

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort **V**

Vorwort **IX**

1 Einleitung **1**

2 Netzwerk Verpackung **3**

2.1 Verpackungen in Natur und Technik 4

2.1.1 Struktur–Form–Systemik – Vernetzte Aktionsfelder für nachhaltige Verpackungen der Natur 4

2.1.2 Produkt und Menge – Leitbegriffe für ökonomische Verpackungen der Technik 6

2.2 Verpackung und Lebensraum 8

2.2.1 In lokaler Umgebung perfekt angepaßte Naturverpackungen 8

2.2.2 Weltweit wirtschaftlich zweckorientierte Technikverpackungen 9

2.2.3 Schlußfolgerung 10

2.3 Das Fertigungsprodukt Verpackung 11

2.3.1 Leistungsfähige Materialien höchster Wirkungsgrade bei biologischen Verpackungen 12

2.3.2 Materialverarbeitung technischer Verpackungen im Umfeld künstlicher Stoffverbünde 14

2.3.3 Fügen durch adhäsive Klebtechniken bei biologischen Verpackungen und ihr technischer Nutzen 16

2.3.3.1 Grundbausteine biologischer Klebstoffe 16

2.3.3.2 Seepocken (*Balanus nubilis*) 17

2.3.3.3 Orchideen (*Orchidaceae*) 18

2.3.3.4 Termiten (*Nasutitermes*) 19

2.3.4 Fügen durch adhäsives Kleben bei technischen Verpackungen 21

2.3.4.1 Klebstoffe für technische Verpackungen 21

2.3.4.2 Verpackungstechnische Anwendungen für Klebstoffe unter besonderer Berücksichtigung der Wiederverwertung 24

2.3.4.3 Einflüsse auf das Klebstoff-Anforderungsprofil und Packstoffeignung 26

2.4 Verpackung und Packgut 26

2.4.1	Naturverpackung und Naturpackgut aus einem Guß	26
2.4.2	Verpackung und Packgut in der Technik – getrennte Entwicklung und gemeinsame Nutzung	28
2.5	Verpackung und Optimierung	30
2.5.1	Was bedeutet Optimieren?	30
2.5.2	Wie optimiert die Natur?	33
2.5.2.1	Evolutionäre Algorithmen nutzen die Optimierungsstrategie der Natur	34
2.5.3	Wie optimiert die Natur Verpackungen?	35
2.5.4	Wie optimiert die Technik Verpackungen?	37
2.6	Verpackung und Transport	39
2.6.1	Kleinräumiges Wirkungsfeld zur Erhaltung der Art	39
2.6.2	Weltweite Transporte im wirtschaftlichen Wettbewerb	40
2.7	Verpackung und Umwelt	42
2.7.1	Naturverpackungen in der Umwelt – ökonomisch und ökologisch zugleich	42
2.7.2	Technische Verpackung – Umwelt – Verpackungsabfall	43
2.8	Mensch und Verpackung	52
2.8.1	Suggestive Kaufreize durch manipulierte Verpackungen	56
2.8.2	Einzelhaushalte und die Summe kleiner Verpackungen	58
2.8.3	Zauberwort »Convenience«	59
2.9	Netzwerk Verpackung – wo ist der Anfang und wo ist das Ende?	61
3	Grenzfläche Verpackung: Schlüsselement für Lebensprozesse	63
4	Verpacktes Leben – Verpackungsbeispiele aus der Natur	65
4.1	Verpackungsstrategien und Verpackungsmaterialien	65
4.1.1	Strategien für Verpackungshüllen	65
4.1.2	Die Materialien tierischer und pflanzlicher Verpackungshüllen	68
4.1.3	Farbige Verpackungen ohne Farbstoffe	73
4.1.4	Faltbare Strukturen	74
4.1.5	Verpackungen als Form- und Farbanpassungen	76
4.1.6	Multifunktionelle Verpackungen	78
4.1.7	Verpackungen die für den Verbraucher leicht zu handhaben sind	80
4.1.8	Minimierte Verpackungen	82
4.1.9	Wehrhafte Verpackungen	82
4.1.10	Öffnungs- und Schließtechniken	83
4.1.11	Rezyklierte Materialien für Verpackungen	85
4.1.12	Selbstregelnde Verpackungen	87
4.1.13	Anhaftende Verpackungen	88
4.1.14	Genießbare Verpackungen	91
4.2	Mechanisch und strukturell optimierte Verpackungen	93
4.2.1	Platzoptimierte Verpackungen	93
4.2.2	Faserverstärkte Hüllen und dichte Packungen	96
4.2.3	Klarsichtshüllen	97

4.2.4	Stoßgesicherte Verpackungen	97
4.2.5	Geformte Verpackungen	99
4.2.6	Druck-, stoß- und biegefeste Verpackungen	101
4.2.7	Dynamisch mitwachsende Kalkverpackungen	103
4.3	Wetter- und umweltoptimierte Verpackungen	104
4.3.1	Rinden: wetterfeste Verpackungen	104
4.3.2	Wachsschichten gegen Wetter, Feuchtigkeit und Licht	107
4.3.3	Verpackungen gegen Flugsand	108
4.3.4	Staubabweisende Hüllen	110
4.3.5	Anti-Schimmel-Strategien bei Verpackungen	112
4.3.6	Schaumstoffverpackungen	112
4.3.7	Verpacktes Leben – Die Haut	113
4.3.8	Vor UV-Licht schützende Verpackungen	115
4.4	Energieoptimierte Verpackungen	116
4.4.1	Energieoptimierte Hüllen	116
4.4.2	Lehmverpackungen	121
4.4.3	Reflektierende Hüllen	122
4.4.4	Durchscheinende, wärmeisolierende Hüllen	123
4.4.5	Kühlende Verpackungen	124
4.4.6	Feuersichere Hüllen	125
4.5	Synergetischer Verpackungsschutz fürs Leben	127
4.5.1	Die Eierschale	127
4.5.2	Das Straußenei, Nahrung und rezyklierte Verpackung	132
4.5.3	Atmende Hüllen	133
4.5.4	Zwiebeln als universelle Verpackungen	134
4.5.5	Verpackungen mit Langzeitprogramm	135
4.6	Spezialisierte Verpackungen	137
4.6.1	Geräuschlose Verpackungen	137
4.6.2	Fliegende Verpackungen	138
4.6.3	Gewebe Verpackungen	139
4.6.4	Gesponnene Hüllen	141
4.6.5	Organische „Kettenhemden“	144
4.6.6	Wattehüllen	145
4.6.7	Chemische Spezialverpackungen	146
4.7	Der Mensch als Teil der Natur und die Verpackung	147
4.7.1	Künstlich verpacktes Leben	147
4.7.2	Der Übergang von natürlicher zu technischer Verpackung	149
5	Bionik der Verpackung	151
5.1	Bionik – Grenzgängerin zwischen Biologie und Technik	151
5.1.1	Anleitung für bionisches Forschen und Entwickeln	154
5.2	Verpackungsbionik – Produktentwicklung im komplexen Netzwerk	162
5.2.1	Strategische Aktionsfelder der Verpackungsbionik	163
5.2.2	Lebensweg Verpackung	165
5.2.3	Die biokybernetische Verpackung	169

- 5.2.4 Verpackungsbionische Qualitätsmatrix – Kernelement der Verpackungsbionik 175
- 5.2.5 Evolutionäre Verpackungsoptimierung 182
- 5.3 Biologische Vorbilder: Welche verpackungstechnischen Schlußfolgerungen? 187
 - 5.3.1 Welche Strategien erkennt man? 187
 - 5.3.2 Verpackungsmaterialien der Natur – wo werden sie bereits technisch genutzt? 189
- 6 Organisationsmanagement der Verpackungsbionik 193**
 - 6.1 Biologisches Organisationsmanagement der Verpackung 194
 - 6.2 Technisches Organisationsmanagement der Verpackung 200
 - 6.2.1 Komplexe Organisation – komplexes Management 200
 - 6.2.2 Die Wenn-dann-Logik des Mißlingens im Organisationsmanagement 202
 - 6.3 Bionisches Organisationsmanagement – BOM – Vision für eine ganzheitliche nachhaltige Verpackungswirtschaft 210
 - 6.3.1 Systemische Denkrichtungen und Denkhemmnisse 217
 - 6.4 Klare Zielvorgaben aus komplexen Zusammenhängen 219
- 7 Globalisierung der Verpackungsströme – Verletzung bewährter nachhaltiger Naturprinzipien? 223**
 - 7.1 Verpackungsmaterial, Verpackungsvolumen und Verpackungsmasse 223
 - 7.2 Energieeinsatz und Verpackungsströme 224
 - 7.3 Information, Transport und Verpackung 226
 - 7.4 Lernprozeß und Zeithorizont 227
- 8 Zusammenfassung und Ausblick 231**
- Literurnachweis 235**
- Stichwortverzeichnis 241**