

Werner Nachtigall

Biologisches Design

**Systematischer Katalog
für Bionisches Gestalten**

Unter Mitarbeit von Alfred Wisser

Mit 1771 Abbildungen

 Springer

Inhalt zu Teil I

I VERBINDUNGEN UND VERANKERUNGEN			
1 Verkopplungen			
Verkopplungen zwischen Teilen eines Tieres	1		
Verklammerungen und Verkopplungen zwischen Tier und Tier	1		
Verkopplungen zwischen Teilen von Organismen	5		
Verhakungen und Verkopplungen zwischen Pflanze und Pflanze	8		
Statistische Verhakung zwischen Pflanze und Tier	9		
Spreiz- und Verankerungsmechanismen	10		
Klemm-Mechanismen	13		
Kufengesperre	13		
Saugeinrichtungen	14		
Einzel-saugnäpfe	15		
Doppelsaugnäpfe	15		
Vierfachsaugnäpfe	29		
Vielfachsaugnäpfe und Saugplatten	31		
Nutzung von Saugnäpfen bei der Ortsbewegung	32		
Nutzung von Saugmechanismen für die Partikel- und Fluidaufnahme	34		
Saugröhrchen	44		
Adhäsion	46		
Einfache Adhäsionsflächen	47		
Zusammengesetzte Adhäsionsstrukturen	47		
Biologische Mikro-Tribologie	49		
Insektenfüße	50		
Geckfüße	51		
Das Schlüssel-Schloss-Prinzip	52		
Libellen	53		
Mücken	53		
Kupplungen und Andock-Mechanismen	56		
Kopulationsorgane bei Zuckmücken	57		
Analogie: Schuko-Steckkontakt	58		
Analogie: Automatik-Kupplung	63		
Verwurzeln	64		
Verankerungselemente	64		
Verweben	65		
Webervogeltyp	65		
Beutelmeisentyp			
Verwickeln			
10 Druckknöpfe und „Reißverschlüsse“			
Druckknöpfe			
„Reißverschlüsse“			
11 Klemmen			
Zweiteilklemmen			
Einteilklemmen			
Klappsicherungen			
Klemmapparate bei Käfern			
Spreizklemmung			
Umgreifen			
12 Scheren			
Scherenprinzip			
Klemmscheren			
13 Falze			
Gehäuseplatten-Verfälschung			
Verfälschung von Chitinteilen			
14 Reinigen			
Flachbürsten			
Rundbürsten			
II GELENKUNGEN UND HEBELEINRICHTUNGEN			
15 Gelenke			
Scharniergelenke			
Kugelgelenke			
16 Hebel			
Zweiseitige Hebel			
Einseitige Hebel			
17 Gelenkketten			
Geschlossene Gelenkketten			
Offene (räumliche) Gelenkketten			
Parallelführungen			
Sechsgelenkketten und andere			
III SCHMIERUNG UND SCHMIERSTOFFE			
18 Gelenkschmierstoffe			
Hyaluronsäuren			
Vergleichsgraphiken			
19 Biomaterial „Knorpel“			108
Funktioneller Bau			108
Zeitabhängigkeit der Belastung			109
IV KLEBEVERBINDUNGEN UND KLEBSTOFFE			
20 Klebungen in der Natur			110

XIV Inhalt zu Teil I

Prinzipien	110	Pflanzenreich	162
Klebstypen	111	Beispiele aus dem Tierreich	163
21 Klebstoffe in der Natur	113	31 Hygroskopische- und	
Eignungen	113	Oberflächeneffekte	164
Besonderheiten	114	Hygroskopische Mechanismen	154
		Oberflächeneffekte	168
V MATERIALANORDNUNG UND		Vm PUMPEN UND	
LEICHTBAU	116	FLÜSSIGKEITSFÖRDERUNG	169
22 Minimalstrukturen	116	32 Pumpen	169
Versteifungen	119	Speichelpumpen	170
Radiärsymmetrische		Herzen	171
„Hochbauten“	121	33 Gefäße	173
Ausformungen	123	Arterien und Venen	173
23 Reihungsoptimale		Pflanzliche Leitungsgefäße	175
Materialanordnung	126		
Bienenwaben: Aufbau	126	IX UMSTRÖMUNG UND	
Bienenwaben: Minimalformen?	127	STRÖMUNGS-	
24 Fachwerke und Schalen	128	BEEINFLUSSUNG	176
Trajektorielle Fachwerke	128	34 Strömungsgünstige	
Versteifte Membran-		Körperformen	176
konstruktionen	131	Fische, Delphine	176
Schalenkonstruktionen	133	Vögel	178
25 Mehrkomponenten-		Wasserkäfer	179
Konstruktionen	136	35 Schub- und Huberzeuger	181
Sandwichbauweise	136	Ruder	181
Feinbau und Faserrichtung	139	Tragflügel	184
Zweikomponentenwerkstoffe:		Schlagflügel	185
Beispiel Seeigelzähne	142	36 Passive Flugbewegung	189
Elastische Aufhängung:		Gleiter	189
Beispiel Wirbeltierzähne	150	Fallschirme	190
		37 Strömungsbeeinflussung	191
VI ANTRIEBS- UND		Delphinhaut	191
BEWEGUNGSMECHANISMEN	151	Eulenfeder	192
26 Bewegungsantriebe	151	38 Nutzung von Strömungskräften	194
Direkte Antriebe	151	Bernoulli-Effekt	194
Indirekte Antriebe	152	Staudruck-Effekt	196
27 Springmechaniken	153		
Katapultmechanismen	153	X PLATZ- UND	
Klickmechanismen	154	EXPLOSIONSMECHANISMEN	197
28 Laufmechaniken	156	39 Im Pflanzenreich	197
Beine	156	Pillenwerfer und Spritzgurke	197
Fußsohlen	157	Springkraut-Früchte	198
		Farnsporangien	199
VII HYDRAULIK UND		40 Im Tierreich	200
PNEUMATIK	158	Durchschlagskapseln	200
29 Das Pneu-Konzept	159	Bombardierkäfer	201
Einfachpneus	160	Pistolenkrebs	202
Mehrfachpneus	160		
Wandelbare Pneus	161	XI ZERKLEINERUNGS- UND	
30 Hydraulische		SCHNEIDGERÄTE	203
Bewegungsmechanismen	162	41 Kauapparate	203
Beispiele aus dem		Kaukiefer	203

Kaumägen	204	54 Maulgreifer	229
42 Schneideapparate	204	Gebisse	229
Schneidstichel	205	Wurm-Mundöffnungen	231
Sägeblätter	205	Hakenkränze	231
43 Schab- und Raspeleinrichtungen	206	XVI BAUTEN UND BEHAUSUNGEN	
Schneckenradula	206	55 Köcher	232
Neunaugen und Schleimfische	206	Köcherfliegen	232
XH NETZ- UND FANGKONSTRUKTIONEN	208	Sackträger	233
44 Netze	208	56 Etagenbauten	233
Spinnennetze	208	Wespen	233
Insektenlarven-Netze	209	Hornissen	234
45 Fangmechanismen	210	57 Grab- und Linienbauten	235
Lassos	210	Solitärbienen	235
Schlagfallennetze	210	Linienester	236
XfIIWEHR UND PANZERUNG	211	58 Packungen	236
46 Panzer	211	Wabenpackungen	236
Hüllen	211	Fibonacci-Spiralen	237
Kugelpanzer	212	Spaltfrucht-Packungen und Ähnliches	238
Variable Panzerung	213	ANHÄNGE	240
Schilde	214	59 Literatur	241
47 Schalen	214	60 Abbildungsnachweis	250
Bei Pflanzen	215	61 Kurzindex zu Teil I	253
Bei Tieren	216		
XIV EINDRING- UND STECHAPPARATE	216		
48 Legebohrer	217		
Pflanzenwespen	217		
Heuschrecken	217		
49 Stechborsten	218		
Wanzen	218		
Blattläuse	219		
50 Giftspritzen	220		
Giftklauen	220		
Giftzähne	220		
XV SCHNAPP- UND GREIFKONSTRUKTIONEN	222		
51 Extremspreizungen	222		
Eierschlange	222		
Nachtschwalbe	223		
52 Schnäpper	224		
Schnappschildkröte	224		
Anglerfisch	225		
Schnappkieferameise	225		
53 Greifklauen	226		
Raubbeine	226		
Greiffüße	228		
Hinterleibsanhänge	229		