

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis

XIII

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielstellung und Vorgehen	2
2	Stand des Wissens	5
2.1	Stand der Technik der Altpapiersortierung in Deutschland	5
2.1.1	Grobsiebung	7
2.1.2	Feinsiebung	7
2.1.3	Paperspikereprozesse	9
2.1.4	Automatische Klaubung	9
2.1.5	Handklaubung	12
2.2	Werkzeuge für die Fließschemasimulation von Altpapiersortieranlagen	13
2.2.1	Stoffstrombeschreibung	13
2.2.2	Modelle der Grundprozesse	13
3	Beschreibung der Stoffströme	19
3.1	Stoffgruppen	20
3.2	Eigenschaften	23
4	Entwicklung einer Datenerfassungsmethode	25
4.1	Probenahme	25
4.1.1	Grundlagen	25
4.1.2	Methode	27
4.2	Probenanalysegerät	29
4.2.1	Funktionsstruktur	30
4.2.2	Konzept	31
4.2.3	Mustererkennung	32
4.2.4	Fazit	44
4.3	Bestimmung der Massenströme	44

IX

5	Durchführung der Datenerfassung	47
5.1	Probenahme	47
5.2	Bestimmung der Massenströme	47
5.3	Probenanalyse	49
6	Modellierung der Grundprozesse	53
6.1	Methoden	53
6.2	Grundmodell	54
6.3	Siebklassierung	56
6.3.1	Grobsiebung	60
6.3.2	Feinsiebung	66
6.4	Paperspikeprozesse	71
6.5	Automatische Klaubung	73
6.6	Handklaubung	76
6.7	Fazit	79
7	Modellvalidierung und Fließschemasimulation einer Altpapiersortier- anlage	81
7.1	Gesamtanlagenmodell	81
7.2	Modellvalidierung	82
7.3	Beispielsimulationen	86
7.4	Fazit	89
8	Zusammenfassung und Ausblick	91
	Literaturverzeichnis	94
A	Automatische Messanlage für die Probenanalyse	101
A.1	Spezifikationen	101
A.2	Merkmalalgorithmen	101
A.2.1	Masse	101
A.2.2	Form	101
A.2.3	Farbe	102
A.2.4	Muster	105
A.3	Ergebnisse der statistischen Analyse der Merkmale	108
B	Zuordnungskatalog der Stoffgruppen für händische Sortieranalysen	117
C	Messdaten	119
C.1	Grobsiebung	119

C.2	Feinsiebung	127
C.3	Paperspikeprozess	129
C.4	Automatische Klaubung	130
C.5	Handklaubung	132
C.6	Gesamtanlage	134