

Moritz A. Zumkeller

Kosteneffiziente Kreislaufführung von Kunststoffen ;% ↗

Dargestellt am Beispiel der stofflichen
Verwertung von Kunststoffbauteilen
aus Altfahrzeugen

Mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Otto Rentz

Deutscher Universitäts-Verlag

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort.....	V
Vorwort.....	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
Abbildungsverzeichnis.....	XIII
Tabellenverzeichnis.....	XVII
Abkürzungsverzeichnis.....	XIX
Symbolverzeichnis.....	XXI
1 Einleitung.....	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung und Lösungsweg.....	4
/ ' *	
2 * Grundlagen zur Kreislaufführung von Altprodukten.....	9
2.1 Zur Rolle des Produktlebenszyklus bei produktorientierten Kreislaufführungskonzepten.....	11
2.2 Gesetzlicher Rahmen der Kreislaufführung.....	14
2.2.1 Entwicklung gesetzlicher Regelungen zur Kreislaufführung.....	15
2.2.2 Ausgestaltung gesetzlicher Regelungen zur Kreislaufführung von Altprodukten...../.....	18
2.3 Betriebs- und produktionswirtschaftliche Einordnung der produktorientierten Kreislaufführung.....	22
2.3.1 Kreislaufführung aus produktionswirtschaftlicher Sicht.....	22
2.3.2 Zur Rolle der Kuppelproduktion bei der Kreislaufführung von Altprodukten.....*	26
2.3.3 Erweiterung produktionswirtschaftlicher Aufgabenfelder um die Kreislaufführung von Altprodukten.....	27
2.4 Planungsaufgaben bei der Etablierung produktorientierter Kreislaufführungsprozesse.....	31

2.4.1	Supply Chain Management zur Koordination von Unternehmensnetzwerken.....	33
2.4.2	Reverse Supply Chain Management zur Koordination von Kreislaufführungsprozessen.....	36
2.5	Anwendungsbeispiele für produktorientierte Kreislaufführungskonzepte.....	40
3	Kreislaufführung von Altfahrzeugen in Deutschland.....	43
3.1	Entwicklung der Altfahrzeugbehandlung.....	43
3.2	Begriffsdefinitionen zur Altfahrzeugverwertung.....	45
3.3	Einfluss gesetzlicher Regelungen auf die Praxis der Altfahrzeugverwertung.....	48
3.3.1	Gegenwärtige Anforderungen an die Altfahrzeugverwertung.....	48
3.3.2	Zukünftige Anforderungen an die Altfahrzeugverwertung.....	54
3.3.3	Finanzierungsmodelle zur Realisierung der Herstellerverantwortung.....	60
3.4	Prozessbeschreibung der Altfahrzeugverwertung.....	62
3.4.1	Gegenwärtig realisierte Verwertungsprozesse.....	62
3.4.2	Zukünftige Erweiterung der Verwertungsprozesse.....	69
3.5	Erweiterung der Altfahrzeugverwertung um die Aufbereitung von Kunststoffen.....	73
4	Konzeption von Kreislaufführungsprozessen für Kunststoffe aus Altfahrzeugen.....	79
4.1	Mengenaufkommen zu verwertender Kunststoffe.....	81
4.2	Techno-ökonomische Analyse von Kreislaufführungsprozessen für Kunststoffe.....	95
4.2.1	Prozessanalyse der Demontage.....	98
4.2.2	Prozessanalyse der Zerkleinerung und Reinigung.....	106
4.2.3	Prozessanalyse der Extraktion.....	110
4.2.4	Prozessanalyse der Compoundierung.....	115
4.2.5	Prozessanalyse der Neuproduktherstellung.....	119
4.3	Zur Ausgestaltung der Rückführlogistik bei Kreislaufführungsprozessen.....	121
5	Ökonomische Bewertung von Kreislaufführungsprozessen.....	125
5.1	Prozesskostenrechnung als Instrument zur Bewertung von Kreislaufführungsprozessen.....	126
5.2	Anpassung der Prozesskostenrechnung auf Kreislaufführungsprozesse.....	128
5.2.1	Definition von Kostenkomponenten.....	131
5.2.2	Berechnung von Kostenkomponenten.....	133

5.2.3	Ermittlung von Prozesskosten durch Aggregation.....•.....	141
5.3	Anwendung der Prozesskostenrechnung auf die Kreislaufführung von Kunststoffen aus Altfahrzeugen.....<	143
5.3.1	Prozesskosten der Demontage.....<	144
5.3.2	Prozesskosten der Zerkleinerung und Reinigung.....	155
5.3.3	Prozesskosten der Extraktion.....	164
5.3.4	Prozesskosten der Compoundierung.....	172
5.3.5	Prozesskosten der Neuproduktherstellung.....	182
6	Konzeption eines Planungsmodells zur ökonomischen Bewertung der Rückführlogistik.....	185
6.1	Grundlagen der Standort- und Tourenplanung.....	186
6.1.1	Ansätze zur Standortplanung.....	193
6.1.1.1	Klassifikation von Standortplanungsmodellen.....	193
6.1.1.2	Auswahl geeigneter Standortplanungsansätze.....	196
6.1.2	Ansätze zur Tourenplanung.....	200
6.1.2.1	Klassifikation von Tourenplanungsmodellen.....	200
6.1.2.2	Formulierung eines geeigneten Planungsmodells.....	206
6.2	Lösungsverfahren zum Planungsmodell.....	210
6.2.1	Eignung metaheuristischer Lösungsverfahren.....	210
6.2.2	Heuristische Verfahren zur Bestimmung einer Eröffnungslösung.....	212
6.2.3	Ein Tabu-Search Ansatz zur Verbesserung der Eröffnungslösungen.....	221
6.2.3.1	Grundsätze zu Tabu Search.....	221
6.2.3.2	Problemspezifische Anpassung eines Tabu Search Verfahrens.....	227
6.3	Implementierung des Planungsmodells in der Software MATLAB®.....	236
7	Anwendung des Planungsmodells auf die Kreislaufführung von Altkunststoffen.....	241
7.1	Vorgehensweise zur Darstellung und Bewertung einer / flächendeckenden Kreislaufführung.....f.....	244
7.2	Festlegung von Szenarien zur flächendeckenden Kreislaufführung.....	247
7.2.1	Grundlegende Parameter zur Szenarienerstellung.....	247
7.2.2	Standortkonstellationen der einzelnen Szenarien.....	250
7.3	Ergebnisse der Tourenplanung zur Rückführung von Altkunststoffen.....	258
7.3.1	Grundlegende Parameter zur Tourenplanung.....	258
7.3.2	Tourenplanung bei Aufbereitung an einem zentralen Standort.....	266
7.3.3	Tourenplanung bei Aufbereitung an mehreren Standorten und zeitversetzter Inbetriebnahme.....	271
7.3.4	Tourenplanung bei Aufbereitung an dezentralen Standorten.....	280

7.3.5	Tourenplanung zur Aufbereitung bei abnehmender Anzahl an Demontagebetrieben.....	282
7.3.6	Tourenplanung zur Aufbereitung bei Materialsammlung durch Demontagezentren..... £.....	285
7.3.7	Zusammenfassung der Ergebnisse zur Tourenplanung.....	289
7.4	Transporte zwischen Aufbereitungsstufen.....	291
8	Zentrale Ergebnisse und Schlussfolgerungen.....	297
8.1	Zentrale Ergebnisse der ökonomischen Bewertung von Kunststoffbauteilen aus Altfahrzeugen.....	297
8.2	Schlussfolgerungen.....	298
9	Zusammenfassung und Ausblick.....	303
	Literaturverzeichnis.....	307