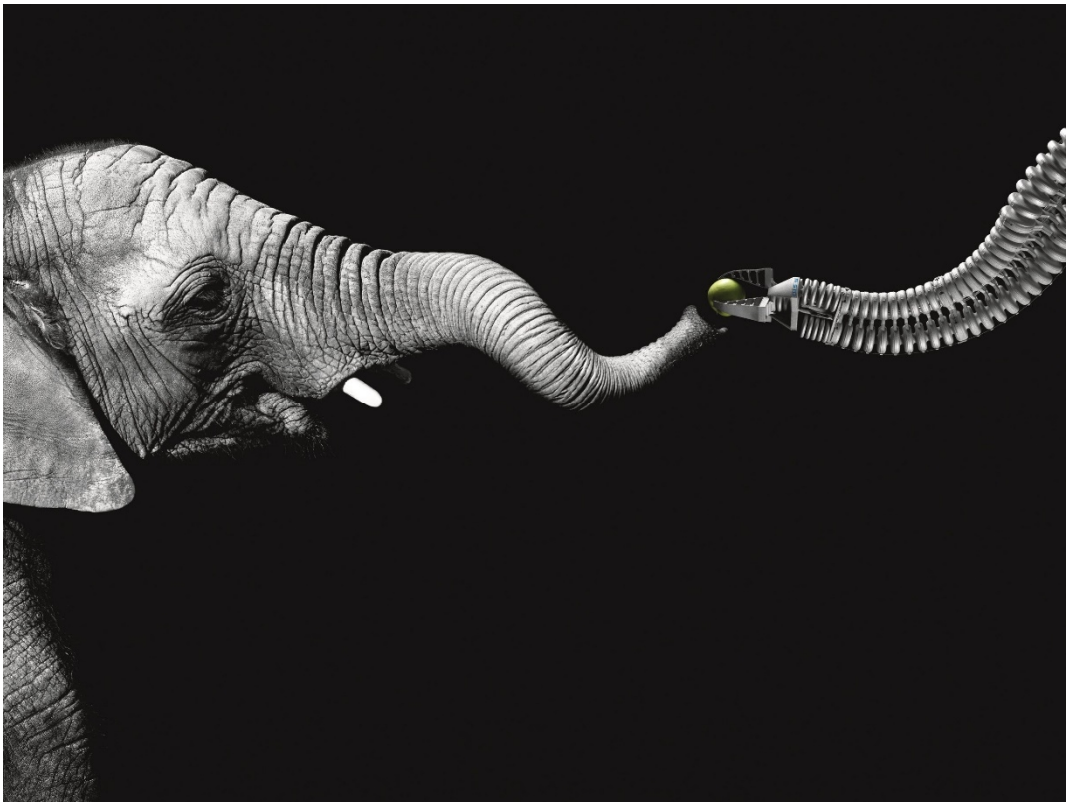
LAND OBERÖSTERREICH

Bionik

Innovation aus der Natur



2018

OBERÖSTERREICHISCHE ZUKUNFTS AKADEMIE

Impressum
Medieninhaber und Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Präsidium, Oö. Zukunftsakademie
Kärntnerstraße 10-12, 4021 Linz
Tel.: +43 732 7720 14402
E-Mail: zak.post@ooe.gv.at
www.ooe-zukunftsakademie.at
DVR: 0069264
Auflage: März 2018

Redaktionsteam:
Mag.ª Simone Hüttmeir (Projektleitung)
DIin Judit Asztalos
DI Dr. Klaus Bernhard
Mag.ª Dr.in Reingard Peyrl MSc
Monika Pleiner

Titelfoto: Elefantenkopf und Bionischer Handling Assistent
©Festo AG & Co. KG, alle Rechte vorbehalten

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**

Executive Summary **4**

1. Grundlagen **6**

2. Beispiele aus Forschung und Praxis **8**

2.1. Bauen und Architektur 8

2.2. Konstruktion und Design 11

2.3. Materialien und Strukturen 15

2.4. Energieerzeugung, -speicherung und -effizienz 18

2.5. Robotik und Sensorik 22

2.6. Biomedizinische Technik 26

2.7. Organisation und Management 30

3. Relevanz für Oberösterreich **33**

Quellen- und Literaturverzeichnis **41**

Anhang – weitere Beispiele **43**

Executive Summary

Bionik ist eine vergleichsweise junge Wissenschaft, die sich damit beschäftigt, aus dem großen Reservoir an **biologischen Strukturen, Prozessen und funktionalen Lösungen** Erkenntnisse abzuleiten und in technischen Anwendungen und Lösungsstrategien einzusetzen. Bekannte bionisch inspirierte Lösungen sind beispielsweise der von Kletten abgeleitete Klettverschluss sowie die von der Lotus-Pflanze abgeschaute Oberfläche, von der Wasser stets abperlt.

Neue und verbesserte Methoden sowie **rasante technische Fortschritte** in Elektronik, Rechenleistung, Produktionsprozessen u.a. ermöglichen es der Forschung, sich immer intensiver in lebende Systeme der Natur zu vertiefen. Man denke beispielsweise an die heutigen Möglichkeiten in der Nanomikroskopie und Röntgenstrukturanalyse. Erst ein kleiner Teil der Lebewesen wurde bis dato auf sein bionisches Potenzial untersucht und so ist ein **riesiger Ideenpool** an bionischen Lösungen, die in technische, aber auch organisatorische Systeme übertragen werden können, zu erwarten. Bionik führt somit zu einer erheblichen Ausweitung der ‚Toolbox' im Innovationssystem und zu neuen Chancen der interdisziplinären Vernetzung.

Seit einigen Jahren steigt daher das Interesse an bionischen Technologien stetig an und immer mehr Forschungsergebnisse fließen in **Produktentwicklungen** ein. Auf Grund der **Megatrends** unserer Zeit wie gesundheitliche Herausforderungen durch den demographischen Wandel, Klimaveränderungen sowie immer komplexere Arbeitswelten ist davon auszugehen, dass auch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten neue Entwicklungsanstöße durch Vorbilder aus der Natur von zunehmender Bedeutung für Forschung und Wirtschaft sein werden.

Die Schwerpunkte der **technischen, aber auch organisatorischen Anwendungsbereiche** der Bionik können in sieben, nach der Historie ihrer Entstehung sortierten Sektoren gegliedert werden, in welche die vorgestellten Innovationen dieser Next-Practice-Sammlung bestmöglich eingereiht wurden:

Bauen und Architektur
Konstruktion und Design
Materialien und Strukturen
Robotik und Sensorik
Biomedizinische Technik
Energieerzeugung, -speicherung und -effizienz
Organisation und Management

Die beschriebenen Beispiele spannen einen Bogen von Leichtbaukonstruktionen, die an den Aufbau der Deckflügel des Kartoffelkäfers angelehnt sind, über neuartige Computerchips, deren Aufbau aus menschlichen Nervenzellen abgeleitet wurde, bis hin zur Weiterentwicklung von Managementmethoden durch die Analyse der Schwarmintelligenz von Insekten.

Zukunftsweisende Forschungen durch oberösterreichische Universitäten und Unternehmen wie neue hinterlüftete Fassaden durch die Kunstuniversität Linz oder die durch die Johannes Kepler Universität Linz und der High Tech Coatings GmbH aus Vorchdorf in Kooperation mit internationalen Partnern mit Lasertechnologie **nachgeahmten bionischen Strukturen** der texanischen Krötenechse belegen, dass die Chancen dieser wissenschaftlichen Denkrichtung zunehmend in unserem Bundesland erkannt werden.

Aufgrund seiner Forschungs- und Wirtschaftsstruktur mit Schwerpunkten wie Materialwissenschaft oder Medizin ist **Oberösterreich** gut geeignet, sich in das Feld bionischer Forschung und Entwicklung zu vertiefen. Mechatronik- und Kunststoff-Cluster der Business Upper Austria setzen sich seit einiger Zeit mit Bionik in der Wirtschaft auseinander.

Für eine systematische Forcierung von Bionik-Aktivitäten könnte ein künftiges **Bionik-Gesamtkonzept** für Oberösterreich einen wesentlichen Beitrag liefern und unter anderem folgende Aspekte beinhalten:

- Konkretisierung von Bionikpotenzialen, -stärkefeldern und strategischen Maßnahmen in Workshops mit Experten/innen
- Hochschulübergreifendes Studium, Informationsveranstaltungen in Bionik-affinen Fachrichtungen sowie Forcierung von Bionik an höheren Schulen
- Citizen-Science-Projekt auf der Plattform „Österreich forscht“
- Vernetzung vorhandener Stärkefelder in der Wirtschaft wie Mechatronik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnologien oder Leichtbau mit der Forschung
- Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Betrieben, Wirtschafts- und Sozialwissenschaft und Biologie in Hinblick auf die Organisationsbionik

Es lohnt sich also ein genauerer Blick auf den Stand in **Forschung, Entwicklung und Umsetzung**. In der vorliegenden Next-Practice-Sammlung werden einige der derzeit vielversprechendsten bionischen Beispiele vorgestellt, die sich im Grenzraum zwischen Gegenwart und Zukunft befinden. Nach der Erklärung relevanter Grundlagen folgt eine Zusammenstellung zukunftsträchtiger Entwicklungen in unterschiedlichsten Forschungs- und Anwendungsfeldern im globalen Maßstab mit einem streifenden Blick auf Oberösterreich. Das letzte Kapitel bezieht sich speziell auf Aktivitäten und Potenziale am Standort Oberösterreich.

1. Grundlagen

Bionik ist eine **interdisziplinäre naturwissenschaftliche Disziplin** mit dem Ziel, von biologischen Systemen abgeleitete Prinzipien in technischen Anwendungen und Lösungsstrategien einzusetzen. Das Wort Bionik selbst ist eine Kombination aus der ersten Silbe des Wortes „Biologie" und der zweiten Silbe des Wortes „Technik".

Der **Begriff „bionics“** wurde Ende der 1950er Jahre vom amerikanischen Neurologen Jack E. Steele geprägt. Im englischsprachigen Raum beschränkt sich die Bedeutung von bionics auf eine Kombination von *bio*logy und electro*nics* und zumeist auf die Konstruktion von künstlichen Körperteilen. Das, was im deutschsprachigen Raum unter dem Begriff Bionik verstanden wird, ist im Englischen häufig mit dem vom amerikanischen Biophysiker Otto Schmitt in den 1950er Jahren geprägten Begriff „biomimetics“ oder auch „biomimicry“ umschrieben. (ITA 2006)

Der deutsche Zoologe und Pionier der Bionik Werner Nachtigall definiert Bionik als „das Lernen von Konstruktions-, Verfahrens- und Entwicklungsprinzipien der Natur für eine positive Vernetzung von Mensch, Umwelt und Technik“. In der Bionik geht es also nicht um die Nachahmung der Natur, sondern um die Abstraktion, Übertragung und Umsetzung von **Erkenntnissen aus der Biologie in technische Anwendungen**. Auch wenn es keine grundlegende, allgemein gültige Definition des Begriffes gibt, so ist Nachtigalls Definition in der Wissenschaft Modus Vivendi und dient als Grundlage für vertiefende Begriffsbestimmungen, wie z.B. für jene des Vereins Deutscher Ingenieure[1] (VDI).

Nachtigall gliedert die Bionik in drei **übergeordnete Disziplinen** (Nachtigall 2002):

Konstruktionsbionik – Konstruktionen der Natur, bionische Aspekte der Materialien

Analyse der Konstruktionselemente und Funktionsmechanismen natürlicher Konstruktionen, Vergleich mit technischen Konstruktionen, Untersuchung von Anwendungsmöglichkeiten in der Technik.

Verfahrensbionik – Vorgehensweisen oder Verfahren der Natur

Analyse von Steuerung und Ablauf komplexer biologischer Prozesse, Untersuchung der Übertragungsmöglichkeiten in die Technik.

Informationsbionik – Datenübertragungs-, Entwicklungs- und Evolutionsprinzipien

Untersuchung von Abläufen in der Neurophysiologie und Aspekten der biologischen Evolution und Übertragung.

[1] https://www.vdi.de/technik/richtlinien/richtliniendetails/?tx_wmdbvdirilisearch_pi1%5BsearchKey%5D=Bionik&tx_wmdbvdirilisearch_pi1%5Bmode%5D=1&tx_wmdbvdirilisearch_pi1%5BsingleSearch%5D=1

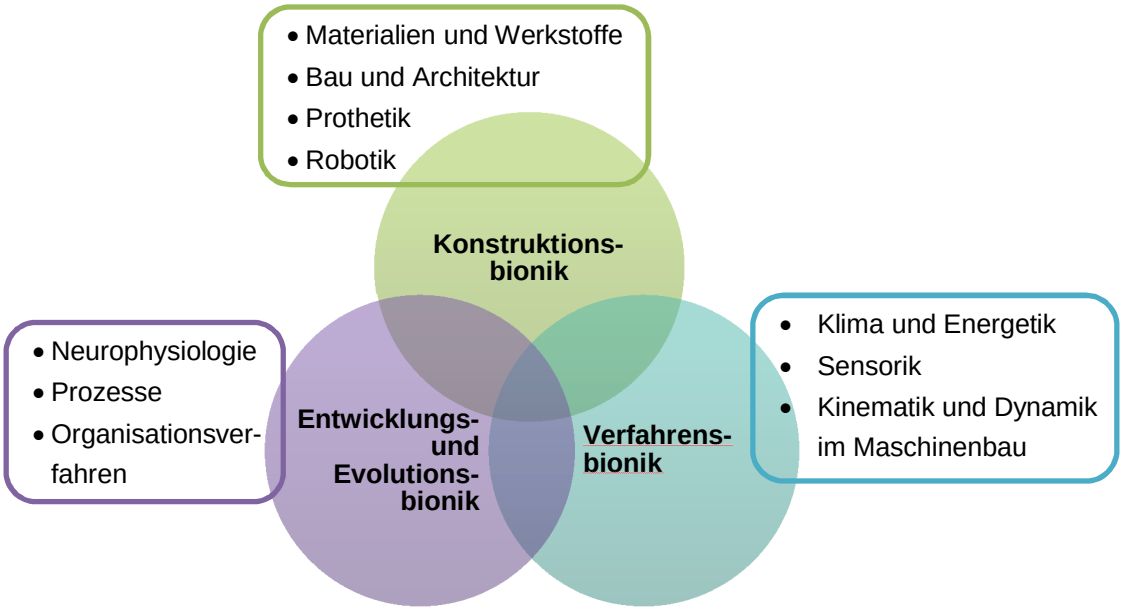


Abbildung 1: Bionische Disziplinen nach Nachtigall und Pohl (2013)

Innerhalb dieser Disziplinen finden **unterschiedliche Fachrichtungen** der Bionik in Forschung, Entwicklung und Anwendung Platz (Nachtigall u. Wisser 2013), wobei diese Einteilung aufgrund der relativen Jugend der bionischen Wissenschaft noch nicht vollständig sein muss: Strukturbionik (Material- und Werkstoffbionik), Gerätebionik, Konstruktionsbionik, Baubionik, Klima- und Energiebionik, Bewegungsbionik, Anthropobionik, Sensorbionik, Neurobionik, Evolutionsbionik, Verfahrensbionik, Organisationsbionik.

Als Antwort auf die Vielfalt der Entwicklungen gibt es in Deutschland inzwischen **Richtlinien und Normen** für den Fachbereich Bionik. So regelt das Deutsche Institut für Normung mit DIN-ISO-Normen z.B. Terminologie sowie Konzepte und Methodik. Der Verein Deutscher Ingenieure strukturiert mit technischen Regeln die Abgrenzung von konventionellen und bionischen Verfahren/Produkten, die Vorgaben für bionische Oberflächen, Roboter, Informationsverarbeitung etc.

Die Bionik hält also zusehends in immer mehr **Anwendungsbereichen** Einzug, die in dieser Next-Practice-Sammlung – angelehnt an die o.a. Einteilung – in vereinfachter Form in sieben Sektoren gegliedert sind. Die Reihung der Bereiche orientiert sich dabei an der Historie der Fachrichtungen und spiegelt damit auch die Entwicklung der technischen Möglichkeiten wider.

2. Beispiele aus Forschung und Praxis

Bionik ist eine Zukunftswissenschaft, die aufgrund zunehmend verbesserter und vieler neuer Methoden und technologischer Möglichkeiten immer mehr Forschungsfelder und Ideen für möglichst nachhaltige und oft unerwartete innovative Anwendungen erwarten lässt. Einen Einblick in das vielfältige Potenzial bionischer Aktivitäten geben die folgenden und zusätzlich im Anhang angeführten Next-Practice-Beispiele.

2.1. Bauen und Architektur

Bionische Architektur ist nicht immer auf den ersten Blick erkennbar. Hingegen ist nicht jedes Gebäude, das biologisch anmutet, tatsächlich ein bionischer Bau. Denn, so wie in allen Bereichen, gilt auch in der Architekturbionik, dass die reine Formnachahmung (biomorphes Bauen) keine Bionik ist. Es kommt immer auf die Funktion an.

Bionische Erfindungen im Bauwesen sind nicht neu: zum Beispiel ist die Verbundstruktur des Stahlbetons eine bionische Erfindung, welche als Vorbild die Blätter eines Kakteengewächses hatte. Das schwammartige Balkenwerk in Hals und Kopf eines Oberschenkelknochens, welches entlang der Spannungstrajektorien ausgerichtet ist, diente als Vorbild für die Anordnung von Unterzügen einer Decke, die dadurch gegenüber herkömmlichen Bauweisen leichter ist. Der Lebenszyklus von Materialien spielt in der Natur eine große Rolle, im Bauwesen steckt dieser bionische Aspekt noch in der Kinderschuhen.

Bionisches Haus „bionisphere“

Beim bionischen Haus, ein Hausmodell der Zukunft, sollen gezielt bionische Prinzipien und Verfahren in unterschiedlichen Bereichen umgesetzt werden: selbsttragende Falt- und Abplattungskonstruktionen (Flügelfaltprinzipien und Schildkrötenpanzer) für die Gebäudehülle, natürliche Lichtsysteme (Bioluminiszenz), Integration von Lichtleitungssystemen (z.B. wie bei Korallen) zur Lenkung und Einleitung von Tageslicht in dunkle Räume und Hausbereiche, Nutzung der Selbstreinigungseffekte wie bei Blättern (z.B. Lotus-Effekt) auf sämtlichen Außenflächen, Kapillartechnik (Wasserziehen der Bäume) in Außen- und Innenwänden zur dynamischen Wasserspeicherung, Wasser- und Wärmeversorgung (Ersatz von Wärmepumpen). Nach dem Nutzungszeitraum sollen bis zu 95 Prozent des Gebäudes und seiner Strukturen kompostiert werden.

Verein bionikum : austria (AT)
Entwicklungsgenossenschaft bionikum : evolution (AT)
FH Kärnten (AT) und Stadt Villach (AT)
http://bionikum.at/bionisphere/

Leichtbau-Dachkonstruktion à la Kartoffelkäfer

Die Deckflügel des Kartoffelkäfers bestehen aus einer Doppelschalenkonstruktion, die durch säulenförmige Faserbündel miteinander verbunden sind. Dabei sind die Fasern in vielen Richtungen miteinander verwachsen. Dieses Prinzip diente als Vorlage für Leichtbau-Dachkonstruktionen, welche aus Carbon- und Glasfasern verwirklicht wurden.

Elytra Filament Pavilion auf dem Vitra Campus in Weil am Rhein.
Foto: Wikimedia Commons / Andreas Schwarzkopf
CC BY-SA 3.0

Universität Stuttgart, Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung (DE)
Karlsruhe Institut für Technologie (DE)
https://www.srf.ch/sendungen/einstein/faszination-bionik-vom-genie-der-natur-lernen

Extrem bruchfester Zement nach dem Vorbild des Seeigelstachels

Die zum Großteil aus Kalk bestehenden Seeigelstacheln verdanken ihre hohe Bruchfestigkeit hochgeordnete Nanostrukturen im kristallinen Biomineral mit abwechselnd festen und elastischen Bereichen. Wenn Zement, das Bindemittel im Beton, mit Wasser reagiert, bilden sich nadelförmige Calciumsilikathydrat(CSH)-Kristalle in einer ungeordneten Struktur. Ausgehend vom Vorbild der Seeigel ist es gelungen deren „Ziegelstein-Mörtel-Prinzip“ auf Zement im Nanomaßstab zu übertragen: die hochgradig ausgerichteten CSH-Plättchen sind mit einem polymeren Bindemittel durchsetzt. Das neue Material hat eine Biegezugfestigkeit ähnlich der Muschelschale und ist damit 50 bis 100 Mal höher als beim Beton. Diese Strategie könnte zukünftigen Baukonstruktionen in hohem Maße zugutekommen, indem die geordnete Nanostruktur auch auf andere Materialen übertragen wird, wodurch extrem bruchfeste Hochleistungsmaterialen entstehen können.

Universität Konstanz, Arbeitsbereich Physikalische Chemie (DE)
http://www.wissenschaft.de/technik-kommunikation/materialforschung/-/journal_content/56/12054/21302588/Zement-nach-dem-Vorbild-des-Seeigelstachels/
http://advances.sciencemag.org/content/3/11/e1701216

Hinterlüftete Fassade nach kombinierten bionischen Prinzipien

Für eine neue hinterlüftete Fassade wurden drei bionische Prinzipien kombiniert: die ausgeklügelten Kanalsysteme zur Belüftung der Bauten von Präriehunden, die seit langem bekannte Klimatisierung nach Art der Termitenbauten und das Anwuchsmuster von Seepockenkolonien. Letzteres zeigt die bestmögliche Strukturierung von Flächen und nach diesem Muster werden die Module der hinterlüfteten Fassade angebracht. Der Prototyp ist noch aus Metall, jedoch sollen in Zukunft die Fassadenelemente aus nachhaltigem Faserbeton hergestellt werden.

Kunstuniversität Linz (AT)
https://infothek.bmvit.gv.at/gruene-fassade-statt-klimaanlage/

Flexibles Beschattungssystem

Die raffinierte Technik des Klappmechanismus der südafrikanischen Paradiesvogelblume war Inspiration für ein flexibles Beschattungssystem. Durch in die Lamellen aus glasfaserverstärktem Kunststoff integrierte Stäbe erfolgt das stufenlose Auf- und Zuklappen der Lamellen. Da das Beschattungssystem keine verschleißanfälligen und wartungsintensiven Gelenke und Scharniere enthält und es sich auch leicht auf gekrümmten Flächen anbringen lässt, erhoffen sich die Wissenschafter/innen einen wichtigen Impuls für das moderne Bauwesen. Für die Entwicklung des Beschattungssystems Flectofin gewannen die Forscher/innen den Bionic Award 2012 des Vereins Deutscher Ingenieure.

Paradiesvogelblume
Foto: Wikimedia Commons / Martin Wegmann
CC BY-SA 3.0

Universität Stuttgart, Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (DE)
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Plant Biomechanics Group (DE)
Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (DE)
http://www.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/kfbt_dateien/2012-10-26_Press_release___Project_description_Bionic-Award_2012_final.pdf
https://www.bau-links.de/webplugin/2014/0173.php4

Wasserabführende Fassadenfarbe

Vorbild für die äußerst wasserabweisende Fassadenfarbe „StoColor Dryonic“ ist der in der Wüste Namib beheimatete Nebeltrinker-Käfer. Auf seinem mikrostrukturierten Panzer rinnt das Kondenswasser in Form von kleinen Tropfen durch Rillen ab. Die so entwickelte Farbe führt Regen und Tauwasser sofort ab und sorgt so ohne Biozide für trockene und saubere Fassaden. Das Prinzip des Nebeltrinker-Käfers findet auch zur Wassergewinnung Anwendung, siehe Beispiel Seite 46.

Nebeltrinker-Käfer
Foto: Wikimedia Commons / Schnobby
CC BY-SA 3.0

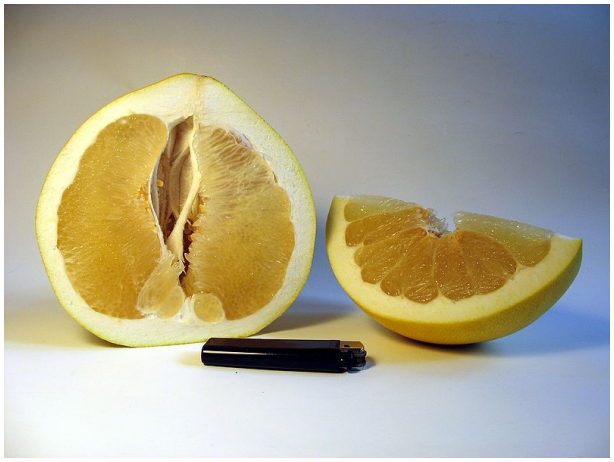
Sto SE & Co. KGaA (DE)
https://www.detail.de/artikel/bionische-fassaden-farbe-wasserabfuehrender-panzer-13345/
http://www.sto.de/de/topnav/presse/pressemeldungen_174976.html

2.2. Konstruktion und Design

Die Anpassung von Tieren und Pflanzen in geologischen Zeiträumen führte zu einer Optimierung ihrer Formen und konstruktiven Merkmale, die für unsere moderne Technik in vielen Fachbereichen neue Impulse liefert. Gerade bei sehr komplexen Vorgängen wie dem Strömungsverhalten von Luft oder Wasser an Bauteilen wie Flugzeugflügeln oder Schiffsrümpfen, zeigen sich die Stärken des bionischen Ansatzes, um eine Optimierung der Formen und Oberflächen zu erreichen. Darüber hinaus zeigen Beispiele wie das unten beschriebene Fledermaus-Biosonar, dass das detaillierte Verständnis von Lebewesen zu völlig neuartigen Konstruktionsprinzipien mit verbesserter Leistung und verringerter Umweltbelastung (z. B. im konkreten Fall verringerter Strahlenbelastung) führt. Moderne Supercomputer tragen dazu bei, dass aus der Natur abgeschaute Funktionsprinzipien wie die gesichelte Flügelform der Schleiereulen in technisch verwendbare Konstruktionen wie verbesserten Ventilatoren umgesetzt werden.

Fahrradhelm wie eine Pomelo-Frucht

Die von der Schale der Pomelo-Frucht (ein Grapefruit ähnliches Obst) inspirierten technischen Schäume besitzen zwei Eigenschaften, durch die sie besonders gut schützen. Erstens handelt es sich um gradierte Schäume, d.h. die Zellen werden von außen nach innen immer größer, wodurch eine sehr gute Dämpfung erreicht wird. Zweitens ist das Material auxitisch, es wird – im Gegensatz zu normalen Materialien – bei Druck quer zur Druckrichtung schmäler. Anwendung findet der Schaum in Protektoren für Kopf, Knie, Schulter, etc. Ein Fahrradhelm aus einem Pomelo-Schaum schützt 20 bis 30 Prozent besser als ein herkömmlicher Helm.



Geöffnete Pomelo-Frucht
Foto: Wikimedia Commons / Fb78
CC BY-SA 2.0 DE

Universität Freiburg (DE)
Uvex Winter Holding GmbH & Co. KG (DE)
https://www.swr.de/swr2/wissen/fahrradhelm-nach-vorbildderpomelo-frucht/-/id=661224/did=20621702/nid=661224/og0jrw/index.html

Bionische Ventilatoren

Bei der Optimierung von Ventilatoren dienten verschiedene bionische Prinzipien als Ideengeber: Der FE2owlet Axial-Ventilator nach dem Vorbild der Flügelform der Schleiereule mit profilierten, gesichelten Flügeln und einer gezackten Hinterkante ermöglicht ein effizientes Strömungsverhalten, größere Luftmengen und eine deutlich verringerte Geräuschentwicklung. Beim ZAbluefin Ventilator ermöglichen Erhebungen an der Vorderkante der Schaufeln und eine V-förmige Kontur – wie bei den Flossen der Buckelwale – eine optimale Anströmung und verringern Strömungsabrisse an der Deck- und Bodenscheibe. Die Konstruktion des Radialventilators ZAvblue ist vom Wachstumsverhalten der Bäume inspiriert. Er verspricht einen optimalen Wirkungsgrad bei hohen Volumenströmen kombiniert mit einem breiten Wirkungsgradbereich. Die Aufhängung des Ventilators ZApilot besitzt eine Wabenstruktur wie Bienenwaben. Diese sind für ihre hohe Stabilität beim gleichzeitig geringen Gewicht bekannt. Dadurch ist eine stabile, materialsparende und leichte Bauweise möglich.

Ziehl-Abegg GesmbH (DE)
https://www.ziehl-abegg.com/de/de/unternehmen/technologiekompetenz/forschung-entwicklung/bionische-konzepte/

Drohne nach Insektenvorbild übersteht auch heftigere Unfälle

Die Flügel von Bienen und Wespen sind dank ihres Exoskeletts hart genug, um ihnen gute Flugeigenschaften zu verleihen, aber andererseits auch flexibel genug, um beim harten Aufprallen den Druck abzufangen. Dieses Vorbild nutzten Forscher/innen bei der Entwicklung von neuen Drohnen, deren Rahmen zwar grundsätzlich flexibel, aber mit gehärteten Magnetgelenken ausgestattet sind, die bei einem Aufprall einknicken und so die Schäden minimieren.

École polytechnique fédérale de Lausanne, Laboratory of Intelligent Systems (CH)
https://www.pressetext.com/news/20170316003

Flugzeugflügel wie beim Steinadler

Im Gleitflug spreizen Vögel ihre Handschwingen auf, dadurch entstehen kleinere Wirbel als sie bei einem durchgängigen Flügel entstehen würden. Der Luftwiderstand nimmt ab und der Vogel spart Energie. An Verkehrsflugzeugen werden schon heute einfache sog. Winglets eingesetzt, jedoch könnte der Spareffekt durch mehrfach aufgebogene Multiwinglets noch vergrößert werden. Im Vergleich zum konventionellen Flügel würde das eine um etwa elf Prozent verbesserte Gleitzahl bringen und damit Treibstoffersparnis.

Tragfläche einer Boeing 757 mit Winglets
Foto: Wikimedia Commons / Hecki

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Bionik und Evolutionstechnik (DE)
https://blog.vdi.de/2016/07/ameisen-kennen-keinen-stau/
http://www.biokon.de/bionik/best-practices/deail/?tx_nenews_uid=1626&cHash=c596641123f79475d4fce57e09883b48

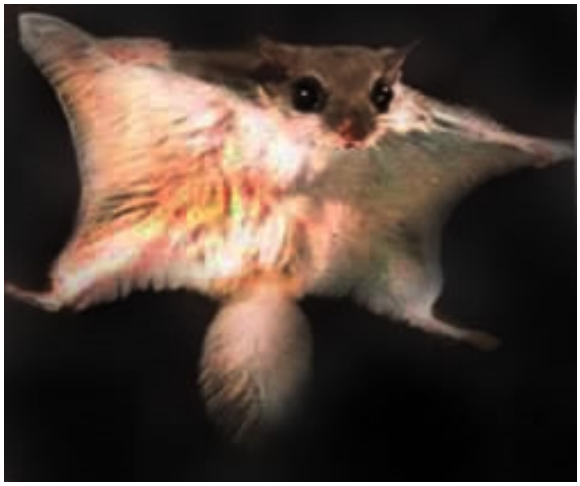
Fledermaus-Biosonar verbessert Radartechnik

Moderne Radartechnik lässt sich mithilfe neuer Erkenntnisse zum Orientierungsvermögen von Fledermäusen im Sinne eines Biosonars entscheidend verbessern. Fledermäuse erzeugen für das menschliche Gehör nicht wahrnehmbare Ultraschalllaute und orientieren sich an den dadurch erzeugten Echos. Die Entfernung von in der Umgebung befindlichen Objekten können sie durch die leicht versetzte Stellung der Ohren ermitteln, mit denen die empfangenen Echos in zwei verschiedenen Frequenzbereichen mit unterschiedlicher Intensität und Verzögerung wahrgenommen werden. Die Vorteile dieser doppelten Echo-Ortung können zur Verbesserung der herkömmlichen Radartechnik beitragen.

Università di Trento (IT)
https://www.pressetext.com/news/20180108016

Wingsuit-Piloten – vom Flughörnchen inspiriert

Ein neuer Wingsuit-Anzug wurde nach den Prinzipien der Flughaut der Hörnchen geschneidert. Damit schafft der Wingsuit-Pilot den Steigflug, ein Manöver, das bislang nur die Flughörnchen beherrschen. Anwendung finden die Fluganzüge derzeit im Sport, könnten aber in fernerer Zukunft auf anderen Himmelskörpern mit einer dichteren Atmosphäre zur antriebslosen Fortbewegung genutzt werden.



Gleithörnchen im Flug
Foto: Wikimedia Commons / Monsieur Fou

Squirrel LLC (US)
University of Leicester (GB)
https://www.srf.ch/sendungen/einstein/faszination-bionik-vom-genie-der-natur-lernen
http://www.astropage.eu/2014/03/06/gedankenexperiment-usain-bolt-koennte-auf-dem-saturnmond-titan-abheben-und-gleiten/

Pfauenspinnen zeigen Potenzial für optische Technologien auf

Durch feine Strukturen erzeugen mikroskopische Schuppen auf dem Hinterleib der Pfauenspinnen jeweils einen winzigen Regenbogen. Eine raffinierte 3D-Kontur mit nanoskaligen Beugungsgitterstrukturen macht dies möglich. Das Konzept der super-irisierenden Spinnenschuppen könnte verwendet werden, um die derzeitigen Beschränkungen bei der Spektralmanipulation des Lichts zu überwinden und die Größe optischer Technologien zu reduzieren. Es besteht noch weiterer Forschungsbedarf, denn bisher gelang es noch nicht die genauen Strukturen zu reproduzieren.

Pfauenspinne
Foto: Wikimedia Commons / KDS4444
CC BY-SA 3.0

University of Akron, Department of Biology and Integrated Bioscience Program (US) et al.
http://www.wissenschaft.de/web/wissenschaft.de/leben-umwelt/natur/-/journal_content/56/12054/22009003/Schillerndes-Naturpatent-mit-Potenzial/
http://www.nature.com/articles/s41467-017-02451-x

Gecko als Vorbild für recyclingfähige Klebeverbindung

Im Fahrzeugbau müssen unterschiedliche Materialien wie Kunststoffe, Schäume und Metall miteinander verklebt werden, damit sie ausreichend steife Einheiten bilden. Dies stellt den Recyclingprozess nach Ende der Einsatzdauer und eine sortenreine Trennung der eingesetzten Werkstoffe vor große Hürden. Geckos halten sich mit Hilfe von Hafthärchen an glatten Oberflächen fest. Rückstandslose Klebeverbindungen nach diesem Vorbild könnten die Recyclingrate der Fahrzeuge um zehn Prozent erhöhen.

Fuß des Tokeh
Foto: Wikimedia Commons / Shimbathesnake

Ford-Werke GmbH (DE)
Proctor & Gamble (US)
https://media.ford.com/content/fordmedia/feu/de/de/news/2015/10/22/wenn-der-gecko-die-antwort-kennt--ford-laesst-sich-fuer-nachhalt.html
https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/nov/12/ford-motor-company-recycling-biomimicry-proctor-gamble-nih-nsf

2.3. Materialien und Strukturen

Etwa 5 bis 10 Millionen Tierarten (Grancy, Wanninger, 2015) sowie etwa 600.000 Pflanzenarten (The Plant List, 2010) bevölkern unseren Planeten und haben sich in Jahrmillionen an die verschiedensten Lebensräume und Lebensumstände optimal angepasst. Erst modernste technische Möglichkeiten wie Röntgenstrukturanalysen und Elektronenmikroskopie ermöglichen ein tiefes Verständnis der biogenen Materialien und Strukturen, die für vielfältige technische Anwendungsmöglichkeiten vorbildhaft sein können bzw. teilweise schon sind. Alle im Folgenden vorgestellten Strukturen sind darüber hinaus auf aus chemischer Sicht „milde“ Weise (wässrige Lösungen, biologisch abbaubare Reaktanden etc.) entstanden, sodass das Untersuchen biologischer Strukturen auch die Chance auf künftige neuartige umweltschonende Produktionsverfahren verspricht.

Synthetische Haut imitiert Tarnfähigkeit von Tintenfischen

Kraken gelten als Meister der Tarnung. Die Kopffüßer besitzen nicht nur die Fähigkeit, ihre Farbe ihrer Umgebung anzupassen, sie sind auch in der Lage, ihre Körperoberfläche der unmittelbaren Umwelt anzugleichen. Nun konnte ein Material entwickelt werden, das der Octopus-Tarnfähigkeit sehr nahe kommt. Diese synthetische Haut besteht aus einem Fasernetz, das in Silikon eingebettet ist. Analog zur Unterhautmuskulatur der Kraken lässt sich das pneumatisch steuerbare Material so verändern, dass eine beliebig variierbare 3D-Textur entsteht.

Foto: Wikimedia Commons / Raul654
CC BY-SA 3.0

Cornell University (US)
https://derstandard.at/2000065926346/Synthetische-Haut-imitiert-Tarnfaehigkeit-von-Tintenfischen

Käferähnliche Stahloberflächen optimieren Benetzung durch Flüssigkeiten

Neuartige Femtosekundenlaser ermöglichen das Einprägen von feinsten Nanostrukturen auf der Oberfläche von Stahl, die z.B. für das Benetzungsverhalten von Wasser bzw. Ölen (Schmierung von Stahl) von großer Bedeutung sind. Im konkreten Beispiel wurde die Struktur der Haut des Borkenkäfers, die ein außergewöhnliches Benetzungsverhalten mit Wasser zeigt, als Vorlage für eine entsprechende Gestaltung der Stahloberfläche verwendet.

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Medizin- und Biomechatronik und Institut für Angewandte Physik (AT)
http://www.jku.at/content/e263/e16099/e16086/e173791/?view=PUBD&feid=370&pub_id=58981

Spiegelaugen der Jakobsmuschel

Muscheln werden häufig als relativ einfach gebaute Organismen angesehen. Neue Forschungen zeigen, dass die etwa 200 Augen überraschend komplex aufgebaut sind: Gleich zwei Netzhäute zeichnen die visuellen Reize auf, die von einem aus Kristallstapeln bestehenden Spiegel auf sie projiziert werden. Die Konstruktion dieses Spiegels ähnelt dabei der von modernen Spiegelteleskopen und könnte zur Konstruktion neuer Sensoren beitragen.

Weizmann Institute of Science (IL) und Partner
http://www.wissenschaft.de/leben-umwelt/biologie/-/journal_content/56/12054/21320131/Jakobsmuscheln%3A-%C3%9Cberraschender-Durchblick/

Gezielter Flüssigkeitstransport auf Oberflächen

Die mit einem Laserstrahl eingebrachten bionischen Strukturen nach dem Vorbild der texanischen Krötenechse in industriell bedeutsame Werkstoffe ermöglicht es, Schmieröle und Kühlschmierstoffe auf Stahl sowie wässrige Lösungen auf Plexiglas zielgerichtet zu transportieren. Die Flüssigkeiten fließen dabei nur in eine Vorzugsrichtung, während sie in die anderen Richtungen komplett stoppen. Bei manchen der Prototypen funktionieren der Flüssigkeitstransport und das Stoppen der Flüssigkeitsfront sogar vertikal gegen die Schwerkraft. Die beteiligten Forscher/innen erhielten für die Entwicklung dieser Struktur den International Bionic Award 2016.

Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (ES)
Johannes Kepler Universität Linz (AT)
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (DE)
Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung (DE)
Fraunhofer IPT Gesellschaft (DE)
High Tech Coatings GmbH (AT)
https://blog.vdi.de/2016/10/wasser-fliesst-auch-gegen-die-schwerkraft/
http://www.laserbiofluid.eu/index.php

Inspiration durch öliges Sekret von Wanzen

Inspiriert von Rindenwanzen, bei denen winzige tröpfchenförmige Erhebungen den Weg für die Transportrichtung eines öligen Sekrets weisen, wurden entsprechende Strukturen durch einen 3D-Laserdrucker in Verbindung mit einem Polymer nachgeahmt. Die neue Oberflächenstruktur könnte in der Zukunft Anwendung in der Technik finden, beispielsweise für die gezielte Verteilung von Schmiermitteln in mechanischen Bauteilen oder auch für die Trennung von Flüssigkeitsgemischen.

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Medizin- und Biomechatronik und Institut für Angewandte Physik (AT)
https://derstandard.at/2000054211875/Oeliges-Sekret-von-Wanzen-inspiriert-Technologen

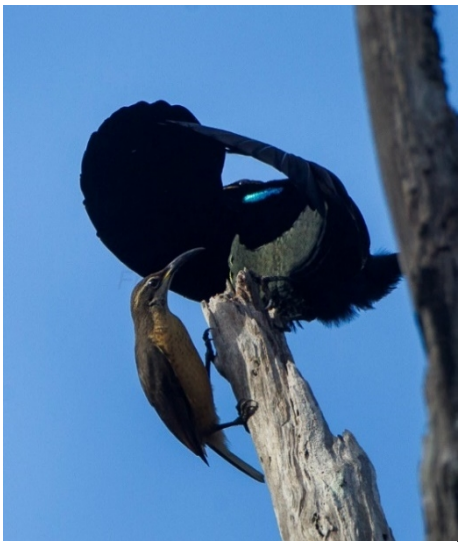
Polymerstrukturen von der Natur abgeschaut

Von der Natur abgeschaute Polymerstrukturen führen zu neuen Materialien mit verbesserten technischen und ökologischen Eigenschaften (z.B. Abbaubarkeit). Im Projekt Biorest werden biogene Reststoffe in Biopolymere umgewandelt, deren Struktur von verschiedenen Organismen abgeschaut wurde. Als Rohstoffe für Biopolymere wie Polyhydroxyalkanoate (PHAs) oder auch Polymilchsäure (PLA) werden Restströme aus der Zellstoffindustrie z.B. in Lenzing verwendet.

Johannes Kepler Universität Linz, Energieinstitut (AT)
Institut für chemische Technologie anorganischer Stoffe, Johannes Kepler Universität Linz (AT)

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Polymerwissenschaften (AT)
Kompetenzzentrum Holz GmbH (AT)
http://www.wood-kplus.at/de/forschungsbereiche/holz-polymer-verbundwerkstoffe/forschungsinhalte
http://www.jku.at/cto/content/e34534/e318531?showlang=en

Schwärzestes Schwarz des Tierreichs



Paradiesvogel
Foto: Wikimedia Commons / Francesco Veronesi CC BY-SA 2.0

Der Wahnesparadiesvogel erreicht dank der Feinstrukturen seiner Federn Reflexionswerte, die denen von Kohlenstoff-Nanoröhrchen nahekommen. Strukturell absorbierende, tiefschwarze Materialien (die eine extrem niedrige Breitbandreflexion aufweisen) kommen für eine breite Palette an Anwendungen wie optischen, thermischen, mechanischen und solaren Technologien, einschließlich dünner Solarzellen und der Auskleidung von Weltraumteleskopen in Frage.

Harvard Universität, Cambridge (US)
http://derstandard.at/2000071832916/Paradiesvogel-produziert-das-schwaerzeste-Schwarz-des-Tierreichs

2.4. Energieerzeugung, -speicherung und -effizienz

Die Energiebionik beschäftigt sich mit der Energieumwandlung und dem hocheffizienten Energiehaushalt in lebenden Organismen. Sie versucht, die Mechanismen auf technische Systeme und Geräte zu übertragen, um effizientere Methoden zur Energiegewinnung und –umwandlung zu finden und zu optimieren. Österreich ist Vorreiter in der Energiebionik und bietet die erste international anerkannte akademische Ausbildung an der FH Kärnten in Villach an. Die Vision des Energiebionikexperten und Studiengangsleiters Peter Piccottini ist „die Schaffung eines global und universell anwendbaren, evolutiven Energiesystems nach dem Vorbild des Großorganismus Erde“.

Künstliche Photosynthese

Am Institut für Anorganische Chemie der Johannes Kepler Universität in Linz konnten die für die Photosynthese in grünen Blättern verantwortlichen Stoffe auf einfachere und stabilere Weise nachgebaut werden. Dadurch ist die Energieausbeute mit bis zu 80 Prozent fast doppelt so hoch wie beim natürlichen Vorbild, bei der energiearme anorganische Stoffe durch Licht in energiereiche organische Verbindungen überführt werden. Der entstehende Energieträger

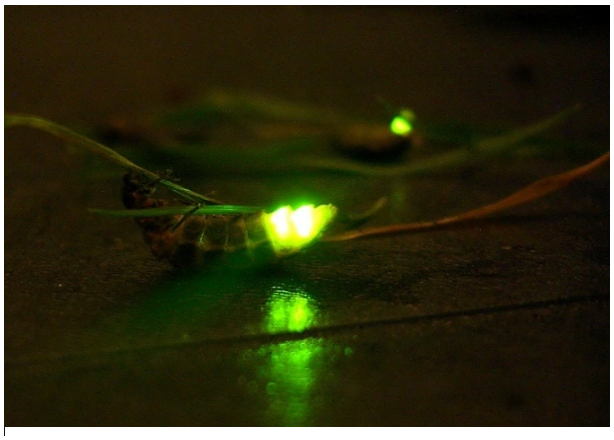
NAD(P)H zerfällt jedoch sehr schnell und auch die verfügbaren Mengen des benötigten grünen Photokatalysators sind begrenzt. Eine Zukunftsvision ist die direkte Gewinnung von Alkohol-Brennstoffen durch künstliche Photosynthese.

An der CalTech in California wird geforscht, wie durch Sonnenlicht aus Wasser Sauerstoff und Wasserstoff erzeugt werden kann. Ihr natürliches Vorbild ist die oxygene Photosynthese grüner Landpflanzen, von Algen und Cyanobakterien. Das Ziel ist eine stabile, effiziente und billige Methode zu finden, um die Photosynthese künstlich nachzubilden.

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Anorganische Chemie (AT)
Joint Center for Artificial Photosynthesis, California Institute of Technology, Pasadena (US)
http://www.jku.at/content/e213/e63/e43?apath=e32681/e225072/e254350/e254844
https://derstandard.at/2000008459036/Kuenstliche-Photosynthese-liefert-hohe-Energieausbeute
http://www.nature.com/news/solar-energy-springtime-for-the-artificial-leaf-1.15341
http://www.spektrum.de/news/die-pflanze-als-vorbild/1127414

Glühwürmchen-LEDs

Das hocheffiziente Leuchtorgan von Glühwürmchen ist Vorbild für leistungsfähige LEDs. Durch den dreischichtigen Aufbau mit einer reflektierenden Schicht, einer lichtproduzierenden und einer strukturierten Außenschicht kann mehr Licht übertragen werden. LEDs aus organischen Halbleiter-Materialien (OLEDs) wurden durch Nachahmen dieses Prinzips um ca. 60 Prozent heller.



Glühwürmchen
Foto: Wikimedia Commons / Herky CC BY-SA 3.0

Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon (KR)
http://www.sueddeutsche.de/wissen/physik-leuchten-wie-ein-gluehwuermchen-1.3014856
http://www.spektrum.de/news/led-entwickler-lernen-von-gluehwuermchen/1169146

Windkraftwerk mit dem Flügelschlag eines Kolibris

Der raffinierte Flügelschlag des Kolibris ist Vorbild der neuartigen Windkraftanlagen von Tyer Wind in Tunesien. Die zweiflügeligen Windturbinen bewegen sich im Wind wie eine liegende Acht – genauso wie es die Kolibriflügel tun. Die Energieausbeute wird aktuell an Prototypen in Tunesien erforscht. Vorteile werden vor allem in der platzsparenden Bauweise, geringerer Lärmentwicklung und minimiertem Vogelschlag gesehen.

Windkraftanlage von Tyer Wind in Tunesien
Foto: www.tyerwind.com

Tyer Wind, Tunis (TN)
http://www.haute-innovation.com/de/magazin/energie/tyer-windkraftanlage-nach-dem-vorbild-des-kolibri.html
http://www.sustainable-brands.com/news_and_views/products_design/libby_maccarthy/trending_biomimetic_design_breakthroughs_wind_energy_

Stromquelle Zitteraal

Ein Zitteraal tötet seine Beute und verteidigt sich gegen Feinde, indem er Stromstöße von bis zu 800 Volt abgibt. Dabei polarisiert er durch Muskelbewegungen tausende Zellen gleichzeitig, die durch hauchdünne Membranen getrennt sind. Mit einem 3D-Druckverfahren wurden Hydrogel-Tröpfchen mit unterschiedlichen Salzkonzentrationen auf eine flexible Kunststoffschicht gedruckt. Werden mehrere Schichten übereinander angeordnet bzw. gefaltet, erzeugt das System Strom. Die biologische Stromquelle ist flexibel, bioverträglich und benötigt weder giftige noch metallische Komponenten. Das macht diese Methode besonders geeignet als Stromquelle für Herzschrittmacher und andere medizinische Implantate.

Universität Fribourg, Adolphe Merkle Institut (CH)
http://www.wissenschaft.de/technik-kommunikation/elektrotechnik/-/journal_content/56/12054/21557759/Strom-nach-dem-Aal-Prinzip/
http://www.medizin-und-elektronik.de/stromversorgung/artikel/148872/
http://www.nature.com/articles/nature24670

Wärmeenergie sammeln durch Eisbärfell

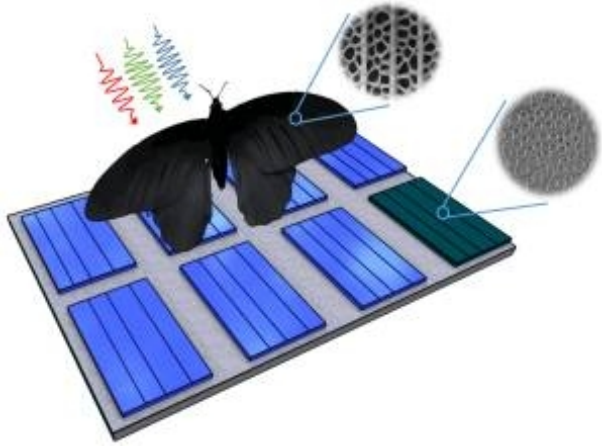
Jedes einzelne Eisbärhaar ist eine durchsichtige Hohlfaser, die Sonnenstrahlung wie durch eine Lichtleitung direkt zur dunklen Eisbärhaut bringt. So kann der Körper ein Maximum an Wärmeenergie aufnehmen und das Fell wirkt zugleich als Wärmeisolation. Umgesetzt wird dieses Prinzip zum Beispiel bei modernen Funktionstextilien oder textilen Sonnenlicht-Kollektoren. Auch die Außenhülle des Eisbär-Pavillons des Instituts für Textil- und Verfahrenstechnik

in Denkendorf hat die Wärmeenergiesammlung des Eisbären zum Vorbild. Es entstand ein energieautarker, textiler Membranbau mit futuristischer Architektur.

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf (DE)
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung, Potsdam (DE)
https://www.biooekonomie-bw.de/de/fachbeitrag/aktuell/ein-warmes-haus-dank-eisbaer-prinzip/
http://www.forschungs-blog.de/von-eisbaren-lernen-ohne-standheizung-herumsitzen/
https://www.pressetext.com/news/20171019013

Solarzellenoberfläche wie ein Schmetterling

Durch die Übertragung der Nanostrukturen eines extrem schwarzen Schmetterlingsflügels auf Solarzellen erhöht sich die Licht-Absorptionsrate um bis zu 200 Prozent. Die Oberfläche des Flügels weist unregelmäßig angeordnete Löcher mit variierenden Durchmessern auf, deren hohe Absorptionsraten über das gesamte Spektrum und verschiedenen Einfallswinkeln durch Computersimulationen bestätigt wurden.



Übertragung der Schmetterlingsflügelstruktur auf Solarzellen
Foto: KIT; CalTech / Radwanul H. Siddique

Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (DE)
http://www.kit.edu/kit/pi_2017_schmetterlingsfluegel-inspiriert-photovoltaik-absorption-lasst-sich-um-bis-zu-200-prozent-steigern.php
https://www.pressetext.com/news/20171019013

Solarzellenschutz in Wüsten

Wüstenkürbisse und Sandskink-Echsen haben Oberflächen, denen Sandstürme, Trockenheit und extreme Temperaturschwankungen nichts anhaben können. Wissenschaftler/innen konnten dies auf Mikrostrukturen auf der Haut zurückführen, die, übertragen auf spezielle Beschichtungsfolien, Solarzellen in der Wüste vor Verschleiß schützen sollen.

Foto: Wikimedia Commons / Ji-Elle
CC BY-SA 3.0

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen (DE)
https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/2010/wuestenkuer-bis.htmlhttp://www.haute-innovation.com/de/magazin/energie/bionik-aus-der-wueste.html

Energiesparende Schiffsrümpfe nach Schwimmfarn-Vorbild

Die Oberfläche eines Schwimmfarnblatts zeichnet sich durch feinste schneebesenartige Härchen aus, die an ihren Spitzen Flüssigkeit anheften, jedoch nicht durchlassen. So entsteht um das Blatt ein dünner Luftpolster. Dieses Prinzip auf Schiffslacke übertragen, kann sowohl die Reibung verringern und große Mengen an Energie einsparen als auch das Anhaften von Bewuchs am Schiffsrumpf verhindern.

Universität Bonn, Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen (DE)
Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe (DE)
Universität Rostock, Institut für Strömungsmechanik (DE)
https://www.pressetext.com/news/20100506017
http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-11616-2010-05-05.html

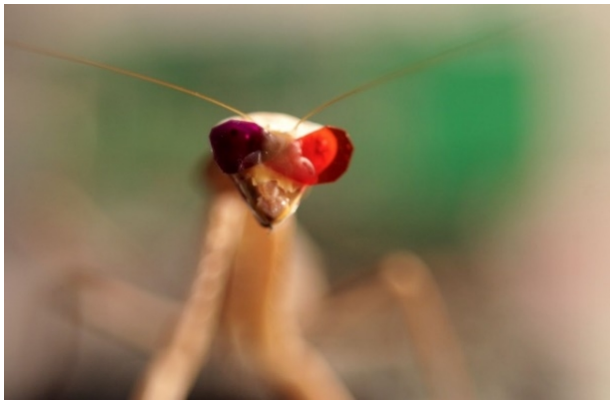
Luftpolster auf Schwimmfarnblatt
Foto: Wikimedia Commons / Issempa
CC BY-SA 3.0

2.5. Robotik und Sensorik

Die natürlichen Bewegungsabläufe von Tieren und Menschen dienen als Vorbild für technische Anwendungsmöglichkeiten. Sie werden unter dem Gesichtspunkt der Übertragbarkeit in die Technik analysiert und nachgeahmt.

Dreidimensionale Wahrnehmung der Gottesanbeterin als Vorbild für Roboter

Die Gottesanbeterin verfügt über ein bisher unbekanntes System der dreidimensionalen Wahrnehmung. Das bizarres Raubinsekt nimmt die räumliche Tiefe nicht anhand von Details wahr. Sie reagiert nur auf 3D-Objekte, wenn sich diese bewegen. Ihr Gehirn analysiert nicht aufwändig die Details des Bildes, sondern erfasst nur diejenigen Stellen, an denen sich das Bild verändert. Diese völlig neue Form der 3D-Wahrnehmung basiert auf Veränderungen statt auf statischen Bildeindrücken wie bei der menschlichen Wahrnehmung. Das Raubinsekt schnappt nur bei dreidimensionalen Seheindrücken zu, zweidimensionale Reize lösen den Reflex nicht aus. Die Datenverarbeitung ist wenig aufwändig und kann auch vom kleinen Insektengehirn bewerkstelligt werden.



Gottesanbeterin mit 3D-Brille
Foto: Newcastle University, UK

Roboter oder Computer könnten bei der Navigation von dieser simplen 3D-Wahrnehmung profitieren. Da diese Form der Wahrnehmung wesentlich weniger Rechenleistung benötigt als herkömmliche visuelle Techniken, wird an der Anwendung in Low-Power-Robotern gearbeitet.

Newcastle University (UK)
http://www.wissenschaft.de/leben-umwelt/biologie/-/journal_content/56/12054/22788935?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=wissenschaft.de_09-02-2018

Facettenaugen für Industrie und Smartphone

Das Insektenauge setzt sich aus vielen kleinen gleichförmigen Linsen zusammen, die wie Stücke eines Mosaiks dicht nebeneinander sitzen. Jede Facette nimmt nur einen Teilausschnitt der Umgebung wahr. Im Insektengehirn werden anschließend die zahlreichen Einzelbilder der Facetten zu einem Gesamtbild zusammengesetzt. In einer den Facettenaugen der Insekten nachempfundenen Weise können sehr flache Kameras erzeugt werden, die mit einer Dicke von nur zwei Millimetern bei einer Auflösung von einem Megapixel z.B. für Smartphones, für die Automobilproduktion, die Druckindustrie oder die Medizintechnik geeignet sind.

Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena (DE)
https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2017/januar/facettenaugen-fuer-industrie-und-smartphone.html

Kamera für Smartphones
Foto: Fraunhofer IOF, DE

Roboter krabbelt effizient wie Spinnen

Spinnen nutzen für den Antrieb in ihren Beinen sowohl Muskeln als auch Hydraulik. Für die Roboter-Krabbler wird eine Hydraulik entwickelt, die in der Kunststoffhülle des Roboters durch Druckunterschiede einer Flüssigkeit sehr effizient für Bewegung sorgt. Es entsteht eine Antriebstechnik, die klassische Elektromotoren durch eine energiesparende und weniger gewichtsintensive Alternative ersetzt. Roboter werden beweglicher und intuitiv programmierbar und über einfache Befehle auch ohne Fachpersonal steuerbar. In Zukunft unterstützen hochentwickelte Roboter Menschen in lebensbedrohlichen Situationen und

schützen die Umwelt vor gefährlichen Substanzen. Feuerwehrleute schicken Roboter künftig auf die Suche nach Verschütteten in eingestürzte Gebäude. Auch bei Atom-Katastrophen werden sie eingesetzt.

Georg-Simon-Ohm Hochschule Nürnberg (DE)
Bayerisches Landesamt für Umwelt (DE)
bionicum (DE)
http://www.bionicum.de/forschung/projekte/krabbler/index.htm

Weiche Roboter aus Hydrogelen

Ansatzpunkt der Forschung sind spezielle Polymernetzwerke, sog. Hydrogele, die in der Natur vorkommen. Hydrogele bilden die Grundlage für eine biokompatible Elektronik, welche ausgestattet mit komplexen Sensornetzwerken und Antriebselementen („Aktuatoren“) in zukünftiger Medizintechnik, in der Pharmazie und zur Gesundheitskontrolle eingesetzt werden kann. Der Nutzen reicht bis in die Robotik. Das Ziel sind „weiche“ Roboter. Zusammen mit einem visuellen System aus Hydrogel-basierten optischen Elementen und Lichtsensoren können diese Roboter genau sehen, was sie greifen. Mit elastischen Batterien und Generatoren sind schließlich voll autonome weiche Maschinen möglich.
Johannes Kepler Universität Linz, Linz Institute of Technology (AT)
http://www.jku.at/content/e213/e63/e43?apath=/e32681/e320780/e336833/e338454

Roboter läuft und schwimmt wie Salamander

Pleurobot besteht aus 3D-gedruckten Knochen, motorisierten Gelenken und einem „Nervensystem“ aus elektronischen Schaltkreisen. Der Roboter kommt mit weniger Knochen und Gelenken aus als sein reales Vorbild. Die Grundlagen des Zusammenspiels zwischen Rückenmark und der Bewegung des Körpers zu verstehen soll helfen, neue Therapien oder Neuroprothesen für gelähmte Patienten/innen zu entwickeln.

Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne in Bern (CH)
https://biorob.epfl.ch/pleurobot
https://derstandard.at/2000040068351/Bionik-Roboter-bewegt-sich-nach-Art-eines-Salamanders

Pleurobot
Foto: Konstantinos Karakasiliotis, Robin Thandiackal

Roboterwurm

Das „Project Worm“ ist ein Roboter mit den Bewegungsfähigkeiten eines Regenwurms. Er wurde für den Einsatz in Katastrophengebieten entwickelt. Der Roboterwurm kann sich in Schächten und Rohren in alle Richtungen fortbewegen und so in Gebiete vordringen, die für Menschen unzugänglich sind.

Roboterwurm
Foto: Martin Votava Stadtschulrat Wien

HTL Wien 10 und Start-up fairlab technologies (AT)
http://wien.orf.at/news/stories/2783948/

Roboterarm mit Gefühl

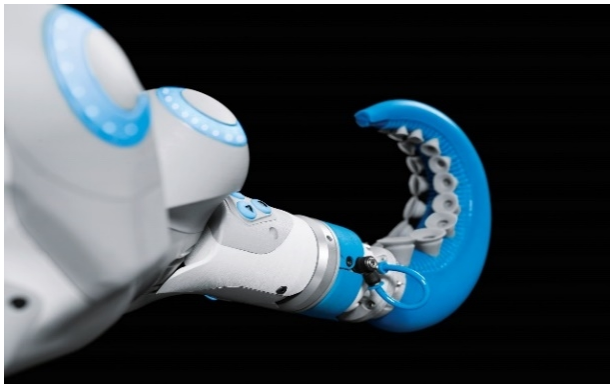
Der Roboterarm „Franka“ ist mit hochsensiblen Sensoren ausgestattet. Wird der Roboterarm berührt, stoppt er sofort und verhindert, dass Personen verletzt werden. Dieser Sicherheitsmechanismus funktioniert wie ein menschliches Reflexsystem. Er reagiert auf Berührungen und bemerkt, aus welcher Richtung die haptischen Reize kommen und ob sie sanft oder impulsiv sind. Der Roboterarm kann Gegenstände heben, schrauben und löten. Er soll künftig in Betrieben und auch in der Pflege, beispielsweise um Menschen hochheben zu helfen, eingesetzt werden.

Roboterarm Franka
Foto: Franka Emika GmbH

Technische Universität München (DE)
Leibnitz Universität Hannover (DE)
http://science.orf.at/stories/2862387

Greifen nach dem Vorbild der Oktopus Tentakel

Der OktopusGripper ist ein bionischer Greifer, der von der Oktopus-Tentakel abgeleitet ist. Seine weiche Silikonstruktur lässt sich pneumatisch ansteuern. Wird sie mit Druckluft gefüllt, krümmt sich das Tentakel nach innen und schlingt sich um das Greifgut. An der Innenseite des Silikontentakels sind wie beim Oktopus zwei Reihen Saugnäpfe angebracht. Der OktopusGripper kann eine Vielzahl an Formen aufnehmen und halten. Er verfügt über ein großes Potenzial für den Einsatz in kollaborativen Arbeitsräumen der Zukunft.



Bionic Cobot Octopus Gripper
Foto: Festo AG & Co.KG, alle Rechte vorbehalten

Festo Gesellschaft m.b.H, Wien (AT)
https://www.derkonstrukteur.de/bionik/
www.festo.com

2.6. Biomedizinische Technik

Moderne Werkstoffe und die Fortschritte der Miniaturisierung beflügeln seit Jahren eine rasche Entwicklung der biomedizinischen Technik und ermöglichen viele zukunftsweisende Behandlungsverfahren wie die sehr schonende "Schlüsselloch-Chirurgie". Der Einfallsreichtum der Natur kann künftig zu weiteren völlig neuartigen Verfahren führen, die Krankheiten heilen oder deren nachteiligen Folgen verringern. Einige Beispiele sind neue Operationswerkzeuge und -verfahren, bessere Prothesen, effektivere Diagnose- und Überwachungsgeräte oder die Steigerung der Biokompatibilität von Implantaten. Letztendlich könnte die Bionik alte Menschheitsträume, z.B. dass Blinde sehen können, in Erfüllung gehen lassen, wie das bereits in Realisierung befindliche Beispiel des bionischen Auges belegt.

Miniroboter liefert Medizin punktgenau im Körper aus

Ein völlig neuartiger Roboter, der 4 Millimeter lang und nur 0,1 Millimeter dick ist, und aus einem weichen Gummimaterial mit eingearbeiteten Magnet-Partikeln besteht, könnte sich im Körperinneren selbstständig fortbewegen. Die verschiedenen Bewegungsarten (z.B. raupenförmig oder krabbeln wie ein Käfer) wurden dabei von der Natur abgeschaut. Ziel ist die freie Bewegung im Körper, sodass Medizin künftig spezifisch an jede Stelle des Körpers gebracht werden könnte.

Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme, Stuttgart (DE)
https://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.mini-roboter-die-roboter-winzlinge-kommen.02b3e73b-3add-440d-a302-c5061cc1549a.html

Echse atmet unter Sand

Der Sandskink, eine Echsenart, verbringt viel Zeit eingegraben im Sand. Linzer Forscher/innen haben herausgefunden, dass das Tier mit einem einfachen aerodynamischen Filtersystem das Einatmen von Sandkörnern verhindert. Der Sandskink hat keinen eigenen Sandfilter, jedoch einen röhrenförmigen, rund elf Millimeter langen Nasengang, dessen Querschnitt sich verändert. Relativ nahe der Nase erweitert sich die „Röhre“ einmal und wird dann wieder schmäler. Beim Einatmen durch den größeren Querschnitt kommt es zu einem Geschwindigkeitseinbruch der Atemluft, sodass sich der Sand absetzen kann, der anschließend durch hustenartiges Ausatmen entfernt wird. Das Filterprinzip könnte etwa für künftige medizintechnische Anwendungen interessant sein.

Sandskink
Foto: Wikimedia Commons / Wilfried Berns
CC BY-SA 2.0 DE

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Medizin- und Biomechatronik (AT)
http://science.orf.at/stories/2811748/

Armprothese für Kinder zum Spielen und Leben

Die bionische Armprothese basiert auf einem modularen Stecksystem. Kinder können die Prothese mit diversen Aufsätzen erweitern und über die Lego Mindstorms-Plattform selbst programmieren und umbauen. Das System verbindet spielerische Erfahrung und eine für jeden Tag funktionelle Prothese, die den Kindern helfen kann, mit dem künstlichen Arm leben zu lernen. Die batteriebetriebe Prothese orientiert sich an den natürlichen Bewegungen des menschlichen Arms und wird durch Muskelkontraktion gesteuert: Bei jeder Kontraktion des Muskels entsteht auf der Haut eine elektrische Spannung. Myoelektrische Sensoren registrieren darüber die Aktivität der Muskeln im Stumpf und senden diese Signale an das Gehirn.

Center for Integrated Rehabilitation (US)
Lego Future Lab (BE)
https://www.wired.de/collection/science/bionischer-arm-aus-lego-so-bauen-kinder-ihre-eigene-prothese
http://www.biokon.de/news-uebersicht/eine-armprothese-fuer-kinder-zum-spielen-und-leben/

„Sprache der Bewegungskontrolle“ durch bionische Rekonstruktion entschlüsselt

Natürliche Bewegungen des menschlichen Körpers werden durch eine Vielzahl von Nervenfasern vermittelt. Für die komplexen Bewegungen des Armes und der Hand sind ca. 350.000

Nervenfasern verantwortlich. Wenn man einen Arm verliert, ist sozusagen die Hardware verloren, jedoch die Steuerungssoftware und die Kabeln sind noch vorhanden. Diese Informationen wurden entschlüsselt und in Steuerungssignale in der bionischen Rekonstruktion übersetzt. An Patienten/innen, die einen Arm verloren hatten, wurde durch komplexe nervenchirurgische Eingriffe ein „Bioscreen“ geschaffen, welcher es ermöglicht die Bewegungssignale wieder sichtbar zu machen. Eine höhere Anzahl an entschlüsselten Bewegungssignalen ermöglicht eine bisher nicht erreichte prothetische Bewegungsfreiheit.

Universitätsklinik für Chirurgie der Medizinischen Universität Wien (AT)
Imperial College London, Department of Bioengineering (GB)
https://www.meduniwien.ac.at/web/ueber-uns/news/detailseite/2017/news-im-februar-2017/bionische-rekonstruktion-forscherteam-an-der-meduni-wien-entschluesselt-die-sprache-der-bewegungskontrolle/

Roboter zum Anziehen

Der aufrechte Gang bzw. das Bewegungsverhalten des Menschen bei der Fortbewegung wird nachgeahmt. Exo- oder Außenskelette sind Mensch-Maschine-Systeme, die menschliche Intelligenz mit maschineller Kraft kombinieren, indem sie die Bewegungen des Trägers unterstützen oder verstärken. Die neue „weiche“ Generation der Exoskelette ist keine starre Konstruktion aus Metall, sondern besteht aus Textilien und wird unter der Kleidung getragen. Solche Exosuits sollen gehbehinderte Personen mobiler machen. Roboter zum Anziehen sollen außerdem in Arbeitsprozessen in der industriellen Produktion, beispielsweise in der Automobilbranche, und überall dort wo körperlich schwere Arbeiten verrichtet werden, z.B. im Baugewerbe, in der Logistik oder im Pflegebereich, zum Einsatz kommen. Auch Militär und Feuerwehr haben Interesse an den elektrischen Muskelkraftverstärkern.

Harvard University (US)
https://www.golem.de/news/soft-exosuit-das-exoskelett-wird-weich-1409-109225.html
http://www.deutschlandfunk.de/hightech-prothesen-exoskelett-die-schlaue-geh-hilfe.676.de.html?dram:article_id=389464

Neuromorphischer Computerchip ahmt Gehirn nach

Ein neuartiger Computerchip, der auf der Basis der Funktion von Neuronen und Synapsen im menschlichen Gehirn aufgebaut ist, erkennt Objekte und Personen wesentlich besser auf Webcam-Aufnahmen und braucht nur ein Tausendstel der Energie eines konventionellen Computerchips. Neuromorphische Computerchips könnten künftig für verschiedenste Zwecke eingesetzt werden, z.B. zur Spracherkennung und zur Verarbeitung komplexer Bilder. In ähnlicher Weise werden Computerchips entwickelt, die dazu bestimmt sind, beschädigte Bereiche des zentralen Nervensystems zu ersetzen. Besonders erfolgversprechende Anwendungsgebiete könnten in der künftigen Behandlung von Lähmungen des Bewegungsapparates liegen.

Intel (US)

https://www.technologyreview.com/s/609909/intels-new-chips-are-more-brain-like-than-ever/
Lobachevsky University (RU)
https://www.eurekalert.org/pub_releases/2017-12/lu-lus120517.php

Klebstoff für Hydrogele

Hydrogel
Foto: Wikimedia Commons / Petra Klawikowski CC BY-SA 3.0

Hydrogele sind Wasser enthaltende, aber wasserunlösliche Polymere mit außergewöhnlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften. Hydrogele ähneln in der Konsistenz menschlichem Gewebe und gelten als vielversprechende Materialien für biomedizinische Anwendungen wie zur Wundheilung aber auch für weiche Roboter. Bislang war es aber schwierig Hydrogele mit anderen Materialien zu verbinden. Ein neuer Klebstoff aus Cyanacrylat beruht auf winzigen Klebstofftröpfchen in der Flüssigkeit, die beim Verkleben in das Material eindringen, sodass sich die Molekülketten des Klebers verstärkt mit denen des Hydrogels verbinden und weniger untereinander. Dadurch wird die Klebestelle sogar stabiler als das Hydrogel selbst.

Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Experimentalphysik (AT)
http://ooe.orf.at/news/stories/2850463/

Bionisches Auge

Völlig blinde Menschen können dank dem bionischen Auge, dessen Funktion das natürliche Vorbild nachahmt, wieder einen Seheindruck erhalten und damit ein weitgehend eigenständiges Leben führen. Beim bionischen Auge nimmt eine Miniaturkamera die Umgebung auf. Diese Signale werden verarbeitet und kabellos an einen Chip auf der Netzhaut weitergeleitet. Dort stimulieren sie die noch vorhandenen Netzhautzellen und erzeugen so visuelle Lichtmuster. Mittlerweile ist das bionische Auge zugelassen und wird in manchen Ländern von Krankenkassen bezahlt.

Second Sight Medical Products (CH)
http://www.bionisches-auge.de/

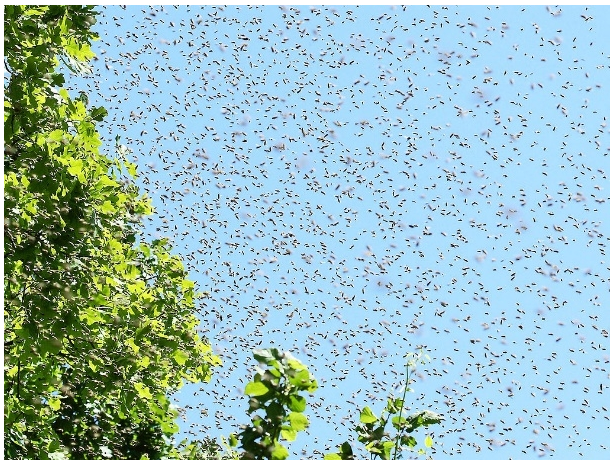
2.7. Organisation und Management

Wenn bionische Lösungen in ganze Strategien eingebunden werden, wird von **Systemischem Bionik-Management** gesprochen. Dabei handelt es sich vor allem um das systematische und systemische Arbeiten bei der Produktentwicklung, also im Entwicklungsverlauf von der Idee bis zum Produkt. Fragen, wie Ökosysteme oder staatenbildende Lebewesen im systemischen Zusammenwirken komplexe Organisationsprobleme meistern, zählen ebenso dazu wie Wirkungsnetzorganisation, Schwarmintelligenz, vernetztes Denken oder bioniknahes Management.

Das Abschauen und Nutzen von Managementmethoden aus der Natur bei Strategieentwicklung, Personalpolitik, Innovation und Organisation, also sog. **Organisations- oder Wirtschaftsbionik**, fasst in der Wirtschaft, in Unternehmen, zunehmend Fuß. Dabei wird das Konzept der Bionik mit jenem der Kybernetik (per definitionem die Wissenschaft der Selbststeuerung und Regelung von Maschinen, lebenden Organismen und sozialen Organisationen) verknüpft.

Bienen-Mobilität der Zukunft

Continentals BEE (engl. für Biene und Abkürzung für Balanced Economy and Ecology mobility conzept) ist eine Fahrzeugstudie für die urbane Mobilität der Zukunft. Kleine autonome Fahrzeuge für ein oder zwei Erwachsene in unterschiedlichster Ausstattung bewegen sich in abgestimmtem Schwarmverhalten, ähnlich eines Bienenschwarms, um individuelles Ankommen bzw. Lastentransporte bestmöglich abzuwickeln.



Bienenschwarm
Foto: Wikimedia Commons / Waugsberg
CC BY-SA 3.0

Continental AG, Hannover (DE)
https://www.continental-corporation.com/de/presse/pressemitteilungen/bee-96292
https://www.continental-corporation.com/de/produkte-und-innovationen/innovationen/automatisiertes-fahren/fahrzeugstudie-bee-95718
https://interestingengineering.com/continental-automotive-uses-biomimicry-to-create-the-car-of-the-future

Rückwärtsradar zur Stauvermeidung

In Vogelschwärmen kommen sich Tiere trotz geringer Abstände nicht in die Quere. Forscher/innen beobachten die Artgenossen in der gesamten Umgebung eines Vogels und nicht nur vor dem Tier. Autonom fahrende Fahrzeuge blicken auch nach hinten, sie werden vernetzt und intelligent gesteuert. So wird die Verkehrsdichte erhöht und der Verkehrsfluss optimiert. Typische Stauursachen wie Reißverschlusssituationen und abruptes Bremsen werden eliminiert.

Massachusetts Institute of Technology (US)
http://www.spiegel.de/auto/aktuell/stau-forschung-blick-nach-hinten-kann-verkehrschaos-mindern-a-1183748.html

Organisationsbionik zur nachhaltigen Gestaltung von Wertschöpfungsketten

Ungewollter Ressourcenverbrauch und Emissionen können in Wertschöpfungsketten beispielsweise durch mangelnde Interaktionsfähigkeit verursacht werden. Mit Hilfe der Prinzipien biologischer Vorbilder wie der im Bienenstaat organisierten Honigbiene, die durch komplexe Kommunikationsmechanismen und den bedarfsangepassten Einsatz von Generalisten ihre Honigproduktion optimiert, werden mit der Organisationsbionik systematisch Ideen zur Lösung derartiger Herausforderungen im Unternehmen entwickelt.

Technische Universität Hamburg (DE)
Hochschule Bremen (DE)
Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (DE)
http://www.biokon.de/news-uebersicht/organisationsbionik-zur-nachhaltigen-gestaltung-von-wertschoepfungsketten/

Management-Modelle für Institutionen und Personen

Organisationsmethoden aus der Natur dienen unterschiedlichen Modellen und Tools im Organisations- und Wirtschaftsmanagement als Vorbild. Bereits seit den 1970er-Jahren werden derartige Methoden entwickelt. Zu den bekanntesten zählen z.B. das Viable System Model von Stafford Beer oder das Sensitivitätsmodell von Frederic Vester, auf dem z.B. die Methode der Syntegration basiert.

Der österreichische Wirtschaftswissenschaftler Fredmund Malik gilt als Pionier im Bereich des strategischen Managements komplexer Systeme. Er nennt Systemik, Kybernetik und Bionik als wissenschaftliche Grundlagen für die von ihm entwickelten *Malik ManagementSysteme®.* Diese basieren auf der Feststellung, dass „heutige Organisationen hochkomplexe Hybride aus Mensch und Technik, Ergebnisse menschlichen Denkens und Handelns sind. Biologische Wissenschaften liefern aus diesem Grund für das Management von Unternehmen und allen anderen Organisationen substanziellere Hinweise als die Wirtschaftswissenschaften.“

Malik Management Zentrum St. Gallen AG, Fredmund Malik (CH)
http://www.malik-management.com/de/malik-ansatz/cybernetics-systemics-bionics

Ein weiteres aktuelles Beispiel für ein Modell der Organisations- oder Wirtschaftsbionik ist die Methode der *bioSystemik*® der deutschen Biologin Gudrun Happich, der neben der Systemtheorie ebenfalls die Biologie und ihre natürlichen Organisationsformen als Vorbild dienen. Sie nennt die Natur „Meisterin der Nachhaltigkeit, Selbstorganisation, Vernetzung und Kooperation“ und definiert u.a. Krisen-Strategien der Natur zum Abschauen.

Galileo Institut für Human Excellence, Gudrun Happich (DE)
http://www.galileo-institut.de/biosystemik/
http://www.zeit.de/karriere/beruf/2010-04/wirtschaftsbionik

Tools, die bei der bionischen Produktentwicklung helfen, sind ein weiteres Beispiel für Instrumente in der Organisations- und Wirtschaftsbionik:

Interdisziplinärer Entwicklungsleitfaden für die bionische Lösungssuche

Dieser Leitfaden unterstützt Unternehmen und Forschungseinrichtungen beim Prozess der bionischen Produktentwicklung. Er soll dabei als Projektanleitung dienen und stellt anhand eines konkreten Beispiels Vorgehensweisen und Methoden, Beispiele, Erfahrungen und Empfehlungen zur Verfügung. Grundlage dieses Leitfadens war ein durch das Deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen der Fördermaßnahme „BIONA Bionische Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien“ gefördertes Projekt mit dem Titel „Einsatz von Biomaterialien in Filtersystemen“.

TU München, Lehrstuhl für Produktentwicklung (Hrsg.)
https://www.pe.mw.tum.de/fileadmin/w00bft/www/CiDaD_News/wps_2012_3.pdf

BIOPS – Suchwerkzeug im Ideenreservoir der Natur

Dieses Technik-Biologie-Online-Wörterbuch ist ein Werkzeug für die bionische Produktentwicklung. BIOPS – *BIOlogy inspired Problem Solving* (Biologie-inspiriertes Problemlösen) – übersetzt technische Fragestellungen in biologische und durchforstet die Forschungsliteratur nach existierenden Lösungen der Natur. Nutzer/innen geben einen Suchbegriff aus der Technik ein und das Tool ermittelt daraus auf Knopfdruck relevante Begriffe aus der Biologie. Über die Verlinkung mit fachspezifischen Internetseiten kann weiterführende Literatur recherchiert werden. Ähnlich funktioniert das US-amerikanische Internet-Tool *AskNature* https://asknature.org/

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (D)
http://www.greentechxchange.com/biops/index.html

3. Relevanz für Oberösterreich

Durch die rasanten technischen Fortschritte und die schier unerschöpflichen Vorbilder in der Natur ist zu erwarten, dass bionische Innovationen in den nächsten Jahren unseren Alltag in vielfacher Weise bereichern werden. Das bringt für **Gesellschaft, Forschung und Wirtschaft in Oberösterreich** deutliche Chancen mit sich.

3.1. Bionik als Zukunftschance

Die **Megatrends** unserer Zeit wie der demographische Wandel und gesundheitliche Herausforderungen finden in Bereichen der altersgerechten Assistenzsysteme, in kollaborierenden Robotern oder in der Prothetik neue Entwicklungsanstöße durch Vorbilder aus der Natur. Im Besonderen der technologische Wandel verhilft durch hohe Rechenleistungen und neue Methoden etwa in der Nanotechnologie oder in der Strukturanalyse zu neuen Erkenntnissen in der Bionik. Bionische Vorbilder fließen aber auch in digitale Lösungen ein. Tierisches Schwarmverhalten hilft in den vernetzten Mobilitätssystemen der Zukunft mit autonomen Fahrzeugen und in der Logistik, die effizientesten Wege zu finden. Den Herausforderungen durch den Klimawandel und dem zunehmenden Urbanisierungstrend kann mit bionischen Ideen bei Energiefragen, Gebäuden und Materialien begegnet werden. Immer komplexere Arbeitswelten und Wirtschaftsprozesse verlangen neue Organisationsformen und Zugänge, die Anleihen aus der Natur nehmen können. Der Tourismus kann vom nachhaltigen Image der Bionik profitieren und z.B. energiesparende Optionen in den Vordergrund rücken. Und bionische Überlegungen können grundsätzlich als Vorbild und Anreiz dienen, die Lebensgrundlage Biodiversität zu erhalten und zu erforschen.

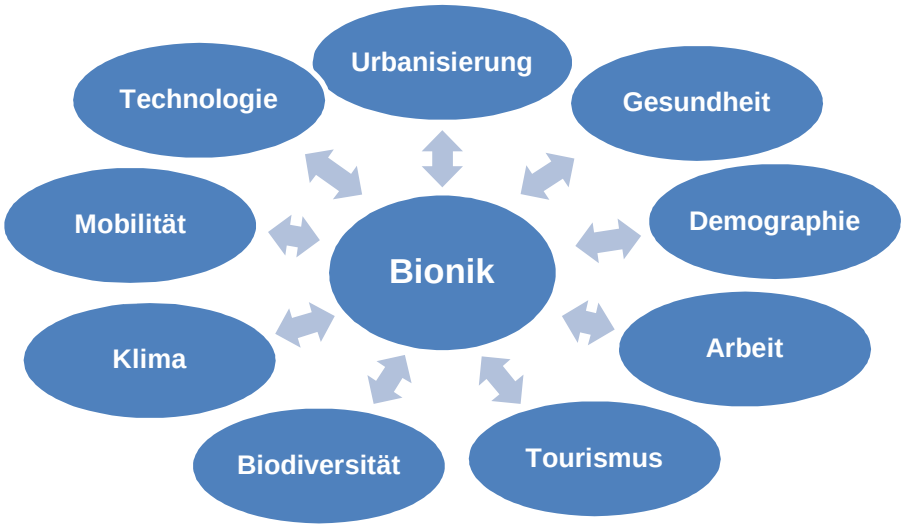


Abbildung 2: Wechselbeziehungen Megatrends und Bionik

Bionik bringt Innovation. „Bionik führt zu einer erheblichen Ausweitung der ‚Toolbox' im Innovationssystem, indem aus der ungeheuren Vielfalt der ‚technischen' Problemlösungen in der Natur für technische Problemlösungen in der Welt des Menschen gelernt wird." (TAB, 2006) Und weil Lösungsansätze aus der Natur manchmal erstaunlich unerwartet sind, bringen sie oft bedeutende Innovationssprünge. Die hieraus entstehenden Bionik-Innovationen haben Marktrelevanz in ganz unterschiedlichen, in Oberösterreich angesiedelten Branchen und bergen einen deutlichen Beitrag für die Wettbewerbsfähigkeit des Landes.

Bionik forciert Vernetzung, denn sie ist eine hochgradig interdisziplinäre Wissenschaft. Für das Verstehen der biologischen Strukturen, Prozesse und Funktionsprinzipien und das Umsetzen in die Technik ist unterschiedliches fachliches Know-how notwendig. Mit der Zunahme des Wissens über bionische Zusammenhänge nimmt die Komplexität neuer Entwicklungen weiter zu, weshalb während des gesamten Forschungs- und Entwicklungsprozesses vom biologischen Vorbild bis hin zum marktreifen bionischen Produkt eine enge Zusammenarbeit von Wissenschaftlern/innen aus verschiedenen Disziplinen (Biologie, Physik, Chemie, Architektur, Nanotechnologie, Informations- und Kommunikationstechnologie etc.) notwendig ist. Dieser Wissenstransfer und die bereichsübergreifende Vernetzung und Bündelung bestehender Kompetenzen öffnen Chancen für die regionale Forschung und Entwicklung.

Bionik birgt großes Potenzial für nachhaltige Entwicklungen und Fortschritte. Das in der Natur quasi überlebenswichtige Thema Ressourcen- und Energieeffizienz ist ein zentraler Aspekt bei der bionischen Entwicklung nachhaltiger Produkte. Bionik nutzt die Biodiversität als Inspirationsquelle und natürliche Prozesse, Materialien oder Strukturen als Vorlage für technische Innovationen. Sie lässt mit dem Hinweis auf die evolutionäre, schon Jahrmillionen währende Optimierung und Erprobtheit der biologischen Vorbilder verbesserte, ökologischere und angepasstere Lösungen erwarten.

Bionik vermittelt Respekt vor der Natur und ist die ideale **Brücke zur Technik und zu technischen Berufen,** die bei der Ausbildung von gefragten Fachkräften im Land und für das Land bewusst genutzt werden kann. Bionik weckt Emotionen und übt im Vergleich zu vielen anderen Wissenschaften viel mehr Faszination aus, die in der Attraktivität der belebten Natur begründet ist. Vorbilder aus der Natur lassen Menschen auf plakative Weise Verständnis für die natürlichen Zusammenhänge und den Sinn nachhaltiger Lebensweise entwickeln. Und vor allem Tiere und Pflanzen, die der Bionik als Vorbilder dienen, auch deren Ästhetik und Eleganz, wecken Emotionen und begeistern schon junge Menschen für Naturwissenschaften und Technik.

In unserem Nachbarland **Deutschland** laufen seit mehreren Jahren verschiedene Initiativen zur Förderung von Bionik-Aktivitäten. Neben Normen und Richtlinien (Deutsches Institut für Normung, VDI) gibt es z.B. zahlreiche Studiengänge oder Studienschwerpunkte zur Bionik (z.B. Hochschule Bremen, RWTH Aachen, TU München, Technische Hochschule Deggendorf). Das Bionik-Innovations-Centrum der Hochschule Bremen (D) führt in diesem Zusammenhang derzeit eine DELPHI-Umfrage durch, die sich mit der Einschätzung von Berufsfeldern und -chancen von ausgebildeten Bionikern/innen beschäftigt.[2] Es gibt ein mit Förderung des Deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gegründetes Kompetenz-Netzwerk für Bionik-Innovationspartnerschaften (BIOKON[3]) oder den vom VDI ausgeschriebenen International Bionic Award[4]. Das deutsche BMBF unterstützte von 2008 bis 2012 mit der Fördermaßnahme „Bionische Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien" (BIONA[5]) Bionik-Projekte in einer Gesamthöhe von rund 36 Millionen Euro.

3.2. Bionik-Aktivitäten in Oberösterreich

Auch in **Österreich** tut sich auf diesem Sektor einiges, koordinierte Unterstützung und Vernetzung gibt es derzeit allerdings nicht flächendeckend. Das Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie für Wissenschaften (ITA, 2006) und in weiterer Folge das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT, 2010) haben vor einigen Jahren Aktivitäten und Potenziale im Bereich bionischer Lehre, Forschung und Entwicklung in Österreich erhoben. Schon damals verortete das ITA nach Wien einen **erheblichen Anteil der österreichischen Bionik-F&E-Aktivitäten in Oberösterreich**.

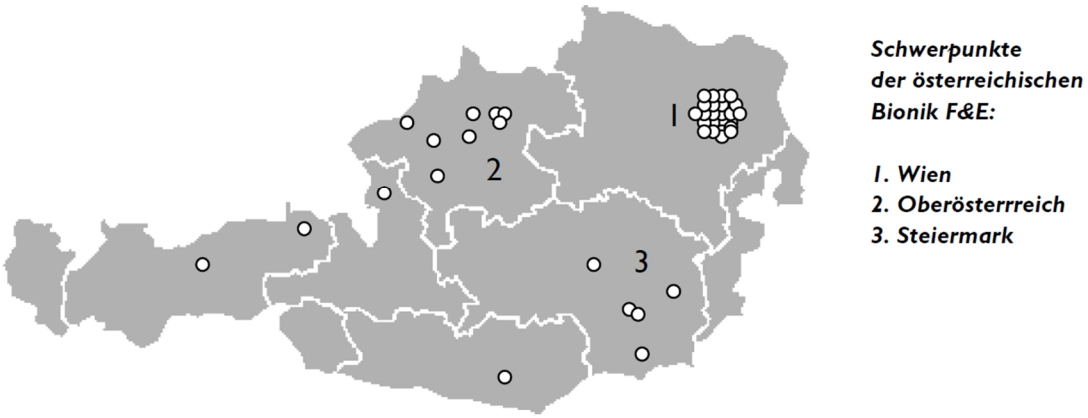


Abbildung 3: Verortung der österreichweiten Bionikaktivitäten 2006 (Quelle: ITA, 2006, Seite 19)

[2] http://bionik.fk5.hs-bremen.de/pages_DE/BIC_umfrage01.html
[3] http://www.biokon.de/
[4] http://www.vdi.eu/index.php?id=57343
[5] http://www.bionische-innovationen.de/#biona.html

Die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) sind in der Lehre Teil des Fundaments für das Verständnis der Menschen für das Potenzial natürlicher Prozesse und nachhaltiger Lebensweise und in weiterer Folge für **qualifizierte Wissenschaftler/innen und Arbeitskräfte**.

Ein Baustein in der Lehre sind die **Schulen**. In Oberösterreich liegt z.B. im Ausbildungszweig Technische Informatik an der HTL Braunau ein Schwerpunkt auf Bionik. Beispiele aus anderen Bundesländern sind die Davinci-Schulen[6] (VS, NMS) in Hartberg (Steiermark) mit dem Fach Bionik im Lehrplan oder der vom Unternehmen Festo konzipierte Experimentierkoffer „Bionic-Lab“[7/8], der speziell für die Einführung in die Bionik in allgemeinbildenden höheren Schulen Verwendung findet.

An den **Hochschulen und Universitäten** in Oberösterreich gibt es in unterschiedlichen Bereichen exzellente bionische Forschung, etwa an der **Johannes Kepler Universität** (z.B. Institut für Biomedizin und Biomechatronik, Institut für Experimentalphysik, Energieinstitut, Institut für chemische Technologie anorganischer Stoffe, Institut für Polymerwissenschaften) oder der **Kunstuniversität Linz** (Abteilung Industrial Design scionic® am Institut Raum und Design). Das spiegelt auch die Beispielsammlung wider.

An den **Fachhochschulen** in Oberösterreich findet Bionik stellenweise Eingang in Lehre und Forschung, wie am Campus Hagenberg (z.B. Studiengang Hardware & Softwaredesign), Steyr und Wels. FHs sind prädestiniert dafür, die interdisziplinären bionischen Forschungsansätze vertiefend zu thematisieren. Ein Beispiel bietet die Fachhochschule Kärnten mit ihrem Studienlehrgang zur Energiebionik: „Bionik/Biomimetics in Energy Systems“, der mit dem Master of Science in Engineering abgeschlossen wird.

Auch **außeruniversitäre Forschungseinrichtungen** wie Kompetenzzentrum Holz GmbH in Linz oder PROFACTOR GmbH in Steyr und **oberösterreichische Unternehmen** wie FerRobotics Compliant Robot Technology GmbH in Linz oder Magna Powertrain Engineering Center Steyr GmbH & Co KG – exemplarische und unvollständige Aufzählungen – sind bereits im Bionik-Bereich aktiv und wurden z.T. schon 2010 vom BMVIT genannt. Aufstrebende Branchenbereiche wie Sensorik, Robotik, Logistik oder Materialforschung, die große Bionik-Potenziale bergen, sind in Oberösterreich gut vertreten.

---

[6] http://www.diakonie-delatour.at/wo/steiermark/hartberg/davinci-schulen
[7] http://www.festo-didactic.com/at-de/lernsysteme/technik-fuer-allgemeinbildende-schulen/bionicslab-lernen-von-und-mit-der-natur.htm?fbid=YXQuZGUuNTMzLjEzLjE4LjE0MDMuNzIyMg
[8] http://www.life-science.eu/career3/aus-der-life-science-szene/naturwissenschaftliche-universitaeten-forschen/286-research-in-austrian-universities/4247-bionik-erleben/

Begründet in der Interdisziplinarität der bionischen Wissenschaft kommen Kooperationen und Plattformen in der F&E-Landschaft eine zentrale Rolle zu. Die oberösterreichische Wirtschaftsagentur **Business Upper Austria** beschäftigt sich seit einigen Jahren mit Bionik. Sie betreibt derzeit mit Salzburg und Bayern das **INTERREG-Projekt** „ILBitZ - Innovative Lösungen durch Bionik im transnationalen Zusammenspiel von Wirtschaft und Wissenschaft“[9], das auf das Potenzial bionischer Lösungen für Innovationsstrategien von Unternehmen, vorrangig von KMUs, abzielt. Es lanciert Qualifizierungsmaßnahmen, den Austausch und Transfer neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den F&E-Einrichtungen in die Unternehmen sowie den Aufbau einer grenzüberschreitenden Kooperationsplattform für Unternehmen und eines Bionik-Expertentools. Business Upper Austria würde mit ihrem Clusternetzwerk gute Voraussetzungen zur Intensivierung interdisziplinärer Vernetzung zwischen Forschung und innovativen Unternehmen in Oberösterreichs Stärkefeldern (z.B. Mechatronik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnologien oder Leichtbau) bieten.

Ein Blick auf die **Förderungslandschaft in Österreich** zeigt, dass laut Auskunft der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) bionische F&E-Aktivitäten in Österreich im Rahmen von Basisprogrammen, die thematisch offen sind, oder ev. im Rahmen der NANO-Initiativen[10] gefördert werden können. Explizit auf den Sektor Bionik ausgerichtete nationale Förderungsschwerpunkte gibt es derzeit in Österreich nicht.

3.3. Perspektiven für Oberösterreich

Bionik ist ein Vorbild für forschungs-, unternehmens- und fachübergreifende Zusammenarbeit in vielfältigen Technologiebereichen und über die nationalen Grenzen hinaus. Sie hat **hohes Innovationspotenzial**. Bionische Optimierungen und Produktentwicklungen sind für nahezu alle Branchen relevant. Sie zeichnen sich oft durch hohe Energie- und Ressourceneffizienz aus und tragen wesentlich zu nachhaltigen Entwicklungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Industrie bei.

Der bionischen Wissenschaft kommt heute also eine Schlüsselrolle zu und eine gezielte Unterstützung bionischer Bildungs-, Forschungs- und Unternehmensinitiativen durch das Land Oberösterreich kann dem Bundesland zum Vorteil gereichen – als Baustein zur Festigung des Bildungs-, Forschungs- und Technologiestandorts, zur Positionierung als Innovationsstandort und im Sinne der Partizipation am wachsenden nationalen und internationalen Markt.

[9] Projektbeteiligte: Technische Hochschule Deggendorf, Campus Freyung | Lead Partner (D), Business Upper Austria (Kunststoff-Cluster und Mechatronik-Cluster), Innovations- und Technologietransfer Salzburg GmbH und Fachhochschule Salzburg GmbH, Campus Kuchl. Laufzeit: 2014-2020.
https://www.itg-salzburg.at/projekte/ilbitz---innovative-loesungen-durch-bionik-im-transnationalen-zusammenspiel-von-wirtschaft-und-wissenschaft-19

[10] https://www.ffg.at/programme/nano

So groß der Ideen- und Lösungsreichtum der Natur ist, so breit sind die Anwendungsfelder der Bionik: Materialien und Strukturen, Bauen und Konstruktion, Robotik und Sensorik, Energieerzeugung und -speicherung, Medizin und Organisation etc. Bionik ist also sehr komplex und daher ist bei einer **Forcierung von Bionik-Aktivitäten in Oberösterreich** Bedacht zu nehmen auf

- eine strategische Vorgangsweise,
- die Fokussierung auf bestehende Stärkefelder und
- die Bündelung vorhandener Kompetenzen.

Die **ersten Schritte** in diese Richtung sind

- ein detailliertes Screening der Bionik-Potenziale und -stärkefelder in Oberösterreich
- und in weiterer Folge die Konkretisierung von Maßnahmen, gemeinsam mit Bionik-Akteuren/innen in Lehre, Forschung und Entwicklung sowie Produktion.

Die Federführung einer solchen **Analyse** könnten übernehmen:

- aus unternehmerischer Sicht: Business Upper Austria
- in Hinblick auf Forschungsaktivitäten: Johannes Kepler Universität Linz

Auf Basis der Ausführungen in diesem Bericht und der zugrundeliegenden Recherchen können – unabhängig von der grundsätzlich notwendigen o.a. Analyse und Strategieentwicklung – einige Vorschläge als **Bausteine eines Bionik-Gesamtkonzepts** für Oberösterreich unterbreitet werden:

Status quo-Erhebung: Bionik in Forschungseinrichtungen und Unternehmen

Die Erhebung des Status quo, welche Forschungseinrichtungen und Unternehmen in Oberösterreich schon derzeit auf Bionik setzen, ist hilfreich für die weitere strategische Auseinandersetzung.

Workshops mit Experten/innen

Ziel der Workshops mit Stakeholdern aus Österreich und Oberösterreich ist eine erste Konkretisierung von Bionikpotenzialen, -stärkefeldern und strategischen Maßnahmen für Oberösterreich.

Oö. Landespreis für Umwelt und Nachhaltigkeit – Sonderpreis Bionik

Der jährliche Oö. Landespreis für Umwelt und Nachhaltigkeit schreibt einen „Sonderpreis Bionik“ aus – einmalig, periodisch oder jährlich.

Oö. Landespreis für Innovation – Sonderpreis Bionik

Der Oö. Landespreis für Innovation schreibt einen „Sonderpreis Bionik“ aus – einmalig, periodisch oder jährlich.

Aktion „Bionik an höheren Schule“

In AHS und BHS sollten bionische Aufgabenstellungen verstärkt für Themen bei Diplomarbeiten und Vorwissenschaftliche Arbeiten beworben bzw. angeboten werden.

Informationsveranstaltungen in Bionik-affinen Fachrichtungen an Schulen und Hochschulen

Die JKU hat im Jahr 2014 zu einem Mechatronik-Bionik-Info-Tag geladen:
http://www.mechatronik.uni-linz.ac.at/aktuelles/mechatronik-bionik-info-tag
Solche Info-Tage können auch in anderen Fachrichtungen an Universität, Fachhochschulen und anderen Ausbildungsformen (z.B. HTL) angeboten werden.

Hochschulübergreifendes Studium

Denkbar ist ein übergreifendes Bionik-Studium an FH Oberösterreich und Johannes Kepler Universität Linz, das die spezifischen einschlägigen Kompetenzen von FH und Universität bündelt und **Alleinstellungsmerkmal in Österreich** hätte. Beispiel für so ein übergreifendes Studium ist das Masterstudium „Digital Business Management“ an der FH Steyr und der JKU.

Kurse zur berufsbegleitenden Qualifizierung im Fachsektor Bionik

Bionik setzt auf das Wissen in Fachgebieten. Arbeitskräfte verschiedenster Sektoren könnten berufsbegleitend bionische Zusatzkompetenzen erwerben und z.B. im Umgang mit speziellen Tools und Datenbanken geschult werden.

Citizen-Science-Projekt auf der Plattform „Österreich forscht“

www.citizen-science.at
Ein Citizen-Science-Projekt trägt zur Sensibilisierung und Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern zum Thema Bionik bei. Deren Ideen zur bionischen Umsetzung aus Beobachtungen in der Natur (Pflanzen, Tiere) können dabei gesammelt werden und Forschungen einfließen.

Vorhandene Stärkefelder in der Wirtschaft mit Forschung vernetzen

Initiativen zur verstärkten Vernetzung der Stärkefelder der Oö. Wirtschaft wie Mechatronik, Medizintechnik, Energie- und Umwelttechnologien oder Leichtbau mit Forschungseinrichtungen sind grundsätzlich sinnvoll.

Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Betrieben, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und Biologie in Hinblick auf die Organisationsbionik

Die Entscheidungs- und Handlungsräume werden für das Management in Unternehmen immer komplexer. Evolutionäre Strategien und Prinzipien der belebten Natur eignen sich zur Lösung schwieriger Managementaufgaben. Bussiness Upper Austria unterstützt im beschriebenen INTERREG-Projekt (siehe Seite 37) Unternehmen bei der

Implementierung von organisationsbionischen Ansätzen. Diese Aktivitäten könnten ausgebaut werden, um Unternehmen mit Methoden der Mangagementbionik in Strategieentwicklung, Personalpolitik, Innovation und Organisation zu qualifizieren.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit), 2010: BIONIK. Innovation & Qualifikation. Eine Initiative des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien.
http://www.iap.tuwien.ac.at/~gebeshuber/Bionik_231209_gesamt.pdf

Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag (TAB), 2006: Potenziale und Anwendungsperspektiven der Bionik. Vorstudie. Arbeitsbericht Nr. 108. Berlin.
https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/berichte/TAB-Arbeitsbericht-ab108.pdf

Detering, Michael, 2010: Manager sind wie Ameisen. In: ZEIT ONLINE, 6. Mai 2010.
http://www.zeit.de/karriere/beruf/2010-04/wirtschaftsbionik

Deutsches Institut für Normung, 2018: DIN ISO Normen zu Bionik.
https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?query=Bionik

FH Kärnten, Studiengang Bionik/Biomimetics in Energy Systems, 2018
http://www.fh-kaernten.at/unser-studienangebot/bauingenieurwesen-architektur/ueberblick/bauingenieurwesen-architektur/master/bionik-biomimetics-in-energy-systems/studium-bionik/

Grancy, Alice, 2015: Wie viele verschiedene Tierarten gibt es auf der Welt? Andreas Wanninger, Departments für Integrative Zoologie der Universität Wien. In: Die Presse.com, 18.09.2015.
https://diepresse.com/home/science/forschungsfrage/4824652/Wie-viele-verschiedene-Tierarten-gibt-es-auf-der-Welt

Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ITA), 2006: Bionik-Potenzial in Österreich. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien.
http://www.austriaca.at/ita/ita-projektberichte/d2-2e18.pdf

Küppers, E.W. Udo, 2010: Systemisches Bionik-Management. In: Wissenschaftsmanagement 1, Januar/Februar 2010, S. 37-42.
http://www.wissenschaftsmanagement.de/dateien/dateien/management/downloaddateien/wim_2010_01_e_w_udo_kueppers_systematisches_bionik_management.pdf

Nachtigall, Werner und Blüchel, Kurt G., 2000: Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München.

Nachtigall, Werner, 2002: Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler. 2. Auflage. Springer, Berlin.

Nachtigall, Werner und Pohl, Göran, 2013: Bau-Bionik. Natur Analogien Technik. 2. Auflage. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg.

Nachtigall, Werner und Wisser, Alfred, 2013: Bionik in Beispielen. 250 illustrierte Ansätze. Springer Spektrum, Berlin.

Novacki, Zoran, 2014: Wandelbare lineare Tragsysteme – Analyse und Neuentwicklung. Dissertation. Technische Universität München.
https://mediatum.ub.tum.de/doc/1223015/1223015.pdf

Piccottini, Peter, 2013: Biomimetics in Energy Systems. A Vision for the Future? Vortragsunterlagen Energy symposium „3.8 billion years of free energy research“ NL.
http://www.bionicacentrum.nl/wp-content/uploads/symposium/Introduction_to_energy_bionics_by-Peter_Piccottini.pdf

spectrum.de, 2018: Photosynthese.
http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/photosynthese/51369

The Plant List, 2013, Version 1.1 (published in the Internet)
http://www.theplantlist.org/

Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2012: Zukunft der Bionik. Interdisziplinäre Forschung und Innovationspotenziale nutzen. Positionspapier. Dezember 2012.
http://www.biokon.de/fileadmin/user_upload/Positionspapier_Zukunft_der_Bionik.pdf

Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2018: Richtlinienübersicht Bionik.
https://www.vdi.de/index.php?id=42465

von Gleich, Armin, Pade, Christian, Petschow, Ulrich und Pissarskoi, Eugen, 2007: BIONIK. Aktuelle Trends und zukünftige Potenziale. Berlin/Bremen.
https://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/Bionik_Aktuelle_Trends_und_zuk%C3%BCnftige_Potenziale.pdf

Anhang – weitere Beispiele

Bauen und Architektur

Zusammenfaltbare, flexibel-bewegliche Tragwerkskonstruktion

Die Kombination eines Tragsystems mit teleskopierbaren Elementen mit einem räumlichen Scherensystem führt zu einem faltbaren, flexibel formbaren Tragwerk. Das bionische Element in dieser Erfindung ist das Tragsystem, welches die Muskeln und die gelenkige Knochenstruktur zum Vorbild hat. Potenziale für Anwendungen gibt es in der Architektur (mobile Brücken, mobile Überdachungen), in der Präsentations- und Bühnentechnik, im Möbelbau oder in der Windenergiegewinnung.

Zoran Novacki – Dissertation (DE)
https://mediatum.ub.tum.de/doc/1223015/1223015.pdf

Jalousien nach dem Vorbild einer fleischfressenden Pflanze

Ideengeberin für gelenklose Jalousien war die schnelle Fangbewegung der fleischfressenden Wasserfalle. Durch Analyse von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen wurde das Prinzip abstrahiert und als sogenanntes „curved-line-folding“-Prinzip umgesetzt. Die Fassadenverschattung besteht aus glasfaserverstärktem Kunststoff und wird durch Luftkissen gesteuert. Die „Flectofold“ genannten Jalousien funktionieren ohne Gelenke und Scharniere und sind deshalb besonders für gekrümmte, komplexe Außenfassaden geeignet. Außerdem sind sie geräusch- und wartungsarm.

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Plant Biomechanics Group (DE)
Universität Freiburg, Zentrum für interaktive Werkstoffe und bioinspirierte Technologien (DE)
http://www.fit.uni-freiburg.de/news/akw-innovationspreis-2017
http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-665X/aa9c2f

Konstruktion und Design

Onlineplattform „Bionic Silent Cut“

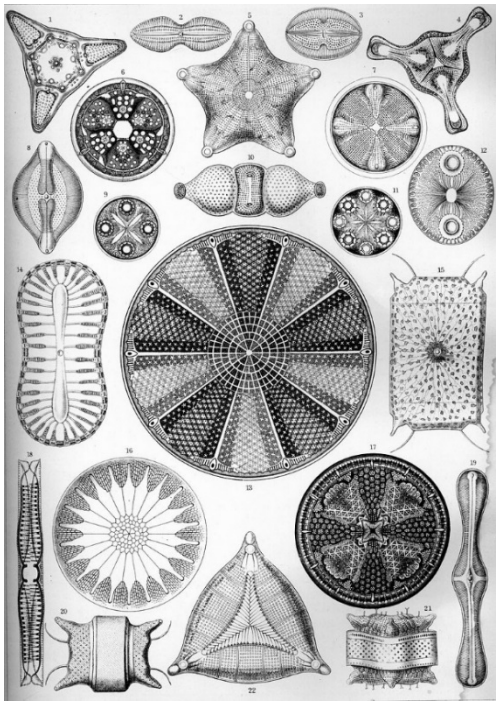
Das Innovationsnetzwerk „Bionic Silent Cut“ erforscht natur-inspirierte Ansätze gegen Lärm. Dauerhafte Lärmemissionen in der industriellen Fertigung gefährden die Gesundheit. Im „Bionic Silent Cut“ werden Strategien der Natur in Hinblick auf Lösungsansätze für eine lärm- und schwingungsreduzierte Produktionsumgebung geprüft.

Fraunhofer-Institute IAO und LBF (DE)

https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/presse-und-medien/aktuelles/1116-online-plattform-bionic-silent-cut.html

ELiSE (Evolutionary Light Structure Engineering)-Verfahren

Das ELiSE-Verfahren nutzt als Vorbilder für Leichtbaulösungen die Schalen und Panzer mariner Kleinstlebewesen – insbesondere von Kieselalgen – die experimentell und mit Finite-Elemente-Simulationen hinsichtlich ihrer Leichtbaueigenschaften bewertet, abstrahiert und erfasst werden. Diese voroptimierten Lösungen werden in einer Datenbank gespeichert, die dann mithilfe von Optimierungsmethoden an den technischen Lastfall angepasst. Durch die Leichtbaukonstruktionen werden Gewichtseinsparungen von bis zu 50 Prozent gegenüber klassischen Bauweisen erzielt, weil Spannungen im Material sehr homogen verteilt werden können. Aufgrund einer großen Vielfalt an Leichtbauformen kann das Verfahren branchenübergreifend beispielsweise in Architektur, Bauingenieurwesen, Automobilbau, Luft- und Raumfahrt, Maschinenbau, Schiffbau oder für Gebrauchsgegenstände eingesetzt werden.



Kieselalgen (Diatomeae)
Foto: Wikimedia Commons / Ernst Haeckel

Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (DE)
http://elise.de/

Widerstandsfähig wie ein Rentiergeweih

Eine Untersuchung der mechanisch sehr widerstandsfähigen Rentiergeweihe mit Röntgenlicht und anschließender Computermodellierung ergab, dass auf Nanolevel die Fasern eine gestaffelte Struktur aufweisen. Dadurch können sie etwa bei Kämpfen die Stoßenergie wesentlich besser aufnehmen, ohne dass es zu einem Materialbruch kommt. Weitere Versuche mit analog gestalteten, mittels 3D-Druck erzeugten Materialien sollen den Weg zu künftig verbesserten und bruchfesteren Werkstoffen weisen.

Rentier
Foto: Wikimedia Commons / Are G Nilsen
CC BY-SA 3.0

U.K.'s Queen Mary University of London (GB)
http://bgr.com/2016/12/20/rugged-rudolph-scientists-discover-why-reindeer-antlers-are-so-strong/

Superleiser bionischer Lüfter nach Adler-Art

Der leiseste Lüfter der Welt beendet das Brummen von Computerlüftern oder Zimmerventilatoren. Entwickelt wurde der bionische Schlaufenpropeller nach dem Vorbild der Schwingen des Adlers, der majestätisch scheinbar ohne Flügelschlag durch die Luft gleitet. Das Geheimnis dahinter ist der geringe Luftwiderstand. Der nach diesem Vorbild durch die Verbindung der Flügelenden entwickelte Bionik-Propeller vermindert nicht nur die Lärmemissionen, er könnte in Zukunft auch Windparks revolutionieren. Darüber hinaus haben Multiwinglets nach dem Adler-Vorbild für die Tragflächengestaltung das Zeug, Millionen Tonnen Treibstoff zu sparen, wie das Beispiel auf Seite 13 zeigt.

Blacknoise Deutschland GmbH (DE)
http://www.biokon.de/bionik/best-practices/detail/?tx_nenews_uid=1626&cHash=c596641123f79475d4fce57e09883b48

Bionic Partition: additive Fertigung im Flugzeugbau

Mit Hilfe der Erkenntnisse aus der Analyse des Belastungsalgorithmus eines Schleimpilzes wird die Kabinentrennwand (engl. partition) eines Flugzeuges leichter und stabiler gemacht. Schleimpilze bilden beim Wachstum ein komplexes zweidimensionales Netzwerk, das sowohl effizient als auch redundant ist. Es ist effizient, weil es eine bestimmte Reihe von Punkten mit einer minimalen Anzahl von Linien verbindet. Redundant ist es, weil jeder Punkt mindestens zwei Linien berührt – wenn man also eine beliebige Linie entfernt, bleiben die Punkte im Netzwerk miteinander verbunden. Die Trennwände werden mittels 3D-Druck aus einer Aluminium-Magnesium-Scandium-Legierung, welche für optimale Leichtigkeit und Festigkeit sorgt, gefertigt. Diese Konstruktion ermöglicht eine Gewichtersparnis von 30 kg je Trennwand, die sich direkt auf die CO_2-Emissionen auswirkt.

Airbus (DE)
APWorks (DE)
Autodesk Studio (US)
The Living (DE)
https://www.aec.at/radicalatoms/de/bionic-partition/
http://blog.taskfarm.com/post/143895898516/bionic-partition-project-biomimicry-im-3d-druck

Bionic Aircraft Project

Das Projekt konzentriert sich auf die Verbesserung der Ressourceneffizienz in der Luftfahrt durch die Entwicklung und Implementierung von Technologien zur additiven Fertigung und bionischem Design in allen Phasen eines Flugzeuglebenszyklus. Beispiele fürs bionische Design sind biegesteife Leichtbaukonstruktionen auf der Grundlage der Hohlstruktur der Gras-

halme oder materialsparende räumliche Strukturen nach dem Vorbild der Schmetterlingsflügel. Mittelfristig soll durch Fortschritte im bionischen Design und durch additive Fertigung eine Gewichtsreduktion von bis zu einer Tonne pro Flugzeug erreicht werden. Langfristig soll der Bau völlig neuer Flugzeugtypen mit einem Gewichtsersparnispotenzial von bis zu 30 Prozent möglich sein, was die Emissionen im Betrieb deutlich reduziert.

LZN Laser Zentrum Nord GmbH (Projektkoordination) (DE) u.a. aus europäischen Ländern
http://bionic-aircraft.eu/

Wassergewinnung à la Nebeltrinker-Käfer

Der Nebeltrinker-Käfer kann in der extremen Trockenheit der Namib-Wüste in Afrika überleben, indem er morgens den in die Wüste ziehenden Nebel an seinem Rücken kondensieren und das Wasser in sein Maul ablaufen lässt. An seiner dreidimensionalen hügeligen Mikrostruktur haften Nebeltröpfchen besonders gut an. Menschen haben das Prinzip mit Hilfe großer Polyester-Netze unter Ausnutzung der dritten Dimension übernommen.

Institut für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DE)
https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.textilforschung-wasser-aus-dem-nebel-der-wueste.a177896b-c0b6-45ed-ba4f-94f36d8c4863.html
https://www.abendblatt.de/ratgeber/wissen/article111791433/Ein-Kaefer-als-Vorbild-fuer-die-Wissenschaft.html
https://www.simplyscience.ch/teens-liesnach-archiv/articles/mit-bionik-wasser-und-energie-gewinnen.html

Morphing wings – verformbare Flügel

Flugzeuge sind eine dürftige Kopie der Natur, solange sich ihre Flügel nicht ähnlich verformen können wie die der Vögel. Verformbare Flügel, sog. morphing wings, besitzen keine Klappen und können ihre Form im Querschnitt verändern. Dadurch passen sie sich an jede Flugsituation aerodynamisch optimal an und sind außerdem leichter als herkömmliche Flügel. Derzeit wird an der Entwicklung im Modellmaßstab gearbeitet, bis zur Anwendung an Verkehrsflugzeugen bedarf es noch viel an Forschungsarbeit. Eine weitere Anwendung könnte sich in der Windenergiegewinnung ergeben.

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (CH)
https://www.srf.ch/sendungen/einstein/faszination-bionik-vom-genie-der-natur-lernen

Strömungswiderstand durch Riblets vermindern

Riblets sind mikro- und nanostrukturierte Oberflächenstrukturen, die eine Verminderung der Reibung in der turbulenten Grenzschicht von Strömungen bewirken. Die Riblets haben, ähnlich wie die Haut eines Haies, feine Rillen, die den Reibungswiderstand um bis zu 8 Prozent verringern.

Der sogenannte „Shark Skin“-Effekt findet in vielen Gebieten Anwendung, beispielsweise bei Flugzeugflügeln, in industriellen Anlagen (Schwungscheibe, Pumpen, Turbinen, Rohrleitungen, Windkraftanlagen) oder im Sport (Surfen, Segeln, Radfahren, Bob, Motorsport).

bionic surface technologies GmbH (AT)
http://www.bionicsurface.com/riblet-oberflaechen/

Bohren wie die Holzwespen

Überträgt man Bohrtechnik von Holz- und Schlupfwespen auf ein Werkzeug, können mithilfe des rotationsfreien Pendelhubprinzips neben runden auch Löcher mit drei- oder mehreckigem Querschnitt gebohrt werden. Der Legestachel der Wespen besteht aus drei separaten Raspeln, die sich unabhängig voneinander bewegen können. Während sich der eine Teil bewegt, verhakt sich der andere im Loch und sorgt so für den nötigen Halt. Damit ist auch das Bohren unter Wasser und ohne Anpressdruck (z. B. in der Schwerelosigkeit) möglich. Die Einsatzmöglichkeiten des nach einer Holzwespengattung benannten Sirex-Bohrers reichen von der Medizin über Bauwesen, Gartenarbeit bis hin zu Anwendungen im Weltraum.

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (DE)
http://www.biokon.de/news-uebersicht/bohren-wie-die-holzwespen-jetzt-auch-an-der-huefte-und-im-weltall/
https://www.witpress.com/elibrary/dne-volumes/9/3/872

Materialien und Strukturen

Stahl nach dem Vorbild von Knochen

Nach vielen Jahren können Stahllegierungen in Brücken, Flugzeugen oder Kraftwerken durch Ausbreitung von Mikrorissen ermüden und zu Materialbrüchen mit teils schwerwiegenden Auswirkungen führen. Durch die Analyse der Knochenstruktur konnten Nanostrukturelemente identifiziert und erstmalig in Stähle eingebaut werden, um die Bildung und Ausbreitung von gefährlichen Mikrorissen zu verhindern.

Massachusetts Institute of Technology MIT (US)
https://www.weltderphysik.de/gebiet/stoffe/news/2017/stahl-nach-dem-vorbild-von-knochen/

Anpassungsfähige Textilien

Tannenzapfen öffnen sich, wenn es warm ist und schließen sich, wenn es abkühlt. Die durch dieses Prinzip inspirierte Polymermembran wird bei steigender Temperatur und Feuchtigkeit – z. B. beim Sport – durchlässiger, bei Kälte oder Inaktivität bleibt die Membran geschlossen. So können überschüssige Wärme und Feuchtigkeit nach außen entweichen.

Schöller Textil AG (CH)
https://www.schoeller-textiles.com/de/technologien/c_change

Trocken wie das Federkleid einer Ente

Genauso wie das Federkleid einer Ente, imitiert ecorepel® diesen natürlichen, wasserabweisenden Schutz und sorgt dafür, dass Textilien trocken und sauber bleiben. Das Prinzip dieser Technologie beruht auf langen Paraffinketten, die sich in einem sehr dünnen Film spiralförmig um die einzelnen Fasern legen, wodurch Wassertropfen und sogar wässriger Schmutz mit wesentlich höherer Oberflächenspannung einfach abperlen. Die Atmungsaktivität wird dabei nicht beeinträchtigt.

Schöller Textil AG (DE)
https://www.schoeller-textiles.com/de/technologien/ecorepel

Spinnenseide aus dem Labor

Spinnenseide ist, bezogen auf ihre Masse, viermal so belastbar wie Stahl und kann um das Dreifache ihrer Länge gedehnt werden ohne zu reißen. Sie besitzt ein hohes und dem von Wolle vergleichbares Wasseraufnahmevermögen, ist aber dennoch leicht und wasserfest. Spinnfäden sind biologisch abbaubar, widerstehen aber mikrobiologischen Angriffen. Durch die Entschlüsselung der in der Spinne ablaufenden Prozesse der Proteinvernetzung kann nun Spinnenseide technisch nachgeahmt werden. Die auf diese Weise hergestellte biomimetische Seide besitzt eine mechanische Belastbarkeit wie natürliche Spinnenseide. Aufgrund der speziellen Eigenschaften wird an vielfältige Anwendungsmöglichkeiten wie etwa in der Textilindustrie oder der Medizintechnik gedacht.

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Biomaterialien (DE)
https://www.uni-bayreuth.de/de/universitaet/presse/pressemitteilungen/2015/031-Biotech-Spinnenseide/index.html

Muschelklebstoff

Der chemische Aufbau dieses neuartigen Klebstoffes ist Muscheln nachempfunden, die sich auf festem Untergrund anheften können und besteht aus dem Biopolymer Polylactosesäure (PLA). Dieser "Bio-Kleber" ist von der Qualität mit herkömmlichen, erdölbasierten vergleichbar, aber wesentlich umweltfreundlicher.

Purdue Universität (US)
https://phys.org/news/2017-01-shellfish-chemistry-combined-polymer-biodegradable.html

Pazifikmuschel als Vorbild für ausrollbare Displays

Die Perlmuttschicht der Abalone, einer Pazifikmuschel, ist sowohl steif als auch bruchfest. Dies ist eine außergewöhnliche Eigenschaft, da viele Substanzen entweder steif sind aber dafür brechen (wie Keramik) oder bruchfest aber nicht steif (wie Gummi) sind. Vorteilhaft ist zusätzlich, dass sich ein auf Grund der Analyse der chemischen Struktur nachgebautes Perlmuttimitat in durchsichtige Folien verarbeiten lässt – eine Voraussetzung für die mögliche künftige Nutzung in ausrollbaren Displays oder Fernsehern. Eine andere Anwendung des leichten Materials wäre der Einbau in Elektroautos, um schwerere glasfaserverstärkte Bauteile zu ersetzen.

DWI Leibniz-Institut für interaktive Materialien (DE)
http://www.aachener-zeitung.de/news/wirtschaft/muschel-als-vorbild-fuer-ausrollbare-bildschirme-1.1316236

Nano-Beschichtung schützt Schiffe vor Bewuchs

Biofouling ist ein nicht zu unterschätzendes Problem für die Schifffahrt. Am Rumpf bildet sich durch Ablagerungen und Anwuchs von Meeresorganismen eine immer dicker werdende raue Kruste, die den Widerstand des Schiffes erhöht, sodass der Treibstoffverbrauch ansteigt. Viele der klassischen Antifoulingmittel wie z.B. zinn- oder kupferhältige Verbindungen sind aber auch schädlich für die Umwelt. Eine von Kannenpflanzen abgeschaute Nanobeschichtung verhindert auf eine schadstoffarme Art das Anwachsen von Organismen am Schiff. Außer für Schiffsrümpfe ist die Beschichtung, die transparent und damit unsichtbar ist, für alle Objekte geeignet, die dauerhaft feucht sind. Dazu gehören Sensoren, die die Wassergüte messen, Unterwasserkameras und technische Geräte in Aquakulturen.

Universität Sydney (AU)
https://www.pressetext.com/news/20180112002

Durchsichtige Schmetterlingsflügel als Vorbild für reflexionsarme Displays

Der Effekt ist vom Handy bekannt: In der Sonne spiegelt das Display, man erkennt fast nichts mehr. Geschickter stellt sich der Glasflügel-Schmetterling an: Trotz durchsichtiger Flügel reflektiert er das gesamte für den Menschen sichtbare Spektrum nur schwach, wenn man senkrecht oder schräg auf die Flügel blickt. Die für Tiere wahrnehmbaren Infrarot- und Ultraviolett-Wellen unterdrückt er ebenfalls und ist dadurch im Flug für Fressfeinde beinahe unsichtbar. Wissenschaftler/innen fanden heraus, dass unregelmäßige Nanostrukturen auf der Oberfläche des Schmetterlingsflügels die geringe Reflexion bewirken. In theoretischen Experimenten konnten sie den Effekt nachvollziehen, der spannende Anwendungsmöglichkeiten, etwa für Brillengläser, Handy- oder Laptop-Displays, eröffnet.

California Institute of Technology CIT, Department of Medical Engineering (US)

http://www.biokon.de/news-uebersicht/durchsichtige-schmetterlingsfluegel-als-vorbild-fuer-reflexionsarme-displays/

Energieerzeugung, -speicherung und -effizienz

Energieautarker Flüssigkeitsferntransport

Bäume und Lianen sind in der Lage, ihre Blätter bis in eine Höhe von über 100 Metern bzw. über Entfernungen von mehreren hundert Metern ohne mechanische Pumpsysteme und ohne eigenen Energieverbrauch mit Wasser zu versorgen. Dieses biologische Transportsystem wird in der Textil- und Fasertechnik für neue faserbasierte Produkte und für Bewässerungs- und Drainagesysteme erforscht und technisch übertragen.

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf (DE)
http://www.bionische-innovationen.de/download/Projektblatt_fluessigkeitstransport.pdf
https://www.tib.eu/de/suchen/id/tema%3ATEMA20130600212/Energieautarker-Fl%C3%BCssigkeits-ferntransport-mit-faserbasierten/?tx_tibsearch_search%5Bsearchspace%5D=tn

Energiearme Mikrofiltration

Schwämme verändern zur Nahrungsaufnahme ihre Porengröße. Das besonders energieeffiziente System vergrößert die Poren bei geringem Druck, um möglichst große Wassermengen filtern zu können. Dieses Prinzip wird in einem neuartigen Schlauchfiltersystem umgesetzt, das für Mikro- und Ultrafiltration eingesetzt werden kann.

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf (DE)
https://www.kompetenznetz-biomimetik.de/energiearme-mikro-ultrafiltration/
https://www.kompetenznetz-biomimetik.de/wp-content/uploads/2012/11/E-Pressemappe-14-Schlauch-filter.pdf

Flexible Turbinenschaufeln für die Windenergie

Klassische Windenergieanlagen sind so konstruiert, dass sie in einer engen Zone rund um den optimalen Bereich arbeiten, wodurch die Nutzung von Standorten mit stark schwankenden Windbedingungen nicht möglich ist. Hier könnten neu entwickelte bioinspirierte Windturbinen mit elastischen Blättern, die sich passiv durch Luftbelastungs- und Zentrifugaleffekte verformen, Abhilfe schaffen. Insektenflügel sind aufgrund einer besonderen strukturellen Flexibilität in der Lage, die Luftströmung so umzulenken, dass der Auftrieb wesentlich erhöht wird. Für Insekten wie die Libelle erleichtert diese Umlenkung das Fliegen erheblich, da sie weniger Energie verbrauchen. Im Zusammenhang mit der Windenergieproduktion erweitert die Verwendung der elastischen Rotorblätter die Bandbreite des Betriebsbereichs signifikant, wodurch dir Nutzung von neuen Standorten ermöglicht wird und eine Steigerung der Energiegewinnung um bis zu 35 Prozent erzielt werden kann.

Sorbonne Université, Laboratoire de Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes (FR)
École Nationale Supérieure des Arts et Métiers-ParisTech, Laboratoire de Dynamique des Fluides (FR)
http://rspa.royalsocietypublishing.org/content/473/2198/20160726
https://www.seeker.com/morphing-wind-turbines-mimic-insect-wings-2268489474.html

Erneuerbare Energie durch Osmose

Tier- und Pflanzenzellen besitzen Wände aus einer teildurchlässigen Membran. Durch Konzentrationsunterschiede entsteht „osmotischer Druck“, der einen gerichteten Teilchenfluss durch die Membran antreibt. Osmose-Kraftwerke nützen diese Osmosekraft, um Energie zu gewinnen. Bereiche, an denen Salz- und Süßwasser aufeinander treffen, wären günstige Standorte für Anlagen, in denen beide Wassersorten durch eine teildurchlässige Membran getrennt sind. Durch das natürliche Bestreben die Salzkonzentrationen auszugleichen, fließt Wasser Richtung salziger Seite. Der Druck steigt, treibt eine Wasserturbine an und erzeugt über einen Generator Strom. Zur wettbewerbsfähigen Energiegewinnung sind noch weitere Forschungen nötig.

Statkraft, Tofte (NO)
http://energie-strom.com/erneuerbare_energien/wasserkraft/osmosekraftwerk.html
https://www.martina-rüter.de/text-fachtexte-naturwissenschaften/bionik/bionik-die-kraft-der-osmose-neue-regenerative-energieform/

Wärmetauscher mit verzweigten Strukturen

Ein Wärmetauscher überträgt Energie von einem Medium auf ein anderes in Form von Wärme. Am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme zeigte sich, dass beispielsweise die Effizienz von Sonnenkollektoren durch verzweigte Strukturen wie in Blättern, Arterien oder Lungen erhöht werden kann.

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg (DE)
https://www.pressetext.com/news/20080421004

„Mottenaugen-Effekt“ für Photovoltaikanlagen

Die Augen von Motten reflektieren aufgrund kleinster Noppen auf der Oberfläche so gut wie kein Licht. Dadurch kann die Lichtausbeute gesteigert und das Sehen in der Dunkelheit verbessert werden. Auch bei Photovoltaikanlagen kann durch Strukturierungen auf der Glasfläche mit einer Breite von 400 Nanometern und kleiner die Leistung um bis zu sieben Prozent erhöht werden. Die Beeinträchtigung der Wirkung durch Umwelteinflüsse ist dabei eine Herausforderung.

Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik, Halle/Saale (DE)
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, ETH Zürich (CH)

https://www.csp.fraunhofer.de/de/kompetenzfelder/siliziumwafer/wissenschaftliche-highlights/--Motten-Augen-Strukturen-fuer-kristalline-Solarzellen.html
https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/solarzelle-vorbild-auges-motte/
https://diepresse.com/home/science/1442417/So-effizient-wie-die-Natur

Fensterpflanze verbessert Solarzellen

Fensterpflanzen sind Sukkulenten, die durch spezielle Mechanismen an Trockenheit, Hitze und hohe Sonneneinstrahlung angepasst sind. Der Großteil der Pflanze lebt unterirdisch, nur keulenförmige Blätter mit „Fenster“ am Ende sind an der Oberfläche. Durch diese dringt gefiltertes Licht in die unterirdischen Bereiche. Der sichtbare Lichtanteil wird zu 90 Prozent geblockt. Danach nimmt die Durchlässigkeit mit steigender Wellenlänge bis zum nahen Infrarotlicht zu, darüber lässt die Transparenz wieder nach. Es wird erforscht, wie die Mechanismen der Fensterpflanze auf Solarzellen übertragen werden können, um Überhitzen zu vermeiden.

Universität Stuttgart, Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre (DE)
https://www.scientific.net/AST.84.51

Robotik und Sensorik

Leichtbauroboter mit natürlichen Bewegungsformen

Aufbauend auf dem Konzept des „Bionischen Handling-Assistenten“ (siehe Foto am Titelblatt) wurde der Leichtbauroboter BionicMotionRobot mit seiner neuartigen Außenhaut entwickelt. Elefantenrüssel und Oktopus-Tentakel dienten aufgrund ihrer flexiblen Bewegungen als Vorbilder. Der Leichtbauroboter ahmt die fließenden Bewegungsabläufe mit seiner flexiblen pneumatischen Balgstruktur und der entsprechenden Ventil- und Regelungstechnik nach. Der bionische Roboterarm hat großes Kraftpotential.
Der BionicCobot ist den natürlichen Bewegungsmustern des menschlichen Armes nachempfunden. Er macht sich das effiziente Zusammenspiel von Beuger und Strecker in allen seinen Gelenken zunutze. Seine Bewegungen können je nach Bedarf sowohl kraftvoll und dynamisch als auch sensibel und nachgiebig geregelt werden. Im Falle einer Kollision gefährdet er den Menschen nicht.

Festo Gesellschaft m.b.H, Wien (AT)
https://www.derkonstrukteur.de/bionik/
www.festo.com

Haushaltsroboter

Das Lernverhalten von Menschenaffen und Kindern dient als Vorlage für die Entwicklung von kognitiven Robotern. Um kognitive Prozesse zwischen Sehen und Handeln zu verbessern, beobachten die Wissenschaftler/innen das Verhalten von Kindern und Menschenaffen. Das

Beobachtete wird dann in mathematische Modelle übersetzt und in die Hardware der Maschine eingebaut. Das Zusammenspiel zwischen der Aufnahme einer Kamera am Kopf bis hin zum Ergreifen eines Gegenstandes - also die Umsetzung in 3-D - ist keine leichte Aufgabe und funktioniert derzeit nur unter vereinfachten Laborbedingungen. Der Roboter hat überdies die Fähigkeit, aus Fehlern zu lernen, Erfolgreiches abzuspeichern und gegebenenfalls weiterzuentwickeln.

Universität Zürich (CH)
http://science.orf.at/stories/2781499/

Fledermausroboter

Fledermäuse tanzen geradezu durch die Luft. Um diese Fähigkeiten technisch umzusetzen, haben Forscher einen "Bat Bot" entwickelt, der die Anatomie und Flugtechnik der Tiere imitiert. Wie das natürliche Vorbild kann die Roboter-Fledermaus die Flügel- und Bein-Flughäute unabhängig voneinander bewegen und dadurch komplexe Flugmanöver vollführen. Die Entwicklungsarbeit könnte flatternde Flugroboter hervorbringen, die vor allem durch ihre "Sanftheit" punkten, sagen die Entwickler/innen.

University of Illinois (US)
http://www.wissenschaft.de/technik-kommunikation/technik/-/journal_content/56/12054/15961064/Fledermaus-Roboter-entwickelt/

Roboterrochen mit Kunststoffmuskeln

Roboter, die weitestgehend autonom durch Seen und Meere schwimmen, könnten in Zukunft effizient Umweltdaten sammeln. Unter Vermeidung von klassischen und unter Umständen störungsanfälligen Antrieben entwickelten Wissenschaftler/innen einen flexiblen Schwimmroboter nach dem Vorbild eines Rochens. Der Prototyp mit flexiblen Flossen aus einem dielektrischen Kunststoff als Antrieb erreicht eine Geschwindigkeit von mehr als 13 Zentimetern pro Sekunde. Als Antrieb wurden zwei flexible Flossen aus einem dielektrischen Elastomer, also einem formfesten, aber elastisch verformbaren Kunststoff, verwendet.

Zhejiang-Universität in Hangzhou (CN)
https://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/news/2017/roboterrochen-mit-kunststoffmuskeln/

Biomedizinische Technik

Künstliche Muskeln für humanoide Roboter

Humanoide Roboter sind leichtgewichtig, leistungsstark, flexibel und sanft zugleich. Sie können ein rohes Ei aufnehmen ohne es zu zerquetschen und gleichzeitig mehrere Kilos heben. Aufgebaut sind sie aus einer elastischen Kunststoffhülle sowie einer Füllung aus isolierenden

Flüssigkeiten. Ihre Fähigkeit zur Selbstheilung wird ausgebaut. Mit künstlichen Muskeln kann man körperähnliche Prothesen bauen. Roboter mit künstlichen Muskeln sollen leichter und sicherer werden, um in direkter menschlicher Umgebung (z.B. in der Krankenhaustechnik) eingesetzt zu werden.

University of Colorado Boulder (US)
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (DE)
http://science.orf.at/stories/2887591/
http://www.bionicum.de/forschung/projekte/muskeln/index.htm

Medizinische Klebstoffe aus Alginaten

Inspiriert vom chemischen Aufbau des klebrigen Schleimes der Braunen Wegschnecke entwickelten Forscher/innen ein Hydrogel aus Alginaten, das Operationswunden ohne Interaktion verschließen kann. Das doppelt geschichtete Hydrogel, das aus einer Alginat-Polyacrylamid-Matrix besteht, kann Organe etwa nach Operationen kleben ohne die Notwendigkeit einer späteren zusätzlichen Operation zur Entfernung der Fäden.

Universität Harvard (US)
https://wyss.harvard.edu/sticky-when-wet-strong-adhesives-for-wound-healing/

Neuartige Vernebelungstechnik nach dem Vorbild der Bombardierkäfer

Der Bombardierkäfer ist ein zwei Zentimeter großer Laufkäfer, der seine Giftstoffe über 20 Zentimeter weit schießen kann. Er verfügt über eine „Explosionskammer“ in seinem Körper. Mittels einer chemischen Reaktion entstehen Wärme und hoher Druck. Bis zu 500-mal pro Sekunde kann er ein ätzendes 100 °C heißes Gasgemisch ausstoßen. Nach diesem Vorbild wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem mittels Hitze und anschließender Verdampfung durch Druckabfall (=Flashverdampfung) Flüssigkeiten weit verspritzt werden können. Das System gleicht einem Druckkochtopf mit Ventilen. Die Innovation könnte zur Grundlage für die nächste Generation von Dampfträgersystemen werden – ob in Sprays, Feuerlöschern, nadelfreien Injektionen für Impfungen oder für die feine Verneblung von Medikamenten gegen Atemwegserkrankungen. Die µMist®-Technologie kann den Einsatz von klimaschädigenden Fluor-Chlorkohlenwasserstoffen und anderen Treibgasen weitgehend überflüssig machen sowie die Einspritztechnik in der Automobil- und Flugzeugindustrie revolutionieren.

Universität Leeds (GB)
http://www.biokon.de/bionik/best-practices/detail/?tx_nenews_uid=1638&cHash=d3944e6657fd7f46ca3befe
www.swedishbiomimetics.com

Organisation und Management

Optimierte Routenplanung als ökonomisches und ökologisches Konzept

Hummeln testen alternative Anflug-Konzepte von Futterstationen und Nest. Vor allem die erfahrenen Tiere verändern bei der Nahrungssammlung nach und nach ihre Flugrouten und entwickeln Routen mit optimiertem ökonomischem Aufwand. Diese Methodik der Hummel kann Vorbild für optimierte Abläufe in der Organisation sein und zeigt beispielsweise bionische Wege in Mobilität und Umweltschutz auf, denn optimierte Kfz-Routen bedeuten weniger Emissionen. Das Verständnis, wie Hummeln, aber ebenso andere Tierarten, effiziente Lösungen für komplexe Herausforderungen finden, birgt auch für die Entwicklung künstlicher Intelligenz oder in der Robotik großes Potenzial.

Queen Mary University of London, Department of Biological and Experimental Psychology, School of Biological and Chemical Sciences (GB)
Rothamsted Research (GB)
Wissenschaftskolleg zu Berlin (D)
http://www.nature.com/articles/s41598-017-17553-1