

### **Maulwurfskralle und Baggerschaufel**

Sucht ein Ingenieur für ein technisches Problem ganz gezielt nach einer Lösung in der Natur, arbeitet er nach dem sogenannten „Top down“-Prinzip (englisch für „von oben nach unten“). Dafür muss er zunächst wissen, welche Lebewesen eine Lösung für ein Problem bieten, das seinem technischen Problem ähnelt.

Baggerschaufeln sind nicht nach der Vorlage einer Maulwurfskralle gebaut worden. Allerdings könnten sie als Vorbild für eine technische Verbesserung dienen.

### **Entenfüße und Schwimmflossen**

Ähnlichkeiten zwischen Natur und Technik nennt man Analogien. Entenfüße und Schwimmflossen sind eine Analogienpaar, denn sie haben ähnliche Funktionen – beide eignen sich besonders gut zum Schwimmen. Sie verdrängen durch ihre große Fläche viel Wasser, und Enten wie auch Taucher können deshalb schnell damit schwimmen.

### **Klettverschluss**

Eine zweite Methode, mit der Bioniker arbeiten, nennt man „Bottom up“-Prinzip (englisch für „von unten nach oben“). So wird die Entwicklung einer Erfindung bezeichnet, die darauf beruht, dass ein Biologe herausfindet, was in der Natur verwendet werden könnte. Dazu wird ein biologisches Prinzip zuerst gründlich erforscht und dann in Zusammenarbeit mit Ingenieuren auf eine technische Fragestellung übertragen. Ein Beispiel dafür ist der von George de Mestral 1941 erfundene Klettverschluss. Das natürliche Vorbild dafür war die Klette. Sie bildet kleine, stachelige Bälle mit Widerhaken, die sich im Fell von Tieren oder auch an Kleidern festhaken, wenn man die Pflanzen streift. Sie verbreitet so ihre Samen in der Umgebung, damit viele neue Klettpflanzen wachsen können. Zieht man an den Widerhaken, biegen sich diese auf und nehmen danach wieder ihre ursprüngliche Form an.

### **Fliegen wie die Fledermaus**

Leonardo da Vinci verbrachte viel Zeit damit, in der Natur alles zu beobachten. Und er dachte sich aufgrund seiner Beobachtungen die unglaublichsten Gerätschaften aus. Man könnte ihn als den ersten Bioniker bezeichnen. Unter anderem inspirierten ihn sicherlich die Flügel einer Fledermaus zu eindrucksvollen Plänen für ein fliegendes Gerät, denn Form und Aufbau der Flügel ähneln sich deutlich. Bei diesem Fluggerät sind die Fingerknochen der Fledermaus als Holzstreben in den Flügeln eingeplant.

### **Fliegende Insekten und Minidrohnen**

Die Erkenntnisse über die Schlagbewegungen von Flügeln Vögeln und Insekten bieten eine tolle Möglichkeit, keine Flugobjekte zu entwickeln. Mikrodrohnen, die zum Beispiel für Erkundungsflüge eingesetzt werden, flattern wie Insekten, sind klein, leicht und wenig und benötigen kaum Platz zum Starten oder Landen. Sie sind mit Kameras ausgestattet und können Luftbilder von der Umgebung machen und so Daten für Landkarten, Wettervorhersagen oder zum Katastrophenschutz in eine Zentrale liefern. So ein ferngesteuerter Erkundungsflug kostet wesentlich weniger als der Einsatz eines großen Hubschraubers

### **Schiffsrumpf und Delfinnase**

Schiffe und Boote werden so konstruiert, dass sie mit möglichst wenig Energieaufwand durch das Wasser gleiten. Oft haben sie deshalb eine besonders strömungsgünstige Form. Dazu untersuchen Bioniker die äußeren Formen und Oberflächen von Tieren, die im Wasser besonders schnell schwimmen können. Im Strömungskanal werden diese Tiere genauer untersucht. Ein Schiffsrumpf könnte zum Beispiel der Form eines Haies, Delfins oder Pinguins nachempfunden sein.

### **Fahrende Fische**

Manchmal ist die äußere Form von Fischen nicht nur unter Wasser, sondern auch an Land von Vorteil. Auch Automobilhersteller haben erkannt, wie sie Formen aus der Unterwasserwelt zum Sparen von Treibstoff nutzen können. Mercedes-Benz hat zum Beispiel ein Auto nach dem Vorbild des Kofferfisches gebaut. Dieser Fisch ist trotz seiner kantigen Form besonders strömungsgünstig. Praktischerweise ähnelt seine Kofferform schon ein wenig der Kastenform des Autos.

### **Stabheuschrecke und Laufroboter**

Die Erkenntnisse über die Bewegungen von Mensch und Tier übertragen Bioniker auf laufende und kletternde Roboter.

Der sechsbeinige Laufroboter *Lauron* zum Beispiel wurde an der Universität Karlsruhe nach Vorbild der Stabheuschrecke entwickelt. Dank seiner besonders großen Auflagefläche und seines tief liegenden Schwerpunktes kann er das Gleichgewicht perfekt halten, und nichts wirft ihn so leicht um. Seine Spezialität ist es, sich in unebenem Gelände fortzubewegen und dieses zu erkunden. Er läuft auf sechs Beinen und weil er immer nur drei Beine gleichzeitig bewegt (zum Beispiel das mittlere auf der einen Seite und das vordere und hintere auf der anderen Seite), stehen immer drei auf dem Boden – das gibt jederzeit einen sicheren Stand.

### **Saftkugler und Löschroboter**

Eine Idee, wie man zukünftig Waldbränden zu Leibe rücken könnte, ist der Löschroboter *Ole*. Er soll aussehen wie ein Saftkugler, das ist eine Art Tausendfüßler. Dieser hat aber nur vierunddreißig Beine und trägt seinen Namen, weil er sich bei Gefahr zusammenrollt.

Der technische Löschroboter würde sogar nur auf sechs Beinen laufen. Bei Gefahr könnte *Ole* die Beine einziehen und sich in seinem extrem hitzebeständigen Keramik-Panzer zusammenkugeln und schützen.

### **Kletterroboter mit Geckofüßen**

Es gibt viele Bereiche, in denen Haftmöglichkeiten gebraucht werden, die sehr viel Gewicht halten, sich aber auch gut wieder lösen lassen. Es gibt bereits Kletterroboter, die sich mit großen Saugnäpfen an Glasscheiben ansaugen und so daran entlanglaufen können. Aber Saugnäpfe saugen sich mittels Unterdruck fest und können nur an ganz glatten Oberflächen haften.

Ein Kletterroboter mit Geckofüßen könnte auch unter schwierigen Bodenbedingungen sicher an Oberflächen haften. Der Geckofuß kann das, weil seine Fußsohlen eine extrem große Oberfläche haben. An ihren langen flachen Zehen befinden sich viele kleine Läppchen, die man sogar mit bloßem Auge erkennen kann. Diese sogenannten Haftlamellen sind ganz weich und anschmiegsam und mit vielen kleinen Härchen besetzt, die sich am Ende in noch kleinere Härchen aufspalten. Diese riesige Oberfläche kann an jeder beliebigen Oberfläche haften, denn Oberflächen, die sehr nah beieinander sind, ziehen sich gegenseitig an. Je größer die Fläche, desto größer die Anziehungskraft zwischen ihnen. (Van-der-Waals-Kräfte)

### **Fächerpalmen und Konservendosen**

Ein einfacher Trick, um etwas zu stabilisieren, ohne dass es schwer wird, ist, es zu falten. Blätter sind für ihre Größe oft erstaunlich stabil. An fast jedem Pflanzenblatt siehst du kleine Falten, die die Blattoberfläche durchziehen. Diese Falten sind manchmal noch zusätzlich durch Rippen verstärkt und sorgen dafür, dass das Blatt nicht einfach schlaff herunterhängt, sondern vom Ast wegsteht. Viele Verpackungen werden ebenfalls durch Falten stabilisiert. Plastikflaschen und Konservendosen haben Rillen, die unschöne Dellen verhindern. Diese Rillen nennt man auch „Sicken“.

### **Wurzeln und Zugseile**

Wurzeln versorgen den Baum nicht nur mit Nährstoffen aus dem Boden, sondern sorgen auch dafür, dass der Baum aufrecht stehen bleibt. Anfangs wächst der Baum meist solange schlank in die Höhe, bis seine Krone eine gewisse Höhe erreicht hat und er genügend Licht bekommt. Dann verdickt sich sein Stamm, so dass der Baum unten dicker ist als oben. Die Baumwurzeln verankern sich dabei im Boden und wirken wie Zugseile, die den Stamm aufrecht halten. Das gibt Stabilität. Dieses Prinzip kommt auch bei Zirkuszelten zum Tragen, deren hohe Pfosten dadurch stabilisiert werden, dass Zugseile im Boden verankert werden.