

BIONIK – was ist das?

Werner NACHTIGALL

Gliederung

1. Natur und Technik
2. Bionik als Integrationsfaktor
 - 2.1 Bionik – eine Disziplin
 - 2.2 Bionik – ein Werkzeug
 - 2.3 Bionik – ein Denkansatz
 - 2.4 Bionik – eine Lebenshaltung
3. Zusammenfassung
4. Literatur

1. Natur und Technik verträgt sich besser als man meint

Früher hat die Technik die Natur gar nicht beachtet. Heute, im Zeitalter der Ausbeutung und Zerstörung unserer Umwelt, wird das anders. Man beginnt einzusehen, dass in der Natur ein ungeheurer Erfahrungsschatz ruht. Er wurde bisher vernachlässigt, aber allmählich beginnt man, ihn zu nutzen. Und dabei ergibt sich ein geradezu phantastischer Vorteil: Verfahrensweisen der Natur stehen von sich aus schon „im Einklang mit der Natur“, sind ja ein Teil des riesigen, weit vermaschten Bio-Systems auf unserer Erde!

Wenn wir Kohle abbauen, daraus Benzin synthetisieren und damit Auto fahren, ist das natürlich keine „naturnahe Strategie“. Wir verschleudern unser geologisches Erbe, reichern die Atmosphäre mit Kohlendioxid an, tragen so zum Treibhauseffekt bei. Würden wir dagegen dem Vorbild der grünen Pflanze folgen, das unsere Ingenieure in geeigneter Weise modifizieren, könnte man daraus eine solarbetriebene Wasserstofftechnologie aufbauen. Das heißt: Das Sonnenlicht könnte dazu benutzt werden, Wasser zu spalten – wie es die grüne Pflanze im Prinzip mit jedem Blatt vormacht. Dann allerdings scheiden sich die Wege. Die Pflanze benutzt den Wasserstoff um Zuckersubstanzen aufzubauen. Die Technik müsste dafür sorgen, dass er aufgefangen und in Druckflaschen abgefüllt wird. Damit könnte man beispielsweise Auto fahren. Und das schadstofffrei. Beim Verbrennen würde sich der Wasserstoff mit Sauerstoff verbinden, und aus dem Auspuff käme nichts als reines Wasser.

Die Natur als Vorbild nehmen: Das nennt man BIONIK. Man kann sich vorstellen, dass sich das Wort aus den Begriffen BIOlogie und TechNIK zusammensetzt. Ein gutes Schlagwort, wie ich finde. Es bedeutet letztlich „Lernen von der Natur für eine Technik von morgen“, die dem Menschen und der Um-

welt mehr nutzt als die heutige Technik. Natur und Technik vertragen sich also wohl. Die Natur gibt Anregungen für besseres technisches Gestalten. Und eine bessere Technik wirkt ihrerseits nicht mehr so zerstörerisch auf Mensch und Umwelt. Dabei muss man allerdings aufpassen. Die Natur einfach nachzuäffen nützt auch nichts.

Natur verstehen und Natur zum Vorbild nehmen bedeutet nicht, die Natur zu kopieren. Das ginge gar nicht. Aber man kann sich von der Natur in tausendfacher Weise anregen lassen. Es zeigt sich, dass ganz komplexe Dinge möglich sind, bei denen sich der Mensch noch außerordentlich schwer tut, oder die er für ganz unlösbar hält. Die schadstofffreie Wasserstofftechnologie zum Beispiel. Das Wirtschaften völlig ohne Abfall, also totales Recyclieren. Auch das macht die Natur vor. Oder das Managen von höchstkomplexen Systemen, ohne dass es zum Kladderadatsch kommt. An den Zusammenbruch ganzer Wirtschaftszweige haben wir uns gewöhnt. Die Natur bringt es aber fertig, noch viel komplexere und vielfältigere Systeme am Laufen zu halten, ohne dass es zur Zerstörung, zur Selbstzerstörung kommt. Wie macht sie das? Auch davon könnte man für die Wirtschaft lernen.

Und natürlich gibt es in der Natur eine Vielzahl von Konstruktionen, die einen Ingenieur geradezu faszinieren können. Wie gesagt: Nicht dass er sie kopieren könnte oder sollte, aber sie bringen ihn auf unkonventionelle Ideen. Nach einem Vortrag hat mir einmal ein Ingenieur gesagt: Das was Sie hier erzählt haben, könnte man ja direkt patentieren lassen! Genau das ist es. Die Natur ist ein riesiges Ingenieurbüro, vollgefüllt mit Problemlösungen. Dieses Ingenieurbüro hatte lang Zeit, gute Lösungen zu entwickeln: mehrere hundert Millionen Jahre. Schaut man sich beispielsweise ein kleines Insekt an, so findet man für alle nur denkbaren mechanischen Probleme Vorbilder. Wir bauen heute immer kleinere Maschinchen. Miniaturisierung nennt man das. Brauchen könnten wir dafür beispielsweise winzig kleine Pumpen, hocheffiziente Antriebssysteme, mit denen sich die Tiere auf dem Land, in der Luft oder im Wasser vorwärtsbewegen, ungeheuer feine Sensoren, die man physikalisch gar nicht weiter verbessern kann, die absolut leichtesten Materialien, die gleichzeitig ungemein zäh und widerstandsfähig sind und tausend Dinge mehr. Für all das liefert die Natur Vorbilder.

Dabei hat sie es fertig gebracht, die vielfältigsten Anforderungen unter einen Hut zu bringen. Davon ist die Technik noch weit entfernt. Eine Regenhaut mit Kapuze, die man sich beim Wandern überstülpt, wenn ein Wolkenbruch kommt, ist eine wasserdichte Folie, weiter nichts. Unter dieser Haut schwitzt man fürchterlich. Die Haut des Fliegeneis ist letztlich auch wasserdicht, lässt kein tropfendes Wasser durchtreten. Aber Gase, darunter auch Wasserdampf, lässt sie ungehindert durch. Gelänge es, eine Folie als „Regenhaut“ so zu gestalten wie die Fliege das mit ihrer Eischale macht, dann würde man sich unter solch einer Regenhaut nicht mehr klatschnass schwitzen.

Oder ein anderes Beispiel aus dem Schatzkästchen natürlicher Konstruktionen. Hauswände verschmutzen bekanntlich, manche Pflanzenblätter wie das schöne Blatt der Indischen Lotusblume verschmutzen aber überhaupt nicht. Man hat den Trick erkannt („Lotus-Effekt“) und auf einen Lack übertragen. Streicht man damit die Hauswand, so bleibt sie viel sauberer als mit konventionellen Lacken. Würde es gelingen Autolacke nach diesem Prinzip zu bauen – und man ist hart daran –, so müsste man nicht mehr so häufig in die Autowaschanlage. Gigantische Mengen an Wasser und Chemikalien ließen sich einsparen, weil man viel seltener waschen muss. Ist das nicht wichtig?

Haie haben bekanntlich eine beschuppte Haut, rau wie Sandpapier. Gestaltet man danach die Oberfläche von großen Verkehrsflugzeugen, so brauchen sie weniger Flugbenzin, weil sie beim Bewegen durch die Luft weniger Reibungswiderstand erzeugen. Genau das ist der Trick, den der Hai auch beim schnellen Schwimmen nutzt. Es sind zwar nur einige wenige Prozente, die da eingespart werden. Aber wenn man überlegt, wie groß alle unsere Luftflotten sind, kommt man zu gigantischen Mengen an Treibstoff, die man nicht mehr nutzlos in die Luft verpulvern muss. Wenn das kein positiver ökologischer Effekt wäre!

Somit ist BIONIK ein gutes Werkzeug für die Konstrukteure von morgen. Die Biologen können immer besser messen und bringen immer wieder neue und erstaunliche Erfindungen der Natur ans Tageslicht. Die Ingenieure auf der anderen Seite sind hellhörig und neugierig geworden. Sie studieren mit großer Begeisterung „die Erfindungen der Natur“ und versuchen, ihre Prinzipien auf die Technik zu übertragen. Noch sind das Einzelfälle, aber die Bionik erlebt zur Zeit eine geradezu rauschhafte Entwicklung. Sie wird sich in wenigen Jahren als Anregungsquelle, als Denkweise und – ja, auch – als Lebenshaltung weitgehend durchgesetzt haben. Und es gibt tausende und zehntausende Möglichkeiten, bionische Effekte mit einzubringen. Selbst das Auto der Zukunft wird ohne Bionik nicht mehr auskommen können. Es gibt keine große Autofirma, die solche Gesichtspunkte nicht testen lässt und zum Teil auch schon mit einbaut. Die großen Firmen geben das nur nicht zu, ent-

wickeln gerne im Geheimen, damit die Konkurrenz das nicht merkt.

Wie dem auch sei. Nachzuforschen wie die Natur baut, konstruiert und Verfahren ablaufen lässt und davon für die Technik zu lernen, ist ein Gebot unserer Zeit.

Heute lassen sich schon prinzipielle Ansätze machen, wie die folgende Kurzzusammenstellung zeigt.

2. Bionik als Integrationsfaktor

„Bionik“ könnte man wie folgt definieren:

„Lernen von Konstruktions-, Verfahrens- und Entwicklungsprinzipien der Natur für eine positive Verwertung von Mensch, Umwelt und Technik“.

Vom Menschen aus besehen lässt sich das, was uns umgibt, in zwei Bereiche gliedern: Der vom Menschen nicht oder nicht vollständig beeinflusste Bereich und der vom Menschen beeinflusste, umgestaltete Bereich. Nennen wir den ersteren *sensu strictu* „Umwelt“, den letzteren „Technik“, so ergibt sich zwischen beiden ein Prinzipgefüge mit positiven und negativen Beziehungspfeilen. Die Facetten fügen sich nicht zum Ganzen, weil sie vom Teilgebiet „Technik“ explosiv auseinandergetrieben werden. Das ist die Realität von heute.

Zukunftsvision – auch naturwissenschaftliche Betrachtung kann nicht ohne Visionen auskommen – könnte sein, dass sich die drei Facetten „Mensch“, „Umwelt“ und „Technik“ integrativ zusammenschließen, so dass das Gesamtsystem eher durch positive Beziehungspfeile zwischen allen Teilgebieten beschreibbar ist. Bionik im Sinne dieser Definition könnte nun als ein Band fungieren, das den Zusammenschluss begünstigt. Das ist die Vision von heute.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich bereits, dass Bionik zwar eine Disziplin (also ein abgrenzbares Fach) ist, aber nicht nur das. Ich sehe vier Ansätze:

- Bionik ist eine Disziplin
- Bionik ist ein Werkzeug
- Bionik ist ein Denkansatz
- Bionik bedeutet eine Lebenshaltung

Die beiden ersteren Facetten werde ich im Folgenden etwas näher beleuchten, die beiden letzteren nur kurz streifen.

2.1 Bionik – eine Disziplin

Bionik ist eine Disziplin, die zu Produkten führt, und in der auszubilden ist.

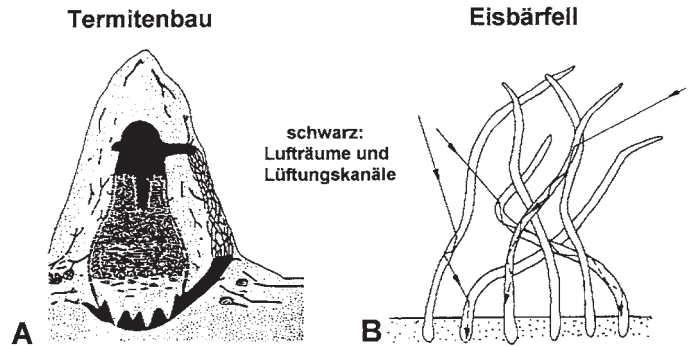
Dazu ein Beispiel aus der eigenen Forschung.

Der Schweizer Biologe M. Lüscher hat den Bau der afrikanischen Termiten *Macrotermes bellicosus* untersucht. Demnach strömt Luft in einem geschlossenen Röhrensystem – angetrieben von der Sonnenwärme und von der Stoffwechselwärme – vom kühlen, feuchten „Keller“ durch das Nest in den oberen Teil des Baues und unmittelbar unter der Außenwand

Abbildung 1

Zum Termiten-Eisbär-Effekt.

A: Termitenbau mit induzierter Strömung (nach LÜSCHER). B: Prinzip des Lichtweiterleitens im Eisbärhaar durch Totalreflektion (nach TRIBUTSCH et al.).



wieder zurück. Das Baumaterial ist porös, so dass Sauerstoff eindiffundieren und Kohlendioxid ausdiffundieren kann: Eine in letzter Konsequenz sonnenangetriebene automatische Klimatisierung (Abb. 1 a).

Die Wirkung des Eisbärfells als Lichtfalle haben der Berliner Physikochemiker H. TRIBUTSCH und seine Mitarbeiter untersucht. Durch Totalreflektion werden eingefangene Licht- und Wärmestrahlen innerhalb der weißen Haare nach unten geleitet (Abb. 1 b) und dort von der dunklen Hautoberfläche absorbiert: Wärmegewinn. Wegen der vielen eingeschlossenen Luftpolster kann die Wärme aber nicht mehr entweichen. Dies ist das Prinzip eines transparenten Isolationsmaterials („TIM“), das heute schon vielfach technisch genutzt wird, beispielsweise über die Bündelung enger Glasröhrchen.

Mein Doktorand G. RUMMEL und ich haben die beiden Prinzipien kombiniert und nach eigenen Vorstellungen weiterentwickelt. Es geht um die Konzeption eines Niederenergiehauses, bei dem eine Kombination aus transparenter Wärmedämmung (nach dem Eisbärprinzip) und passiver Porenlüftung (nach dem Prinzip der porösen Termitenbauten) sowohl Wärmeversorgung wie Frischluftzufuhr übernimmt.

Das Grundkonzept dieses Entwurfs für ein Niederenergiehaus besteht im Folgenden. Das Haus hat an der südorientierten Seite eine dicke Absorberwand, die an der Außenfläche schwarz gefärbt ist. Davor wird die transparente Wärmedämmung angebracht, allerdings mit einem Zwischenraum, in dem Luft zirkulieren kann. Diese TIM besteht aus einer sandwichartigen Schicht von eng aneinander gepackten Glas- oder Plastikröhrchen, die außen und innen von einer Glasplatte begrenzt sind. Die Luft in diesem Spalt wird über die schwarz gefärbte Absorberwand erwärmt, steigt auf und wird von der Südseite des Hauses über Deckenrohre zur Nordseite geführt.

Dort wird sie durch dünne, in Schlangenlinie gelegte Kupferrohre geleitet. Die Porenlüftung besteht aus einer Reihe von perforierten Lüftungssteinen, hinterfüllt mit einer spongiösen Schicht. Die Frischluft diffundiert dann über die gesamte Innenwand der Nordseite ins Haus.

So können mehrere Fliegen mit einer Klappe geschlagen werden: Solarheizung, zeitverzögerte Wärmeabgabe (Nachtheizung), zugfreie Lüftung, kühlere Frischluftzufuhr, vollautomatisches Abstimmen der Einzelkomponenten.

2.2 Bionik – ein Werkzeug

Am Beginn einer jeden technisch-biologischen oder bionischen Betrachtung muss zwangsläufig der analoge Vergleich stehen. Analogieforschung – eine auf G. HELMCKE zurückgehende Wortschöpfung – bedeutet, biologische und technische Konstruktionen, Verfahrensweisen oder Entwicklungsprinzipien zunächst „zweckfrei“ einander gegenüberzustellen und auf mögliche Gemeinsamkeiten, Widersprüche oder Anregungspotentiale abzuklopfen.

Die Abbildung 2 a,b zeigt im Vergleich eine technische Kupplung, wie sie zwischen den Loren einer Feldbahn üblich ist oder zwischen ziehendem Kraftfahrzeug und Anhänger, und eine biologische Kupplung, die Vorder- und Hinterflügel einer fliegenden Wanze verkoppelt. Es ergeben sich, funktionell betrachtet, prinzipielle Übereinstimmungen in der Funktionsweise, beispielsweise das Prinzip des Kraftschlusses, das Prinzip der Zugsicherung über Sicherungsflügel und so fort. Natürlich baut die Natur ihre mikroskopische Kupplung anders als der Techniker seine makroskopische Kupplung. Wenn es darum geht, Fragen der temporär kraftschlüssigen Verkopplung zweier Einzelelemente im Mikromaßstab anzugehen, Fragen also, wie sie in der aufblühenden Mikrotechnologie zu Dutzenden sich stellen, ist es *möglicherweise sinnvoller vom „Vorbild Natur“ als von bekannten technischen Großausführungen auszugehen*.

Im vorliegenden Fall würde man im Sinne der *Analogieforschung* zunächst die (weiterzuentwickelnde oder im mikroskopischen Maßstab anzupassende) technische Kupplung und die reale mikroskopische Kupplung der Natur gegenüberstellen (Abb. 3).

In einem weiteren Schritt geht es darum, Vergleiche anzustellen. Wenn ein technisches System weiterentwickelt werden soll, wird zunächst sein Istzustand formuliert, dann ein Anforderungskatalog für die zukünftige Entwicklung. Wenn man ein biologisches System beschreibt, formuliert man notwendigerwei-

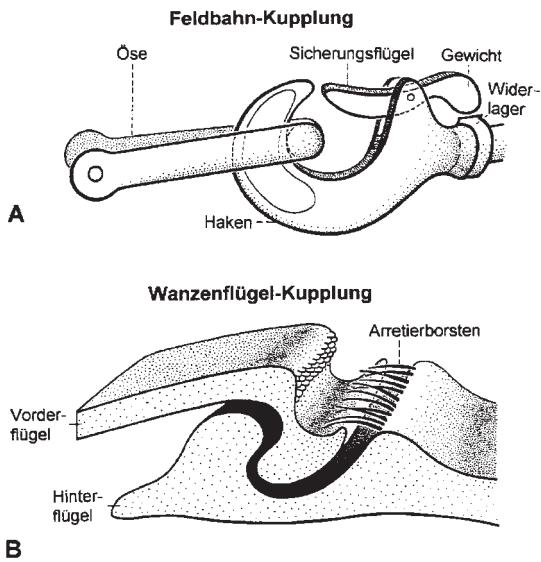


Abbildung 2
Kupplungen. A Technische Kupplung bei einer Feldbahn. B Vorder-Hinterflügel-Kopplung bei einer Wanze. Vergl. den Text (nach NACHTIGALL).

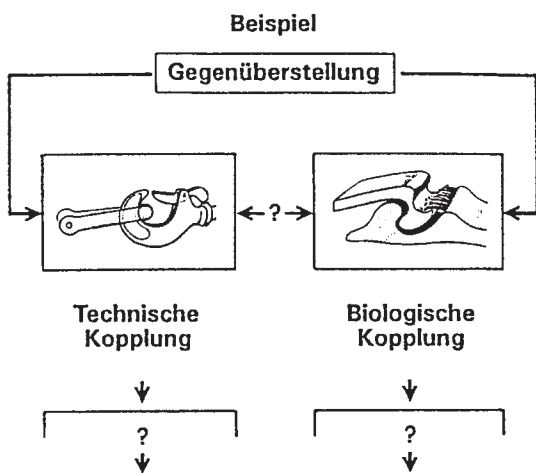


Abbildung 3
Beginn der Analogieforschung: Analoges Gegenüberstellen, gezeigt am Beispiel technischer und biologischer Kupplungen (nach NACHTIGALL).

se den Istzustand des gegenwärtigen Evolutionsstandes. Man kann daraus einen detaillierten Beschreibungskatalog entwickeln.

Vergleiche sind nun an zwei Stellen möglich, nämlich im Sinn eines Formvergleichs und eines Funktionsvergleichs (Abb. 4).

Beim **Formvergleich** werden technisches und das biologische System – wie gesagt zunächst im Sinne einer analogen Betrachtung – einander gegenübergestellt und auf Ähnlichkeiten und Differenzen hin durchgemustert.

Beim **Funktionsvergleich** werden die Kataloge verglichen, nämlich der technische Anforderungskata-

log für eine Weiterentwicklung und der biologische Deskriptionskatalog des Istzustands.

Was sich aus den Vergleichen und darauf aufbauenden Querbeziehungen ergeben kann, ist nie ein bionisches Produkt – das gibt es gar nicht. Es handelt sich stets um technische Produkte, die aber – und das ist das Wesentliche – mehr oder minder bionisch mitgestaltet sein können.

2.3 Bionik – ein Denkansatz

Wie kann eine Zusammenarbeit zwischen den biologischen und technischen Disziplinen nun im Prinzip vor sich gehen? In Abbildung 5 ist das Grundkonzept skizziert.

Biologische Analyse bedeutet letztendlich immer Grundlagenforschung. Diese kann allerdings problembezogen und damit von einer technischen Frage, einem auftretenden technischen Problem x_1 , ausgelöst worden sein und damit bereits anwendungsorientiert bzw. problembezogen ausgelegt sein. Sie kann aber „zunächst zweckfrei“ ablaufen und dann einen Informationspool $x_2 - x_n$ füllen, aus dem sich der Techniker für seine Problemlösungen bedienen kann, wenn es nötig ist. Wichtig sind dabei drei Aspekte:

Zum Einen handelt es sich hier um **Grundlagenforschung par excellence** und damit um einen **Zivilisations- bzw. Kulturauftrag**. Es steht einer Zivilisation gut an, Sinfonieorchester oder Opernbühnen zu unterhalten. Dies kostet Geld und bringt keinen unmittelbaren, leicht messbaren Effekt. Mit der Grundlagenforschung verhält es sich genau so. Damit ist die „zunächst zweckfreie Grundlagenforschung“ Politikern und Wirtschaftlern wenig gut nahe zu bringen als eine „problembezogene Grundlagenforschung“.

Zum Zweiten hat die „zunächst zweckfreie Grundlagenforschung“ **sehr starke Ähnlichkeit mit der biologischen Evolution**. Diese reagiert ja auch nicht erst mit der Vorstellung neuer, „besser angepasster“ biologischer Konstruktionen, wenn sich ändernde Umweltbedingungen dies erzwingen. Die Evolution spielt vielmehr jeweils eine sehr große Anzahl von Möglichkeiten durch und verankert sie genetisch. Wenn sich die Umweltbedingungen dann einmal ändern, ist im allgemeinen immer eine genetische Information parat, die dann Entfaltungsvorteile vorfindet, und sich selektiv durchsetzt und somit zu „besser angepassten“ biologischen Konstruktionen führt.

Zum Dritten ergeben sich beide Aspekte als **praktische Notwendigkeiten**. Wenn die Industrie eine Frage hat, die von bionischer Seite angegangen werden kann, wendet sie sich an eine geeignete Institution und vereinbart eine zeitlich terminierte Zweckforschung, gibt also einen Forschungsauftrag. Das ist eine praktische Notwendigkeit, wenn es darum geht, Informationen des „Erkenntnisreservoirs Natur“ zu nutzen. Dieses muss aber gefüllt sein, sonst bekommt

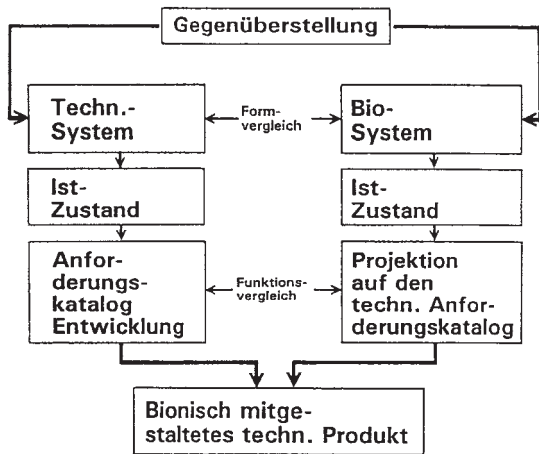


Abbildung 4
Flussdiagramm der Analogieforschung; Formvergleich und Funktionsvergleich (nach NACHTIGALL).

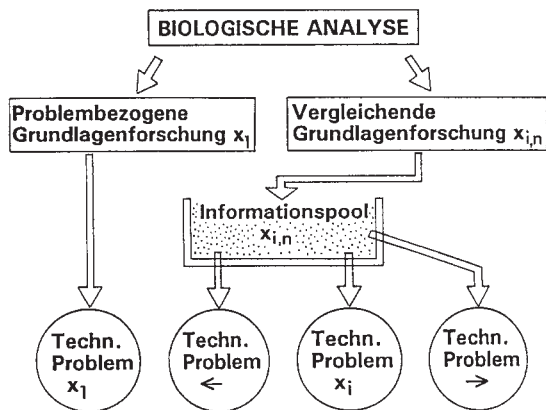


Abbildung 5
Spezielle und allgemeinere Datensammlung; problembezogene Grundlagenforschung und zunächst zweckfreie Grundlagenforschung (nach NACHTIGALL).

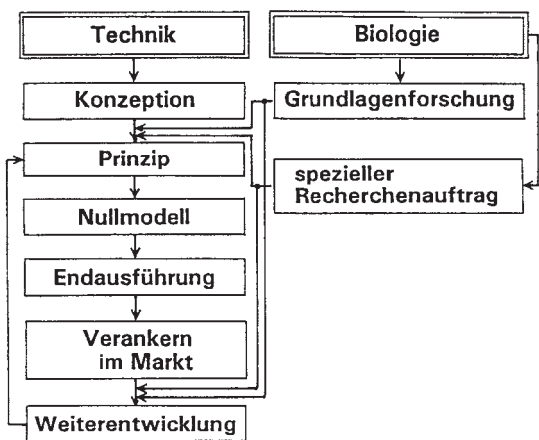


Abbildung 6
Stufen der Zusammenarbeit; Einspeisen biologischen know how's in die technologische Entwicklungskette (nach NACHTIGALL).

man nicht einmal Anregungen für zweckbehaftetes Weitervorgehen.

Unabdingbar ist also naturwissenschaftlich-biologische Grundlagenforschung. Sie ist darüber hinaus eine zivilisatorische und kulturelle Forderung, die des anwendungsorientierten Deckmäntelchens nicht bedarf. Eine Nation, die sich als Kulturnation bezeichnet, muss einen Teil des Volkseinkommens „zweckfrei“ ausgeben, beispielsweise für Filmförderung, Buchpreise oder eben auch bionische Grundlagenforschung. Die Letztere kann eine sehr wesentliche Kittfunktion zwischen Technik und Biologie erhalten, wird sie denn in geeigneter Weise betrieben.

Wenn also Bionik eine Art Kitt zwischen Technik und Biologie darstellen soll, wie sieht die Zusammenarbeit dann in der Praxis aus? In Abbildung 6 ist die Problematik graphisch verdeutlicht.

Am Beginn der Entwicklung eines technischen Produkts steht die Konzeption, dann die Ausarbeitung des Form- und Funktionsprinzips, des weiteren die Herstellung eines Nullmodells. Dieses entwickelt sich in vielerlei Änderungen zu einer Endausführung, die nun auf dem Markt verankert werden soll. Dies gelingt meist nicht auf Anhieb, so dass weitere Modifikationen gemacht werden müssen; die Endausführung wird wieder an der Prinzipkonstruktion gespiegelt, leicht verändert und wieder dem Markt angeboten. Es läuft also ein Iterationsprozess eines einmal angestoßenen Vorgangs ab.

Die Biologie kann im Sinne der Grundlagenforschung und eines speziellen Forschungsauftrags an der Entwicklung und Weiterentwicklung eines technischen Produkts Anteil nehmen. Die Informationen fließen einerseits in die *Schnittstelle zwischen Konzeption und Prinzipmodell*, andererseits – in der Weiterentwicklung – in die *Iterationsschleife der Marktverankerung*. Somit kann Bionik nicht nur bei der Prinzipentwicklung, sondern – was mindestens ebenso wesentlich erscheint – bei der Detailänderung und Anpassung mithelfen. Insbesondere die Marktakzeptanz wird in Zukunft sehr stark davon abhängen, ob ein Gerät oder eine Verfahrensweise Mensch und Umwelt sehr viel stärker einbezieht, als das bisher der Fall ist. Das wird von Waschmitteln bis zu Autos, von Klebstoffen bis zu biochemischen Verfahrensweisen so sein.

Bionische Kenntnisse und Erkenntnisse werden in sehr absehbarer Zeit für die Marktverankerung fast ebenso wichtig werden wie die technologischen Grundkonzepte, gerade wegen dieser vom Käufer ausgehenden Akzeptanz-Problematik. Die Industrie hat sich darauf bereits eingestellt. Eigentümlicherweise erfährt das machtvolle Mittel der Bionik aber von Politik und Wirtschaft nur zögerlich die nötige Unterstützung: das Beharrungsvermögen des Eingefahrenen ist überall stark.

Wenn man näher darüber nachdenkt, finden sich eine Reihe von Grundprinzipien natürlicher Systeme,

die man wohl auch als **Grundelemente eines naturnahen Konstruierens** bezeichnen kann. (In einem auf Design im Sinne einer funktionellen Formgestaltung ausgerichteten Ansatz habe ich diese 1997, vielleicht ein wenig leichtfertig, als „Zehn Gebote bionischen Designs“ bezeichnet.) Ich will sie hier nur nennen, aus Platzgründen aber nicht mit Beispielen belegen.

Prinzip 1: Integrierte statt additiver Konstruktion

Prinzip 2: Optimierung des Ganzen statt Maximierung eines Einzelements

Prinzip 3: Multifunktionalität statt Monofunktionalität

Prinzip 4: Feinabstimmung gegenüber der Umwelt

Prinzip 5: Energieeinsparung statt Energieverschwendung

Prinzip 6: Direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie

Prinzip 7: Zeitliche Limitierung statt unnötiger Haltbarkeit

Prinzip 8: Totale Rezyklierung statt Abfallanhäufung

Prinzip 9: Vernetzung statt Linearität

Prinzip 10: Entwicklung im Versuchs-Irrtums-Prozess

2.4 Bionik – eine Lebenshaltung

Erweitert gesagt: *Bionik ist eine Lebenshaltung, die sich ethischen Leitlinien unterwirft.*

Vertieftes Wissen über die belebte Welt kann eine Lebenshaltung – des Praktikers, Wirtschaftlers, konstruierenden Ingenieurs, von uns allen – induzieren, die sich ethischen Randbedingungen unterwirft. Kurzgefasst eben: „Naturstudium verleiht Einsichten“.

Die zu erwartenden Einsichten bestimmen mit Sicherheit zumindest und zunächst die „konstruktive Lebenshaltung“ eines gestaltenden Ingenieurs.

Derartige Einsichten kommen aber nicht von selbst. *Ausbildung* muss lehren, das „konstruktive und systemerhaltende Potential“ der belebten Welt zur Kenntnis zu nehmen und aufzuschlüsseln.

Einsichten setzen sich auch nicht von selbst konstruktiv um. Dazu bedarf es eines *Interesses der Wirtschaft*, die in eine Grundorientierung münden sollte. Diese Grundorientierung muss allerdings in Einklang mit verbindlich eingebundenen *ethischen Leitlinien* stehen.

Es geht gar nicht so sehr um Konstruktion, Naturwissenschaft und Wirtschaft, wenn wir weiterkommen wollen. Vielmehr muss Ethik an der Basis eines Systemwandels stehen. Sie darf eben nicht nur a posteriori als ethisches Mäntelchen umgehängt werden. Auch darauf führt Nachdenken über Bionik. Der Aspekt wird an anderer Stelle näher beleuchtet (NACHTIGALL 2000).

3. Zusammenfassung und Ausblick

Bionik sollte richtig eingeschätzt werden. Die Grundaussagen, um es nochmals zusammenzufassen, sind:

- Bionik ist keine Heilslehre und keine Naturkopie.
- Bionik ist ein Werkzeug, das benutzt werden kann, aber nicht benutzt werden muss.
- Bionik ist kein allgemeiner Problemlöser, aber fallweise ein machtvolles Hilfsmittel.

Bionik favorisiert Höchsttechnologien – aber solche, die Mensch und Umwelt wirklich dienen. Das schließt low tech dort, wo anwendbar und sinnvoll, natürlich nicht aus. Gemeint ist nicht ein schwärmerisches Zurück-zur-Natur im Sinne von Rousseau. Vielmehr geht es um ein geduldiges Bemühen, *die drei Facetten „Mensch“, „Technik“ und „Umwelt“ zu einem möglichst nur positiv vernetzten Beziehungsgefüge zusammenzufassen.* Hierfür sind tausend Dinge einzubeziehen. Bionik betreiben bedeutet also auch geduldiges Erforschen, Vernetzen, Einflussnehmen und Weiterentwickeln.

Früher und zum Gutteil bis heute war Folgendes Realität:

Biologie und Technik sind nicht aufeinander bezogen, stellen sozusagen getrennte Hemisphären einer Kugel dar (Abb. 7a). Es waren keine oder kaum Querverbindungen erkennbar. Die technische Vorgehensweise ging von einem Problem aus, das es zu bearbeiten und einer technischen Lösung zuzuführen galt – technische Problemlösung lege artis der Ingenieurwissenschaften.

Mögliches zukünftiges Vorgehen fordert eine neue Realität, neue Querbeziehungen, die diese beiden scheinbar getrennten Welten besser und besser aneinanderkoppelt (Abb. 7b).

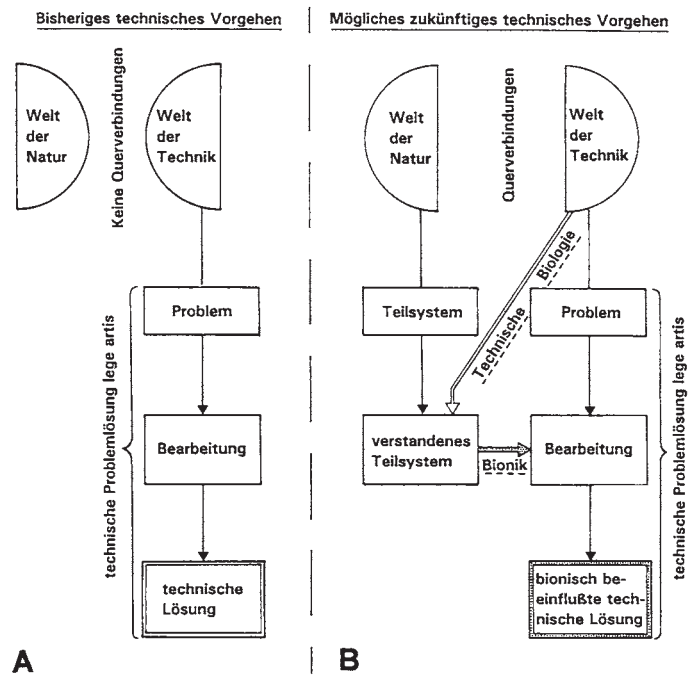
Die Welt der Technik kann helfen, die Welt der Natur besser zu verstehen, zu erforschen und zu beschreiben (Aspekte der „Technischen Biologie“). Der Biologe zerlegt die Natur ja in Teilsysteme, die es zu verstehen gilt. Technisches know how kann ihm hier in vielerlei Hinsicht ganz ausgezeichnete Hilfen geben. Wenn er sie nicht annimmt, begeht er eine Todsünde der naturwissenschaftlichen Forschung, nämlich bewussten Wissensverzicht.

Die konstruktive Welt der Technik wird sich durch die Biologie nicht ändern. Nach wie vor werden Probleme lege artis der ingenieurwissenschaftlichen Problemlösungsstrategien bearbeitet und einer Lösung zugeführt werden. Ergebnisse biologischer Forschung können aber über die Facette der Bionik dort eingebracht werden, wo es um technische Problembearbeitung geht.

Das Endprodukt wird stets ein technisches bleiben. Es gibt keine bionischen Produkte. *Das Endprodukt kann aber bionisch mitbeeinflusst, mitgestaltet sein.* Dies kann sich auf kleine Facetten beschränken, so

Abbildung 7

Interaktion biologisches Verstehen – technisches Gestalten. Bisheriges technisches Vorgehen (A) und mögliches zukünftiges technisches Vorgehen (B) (nach NACHTIGALL).



dass rasch vergessen wird, dass die Natur eigentlich Pate gestanden hatte. Auf der anderen Seite kann das Einbringen eines bionischen know how aber auch die Gesellschaft verändern und Ansätze für eine Überlebensstrategie der Menschheit geben.

4. Literatur

Angegeben ist neben einigen wichtigen klassischen und neueren zusammenfassenden Werken nur diejenige Literatur, auf die sich Text und Bildlegenden direkt beziehen.

ANONYMUS (1993):
Bionics symposium. Living proto-types, the key to new technology. Wadt technical report 60-600, 5,00 - März 1961 - 23-899. United States airforce Wright - Paterson Airforce Base, Ohio.

BARTHLOTT, W. & C. NEINHUIS (1997):
Purity of the sacred lotus or escape from contamination in biological surfaces. *Planta*, 202, 1-8.

BECHERT, D.W. & W.E. REIF (1985):
On the drag reduction of shark skin. AIAA-85-0546 report. AIAA conference, March 12-14, Boulder/Colorado.

HELMCKE, G. (1972):
Ein Beispiel für die praktische Anwendung der Analogieforschung. Mitt. Inst. leichte Flächentragwerke Univ. Stuttgart (IL), 4, 6-15.

LÜSCHER, M. (1955):
Der Sauerstoffverbrauch bei Termiten und die Ventilation des Nestes bei *Macrotermes nataliensis* (Haviland). *Acta Tropica* 12, 289-307.

MÜLLER, M. (1997):
Brauchen wir eine neue Moral? Beiträge zur philosophischen Anthropologie. Denk-Anstöße, Heft 8, Kath. Akad., Trier, Abt. Saarbrücken, Mainzer Str. 30, 66111 Saarbrücken.

NACHTIGALL, W. (1974):
Phantasie der Schöpfung. Faszinierende Entdeckung der Biologie und Biotechnik. Hoffmann und Campe, Hamburg.

Holländische Ausgabe (Fantasé van de schepping) Meulenhoff, Baarn 1976. Taschenbuchausgabe Heyne, München 1983. Französische, aktualisierte Ausgabe (unter Mitarbeit von A. Bourgrain-Dubourg und B. Kresling) *La nature réinventée*. Plon, Paris 1987.

——— (1997):
Vorbild Natur. Bionik – Design für funktionelles Gestalten. Springer, Berlin etc.

——— (1998):
Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieur und Naturwissenschaftler. Springer, Berlin etc.

NACHTIGALL, W. & K.G. BLÜCHEL (2000):
Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. DVA, München.

NACHTIGALL, W. & G. RUMMEL (1996):
Ventilation of termite nests, insulation principle of a polar bear's skin, ventilation through pores in buildings above ground. *Proceedings 4th European Conference on Solar Energy in Architecture and Urban Planning*, paper P 1.9, page 1-3.

TRIBUTSCH, H.; H. GOSLOWSKY, U. KÜPPERS & H. WETZEL (1990):
Light collection and solar sensing through the polar bear pelt. *Solar Energy Materials* 21, 219-236.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Werner Nachtigall
FB 13.4 Zoologie
Universität des Saarlandes und Gesellschaft für Technische Biologie und Bionik e.V.
Postfach 15 11 50
D-66041 Saarbrücken
Tel. 0681/302-2411
Fax 0681/302-6651
e-mail: W.Nachtigall@rz.uni-sb.de

Zum Titelbild:

Das Titelbild symbolisiert den Planeten Erde mit seiner Vielfalt an Pflanzen und Tieren und die besondere Stellung des Menschen. Als Homo sapiens ist es ihm gelungen, sich von zahlreichen lebenserschwerenden Zwängen der Natur zu befreien und sich eine eigene kostenintensive Welt zu schaffen. In wenigen hundert Jahren ist der Mensch vom physiologisch unbedeutenden Konsumenten zu einem globalen Manipulator geworden, durch welchen die Vielfalt des Lebens in erschreckendem Maße vermindert wird. Diese Entwicklung gefährdet die Erhaltung der uns seit Millionen von Jahren kostenlos zur Verfügung stehenden lebensfreundlichen Eigenschaften der natürlichen Umwelt.

(Titelbildmontage: H. O. Siebeck)

Die Veranstaltung und vorliegende Broschüre wurden mit Mitteln der Europäischen Union gefördert.

Laufener Seminarbeiträge 2/02

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175 - 0852

ISBN 3-931175-67-7

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Die mit dem Verfassernamen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Herausgeber wieder. Die Verfasser sind verantwortlich für die Richtigkeit der in ihren Beiträgen mitgeteilten Tatbestände.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der AutorInnen oder der Herausgeber unzulässig.

Schriftleitung: Dr. Notker Mallach (ANL, Ref. 12) in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Otto Siebeck

Satz: Christina Brüderl (ANL)

Farbseiten: Fa. Hans Bleicher, 83410 Laufen

Redaktionelle Betreuung: Dr. Notker Mallach (ANL)

Druck und Bindung: Lippl Druckservice, 84529 Tittmoning

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)