

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangssituation	1
1.1 Abfallnotstand	1
1.2 Abfallströme bei Produkten.....	2
1.3 Entsorgungsprobleme komplexer Produkte	3
1.4 End-of-pipe-Strategien.....	4
1.5 Grenzen traditioneller Recyclingwirtschaft	5
2 Rechtliche Grundlagen	8
2.1 Entwicklung der Abfallgesetzgebung	8
2.2 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz.....	9
2.3 Elektronikschrott-Verordnung	15
2.4 Sonstige relevante Rechtsgrundlagen	18
2.4.1 TA Sonderabfall.....	18
2.4.2 TA Siedlungsabfall	20
3 Entsorgungsproblematik von Fernsehgeräten	21
3.1 Aufkommen in Deutschland.....	21
3.2 Aufbau und Problemfraktionen	23
3.2.1 Gehäuse/Rückwand.....	23
3.2.2 Leiterplatten	27
3.2.3 Elektronische Bauelemente	29
3.2.4 Bildröhre	29
4 Ablagerungs- und Verbrennungsfähigkeit von gebrauchten Fernsehgeräten	32
4.1 Vorbemerkung.....	32
4.2 Deponierung	32
4.2.1 Deponierung von gebrauchten Fernsehern.....	33
4.3 Thermische Behandlung (Verbrennung, Pyrolyse)	35
4.3.1 Verbrennung von gebrauchten Fernsehern	37
5 Elektronikschrott-Recycling: Möglichkeiten und Grenzen.....	39
5.1 Verfahren der Elektronikschrottverwertung	39
5.1.1 Allgemeine Verfahrensbeschreibung	39
5.1.2 Demontage.....	40
5.1.3 Maschinelle Aufbereitung	41
5.1.4 Sekundärrohstoffgewinnung.....	42

5.2 Das Verfahren der Schleswag Recycling GmbH	44
5.3 Das Verfahren der Reichart-Dassler Elektronik Recycling GmbH	46
5.4 Bildröhrenrecycling	48
5.4.1 Verfahrensbeschreibung Trockenverfahren	49
5.4.2 Verfahrensbeschreibung Naßverfahren	51
5.5 Grenzen des Elektronikschrottrecyclings	52
6 Anforderungen an eine umweltfreundliche Produktgestaltung	56
6.1 Zielbestimmung und Begriffe	56
6.1.1 Zielhierarchie	56
6.1.2 Begriffe und Definitionen	57
6.2 VDI-Richtlinien zur Produktgestaltung	60
6.3 Prinzipien und Kriterien	61
7 Konstruktion eines umweltfreundlicheren Farbfernsehgeräts	65
7.1 Problemanalyse	66
7.2 Ideenfindung	69
7.3 Prioritätensetzung	70
7.4 Entscheidungsfindung	70
8 Der umweltfreundlichere Prototyp	74
9 Vergleich: Prototyp - Konventionelles Farbfernsehgerät	78
9.1 Kriterienauswahl und Vorbemerkungen	78
9.2 Begriffsdefinitionen	80
9.3 Zieldefinition	82
9.3.1 Systembeschreibung	82
9.3.2 Beschreibung des Referenzmodells	83
9.3.3 Stoffströme im Elektronikschrottreycling	85
9.3.4 Lastmodule	88
9.3.5 Beschreibung der Lastmodule für das Kunststoffrecycling	89
9.3.6 Beschreibung der Lastmodule für das Stahlrecycling	93
9.4 Wirkungsanalyse	100
10 Bewertung und Optimierungspotentiale	104
10.1 Schwachstellenanalyse und Optimierungsvorschläge	110

11 Logistikkonzepte zur Rücknahme und Verwertung von Fernsehgeräten	114
12 Fazit	116
13 Anhang	118
13.1 Elektronikschrott-Verordnung	118
13.2 Kreislaufwirtschaftsgesetz.....	124
14 Sachverzeichnis.....	165
Literaturverzeichnis	166

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1.	Anzahl der verkauften Farbfernseher, des Gerätebestandes und der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland	21
Abbildung 3.2.	Anzahl der zu entsorgenden Altgeräte	22
Abbildung 3.3.	Bromhaltige Flammschutzmittel.....	26
Abbildung 5.1.	Allgemeine Vorgehensweise bei der Elektronikschrottverwertung.....	40
Abbildung 5.2.	Mögliche Stoffströme bei der Zerlegung von Fernsehgeräten	42
Abbildung 5.3.	Verfahrensschritte der physikalischen Zerkleinerung und Separierung des Schleswag-Verfahrens	45
Abbildung 5.4.	Verfahrensschema des Bildröhren-Recycling nach Züblin	50
Abbildung 5.5.	Umweltauswirkungen des Recyclings von Elektronikschrott [nach Ewen]	53
Abbildung 6.1.	Recyclingmöglichkeiten nach VDI-Richtlinie 2243.....	58
Abbildung 7.1.	Entscheidungsdiagramm beim recycling-gerechten Konstruieren.....	66
Abbildung 7.2.	Abfallmengen und Energieverbrauch für je drei Fernsehgehäuse (Stahl = 100%).....	72
Abbildung 8.1.	Der entsorgungsfreundliche Fernseher von Loewe Opta	76
Abbildung 8.2.	Elektronik aus Stahl, Aluminium und Keramik	77
Abbildung 9.1.	Schema einer Ökobilanz.....	79
Abbildung 9.2.	Stoffströme beim Elektronikschrott-recycling Concept 1700	85

Abbildung 9.3.	Stoffströme beim Elektronikschrottrecycling Prototyp.....	87
Abbildung 9.4.	Lastmodule Kunststoffrecycling.....	89
Abbildung 9.5.	Prozeßschema Polystyrolherstellung	90
Abbildung 9.6.	Lastmodule Stahlrecycling.....	94
Abbildung 9.7.	Sachbilanzergebnisse Concept 1700 bei Deponierung des nicht verwertbaren Anteils.....	98
Abbildung 9.8.	Sachbilanzergebnisse Concept 1700 bei Verbrennung des nicht verwertbaren Kunststoffanteils.....	99
Abbildung 9.9.	Sachbilanzergebnisse Prototyp.....	99
Abbildung 10.1.	Vergleich der Sachbilanzergebnisse zwischen Prototyp und Concept 1700 bei Deponierung der nicht verwertbaren Anteile	106
Abbildung 10.2.	Vergleich Sachbilanzergebnisse bei Verbrennung der nicht verwertbaren Kunststoffanteile	107
Abbildung 10.3.	Darstellung der Bewertungsergebnisse.....	109
Abbildung 10.4.	Vergleich der Sachbilanzergebnisse mit einem optimierten Prototyp.....	111
Abbildung 10.5.	Vergleich der Ergebnisse der Bilanzbewertung mit einem optimierten Prototyp.....	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1.	Grundsätze der Kreislaufwirtschaft (§ 4 KrW-/AbfG).....	11
Tabelle 3.1.	Verkaufszahlen und Gerätebestand in der Bundesrepublik Deutschland	22
Tabelle 3.2.	Prüfkriterien Underwriter Laboratories Inc. (UL 94)	24
Tabelle 3.3.	Zusammensetzung einer 63 cm Bildröhre (Quelle: Züblin).....	30
Tabelle 3.4.	Zusammensetzung Bildröhrenglas (Quelle: Züblin).....	31
Tabelle 5.1.	Vorteile und Nachteile von Anlagen- konzepten zum Bildröhrenrecycling	49
Tabelle 5.2.	Problemstoffe in komplexen Produkten.....	55
Tabelle 6.1.	Beispiele zum Recycling (Quelle: VDI-Richtlinie 2243).....	59
Tabelle 9.1.	Fraktionen nach dem Elektronikschrott- recycling.....	88
Tabelle 9.2.	Daten Lastmodul Kunststoffherstellung	91
Tabelle 9.3.	Daten Lastmodul Kunststoffrecycling	92
Tabelle 9.4.	Daten Lastmodul Entsorgung	92
Tabelle 9.5.	Daten Lastmodul Roheisenherstellung.....	95
Tabelle 9.6.	Daten Lastmodul Feinblechherstellung	96
Tabelle 9.7.	Daten Lastmodul Stahlrecycling	97
Tabelle 9.8.	Zusammenstellung der quantitativen Ergebnisse der Sachbilanz	100
Tabelle 10.1.	Tabellarischer Vergleich der Sachbilanz- ergebnisse (incl. optimierter Prototyp)	112