

Werner Nachtigall

Bionik

**Grundlagen und Beispiele
für Ingenieure
und Naturwissenschaftler**

Mit 250 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	XIII		
A Allgemeine Aspekte:			
Historisches, Gliederung, Vorgehensweise ...	1	3 Biologie und Technik: Wie sich Querbeziehungen entwickelt haben	29
1 Bionik – was ist das?	3	3.1 Allgemeines	31
1.1 Begriffsbildung	5	3.2 Beispielgruppen für die Anfangsentwicklung der Technischen Biologie und Bionik ...	31
1.2 Begriffskennzeichnung	5	3.3 Beispielgruppen für die Entwicklung der Technischen Biologie und Bionik in den letzten Jahrzehnten	36
1.3 Herkunft des Begriffs „Bionik (bionics)“ ...	6	3.4 Literatur	41
1.4 Technische Biologie und Bionik als Antipoden	7		
1.5 Technische Biologie und Bionik als integrative Disziplinen mit sich ergänzenden Aufgabenstellungen	8	4 Aktivitäten im Bionikbereich	43
1.6 Wurzeln und Chancen der technisch-biologischen/bionischen Strategien	8	4.1 Forschung (Beispiele)	45
1.7 Unterdisziplinen der Bionik	9	4.2 Architektur	46
1.8 Suche nach dem Optimum	10	4.3 Design	47
1.9 Bionik als Analogieforschung	14	4.4 Bücher	47
1.10 Bionik als Kreativitätstraining	14	4.5 Zeitschriftenartikel	49
1.11 Bionik – Was ist das?	15	4.6 Ausstellungen	50
1.12 Literatur	15	4.7 Messen und Zentren	51
2 Teilgebiete der Bionik:		4.8 Filme	52
Kurzcharakterisierung und Beispiele	17	4.9 Wettbewerbe	52
2.1 Historisches	19	4.10 Gesellschaften	52
2.2 Strukturbionik	19	4.11 Tagungen und Kongresse	53
2.3 Baubionik	20	4.12 Werbung	54
2.4 Klimabionik	20	4.13 Bionik-Studiengänge	54
2.5 Konstruktionsbionik	21	4.14 Industrieaufträge im Bionik-Bereich	54
2.6 Bewegungsbionik	22	4.15 Literatur	55
2.7 Gerätebionik	22		
2.8 Anthropobionik	23		
2.9 Sensorbionik	24	5 In welcher Weise kann Bionik zukünftig die Technik beeinflussen?	57
2.10 Neurobionik	24	5.1 Lernen von der Natur?	59
2.11 Verfahrensbionik	25	5.2 Keine Blaupausen für die Technik	59
2.12 Evolutionsbionik	25	5.3 Technische Biologie als Basiswissenschaft ...	59
2.13 Ausblick	26	5.4 Bionik als weiterführende Disziplin	60
2.14 Literatur	26	5.5 Bionik ist etwas anderes als Naturkopie	60
		5.6 Anregungen durch Bionik	60
		5.7 Technikbestimmende Verfahrensbionik	61

5.8	Zusammenspiel Technischer Biologie – Bionik – Technik	61
5.9	Analogieforschung steht am Anfang	61
5.10	Wege aus der „Steinzeittechnologie“	62
5.11	Biostrategie als Überlebenstrategie	62
5.12	Literatur	63
B	Spezielle Aspekte: Fragestellungen, Fallbeispiele, Sichtweisen ...	65
6	Historisches und Programmatisches	67
6.1	Zwei historische Patente – Eines davon hat die Welt verändert	69
6.2	Historische Kette: Konzepte für Schiffsvortriebe u.a. nach dem Prinzip der Fisch-Schwanzflosse	71
6.3	Programmatische Kette: Qualitative Analogieforschung - biologische Morphe und technische Struktur	77
6.4	Bionik-Design - Sichtweisen und Vorbilder ..	83
6.5	Sind „Vorbilder aus der Natur“ patent-schädigend? – Patentrechtliche Wertung von Bionik-Erfundenen	84
7	Materialien und Strukturen	87
7.1	Verpackungen in der Natur – Überblick über ein Ideenreservoir für die Technik	89
7.2	Selbstreinigende pflanzliche Oberflächen – Schmutzabweisende Beschichtung	94
7.3	Rifenstrukturen bei Haischuppen – Widerstandsverminderung durch Riblets ...	100
7.4	Hochwachsende Gräser als Vorbilder – Technische Kompositmaterialien und langgestreckte Strukturen	107
7.5	„Intelligente“, sich selbst reparierende und andere unkonventionelle Materialien – Eine kleine Übersicht	110
8	Konstruktionen und Geräte	113
8.1	Biomechanische Mikrosysteme – Vergleichende Analyse und Technologiepotential ihrer Funktionselemente und Elementarfunktionen	115
8.2	Schlagflügelantrieb bei Fliegen – Naturvorbild als Basis für ein Insekten-Flugmodell	119
8.3	Ein Ausstülpungsschlauch für medizinische Katheder und andere Zwecke – Mechanismen bei Würmern und Polypen als Vorbild	126
8.4	Strömungseffekte der „Schwertfisch-Nase“ – Modifikationsvorschläge zur Flugzeug-optimierung	128
8.5	Spiegeloptik im Krebsauge – Vorbild für Röntgenteleskope und -kollimatoren	131
9	Bau und Klimatisierung	139
9.1	Wiedereinbindung des Baukörpers in natürliches Umfeld und natürliche Kreisläufe – Brückenschlag zwischen Bionik und Architektur	141
9.2	Das Eisbärfell - Solarbetriebene Wärme-pumpe und Transparentes Isolationsmaterial („TIM“)	147
9.3	Anwendung des Eisbärfell- und Termitenbau-prinzips im Sinne einer Kombination von TIM und Porenlüftung	150
9.4	Die Einbeziehung der Natur nutzt der Bauökonomie, behindern dabei aber nicht eine klare architektonische Formensprache	153
9.5	Bauformen der Natur und analoge Konzepte – Technische Biologie und Bionik von Bau- und Tragekonstruktionen	155
10	Robotik und Lokomotion	165
10.1	Laufmaschinen – Designhilfen aus dem Bereich der Natur	167
10.2	Ein insektenanaloger Laufroboter – Der Stabheuschreckengang, technisch aufgegriffen	170
10.3	Elastizitäten bei Roboterarmen – Aus der Not eine Tugend machen	174
10.4	Eselspinguin und Kofferfisch – Dicke Unterwasserkörper mit Anregungs-potential für technische Rumpfformen	177
10.5	Schlagflossenboote und „künstliche Fische“ – Übertragungen von Fischflosse und Fischdesign	181
11	Sensoren und neurale Steuerung	187
11.1	Vom Fliegenauge zur Roboter-Orientierung – Bionik der Signalverarbeitung	189
11.2	Bewegungssteuerung und Bewegungslernen in der Biologie – Unkonventionelle Vorbilder für technische Anwendung	193
11.3	Neuronale Netze – Beispiele für Muster-erkennung und Bewegungssteuerung	199
11.4	Koppelung von Mikroorganismen mit Meßelektroden – Mikrobielle Biosensoren ...	204

11.5 Koppelung biologischer Systeme mit technischen Geräten – Ein Sensorsystem zur Messung extrem geringer Stoffkonzentrationen	205
12 Anthropo- und biomedizinische Technik ...	209
12.1 Menschen an Maschinen - Maschinen im Menschen	211
12.2 Schwingungsdynamik der Gehörknöchelchen – Biomechanische Anpassung eines Mittelohrimplatats	214
☒ 12.3 Radfahrer und Rad – Ein biomechanisch abgestimmtes Funktionspaar	216
☒ 12.4 Anwachsen biologischen Gewebes auf technischem Substrat - Mechanische und informationsübertragende Verkopplungen	218
12.5 Interaktion des Organismus mit Wellen – Nutzung von Licht zur Einkopplung von Mikrowellen	221
13 Verfahren und Abläufe ...	225
13.1 Molekulare solare Energiesysteme – Mechanismen und Umsetzungspotential	227
13.2 Artifizielle Photosynthese – Beiträge zur molekularen Sonnenenergiekonversion	233
13.3 Makroskopische solarbetriebene Energiesysteme – Möglichkeiten und Anwendungspotential	237
13.4 Wasserstoffproduktion durch Artifizielle Algen-Bakterien-Symbiose („ABRAS“)	240
13.5 Algenkonverter - Fluidreinigung, Nahrungsmittel- und Wertstoffproduktion in einem System	242
14 Evolution und Optimierung ...	245
14.1 Evolutionsprinzipien und Stufen der Imitation biologischer Evolutionsprozesse ...	247
14.2 „Mechanik“ des evolutionsstrategischen Bergsteigens	253
14.3 Evolutive Systemoptimierung – Naturstrategien zum Nutzen von Technik und Wirtschaft	257
14.4 Adaptives Wachstum – Nach dem Vorbild der Bäume konstruieren	258
14.5 CAO-optimierte Autobauteile – Weniger Material- und Energieverbrauch bei gleicher Stabilität	268
15 Systemik und Organisation ...	271
15.1 Selbstorganisation – Ein Naturprinzip und seine sozioökonomische Anwendung	273
15.2 Biologische Verpackungsstrategien – Entwicklung umweltökonomischer Verpackungen	276
15.3 Funktionshilfe bei komplexen Wirtschaftssystemen – Analogien können dem Management Impulse geben	282
15.4 Bereichsüberschreitungen erster Art – Anregungen aus der Biologie können in andere Funktionsbereiche hineinwirken ...	285
15.5 Bereichsüberschreitungen zweiter Art – Verklemmern von Einzelfächern	289
16 Konzeptuelles und Zusammenfassendes ...	291
16.1 Bionik als technische und wirtschaftliche Herausforderung - Was nicht gegen Naturgesetze verstößt ist prinzipiell machbar	293
16.2 Bionik als Betrachtungsaspekt – Eine fächerübergreifende kybernetische Sichtweise ...	294
16.3 Bionik als Kreativitätstraining – Die Vielfalt biologischer Lösungsmöglichkeiten regt die kreative Phantasie an	297
16.4 Bionik als Ansporn für vernetztes Denken – Auf dem Weg zu einer zukunftsorientierten Bildung	298
☒ 16.5 Bionik als Teil einer Überlebensstrategie – Vom Ökosystem zum Wirtschaftssystem ...	302
Namenverzeichnis	309
Sachverzeichnis	311
Tier- und Pflanzennamen	319