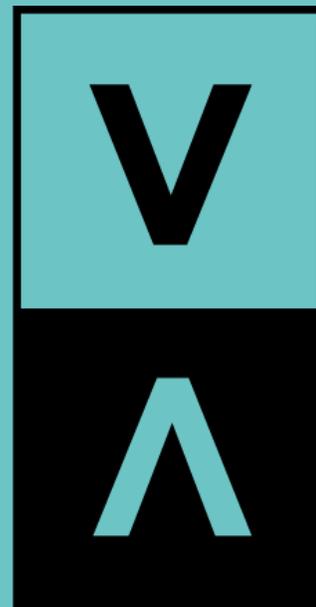


# BIONIC MEMORY

Was gehört zusammen? Und warum?

**MINT**



# Bionik Memory

- 2020 entstand die Spielidee des Bionik-Memories in der MINT-Koordination Vorarlberg. Aus den ersten 20 Bildpaaren entstand im Jänner 2021 im Lockdown in Kooperation mit der Inatura eine Sammlung von 39 Bilderpaaren und Beschreibungen dazu.
- Die ersten 36 Paare wurden 2022 im Rahmen der MINT-Stationen der Langen Nacht der Forschung Vorarlberg in ein gedrucktes Spiel aufgenommen. Das Spiel ist in vielen Bibliotheken in Vorarlberg verfügbar.
- 2024 zur Langen Nacht der Forschung kommt das 2. Spiel heraus.
- Die Bilder stammen von Pixabay oder deren Quelle ist direkt neben dem Bild angegeben.
- Quellen aus der Literatur/Büchern werden bei jedem Bionik-Beispiel direkt daneben angegeben, sofern sie nicht „Allgemeinwissen“ darstellen.
- Das Spiel wird ohne Begleitbuch ausgegeben, über einen QR Code im Deckel kann das Buch geladen werden.



# 3 Arten des Spielens

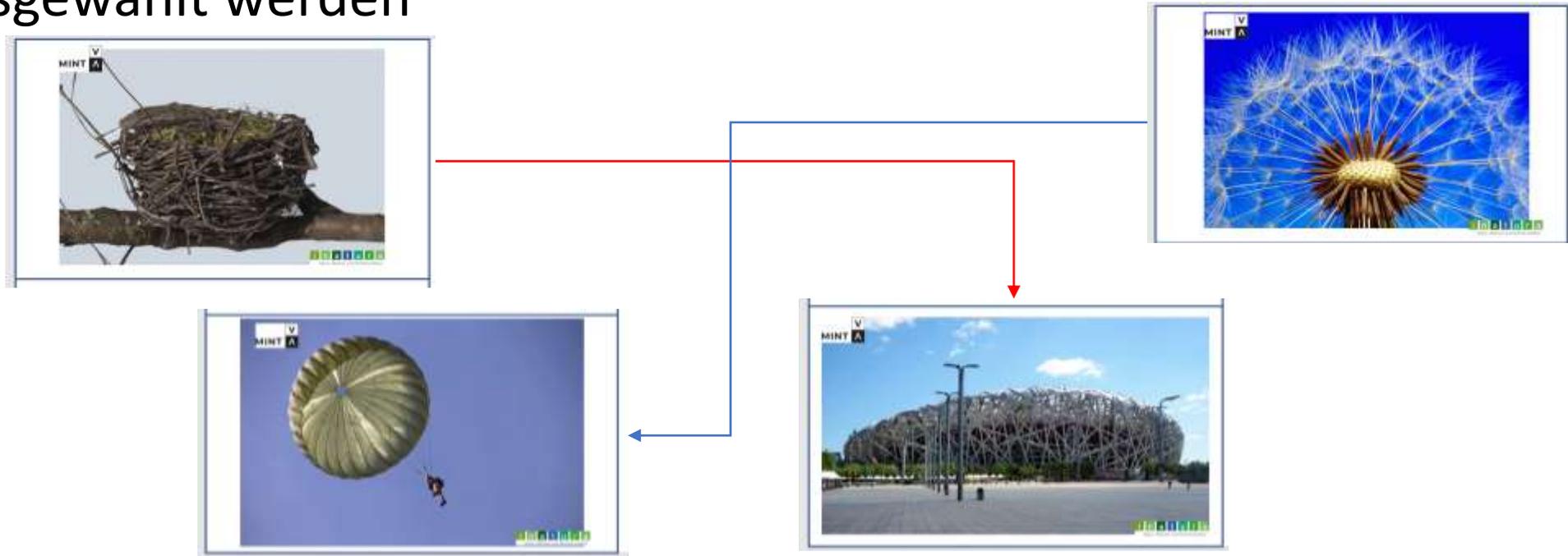
- 1. Erarbeiten des bionischen Prinzips anhand der Karten, dabei kann entweder vom technischen oder biologischen Bild ausgegangen werden.
- Die Textkarte bietet die Erklärungen. Dies kann zum Wochenthema oder zum Unterrichts-Thema passend geschehen.
- Ältere Kinder können eigenständig eine weitere Recherche anstellen und neue Anwendungsbeispiele finden.

 <p>MINT </p>	<p>Das Vogelnest <span style="float: right;">MINT </span></p> <p>Ein Vogelnest wird aus dünnen Ästen gefertigt. Kunstvoll webt der Vogel diese zu einem stabilen Körbchen.</p> <p>Das Olympiastadion in Peking wurde 2008 in einer ähnlichen Technik gebaut. Bald bekam es den Spitznamen „birds-nest“, Vogelnest.</p> <p>Genau wie Vogelnester bildet es eine leichte, aber stabile Hülle um den Kern des Stadions. </p>
 <p>MINT </p>	



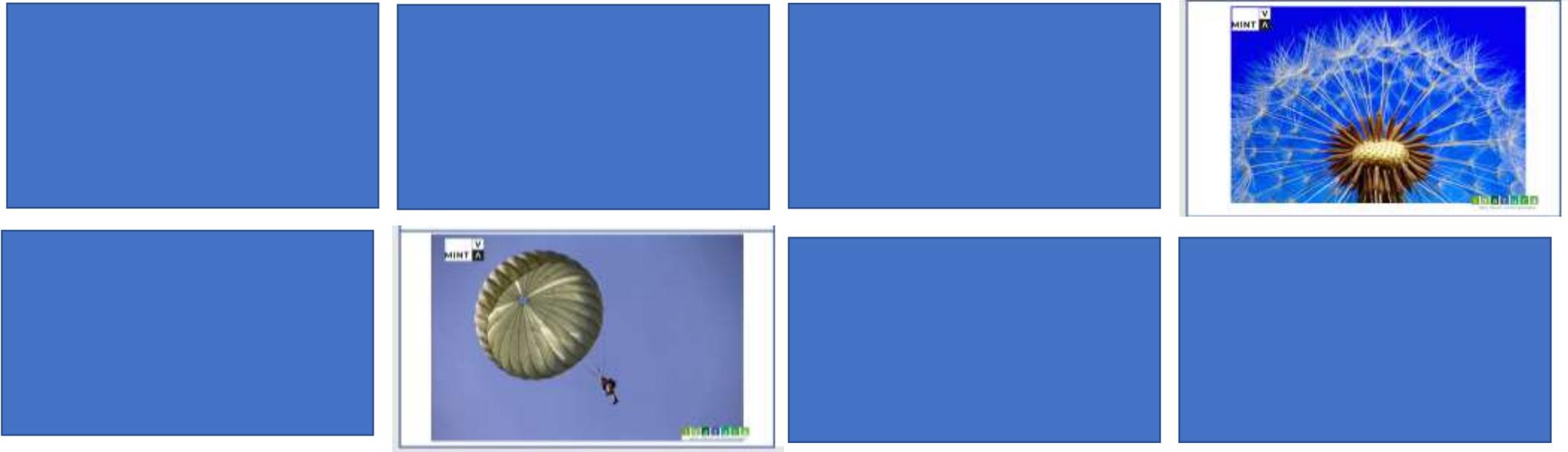
# 3 Arten des Spielens

- 2. Suchspiel – Was gehört zusammen. Alle Karten auf den Tisch ausbreiten und die Paare suchen. Je nach Alter kann die Bilderpaarezahl angepasst, oder leichtere/schwerere Paare ausgewählt werden



# 3 Arten des Spielens

- 3. Wenn die Bilder schon gut zugeordnet werden können, dann kann ein „normales“ Memory gespielt werden. Karten umdrehen und los geht's!





## Aerodynamische Form

Fische, Delfine, Robben, Pinguine, Vögel, ... haben eine aerodynamische Form.

Unter Wasser - bzw. Vögel in der Luft - können sie sich schnell und wendig fortbewegen. Die Körperform erlaubt es, dass das umgebende Medium mit sehr geringem Widerstand am Tier entlang gleiten kann.

Flugzeuge, Schiffe, U-Boote, Autos, ... werden ebenso in einer möglichst aerodynamischen Form gebaut. So spart man Kraftstoff, reduziert die Fahrgeräusche und ist schneller.



## Stabilität durch feinste Adern

Libellenflügel sind, wie alle Insektenflügel, mit Adern durchzogen. Die Flügel bilden ein leicht gefaltetes Profil. Dies verbessert die Flugeigenschaften.

Längsadern sorgen für die Steifigkeit in Längsrichtung. Sie sind deutlich zu erkennen. Die feinen Queradern sorgen für Steifigkeit in der Querseite.

Ein Beispiel, wie wir Menschen diese Technologie verwenden, sehen wir beim Windsurfen. Das leichte Segel ist an der Mastkante genauso geführt wie der Flügel. Querstreben sorgen für die notwendige Steifigkeit. Durch verschiedene Anstellwinkel können wir steuern und unsere Geschwindigkeit anpassen.





## Das Vogelnest

Ein Vogelnest wird aus dünnen Ästen gefertigt. Kunstvoll webt der Vogel diese zu einem stabilen Körbchen.

Das Olympiastadion in Peking wurde 2008 mit einer ähnlichen Technik gebaut. Bald bekam es den Spitznamen „**bird's-nest**“, Vogelnest.

Genau wie bei Vogelnestern ist der Kern des Stadiums von einer leichten, aber stabilen Hülle umgeben.





MINT  

**inatura**  
Natur, Mensch und Technik erleben



MINT  

**inatura**  
Natur, Mensch und Technik erleben

## Haihaut

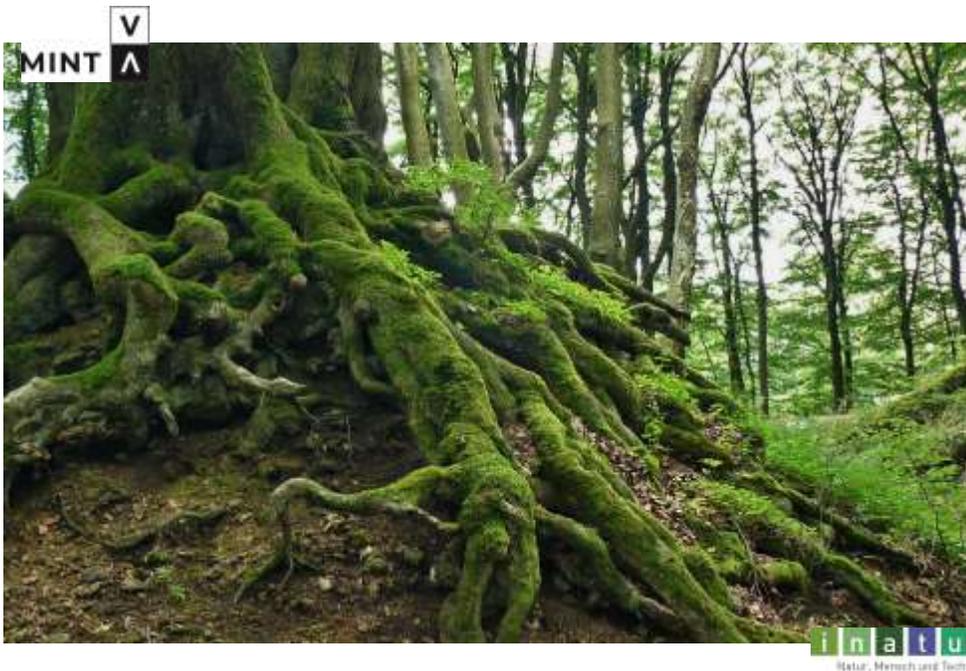
MINT  

Wissenschaftler haben festgestellt, dass die Haut des Hais ihm ermöglicht, ohne viel Widerstand durch das Wasser zu gleiten. Die spezielle Oberfläche der Haut kann auch bei einem Besuch in der Inatura begutachtet werden.

Wettkampfschwimmer, aber auch Taucher haben diese Haihaut für sich entdeckt. Ihre Badehosen, Badeanzüge aber auch Neoprenanzüge haben die gleiche Textur wie die Haut des Hais. Dadurch können sie schneller schwimmen, weil der Widerstand im Wasser geringer ist.

Das kann man auch selber ausprobieren, in dem man zuerst mit normaler eng anliegender Kleidung schwimmt und dann mit einem Bade- oder Neoprenanzug.

**inatura**  
Natur, Mensch und Technik erleben



## Wurzeln



Wurzeln verankern den Baum im Boden. Sie versorgen den Baum mit Nährstoffen, aber sie halten den Baum auch im Boden fest.

Manche Bäume wurzeln sehr flach, brauchen aber eine große Fläche, andere wurzeln sehr tief und brauchen dafür weniger Fläche.

Durch das eingelagerte Fels-Erd-Steinmaterial ist der Wurzelballen auch sehr schwer und bietet ein gutes Gegengewicht zur Baumkrone.

Hafenkräne oder auch Konstruktionen, die z.B. Bohrrinseln am Meeresboden verankern, zeigen ähnliche Wurzelstrukturen. Sie sorgen für Stabilität gegen Wellen, Gezeiten und dienen so der sicheren Verankerung der Plattformen.





## Fächerpalme

Die Fächerpalme hat gefaltete Blätter, die schmal zusammengeklappt werden können.

Mit Fächern können wir uns im Sommer Luft zu fächeln. Nach Gebrauch klappen wir sie wieder zusammen.

Hast du schon einen Fächer selber gefaltet?





## Sonarortung

Fledermäuse haben schlechte Augen. Um in der Nacht sicher unterwegs zu sein, senden sie Schallwellen aus und können sich durch die Reflexionen dieser orientieren und auch Beute fangen.

Dieses Prinzip wird auch auf Schiffen verwendet. Zur Tiefenmessung (Echolot): Schallwellen werden Richtung Meeresboden geschickt. Die Zeit, die diese brauchen, um zurückzukommen wird gemessen. Daraus kann man die Tiefe errechnen. Genauso können aber auch Profile des Meeresbodens erstellt werden oder z.B. nach versunkenen Schiffen gesucht werden.





## Der Lotuseffekt

Bei vielen großen Blättern kann man den sogenannten Lotuseffekt beobachten. Entdeckt wurde er bei der Lotusblume, aber auch Blätter von Tulpen und Seerosen weisen die gleiche Eigenschaft auf: Wasser perlt ab.

Bei unseren Jacken, die wir gegen Regen und Schnee tragen kann man das auch beobachten. Sie bestehen aus einer technischen Membran, die Wasser abperlen lässt.

Alternativ kann man Schuhe und Jacken auch mit einem Spray imprägnieren. So wird ein dünner Film auf der Oberfläche erzeugt, dessen Eigenschaften dem Lotuseffekt gleich sind.





## Der Löwenzahn

Die Pusteblumen sind bei Kindern sehr beliebt. Durch Hineinblasen oder durch Wind werden die Samen verteilt.

Oben trägt ein „**Schirm**“ feine Härchen, der Samen unten gibt Stabilität beim Fliegen. Der Samen sinkt langsam ab und kann sich lange in der Luft halten.

Fallschirme sind ähnlich gebaut.

An einem großen Schirm können die Springer langsam zum Boden zurückkehren. Das Gewicht des Menschen stabilisiert den Schirm nach unten.





## Gepard und Bogen



Das biologische Prinzip bei der Bewegung des Gepards, der ja blitzschnell auf sehr hohe Geschwindigkeiten beschleunigen kann, ist das Speichern und Freigeben von Energie. In der Position im Bild ist er gekrümmt und angespannt. Durch unmittelbare Entspannung schnellert er nach vorne.

Ein gespannter Bogen funktioniert nach demselben Prinzip. In der Position am Bild spannt der Schütze den Bogen und speichert die Energie. Lässt er den Bogen los, entspannt sich dieser und der Pfeil schießt weg.





Seerosenblätter sind sehr stabil.

Sie haben ein festes Gerippe an Blattadern, die das feine Blatt stützen.

Große Seerosenblätter können so auch kleinere Tiere gut tragen.

Gewächshäuser sind ähnlich gebaut, wie z.B. das Palmenhaus in Schönbrunn, Wien.

Das dünne Glas wird von vielen Metallstreben gehalten und so können diese großen Kuppeln und palastartigen Gebäude stabil stehen.





## Mundwerkzeug der Ameisen

Ameisen haben kräftige Kiefer, Blattschneiderameisen schneiden große Stücke von Blättern ab und transportieren sie zu ihrem Bau.

Die gezackten Kieferinnenseiten sind wie unsere Zangen mit Zacken ausgestattet. Damit können sie einerseits zupacken und andererseits Stücke abtrennen.

Das Beispiel der Rohrzange zeigt, wie man mit wenig Kraft große Kräfte aufbringen, Dinge packen und festhalten kann.





## Oberflächenkühlung

Ein afrikanischer Elefant hat eine sehr effektive Methode, sich zu kühlen. Er pumpt Blut durch seine Ohren. Diese haben eine große Oberfläche und das Blut kann in den feinen Adern „abkühlen“. Er gibt also Wärme an die Umgebung ab.

So funktionieren auch Heizkörper. Sie haben durch die vielen Rippen eine große Oberfläche. Pumpet man warmes Wasser durch den Heizkörper, gibt er Wärme an die Umgebung ab. Das abgekühlte Wasser geht wieder zurück.





## Der Hai

Betrachtet man einen Hai, wie den Schwarzspitzenriffhai, wenn er auf uns zu schwimmt, dann sehen wir seine aerodynamische Form.

Die Anatomie des Hais finden wir auch bei den Flugzeugen wieder. Besonders auffällig ist die tiefe Anordnung der Tragflächen, die wir auch beim Hai sehen. Auch er hat die Seitenflossen nicht in der Körpermitte sondern an der Bauchseite. Dies erhöht die Stabilität.

Das Heckruder des Flugzeugs hat eine Funktion wie die Schwanzflosse des Hais.





## Der Manta-Rochen

Fast schwerelos gleitet der Mantarochen durch das Wasser. Seine Flossen sind elastisch aber stabil. Dies sieht man, wenn Rochen aus dem Wasser „fliegen“.

An der Vorderseite sind die Seitenflossen etwas dicker und abgerundet.

Tragflächen von Flugzeugen sind ebenso geformt. Sie sind stabil, bieten aber genügend Elastizität um das Flugzeug auch in turbulenten Luftströmungen gut zu tragen.

Das aufgestellte Ende sorgt zusätzlich für Stabilität.





## Die Blattlauspumpe



Blattläuse trinken Pflanzensäfte aus den Blättern. Diese Säfte sind meist sehr dickflüssig und schwer anzusaugen oder zu pumpen.

Kolbenpumpen brauchen immer zwei Mal Kraft – einmal, um den Saft in die Pumpe zu saugen, ein weiteres Mal, um den Saft weiterzubefördern.

Die Blattlaus hat eine geniale Methode entwickelt, die nur einmal Kraft benötigt. Mit dem Muskel ihres Saugwerkzeuges erzeugt sie durch Anspannung einen Unterdruck, der den Saft ansaugt. Durch Entspannung löst sie den Druck und der Saft gelangt in die Verdauungsorgane.

In der Industrie wurde nach diesem Vorbild eine Serie von Pumpen erzeugt, die analog mit Anspannung und Entspannung arbeiten.





## Rotoren und Flügel

Eine Libelle hat vier Flügel. Sie kann vorwärts, rückwärts, aufwärts und abwärts fliegen. Durch verschiedene Anstellwinkel kann sie die Bewegung steuern.

Der Hubschrauber, genauer gesagt die Rotorblätter, haben genau diese Mechanik übernommen.

Am Foto kann man die Rotoraufhängung an einem Gelenk gut erkennen.

Im Dorniermuseum in Friedrichshafen kann man diese Bewegungsmechanismen an einem Hubschrauber ausprobieren.





## Auf und ab

Nautilus gibt es schon seit der Urzeit. Sie leben in verschiedenen Wassertiefen. Wenn sie tauchen, füllen sie Wasser in Kammern ihres Gehäuses oder drücken dieses wieder aus dem Gehäuse. Dadurch können sie steigen oder absinken.

Ein U-Boot arbeitet ebenfalls mit diesem Prinzip, das man statisches Tauchprinzip nennt. Es wird angestrebt, dass die Masse des U-Bootes gleich der Masse des verdrängten Wassers ist. So schweben sie mit Hilfe des Archimedischen Prinzips im Wasser und brauchen keine Energie zum Halten der Tiefe.

Diesen Zustand erzielt man mit Luftkammern, die man je nach gewünschter Tiefe mit Wasser füllt oder wieder leerdrückt.





## Bienen und Ziegel

Der Wabenbau der Bienen ist eine besondere Konstruktion. Die 6-eckige Form erlaubt eine perfekte Raumausnutzung und garantiert Stabilität bei geringem Gewicht.

Weiters sorgen die Kammersysteme auch für Ventilation und gleichmäßige Temperatur.

Unsere modernen Ziegel sind ähnlich aufgebaut. Die Luftkammern sorgen für ideale Wärmeleitung/Isolierung und geringes Gewicht steht großer Stabilität gegenüber.





## Die Kroko-Klemme

Ein Krokodil hat ein sehr kräftiges Gebiss. Es packt seine Beute mit den Zähnen und zieht sie unter Wasser. Dabei rollt es sich um die Körperachse. Die Beutetiere von Krokodilen können sehr groß sein, zum Beispiel Antilopen oder Gnus in Afrika.

Um diese Tiere fest packen zu können ist das Gebiss einerseits mit scharfen Zähnen gespickt, andererseits hat es sehr starke Muskeln, die es zusammen halten.

In der Elektrotechnik/Elektronik finden wir oft eine solche Klemme. Sie hat eine starke Feder und mit den Zähnen kann sie sich gut festhalten.

Aber Achtung, Strom kann gefährlich sein.



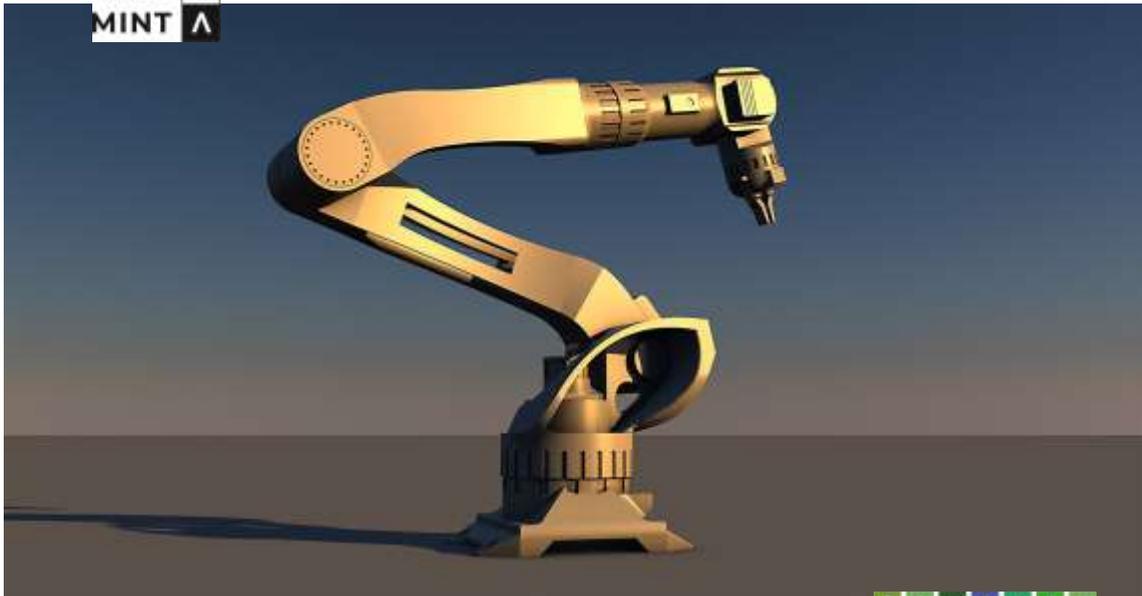


## Roboterarm

Roboter spielen in der Fertigung vieler Geräte eine große Rolle. Insbesondere in der Autoindustrie werden viele Arbeitsschritte von solchen Robotern übernommen.

Vorbild der Roboter ist unser Arm. An der Schulter haben wir ein Kugelgelenk, das Bewegung in alle Richtungen erlaubt. Unser Ellenbogengelenk und das Handgelenk erlauben uns zusätzliche Bewegungsrichtungen. Unsere Finger dienen als Greifinstrumente.

Der dargestellte Roboterarm zeigt die Übertragung unseres Arms in die Technik.





## Beluga

Belugas sind weiße, eher kleinere Wale. Markant ist ihre Kopfform.

Die Firma Airbus produziert an mehreren Standorten in Europa Flugzeugteile, in Toulouse werden sie zusammengebaut.

Transportiert werden diese Teile mit einem Flugzeug, dem „Beluga“. Airbus hat diese Bauform gewählt, weil sie große Volumen aufnehmen kann, aber in der Luft die entsprechende Stabilität aufweist.

Der Beluga ist eher schlank, aber hoch.



## Ahornsamenhubschrauber

Ahornsamensamen sind bei genauem Hinsehen kleine Rotorblätter.

Wenn der Baum die Samen abwirft, trudeln sie zu Boden.

Das Bewegungsprinzip ist das gleiche wie bei einem Hubschrauber.

Durch schnelle Rotation der Rotorblätter steigt der Hubschrauber auf.

Buch: Bionik – Im Versuchslabor der Natur, Ulrich E. Stempel





## Der Überrollbügel



Schaben gibt es in allen Vegetationszonen, sie sind sehr widerstandsfähige und haben meist eine recht harte „Hülle“.

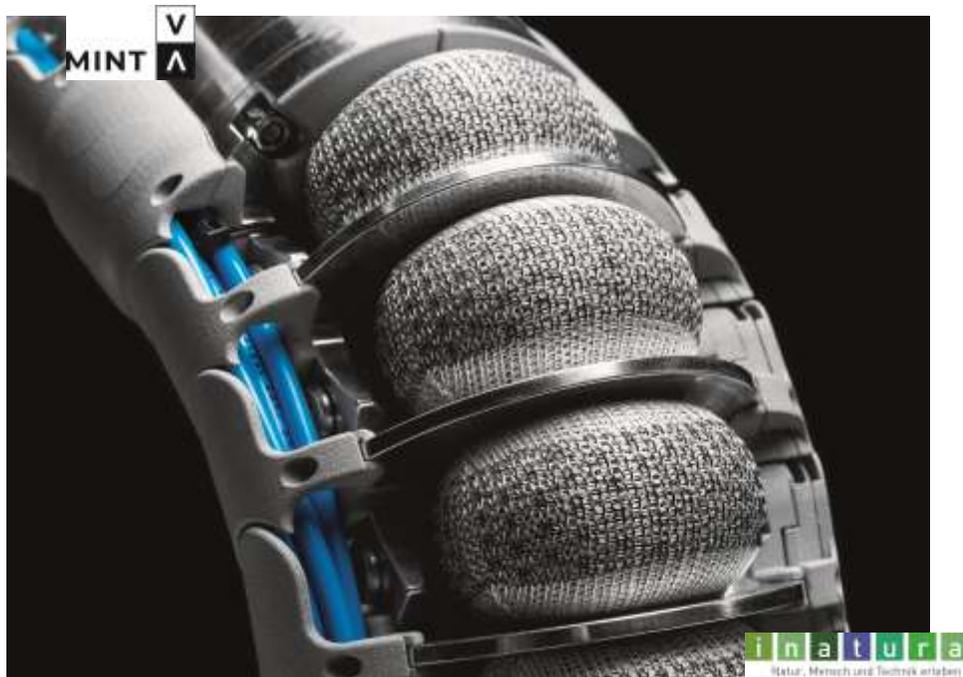
Wenn wir uns das Bild dieser Baumschaben ansehen, dann können wir die breiten Bänder gut sehen. So eine Schabe ist also von außen gut gepanzert, durch die Bügel aber gut beweglich.

Diese „Schutzbügel“ waren Vorbild für die Überroll-Bügel, die auf offenen Geländewägen oder in Ralley-Autos den Insassen Schutz bieten.





Foto: Festo.com



## Der bewegliche Rüssel



Der Rüssel eines Elefanten ist aus der Nase und der Oberlippe entstanden. Das sieht man auf dem Bild sehr gut.

Der Rüssel selber hat keine Knochen, er besteht aus einer Vielzahl an Muskeln. So kann der Elefant seinen Rüssel gut bewegen.

Die Firma Festo hat einen Roboter gebaut, der diesen Muskelaufbau nachstellt. Mit diesem sehr kompakten aber auch gut beweglichen „Schlauch“ kann der Roboter feine Bewegungen ausführen und präzise arbeiten.

Bild: Festo





Foto: technisches Museum Wien

## Smarte Sonnenblumen



Sonnenblumen schauen nicht nur aus wie kleine Sonnen, sie haben auch eine besondere Beziehung zu ihr. Im Laufe des Tages drehen junge Sonnenblumen ihren Kopf immer der Sonne zu, um während ihrer Wachstumsphase möglichst viel Sonnenlicht zu erwischen. In der Nacht drehen sie sich wieder nach Osten.

Die Firma Smart-Flower hat sich dieses Prinzip der Natur abgeschaut. Sie baut ihre Solaranlagen als Blumen, die dem Lauf der Sonne folgen. Die Blumen sitzen auf einem Gelenk, sie können in alle Richtungen und Winkel gedreht werden. Genau wie die Sonnenblume auch ihre Blütenblätter schließen kann, können die Smartflowers auch geschlossen werden, in dem sie sich wie ein Fächer einfalten.





## Der Mohn-Salz-Streuer

Eine Mohnkapsel enthält viel kleine Samen. Um diese Samen fein verteilen zu können hat die Kapsel oben kleine Öffnungen, aus denen die Samen einzeln heraus rieseln können.

Unsere Salzstreuer funktionieren nach dem selben Prinzip. Kleine Löcher lassen die einzelnen Salzkörner, eigentlich sind es kleine Kristalle, in feiner Dosis heraus.



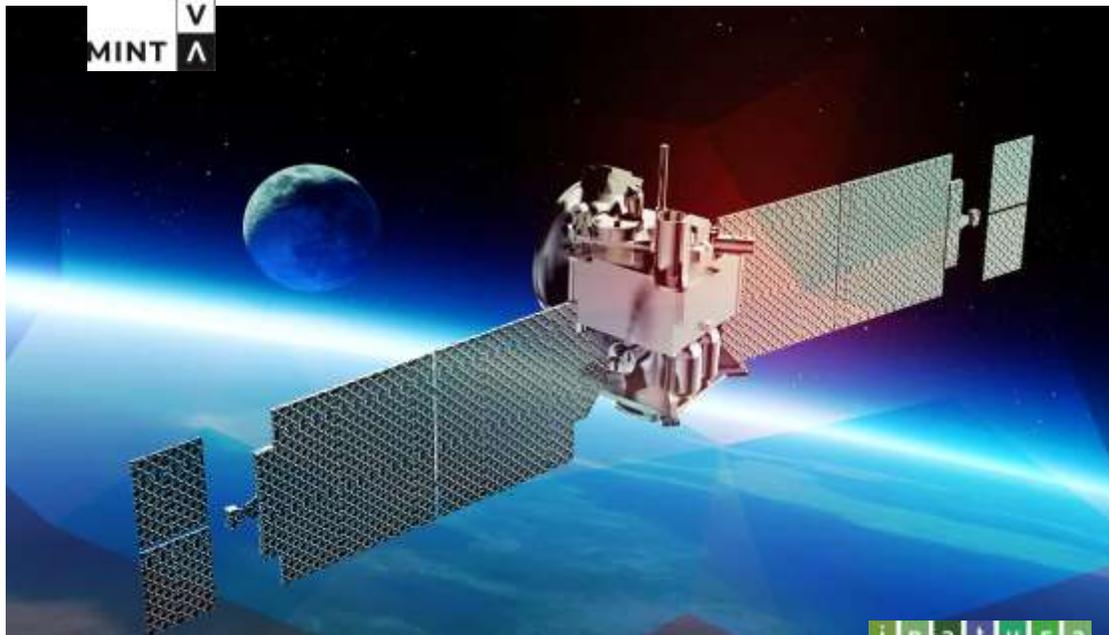


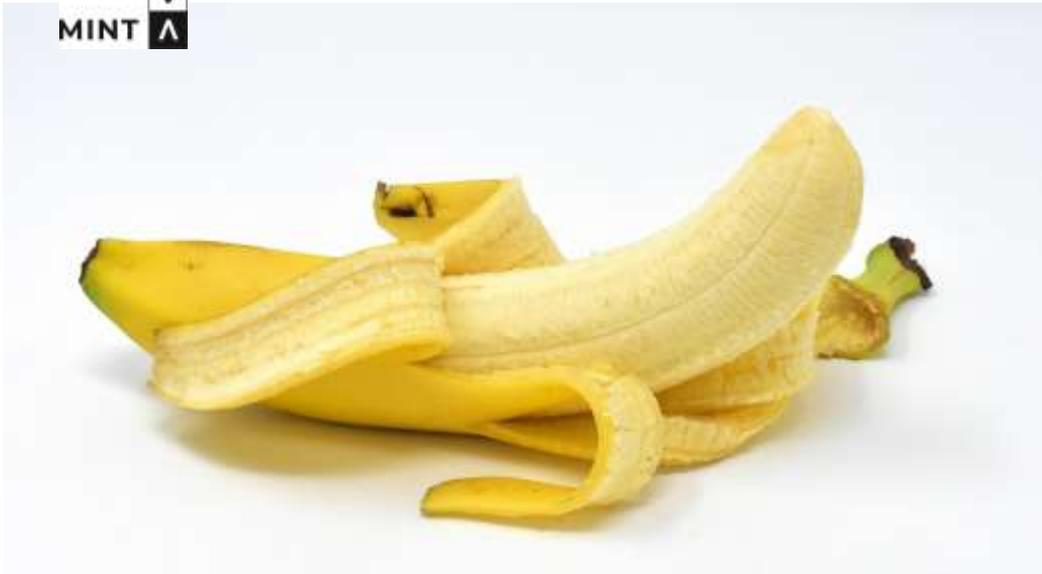
## Gefaltete Flügel

Unter dem Panzer mancher Käfer (z.B. Maikäfer oder Marienkäfer) verstecken diese ihre Flügel. Die hauchdünnen Flügel sind gefaltet und durch den Panzer geschützt.

Analog dazu sind auch Satelliten gebaut. Beim Transport in den Weltraum sind sie kompakt und klein, wenn sie dann in ihrer Position sind, falten sie ihre Sonnensegel auf und können damit Energie gewinnen.

Beobachte im Frühling und Sommer Käfer und bewundere ihre Flügel.





## Bananentrick öffnet Dosen

Der Schälmechanismus der Banane war Inspiration für den Mechanismus beim Dosenöffnen.

Der Erfinder der „Ring-Pull-Öffnung“ ist William Gordon.

Schauen wir eine Banane genau an, sehen wir, dass diese nicht runde sondern eckige Kanten hat. Entlang dieser Kanten ist die Schale sehr dünn.

Beim Öffnen der Banane wird der Stiel umgeknickt, dann kann die Schale entlang der Kanten leicht entfernt werden.

Die Dose hat dasselbe Prinzip. Die Lasche wird hochgezogen und der Deckel an einer kleinen Stelle geknickt bzw. geöffnet. Dadurch kann der Deckel an der dünneren Einkerbung leicht abgezogen werden.

Buch: Bernd Hill – Bionik Die Natur als Ideenschmiede (Knabe Verlag Weimar)





## Der Klettverschluss

Georges de Mestral, der Erfinder des Klettverschlusses, war begeisterter Jäger.

Nach jedem Ausflug in den Wald musste er aus dem Fell seines Hundes die Kletten entfernen. 1941 hatte er die Idee zum Klettverschluss.

Da er als Kind bereits begann Dinge zu analysieren und zu hinterfragen, stellte er fest, dass die feinen Haken der Klette im wolligen Fell seines Hundes haften blieben.

Er erkannte, dass er so eine gut haltende, aber lösbare Verbindung herstellen konnte, der Öffnungs- und Schließmechanismus kann beinahe beliebig oft wiederholt werden.

Er konstruierte daher den Klettverschluss ebenfalls zweiteilig, ein Teil mit den feinen Haken, der andere weich und „wollig“.

Buch: Berd Hill – Bionik Die Natur als Ideenschmiede (Knabe Verlag Weimar)



## Die Strömung ausnutzen

Zugvögel, besonders Gänse, zeigen bei ihrem Zug von Norden nach Süden eine besondere Formation: sie fliegen in einer Art Keil und leicht versetzt. Dabei nutzen sie sehr effektiv den Sog aus, der durch die Verwirbelungen hinter den Vögeln entsteht. Die Langsameren werden im Sog mitgezogen.



Windschattenfahren ist bei Radprofis ein kraftsparendes Mittel um als Gruppe schneller zu sein. Man begibt sich in den Windschatten des Vordermannes und spart so Kraft. Je dichter die Gruppe, desto geringer der Luftwiderstand für die Fahrer in der Mitte.



## Saugnapfe



Bei Oktopussen finden sich an den Tentakeln Saugnapfe. Die hochintelligenten Tiere können sich damit in Strömungen halten, ihre Beute festhalten oder auch Schraubgläser öffnen. Durch Muskelbewegungen können sie ansaugen oder loslassen.

Saugnapfe sind praktische Möglichkeiten rasch etwas zu befestigen, wie bei dem Haken im Bild. Aber auch große Glasplatten können mit Hilfe von Saugnapfen sicher transportiert werden. Oder als Pümpel, den man bei verstopften Rohren verwendet.





## Gleitflügel

Der Gleitflug der Vögel dient schon seit langer Zeit als Vorbild für das Fliegen.

Die ersten Versuche der Menschen, den Flügelschlag nachzuahmen, waren auf Grund des Verhältnisses aus Muskelkraft und Körpergewicht nicht sehr erfolgreich.

Durch weitere Beobachtungen fand man heraus, dass die Vögel im Gleitflug die Aufwinde und Luftströmungen nutzen können.

Erste Flugapparate, wie z.B. von Leonardo da Vinci sind daher wie ein Vogelflügel gebaut.

Auch Otto von Lilienthal und Hezarfen Ahmed Çelebi experimentierten mit dieser Technologie.

Schaut man sich die heutigen Flugzeuge an, haben wir ebenfalls Gleitflieger, die für den Erhalt der Geschwindigkeit erzeugen.





## Regenschirm-Pilze



Bei manchen Pilzen ist das Prinzip Regenschirm gut sichtbar. Einer trägt sogar diesen Namen: Regenschirm-Pilz.

Feine Streben im Pilzkopf stabilisieren den Schirm. Genau wie bei unserem Regenschirm.





## Flossen

Fische, viele Wasservögel wie z.B. Enten, Meeressäuger oder Meeresschildkröten bewegen sich mit Hilfe ihrer Flossen durchs Wasser.

Wir Menschen haben das Prinzip für unsere Schwimmflossen übernommen.

Viele Schwimmer trainieren auch mit Paddles, kleine „Flossen“, die sie an ihren Händen tragen.

Das Prinzip ist einfach: eine elastische Membran wird aufgespannt und mit dünnen Streben in eine breite Fläche verwandelt.

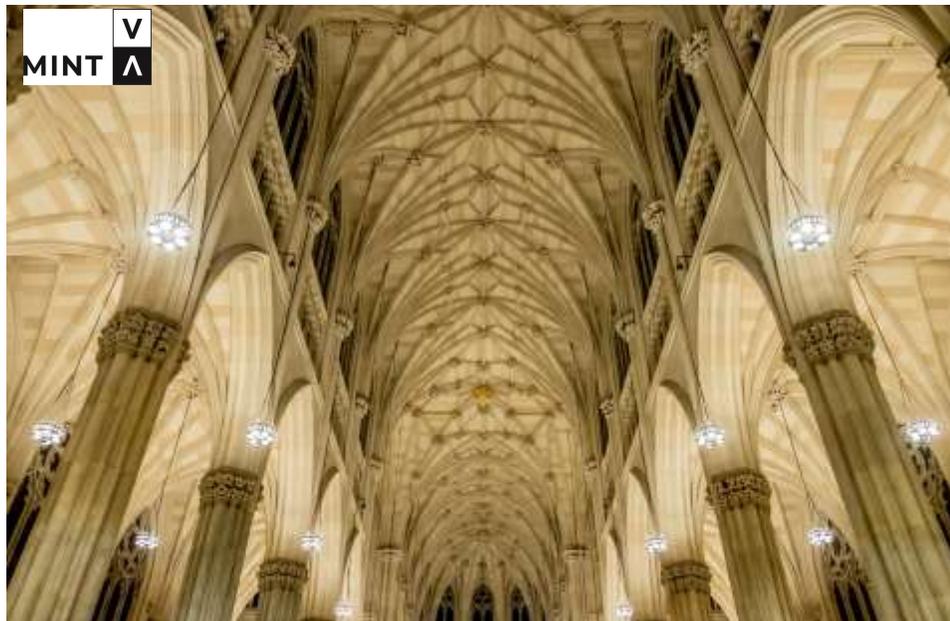




MINT 

Die Aststruktur großer Bäume ist Vorlage für die Gewölbe von gotischen Kirchen.  
Die Säulen sind die Baumstämme und an der Decke können wir die Verästelungen der Streben erkennen.

Auf diese Art können hohe und weit gespannte Gebäude errichtet werden. Dabei wirken diese Räume sehr leicht.



# BIONIC MEMORY

Was gehört zusammen? Und warum?

