

Inhalt

Vorwort	5	3.6 Altpapierverbringung	35
1 Überblick	11	4 Wirtschaftliche Bedeutung des Altpapiereinsatzes	36
1.1 Einführung	11	5 Internationaler und nationaler Altpapiermarkt	40
1.2 Historischer Abriss.....	12	5.1 Globale Betrachtung	40
2 Begriffe und Kenngrößen	15	5.2 Entwicklung in Europa	42
2.1 Begriffe.....	15	5.3 Entwicklung in Deutschland.....	44
2.2 Kenngrößen.....	18	6 Altpapieranfall und Altpapier-Erfassungssysteme	48
3 Rechtliche Regelungen zur Altpapierverwertung	21	6.1 Anfallstellen	48
3.1 Abfallrecht.....	21	6.2 Altpapiersortierung	49
3.1.1 Grundlagen des Abfallrechts	21	7 Altpapiersorten und ihre Eigenschaften	51
3.1.2 Vereinbarung über die Produkteigenschaft von Altpapier	22	7.1 Liste der Europäischen Standardsorten für Altpapier.....	51
3.1.3 Abfallbegriff im KrW-/AbfG .	23	7.2 Definitionen.....	52
3.1.4 Zukünftige Entwicklung	25	7.3 Sorteneinteilung.....	52
3.2 Abfall und REACH	25	8 Wareneingangskontrolle für Altpapier	61
3.3 Altpapiersammlungen	26	8.1 Grundlagen und Ziele.....	61
3.3.1 Ausgangslage	26	8.2 Gegenstand von Wareneingangskontrollen	62
3.3.2 Bestehende Gesetzeslage	27	8.3 Weitere Maßnahmen für Beschaffung und Qualitätskontrolle.....	63
3.3.3 Gemeinnützige Sammlung ...	27	8.4 Verfahren zur Wareneingangskontrolle in Papierfabriken.....	64
3.3.4 Gewerbliche Sammlungen....	27	8.4.1 Kontrolle der Feuchte	64
3.3.5 Zukünftige Entwicklung	29		
3.4 Verwertungswege	30		
3.4.1 Gesetzliche Grundlagen	30		
3.4.2 Stoffliche und energetische Verwertung.....	30		
3.4.3 Einzelne Verwertungsverfahren	32		
3.4.4 Ausblick	32		
3.5 Altpapier in Kontakt mit Lebensmitteln..	33		

8.4.2	Kontrolle des Gehalts an unerwünschten Bestandteilen.....	65	11.5.4	Systeme zur Aufbereitung von Altpapier für Verpackungspapiere und Karton...	91
8.4.3	INGEDE-Methode 7	65			
8.4.4	INGEDE-Methode 8	67			
9	Physikalisch-chemische Besonderheiten von Altpapierfasern.	68	12	Grundprozesse und Maschinen zur Altpapieraufbereitung	94
10	Reaktivierbarkeit der Eigenschaftskennwerte von Altpapierstoff	74	<i>12.1</i>	<i>Desintegrieren (Auflösen)</i>	<i>94</i>
11	Systeme und Anlagen für die Altpapieraufbereitung	78	12.1.1	Übersicht Primär- und Sekundär-Desintegrieren.....	94
<i>11.1</i>	<i>Übersicht</i>	<i>78</i>	12.1.2	Primär-Desintegrieren.....	95
<i>11.2</i>	<i>Systembausteine</i>	<i>79</i>	12.1.2.1	Primär-Desintegrieren im Pulper.....	95
<i>11.3</i>	<i>Einbindung der Bausteine in Stoffaufbereitungssysteme</i>	<i>81</i>	12.1.2.2	Primär-Desintegrieren in der Trommel.....	98
<i>11.4</i>	<i>Grundlagen.....</i>	<i>82</i>	12.1.3	Sekundär-Desintegrieren (Entstippen).....	99
11.4.1	Strömungsverhalten von Suspensionen.....	82	12.1.3.1	Scheibensortierer	100
11.4.2	Definitionen zum Trennen....	83	12.1.3.2	Entstipper	100
11.4.3	Subsysteme von Trennverfahren	85	12.1.4	Technologische Merkmale	101
11.4.3.1	Schaltungsvarianten	85	<i>12.2</i>	<i>Sortieren.....</i>	<i>102</i>
11.4.3.2	Trennlücke	86	12.2.1	Übersicht	102
11.4.3.3	Eindickung und Stippenanreicherung	86	12.2.2	Grundlagen.....	103
<i>11.5</i>	<i>Beschreibung von Systemen zur Aufbereitung von Altpapier.....</i>	<i>87</i>	12.2.2.1	Wahrscheinlichkeit der Abtrennung	103
11.5.1	Altpapier-Aufbereitung als Prozess in drei Ebenen.....	87	12.2.2.2	Strömungstechnische Zusammenhänge	103
11.5.2	Rückblick auf die geschichtliche Entwicklung der Altpapier-Aufbereitungssysteme	88	12.2.2.3	Wichtige maschinen- und systemtechnische Parameter	104
11.5.3	Systeme zur Aufbereitung von Altpapier für grafische Papiere und Markt-Deinkingstoff (DIP)	89	12.2.3	Maschinentechnische Lösungen	105
11.5.3.1	Holzstoffhaltige Papiere	89	12.2.3.1	Maschinen und Subsysteme zur Grobsortierung	105
11.5.3.2	Holzstofffreie Papiere	90	12.2.3.2	Maschinen und Subsysteme zur Feinsortierung	108
			<i>12.3</i>	<i>Trennen im Zentrifugalfeld (Cleanern) ...</i>	<i>110</i>
			12.3.1	Überblick	110
			12.3.2	Grundlagen.....	110
			12.3.2.1	Strömungsführung im Hydrozyklon.....	110
			12.3.2.2	Beschreibung der Vorgänge im Hydrozyklon.....	111
			12.3.2.3	Qualitative Aussagen zur Abscheidewirkung von Hydrozyklonen	114

12.3.2.4	Beurteilung der Abscheidewirkung.....	115	12.8	<i>Dispergieren</i>	140
12.3.3	Apparate und ihre Betriebsweise.....	116	12.8.1	Übersicht	140
12.3.3.1	Hydrozyklone im Dickstoffbereich	116	12.8.2	Scheibendisperger.....	141
12.3.3.2	Hydrozyklone im Mittelstoffdichtebereich.....	118	12.8.2.1	Aufbau.....	141
12.3.3.3	Hydrozyklone im Dünnstoffbereich	118	12.8.2.2	Dispergiersystem	142
12.4	<i>Fraktionieren</i>	121	12.8.3	Knetdisperger	143
12.4.1	Übersicht	121	12.8.4	Technologische Tendenzen...	144
12.4.2	Apparate zur Fraktionierung	121	12.9	<i>Bleichen von Sekundärfasern</i>	145
12.4.3	Bewertung	122	12.9.1	Übersicht	145
12.5	<i>Flotieren</i>	122	12.9.2	Oxidative Bleiche.....	145
12.5.1	Selektive Flotation.....	123	12.9.3	Reduktive Bleiche.....	146
12.5.1.1	Übersicht	123	12.10	<i>Mahlen</i>	147
12.5.1.2	Grundlagen.....	123	12.10.1	Übersicht	147
12.5.1.3	Ausführungsformen.....	124	12.10.2	LC-Mahlung.....	148
12.5.2	Integrale Flotation.....	129	12.10.3	HC-Mahlung.....	149
12.5.2.1	Übersicht	129	12.10.4	Technologische Tendenzen bei der Mahlung von Deinking-Stoff	150
12.5.2.2	Grundlagen.....	129	12.11	<i>Mischen und Stapeln von Suspensionen</i>	150
12.5.2.3	Ausführungsformen.....	130	12.11.1	Übersicht	150
12.6	<i>Waschen</i>	131	12.11.2	Mischen.....	151
12.6.1	Übersicht	131	12.11.3	Stapeln bei niedrigen Stoffdichten	152
12.6.2	Grundlagen.....	132	12.11.4	Stapeln bei erhöhter Stoffdichte.....	152
12.6.3	Maschinen	133	13	Herstellung von Papieren mit hohem Altpapieranteil.....	154
12.6.3.1	Bandfilterähnliche Maschinen	133	13.1	<i>Übersicht</i>	154
12.6.3.2	Scheibeneindicker.....	134	13.2	<i>Arbeit einer Papiermaschine</i>	154
12.6.3.3	Weitere Waschprinzipien.....	134	13.3	<i>Besondere Anforderungen an den Betrieb der Papiermaschine durch den Einsatz von Altpapier</i>	155
12.6.4	Technologische Kriterien	134	13.4	<i>Maßnahmen für einen wirtschaftlichen Betrieb der Papiermaschine bei Einsatz von Altpapier</i>	157
12.7	<i>Entwässern</i>	135	13.4.1	Sauberkeit der Maschine	157
12.7.1	Überblick	135	13.4.2	Sieb-, Filz- und Walzenreinigung	158
12.7.2	Grundlagen.....	136	14	Altpapierspezifische Labor- und Prozessprüfungen.....	162
12.7.3	Maschinen und ihre Wirkweise.....	137	14.1	<i>Grundlegende Aspekte zur Prüfung von Altpapier und Altpapierstoff</i>	162
12.7.3.1	Bandfilter.....	137			
12.7.3.2	Scheibenfilter	138			
12.7.3.3	Schneckenpresse.....	139			
12.7.3.4	Weitere Entwässerungsmaschinen.....	140			

14.2	<i>Laborprüfungen</i>	164	14.3.3.1	Bahnüberwachungssysteme.	187
14.2.1	Prüfungen im Rahmen der Wareneingangskontrolle.....	164	14.3.3.2	Bahninspektion (WIS)	188
14.2.1.1	Ermittlung unerwünschter Bestandteile.....	164	14.3.4	Virtuelle Sensoren	188
14.2.1.2	Ermittlung der Altpapierzusammensetzung.....	164	14.3.5	Regelungen.....	188
14.2.1.3	Bestimmung der Feuchte	166	15	Physiologische Aspekte des Altpapiereinsatzes	192
14.2.1.4	Bestimmung des Glührückstandes	166	15.1	<i>Verkeimung von Altpapier</i>	192
14.2.2	Prüfung von Altpapier und Altpapierstoff	167	15.1.1	Physiologische Bedeutung der nachgewiesenen Mikroorganismen.....	196
14.2.2.1	Zerfaserungsverhalten	167	15.1.2	Möglichkeiten der Reduzierung der Keimzahl durch die Stoffaufbereitung	197
14.2.2.2	Methoden zur Bestimmung der Zerfaserungsgüte (Stippengehalt)	168	15.2	<i>Flüchtige organische Substanzen</i>	200
14.2.2.3	Fasermorphologie.....	169	15.2.1	VOC im Altpapier	201
14.2.2.4	Faserstoffanalyse.....	169	15.2.2	Grenzwerte	203
14.2.2.5	Suspensionseigenschaften....	169	15.2.3	Gewährleistung des Verbraucherschutzes	203
14.2.2.6	Bewertung von klebenden Verunreinigungen	170	15.3	<i>Zusammenfassung</i>	204
14.2.2.7	Laborblattbildung.....	172	16	Reststoffe der Altpapierverwertung..	206
14.2.2.8	Festigkeitseigenschaften.....	172	16.1	<i>Klassifizierung</i>	206
14.2.2.9	Optische Eigenschaften	173	16.2	<i>Reststoffaufkommen</i>	207
14.2.3	Prüfungen von altpapierstoffhaltigen Papieren, Kartons und Pappen	174	16.3	<i>Rückstandsverteilung</i>	209
14.2.3.1	Prüfung von physikalischen Eigenschaften.....	174	16.4	<i>Entsorgung und Verwertungswege</i>	209
14.2.3.2	Recyclbarkeit von Packmitteln aus papiernen Wertstoffen	177	17	Wasserkreisläufe, Abwasserreinigung und Energienutzung	212
14.2.3.3	Recyclbarkeit von Druckerzeugnissen.....	179	17.1	<i>Wasserkreisläufe</i>	212
14.2.3.4	Empfehlungen und Regelungen im Zusammenhang mit dem Recycling von Papierprodukten.....	181	17.1.1	Wassereinsatz und Wassernutzung.....	212
14.3	<i>Prozessprüfungen</i>	184	17.1.1.1	Schaltungen und Bewertung der Effizienz	213
14.3.1	Allgemeines zu Online-Messungen	184	17.1.1.2	Aufkonzentrierung von CSB und Aufsalzung.....	214
14.3.2	Online-Messungen für verschiedene Sortenbereiche	187	17.1.2	Kreislaufwasserreinigung	217
14.3.3	Kamerasysteme	187	17.1.3	Stark eingeengte und geschlossene Wasserkreisläufe.....	219
			17.2	<i>Abwasserreinigung</i>	221
			17.2.1	Abwasserbelastung und -anfall.....	221

17.2.2	Abwasserreinigungsanlagen	222	17.3.3	Einsparpotenziale bei der Altpapieraufbereitung	230
17.2.2.1	Vorklärstufen	222			
17.2.2.2	Anaerobe Reinigungsstufen .	223			
17.2.2.3	Aerobe Reinigungsstufen.....	223	18	Alternativen zur stofflichen Verwertung	234
17.2.2.4	Weitergehende Reinigungs- stufen.....	225	<i>18.1</i>	<i>Energetische Verwertung.....</i>	<i>234</i>
<i>17.3</i>	<i>Energienutzung.....</i>	<i>225</i>	<i>18.2</i>	<i>Stoffliche Verwertung innerhalb der Bioraffinerie</i>	<i>235</i>
17.3.1	Verteilung des Energie- bedarfs	227	<i>18.3</i>	<i>Sonstige Verwertungsmöglichkeiten.....</i>	<i>239</i>
17.3.2	Energieeinsatz bei der Altpapieraufbereitung	228	Sachwortverzeichnis	241	