

4 Die Verwertung der gewonnenen Stoffe und die Entsorgung der Reststoffe	119
4.1 Die Verwertung der Stoffe des Transformationsprozesses und der vorgeschalteten Trennung	119
4.1.1 Verwertung des Wasserstoffs	119
4.1.2 Verwertung der Metalle	123
4.1.3 Verwertung von Salzen	123
4.1.4 Verwertung der Stoffe der vorgeschalteten Trennung	125
4.2 Entsorgungsmöglichkeit der verbleibenden Reststoffe	127
4.2.1 Endlagerung auf Deponien	127
4.2.2 Entsorgung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen	132
5 Die ökonomische und ökologische Bewertung des Modells	137
5.1 Ökonomische Bewertung des Modells	137
5.1.1 Gültigkeit des ökonomischen Prinzips in der Reststoffverarbeitung	137
5.1.2 Organisatorische Voraussetzungen für die Einführung von Reststoffverarbeitungsverfahren	138
5.1.3 Finanzierungsmöglichkeiten für umweltentlastende Reststoffverarbeitungsverfahren	140
5.1.4 Gegenüberstellung der Kosten und Erlöse des vorgestellten chemischen Reststoffverarbeitungsverfahrens	141
5.2 Ökologische Bewertung der Modells	144
5.2.1 Umweltverträglichkeit der Sammelmaßnahmen	145
5.2.2 Umweltverträglichkeit der Lagerung	146
5.2.3 Umweltverträglichkeit des Transportes	147
5.2.4 Umweltverträglichkeit der Weiterverarbeitung	149
6 Schlußbetrachtung und Empfehlungen	152
Literaturliste:	VII

**Tabellenverzeichnis**

Tab. 1 Abfallaufkommen	8
Tab. 2 Inländischer Verbrauch an Metallen	24
Tab. 3 Produktionszahlen der chemischen Industrie	41
Tab. 4 Preise für Sekundärmetalle	123

**Abbildungsverzeichnis:**

Abb. 1 Organische und anorganische Säuren	12
Abb. 2 Einsatzrichtung der Säure im Laugungsprozeß	87
Abb. 3 Größenvergleich von Bottichen und Büten	91
Abb. 4 Dioxine und Furane	110
Abb. 5 Wiedergewinnung von Metallen aus Platinenschrott	112

Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis:	III
Abkürzungsverzeichnis:	IV
1. Grundlagen	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Gang der Untersuchung	5
1.3 Definitionen, gesetzliche Grundlagen und bisherige Verhaltensweise	7
1.3.1 Definitionen	7
1.3.2 Gesetzliche Grundlagen	13
1.3.3 Bisherige Verhaltensweisen	19
2 Betriebswirtschaftliche Durchführbarkeit der Weiterverarbeitung	23
2.1 Anfall von verarbeitbaren Reststoffen	23
2.1.1 Metallische Reststoffe	23
2.1.1.1 Metalle aus industrieller Produktion	26
2.1.1.2 Metalle aus Shredderanlagen	31
2.1.1.3 Metalle aus Elektronik- und Platinenschrott	35
2.1.1.4 Metalle aus getrennter Hausmüllsammlung	37
2.1.2 Säurehaltige Reststoffe	40
2.1.2.1 Säure und säurehaltige Reststoffe aus großtechnischer industrieller Produktion	40
2.1.2.2 Säure und säurehaltige Reststoffe von Kleinverursachern	45
2.2 Logistische Anforderungen	46
2.2.1 Standortwahl	47
2.2.1.1 Standort der Sammelstationen	49
2.2.1.2 Standort von Umladestationen	51
2.2.1.3 Standort der Recyclinganlage	52
2.2.2 Sammlung	52
2.2.2.1 Sammlung von Metallen	55
2.2.2.1.1 Sammlung von Metallen bei Haushalten	56
2.2.2.1.2 Sammlung von Metallen in Gewerbebetrieben	61
2.2.2.2 Sammlung von Säuren	62
2.2.3 Lagerung	65
2.2.3.1 Besondere Anforderungen an die Lagerung von Metallen	66
2.2.3.2 Besondere Anforderungen an die Lagerung von Säuren	68
2.2.4 Transport	69
2.2.4.1 Transport von Metallen	71
2.2.4.2 Transport von Säuren	72
2.2.5 Tourenplanung	77
3 Verfahren zur Weiterverarbeitung von säure- und metallhaltigen Reststoffen, abgeleitet aus dem großtechnischen Verfahren der Duisburger Kupferhütte	79
3.1 Vorbemerkungen zum Verfahren der Duisburger Kupferhütte	79
3.1.1 Entwicklungsgeschichte der Duisburger Kupferhütte	79
3.1.2 Ursprüngliche Arbeitsweise der Duisburger Kupferhütte	81
3.1.2.1 Chlorierung von Nichteisenmetallen	82
3.1.2.2 Die Abgasreinigung	85
3.1.2.3 Der Laugungsprozess	86
3.1.2.4 Die Edelmetallgewinnung	88
3.1.2.5 Die Reststoffgewinnung	89
3.2 Übertragung der Verfahren der Duisburger Kupferhütte in den Bereich des modernen Recyclings	92
3.3 Anlagengestaltung bei dem Hauptziel Altsäureentsorgung	103
3.4 Anlagengestaltung bei dem Hauptziel Metallgewinnung	108
3.5 Veränderung der Anlagengestaltung bei kombinierter Zielsetzung	113