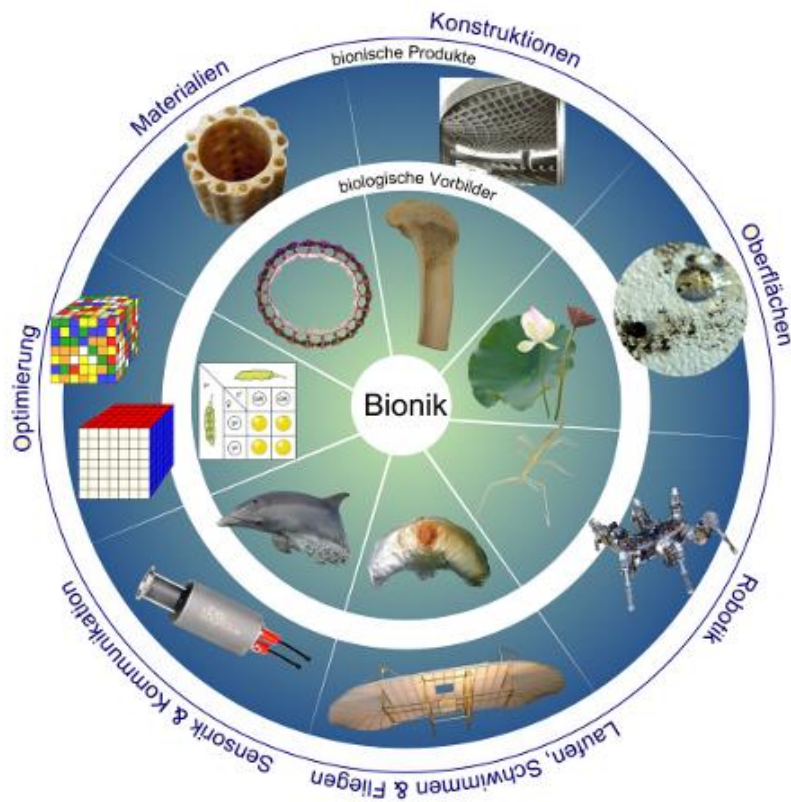


BIONIK

Die Natur als Lehrmeister
forschen, staunen, nachbauen



Weiterbildungskurs

Mag. Eva Bulwa

April 2018

Bionik oder „Der Traum vom Fliegen“

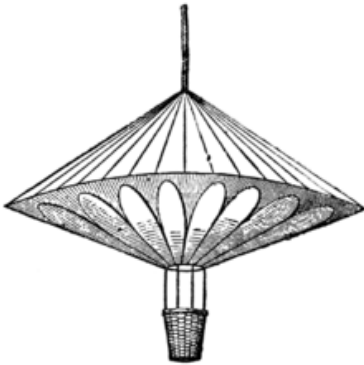
So alt wie die Menschen selbst, scheint der Wunsch zu fliegen wie ein Vogel. Bereits **Dädalus** fertigte, der griechischen Mythologie zufolge, für seinen Sohn **Ikarus** Flügel nach dem Vorbild von Vogelflügeln. Das Schicksal von Ikarus, der auf der Flucht der Sonne zu nahe kam und ins Meer stürzte, ist allseits bekannt. Der Maler Jakob Peter Gowy zeigt dies in seinem Bild „Der Flug des Ikarus“, welches heute im Prado-Museum zu bewundern ist.



Die moderne Bionik beginnt mit Leonardo da Vinci (1452 - 1519), der eine Reihe von funktionsuntüchtigen Flugapparaten nach dem Vorbild von Vogelschwüngen skizzierte. Inspiriert von Leonardo entwickelte ein türkischer Gelehrter, **Hezarfen Ahmed Celebi** (1609 - 1649) ein Fluggerät nach dem Studium des Vogelfluges, mit dem er 1647 über den Bosphorus flog.

Matthew Bakers (1530 - 1633) Vorschläge zur Reduktion des Strömungswiderstandes im Schiffsbau nach dem Vorbild des Dorschkopfes und des Makrelenschwanzes wurden in der sogenannten „Baker-Galeone“ umgesetzt.





Giovanni Alfonso Borelli (1608 - 1679) hat die technisch-experimentelle Analyse der Fortbewegungsvorgänge von Tieren begründet. **Sir George Cayley** (1773 - 1857) hingegen verwendete bionische Methoden bei der Konstruktion selbststabiler Flugmodelle und Fallschirme. Vorbild war hier der Wiesenbocksbart, dessen Früchte er studierte und nach dessen Vorbild **Robert Cocking** im Jahr 1837 den ersten Fallschirm baute.

Otto Lilienthal studierte den Flug der Störche und war Hersteller der ersten erfolgreichen Flugapparate, mit denen er bereits 1891 Gleitflüge durchführte. Sein Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ von 1889 ist ein Klassiker in der bionischen Literatur. Wichtigste Erkenntnis war, dass gewölbte Tragflächen einen größeren Auftrieb liefern als ebene.



Bionik – der Natur auf die Finger geschaut

Der Begriff „Bionik“ entstand erst vor etwa 70 Jahren und wird aus den beiden Begriffen Biologie und Technik zusammengesetzt. Im Englischen wird der Begriff „**Biomimetics**“ verwendet.

Bei der Entwicklung technischer Funktionselemente waren den Ingenieuren parallele Entwicklungen in der Natur nicht immer bekannt. So wurde das Fachwerk ohne Kenntnis der Feinstruktur der Knochenbälkchen entwickelt. Da keinerlei Übertragung stattfand, spricht man bei solchen formellen oder funktionellen Übereinstimmungen von **Entsprechungen**.

Bionik als Wissenschaftsdisziplin sucht gezielt nach Strukturen in der Natur, die technisch als Vorbilder von Bedeutung sein können. Bekannte Beispiele bionischer Erfindungen sind etwa der Salzstreuer oder der Klettverschluss.

Der Botaniker und Bodenkundler **Raoul Francé** stand vor der Aufgabe, Boden gleichmäßig mit Kleinstlebewesen zu impfen. Er versuchte dies mit verschiedensten Streuern und Zerstäubern, landete dann aber bei der Mohnkapsel als Vorbild. Er ließ sich nach dieser Erkenntnis 1920 einen "Neuen Streuer" patentieren, bestätigt unter der Nummer 723730. Dies war das erste „Bionik-Patent“.

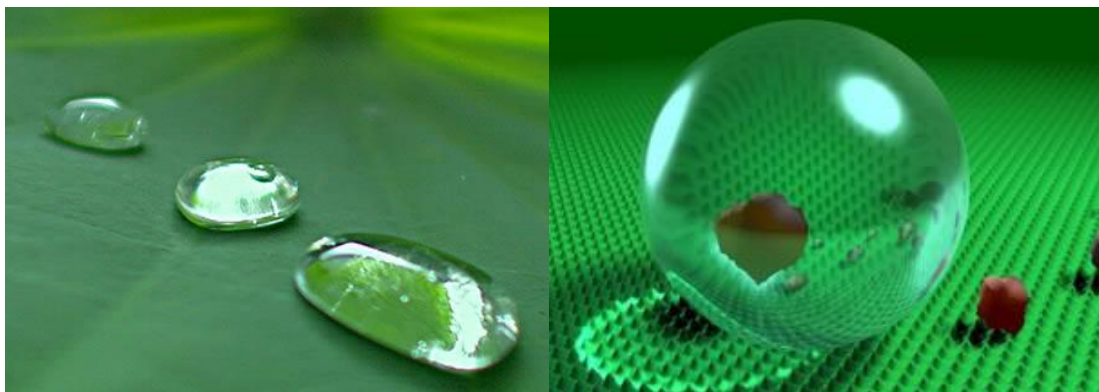


Im Jahre 1948 entwickelte der Schweizer Wissenschaftler **Georges de Mestral** das wohl bekannteste „Bionik-Produkt“, welches heute Millionen in aller Welt nutzen: den Klettverschluss. Er untersuchte den Haltemechanismus der Klettfrucht unter dem Mikroskop und baute ihn nach. Patentiert wurde diese „Erfindung der Natur“ unter dem Namen Velcro (aus den französischen Begriffen velours = Samt und crochet = Häkchen).



Neue technische Untersuchungsmethoden (z.B. Raster-Elektronenmikroskopie) sowie neue Produktionsverfahren (z.B. 3-D Druck) und Materialien (z.B. Silikon) ermöglichten in den letzten Jahrzehnten viele neue Entwicklungen. Hier ist etwa die Nanotechnologie zu nennen. Bekanntestes Beispiel sind selbstreinigende Oberflächen auf Grundlage des „Lotus-Effektes“.

Wilhelm Barthlott fand in den 1970er Jahren heraus, dass der Effekt auf zwei Besonderheiten der Blattoberfläche beruht: einer Wachsschicht und winzigen, nur wenige Mikrometer dicken Noppen. Schon das Wachs allein sollte bewirken, dass die Blätter hydrophob sind, also Wasser abstoßen. Feuchtigkeitstropfen haben dadurch wenig Kontakt mit der Oberfläche und rollen wie Bälle ab. Die raue Oberfläche verstärkt dies zusätzlich.



Bionik – Lernen von der Natur

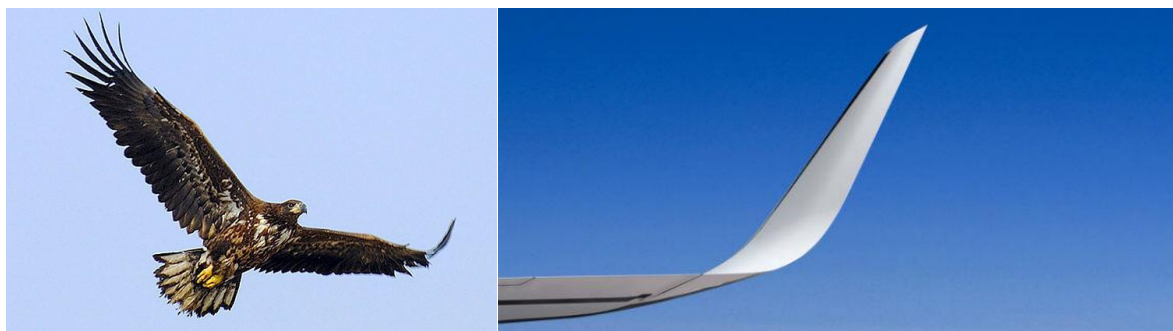
Bionik ist keine Naturkopie, sondern ein kreatives Weiterentwickeln und -Gestalten, angeregt durch das Vorbild biologischer Prozesse, Materialien, Strukturen, Funktionen, Organismen und Erfolgsprinzipien sowie des Prozesses der Evolution. Dazu arbeiten Biologen eng mit Ingenieuren, Architekten, Physikern, Chemikern und Materialforschern zusammen.

Es gibt unterschiedliche Zugangsweisen:

* Bionik als „top-down-Prozess“ (Analogiebionik)

- 1) Definition des Problems
- 2) Suche nach Analogien in der Natur
- 3) Analyse der Vorbilder in der Natur
- 4) Suche nach Lösungen für das Problem mit den Erkenntnissen aus der Natur

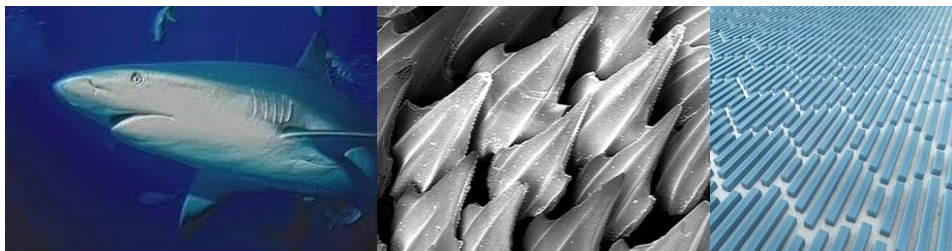
Bekannte Beispiele sind die Fluggeräte Otto Lilienthals und der Gebrüder Wright. Sie waren die ersten wissenschaftlich arbeitenden Bioniker. Bionik dient aber auch der Verbesserung bestehender Erfindungen. "Winglets" an Flugzeugflügeln können die großen Luftwirbel an den Flügelspitzen vermindern, was zu einer Reduktion des Kraftstoffverbrauchs führt. Entsprechende Anleihen aus der Natur wurden dem Flug großer segelnder und gleitender Vögel (Bussard, Kondor, Adler) entnommen.



* **Bionik als „bottom-up-Prozess“ (Abstraktionsbionik)**

- 1) Biologische Grundlagenforschung - Biomechanik und Funktionsmorphologie
- 2) Erkennen und Beschreiben eines zu Grunde liegenden Prinzips
- 3) Abstraktion dieses Prinzips (Übersetzung in nicht-fachspezifische Sprache)
- 4) Suche nach möglichen technischen Anwendungen
- 5) Entwicklung technischer Anwendungen in Kooperation mit Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen wie Ingenieuren, Technikern, Designern usw.

Der Paläontologe **Wolf-Ernst Reif** beschrieb die eigenartig gerieften Schuppen bei schnell schwimmenden Haien. Versuche im Strömungskanal zeigten Wissenschaftler **Dietrich W. Bechert** Reibungswiderstands-Ver minderungen um bis zu 10 %. Auf Grundlage dieser Forschungen wurde die Mikrorillen (Riblet)-Folie entwickelt. Sie kommt bei Flugzeugen und Schiffen zum Einsatz und verhindert z.B. Algenbewuchs an Schiffen.



Die Natur als Lehrmeister

- Was können wir uns von der Natur abschauen?

Aktiver Impuls: mit Kindern in die Natur gehen und verschiedenste Materialien sammeln. Was entdeckt wurde, kann in der Schule anhand von Vorbildern aus dem modernen Leben nachgebildet werden. Die Vorbilder, die uns die Natur gibt, sind mit ihrer unglaublichen Vielfalt ein faszinierendes Forschungsfeld für Kinder. Dies soll nicht nur zum selbstständigen, fächerübergreifenden Forschen anregen, sondern darüber hinaus auch für technisches Interesse im Sinne der Nachhaltigkeit begeistern. Beispiele aus dem täglichen Leben machen Naturphänomene leichter verständlich.

Durchführung: Verschiedene laminierte Kärtchen mit Abbildungen von Alltagsgegenständen und/oder technischen Errungenschaften werden den Kindern zur freien Auswahl vorgelegt (die ausgewählten Objekte müssen zum Standort und zur Jahreszeit passen). Die Kinder sind paarweise unterwegs und sollen versuchen im vorher definierten Umfeld natürliche Objekte zu finden, die ihrer Meinung nach zu den Gegenständen auf den Kärtchen passen könnten (Fallschirm/Löwenzahnsamen, Salzstreuer/Mohnkapsel, Hubschrauber/Ahornsamensamen, Klettverschluss/Klette, Wendeltreppe/Schneckenhaus,...). Nach vorgegebener Sammelzeit kehren die Kinder zum Ausgangspunkt zurück, bilden einen Kreis, die gefundenen Objekte werden mit den entsprechenden Kärtchen auf ein helles Tuch gelegt, besprochen und sortiert. Die Funde der Kinder können vor Auflegen der Kärtchen durch Mitgebrachtes von anderen Standorten oder in anderen Entwicklungsstadien (Mohnkapsel, Klette, diverse Flugsamen,...) ergänzt werden.

Beobachten, hinterfragen: Materialien vorsichtig zerlegen

- Wie sieht ein Schneckenhaus von innen aus?
- Wie passt ein großes Blatt in eine kleine Knospe? (Falttechniken)
- Warum drehen sich Lindennüsschen oder ein Ahorn-„Nasenzwicker“, wenn sie zu Boden sinken? (Bau eines Lindenschraubers)

- **Faltstrukturen in der Natur**

Falten ist in der Natur eine wichtige Strategie um Platz zu sparen und Festigkeit zu verleihen.

Wie kann ein Käfer seine Flügel so schnell aus und wieder einfalten - wie passen die Flügel unter die Deckflügel? Unter den schützenden Deckflügeln des Marienkäfers sind feine Hautflügel versteckt, die zum Fliegen ausgebreitet werden. Diese Flügel sind wesentlich größer als die Deckflügel, sonst könnte der Käfer sich nicht in der Luft halten. Vor Schmutz und Wetter werden die dünnen Hautflügel durch die Deckflügel gut geschützt. Wenn sie nicht benötigt werden, faltet der Marienkäfer sie platzsparend zusammen, damit sie unter die festen Deckflügel passen - droht Gefahr müssen sie blitzschnell aufgefaltet werden können, um zu fliehen und danach auch schnell wieder „verstaubt“ werden.

Demonstration: Eine Knospe wird von der Lehrkraft mit einem Stanley-Messer oder einer Rasierklinge der Länge nach aufgeschnitten. Mit einer Pinzette kann das zusammengefaltete Blatt vorsichtig auseinander gezupft werden, um zu sehen, wie sich die Blätter „klein machen“.

Durchführung: Wie passt ein Din A4 Blatt in eine Streichholzschachtel? Zusammenknüllen? Oder lieber sorgsam falten? Kinder sollen es ausprobieren. Anhand einfacher Falttechnik kann mit einem Blatt Papier nachgestellt werden, wie ein zusammengefaltetes Blatt Papier (Käferflügel, Blüte, Blatt) mit nur einer Bewegung rasch auf- und wieder zusammengefaltet werden kann.

- **Samenflug**

Durchführung: Bau eigener Flugsamen (Propeller, Schraubenflieger, Fallschirm)

Mit Hilfe von Büroklammern kann an verschiedenen Stellen Gewicht (Samen) an den Flügeln angebracht werden. Wann fliegt der Samen am langsamsten, wann dreht er sich (und sorgt somit für Auftrieb, um möglichst lange in der Luft zu bleiben)?

- **Zuordnungsbeispiele**

- Zweige der Robinie (Dornen) oder der Rose (Stacheln) dienen als Vorbild für den Stacheldraht
- Die Mohnkapsel diene als Vorbild für den Salzstreuer
- Samen der Klette dienen als Vorbild für den Klettverschluss
- Flugsamen des Löwenzahn diene als Vorbild für den Fallschirm
- Grashalme als Beispiel für Biegefestigkeit. Bei sehr vielen Grashalmen umhüllen die Blätter an ihrer Basis den Halm. Verbundsysteme im Alltag geben mehr Festigkeit.
- Zangen als Mundwerkzeuge (Ameisenlöwe, Schwimmkäferlarven) oder als Körperanhänge (Ohrwurm) sind Vorbild für diverse Zangen als Werkzeug
- Nagezähne (Eichhörnchen, Waldmaus, Biber) dienen als Vorbild für den Heftklammernentferner
- Zellenwände der Bienenwaben geben Form und Stabilität, diese Festigungsstrukturen dienen z.B. als Vorbild für Wellpappe
- Die Spindel im Schneckenhaus dient als Vorbild für die Wendeltreppe

Praxis

- Zuordnungsspiel: Pinzette, Salzstreuer, Stacheldraht
- Klettverschluss: diverse Beispiele, Wurfspiel
- Brückenbau: Erhöhung der Stabilität (flaches Papier, Querfalten, Längsfalten, Karton), Überprüfung der Tragfähigkeit durch Gewichte
- Lotuseffekt: normales Papier, gewachstes Papier, Ultranoppenstruktur; diverse Pflanzenblätter (Kohl, Kraut, Seerose)
- Bastelanleitung für Flugmodelle
- Bastelanleitung für Faltmodelle
- Fallprobe mit Pomelos-Frucht (Sturzhelm!)
- Der Abschluss-Quiz macht dich zum Bionik-Experten!

Kontakt:

Mag. Eva Bulwa

Biologin

Montessoripädagogin

Ökopädagogin

BPWW-Partnerin

+43 676 975 84 48

<https://www.bpww.at/partner/mag-eva-bulwa>

www.naturerlebnisse.at

Mail: eva.bulwa@gmail.com