

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort von Prof. Dr. Braungart: Weniger schlecht ist nicht gut, aber
immerhin ein Anfang! V

Vorwort XI

Abkürzungsverzeichnis XVII

Autoren und Mitwirkende dieses Buchs XXVI

1 Abfalld Definitionen, Einflussfaktoren & Waschaufwand 1

1.1 Abfall-Definitionen 1

1.1.1 Landabfälle 1

1.1.2 Landplastik 3

1.1.3 Flussabfälle 5

1.1.4 Flussplastik 7

1.1.5 Unwetter-, Hochwasser- und Überschwemmungsabfälle ... 8

1.1.6 Unwetter-, Hochwasser- und Überschwemmungsplastik . 10

1.1.7 Meeresabfälle 11

1.1.8 Meeresplastik 13

1.1.9 Strandabfälle 15

1.1.10 „Ocean Bound Plastic“ oder „Ocean Impact Plastic“ 16

1.1.11 Primär-Mikroplastik 18

1.1.12 Sekundär-Mikroplastik 20

1.2 Verwitterungs- und Einflussfaktoren 21

1.2.1 Verwitterung durch UV-Licht (Photolyse) 22

1.2.2 Thermo-oxidative Verwitterung 24

1.2.3 Hydrolytische Verwitterung 24

1.2.4 Bio-Verwitterung und Einbettung in Biosphäre 24

1.2.5 Abbau durch Reaktion mit Luft-Ozon 25

1.2.6 Salzwasser (pH-Wert) 26

1.2.7 Reibung durch Wasser und abrasive Stoffe 26

1.2.8	Zusammenfassung: Einflussfaktoren an Plastikflasche.....	27
1.2.9	Zusammenfassung: Einflussfaktoren an Fischernetz	32
1.3	Fremdstoff-Definitionen.....	36
1.3.1	Addition: Hinzugefügte Fremdstoffe	36
1.3.2	Adhäsion: Haftende Stoffe	38
1.3.3	Kohäsion: Festklebende Stoffe	43
1.3.4	Destruktion: Chemischer und mechanischer Abbau.....	45
1.3.5	Intrusion: Eindringende Stoffe.....	47
1.4	Waschaufwand	49
1.4.1	Fremdstoff-Klassierung und -Frachtgewicht.....	49
1.4.2	Parameter: Wassereinsatz, Temperatur, Chemikalien	55
1.4.3	Unterschiedliche Annahmepreise nach Verschmutzung ..	58
2	Erfassen und Sammeln.....	63
2.1	Erfassen abhängig von jährlicher Wettervorhersage	64
2.2	Erfassen von Flussabfällen durch Drohnen/Flugzeuge	64
2.3	Erfassen abgesunkener Meeresabfälle durch Radar.....	65
2.4	Hafen-Sammlung durch schwimmenden Mülleimer	66
2.5	Fluss-, Bach- oder Kanaleinlaufrechen	69
2.6	Feststehender Flusssaudamm.....	71
2.7	Feststehender Filterstaudamm	74
2.8	Fluss-Sammlung durch schwimmenden Filterstaudamm	77
2.9	Fluss-Sammlung durch Luftblasen-Damm	83
2.10	Fluss-Sammlung durch Drehscheiben-Damm.....	87
2.11	Fluss-Sammlung durch Sammelschiff.....	91
2.12	Fluss-Sammlung durch unbemannten Roboter	95
2.13	Flussufer-Sammlung per Hand	98
2.14	Flussbett-Sammlung per Bagger	102
2.15	Strandsammlung per Hand	104
2.16	Strandsammlung mit unbemanntem Roboterfahrzeug	106

2.17	Strandsammlung zur Entfernung von Granulat	108
2.18	Meeresoberflächen-Sammlung durch Netze	110
2.19	Meeresgrund-Sammlung durch Taucher	111
3	Fördern, Vorzerkleinern, Trocknen	115
3.1	Mechanische, pneumatische & hydraulische Förderung	115
3.1.1	Übersicht der Fördereinrichtungen	115
3.1.2	Förderband	119
3.1.3	Förderschnecke	122
3.1.4	Pneumatische Förderung	124
3.1.5	Zellenradschleuse	126
3.1.6	Hydraulische Förderung (Materialpumpe)	128
3.2	Öffnen, Vorzerkleinern, Dosieren, Vereinzeln	130
3.2.1	Messerschneidwerk	130
3.2.2	„Pierret“-Schneider (Vertikalschneider)	133
3.2.3	Guillotine	136
3.2.4	Flaschenperforator /-brecher	138
3.2.5	Wasserstrahlschneider	140
3.2.6	Vorzerkleinerer	142
3.2.7	Ballenöffner	144
3.2.8	Entdrahter / Entzerrer	148
3.2.9	Etikettenentferner (Engl. Label Remover)	150
3.2.10	Dosierwalze, -schnecken und Schichtbegrenzer	152
3.2.11	Vibrierrinne	155
3.2.12	Tellerdosierer	157
3.3	Trocknen vor Mahlung	159
3.3.1	Solartrocknung	159
3.3.2	Niedertemperatur-Trocknung mit zusätzlicher Wärme ...	163
4	Sichten, Sieben, Sortieren	167
4.1	Sichten (Dichte, Gewicht)	167

4.1.1	Trockensichtung am Steigeband.....	168
4.1.2	Trockensichtung durch Störstoff-Falle.....	170
4.1.3	Vertikaler Windsichter	172
4.1.4	Horizontaler Windsichter.....	174
4.1.5	Luftzyklon	176
4.2	Sieben (Form, Größe).....	178
4.2.1	Trommelsieb.....	178
4.2.2	Vibrationssieb	180
4.2.3	Scheiben- oder Sternsieb	182
4.2.4	Ballistikseparator	184
4.3	Sortieren (Farbe, Kontur, Werkstoff)	186
4.3.1	Handsortierung ohne Hilfe	186
4.3.2	Optische Sortierung mit pneumatischem Austrag	190
4.3.3	Optische Sortierung mit mechanischem Austrag.....	194
4.3.4	Bedienersortierung mit Touchscreen & pneum. Austrag	197
4.3.5	Optische Sortierung mit hydraulischem Austrag.....	199
4.3.6	Fe-Metallerkennung (ÜBM usw.)	201
4.3.7	Nichteisen(NE)-Metallerkennung	203
4.3.8	Sortierprozess für Wertstoffsammlungen	205
5	Vorzerkleinern, Shreddern, Schneiden, Mahlen	207
5.1	Shredder.....	209
5.2	Schneidmühle.....	212
5.3	Feinmahlmühle oder Pulverisator	217
5.4	Trocken-Schneidprozess (Standard).....	219
6	Waschen, Trocknen	223
6.1	Waschen.....	223
6.1.1	Rührer und Mischer	223
6.1.2	Wasch-Förderschnecke mit Sieb	226
6.1.3	Friktionswäscher.....	228

6.2	Nass-Dichtentrennung (Schwimm-Sink-Verfahren).....	231
6.2.1	Schwimm-Sink-Becken	231
6.2.2	Hydro-Zyklon	234
6.2.3	Dekanter-Zentrifuge (Drei-Weg).....	238
6.3	Entwässern und Trocknen	241
6.3.1	Horizontaltrockner/Paddeltrockner	241
6.3.2	Vertikaltrommeltrockner	245
6.3.3	Solar- oder Abwärme-Trocknung	249
6.3.4	Industrielle, thermische Trocknung	251
6.4	Abwasserbehandlung	252
6.4.1	Abwasser-Sieb und -Trommel.....	252
6.4.2	Sandklassierer	254
6.4.3	Dekanter (Zwei-Weg) zur Schlammabscheidung	256
6.4.4	Schlammpresse für verdickten Schlamm	258
6.4.5	Flotation.....	260
6.5	Waschprozesse (Standards).....	263
6.5.1	Kaltwäsche	263
6.5.2	Vorwäsche + Kaltwäsche	269
6.5.3	Vorwäsche + Heißwäsche + Kaltwäsche	273
7	Erzeugung von Zwischenprodukten	277
7.1	Shredder für Kunststoffstücke	277
7.2	Schneidmühle für Kunststoff-Flakes.....	277
7.3	Feinschneidmühle für Kunststoffpulver	278
7.4	Agglomerator (Teilschmelze) für geschnittenes Granulat	278
7.5	Extruder (Repolymerisierung) für Neupolymer-Granulat	282
7.6	Shredder + Schneidmühle für Ersatzbrennstoffe (EBS)	285
7.7	Ballenpresse	287
7.8	Brikett- oder Stangenpresse	289
8	Vergleich der Anlagenkonzepte mit Wertstoffsammlung	291

8.1	Inputmaterial.....	291
8.2	Erfassen und Einsammeln	292
8.3	Fördern, Vorzerkleinern, Trocknen.....	293
8.4	Sieben, Sichten, Sortieren	294
8.5	Vorzerkleinern, Shreddern, Schneiden, Mahlen	295
8.6	Waschen, Trocknen	295
8.7	Erzeugen von Zwischenprodukten	296
8.8	Zusammenfassung	297
9	Upcycling, Recycling, Downcycling	299
9.1	Upcycling (Hochwertige Rezyklate).....	299
9.1.1	Kunstgegenstände aus Flip-Flops.....	300
9.1.2	Rucksäcke aus Meeres- und Küstenplastik.....	304
9.1.3	Schuhe aus Strand- und Küstenplastik	308
9.1.4	Skateboards aus Fischernetzen.....	312
9.2	Recycling (Gleichwertige Rezyklate).....	314
9.2.1	Flussabfälle werden recycelbare Kunststoffe	316
9.2.2	PET-Waschanlage von Landplastik	318
9.3	Downcycling (Niederwertige Rezyklate).....	320
9.3.1	Kunststoffplatten aus Plastiksäcken (Flussplastik)	321
9.3.2	Straßenteer aus Plastikabfällen	324
9.3.3	Hauswand- & Pflastersteine aus Meeresplastik & Sand	326
9.4	Zusammenfassung: Upcycling, Recycling, Downcycling	329
10	Recycling von Fluss- und Meeresplastik als Ökobilanz.....	331
10.1	Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens.....	331
10.2	Sachbilanz	332
10.2.1	Input: Fluss- & Meeresplastik vs. Postconsumer-Plastik	334
10.2.2	Transportenergie - Alternative: Produktion vor Ort.....	336
10.2.3	Anzahl nötiger Maschinen - Low-Tech vs. High-Tech	338
10.2.4	Mechanische Energie - Alternative: Energieeffizienz? ...	340

10.2.5	Chemikalien - Alternative: Andere Waschparameter.....	342
10.2.6	Wasserverbrauch - Alternative: Salzwasser.....	345
10.2.7	Andere Betriebsmittel.....	349
10.2.8	Heizenergie - Alternative: Solarwärme.....	350
10.2.9	Outputmaterial und Abfallstoffe.....	352
10.3	Wirkungsabschätzung (techn. Schlussfolgerungen).....	353
10.4	Schlussfolgerungen (jurist. & wirtschaftliche Abwägungen)...	355
Anhänge A1-A3		359
A1 Liste der Proben-Entnahmestellen		359
A2 Wärme- und Trocknungsberechnungen		364
A3 Testmethoden: Bestimmung des Verschmutzungsgrads.....		371
Quellenverzeichnis.....		375
Abbildungsverzeichnis		399
Tabellenverzeichnis		405
Stichwortverzeichnis		409