

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT .....</b>	<b>5</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>7</b>
<b>KAPITEL 1: EINFÜHRUNG.....</b>	<b>15</b>
von Dipl.-Ing. Uwe Hansen	
1.1 Ausgangssituation.....	17
1.2 Grundzüge des Abfallrechts.....	18
1.2.1 Entwicklung des Abfallrechts in der Bundesrepublik bis 1986.....	18
1.2.2 Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen.....	20
1.2.3 Richtlinien und Verordnungen der EG .....	24
1.3 Kreislaufwirtschaft.....	26
1.3.1 Grundidee der Kreislaufwirtschaft.....	26
1.3.2 Das Kreislaufwirtschaftsgesetz.....	29
1.3.2.1 Neudefinition des Abfallbegriffs.....	29
1.3.2.2 Abfallvermeidung an der Quelle.....	31
1.3.2.3 Gleichrang stofflicher und energetischer Verwertung.....	34
1.3.2.4 Privatisierung der Entsorgung.....	35
1.3.2.5 Neuordnung des Zulassungsverfahrens .....	36
1.3.2.6 Abfallexporte .....	36
1.3.3 Umweltaudit.....	37
Literatur.....	39
<b>KAPITEL 2: BAUSTEINE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT.....</b>	<b>41</b>
2.1 Potentielle Arbeitsfelder der industriellen Kreislaufwirtschaft.....	43
von Dipl.-Ing. Carsten Nagel	
2.1.1 Entwicklung systemanalytischer Werkzeuge.....	44
2.1.1.1 Entwicklung von Organisations- und Logistikstrukturen.....	44
2.1.1.2 Entwicklung von Analyse-, Planungs- und Bewertungsmodellen .....	45
2.1.2 Kreislaufführung auf der Produkt- und Bauteilebene.....	47
2.1.2.1 Gestaltung lebensdauerverlängerter Bauteile und Produkte .....	47
2.1.2.2 Gestaltung kreislauffähiger Bauteile und Produkte .....	48
2.1.2.3 Demontage-, Sortier- und Aufbereitungstechnologien.....	48
2.1.2.4 Qualitätssicherung auf der Bauteilebene .....	49
2.1.3 Kreislaufführung auf der Werkstoffebene .....	50
2.1.3.1 Kreislauffähige Materialien und Werkstoffe.....	50
2.1.3.2 Kriterien für die Qualitätssicherung.....	50

2.1.4	Kreislaufführung auf der Rohstoffebene .....	51
2.1.4.1	Aufbereitung zu Sekundärrohstoffen.....	52
2.1.4.2	Identifikation und Analytik störender Begleitstoffe .....	52
2.1.4.3	Energetische Verwertung .....	52
2.1.5	Entsorgung .....	53
2.1.5.1	Thermische Behandlung.....	53
2.1.5.2	Deponierung .....	53
2.2	Marktvolumen und F&E-Bedarf.....	55
	von Dipl.-Ing. Carsten Nagel	
	Literatur .....	59
2.3	Distributionsstrategien.....	61
	von Dipl.-Inform. Hans-Werner Graf	
2.3.1	Grundlagen von Distributionssystemen .....	61
2.3.2	Der Lieferservice .....	62
2.3.2.1	Bedeutung für das Marketing .....	63
2.3.2.2	Bedeutung für die Produktion .....	64
2.3.3	Planung von Distributionssystemen .....	64
2.3.3.1	Distributionsstruktur.....	65
2.3.3.2	Distributionsstrategie.....	67
2.3.4	Tendenzen der Distribution.....	68
	Literatur .....	72
2.4	Redistributionsstrategien .....	73
	von Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Ulrich Stache	
2.4.1	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	73
2.4.2	Konkretisierung der Aufgabenstellung in der Redistribution .....	74
2.4.3	Funktionen der Redistribution .....	76
2.4.4	Organisation von Redistributionssystemen .....	78
2.4.5	Ausblick .....	82
	Literatur .....	83
2.5	Verwendungs- und Verwertungskonzepte .....	85
	von Dipl.-Ing. Henrik Hauser und Dipl.-Ing. Peter Röttchen	
2.5.1	Grundlagen.....	85
2.5.2	Begriffe und Definitionen .....	87
2.5.2.1	Recyclingarten .....	87
2.5.2.2	Recyclingformen .....	88
2.5.3	Recyclinggerechte Produktgestaltung.....	91
2.5.3.1	Grundlagen.....	91
2.5.3.2	Umsetzungsstrategien.....	92

2.5.4	Demontage.....	93
2.5.4.1	Grundlagen.....	93
2.5.4.2	Umsetzungsstrategien.....	95
2.5.4.3	Ermittlung des Demontagegrades.....	96
2.5.5	Behandlungsprozesse.....	99
	Literatur.....	101
2.6	Qualitätssicherung.....	103
	von Dipl.-Ing. Uwe Hansen	
2.6.1	Produkte und Bauteile.....	103
2.6.2	Verwertung der Werkstoffe.....	105
2.6.3	Redistribution und Demontage.....	108
	Literatur.....	109
<b>KAPITEL 3: REALISIERUNG EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT.....</b>		<b>111</b>
3.1	Kraftfahrzeuge.....	113
	von Dipl.-Ing. Henrik Hauser und Dipl.-Ing. Peter Röttchen	
3.1.1	Derzeitige Entsorgungssituation.....	113
3.1.2	Stoffliche Zusammensetzung der Altfahrzeuge.....	114
3.1.3	Maßnahmen des Gesetzgebers.....	116
3.1.4	Recyclingkonzepte (der Automobilindustrie).....	118
3.1.4.1	VDA-Konzept.....	118
3.1.4.2	Realisierte Pilotanlagen zur Altfahrzeugverwertung.....	122
3.1.5	Planung einer Pkw-Demontageanlage.....	126
3.1.5.1	Außerbetriebliche Logistik.....	129
3.1.5.2	Eingangsbereich.....	129
3.1.5.3	Die Demontagehalle.....	130
3.1.5.4	Ausgangsbereich.....	133
3.1.5.5	Entwurf der Anlage.....	133
3.1.6	Entwicklungstendenzen.....	135
	Literatur.....	137
3.2	Elektro- und Elektronikgeräte.....	139
	von Dipl.-Ing. Henrik Hauser und Dipl.-Ing. Peter Röttchen	
3.2.1	Einleitung.....	139
3.2.2	Ermittlung des Altgeräte-Aufkommens.....	139
3.2.2.1	Zeitschnitt-Methode.....	140
3.2.2.2	Phasen-Methode.....	141
3.2.3	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	143
3.2.4	Stand der Technik.....	145

3.2.5	Beispiel einer flexiblen Demontageanlage .....	152
3.2.5.1	Einbindung der Demontageanlage in den innerbetrieblichen Materialfluß eines Betriebes.....	152
3.2.5.2	Konzeption des Demontagesystems .....	153
3.2.5.3	Informationssystem .....	157
3.2.5.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	159
	Literatur .....	160
3.3	Baureststoffe.....	161
	von Dipl.-Ing. Jörg Ertle	
3.3.1	Ökonomische und ökologische Aspekte eines Wirtschaftskreislaufes .....	161
3.3.2	Rechtliche Grundlagen.....	165
3.3.2.1	Abfallgesetz .....	165
3.3.2.2	TA Abfall - TA Siedlungsabfall .....	166
3.3.2.3	Verdingungsordnung für Bauleistungen.....	167
3.3.2.4	Entwürfe .....	168
3.3.3	Recycling bei der Baustoffherstellung.....	168
3.3.3.1	Zementherstellung .....	168
3.3.3.2	Porenbetonherstellung.....	169
3.3.3.3	Dachsteinherstellung.....	169
3.3.3.4	Ziegelherstellung.....	169
3.3.3.5	Gipsherstellung.....	169
3.3.3.6	Herstellung von Bauteilen aus Holz .....	170
3.3.3.7	Herstellung von Wärmedämmstoffen .....	170
3.3.3.8	Aluminiumherstellung.....	170
3.3.3.9	Stahlherstellung .....	171
3.3.3.10	Sonstiges.....	171
3.3.4	Bauschutt .....	171
3.3.4.1	Aufkommen, Zusammensetzung und Recyclingpotential.....	171
3.3.4.2	Kontrollierter Rückbau.....	172
3.3.4.3	Aufbereitung von Bauschutt .....	173
3.3.5	Baustellenabfälle.....	175
3.3.5.1	Aufkommen, Zusammensetzung und Verwertungspotential .....	175
3.3.5.2	Aufbereitung von Baustellenabfällen .....	176
3.3.6	Straßenaufbruch.....	177
3.3.6.1	Aufkommen und Zusammensetzung.....	177
3.3.6.2	Aufbereitung von Straßenaufbruch.....	178
3.3.7	Verwertungsmöglichkeiten für Baureststoffe.....	179
	Literatur .....	183
3.4	Papierhandtücher.....	185
	von Dipl.-Ing. Dietrich Eickelpasch	
3.4.1	Einleitung .....	185
3.4.2	Materialbeschreibung.....	185
3.4.3	Status Quo der Entsorgung bzw. Verwertung.....	186

3.4.4	Generelle Problematik.....	187
3.4.5	Potentielle Verwertungsmöglichkeiten.....	187
3.4.5.1	Stoffliche Verwertung in der Papierindustrie.....	187
3.4.5.2	Stoffliche Verwertung als Füllstoff.....	188
3.4.5.3	Stoffliche Verwertung in der Futtermittelproduktion.....	188
3.4.5.4	Direkte thermische Verwertung.....	189
3.4.5.5	Indirekte thermische Verwertung.....	190
3.4.5.6	Fermentation (Kompostierung).....	191
3.4.5.7	Ergebnis.....	192
3.5	Pharmazeutische Industrie.....	193
	von Dipl.-Ing. Hubert Otten	
3.5.1	Charakteristische Abfallarten der pharmazeutischen Industrie.....	193
3.5.1.1	Abfälle aus der Produktion und Zubereitung von pharmazeutischen Erzeugnissen (ASN 53502).....	194
3.5.1.2	Altmedikamente (ASN 53501).....	194
3.5.1.3	Lösemittelgemische, halogenierte organische Lösemittel enthaltend (ASN 55220).....	195
3.5.1.4	Stanzabfälle.....	196
3.5.2	Vermeidungs- und Verwertungspotentiale.....	196
3.5.2.1	Abfälle aus der Produktion und Zubereitung von pharmazeutischen Erzeugnissen (ASN 53502).....	197
3.5.2.2	Altmedikamente (ASN 53501).....	199
3.5.2.3	Lösemittelgemische, halogenierte organische Lösemittel enthaltend (ASN 55220).....	199
3.5.2.4	Stanzabfälle.....	200
3.5.3	Verpackungsabfälle.....	201
3.5.3.1	Vorschriften und Empfehlungen.....	201
3.5.3.2	Verpackungsalternativen.....	202
	Literatur.....	203
3.6	Galvanische Industrie.....	205
	von Dipl.-Ing. Carsten Nagel	
3.6.1	Einleitung.....	205
3.6.2	Ausgangssituation und Zielsetzung.....	207
3.6.3	Vorgehensweise.....	207
3.6.4	Einzellösungen - Auszug.....	209
3.6.4.1	Metallrückgewinnung und Cyan-Entgiftung durch Elektrolyse.....	209
3.6.4.2	Nickelrückgewinnung.....	211
3.6.4.3	Schlamm-trocknung.....	212
3.6.5	Galvanik-Gesamtkonzept.....	214
3.6.5.1	Interne oder externe Verwertung.....	214
3.6.5.2	Energieeinsatz - Beispiel Schlamm-trocknung.....	215
3.6.5.3	Moderne Spültechnik und Spülwasser-kreislauf-führung.....	216
3.6.5.4	Platzrestriktionen.....	216

3.6.5.5	Durchsatz und Taktzeit.....	217
3.6.5.6	Kühlung der Elektrolyte.....	217
3.6.5.7	Galvanikschlamm.....	218
3.6.6	Zusammenfassung.....	219
	Literatur.....	220
3.7	Aluminiumverpackungen.....	221
	von Dipl.-Ing. Frank-Jürgen Hess	
3.7.1	Aluminiumgewinnung und -verarbeitung.....	221
3.7.2	Aluminium in der Verpackung.....	224
3.7.3	Erfassungssysteme und Aufbereitungstechnologien für Aluminiumverpackungen.....	226
3.7.3.1	Aluminiumverschlüsse von CO <sub>2</sub> -haltigen Erfrischungsgetränken in Mehrwegglasflaschen.....	226
3.7.3.2	Aluminiumdosen für CO <sub>2</sub> -haltige Getränke.....	227
3.7.3.3	Menüschalen aus Aluminium.....	231
3.7.3.4	Fazit und Zusammenfassung.....	233
	Literatur.....	234
3.8	Blechverpackungen.....	235
	von Dr.-Ing. Karl-Heinz Wehking	
3.8.1	Ausgangssituation.....	235
3.8.2	Ziele und Systemaufbau.....	238
3.8.3	Grundsatzüberlegungen zur Rückführungslogistik.....	238
3.8.3.1	Flächendeckende Entsorgung.....	239
3.8.3.2	Erfassung verschiedenster Gebindetypen.....	241
3.8.3.3	Schnelle Realisierung.....	242
3.8.3.4	Vorfraktionierung und Kontrolle der Restentleerungsbedingungen.....	242
3.8.3.5	Minimierung der Kosten.....	242
3.8.4	Bisher eingeführtes System und seine weitere Spezifikation.....	243
	Literatur.....	244
3.9	Mehrwegsysteme.....	245
	von Dipl.-Ing. Thomas Becker	
3.9.1	Einführung.....	245
3.9.2	Substitutionspotentiale bei Transportverpackungen.....	245
3.9.3	Aufbau von Mehrwegsystemen.....	248
3.9.4	Rahmenbedingungen für innerbetriebliche Mehrwegsysteme.....	248
3.9.4.1	Organisatorische Rahmenbedingungen.....	248
3.9.4.2	Ökonomische Rahmenbedingungen.....	249
3.9.4.3	Technische Rahmenbedingungen.....	249

3.9.5	Rahmenbedingungen für externe Mehrwegsysteme .....	250
3.9.5.1	Organisatorische Rahmenbedingungen.....	250
3.9.5.2	Ökonomische Rahmenbedingungen.....	251
3.9.5.3	Technische Rahmenbedingungen.....	252
3.9.6	Planungsgrundlagen für Mehrwegtransportverpackungssysteme .....	253
3.9.6.1	Anforderungen.....	253
3.9.6.2	Logistikplanung .....	254
3.9.6.3	Gebindetechnik.....	258
3.9.6.4	Steuerung und Überwachung eines Mehrwegsystems.....	260
3.9.7	Beispiele für innerbetriebliche Mehrwegsysteme .....	262
3.9.7.1	Warenhausturm .....	262
3.9.7.2	Kommissionierbehälter .....	263
3.9.8	Beispiele für Branchen-Mehrwegsysteme.....	263
3.9.8.1	Milch-Mehrweg-Pool (MMP).....	263
3.9.8.2	VDA-KLT-Pool der Automobilindustrie.....	263
3.9.9	Beispiele für Poolssysteme .....	264
3.9.9.1	CHEP (Commonwealth Handling Equipment Pool).....	264
3.9.9.2	IFCO (International Fruit Container Organisation) .....	265
3.9.10	Zukunftsaussichten .....	265
	Literatur .....	267
3.10	Sperrmüllabfuhr auf Bestellung.....	269
	von Dipl.-Inform. Michael Sommer und Wolfram Wickboldt	
3.10.1	Einführung .....	269
3.10.2	Aufgabenstellung .....	270
3.10.3	Lösungsansätze .....	271
	<b>AUSBLICK</b> .....	<b>275</b>
	von o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Dr.-Ing. E.h. Reinhardt Jünemann	
	<b>PERSONALIEN</b> .....	<b>281</b>
	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>285</b>
	<b>STICHWORTVERZEICHNIS</b> .....	<b>289</b>