

Jana Morawetz

Bionik als Prinzip der Produktentwicklung

Anwendungsbeispiele und Umweltnutzen

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren

Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften I
Studiengang Betriebswirtschaftslehre

Diplomarbeit

**Bionik als Prinzip der Produktentwicklung -
Anwendungsbeispiele und Umweltnutzen**

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Kauffrau (FH)

vorgelegt von: Jana Morawetz

Berlin, 18. Januar 2007

Inhaltsverzeichnis

Darstellungsverzeichnis.....IV

AbkürzungsverzeichnisVI

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Zielstellung.....	2
1.3	Methodisches Vorgehen.....	2
2	Grundlagen bionischer Produktentwicklungen.....	4
2.1	Charakterisierung der Bionik.....	4
2.1.1	Begriff Bionik.....	4
2.1.2	Abgrenzung zu unabhängigen Analogien.....	5
2.1.3	Historische Entwicklung.....	7
2.1.4	Aktuelle Entwicklung in Deutschland	8
2.2	Phasen der Produktentwicklung	11
2.2.1	Einordnung in die Produktentstehung.....	11
2.2.2	Bionik als Kreativitätstechnik	13
2.2.3	Bionik in der Konzeptions- und Konstruktionsphase.....	15
2.3	Methodische Ansätze zur Übertragung in die Technik.....	22
2.3.1	Prinzip der Analogie-Bionik und Abstraktions-Bionik	22
2.3.2	Methodischer Ansatz nach Zerbst.....	23
2.3.3	Methodischer Ansatz nach Hill	24
2.3.4	Methodischer Ansatz nach Gramann	26
3	Beispiele für bionische Produktentwicklungen.....	29
3.1	Abgespreizte Federn in der Flugtechnik	29
3.2	Ameisen finden den optimalen Weg	30
3.3	Ameisenmodell der Arbeitszuweisung.....	33
3.4	Baum und Knochen – Vorlage für Konstruktionen.....	33
3.5	Bienenmodell der Arbeitszuweisung.....	35
3.6	Clownfischsubstanzen als Quallenschutz	35
3.7	Daumenfittich in der Flugtechnik.....	36
3.8	Delphine – Kommunikation unter Wasser.....	37
3.9	Dunkelkäfer – Wassergewinnung aus Nebel.....	39
3.10	Eisbärenfell als Isoliermaterial	39
3.11	Fledermaus-Echolotung als Sehhilfe für Blinde.....	41
3.12	Fliegenrüssel & Katzenszunge in einem neuen Staubsauger	42
3.13	Haihaut verringert den Strömungswiderstand	44
3.14	Haihaut verhindert Biofouling	46
3.15	Katzenpfote, Spinnennetze, Frösche und Reifen.....	46
3.16	Käfer sorgen für Haftung	47
3.17	Kiefernprachtkäfer als Brandmelder	49
3.18	Kletten inspirieren zum Klettverschluss	50
3.19	Kofferrisch – Vorlage für ein Auto	51

3.20	Lotusblume und die Selbstreinigung	52
3.21	Muscheln/Schnecken geben die Anleitung für Biokeramiken	54
3.22	Pfahlrohr - ein biegefestes Verbundmaterial	56
3.23	Pinguin - ein strömungsgünstiger Körper	57
3.24	Rattenzähne als Vorlage für Messer	59
3.25	Regenwurm und Spinnenbein zur Diagnostik	60
3.26	Sandfisch ohne Abrieb	61
3.27	Spinnenseide – vielseitiges Hochleistungsmaterial.....	61
3.28	Wabenform zur Leichtbauweise	63
3.29	Wasserjagdspinne – Vorlage für Luftbeschichtung	65
3.30	Wespen vergeben Prioritäten	66
4	Clustering der bionischen Beispiele.....	67
4.1	Vorgehen bei der Clustering	67
4.2	Cluster 1: Oberflächen	69
4.3	Cluster 2: Leichtbau und Stabilität	70
4.4	Cluster 3: Bewegen und Transportieren.....	71
4.5	Cluster 4: Materialien und Stoffe	73
4.6	Cluster 5: Wahrnehmung	74
4.7	Cluster 6: Organisation.....	76
4.8	Zusammenfassung	77
5	Umweltnutzen der Bionik	79
5.1	Herleitung des Begriffes Umweltnutzen.....	79
5.2	Orientierung an der Natur – kein Garant für Umweltnutzen.....	80
5.3	Umweltnutzen der Cluster	82
5.3.1	Cluster 1: Oberflächen	82
5.3.2	Cluster 2: Leichtbau und Stabilität.....	85
5.3.3	Cluster 3: Bewegen und Transportieren	86
5.3.4	Cluster 4: Materialien und Stoffe	87
5.3.5	Cluster 5: Wahrnehmung	89
5.3.6	Cluster 6: Organisation	90
5.4	Zusammenfassung	90
5.5	Kritische Würdigung	91
6	Zusammenfassung	93
	Anhangverzeichnis	97
	Anhang	98
	Quellenverzeichnis	104

Darstellungenverzeichnis

Darstellung 1: Holzbohrer der Riesenholzwespe und Bohrraspel	6
Darstellung 2: Fühlerputzapparat des Handkäfers und Klobürste	6
Darstellung 3: Eingeklapptes Fußstück beim Stutzkäfer und Taschenmesser	7
Darstellung 4: Produktenstehungsprozess	12
Darstellung 5: Auswahl von Kreativitätstechniken.....	13
Darstellung 6: Phasen der Produktentwicklung	16
Darstellung 7: Zusammenhang zwischen Hämatokrit und Fließvermögen.....	18
Darstellung 8: GreiffüÙe bei Adlern	19
Darstellung 9: Beziehungsschema der ökologischen Vernetzung eines Waldrandes.....	21
Darstellung 10 Schema einer bionischen Suchstrategie	24
Darstellung 11 Ordnungssystem für Kataloge biologischer Strukturen:.....	25
Darstellung 12 Bionischer Vorgehenszyklus	27
Darstellung 13 Abgespreizte Federn beim Geier	30
Darstellung 14 Boeing 737-700 mit Winglets	30
Darstellung 15: Clownfisch	36
Darstellung 16: Sonnen- und Quallenschutz	36
Darstellung 17: Vogelflügel	37
Darstellung 18: Tragfläche mit Vorflügel	37
Darstellung 19: Polyester-Wärmedämmstoff für kugelförmige Sonnenkollektoren	40
Darstellung 20: Blindstock UltraCane	42
Darstellung 21: Kanalstruktur des Fliegenrüßels, abgeleitete Modelle, Referenzmodell	43
Darstellung 22: Modell für Zahnanordnungen und Zahnformen.....	44
Darstellung 23: Prototyp der Staubsaugerdüse	44
Darstellung 24: Oberflächenstruktur des neuen Haftmaterials	48
Darstellung 25: Kabelbinder und extra starke Klett-Streifen	51
Darstellung 26: Kofferfisch	52
Darstellung 27: Mercedes-Benz Bionic-Car.....	52
Darstellung 28: Perlmutter.....	55
Darstellung 29: Mikroskopischer Aufbau des Perlmutts.....	55
Darstellung 30: Pfahlrohr	57
Darstellung 31: Technischer Pflanzenhalm	57
Darstellung 32: Schontrommel der Firma Miele.....	65

Darstellung 33: Übersicht der geclusterten Beispiele	77
--	----

Abkürzungsverzeichnis

BIOKON	Bionik-Kompetenz-Netz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CAO	Computer Aided Optimization
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DIN	Deutsches Institut für Normung
F&E	Forschung und Entwicklung
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FEM	Finiten Element Methode
i. d. R.	in der Regel
ISDN	Integrated Services Digital Network
Kap.	Kapitel
N ₂ O	Distickoxid
SKO	Soft Kill Option
SO ₂	Schwefeldioxid
TFH	Technische Fachhochschule
TRIZ	Teorija Reschenija Isobretatelskich Zadatsch
TU	Technische Universität
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WOIS	Widerspruchsorientierte Innovationsstrategie
WWF	World Wide Fund For Nature

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Viele große Unternehmen haben die Natur als Vorbild für die Lösungen technische Problemstellungen erkannt und bekennen sich auch dazu. Dies war allerdings nicht immer so. Viele Jahre wurde das Potential der Natur für Innovationen unterschätzt und sogar verpönt. Unternehmen erforschten somit stillschweigend den Ideenfundus der Tier- und Pflanzenwelt und vermieden es ihre Erfindungen mit Bionik in Verbindung zu bringen. Heute gehen die Firmen damit offener um und benutzen den Ursprung ihrer Innovation für Marketingzwecke. Allerdings bleiben dabei Daten wie Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, Entwicklungszeit, weitere Forschungsprojekte oder Umsatzzahlen weiterhin der Öffentlichkeit nicht zugänglich.

Eine bessere Einsicht in bionische Aktivitäten ist in der universitären Forschung möglich. Bestimmte Themenschwerpunkte für einzelne Forscherteams lassen sich über das Bionik-Kompetenz-Netz (BIOKON) ermitteln. Außerdem sind in Druckmedien, im Fernsehen und Radio sowie im Internet Berichte über deren Forschungsvorhaben, die aktuelle Situation oder Probleme bei bionischen Projekten zu finden.

Das Thema Bionik gewinnt zunehmend an Bekanntheit. Dennoch gibt es Unternehmen, die damit noch nicht in Berührung gekommen sind bzw. an dessen Anwendung nur wenig Interesse zeigen. Dies liegt vor allem an den mangelnden methodischen Ansätzen sowie der geringen Hilfestellung durch passende Instrumente, um die Phänomene der Natur in die Technik zu übertragen.

Des Weiteren sind die Erfolgsgeschichten von bionischen Entwicklungen rar gesät. Es gibt heute nur wenig marktreife Produkte, auch wenn die Vielzahl der Bionik-Fachbücher im ersten Moment einen anderen Eindruck vermitteln. Die Literatur zu diesem Thema betont die Erfolge dieser Wissenschaft immer wieder mit den gleichen Beispielen, wie mit der Lotusblume, der Haihaut und den Klettverschluss. Die Bionik-Bücher weisen aber ausgiebig auf das Potential der Natur hin, indem sie beeindruckende biologische Phänomene beschreiben, oft allerdings ohne Technikbezug.

Außerdem beschäftigen sich einige Autoren mit der Natur als Vorbild für technische Anwendungen und es wird bei der Übertragung der Biologie auf die Technik auf einen ökologischen Effekt gehofft. Allerdings besteht im Bereich des tatsächlichen Umweltnutzens von bionischen Aktivitäten eine Forschungslücke.

1.2 Zielstellung

Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, wie und in welchen Bereichen ein Unternehmen die Bionik nutzen kann, um Innovationen zu schaffen, die wiederum Wettbewerbsvorteile erzielen. Es wird versucht bestimmte Vorgehensweisen zur Übertragung von der Biologie in die Technik zu ermitteln.

Zudem soll dem Leser anhand einer Beispielsammlung gezeigt werden, wie umfangreich das Anwendungspotential der Bionik ist. Darüber hinaus ist es Ziel der Arbeit, durch das Clustern der bionischen Beispiele, das Hauptaugenmerk eines Unternehmens auf eine bestimmte Gruppe zu lenken, die für es das größte Potential darstellt.

Neben den Übertragungsmöglichkeiten und der Clusterung der Beispiele steht die Ermittlung des Umweltnutzens der einzelnen Cluster im Vordergrund. Es soll die Frage beantwortet werden, welcher Nutzen für die Umwelt sich aus den jeweiligen Gruppen ableiten lässt.

1.3 Methodisches Vorgehen

In diesem Werk werden zuerst, die in Kapitel zwei beschriebenen Grundlagen der bionischen Produktentwicklung erläutert. Dabei erfolgt neben einer Begriffsdefinition und einer Abgrenzung der Bionik zu unabhängigen Analogien, ein historischer Rückblick und die aktuelle Entwicklung in Deutschland. Im Anschluss daran steht die Eingliederung der Bionik in die Produktentwicklung bzw. Produktentstehung im Vordergrund. Weiterhin werden die unterschiedlichen Übertragungsprinzipien sowie die methodischen Ansätze zur Übertragung der Naturphänomene in die Technik dargestellt.

Das dritte Kapitel zeigt, welche (potentiellen) Anwendungen sich aus einer biologischen Vorlage entwickeln lassen. Dabei wird das Vorbild erläutert sowie deren technische Umsetzung. Die Beispiele für die bionische Produktentwicklung sind die Basis für die nachfolgende

Clusterung in Kapitel vier. Hierbei wird das biologische Vorbild das Kriterium für die Gruppierung sein.

Im nächsten Abschnitt dieser Arbeit wird der Umweltnutzen der Bionik erörtert. Dabei wird der Begriff Umweltnutzen hergeleitet sowie die Natur als Vorbild für ökologische Innovationen betrachtet. Aufgrund der Herleitung wird dann der Umweltnutzen der einzelnen Cluster bestimmt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Clusteranalyse zusammengefasst und kritisch beurteilt.

In Kapitel sechs erfolgt abschließend eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit.

2 Grundlagen bionischer Produktentwicklungen

Dieses Kapitel gliedert sich in die drei Unterpunkte Charakterisierung der Bionik, Phasen der Produktentwicklung und Methodische Ansätze zur Übertragung in die Technik. Im ersten Abschnitt werden zuerst die Entstehung und die Definition des Bionik-Begriffes dargestellt sowie eine Abgrenzung zu unabhängigen Analogien vorgenommen. Danach wird die historische Entwicklung betrachtet und auf den aktuellen Stand in Deutschland eingegangen. Im zweiten Unterpunkt wird deutlich, in welchen Phasen der Produktentwicklung die Bionik angewendet werden kann. Darüber hinaus kann Bionik auch als Kreativitätstechnik und somit im Produktentstehungsprozess vor der Produktentwicklung angewendet werden. Im nächsten Abschnitt werden zunächst zwei unterschiedliche Prinzipien der Übertragung von der Natur in die Technik dargestellt und abschließend methodische Ansätze verdeutlicht.

2.1 Charakterisierung der Bionik

Nach der Erläuterung des Begriffes Bionik wird gezeigt wie dieser Terminus entstand, welche Definition heute anerkannt ist und wie die Bionik sich von unabhängigen Analogien abgrenzt. Im Weiteren erfolgt ein geschichtlicher Rückblick unter Berücksichtigung der wichtigsten Bionikpioniere sowie abschließend ein Einblick in die Entwicklung der Wissenschaftsdisziplin in Deutschland.

2.1.1 Begriff Bionik

Obwohl sich schon seit mehreren Jahrhunderten Wissenschaftler mit der Natur als Vorbild für technische Umsetzungen beschäftigen, erhielt das Forschungsgebiet erstmalig von dem Botaniker Raoul Heinrich Francé (1874-1943), der sich intensiv mit den „Erfindungen der Natur beschäftigte“, einen Namen: „Biotechnik“. Allerdings wird dieser Begriff nicht mehr verwendet, da er sich zu sehr ähnelt mit der Bezeichnung des Wissenschaftsgebietes Biotechnologie. Der Ausdruck „Bionik“ wurde 1960 von dem US-amerikanischen Luftwaffenmajor Jack E. Steele auf einem Kongress in Dayton, Ohio geprägt. Allerdings ist unklar, wie es zu diesem Kunstwort kam bzw. aus welchen Wörtern es sich zusammensetzt.¹ In einigen Bionik Büchern wird behauptet, dass sich der Begriff aus der Anfangs- und Endsilbe von „Biologie“ und „Technik“ zusammensetzt. Dies ist allerdings nicht nachweisbar und funktioniert auch beim englischen „bionics“ nicht, da zwar „Biologie“ die gleiche Anfangsilbe hat wie „biolo-

¹ Vgl. Cerman/Barthlott/Nieder, Erfindungen der Natur, 2005, S. 9, 15.

gy“, aber die Endsilbe nicht von „technics“ sein kann, weil im Englischen der Begriff „Technik“ mit „technical science“ übersetzt wird.² Da der Kongress in Ohio sein Hauptaugenmerk auf Bio-Computer und Sensorik legte, wird vermutet, dass „bionics“ sich aus „biology“ und „electronics“ zusammenfügt. Dennoch wird heute die „Bionik“ als Abkürzung für „Biotechnik“ betrachtet.³

Im internationalen Sprachgebrauch hat sich allerdings nicht „bionics“ sondern „biomimetics“ vom griechischen „bios“ für Leben und „mimesis“ für Nachahmung durchgesetzt. Im deutschsprachigen Raum können Bionik und Biomimetik aber als synonym angesehen werden.⁴

Nach der Herkunft und Entstehung des Begriffes Bionik, bleibt nun noch zu klären, welche Bedeutung sich dahinter verbirgt. Die erste Definition gab Steele 1960 und verhalf so der Bionik zu einer eigenständigen Wissenschaftsdisziplin: „Die Bionik entwickelt Systeme, deren Funktion natürlichen Systemen nachgebildet ist, die natürlichen Systemen in charakteristischen Eigenschaften gleichen oder ihnen analog sind.“ Es folgten darauf weitere Begriffsbestimmungen, wobei die heute gültige und anerkannte auf ein deutsches Expertentreffen im VDI-Technologiezentrum im Jahr 1993 zurückgeht: „Bionik als Wissenschaft befasst sich systematisch mit der technischen Umsetzung und Anwendung von Konstruktionen, Verfahren und Entwicklungsprinzipien biologischer Systeme.“⁵

In den darauf folgenden Jahren wurde diese Definition allerdings noch erweitert, da sie doch sehr eng gefasst war. Der zusätzliche Satz schließt nun Bereiche wie beispielsweise Systemik, Selbstorganisation, Organisation sowie Interaktion mit ein und lautet wie folgt: „Dazu gehören auch Aspekte des Zusammenwirkens belebter und unbelebter Teile und Systeme sowie die wirtschaftlich-technische Anwendung biologischer Organisationskriterien.“⁶

2.1.2 Abgrenzung zu unabhängigen Analogien

Natur und Technik haben, bei gleicher Aufgabenstellung, unabhängig voneinander ähnliche Lösungsprinzipien entwickelt, allerdings auf einem anderen Entstehungsweg. Technische Ge-

² Vgl. Nachtigall, Bionik, 2002, S. 5f.

³ Vgl. Cerman/Barthlott/Nieder, Erfindungen der Natur, 2005, S. 15f.

⁴ Vgl. Kompetenznetz Biomimetik, Biomimetik oder Bionik?, o. J.

⁵ Vgl. Cerman/Barthlott/Nieder, Erfindungen der Natur, 2005, S. 16f.

⁶ Vgl. Nachtigall, Bionik, 2002, S. 3.