Natur entwickelt, spricht man von Bionik. Und technische Errungenschaften, die von der Natur inspiriert sind, sind zahllos: vom einfachen Klettverschluss über die Luftfahrt, die ohne den Samen- und Vogelflug nicht denkbar ist, bis hin zu modernsten ultrastabilen und leichten Baumaterialien.

Mit diesem Buch und einigen zusätzlichen Materialien kannst du in 24 Experimenten dem Ideenreichtum der Natur nachspüren und deine eigenen Bionik-Projekte umsetzen. Dabei ziehst du Kapuzinerkresse, um den berühmten Lotuseffekt zu erkunden, untersuchst die effizienteste Fortbewegungsart im Tierreich und die geniale Flugweise von Pflanzensamen, sammelst Wasser wie der faszinierende Nebentrinkerkäfer und baust einen Kühlschrank nach dem Vorbild des Prärie-hund-Baus – um nur einige Beispiele zu nennen.

Doch dieses Buch bietet noch mehr als aufregende Projekte. In einem zweiten Teil lernst du verschiedene Herangehensweisen und unterschiedliche Teilbereiche der Bionik kennen, sodass du mit diesem Wissen schließlich eigene Bionik-Projekte entwickeln kannst.

#### Der Autor:

Ulrich Stempel ist ein erfahrener Sachbuchautor. Sein wichtigstes Anliegen in seinen zahlreichen Büchern ist es, Kinder, Jugendliche, aber auch Erwachsene dazu zu animieren, selbstbestimmt eigene Projekte umzusetzen. Daher gibt er stets eigene Erfahrungen weiter und regt dazu an, das Gelernte eigenständig weiterzuentwickeln.



#### Aus dem Inhalt

-  Den Klettverschluss erforschen
-  Kapuzinerkresse und der Lotuseffekt
-  Das Rückstoßprinzip: Vorbild Quallen
-  Widerstandloses Gleiten
-  Faltechniken der Natur
-  Die Zugdreiecke der Bäume
-  Zum Baumeister mit Seifenblasen
-  Wärmedämmung nach Eisbär-Vorbild
-  Raumkühlung nach Termitenart
-  Wie ein Insekt über Stock und Stein
-  Greifwerkzeug nach dem Vorbild einer Fischflosse
-  Die eigene Biogasanlage
-  Solaranlage nach Pflanzenvorbild

