

Werner Nachtigall · Vorbild Natur

Springer

Berlin

Heidelberg

New York

Barcelona

Budapest

Hongkong

London

Mailand

Paris

Santa Clara

Singapur

Tokio

Werner Nachtigall

Vorbild Natur

Bionik-Design für funktionelles Gestalten

Mit 108 Abbildungen, davon 40 in Farbe



Springer

Professor Dr. Werner Nachtigall
Fachbereich 13, Fachrichtung Zoologie
Universität des Saarlandes
Postfach 15 11 50
66041 Saarbrücken

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Nachtigall, Werner:

Vorbild Natur: Bionik-Design für funktionelles Gestalten / Werner Nachtigall. – Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Budapest ; Hongkong ; London ; Mailand ; Paris ; Santa Clara ; Singapur ; Tokio : Springer, 1997

ISBN-13: 978-3-642-64592-1 e-ISBN-13: 978-3-642-60866-7

DOI: 10.1007/978-3-642-60866-7

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1997

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1997

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Layout/Satz/Datenkonvertierung: MEDIO, Berlin

Herstellung: Renate Schulte

SPIN: 10631219

51/3020-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Für Berni, Ine und Niccoló

Inhaltsverzeichnis

	1 Was bedeutet Bionik?	1
	Einige Begriffsdefinitionen vorab	1
	Technische Biologie und Bionik – zwei Seiten einer Medaille	2
	2 Naturanalyse und Naturübertragung haben eine lange Tradition	7
	Technische Biologie: J. A. Borelli (1608–1679)	7
	Bionik: Sir G. Cayley (1773–1857)	8
	Technische Biologie und Bionik: Leonardo da Vinci (1452–1519)	9
	Ansätze des frühen 20. Jahrhunderts: Raoul H. Francé, Alf Gießler	9
	3 Am Anfang steht der analoge Vergleich	11
	Grashalm und Fernsehturm	11
	Mikromorphologie	14
	Die ungeheure Vielfalt “ähnlicher” biologischer Konstruktionen	20
	4 Zehn Grundprinzipien natürlicher Konstruktionen – „10 Gebote“ bionischen Designs	21
	Prinzip 1: Integrierte statt additiver Konstruktion	22
	Prinzip 2: Optimierung des Ganzen statt Maximierung eines Einzelements	23
	Prinzip 3. Multifunktionalität statt Monofunktionalität	24
	Prinzip 4: Feinabstimmung gegenüber der Umwelt	26
	Prinzip 5: Energieeinsparung statt Energieverschleuderung	26

Prinzip 6: Direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie	27
Prinzip 7: Zeitliche Limitierung statt unnötiger Haltbarkeit	31
Prinzip 8: Totale Rezyklierung statt Abfallanhäufung	32
Prinzip 9: Vernetzung statt Linearität	33
Prinzip 10: Entwicklung im Versuchs-Irrtums-Prozeß	33


5 Zur Praxis bionischen Übertragens von Naturerkenntnissen in die Technik	35
Problemkreis Interdisziplinarität	35
Problemkreis Fortschritt und Rückgriff	37
Problemkreis Forschung und Anwendung	42
Problemkreis Innovation	45

6 Bionikdesign in Stichworten	47
Lösungen	47
Probleme	50
Analogien	54
Ansatzmöglichkeiten	57

7 Form und Funktion	59
Abstimmungen	59
Was ist gutes Design?	60
Kann man von einem „biologischen Design“ sprechen?	61
Lassen sich „biologisches“ und „technisches“ Design sinnvoll in Beziehung setzen?	62
Bestes Design bedeutet optimales Design	62
Läßt sich die „Güte“ eines Designs messen?	63
Wann ist ein Design „schön“?	64

8 Einige Grundaspekte bionischen Designs – etwas detaillierter erläutert	65
Konstruktionselemente in Biologie und Technik sind oft funktionell ähnlich, der Form nach jedoch unterschiedlich	65
Biologische Materialien haben interessante funktionelle Besonderheiten	74
Biologische Bauten können Vorbildcharakter haben	80

Künstlerische Gestaltung und Naturvorbild	86
Bionisches Design in Sensorik und Robotik	87
Kann der Fahrzeugdesigner von der Natur lernen?	88
Kann Naturdesign einen Weg aus der Energiemisere weisen?	97
Molekulares Design	102
Auch Biomedizinische Technik bewegt sich auf das Niveau biologischer Moleküle zu	103



9 Selbst die Prinzipien der biologischen Evolution und Ontogenese lassen sich auf die Technik übertragen	105
Evolutionsstrategie: Lösungen auch ohne Theorien	105
Technisches Bauteiledesign nach dem Vorbild Baum	107



10 Bionikdesign in Ausbildung und Öffentlichkeit	111
Erfahrungen in der Schule	111
Ausbildung an Hochschulen	113
Öffentlichkeitsarbeit	115



11 Zusammenarbeit Forschung – Anwendung	117
Beispiel für die Entwicklung eines Konzepts	117
Designwerkstätten	120
Vorgehensweisen	127

Literatur	139
------------------------	-----

Anhang	147
Abbildungsnachweise	147
Anmerkungen	149

Sachverzeichnis	153
------------------------------	-----

Farbtafeln	F1–F16
Kurzerläuterungen zu den Farbtafeln	F17–F20

Vorwort

Wie kommen wir aus dem derzeitigen Technologietal heraus? Hand aufs Herz: Moderne Technik ist faszinierend, nützt aber häufig weder Mensch noch Umwelt in angemessener Weise. Angemessen: Das wäre zu spiegeln an der kreativen Kapazität, die in den Gehirnen unserer Ingenieure steckt. Hier hapert es aber schon in der Ausbildung. Eine Technik, die auf Maximierung von Einzelementen setzt, nicht auf Optimierung gesamter Systeme, ist vom Prinzip her verfehlt. Der Weg „Zurück zur Natur“ im Rousseauschen Sinn ist uns aber verwehrt. Was bleibt?

Ich meine, den Weg aus dem derzeitigen Technologietal weist uns nicht Naturschwärmerei, sondern – so widerspruchsvoll es im ersten Augenblick klingen mag – nur eine Höchsttechnologie. Diese allerdings darf sich nicht am Machbaren oder an kurzfristigen finanziellen Vorteilen ausrichten, sondern muß das umsetzen, was der Mensch braucht und was der Umwelt dient. Diese Anforderungen aber sind so komplex und widersprüchlich, daß es aller Anstrengungen bedarf, die Technologien der Zukunft so auszurichten und aufeinander abzustimmen, daß sie insgesamt systemerhaltend wirken, nicht systemzerstörend. Basis dafür muß freilich politischer Wille sein.

Die Strukturen, Funktionen und Strategien der Natur könnten ein gutes Vorbild für solche technologischen Zukunftsaspekte liefern. Dies kann aber nicht durch „Naturkopie“ geschehen – das wäre Scharlatanerie. Man sollte vielmehr das ungeheure Potential

der „Erfindungen der Natur“ durchforsten, erforschen, technisch umsetzen und damit der Menschheit nutzbar machen. Das Design unserer künftigen technischen Gebilde – und damit meine ich einen inneren und äußeren strukturellen und funktionellen Zusammenhalt – könnte dann mehr und mehr bionisch ausgerichtet werden. Dies sollte dort geschehen, wo es sinnvoll ist. Und es gibt eine ungeheure Menge an technologischen Facetten, bei denen eine Natúrausrichtung sinnvoll ist. Einige Ansätze und Beispiele stellt dieses Buch vor. Es geht hier nicht um eine Zusammenstellung übertragbarer oder bereits übertragener Vorbilder – dies wäre eine Thematik für ein „Lehrbuch der Bionik“, wie es im Frühjahr 1998 im gleichen Verlag erscheinen wird. Es sollen vielmehr an Hand einfacher und einführender Beispiele die Übertragbarkeiten abgeklopft werden (Anmerkung 1, s. Anhang). Daran wird rasch deutlich, daß Bionik weder ein Allheilmittel ist noch sektiererisches Festhalten an Glaubenssätzen meint. Bionik ist vielmehr ein Werkzeug. Wie jedes Werkzeug kann man es sinnvoll oder sinnlos benutzen oder auch im Schrank stehen lassen.

Ich meine allerdings, man sollte die Natur sehr viel ernsthafter und detaillierter auf Übertragungsmöglichkeiten abklopfen, als das bisher getan worden ist. Bionikdesign könnte sich dann zu einem gewichtigen Ansatz entwickeln für eine Technik, die dem Menschen wirklich dienlich ist.

Mein Dank gilt Frau A. Gardezi und Frau I. Schwarz für die Hilfe bei der Bild- und Textgestaltung, den Bildautoren für die Erteilung der Abdruckgenehmigungen sowie Frau I. Wittig und anderen Mitarbeitern des Springer-Verlags für die vertrauensvolle Zusammenarbeit

Saarbrücken, im Frühjahr 1997
Werner Nachtigall