

Biologisch abbaubare Kunststoffe

Dr. Achim Pfeil

G. Chapman	Dipl.-Ing. I. Schwarz-Quandt
Dr. G. Entenmann	Dr. U. Siemann
Dr. S. Facco	Dipl.-Ing. F. Steigerwald
Mag. E. Krottendorfer	Dr. I. Tomka
Dr. B. Kruse	Dipl.-Chem. H. Utz
Dr. R.-J. Müller	Dr. R. Vetter
Dr. W. R. Müller	G. Walter
Dipl.-Biol. M. Pantke	Dipl. oec.troph. F. Waskow
Dipl.-Biol. P. Püchner	Dr. F. Wynne
Dipl.-Volksw. J. Reiche	

Mit 130 Bildern und 115 Literaturstellen



Kontakt & Studium
Band 425

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz
Technische Akademie Esslingen
Weiterbildungszentrum
DI Elmar Wippler
expert verlag

expert  **verlag**

Inhaltsverzeichnis

Herausgeber-Vorwort

Autoren-Vorwort

Status Quo:

Eine Strukturierung des UFO „Biologisch abbaubare Kunststoffe“

Einleitung

1	Biologisch abbaubare Kunststoffe – Pro und Kontra	1
	B.-O. Kruse	
1.1	Einleitung	1
1.2	Gegenüberstellung ausgewählter Forderungen, Meinungen und Standpunkte	1
1.2.1	Politische Ziele und industrielle Meinungen	1
1.2.1.1	Pro	1
1.2.1.2	Kontra	2
1.2.2	Landwirtschaftliche Hoffnungen und industrielle Bedenken	3
1.2.2.1	Pro	3
1.2.2.2	Kontra	3
1.2.3	Publizistische Meinungen und abfallwirtschaftliche Erkenntnisse	4
1.2.3.1	Pro	4
1.2.3.2	Kontra	4
1.2.4	Veröffentlichte und öffentliche Diskussion	5
1.2.4.1	Pro	5
1.2.4.2	Kontra	5
1.2.5	Wissenschaftliche Diskussionssplitter	5
1.2.5.1	Pro	5
1.3	Schlußbemerkungen	5
	Literatur	6
2	Nachwachsende Rohstoffe als wirtschaftspolitisches Ziel	7
	R. Vetter	
2.1	Einleitung	7
2.2	Einschätzung nachwachsender Rohstoffe	8

2.3	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	10
2.4	Nutzung	13
2.5	Schlußbetrachtung	15
	Literatur	17
3	Celluloseacetat – ein Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen	18
	U. Siemann	
	Literatur	20
4	BIOCETA – ein glasklarer, biologisch abbaubarer thermoplastischer Kunststoff auf Celluloseacetatbasis	21
	I. Schwarz-Quandt	
4.1	Das altbekannte Celluloseacetat und seine heutigen Anwendungen	21
4.2	Entstehen des neuen abbaubaren Produktes	22
4.3	Lieferform und Eigenschaften	22
4.4	Anwendungsmöglichkeiten unter Zugrundelegung unterschiedlicher Verarbeitungsverfahren	25
4.5	Entsorgungsmöglichkeiten dieses Materials	25
4.6	Ausblick und Perspektive für dieses neue Produkt	26
5	Verpackungen aus agrarischen Rohstoffen	27
	K. Tiefenbacher, E. Krottendorfer	
5.1	Inhaltsübersicht	27
5.2	Berechtigte Anliegen – Ungerechtfertigte Erwartungen	27
5.3	Nachwachsende Rohstoffe	29
5.4	Biologisch abbaubar – ein viel gebrauchter Begriff	30
5.5	Integrierte Entsorgung	31
5.6	Der BIOPAC-Ampullentray: geschäumte Stärke	33
5.7	Wie entsteht dieser Schaumstoff: Zusammensetzung und Herstellungsverfahren	33
5.8	Eigenschaften, Anwendungen und Grenzen	34
5.9	Warum nachher NICHT aufessen? – Zur Entsorgung von BIOPAC	34
5.10	Ökologische und soziale Vorteile von BIOPAC	36
5.11	Zusammenfassung und Ausblick	37
	Literatur	39

6	Eßbare Verpackungen: Was soll der Magen leisten?	40
	F. Waskow	
6.1	Einleitung	40
6.2	Verpackungsvarianten aus Stärke	41
6.3	Vorteile eßbarer Verpackung	41
6.4	Nachteile und Vorbehalte gegen eßbare Verpackung	42
6.5	Preise	45
6.6	Aussichten	45
7	Folien aus nachwachsenden Rohstoffen: Stärke als Kunststoffersatz – Produktideen – Anwendungen	46
	I. Tomka	
	Einleitung	46
7.1	Allgemeine Produktbeschreibung	48
7.1.1	Zusammensetzung und Struktur von FLUNTERA-PLAST®	48
7.1.2	Charakteristische Eigenschaften der FLUNTERA-PLAST® Produktreihen	48
7.1.2.1	TPS (ThermoPlastische Stärke)	48
7.1.2.2	TPS 100-C	49
7.1.2.3	Die FLUNTERA-PLAST® Produktreihe	50
7.1.3	Generelles zur Verarbeitung von FLUNTERA-PLAST®	51
7.1.3.1	Feuchtigkeit vor der Verarbeitung	51
7.1.3.2	Verarbeitungstemperaturen	51
7.1.3.3	Verhalten bei Scherung	52
7.1.4	Ausrüsten und Einfärben von FLUNTERA-PLAST®	52
7.1.5	Lieferung und Lagerung von FLUNTERA-PLAST®	52
7.2	Materialeigenschaften	52
7.2.1	Mechanische Eigenschaften FLUNTERA-PLAST® TPS 100-C	53
7.2.2	Biologisches Abbauverhalten	54
7.2.2.1	Methodik der durchgeführten Prüfungen	54
7.2.2.1.1	Kompostierung nach ASTM D 5338 (Controlled Composting)	54
7.2.2.1.2	Kompostierung nach Hünnerkopf (TU München)	54
7.2.2.1.3	Kompostierung nach ICT-Verfahren (Fraunhofer-Institut)	54
7.2.2.1.4	Erdvergrabung nach DIN 53739	55
7.2.2.1.5	MITI-Test nach OECD-Richtlinie 301 C	55
7.2.2.1.6	Gärung (Accelerated Landfill bzw. High Solids Digestion)	55
7.2.3	Prüfergebnisse	56
7.2.3.1	Abbauverhalten von TPS	56
7.2.3.2	Abbauverhalten von TPS 100-C	57

8	Thermoplastische Stärke Mater Bi	63
	S. Facco	
8.1	Entwicklungen im Bereich neuer Werkstoffe, Anwendungen, Verfahren	63
8.2	Mater Bi – seine Struktur	63
8.3	Biologischer Abbau	64
8.4	Mechanische Eigenschaften	65
8.5	Besondere Eigenschaften	67
8.6	Verarbeitung	67
8.7	Anwendungen	73
9	Modified starch based biodegradable plastics	74
	G. Chapman	
9.1	Introduction	74
9.2	Degradable plastics	74
9.3	Biodegradation	75
9.4	The Ecostar System	75
9.5	Degradation Mechanism	75
9.6	Factors Affecting Degradation	81
9.7	Degradation in Field Trials	83
9.8	Summary	83
	Literatur	83
10	Biopol – ein natürliches biologisch abbaubares thermoplastisches Material	84
	F. Wynne	
10.1	Was ist Biopol?	84
10.2	Produktionstechnologie	85
10.3	Physikalische Eigenschaften	86
10.4	Biologische Abbaubarkeit	87
10.5	Der Markt	89
10.6	Eine neue Alternative	90
11	Abbaubare Kunststoffe aus Milchsäure	91
	G. Entenmann	
11.1	Einführung	91
11.2	Synthese	91
11.3	Abbauverhalten	93

11.4	Eigenschaften	97
11.5	Verarbeitung	98
11.6	Verwendung	99
11.7	Polymere auf Milchsäurebasis für technische Anwendungen? Literatur	99 101
12	Bioabbaubare Kunststoffe im Verpackungsbereich	103
	H. Utz	
12.1	Ausgangssituation	103
12.2	Am Markt und in Entwicklung befindliche bioabbaubare Kunststoffe	106
12.3	Anforderungen an Kunststoffe im Verpackungsbereich	112
12.4	Eigenschaften biologisch abbaubarer Kunststoffe	114
12.5	Bewertung und offene Fragen Literatur	117 119
13	Testmethoden für den Bioabbau an Kunststoffen	120
	R.-J. Müller	
13.1	Einleitung	120
13.2	Biokorrosion und Bioabbau	121
13.3	Polymerspezifische Parameter und Bioabbau	124
13.4	Anforderungen an Labortests	125
13.5	Labortestverfahren für den Bioabbau von Kunststoffen	126
13.5.1	Enzym-Tests	126
13.5.2	Petrischalen-Tests	127
13.5.3	Aquatische/Nicht-aquatische Labortests mit definierten Medien	127
13.5.4	Laborsimulationen	128
13.6	Aktuelle Aktivitäten zur Normung von Prüfverfahren Literatur	129 129
14	Testnormierung zum biologischen Abbau von Kunststoffen	130
	M. Pantke	

15	Screening der biologischen Abbaubarkeit von Polymeren	140
	P. Püchner	
15.1	Begriff der Abbaubarkeit von Chemikalien im allgemeinen	140
15.2	Abbaubarkeit von Kunststoffen	141
15.3	Testmethoden zur Abbaubarkeit	142
15.4	Screening Testmethoden Literatur Anhang	144 147 149
16	Ökobilanzen als Orientierungshilfe Methodischer Aufbau – Beispiele – Belastbarkeit	161
	J. Reiche	
16.1	Einleitung	161
16.2	Aktivitäten des Umweltbundesamtes	162
16.3	Anwendungsbereiche aus staatlicher Sicht	163
16.4	Abgrenzung zu anderen Verfahren der ökologischen Bewertung	164
16.5	Schwerpunktbereiche von Ökobilanzen	164
16.6	Begriff, Aufgaben und Ziele von Ökobilanzen	165
16.7	Abhängigkeit der Ergebnisse von den Annahmen und Ausgangsbedingungen der Modelle	166
16.8	Grundlagen und Mindestanforderungen	170
16.9	Die Erstellung von Ökobilanzen nach dem Standardmodell und ihre methodischen Probleme	172
16.9.1	Zielbeschreibung	174
16.9.2	Sachbilanz	174
16.9.3	Wirkungsbilanz	177
16.9.4	Bilanzbewertung	179
16.10	Fazit Literatur	181 182
17	Verhalten von polymeren Werkstoffen im Kompostiermilieu	183
	A. Pfeil	
17.1	Screening	183
17.2	Charakterisieren des Materialabbaus	185
17.3	Materialabbau	185
17.4	Fazit	190

18	Praxisnahe Untersuchungen von Kunststoffen in Kompostmieten	191
	W.-R. Müller, J. Wurmthaler, P. Püchner	
18.1	Einleitung	191
18.2	Abbaubarkeit als Aufgabe der Normung	191
18.2.1	Definitionen zur Abbaubarkeit	191
18.2.2	Stand der Normungsarbeit in der BRD, EG und USA	193
18.2.3	Bestehende Normen bzw. Normvorschläge mit Bezug zur Thematik	194
18.3	Bioabbaubare Kunststoffe in der Kompostierung	197
18.3.1	Screening-Test zur Kompostierbarkeit	197
18.3.1.1	ASTM-Methode	197
18.3.1.2	Eigene Laborversuchsanlage	202
18.3.1.3	Kompostiertrommel nach Schmidt	203
18.3.2	Bedingungen der Abfallbeseitigung	204
18.3.2.1	Kompostierung	205
18.3.2.2	Versuchsdurchführung	206
18.3.2.3	Ergebnisse und Diskussion	208
18.3.2.3.1	Versuchslauf 1	208
18.3.2.3.2	Versuchslauf 2	212
18.3.2.3.3	Versuchslauf 3	216
18.4	Ökotoxikologische Aspekte der Kompostierung	225
18.5	Glossar	228
	Literatur	229
19	Erfahrungen mit der Bio-Tonne: Kompostieren in der Praxis	231
	G. Walter	
19.1	Die Ausgangssituation vor Einführung der Bio-Tonne	231
19.2	Die gesetzlichen Grundlagen	231
19.3	Beschreibung der Abfallwirtschaft der Stadtgemeinde Stockerau	233
19.4	Einführung der BIO-Tonne	
	Entwicklung eines Informationssystems	239
19.5	Praktische Einführung der BIO-Tonne	241
19.6	Erfahrungen mit dem Kompostierungsverfahren	244
19.7	Zusammenfassung	245

20	Anwendung von Biopol-Flaschen – Erfahrungen aus der Praxis F. Steigerwald	246
21	Facit des Symposiums A. Pfeil	252
Sachregister		253
Autorenverzeichnis		255