

WieNaWARO

Beschreibung und praxisgerechte Planung von Umsetzungsprojekten zum Einsatz von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen

ausgewählt im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“

unterstützt von der Wiener Umweltstadträtin, Mag. Ulli Sima

Im Auftrag der



StoDt+Wien
Wien ist anders.

Dieses Projekt wurde im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“ von der Stadt Wien finanziert.

Impressum:

Für den Inhalt verantwortlich: Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, (ABF-BOKU); Muthgasse 107, 1190 Wien, Tel.: 01/318 99 00, Fax: 01/318 99 00 350, eMail: abf@boku.ac.at, www.boku.ac.at/abf

vertreten durch: O.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. Peter Lechner

Projektleitung: Dipl.Ing. Felicitas Schneider

Weitere Mitarbeiter:

- Dipl.Ing.Dr. Sandra Lebersorger
- Wolfgang Sprinzl
- Dipl.Ing.Dr. Maria Tesar
- Dipl.Ing. Gudrun Wassermann

Qualitätssicherung durch: Dipl.Ing.Dr. Sandra Lebersorger, Dipl.Ing. Gudrun Wassermann

Alle personenbezogenen Bezeichnungen in diesem Bericht stehen gleichermaßen für Frauen und Männer. An dieser Stelle möchten sich die Autoren der Studie bei allen beteiligten Interviewpartnern für ihre Mithilfe herzlich bedanken.

WieNaWARO

Beschreibung und praxisgerechte Planung von
Umsetzungsprojekten zum Einsatz von Werkstoffen aus
nachwachsenden Rohstoffen

Endbericht

28. April 2005

Autoren: **Dipl.Ing. Felicitas Schneider**
 Dipl.Ing.Dr. Sandra Lebersorger
 Dipl.Ing.Dr. Maria Tesar
 Dipl.Ing. Gudrun Wassermann

Kurzfassung Teil A

Die Abkopplung der Wirtschaft von nur in endlichem Ausmaß zur Verfügung stehenden Ressourcen wird zusehends realer, auch wenn der tatsächliche Weg dahin noch sehr weit ist. Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind in den letzten Jahren aus unterschiedlichen Gründen verstärkt in den Blickwinkel von Fachleuten aus dem Umwelt- und Landwirtschaftsbereich gerückt. Das Material selbst verhält sich im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen umweltfreundlicher bezüglich Emissionen und Treibhauseffekt, die verstärkte Nutzung schont den Abbau endlicher Ressourcen und kann auch z.B. auf regionaler Ebene Arbeitsplätze schaffen (BAUER ET AL., 2001).

Nachwachsende Rohstoffe sind Stoffe, die aus lebender Materie stammen und vom Menschen zielgerichtet für Zwecke außerhalb des Nahrungs- und Futterbereiches verwendet werden (MANN, 1998). Biologisch abbaubare Werkstoffe können sowohl aus nachwachsenden als auch aus fossilen Rohstoffen oder aus Mischungen aus beiden hergestellt werden. Entscheidend dafür, ob ein Werkstoff biologisch abbaubar ist oder nicht, ist nicht die Rohstoffbasis, sondern seine molekulare Struktur. Der Begriff „biologisch abbaubar“ impliziert darüber hinaus noch nicht, ob der Werkstoff für eine technische Kompostierung bzw. Vergärung tatsächlich geeignet ist.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Studie liegt auf biologisch abbaubaren Werkstoffen als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe. Diese sog. Biokunststoffe werden zum überwiegenden Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und bestehen wenn überhaupt nur zu einem geringen Prozentsatz aus fossilen Rohstoffen.

Ziel des vorliegenden Projektes ist die Ausarbeitung von konkreten Vorschlägen für Umsetzungsprojekte in Wien, bei denen gezielt Produkte aus Biokunststoffen eingesetzt werden. Bei der Wahl und Ausgestaltung der Ideen wurden nach Möglichkeit die Interessen von Beteiligten, Erfahrungen mit den einsetzbaren Materialien, rechtliche und logistische Rahmenbedingungen, Verwertungsmöglichkeiten etc. berücksichtigt.

Für die Zusammenstellung der Marktübersicht wurde eine intensive Literatur- und Internetrecherche durchgeführt, sowie zusätzliche aktuelle Informationen in persönlichen Kontakten zusammengestellt. Neben den Beschreibungen zu Werkstoffen und Produkten konnten damit auch internationale Beispiele von Pilotprojekten bzw. dauerhaften Anwendungen von Biokunststoffen dargestellt werden. Zunächst wurden mögliche Einsatzbereiche für Produkte aus Biokunststoffen in der Stadt Wien recherchiert. Dabei wurden Bereiche wie Friedhöfe, Großveranstaltungen, Krankenhäuser, Landwirtschaft, Gartenbau, Verpflegung, Lebensmittelverpackungen etc. betrachtet. In einer ersten Recherche wurden grobe Vermeidungspotentiale abgeschätzt und aus den gesammelten Informationen wurde die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen diskutiert. Bei jenen Einsatzbereichen, wo eine Anwendung von Produkten aus Biokunststoffen vorteilhaft erschien, wurden weitere Recherchen und empirische Untersuchungen durchgeführt. Im Zuge dieser wurden konkrete Gesprächspartner aus jeweils unterschiedlichen betroffenen Bereichen ausgewählt. Anhand von ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Kenngrößen wurden die detailliert recherchierten Einsatzbereiche bewertet. Aus den detailliert recherchierten Anwendungsbereichen wurden im Anschluss Ideen für Umsetzungsprojekte formuliert, welche abschließend nach den festgelegten Kenngrößen einer Bewertung bzw. Reihung unterzogen wurden.

Kurzfassung Teil B

Die Rohstoffe für die Herstellung von Biokunststoffen können pflanzlicher oder tierischer Herkunft sein oder durch Mikroorganismen erzeugt werden bzw. auch aus fossilen Quellen stammen. Zu den nachwachsenden pflanzlichen Rohstoffen zählen Stärke und Stärkederivate, Cellulose und ihre Derivate, Lignin, Pflanzenfasern sowie diverse Kombinationen aus diesen Substanzen. Polyhydroxyfettsäure und Polymilchsäure werden von Mikroorganismen auf Basis pflanzlicher Grundstoffe synthetisiert. Proteine, Kollagene, Gelatine und bestimmte Algenbestandteile repräsentieren die möglichen nachwachsenden Rohstoffe tierischer Abstammung. Zu den im Bereich der Biokunststoffe eingesetzten Werkstoffen aus fossilen Rohstoffen gehören Polyesteramid, Poly-ε-Caprolacton, Polyvinylalkohole und Copolyester.

Erfolgreiche Beispiele für den Einsatz von Biokunststoffen in Österreich zeigen z.B. die Verwendung von Bioabfallvorsammelhilfen im Abfallwirtschaftsverband Tulln, von Einweggeschirr im Fast-Food-Lokal und von Mulchfolien in der Landwirtschaft. Internationale Fallbeispiele betreffen den Bereich Einweggeschirr bei Veranstaltungen und Lebensmittelverpackungen im Einzelhandel.

Zertifizierungen der Kompostierbarkeit eines Werkstoffes können derzeit nach den Normen EN 13432, ASTM D 6400 bzw. 6868 durchgeführt werden, entsprechende Kennzeichnungen sind das Kompostierbarkeitszeichen und das „OK compost“-Zertifikat. Bei Sammlung von Biokunststoffen über den Restmüll ist eine thermische Nutzung möglich, über die Biotonne kann auch eine biologische Verwertung erfolgen.

Als mögliche Einsatzgebiete von Biokunststoffen in Wien wurden 15 verschiedene Bereiche untersucht: Friedhöfe, Großveranstaltungen, Gartenbau, Landwirtschaft, Krankenanstalten, Pflegeheime, Rettung, Fertigmenüliefererservices, Vending, Schulen, Kindertagesheime, Magistrate, Polizei, Theater, Tiergärten, Vorsammelhilfen, Lebensmittelverpackungen und Werbemittelsäckchen. Jene Bereiche, die für ein Umsetzungsprojekt in Frage kommen, wurden im Anschluss einer Bilanzierung und Bewertung unterzogen. Als Kenngrößen für die Bewertung wurden austauschbare Mengen, Transportaufwendungen, CO₂-Einsparung, Kosten, Awareness, Umsetzungspotential und PR-Wirksamkeit ausgewählt.

Insgesamt wurden elf Umsetzungsprojekte formuliert, wobei in einigen noch vorbereitende Entwicklungsarbeit zu leisten ist, um entsprechend geeignete Produkte tatsächlich vorliegen zu haben. Die Aufbereitung von spezifischen Informationsmaterialien für unterschiedliche Zielgruppen (Unternehmen, Haushalte, Schulen) bietet eine gute Grundlage für eine allgemeine Bewusstseinsbildung, auf die in der Folge mit anderen Umsetzungsprojekten aufgebaut werden kann. Die Verwendung von Biokunststoffen im Zuge der Fußball-europameisterschaft 2008 bringt zwar direkt kein großes Vermeidungspotential, hätte jedoch einen hohen Stellenwert für Awareness und PR-Wirksamkeit. Kurzfristiger umzusetzen erscheint die Verwendung von Biokunststoffbechern im Zuge des Vienna City Marathons, des Donauinselfestes und im Tiergarten Schönbrunn, wobei in der letztgenannten Anwendung ein hohes Awarenesspotential zu sehen ist. Im Bereich des Krankenanstaltenverbundes ergeben sich hauptsächlich zwei Produktbereiche, Müllsäcke und Becher. Vorsammelhilfen für Restmüll könnten auch in anderen Bereichen mit zentralem Einkauf (Nicht-Haushalte), wie z.B. Kindertagesheimen, zum Einsatz kommen. Die Verwendung von Schalen aus Biokunststoffen im Bereich Fertigmenüliefererservices erfordert ebenso wie der Einsatz von Kaffeeautomatenbechern ergänzende Materialentwicklungen. Vorsammelhilfen für Biomüll werden für Haushalte im Zusammenhang mit der geplanten Biogasanlage in Wien als Projekt vorgeschlagen. Bei Lebensmittelverpackungen sind Biokunststoffe bereits teilweise im Einsatz, daher wird dieses Umsetzungsprojekt besonders empfohlen.

Summary Part A

The independence of economy from nonrenewable resources is becoming more and more real, although a lot of steps will still have to be taken in order to reach this target. In recent years, renewable resources have shifted into the focus of researchers, especially of researchers from environmental and agricultural sector because of different interests. In comparison with nonrenewables renewable resources are more environmentally friendly, the increased use of renewables conserves limited resources and there is the opportunity to create jobs at local level (BAUER ET AL., 2001).

Renewable resources are substances which origin from living matter and are specifically used to meet human needs beyond food and feed purposes (MANN, 1998). Biodegradable materials can both be produced from renewable and nonrenewable resources respectively from blends of those resources. The biodegradability of a material does not depend on the origin but on the molecular structure. Furthermore the term “biodegradable” does not implicate that a material is actually suited for composting or anaerobic digestion.

The main focus of the study was set on bioplastics, that means biodegradable materials as a substitution for common plastics which are mainly produced from renewables and therefore contain only little to no fossil resources.

The project WieNaWARO aims to suggest different projects in which bioplastics shall be used, and which are considered realisable for implementation in Vienna. The project ideas were developed under consideration of the interests of different key players, the experience with the materials and from different case-studies, legal and logistic conditions, existing or planned waste treatment facilities and other facts.

To get an overview about the market of bioplastics an intensive enquiry in literature and internet was made. Additionally, interviews with experts were conducted. Thus besides descriptions of the materials and products, also national and international case-studies respectively implementations of bioplastics were obtained. To generate ideas for potential projects in the City of Vienna, first of all contemplable application areas were considered. As a result, areas like cemetery, large cultural, sportive and entertainment events, hospitals, agriculture, horticulture, home catering, food packaging etc. were investigated. For all of these areas information was gathered, rough estimations about the plastics waste prevention potential were made and the usefulness of a potential substitution of common plastics by bioplastics was discussed. More detailed analyses and enquiries were made for those areas where projects seemed very interesting. To get additional information experts from the specific area were contacted and interviewed. Afterwards each area was assessed by selected economical, ecological and social criterions. The last step was the suggestion of different projects for implementing bioplastics in various areas in Vienna. Therefore, the conclusions from the analyses and the assessment of the selected areas were used. The results can now be consulted as basis for political decisions for the implementation of the suggested projects under consideration of different points of view.

Summary Part B

For the production of bioplastics, raw materials from various plants, animals and fossil resources can be used. Raw materials from renewable vegetable resources are starch and its derivatives, lignin, vegetable fibres and various combinations. Polyhydroxy fatty acid and poly lactic acid are synthesised by microorganisms on vegetable basis. Proteins, collagen, gelatine and specific parts of algae provide raw materials on animal basis. Raw materials on fossil basis are polyesteramide, poly- ϵ -caprolactone, polyvinyl alcohol and copolyester.

Examples for the successful implementation of bioplastics can be shown by different Austrian case-studies, concerning the pre-collection of biowaste in sacks in the area of Tulln, one-way dishes at a fast food restaurant and mulch films. International case-studies concern one-way dishes at events and food packaging for retail sales.

The standards EN 13432, ASTM D 6400 and 6868 regulate the certification of the compostability of a material. Two labels are available: the label of DIN CERTCO and the „OK compost“ label. Bioplastics can be collected with residual waste and then thermally treated with energy recovery. But also a separate collection with biowaste in the biobin and an organic recovery is possible.

Fifteen areas where an implementation of bioplastic products in Vienna were considered useful were analysed: cemetery, large events from culture, sport and entertainment, horticulture, agriculture, hospitals, nursing homes, ambulances, home catering, vending machines, schools, kindergartens and nurseries, magistrate, police, theater, zoo, sacks for the pre-collection of waste, food packaging and bags used for distributing advertisement. Those areas which seem to be most promising for implementation were subjected to an analysis and an assessment. As criteria for the assessment the replaceable amounts, the expenditures on transport, the savings of CO₂-equivalents, the costs, the awareness, the implementation potential and the public relation potential were chosen.

Altogether eleven projects were suggested for implementation. Some of them will need further research and development of the material before they can be implemented. Editing specific materials for the information of different target groups (schools, businesses, households) is necessary to improve awareness and to provide a basis for a subsequent implementation of projects. The use of bioplastics in the course of the European Soccer Championship 2008 does not directly have a high waste prevention potential but could have a very high impact on awareness and public relation. Bioplastic cups could also be used for the Vienna City Marathon, the annual event at the Donauinsel and at the Viennese Zoo Schönbrunn, where a high awareness potential can be expected. At hospitals two products could be replaced by bioplastics, namely bin-liners and cups. Bin-liners for residual waste also could be used in other areas which have a central procurement unit (non-households), e.g. kindergartens and nurseries. Additional material research and development is necessary as to home catering dishes and vending machines. Bin-liners for pre-collection of bio waste in private households are recommended in connection with the planned anaerobic digestion in Vienna. As bioplastics are already used for food packaging to some extent, this project is highly recommended for implementation.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Zielsetzung, Vorgehensweise und Vorgaben	3
2.1	Zielsetzung	3
2.2	Vorgehensweise	3
2.3	Vorgaben des Auftraggebers.....	5
3	Marktübersicht	6
3.1	Definitionen, Übersicht und thematische Eingrenzung	6
3.1.1	Nachwachsende Rohstoffe (Nawaro)	6
3.1.2	Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW)	7
3.1.3	Biologisch abbaubare Werkstoffe als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe (Biokunststoffe)	8
3.1.4	Schwerpunkt der Studie.....	9
3.2	Werkstoffe und Produkte	9
3.2.1	Werkstoffe und Produkte auf Basis pflanzlicher Rohstoffe	9
3.2.1.1	Stärke und Stärkederivate	9
3.2.1.2	Cellulosederivate	12
3.2.1.3	Lignin	13
3.2.1.4	Polyhydroxyfettsäuren	13
3.2.1.5	Polymilchsäure (Polylactid, PLA).....	14
3.2.1.6	Faser- und Faserverbundwerkstoffe.....	15
3.2.2	Werkstoffe und Produkte auf Basis tierischer Rohstoffe	17
3.2.3	Werkstoffe und Produkte auf Basis fossiler Rohstoffe.....	17
3.2.3.1	Polyesteramid.....	17
3.2.3.2	Poly-ε-Caprolacton (PCL).....	18
3.2.3.3	Polyvinylalkohole (PVAL, PVOH)	18
3.2.3.4	Copolyester	18
4	Rahmenbedingungen für den Einsatz von Biokunststoffen	19
4.1	Zertifizierung der Kompostierbarkeit.....	19
4.2	Sammlung	20
4.3	Entsorgung	22
4.3.1	Kompostierung.....	22
4.3.2	Anaerobe Vergärung	25
4.3.3	Verbrennung	27
4.3.4	Mechanisch-biologische Vorbehandlung	28
4.4	Rechtliche Aspekte der Sammlung und Verwertung	28
4.4.1	Österreich	28
4.4.2	Deutschland.....	30
4.4.3	Europäische Union	30
4.5	Biokunststoffe und Gentechnik.....	30
4.6	Kosten und Marktentwicklung.....	32
4.6.1	Mengenentwicklung	32
4.6.2	Kosten und Wettbewerbsfähigkeit	34
5	Case-Studies	37
5.1	Modellprojekt Kassel	37
5.2	Kompostierbare Vorsammelhilfen	39
5.2.1	GVA Tulln	39
5.2.2	Straubing	40
5.3	Biokunststoffverpackungen im Lebensmitteleinzelhandel	41

WIENAWARO
INHALTSVERZEICHNIS

5.4	Mulchfolien	42
5.5	Fastfood.....	43
5.6	Biokunststoffe im Verpflegungsbereich bei Veranstaltungen	44
5.6.1	Modellprojekt BAW im Catering (Nordhausen).....	44
5.6.2	Cross-Marathon am Rennsteig.....	46
5.7	Biologisch abbaubare Pflanztöpfe	47
5.8	Modellprojekt Loop Linz.....	49
6	Mögliche Einsatzbereiche in Wien.....	51
6.1	Magistrat der Stadt Wien	52
6.2	Friedhöfe	52
6.2.1	Grablichter	54
6.2.2	Grabschmuck.....	56
6.3	Großveranstaltungen.....	58
6.3.1	Kongresse und Messen	58
6.3.2	Fußball- bzw. Multifunktionsstadion.....	59
6.3.3	Entenrennen	63
6.3.4	Vienna City Marathon	64
6.3.5	Donauinselfest	65
6.4	Gartenbau.....	66
6.4.1	Blumengärten Hirschstetten	66
6.4.2	Schulgärten Kagran	67
6.5	Landwirtschaft	67
6.6	Krankenanstalten.....	69
6.7	Pflegeheime.....	71
6.8	Rettung	71
6.9	Fertigmenü-lieferservices für Haushalte	72
6.9.1	„Essen auf Rädern“ der Stadt Wien	72
6.9.2	„Zu Hause essen a la Carte“ des Wiener Roten Kreuzes.....	73
6.9.3	„Vital Menü“ des Samariterbundes	73
6.10	Vending	74
6.10.1	Heißgetränkeautomaten	74
6.10.2	Kaltgetränke- und Snackautomaten	76
6.10.3	Wasserspender.....	76
6.11	Schulen.....	77
6.11.1	Organisationsform	77
6.11.2	Warenkorb	78
6.11.3	Schulmilch	79
6.11.4	Mittagessen	80
6.12	Kindertagesheime.....	81
6.12.1	Organisation	81
6.12.2	Zentral eingekaufte Produkte.....	81
6.12.3	Windeln.....	82
6.12.4	Essen.....	83
6.13	Polizei.....	83
6.14	Theater	84
6.15	Tiergarten	84
6.16	Vorsammelhilfen.....	85
6.16.1	Vorsammlung von Biomüll	85
6.16.2	Vorsammlung von Restmüll.....	88
6.17	Lebensmittelverpackungen.....	88
6.18	Werbemittelsäckchen	90
6.19	Zusammenfassung der möglichen Einsatzbereiche.....	91
7	Bewertung der ausgewählten Nischen	95
7.1	Kriterien	95

WIENAWARO
INHALTSVERZEICHNIS

7.2	Vorgangsweise bei der Bewertung	97
7.3	Produktbezogene Bilanzierung	98
7.3.1	Bilanzierung Trinkbecher	98
7.3.2	Bilanzierung Müllsäcke	99
7.4	Bewertung der identifizierten Nischen	100
7.4.1	Fußball- und Multifunktionsstadion	100
7.4.2	Vienna City Marathon	101
7.4.3	Donauinselfest	102
7.4.4	Becher und Müllsäcke in Krankenanstalten	103
7.4.5	Schalen für Fertigenüldienstleistungen	104
7.4.6	Automatenbecher für Heißgetränke	104
7.4.7	Tiergarten Schönbrunn	104
7.4.8	Vorsammelhilfen für Biomüll	105
7.4.9	Lebensmittelverpackungen	106
7.4.10	Zusammenfassung und Reihung	106
8	Ideen für Umsetzungsprojekte	108
8.1	Saubere Fußballweltmeisterschaft 2006	109
8.1.1	Allgemeines	109
8.1.2	Beteiligte	109
8.1.3	Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland	110
8.1.4	Abfallpotentiale, Produkte und Materialien	111
8.1.5	Entsorgung	112
8.1.6	Was zu beachten ist	112
8.2	Cleaner Vienna City Marathon	113
8.2.1	Allgemeines	113
8.2.2	Beteiligte	113
8.2.3	Bechermaterial	113
8.2.4	Entsorgung	114
8.2.5	Was zu beachten ist	114
8.3	Biopfundbecher beim Donauinselfest	114
8.3.1	Allgemeines	114
8.3.2	Beteiligte	114
8.3.3	Bechermaterial	114
8.3.4	Entsorgung	115
8.4	Nachwachsende Becher im Krankenhaus	115
8.4.1	Allgemeines	115
8.4.2	Beteiligte	115
8.4.3	Ausgestaltung der Umsetzung	115
8.4.4	Entsorgung	116
8.5	Anwendung von Biokunststoffen im Fertigenüldienstleistung	116
8.5.1	Allgemeines	116
8.5.2	Beteiligte	116
8.5.3	Materialien	116
8.5.4	Ausgestaltung der Umsetzung	116
8.5.5	Entsorgung	117
8.6	Biokunststoffbecher im Tiergarten Schönbrunn	117
8.6.1	Allgemeines	117
8.6.2	Beteiligte	117
8.6.3	Ausgestaltung der Umsetzung	117
8.6.4	Entsorgung	118
8.7	Biosackerl für Biomüll	118
8.7.1	Allgemeines	118
8.7.2	Beteiligte	119
8.7.3	Zielgruppe und Ausgestaltung der Umsetzung	119
8.7.4	Entsorgung	119

WIENAWARO
INHALTSVERZEICHNIS

8.7.5	Was zu beachten ist	120
8.8	Vorsammelhilfen für Restmüll aus Biokunststoffen	120
8.8.1	Allgemeines	120
8.8.2	Beteiligte	120
8.8.3	Krankenanstalten	120
8.8.4	Kindertagesheime	121
8.8.5	Magistrate	121
8.8.6	Entsorgung	121
8.9	Einsatz von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen	121
8.9.1	Allgemeines	121
8.9.2	Beteiligte	122
8.9.3	Schwerpunktsetzung	122
8.9.4	Materialien	122
8.9.5	Zielgruppen und Ausgestaltung der Umsetzung	122
8.9.6	Entsorgung	124
8.10	Kaffeeautomatenbecher aus Biokunststoffen	124
8.10.1	Allgemeines	124
8.10.2	Beteiligte	124
8.10.3	Anwendungsgebiete	124
8.10.4	Entsorgung	125
9	Schlussbemerkungen	126

Abkürzungsverzeichnis

µm	Mikrometer, 10 ⁻⁶ m
a	Jahr
Abb.	Abbildung
Abs.	Absatz
AG	Aktiengesellschaft
ARA	Altstoff Recycling Austria AG
ASTM	American Society for Testing and Materials
AVI	AIB Vinçotte Inter
BAW	biologisch abbaubare Werkstoffe
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BMGF	Bundesministerium für Gesundheit und Frauen
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
CH	Schweiz
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
d	Tag
DIN	Deutsche Industrienorm
DSD	Duales System Deutschland
dzt.	derzeit
e.V.	eingetragener Verein
EG	Europäische Gemeinschaft
EM	Europameisterschaft
EN	Europäische Norm
et al.	und andere(s)
EW	Einwohner
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
GaBi	ganzheitliche Bilanzierung
ges.	gesehen
GVA	Gemeindeverband
GVO	gentechnisch modifizierter Organismus
H ₂ O	Wasser
i.A.	im Auftrag
IBAW	Interessengemeinschaft biologisch abbaubarer Werkstoffe
idF	in der Fassung
INK	Interessengemeinschaft für Naturstoffe und kompostierbare Werkstoffe
ISO	International Organisation for Standardization
KAV	Krankenanstaltenverbund

WIENAWARO
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

KH	Krankenhaus
KS	Kunststoff
LDPE	Low Density Polyethylen
LKW	Lastkraftwagen
LLDPE	Linear Low Density Polyethylen
LM	Lebensmittel
LMEH	Lebensmitteleinzelhandel
MA 11A	Magistratsabteilung 11 A – Tagesbetreuung von Kindern, Kindertagesheime der Stadt Wien
MA 34	Magistratsabteilung 34 – Gebäudemanagement der Stadt Wien
MA 36	Magistratsabteilung 36 – Technische Gewerbeangelegenheiten, behördliche Elektro- und Gasangelegenheiten, Feuerpolizei und Veranstaltungswesen
MA 42	Magistratsabteilung 42 – Stadtgartenamt
MA 43	Magistratsabteilung 43 – Städtische Friedhöfe
MA 45	Magistratsabteilung 45 – Wasserbau
MA 47	Magistratsabteilung 47 – Betreuung zu Hause
MA 48	Magistratsabteilung 48 – Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark
MA 49	Magistratsabteilung 49 – Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien
MA 51	Magistratsabteilung 51 – Sportamt
MA 54	Magistratsabteilung 54 – Zentraler Einkauf
MA 56	Magistratsabteilung 56 – Städtische Schulverwaltung
MA 66	Magistratsabteilung 66 – Statistisches Amt der Stadt Wien
MA 70	Magistratsabteilung 70 – Rettungs- und Krankenbeförderungsdienst der Stadt Wien
MBA	mechanisch-biologische Anlage
MVA	Müllverbrennungsanlage
NAWARO	nachwachsende(r) Rohstoff(e)
o.ä.	oder ähnliche
ÖFB	Österreichischer Fußballbund
ÖKK	Österreichischer Kunststoffkreislauf
ÖNORM	Österreichische(s) Norm(ungsinstitut)
PCL	Poly-ε-Caprolacton
PE	Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
PLA	Polylactid, Polymilchsäure
PP	Polypropylen
PR	Public Relation
PS	Polystyrol
PVAL	Polyvinylalkohole, auch PVOH
PVC	Polyvinylchlorid
PVOH	Polyvinylalkohole, Endung OH bezieht sich auf die chemische Struktur, auch PVAL

WIENAWARO
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

rd.	rund
sh.	siehe
SMZ	Sozialmedizinisches Zentrum
sog.	sogenannte
syst.	systemisierte
TPS	thermoplastische Stärke
TS	Trockensubstanz
UZ	Umweltzeichen
VerpackVO	Verpackungsverordnung
VO	Verordnung

1 Einleitung

Obwohl die erste große Erdölkrise 1973 keine langandauernden wirtschaftlichen Auswirkungen hatte, war sie möglicherweise doch der Ausgangspunkt einer beginnenden gesellschaftlichen Veränderung. Seit dem Brundtlandreport wird eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung diskutiert, welche trotz Befriedigung der Bedürfnisse der jetzigen Generation die Möglichkeiten der zukünftigen Menschheit nicht verschmälert. Die Ergebnisse der Konferenzen von Toronto, Kyoto und Rio haben die Begriffe „Treibhausgase“, „Emissionen“ und „Nachhaltigkeit“ in die Öffentlichkeit transportiert (WÖRGETTER, 2001). Die Abkopplung der Wirtschaft von nur in endlichem Ausmaß zur Verfügung stehenden Ressourcen wird seitdem zusehends realer, auch wenn der tatsächliche Weg dahin noch sehr weit ist. Die nachwachsende Natur nicht ausschließlich als Lieferant von Lebensmitteln, Baustoffen und Bekleidung anzusehen, sondern auch (wieder) als nicht versiegende Quelle für Gebrauchsartikel, Verpackungen und Treibstoffe, wirft aber zahlreiche Diskussionen auf. Bereits bekannte und erprobte Werkstoffe werden wiederentdeckt und teilweise neuen Anforderungen angepasst, aber auch gänzlich neuartige Werkstoffe werden entwickelt. Die Auswirkungen der alten und neuen Werkstoffe auf Landwirtschaft, Wirtschaft, Gebrauchstauglichkeit, Preisniveau, Entsorgungswirtschaft und Umwelt sowie die Akzeptanz durch die unterschiedlichen Akteure unserer Gesellschaft sind nur schwer zu überblicken.

Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind in den letzten Jahren aus unterschiedlichen Gründen verstärkt in den Blickwinkel von Fachleuten aus dem Umwelt- und Landwirtschaftsbereich gerückt. BAUER ET AL. (2001) identifizierten folgende gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) im Allgemeinen:

- Durch die Nutzung von NAWARO werden die Vorräte knapper fossiler Ressourcen geschont.
- NAWARO setzen bei Verrottung oder Verbrennung immer nur soviel Kohlendioxid frei, wie beim Wachstum der Pflanze gebunden wurde. Sie tragen daher nicht zur Anreicherung von Kohlendioxid in der Atmosphäre bei.
- Produkte aus NAWARO können recycelt, biologisch oder thermisch verwertet werden.
- Gegenüber Konkurrenzprodukten können Produkte aus NAWARO Eigenschaftsvorteile aufweisen.
- Durch die agrarische Erzeugung der NAWARO werden Einkommensmöglichkeiten für Landwirte geschaffen, welche außerhalb des traditionellen Nahrungsbereiches liegen. Damit verknüpft ist eine höhere Wertschöpfung und Beschäftigung in der Region.
- Der Anbau von NAWARO bietet die Möglichkeit der Erhaltung und Bereicherung der Kulturlandschaft.
- Die Nutzung von NAWARO kann zu einer verstärkten Durchforstung der Wälder führen.
- NAWARO unterstützen die Unabhängigkeit von Rohstoffimporten und verbessern die Handelsbilanz.
- Durch eine dezentrale Produktion werden Arbeitsplätze im ländlichen Raum gesichert und entwickelt.

Im Gegensatz zur energetischen Nutzung hat die stoffliche Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen in Österreich bisher nur in einigen traditionellen Bereichen, wie Baumaterialien, Fuß gefasst. Aus unterschiedlichen Gründen ergeben sich Hindernisse für eine rasche Weiterentwicklung von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, die sehr vielfältig sind und deren Verflechtungen zusätzliche Verunsicherung erzeugen. Immer öfter stellt sich die Frage, ob es ökologisch wirklich sinnvoll ist, herkömmliche Produkte aus fossilen Materialien durch solche aus nachwachsenden Rohstoffen zu ersetzen. Höhere Preise aufgrund kleiner Produktionsmengen, geringe Erfahrungen in der

Langzeitanwendungstauglichkeit durch die kurzen Entwicklungszeiten und Einsatzdauern einzelner Werkstoffe sowie die Notwendigkeit Entsorgungsmöglichkeiten erst etablieren zu müssen sind Argumente gegen den Einsatz von Biokunststoffen.

Zudem sorgen Begriffe wie NAWARO, BAW, kompostierbar, biologisch abbaubar etc. gepaart mit Werkstoffkennzeichnungen nach verschiedenen Normen und Zertifikaten für Verwirrung. Auch die derzeitige Herkunft einiger Werkstoffe aus Ländern wie den USA wird kritisch gesehen, da in diesem Fall weite Transporte notwendig sind, die Wertschöpfung großteils woanders stattfindet und auch die Herstellungsbedingungen kritisch hinterfragt werden müssen.

2 Zielsetzung, Vorgehensweise und Vorgaben

2.1 Zielsetzung

Ziel des vorliegenden Projektes war die Ausarbeitung von konkreten Vorschlägen für **Umsetzungsprojekte**, bei denen gezielt Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt werden. Bei der Wahl und Ausgestaltung der Ideen wurden nach Möglichkeit die Interessen von Beteiligten, Erfahrungen mit den einsetzbaren Materialien, rechtliche und logistische Rahmenbedingungen, Verwertungsmöglichkeiten etc. berücksichtigt. Thema der Studie sind die sog. **Biokunststoffen**, d.s. biologisch abbaubare Werkstoffe, welche zu einem überwiegenden Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen und eventuell zu einem geringen Prozentsatz aus fossilen Rohstoffen bestehen.

2.2 Vorgehensweise

Allgemeine **Rahmenbedingungen** für den Einsatz von Biokunststoffen wie rechtliche Basis, Anforderungen an das Entsorgungssystem, Einsatz von Gentechnik, Kosten und zukünftige Entwicklungen wurden durch Recherche bzw. Expertengespräche (siehe unten) ermittelt und in Kapitel 4 zusammengefasst.

Für die Zusammenstellung der **Marktübersicht** wurde eine intensive Literaturrecherche durchgeführt, welche vor allem auch auf möglichst aktuelle Informationen aus dem Internet gestützt wurde. Aufgrund der raschen Entwicklung im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe können Publikationen meist nur allgemeine Auskünfte über Technologien der Rohstoffgewinnung und –verarbeitung bieten, während Informationen über konkrete Umsetzungsprojekte und deren Ergebnisse nur über Internetrecherche sowie persönlichen Kontakt zu erhalten sind. Die allgemeine Informationen zu Definitionen, Materialien, deren Eigenschaften, Herstellung, Einsatzmöglichkeiten und Kosten werden in Kapitel 3 zusammengestellt, die Darstellung der Erfahrungen aus dem Einsatz von Biokunststoffen in den Bereichen Lebensmittelverpackungen, Vorsammelhilfen, Landwirtschaft, Fastfood, Veranstaltungen und Pflanztöpfe (**Case-Studies**) ist Inhalt von Kapitel 5.

Mögliche **Anwendungsbereiche** von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen wurden einerseits anhand eigener Überlegungen und Recherchen gefunden, andererseits wurden vom Auftraggeber bereits einige Einsatzbereiche vorgegeben. In einer ersten Recherche wurden die jeweils herrschenden Voraussetzungen und Möglichkeiten des Einsatzes von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht. Anschließend wurden Vermeidungspotentiale abgeschätzt und aus den gesammelten Informationen die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen diskutiert. Bei jenen Einsatzbereichen, wo eine Anwendung von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen vorteilhaft erschien, wurden tiefergehende Recherchen durchgeführt. Bei einigen der detaillierter betrachteten Bereichen wurden **empirische Untersuchungen** durchgeführt. So wurden **Begehungen** im Bereich der Friedhöfe und bei der Preis- und Produktrecherche von im Wiener Handel erhältlichen Produkten aus Biokunststoffen absolviert. Auf den Friedhöfen wurden Produkte aus Biokunststoffen und Kunststoffen eingesammelt und für eine Potentialbestimmung verwogen. Für die Einschätzung von relevanten Abfallmengen aus dem Bereich Fußball wurde eine Begehung mit **Sichtung** der zur Abfuhr bereitgestellten Behälter nach einem Ländermatch durchgeführt. Als Grundlage für die Ermittlung der Potentiale im Bereich Lebensmittelverpackungen wurde über einen Zeitraum von vier Wochen in sieben Haushalten eine **Sammlung** aller anfallenden Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff organisiert. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sind in Kapitel 5 dargestellt.

Weiters wurden Gesprächspartner aus den jeweils unterschiedlichen betroffenen Bereichen ausgewählt. In **persönlichen Interviews** wurden die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen in einzelnen Bereichen diskutiert bzw. allgemeine und konkrete Erfahrungen, Meinungen, Befürchtungen, Einschätzungen etc. des Interviewpartners in Bezug auf die Anwendung dieser Produkte besprochen. Die Befragten setzten sich aus

- Unternehmen, die Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen herstellen oder vertreiben (4 Personen),
- Einrichtungen für Forschung, Umweltschutz und alternative Chemie in Österreich und Deutschland (6 Personen),
- Landes- und Stadtbehörden (5 Personen),
- Interessensvertretungen für Institutionen, die sich mit nachwachsenden Rohstoffen beschäftigen (2 Personen),
- Teilnehmern von zwei wissenschaftlichen Tagungen,
- Entsorgungsunternehmen in Österreich und Deutschland (3 Personen),
- Abfallwirtschaftsverbänden in Österreich und Deutschland (3 Personen),
- Bauernvertretung (2 Personen),
- Veranstalter (4 Personen) und
- anderen möglichen und tatsächlichen Anwendern (12 Personen)

zusammen. Die Aussagen der Gesprächspartner wurden gemeinsam mit den Ergebnissen der durchgeführten Berechnungen bezüglich Kosten, vermiedenen Umweltauswirkungen etc. für die Entwicklung einer Projektidee für den jeweiligen Bereich verwendet. Einschätzungen und Meinungen von Experten wurden weiters in die Marktübersicht eingearbeitet und finden sich auch im Zuge der Darstellung der Case-Studies wieder.

Nach den vorhandenen Daten und Informationen wurden generelle **Kenngößen** festgelegt, die sowohl ökonomische, ökologische und auch soziale Kriterien berücksichtigen. Für jedes der genauer recherchierten Anwendungsgebiete wurden die vorhandenen Daten so aufbereitet, dass Aussagen bezüglich des Beitrags des jeweiligen Bereichs zu diesen Kenngößen getroffen werden konnten. Als Kenngößen wurden **austauschbare Mengen, Transportaufwendungen, CO₂-Einsparung, Kosten, Awareness, Umsetzungspotential** und **PR-Wirksamkeit** ausgewählt. Die Projektideen wurden anhand dieser Kriterien einer Bewertung unterzogen, die es ermöglichen soll, das jeweils am besten geeignete Projekt für unterschiedliche Schwerpunktsetzungen zu finden. Die Abschätzungen der Mengen, Kosten, Transporte, Awareness und PR-Wirksamkeit wurde anhand der vorliegenden Informationen getroffen. Die Berechnung der CO₂-Einsparungen wurde mit Hilfe der Software GaBi 4.0 durchgeführt. Anhand der Ergebnisse wurde eine Reihung der einzelnen Projektideen für jedes Kriterium durchgeführt. Kapitel 7 beinhaltet die Ergebnisse der Berechnungen sowie die Reihung.

In Kapitel 8 wurden die **Ideen** für die **Umsetzungsprojekte** konkret ausformuliert.

2.3 Vorgaben des Auftraggebers

Das vorliegende Projekt wurde im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“ Mitte Juli 2004 beauftragt. Inhalt sollte die Beschreibung und praxisgerechte Planung von Umsetzungsprojekten zum Einsatz von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROS) sein.

Nach der Leistungsbeschreibung des Auftraggebers sollten folgende Punkte in der Studie berücksichtigt werden:

- **Welche** Kunststoffe können **wo** eingesetzt werden?
- **Organisatorische** Auftrennung der Umsetzungsprojektideen in magistratsinterne bzw. öffentliche Bereiche.
- Die betrachteten Nischen sollten **räumlich abgrenzbar** sein bzw. einen **geschlossenen Kreislauf** beinhalten, z.B. Teil eines Bezirkes.
- Auf jeden Fall sollten die Nischen **Friedhöfe, Großveranstaltungen, Spitäler, Gartenbau und Landwirtschaft, Essen auf Rädern** u.ä. betrachtet werden.
- Bei jeder Nische sollten nachstehende Daten recherchiert werden:
 - Um welche **Mengen** handelt es sich?
 - Welche **Kunststoffe** können eingesetzt werden?
 - Welche **Produkte** sind davon betroffen?
 - Wie kann das Material **gesammelt** und **verwertet** werden?
 - Abschätzen der **CO₂-Einsparungen**
 - **Herkunft** der Ausgangsmaterialien (Produktionsmethoden, Transportwege,...)
 - **Gentechnikfreiheit** beachten

Als Ergebnis des Projektes sollte eine **Prioritätenliste** mit einer Reihe von konkreten Umsetzungsprojekten vorliegen, die nach Entscheidung der „Strategiegruppe Abfallvermeidung“ zur Umsetzung gelangen sollen.

Auf **ausdrücklichen Wunsch** des Auftraggebers wurde zusätzlich zu den angebotenen Leistungen im Zuge der vorliegenden Studie speziell auf Statements aus einer Veröffentlichung des niedersächsisches Umweltministeriums aus dem Jahr 1999 eingegangen und die dort getätigten Aussagen, welche von politischen Vertretern aus Deutschland stammen, gemeinsam mit zwei österreichischen Wissenschaftlern aus dem Bereich Abfallwirtschaft diskutiert. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sind in Kapitel 4 eingearbeitet.

3 Marktübersicht

3.1 Definitionen, Übersicht und thematische Eingrenzung

Die Vielfalt an Begriffen (nachwachsende Rohstoffe, biologisch abbaubare Werkstoffe etc.), fehlende allgemein anerkannte, einheitliche Definitionen und die Tatsache, dass diese Begriffe relativ neu sind bzw. auch in der Alltagssprache verwendet werden, machen es oftmals schwierig, sich zu orientieren. Durch die nachfolgenden Definitionen und Darstellungen soll geklärt werden, wie die Begriffe zusammenhängen bzw. voneinander abzugrenzen sind, und worauf der Schwerpunkt dieser Studie gelegt wird. Die beiden Darstellungen in Abb. 3.1 und Abb. 3.2 sollen die jeweilige Begriffszuordnung erleichtern.

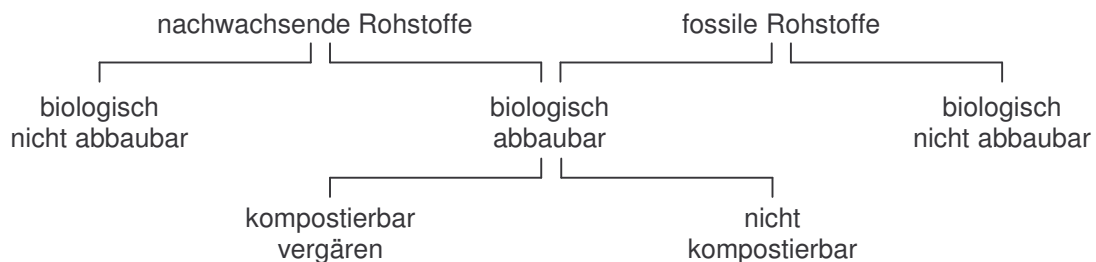


Abb. 3.1: Zusammenhang der verwendeten Begriffe in der vorliegenden Studie



Abb. 3.2: Verarbeitungsstufen von der Pflanze bis zum Produkt

3.1.1 Nachwachsende Rohstoffe (Nawaro)

Grundsätzlich kann zwischen nachwachsenden und fossilen **Rohstoffen** unterschieden werden.

Nachwachsende Rohstoffe sind Stoffe, die aus lebender Materie stammen und vom Menschen zielgerichtet für Zwecke außerhalb des Nahrungs- und Futterbereiches verwendet werden (MANN, 1998).

Diese Definition von MANN (1998) integriert auch tierische sowie mikrobiell erzeugte Produkte. Im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen erneuern sich nachwachsende Rohstoffe jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen (C.A.R.M.E.N¹, www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/nawaros.html#1). Keine Pflanze ist für sich ein nachwachsender Rohstoff, sondern kann lediglich zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe genutzt werden (MANN, 1998, siehe Abb. 3.2). Im allgemeinen Sprachgebrauch werden nachwachsende Rohstoffe auch als „Biomasse“ bezeichnet (www.carmen-ev.de).

Die **Einsatzbereiche nachwachsender Rohstoffe** sind vielfältig: Sie werden z.B. als Energieträger verwendet (Hackschnitzel, Pellets, Rapsmethylester [RME]), finden sich in Kosmetika, Pharmazeutika und Tensiden, und werden neben der Erzeugung von Dämmstoffen, Produkten aus Holz, Papier und Textilien auch zur Herstellung innovativer Werkstoffe eingesetzt, so zum Beispiel für biologisch abbaubare Werkstoffe und naturfaserverstärkte Kunststoffe (PIRINGER und FISCHER, 2003).

¹ Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing und Entwicklungs-Netzwerk e. V.

Die **Rohstoffe** zur Erzeugung biologisch abbaubarer Werkstoffe stammen u.a. von folgenden Pflanzen, wobei die gelieferten Rohstoffe jeweils fett hervorgehoben sind:

- Mais, Kartoffel, Weizen (z.B. als Ausgangsstoff für **Stärke**)
- **Kohlenhydrate** aus Zucker (Zuckerrübe, Topinambur, Zichorie, Zuckerhirse) – mengenmäßig bedeutsam ist derzeit nur die Zuckerrübe, allerdings wird auf längere Sicht hin der Einsatz neuer zuckerliefernder Pflanzen erforderlich sein (Vermeidung von Monokultur, Abwehr von Schadorganismen) (GROOT ET AL., 2000)
- **Ölpflanzen** wie Raps (ist derzeit am bedeutendsten), Öllein und Sonnenblumen, andere Pflanzen wie Sojabohne, Hanf, Leindotter, Senf, Mohn, Saflor, Crambe, Iberischer Drachenkopf, Nachtkerze und Gartenkresse sind erst im Versuchsstadium bezüglich ihrer Nutzung. Einsatzmöglichkeiten bestehen im Bereich von Schmierstoffen und verwandten Produkten (GROOT ET AL., 2000)
- Holz (für **Cellulose**-Gewinnung), aber auch Stroh, Bambus, Gräser, Flachs, Hanf u.a.
- Sojabohnen, Erbsen, Sonnenblumenkerne (als **Protein**-Lieferanten)
- Baumwolle (hat weltweit größte kommerzielle Bedeutung als **faserliefernde** Pflanze), mit abnehmender Bedeutung folgen Faserlein, Jute, Hibiscusfasern, Flachs, Hanf, Kenaf und Ramie (GROOT ET AL., 2000)

3.1.2 Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW)

Biologisch abbaubare Werkstoffe können **sowohl aus nachwachsenden als auch aus fossilen Rohstoffen** oder aus Mischungen von beiden hergestellt werden. Sie sind polymer aufgebaute Werkstoffe, die im Regelfall mit Verfahren der Kunststofftechnik verarbeitbar sind und aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften durch mikrobiellen Angriff zersetzbar sind (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Entscheidend dafür, ob ein Werkstoff **biologisch abbaubar**² ist oder nicht, ist seine **molekulare Struktur**, nicht die Rohstoffbasis. D.h. Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind nicht selbstverständlich biologisch abbaubar, da es auch solche gibt, die nicht durch Mikroorganismen zersetzbar sind. Andererseits können auch fossile Rohstoffe so modifiziert werden, dass sie biologisch abbaubar werden (GROOT ET AL., 2000).

Der Begriff „biologisch abbaubar“ **impliziert** darüber hinaus noch **nicht, ob der Werkstoff für eine technische Kompostierung** bzw. Vergärung **tatsächlich geeignet** ist (vgl. Abb. 3.1). Die entscheidende Größe für eine Verwertbarkeit in einer solchen Entsorgungsschiene ist der Zeitraum, welcher der Werkstoff für den biologischen Abbau benötigt (GROOT ET AL., 2000).

Bei der Herstellung biologisch abbaubarer Werkstoffe muss ein **Kompromiss** gefunden werden **zwischen dem Einsatz nachwachsender Rohstoffe und der Erzielung der gewünschten Verarbeitungseigenschaften**: Nachwachsende Rohstoffe erfüllen in der Regel die Kriterien der biologischen Abbaubarkeit, haben aber oft unzureichende Materialeigenschaften. Die gewünschten Verarbeitungseigenschaften können durch Mischung mit fossilen Rohstoffen (= Blends) hergestellt werden, oder durch chemische Veränderung des nachwachsenden Rohstoffes. Letztere beeinflusst aber die biologische Abbaubarkeit, und erschwert die genaue Einstellung und Kontrolle der Eigenschaften (GROOT ET AL., 2000).

² Biologischer Abbau ist ein „... durch biologische Aktivität verursachter Vorgang, der unter Veränderung der chemischen Struktur des Materials zu natürlich vorkommenden Stoffwechselendprodukten führt“ (Definition laut DIN V 54 900-1: Prüfung der Kompostierbarkeit von polymeren Werkstoffen, Teil 1: Chemische Prüfung)

3.1.3 Biologisch abbaubare Werkstoffe als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe (Biokunststoffe)

Biologisch abbaubare Werkstoffe **können prinzipiell herkömmliche Kunststoffe** in allen Anwendungen **substituieren**, in denen keine lange Lebensdauer erforderlich ist. Sie entsprechen in Verarbeitungs- und Anwendungseigenschaften etablierten Polymeren wie Polyethylen, Polypropylen und Polystyrol (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Man kann zwischen **Biokunststoffen**, **Faserwerkstoffen** und **Faserverbundwerkstoffen** (Kombination von Fasern mit Biokunststoffen) unterscheiden.

Die so genannten **Biokunststoffe** sind herkömmlichen Kunststoffen optisch zum Verwechseln ähnlich und bedürfen daher einer guten Kennzeichnung der Eigenschaft der biologischen Abbaubarkeit wenn sie z.B. einer Kompostierung zugeführt werden sollen. Abb. 3.3 zeigt eine systematische Einteilung der Biokunststoffe. Biokunststoffe können auf pflanzlich, mikrobiell oder tierisch erzeugten nachwachsenden Rohstoffen oder auf fossilen Rohstoffen basieren. Es können auch Werkstoffmischungen aus beiden Basiskomponenten erzeugt werden. Abb. 3.4 zeigt Beispiele aus der Produktpalette von Biokunststoffen, die Einwegbesteck, Trinkbecher, Verpackungschips, Abschlaghalter von Golfbällen, Grablichter, chirurgisches Nahtmaterial, Windelfolie, Urnen und vieles mehr beinhaltet (LÖRCKS ET AL., 2003).

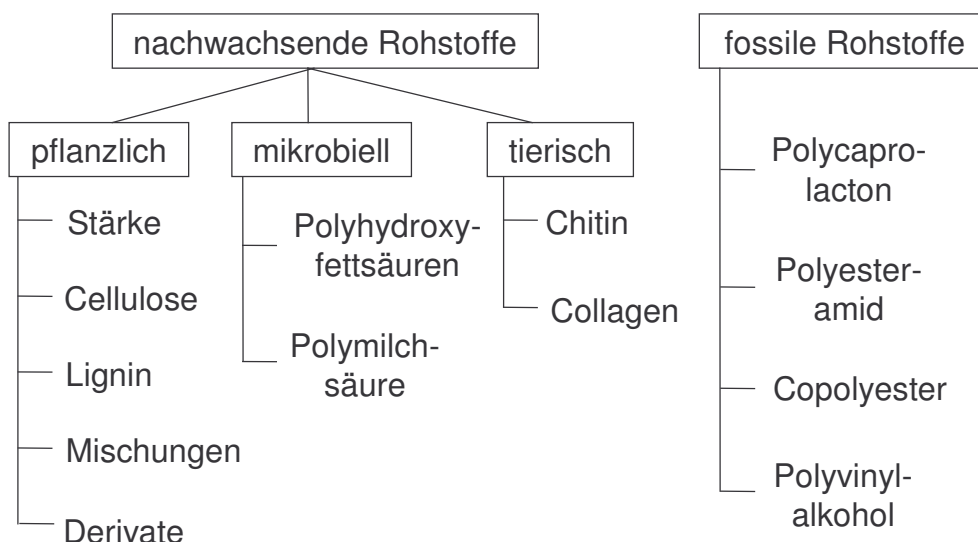


Abb. 3.3: Systematische Einteilung der BAW (verändert nach MACKWITZ und STADLBAUER, 2001)



Abb. 3.4: Beispiele für Produkte aus BAW (Quelle: www.ibaw.org/deu/seiten/markt_produkte.html); Trinkbecher: PLA (Cargill Dow), Foto: Cargill Dow; Minidisc-Verpackung: Copolyester (Cargill Dow), Foto: Cargill Dow; Klingfilm-Verpackung: Copolyester (Ecoflex®/BASF), Foto: BASF; Öllicht: Hülle aus Biocellat (Aeterna), Foto: Aeterna

Faserwerkstoffe werden aus Faserpflanzen hergestellt und können optisch zumeist leicht von anderen Werkstoffen unterschieden werden. In Faserrichtung können sie Zugkräfte sehr gut aufnehmen.

Faserverbundwerkstoffe können rein aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, aus einer Kombination von Naturfasern und einem Biokunststoff. Dabei dient der Biokunststoff als Matrix, in welcher die Fasern eingebettet sind. Die Matrix ist für die Form verantwortlich, während die Fasern durch ihre Festigkeit die auf den Verbundwerkstoff wirkenden Zugkräfte aufnehmen können (SELL ET AL., 1999).

3.1.4 Schwerpunkt der Studie

Inhalt der Studie ist der Einsatz von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Der Schwerpunkt wird dabei auf die so genannten Biokunststoffe gelegt, also auf biologisch abbaubare Werkstoffe, die zumindest zum überwiegenden Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden und als Ersatz für herkömmliche Kunststoffe dienen. Da häufig geringfügige Anteile biologisch abbaubarer fossiler Rohstoffe zur Erzielung der gewünschten Materialeigenschaften verwendet werden, bzw. die meisten Hersteller Zusatzstoffe, die sich im Bereich weniger Prozent bewegen, nur pauschal als „biologisch abbaubar“ oder „aus nachwachsenden Rohstoffen“ anführen, ist es sinnvoll und notwendig, sich nicht nur auf **Biokunststoffe**, die ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, zu beschränken, sondern auch sog. Blends mit fossilen Bestandteilen einzubeziehen.

Faser- bzw. Faserverbundwerkstoffe werden für jene Einsatzbereiche mitbetrachtet, wo sie als Ersatz für herkömmliche Kunst- oder Verbundstoffe verwendet werden können (z.B. Pflanzttöpfe).

3.2 Werkstoffe und Produkte

Im Folgenden wird ein Überblick über die wichtigsten biologisch abbaubaren Werkstoffe gegeben. Der Aufbau orientiert sich an der von MACKWITZ und STADLBAUER (2001) verwendeten Einteilung (sh. auch Abb. 3.3), umfasst aber auch noch weitere Werkstoffe. Ziel ist es, einen Einblick in die Vielfalt der Werkstoffe und Beispiele für deren Einsatz zu geben. Aufgrund der Vielzahl an Werkstoffen, Anbietern und Produkten und der raschen Veränderungen, denen dieser Markt unterliegt, können nur exemplarisch Beispiele angeführt werden.

3.2.1 Werkstoffe und Produkte auf Basis pflanzlicher Rohstoffe

3.2.1.1 Stärke und Stärkederivate

Stärkeliefernde Pflanzen sind z.B. Mais, Kartoffeln und Weizen. **Stärke** verfügt durch ihren chemischen Aufbau über gute **Eigenschaften**, wie eine hohe Reinheit, natürliche polymere Struktur, geringe thermische und elektrische Leitfähigkeit, geringe Entflammbarkeit, ein hohes Wasseraufnahme-, Quell- und Filmbildungsvermögen, Zähflüssigkeit, vielfältige Modifizierbarkeit und biologische Abbaubarkeit. Form und Größe der Stärkekörner und ihre Eignung für industrielle Anwendungen sind zum Teil von der Pflanzenart abhängig. Stärkekörner enthalten unterschiedliche Anteile zweier verschiedener Polymere, der Amylose (kettenförmige Struktur) und dem aufgrund von Quervernetzungen komplexeren Amylopektin. Die Amylose ist leichter zugänglich für chemische Synthesen und daher als chemischer Rohstoff besser geeignet. Amylose eignet sich besonders für Verpackungsfilme und -folien, zur Beschichtung von Papieren, Bindemittel und als Füll- und Wirkstoff in der chemischen Industrie (GROOT ET AL., 2000).

Neben dem Einbau von Stärke als Füllstoff in herkömmliche Kunststoffe lassen sich **drei Verfahren** zur Herstellung von Biokunststoffen unterscheiden (GROOT ET AL., 2000):

1. Thermoplaste aus **reiner Stärke** und **geschäumter/gepresster Stärke**: sind unvernetzte Kunststoffe, die bei Erwärmung fließfähig werden. Stärkeschäume sind Polystyrol-Chips ähnlich und können diese ersetzen. Anwendung z.B. auch für Wegwerftrinkbecher und Medikamentenkapseln
2. Verwendung als Copolymer³ für Thermoplaste: **Stärkeblends**⁴ sind **thermoplastische Stärkewerkstoffe (TPS)**, die neben 40 bis 99 % Stärke noch mindestens einen synthetischen Polymerwerkstoff enthalten. Sie verfügen über bessere Verarbeitungseigenschaften, sind biologisch abbaubar und können zu Folien, Hohlkörpern oder Spritzgussformteilen verarbeitet werden.
3. **Fermentative Produktion** von Biopolymeren auf Basis von Stärke bzw. Stärkehydrolysaten: Pullulan (durch Pilze, für Folienverpackung von Lebensmitteln), Xanthan (durch Bakterien, Verdickungsmittel im Nahrungsmittelbereich), Polyhydroxy-Buttersäure (PHB) (durch Bakterien, ähnlich Polypropylen, Weiterverarbeitung zu Formteilen, Behältern, Laminaten, Folien und Fasern, sh. auch Kapitel 3.2.1.4)

Geschäumte Stärke wird aus einer Mischung von nativer Stärke, Cellulosefasern und Wasser mittels Extrusionsverfahren gewonnen. Sie bildet einen starren Schaum, der als schüttfähiges, stoßdämpfendes Packmittel (Loose-fill Material) verwendet werden kann (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Trays aus gebackener Stärke werden hauptsächlich im Event- und Fastfood-Bereich eingesetzt (McDonald's), aber auch als Verpackungsmaterial für Ampullen (pharmazeutische Produkte). Ein hoher Anteil der dabei eingesetzten Rohstoffe stammt aus Österreich (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Ein Beispiel für Trays aus gebackener Stärke ist **Biopac**, eine Backware, die von der Firma Franz Haas Waffelmaschinen GmbH in Österreich entwickelt worden ist (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001). Aus einem mit Wasser angemischten Stärketeig, der vorwiegend aus nativer Stärke aus Österreich und kleinen Mengen an Faserstoffen aus Nebenprodukten der Lebensmittelherstellung (Rüben-, Kartoffelfasern) oder Cellulosefasern besteht, wird nach einem kurzen Form- und Trocknungsschritt ein Behälter, dessen Aussehen und Textur stark an geschäumte Kunststoffe erinnert, hergestellt.

Biopac kann verwendet werden **für Sortiereinlagen** (Blister, Tassen, Trays) für kleinteilige, wenig feuchte Produkte (z.B. Süßwaren, Backwaren oder technische Artikel) und für **Tassen und Behälter** für den Schnellimbiss.

Die Wasserempfindlichkeit kann durch Beschichtung mit wasserunlöslichen Sperrschichten wie Bienenwachs oder thermoplastischen biologisch abbaubaren Werkstoffen erheblich gesenkt werden. Die Produkte eignen sich dann als Trinkbecher, auch für heiße Getränke (Kaffee oder Suppen), allerdings sind diese nicht automatengängig. Fettbeständigkeit ist bei allen Produkten aus Biopac ausreichend erfüllt (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Um unerwünschte Eigenschaften reiner **thermoplastischer Stärke (TPS)**, wie die Neigung zu Versprödung durch Austrocknung im Laufe der Anwendung, zu verhindern, werden durch Beimengung von biologisch abbaubaren synthetischen Polymeren und Additiven, wie z.B. Polycaprolacton, Polyvinylalkohol oder abbaubare Polyesteramide, **Stärkeblends** hergestellt (vgl. Kapitel 3.2.3). Dadurch lassen sich maßgeschneiderte Stärkopolymere bilden, die mittels thermoplastischen Verfahren zu Formteilen wie z.B. Essbesteck verarbeitet werden können (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001, GROOT ET AL., 2000). McDonald's führte 1997 dieses Essbesteck ein, verwendet heute aber wieder konventionelle Kunststoffprodukte, da

³ Copolymere sind Makromoleküle (Polymere), die durch Verknüpfung von Bausteinen bzw. Monomeren unterschiedlicher Art entstehen (Lexikon der Biologie, www.xipolis.net, ges. am 4.10.04).

⁴ Blends sind Mischungen aus nachwachsenden Rohstoffen und fossilen Rohstoffen (GROOT ET AL., 2000) In der Kunststofftechnik werden jegliche Mischungen aus verschiedenen Kunststoffen als Blends bezeichnet.

die Stabilität nicht den Erwartungen entsprach und es zu Versorgungsengpässen durch technische Probleme bei Herstellung kam (PIRINGER und FISCHER, 2003). Auch wurde ein gewisser Eigengeschmack des Bestecks von den Kunden bemängelt.

Beispiele für Werkstoffe aus Stärkeblends sind Bioplast oder **Mater-Bi™**. Mater-Bi™ (Firma Novamont) besteht zu rund 50 % aus Stärke, der Rest aus synthetischem Polycaprolacton und anderen biologisch gut abbaubaren Komponenten. Aus Mater-Bi™ werden unter anderem kompostierbare **Bioabfallsäcke** (z.B. qualiCOMP® CompoBags der Petroplast Vinora AG, Schweiz) oder Verpackungen hergestellt (z.B. Hartgemüseverpackungen quali-AGRO® Dumatic-Rollenbeutel der Petroplast Vinora AG⁵). Zur Verarbeitung können dieselben Maschinen verwendet werden wie für herkömmliche Polyethylen-Folien (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001). Beispiele für weitere stärkebasierte Werkstoffe, deren Hersteller und Anwendungen zeigt Tab. 3.1.

Stärkeblends sind Produkte internationaler Industrien, dzt. auf dem Markt befindliche Produkte werden nicht aus österreichischen Rohstoffen hergestellt (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Werkstoff	Marktpreis [Euro/kg]	Hersteller	Anwendung, Produktbeispiele	Quellen
BioPar F 4257	ca. 2-3	BIOP Biopolymer GmbH (D)	Lebensmittelverpackungen, Tragtaschen, Müllsäcke, Biosammelsäcke, Obst- und Gemüseverpackungen, Einweggeschirr	www.biopag.de
Bioplast GS 902	3,5 - 4	BIOTEC GmbH (D)	Verpackungen, Einweggeschirr, Bestecke, Trays, CD-Inlays, Kantenschützer, Boxen, Eimer, Gesteckhalter, Pflanztöpfe, Golf-Tees, Blumenschalen, Kerzenhüllen	www.biotec.de
Getrex TP II	ca. 2	IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH (D)	Einweggeschirr für den Fast-Food-Bereich, Floristik- und Friedhofsbedarf	www.igv-gmbh.de
Mater-Bi Yi 01 U	ca. 3,3	Novamont GmbH (D)	Einweggeschirr (Besteck, Teller, Becher), Hygiene (Wattestäbchen, Seifenhalter), Verpackungen (Joghurtbecher), Lehrmittel, Spielzeuge für Kinder und Tiere, Schreibwaren (Kugelschreiber, Spitzer, Lineale), Landwirtschaft und Gartenbau (Pflanztöpfe)	www.novamont.com
Supol 173	ca. 2-2,5	Supol GmbH (D)	Pflanztöpfe, Golf-Tees	www.supol.de/de/produkte_produktsbeispiele.htm
Floralat 10 %	ca. 3	Ventura AG Kunststofftechnik (CH)	Urnen, Verpackung, Transporthilfsmittel, Gefäße für Tierfutter und -pflegemittel, Spielzeug, Camping- und Sportzubehör, pyrotechnische Artikel, Munition, Sprengmittel, Artikel für Kranzbinderei und Floristik, Dekorations-, Fest- und Scherzartikel, ingenieurblogische Anwendungen zur Landschaftsgestaltung	www.leipziger-floralat.com www.ventura-ag.ch/flora.shtml
Solanyl	keine Info	Rodenburg Biopolymers	Pflanztöpfe	www.biopolymers.nl
Plantic	keine Info	Plantic Technologies (Australien)	Verpackungen für trockene Artikel wie Kekse, Konfekt, Blisterverpackungen, Trays für elektronische Komponenten	www.plantic.com.au/index.html

Tab. 3.1: Beispiele für stärkebasierte Werkstoffe, Hersteller und Produkte (vgl. auch <http://fbaw.itg.uni-hannover.de>, bzw. www.ibaw.org)

⁵ www.petroplastvinora.ch, www.din-certco.de, ges. am 13.10.2004

3.2.1.2 Cellulosederivate

Wichtigster Rohstoff für die Cellulose-Gewinnung ist Holz, es können aber auch Stroh, Bambus, Gräser, Flachs, Hanf u.a. herangezogen werden. Cellulose ist ein Polysaccharid aus der Stoffgruppe der Kohlenhydrate, ein lineares Makromolekül, und als wesentlicher Bestandteil der Zellwände das am häufigsten vorkommende Kohlenhydrat. Cellulose ist ein wichtiger Rohstoff der chemischen Industrie (Zellstoff für Papier- und Pappeindustrie). Die Aufbereitungsprozesse sind allerdings oft energieintensiv. Bereits im 19. Jahrhundert wurde Cellulose als Basis für die **historisch ersten Kunststoffe** verwendet (GROOT ET AL., 2000).

Ein relativ lang bekannter Werkstoff ist **Celluloseacetat**. Dieses wird aus Baumwollinters⁶ oder aus reiner Holzcellulose durch Veresterung mit Essigsäure hergestellt. Celluloseacetat wird in der Brillenindustrie, für Kämme, Haarschmuck und Werkzeuggriffe sowie für **hochpreisige Verpackungsgüter** (Kosmetikindustrie) eingesetzt. Gießfolien werden für Verpackungen und Kaschierfolien eingesetzt (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Die schlechte Verarbeitbarkeit und geringe Abbaubarkeit des Celluloseacetats wurde durch Beimengung von Zusatzstoffen (Weichmacher auf pflanzlicher Basis) verbessert. Dieser neue Werkstoff, **Bioceta**, ist ein glasklares thermoplastisches Granulat, das problemlos mit vielen gängigen Kunststoffverarbeitungstechniken verarbeitbar ist. Aus Bioceta werden **Kerzenhüllen von Grablichtern** und **Kosmetikflaschen** (für Shampoos,...) hergestellt (GROOT ET AL., 2000). Nachteilig ist jedoch der hohe Preis (5 €/kg). MACKWITZ und STADLBAUER (2001) erwarten aber, dass durch Vergrößerung der Anlagenkapazitäten eine Senkung des Preises auf 2-3 €/kg möglich ist.

Cellfo (Fa. Zellform) ist ein Werkstoff, der durch rein mechanische Verarbeitung aus zellulosehaltigen Materialien mit Wasser gewonnen wird. Chemische Zusätze werden nicht benötigt. Je nach Verfahrensparameter können die technischen Eigenschaften der Formteile stark variiert werden. Derzeit gibt es nur Einzelstücke im Akustikbereich. Für die Weiterentwicklung zu Serienproduktion fehlt der Fa. Zellform ein finanzstarker internationaler Partner. Da Cellfo aus verschiedenen zellulosehaltigen Rohstoffen, u.a. auch Altpapier hergestellt werden kann, bestünde auch die Möglichkeit der Produktion aus heimischen Rohstoffen (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Werkstoff	Marktpreis [Euro/kg]	Hersteller	Anwendung, Produktbeispiele	Quellen
Tenite	keine Info	Eastman	Werkzeuggriffe, Spiel- u. Sportwaren, Möbel, Rahmen, Schreibgeräte, optische und medizinische Anwendungen	www.eastman.com
Nature-Flex TM	keine Info	UCB	Verpackung von nicht hygroskopischen Produkten (z.B. Konfekt, Backware, Käse, Gemüse), Klebebänder	www.films.ucb-group.com
Bioceta	ca. 5	Mazzucchelli (I)	Grablichter, Verpackungen	www.mazzucchelli1849.it
Cellidor B 501-07 A	ca. 7-9	Albis Plasic GmbH (D)	Fahrzeug, Werkzeug, Bau und Möbel, Haushaltsgeräte, Lichttechnik, Optik, Elektro, Rundfunk, Photo, Büro- und Schreibwaren, Spielzeug, Kosmetik, Verpackungen, Medizintechnik	www.albis.com

Tab. 3.2: Beispiele für cellulosebasierte Werkstoffe, Hersteller und Anwendungen (vgl. auch <http://fbaw.itg.uni-hannover.de>, bzw. www.ibaw.org)

⁶ Reste der Fruchtkapsel nach dem Entfernen der verspinnfähigen Baumwollfasern.

Weitere Beispiele zeigt Tab. 3.2. NatureFlex™ wird von der in Frankreich marktführenden Supermarktkette Carrefour für Obst- und Gemüseverpackungen biologischer Produkte verwendet, sowie von der britischen Kette Sainsbury's eingesetzt (www.sainsbury.co.uk/healthyeating; www.packagingtoday.co.uk/story.asp?sectionCode=41&storyCode=28182, Meldung datiert mit 1. September 2004; www.bpiworld.org/Files/PressRelease/PRFIUHT.pdf).

3.2.1.3 Lignin

Technisches Lignin ist als Beiprodukt der Zellstofffabrikation ein günstiger Rohstoff. Der Bereich ist allerdings erst in Entwicklung. Folien aus pulverisiertem Ligninsulfonat und Weizenstärke wiesen zwar gute mechanische Festigkeitseigenschaften auf, erreichten jedoch nicht die erforderliche Wasserfestigkeit. Andere Untersuchungen versuchen, Lignin als wasserfestes Imprägniermittel für kohlenhydrathaltige Oberflächen (wie in der Natur) zu nutzen (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Arboform® ist ein Werkstoff, der von der Fa. Tecnar entwickelt wurde. Arboform® besteht zu ca. 70 % aus Lignin, weiters aus Naturfasern (Flachs, Hanf, Sisal oder andere Faserpflanzen), sowie geringen, vom Hersteller nicht näher spezifizierten Mengen an Proteinen und Alkoholen (MOITZI, 2001). Lignin/Naturfaser Verbunde haben ähnliche mechanische und thermische Eigenschaften wie natürlich gewachsenes Holz. Diese Faserverbundwerkstoffe können auf herkömmlichen Kunststoffverarbeitungsmaschinen wie synthetisch hergestellte Thermoplaste zu Formteilen, Tafeln oder Platten verarbeitet werden. Materialeigenschaften wie Festigkeit, Steifigkeit oder Wärmeformbeständigkeit können je nach quantitativer und qualitativer Zusammensetzung des Werkstoffes variiert werden.

3.2.1.4 Polyhydroxyfettsäuren

Polyhydroxyfettsäuren sind hochmolekulare thermoplastische Polyester, die durch Fermentation gewonnen werden. Die bekanntesten Vertreter sind **Polyhydroxybutyrat (PHB)** und **Polyhydroxyvalerat (PHV)**. Ausgangsstoffe für die Herstellung sind Kohlenhydrate aus Glucosesirup oder landwirtschaftlichen Nebenprodukten wie Melasse oder Raffinat aus der Verarbeitung von Zuckerrüben. Durch gezielte Nährstoffbereitstellung wird ein Stamm natürlich existierender Bakterien (*Alcaligenes eutrophus*) vermehrt. Diese Bakterien reichern in ihren Zellen – je nach Nährsubstrat – PHB oder PHV an. Nach Erreichen des Maximalgewichts wird das Polymer vom Zellmaterial getrennt und gereinigt. In einem Compoundierprozess wird schließlich ein Granulat erzeugt (GROOT ET AL., 2000).

Durch Kontrolle der Fermentationsbedingungen können unterschiedliche Polymere mit verschiedenen Eigenschaften maßgeschneidert werden. PHB ist vergleichbar mit Polypropylen, jedoch spröder und steifer. Durch Einflechten von PHV-Anteilen verbessern sich Elastizität und Reißdehnbarkeit und es entsteht ein Werkstoff, der mit PE-LD vergleichbar ist. Die Polymere sind wasserbeständig, trotzdem aber zu 100 % biologisch abbaubar (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).

Bekannt sind PHB und PHV unter dem Markennamen **Biopol**, das von Monsanto entwickelt wurde. Biopol ist als Bestandteil von Injektionsverpackungen in der Human- und Veterinärmedizin geeignet, darüber hinaus auch als Rücklage für Windeln, Damenbinden sowie medizinisches Material. Anfang der 90er Jahre wurde Biopol als Material für Shampooflaschen getestet, hier haben sich vor allem Probleme in der Entsorgung der kompostierbaren Biopol-Verpackung durch Anhaftung von Shampooresten ergeben, die eine Kompostierung erschweren (www.umweltlexikon-online.de, ges. am 30.9.2004; vgl. auch Kapitel 4.3.1). Biopol findet auch Anwendung als **Beschichtung für Becher** für Heißgetränke. So bietet beispielsweise die innotrade AG Basel (www.innotrade.ch) Automatenbecher (1,8 dl) und Becher (2, 3 und 4 dl) an, wobei es sich um Polarcup-Kartonbecher mit biopol-Beschichtung handelt, die auch für heiße Getränke geeignet sind (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001). Nachteilig sind die hohen Kosten von Biopol, die bei 10 – 15 US\$/kg (umgerechnet 8-12 €)

liegen. In Großproduktion scheinen 5 US\$/kg erreichbar. Im Vergleich dazu kostet chemisch synthetisiertes Polypropylen 0,5 US\$/kg (BLEY und BOSCHKE, 1999).

Ein weiterer Werkstoff ist Biomer der Firma BIOMER (Deutschland), das für Verpackungen, dünnwandige Behälter und pyrotechnische Produkte (Feuerwerkskörper) verwendet werden kann (<http://fbaw.itg.uni-hannover.de>, ges. am 12.10.2004).

Aufgrund der hohen Herstellungskosten gibt es Versuche, mit Hilfe bakterieller Gene Synthesewege für Polyhydroxyfettsäuren in Pflanzen zu etablieren. Ein diesbezüglicher Versuch der Firma BIOMER brachte aber eine noch nicht zufriedenstellende Polymerausbeute (C.A.R.M.E.N. 1997 zit. von GROOT ET AL., 2000). Ähnliche Versuche laufen auch bei der U.S. Firma Metabolix⁷.

Derzeit in Entwicklung ist der Werkstoff **Nodax**TM. In einem mehrjährigen Projekt der Firma Procter & Gamble und der Kaneka Corporation (Japan) sollen kostengünstige Herstellungsverfahren gefunden und das Polymer in Hinblick auf die geforderten Verarbeitungs- und Produkteigenschaften optimiert werden. Ziel ist es, mit der kommerziellen Markteinführung 2005 zu beginnen. Die Palette möglicher Anwendungen ist groß und reicht von Hygieneartikeln, die oftmals über die Toilettenspülung entsorgt werden, Wischtüchern, kurzlebigen Geweben wie Operationsbekleidung, Polsterbezüge, über Beschichtungen, kompostierbare Abfallsäcke, Verpackungen für Konsum- und industriell erzeugte Güter (Windeln, Hamburger und Computer) bis hin zu medizinischen Anwendungen (www.nodax.com/, ges. am 13.10.2004).

3.2.1.5 Polymilchsäure (Polylactid, PLA)

Polymilchsäure kann synthetisch oder auf fermentativem Weg aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden (PIRINGER und FISCHER, 2003). Als Ausgangsstoff für die großtechnische Herstellung der Milchsäure dienen Kohlenstoffe, die aus nachwachsenden Rohstoffen wie Mais oder Getreide gewonnen werden (GROOT ET AL., 2000). Derzeit wird vorwiegend Maisstärke eingesetzt. Polymilchsäure könnte jedoch auch durch Fermentation von Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie hergestellt werden, wie z.B. Molke oder Polysaccharidabfällen, die bei der Verarbeitung von Kartoffeln anfallen. Dies könnte zur Senkung des derzeit noch hohen Preises beitragen (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001; PIRINGER und FISCHER, 2003).

Endprodukt des Herstellungsprozesses ist ein Granulat, das mit unterschiedlichen Naturstoffen verbunden („komponentiert“) und geblendet werden kann. Das Granulat kann weitgehend auf herkömmlichen Anlagen und mit allen gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren zu Produkten weiterverarbeitet werden (GROOT ET AL., 2000). Die mechanischen Eigenschaften der Polymere auf Basis der Milchsäure entsprechen denen konventioneller Thermoplaste. Besondere Vorteile liegen in der hohen Festigkeit, der Thermoplastizität⁸ und der biologischen Verträglichkeit. Letztere macht den **Einsatz in der Medizin** möglich, wie z.B. für resorbierbare medizinische Implantate oder selbstauflösende Operationsfäden (z.B. Material Resomer[®] der Böhlinger Ingelheim Deutschland⁹) (MACKWITZ und STADLBAUER, 2001; www.inaro.de/Deutsch/d_index.htm). Ein weiterer Vorteil von PLA liegt darin, dass dieses mittels Infrarotdetektoren problemlos von anderen Werkstoffen unterschieden werden kann (GROOT ET AL., 2000).

Biokunststoffe aus PLA haben sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Sicht erhebliches Potential als Werkstoffe für **Verpackungen**, besonders für den **Lebensmittelbereich**.

7 www.metabolix.com/publications/pressreleases/PRsept2001.html, ges. am 30.9.2004: Pressemitteilung von Oct. 2001

8 Thermoplastizität: Eigenschaft von Polymeren (Kunststoffen = Thermoplasten, Bindemitteln), mit steigender Temperatur zu erweichen und mit abnehmender Temperatur härter zu werden (www.kunstharzputze.de/abc/kap3/t02.htm, gesehen am 7.10.2004)

9 www.boehringer-ingelheim.de/produkte/chemikalien/chemprod/resomer.jsp

Hersteller von Produkten aus Polymilchsäure sind beispielsweise

- Cargill Dow, USA (Handelsname: NatureWorks™, Werkstoff EcoPla): Blister, Blumenpapier, Sortiereinlagen, Verpackungsschalen für Süßwaren, Snacks oder Gemüse, Joghurtbecher, Lebensmittelverpackungen, Einweg-Teller, -Besteck, -Becher für kalte Getränke (MITSUI CHEMICALS, 2004)
- Mitsui Chemicals, Japan (Werkstoff Lacea), für Verpackungsschalen, kompostierbare Müllsäcke, Anwendungen in der Landwirtschaft (www.mitsui-chem.co.jp/e/, ges. am 7.10.2004)
- Hycail (Hycail®)¹⁰, Niederlande: Pilotanlage zur Herstellung von PLA Werkstoffen
- Biomer, Deutschland (Werkstoff Biomer), für Lebensmittelverpackungen, Träger für analytische Zwecke, optische Linsen, Zahnbürsten (http://fbaw.itg.uni-hannover.de/polymere/biomer_l5000.htm, ges. am 8.10.2004)

Am weitesten entwickelt ist die Anwendung von PLA bei Lebensmittelverpackungen (Obst, Gemüse, Snacks), auch Kaltgetränkebecher (z.B. von McDonald's für Bier bzw. Eisprodukte) oder Joghurtbecher (Firma Danone) werden eingesetzt (GROOT ET AL., 2000).

Produkte aus Polymilchsäure sind Produkte internationaler Industrien, dzt. auf dem Markt befindliche Produkte werden nicht aus österreichischen Rohstoffen hergestellt (PIRINGER und FISCHER, 2003).

3.2.1.6 Faser- und Faserverbundwerkstoffe

Faserwerkstoffe werden aus **Faserpflanzen** hergestellt. Sie können optisch zumeist leicht von anderen Werkstoffen unterschieden werden. Die sowohl weltweit als auch in der EU bedeutendste Faserpflanze ist die Baumwolle. Danach folgen mit abnehmender Bedeutung Flachs (Faserlein), Jute, Hibiscusfasern, Hanf, Kenaf und Ramie. Weitere Faserpflanzen sind z.B. Chinaschilf, Kokos, Sisal, Bast, Kapok, Yucca, Ananas (FBAW, <http://fbaw.itg.uni-hannover.de/naturfasern.htm>, ges. am 8.10.2004). In unseren Breiten sind nur Flachs und Hanf, bedingt auch Kenaf und Ramie, für die kommerzielle Nutzung anbaubar (Langer, 1997 zit. von GROOT ET AL., 2000).

Pflanzenfasern bestehen v.a. aus Cellulose, die wiederum aus Glucose-Molekülen besteht. Unterscheiden lassen sich Pflanzenhaare (Baumwolle, Kapok), Bastfasern (Flachse, Hanf, Jute, Ramie) und Hartfasern (Kokos, Sisal). Neben der Fähigkeit, Zugkräfte in Faserrichtung sehr gut aufzunehmen, weisen Pflanzenfasern als weitere positive Eigenschaften ökologische und toxikologische Unbedenklichkeit, geringe Dichte, klimatisierende Eigenschaften, Bruchunempfindlichkeit, biologische Abbaubarkeit und rückstandslose Verbrennbarkeit auf.

Traditionell werden Pflanzenfasern für die Herstellung von **Textilien, Seilen und Bindegar-
nen** eingesetzt. Daneben existiert eine Vielzahl anderer Einsatzbereiche (GROOT ET AL., 2000, FBAW, <http://fbaw.itg.uni-hannover.de/naturfasern.htm>, ges. am 8.10.2004):

- als Verpackungsmaterial (z.B. Chinaschilf),
- Dämm- und Isolationsmaterial, Baustoffe
- als Geotextil zum Erosionsschutz, Stabilisierung von Böschungen
- im Gartenbau: Anzuchtmatten, Mulchmatten, Bindegarne

Aus Hanf, Flachs, Baumwolle und Cellulose lassen sich kompostierbare Netz- und Gewebesäcke, wie sie z.B. zur Verpackung von Obst, Gemüse und Saatgut verwendet werden, herstellen. Derzeit werden 95 % der weltweit benötigten Netzsäcke aus Kunststoff hergestellt (www.vpz.at/de/?go=site-4, ges. am 12.10.2004). Hier wird auch Potential für die Herstellung aus heimischen Rohstoffen gesehen (PIRINGER und FISCHER, 2003).

¹⁰ www.hycail.com/gb-site/index.htm

Faserverbundwerkstoffe entstehen durch Kombination von **Naturfasern** und Kunststoffen. Wird ein **Biokunststoff** als Matrix, in der die Fasern eingebettet sind, verwendet, können Faserverbundstoffe rein aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die Matrix ist dabei für die Form verantwortlich, während die Fasern durch ihre Festigkeit die auf den Verbundwerkstoff wirkenden Zugkräfte aufnehmen können (SELL ET AL., 1999).

Naturfasern können **auch an Stelle von Glasfasern**, Karbonfasern und Kevlar **in herkömmlichen Verbundstoffen** eingesetzt werden. Vorteile liegen im geringen Gewicht, der hohen Steifigkeit, guten Formgebung und Korrosionsbeständigkeit. Nachteile gegenüber Glasfasern etc. sind eine geringere thermische Stabilität, geringere Zugfestigkeit und uneinheitliche Faserqualität (GROOT ET AL., 2000). In der Autobranche ist der Einsatz von Faserverbundstoffen mit Naturfasern und synthetischen Polymeren (z.B. Polypropylen, Polyurethan, Polyphenolharze) Stand der Technik, z.B. für Hutablagen, Seitentürverkleidungen, Armaturenbrett. Zwar wird durch das Fehlen von Glasfasern auch die Entsorgung erleichtert, die Verwertung von Faserverbundwerkstoffen mit synthetischen Polymeren ist allerdings schwer möglich (SELL ET AL., 1999, PIRINGER und FISCHER, 2003). Der Einsatz von natürlichen, biologisch abbaubaren Polymeren als Matrix hat sich hier noch nicht durchgesetzt (PIRINGER und FISCHER, 2003; <http://fbaw.itg.uni-hannover.de/naturfasern.htm>).

Faserverbundwerkstoffe mit natürlichen Polymeren sind biologisch abbaubar, die derzeit in der Praxis eingesetzten Mengen sind allerdings noch gering (PIRINGER und FISCHER, 2003). Anwendungsbereiche sind neben Möbeln, Wandverkleidungen, Profilen, Telefon- und Computergehäusen auch Verpackungen und Pflanztöpfe, wie z.B. der Napac NaturePot aus 70-80 % Miscanthusfasern und einer Matrix aus biologisch abbaubarem Thermoplast (Stärke), der Cocopot aus Kokosfasern und Latex, der Fertil-Pot aus 80 % Holzfasern und 20 % Torf oder der Jiffy Pot, der aus etwa 60 % humusreichem Spaghnumtorf und 40 % schwefelfreier Stapelcellulose bestehen (SCHNEIDER ET AL., 2003; <http://fbaw.itg.uni-hannover.de/naturfasern.htm>, gesehen am 8.10.2004).

Faserverbundwerkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind Produkte internationaler Industrien. Die derzeit auf dem Markt befindlichen Produkte werden nicht aus österreichischen Rohstoffen hergestellt, die Möglichkeit heimischer Produktion wird aber gesehen (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Werkstoffe auf Basis von Holz sind beispielsweise **Fasal®**, **Fasalex** und **Treeplast**. Diese bestehen aus einer Mischung von Fasern (wie Holzspänen, Sägemehl, Reisschale, Kokosfaser usw.), natürlicher Stärke als Bindemittel (z.B. aus Mais) und einer dritten Komponente. Diese kann herkömmliche Kunststoffe umfassen oder biologisch abbaubare pflanzliche Öle bzw. Harze. Von **Fasal®** gibt es mehrere Typen, welche je nach Anwendungsgebiet maßgeschneidert werden können, darunter auch das biologisch abbaubare Fasal F134 bzw. Fasal-Prososin FP322/1. Fasal® kann spritzgegossen werden und wird für Möbelteile, Spielzeug, Musikinstrumente, Schmuck und Dekorteile verwendet. Aus **Fasalex**, das sich zu Endlosprofilen extrudieren lässt, werden u.a. Fenster- und Türverkleidungen hergestellt (z.B. von der österreichischen Firma Josko) (www.fasalex.com, ges. am 12.10.2004). **Treeplast** ist eine Weiterentwicklung von Fasal® und kann spritzgegossen werden. Anwendungsbeispiele sind Bürstengriffe, Mosaik-Puzzleteile, Golf-Tees, Eisbecher oder Christbaumschmuck (<http://treeplast.com>; ges. am 12.10.2004). Die Nachfrage ist groß, das Material muss jedoch für die jeweiligen Anwendungen optimiert werden, was einen beachtlichen Entwicklungsaufwand mit sich bringt. Ein hoher Anteil der Rohstoffe für Treeplast stammt aus Österreich. Auch bei Fasalex bestünde die Möglichkeit der Produktion aus heimischen Rohstoffen (PIRINGER und FISCHER, 2003).

3.2.2 Werkstoffe und Produkte auf Basis tierischer Rohstoffe

Biologisch abbaubare Polymere lassen sich auch aus tierischen Ausgangsmaterialien, wie Proteinen, Kollagen, Gelatine oder Algen herstellen.

Neben der Gewinnung pflanzlicher **Proteine** können Proteine auch aus Gerbereiabfällen gewonnen werden. Gesamtenergetisch günstiger ist allerdings die Gewinnung pflanzlicher Proteine. Diese ist kostengünstiger und erfordert geringeren Materialaufwand. Besonders anbieten würde sich hier die Nutzung großer Mengen proteinhaltiger landwirtschaftlicher Reststoffe. Geprüft wird der Einsatz für Klebstoffe, Farbzusätze, zur Beschichtung von Pappe, für Folien und Spritzgussteile bis zur Anwendung bei der Reifenherstellung. Weiter fortgeschritten ist die Verarbeitung tierischer Proteine (GROOT ET AL., 2000).

Kollagene sind Gerüsteiweiße, die den Hauptbestandteil des Bindegewebes und der organischen Knochensubstanz bilden und als Ausgangsmaterial für Gelatine, Leime, etc. dienen. Es gibt Versuche, Kollagen durch chemische Behandlung zur Herstellung essbarer Lebensmittelhüllen einzusetzen (GROOT ET AL., 2000). Ein Beispiel ist die Naturin Kollagen-Folie (Coffi) der Hugo Bergmann GmbH, eine essbare Eiweißfolie aus Kollagen, die als Braten- und Schinkenfolie bei der Herstellung von Kochpökelwaren eingesetzt werden kann (www.hugo-bergmann.de/naturin/kollagen.htm#info_klassik, ges. am 12.10.2004).

Gelatine ist ein Polypeptid, welches durch Hydrolyse tierischen Kollagens gewinnbar ist. Anwendung findet Gelatine in der Lebensmittelindustrie, Pharmazie und Medizin (GROOT ET AL., 2000).

Alginsulat ist ein Schaumstoff aus Algen, der vom Verpackungszentrum Graz entwickelt worden ist. Alginsulat soll – als Ersatz für Styropor® – im Dämmstoff- und Verpackungsbereich eingesetzt werden, z.B. für Verpackungen von Elektronikgeräten, Fast Food und frischen Fischen. Die Pilotanlage wurde im Mai 1999 in Betrieb genommen, derzeit wird an der Optimierung des gesamten Prozesses, der Entwicklung bestimmter Produkteigenschaften sowie der Formgebung gearbeitet. Der Entwicklungsaufwand bis hin zu marktreifen Produkten ist noch relativ hoch (PIRINGER und FISCHER, 2003; www.vpz.at; www.innovations-report.de/html/berichte/materialwissenschaften/bericht-15339.html, ges. am 12.10.2004).

3.2.3 Werkstoffe und Produkte auf Basis fossiler Rohstoffe

Biologisch abbaubare Werkstoffe auf Basis fossiler Rohstoffe finden sich häufig als **Komponenten in Blends**. Es zeigte sich, dass es für die gewünschte biologische Abbaubarkeit und die geforderten technischen Eigenschaften in der Anwendung erforderlich ist, die Produkte auf Stärke- wie auch auf Milchsäurebasis als Hybride (Blends) zu konzipieren, welche neben nachwachsenden Rohstoffen auch biologisch abbaubare, synthetische Polymere aus fossilen Rohstoffen enthalten (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999).

3.2.3.1 Polyesteramid

Polyesteramid, das von der Bayer AG entwickelt und patentiert worden ist, wird vollsynthetisch aus petrochemischen Rohstoffen hergestellt. Es ist thermoplastisch, teilkristallin und kann mit Standardtechniken ver- und bearbeitet werden. Es eignet sich unter anderem zur Herstellung von Tragetaschen, Müllbeuteln oder Einweg-Blumentöpfen und lässt sich auch zu Fasern verspinnen. Polyesteramid wird durch Feuchtigkeit allein nicht geschädigt, ist aber biologisch abbaubar (GROOT ET AL., 2000; www.berlinonline.de/berliner-zeitung/archiv/.bin/dump.fcgi/1995/1006/nachrichten/0073; ges. am 11.10.2004).

3.2.3.2 Poly-ε-Caprolacton (PCL)

Polycaprolacton, ein synthetisches bioabbaubares Polymer, kann in vielfältiger Weise modifiziert und mit allen gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren verarbeitet werden. Es weist eine hohe Dehnbarkeit und eine gute Verträglichkeit mit sehr vielen Blendpartnern auf. Auf dem Markt sind vor allem verschiedene Produkte aus Stärke und Polycaprolacton (z.B. Werkstoff Mater-Bi™). Nachteilig sind der vergleichsweise hohe Preis und der niedrige Schmelzpunkt von 60°C (GROOT ET AL., 2000).

Ein Werkstoff aus Polycaprolacton ist TONE Polymer der Union Carbide Cooperation, das unter anderem für Lebensmittelfolien, Pflanzbehälter und Müllsäcke eingesetzt werden kann (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999).

3.2.3.3 Polyvinylalkohole (PVAL, PVOH)

Polyvinylalkohol wird fast ausschließlich als polymeres Hilfsmittel (z.B. Binde- oder Verdickungsmittel) eingesetzt. Als Blend findet es Anwendung in TPS-Werkstoffen. Nur ein kleiner Teil der Gesamtproduktionsmenge wird für Folien (wasserlösliche Beutel) und Dichtungen verwendet. Wasserlösliche Folien eignen sich z.B. als Dosierverpackung für Pflanzenschutzmittel oder Geschirrspültabs, da sie sich gleichzeitig mit dem verpackten Produkt auflösen. Wasserlösliche Polyvinylalkohole sind generell biologisch abbaubar, die biologischen Systeme benötigen allerdings eine Adaptionszeit von bis zu einigen Wochen, sofern nicht leicht abbaubare Kohlenstoffquellen zugegeben werden (GROOT ET AL., 2000).

3.2.3.4 Copolyester

Copolyester hat sehr gute Anwendungseigenschaften, erreicht Schmelzpunkte bis 150°C und die Reißfestigkeit und Reißdehnung sind vergleichbar mit der von Polyethylen. In den letzten Jahren wurde eine neue Familie biologisch abbaubarer Copolyester entwickelt, die weich und flexibel sind (GROOT ET AL., 2000).

Beispiele sind die Werkstoffe Eastar Bio® Copolyester und Eastar Ultra® Copolyester der Firma Eastman. Diese sind flüssigkeitsundurchlässig und vollständig biologisch abbaubar. Die beiden Werkstoffe können sowohl mit Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Stärke) geblendet, als auch ohne Additive verwendet werden. Anwendungen finden sie beispielsweise für Wegwerfartikel, Beschichtungen, Lebensmittelverpackungen, Fast-food-Becher und –Behälter oder Saalmatten (www.eastman.com/Product_Information/ProductHome.asp?Product=1469, ges. am 11.10.2004 – link ist nicht mehr vorhanden).

Von BASF wurde 1998 der Werkstoff Ecoflex® auf den Markt gebracht. Es können Folien hergestellt werden, welche selbst als Verpackung oder z.B. als Beschichtung für geschäumte Produkte Einsatz finden, wodurch sich ideale Voraussetzungen für Hamburgerboxen, Kaffeebecher, Fleisch-, Fisch-, Geflügel-, Obst- oder Gemüseverpackungen, Lebensmittel-schalen und Menüboxen ergeben (BASF, -).

4 Rahmenbedingungen für den Einsatz von Biokunststoffen

4.1 Zertifizierung der Kompostierbarkeit

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH bietet die Zertifizierung von kompostierbaren Produkten aus biologisch abbaubaren Werkstoffen an und vergibt hierzu das von der Interessengemeinschaft biologisch abbaubare Werkstoffe e.V. (IBAW) entwickelte Zeichen. Dieses Zeichen (siehe Abb. 4.1) soll den Verbrauchern und Entsorgern eine eindeutige Identifikation kompostierbarer Produkte ermöglichen (www.din-certco.de). Das **Kompostierbarkeitszeichen** in Form eines Keimlings wird in Deutschland, der Schweiz, den Niederlanden, Großbritannien und Polen verwendet (www.ibaw.org/deu/seiten/verwertung_frameset.html).



Abb. 4.1: Kompostierbarkeitszeichen für biologisch abbaubare Verpackungen von DIN CERTCO

In Deutschland kann die Zertifizierung auf Grundlage der **Norm DIN EN 13432**¹¹ durchgeführt werden, welche die deutsche Norm DIN V 54900 abgelöst hat, oder alternativ nach ASTM D 6400 bzw. 6868. Diese Normen regeln die standardisierten Testverfahren, in denen die Umgebungsbedingungen und Geschwindigkeit des biologischen Abbaus bestimmt werden müssen. Die Kompostierbarkeit wird in der DIN EN 13432 als jene Eigenschaft eines polymeren Werkstoffes definiert, während eines Kompostierungsprozesses abgebaut zu werden. Der biologische Abbau muss in der praktischen, großtechnischen Kompostierung, also unter optimalen Bedingungen innerhalb von 6-10 Wochen stattfinden. Das mehrstufige Prüfverfahren umfasst neben einer chemischen Produktanalyse die Untersuchung der vollständigen biologischen Abbaubarkeit im Laborversuch, der Kompostierbarkeit unter praxisrelevanten Bedingungen, sowie der Verwertungseigenschaften der Komposte, d.h. deren Qualität. Außerdem wird die maximale im Rahmen praxisüblicher Kompostierungsverfahren abbaubare Materialstärke ausgewiesen (www.ibaw.org/deu/seiten/verwertung_frameset.html).

Da bei der Anwendung und der Entsorgung des Produkts keine für die Kompostierung schädlichen Kontaminationen auftreten dürfen, müssen die vorgesehenen Einsatzbereiche des Produkts bei Beantragung der Zertifizierung angegeben werden. Anwendungen, bei denen bedenkliche Kontaminationen zu erwarten sind, wie z.B. Verpackungen von schadstoffhaltigen Stoffen, werden ausgeschlossen (www.ibaw.org). Hier ist allerdings zu bedenken, dass es auch in anderen Abschnitten des Produktlebenszyklus (bei Verwendung oder Sammlung) zu Verunreinigungen mit toxikologisch bedenklichen oder nicht biologisch abbaubaren Stoffen kommen könnte (vgl. PIRINGER und FISCHER, 2003).

Nach erfolgreicher Prüfung werden Werkstoffe, Halbzeuge und Zusatzstoffe in eine Positivliste aufgenommen. Produkte, die aus registrierten Werkstoffen, Halbzeugen und Zusatzstoffen bestehen, können zertifiziert werden, wenn sie die maximal abbaubare Schichtdicke der für ihre Herstellung verwendeten Werkstoffe, Halbzeuge oder Zusatzstoffe

¹¹ Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau - Prüfschema und Bewertungskriterien für die Einstufung von Verpackungen.

nicht überschreiten. Eine Liste der Zertifikatinhaber ist bei DIN CERTCO abrufbar (www.din-certco.de). Die Einhaltung der zertifizierten Produkteigenschaften wird anhand regelmäßiger Kontrollprüfungen durch DIN CERTCO überprüft (Konformitätsprüfung) (www.ibaw.org).

Neben DIN CERTCO zertifiziert auch **AIB Vincotte Inter (AVI)** in Brüssel Produkte nach der Europäischen Norm EN 13432. Für erfolgreich geprüfte Produkte wird das „OK compost“-Zertifikat vergeben (siehe Abb. 4.2), welches garantiert, dass das Material in einer technischen Kompostierung oder im Zuge der Eigenkompostierung abgebaut werden kann (www.aib-vincotte.com/index.asp?NoFlash=1).



Abb. 4.2: „OK compost“ Zeichen von AIB Vincotte Inter

In **Österreich** werden die Zertifikate (DIN-CERTCO, AIB-Vincotte) **nicht ohne weiteres anerkannt**. Die Kompostierbarkeit muss mittels Gutachten nachgewiesen werden, da einige Grenzwerte strenger sind. Auf die Ergebnisse der Prüfung nach EN oder DIN kann aber aufgebaut werden (PIRINGER und FISCHER, 2003).

4.2 Sammlung

Grundsätzlich lassen sich Produkte aus biologisch abbaubaren Werkstoffen in Anwendungen ohne Entsorgungserfordernis und Anwendungen mit Entsorgungserfordernis unterscheiden. Biologisch abbaubare Werkstoffe sind idealerweise dort einzusetzen, wo sie eine Entsorgung der Produkte überflüssig machen, z.B. biologisch abbaubare Mulchfolien im Gartenbau oder chirurgisches Nahtmaterial, und wo sie einen Zusatznutzen haben, wie z.B. biologisch abbaubare Bioabfallsäcke (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999).

Zur **Erfassung biologisch abbaubarer Werkstoffe** (mit Entsorgungserfordernis) können entweder bereits bestehende Systeme genutzt oder eigene Systeme neu geschaffen werden. Dabei ist weiters zu unterscheiden, ob es sich um räumlich begrenzte Anwendungen - wie z.B. Produktionsabfälle oder Abfälle von Großveranstaltungen - oder um großräumige Anwendungen handelt (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Für letztere ist die Miterfassung von Produkten aus biologisch abbaubaren Werkstoffen im Restmüll, in der Gelben Tonne oder in der Biotonne denkbar.

Die Miterfassung der BAW im **Restmüll** hat den Vorteil, dass hier ein bestehendes flächendeckendes Sammelsystem genutzt werden kann. Als nachteilig wird die Vermischung und Verschmutzung mit anderen Abfällen gesehen, die nur noch die Entsorgung als Restmüll zulässt (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Dies ist jedoch nur dort relevant, wo Altstoffe nachträglich aus dem Restmüll aussortiert werden sollen und gilt in diesem Fall für alle anderen Altstoffe auch. Ebenso werden auch negative Auswirkungen auf die getrennte Erfassung von Verpackungsfolien im Gelben Sack bzw. Gelber Tonne befürchtet (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Für Wien scheint diese Befürchtung nicht relevant, da aufgrund der Umstellung der Leichtverpackungssammlung seit September 2004 ein Großteil der herkömmlichen Kunststoffverpackungen wie Folien, Becher etc. ohnehin über den Restmüll erfasst werden.

Als sehr günstig wird vom NIEDERSÄCHSISCHEN UMWELTMINISTERIUM (1999) die Miterfassung in der **Gelben Tonne/gelben Sack** angesehen, da hier ebenfalls ein flächendeckendes Sammelsystem zur Verfügung steht, keine Erhöhung der Fehlwurfproblematik zu erwarten ist und eine Abtrennung der biologisch abbaubaren Verpackungen durch nachträgliche Sortierung für möglich gehalten wird (BERTRAM, 2000). Da die Leichtverpackungssammlung in Wien derzeit aber bereits umgestellt wird (s.o.), wären durch die Miterfassung biologisch abbaubarer Verpackungen nachteilige Auswirkungen zu erwarten (Verwirrung der Bevölkerung bei wiederholter Veränderung der Leichtverpackungssammlung, Glaubwürdigkeits- und Vertrauensverlust, Anstieg der Fehlwürfe).

Die Miterfassung von Abfällen aus biologisch abbaubaren Werkstoffen über die **Biotonne** wird als sehr problematisch gesehen (vgl. BERTRAM, 2000; NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999):

- Das System steht nicht flächendeckend zur Verfügung. Eigenkompostierern müssen andere Erfassungssysteme zur Verfügung gestellt werden.
- Fehlwurfproblematik: Da es in der Biotonne auch bisher schon zu Verunreinigung durch Kunststoff gekommen ist, ist nicht zu erwarten, dass eine Kennzeichnung das Problem löst.
- Eine Verschlechterung der Sortierdisziplin der Bürger wird dadurch erwartet, dass der Verunreinigungsgrad des Biotonneinhaltes durch Biokunststoffe größer scheint.
- Die Botschaft, dass Verpackungen aus BAW über Biotonne entsorgt werden können, ist Verbrauchern nicht übermittelbar.

Diesen Überlegungen stehen entgegengesetzte Erfahrungen oder Expertenmeinungen gegenüber, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen. In Wien sollte die Biotonne flächendeckend im Stadtgebiet eingeführt sein. Den Problematiken der Fehlwürfe und der Sortierdisziplin widersprechend zeigten jedoch Untersuchungen, die im Zuge des Modellprojektes in Kassel (sh. auch Kap. 5.1) durchgeführt wurden, dass es durch die Erfassung von Biokunststoffen über die Biotonne zu **keiner Änderung der Bioabfallqualität** kam (keine signifikante Änderung des Anteils an Störstoffen). Daraus wurde gefolgert, dass es bei entsprechender Kommunikation durchaus möglich sei, der Bevölkerung den gewünschten Entsorgungsweg zu vermitteln (KLAUSS, 2003). Zudem scheint der Umstand, dass die Biotonne bereits ohne der Verwendung von Biokunststoffen mit Kunststoffen verunreinigt ist, kein stichhaltiges Argument gegen die Entsorgung von Biokunststoffen in die Biotonne zu sein. Es könnte sich ja einerseits im Zuge der aufgegriffenen Thematik der Biokunststoffe ergeben, dass die Bevölkerung gegenüber Fehlwürfen sensibilisiert wird. Andererseits könnte durch den Einsatz von Biokunststoffen zumindest ein Teil der Fehlwürfe kompensiert werden.

Die Miterfassung von Biokunststoffen in der Biotonne ist in weiterer Folge auch in der technischen Kompostierung problematisch, da zum einen aufgrund des höheren Sortieraufwandes höhere Kosten anfallen. Trotz Kennzeichnung können biologisch abbaubare Werkstoffe bei der Störstoffauslese nur unzureichend von herkömmlichen Kunststoffen unterschieden werden. Probleme bei der Identifizierung der mit einem Label gekennzeichneten Biokunststoffe entstehen unter anderem durch die Verschmutzung der Biokunststoffe bzw. Bruchstücke und abgerissene Folienteile (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Auch im Modellprojekt Kassel zeigten sich Probleme bei der händischen Störstoffaus-sortierung, die umso schlechter funktionierte, je stärker verunreinigt der angelieferte Bioabfall war und je höher der Anteil der BAW war (IDELMANN, 2003). Durch den Einsatz moderner Technik, z.B. Infrarotdetektoren, wird es allerdings für möglich gehalten, die Aussortierung durch automatische Sortieranlagen zu bewerkstelligen (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999; GROOT ET AL., 2000). Der im Zuge der vorliegenden Studie befragte Experte meinte dazu, dass er wenig Unterschied von Biokunststoffen zu herkömmlichen Kunststoffen sieht. Bei einer automatischen Sortierung über Siebe oder Trommeln wird Biokunststoff bei zu großer Stückigkeit genauso aussortiert wie herkömmlicher Kunststoff auch. In diesem Fall kann überlegt werden, ob aus dem Siebüberlauf eine Nachsortierung

sinnvoll ist, um aussortierte Biokunststoffe wieder in die Kompostierung rückzuführen. Gelangt der Biokunststoff aufgrund seiner Größe in den zu kompostierenden Biomüllbereich, dann verursacht er in der Folge im Gegensatz zu kleinen Kunststoffteilen keine weiteren Komplikationen bei der Kompostierung, was ein klarer Vorteil ist. Bezüglich Kennzeichnung und händischer Sortierung stellt der interviewte Experte die Frage, warum nicht jene Materialien gekennzeichnet werden, welche die Schwierigkeiten in der Kompostierung verursachen und damit eine Positivsortierung durchgeführt werden kann. Diese Empfehlung gilt in Hinblick auf ein in Zukunft höheres Potential für Biokunststoffe.

Neben dem höheren Aufwand für die Sortierung wird auch eine Verschlechterung der Kompostqualität z.B. durch Bruchstücke nicht abbaubarer Kunststoffe aufgrund von Fehlwürfen befürchtet, welche Vermarktungsprobleme und eine kostenintensive Nachbehandlung des Kompostes mit sich bringen könnte (BERTRAM, 2000).

Gespräche, die PIRINGER und FISCHER (2003) mit verschiedenen Vertretern der österreichischen Abfallwirtschaft führten, ergaben, dass hier ebenfalls bezüglich des Störstoffanteils im Bioabfall und der Kompostqualität große Bedenken bestehen. Ein Gespräch, welches im Zuge der vorliegenden Studie mit einem Vertreter der österreichischen Kompostwirtschaft geführt wurde, kam zu einem anderen Ergebnis. Der Gesprächspartner verarbeitet **Biokunststoffe aus dem Cateringbereich bzw. aus der Bioabfallsammlung** in der Kompostierung und kann über **keine augenscheinlich gestiegenen Fehlwürfe** berichten. Auch von Kollegen, welche das gleiche Material verarbeiten, sind ihm keine Verschlechterungen des Inputmaterials bzw. des Kompostes bekannt. Detaillierte Untersuchungen bezüglich des Fehlwurfanteils wurden jedoch bisher nicht vorgenommen.

Die Erfassung von biologisch abbaubaren Werkstoffen als **eigene Fraktion** erscheint derzeit nur für räumlich begrenzte bzw. geschlossene Systeme sinnvoll. Es eignen sich all jene Anwendungsgebiete, wo auf die Verfügbarkeit der verwendeten Materialien Einfluss genommen werden kann, und auch die Verwendung auf einen bestimmten Raum begrenzt ist. Beispiele dafür sind Großveranstaltungen oder Fast-Food-Lokale, in denen BAW in Österreich z.T. bereits eingesetzt, getrennt gesammelt und einer Verwertung durch Kompostierung zugeführt werden.

4.3 Entsorgung

Als ein wesentlicher Vorteil biologisch abbaubarer Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wird sehr häufig die Möglichkeit einer geschlossenen Kreislauflührung durch Kompostierung oder anaerobe Vergärung angeführt (siehe Abb. 4.3). Allerdings impliziert die biologische Abbaubarkeit nicht, ob der Werkstoff tatsächlich für die eingesetzte technische Kompostierung oder Vergärung geeignet ist (vgl. Kap. 3.1.2).

4.3.1 Kompostierung

Anforderungen an Ausgangsmaterialien gemäß KompostverordnungVO

Zu den zulässigen Ausgangsmaterialien für die Herstellung von **Kompost** zählen nach der österreichischen Kompostverordnung Anlage 1 Teil 2 unter der Kategorie „sonstige biogene Materialien“ auch „*biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien und ‚Warenreste‘*“, welche „*zumindest zu 95 % natürlichen Ursprungs aus nachwachsenden Rohstoffen*“ hergestellt sind. Dazu gehören Verpackungen aus natürlichen biogenen Materialien, die chemisch modifiziert sein können. Die Eignung für die Kompostierung muss mittels Gutachten nachgewiesen sein, wobei eine Desintegration als nicht ausreichend bewertet wird, es muss ein vollständiger Abbau im Rahmen der für das Herstellungsverfahren üblichen Rottezeiten

nachgewiesen werden. Diese Materialien werden mit der Nummer 210 und der Kurzbezeichnung „*chemisch modifizierte Verpackungsmaterialien und ,Warenreste‘*“ bezeichnet.

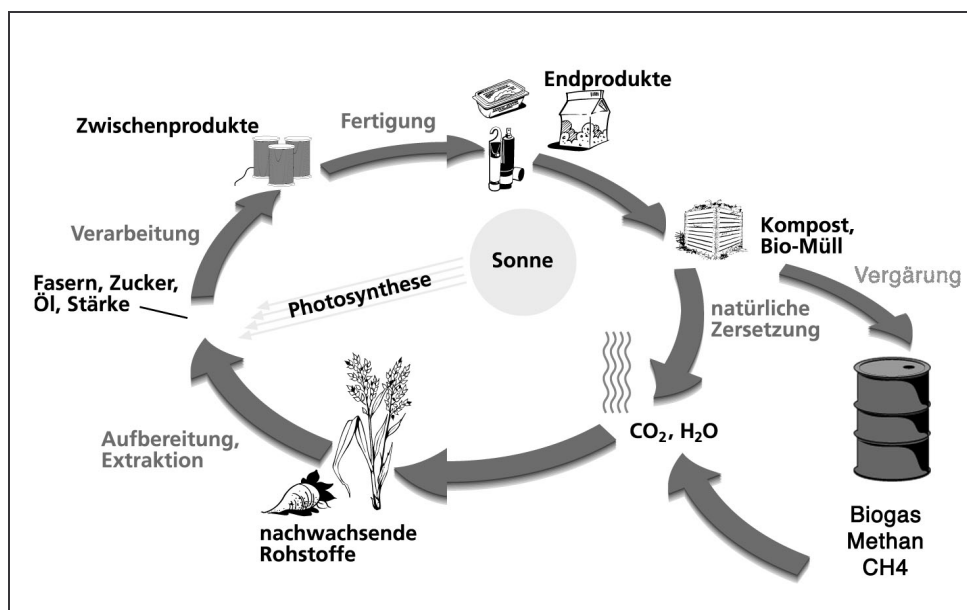


Abb. 4.3: Kreislaufwirtschaft mit BAW-Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe [mod. nach www.ibaw.org]

Laut österreichischer Kompostverordnung Anlage 1 Teil 1 sind für die Herstellung von **Qualitätskompost** als Ausgangsmaterialien unter der Kategorie „sonstige biogene Materialien“ auch „*nicht chemisch veränderte Verpackungsmaterialien und ,Warenreste‘ ausschließlich natürlichen Ursprungs aus nachwachsenden Rohstoffen*“ zulässig. Stellvertretend für solche Materialien werden an der selben Stelle der KompostVO „z.B. Holzfasern, Baumwollfasern, Jute, Einweggeschirr aus nicht chemisch modifizierter pflanzlicher Stärke ohne Kunststoffbeschichtung“ genannt. Weiters wird festgelegt, dass bei Material mit Verwechslungsmöglichkeit (z.B. Chips oder Tassen aus Maisstärke) der Nachweis erbracht werden muss, dass lediglich die zulässigen Materialien verwendet werden. Diese Gruppe der „*bioabbaubaren Verpackungen*“ ist mit der Kurzbezeichnung 118 versehen.

Modellprojekt in Kassel

In Zusammenhang mit dem Modellprojekt in Kassel (Ergebnisse der Kompostierung in einer technischen Anlage vgl. Kapitel 5.1) untersuchte KLAUSS (2004) den **aeroben Abbau** von Biokunststoffen unter den Bedingungen in der **Kleinkompostierung**, d.h. in der Eigenkompostierung privater Haushalte. Die Versuche liefen über eine Dauer von 12 Monaten und wurden parallel im Labor, unter Freilandbedingungen, in kleinen Mieten in der technischen Kompostierung (1 m³) und in existierenden Eigenkompostierungen von Freiwilligen durchgeführt. Als Material wurden Verpackungen aus BAW, die als kompostierbar zertifiziert sind und im Rahmen des Kasseler Modellversuchs erhältlich waren, verwendet: Stärkebasierte Mater-BiTM-Folien, Müllsäcke, Copolymer-beschichtete Stärketassen, Einkaufssäcke aus stärkebasiertem Bioplast[®], stärkebasiertes Besteck, Ecoflex[®], Copolymer-Taschen und verschiedene Arten von Bechern und Folien aus Polymilchsäure (PLA). Diese wurden zu einem Anteil von 1 % mit Bioabfall (Bio- und Grünabfall) vermischt. Während eines Zeitraumes von vier Monaten wurden die Komposter monatlich mit 50 kg Bioabfall befüllt. Untersucht wurden die Abbaugrade verschiedener biologisch abbaubarer Verpackungen, die Dauer des Abbauprozesses und eventuelle Einflüsse auf den Abbauprozess.

Als wesentliche Ergebnisse fand KLAUSS (2004):

- Weder Kompostertyp (isoliert, offen oder geschlossen) noch Befüllungsmodus zeigten signifikanten Einfluss auf das Abbauverhalten.
- Die Mitkompostierung von 1 % biologisch abbaubaren Verpackungen beeinflusste weder den Kompostierungsprozess noch die Kompostqualität.
- Stärkebasierte BAW erreichten in der Eigenkompostierung innerhalb von 12 Monaten Abbauraten bis zu 100 % - abhängig von Materialstärke.
- Folien und Becher aus PLA zeigten innerhalb von 12 Monaten fast keinen als Masseverlust messbaren Abbau (nur Stabilität/Elastizität ging teilweise verloren). Auch Versuche, den Abbau durch Vorbehandlung bzw. Zugabe abbaubeschleunigender Stoffe zu verbessern, zeigten nicht den erwünschten Erfolg.
- Fossil basierte aliphatisch-aromatische Copolyester benötigten einen längeren Zeitraum für den kompletten Abbau. EastarBio® zeigte relativ guten Abbau, während Ecoflex® während der 12 Monate nur zu einem geringen Anteil abgebaut wurde.
- Die Abbauraten in Freilandversuchen zeigten die gleichen Tendenzen wie im Laborversuch, die Absolutwerte der Masseverluste waren allerdings bedingt durch klimatische Einflüsse niedriger.

Daraus zieht KLAUSS (2004) die Schlussfolgerung, dass zertifizierte BAW auf Basis von Stärke bzw. Stärkeblends ohne Einschränkung mittels Eigenkompostierung verwertbar sind, v.a. dünne Folien. Fossil basierte aromatisch-aliphatische Copolyester brauchen längere Intervalle als für die Eigenkompostierung empfohlen, sie eignen sich daher nur mit Einschränkung für die Eigenkompostierung. Produkte aus Polymilchsäure (PLA) sind nicht geeignet. Aufgrund der Unterschiede der Eigenkompostierung zur großtechnischen Kompostierung (Prozessführung, erreichte Temperaturen, Inputmenge und -zusammensetzung) empfiehlt KLAUSS (2004), dass bei Überprüfung der Kompostierbarkeit im Rahmen der technischen Norm auch die Eignung für die Eigenkompostierung überprüft werden sollte. Weiters sollte die Bevölkerung über das Verhalten biologisch abbaubarer Verpackungen in der Eigenkompostierung informiert werden.

Von Kritikern wird geäußert, dass Biokunststoffe für die Kompostierung **nicht „nützlich“** sind, weil sie chemisch hauptsächlich aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen und keine Nährstoffe enthalten (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Nach Meinung eines befragten Experten für Kompostierung berücksichtigt dieses Argument zum einen den Ablauf und die komplexen Wechselwirkungen bei der Kompostierung nicht, da die Verfügbarkeit von Kohlenstoff für den Kompostierungsprozess von außerordentlicher Wichtigkeit ist. Viele der im Zuge der Kompostierung entstehenden Substanzen bestehen zu einem Großteil aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, daher müssen auch entsprechende Quellen zur Verfügung stehen, um sie überhaupt bilden zu können. Zum anderen ist Kompostqualität keine alleinige Frage der enthaltenen Nährstoffe, sondern beruht auf einer Vielzahl von Substanzen und deren gegenseitige Wirkungen. Hauptargument für die Aufbringung von Kompost ist die Bodenverbesserung. Diese Eigenschaft wird durch Biokunststoffe genauso unterstützt wie durch alle anderen in die Kompostierung eingebrachten abbaubaren Materialien. Nachdem Biokunststoffe im Rahmen einer Cokompostierung verwertet werden, sind auch andere Aspekte wie die Wirkung als Strukturmaterial zu berücksichtigen.

Der von den Autoren der Studie des NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUMS (1999) befürchtete Nachteil der **Verringerung der Flexibilität** durch die Beimischung von Biokunststoffen bei der Kompostierung, wird vom im Zuge der vorliegenden Studie befragten Experten nicht geteilt. In der deutschen Studie wird angegeben, dass oftmals bereits Kompost mit Rottegrad 3 landwirtschaftlich genutzt wird. Es wird die Befürchtung geäußert, dass bis zu diesem Zeitpunkt beigemischte Biokunststoffe nicht ausreichend abgebaut werden und daher die Rottezeit extra verlängert werden müsste, was einen zusätzlichen Energie- und Kostenaufwand bedeuten würde. Der österreichische Experte gibt an, dass eine Absiebung des Kompostes vor einer Nutzung ohnehin notwendig ist (wegen

Verunreinigungen durch Fehlwürfe bzw. noch nicht ausreichend abgebauten dicken Ästen, etc.) und in allen ihm bekannten Betrieben durchgeführt wird. Der Siebüberlauf wird je nach durchschnittlicher Zusammensetzung entweder wieder dem Frischkompost zugesetzt oder thermisch verwertet. Biokunststoffe, die bis zum Zeitpunkt des Erreichens von Rottegrad 3 nicht abgebaut sind, würden dann eben noch einmal in die Kompostierung kommen oder verbrannt werden.

In **Wien** wird das Einbringen von Biokunststoffen in die Biotonne von manchen Experten der kommunalen Abfallwirtschaft kritisch gesehen, da dadurch eine Verschlechterung der Fehlwürfe durch Kunststoffe befürchtet wird. Außerdem soll für die landwirtschaftlichen Flächen der Stadt Wien weiterhin Kompost der Qualität A+ hergestellt werden, was nach den Anforderungen an Eingangsmaterialien laut Kompostverordnung bei Mitkompostierung von Biokunststoffen nicht gesichert möglich ist (vgl. Kapitel 4.4.1).

Weitere Diskussionspunkte bezüglich der Entsorgung von Biokunststoffen mittels organischer Verwertung gegenüber der thermischen Verwertung sind in Kapitel 4.3.3 zusammengestellt. Erfahrungen aus Praxisanwendungen von Biokunststoffen in der Kompostierung aus Österreich und anderen Ländern sind in Kapitel 5 im Zuge der Case-Studies angegeben.

4.3.2 Anaerobe Vergärung

Allgemein kommt der anaeroben Vergärung als Entsorgungsoption wachsende Bedeutung zu. Neben dem Abbau der biologisch verfügbaren Kohlenstoffverbindungen kommt als Vorteil die Gewinnung regenerativer Energie in Form von Biogas hinzu. Durch die damit verbundene Schonung von Energieressourcen kann ein Beitrag zur Verminderung der CO₂-Emissionen geleistet werden (WAGNER und HENNING, 2003).

Über die Eignung biologisch abbaubarer Werkstoffe für die anaerobe Vergärung liegen jedoch **noch kaum Erkenntnisse** vor. Ungeklärt ist vor allem, inwieweit die über einen bestimmten Zeitraum flüssigkeitsbeständigen Folien oder Trinkbecher aus Biokunststoffen im Auflösebehälter aufgelöst und damit der Vergärung zugänglich gemacht werden können, oder ob sie als Kunststoffabfall ausgetragen werden (vgl. NIEDERSÄCHSISCHES UMWELT-MINISTERIUM, 1999).

Den Ergebnissen von Laborversuchen zufolge wären technische Produkte aus Stärke und Polylaktaten prinzipiell für die Vergärung geeignet. Gespräche, die PIRINGER und FISCHER mit zwei Betreibern von anaeroben Vergärungsanlagen geführt haben, die bereits praktische Erfahrungen mit biologisch abbaubaren Werkstoffen haben, zeigten, dass diese eine eher ablehnende Haltung einnehmen. Probleme gab es bei der Unterscheidung der Kunststoffe bei der händischen Aussortierung sowie bei der Auftrennung im Sink-Schwimmverfahren, wo die Produkte aus biologisch abbaubaren Werkstoffen gemeinsam mit Kunststoffen abgetrennt wurden (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Im Rahmen eines **Modellvorhabens** zum Einsatz biologisch abbaubarer Werkstoffe im Catering-Bereich wurden von der **Fachhochschule Nordhausen** (Deutschland) unter anderem auch Untersuchungen zur anaeroben Abbaubarkeit der eingesetzten Werkstoffe durchgeführt (vgl. Kapitel 5.6.1). Erste Untersuchungen zeigten, dass sich bestimmte Werkstoffe mit hoher energetischer Effizienz verwerten ließen, während z.B. für Polylactid kein anaerober Abbau festgestellt werden konnte. Im Labor wurden daher Möglichkeiten der mechanischen, chemischen und biologischen Vorbehandlung getestet, mit dem Ziel die Biogasausbeute zu erhöhen. Die besten Ergebnisse (hohe Biogasausbeute) wurden mit einer hyperthermen Hydrolyse (65°C) und Methanisierung bei 55°C erreicht (Hypertherm®-Verfahren), auch Polylactid ließ sich auf diese Weise anaerob abbauen. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens lag darin, dass gleichzeitig eine Hygienisierung der anhaftenden

Speisereste erfolgte. Auch unter Praxisbedingungen ließ sich im Hypotherm[®]-Verfahren die höchste Biogasausbeute erzielen. Aus einer Tonne BAW-Abfall mit anhaftenden Speiseresten ließen sich 635 m³ Biogas erzeugen (WAGNER und HENNING, 2003).

Weiters wurde in diesem Projekt am Beispiel der Biogasanlage Nentzelsrode (Raum Nordhausen) untersucht, welche Möglichkeiten zur Erzielung einer guten Gärreststoffqualität auch bei hoher Störstoffverunreinigung des Bioabfalls durch Kunststoffe bestehen. Bei den mechanischen Vorbehandlungsschritten in der Biogasanlage Nentzelsrode (Dekompaktierer – Magnetabscheider – Trommelsieb – Stofflöser) würden größere biologisch abbaubare Produkte, wie Teller und Trinkbecher (> 10 cm), durch das Trommelsieb aussortiert werden (Abb. 4.4). Es wurde daher ein modifiziertes Verfahrensschema nach Abb. 4.5 vorgeschlagen: Die durch das Trommelsieb aussortierten Störstoffe und BAW werden einem nachgeschalteten Siebter zugeführt, in dem die leichteren BAW von den schwereren Störstoffen getrennt werden. Über ein Förderband gelangt die leichtere Fraktion in den Auflöser und wird somit ebenfalls in den Gärprozess eingeschleust. Kunststoffe, die nicht aussortiert wurden, finden sich nach der Vergärung im Gärückstand. In Laborversuchen gelang es, mittels Zick-Zack-Siebter den Störstoffanteil von 8 Gew.-% in der Trockensubstanz des Frischkompostes auf 0,30 Gew.-% i.d. TS zu reduzieren (WAGNER und HENNING, 2003).

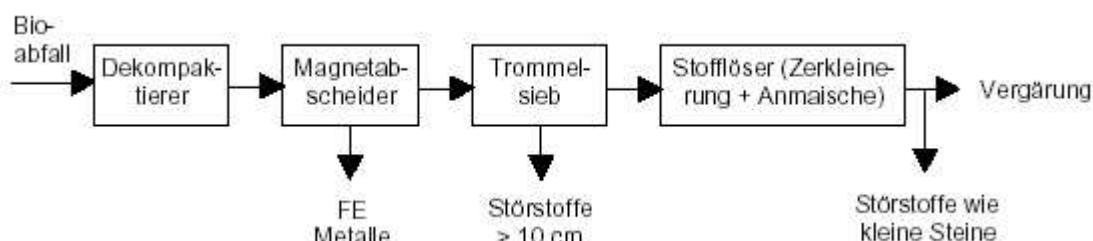


Abb. 4.4: Mechanische Vorbehandlung in der Biogasanlage Nentzelsrode (WAGNER und HENNING, 2003)

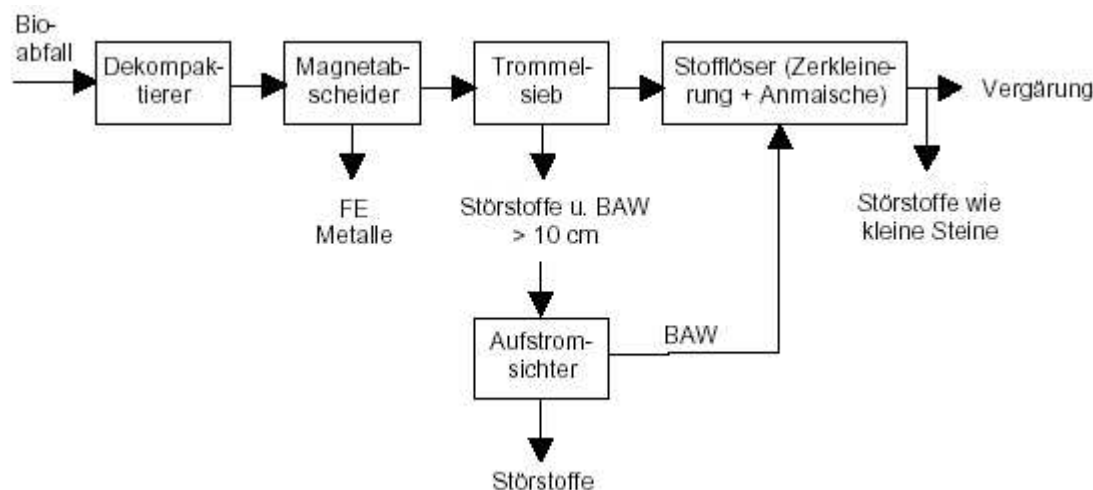


Abb. 4.5: Modifiziertes Verfahrensschema zur Rückführung der BAW in den Vergärungsprozess (WAGNER und HENNING, 2003)

In **Wien-Simmering** soll im Jahr 2007 eine **Biogasanlage** in Betrieb gehen, welche in der ersten Ausbaustufe 17.000 Tonnen pro Jahr an organischen Abfällen verarbeiten wird, wie z.B. Speiseabfälle und Biotonnenmaterial. Speiseabfälle aus Großküchen sollen rund 7.000 Tonnen Eingangsmaterial für die Anlage bringen, die restlichen 10.000 Tonnen sollen Biotonnen aus dem innerstädtischen Bereich liefern. Mit dem zusätzlichen Entsorgungsweg soll auch dem bisherigen Problem der Verarbeitung des innerstädtischen Biomülls, nämlich der für eine Kompostierung schlecht geeigneten Materials, begegnet werden.

4.3.3 Verbrennung

Biologisch abbaubare Werkstoffe und daraus erzeugte Produkte können auch einer energetischen Verwertung oder einer thermischen Behandlung in Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle zugeführt werden. Vorteile ergeben sich durch die Substitution fossiler Primärbrennstoffe sowie die Energiegewinnung, sofern die entstehende Wärme in hohem Maße zur Fernwärmeerzeugung oder Stromerzeugung genutzt wird.

Die Produkteigenschaft „biologisch abbaubar“ bringt hier jedoch keinen zusätzlichen Nutzen. Die anfallenden Kosten des Transportes und der Behandlung der Endprodukte der thermischen Verwertung ohne einer stofflichen Nutzung der Materialien führt auch dazu, dass die thermische Verwertung als nicht besonders ökologische Form der Verwertung von biologisch abbaubaren Materialien eingestuft wird (vgl. www.baw21.de).

Im Gegensatz dazu kommt eine Studie des NIEDERSÄCHSISCHEN UMWELTMINISTERIUM (1999) sogar zu der Einschätzung, dass die **energetische Verwertung** von BAW gegenüber der Kompostierung bzw. Vergärung **günstiger** ist. Die Vorteile werden darin gesehen, dass durch die Energienutzung Emissionen aus der Verbrennung fossiler Primärbrennstoffe vermieden werden, fossile Primärbrennstoffe substituiert werden und Energie gewonnen werden kann, wohingegen die Kompostierung Energie (z.B. für Aufbereitung, Umsetzen) verbraucht. Hier ist jedoch kritisch zu hinterfragen, inwieweit die dabei getroffenen Vereinfachungen für eine solche Aussage zulässig sind. So wird der Anteil der Biokunststoffe am gesamten Massestrom der jeweils behandelten Abfälle nicht betrachtet und daher z.B. der anteilige Energiebedarf für den Betrieb der Verbrennungsanlage nicht berücksichtigt, die Energieaufwendungen der Kompostierung jedoch schon einbezogen. Zudem hängen die ökologischen Auswirkungen einer Müllverbrennungsanlage in hohem Maße vom Wirkungsgrad der Anlage ab. Dieser liegt umso höher, je gleichmäßiger (gesamtes Jahr) und direkter (Industriedampf) die Abnahme der erzeugten Wärme ist. Bei elektrischen Wirkungsgraden von 5 bis 15 % (was zumeist den Eigenstrombedarf deckt) ist laut DEHOUST ET AL. (2002) durch Kraft-Wärme-Kopplung ein Gesamtnutzungsgrad von maximal 70 % möglich. So nutzen beispielsweise die fünf in Deutschland betriebenen Anlagen mit den jeweils höchsten energetischen Wirkungsgraden, neben einer durchschnittlichen Stromabgabe von 7,6 % der eingebrachten Brennstoffenergie, zusätzlich ca. 60 % Abfallwärme in Form von Fernwärme oder Prozessdampf. Analysen in Bayern, während derer 16 Müllverbrennungsanlagen untersucht wurden, ergaben hingegen einen mittleren energetischen Gesamtnutzungsgrad von 41,3 % (nach Abfallmengen gewichtet) (NÜRRENBACH ET AL., 2001).

Auch in Bezug auf die **Schonung natürlicher Ressourcen** wird vom NIEDERSÄCHSISCHEN UMWELTMINISTERIUM (1999) die thermische Verwertung der Kompostierung vorgezogen. In der Begründung wird argumentiert, dass sowohl bei der thermischen Behandlung als auch bei der Kompostierung *„Werkstoffe bzw. Ausgangsmaterialien zerstört werden“*. Bei der Kompostierung werden die Inhaltsstoffe der Materialien in chemischen und physikalischen Prozessen langsam und in mehreren Schritten umgebaut, wobei ein Teil im Zuge der Senkenfunktion von Kompost dauerhaft gebunden wird. Die thermische Verwertung wandelt die Inhaltsstoffe unmittelbar in Kohlendioxid und Wasser um. Bei guter Prozessführung sollte nur ein vernachlässigbarer Teil in der Schlacke verbleiben. Die stoffliche Nutzung von Schlacke aus einer Müllverbrennungsanlage ist nach Ansicht der Autoren der vorliegenden Studie qualitativ nicht mit jener von Kompost zu vergleichen. Als Vorteil der thermischen Verwertung wird vom niedersächsischen Umweltministerium die **Substitution von fossilen Brennstoffen** angegeben, während jene von **Kunstdünger bzw. Bodenverbesserungsmitteln durch Kompost nicht berücksichtigt** wird.

Bei der Abwägung der Vor- und Nachteile einer thermischen gegenüber einer organischen Verwertung greift das NIEDERSÄCHSISCHE UMWELTMINISTERIUM (1999) auf einen **Vergleich von Biokunststoffen mit Klärschlamm** zurück und kommt zu dem Schluss, dass durch die Ähnlichkeiten dieser Materialien Ergebnisse aus einer Untersuchung zur Klärschlammverwertung auch auf Biokunststoffe zutreffen. Diese Argumentation ist von den Autoren nicht

nachvollziehbar, denn Klärschlamm enthält zwar auch wenig Nährstoffe, hat jedoch einen hohen Anteil an Schadstoffen, die Biokunststoffe nachweislich nicht beinhalten (dies bestätigt auch die Studie des niedersächsischen Umweltministeriums). Daher können ökologische Überlegungen, welche auf Klärschlamm basieren, prinzipiell nicht ohne Weiteres auf Biokunststoffe umgelegt werden. Nachdem Klärschlamm bis zu 95 % aus Wasser besteht, ist die Verbrennung von Klärschlamm nur dort mit einer positiven Bilanz zu sehen, wo dieser Umstand im Verbrennungsprozess zur Verringerung des Brennwertes von Abfall anstelle von Wasser eingesetzt wird.

Zusammenfassend sind die Vorteile einer thermischen Verwertung von Biokunststoffen sicherlich in der Energiesubstitution und damit der Verringerung der durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern verursachten Treibhausgase zu sehen. Eine generelle Beurteilung, ob die thermische Verwertung der Kompostierung von Biokunststoffen vorzuziehen ist, war nicht Inhalt der vorliegenden Studie. Zur Zeit liegen zu diesem Thema auch noch keine belastbaren Daten vor.

4.3.4 Mechanisch-biologische Vorbehandlung

Da es mit keinem Sammelsystem möglich ist, Erfassungsgrade von 100 % zu erzielen, ist auch bei einer getrennten Sammlung davon auszugehen, dass sich biologisch abbaubare Werkstoffe im Restmüll wieder finden. Im Falle der mechanisch-biologischen Vorbehandlung des Restmülls vor der Deponierung ist zu untersuchen, inwieweit sich möglicherweise Probleme durch biologisch abbaubare Werkstoffe ergeben können. Zu klären ist, inwieweit die Testparameter für die biologische Stabilität (z.B. Atmungsaktivität, Gasbildung unter anaeroben Verhältnissen) durch den BAW-Abfall beeinflusst werden, wenn dieser etwa aufgrund der kurzen biologischen Behandlungszeit in der MBA nicht vollständig abgebaut wird (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999). Der zu diesem Thema befragte Experte sieht keine Unterschiede von Biokunststoffen zu anderen organischen Materialien. Es könnten sich sogar gewisse Vorteile durch die biologische Aktivität der Biokunststoffe und der dadurch freigesetzten zusätzlichen Wärme für die Trocknung des MBA-Materials ergeben. Außerdem werden nach der üblichen Vorgehensweise biologisch abbaubare Verpackungen gemeinsam mit herkömmlichen Kunststoffen als heizwertreicher Abfall bzw. Störstoffe aussortiert und einer thermischen oder energetischen Verwertung zugeführt (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999).

4.4 Rechtliche Aspekte der Sammlung und Verwertung

4.4.1 Österreich

Neben den beschriebenen technischen Aspekten ist auch die rechtliche Situation in Österreich mitzubetrachten. Laut **VerpackungsVO** gehören zu den Packstoffen neben klassischen Materialien wie Papier, Glas, Holz, Metall, Keramik, Kunststoff und Materialverbunde auch sonstige Packstoffe, insbesondere auf biologischer Basis (vgl. VerpackVO 1996, § 2 Abs. 6). Allerdings werden in § 10 der VerpackVO, welcher die vorgeschriebenen Quoten der einzelnen Packstoffe für die stoffliche Verwertung regelt, die „sonstigen Packstoffe“ nicht mehr angegeben.

In der Anlage 1 Ziffer 3 der VerpackVO werden die **Anforderungen an die Verwertbarkeit** von Verpackungen näher definiert. Die lit. c und d beschäftigen sich mit der biologischen Verwertung bzw. ausdrücklich mit biologisch abbaubaren Verpackungen. Punkt c fordert, dass *„zum Zwecke der biologischen Verwertung aufbereitete Verpackungsabfälle separat sammelbar und so biologisch abbaubar sein müssen, dass sie den Vorgang der biologischen Verwertung nicht beeinträchtigen“*. In Punkt d wird festgelegt, dass *„biologisch abbaubare Verpackungsabfälle durch physikalische, chemische, wärmetechnische oder biologische*

Prozesse so zersetzt werden können müssen, dass der Großteil des Endproduktes sich aufspaltet in Kohlendioxid, Biomasse und Wasser“.

Bis 14.12.2004 befand sich ein **Entwurf zur Abänderung der österreichischen VerpackungsVO 1996 (VerpackVO-Novelle 2005)** in der Begutachtungsphase. Die Novelle ist für die Umsetzung der Richtlinie 2004/12/EG zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle notwendig geworden. Ziele der Novelle sind die

- Herstellung der EU-Konformität durch Umsetzung der EG-Regelungen,
- Zusammenführung der VerpackVO 1996 und der Verpackungszielverordnung und
- Effizienzsteigerung bei den Meldungen durch Einrichtung eines elektronischen Meldewesens.

Laut Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes soll als einer der wesentlichen Punkte der Novelle bei den Definitionen folgender Punkt hinzugefügt werden, der in der EU-Richtlinie verankert ist (Materialien zur VerpackVO-Novelle 2005):

§ 2 (9a) Die organische Verwertung von Verpackungen ist die aerobe Behandlung (biologische Verwertung) oder die anaerobe Behandlung (Biogaserzeugung) – über Mikroorganismen und unter Kontrolle – der biologisch abbaubaren Bestandteile von Verpackungsabfällen mit Erzeugung von stabilisierten organischen Rückständen oder von Methan. Die Deponierung ist keine Form der organischen Verwertung.

Packstoffe auf biologischer Basis **können** derzeit **nicht im ARA-System lizenziert werden**, d.h. es besteht kein Vertrag mit einer diesbezüglichen Branchenrecyclinggesellschaft. Da keine Sammel- und Verwertungsgarantie für biogene Packstoffe existiert, können die Verpflichteten ihre Verantwortung nicht an das Sammel- und Verwertungssystem der ARA übertragen, sondern haben für diesen Packstoff die in Verkehr gesetzte Verpackungsmenge, die zurückgenommene Menge etc. dem BMLFUW direkt bekanntzugeben (www.ara.at; PIRINGER und FISCHER, 2003). Hinsichtlich biogener Packstoffe findet sich auf der Homepage der ARA lediglich der Hinweis, dass diese „nicht in das ARA System integriert“ sind und für sie „zum Teil Sammelsysteme auf kommunaler Ebene existieren“ (www.ara.at).

Neben dem ARA-System gibt es in Österreich seit 1996 u.a. auch ein weiteres vom Bundesministerium genehmigtes Sammel- und Verwertungssystem, welches von der **Firma GUT-Galle Umwelttechnik GmbH** betrieben wird. Dieses System ist auch für biogene Verpackungen zugelassen (www.gut.at). Der einzige Lizenznehmer für biogene Verpackungen ist derzeit McDonald's Österreich.

Im Jahr 1994 wurde von einigen Herstellern von biogenen Verpackungen die **Interessensgemeinschaft für Naturstoffe und kompostierbare Werkstoffe (INK)** in Österreich gegründet. Ziel war es, ein flächendeckendes Sammelsystem für biologisch abbaubare Verpackungen aufzubauen und deren Entsorgung über Kompostierung sicherzustellen. Obwohl bereits ein Konzept für ein Entsorgungssystem erstellt, ein Logo für die Kennzeichnung entworfen und Verträge mit regionalen Abfallwirtschaftsverbänden unterzeichnet waren, kam es aus unterschiedlichen Gründen (z.B. Art der Anbringung des Logos auf der Verpackung) nicht zur Umsetzung. 1999 wurde die INK wieder aufgelöst (BAUER ET AL., 2001).

Einige Experten haben **rechtliche Bedenken**, was die **Sammlung** von Packstoffen auf biologischer Basis in der **Biotonne** betrifft. Diese entspräche nicht der Verpackungsverordnung. Eine bundesweite Regelung, welche die Einbringung in die Biotonne erlauben würde, wird als verfassungsrechtlich bedenklich angesehen, da sie eine Ungleichstellung gegenüber anderen Packstoffen bedeutete. Gibt ein Inverkehrbringer die Biotonne als Sammelsystem an, so würde das nicht akzeptiert werden und hätte unter Umständen sogar eine Verwaltungsstrafe zur Konsequenz (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Nicht betroffen von diesen Überlegungen ist die Vorsammlung von Bioabfällen in kompostierbaren Sammelsäcken, da es sich hierbei nicht um eine Verpackung im Sinne der Verordnung handelt (zur Vorsammlung von Bioabfällen siehe Kap. 5.2).

4.4.2 Deutschland

In **Deutschland** gehen die Forderungen seitens der IBAW (Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe) in die Richtung, biologisch abbaubare Werkstoffe vom DSD-Lizenzierungssystem auszunehmen, und statt dessen die Entsorgung in ein eigenes Sammelsystem zu insgesamt geringeren Kosten, zu ermöglichen (KREUZER, 2004). Am 17. Dezember 2004 wurde ein Vorschlag zur **Novelle** der **deutschen Verpackungsverordnung** vom deutschen Bundesrat beschlossen, laut welchem u.a. § 16 Abs. 2 wie folgt abgefasst werden soll (www.ibaw.org): „§ 6 findet für Kunststoffverpackungen, die aus biologisch abbaubaren Werkstoffen hergestellt sind und deren sämtliche Bestandteile gemäß einer herstellerunabhängigen Zertifizierung nach anerkannten Prüfnormen kompostierbar sind, bis zum 31. Dezember 2012 keine Anwendung. Die Hersteller und Vertreiber haben sicherzustellen, dass ein möglichst hoher Anteil der Verpackungen einer Verwertung zugeführt wird.“ (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, 2004a). In der Begründung für den Entwurf ist angegeben, dass dieser Zeitraum neben der verstärkten Markteinführung von biologisch abbaubaren Materialien für Verpackungen auch für den Aufbau entsprechender flächendeckender Rücknahme- und Verwertungssysteme verwendet werden soll (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, 2004b). Experten gehen von einer wesentlich verbesserten Wettbewerbssituation für biologisch abbaubare Werkstoffe aus, welche den Einsatz dieser Materialien deutlich erhöhen könnte.

4.4.3 Europäische Union

In der **Richtlinie 2004/12/EG** vom 11. Februar 2004 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle auf europäischer Ebene ist die in der bestehenden Richtlinie vorgesehene Option der „stofflichen Verwertung biologisch abbaubarer Kunststoffe durch Kompostierung“ nicht mehr enthalten. Dies könnte sich nachteilig für biologisch abbaubare Kunststoffe auswirken, sofern biologisch abbaubare Kunststoffe nicht in die Definition der stofflichen Verwertung einbezogen werden (CORBEY, 2003; PIRINGER und FISCHER, 2003).

4.5 Biokunststoffe und Gentechnik

In der Diskussion um den Einsatz der Gentechnik im Bereich nachwachsender Rohstoffe gibt es sehr **gegensätzliche Standpunkte**. Während vor allem Umweltschutzorganisationen den Einsatz der Gentechnik zur Erhöhung der Ausbeute bestimmter Pflanzeninhaltsstoffe als den falschen Weg ansehen (vgl. PIRINGER, -), wird hingegen von vielen Seiten (Interessensvertretungen nachwachsender Rohstoffe und biologisch abbaubarer Werkstoffe, aber auch in der Landwirtschaft und der chemischen Industrie) großes **Potential** der Gentechnik für den Bereich nachwachsender Rohstoffe gesehen. Durch gezieltes Verändern von Inhaltsstoffen der Pflanzen (z.B. Stärke, Öle/Fette, Eiweiße) können die industrielle Verarbeitung erleichtert und chemische Verarbeitungsschritte eingespart werden (GLÖBL, 2003). Auch die IBAW (Interessengemeinschaft biologisch abbaubare Werkstoffe) sieht durchaus positive Aspekte. Auf der anderen Seite wird z.B. angeführt, dass durch das Ausbringen gentechnisch veränderter Pflanzen nicht abschätzbare ökologische Risiken entstehen (PIRINGER, -).

Bei **PLA (Polylactid)** kann **keine Gentechnikfreiheit garantiert** werden. Marktführend bei der Herstellung von PLA ist das US-Unternehmen Cargill Dow (www.cargilldow.com/)

corporate), welches bisher über keinen Produktionsstandort in Europa verfügt. In den USA wird als Rohstoff auch gentechnisch modifizierter Mais verwendet, da der jeweils günstigste Rohstoff eingekauft wird. Die genetische Manipulation lässt sich im Endprodukt nicht mehr nachweisen, da prinzipiell keine DNA mehr im Endprodukt vorhanden ist, also auch keine gentechnisch modifizierte DNA nachgewiesen werden kann. Diese Aussage wird auch von einem wissenschaftlichem Labor bestätigt, welches mittels PCR-Analyse¹² ein Polymilchsäureprodukt untersucht hat (schriftliche Mitteilung, 25.06.2002). Abnehmern, die den Einsatz der Gentechnik nicht unterstützen wollen, wird seitens des Herstellers zwar angeboten, eine äquivalente Menge an - in der Regel teurerem - gentechnikfreien Mais nachzukaufen. Es ist allerdings aus produktionstechnischen Gründen nicht möglich, für einzelne Abnehmer PLA aus gentechnikfreiem Mais zu produzieren, da das Leerfahren der Anlage unwirtschaftlich wäre. Es wird jedoch durchaus die Möglichkeit gesehen, dass bei steigendem Absatz auch in Europa eine Produktionsanlage errichtet werden kann, in der ausschließlich gentechnikfreier Mais verarbeitet wird.

Bei **Polyhydroxyfettsäuren** wird **Gentechnik** als eine wichtige Möglichkeit gesehen, um die derzeit noch äußerst hohen Herstellungskosten zu minimieren (vgl. Kap. 3.2.1.4).

Für die Produktion des **stärkebasierten Mater-Bi™** wird „*Stärke von **genetisch nicht veränderten Pflanzen** verwendet*“, wie die Firma Novamont auf ihrer Internetseite anführt (www.novamont.com). Die „*Entwicklung, Produktion und der Verkauf von Stärke, Dextrin, Glucosesirup, Dextrose [...] einschließlich des Systems zur Nachvollziehbarkeit, das gewährleistet, dass die Produkte vom Ursprung bis zum Endprodukt vollständig rückverfolgbar sind und aus nicht gentechnisch manipuliertem Mais erzeugt werden*“ ist nach ISO 9001:2000 durch die Akkreditierungsstelle von SINCERT (Italien) anerkannt (sh. Abb. 4.6). Auch die Pro-Tech Biologische und technische Produkte GmbH in Schwaz/Tirol, die Produkte aus Mater-Bi™ vertreibt, informiert auf ihrer Homepage, dass eine schriftliche Bestätigung vorliegt, derzufolge kein genetisch veränderter Mais für ihre bioMat®-Produkte verwendet wird (www.pro-tech.info/faq.htm, 28.10.2004).

Nach Angaben des österreichischen Herstellers Franz Haas Waffelmaschinen GmbH wird die für **Biopac** verwendete Erdäpfelstärke zu 100 % aus Österreich bezogen und ist daher **gentechnikfrei**.

¹² PCR, engl. Polymerase Chain Reaction, ist eine Labormethode zum Nachweis von bestimmten DNA - Abschnitten mit bekannter Sequenz im Erbmaterial (www.lgl.bayern.de/de/left/fachinformation/en/lebensmittel/gentechnik/pcr_analyse.htm).



Abb. 4.6: Zertifikat nach ISO 9001:2000 für Herstellung von Mater-BiTM aus gentechnisch nicht verändertem Mais (www.novamont.com)

4.6 Kosten und Marktentwicklung

4.6.1 Mengenentwicklung

Weltweit wurden im Jahr 2000 152 Millionen Tonnen Kunststoff verbraucht, bis zum Jahr 2010 wird ein Anstieg um 70 % auf rund 260 Millionen Tonnen prognostiziert. Der **Kunststoff-Verbrauch** in Westeuropa belief sich auf 35,7 Millionen Tonnen im Jahr 2000 (KARUS, 2003). Die Interessensgemeinschaft biologisch abbaubarer Werkstoffe (IBAW) rechnet für Europa mit einer Zunahme auf 55 Millionen Tonnen bis zum Jahr 2010 (IBAW, www.ibaw.org/deu/seiten/markt_frameset.html).

Derzeit werden ca. 37 % des Kunststoffs in Westeuropa im Verpackungsbereich verwendet, 20 % im Baubereich (Kaup, 2002 zit. von KARUS, 2003).

Der **Verbrauch von Biokunststoffen**, einschließlich erdölbasierter vollständig biologisch abbaubarer Anteile und Werkstoffe, in der EU wird von der IBAW auf annähernd 40.000 Tonnen im Jahr 2003 geschätzt, was eine Verdoppelung der Menge gegenüber 2001 bedeutet (ANONYMUS in K-Zeitung online vom 24.08.2004; IBAW www.ibaw.org/deu/seiten/markt_frameset.html). Den höchsten Marktanteil haben dabei stärkebasierte Werkstoffe (Stärke, Stärkeblends wie z.B. TPS) mit 74,5 %. 13 % sind PLA, Cellulose oder andere auf nachwachsenden Rohstoffen basierte Biokunststoffe, 12,5 % entfallen auf petrochemische Biokunststoffe (Kaup 2002 zit. von KARUS, 2003).

Der größte Teil der **Bio-Kunststoffproduktion** erfolgt in Großunternehmen oder deren Tochterunternehmen, wie z.B. der Cargill Dow LLC (USA), Novamont SpA (Italien), Rodenburg Biopolymers (Niederlande) oder der Biotec GmbH (Deutschland). Es existieren aber auch kleine und mittlere Unternehmen (KARUS, 2003).

Abb. 4.7 zeigt die **Entwicklung** der weltweiten **Produktionskapazität** für biologisch abbaubare Werkstoffe sowie die prognostizierte Entwicklung (KÄB, 2003b). Während zu Beginn der neunziger Jahre noch die Materialentwicklung und technische Versuchsanlagen im Vordergrund standen, so beginnt nun die breitere Markteinführung durch anwendungstechnische Optimierung und Produktion in industriellen Großanlagen. Zwischen 2005 und 2007 wird eine Ausweitung der Kapazität auf eine halbe Million Tonnen Biokunststoffe für erreichbar gehalten. Unter entsprechend günstigen Randbedingungen scheint eine Zunahme der Produktionskapazität auf 1 Million Tonnen pro Jahr bis zum Jahr 2010 möglich (KÄB, 2003a). KARUS (2003) verweist auf Schätzungen, die sogar eine doppelt so hohe Menge prognostizieren.

Der Anteil nachwachsender Rohstoffe in der Produktion von Biokunststoffen wird mittel- bis langfristig weiter steigen, bedingt durch zunehmende Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung und die Rohstoffpreisentwicklung. Großes Entwicklungspotential wird auch in der Nutzung von Rest- und Abfallstoffen zur Herstellung von Biokunststoffen gesehen sowie durch den Einsatz der Biotechnologie (Erzeugung hochwertiger Werkstoffe direkt in Pflanzen). Schon heute werden beispielsweise von Rodenburg Biopolymers in den Niederlanden Biokunststoffe aus Kartoffelschalen, die aus der Pommes-Frittes Produktion anfallen, hergestellt. Auch PLA lässt sich aus zuckerhaltigen Reststoffen (Melasse) herstellen (KÄB, 2003a).

Insgesamt wird geschätzt, dass 5 – 10 % des eingesetzten Kunststoffes durch Biokunststoffe ersetzt werden können, die potentielle Obergrenze liegt noch darüber (KÄB, 2003a). Angesichts der frühen Phase der Marktentwicklung lassen sich über die genaue Größenordnung und Zeiträume jedoch noch keine seriösen Aussagen treffen (KÄB, 2003a; IBAW, www.ibaw.org/deu/seiten/markt_frameset.html).

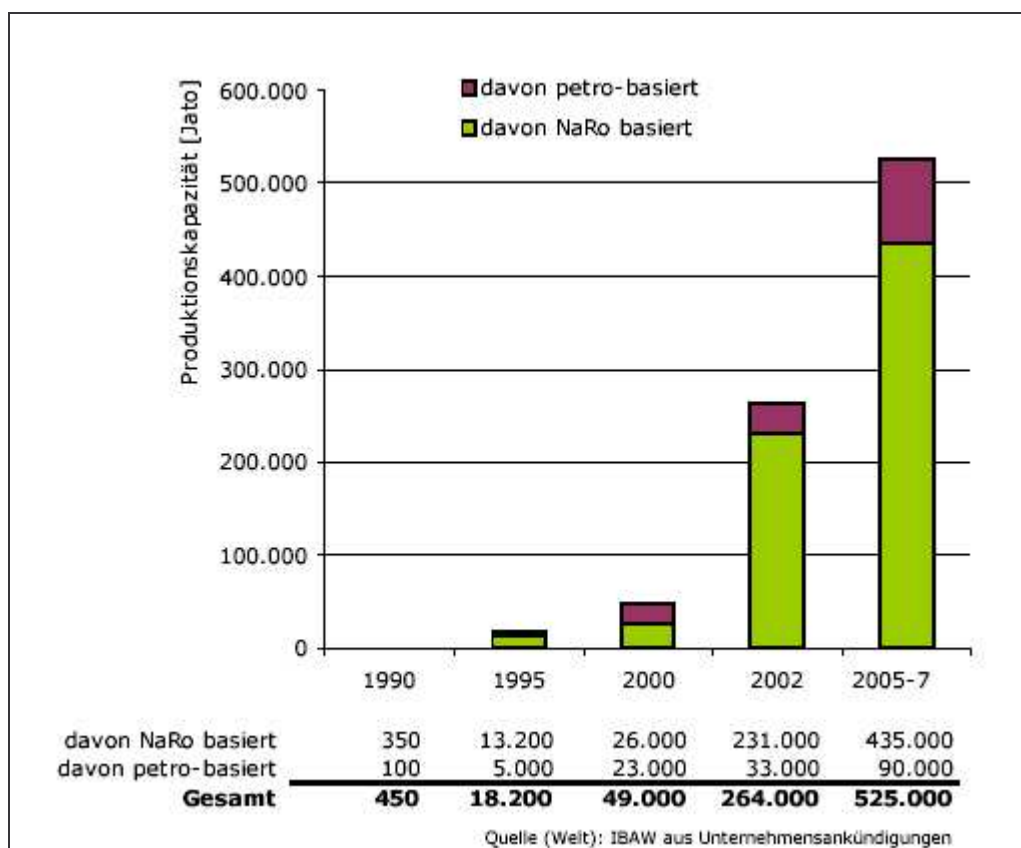


Abb. 4.7: Entwicklung der BAW Produktionskapazität (Quelle: KÄB, 2003b)

Auf dem deutschen Markt haben sich **bisher vor allem Loose-Fill Material** (aus Störkschaum) und **Bioabfallsäcke** als Biokunststoff-Anwendungen etablieren können (KÄB, 2003a). KARUS (2003) zufolge haben Biokunststoffe bei Bio-Abfallsäcken bereits jetzt den führenden Marktanteil. Dies wird auch durch ein im Zuge des gegenständlichen Projektes geführtes Expertengespräch mit einem österreichischen Vertreter von Produkten aus Mater-Bi™ untermauert. Dieser beobachtet eine stark ansteigende Nachfrage nach seinen Produkten (vor allem Bioabfallsäcken).

Im Bereich der **Verpackungen** gibt es Schätzungen, dass etwa die Hälfte der 6 Millionen Tonnen Verpackungen durch Biokunststoffe ersetzt werden könnten (Lörcks und Wenig 2003 zit. von KARUS, 2003). Bisherige Hemmnisse für deren Einsatz waren die höheren Produktkosten sowie die teils eingeschränkte technische Gebrauchsfähigkeit. Allerdings ist auch hier ein Voranschreiten der Entwicklung zu beobachten, was das zunehmende Angebot von Waren in Biokunststoff-Verpackungen seitens verschiedener Lebensmittelketten belegt (vgl. Kapitel 5.3) (KÄB, 2003a).

4.6.2 Kosten und Wettbewerbsfähigkeit

Als wesentliches Hemmnis gegen den Einsatz von Biokunststoffen wird vorwiegend der gegenüber konventionellen Kunststoffen **meist noch deutlich höhere Preis** angeführt. Dieser wird vor allem auf die hohen Entwicklungskosten und die geringen Produktionsgrößen zurückgeführt. Die Betrachtung der Gesamtkosten, d.h. unter Mitberücksichtigung von Entsorgungs-, Handhabungs- und Umweltfolgekosten können sich die Verhältnisse aber ganz anders darstellen (KÄB, 2003b).

Abb. 4.8 zeigt die Ergebnisse einer Abschätzung der Herstellungs- und Entsorgungskosten für Biokunststoffe im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen unter heutigen Verhältnissen bzw. für einen zukünftigen Zeitpunkt, für Deutschland. Unter Berücksichtigung weiter steigender Erdölpreise sowie zu erwartender Steigerungen der Produktionskapazitäten erwartet KÄB (2003a und 2003b) auf längere Sicht eine annähernd gleiche Wettbewerbssituation. Die Kosten für Verwertung der Biokunststoffe durch Kompostierung und die Gebühr der Interseroh AG (ca. 0,35 – 0,45 Euro/kg) lagen im Modellprojekt Kassel (sh. auch Kap. 5.1) deutlich unter den Kosten für die Verwertung herkömmlicher Kunststoffe im Zuge des DSD (Duales System Deutschland, ca. 1,5 Euro/kg) (KÄB, 2003a und 2003b).

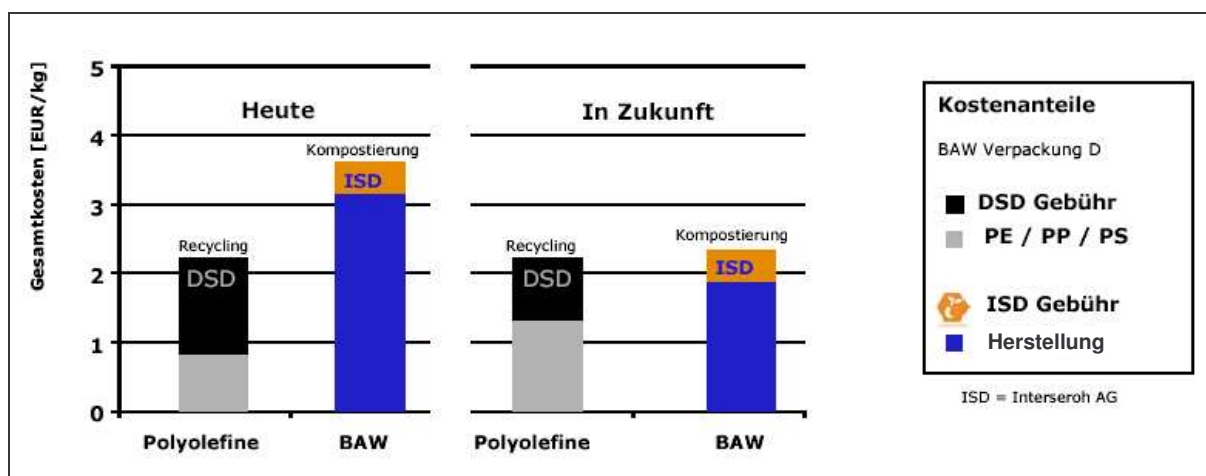


Abb. 4.8: Kosten für Biokunststoffe (BAW) und herkömmliche Kunststoffe, derzeitige Situation und zukünftige Perspektive (Quelle: KÄB, 2003b)

LEMSER (2003) betrachtete die **Wettbewerbsbedingungen** und Einsatzchancen für **Biokunststoffe** im Catering von **Großveranstaltungen** für Deutschland und kam dabei zu einer etwas anderen Einschätzung als KÄB. Bezüglich der Gebrauchseigenschaften

(Temperatur-, Wasser- und Fettbeständigkeit) sind Einwegprodukte aus Biokunststoffen wettbewerbsfähig, allerdings ergibt sich für die Besucher eine mehr als doppelt so hohe Kostenbelastung beim Einsatz von Biokunststoffen im Vergleich zum Einsatz des jeweils günstigsten alternativen Einweggeschirrs. Für schwer abschätzbar hält LEMSER die Auswirkung infolge der Verpackungsverordnung, der bis Dezember 2004 auch Biokunststoffe unterlagen (vgl. Kap. 4.4.2). LEMSER erwartet, dass sich durch daraus resultierenden zusätzlichen Kosten die Wettbewerbssituation für Biokunststoffen verschlechtern wird bzw. sich bestenfalls ein Nullsummenspiel ergibt.

Als mögliche **Kostenreduktionspotentiale** wurden Mengeneffekte, Substitutionseffekte (Preis-, Material-, und Fertigungseffekte) und die Wahl alternativer Entsorgungswege betrachtet. LEMSER (2003) kommt zu dem Schluss, dass die mögliche Preisreduktion durch **Mengeneffekte** im Einkauf der Grundstoffe und Fertigung nicht ausreicht, um die Wettbewerbssituation von Biokunststoffen gegenüber herkömmlichen Kunststoffen entscheidend zu verbessern. Zusätzlich müssten **Substitutionseffekte** realisiert werden. Substitute müssten im Vergleich zum Ausgangsgrundstoff für die Herstellung von Biokunststoffen einen günstigeren Preis haben (Preiseffekt), die spezifische Materialintensität müsste gesenkt und damit die Beschaffungsmenge reduziert werden (Materialeffekt). Weiters müssten Verarbeitungsprozesse derart beeinflusst werden, dass die spezifischen Herstellkosten sinken (Fertigungseffekt). Während LEMSER bezweifelt, dass letzterer bei Biokunststoffen erzielt werden kann, vermutet er Potentiale im Bereich von Material- und Preiseffekten. Inwieweit diese die Wettbewerbssituation von Biokunststoff-Produkten beeinflussen können, ist noch nicht abschätzbar, hier besteht Untersuchungsbedarf (LEMSEr, 2003).

Anders als KÄB (2003a und 2003b) kommt LEMSER (2003) zu dem Ergebnis, dass Biokunststoffe in der **Entsorgung keine Kostenvorteile** haben. Die erzielbaren Erlöse durch Verwertung von Biokunststoff-Produkten mittels Kompostierung oder Vergärung sind bei weitem nicht ausreichend, um die Mehrkosten alternativer Entsorgungswege zu kompensieren, eher dürfte sich die Wettbewerbssituation dadurch verschlechtern. Tab. 4.1 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen von LEMSER. Dargestellt werden die Kosten für unterschiedliche Entsorgungspfade. Dabei wurden die Annahmen zugrunde gelegt,

- dass pro Besucher einer Großveranstaltung 0,39 kg Abfall anfallen,
- 42 % davon biologisch verwertbares Material (Biokunststoffe und Speisereste) sind,
- eine Fehlwurfquote von 20 % (bezogen auf getrennt erfasste Fraktion) bei getrennter Erfassung des biologisch verwertbaren Materials am Ort des Anfalls besteht und
- die Restabfälle thermisch behandelt werden.

Als kostengünstigste Variante stellt sich unter diesen Annahmen die ungetrennte Erfassung der Biokunststoffe und Speisereste gemeinsam mit dem Restmüll heraus, am teuersten sind die Vergärungsvarianten. Bei einem höheren Anteil der biologisch verwertbaren Fraktion erhöhen sich die Kosten für Kompostierung und Vergärung entsprechend (LEMSEr, 2003).

Entsorgungsweg		Kosten bei 100.000 Besuchern in Euro
Ungetrennte Erfassung →	Restmüll	54.600,-
Ungetrennte Erfassung → Maschinelle Trennung → Rest: thermische Behandlung	Kompost	60.560,-
Ungetrennte Erfassung → Maschinelle Trennung → Rest: Deponieabdeckung	Vergärung	67.738,-
Ungetrennte Erfassung → Maschinelle Trennung → Rest: thermische Behandlung	Vergärung	87.418,-
Getrennte Erfassung am Ort des Anfalls → Rest: thermische Behandlung	Kompostierung	59.469,-
Getrennte Erfassung am Ort des Anfalls → Rest: thermische Behandlung	Vergärung	76.498,-

Tab. 4.1: Entsorgungskosten nach Entsorgungsweg (nach LEMSER, 2003)¹³

Zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Biokunststoffen spielen aber auch **andere Rahmenbedingungen** eine **wesentliche Rolle** (vgl. KÄB, 2003a, WÖRGETTER, 2001):

- Gesetzgebung
- Kommunikation (Industrie, Handel, Verbraucher)
- Forschung
- Netzwerkbildung
- Unterstützung durch die öffentliche Hand

Laut eines Berichts der K-Zeitung online vom 23. November 2004 gibt es in Deutschland eine Beschluss der Bundesregierung, Verpackungen aus Biokunststoffen zu fördern. Dazu sollen die Mittel für Projekte zum Thema Verpackungen aus BAW für 2005 deutlich erhöht werden. Der Etat 2005 für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet nachwachsender Rohstoffe wird beinahe verdoppelt (ANONYMUS in K-Zeitung online, 23.11.2004).

¹³ Zugrundegelegte Kosten und Erlöse (je Tonne):

Kosten ungetrennt (Logistikkosten)	20,00 Euro	
Kosten getrennt (Logistikkosten)	22,00 Euro	
Maschinelle Trennung bei ungetrennter Erfassung	30,00 Euro	
Kompostierung: Kosten	90,00 Euro	Erlöse 5,00 Euro
Vergärung: Kosten	150,00 Euro	Erlöse 100,00 Euro
Beseitigung: Kosten	120,00 Euro	

5 Case-Studies

5.1 Modellprojekt Kassel

In Kassel wurde 2001/2002 ein **Pilotprojekt** rund um die Vermarktung und Verwertung von biologisch abbaubaren Werkstoffen durchgeführt (vgl. KLAUSS, 2004; LICHTL, 2003; NAROCON INNOVATIONCONSULTING [Hrsg.], 2003). Im Vordergrund standen folgende Fragen nach den **abfallwirtschaftlichen Auswirkungen** und der **Verbraucherakzeptanz**:

- Ist der Verbraucher in der Lage, gekennzeichnete BAW-Verpackungen in die Biotonne zu entsorgen, ohne dass dabei der Anteil der Fehlwürfe ansteigt?
- Wie funktionieren Bioabfallsammlung und Kompostierungsprozess, wenn BAW enthalten sind?
- Welche Qualität haben Bioabfallkomposte und welche Ergebnisse bringen sie bei Anwendung als Dünger in der Landwirtschaft?
- Wie reagiert der Verbraucher auf die BAW-Verpackungen, erkennt er ihren Nutzen?

Für die Dauer des Projektes wurde ein Sammelsystem für BAW bewilligt, das von der Interseroh Entsorgungsdienstleistungs GmbH betrieben wurde und Inverkehrbringer von BAW von ihren Rücknahmepflichten befreite. Die Produkte konnten somit über die kommunale Bioabfallsammlung entsorgt werden.

An dem Kassler Modellprojekt, welches zu 50 % vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) finanziert wurde, und zu 50 % von Produzenten, Industrie und Handel getragen wurde, waren mehr als 30 Akteure aus Industrie, dem Kasseler Einzelhandel, der Entsorgungsindustrie, Kommunikationsdienstleister, der öffentlichen Hand und der Wissenschaft beteiligt.

Von Mai 2001 bis November 2002 wurden in Kasseler Einzelhandelsgeschäften, darunter REWE, Edeka und tegut **Produkte in zertifizierten, kompostierbaren Verpackungen** angeboten, wie stärkebasierte Tragtaschen, Verpackungsfolien (für Süßwaren, Gemüse, Windeln), kompostierbares Partybesteck und Trinkbecher, kompostierbare Pflanztöpfe, Blumenwickelfolie sowie BAW-Becher mit kompostierbarem Deckel für Molkereiprodukte. Insgesamt wurden im Projektzeitraum 31 Tonnen BAW-Verpackungen nach Kassel geliefert. Den überwiegenden Anteil hatten mit 54 % Tragtaschen und Abreißbeutel, gefolgt von Lebensmittelverpackungen (26 %) und Bioabfallsäcken (12 %). Die Produkte mussten von DIN CERTCO zertifiziert¹⁴, bei Interseroh lizenziert und mit dem BAW-Kennzeichnungssystem für den Modellversuch (neu entworfenes Sechseck mit dem Keimling von DIN CERTCO, sh. Abb. 5.1) versehen sein. Diese Kennzeichnung signalisierte den Verbrauchern, dass damit versehene Produkte über die Biotonne entsorgt werden dürfen.



Abb. 5.1: Kennzeichnung der kompostierbaren BAW-Verpackungen im Modellprojekt Kassel

¹⁴ Die Kompostierbarkeit selbst war daher nicht Untersuchungsgegenstand.

Während der gesamten Projektlaufzeit wurde eine Kommunikationskampagne durchgeführt. Es wurden Hauswurfsendungen verschickt, Flyer verteilt, Schulungen der Mitarbeiter im Einzelhandel fanden statt ebenso wie stadtteilbezogene Informationsveranstaltungen im öffentlichen Raum und Events für Schüler. In den Geschäften, d.h. am Point of Sale, wurden z.B. Regalstopper oder Aufsteller für BAW-Abreißbeutel eingesetzt. Die Kosten der Kampagne beliefen sich auf 2,40 € pro Haushalt.

Die Untersuchung der **Verbraucherakzeptanz** erfolgte in zwei Umfragen (je 600 Interviews) im September 2001 und November 2002, und brachte unter anderem folgende Ergebnisse:

- 82 % der Kasseler kannten am Ende das Zeichen (sh. Abb. 5.1) für kompostierbare Verpackungen.
- 80 % der Personen, die diese Verpackungen gekauft hatten, beurteilten deren Qualität als gut oder sehr gut, 87 % würden sie wieder kaufen. 75 % würden auch Mehrkosten in Kauf nehmen.
- Hohes Interesse gab es für die Tragtaschen und Abreißbeutel in der Obst- und Gemüseabteilung. Der nochmalige Einsatz dieser als Behältnis zur Sammlung organischer Küchenabfälle kam bei den Verbrauchern sehr gut an.

Die Einzelhändler waren anfangs skeptisch und äußerten Bedenken, vor allem was die Preisgestaltung betraf und wegen Engpässen in der Verfügbarkeit der Produkte. Aufgrund der Nachfrage der Verbraucher wuchs aber das Vertrauen der Einzelhändler in das neue Material.

Die **abfallwirtschaftlichen Untersuchungen** – Sortieranalysen von Bioabfall, der DSD-Leichtfraktion und des Restabfalls während des Modellprojektes sowie vor Projektstart, Bestimmung des Reifegrads, der Nähr- und Schadstoffgehalte der Komposte – ergaben Folgendes:

- Der höchste BAW-Anteil, der in einer Biotonne festgestellt wurde, lag bei 0,5 Gew-%.
- Der mittlere Erfassungsgrad von BAW in der Biotonne betrug 65 %. Es war keine signifikante Änderung der Behälterauslastung feststellbar.
- Geringe Anteile (ca. 15 %) der auf den Markt gebrachten BAW fanden sich im Restmüll und der DSD-Sammlung.
- Der Störstoffanteil im Bioabfall betrug 0 bis 2 %, die Mitsammlung von BAW führte zu keiner signifikanten Erhöhung (saisonale Effekte haben höheren Einfluss).
- Untersuchungen im Kompostwerk Göttingen, wo die Aussortierung von Störstoffen manuell erfolgt, zeigten Probleme bei der Störstoffauslese: Diese gelang zwar gut bei geringer Verunreinigung des Bioabfalls mit Störstoffen und wenig BAW im Bioabfall. Bei starker Verunreinigung und hohem BAW Anteil wurden BAW allerdings vermehrt irrtümlich aussortiert. Als Möglichkeit der Verfahrensoptimierung wurde eine mechanische Voraufbereitung vorgeschlagen, sowie eine Begrenzung der Durchsatzleistung auf maximal 4-5 Tonnen pro Stunde.
- Die BAW-Verpackungen störten den Rotteprozess selbst nicht, die Maschinentchnik (wie Wendeaggregate) wurde nicht beeinträchtigt und auch die Qualität der Komposte änderte sich nicht.

Die Vorbehalte gegenüber der BAW-Erfassung in der Biotonne konnten mit diesem Modellprojekt ausgeräumt werden (LICHTL, 2003). Steht die Biotonne als Erfassungssystem zur Verfügung, so sollte dies dem Verbraucher auch als vorteilhafte Produkteigenschaft ausgespielt werden, da die Verbraucher hierin einen Nutzen sehen. Falls kompostierbare Verpackungen nicht über die Biotonne erfasst werden können, sollte nur der Produktnutzen „aus nachwachsenden Rohstoffen“ beworben werden. Dieses Attribut ist zur Vermarktung von BAW gut geeignet, wie das Modellprojekt gezeigt hat. Bei **Positionierung** über „biologisch abbaubar“ oder „kompostierbar“, **ohne die Option der Entsorgung in die Biotonne**,

besteht die Gefahr, dass Verbraucher und Einzelhandel irritiert werden und dies **negative Marketingeffekte** hat.

Von der Übertragung des Projektes auf ganz Deutschland würde ein enormer Schub der BAW-Marktentwicklung erwartet. Dazu müssten allerdings (möglichst gesetzliche) Vorgaben geschaffen und die Kommunikation mit Handel und Industrie forciert werden, da in diesem Bereich große Informationsdefizite bezüglich BAW vorliegen. Erste Entwicklungen in Richtung der gesetzlichen Erleichterungen sind an der Novelle der deutschen Verpackungsverordnung zu erkennen (vgl. Kapitel 4.4). Die Finanzierung der hohen Kommunikationskosten bleibt ebenfalls eine offene Frage.

5.2 Kompostierbare Vorsammelhilfen

Kompostierbare Säcke können die Sammlung und Handhabung von Bioabfällen wesentlich erleichtern, ganz besonders in mehrgeschoßigen Mehrfamilienhäusern. Vorteile sind unter anderem:

- Entsorgung auf dem Weg (zur Arbeit etc.) möglich, da kein Behälter zurück in die Wohnung gebracht werden muss.
- Kein bzw. selteneres Auswaschen des Vorsammelbehälters erforderlich.
- Anwender beschmutzt sich nicht, da Bioabfall gemeinsam mit dem Sack entsorgt wird.

Erste Erfahrungen im Rahmen eines Projektes in niederösterreichischen Wohnhausanlagen, bei dem an ca. 300 Haushalte kostenlos kompostierbare Bioabfallsäcke aus Papier verteilt wurden, zeigten eine sehr positive Resonanz bei den Haushalten, keine Zunahme der Fehlwürfe in der Biotonne und sogar einen geringfügigen Anstieg der Erfassungsgrade biogener Abfälle (vgl. GRASSINGER ET AL., 2000). Von der flächendeckenden Ausgabe kompostierbarer Bioabfallsäcke an die Bevölkerung können durchaus positive Auswirkungen auf die Sammelmenge biogener Abfälle erwartet werden (PIRINGER und FISCHER, 2003).

Die Pro-Tech GmbH in Schwarz/Tirol beliefert bereits über 100 österreichische Gemeinden mit kompostierbaren Sammelsäcken, laufend kommen neue Abnehmer hinzu. Nachfolgend werden zwei Beispiele näher beschrieben.

5.2.1 GVA Tulln

Der Gemeindeverband für Abfallbeseitigung in der Region Tulln (GVA Tulln) stellt seit letztem Jahr allen Biotonnenbenutzern gratis Vorsammelhilfen für Bioabfälle zur Verfügung. Diese bestehen aus einer **Halterung und zwei Rollen (à 26 Stück)** kompostierbarer 10-l Bioabfallsäcke (Abb. 5.2). Pro Jahr werden jedem Haushalt 52 Stück gratis zur Verfügung gestellt, weitere Rollen (à 26 Stück) können um 4 Euro pro Rolle nachgekauft werden.



Abb. 5.2: Kompostierbarer Bioabfallsack und Halterung (Quelle: Pro-Tech, www.biomat.info)

Die Bioabfallsäcke bestehen aus stärkebasiertem Mater-BiTM und werden, gemeinsam mit den Halterungen (System bioMat[®]-Combi), von der Pro-Tech GmbH in Schwarz/Tirol

bezogen. Sowohl die Säcke als auch die grüne Druckerfarbe sind nach DIN CERTCO und AIB Vinçotte Inter (AVI) zertifiziert. Die belüftete Sackhalterung wurde speziell für diese Sammelsäcke entwickelt und hat den Vorteil, dass der Bioabfall belüftet wird und trocken bleibt (www.biomat.info). Dies wurde in einer Studie des Instituts für Umweltmikrobiologie der Universität Innsbruck nachgewiesen. Dabei wurden drei Vorsammelsystem-Varianten – a) BioMat® Bioabfallsack in offener Halterung (bioMat®-Combi-System, Abb. 5.2), b) BioMat® Bioabfallsack in Bioabfallkübel, c) Müllsack aus Polyethylen in Bioabfallkübel – bezüglich der Hygiene (Keimzahlbestimmung), Qualität (optisches Erscheinungsbild, Geruchsentwicklung, Handhabung der Abfallbeutel bei der Entsorgung) und der Massenreduktion (Gewichtsverlust) verglichen. Das bioMat®-Combi-System zeigte den höchsten Gewichtsverlust (32 % nach 7 Tagen), der darauf zurückgeführt wird, dass verdunstendes Wasser durch den Sack aus Mater-BiTM diffundieren kann. Weder Flüssigkeitsaustritt noch Schimmelbildung waren zu beobachten, die Keimzahlen koloniebildender Schimmelpilz-Einheiten waren niedriger als bei den anderen Varianten (KLAMMER, 2002).

Die Vorsammelhilfen wurden von der Bevölkerung gut angenommen. Schwierigkeiten zu Beginn ergaben sich daraus, dass die Haushalte von ihren bisherigen Sammelsystemen (Kübel) umsteigen mussten. Nachgekauft werden Bioabfallsäcke nur von wenigen. Vom Verband wird vermutet, dass die Haushalte, wenn die kompostierbaren Bioabfallsäcke aufgebraucht sind, eher wieder zu ihrem bisherigen System zurückkehren (persönl. Mitteilung, 23.09.04). Seitens der Haushalte wurden auch verstärkt Bioabfallsäcke mit Tragegriffen nachgefragt, weshalb der GVA-Tulln ab diesem Jahr nun mit Traggriffen ausgestattete Bioabfallsäcke ausgibt (Umwelt Info GVA Tulln U3/2004).

Aufgrund vieler Anfragen sind seit Mitte Februar bei den Gemeindeämtern auch Bioeinstecksäcke aus Maisstärke für die Biotonne erhältlich (Kosten für je 10 Stück: für 120 l-Behälter: 8,40 Euro, für 240 l-Behälter: 10,80 Euro). Auch diese haben sich gut bewährt. Probleme gab es nur, wenn die Biotonne ausschließlich mit Rasenschnitt befüllt worden war oder in der Sonne stand. Hier kam es durch die Erhitzung zu einer vorzeitigen Zersetzung der Folie, sodass diese bei der Entleerung an der Tonnenwand kleben blieb (persönl. Mitteilung, 23.09.04, www.abfallverband.at/tulln).

Die Bioabfallsäcke werden nach Auskunft des Abfallverbandes **in drei landwirtschaftlichen Kompostwerken ohne Probleme mitkompostiert**. Das Komposteingangsmaterial besteht aus einer Mischung von Friedhofsabfällen, Grün- und Strauchschnitt, Biotonnenmaterial, Pferdemist und kompostierbarem Einweggeschirr. Für die Mitkompostierung der Bioabfallsäcke waren keine Adaptierungen des Prozesses erforderlich (Absiebung nach 7 Wochen auf 12 mm, Weiterrotte des Siebüberlaufes nach Windsichtung). Über Änderungen in der Menge des Siebüberlaufes gegenüber vorher liegen dem Betreiber der Anlage jedoch erst zu Jahresende Daten vor. Veränderungen am Kompost kann er nicht feststellen, die Säcke sind innerhalb von zwei Wochen nicht mehr erkennbar. Probleme gibt es (hauptsächlich bei Dreiecksmieten) nur durch obenauf liegende Säcke, die vom Wind vertragen werden und nicht verrotten (pers. Mitteilung, 01.10.2004).

5.2.2 Straubing

In einem **2-jährigen Projekt** des Zweckverbandes Abfallwirtschaft Straubing Stadt und Land, welches vom Bayerischen Landwirtschaftsministerium gefördert wird, sollen die Eignung kompostierbarer Stärkesäcke¹⁵ für die Bioabfallsammlung sowie Auswirkungen auf Akzeptanz und Fehlwurfquote untersucht werden. Im Mai 2003 wurden pro Haushalt kostenlos 20 Säckchen (à 10 Liter) ausgeteilt. Diese reichen für etwa 3 Monate, weitere Säckchen können über den Handel oder den Abfallverband bezogen werden (10 Stück kosten 1,60 Euro). Zur einfacheren Unterscheidung sind die Säckchen mit einem

¹⁵ aus Mater-Bi (Anteil an nachwachsenden Rohstoffen bei rund 50 Prozent, vollständig biologisch abbaubares Polymer auf Basis von Erdöl ist notwendig, um auch bei der geringen Materialstärke von 0,025 mm gute Produkteigenschaften zu erhalten). Säcke stammen, so wie in Tulln, von Pro-Tech

durchgehenden Rautenmuster und dem Schriftzug „Ich bin kompostierbar“ bedruckt (siehe Abb. 5.3). (ANONYMUS, 4/2003, (www.straubing.de/alt/wmnews/wmview.php?ArtID=169, gesehen am 3.9.2003).



Abb. 5.3: Kennzeichnung der Bioabfallsäcke (Quelle: www.carmen-ev.de/dt/industrie/projekte/zaw/zaw2.html)

Die Zwischenergebnisse fallen sehr positiv aus:

- Umfrageergebnisse zeigten, dass bereits nach kurzer Zeit 85 % der Befragten den Unterschied zu herkömmlichen Kunststoffsäcken kannten, 80 % äußerten sich positiv, bei 10 % hatte sich durch diese einfacher handzuhabenden Säcke die Einstellung zur Bioabfallsammlung positiv verändert. Gut die Hälfte wäre bereit, die Säcke zu kaufen und 16 Cent pro Beutel zu bezahlen (ANONYMUS, Nawaros 8/2003).
- Es herrscht eine hohe Kundennachfrage nach den Säckchen, was sich auch im Anstieg der Verkaufszahlen widerspiegelt.
- Anfängliche Kritikpunkte, wie das mögliche Durchstechen der Säcke durch spitzen Bioabfall, reduzierten sich durch zunehmend geübtere Handhabung.
- Es wurden keine Änderungen bei der Kompostierung (keine Störung in Kompostieranlage, Material bereits bei Verlassen der Rottetrommel nicht mehr sichtbar) bemerkt, es konnte auch kein Anstieg der Fehlwürfe durch Kunststoff gemessen werden.
- Es besteht großes Interesse seitens anderer Entsorgungskörperschaften.

5.3 Biokunststoffverpackungen im Lebensmitteleinzelhandel

Unternehmen der Lebensmittelindustrie in Europa, vor allem in Großbritannien, Belgien und Italien verwenden zunehmend biologisch abbaubare Verpackungen. Führend sind hier vor allem Sainsbury's (GB), Delhaize (Be) und Iper (I) (KREUZER, 2004).

In den rund 440 Filialen von **Sainsbury's** (GB) wird Obst und Gemüse aus biologischem Anbau zum Teil in biologisch abbaubaren Verpackungen – cellulosebasiertem NatureFlex™ bzw. einer Mischung aus Stärke und biologisch abbaubarem Copolyester verpackt¹⁶. **Iper** bietet in seinen 18 Filialen in Norditalien Nudeln und frische Lebensmittel in Verpackungen aus dem Biokunststoff NatureWorks™ PLA (von Cargill Dow) an (ANONYMUS, Lebensmittelzeitung 17.1.2003).

Auch Migros (CH), Carrefour (F) und Tesco haben Erfahrungen mit biologisch abbaubaren Verpackungen. **Migros** verkauft beispielsweise Bio-Karotten in Verpackungen aus Biokunststoff, ebenso wie Kartoffeln in Verpackungen aus Palmblättern. Von den Lieferanten wird verlangt, biologisch abbaubare Verpackungen mittels Gitternetzlinienaufdruck zu kennzeichnen. Auch biologisch abbaubares Partygeschirr wird angeboten (Migros, Umwelt- und Sozialbericht 2002). **Carrefour** wird zukünftig in Frankreich und Belgien Bio-Obst und Gemüse in kompostierbaren Verpackungen (aus NatureFlex™) anbieten (ANONYMUS in

¹⁶ www.packaging-technology.com/contractors/materials/ubcfilmsplc/ubcfilmsplc3.htm bzw. www.j-sainsbury.co.uk/index.asp?pageid=249§ion=responsibility&subsection=environment&question=6 und news.bbc.co.uk/1/hi/uk/1101732.stm (alle gesehen am 18.11.2004)

Nawaros 8/2004, www.carrefourbelgium.be/News_01.cfm?lang=fr&news_id=176, ges. am 18.11.2004). In den Carrefour-Filialen in Singapur und Italien werden biologisch abbaubare Einkaufssackerln versuchsweise angeboten, in Taiwan sind diese seit 1999 im Angebot (Carrefour Sustainability Report, 2002).

Tesco führt in diesem Jahr (2004) in allen Filialen in UK biologisch abbaubare Einkaufstragtaschen ein. Das ursprünglich angestrebte Ziel, biologisches Obst und Gemüse ausschließlich in biologisch abbaubaren Verpackungen anzubieten (ANONYMUS in BioFach Newsletter, 8.7.2002), wurde nach dem Testbetrieb im letzten Jahr fallen gelassen. Es zeigte sich, dass die Kunden nicht bereit waren, mehr dafür zu bezahlen bzw. der hohe Preis sogar eher abschreckend wirkte. Daher wird nun nur noch eine kleinere Auswahl an Produkten in biologisch abbaubaren Verpackungen angeboten (Tesco: Corporate Responsibility Review 03/04).

In **Deutschland** werden, ebenso wie in Österreich, noch kaum biologisch abbaubare Werkstoffe im Lebensmitteleinzelhandel verwendet. Als einen wesentlichen Grund dafür sieht der Vorstand der IBAW die verpflichtende Beitragsleistung an das Duale System Deutschland, die den finanziellen Spielraum für zusätzliche Kosten limitiert (KREUZER, 2004).

In **Österreich** werden nach den vorliegenden Informationen derzeit nur von einer Lebensmitteleinzelhandelskette Biokunststoffe für die Verpackung von biologischem Obst eingesetzt. Nach Angaben eines Vertreters dieser Handelskette ist die rechtliche Situation bei der Kennzeichnung dieser Verpackungen unklar und erschwert die weitere Ausdehnung auf andere Produkte. Weitere Informationen zum Einsatz von Biokunststoffen im Lebensmitteleinzelhandel siehe Kapitel 6.17.

5.4 Mulchfolien

Mulchfolien sind dünne Folien zur Bedeckung des Bodens für landwirtschaftliche Kulturen, wie Salat, Gurke, Kürbisgewächse etc., aber auch im Gartenbau, v.a. für blühende, krautige Pflanzen, und der Forstwirtschaft, z.B. für Stecklinge (VON ELSNER, 2003). Durch die Verwendung von Mulchfolien kann

- eine vollkommene Unkrautunterdrückung ohne Chemie erreicht werden,
- eine bessere Bodenerwärmung ein schnelleres Wachstum der Kulturen bedingen,
- eine gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit erhalten werden, was ein verbessertes Wachstum der Pflanzen mit sich bringt und
- eine geringe Verschmutzung des Gemüses erreicht werden.

Herkömmliche Folien sind aus Polyethylen (LDPE) hergestellt und weisen eine Dicke von etwa 20 bis 40 µm auf. Sie werden im Zuge des Pflanzenanbaus auf die Felder aufgebracht und müssen nach der Ernte mühsam geborgen, gereinigt und kostspielig entsorgt werden (VON ELSNER, 2003). Die Folie ist aufgrund der anhaftenden Verschmutzungen bei der Ernte etwa 2 bis 10 Mal schwerer als bei der Aufbringung. Nach der Schätzung eines Experten kann etwa mit **einer Tonne Folienabfall pro Hektar** Fläche gerechnet werden. Je nach Abfallwirtschaftsverband gibt es eine eigene Agrarfoliensammlung (www.maschinenring.at), oder die Folien werden direkt über den Restmüll entsorgt. Verschmutzte Folien der Agrarfoliensammlung werden einer thermischen Verwertung zugeführt, was Kosten von rund 91 Euro pro Tonne für den Landwirt verursacht (ÖKK, 2002). Zumindest besenreine Folien kommen auch für eine stoffliche Verwertung in Frage, welche sich mit Entsorgungskosten von rund 73 Euro pro Tonne zu Buche schlägt. Trotz Bemühungen der Landwirte bleiben Reste der Mulchfolien am Feld zurück und können zu technischen Schwierigkeiten beim nachfolgenden Anbau und zu Wachstumsstörungen der nächsten Pflanzengeneration führen. Teilweise wird auch die Futterqualität angrenzender Wiesen negativ beeinflusst. Aus diesen Gründen sind biologisch abbaubare Mulchfolien eine gute Alternative zu herkömmlichen Materialien.

In **Tirol** werden jährlich 25 - 30 ha Gemüse auf Mulchfolie angebaut, es handelt sich dabei hauptsächlich um langstehende und wärmebedürftige Kulturen wie Zucchini, Gurken, Kürbis und Artischocken. Um die Praxistauglichkeit einer abbaubaren stärkebasierten Mulchfolie zu testen, wurde im Jahr 2000 in Tirol ein Versuch mit Zucchini durchgeführt. Aufgrund der positiven Ergebnisse wurde die Folie von der Landwirtschaftskammer Tirol empfohlen. Im Jahr 2001 wurden rund 60.000 Laufmeter abbaubare Mulchfolie verlegt. In den Jahren 2002 und 2003 wurde von der Tiroler Landesregierung eine Förderung von biologisch abbaubaren Mulchfolien für die Tiroler Gemüsebauern erteilt. Die Folien erwiesen sich als bestens geeignet, sie erfüllen die gestellten Anforderungen im Gemüsebau, ließen sich sehr gut unterpflügen und bauten sich nach der Ernte am Feld bis zum nächsten Anbau rückstandsfrei ab. Die **Mehrkosten** der abbaubaren Folie von über 250 % sind jedoch auch bei Einbeziehung der Ersparnis durch Wegfall der Arbeits- und Maschinenkosten bei der Bergung und der Entsorgungskosten immer noch um rund **700 Euro pro Hektar** höher als bei herkömmlichen Kunststofffolien. Die Förderung der abbaubaren Folie durch das Land Tirol wurde Ende 2003 ersatzlos gestrichen. Trotzdem wurde die abbaubare Folie auch im Jahr 2004 für Freilandgurken und Zucchini erfolgreich eingesetzt, da entsprechende Fördermittel über einen Ringversuch des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser zur Verfügung standen.

Auch in Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark wurden Projekte mit biologisch abbaubarer Mulchfolie bei Salat, Einlegegurken und Kürbissen durchgeführt. Nach Schätzung eines Vertreters der Tiroler Landwirtschaftskammer werden in **Österreich** jährlich etwa **500 Hektar Mulchfolien** benötigt. Insgesamt fallen in der österreichischen Landwirtschaft jährlich rund **15.000 Tonnen gebrauchte Kunststofffolien** an, wobei diese aus LLDPE (Silagefolien) bzw. LDPE (Mulch-, Abdeck- und Gewächshausfolien) gefertigt sind (ÖKK, 2002).

5.5 Fastfood

Seit 1992 werden in allen Restaurants von McDonald's Österreich in einem eigenen Abfallsammel- und -verwertungssystem Abfälle in mittlerweile sieben Kategorien getrennt. Gleichzeitig wurden auch zahlreiche abfallvermeidende Maßnahmen gesetzt, wie z.B. die Verwendung von Mehrwegsteigen im internen Transport von Brot, Salat und anderen Zutaten. Die Abfalltrennung wird seit Anbeginn durch eingeschulte Mitarbeiter durchgeführt. Dadurch kommt es zu sehr geringen Fehlwürfen, und eine Verwertung ist effizienter möglich.

Im Laufe der Zeit wurden auch einige der bis dahin eingesetzten Materialien durch ökologisch vorteilhaftere ersetzt. Neben der Umstellung der ehemals üblichen Burgerverpackung von geschäumtem Polystyrol (EPS) auf **Karton**, der wiederum zu mehr als 70 % aus Recyclingkarton besteht, wurden auch die Kunststoffbecher für offen verkauftes Bier und Eis durch solche aus **Polymilchsäure** (Abb. 5.4, vgl. Kapitel 3.2.1.5) ersetzt. Im Jahr 2004 wurden insgesamt rund 570.000 Bierbecher und 3,8 Mio. Stück Eisbecher in Österreich eingesetzt (mündliche Mitteilung, 20.1.2005). Für das Wiener Frühstück wird ein Teller aus **Biopac**® (Abb. 5.4, vgl. auch Kapitel 3.2.1.1) verwendet. Die **Abfallsammelsäcke**, in denen Biomüll gesammelt wird, bestehen seit Herbst 2000 aus Mater-Bi™ (vgl. Kapitel 3.2.1.1). Die Mehrkosten für die Produkte aus Biokunststoff werden v.a. dort in Kauf genommen, wo aus optischen Gründen durchsichtige Materialien vorteilhaft sind und wo positive Auswirkungen auf Social Responsibility und Marketing zu erwarten sind (mündliche Mitteilung, 20.1.2005). Alle Materialien, welche sich für eine Kompostierung eignen, werden gemeinsam gesammelt und einer Kompostierung unterzogen. Nach Mitteilung eines Betreibers einer Kompostieranlage im Tullnerfeld erleichtert der Einsatz der kompostierbaren Biomüllsäcke die Logistik wesentlich. Während früher die Kunststoffsäcke händisch vom Anlieferer aufgerissen und entleert werden mussten, kann der Biomüll nun einfach samt Sack entladen werden. Die Kompostierung erfolgt gemeinsam mit Friedhofsabfällen, Pferdemist, Grün- und Strauch-

schnitt und anderem Biotonnenmaterial. Es konnten keine negativen Einflüsse des kompostierbaren Bioabfallsacks bzw. des Einweggeschirrs auf den Kompost festgestellt werden (mündliche Mitteilung, 01.10.2004). Nach den Schwermetallgehalten einer Kompostanalyse der ARGE Kompost NÖ wird Kompostklasse A+ erreicht, wobei durch die eingebrachten Biokunststoffe ohnehin keine Schwermetallbelastung erwartet werden kann (vgl. NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM, 1999).



Abb. 5.4: McDonald's Frühstücksschale (links), Becher für Bier und Eis (rechts)

5.6 Biokunststoffe im Verpflegungsbereich bei Veranstaltungen

5.6.1 Modellprojekt BAW im Catering (Nordhausen)

Zwischen September 2002 und Dezember 2003 wurde im Raum Nordhausen (Deutschland) ein Modellprojekt zum Einsatz biologisch abbaubarer Werkstoffe im Catering-Bereich durchgeführt. An dem vom Bundesministerium und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. geförderten Projekt waren sieben Institutionen beteiligt, unter anderem die AGRONA Bauernmarkt GmbH (Koordination), die Compopure Stärke AG (Produktlieferant) und die Fachhochschule Nordhausen (WAGNER UND HENNING, 2003; www.baw21.de).

Das Modellvorhaben beinhaltete

- die Bekanntmachung der Produkte bei Bürgern, Unternehmen und Organisationen,
- die Produktoptimierung,
- den Einsatz von Geschirr aus biologisch abbaubaren Werkstoffen bei Volksfesten und Großveranstaltungen im Untersuchungsgebiet sowie
- die Untersuchung zur Abbaukinetik und dem Verhalten des Materials bei der Biogasgewinnung (sh. Kapitel 4.3.2).

Zur **Bekanntmachung der Produkte** wurden unter anderem Informationsstände bei Veranstaltungen aufgestellt und ein Vertriebs- und Informationsnetz im Bauernmarkt des Scheunhofes Sundhausen eingerichtet, wo die Produkte der Compopure Stärke AG ausgestellt waren und während der gesamten Projektdauer erworben oder bestellt werden konnten. Sämtliche während des Projektes verwendeten biologisch abbaubaren Werkstoffe sind auf dem Markt erhältlich. Für Besteck wurde darüber hinaus aber auch ein neues Material – Biograde 300A (FKUR) – getestet (WAGNER UND HENNING, 2003).

Der angestrebte flächendeckende Einsatz war nur in Ausnahmefällen möglich. BAW-Produkte konnten nur **bei fünf Veranstaltungen eingesetzt** werden. Nur bei einer davon, dem Umweltfest, wurden ausschließlich Produkte aus biologisch abbaubaren Werkstoffen verwendet. Die Catering-Unternehmen konnten nur dann vom Einsatz biologisch abbaubarer Produkte

überzeugt werden, wenn diese preisgleich mit konventionellen Produkten angeboten wurden (wie z.B. Besteckteile der Compopure AG, deren Preis gesenkt wurde, um Material für die Vergärungsversuche zu erhalten). Die Entsorgung erfolgte in eigens gekennzeichneten Bio-tonnen. Es zeigte sich jedoch, dass die Produkte aus BAW selten als solche erkannt wurden und demzufolge erhebliche Fehlwürfe zu verzeichnen waren (WAGNER UND HENNING, 2003).

Gruppendiskussionen mit Betreibern von Imbissbuden und Catering-Unternehmen ergaben, dass der Einsatz von BAW-Produkten bei **Imbissstuben** und **Marktständen** aufgrund der angespannten wirtschaftlichen Situation und des harten Wettbewerbs zu teuer ist. Man ist sich zwar der Umweltproblematik durch Einweggeschirr bewusst, allerdings ist bei der Beschaffung nur der **Preis ausschlaggebend**. Getränkeanbieter verweisen darauf, dass üblicherweise von den Brauereien festgelegt wird, ob Mehrweg- oder Einweggeschirr eingesetzt wird, wobei bei letzterem ebenfalls das kostengünstigste Produkt gewählt wird. Im **Partyservice** wird aufgrund höherer Qualitätsansprüche **Mehrweggeschirr** bevorzugt. WAGNER UND HENNING (2003) kommen zu dem Schluss, dass der flächendeckende Einsatz von BAW-Produkten bei Veranstaltungen nur dort funktioniert, wo Kommunen oder Länder entsprechende gesetzliche Vorgaben bzw. Regelungen erlassen. Allerdings erweist sich auch hier der um mehr als 10 % **höhere Preis** für BAW-Produkte als **Hindernis**, da dieser eine entsprechende Verpflichtung der Anbieter durch die Gemeinden de facto ausschließt. Als potentielle Einsatzgebiete wurden eher **ökologisch orientierte Großveranstaltungen** identifiziert, da hier **am ehesten** die **Bereitschaft** besteht, die Mehrkosten zugunsten qualitativer Aspekte in Kauf zu nehmen (WAGNER UND HENNING, 2003). Der Einsatz von Mehrwegprodukten aus Biokunststoffen wurde im Rahmen des Modellprojektes nicht untersucht.

Einzelinterviews mit Einkäufern aus dem Handel zeigten, dass für Einweggeschirr aus BAW gleich **mehrere Hindernisse** bestehen: Da im Vordergrund die erwartete Handels-spanne steht, führt der hohe Preis der BAW dazu, dass das Produkt gar nicht erst gelistet wird. Einweggeschirr hat darüber hinaus keinen großen Aufmerksamkeitswert für Endverbraucher und es wird vermutet, dass Personen, die umweltfreundlich eingestellt sind, ohnehin auf Einwegprodukte verzichten (WAGNER UND HENNING, 2003).

Kundenbefragungen von jeweils ca. 100 Besuchern dreier Veranstaltungen, die im Abstand von drei Monaten erfolgten, ergaben, dass das BAW-Geschirr bei der Bevölkerung zwar angenommen wird, jedoch unter den Gesichtspunkten der Qualität, und nicht aus Gründen der Umweltverträglichkeit. 98 % gaben bei der 3. Befragung an, angenehm von der Qualität überrascht zu sein. Allerdings besteht kaum Bereitschaft, den höheren Preis für BAW-Geschirr zu bezahlen. Selbst bei den Teilnehmern der Umwelttage, die als sensibilisierte Gruppe betrachtet werden können, bestand kein Verständnis für die höheren Kosten. 95 % finden das BAW-Geschirr zu teuer. 75 % bezweifelten, dass das Geschirr tatsächlich biologisch abbaubar ist. 90 % der befragten Veranstaltungsbesucher sind nicht bereit für die Getrenntsammlung des BAW-Geschirrs einen weiteren Weg in Kauf zu nehmen. Auch bei größter Bewerbung werden für Einweggeschirr aus BAW kaum Chancen gesehen, auf dem Markt zu bestehen. Der Erfolg hängt davon ab, wie weit es gelingt, die ökologischen Vorteile klar erkennbar zu machen und potentiellen Abnehmern ein im Vergleich zu Konkurrenzprodukten besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis zu kommunizieren (WAGNER UND HENNING, 2003).

Das BAW-Geschirr wurde neben Designtests auch einem **Funktions- und Sensoriktest** unter kontrollierten Bedingungen unterzogen. Von insgesamt 103 Personen wurde, ohne deren Wissen, der einen Gruppe das Essen in biologisch abbaubarem Geschirr mit ebensolchem Besteck vorgesetzt, die andere Gruppe bekam herkömmliche Kunststoff- bzw. Pappprodukte. Dabei wurden in der Gesamteinschätzung die BAW-Produkte besser beurteilt, die meisten Teilnehmer erkannten jedoch nicht, aus welchem Material z.B. die Messer bestanden (WAGNER UND HENNING, 2003).

Des weiteren wurden **mikrobiologische** und **lebensmittelrechtliche Untersuchungen** durchgeführt, die Veränderung der Rohstoffe unter Verarbeitungsbedingungen beobachtet sowie die Stabilität der Produkte unter Anwendungsbedingungen und während des biologischen Abbaus ermittelt. Die mikrobiologischen Untersuchungen der Produkte unter dem Aspekt lebensmittelrechtlicher Vorschriften ergaben, dass das eingesetzte Material geeignet ist (WAGNER UND HENNING, 2003).

5.6.2 Cross-Marathon am Rennsteig

Der Rennsteiglauf durch den Naturpark Thüringen ist Europas größter Crossmarathon, an welchem jährlich rund 10.000 Läufer und 70.000 Zuschauer teilnehmen (www.rennsteiglauf.de). Aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Infrastruktur und der besonderen Bedürfnisse der Veranstaltung können Mehrwegsysteme nicht sinnvoll eingesetzt werden. Die von der Bauhaus Universität Weimar durchgeführten abfallwirtschaftlichen Untersuchungen beschränkten sich auf das Festgelände im Zielbereich, wo rund 40.000 Menschen zusammentreffen. Betrachtet werden sollten dabei

- die **Bedingungen** für die Eingliederung von kompostierbaren Verpackungen in die Abfallwirtschaft von Großveranstaltungen,
- die **Qualität** der biologischen Verwertung,
- die von der Entsorgung zur Verwertung **umlenkbaren Abfallmengen** und
- die **Akzeptanz** der Besucher (MUND und BIDLINGMAIER, 1998).

Insgesamt wurden bei dem Großversuch folgende Mengen an kompostierbaren Produkten eingesetzt, welche großteils durch Sponsoring finanziert wurden:

- 10.000 Teller aus Maisstärke von der Firma Biopac
- 7.000 Sets Besteck Mater-BiTM aus Maisstärke mit je 1 Messer, 1 Gabel und 1 kleinem Löffel von der Firma Novamont
- 31.000 0,3 l Becher und 10.000 0,2 l Becher aus mit "Biopol" beschichteter Pappe von der Firma Polarcup
- 15.000 unbeschichtete Pappteller, vorfinanziert vom Zeltbetreiber
- 15.000 Holzgabeln, vorfinanziert vom Zeltbetreiber (MUND und BIDLINGMAIER, 1998)

Die Besucher des Rennsteiglaufes wurden über den Einsatz, die Eigenschaften und die richtige Entsorgung des kompostierbaren Geschirrs informiert. Als **Informationsmedien** wurden die Produkte selbst (Aufdrucke, Zeichen), Informationsträger der Abfallentsorgung (Abfallbehälter, Infostand, Infotafeln, Durchsagen...) und weitere (Presse, Gewinnspiel...) eingesetzt. Die Sammlung des kompostierbaren Geschirrs erfolgte gemeinsam mit anderen Bioabfällen der Veranstaltung in Behältern, welche mit dem Hinweis „Kompostierbares“ gekennzeichnet waren (MUND und BIDLINGMAIER, 1998).

Zwei Tage nach dem Rennsteiglauf wurden aus der Fraktion „Kompostierbares“ in einer manuellen Sortierung in der Kompostierungsanlage in Langewiesen **340,8 kg** des kompostierbaren Einweggeschirrs aus den übrigen Bioabfällen wieder aussortiert. Dies sollte es ermöglichen, ein genaues Mischungsverhältnis von kompostierbarem Geschirr zu Grünabfall/Bioabfall von 1:99 herzustellen. Hierbei wurde ein Störstoffanteil von unter einem Masseprozent ermittelt, was den langjährigen Werten der Anlage entspricht. Das kompostierbare Geschirr wurde vor der ersten Zerkleinerung in das Verfahren eingebracht, wodurch eine gute Zerkleinerung, Befeuchtung und Durchmischung mit den anderen Materialien erfolgte. Bei dem Verfahren handelte es sich im Wesentlichen um eine Boxenkompostierung System HerHof. Nach der neuntägigen Intensivrotte wurde das Material geshreddert und für zwölf Wochen in eine überdachte, offene Mietenkompostierung eingebracht (MUND und BIDLINGMAIER, 1998).

Bereits nach den neun Tagen Intensivrotte konnte von den Stärke- und Papptellern sowie dem Holzbesteck optisch kaum noch etwas wahrgenommen werden, während von Bechern

und Stärkebesteck noch vereinzelte Stücke sichtbar waren. Am Ende der Kompostierung wurde vom Kompost Rottegrad I bzw. II erreicht, trotzdem waren alle eingesetzten kompostierbaren Einweggeschirteile **bis zur Unauffindbarkeit hin abgebaut**. Der Kompostierungsprozess und das Produkt Kompost wurden durch die Mitkompostierung der kompostierbaren Einweggeschirteile **nicht nachteilig beeinflusst**.

MUND und BIDLINGMAIER (1998) schätzen, dass durch abgestimmte abfallwirtschaftliche Maßnahmen während des Einsatzes von kompostierbaren Einweggeschirr auf Veranstaltungen etwa **40-50 % des Gesamtabfalls als Bioabfall abgeschöpft** und einer Verwertung zugeführt werden könnten. Bezüglich **Erfassungsquote** der getrennten Wertstoffsammlung kann von erreichbaren **70 bis 80 %** ausgegangen werden.

Während der Veranstaltung wurden **528 Personen** zu dem kompostierbaren Einweggeschirr befragt. 31 % der Befragten hatten den Einsatz von kompostierbarem Einweggeschirr bemerkt und die Biotonne als richtigen Behälter für Entsorgung angegeben. Von diesen hatten sich 55 % über Hinweise bei der Entsorgung, 31 % über die Produkte selbst und 14 % über die sonstigen Informationsquellen informiert.

MUND und BIDLINGMAIER (1998) werten das Projekt als vollen Erfolg und betonen die Wichtigkeit der Informationsarbeit und der darauf abgestimmten abfallwirtschaftlichen Situation am Veranstaltungsort.

5.7 Biologisch abbaubare Pflanztöpfe

Neben herkömmlichen **Pflanz- und Anzuchtöpfen** aus Kunststoff (Polypropylen, Polyethylen, Polystyrol) sind **auch** bereits Pflanztöpfe **aus nachwachsenden Rohstoffen** am Markt. Diese können z.B. aus Stärke, Zucker, Flachs, Jute, Hanf, Sisal, Chinaschilf, Bast, Kokos, Baumwolle, Stroh, Rinde, Holz, Zellstoff und Recyclingpapier hergestellt werden. Biologisch abbaubare Pflanztöpfe aus nachwachsenden Rohstoffen haben den Vorteil, dass die Pflanze mit dem Topf eingesetzt werden kann, da der Topf durch die Bodenmikroorganismen biologisch abgebaut wird und somit der Austopfvorgang entfällt. Die Töpfe müssen dabei allerdings zumeist eingerissen oder eingedrückt werden, um die Ausbreitung der Wurzeln zu erleichtern. Neben den üblicherweise geforderten Eigenschaften von Pflanztöpfen (Gewährleistung eines guten Pflanzenwachstums während der Kultivierung, Einsetzbarkeit unter den verschiedenen praxisüblichen Bedingungen, ansprechende Optik) müssen biologisch abbaubare Pflanztöpfe aus nachwachsenden Rohstoffen klar, eindeutig und auch noch während der Gebrauchsphase gut erkennbar gekennzeichnet sein sowie eine gute biologische Abbaubarkeit aufweisen (GROOT ET AL., 2000).

Im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“ wurde 2003 vom Institut für Abfallwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien gemeinsam mit der Fa. Napac AG (Hersteller) und zwei Einzelhandelsfilialen (Fa. Ludwig Starkl GmbH und der Fa. Bellaflora Gartencenter GmbH) ein **Projekt zum Einsatz von biologisch abbaubaren Pflanztöpfen im Einzelhandel** durchgeführt (SCHNEIDER ET AL., 2003). Dieses umfasste eine **Marktanalyse**, **Testverkäufe** und eine **Befragung** von Kunden direkt am Verkaufsort sowie von Haushalten mit Garten. Der dabei eingesetzte Napac NaturePot der Fa. Napac AG besteht zu 70 bis 80 % aus Chinaschilf und Stärke, erfüllt die Kriterien der Kompostierbarkeit nach DIN 54 900 und kann für Garten-, Beet- und Balkonpflanzen eingesetzt werden.

Die **Marktanalyse** ergab, dass biologisch abbaubare Pflanztöpfe in allen untersuchten Geschäften angeboten wurden. Der Preis liegt je nach Größe zwischen 5 und 36 Cent und beträgt somit zumindest das 3fache des Preises für herkömmliche Kunststofftöpfe. Als Hauptthemnisse für einen großflächigeren Einsatz biologisch abbaubarer Pflanztöpfe wurden in Gesprächen mit Großabnehmern der hohe Preis und mangelnde bzw. schlechte Erfahrungen mit diesen Töpfen angeführt. Unter der Annahme, dass alle im österreichischen

Detailhandel verkauften Töpfe, bei denen eine Substitution durch biologisch abbaubare Pflanztöpfe sinnvoll scheint, ersetzt werden, wurde ein **theoretisches Restmüllvermeidungspotential** von **0,18 kg/EW.a** bzw. 282.100 kg für Wien errechnet (SCHNEIDER ET AL., 2003).

Die **Testverkäufe** erfolgten in einem Feldexperiment an zwei Standorten über drei bzw. vier Wochen (Abb. 5.5). Dabei wurden verschiedene Pflanzensorten jeweils in gleich großen Töpfen aus herkömmlichen Kunststoffen und im Napac-Topf angeboten, wobei die folgenden Einflussgrößen variiert wurden: Platzierung (gemeinsam/getrennt), der Einsatz von Werbemitteln (Werbemittel/keine Werbemittel) und der Preis (Napac-Topf teurer/gleich teuer im Vgl. zu herkömmlichem Pflanztopf). Der geringste Unterschied in den Verkaufszahlen zeigte sich bei gemeinsamer Platzierung, gleichem Preis und keinem Einsatz von Werbematerial, unter diesen Bedingungen wurden 41 Pflanzen im Napac-Topf gegenüber 55 Pflanzen im Kunststofftopf verkauft. Bei getrennter Platzierung, Werbemittelleinsatz für den Napac-Topf und einem Preisunterschied von bis zu 2,50 Euro wurden nur halb so viele Napac NaturePots verkauft wie Kunststofftöpfe. Bei gemeinsamer Platzierung, keinem Werbemittelleinsatz und einem höheren Preis wurden fast ausschließlich Kunststofftöpfe abgesetzt.



Abb. 5.5: Im Napac-Topf angebotene Pflanzen in zwei Testfilialen (Quelle: SCHNEIDER ET AL., 2003)

Im Zuge der **Befragungen** konnten direkt am Verkaufsort, zeitgleich mit den Testverkäufen, 635 Interviews geführt werden, sowie in ausgewählten Siedlungsgebieten 130 Interviews von Haushalten mit Garten. Die Befragung ergab, dass als wesentliches Kaufkriterium das Aussehen der Pflanze genannt wird, gefolgt vom Preis. Der Pflanztopf hat dabei nur untergeordnete Bedeutung. 44 % der Befragten sind biologisch abbaubare Pflanztöpfe bekannt, über eigene Erfahrungen damit verfügen 10 %. 92 % der Befragten bekundeten Interesse am Kauf von biologisch abbaubaren Pflanztöpfen, wobei das Interesse mit steigendem Alter und Bildung zunimmt. Als Kaufgründe für biologisch abbaubare Pflanztöpfe wurden vor allem die umweltschonende Entsorgung und das einfachere Einpflanzen angeführt, als Ablehnungsgründe hingegen der hohe Preis sowie Zweifel an der Durchwurzelbarkeit der Töpfe. 37 % der Befragten wären bereit für eine Pflanze, die im Kunststofftopf 2 Euro kostet, um bis

zu 20 Cent mehr zu bezahlen. 18 % wären nicht bereit, mehr zu bezahlen. Jüngere Personen mit höherer Bildung geben eine höhere Zahlungsbereitschaft an (SCHNEIDER ET AL., 2003).

Als wesentliche **Schlussfolgerungen** daraus lassen sich ableiten (SCHNEIDER ET AL., 2003):

- Kaufkriterien sind Aussehen der Pflanze und Preis
- mangelnde Wahrnehmung des biologisch abbaubaren Napac NaturePots
- unbedeutender Einfluss der im Projekt eingesetzten Werbemittel (großer Marketingaufwand wäre erforderlich, um Kunden Kaufentscheidung durch Abwägen der Vor- und Nachteile überhaupt zu ermöglichen)
- die Idee eines biologisch abbaubaren Pflanztopfes wird von den Befragten gut gefunden, es fehlt aber an Information und eigenen Erfahrungen
- die Akzeptanz ist umso größer, je besser gebildet der Befragte ist (höhere Bildung wirkt indirekt auch über höheres Einkommen)

Als Maßnahmen zur Förderung eines erfolgversprechenden Markteinstiegs werden eine Intensivierung des Marketings (über eine breit angelegte Kommunikationsstrategie), eine moderate Preisgestaltung sowie die Anwendung durch öffentliche Einrichtungen (Vorbildwirkung der öffentlichen Hand) empfohlen (SCHNEIDER ET AL., 2003).

5.8 Modellprojekt Loop Linz

Auch in Österreich wurde im September 2004 ein Modellprojekt vorgestellt, ähnlich jenem in Kassel, das die Markteinführung von Biokunststoffen fördern möchte und unter anderem die dauerhafte Implementierung einiger Produkte zum Ziel hat (www.loop-linz.at). Im Mittelpunkt stehen die professionelle Information und Motivation des Handels und der Konsumenten über die Vorteile der Biokunststoffe und der Aufbau eines dauerhaften Netzwerkes (Hersteller, Importeure, Handel, Endverbraucher). Auch Laborversuche zum Nachweis der Eignung für die anaerobe Fermentierung sind geplant. Die Vorbereitungsphase läuft bereits seit Februar 2004, die konkrete Umsetzung ist von Februar 2005 bis September 2005 in Linz und einigen Kommunen in Oberösterreich vorgesehen (LOOP LINZ, 2004).

Das Projekt wird vom Institut für innovative Pflanzenforschung alchemia-nova Wien, der .lichtl sustainability communications PR- und Projektmanagementagentur, die bereits das Kasseler Modellprojekt koordinierte, und vom Energieinstitut der Universität Linz geleitet und gemeinsam von der O.Ö. Landesregierung, der Stadt Linz, der Linz AG, Einzelhandelsgeschäften und Industrieunternehmen getragen und finanziert.

Ab Februar 2005 sollen in Supermärkten und Geschäften, wie z.B. der Pfeiffer Handelsgesellschaft Linz, Produkte aus Biokunststoffen erhältlich sein, die mit dem loop linz-logo gekennzeichnet sind, einem orange eingefärbten Keimling, dem Kompostierbarkeitszeichen von DIN CERTCO (vgl. Abb. 4.1). Erste Kooperationen wurden bereits initiiert. So wird beispielsweise Bio-Joghurt „Besser Bio“ der Bio-Molkerei Lembach in einem Becher aus Polymilchsäure abgefüllt und verkauft werden. Als weitere Produkte sollen Tragtaschen auf Stärkebasis, die auch als Biosammelsack verwendbar sind, zum Einsatz kommen, sowie Abrissbeutel, Blister/Trays für Obst und Gemüse, Eierblister und Becher (für Kaltgetränke, Frischobst, Salate) aus PLA, Blumenfolie und Agrarfolien. Ebenso soll im Zuge des Projektes der Einsatz kompostierbarer hitzebeständiger Trinkbecher für Heißgetränke in Getränkeautomaten getestet werden (LOOP LINZ, 2004).

Eine intensive Kommunikationskampagne unter dem Motto "loop linz - love orange organic plastic" soll den Verbrauchern die Vorteile von und den Umgang mit Biokunststoffen vermitteln. Dazu sind unter anderem Kooperationen mit Veranstaltungen wie der ars electronica, ein Schaukasten, Flyer und Aktionstage geplant (LOOP LINZ, 2004).

Die geplante Entsorgung der biologisch abbaubaren Verpackungen über die Biotonne wird von der Linz AG übernommen (LOOP LINZ, 2004).

6 Mögliche Einsatzbereiche in Wien

Die vorliegende Studie soll mögliche Einsatzbereiche von Biokunststoffen in Wien untersuchen, wobei dabei mehrere Kriterien ausschlaggebend waren. Die **räumlichen Kriterien** sollten gewährleisten, dass es sich bei dem betrachteten Einsatzgebiet um einen möglichst räumlich abgrenzbaren Anwendungsraum handelt (z.B. bei Veranstaltungen), wo unterschiedliche Personen anzutreffen sind und Abfälle innerhalb räumlicher Grenzen anfallen. Bei den **systembezogenen Kriterien** dagegen sollte es sich um einen geschlossenen Kreislauf handeln. Oftmals sind diese Kriterien aber auch derart miteinander verbunden, dass sich automatisch eine Abgrenzung ergibt, die beiden Kriterien entspricht. Außerdem wurden noch einzelne **Produktgruppen** untersucht, deren Einsatz unabhängig von räumlichen oder systembezogenen Kriterien ist, wie z.B. bei den Vorsammelhilfen.

Innerhalb eines Einsatzbereiches, wie z.B. Friedhof, wurden anschließend jene Produkte identifiziert, welche sinnvoll durch solche aus nachwachsenden Rohstoffen ersetzt werden können, und das **Vermeidungspotential** an Kunststoffabfall grob abgeschätzt. In die Überlegungen wurden auch die Erfahrungen aus anderen Projekten aus Wien, Österreich und weltweit (vgl. Kap. 5) sowie Expertenmeinungen mit einbezogen.

Es wurden folgende Einsatzbereiche für die Stadt Wien untersucht, wobei jene mit einem * gekennzeichnet sind, die vom Auftraggeber bereits vorgegeben wurden:

- Magistrat der Stadt Wien
- Friedhöfe*
- Großveranstaltungen*
- Gartenbau und Landwirtschaft*
- Krankenanstalten*
- Pflegeheime
- Rettungswesen
- Fertigmöbelfertiger für Haushalte*
- Vending
- Schulen
- Kindertagesheime
- Polizei
- Theater
- Tiergärten
- Vorsammelhilfen
- Lebensmittelverpackungen
- Werbungssäckchen

6.1 Magistrat der Stadt Wien

Der Magistrat ist Amt der Wiener Landesregierung, das Gemeindeamt der Stadt Wien und zugleich Bezirksverwaltungsbehörde des Verwaltungsbezirkes Wien. Für die konkrete Aufgabendurchführung sind die Magistratsabteilungen, die Magistratischen Bezirksämter, der Krankenanstaltenverbund, das Kontrollamt, die Magistratsdirektion und die Unternehmungen der Stadt Wien zuständig. Derzeit (Stand Dezember 2004) gibt es acht Geschäftsgruppen, jeweils unter der Leitung eines amtsführenden Stadtrates bzw. einer amtsführenden Stadträtin, welche insgesamt 70 Magistratsabteilungen, die Unternehmungen "Wiener Krankenanstaltenverbund" und "Stadt Wien - Wiener Wohnen" umfassen. Die Magistratsdirektion und das Kontrollamt sowie die 19 magistratischen Bezirksämter unterstehen keinem amtsführenden Stadtrat (<http://wien.at/organisation>).

Prinzipiell ist die Magistratsabteilung 54 – Zentraler Einkauf u.a. für „*die Bedarfserfassung, Beschaffung und Instandhaltung der sachlichen Erfordernisse*“ für die städtischen Dienststellen zuständig, wobei die Beschaffung von speziellen Gütern durch die jeweilige Stelle selbst erledigt wird (<http://wien.at/advuew/internet/AdvPrSrv.asp?Layout=geschaefteinteilung&Type=K&Hlayout=geschaefteinteilung&stellecd=1995060912335957>). Nachdem die Stadt Wien jedes Jahr eine Vielzahl von Produkten und Dienstleistungen zukaft, kann ein ökologisch ausgerichtetes Beschaffungswesen einen wesentlichen Einfluss auf Abfallmengen und deren qualitative Eigenschaften haben. Aus diesem Grund wurde 1999 das Projekt „Ökokauf“ ins Leben gerufen, dessen Ziel die Orientierung des Einkaufs- und Beschaffungswesens der Stadt Wien an ökologischen Gesichtspunkten ist. Unter der Führung der Stadtbaudirektion arbeiten Mitarbeiter der Magistratsdirektion, der relevanten Magistratsabteilungen, der Umweltanwaltschaft, des Krankenanstaltenverbundes und der Wiener Stadtwerke sowie anderer Organisationen in den jeweiligen Arbeitsgruppen. Diese erstellen für spezifische Bereiche, wie z.B. Lebensmittel, Innenausstattung etc., Kriterienkataloge, welche die zu berücksichtigenden ökologischen Kriterien bei der Beschaffung festlegen (<http://wien.at/ma22/oekokauf>).

Aufgrund des zentralen Einkaufs für den Bereich der Dienststellen der Stadt Wien, der Bestrebungen der ökologischen Ausrichtung der Beschaffung und der Eigenschaft von geschlossenen Bereichen eignen sich die einzelnen Dienststellen der Stadt Wien sehr gut für die Erprobung von neuen Werkstoffen und Produkten. Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde für spezifische Nischen (Friedhöfe, Gartenbau, Vending,...) mit den jeweiligen zuständigen Dienststellen Kontakt aufgenommen, z.B. Krankenanstaltenverbund, städtische Friedhöfe, Stadtgartenamt, Sportamt, Rettung u.a., um **Informationen über eingesetzte Produkte** bzw. **Daten über Abfallmengen** sowie **Einschätzungen und Meinungen zu Biokunststoffen** zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Erhebungen sind in den jeweiligen Bereichen wiedergegeben. **Allgemeine Produkte**, wie Müllsäcke, Verpflegung mit Fertigmenüs u.ä., wurden zum Teil **in** den einzelnen **Nischen miterhoben** und bei entsprechendem Potential weiterbehandelt, eine genauere Recherche außerhalb der Spezialnischen wurde daher für diese Produkte nicht durchgeführt. Demzufolge sind einzelne Dienststellen, der gesamte Magistrat oder beauftragte Dritte in den jeweiligen **Umsetzungsprojekten** „Saubere Fußballeuropameisterschaft 2008“, „Nachwachsende Becher im Krankenhaus“, „Anwendung von Biokunststoffen im Fertigmenü-lieferservice“, „Biosackerl für Biomüll“, „Vorsammelhilfen für Restmüll“ und „Einsatz von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen“ als mögliche räumliche Struktur berücksichtigt.

6.2 Friedhöfe

Derzeit gibt es in Wien insgesamt 54 Friedhöfe, wovon 46 zu den städtischen Friedhöfen zählen und die restlichen 8 von Religionsgemeinschaften verwaltet werden. Die städtischen Friedhöfe werden nach der Geschäftseinteilung des Magistrates der Stadt Wien von einer

eigenen Abteilung des Magistrates 43 - Städtische Friedhöfe von der Bestattung getrennt betreut (www.begraebnis.at). Von den 46 städtischen Friedhöfen werden nur neun von der MA 43 direkt als sog. **Eigenregiefriedhöfe** selbst verwaltet, dazu gehören die Friedhöfe Baumgarten, Hernals, Hietzing, Neustift, Ottakring, Stammersdorf-Zentral, Südwest sowie die Simmeringer Feuerhalle und der Zentralfriedhof. Die anderen sind an sog. **Kontrahenten** vergeben, welche im Auftrag der Stadt die Betreuung übernehmen (www.wien.gv.at/ma43). Insgesamt gibt es auf den Wiener städtischen Friedhöfen 550.000 Grabstellen, wobei nach Angaben der MA 43 derzeit **418.000 Gräber mit ordentlicher Benutzung** verzeichnet sind (mündliche Mitteilung, 20.08. und 27.09.2004, Stand August 2004). Alle restlichen Gräber sind stillgelegt und haben derzeit keine Betreuung.

Laut § 4 der Verordnung über die Benutzung der Friedhöfe der Stadt Wien sind „die im Zuge der gärtnerischen Schmückungs- und Pflegearbeiten zu entfernenden Materialien (Pflanzen, Aushubmaterial, Kerzenbecher etc.), wenn sie nicht aus dem Friedhof entfernt werden, bei Vorhandensein getrennter Lagerungsmöglichkeiten, entsprechend getrennt zu lagern, sodass diese Materialien einer Wiederverwertung zugeführt werden können“. Die auf den städtischen Friedhöfen anfallenden Abfälle werden daher seit 1995 in drei Fraktionen getrennt erfasst: Erde und Gesteinsfraktion, biogene Fraktion und der restliche Müll (www.wien.gv.at/wuis/html/detail_15066146.html).

Die Entsorgung der Abfälle der städtischen Friedhöfe wird zentral über einen Entsorger erledigt, die Verrechnung erfolgt über die MA 43. Die Erde und Gesteinsfraktion (Gräberaushube, Steine, Sand, Beton etc.) wird aufbereitet und für Anwendungen im Erdbau eingesetzt. Die biogene Fraktion (Gras, Strauch-, Baumschnitt, Schnittblumen, Kränze...) wird sortiert und zu etwa 75 % einer Kompostierung unterzogen, die restlichen 25 % werden thermisch verwertet. Nach Angaben des Wiener Abfallwirtschaftskonzeptes fielen 2000 rund 11.700 Tonnen Grünabfälle auf den städtischen Friedhöfen an (SPET ET AL., 2002). Abb. 6.1 zeigt zwei Photos von Bioabfallsammelplätzen am Ottakringer Friedhof. Am linken Photo sind an der Oberfläche des Haufens nur Materialien zu erkennen, welche einer Kompostierung unterzogen werden können. Rechts oben in der Ecke befand sich ein Kerzenbecher aus kompostierbarem Biocellat. Im Gegensatz dazu sind am rechten Photo neben kompostierbaren Materialien, wie Reisig und Zapfen, auch expandiertes Polystyrol aus Allerheiligengestecken und –kränzen sowie Kunststoffkranzschleifen zu erkennen, welche nicht kompostierbar sind.

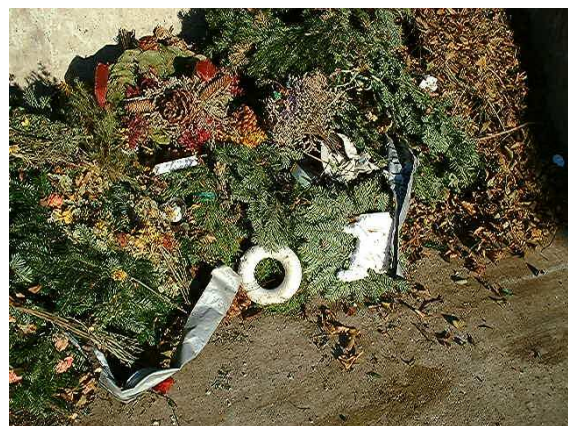


Abb. 6.1: Bioabfallsammelplätze am Ottakringer Friedhof

Der verbleibende Abfall wird in Behältern gesammelt, die mit der Aufschrift „Müll“ gekennzeichnet sind. Von den Verantwortlichen wird diese Fraktion aufgrund des Hauptbestandteils auch als „Kunststofffraktion“ bezeichnet. Diese besteht aus Grablichtern, defekten Gießkannen, Flaschen, Kunststoffverpackungen, Papier und ähnlichem und wird aufgrund der starken Durchmischung mit anderen Fraktionen gänzlich einer thermischen Verwertung unterzogen. Pro Jahr fallen zwischen 350 und 400 Tonnen an Kunststoffabfall auf allen Wiener städtischen Friedhöfen an (mündliche Mitteilung, 13.08.2004). Die beiden

Photos in Abb. 6.2 zeigen die unterschiedlichen Materialien, welche sich in den Behältern befinden. Links hauptsächlich Kunststoffabfälle, wie Kunstblumen, Kerzenbecher und Kunststofftragetaschen, rechts offensichtlich die Abfälle aus einer Grabsanierung (leerer Zementsack, Küchenrolle, Putzpapier).



Abb. 6.2: Blick in zwei Behälter für den restlichen Friedhofsabfall

Als potentielle, durch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen zu ersetzende Artikel auf Friedhöfen sind vor allem Grablichter zu nennen. Weiters kommt noch Grabschmuck (Kränze, Gestecke, Schleifen, Kunstblumen) hinzu, der derzeit die biogene Fraktion durch Metall, Kunststoff und dergleichen verunreinigt.

6.2.1 Grablichter

Auf die Verwendung bestimmter Materialien kann hauptsächlich in magistratseigenen Bereichen Einfluss genommen werden, weshalb in die Überlegungen zunächst nur jene Grabstellen einbezogen wurden, deren Pflege direkt von der Stadt Wien übernommen wird. Dazu zählen **Ehren-, Kriegs- und Opfer-, Soldaten- und Kriegsgefangenengräber**. Nach Auskunft des zuständigen Mitarbeiters der MA 43 werden diese Grabstellen dreimal jährlich mit Schnittblumenschmuck versehen. Grablichter werden lediglich bei der Präsidentengruft eingesetzt, wobei hier Kerzen im Glasmehrwegsystem zum Einsatz kommen. Auch beim sonstigen Blumenschmuck werden keine Kunststoffe eingesetzt (mündliche Mitteilung, 28.09.2004). Es besteht daher im Bereich der von der MA 43 betreuten Gräber kein Vermeidungspotential durch den Einsatz von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen.

Im nächsten Schritt wurden daher **privat betreute Gräber** in die Untersuchung einbezogen. Für eine grobe Potentialabschätzung für das Produkt Grablicht wurde zunächst die Anzahl der im August 2004 in ordentlicher Benutzung stehenden Grabstellen von 418.000 als Basis herangezogen. Weiters wurde angenommen, dass im Schnitt ca. 8 bis 11 Grablichter pro Grabstätte im Jahr verwendet werden (vgl. SALHOFER ET AL., 2000). Daraus ergeben sich rund **3,344.000 bis 4,598.000 Stück** an Grablichtern pro Jahr. Nach Schätzungen der Wiener Friedhofsverwaltung und Vergleichszahlen aus München werden jährlich rund **zwei Millionen** Grabkerzen auf Wiens Friedhöfe gebracht (KLOUD und GRAGGABER, 2000). Nachdem die tatsächlich anfallenden Kerzen nicht ermittelt werden können, wird mit einem Bereich von zwei bis 4,5 Mio. Stück weitergerechnet.

Im Zuge einer Begehung wurden aus Müllbehältern und von Bioabfallbereichen am Ottakringer Friedhof nach dem Zufallsprinzip einige der vorhandenen Kerzenbecher aufgesammelt. Es konnten insgesamt sieben verschiedene **Bechertypen** gesammelt werden (Abb. 6.3). Die Kerzen stammen von mindestens drei unterschiedlichen Herstellern, wobei nur zwei aufgrund der Beschriftung erkannt werden konnten. Die Kerzengrößen waren ebenfalls unterschiedlich, wobei es sich bei vier Kerzen etwa um die Größe 3 (Brenndauer beträgt drei Tage) handelte, eine hatte Größe 7 (Brenndauer rund sieben Tage), weiters

waren zwei Kerzen unbekannter Größe dabei. Bei den Bechermaterialien handelt es sich um PP (fünf Becher) und dem kompostierbaren Biocellat (zwei Becher). Die Becher wurden gewogen, anschließend von etwaigen Wachsresten und der Dochthalterung gesäubert und noch einmal verwogen. Es konnten Verunreinigungen durch schlechtes Abbrennen des Wachses von bis zu 62 % des Bruttogewichtes der Kerzenbecher festgestellt werden. Die **durchschnittliche Masse** eines (sauberen) Grablichtes wurde mit **15 g** ermittelt, was gut mit Schätzungen aus der Literatur übereinstimmt (vgl. SALHOFER ET AL., 2000). Unter der Voraussetzung, dass alle Grabstätten nur mit Biokunststoffgrablichtern bestückt werden, könnte Kunststoffabfall in der Größenordnung von **30 bis 69 Tonnen pro Jahr** vermieden werden. Es kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie hoch der derzeitige Anteil von Kerzen mit Biocellat- bzw. Glashüllen ist.



Abb. 6.3: Für die Abschätzung der durchschnittlichen Masse herangezogene Kerzenbecher

Um diese Abfallmassen allerdings tatsächlich durch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen ersetzen zu können, müsste auf jeden einzelnen Friedhofsbesucher Einfluss genommen werden. Nach einer Umfrage, welche in der Karwoche 1994 auf Wiener Friedhöfen durchgeführt wurde, kaufen etwa zwei Drittel der Besucher die Grablichter im Supermarkt (GOLDSCHMID und HAUER, 1994). Eine Umstellung des gesamten Grabkerzen-sortiments im Handel ist als sehr unwahrscheinlich einzustufen. Es könnten lediglich auf freiwilliger Basis bei **kooperationswilligen Händlern**, vorzugsweise direkt in Friedhofsnähe, Kerzenbecher aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz kommen.

KLOUD und GRAGGABER (2000) untersuchten die Möglichkeiten des Aufstellens von Mehrwegkerzenautomaten auf Wiener Friedhöfen nach Münchner Vorbild. Die Autoren gehen davon aus, dass rund 17 % aller auf den Friedhof gebrachten Kerzen aus den Automaten gekauft würden. Das entspricht etwa der Hälfte der von GOLDSCHMID und HAUER (1994) in einer Befragung ermittelten 33 %, welche jene Kerzen darstellen, die erst in unmittelbarer Nähe des Friedhofes gekauft werden. Bei einem Lokalaugenschein bei Grabkerzenautomaten, welche am Ottakringer Friedhof im 16. Bezirk aufgestellt sind, wurde festgestellt, dass derzeit nur Einwegkerzen mit Kunststoffbechern angeboten werden. Um nun möglichst viele der in der Nähe des Friedhofs eingekauften Kerzen durch solche mit Bechern aus nachwachsenden Rohstoffen zu ersetzen, wäre daher auch eine **Bestückung der Automaten** mit entsprechenden Produkten sinnvoll.

Bei einer Umstellung des Sortiments der Friedhofsgärtner und der Automatenbestückung könnten entsprechend der Ergebnisse von GOLDSCHMID und HAUER (1994) etwa 33 % aller Kerzen durch solche mit kompostierbarem Becher umgestellt werden. Es ergibt sich daher ein Potential von rund **10 bis 23 t pro Jahr** für die Wiener städtischen Friedhöfe.

Es ist anzunehmen, dass leere Kerzenbecher von der Grabstelle am Friedhofsareal entsorgt werden. Dadurch erscheint es möglich und sinnvoll, die kompostierbaren Kerzenbecher über den Friedhofsbiomüll, der getrennt von Biotonnen aus Haushalten abgeholt und behandelt wird, zu entsorgen. Die Identifizierung der kompostierbaren Becher ist dadurch erleichtert, dass es für diese derzeit nur einen bekannten Anbieter, nämlich die Firma Aeterna Lichte, gibt. Darüber hinausgehend müssten Friedhofsbesucher über herkömmliche und kompostierbare Kerzenbecher und deren mögliche Verwertung informiert werden, damit die Becher auch tatsächlich richtig entsorgt werden können. Über einen möglichen negativen Einfluss von Wachsresten in den Kerzenbechern bzw. der Metallhalterungen des Dochtes auf die Kompostierung bzw. die Qualität des Kompostes liegen keine Informationen vor.

Bei einer Begehung von verschiedenen Verkaufsstellen für Grabkerzen konnte festgestellt werden, dass Kerzen mit kompostierbarem Becher in Drogerieketten und größeren Supermärkten angeboten werden. Es handelt sich durchwegs um Produkte der Fa. Aeterna Lichte aus Hamburg (siehe Abb. 6.3, 1. und 2. Becher von links). Der **Preis** liegt allerdings deutlich über jenem von größengleichen herkömmlichen Grabkerzen (Tab. 6.1). Ein Grablicht der **Größe 3** (Brenndauer: 3 Tage) kostet im herkömmlichen Kunststoffbecher rund 0,49 Euro, im kompostierbaren Becher 1,79 Euro. Bei **Größe 7** (Brenndauer: eine Woche) liegt der Preis für ein herkömmliches Grablicht bei 0,99 Euro, für das kompostierbare sind rund 2,99 Euro zu bezahlen. Es muss dabei angemerkt werden, dass sich die Kerzen nicht nur beim Becher unterscheiden, es werden auch andere Kerzenqualitäten eingesetzt, was sich natürlich auch im Preis niederschlägt. Bei den Kerzen mit kompostierbarer Biocellathülle wird 100 % reines Pflanzenöl für die Kerze verwendet, herkömmliche Grablichter bestehen zu nur rund 30 % aus Öl. Ein direkter Preisvergleich der Becher allein ist daher nicht sinnvoll.

Grablicht	Preis Kunststoffbecher [Euro]	Preis kompostierbarer Becher [Euro]	Preisdifferenz [%]
Größe 3	0,49	1,79	265
Größe 7	0,99	2,99	202

Tab. 6.1: Preisvergleich von Grabkerzen im Kunststoffbecher mit solchen im kompostierbaren Becher

Der Bereich Grablichter wird **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, weil zum einen eine vollständige Umstellung aller auf einen Friedhof gebrachten Kerzen nicht realistisch ist und nach den vorliegenden Informationen maximal rund 1/3 aller Kerzen substituiert werden könnten. Zum anderen erscheint die Forcierung von Mehrweggrablichtern sinnvoller.

6.2.2 Grabschmuck

Auch Grabschmuck stellt eine wichtige Verunreinigungsquelle für die biogene Fraktion auf Friedhöfen dar (vgl. Abb. 6.1). Laut einer Wiener Studie aus dem Jahr 1994 beträgt der nicht kompostierbare Anteil bei Kränzen etwa 14 %, bei sonstigem Grabschmuck sogar 18 %, wobei hier rund ein Viertel aus Kunststoffen besteht (GOLDSCHMID und HAUER, 1994). Materialien wie Kunststoffe und beschichtete Metalle müssen vor einer Kompostierung mühsam aussortiert werden, oder der gesamte Grabschmuck wird zum Restmüll entsorgt. Durch den Einsatz von kompostierbaren Materialien kann der Grabschmuck mit der restlichen biogenen Fraktion verwertet werden.

In der Richtlinie UZ 29 – Kompostierbare Blumenarrangements und Kränze des Österreichischen Umweltzeichens sind detaillierte Angaben zu den zu verwendenden Materialien zu finden. Die meisten nicht abbaubaren Materialien, welche für Blumenarrangements verwendet werden, können durch natürliche Materialien, wie Stroh, Naturgarne etc.,

ersetzt werden. Bei Steckmassen werden in der Richtlinie auch synthetische Materialien zugelassen, sofern diese ohne Verwendung von halogenierten organischen Verbindungen hergestellt werden und die biologische Abbaubarkeit und Kompostierbarkeit nach der ÖNORM EN 13432 oder DIN V 45 900 Teile 1-3 nachgewiesen ist. Im Oktober 2002 waren österreichweit 75 Gärtnerbetriebe mit dem Umweltzeichen ausgestattet, in Wien war es lediglich einer (www.umweltzeichen.at/article/articleview/789/1/246/Blumengestecke_und_Kraenze_mit_dem_Umweltzeichen; Zugriff am 11.10.2004).

Derzeit (Stand Dezember 2004) ist **österreichweit kein einziger Betrieb** mehr mit dem Umweltzeichen ausgestattet. In einem Gespräch mit einem der Autoren der Richtlinie UZ 29 – Kompostierbare Blumenarrangements und Kränze des Österreichischen Umweltzeichens konnten die wesentlichen Schwierigkeiten bei der Anerkennung als Umweltzeichenbetrieb eruiert werden. Bei der Verwendung von frischen Blumen für Gestecke oder Kränze ist eine Steckmasse notwendig, die neben der mechanischen Befestigung der Blumen auch eine Wasserspeicherung zulässt. Bisher konnte jedoch kein Material gefunden werden, das neben der Kompostierbarkeit nach ÖNORM bzw. DIN, auch Festigkeit und Wasserhaltevermögen aufweist. Für trockene Gestecke und Kränze kann auf andere Materialien zurückgegriffen werden, die gemäß der Richtlinie kompostierbar sind, wie Stroh, Altpapier u.a. Weiters wird es als schwierig eingestuft, neue Materialien zum Einsatz zu bringen, weil das **Interesse bei den Betrieben und auch den Kunden eher gering** ist.

Diese Einstellung teilt auch ein zweiter befragter Experte aus dem Bereich Friedhofsgärtner. Aufgrund der ohnehin wirtschaftlich angespannten Lage und rückläufigem Umsatz kann mit neuen, teureren Materialien nur dann gearbeitet werden, wenn damit mehr Kunden erreicht werden können. Durch den Preisdruck der billigen Supermarktketten kaufen auch Friedhofsgärtner oft fertige Ware zu, deren Materialien sie nicht beeinflussen können. Zudem waren ihm selbst bis zum Zeitpunkt des Interviews keinerlei Informationen über Biokunststoffe bekannt.

SALHOFER ET AL. (2000) errechneten auf Basis der Abfallmengen auf Wiener Friedhöfen im Jahr 2000 bei ausschließlicher Verwendung von kompostierbarem Grabschmuck ein Vermeidungspotential von rund **850 t Metallen** und **230 t Kunststoffen pro Jahr**. Es sind keine aktuelleren Zahlen und Informationen verfügbar, welche eine wesentliche Veränderung der damals getroffenen Annahmen erfordern würden.

Nachdem im Bereich Grabschmuck bereits für viele Produkte nachwachsende Rohstoffe wie Stroh, Reisig etc. eingesetzt werden und für die verbleibenden Produkte (v.a. Steckmassen) derzeit keine geeigneten Biokunststoffe am Markt sind, wird **kein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3 Großveranstaltungen

Großveranstaltungen jeglicher Art bringen einer Stadt wie Wien nicht nur Vorteile, zumeist fallen zusätzliche Abfälle an, welche sich in der Zusammensetzung und Menge nach der Art der Veranstaltung unterscheiden. Neben Verpflegung werden den Besuchern oft auch Fanartikel und Informationsbroschüren angeboten. Es müssen daher spezifische Maßnahmen getroffen werden, um die Menge der Abfälle zu verringern bzw. die Qualität zu verbessern.

Prinzipiell sind bei den Überlegungen zu abfallverringenden Maßnahmen bei Großveranstaltungen die speziellen Eigenheiten der Veranstaltung zu beachten. Bei **räumlich abgegrenzten Festen**, bei denen die Besucher keine großen Distanzen zurücklegen, ist es zumeist möglich, Mehrwegsysteme mit keramischem Geschirr und metallischem Besteck für die Verpflegung einzusetzen. Es sind fast immer Wasser-, Strom- und Kanalanschlüsse vorhanden und es bietet sich der Einsatz des Wiener Geschirrmobils an. Beispiele dafür sind das Filmfestival oder der Christkindlmarkt am Wiener Rathausplatz. Hier kann sowohl mit Pfand als auch ohne gearbeitet werden. Bei Veranstaltungen, bei denen sich die Besucher über eine **größere Strecke weiterbewegen**, wie z.B. am Wiener Donauinselfest, sind solche Systeme meist nicht gut möglich. Keramisches Geschirr und Glas ist aufgrund seiner Bruchempfindlichkeit weniger für einen Transport über längere Strecken, womöglich noch im dichten Menschengedrange, geeignet. Es fehlen außerdem oftmals die entsprechenden Wasser-, Strom- und Kanalanschlüsse, um vor Ort Waschanlagen aufzustellen. Trotzdem können auch hier Mehrwegsysteme zum Einsatz kommen, bruchfeste und leichte Kunststoffsysteme mit Pfand haben hier gegenüber anderen Materialien Vorteile. Dies gilt auch für Veranstaltungen, bei denen aufgrund von **Sicherheitsüberlegungen** Materialien wie Flaschen und Gläser im Zuschauerraum verboten sind, wie z.B. bei sportlichen Veranstaltungen (vgl. Wiener Veranstaltungsstätten-gesetz, § 29 Abs. 4).

Der höhere **organisatorische Aufwand** für Mehrwegsysteme und die oben angeführten **speziellen Bedürfnisse** bestimmter Veranstaltungen bedingen oftmals die Verwendung von Einwegprodukten für die Verpflegung. Als Beispiel für eine Veranstaltung, bei welcher der Einsatz von Mehrwegsysteme wenig sinnvoll ist, kann der Wiener Marathon genannt werden. In diesen Fällen fände kompostierbares Einweggeschirr eine sinnvolle Anwendungsmöglichkeit, welche auch im Event-Manager, der Informationsbroschüre der MA 36 für Veranstaltungen, empfohlen wird (MA 36, 2003). Becher aus Polymilchsäure wurden beispielsweise bei den Olympischen Spielen 2002 in Salt Lake City für den Ausschank von Coca Cola verwendet (www.ibaw.org).

Im Zuge des Projektes WieNaWARO wurden einige der vielen jährlich in Wien stattfindenden Großveranstaltungen exemplarisch herausgenommen und deren relevanten Abfallmengen bzw. -produkte untersucht.

6.3.1 Kongresse und Messen

Für das Jahr 2003 wurde seitens der Stadtinformation mitgeteilt, dass 86 Kongresse bzw. Messen in Wien stattfanden. Eine genauere Recherche ergab jedoch, dass diese Zahlen nur einen Teil der tatsächlichen Veranstaltungen abdecken. Als wesentliche Veranstaltungsorte von großen Kongressen und Messen wurden die folgenden identifiziert:

- Austria Center
- Messezentrum Wien neu
- Kongresshaus Wien
- Stadthalle
- Technische Universität Wien

- Museumsquartier
- Österreichische Akademie der Wissenschaften
- Künstlerhaus
- Donauzentrum
- Rathaus
- Kurhalle Oberlaa
- Haus der Industrie
- Rathausplatz

Für eine genauere Analyse wurde stellvertretend das **Austria Center** herangezogen, da hier Teilnehmerzahlen (2003) sowie Abfallmengen (2004) recherchiert werden konnten. Im Austria Center wurden im Jahr 2003 75 Kongresse mit einer Teilnehmerzahl zwischen 900 und 8.600, sechs Ausstellungen mit 2.000 bis 65.000 Teilnehmern, sechs Konzerte/Bälle mit zwischen 1.400 und 4.680 Teilnehmern sowie 37 weitere Veranstaltungen mit zwischen 1.600 und 25.000 Teilnehmern durchgeführt (HERNETH, 2003). Genauere Recherchen bezüglich des Einsatzes von Produkten, die potentiell durch solche aus Biokunststoffen ersetzt werden könnten, sollten in weiterer Folge nur mehr für große Veranstaltungen im Austria Center (ab ca. 10.000 Teilnehmer) durchgeführt werden, da dort ein relevantes Potential zu erwarten war. Aufgrund der hohen Besucherzahl besonders interessant erschien das Österreichische Spielefest, für welches rund 65.000 Teilnehmer angegeben wurden.

Nach Kontakt mit einem Mitarbeiter des Austria Centers stellte sich heraus, dass bei den Veranstaltungen prinzipiell **Porzellangeschirr, Gläser und normales Besteck** verwendet wird. Es gibt nur wenige Ausnahmen, wo von Sponsoren Lunchpakete quasi als Werbeträger zur Verfügung gestellt werden. Auf die Auswahl der verteilten Produkte bzw. deren Verpackung hat man von der Verwaltung des Austria Centers aus keinen Einfluss. In Summe fielen im Jahr 2004 150.000 Pappbecher für Tee und Kaffee, 100.000 Kunststoffbecher für alkoholfreie Getränke, 30.000 Pappteller und 15.000 Kunststoffbestecke an. Nachdem dieses Material eine sonst im Austria Center nicht übliche Abfallart ausmacht und nur an wenigen Tagen überhaupt anfällt, wird es getrennt gesammelt und entsorgt.

Nachdem Produkte, die für den Ersatz durch solche aus Biokunststoffen geeignet erscheinen, nur bei speziellen Veranstaltungen verwendet werden, die Abfallmengen auf mehrere Zeitpunkte verteilt sind, der Kreis der zu erreichenden Personen sehr eingeschränkt ist und die Kongressteilnehmer oft keine Wiener sind (keine Bewusstseinsbildung für Wien), wird der Bereich der Messen und Kongresse **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.2 Fußball- bzw. Multifunktionsstadion

Bei Veranstaltungen wird großes Augenmerk auf die Sicherheit der Spieler und Fans gelegt. Vor allem bei größeren Fußballspielen, bei denen Sieg oder Niederlage tausende Anhänger in Hochstimmung oder Depression stürzt, müssen **verstärkte Sicherheitsmaßnahmen** ergriffen werden. Neben spitzen Gegenständen, wie Scheren oder Messer, dürfen auch harte Objekte wie Flaschen, Schläger, etc. nicht ins Stadion mitgenommen werden. Laut Wiener Veranstaltungsstättengesetz § 29 Abs. 4 dürfen bei sportlichen Veranstaltungen, soweit keine Tische aufgestellt sind, *„Flaschen und Gläser nicht in den Zuschauerraum gebracht oder dort abgestellt werden, doch dürfen Flaschen zum Zwecke des Ausschankens in Becher aus Papier, nicht splitternden Kunststoffen u. dgl. ohne Ausfolgung an die Zuschauer bis zu diesen gebracht werden“*. Aus diesem Grund wird bei Veranstaltungen auf Kunststoffeinweg- oder -mehrsysteme zurückgegriffen.

Das folgende Kapitel konzentriert sich auf die Sportart **Fußball**, weil diese Spiele in Wien regelmäßig veranstaltet werden und von einer großen Anzahl von Besuchern frequentiert sind. Zudem wurde die empirische Untersuchung nach einem Fußballspiel im Ernst-Happel-

Stadion durchgeführt, weil dieses das größte in Wien befindliche Stadion darstellt. Bezüglich Einschätzung der Übertragbarkeit der Ergebnisse siehe Ende des Kapitels.

In Wien gibt es **drei große Fußballstadien**, das Ernst-Happel-Stadion (49.000 Sitzplätze), das Gerhard-Hanappi-Stadion (19.000 Sitzplätze)¹⁷ und das Franz-Horr-Stadion (11.800 Sitzplätze)¹⁸. Das Ernst-Happel-Stadion und das Hanappi-Stadion stehen im Eigentum der Stadt Wien, Magistratsabteilung 51 und werden von der Wiener Stadthallen Betriebs- und Veranstaltungsgesellschaft m.b.H. im Namen und auf Rechnung der Stadt Wien, Magistratsabteilung 51-Sportamt der Stadt Wien, geführt.

Um genauere Informationen über die Abfallzusammensetzung nach einem Fußballmatch zu erhalten, wurde nach dem Spiel der Weltmeisterschaftsqualifikation Österreich gegen Polen am 9. Oktober 2004 im Ernst-Happel-Stadion eine **Begehung** durchgeführt. Das Spiel war mit 46.100 Zuschauern ausverkauft. Gegen Ende der Aufräumarbeiten wurden die zur Entsorgung bereitgestellten Restmüllbehälter gesichtet. Es konnten insgesamt 15 1.100 l Behälter untersucht werden, wobei neun Behälter zu 100 %, die restlichen um die 60 % gefüllt waren. Fast alle Abfälle waren in zugebundenen Abfallsäcken aus Kunststoff verpackt. Außer den Behältern konnten noch etwa 30 bis 35 lose Säcke begutachtet werden, welche ebenfalls zur Entsorgung bereit standen. Diese genannten Mengen wurden innerhalb des Stadions entsorgt. Um das Stadion herum sind einige Altstoffsammelstellen eingerichtet, welche zum Zeitpunkt der Begehung und Sichtung jedoch fast ausnahmslos leer angetroffen wurden. Nachdem die Entsorgung der Abfälle des letzten Spiels noch in vollem Gange war (die Tribünen wurden noch gekehrt), ist nicht anzunehmen, dass bereits eine Entleerung der Altstoffsammelbehälter stattgefunden hatte. Es wird daher davon ausgegangen, dass die anfallenden Abfälle fast ausschließlich in den Restmüll entsorgt werden.

Bei der **Sichtung** der Behälter wurde bei geöffnetem Deckel lediglich der Inhalt einiger an der Oberfläche befindlichen Säcke in Augenschein genommen. Woher der Inhalt der einzelnen Säcke genau stammt, vom Boden der Besuchertribünen, aus Mistkübeln oder direkt von den Verkaufsständen, konnte nicht erhoben werden.

Nach Auskunft eines Mitarbeiters der Stadionverwaltung werden im Happel- und im Hanappistadion jeweils Pfandsysteme für Einweggetränkebecher aus Kunststoff eingesetzt. Die Pfandhöhe beträgt derzeit (2004) 1 Euro. Dies war wohl auch der Grund, warum bei der Sichtung tatsächlich nur wenige Getränkebecher im Restmüll vorgefunden wurden. Insgesamt konnten **sieben verschiedene Bechertypen** aus vier unterschiedlichen Materialien gezählt werden. Die angetroffenen Materialien waren Papier, geschäumtes Polystyrol, Polystyrol und Polypropylen. Einer der Becher (Abb. 6.4, zweiter von rechts) konnte eindeutig als Mehrwegbecher identifiziert werden, bei einem zweiten (Abb. 6.4, ganz rechts) liegt die Wahrscheinlichkeit aufgrund des Materials und der Wandstärke nahe. Es wird vermutet, dass es sich bei diesen Bechern um Restbestände der ehemals eingesetzten Mehrwegbeckersysteme handelt. Der Verbleib der Pfandkunststoffbecher konnte nicht erhoben werden. Es konnte ebenso nicht festgestellt werden, wie viele Kunststoffbecher insgesamt über den Restmüll entsorgt wurden.

Nach HAVRAN (2000) konsumieren rund 50 % der Besucher einer Veranstaltung ein Getränk. Bei einem ausverkauften Match im Ernst-Happel-Stadion mit 49.000 Zuschauern ist daher mindestens von etwa **24.500 Bechern** auszugehen. Die Verwiegung der bei der Begehung mitgenommenen Bechertypen ergab eine durchschnittliche Masse von 7,2 Gramm pro Becher. Es ergibt sich ein Potential von **mindestens 176 kg Kunststoff pro ausverkauftem Spiel** im Happel-Stadion, welches durch die Verwendung von Einwegbechern verursacht wird.

¹⁷ Quelle jeweils www.stadthalle.com

¹⁸ Quelle: www.fk-austria.at/barrierefrei/stadion.html



Abb. 6.4: Im Restmüll gefundene Bechertypen aus dem Happel-Stadion

Die volumsmäßig am stärksten vertretene Fraktion waren leere 0,5 l PET-Flaschen für alkoholfreie Erfrischungsgetränke wie Eistee oder Cola. Diese waren nahezu sortenrein in den Mistsäcken gesammelt und anschließend in den Restmüll entsorgt worden (Abb. 6.5).



Abb. 6.5: PET-Fraktion im Restmüll beim Happel-Stadion

Eine andere Fraktion, welche auffiel, waren rot-weiß-rote Kunststoffschläuche mit dem Aufdruck des Logos des österreichischen Fußballbundes (ÖFB), welche offensichtlich zum Anfeuern der österreichischen Mannschaft während des Spiels dienen (Abb. 6.6). Es handelt sich dabei um einen 65 cm langen Kunststoffschlauch, der an beiden Enden verschweißt ist, und im Inneren etwas Luft beinhaltet. In einem Müllsack wurden außerdem rohe Fleischstücke, in einem anderen originalverpacktes vorgeschnittenes Brot gefunden.



Abb. 6.6: ÖFB-Fahne

Die Abfallmengen, welche rund um das Stadion am Boden anfallen, werden getrennt erfasst und auf einem eingezäunten, abgesperrten Platz bis zur Abholung gelagert. Eine Sichtung konnte nur aus einiger Entfernung durchgeführt werden, es zeigte sich jedoch insofern ein Unterschied zu jenen Abfällen, die innerhalb des Stadions anfallen, als dass eine größere Anzahl an Getränkedosen bemerkbar waren. Getränkedosen dürfen aus Sicherheitsgründen nicht ins Stadion mitgenommen werden, weshalb sie von den Besuchern vor dem Stadion ausgetrunken, meist auf den Boden entsorgt und von einer gesonderten Aufräumtruppe zusammengekehrt werden.



Abb. 6.7: Abfälle von außerhalb des Stadions

In Deutschland wurden im Vorfeld der Fußballweltmeisterschaft auf Basis des regulären Bundesligaspielbetriebs in neun Stadien Daten zu den zu erwartenden Abfallmengen ermittelt. Die Untersuchungen zeigten, dass es zu starken Schwankungen zwischen unterschiedlichen Stadien kommt und im Schnitt mit einer Abfallmasse von rund **0,1 kg pro Zuschauer und Spiel** gerechnet werden kann (GREEN GOAL, 2003). Es konnte jedoch nicht erhoben werden, ob es sich dabei um Abfallmengen innerhalb und/oder außerhalb des Stadions handelt. Nach GREEN GOAL (2003) setzen sich diese Mengen zu je einem Drittel aus Restmüll bzw. Papier zusammen, das restliche Drittel teilt sich zu je rund 15 % auf Glas und Bioabfall auf. Die Kunststoff- und Leichtverpackungsfraction nimmt nur 3 % des Gesamtabfalls ein. Für eine Hochrechnung der Gesamtmenge auf ein Spiel im Ernst-Happel-

Stadion wird angenommen, dass es sich bei den Angaben von GREEN GOAL (2003) um die Gesamtabfallmengen im gesamten Stadionbereich (außen und innen) handelt. Somit ergeben sich mit 0,1 kg Abfall pro Zuseher und Spiel bei einem ausverkauftem Ernst-Happel-Stadion (49.000 Zuseher) rund **4,6 t Gesamtabfall pro Spiel**.

Sportstadien können meist für mehrere Sportarten, aber auch für andere, z.B. kulturelle, Veranstaltungen genutzt werden. So werden beispielsweise im Ernst-Happel-Stadion neben Fußballspielen auch Leichtathletikwettkämpfe und Popkonzerte veranstaltet. Einen **Rückschluss auf andere (sportliche) Veranstaltungen** in Stadien lassen die durchgeführten Untersuchungen nur zum Teil zu. Vergleichbar sind sicherlich die Erhebungen bzw. Berechnungen der innerhalb des Stadions **konsumierten Getränke** (Becher bzw. PET-Flaschen), welche bei offenen Stadien stark von den herrschenden Witterungsverhältnissen abhängig sind. Sofern gleiche organisatorische Verhältnisse vorliegen, wie z.B. eingemietete Caterer, Verwendung von Kunststoffeinwegbechern etc., gelten die angegebenen Abfallmengen aus dem Verpflegungsbereich daher auch für andere Stadien wie das Ferry-Dusika-Hallenstadion, die Albert-Schultz-Eishalle und das Gerhard-Hanappi-Stadion, welche ebenfalls in Eigentum der MA 51 stehen und von der Wiener Stadthalle Betriebs- und Veranstaltungsgesellschaft m.b.H. geführt werden.

Die **außerhalb** des Stadions **angefallenen Abfallmengen** sind möglicherweise ebenfalls vergleichbar, wobei hier keine Informationen darüber vorliegen, ob z.B. bei Leichtathletikveranstaltungen oder Konzerten ebenso viele oder wenige Besucher mit Bierdosen zum Stadion kommen, wie bei einem Fußballspiel. Auf alle Fälle unterscheiden sich Veranstaltungen in den Mengen und der Art an **Fanartikeln** (z.B. ÖFB-Fahne, Flyer), welche jeweils veranstaltungsspezifisch auftreten.

Obwohl pro Veranstaltung in einem Fußball- bzw. Multifunktionsstadion verhältnismäßig wenig Abfall pro Besucher anfällt, wird für die Produkte Getränke und Fanartikel der Bereich **für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**. Grund dafür sind die Auflagen der Sicherheitsbestimmungen, die Möglichkeit der einfachen getrennten und sortenreinen Sammlung der Becher, die Übertragbarkeit auf andere Stadien und die hohe zu erwartende Erreichbarkeit der Öffentlichkeit.

6.3.3 Entenrennen

Die Idee dieser Veranstaltung kommt aus den USA, wo erstmals 1988 Kunststoffenten für einen guten Zweck in Arizona in ein Fließgewässer geworfen wurden (www.duckrace.com/index.cfm). Jede Ente hat eine Startnummer, welche mit dem Kauf eines Loses einem bestimmten Besitzer zugeordnet wird. Der Erlös aus dem Losverkauf wird für ein regionales gemeinnütziges Projekt gespendet. Die Enten werden gemeinsam ins Wasser geschüttet und es gewinnen die Besitzer jener Enten, welche unter den Ersten sind, die das definierte Ziel stromab erreicht haben. Nach der Ziellinie wird versucht, möglichst viele Enten wieder herauszufischen, entweder um sie noch zu verschenken oder zu verkaufen bzw. nach einer Reinigung wieder einsetzen zu können. Die Idee breitet sich auch über Österreich aus und obwohl die Enten verschiedener Anbieter immer anders aussehen, haben sie doch gemeinsam, dass sie oft einfach weiterschwimmen und sich nicht mehr einfangen lassen.

Das **erste Entenrennen** in Wien hat im Jahr **2000** am Wiener Donaukanal stattgefunden, wobei der Nutznießer des Loserlöses damals der Wiener Stephansdom war (www.quak.at). Nach Zeitungsberichten des Wiener Kurier und des Standard waren insgesamt 50.000 Enten von der Friedensbrücke zur Urania unterwegs. Zahlreiche Enten sind bei diesem Rennen auf und davon geschwommen, ein Artikel in der Tageszeitung Kurier berichtete von **3.000 verlorenen Enten** (ROTTENBERG, 2000; ANONYMUS, 2000).

Zu Gunsten des Integrationshauses wurden am 18. Juli 2004 20.000 rote Kunststoffenten von der Heiligenstädter Brücke in den Donaukanal gestürzt (Abb. 6.8). Von den 20.000

Enten konnten rund 10.000 Enten nicht „gerettet“ werden und suchten ihren Weg weiter die Donau entlang. Die entwichenen Enten mussten zum Teil von der MA 45 (Wasserbau), der Wasserstraßendirektion und der MA 49 (Nationalparkverwaltung) eingesammelt werden. Laut einem Artikel in der Tageszeitung Der Standard wurde eine der trotzdem entwichenen Enten an der Donaumündung gesichtet, andere kamen „nur“ bis Bratislava, einige fanden sich im Kraftwerk Freudenau bzw. in den Donauauen wieder (DAVID-FREIHSL, 2004). Die „Restenten“ werden im Integrationshaus gelagert bzw. wurden vor Ort verkauft bzw. verschenkt.

Die Kunststoffenten wurden vom Integrationshaus über eine Mittler-Agentur aus China bezogen und hatten ein Gesamtgewicht von ca. **1 Tonne**. Der Veranstalter des Rennens hat sich in einem persönlichen Gespräch interessiert gezeigt, ein alternatives Material für die Kunststoffenten zu testen.



Abb. 6.8: Start des Entenrennens 2004 bei der Heiligenstädter Brücke

Trotzdem der Veranstalter Interesse bekundet hat und die Kunststoffenten erhebliche Probleme stromab der Veranstaltung verursachen, kann der Bereich wegen Fehlen eines adäquaten Ersatzmaterials aus Biokunststoffen **nicht als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen** werden. Es wird an dieser Stelle jedoch auf den Bedarf an Forschung bzw. Materialtests hingewiesen.

6.3.4 Vienna City Marathon

Am 22. Mai 2005 findet der mittlerweile 22. Vienna City Marathon statt. Neben einer großen Zahl an Orangen, Bananen, Mineralwasser und elektrolytischen Getränken benötigt die Verpflegung der rund 25.000 Teilnehmer etwa 500.000 Trinkbecher, welche bei den Verpflegungsstationen alle 5 km abgegeben werden (www.vienna-marathon.com). Aus logistischen Gründen werden Einwegkunststoffbecher verwendet. Nach Auskunft der Organisatoren des Vienna City Marathons werden die Becher von den Getränkesponsoren zur Verfügung gestellt, d.h. sie selbst können keinen Einfluss auf das Material der verwendeten Becher nehmen. Unter der Annahme einer durchschnittlichen Bechermasse von 7,2 g ergeben sich **3,6 t an Kunststoffabfall**.



Abb. 6.9: Becher beim Vienna City Marathon (Quelle: www.cityrun.at/pics/vcm_klein.jpg)

Trotzdem der Veranstalter angibt, keine Einflussmöglichkeit auf das Material der gesponserten Becher Einfluss zu haben, wird angenommen, dass in diesem Fall mit den Sponsoren verhandelt werden kann. Der Bereich wird daher **für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.5 Donauinselfest

Im Juni 2004 fand das mittlerweile 21. Donauinselfest auf der Wiener Donauinsel statt. Auf 6,5 km Festgelände wurden für die dreitägige Veranstaltung 20 Bühnen, etwa 220 Büro- und Materialcontainer, 50 Wohnwagen, 25 Zelte, sechs Info- und Meetingpoints sowie rund 250 Hütten und Verkaufsstände aufgebaut. Für die leibliche Verpflegung der rund 2,5 Mio. Besucher¹⁹ wird Einweggeschirr eingesetzt. Laut den Richtlinien der Veranstalter müssen die Caterer für Getränke verpflichtend die vom Veranstalter zur Verfügung gestellten Kunststoffpfandbecher verwenden. Es handelt sich dabei laut Auskunft der Veranstalter um Polyethylenbecher, welche bei der Retournierung getrennt von anderen Abfällen gesammelt und anschließend einer Kunststoffverwertung zugeführt werden. Es konnte nicht festgestellt werden, ob vertragliche Verpflichtungen bestehen, Kunststoffbecher von einem bestimmten Hersteller abzunehmen.

Nachdem von Seiten der Veranstalter keine Angaben zu anfallenden Mengen zur Verfügung gestellt wurden, wird eine Schätzung vorgenommen. Es wird wieder nach HAVRAN (2000) angenommen, dass jeder zweite der 2,5 Mio. Besucher ein Getränk zu sich nimmt, wobei die mittlere Bechermasse 7,2 Gramm beträgt. Es ergeben sich rund **9 t Abfälle durch Becher**.

Laut Auskunft der Veranstalter wurde bereits über die Verwendung von biologisch abbaubaren Bechern nachgedacht. Nach Ansicht der Verantwortlichen steht die Kunststoffrecyclingung dem ökologischen Gedanken näher als eine Verrottung eines abbaubaren Bechers, weil bei der Verwertung des Kunststoffes Erdöl eingespart werden kann. Offensichtlich liegt hier eine Fehlinformation der Verantwortlichen über Herkunft und Eigenschaften der biologisch abbaubaren Becher vor.

Die Voraussetzungen sind beim Donauinselfest ähnlich denen beim Marathon, weshalb diese Veranstaltung **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen** wird.

¹⁹ Quelle: archiv.vienna.at/pubs/redaktion/donauinselfest2004/news-109352.shtm

6.4 Gartenbau

Das Wiener Stadtgartenamt, MA 42, betreut rund 19 km² öffentliche Parkanlagen, dazu kommen noch Alleen, Kinderspielplätze, Pflanzschalen und Grünstreifen in Wien. Viermal jährlich werden Auspflanzungen vorgenommen, wobei ein Großteil der Blumen aus den eigenen Blumengärten in Hirschstetten kommen.

6.4.1 Blumengärten Hirschstetten

Der Schwerpunkt des Kultivierungsbetriebes des Stadtgartenamtes befindet sich in den Blumengärten Hirschstetten, zusätzlich gibt es noch einen Zweigbetrieb in Essling, wo eine Gärtnerei und eine Baumschule ansässig sind. Gemeinsam weisen die beiden Gärtnereien insgesamt 50.000 m² Hochglasfläche und 6.000 m² Folientunnel auf. Für die Aufzucht der ein- und zweijährigen Frühjahrs-, Sommer- und Herbstauspflanzungen in den Wiener Parks dient etwa die Hälfte dieser Flächen. Weiters zählen die Ausschmückung von städtischen Büroräumen (Amtshäuser, Schulen, Krankenhäuser, usw.) und Pflege der dortigen Zimmerpflanzen sowie die Durchführung von floristischen Dekorationen von Veranstaltungen wie WienBälle, zu den Aufgaben der Blumengärten Hirschstetten (<http://wien.at/ma42/parks/resgart.htm>).

Als mögliche zu ersetzende Produkte im Bereich Gartenbau wurden **Pflanztöpfe** und diverse andere **Bedarfsartikel** identifiziert. Ein abbaubarer Pflanztopf aus nachwachsenden Rohstoffen kann beim Einpflanzen der Pflanze mit dieser in die Erde gesetzt werden. Dadurch kommt es zu einer Arbeitserleichterung, da die Pflanzen nicht ausgetopft und die leeren Töpfe nicht extra entsorgt werden müssen (sh. auch Kapitel 5.7). Bei bestimmten Anwendungen sind einige der am Markt angebotenen Pflanztöpfe jedoch offensichtlich weniger gut geeignet, um mit den Pflanzen eingesetzt zu werden. Der Vorteil, dass diese Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt sind, ist jedoch davon unabhängig vorhanden und so kann eine Entsorgung über die Kompostierung auch als Alternative betrachtet werden. Im schlechteren Fall kann die Entsorgung über den Restmüll erfolgen, wobei bei der Verbrennung im Gegensatz zu herkömmlichen Kunststofftöpfen immer noch klimaneutrales CO₂ freigesetzt wird.

Die Stadtgärten in Hirschstetten verwenden keine Mulchfolien, Bindegarne, Wurzelnetze, Steckunterlagen, Mulchvliese und dergleichen, welche man durch Produkte aus Biokunststoffen ersetzen könnte. Der Anteil an Abdeckfolien ist zu vernachlässigen, da dieser äußerst gering ist. Als Ersatz für die derzeit verwendeten PVC-Transportcontainer wurden für einen kurzen Testzeitraum Tontöpfe eingesetzt, diese erwiesen sich aber als zu brüchig und zu schwer, weshalb diese Töpfe nicht mehr verwendet werden. Nachdem sich im Bereich der Bedarfsartikel wenig Potential ergab, wurden ausschließlich die Pflanztöpfe weiter recherchiert.

Nach Angaben der Wiener Blumengärten in Hirschstetten werden ca. 260.000 Pflanztöpfe für Frühjahrsblumen und 800.000 Pflanztöpfe für Sommerblumen aus PVC verwendet. Etwa ein Drittel dieser Pflanztöpfe wird einmal wiederverwendet, der Rest wird dem Restmüll zugeführt, da der Aufbereitungsprozess für die Wiederverwendung aufwendig ist. Die Töpfe müssen gewaschen, desinfiziert, sortiert, gestapelt, transportiert und gelagert werden. Beim Wiener Stadtgartenamt werden knapp 10 % der Pflanzen in **Torfpresstöpfen** gezogen, welche sich gut bewähren. In der Vergangenheit wurden auch mehrere Tests mit **Pflanztöpfen aus Chinaschilf** durchgeführt, welche allerdings wegen nicht ausreichender Eigenschaften wieder eingestellt wurden.

Nach Brökeland & Groot (1995, in GROOT ET AL., 2000) beträgt das durchschnittliche Topfgewicht einer Beet- und Balkonpflanze 7,82 g. Bei jährlich rund 1,060.000 Pflanztöpfen ergibt sich eine Masse von **8,29 Tonnen Kunststoff** pro Jahr, welche man durch nachwachsende Rohstoffe ersetzen könnte.

Nach telefonischer Auskunft von Mitarbeitern der MA 42 würden sofort biologisch abbaubare Pflanztöpfe verwendet werden, wenn diese zu einem dementsprechend vertretbaren **Preis** am Markt wären.

In einem im Zuge eines früheren Projektes des ABF-BOKU geführten Gespräch mit einem Vertreter der österreichischen Genossenschaft des landwirtschaftlichen Erwerbsgartenbaues wurden mögliche **Schwierigkeiten** bei der Verwendung von Pflanztöpfen aus nachwachsenden Rohstoffen angesprochen. Bei dem Test wurden die Pflanzen mitsamt ihrem Topf in die Erde eingesetzt. Die getesteten Papiertöpfe wurden bei Austrocknung sehr hart und für die Wurzel nicht mehr durchdringbar. Nachdem in öffentlichen Bereichen die betroffenen Pflanzen oft auf eine natürliche Bewässerung durch Niederschlag angewiesen sind, kam es hier wetterabhängig zu kurzzeitigem Wassermangel im Wurzelbereich und durch die daraus resultierenden Verhärtungen der Topfwand zu einer Beeinträchtigung der Pflanze.

Nachdem die Verantwortlichen des landwirtschaftlichen Erwerbsgartenbaus bereits nach ihren Möglichkeiten Biokunststoffe getestet haben und bei entsprechenden Veränderungen (Material, Preis) erneut einsetzen werden, wird der Bereich Gartenbau **nicht als eigenes Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**. Es wird jedoch empfohlen, die Entwicklungen der Biokunststoffe auf diesem Gebiet weiter zu verfolgen.

6.4.2 Schulgärten Kagran

Der Schulgarten dient als Übungsgelände für Schüler der Berufsschule für Gartenbau und Floristik. Auf rund 60.000 m² können Lehrlinge und Schüler in den Sparten Baumschule, Gemüsebau, Glashaus, Landschaft und Stauden im praktischen Unterricht an über 3.200 verschiedenen Pflanzenarten unterwiesen werden.

Für Stellflächen von etwa 5.000 bis 8.000 m² wird eine Gewebsfolie aus Polyethylen benötigt. Diese Folie hält ca. drei Jahre und soll vor allen gegen Unkraut schützen. Laut Angaben eines Mitarbeiters der Schulgärten Kagran beträgt der Kunststoffabfall an PVC-Töpfen 300 kg im Jahr, wobei die PVC-Töpfe 3-5 mal wiederverwendet werden. Ebenso benötigen die Schulgärten ca. 100 m² Kunststoffvliese, um Kürbisse abzudecken (mündliche Auskunft, 27.09.2004). Nachdem die eingesetzten Mengen an Materialien äußerst gering sind, wurde dieser Bereich nicht weiter recherchiert und **kein Umsetzungsprojekt entwickelt**. Trotzdem wäre ein interessanter Aspekt der mögliche Multiplikatoreffekt mit den in den Schulgärten ausgebildeten Schülern, welchen im Zuge ihrer Ausbildung Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen, wie Biokunststoffen, Stroh etc., nahe gelegt werden könnten.

6.5 Landwirtschaft

Insgesamt fallen in der österreichischen Landwirtschaft jährlich rund **15.000 Tonnen gebrauchte Kunststofffolien** an, wobei diese aus LLDPE (Silagefolien) bzw. LDPE (Mulch-, Abdeck- und Gewächshausfolien) gefertigt sind. Ein Großteil dieser Folien wird thermisch verwertet, ein Teil wird deponiert und ein Teil gelangt in die stoffliche Verwertung (ÖKK, 2002). Eines der Hauptprobleme bei der stofflichen Verwertung von Agrarfolien sind anhaftende Verunreinigungen durch Erde und Ernterückstände, wobei die Reinigung aufgrund der Größe und Fläche der Folien eine aufwendige Prozedur darstellt. Aus diesen Informationen heraus wurde die mögliche Anwendung von abbaubaren Folien und anderen Produkten in der Wiener Landwirtschaft untersucht.

Wien ist eine Großstadt von rund 41.500 ha, davon werden etwa 15 % landwirtschaftlich genutzt²⁰. Laut Wiener Bauernbund arbeiten in Wien 301 Gemüsebaubetriebe, 138 Zierpflanzen- und Baumschulbetriebe, 251 Ackerbaubetriebe und über 320 Weinbauer. Mehr als 30 verschiedene Feldfrüchte und Nutzpflanzen von den Wiener Ackerflächen tragen gemeinsam mit 53.000 Tonnen an Gemüse aus Wien zu einer abwechslungsreichen Ernährung der Wiener aus nächster Nähe bei. Die wichtigsten Gemüsesorten sind Gurken, Paradeiser, Paprika, Salat und Radieschen, bei den Feldfrüchten dominieren neben Getreide auch Zuckerrübe, Mais, Körnererbse und Raps. Aufgrund dieser Mengen kann Wien rund 70 % des Frischgemüsebedarfs aus den Produkten der Wiener Gemüsebauern decken (bauernbund-wien.etrix.at, ges. am 27.07.2004).

Die Stadt Wien führt auch einen **eigenen Landwirtschaftsbetrieb**, der eine Gesamtfläche von etwa 2000 Hektar in Wien und Niederösterreich einschließt und somit den größten Betrieb dieser Art in Österreich darstellt. Die hauptsächlich angebauten Produkte sind Getreide, Erdäpfel, Zuckerrüben und Wein (<http://wien.at/wald/foamt/daten.htm>, Zugriff am 27.07.2004).

Nach einem Gespräch mit Vertretern des Wiener Bauernbundes sind auf dem Gebiet der landwirtschaftlichen Produktion in Wien **wenig Einsatzmöglichkeiten** für Biokunststoffe gegeben. Aufgrund der vorherrschenden Obst- und Gemüsesorten im Großraum Wien, der dabei verwendeten Anbaumethoden, des starken Konkurrenzdrucks aus dem Osten und des allgemeinen Rückganges der Zahl der Wiener Landwirte wären die benötigten Mengen gering. Lediglich für die Produktion von Gemüsesorten wie Spargel, der z.T. unter einer Folie gezogen wird, könnten **abbaubare Agrarfolien** eingesetzt werden. Anders wird die Situation bei der **Verpackung** der fertigen Produkte für den Verkauf gesehen. Hier können sich die Befragten schon einen Umstieg auf abbaubare Verpackungen vorstellen, wenn sie in den sonstigen Eigenschaften (Maschinengängigkeit, Lagerfähigkeit, etc.) und natürlich auch im Preis mit herkömmlichen Verpackungen mithalten können. Mögliche Einsatzgebiete wären z.B. Säcke, Einlegefolien für gelegte Ware, Schalen, Trays u.a. Von einem der Befragten wurden vor zehn Jahren Schalen aus Stärke für die Verpackung von Obst getestet, die mangelhafte Lagerfähigkeit und Bedruckbarkeit führte jedoch zu einem Abbruch des Einsatzes. Prinzipiell ist die Frage der Verpackung der Produkte derzeit ein wichtiges Thema in der Landwirtschaft, da der Kostendruck hoch ist und zusätzlich noch durch Road-Pricing verschärft wird. Für weitere Transportwege werden daher immer öfter wieder Kartonsteigen an Stelle der Mehrwegkunststoffsteigen eingesetzt, da der Karton an Ort und Stelle günstig entsorgt werden kann, während die Mehrwegkunststoffsteige teuer wieder zurück transportiert werden muss. Aus diesem Grund rechnen die Befragten in nächster Zeit mit einer Veränderung der derzeit eingesetzten Materialien in der Verpackung von landwirtschaftlichen Produkten.

Aufgrund der eher zurückhaltenden Auskunft der Interviewpartner wird der Bereich Landwirtschaft für die Anwendung von Biokunststoffen **in der landwirtschaftlichen Produktion** selbst **nicht als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**. Im Gegensatz dazu wird der Bereich **Verpackung von Lebensmitteln** aus der Landwirtschaft sehr wohl in einem **Umsetzungsprojekt** vorgeschlagen (vgl. Kap. 8).

²⁰ Angaben aus 2001, www.wien.gv.at/ma66

6.6 Krankenanstalten

Als Basis für die Aussagen über Möglichkeiten des Ersatzes von Kunststoffprodukten im Bereich der Krankenanstalten wurden - neben Interviews von Vertretern des Krankenanstaltenverbundes (KAV) - jene detaillierten Daten, die im Rahmen des Projektes NABKA (DAXBECK ET AL., 2004) für die Krankenanstalten Lainz (KHL), Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartnerhöhe und das Preyersche Kinderspital (Bezugsjahr 2002) erhoben wurden, herangezogen.

Tab. 6.2 zeigt eine Auflistung von Produkten inklusive ihrer Mengenangaben nach DAXBECK ET AL. (2004), welche laut vorliegender Studie als solche betrachtet wurden, die durch Produkte aus Biokunststoffen ersetzbar sein könnten. Die Entsorgung dieser Artikel erfolgt größtenteils mit dem „orangenen Sack“ (Stationsabfall), welcher nach nicht verdichtendem Transport in der Hausmüllverbrennungsanlage entsorgt wird. Die grau hinterlegten Artikel erscheinen für einen Ersatz nur bedingt sinnvoll.

Die Massen, dieser Produkte (ohne die grau hinterlegten) machen durchschnittlich ca. 8 % der gesamten Verbrauchsgüter exklusive Überverpackung aus. Spitzenreiter bei den Produkten sind Untersuchungshandschuhe mit durchschnittlich 2,2 %, Müllsäcke mit ca. 1,8 % und Einwegwindeln mit ca. 2,9 % des gesamten Verbrauchsgüterinput exklusive Überverpackung. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass Einmalwäsche und Einmalwäschesäcke auch durch Mehrweg ersetzt werden können.

Ein Vergleich der Kenndaten der einzelnen Anstalten mit der Masse der gesamten Verbrauchsgüter exklusive Überverpackung ergibt den höchsten Zusammenhang zwischen diesem und der Zahl der Aufnahmen von Patienten. Schätzt man aus den Aufnahmen der Krankenanstalten des Krankenanstaltenverbundes (Bezugsjahr 2003, Leistungsbericht des KAV, 2003) den Verbrauchsgüterinput exklusive Überverpackung aller Krankenanstalten des KAV ergibt sich eine Zahl von ca. 14.000 t pro Jahr. Bei einem durchschnittlichen Anteil oben genannter Güter von 8 % an den gesamten Verbrauchsgütern exklusive Überverpackung ergibt sich daraus eine Masse von **1.130 t pro Jahr**, welche in den Krankenanstalten des KAV ersetzt werden könnten.

Die Gesamtmasse der Kunststoffverpackungen und Kunststoffüberverpackungen belief sich in den einzelnen Anstalten auf 0,87 % (KH Lainz), 0,48 % (SMZ Baumgartnerhöhe) bzw. 0,70 % (Peyersches Kinderspital) des gesamten Verbrauchsgüterinput brutto. Absolut kann daraus eine Menge von **98 t pro Jahr** für alle Krankenanstalten des KAV geschätzt werden (geschätzt aus dem Mittelwert jener drei Krankenanstalten und dem geschätzten gesamten Verbrauchsgüterinput inklusive Überverpackung der Krankenanstalten des KAV). Diese ist somit verglichen mit jenen Verbrauchsgütern, die man durch Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen bzw. durch biologisch abbaubare ersetzen könnte, gering.

Unter Einbeziehung der Kenngröße „systemisierte Betten“ ergibt sich für Wien ein etwa gleich großer Pool an privaten Spitalsbetten (9.909 syst. Betten), wie jener der Krankenanstalten des KAV (9.977 syst. Betten) (STATISTIK AUSTRIA, 2004). Bei Schätzung der Mengen, der durch Biokunststoffe ersetzbaren Produkte ergibt sich also eine Gesamtmenge von **2.240 Tonnen pro Jahr** und für ersetzbare Kunststoffverpackungen und -überverpackungen eine Gesamtmenge von **196 t pro Jahr** für Wien.

WIENAWARO
MÖGLICHE EINSATZBEREICHE IN WIEN

Produkte	Verbrauchte Masse (2002) [kg]				
	KH Lainz	SMZ Baumgartnerhöhe	Preyersches Kinderspital	Anteil am ges Verbrauchsgüterinput [%]	Hochrechnung ges. KAV [kg]
U-Handschuhe (Latex)	48.902	24.841	2.759	2,2	306.473
Summe Müllsäcke (KS)	36.944	21.517	2.391	1,8	251.546
Einmalwindeln/-einlagen (Verbund)	24.261	59.827	4.124	2,9	405.575
Krankenunterlage (Verbund)	14.310	11.796	294	0,6	85.704
Plastikbecher (200 ml) (KS)	5.729	1.676	-	0,1	20.191
Harnbecher mit Deckel (KS)	-	-	114	0,1	4.134
Spitalmüllbehälter (60 l) (KS)	8.343	-	-	0,2	21.512
Entsorgungsbehälter (6 l, 3,2 l, 1,7 l) (KS)	4.432	-	-	0,1	11.427
Einmaltextilien sonstige (Verbund)	17.083	-	648	0,5	67.546
Einmalwäsche sonstige (Verbund)	15.813	8.010	-	0,5	66.675
Einmalspritzen (u.a. KS)	-	-	1.694	0,4	61.430
SUMME	175.817	127.667	12.024	9,3	1,302.218
SUMME ohne Einmaltext., -wäsche, -spritzen	142.921	119.657	10.330	8,0	1,130.064

Tab. 6.2: Auflistung der wichtigsten Produkte aus Kunststoff und deren verbrauchte Mengen pro Jahr; KS...Kunststoff

Betreffend **Windeln** wurde im Rahmen des KAV der Einsatz von Mehrwegwindeln bereits getestet. Es stellte sich allerdings heraus, dass durch die geringere Saugfähigkeit kürzere Wickelintervalle nötig sind, welche weder für Patienten noch Pflegepersonal zumutbar waren (pers. Mitteilung, 16.11.2004). Für eventuell einzusetzende kompostierbare Windeln wird ausreichende Saugfähigkeit als relevanter Parameter für einen erfolgreichen Einsatz angesehen. Im Rahmen des KAV wird, wenn ausreichend Grünflächen vorhanden sind, Kompostierung am Gelände der jeweiligen Anstalt betrieben, ansonsten wird über die Biotonne der MA 48 entsorgt. Bezüglich der Einführung von kompostierbaren Windeln wird zwar nicht die Entsorgung mittels Kompostierung, sondern der vermehrte Logistikaufwand als Problem gesehen, da die Windeln dann extra erfasst werden müssten. Nähere Informationen bezüglich Windeln aus nachwachsenden Rohstoffen sind in Kapitel 6.12.3 zusammengestellt.

Nach persönlicher Mitteilung eines Vertreters des KAV wird insbesondere der Ersatz von **Untersuchungshandschuhen** durch solche aus Biokunststoffen angestrebt. Die ursprünglich verwendeten PVC-Handschuhe wurde durch solche aus Latex ersetzt, welche jedoch bei Mitarbeitern gelegentlich allergische Reaktionen²¹ hervorrufen und daher derzeit durch Handschuhe aus Nitril ersetzt sind.

²¹ Geschätzte 10-14 % des Pflegepersonals in Europa zeigen eine Latex-Allergie (www.dgzmk.de/stellung/latexallergie.pdf, Zugriff 03.12.2004).

Laut dem Interviewpartner vom KAV ist der Ersatz von **Müllsäcken** aus Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen durchaus denkbar, wobei als kritische Parameter die Anforderungen an Reißfestigkeit und Schweißnahtfestigkeit gesehen werden (pers. Mitteilung, 16.11.2004).

Betreffend **Medizinprodukten**, wie Katheter, Schläuchen, Blutkonserven, Harnsäcken u.ä., werden die hohen Anforderungen an Dichtheit, Geruchsundurchlässigkeit etc. vom Vertreter des KAV im Gespräch als begrenzende Faktoren angesehen (pers. Mitteilung, 16.11.2004).

Im Bereich Windeln (vgl. auch Kap. 6.12.3), Untersuchungshandschuhe und sonstige medizinische Produkte konnten keine am Markt erhältlichen Produkte aus Biokunststoffen recherchiert werden. Die Verpackungen der Produkte wären zwar durch solche aus Biokunststoff ersetzbar, allerdings wird die Umstellung durch die verschiedenen Lieferanten als schwierig eingestuft. Es fallen jedoch Becher und Müllsäcke in größeren Mengen an, für welche geeignete Materialien bzw. Ersatzprodukte erhältlich sind. Daher wurden für diese Produkte **Umsetzungsprojekte entwickelt** (vgl. Kap. 8).

6.7 Pflegeheime

Insgesamt gab es in Wien laut NAM (2003) Ende 2000 81 Alten- und Pflegeheime, 80 % davon werden dem Non-Profit Bereich zugeordnet. Somit gibt es für einen Großteil der Heime keine gemeinsamen Beschaffungsstrukturen bzw. einheitliche Daten über verbrauchte Artikel (Windeln etc.). Im Rahmen des KAV sind fünf Geriatriezentren bei der Hochrechnung der Produkte in Kapitel 6.6 miterfasst. Eine Befragung der einzelnen Alten- und Pflegeheime wurde zwar im Rahmen der vorliegenden Studie begonnen, jedoch aufgrund der Vielzahl an Einzelstrukturen und –organisationen, der ungenügenden Datenlage und der oftmals fehlenden Auskunftspersonen abgebrochen. Der Bereich Pflegeheime ist überdies als sehr ähnlich den Krankenanstalten einzustufen, daher sind keine zusätzlichen ersetzbaren Produkte zu erwarten. Aus den genannten Gründen werden Pflegeheime für **kein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, Erfahrungen aus Projekten mit Biokunststoffen im Bereich Krankenanstalten können zu einem späteren Zeitpunkt für den Einsatz von Biokunststoffen in Pflegeheimen adaptiert werden.

6.8 Rettung

Die Wiener Rettung (MA 70) ist eine Notfallorganisation, die den landesgesetzlichen Auftrag zur Aufrechterhaltung der für die Bevölkerung Wiens erforderlichen Rettungsleistungen erfüllt und dabei mit privat geführten Rettungsorganisationen zusammen arbeitet (www.wien.gv.at/rettung).

Nach den Angaben einer Mitarbeiterin konnten in Tab. 6.3 Mengen an verbrauchten **kunststoffhaltigen Artikeln** von der Wiener Rettung zusammen gestellt werden (telefonische Auskunft, 10.08.2004). Für den Ersatz der jeweiligen Produkte ergeben sich sinngemäß ähnliche Rahmenbedingungen wie im Bereich der Krankenanstalten.

Produkte	Menge [Stk.]
Einmal-Spritzen	50.000
Untersuchungshandschuhe	200.000
Infusionsbestecke	11.400
Absaugkatheter	1.300
Beatmungsschläuche	20
Beatmungsbeutel	20
Endotrachealkatheter	1.900
Geburts-Schleimabsauger	80
Güdel Tuben	420
Harnkatheter	30
Harnsackerl	15
Matratzenschonbezüge	15.200
Sauerstoffbrillen	11.600
Müllsäcke für Mistkübel	2.000 Rollen
Müllsäcke groß orange	320 Rollen

Tab. 6.3: Auflistung kunststoffhaltiger Verbrauchsartikel der Wiener Rettung

Aufgrund der großen Ähnlichkeit mit Krankenhäusern wird angeregt, etwaige Umsetzungsprojekte zunächst an einem festen Standort umzusetzen und erst nach erfolgreicher Erprobung im Rettungsbetrieb einzuführen. Es wird daher **kein Umsetzungsprojekt** für den Bereich Rettung vorgeschlagen.

6.9 Fertigmenülieferances für Haushalte

6.9.1 „Essen auf Rädern“ der Stadt Wien

„Essen auf Rädern“ wurde bis August 2004 von der MA 47 subventioniert und durch die Vereine Sozial Global, Volkshilfe Wien und das Wiener Hilfswerk durchgeführt (telefonische Auskunft, 10.08.2004). Durch die Umstrukturierungen des Sozialbereiches der Stadt Wien hat der Fonds Soziales Wien die Aufgabe von der MA 47 im Laufe des Jahres 2004 übernommen (schriftliche Auskunft, 28.12.2004). Insgesamt werden von den drei Vereinen ca. 1.500.000 Menüs pro Jahr ausgeliefert (telefonische Auskunft, 10.08.2004).

Ein Menü besteht im Schnitt aus drei Gefäßen (Hauptspeise, Suppe, Salat oder Nachspeise) aus Polypropylen, die mit PP-Folie vakuumverschweißt sind. Bei den Primärverpackungen gibt es eine Größe für die Hauptspeise (28,92 g), die unterschiedlich unterteilt ist, sowie eigene Gefäße für Suppe, Salat und Mehlspeise á max. 2 g. In Summe ergeben sich 1.500.000 PP-Gefäße pro Jahr für die Hauptspeisen á 28,92 g, es resultieren 43.380 kg PP pro Jahr. Dazu kommen 3.000.000 Gefäße für Suppe oder Salat und Nachtisch á 2 g, was 6.000 kg pro Jahr entspricht. Die Sekundärverpackung besteht aus Styropor (á 126 g) und wird mindestens 15 x wiederverwendet, anschließend beim Styroporhersteller recycelt. Bei einer Annahme von tatsächlich 15 x wiederverwendeten Schalen ergeben sich 12.600 kg

Styropor pro Jahr. Der Styroporbehälter existiert in einer Einheitsgröße in verschiedenen Farben, welche je nach gewählter Menüart variiert. Aluminium wird in der Verpackung nicht verwendet. Sämtliche Verpackungen werden von den Lieferanten zurückgenommen. Die PP-Gefäße sowie die Styroporüberverpackungen werden stofflich verwertet. In Summe ergeben sich bei „Essen auf Rädern“ der Stadt Wien **49,38 t Polypropylenschalen** bzw. **12,6 t Styropor** pro Jahr. Eine Aufstellung der angegebenen Daten ist in Tab. 6.4 zusammengeführt.

Material	Einsatzbereich	Masse pro Einheit [g/Stk]	Anzahl pro Jahr [Stk./a]	Gesamt-masse [t/a]	Summe [t/a]
PP	Suppe, Salat, Nachspeise	2,00	3.000.000	6,00	49,38
	Hauptspeise	28,92	1.500.000	43,38	
Styropor	Umverpackung	126,00	100.000	12,60	12,60

Tab. 6.4: Eingesetzte Materialien, Mengen und Anzahl der Verpackungen bei „Essen auf Rädern“

6.9.2 „Zu Hause essen a la Carte“ des Wiener Roten Kreuzes

Das Essen wird in 7-er Multipacks, welche sich in einer Kartonüberverpackung befinden, im gefrorenen Zustand jeweils für eine Woche im Voraus geliefert. Durchschnittlich werden pro Monat ca. 8.000 7-er Packs ausgeliefert. Seit September 2003 werden etwa ein Drittel der Portionen in Papierschalen, welche mit einer Kunststoffolie gegen Feuchtigkeit geschützt ist, ausgeliefert, der Rest wird in Aluschalen abgepackt. Ziel ist die komplette Umstellung auf Papier. Diese ist derzeit noch nicht möglich, da ältere Personen im Allgemeinen mit der Mikrowelle noch nicht so vertraut sind und sie die Alutassen ins Backrohr stellen können. Die Alutassen werden von „Essen a la Carte“ wieder abgeholt, gepresst und einmal in der Woche entsorgt. Es ergibt sich eine Summe von rund **670.000** Einzelportionen bzw. Menüs pro Jahr. Frischware wird nicht ausgeliefert (Salat, Suppen, Nachtisch) (telefonische Auskunft, 11.08.2004).

6.9.3 „Vital Menü“ des Samariterbundes

Im Rahmen des Vitalmenüs werden 657.000 Menüs pro Jahr in Wien ausgeliefert. Die Menüpakete werden in Kartons á 5 oder á 7 Paketen ausgeliefert. Ein Menü besteht wahlweise aus Hauptspeise und Suppe oder nur aus der Hauptspeise. Die Gefäße bestehen aus PP und wiegen für die Hauptspeise 30 g, für die Suppe 15 g. Die Abholung der Verpackung erfolgt durch den Samariterbund, welcher sie wieder an den Essenslieferanten retourniert. Verpackungen aus Biokunststoff werden deshalb nicht verwendet, weil diese nach Meinung des Produzenten nicht pasteurisierfähig sind.

Bei Annahme, dass bei 50 % der Menüs Suppe dabei ist (genauere Infos nicht verfügbar), ergeben sich in Summe **24,64 t Polypropylenschalen** pro Jahr.

Einsatzbereich	Masse pro Einheit [g/Stk]	Anzahl pro Jahr [Stk./a]	Gesamt-masse [t/a]	Summe [t/a]
Suppe	15	328.500	4,93	24,64
Hauptspeise	30	657.000	19,70	

Tab. 6.5: Mengen und Anzahl der Verpackungen aus Polypropylen bei VitalMenü

Der Einsatz von Papier für tiefgekühlte Fertigenüs anstelle von Kunststoff wird in der Praxis bereits mehrfach eingesetzt (vgl. Kap. 6.9.2), wobei eine zusätzliche Beschichtung mit einer Kunststofffolie notwendig ist. Papier-Kunststoff-Verpackungen eignen sich aufgrund der flüssig-feuchten Konsistenz jedoch nicht für Fertigenüs, die gekühlt ausgeliefert werden. Es konnten keine Praxisbeispiele für die Verwendung von Schalen aus Biokunststoffen im Bereich Fertigenüs recherchiert werden. Prinzipiell werden jedoch entsprechende Schalen am Markt angeboten. Die tatsächliche Praxistauglichkeit bezüglich Dichtheit, Hygienisierung, Maschinengängigkeit, Wärmebeständigkeit etc. muss daher sicherlich noch eingehend untersucht werden. Nachdem es sich beim Bereich Fertigenüs jedoch um mehrere betroffene geschlossene Bereiche (Haushalte, Schulen, Kindergärten, Magistrate der Stadt Wien, vgl. auch Kap. 6.11.4, 6.12.4 und 6.1) handelt und auch die Abfälle getrennt gesammelt und wieder vom Lieferanten zurückgenommen werden und zusätzlich bei den Gesprächen prinzipielles Interesse von den Lieferanten signalisiert wurde, wird **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.10 Vending

Der Begriff „Vending“ kommt aus dem Englischen und man versteht darunter den Verkauf von Lebens- und Genussmitteln aus Automaten (www.innovend.at). Nach der Art der abgegebenen Produkte unterscheidet man Heiß-, Kaltgetränke- und Snackautomaten.

6.10.1 Heißgetränkeautomaten

Bei Heißgetränkeautomaten können neben unterschiedlichsten Sorten und Zubereitungsarten von Kaffee auch Tee, heiße Schokolade oder Suppen angeboten werden. Diese Automaten bieten sich an, wenn der Bedarf an heißen Getränken vorhanden ist und möglichst wenig Aufwand für eine eigene Zubereitung investiert werden soll. Derzeit gibt es in Österreich laut Auskunft des österreichischen Kaffee- und Teeverbandes rund 40.000 Heißgetränkeautomaten.

Die Abgabe der Einzelportion erfolgt in der Regel über einen **Kunststoffbecher**, welcher nach abgeschlossener Auswahl des Getränkes automatisch in die Ausgabeposition gebracht und befüllt wird. Bei den meisten Geräten gibt es auch die Möglichkeit einer Abgabe in ein mitgebrachtes Gefäß, z.B. in eine Kaffeetasse bzw. ein Kaffeehägerl, gelegentlich auch mehrerer Portionen auf einmal in eine Thermoskanne. Laut Auskunft von mehreren österreichischen Automatenbetreibern wird diese Option von nur etwa 2 % der Benutzer auch tatsächlich wahrgenommen. Nur einer der neun per mail befragten österreichischen Automatenaufsteller gab an, einen Rabatt auf das gewählte Getränk zu gewähren, wenn der Kunde auf einen neuen Becher verzichtet.

Nach der österreichischen Verpackungsverordnung sind Automatenbetreiber verpflichtet, die Becher entweder wieder zurückzunehmen und selbst zu entsorgen oder entsprechende ARA-Gebühren zu bezahlen. Zumeist werden die gebrauchten Becher beim Kaffeeautomaten in **eigenen Sammelbehältern** (Abb. 6.10) gestapelt und vom Betreiber im Zuge des Nachfüllens der Automaten mitgenommen und direkt über die ARA oder einen privaten Entsorger entsorgt. Die Becher fallen unter die ARA-Kategorie „Kunststoffe klein“, seit 1.1.2004 ist eine Gebühr von 0,7 Euro pro Kilogramm zu entrichten.



Abb. 6.10: Beispiel für einen Sammelbehälter für gebrauchte Becher von Heißgetränkeautomaten

Die Automatenbecher bestehen zu einem überwiegenden Anteil aus **Polystyrol**. Dieses Material kann nach einer sortenreinen Sammlung einer stofflichen Verwertung zugeführt werden. Nach Auskunft eines Wiener Automatenbetreibers werden dessen Kunststoffbecher von einem Entsorger garantiert zu 90 % stofflich und 10 % thermisch verwertet. Angeboten werden auch **Hartpapierbecher**, welche jedoch aufgrund der hohen Temperaturen des Kaffees von 70 bis 80°C eine Innenbeschichtung aus Kunststoff aufweisen. Eine Verwertung der Papierbecher in der Papierindustrie ist daher weniger interessant. Aufgrund anderer ungünstiger Eigenschaften werden Hartpapierbecher in Automaten eher untergeordnet verwendet.

Laut österreichischem Kaffee- und Teeverband konsumierte ein Österreicher im Jahr 2002 durchschnittlich 8,1 kg Röst- bzw. löslichen Bohnenkaffee, was 43,9 Litern entspricht. Nach Angaben des Kaffee- und Teeverbandes werden rund 20 % der Gesamtmenge am Arbeitsplatz konsumiert, wobei sich etwa 15 % aller Österreicher täglich am Kaffeeautomaten bedienen.

Die Potentialabschätzung bei Kaffeeautomatenbechern geht von der Annahme aus, dass 15 % aller Wiener sich von Montag bis Freitag über 47 Wochen jeweils einen Kaffee inklusive Becher vom Automaten holen. Die Becher wiegen zwischen 3,3 und 4,3 Gramm, d.h. es ergibt sich eine Gesamtmasse zwischen 180 und 235 Tonnen an Kunststoffbechern für Wien. Berücksichtigt man die ohne Becher ausgegebenen Portionen von rund 2 % der Gesamtabgabemenge, dann reduziert sich diese Menge auf 177 bis 230 Tonnen Kunststoff.

Nach Auskunft eines Mitarbeiters des Gebäudemanagement der Stadt Wien (MA 34) befinden sich derzeit insgesamt etwa 50 Heißgetränkeautomaten in Amtshäusern und im Rathaus. Angaben über abgegebene Portionen sind nicht möglich, da die Aufsteller vertraglich verpflichtet sind, die Befüllung der Automaten mit Bechern bzw. Kaffee, Kakao, etc. zu übernehmen. Aus Datenschutzgründen können keine Namen der Aufstellerfirmen bekannt gegeben werden. Ähnlich verhält es sich auch bei den Wiener Berufsschulen, in denen insgesamt 12 Heißgetränkeautomaten aufgestellt sind, deren Betreuung jedoch ebenfalls ausgelagert ist. Im Krankenhaus Lainz sind etwa 20 Kaffeeautomaten aufgestellt, auch diese werden vom Aufsteller direkt betreut.

Laut den Auskünften einiger österreichischer Getränkeautomatenaufsteller sind **derzeit** Becher aus nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Papier, Biokunststoffe) **keine Alternative** zu den eingesetzten Kunststoffbechern. Dies scheint vor allem an der mangelnden sicheren Automatengängigkeit zu liegen. Außerdem ist der am ehesten für diese Anwendung geeignet erscheinende Biokunststoff PLA nicht ausreichend hitzebeständig. Von einem japanischen Unternehmen wird modifiziertes, hitzebeständiges PLA unter dem Namen Terramac um rund 7 Euro pro Kilogramm angeboten, ein Preisniveau, welches einen Einsatz des Materials

größtenteils verhindert (www.unitika.co.jp/terramac). Derzeit werden allerdings von einem österreichischen Konsortium Becher aus Biokunststoff für Heißgetränkeautomaten entwickelt (LOOP LINZ, 2004).

Der Bereich Heißgetränkeautomaten ist aufgrund der räumlichen Abgrenzbarkeit (Einzugsgebiet des Automaten), der bereits derzeit durchgeführten getrennten Sammlung der Becherfraktion und wegen der fast ausschließlichen Verwendung von Einwegprodukten ein sehr interessantes Anwendungsgebiet für Biokunststoffe. Leider ist derzeit kein entsprechender Becher aus Biokunststoff auf dem Markt, Forschungsarbeiten sind aber in Gange. Es wird daher **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, welches jedoch einen Schwerpunkt auf der Entwicklung eines hitzebeständigen und automatengängigen Bechers legt.

6.10.2 Kaltgetränke- und Snackautomaten

Kaltgetränkeautomaten sind in der Regel mit Kunststoff- oder Glasflaschen und Dosen befüllt. Es gibt in Österreich auch Anbieter mit gekühlten Fruchtsirupen, welche in Bechern abgegeben werden. Bei den Flaschen kann es sich um **Ein- oder Mehrweggebinde** handeln. Auch die Flaschen werden zumeist direkt beim Automaten gesammelt und vom Aufsteller mitgenommen und entsorgt. Es könnte im Zuge der Recherche in diesem Bereich kein Produkt identifiziert werden, welches durch nachwachsende Rohstoffe sinnvoll ersetzt werden könnte.

Snackautomaten können mit Schokoladeriegeln, -tafeln, Fisch- und Aufstrichdosen, gefüllten Weckerln, Salzgebäck, abgepackten Dauerwürsten und dergleichen gefüllt sein. Hierbei handelt es sich zumeist um Produkte, welche in kleinen Portionsbeuteln aus Kunststoff oder Kunststoff/Metall abgefüllt sind. Diese unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen im Lebensmittelhandel (siehe Kapitel 6.17). Aufgrund der geringen Anzahl an substituierbaren Produkten wird der Bereich **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.10.3 Wasserspender

Eine in Österreich erst seit 1997 im Einsatz stehende Automatenform ist der Wasserspender. Bei den Standardautomaten kann Wasser mit Raumtemperatur gezapft werden, technisch anspruchsvollere Geräte bieten kaltes, heißes oder raumtemperiertes Wasser an. Das abgegebene Wasser kann direkt von der öffentlichen Wasserversorgung kommen oder aus einer kommerziellen Quelle, deren Wasser eigens abgefüllt und verkauft wird. Der derzeitige Marktführer Triple A hat in Österreich bereits 7.500 Geräte im Einsatz (www.advantage.at).

Im Unterschied zu Heißgetränkeautomaten werden die Becher meist vom Kunden selbst aus einem Vorratsrohr herausgezogen und nicht automatisch vom Automaten in die Befüllposition gebracht. Es kommen bei der Abgabe zwei Gefäßtypen zur Anwendung. Der Spitzbecher ist aus Papier oder transparentem Polypropylen, der normale Becher besteht ebenfalls aus transparentem Polypropylen (Abb. 6.11). Auch hier findet meist eine Sammlung der gebrauchten Becher beim Automaten statt.

Aufgrund der **geringeren Automatisierung** der Becherausgabe und der **geringeren thermischen Anforderungen** könnten im Bereich der Wasserspender Becher aus nachwachsenden Rohstoffen ohne weitere Optimierung eingesetzt werden.

Nach Informationen des zuständigen Mitarbeiters der Gebäudeverwaltung der Stadt Wien sind in Amtshäusern und dem Rathaus keine Wasserspender aufgestellt.

Aufgrund der geringen verfügbaren Informationen wurden **keine weiteren Berechnungen** zu Potentialen durchgeführt und auch **kein Umsetzungsprojekt entwickelt**.



Abb. 6.11: Spitzbecher (links, Mitte), transparenter Becher (rechts)

6.11 Schulen

6.11.1 Organisationsform

Die **städtische Schulverwaltung** (Magistratsabteilung 56) ist grundsätzlich für die Angelegenheiten des Pflichtschulwesens in Wien zuständig. Ausgenommen sind das Landeslehrerdienstrecht (Einsatz der Pflichtschullehrer wird vom Stadtschulrat für Wien als Schulaufsichts- und Dienstbehörde wahrgenommen) und der schulärztliche Dienst (hierfür zuständig ist die für Gesundheitswesen zuständige Magistratsabteilung).

Die städtische Schulverwaltung umfasst die **Erhaltung aller öffentlichen Pflichtschulen** (Volksschulen, Hauptschulen, Sonderschulen, Polytechnische Schulen und Berufsschulen) sowie des Pädagogischen Institutes der Stadt Wien, der Fachschulen für wirtschaftliche Berufe, der Fachschule für Mode und Bekleidungstechnik und der Uhrmacherlehrwerkstätte. Im Detail betrifft das:

- die Bereitstellung und Instandhaltung der Schulgebäude und Schulliegenschaften, deren Reinigung, Beleuchtung und Beheizung
- die Anschaffung und Instandhaltung der Einrichtung und Lehrmittel
- die Bezahlung des sonstigen Sachaufwandes
- die Beistellung des zur Betreuung der Schulgebäude und Schulliegenschaften allenfalls erforderlichen Nichtlehrerpersonals (wie z. B. Schulwart und Reinigungspersonal)
- bei ganztägig geführten Schulen²² auch die Vorsorge für die Verpflegung und die Beistellung der für den Betreuungsteil erforderlichen Lehrer/Innen und Betreuer/Innen.

(www.wien.gv.at/ma56)

Im Rahmen der im Schulorganisationsgesetz festgelegten **Schulautonomie** können Schulen unter Mitwirkung der Schulpartner dezentral Entscheidungen treffen. Diese betreffen die Bereiche schulautonome Lehrplanbestimmungen, Eröffnungs- und Teilungszahlen, Schulraumüberlassung, Werbung und Sponsoring und Teilrechtsfähigkeit. Einnahmen, die z.B. durch Überlassung von Schulräumen und Werbeeinnahmen erzielt werden, können nach eigenem Dafürhalten für schulische Zwecke ausgegeben werden (FEIGL, 2000).

Neben den öffentlichen, von der MA 56 verwalteten Schulen gibt es auch Privatschulen, die von anderen als den gesetzlichen Schulerhaltern errichtet und erhalten werden (vgl. Privatschulgesetz). Tab. 6.6 zeigt die aktuelle Anzahl öffentlicher und privater Schulen nach Schultyp für Wien.

²² Ganztägig geführte Schulen sind Schulen, die in einen Unterrichtsteil und einen Betreuungsteil gegliedert sind. Zum Besuch des Betreuungsteiles ist eine Anmeldung erforderlich.

WIENAWARO
MÖGLICHE EINSATZBEREICHE IN WIEN

Schultyp	Anzahl d. Schulen			Anteil [%]	
	Öffentlich	Privat	Summe	Öffentlich	Privat
Summe Pflichtschulen:	363	83	446	81	19
Volksschulen	219	50	269	81	19
Hauptschulen	96	28	124	77	23
Polytechnische Schulen	8	1	9	89	11
Sonderschulen	40	4	44	91	9
Allgemeinbildende höhere Schulen	68	23	91	75	25
Berufsbildende mittlere und höhere Schulen	32	31	63	51	49
Berufsschulen	24	3	27	89	11
Div. Schulen (Schauspiel, Institute etc.)	4	27	31	13	87
Schulen mit ausländischem Lehrplan	0	11	11	0	100

Tab. 6.6: Anzahl öffentlicher und privater Schulen in Wien nach Schultyp (zur Verfügung gestellt von Fr. Keglovits, Schulinfo Wien, 20.9.04)

6.11.2 Warenkorb

Beim System Warenkorb wird jeder öffentlichen Pflichtschule ein der Schulart und Schülerzahl entsprechender Geldbetrag überlassen, mit dem sie entweder Materialien aus dem Lager der MA 56 anfordern, oder aber Unterrichtsmaterialien autonom beschaffen kann. Die Höhe des Geldbetrages liegt zwischen 29 Euro (Volksschule) und 70 Euro (Polytechnische Schulen) pro Schüler und Jahr (www.wien.gv.at/vtx/vtx-rk-xlink?SEITE=020030902010&DATUM=20030902&S0=warenkorb#P0, ges. am 11.08.2004).

Diese Organisationsform bietet an und für sich einen sehr einfachen Ansatzpunkt für den Einsatz von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen. Die Auflistung der für das Schuljahr 2004/2005 bestellten Produkte enthält allerdings wenig Produkte aus Kunststoff (Tab. 6.7). Weiters ist zu beachten, dass für diese Artikel zum Teil Alternativen existieren (z.B. Lineale aus Holz), die zum Teil ebenfalls im Warenkorb gelistet sind (z.B. Schnellhefter aus Karton), oder für die – nach dem Stand der derzeitigen Recherche – keine Alternativen aus nachwachsenden Rohstoffen auf dem Markt sind (Technisches Dreieck), und dass es sich dabei um Gebrauchsgegenstände handelt, die nicht in größeren Mengen zur Entsorgung anfallen.

Über die von den Schulen autonom erworbenen Artikel, gibt es keine zentralen Aufzeichnungen.

Nachdem für die in Frage kommenden Produkte keine Ersatzprodukte aus Biokunststoffen ausfindig gemacht werden konnten, wird der Bereich Warenkorb in Schulen **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

Artikelliste - Warenkorb - öffentliche allgemein bildende Pflichtschulen - 2004/05				
Artikelbezeichnung	Anzahl der Verpackungseinheiten	Anzahl der Schulen	Stückgewicht (Schätzung) [g/Stk.]	Menge [kg]
Zeichenplatte A4	1452	48	0,4	580,8
Lineal 30 cm (1 Pkg. á 50 Stk.)	231	143	0,0206	237,93
Dreieck 60° (1 Pkg. á 30 Stk.)	143	76	0,06	257,40
Technisches Dreieck (1 Pkg. á 10 Stk.)	1047	161	0,09	942,30
Warenkorb - Berufs- und Fachschulen - 2004/05				
Schnellhefter, Kunststoff (Pkg á 50 Stk.)	300	10	0,005	75
Overheadfolien, A4, kopierfähig (Pkg. á 100 Stk.)	293	18	0,01	293

Tab. 6.7: Artikel aus Kunststoff im Warenkorb

6.11.3 Schulmilch

Mit einem Marktanteil von rund 90 % in Wien ist **die Interessensgemeinschaft der bäuerlichen Schulmilchlieferanten in NÖ**²³ Hauptlieferant im Zuge der Schulmilchaktion. Eine untergeordnete Rolle spielt die FMS Logistik (www.schulmilch.at), die ca. 60 bis 80 Schulen pro Tag mit Produkten der NÖM-AG beliefert.

Täglich werden ca. 20.000 Kinder in Wien mit Schulmilch-Produkten von der Interessensgemeinschaft versorgt (in Schulen und Kindertagesheimen).

Da Tetrapak-Verpackungen aufgrund ihrer Abfallmenge in der Vergangenheit immer wieder ein Thema in den Schulen waren, hat sich ein Teil der Schulmilchbauern von Anfang an, auch aus technologischen Gründen, für die braune 250 ml-Flasche entschieden, in der Milch, Fruchtmilch, Eiskaffee und Joghurtdrinks geliefert werden. Die restlichen Landwirte haben in eine Becher-Abfüllanlage investiert und liefern die Produkte in 250 ml-Bechern aus Polystyrol, die mit Deckeln aus Alu bzw. ebenfalls Polystyrol verschlossen werden. Rund 70 % der Produkte wird in Bechern geliefert.

Die leeren Flaschen und Becher werden bei der nächsten Anlieferung zurückgenommen und danach gereinigt (Flaschen) bzw. sortenrein einem Sammler übergeben, der diese an einen Entsorger übergibt. Der Transport erfolgt auf Mehrweg-Steigen, für die Becher wird kein ARA-Beitrag entrichtet. Unter der Annahme von 200 Schultagen pro Jahr, fallen durch die Schulmilchaktion ca. **2,8 Millionen Polystyrol-Becher** an, die allerdings in Wien nicht abfallrelevant sind.

Bezüglich Biokunststoffe hat schon einmal eine Firma ihre Produkte der Interessensgemeinschaft präsentiert. Allerdings müsste die Technologie so ausgereift sein, dass die Milch darin drei Tage haltbar bleibt – was nach Ansicht der Auskunftsperson noch nicht erfüllt ist (mündl. Auskunft, 09.09.2004).

Aufgrund des geschlossenen Kreislaufs, erscheint der Ersatz der Polystyrol-Becher durch Becher aus Biokunststoffen prinzipiell möglich und sinnvoll, zumal eine Umrüstung der vorhandenen Becherabfüllanlage auf eine Anlage zur Abfüllung von Mehrwegflaschen aus Kostengründen eher nicht in Frage kommt. Zudem bestünde beim Einsatz von Bechern aus kompostierbarem Material die Möglichkeit, dass der Abfüller die zurückgenommenen Becher selbst kompostiert. Im Zusammenhang mit dem Schulunterricht wären hier auch entsprechende Projekte bzw. Aufbau von Awareness möglich. Nachdem die angegebenen

²³ www.agrar-net.at/netautor/napro4/appl/na_professional/parse.php?mlay_id=70000&mdoc_id=1052873, gesehen am 23.8.04

Potentiale jedoch in Wien nicht unmittelbar abfallrelevant sind, wird der Bereich Schulmilch **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen.**

6.11.4 Mittagessen

Rund 100 öffentliche ganztägige Schulen bieten Mittagessen an, etwa 20.000 Schüler (in Schulen und Lernklubs) werden dabei betreut. Alle ganztägigen Schulen werden mit Essen beliefert. Dieses wird in Ausgabeküchen aufbereitet. Die Entscheidung, welche Firma mit der Essenslieferung beauftragt wird, obliegt den Eltern in den jeweiligen Schulen, da sie auch die Kosten für das Mittagessen zur Gänze tragen (Auskunft Fr. Ciza, MA 56, per email vom 16.9.2004). Daraus ergibt sich, dass drei unterschiedliche Lieferanten zum Zug kommen.

Ein Lieferant liefert ca. 6.000 Portionen pro Tag, in PP-Schalen zu durchschnittlich 8 Portionen pro Schale. Eingesetzt werden Schalen mit einem Fassungsvermögen von 1 Portion, 5 oder 10 Portionen, das durchschnittliche Leergewicht beträgt 18 g. Die leeren Schalen werden zurückgenommen und an einen Entsorger übergeben, wo sie verwertet werden (Komponente im Dämmmaterial im Straßenbau). Es wurde bereits einmal ein Projekt mit Schalen aus nachwachsenden Rohstoffen (pflanzliche Rohstoffe, innen ausgekleidet mit eiweißhaltiger Masse) gemeinsam mit einer Schweizer Firma durchgeführt. Dieses wurde allerdings Mitte 2003 abgebrochen, da die Erfordernisse (Flüssigkeitsundurchlässigkeit nach 96 Stunden Befüllung, Hitzestabil bis 140 °C, Kältestabil bis 0 °C, Hygieneversiegelung muss möglich sein) nicht erfüllt werden konnten. Grundsätzlich hätte man das damalige Projekt aber für äußerst interessant befunden (schriftliche Auskunft, 17.09. und 21.09.2004).

Ein anderer Lieferant verpackt das Essen in Einweg Aluminium-Schalen, pro Schale sind ca. 10 Portionen enthalten. Es wird angenommen, dass eine Schale mindestens 10 Gramm wiegt. Pro Tag werden rd. 3.000 Portionen an Wiener Schulen geliefert, die leeren Schalen werden zurückgenommen und der MA 48 sortenrein übergeben, was nachher damit geschieht, ist nicht bekannt. Es wurden schon einmal Überlegungen angestellt, die Behältnisse durch Mehrweg zu ersetzen, allerdings wäre dies mit hohem Aufwand verbunden (Bandspülanlage müsste angeschafft werden, sehr großer Platzbedarf, sehr hoher Chemieeinsatz, Desinfektionsmittel, größerer Transportaufwand, größere Autos) Ein Ersatz durch Schalen aus nachwachsenden Rohstoffen wurde noch nicht in Betracht gezogen (schriftliche Auskunft, 16.09.2004).

Der dritte Lieferant stellt pro Tag rund 3.400 Portionen Tiefkühlmenüs in Papierschalen (mit Polyester und PET beschichteter Karton) und rund 2.200 Kühl-Portionen (Salate, Joghurt) in PP-Schalen an Wiener Schulen zu. Eine Schale enthält jeweils rund 8 Portionen, die leere Papierschale wiegt inklusive Deckel 80 g, die leere PP-Schale wiegt inklusive Deckel 107 g. Die leeren Schalen werden vom Entsorger direkt aus den Schulen übernommen (schriftl. Auskunft, 29.09.2004). Für Tiefkühl Menüs wurde vom Lieferanten der Ersatz durch Mehrweg-Behältnisse überlegt, aufgrund von Kosten-Nutzen Aspekten fiel die Entscheidung schließlich aber auf Papierverpackungen, welche nach anfänglichen Schwierigkeiten (technische und funktionale Hindernisse, mangelnde Kundenakzeptanz) bis zum Frühjahr 2005 die in Teilbereichen noch immer verwendeten Aluverpackungen komplett ersetzen sollen. Für Kühlmenüs ist die Verwendung von Papierschalen aufgrund der flüssig-feuchten Konsistenz nicht möglich. Es besteht allerdings seitens des Unternehmens sehr großes Interesse für Verpackungsmaterialien aus Biokunststoffen, die für den Transport flüssiger Lebensmittel geeignet sind (schriftl. Auskunft, 29.09.2004).

Im Bereich der Essenslieferung ließen sich, unter der Annahme von 200 Schultagen pro Jahr, rd. **8,5 Tonnen an PP-Verpackungen** und **600 kg an Aluminium-Verpackungen** ersetzen. Es konnten in den Recherchen jedoch keine Praxisbeispiele für die Verwendung von Schalen aus Biokunststoffen gefunden werden, obwohl teilweise passende Produkte angeboten werden. Daher müssten vor einer tatsächlichen Umsetzung weitreichende Tests bezüglich Feuchtigkeitsresistenz, Hygienisierung, Maschinengängigkeit, Wärmebeständigkeit

etc. durchgeführt werden. Nachdem es sich bei Schalen von Fertigenen um Produkte handelt, welche in mehreren geschlossenen Bereichen (Schulen, Haushalte, Kindergärten, Magistrat der Stadt Wien, vgl. auch Kap. 6.9, 6.12.4 und 6.1) vorkommen, eine getrennte Sammlung der Abfälle bereits derzeit üblich ist und zusätzlich bei den Gesprächen prinzipielles Interesse von den Lieferanten signalisiert wurde, wird **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.12 Kindertagesheime

6.12.1 Organisation

Die **Stadt Wien, MA 11A**, führt **361** städtische Kindertagesheime und bietet in Krippen, Kindergärten und Horten **rund 36.000 Betreuungsplätze** an. Von privaten Anbietern werden rund 39.000 Plätze in Krippen, Kindergärten und Horten, etwa 1.700 Plätze in Kindergruppen und ca. 1.500 Plätze bei Tagesmüttern/Tagesvätern in Wien bereit gestellt. Die Magistratsabteilung 11A fördert zahlreiche dieser privaten gemeinnützigen Betreuungseinrichtung (www.wien.gv.at/kindertag/kth/index.htm). Kindergärten und Krippen sind ganzjährig, täglich von 6:30 bis 17:30 geöffnet, bei Bedarf auch schon ab 6:00 bzw. bis 18:00.

Private Kindergärten, Tagesmütter/väter sowie Kindergruppen benötigen eine Bewilligung durch die MA 11. Die wichtigsten privaten Institutionen sind Kinderfreunde, Kinderdrehscheibe Wien, Kinder in Wien, Kindercompany und der Dachverband der Wiener Kindergruppen.

6.12.2 Zentral eingekaufte Produkte

Ähnlich wie bei Schulen, gibt es auch bei den Kindertagesheimen Materialien, die zentral eingekauft (von der MA 54-Zentraler Einkauf), in einem Depot zwischengelagert und von dort zweimal jährlich an die Kindertagesheime ausgeliefert werden. Diese Produkte umfassen diverse Geschirr- und Besteckteile, Reinigungsmaterial, Wirtschaftswaren, Textilien, Spielmaterial, Werkzeug und Bücher. Von den im Jahr 2003 bestellten Produkten kommen nur die in Tab. 6.8 aufgelisteten Artikel für den Ersatz durch Artikel aus nachwachsenden Rohstoffen in Betracht. (Artikelliste zur Verfügung gestellt von Fr. Dr. Raffelsberger, MA 11A, 8.9.2004).

Produkt	2003 bestellte Mengen [Stück]	Gramm/Stück	Potential [kg/a]
Müllsäcke 110 l	14.519	54	784
Müllsäcke 60 l	347.600	15-27	5.214-9.385
Einweghandschuhe	9.066	7,3	66

Tab. 6.8: Zentral für öffentliche Kindertagesheime bestellte Artikel 2003, die durch Biokunststoffe substituierbar wären

Jedem Kindertagesheim steht zusätzlich ein monatlicher Pauschalbetrag für die Selbstbeschaffung folgender Artikel zur Verfügung:

- Materialien, die den Kindern zugute kommen wie Bastelmaterial, Bücher, Kleinmaterial für Feste, usw.
- Nägel, Schrauben, Haken, Blumen, ... für Ausschmückung der Räume
- Diverse kleine Haushaltsartikel, die durch Direktkauf rasch und kostengünstig beschafft werden können
- Büromaterialien wie Papier, Spitzer, Radiergummi

Für die in Tab. 6.8 dargestellten Produkte sind derzeit nur Ersatzprodukte aus Biokunststoff für Müllsäcke am Markt erhältlich (vgl. auch Kap. 6.6). Aufgrund der zentralen Bestellung

wäre ein Umstieg auf Biokunststoff leicht möglich. Der Bereich Müllsäcke in Kindertagesheimen wird daher im Zuge **eines Umsetzungsprojektes** behandelt.

6.12.3 Windeln

Wie andere Hygieneprodukte auch sind die meisten Windeln auf eine einmalige Verwendung ausgelegt und werden nach Gebrauch entsorgt. In den letzten Jahren wurde mit dem Einsatz von waschbaren Mehrwegwindeln versucht, die durch ein Kleinkind anfallenden Abfallmengen auf ein Minimum zu reduzieren. Trotzdem sind Mehrwegwindeln nicht immer leicht einzusetzen, z.B. wenn man mit dem Kleinkind unterwegs ist und die volle Windel mitnehmen muss. Daher gehen neue Entwicklungen in die Richtung, dass herkömmliche Einwegwindeln durch den Einsatz neuer Materialien ökologischere Eigenschaften bekommen.

Einwegwindeln bestehen zu einem Großteil aus Materialien, welche aus Erdöl hergestellt werden. Um Wäsche und Haut vor Nässe zu schützen, wird die Außenhaut einer Windel meist aus einer **dünnen Polyethylen- oder Polypropylenfolie** gefertigt. Das Kernstück einer herkömmlichen Windel besteht aus flüssigkeitsaufsaugenden und geruchsbindenden Materialien, einer Mischung aus **Zellstoff** und sog. **Superabsorbern**, welche aus hydrophilen Polymeren hergestellt werden. Diese langkettigen, vernetzten Kunststoffe aus Acrylsäure quellen bei Kontakt mit einer Flüssigkeit zu einem Gel auf und schließen die Flüssigkeit so auch unter Belastung fest ein. Durch die Verbesserung der Verteilung der Flüssigkeit in der Windel und eine erhöhte Saugfähigkeit werden heutzutage nur mehr etwa 25 g an Superabsorbern pro Windel benötigt (www.selbsthilfeverband-inkontinenz.org/svi_suite/hilfsmittel.php). Experten schätzen, dass weltweit jährlich über **200.000 Tonnen** Superabsorber aus Erdöl hergestellt werden, in Europa liegt man etwa bei 70.000 Tonnen (www.uni-osnabrueck.de/forschung/kurzportraits/windel.htm).

Bisher am Markt befindliche „Ökowindeln“ ersetzen die Kunststoffolie der Verpackung der Windeln (z.B. Moltex Öko) oder auch Folien, die in der Windel als zusätzlicher Auslaufschutz dienen, durch biologisch abbaubare Folien. Forscher, z.B. am Fachbereich Biologie/Chemie an der Universität Osnabrück, arbeiten derzeit an der Entwicklung von Superabsorbern auf der Basis von **natürlichen Polysacchariden**, wie Zucker, Stärke oder Pektin. Polysaccharide haben die Eigenschaft, dass sie nur eine bestimmte Menge an Flüssigkeit aufsaugen können, darüber hinaus zerfallen sie. Abhilfe soll eine Vernetzung unterschiedlicher Polysaccharide bringen. Noch zu lösende Probleme betreffen die Reinheit der Grundstoffe und die kostengünstige großtechnische Produktion der neuen Superabsorber. Der Einsatzbereich beschränkt sich nicht nur auf Windeln, sondern lässt sich z.B. auch auf Damenhygieneartikel ausweiten. Schätzungen gehen davon aus, dass etwa eine Mio. Tonnen an Kohlenstoffdioxid eingespart werden könnte, wenn bei der Produktion von Hygieneartikeln von erdölbasierten auf nachwachsende Rohstoffe umgestiegen werden würde (www.uni-osnabrueck.de/forschung/kurzportraits/windel.htm). Nach Angaben des österreichischen Vertreibers der Windeln werden vom schwedischen Hersteller Naty derzeit **Tests** mit den neuen Superabsorbern durchgeführt (www.baby-zone.at). Als Rohstoff für die Herstellung der verwendeten Biokunststoffe wird Mais verwendet, welcher aus Italien stammt und nach Angaben des Herstellers garantiert **gentechnikfrei** ist (www.naty.se).

Nach einer Schätzung von GRAGGABER und GUPFINGER (1999) fallen pro Jahr rund **1.675 Tonnen an Windeln in Wiener Kinderkrippen** an. In den öffentlichen sowie in den meisten privaten Kinderkrippen sind die benötigten Windeln von den Eltern der Kinder zur Verfügung zu stellen.

Wie bereits oben beschrieben, sind intensive Forschungen im Bereich Windeln aus Biokunststoffen am Laufen. Aus diesem Grund wird derzeit **kein Bedarf an einem Umsetzungsprojekt** gesehen, da zunächst die Forschungsergebnisse abgewartet werden sollten.

6.12.4 Essen

Die Essensversorgung mit Mittagsmenüs für die städtischen Kindertagesheime wird zentral von der Magistratsabteilung MA 11 A verwaltet. Anlässlich einer europaweiten Ausschreibung im Jahre 2002 wurde ein Unternehmen mit der Lieferung von Fertigmenüs (täglich 30.000 Portionen) für alle Kindertagesheime der Stadt Wien beauftragt. Der Anteil an biologischen Lebensmitteln liegt derzeit bei rund 40 %. Jeder Kindertagesheimstandort verfügt über zumindest eine Küche, mehr als die Hälfte ist mit zwei Küchen ausgestattet. Für die Herstellung von Gabelfrühstück und Jause werden den Kindertagesheimen wie bei den Materialbeschaffungen, Pauschalbeträge für den Selbstankauf zur Verfügung gestellt.

Die Anlieferung des Essens erfolgt in Mehrweg-Kisten, das Essen selbst ist in PP-Schalen verpackt. Eine PP-Schale umfasst ca. 10 Portionen und wiegt etwa 2 kg. Die leeren PP-Schalen werden wieder mitgenommen und einem Entsorger übergeben (tel. Auskunft, 15.9.2004).

Bei einem geschätzten Leergewicht von 70 g pro Schale und 250 Tagen pro Jahr fallen daraus rd. **52,5 Tonnen an PP-Schalen** an. Auch hier ist der Ersatz durch Behältnisse aus nachwachsenden Rohstoffen denkbar. Nach Ansicht der Kontaktperson beim Hersteller wäre der Ersatz der PP-Schalen durch Schalen aus Biokunststoff allerdings mit einem „wahnsinnig hohen Aufwand“ verbunden, bzw. sei Material aus nachwachsenden Rohstoffen nicht pasteurisierfähig.

Der Bereich der Fertigmenüs wird bereits aufgrund von Recherchen aus den Bereichen Haushalte und Schulen **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, bei welchem allerdings ein großer Bedarf an Tests bezüglich Feuchtigkeitsresistenz, Hygienisierung, Maschinengängigkeit, Wärmebeständigkeit etc. der Biokunststoffe besteht. Diese Erkenntnisse könnten dann auch auf den Bereich Kindertagesheime angewandt werden.

6.13 Polizei

Die Bundespolizeidirektion Wien hat rd. 10.000 Mitarbeiter in den Bereichen Sicherheitsverwaltung, Kriminaldienst und Sicherheitswache. Sie umfasst die Organisationseinheiten Büro der Sicherheitsdirektion, Präsidialabteilung, Landesamt für Verfassungsschutz und Terrorismusbekämpfung, Kriminalamt Wien (fünf Kriminalkommissariate, dezentral), Verwaltungspolizeiliche Abteilung, Sicherheits- und Verkehrspolizeiliche Abteilung, 14 Polizeikommissariate, Kriminalbeamteninspektorat und Generalinspektorat der Sicherheitswache (www.polizei.at/wien/, ges. am 26.08.04).

Am 26.08.04 wurde eine Anfrage an das Präsidialjournal per email gestellt, bzw. nach telefonischer Nachfrage noch einmal am 9.9.04 (an die dabei genannte zuständige Sachbearbeiterin). Diese soll vor allem folgende Fragen klären:

- Wie ist die Beschaffung von Verbrauchsgütern organisiert (zentraler Einkauf über die Präsidialabteilung?
- Welche Produkte werden in großen Mengen eingekauft? Gibt es hier Produkte, die typisch für die Polizei sind, und in anderen öffentlichen Bereichen nicht benötigt werden?
- Wer entscheidet über die Aufstellung von Getränkeautomaten in den Kommissariaten? (autonome oder zentrale Entscheidung?)

Es kam zu keinerlei Rückmeldung von Seiten des Präsidialjournals, daher konnte der Bereich Polizei nicht weiter betrachtet werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass ähnliche Voraussetzungen für die in Frage kommenden Produkte (Becher in Kaffeeautomaten, Müllsäcke, Essen) bestehen wie in anderen im Zuge dieser Studie untersuchten Bereiche. Die Erfahrungen einer Umsetzung in einem der anderen Anwendungsbereiche können dann

bei Bedarf für den Bereich Polizei umgelegt werden. Es wird daher **kein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.14 Theater

Als in Frage kommende Einsatzbereiche, bei denen unter Umständen noch genauer recherchiert werden könnte, erschienen vorerst:

- Dekorationswerkstätten, in denen verschiedenste Kunststoffe verarbeitet werden können. Hier stellt sich die Frage, ob die Verarbeitung von nachwachsenden Rohstoffen theoretisch möglich bzw. denkbar wäre, sowie nach der Gebrauchsdauer von Dekorationsteilen (gibt es auch Requisiten, die Verbrauchsgüter sind?)
- Folien und Beschriftungen: Werden im Theaterbetrieb Klebefolien/ Aufkleber verwendet, die nach jeder Vorstellung entsorgt werden? (Ersatzmöglichkeit durch nachwachsende Rohstoffe?)
- Bildhaueratelier: hat sich von der klassischen Papiermaché-Technik zur Verarbeitung von Styropor, Polyurethanschäumen, diversen Kaschiermassen (Gummimilch), Plexiglas (Lexan) und Polyester hin verändert.
- Maske: Werden Einweghandschuhe oder sonstige Einwegzeugnisse verwendet?

Die Internetrecherche über die Tätigkeiten der einzelnen Bereiche und der dabei verwendeten Materialien, ließ bereits zu Beginn **kaum relevante Potentiale** für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe erwarten, zumal es sich bei den eingesetzten Produkten (Kostüme, Dekorationselemente, Requisiten) um längerlebige Gegenstände handelt. Aus diesem Grund wurden **im Bereich Theater keine weiteren Recherchen** durchgeführt.

Allgemeine Ansatzpunkte auf Produktebene sind, ähnlich wie in anderen Bereichen, Müllsäcke, Getränkeautomaten und Verpackungen in Kantinen bzw. Buffets, welche im Zuge von Umsetzungsprojekten bereits vorgeschlagen wurden.

6.15 Tiergarten

Als geschlossene räumliche Einheit mit der Möglichkeit allfällige Kunststoffprodukte erstens durch Produkte aus Biokunststoffen zu ersetzen und zweitens diese auch nach Gebrauch geschlossen einzusammeln und einer entsprechenden Verwertung zuzuführen, wurde der Tiergarten Schönbrunn in die Untersuchungen mit einbezogen.

Folgende Fragen wurden an die Tierparkverwaltung gestellt:

1. Welche Produkte, die bei Ihnen in Verwendung sind, können Ihrer Meinung nach durch solche aus Biokunststoffen ersetzt werden (z.B.: Müllsäcke, in die nur Biomaterial kommt, Geobecken, aber auch z.B. Kunststoffgetränkebecher usw.)?
2. Aus welchen Materialien werden diese Produkte zur Zeit gefertigt?
3. Um welche Mengen handelt es sich dabei (grobe Schätzung)?
4. Sind Sie theoretisch bereit Biokunststoffe auch einzusetzen?

Die Antwort zeichnet den Tiergarten Schönbrunn als Musterbetrieb aus. Kunststoff wird eigentlich nur für die **Sammlung von Restmüll** verwendet. Kunststoff kommt **nicht** zum Einsatz für Futtermittel (Papiersäcke), für Biomüll oder für die eigene Gastronomie. Dort werden seit dem Vorjahr keine Kunststoffbecher, sondern Pappbecher zum Auswaschen im Mehrwegsystem verwendet. Da sich dies sehr aufwendig gestaltet, besteht **großes Interesse** am Einsatz von Einwegbechern aus Biokunststoff.

Die Menge der eingesetzten Becher muss geschätzt werden, da eine Aufzeichnung der verbrauchten Anzahl nicht vorliegt. Im Mittel liegt die Besucherzahl des Tiergarten Schönbrunn der letzten drei Jahre bei rund 1,8 Mio. Besuchern pro Jahr. Unter der Annahme, dass der Besuch des Tiergartens vorrangig der Beobachtung der Tiere dient und nicht der kommunikativen Unterhaltung, wird geschätzt, dass nur etwa ein Drittel der Besucher ein Getränk konsumiert. Mit einer mittleren Bechermasse von 7,2 Gramm ergibt sich ein Potential von rund **4,3 t pro Jahr**.

Nachdem aufgrund des Säuberungsaufwandes der Umstieg von Mehrweg- auf Einwegbecher ohnehin geplant ist und Interesse am Einsatz von Biokunststoffen besteht, wird der Bereich **für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.16 Vorsammelhilfen

Unter Vorsammelhilfen werden Behältnisse (Säcke, Schachteln, kleine Behälter...) angesehen, welche die Trennung von Abfall in einzelne Fraktionen direkt am Ort des Abfallanfalles (z.B. Küche) erleichtern und damit im Idealfall auch die Beteiligung an der getrennten Sammlung fördern. Eine genaue Definition für Vorsammelhilfen existiert nicht und so gehen die Meinungen oft darüber auseinander, ob es sich z.B. bei der Ökobox um eine Vorsammelhilfe oder ein Sammelsystem mit Austauschbehältnissen handelt.

Säcke werden jeweils hauptsächlich für die Sammlung der anfallenden Abfälle in der Küche verwendet und gemeinsam mit den Abfällen in jene Behälter entsorgt, die in die jeweiligen Sammelfahrzeuge entleert werden. Dazu ist es natürlich sinnvoll, wenn die Materialien der verwendeten Säcke eine gemeinsame Verwertung oder Behandlung zulassen.

6.16.1 Vorsammlung von Biomüll

Die Vorsammlung von Biomüll in einem Sack, der mitsamt dem Biomüll entsorgt werden kann, hat folgende Vorteile gegenüber einer Behältersammlung:

- Der Abfall wird mitsamt dem Behältnis entsorgt, wodurch immer ein **neues, sauberes Behältnis** für die nächste Sammlung zur Verfügung steht. Gegenüber dem Behälter entfällt die Säuberung und damit treten **kaum Geruchsprobleme** durch anhaftende Verunreinigungen auf. Voraussetzung dafür ist eine gewisse Widerstandskraft des Sackmaterials gegen Durchnässung.
- Der Sack kann **auf dem Weg** woandershin **mitgenommen** und mitentsorgt werden, wohingegen ein Behälter sofort wieder zurückgebracht oder einstweilen zwischengelagert werden muss.
- Wie Untersuchungen der Universität Innsbruck bestätigen, kann bei einer Kombination von Säcken aus Biokunststoff mit einer Halterung der Bioabfall belüftet und dabei getrocknet werden, was mit einer **geringeren Geruchsbildung** und **niedrigeren Keimbildung** einher geht (vgl. Kapitel 5.2.1).

Nachteilig wirkt sich aus, dass bei der Sacksammlung **zusätzlich Abfall** anfällt, auch wenn das Sackmaterial stofflich mit dem Abfall selbst vergleichbar ist. Außerdem können Säcke von spitzem Biomüllmaterial (z.B. Schnittblumenstengel) **durchstoßen** und damit „undicht“ werden. Bei Papiersäcken kommt noch hinzu, dass diese von feuchtem Biomüll leicht **durchnässt** werden können und dann den Vorteil der Sauberkeit und Hygiene verlieren.

In Wien gibt es keine offizielle Empfehlung für die Sammlung von Biomüll für die Kompostierung Vorsammelhilfen in Form von Säcken zu verwenden. Öffentlich zugängliche Biotonnen sind zur Zeit hauptsächlich dort aufgestellt, wo es zu einem vermehrten Anfall von mehr oder weniger trockenen Gartenabfällen kommt. Im Jahr 2007 wird es in Wien-Simmering eine **Biogasanlage** geben, welche in der ersten Ausbaustufe 17.000 Tonnen pro

Jahr an organischen Abfällen verarbeiten wird. Ein Großteil des Inputs, nämlich 10.000 Tonnen, sollen über Biotonnenmaterial aus dem innerstädtischen Gebiet aufgebracht werden (vgl. Kapitel 4.3.2). Aus diesem Gebieten stammende Bioabfälle erwiesen sich in der Vergangenheit als wesentlich feuchter als Bioabfälle aus weniger dicht verbauten Gebieten, was an dem höheren Anteil an Küchenabfall liegt. Derzeit liegen keine Informationen vor, in welcher Art und Weise (mit oder ohne Vorsammelhilfen) die Sammlung der für die Biogasanlage gedachten biogenen Abfälle aus Haushalten umgesetzt werden soll. Die Überlegung, dass Bioabfall sauberer und hygienischer mit Vorsammelhilfen gesammelt werden kann, findet jedoch Bestätigung in den Fallstudien aus Tulln und Straubing, wobei in diesen Fällen jeweils Biomüll für die Kompostierung gesammelt werden (vgl. Kapitel 5.2). Es wird für die Berechnung zunächst einmal davon ausgegangen, dass nur für die Sammlung von Bioabfall in innerstädtischen Bereichen (gehen in die Vergärung) Säcke als Vorsammelhilfen eingesetzt werden.

Grundlage der Berechnungen sind folgende Annahmen:

- Die Abfallmenge, welche in die Vergärung gebracht werden soll, beträgt rund 10.000 t Biomüll.
- Die mittlere Dichte des innerstädtischen Biomülls beläuft sich auf etwa 250 kg/m³.
- Es werden 10 l Säcke verwendet, welche bei ihrer Entsorgung zu 80 % gefüllt sind.

Daraus ergeben sich rund **5 Mio. Stück Säcke**, die unter den genannten Voraussetzungen als Vorsammelhilfen für Bioabfall benötigt werden.

Eine Recherche der derzeit im Einzelhandel befindlichen Müllbeutel (z.B. von Alufix, Swirl, Müllstar, etc.) ergab, dass es unter den vielen Produkten nur wenige für eine Bioabfallsammlung geeignete gibt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um kompostierbare **Papiersäcke** bzw. einen **kompostierbaren Sack aus Biokunststoff**, welcher in einigen Supermärkten oder Drogeriemärkten angeboten wird. Als zusätzliche Informationsquelle wurde deshalb eine Internetrecherche in Onlineshops zu Preisen und Produkten von Bioabfallsammelhilfen durchgeführt. In der folgenden Auflistung handelt es sich nur um Beispiele, die veranschaulichen sollen, welche Produkte zu welchem Preisniveau auf unterschiedlichen Handelswegen (Einzelhandel, Großhandel, Onlineshop) verfügbar sind.



Abb. 6.12: Beispiel für Bioabfallsammelsäcke (Quellen: <http://b2b.pfannkuch.de>; www.edeka24.de)

In einer Drogeriekette konnten Papiersäcke der Eigenmarke „Profi“ um **1,25 Euro** pro 10 Stück á 10 l recherchiert werden. Papiersäcke der Fa. Swirl für die Biomüllsammlung in der 10er Packung á 10 Liter konnten in zwei Onlineshops deutscher Unternehmen recherchiert werden, wobei der Preis in einem Fall bei **1,69 Euro**, im anderen bei **2,78 Euro** jeweils ohne Versandkostenanteil liegt. Eine Gegenüberstellung der Preise ist in Tab. 6.9 angegeben.

Im Sortiment eines Großmarktes einer Lebensmitteleinzelhandelskette wurde ein Sack aus Biokunststoff der Fa. Pely gefunden, welcher zu je 5 Stück á 10 Liter Fassungsvermögen angeboten wird. Der Preis liegt bei etwa **1,59 Euro** pro Packung. Im Onlineshop eines

deutschen Anbieters kann ein Produkt der Fa. Swirl um **1,69 Euro** für 5 Stück á 10 Liter (ohne Versandkostenanteil) erworben werden. Als Vergleichsprodukte wurden jene kompostierbare Biomüllvorsammelhilfen herangezogen, welche im Bereich des Abfallwirtschaftsverbandes Tulln bzw. Straubing flächendeckend eingesetzt werden (vgl. Kapitel 5.2). Aufgrund der von dort zur Verfügung stehenden Informationen können im Vergleich zu den im Einzelhandel üblichen Preisen bei einer größeren Abnahmemenge geringere Kosten vorausgesetzt werden. In Tulln kann der Haushalt nach Verbrauch seiner kostenlos zur Verfügung gestellten Säcke weitere Rollen á 26 Stück zu **4 Euro** erwerben. In Straubing stehen Rollen zu 10 Stück um **1,60 Euro** zum Verkauf. Die Preise der Säcke sind in Tab. 6.9 zusammengefasst.

Zum Preisvergleich wurden **herkömmliche Müllsäcke aus Kunststoff** in die Betrachtung mit einbezogen. Diese Säcke werden zwar vom Handel nicht explizit als Biovorsammelhilfe angeboten und haben in einer getrennten Bioabfallsammlung nichts verloren, in Wien wurde jedoch im Zuge der Testphase der Küchentonne eine Sammlung der biogenen Abfälle mittels herkömmlichen Kunststoffsäcken überlegt (vgl. Kapitel 4.3.2). In einem Onlineshop konnten 10 l PE-Säcke der Fa. Swirl um 1,82 Euro pro 35 Stück recherchiert werden. Im Einzelhandel waren lediglich Säcke mit 15 l erhältlich. Die Preise von 15 Liter Müllsäcken aus Kunststoff, welche zu je 30 Stück angeboten werden, liegen bei 0,99 Euro. Um trotz unterschiedlichem Sackvolumen einen direkten Vergleich zu ermöglichen, wurden die Preise aller Müllsäcke für die Gegenüberstellung in Tab. 6.9 auch auf Cent pro Liter umgerechnet.

Müllsack	Preis [Euro/Packung]	Preis [Euro/Sack]	Preis [Cent/l]
Biokunststoffsäcke Fa. Swirl (5 Stk. á 10 l), online	1,69	0,34	3,38
Biokunststoffsäcke Fa. Pely (5 Stk. á 10 l), Einzelhandel	1,59	0,32	3,20
Papiersäcke Fa. Swirl (10 Stk. á 10 l), online	2,78	0,28	2,78
Papiersäcke Fa. Swirl (10 Stk. á 10 l), online	1,69	0,17	1,69
Biokunststoffsäcke Straubing (10 Stk. á 10 l), Case-Study	1,60	0,16	1,60
Biokunststoffsäcke Tulln (26 Stk. á 10 l), Case-Study	4,00	0,15	1,54
Papiersäcke Profi (Eigenmarke), (10 Stk. á 10 l), Einzelhandel	1,25	0,13	1,25
Polyethylensäcke Fa. Swirl (35 Stk. á 10 l), online	1,82	0,05	0,50
Polyethylensäcke (30 Stk. á 15 l), Einzelhandel	0,99	0,03	0,22

Tab. 6.9: Preisvergleich Müllsäcke aus kompostierbaren Materialien bzw. Kunststoff

Tab. 6.9 enthält die recherchierten Preise in absteigender Reihenfolge (das teuerste Produkt oben). Die Aufstellung der Preise zeigt, dass **Kunststoffsäcke** die günstige Variante vor **Papiersäcken im Einzelhandel** vor **Biokunststoffen in Großmengen** vor **Papiersäcken über Onlineversand** und **Biokunststoffen in kleinen Einkaufsmengen** darstellen. Der Vergleich der Preise zeigt, dass die kompostierbaren 10 l Säcke aus Biokunststoff in größeren Abnahmemengen um die Hälfte des Einzelhandelspreises bezogen werden können. In diesem Fall ist ein kompostierbarer Biokunststoffsack pro Liter rund **7 mal so**

teuer wie ein Kunststoffmüllsack. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass ein Kunststoffsack bei der Verwertung des Biomülls auf jeden Fall abgetrennt werden muss, wohingegen eine biologische Verwertung der Biokunststoffsäcke unter bestimmten Voraussetzungen möglich ist (vgl. Kapitel 5.2 bzw. 4.3). Alle recherchierten Biokunststoffsäcke für die Sammlung von Biomüll sind zertifiziert kompostierbar.

6.16.2 Vorsammlung von Restmüll

Die Sammlung von Restmüll in Säcken direkt am Ort des Anfalls wird oft angewendet. Die Recherchen in den Bereichen Krankenanstalten (Kapitel 6.6), Rettung (Kapitel 6.8) und Kindertagesheime (Kapitel 6.12) lassen darüber hinaus auch auf eine interessante Menge schließen. Die Verwendung von Biokunststoffen für Säcke zur Vorsammlung von Restmüll ist derzeit kein gängiges Anwendungsgebiet und es ist auch kein entsprechendes Produkt am Markt. Dieser Umstand ist wohl darauf zurückzuführen, dass die meisten Biokunststoffe mit dem Ziel einer biologischen Abfallentsorgung entwickelt wurden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass es prinzipiell möglich ist, einen Restmüllsack aus nachwachsenden Rohstoffen mit entsprechenden Eigenschaften zur Verfügung zu stellen. Bei der Nutzung einer Vorsammelhilfe aus nachwachsenden Rohstoffen für Restmüll erübrigt sich die Frage nach einer möglichen getrennten Sammlung des Sackes und auch die möglichen Entsorgungswege. Der Sack wird gemeinsam mit dem Restmüll gesammelt und entsorgt.

In Wien wird Restmüll fast gänzlich einer thermischen Behandlung unterzogen. Der Vorteil von Säcken aus Biokunststoffen gegenüber herkömmlichen Kunststoffsäcken liegt bei der thermischen Verwertung darin, dass das entstehende Kohlendioxid als klimaneutral gewertet werden kann, da die Produkte zu einem Großteil aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt werden. Das Produkt muss also nicht kompostierbar sein, weil es gemeinsam mit dem darin gesammelten Abfall ohnehin thermisch entsorgt wird. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass der Preis für einen Sack aus nachwachsenden Rohstoffen um ein Vielfaches höher als bei herkömmlichen Kunststoffen liegt.

Die Verwendung von Vorsammelhilfen aus nachwachsenden Rohstoffen für Restmüll erscheint nur dort sinnvoll, wo ohnehin Vorsammelhilfen gekauft werden, also in Büros (Magistrate), in Krankenanstalten, bei der Rettung, in Kindertagesheimen etc. Es wird daher **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, welches im Zuge dieser Bereiche eingeführt werden könnte. In Haushalten werden keine, Säcke aus anderen Anwendungen (z.B. Tragetaschen vom Einkauf) oder auch extra Müllsäcke für die Vorsammlung von Restmüll verwendet. Nachdem eine Umstellung im Haushaltsbereich im Zuge eines eigenen Umsetzungsprojektes als nicht sinnvoll erachtet wird, wurde kein entsprechendes Projekt entwickelt.

6.17 Lebensmittelverpackungen

Wie bereits in Kapitel 5 anhand mehrerer Beispiele gezeigt, stellen Biokunststoffe im Bereich der Lebensmittelverpackungen einen möglichen alternativen Werkstoff zu Kunststoff dar. Ziel der Untersuchungen war, ein **Mengenpotential** auf Haushaltsniveau zu erheben sowie Stellungnahmen des **österreichischen Lebensmitteleinzelhandels** einzubeziehen.

Als Grundlage für die Ermittlung der Potentiale im Bereich Lebensmittelverpackungen wurde über einen Zeitraum von vier Wochen in sieben Haushalten eine **Sammlung** aller anfallenden Lebensmittelverpackungen aus Kunststoff organisiert. Aufgrund des geringen Projektbudgets erfolgte die Auswahl der Haushalte willkürlich. Es wurde jedoch sehr wohl darauf geachtet, unterschiedliche Haushaltsgrößen (1-, 2- und 4-Personenhaushalte), Altersgruppen, Einkaufsgewohnheiten, Wohnorte, etc. einzubeziehen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich durch die Teilnahme an der Studie keine Veränderungen in den Einkaufsgewohnheiten der Haushalte ergaben.

Die Testhaushalte stellten die gereinigten Kunststoffverpackungen ihrer während des Versuchszeitraumes verzehrten Lebensmittel zur Verfügung. Die gesammelten Kunststoffverpackungen aus dem jeweiligen Haushalt wurden einzeln verwogen und einer der folgenden Kategorien zugeordnet:

- Milchprodukt (außer Käse)
- Käse
- Fleisch
- Cerealien, Knabbergebäck
- Getränk
- Gebäck
- Obst
- Gemüse
- Fertiggericht
- Teigwaren
- Süßigkeiten
- sonstige Verpackungen

Es wurden im Versuchszeitraum von allen beteiligten Haushalten 4,7 kg an Kunststoffverpackungen gesammelt. Milchprodukte haben mit 30 Masse-% den höchsten Anteil an der Gesamtmenge, gefolgt von den Getränken mit 21,7 Masse-%. Die restlichen Kategorien liegen unterhalb von 10 %. Es ergibt sich eine durchschnittlich anfallende Verpackungsmasse von **23,1 g pro Tag und Haushalt**, wobei der Vierpersonenhaushalt mit zwei Kindern auf 36 g, die Zweipersonenhaushalte auf durchschnittlich 28 g und der Einpersonenhaushalt nur auf rund 4 g pro Tag kommt. Das Gesamtvolumen der gesammelten Kunststoffverpackungen betrug rund 0,6 m³.

In Wien gibt es nach Angaben der statistischen Erhebungen des Magistrates (MA 66) rund **771.000 Privathaushalte**, wobei die durchschnittliche Haushaltsgröße 1,98 beträgt (Stand 2001)²⁴. Wird die oben ermittelte Menge an Kunststoffverpackungsmaterial auf dem Lebensmittelbereich auf die Anzahl der Privathaushalte hochgerechnet, ergibt sich eine Gesamtmenge von knapp **18 t pro Tag** bzw. **6.500 t pro Jahr** für ganz Wien. Sortieranaylsen für den Lebensbereich Ernährung haben für Wien ein Aufkommen von „Nicht-Papier“-Lebensmittelverpackungen von im Minimum 3.550 Tonnen bis maximal 57.885 Tonnen für das Jahr 2003 ergeben (WASSERMANN und SCHNEIDER, 2003). Eine genauere Differenzierung wurde im Rahmen der zitierten Studie nicht durchgeführt, dennoch kann mit einem hohen Kunststoffanteil (Rest Metall) gerechnet werden. Welcher Anteil dieser Verpackungen theoretisch durch Biokunststoffe ersetzt werden könnte, war ebenfalls nicht Gegenstand der zitierten Untersuchung. Dennoch können die Ergebnisse der Studie WASSERMANN und SCHNEIDER (2003) zur Kontrolle der Größenordnung der Ergebnisse der vorliegenden Studie herangezogen werden, welche mit sieben Haushalten eine sehr geringe Stichprobe aufweist.

In Deutschland werden im Gegensatz zu anderen Ländern noch kaum biologisch abbaubare Werkstoffe im Lebensmitteleinzelhandel verwendet (vgl. Kapitel 5.3). Als ein Hauptgrund dafür wird die verpflichtende Beitragsleistung an das Duale System Deutschland gesehen, die den finanziellen Spielraum für zusätzliche Kosten limitiert (KREUZER, 2004). Analog ist die Situation in Österreich zu sehen. Ein Vertreter eines **österreichischen Lebensmittel-einzelhandelsunternehmens** sieht ein weiteres Problem in der rechtlich unklaren Kennzeichnung dieser Werkstoffe. Nachdem durch den Einsatz der Werkstoffe höhere Kosten anfallen, würde der Handel diese Verpackung gern auch klar als ein ökologisches Produkt gegenüber dem Kunden ausweisen. Unklar ist jedoch die rechtliche Konsequenz,

²⁴ Quelle: wien.at/ma66/pdf/vz2001haushalte.pdf, Zugriff am 02.12.2004

wenn die Verpackung als „biologisch abbaubar“ oder „kompostierbar“ gekennzeichnet wird und vom Kunden dann - nach entsprechender eigener Überlegung - eventuell in die Biotonne entsorgt wird (vgl. auch Kapitel 4.4). Gerade im Bereich des Bioobstes und -gemüses finden sich immer wieder kritische Kunden, welche sich beim Handel über die Verwendung von Kunststoff als Verpackung beschwerten. Ein Verzicht auf Verpackung erschwert jedoch die Trennung zwischen biologisch und konventionell produziertem Obst und Gemüse, sodass nicht garantiert werden kann, dass es sich bei einem einzelnen Stück tatsächlich um Bioobst oder -gemüse handelt. Derzeit werden biologisch abbaubare Verpackungen im Bereich Obst und Gemüse daher ohne jegliche Kennzeichnung verkauft.

Neben den notwendigen Schutz- und Informationseigenschaften der Verkaufsverpackung sehen einige der Anwender bei den Verpackungen aus Biokunststoffen zusätzliche Vorteile für die Qualität ihrer verpackten Produkte (persönliche Mitteilungen, 17.10.2003, 20.01.2004). Diese liegen zum einen in einer gegenüber herkömmlichen Kunststoffen verbesserten **Atmungsaktivität** der Folien, welche Feuchtigkeit aus der Verpackung entweichen lässt und so z.B. auf Backwaren aufgestreuten Zucker nicht auflöst und auch Schimmelbildung verzögert. Das Aroma der Ware jedoch bleibt trotzdem erhalten (JOHANSEN, 2003; PFEIFFER, 2003). Andererseits kommt die geringe **elektrostatische Aufladung** der Biokunststofffolien den Anforderungen beim Abpacken von mehligem oder feinkörnigen Schüttgut (kein Verlegen der Schweißnaht durch anhaftende Körner) bzw. beim automatischen Öffnen der Säckchen vor dem Befüllen entgegen (PFEIFFER, 2003).

Vorteile aus der Verwendung von Lebensmittelverpackungen aus Biokunststoffen lassen sich beim möglichen Zusatznutzen der gemeinsamen Entsorgung erkennen. So könnten z.B. Reste aus der Zubereitung von Obst oder Gemüse in der Verpackung gesammelt und entsorgt werden. Besonders eine Verwendung von abbaubaren Abreißbeuteln wäre in diesem Zusammenhang von doppeltem Nutzen, da diese Beutel bei offen gekauftem Obst und Gemüse im Supermarkt und im Anschluss als Vorsammelhilfe der Bioabfälle verwendet werden können.

Die Gespräche mit Vertretern eines internationalen Verpackungsherstellers sowie Vertretern aus dem österreichischen Verpackungshandel, der österreichischen Abpackungsunternehmen und des österreichischen Lebensmitteleinzelhandels lassen eine Bereitschaft der breiteren Anwendung von Biokunststoffen im Lebensmittelbereich, v.a. bei Obst und Gemüse, erkennen. Ausschlaggebend für eine Beteiligung ist - neben der Erfüllung der Verpackungsfunktionen - der Preis der Verpackung, welcher höher liegt als bei Kunststoff. Es wird allerdings auch die Notwendigkeit einer Informationsbereitstellung für die Kunden und eine klare Kommunikation der Eigenschaften der Biokunststoffe gesehen. Dieses Bild wird auch durch eine durch PIRINGER und FISCHER (2003) durchgeführte schriftliche Befragung unter drei großen österreichischen Supermarktketten bestätigt.

Aufgrund der bestehenden Erfahrungen aus den Fallstudien, des Interesses des Handels und der möglichen breiten Öffentlichkeitswirkung, wird dieser Bereich für **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.18 Werbemittelsäckchen

Zunächst wurde auch eine Einbeziehung des Bereiches jener Kunststoffsäckchen, in welchen Werbematerial an die Wohnungstür gebracht werden, in Erwägung gezogen. Allerdings lässt sich vermuten, dass durch die bis 1. Juli 2006 notwendige Umsetzung des § 14 des Bundesgesetzes zur Änderung des Postgesetzes 1997 (BGBl. I Nr. 72/2003) in Zukunft diese Säckchen nicht mehr verwendet werden. Das Gesetz verlangt Brieffachanlagen mit Einwurfschlitz, sodass in Zukunft auch andere Postzusteller - außer der Österreichischen Post – Postsendungen abgeben können. Aufgrund von ökonomischen Überlegungen wird vermutet, dass ab diesem Zeitpunkt Mitarbeiter von Unternehmen, wie

feibra oder redmail, ihre zu verteilenden Werbemittel nicht mehr bis direkt an die Haustüre, sondern nur mehr bis zur Brieffachanlage bringen und dort einwerfen. Damit ist die Verwendung von Werbesäckchen nicht mehr notwendig. Daher wurde für den **Bereich kein Umsetzungsprojekt entwickelt**.

6.19 Zusammenfassung der möglichen Einsatzbereiche

Im Folgenden werden im kurzen Überblick die betrachteten Einsatzbereiche mit den wichtigsten Inhalten zusammengefasst.

6.1 Magistrat der Stadt Wien

Die Dienststellen des Magistrates bieten aufgrund des zentralen Einkaufs, der ökologischen Ausrichtung der Beschaffung und der geschlossenen Einheiten gute Voraussetzungen für die Anwendung von Produkten aus Biokunststoffen. Einige der Dienststellen wurden bereits in eigenen Kapiteln untersucht (Krankenanstalten, Schulen etc.) und werden aufgrund dessen gegebenenfalls in **Umsetzungsprojekte einbezogen**. Im Fall von allgemeinen Anwendungen, wie Müllsäcke, Kaffeeautomaten u.a., sind Magistrate als mögliche geschlossene Einheiten ebenfalls in **Umsetzungsprojekten involviert**.

6.2 Friedhöfe

Es gibt zwei mögliche Produktgruppen, welche durch solche aus Biokunststoffen ersetzt werden können: Grablichter und Grabschmuck. Eine teilweise Umstellung von herkömmlichen **Grablichtern** mit Kunststoffhüllen auf solche mit kompostierbaren Hüllen wäre durch eine Kooperation mit Friedhofsgärtnern bzw. entsprechende Bestückung der Grablichter-automaten prinzipiell denkbar. Das Potential beträgt rund **10 t**. Es ergibt sich die Möglichkeit einer getrennten Erfassung der ausgebrannten kompostierbaren Hüllen, da diese vor Ort entsorgt werden. Der Bereich Grablichter wird dennoch **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, weil zum einen eine vollständige Umstellung aller auf einen Friedhof gebrachten Kerzen nicht realistisch ist und zum anderen die Forcierung von Mehrweg-grablichtern sinnvoller erscheint.

Bei **Grabschmuck** können für viele Produkte nachwachsende Rohstoffe wie Stroh, Reisig etc. eingesetzt werden. Für den Einsatz von Biokunststoffen verbleibt z.B. der Bereich der Steckmassen, wobei derzeit allerdings kein Biokunststoff bekannt ist, der die gestellten Anforderungen erfüllen kann. Der Bereich Grabschmuck wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.1 Kongresse und Messen

Es konnten stellvertretend für andere Veranstaltungsorte für das Austria Center Daten über Besucherzahlen, Abfallmengen und mögliche Produkte, welche durch Biokunststoffe ersetzt werden können, recherchiert werden. Einwegsysteme werden im Austria Center jedoch nur bei einigen wenigen Kongressen als Werbeträger eingesetzt, die Abfallmengen sind auf mehrere Zeitpunkte verteilt, der Kreis der zu erreichenden Personen ist sehr eingeschränkt und es ist keine Medienwirkung zu erwarten. Dieser Bereich wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.2 Fußball- bzw. Multifunktionsstadion

In diesem Bereich können zwei Produktgruppen unterschieden werden, die sich für den Ersatz durch Biokunststoffe anbieten: Einweggeschirr und Fanartikel. Für das Produkt **Einwegbecher** wurden rund 176 kg als Potential geschätzt. Bei **Fanartikeln** konnte keine Schätzung vorgenommen werden, die Begehung zeigt jedoch Potentiale. Aufgrund von vorhandenen Ersatzprodukten aus Biokunststoffen und der hohen erreichbaren Öffentlichkeitswirksamkeit wird der Bereich **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.3 Entenrennen

Die zu ersetzenden Produkte sind die verwendeten Enten aus Kunststoff, von denen etwa eine Tonne pro Rennen eingesetzt werden. Der Veranstalter steht einem Austausch der derzeit verwendeten Enten positiv gegenüber. Es ist derzeit jedoch kein Werkstoff bekannt, der die gestellten Anforderungen erfüllen kann. Dieser Bereich wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.4 Vienna City Marathon

Im Zuge eines Vienna City Marathon werden rund 3,6 t an Kunststoffabfällen durch **Einwegbecher** erzeugt. Nachdem Ersatzprodukte aus Biokunststoffen verfügbar sind, die Abfälle räumlich abgegrenzt anfallen und eine große Öffentlichkeitswirksamkeit besteht, wird dieser Bereich **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.3.5 Donauinselfest

Die vorhandenen Infrastrukturen auf der Donauinsel erschweren den Gebrauch von Mehrwegsystemen bei Getränkebechern und sonstigem Einweggeschirr. Nach einer ersten Schätzung fallen 9 t an Getränkebechern pro Donauinselfest an. Der Veranstalter bestimmt, welche Pfandbecher verwendet werden. Es befinden sich sowohl für Becher als auch für Besteck bzw. Teller Ersatzprodukte aus Biokunststoff am Markt, aufgrund der hohen Besucherzahl ist auch eine breite Öffentlichkeit erreichbar und die Abfälle fallen räumlich abgegrenzt an. Deshalb wird dieser Bereich **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.4 Gartenbau

Als mögliche Produkte wurden Blumentöpfe und andere Bedarfsartikel identifiziert. Von den städtischen Gärtnern wurden bereits Tests mit **Töpfen** aus nachwachsenden Rohstoffen (Altpapier, Fasertöpfe) durchgeführt, die bisher nicht den gewünschten Erfolg lieferten. Bei den Bedarfsartikeln wurde kein nennenswertes Potential für den Einsatz von Biokunststoffen gesehen. Nachdem bereits Erfahrungen vorliegen und Marktentwicklungen von den Verantwortlichen ohnehin beobachtet werden, wird dieser Bereich **nicht als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.5 Landwirtschaft

Für die Anwendung von Biokunststoffen in der landwirtschaftlichen Produktion selbst wird der Bereich aufgrund des bestehenden geringen Bedarfs und des hohen Preisdrucks **nicht als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**. Es wurde jedoch ein **Umsetzungsprojekt** im Bereich der **Verpackung im Lebensmittelhandel** entwickelt, in welchem die Landwirtschaft als möglicher Abpacker der landwirtschaftlichen Produkte einen wichtigen Partner darstellt.

6.6 a Krankenanstalten

Es wurden aufgrund der vorliegenden Daten (DAXBECK ET AL., 2004) und Gesprächen mit Vertretern des KAV folgende Produkte aus Kunststoff näher betrachtet: Windeln, Untersuchungshandschuhe, Medizinprodukte, Kunststoffverpackungen, Kunststoffbecher und Müllsäcke. **Windeln**, deren Saugkern (und damit ein relevanter Windelteil) aus Biokunststoffen besteht, werden erst entwickelt. **Untersuchungshandschuhe** können zwar aus Naturlatex bestehen, solche aus Biokunststoffen i.S. dieser Studie sind derzeit nicht auf dem Markt erhältlich. Für sonstige **medizinische Produkte** stehen keine entsprechenden Biokunststoffe als Materialien zur Verfügung. Produkte in **Kunststoffverpackungen** werden von vielen unterschiedlichen Herstellern bezogen, die Umstellung der Verpackung auf Biokunststoffe ist als eher unwahrscheinlich anzusehen. Diese Produkte werden daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.6 b Krankenanstalten Becher und Müllsäcke

Pro Jahr werden im KAV rund 20 t **Kunststoffbecher** verbraucht. **Müllsäcke** fallen laut DAXBECK ET AL. (2004) in der Größenordnung von 251 t für den gesamten KAV pro Jahr an. Für diese beiden Produkte gibt es am Markt erhältliche Ersatzprodukte aus Biokunststoff, darüber hinaus werden aus medizinischer Sicht voraussichtlich nur solche Anforderungen an

die Produkte gestellt, welche sie auch erfüllen können. Daher wurden für diese Produkte **Umsetzungsprojekte entwickelt**

6.7 Pflegeheime

Aufgrund der hohen Ähnlichkeit zu Krankenanstalten (und der daraus folgenden Ableitbarkeit etwaiger Ergebnisse eines Einsatzes von Biokunststoffen in Krankenanstalten) und aufgrund der mangelhaften Datenlage wurde der Bereich Pflegeheime für **kein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.8 Rettung

Der Bereich ist sehr ähnlich zu den Krankenanstalten zu sehen. Es konnten keine relevanten Produkte aus Kunststoff ermittelt werden, die durch Biokunststoffe ersetzt werden können. Dieser Bereich wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.9 Fertigmenüieferservice für Haushalte

Es wurden drei große Anbieter untersucht, wobei einer davon das Sortiment (ausschließlich Tiefkühlprodukte) bereits von Kunststoff- auf Papierverpackungen umstellt. Bei „Essen auf Rädern“ werden pro Jahr rund 49 t PP-Verpackungen und 12,6 t Styroporverpackungen verwendet. Bei „VitalMenü“ sind es 25 t PP-Schalen pro Jahr. Es handelt sich bei den Fertigmenüieferservices um einen geschlossenen Bereich, da die leeren Schalen von den Lieferanten wieder zurückgenommen werden. Für die Verwendung von Biokunststoffen für die Portionsschalen werden jedoch noch vertiefende Tests für notwendig gehalten, um offene Fragen wie die der Hygienisierbarkeit und ähnliches zu klären. Trotzdem wird dieser Bereich, auch aufgrund des Zusammenhanges mit der Verpflegung in Schulen und Kindergärten sowie Magistraten, als interessantes Anwendungsgebiet eingestuft und **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.10 Vending

Im Bereich Kaltgetränke- und Snackautomaten sind keine durch Biokunststoffe substituierbaren Produkte in einem Ausmaß vorhanden, welches ein Umsetzungsprojekt rechtfertigt. Bei Wasserspenderautomaten handelt es sich um ein geringes Potential. Aufgrund der räumlichen Abgrenzbarkeit (Einzugsgebiet des Automaten), der bereits derzeit durchgeführten getrennten Sammlung der Becherfraktion und wegen der fast ausschließlichen Verwendung von Einwegprodukten ist der Bereich Heißgetränkeautomaten ein sehr interessantes Anwendungsgebiet für Biokunststoffe. Leider ist derzeit kein entsprechender Becher aus Biokunststoff auf dem Markt, Forschungsarbeiten sind aber in Gange. Es wird daher **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, welches jedoch einen Schwerpunkt auf der Entwicklung eines hitzebeständigen und automatengängigen Bechers legt.

6.11 Schulen

Im Bereich Warenkorb konnten keine relevanten Produkte festgestellt werden, Abfälle aus dem Bereich Schulumilch kommen in Wien nicht zum Tragen. Für den Bereich Mittagessen wird **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, welches in Zusammenhang mit jenem aus den Bereichen Fertigmenüieferservice für Haushalte, Kindertagesheime bzw. Magistrate steht.

6.12 Kindertagesheime

Im Bereich Windeln sind zwar Forschungen im Gange, es werden aber derzeit keine Produkte am Markt angeboten (vgl. Krankenhäuser). Bei den zentral eingekauften Produkten konnten lediglich Müllsäcke als mögliche zu ersetzende Produkte eingestuft werden. Sie werden im Zuge **eines Umsetzungsprojektes** mit anderen Bereichen mit zentraler Beschaffung behandelt. Weiters ist der Bereich der Kindertagesheime gemeinsam mit Schulen, Haushalten und Magistraten in **einem Umsetzungsprojekt vertreten**, welches sich mit dem Einsatz von Biokunststoffen für Schalen von Fertigmenüs beschäftigt.

6.13 Polizei

Es konnten keine relevanten Produkte aus Kunststoff ermittelt werden, die durch Biokunststoffe ersetzt werden können. Dieser Bereich wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.14 Theater

Produkte, wie Müllsäcke, Getränkeautomatenbecher und Verpackungen von Lebensmitteln werden bereits im Zuge von Umsetzungsprojekten in anderen Nischen behandelt. Darüber hinaus konnten im Bereich Theater keine relevanten Produkte aus Kunststoff ermittelt werden, die durch Biokunststoffe ersetzt werden können. Dieser Bereich wird daher **nicht für ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

6.15 Tiergärten

Im Bereich der Tierpflege, der Futtermittel oder der Ausstattung der Gehege konnten keine für einen Austausch relevanten Produkte aus Kunststoff identifiziert werden. Es ist jedoch geplant, in Zukunft für die Abgabe von Getränken bei Verpflegungsständen Einwegsysteme aus Kunststoff zu verwenden. Das Potential liegt bei geschätzten 4,3 t pro Jahr. Der geschlossene Bereich des Tiergartens, das Interesse der Tiergartenverwaltung und die Möglichkeiten der Einbeziehung der Besucher sind Grund dafür, dass **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen** wird.

6.16 Vorsammelhilfen

In Wien soll 2007 eine Biogasanlage in Betrieb gehen, deren Input zu einem Großteil aus innerstädtischen Biotonnen besteht. Nachdem es sich dabei um eine feuchte Fraktion handelt, scheint die Verwendung von Vorsammelhilfen als sinnvoll. Zudem konnten Case-Studies mit bislang positiven Ergebnissen recherchiert werden. Aus diesen Gründen wird der Bereich der Vorsammlung von innerstädtischem Biomüll für die Biogasanlage **als Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**.

Für Restmüll erscheint der Einsatz von Vorsammelhilfen aus nachwachsenden Rohstoffen nur dann sinnvoll, wenn ohnehin Vorsammelhilfen gekauft werden, also in Büros, in Krankenanstalten, bei der Rettung, in Kindertagesheimen etc. Es wird daher **ein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen**, welches im Zuge dieser Bereiche eingeführt werden könnte.

6.17 Lebensmittelverpackungen

Die Literaturrecherche hat bereits zahlreiche internationale Anwendungen von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen ergeben. Auch in Österreich bestehen einige Verpackungen schon aus Biokunststoffen. Allerdings sind in diesem Bereich noch viele Fragen offen, wie z.B. Kennzeichnung, Entsorgung etc. Nachdem bei Lebensmitteln, v.a. bei Obst und Gemüse, die Anwendung von Biokunststoffen jedoch nahezu aufdrängt, wurde **ein Umsetzungsprojekt ausgearbeitet**.

6.18 Werbemittelsäckchen

Brieffachanlagen werden in Zukunft so beschaffen sein, dass jedermann eine Zusendung durch einen Schlitz direkt in das Brieffach einwerfen kann. Die Verteilung von Werbesendungen mit Säckchen an die Haustüre wird daher nicht mehr notwendig sein, weshalb für diesen Bereich **kein Umsetzungsprojekt vorgeschlagen** wird.

7 Bewertung der ausgewählten Nischen

Jene der in Kapitel 5 dargestellten spezifischen Einsatzbereiche, die aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen als erfolgversprechend eingestuft werden konnten, wurden einer **Bewertung** unterzogen. Ziel der Bewertung ist das Auffinden eines besonders geeigneten Anwendungsbereiches für jeweils unterschiedliche ökologische, ökonomische oder gesellschaftliche Gesichtspunkte. Die Bewertung kann daher auch als **politische Entscheidungshilfe** eingesetzt werden.

Folgende Nischen wurden für eine eingehendere Bewertung ausgewählt:

- Fußball- und Multifunktionsstadion (Becher)
- Vienna City Marathon (Becher)
- Donauinselfest (Becher)
- Müllsäcke und Kunststoffbecher von Krankenanstalten
- Fertigmüllieferservice (für Haushalte, Schulen, Kindergärten und andere öffentliche Einrichtungen)
- Vending (Heißgetränkebecher)
- Tiergarten (Becher)
- Vorsammelhilfen (für Biomüll und Restmüll)
- Lebensmittelverpackungen

7.1 Kriterien

Als Kriterien sollen sowohl **ökologische** als auch **ökonomische** und **gesellschaftliche Werte** einbezogen werden. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen und der Zielsetzung der Bewertung wurden folgende Kriterien festgelegt:

- Mengen
- Transportaufwendungen
- Kohlendioxidäquivalente
- Kosten
- Awareness
- Umsetzungspotential
- PR-Wirksamkeit

Bei den **Mengen** wurden sowohl die im jeweiligen Anwendungsbereich potentiell ersetzbaren als auch die unter den gegebenen Rahmenbedingungen realistisch umsetzbaren Mengen ermittelt bzw. geschätzt.

Die **Transportaufwendungen** wurden aufgrund der Informationen über Herkunft der Materialien und deren Rohstoffe abgeschätzt. Die Ergebnisse werden in sowohl in Entfernungen (in km) als auch in Emissionen (in CO₂-Äquivalenten) angegeben.

Aus den verschiedenen Verwertungsoptionen der unterschiedlichen Materialien wurden **Kohlendioxidäquivalente** unter Verwendung des Computerprogramms GaBi 4.0 errechnet.

Das Softwaresystem GaBi 4.0 ist ein Werkzeug zur Erstellung von Lebenszyklusbilanzen. Erst nach eingehender Analyse der am Markt befindlichen Standardsoftware zur

Ökobilanzierung fiel die Wahl auf dieses Produkt (vgl. Unger, 2003; Unger & Wassermann, 2003), da neben einiger anwendungsspezifischer Vorteile auch die zur Verfügung stehenden Datenbanken positiv beurteilt werden konnten. Das Softwaresystem wird weltweit verkauft und sowohl von Betrieben als auch von wissenschaftlichen Institutionen und öffentlichen Einrichtungen verwendet. Die Referenzliste der Anwender erstreckt sich demzufolge über DaimlerChrysler, Bayer und Nokia bis zum Öko Institut Freiburg, der University of Tokyo, Universität Hamburg und dem Wuppertal Institut. GaBi 4.0 unterstützt bei der Verwaltung großer Datenmengen und beim Modellieren von Produktlebenszyklen. GaBi 4.0 berechnet Bilanzen zur Beurteilung von technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen von Produkten, Dienstleistungen und Verfahren.

Für die Bilanzierung wurden soweit für Österreich anwendbar Standarddaten aus GaBi 4.0 verwendet. Dies gilt im Speziellen für die Bilanzierung der Herstellung von Kunststoffen aus fossilen Rohstoffen sowie der Transporte. Die Datensets zur Kunststoffbilanzierung in GaBi sind den Publikationen des "European Centre for Plastics in the Environment (PWMI)" entnommen, welche regelmäßig aktualisiert werden (Boustead, -; www.apme.org). Die Bilanzierung der Transporte erfolgt in GaBi 4.0 über den Treibstoffverbrauch als Funktion aus der Auslastung [kg/tkm] mal die gefahrene Strecke [km] mal die Masse der Ladung [1000kg/t] jeweils für Hin- und Rückfahrt.

Neben den Standarddaten aus GaBi 4.0 wurden auch eigene Daten des Auftragnehmers über Emissionen von Verwertungs- und Behandlungsanlagen verwendet. Hierbei wurden durchwegs aktuelle Daten österreichischer Unternehmen verwendet. So wurden die Emissionen für die bilanzierte Müllverbrennungsanlage entsprechend der Angaben eines österreichischen Experten (Stubenvoll, mündl.) und anhand der Daten der MVA Spittelau berücksichtigt. Schwierigkeiten ergaben sich, da der effektive energetische Nutzungsgrad nicht in Erfahrung gebracht werden konnte und der Kesselwirkungsgrad alleine nicht geeignet ist, um exakte Aussagen über die tatsächliche Energiesubstitution der Verbrennung von Kunststoffen zu treffen. Da im Rahmen der Bilanzierung aber jeweils vom selben energetischen Wirkungsgrad für Biokunststoffe und konventionelle Kunststoffe ausgegangen wurde, ist dieses Detail für den Vergleich der Ergebnisse nicht relevant.

In einem nächsten Schritt wurden die unter Transportaufwendungen ermittelten Äquivalente zu jenen aus den Verwertungsoptionen addiert. In jenen Fällen, wo für die eingesetzten Materialien Studienergebnisse von Ökobilanzierungen vorliegen, werden auch die bei der Herstellung entstehenden Emissionen berücksichtigt.

Da eine Kostenabschätzung für die gesamte Wertschöpfungskette den Umfang der vorliegenden Studie deutlich überstiegen hätte, werden im folgenden nur die reinen Produktkosten berücksichtigt, da hier entsprechendes Datenmaterial vorliegt.

In einigen der in Kapitel 5 betrachteten Bereichen ist bei Ersatz von Produkten aus Kunststoff durch solche aus biologisch abbaubaren Materialien eine breite Öffentlichkeitswirksamkeit zu erwarten, in anderen Nischen handelt es sich eher um einen eingegrenzten Anwenderkreis. Nachdem die **Awareness** auch unterschiedliche Informationsbereitstellung und Marketingaktivitäten bedingt, wird für die einzelnen Bereiche versucht, die zu erwartende Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit abzuschätzen.

Nachdem im Zuge der Recherchen und Gespräche der vorliegenden Studie keine Besprechungen zu detaillierten Projektumsetzungen mit allen Beteiligten abgehalten werden konnten, werden mögliche Reibungspunkte bei einer **Umsetzung** hervorgehoben. Die Einschätzung dieser Schwierigkeiten erfolgte aufgrund der geführten Interviews bzw. Erfahrungen aus Case-Studies.

Die **PR-Wirksamkeit** wird v.a. aufgrund der zur Verfügung stehenden Informationen aus den Case-Studies abgeschätzt.

7.2 Vorgangsweise bei der Bewertung

Die identifizierten Nischen lassen sich bezüglich der austauschbaren Produkte wie in Tab. 7.1 zusammenfassen:

Produkt	Material		Nische
	derzeit	Biokunststoff	
Becher für Kaltgetränke	PP, PS, (PE)	PLA	Fußball, Marathon, Donauinselfest, Tiergarten
Becher für Heißgetränke	PS, Hartpapier kunststoffbeschichtet	z.B. PLA in Entwicklung	Vending
Müllsäcke	PE	Mater-Bi	Vorsammelhilfe
	Papier		
Schalen für Lebensmittel	PP	diverse NAWAROs (z.B. PLA, Papier beschichtet mit z.B. Ecoflex von BASF); Noch kein System im Einsatz	Fertigmenüieferservice
	Papier beschichtet		
	Alu		
	Styropor Mehrweg		Überverpackung Mehrweg
Lebensmittelverpackungen	PP, PE	Mater-Bi, PLA	Lebensmittelverpackungen

Tab. 7.1: Aufstellung der Produkte, Werkstoffe und Nischen für die Bewertung

Wie in Tab. 7.1 zu erkennen, wurden im Wesentlichen als produktspezifische Einsatzbereiche für Biokunststoffe der Ersatz von Einwegbechern aus diversen Kunststoffen, der Ersatz von Kunststoff-Müllsäcken sowie der Ersatz unterschiedlicher Lebensmittelverpackungen identifiziert. Für zwei Bereiche (**Automatenbecher für Heißgetränke** und **Schalen für Lebensmittel im Fertigmenüieferservice**) sind derzeit noch keine ausgereiften Lösungen im Einsatz, vertiefende Tests und eine darauf folgende Festlegung auf spezifische Ersatzwerkstoffe müssen hier einer endgültigen Bewertung vorausgehen. Diese Produkte können demnach zur Zeit nur teilweise in eine Bewertung mit aufgenommen werden. Eine Kostenabschätzung sowie die Bilanzierung der CO₂-Äquivalente muss entfallen. Auch eine Bilanzierung der **Lebensmittelverpackungen** ist aufgrund der Fülle der am Markt befindlichen Kunststoffarten, aber auch der Vielfalt der potentiell einsetzbaren Biokunststoffe nicht möglich.

Für die Bewertung wurden in einem ersten Schritt die jeweiligen Kennzahlen produktspezifisch erfasst und analysiert. In weiterer Folge wurde versucht, eine spezifische Abschätzung für die identifizierten Nischen durchzuführen.

Dabei mussten folgende Einschränkungen getroffen werden:

Die genaue Herkunft konventioneller Kunststoffe ist aufgrund der Vielfalt der Anbieter im Rahmen dieses Projektes nicht möglich. Es wird deshalb auf deutsche Daten zurückgegriffen, welche das jeweilige Treibhauspotential inkl. der Transporte widerspiegeln. Eine Erfassung der produktspezifischen Transportdistanzen für konventionelle Kunststoffe konnte nicht durchgeführt werden.

Prinzipiell sind unterschiedliche Lösungen pro Hersteller für den jeweiligen Biokunststoffeinsatz möglich. Es wird vereinfachend auf jene Produkte zurückgegriffen, bei welchen eine durchgehende, belastbare Datenbasis sowohl der Kosten als auch der umweltlichen

Auswirkungen bezüglich der CO₂-Bilanz sowie des Produktionsstandortes vorhanden waren. Konkret wurden für die Bewertung die Biokunststoffe PLA von Cargill Dow (NatureWorks™) als Ersatz für Kunststoffbecher sowie Mater-Bi™ als Ersatz für Kunststofffolien herangezogen.

Für das Donauinselfest wurde die Verwendung von PE-Bechern angegeben (vgl. Kap. 6.3.5). Daher wurde, obwohl sich auch nach eingehender Recherche keine Hersteller von PE-Trinkbechern finden ließen und hier von einem Irrtum der Auskunftsperson ausgegangen werden kann, PE-Becher für die Bewertung berücksichtigt.

7.3 Produktbezogene Bilanzierung

In diesem Kapitel werden die am häufigsten in den Nischen vertretenen Produkte Trinkbecher und Müllsäcke einer Bilanzierung unterzogen, welche nur den Lebensweg bis zur Herstellung der jeweiligen Produkte im Werk berücksichtigen. Es sind keine Transporte zum Einsatz und auch keine Entsorgungsvarianten enthalten.

7.3.1 Bilanzierung Trinkbecher

Für die produktspezifische Bewertung von Trinkbechern wurden, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, Daten eines einzigen Anbieters bezüglich Kosten und Gewicht der Becher herangezogen. Damit können wettbewerbsbedingte Verzerrungen (v.a. bezüglich der Kosten) ausgeschlossen werden. Als einziger Anbieter von Trinkbechern sowohl aus PP und PS, als auch aus PLA konnte der finnische Konzern Huhtamaki (mit vier Produktionsstandorten in Deutschland) identifiziert werden (www.huhtamaki.de; www.plastikbecher.de). Huhtamaki bietet seit November 2004 auch Becher aus PLA (NatureWorks™ von Cargill Dow) an.

Tab. 7.2 zeigt die für die Bilanzierung zugrundeliegenden Daten und die Ergebnisse bezüglich CO₂-Äquivalente.

Material	Masse [g/Stk.]	Kosten [Euro/Stk.]	Herkunft Rohmaterial	Herkunft Becher	CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ /1000 produzierte Stk.]
PLA	8,0	0,0428	USA, Nebraska	Huhtamaki	15,28
PS	8,2	0,0429	Westeuropa	Huhtamaki	23,55
PP	6,5	0,0341	Westeuropa	Huhtamaki	12,18

Tab. 7.2: Für die Bilanzierung der 300 ml Trinkbecher zugrunde gelegte Daten und Ergebnisse bis inklusive Produktion

Für die Bilanzierung des Treibhausgaspotentials in kg CO₂-Äquivalenten wurde für konventionelle Kunststoffe auf die Datenbasis der Bilanzierungssoftware GaBi 4.0 zurückgegriffen. Diese Datenbasis inkludiert sämtliche Transportaufwendungen. Für die Herkunft der Rohstoffe (z.B. Länder), die Fertigung von Vorprodukten (z.B. Energie, Ort der Produktion) sowie die Produktion von PS- bzw. PP-Granulaten wurde jeweils mit einem für Deutschland zutreffenden Datenmix gerechnet (für Österreich nicht verfügbar). Für die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen für die Produktion von PLA wurden Daten von Cargill Dow (VINK ET AL., 2002) herangezogen. Außerdem wurde der Transport des PLA Granulats von Nebraska an die Ostküste der USA per LKW (mit 2.000 km) und der Transport nach Europa per Schiff (mit 6.000 km) berücksichtigt. Die Summe der Transportaufwendungen für 8 kg PLA (1000 Becher) ist jedoch mit 0,88 kg CO₂-Äquivalenten gering.

Das vergleichsweise zu PLA-Bechern geringere Treibhausgaspotential für die Produktion von PP-Bechern ist u.a. auf den geringeren Materialbedarf (6,5 g je PP-Becher; 8 g je PLA

Becher) zurückzuführen. Die Ergebnisse stimmen gut mit der Arbeit von VINK ET AL. (2002) überein, die den Beitrag von PLA, PP und LDPE zum Treibhauseffekt in einer ähnlichen Größenordnung (rund 2 kg CO₂-Äquivalent je kg Polymer) sehen.

Überraschend scheinen die geringen Unterschiede bezüglich der Kosten. Obwohl üblicherweise die Kosten für PLA-Becher weit über jenen konventioneller Kunststoffbecher liegen, konnten im Fall des speziellen Herstellers Huhtamaki verhältnismäßig geringe Preise für PLA-Becher identifiziert werden. Die Kosten für PLA-Becher liegen hier sogar geringfügig unter jenen von Polystyrol und überschreiten jene von Polypropylen um ca. ein Viertel. Als Vorteil für PLA-Becher wird vom Hersteller Huhtamaki angeführt, dass die Preise für Produkte aus PLA stabiler sind als jene der auf Erdöl basierenden Kunststoffe (HUHTAMAKI & RUSCHKE, 2004).

7.3.2 Bilanzierung Müllsäcke

Ähnlich wie für die produktspezifische Bewertung der Trinkbecher wurde auch für die Bewertung von Müllsäcken soweit möglich auf Informationen von einem Hersteller zurückgegriffen. Es wird davon ausgegangen, dass Müllsäcke aus Biokunststoffen solche aus Kunststoffen ersetzen. Vorerst wird ein produktspezifischer Vergleich von Müllsäcken mit 10 l Fassungsvermögen durchgeführt.

Material	Fassungsvermögen [l]	Kosten [Euro/Sack]	Herkunft Rohmaterialien	Herkunft Säcke	CO ₂ -Äquivalente [kg CO ₂ /1000 produzierte Stk.]
Mater-Bi TM	10	0,34	Terni/Italien	Swirl	31,34
PE	10	0,05	Westeuropa-Mix	Swirl	19,84
PE	10	0,10	Westeuropa-Mix	Swirl	19,84

Tab. 7.3: Für die Bilanzierung der 10 l Müllsäcke zugrunde gelegte Daten und Ergebnisse bis inklusive Produktion

Wie bereits in Kap. 6.16 beschrieben, sind Biokunststoffsäcke wesentlich teurer als solche aus Polyethylen. Tab. 7.3 zeigt einen Überblick für unterschiedliche Müllsäcke mit einem Fassungsvermögen von jeweils 10 l. Das Biokunststoffprodukt ist 6,5 mal teurer als das billigste Produkt aus PE derselben Handelsmarke bei unterschiedlichen Händlern.

Für die Bilanzierung der Treibhausgase wurde für Kunststoffsäcke aus Polyethylen wiederum auf die Datenbank des Softwaresystems GaBi 4 zurückgegriffen. Die Bilanzierung der CO₂-Äquivalente von Biokunststoffsäcken erfolgte auf Basis der "Environmental Product Declaration von Mater-BiTM NF Type: Biodegradable Plastic Pellets for Films" (www.novamont.com). Bei der Bewertung der Bilanzierungsergebnisse ist der verhältnismäßig hohe Anteil an fossilen Rohstoffen, der bei der Herstellung von Mater-BiTM eingesetzt wird zu berücksichtigen.

Genauere Angaben über die Masse der Müllsäcke waren nicht verfügbar. Eigene Verwiegungen sowie Abschätzungen über die Dichte der jeweiligen Materialien in Kombination mit Experteninformationen lassen die Annahme, dass mit einer 1,5-fachen Masse der Biokunststoffsäcke im Vergleich zu LDPE-Säcken gerechnet werden kann, berechtigt erscheinen.

Auch hier sind die vergleichsweise hohen Treibhausgasemissionen bei der Produktion auf die verhältnismäßig höhere Masse der Biokunststoffsäcke zurückzuführen.

7.4 Bewertung der identifizierten Nischen

Für die Bewertung der identifizierten Nischen wurden die produktspezifischen Kennzahlen auf das jeweilige Potential der Nische angewandt. Außerdem wurden typische Entsorgungsvarianten mitbilanziert. Das bedeutet, dass sowohl für die Biokunststoffe als auch für die konventionellen Kunststoffe von einer Verbrennung (mit thermischer Nutzung) in der MVA Spittelau ausgegangen wurde. Da noch keine spezifischen Ökoinventare über die Input- und Outputstoffströme bei der Verbrennung Biokunststoffen in Österreich vorhanden sind, wird Werte von konventionellen Kunststoffen zurückgegriffen, nur dass die Kohlendioxidemissionen der Biokunststoffe unberücksichtigt bleiben (CO₂-neutral).

Die untersuchten Systeme weisen neben den von ihnen verursachten Umweltbelastungen auch einen zusätzlichen Nutzen auf, der in der Bereitstellung von Energie besteht. Um Systeme mit unterschiedlichem Output (Nutzen) vergleichbar zu machen, muss Nutzengleichheit durch eine Systemerweiterung hergestellt werden.

Bei der Bilanzierung werden deshalb die Umweltbelastungen des Systems einschließlich dieses zusätzlichen Nutzens betrachtet. Dabei wird die Bereitstellung von Energie und Wertstoffen mit alternativen Energiebereitstellungssystemen aus Primärressourcen bzw. mit dem System der Neuproduktion eines recycelten Wertstoffes verglichen.

Für die Bilanzierung der CO₂-Äquivalente wurde dazu die so genannte Gutschriften-Methode (FRISCHKNECHT ET AL., 1998) herangezogen. Diese beruht darauf, dass zu jedem zusätzlichen Nutzen der Systeme ein Äquivalenzprozess definiert wird, bei dem die Erzeugung des jeweiligen Nutzens aus primären Rohstoffen erfolgt. Die Umweltbelastungen, die zur Erzeugung eines Nutzens (im Komplementärsystem) anfallen würden, werden dem System, welches ihn auf der Basis von Abfall erzeugt, proportional zur Nutzenmenge gutgeschrieben. Sie werden also von seiner Gesamtbelastung abgezogen.

Für die Bilanzierung von herkömmlichen Kunststoffen wurde auf die Datenbasis von GaBi 4.0 zurückgegriffen, welche im Wesentlichen auf Angaben der APME²⁵ basieren. Diese berücksichtigt bereits Transporte für Rohstoffe und Zwischenprodukte bis zur Produktionsstätte des Kunststoffgranulats, deren Werte jedoch nicht explizit ausgewiesen sind. Es kann jedoch von einer Transportdistanz in der Größenordnung von 2.000 km (innerhalb Europas) ausgegangen werden. Für die Biokunststoffe der Firma Cargill Dow wird eine Transportdistanz von 2.000 km innerhalb Amerikas sowie 4.000 km für die Strecke von Amerika nach Europa (per Schiff) veranschlagt und in den Berechnungen berücksichtigt. Nachdem für die Produktion der Becher jeweils derselbe Produktionsbetrieb angenommen wird, werden die Transporte der fertigen Becher vom Produktionsstandort nach Wien nicht berücksichtigt.

Die Produktion der Mater-BiTM Müllsäcke erfolgt im Werk der Firma Novamont in Terni (Italien). Die Transportdistanz Terni-Wien beträgt 1.024 km, welche in die Bewertung eingeht.

7.4.1 Fußball- und Multifunktionsstadion

Die Bewertung des Effekts des Einsatzes von Biokunststoffen im Rahmen von **Fußball**spielen in Wiener Großstadion wurde anhand eines Spieles durchgeführt. Die mengenmäßigen Effekte sind erwartungsgemäß gering und die Ergebnisse sind dementsprechend für die jeweils geplante Anzahl von Spielen im Jahr hochzurechnen.

Wie für alle übrigen Nischen, in denen der Ersatz von Trinkbechern aus konventionellen Kunststoffen durch Biokunststoffe untersucht wurde, sind bei der Verwendung von PLA-Bechern unter denselben Verwertungsbedingungen (Müllverbrennung) in Summe niedrigere

²⁵ APME ist die Abkürzung für Association of Plastics Manufacturers in Europe.

Treibhausgasemissionen als bei der Verwendung von PS- oder PP-Bechern vorhanden (Tab. 7.4). Die Verwendung von Biokunststoffen für die Verpackung von Fanartikeln bzw. Fanartikel selbst wurde nicht berücksichtigt, da hier sehr viele Möglichkeiten bestehen, wie diese Produkte ausgeführt werden können (Material, Art der Verpackung,...).

Nische		Fußball/Spiel		
Bechermaterial		PS	PP	PLA
Stück pro Spiel		24.500	24.500	24.500
Potential [t/Spiel]		0,20	0,16	0,20
Transportdistanz [km]		2.000	2.000	6.000
Produktkosten [Euro/Spiel]		1.051	835	1.049
CO ₂ -Äquivalente [kg/Spiel] inkl. Entsorgung	MVA	618	405	273
CO ₂ Einsparungspotential [kg/Spiel]		345		
Awareness		mittel		
Umsetzungspotential		mittel		
PR-Wirksamkeit		sehr hoch		

Tab. 7.4: Bewertung für die Nische Fußball- und Multifunktionsstadion

Das maximale CO₂-Einsparungspotential liegt bei 345 kg pro Spiel. Bei einer Umsetzung wird von einer äußerst hohen PR-Wirksamkeit ausgegangen, da die Übertragung im Fernsehen hohe Zuschauerzahlen sicherstellt. Dahingegen ist mit einem nur mäßigem Awarenesspotential zu rechnen, da die potentiell zu erreichenden Gruppen nicht unbedingt von vornherein offen für umweltbezogene Fragestellungen sind. Das Umsetzungspotential wird aufgrund der unterschiedlichen beteiligten Player (v.a. bei der Umsetzung im Rahmen der Fußball-WM) nur mittel eingeschätzt.

7.4.2 Vienna City Marathon

Die Analyse der Nische **Marathon** ergab mit rund 500.000 anfallenden Bechern pro Marathon ebenfalls nur ein geringes (qualitatives) Abfallvermeidungspotential je nach Bechertyp zwischen 3,25 bis 4,1 Tonnen (Tab. 7.5).

Das maximale CO₂-Einsparungspotential liegt bei rund 7.000 kg CO₂-Äquivalenten. Nachdem die Becherkosten für Biokunststoffbecher nicht wesentlich höher sind als jene für konventionelle Kunststoffbecher und die PLA-Becher genauso mit Werbeaufdrucken versehen werden können, scheint hier ein hohes Umsetzungspotential vorhanden. Da primär nur die Läufer selbst von der Maßnahme betroffen wären, wird das Potential für eine nachhaltige Bewusstseinsbildung als mittel eingeschätzt. Dahingegen kann aufgrund der Übertragung sowohl des Marathons als auch der folgenden Reinigungsarbeiten durch die MA 48 im Fernsehen von einer hohen PR-Wirksamkeit ausgegangen werden.

WIENAWARO
BEWERTUNG DER AUSGEWÄHLTEN NISCHEN

Nische		Marathon		
Bechermaterial		PS	PP	PLA
Stück pro Marathon (=Stück pro Jahr)		500.000	500.000	500.000
Potential [t/a]		4,1	3,25	4
Transportdistanz [km]		2.000	2.000	6000
Produktkosten [Euro/a]		21.454	17.036	21.400
CO ₂ -Äquivalente [kg/a] inkl. Entsorgung	MVA	12.607	6.748	5.569
CO ₂ Einsparungspotential [kg/a]		7.038		
Awareness		mittel		
Umsetzungspotential		hoch		
PR-Wirksamkeit		hoch		

Tab. 7.5: Bewertung für die Nische Marathon

7.4.3 Donauinselfest

Von den Veranstaltern des **Donauinselfestes** wurde angegeben, dass derzeit Einweg Becher aus Polyethylen mit Pfandsystem in Verwendung sind (vgl. Kap. 6.3.5). Trotz eingehender Recherchen konnten kein einziges Angebot von PE-Becher gefunden werden, weshalb seitens der Autorinnen vermutet wird, dass hier eine Fehlinformation vorliegt. Bei Berechnung mit PP- oder PS-Bechern (was wahrscheinlich eher den Tatsachen entsprechen würde), ist mit ähnlichen Ergebnissen wie für die anderen Nischen mit Trinkbechern zu rechnen (mit entsprechend höherem Vermeidungspotential). Zum Vergleich wurde der theoretische Einsatz von 1,25 Mio PE-Bechern bilanziert, wobei die Masse der PE- Becher in diesem Fall gleich dem der PLA-Becher angenommen wurde.

Derzeit werden die Becher laut Auskunft eingesammelt und stofflich verwertet, sodass für die Bilanz im Gegensatz zu den übrigen Fallbeispielen beim Kunststoff von einer stofflichen Verwertung ausgegangen wurde.

Nische		Donauinselfest	
Bechermaterial		PE	PLA
Stück pro Fest (=Stück pro Jahr)		1.250.000	1.250.000
Potential [t/a]		10	10
Transportdistanz [km]		2.000	6.000
Produktkosten [Euro/a]		43.750	53.500
CO ₂ -Äquivalente [kg/a] inkl. Entsorgung	MVA	-	13.922
	stoffl.	13.619	
CO ₂ Einsparungspotential [kg/a]		-303	
Awareness		niedrig	
Umsetzungspotential		hoch	
PR-Wirksamkeit		mittel	

Tab. 7.6: Bewertung für die Nische Donauinselfest

Das Vermeidungspotential liegt bei rund 10 Tonnen. Aufgrund des verhältnismäßig geringen Energieaufwandes für die stofflichen Verwertung des Polyethylens konnte hier kein Vorteil von Biokunststoffen hinsichtlich des CO₂-Emissionspotentials erkannt werden (Tab. 7.6). Hinzu kommt, dass sämtliche elektrische energiebehafteten Prozesse innerhalb Österreichs aufgrund des günstigen Energiemixes mit 70 % Wasserkraft verhältnismäßig wenig zum Treibhauseffekt beitragen. Dahingegen werden hohe Treibhausgasemissionen für die Primärproduktion von Kunststoffen im Ausland (mit entsprechend ungünstigerem Energiemix) eingespart. Des weiteren wurden sehr weite Transportwege für PLA berücksichtigt (bei einer Produktion innerhalb Europas würde sich das Ergebnis in jedem Fall umkehren). Außerdem ist zu beachten, dass die Treibhausgasemissionen nur einer von vielen im Rahmen von Lebenszyklusanalysen typischerweise betrachteten Effekte ist und eindeutige Vorteile z.B. bezüglich Ressourcenverbrauch für den Einsatz von Biokunststoffen sprechen.

Die Bewusstseinsbildung bei der Bevölkerung im Rahmen des Donauinselfestes wird niedrig eingeschätzt. Die PR-Wirksamkeit ist aufgrund der hohen Besucherzahlen mittel bis hoch. Die direkte Zugriffsmöglichkeit seitens der Stadt Wien lässt auf ein hohes Umsetzungspotential schließen.

7.4.4 Becher und Müllsäcke in Krankenanstalten

Das identifizierte Potential für Umsetzungsprojekte im **Krankenanstaltenverbund** wurde auf den Einsatz von Bechern und Müllsäcken aus Biokunststoffen beschränkt. Die verwendeten Angaben von DAXBECK ET AL. (2004) hinsichtlich der verbrauchten Masse werden in kg angeführt. Die Stückzahlen entsprechen aktuellen Angaben des KAV aus dem Jahr 2005.

Mangels anderer Informationen wurde jedoch für die Bilanzierung auf die vorhandenen Daten zurückgegriffen.

Nische	KAV Becher		KAV Müllsäcke	
Material	PP	PLA	PE	Mater-Bi™
Stück/a	2.500.000	2.500.000	4.266.300	4.266.300
Potential [t/a]	20	20	252	252
Transportdistanz [km]	2.000	6000	2.000	1024
Produktkosten [Euro/a]	85.179	107.000	1x	3,6x
CO ₂ -Äquivalente [kg/a] inkl. Entsorgung (MVA)	41.526	27.843	585.284	396.136
CO ₂ Einsparungspotential [kg/a]	13.683		189.149	
Awareness	mittel		niedrig	
Umsetzungspotential	hoch		hoch	
PR-Wirksamkeit	niedrig		niedrig	

Tab. 7.7: Bewertung für die Nische Krankenanstalten

In Tab. 7.7 ist entsprechend des im Verhältnis zu anderen Nischen hohen Vermeidungspotentials sowohl für Becher als auch vor allem für den Ersatz von konventionellen Müllsäcken durch solche aus Mater-Bi™ ein hohes CO₂-Einsparungspotential zu erkennen. Es wurde in diesem Fall ausschließlich die Verbrennung der Abfälle berücksichtigt. Da Mater-Bi™ zu einem Teil aus fossilen Rohstoffen hergestellt wird, ist mit einem noch höheren Einsparungspotential an Treibhausgasen zu rechnen, wenn Materialien zum Einsatz

kommen, die gänzlich aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Das Umsetzungspotential wird aufgrund der direkten Zugriffsmöglichkeit der Stadt Wien als hoch eingeschätzt. Dahingegen sind sowohl PR-Wirksamkeit als auch Awareness im Umfeld des KAV wohl nur niedrig einzuschätzen. So würde die Verwendung von Müllsäcken aus Biokunststoffen wohl kaum bemerkt werden. Der Einsatz von Bechern aus PLA kann hier bezüglich der zu erwartenden Bewusstseinsbildung etwas besser eingeschätzt werden.

7.4.5 Schalen für Fertighmenüieferservices

Nachdem in diesem Bereich noch keine zufriedenstellenden Materiallösungen auf dem Markt sind, sind vor einer Bilanzierung entsprechende Entwicklungen und Tests durchzuführen. Die Schalen für Fertighmenüieferservices wurden daher nur für eine Bewertung bezüglich Awareness, Umsetzungspotential und PR-Wirksamkeit herangezogen. Awareness und PR-Wirksamkeit werden als mittel eingestuft, da die Kunden bei einer Umsetzung keinen Einfluss auf die Wahl der Materialien haben und diesen wahrscheinlich auch weniger Bedeutung zumessen. Der Nutzen des Essens steht für sie im Vordergrund. Es ist jedoch eine Vorbildwirkung und damit ein Synergieeffekt auf andere Unternehmen aus diesem Bereich möglich. Das Umsetzungspotential wird als hoch eingestuft, da aufgrund der laufenden Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Lebensmittelverpackungen mit einer baldigen Lösung der derzeit noch auftretenden Schwierigkeiten gerechnet werden kann.

7.4.6 Automatenbecher für Heißgetränke

Es gilt Ähnliches wie für den Bereich der Schalen für Fertighmenüs. Eine Bilanzierung ist nicht möglich, da noch kein passendes Material erhältlich ist. Die Awareness wurde mit hoch eingestuft, da Automatenbecher von vielen Menschen benutzt werden und der Umstieg auf Mehrweg aus Bequemlichkeitsgründen verhindert wird. Durch Verwendung der Becher aus Biokunststoffen wird der Nachteil des Einweggeschirrs zumindest entschärft. Bei den Bechern wird das Umsetzungspotential als mittel bewertet, da gleich zwei Schwierigkeiten bei den Entwicklungen gelöst werden müssen. Zunächst ist die Temperaturbeständigkeit zu erreichen und im Anschluss müssen die Becher in den vielen unterschiedlichen Automatentypen auch tatsächlich verwendbar sein. Die Auswirkungen der PR-Wirksamkeit werden als mittel eingestuft.

7.4.7 Tiergarten Schönbrunn

Für den **Tiergarten Schönbrunn** wurde ein Potential von 600.000 Becher pro Jahr identifiziert. Je nach Material entspricht das einem Vermeidungspotential an konventionellen Kunststoffen von 3,9 Tonnen für PP-Becher bzw. 4,9 Tonnen für Becher aus Polystyrol. Die Becherkosten sind für Becher aus PLA nur unwesentlich höher als jene für PS-Becher (unter der Annahme, dass die Becher jeweils beim selben Hersteller - Berechnungen für Huhtamaki - gekauft werden). Das maximale CO₂-Einsparungspotential wird beim Ersatz von PS-Bechern durch PLA mit 8.446 CO₂-Äquivalenten beziffert.

Aufgrund der Rahmenbedingungen im Tiergarten Schönbrunn können sowohl die erwartenden Auswirkungen bezüglich Awareness als auch die PR-Wirksamkeit als hoch eingeschätzt werden. Aufgrund der mündlichen Auskünfte seitens des Tiergartens ist auch das Umsetzungspotential als hoch einzuschätzen.

Nische		Tiergarten		
Bechermaterial		PS	PP	PLA
Stück/a		600.000	600.000	600.000
Potential [t/a]		4,92	3,9	4,8
Transportdistanz [km]		2.000	2.000	6.000
Produktkosten [Euro/a]		25.745	20.443	25.680
CO ₂ -Äquivalente [kg/a] inkl. Entsorgung	MVA	15.128	8.098	6.682
CO ₂ Einsparungspotential [kg/a]		8.446		
Awareness		hoch		
Umsetzungspotential		hoch		
PR-Wirksamkeit		hoch		

Tab. 7.8: Bewertung für die Nische Tiergarten

7.4.8 Vorsammelhilfen für Biomüll

Die Untersuchung der Einsatzmöglichkeit von Säcken aus Biokunststoffen (Mater-Bi™) als **Vorsammelhilfe** für Biomüll ergab im Fall einer „theoretischen“ Verbrennung der vor der Kompostierung aussortierten Kunststoffe eine Einsparung von rund 6.000 kg an CO₂-Äquivalenten.

Nische		Vorsammelsäcke Bio	
Material		PE	Mater-Bi™
Stück/a		5.000.000	5.000.000
Potential [t/a]		30	40,5
Transportdistanz [km]		2.000	1024
Produktkosten [Euro/a]		350.000	1.350.000
CO ₂ -Äquivalente [kg/a] inkl. Entsorgung	MVA	69.677	63.665
CO ₂ Einsparungspotential [kg/a]		6.012	
Awareness		hoch	
Umsetzungspotential		hoch	
PR-Wirksamkeit		hoch	

Tab. 7.9: Bewertung für die Nische Biosammelsäcke

Bei einer Umsetzung unter massiver Beteiligung der Stadt Wien werden Umsetzungspotential, Bewusstseinsbildungspotential und PR-Wirksamkeit einer entsprechenden Maßnahme als hoch eingeschätzt.

7.4.9 Lebensmittelverpackungen

Aufgrund der Vielzahl an möglichen verfügbaren Werkstoffen und Verpackungsarten wurde von einer Bilanzierung abgesehen. Bewertet wurden Awareness, Umsetzungspotential und PR-Wirksamkeit. Diese wurden als sehr hoch bzw. hoch eingestuft, da dieses Umsetzungsprojekt sehr viel Spielraum für begleitende Veranstaltungen und Kampagnen erlaubt, eine große Zahl von Wiener erreicht werden können und Lebensmittelverpackungen in der einen oder anderen Form als Thema oft in den Medien vertreten sind.

7.4.10 Zusammenfassung und Reihung

In Tab. 7.10 wurden die wesentlichen Ergebnisse der Bewertung für die einzelnen Nischen zusammengefasst. Jene Nischen, für welche eine Bewertung der Kosten sowie der CO₂-Einsparungen entfallen mussten, wurden hinsichtlich ihres Vermeidungspotentials und der qualitativ bewerteten Kriterien in Tab. 7.10 mit aufgenommen. Dabei ist das äußerst hohe Vermeidungspotential bei Lebensmittelverpackungen zu erkennen. Hier scheint auch hohes Potential hinsichtlich einer konkreten Umsetzung sowie eines allfälligen PR-Erfolges, aber auch einer nachhaltigen Bewusstseinsbildung bei den Konsumenten gegeben. Ähnlich durchwegs positive Einschätzungen für die qualitativen Bewertungskriterien wurden nur mehr für die Nischen Tiergarten und Vorsammelsäcke Bio vergeben. Vor einer Entscheidung zu berücksichtigen sind die eventuell zu hohen quantitativen Werte im Bereich KAV.

Zum Abschluss der Bewertung wurde eine Reihung der untersuchten Projektideen durchgeführt. Für jedes Kriterium wurden die Umsetzungsprojekte in Tab. 7.11 von oben nach unten von guter bis weniger guter Erfüllung dieses Kriteriums gelistet. Das bedeutet, dass z.B. beim Vermeidungspotential jenes Projekt an erster Stelle gereiht ist, welches am meisten Vermeidungspotential aufweist, bei den Mehrkosten wurde jenes an die erste Position gerückt, welches am wenigsten Mehrkosten verursacht. Projekte, welche sich gemeinsam in einem Kästchen der Tab. 7.11 befinden, sind als gleichwertig bezüglich dieses Kriteriums einzustufen. Für die Kriterien Mehrkosten und CO₂-Einsparungspotentiale konnten nicht für alle Projekte Daten recherchiert werden. Die Reihung spiegelt die Ergebnisse unter Berücksichtigung der verfügbaren Daten und der getroffenen Annahmen wider und gilt unter den vorliegenden Rahmenbedingungen.

Nische	Tiergarten	Fußball / 7 Spiele	Marathon	Donauinsel	KAV Becher	KAV Müllsäcke	Vorsammelsack Bio	Fertigmenü	Heißgetränke-automat	Lebensmittelverpackungen
max. Potential (konv) [t/a]	4,92	1,4	4,1	10	20	252	30	135,7	200	6.500
max. Mehrkosten Bio [Euro/a]	5.237	1.498	4.364	9.750	21.821	1,2 Mio	1 Mio	-	-	-
CO ₂ Einsparungspot. [kg CO ₂ -Äquivalente/a]	8.446	2.415	7.038	-	13.683	189.149	6.012	-	-	-
Awareness	hoch	mittel	mittel	niedrig	mittel	niedrig	hoch	mittel	hoch	sehr hoch
Umsetzungspotential	hoch	mittel	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch	mittel	hoch
PR-Wirksamkeit	hoch	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig	niedrig	hoch	mittel	mittel	hoch

Tab. 7.10: Zusammenfassung der Bewertung der Nischen

WIENAWARO
BEWERTUNG DER AUSGEWÄHLTEN NISCHEN

Vermeidungs- potential	Mehrkosten	CO ₂ Einsparungs- potential	Awareness	Umsetzungs- potential	PR-Wirksamkeit
Lebensmittel- verpackungen	Fußball	KAV Müllsack	Lebensmittel- verpackungen	Tiergarten Marathon Donauinsel KAV Becher KAV Müllsäcke Vorsammelsack Bio Fertigmenüs Lebensmittel- verpackungen	Fußball
KAV Müllsäcke	Marathon	KAV Becher	Heißgetränke Vorsammel- sack Bio Tiergarten		Tiergarten Vorsammelsack Bio Lebensmittel- verpackungen
Heißgetränke- automaten	Tiergarten	Tiergarten			
Fertigmenüs	Donauinsel	Marathon			
Vorsammel- sack Bio	KAV Becher	Vorsammelsack Bio	Fußball Marathon KAV Becher Fertigmenüs		Marathon Donauinsel Fertigmenüs Heißgetränke
KAV Becher	Vorsammel- sack Bio	Fußball			
Donauinsel	KAV Müllsäcke				
Tiergarten					
Marathon			Donauinsel KAV Müllsäcke	Fußball Heißgetränke	KAV Becher KAV Müllsäcke
Fußball					

Tab. 7.11: Reihung der untersuchten Projektideen nach den einzelnen Kriterien, oben jenes Projekt, welches bezüglich des Kriteriums am besten abschneidet

8 Ideen für Umsetzungsprojekte

Aus den in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Ergebnissen und Informationen wurden spezifisch auf Wien zugeschnittene Ideen für Umsetzungsprojekte entwickelt. Es wurde dabei darauf Wert gelegt, vor allem langfristige Anwendungen von Biokunststoffen zu berücksichtigen, welche aber zum Großteil auch im kleinen Maßstab vorab getestet werden können. Aufgrund der festgelegten Kenngrößen wurde im Anschluss eine Reihung der Umsetzbarkeit der Ideen durchgeführt. Prinzipiell ist anzumerken, dass jedes der vorgeschlagenen Projekte in unterschiedlicher Intensität umgesetzt werden kann, d.h. eine stufenweise Umsetzung auch möglich ist. Produkte aus Biokunststoffen können eingesetzt werden, ohne dass Informationen darüber bereitgestellt werden. Darauf aufbauend kann mehr oder weniger Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden. Auch bei der Entsorgung stehen unterschiedliche Varianten zur Auswahl, die zum restlichen Umsetzungskonzept passend ausgewählt werden können. Es ist noch anzumerken, dass bei einigen Ideen auch Beispiele für mögliche Ersatzmaterialien zu Kunststoff angegeben sind, wobei einige als eingetragenes Warenzeichen (z.B. Mater-BiTM) genannt und andere nur als Materialbezeichnung (z.B. PLA) angegeben sind. Die Nennung von Warenzeichen soll keine Bevorzugung einzelner Unternehmen darstellen, sondern eben als Beispiel dienen und lediglich eine leichtere Orientierung der Leser gewährleisten. Generell gilt, dass als wichtiger Beteiligter für ein erstmaliges Umsetzungsprojekt auch immer eine Person oder Institution dabei sein sollte, welche die Gesamtkoordination übernimmt und das endgültige Konzept in Absprache mit den anderen Beteiligten ausarbeitet. Der Projektkoordinator ist bzw. die Koordinatoren sind daher in den einzelnen Projektvorschlägen der folgenden Kapitel **nicht extra als Beteiligte/r** genannt. Ähnlich verhält es sich mit der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“. Nachdem die im Folgenden vorgeschlagenen Umsetzungsprojekte im Rahmen der INITIATIVE diskutiert werden und in diesem Gremium über eine etwaige Umsetzung in der Stadt Wien entschieden werden soll, ist die INITIATIVE automatisch Beteiligte in den Umsetzungsprojekten und wird daher nicht **extra als Beteiligte** angegeben. Eine wissenschaftliche Begleitung der umgesetzten Projekte wird für die Ermittlung des tatsächlichen Abfallvermeidungspotentials als interessant angesehen und würde eine gute Datenbasis für Rückschlüsse auf andere Bereiche darstellen.

Die zur Umsetzung vorgeschlagenen Projekte sind:

- Saubere Fußballeuropameisterschaft 2008
- Cleaner City Marathon
- Biopfandbecher beim Donauinselfest
- Nachwachsende Becher im Krankenhaus
- Anwendung von Biokunststoffen im Fertigmenüliefererservice
- Biokunststoffbecher im Tiergarten Schönbrunn
- Biosackerl für Biomüll
- Vorsammelhilfen für Restmüll aus Biokunststoffen
- Einsatz von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen
- Kaffeeautomatenbecher aus Biokunststoffen

8.1 Saubere Fußballeuropameisterschaft 2008

8.1.1 Allgemeines

Bei der Fußballeuropameisterschaft 2008, welche von Österreich und der Schweiz gemeinsam veranstaltet wird, werden zwischen 7. und 29. Juni 2008 insgesamt 31 Spiele von 16 Mannschaften austragen. Sieben Spiele werden im Wiener Ernst-Happel-Stadion (derzeit maximal 50.000 Zuschauer) stattfinden, je drei in Salzburg, Klagenfurt und Innsbruck (je maximal 30.000 Zuschauer). Insgesamt werden vom Bundesministerium für Inneres in Österreich **550.000 Zuschauer** erwartet. Die Auslosung zur Endrunde ist für Dezember 2007 in der Schweiz geplant (BMI, 2004).

Im Angebot Österreichs und der Schweiz an die UEFA findet sich im Inhaltsverzeichnis (mehr ist den Autoren der vorliegenden Studie derzeit nicht zugänglich) nur Information zum Thema Transport (www.uefa.com/uefa/euro2008/index,newsId=116043.html). **Erwartete Umweltauswirkungen** der Veranstaltungen und deren Vermeidung bzw. Verminderung sind **nicht** im Anbot **berücksichtigt**. Dies verwundert umso mehr, als im Jahr 2006 die Fußballweltmeisterschaft in Deutschland mit einem stark ausgeprägten Umweltschwerpunkt durchgeführt wird (siehe auch Kapitel 8.1.3).

Die Fußballeuropameisterschaft 2008 bietet die Möglichkeit, nicht nur im Bereich „Abfall bei Großveranstaltungen“ Aufmerksamkeit zu erregen, sondern generell die Umweltauswirkungen bei solchen Ereignissen anzusprechen. Vorteile sind z.B.

- Möglichkeit der Minimierung bzw. Vermeidung der Umweltauswirkungen der EM 2008,
- Medieninteresse und –präsenz vor Ort (TV, Zeitungen etc.),
- als Vorbild kann die WM 2006 in Deutschland genommen werden, welche viel Vorarbeit leistet und unter vergleichbaren Voraussetzungen direkt „vor der Haustüre“ stattfindet,
- eine große Anzahl an Menschen (über 1 Mio. Zuseher vor Ort und jene über Medien) kann „nebenbei“ an das Thema Umweltschutz herangeführt werden,
- Produkte, die innerhalb des Stadions ausgegeben werden, sind überschaubar,
- Abfälle innerhalb des Stadions können relativ einfach getrennt sortenrein gesammelt werden,
- ein Großteil der Fanartikel werden ausschließlich für die EM 2008 hergestellt und verpackt,
- im Zuge der regulären Spiele können bereits im Vorfeld der Europameisterschaft Tests mit neuen Produkten bzw. Materialien durchgeführt werden,
- die Kosten für Material und Öffentlichkeitsarbeit teilen sich auf mehrere Veranstalter auf,
- Möglichkeit für Wien, sich als Umweltmusterstadt zu präsentieren,
- Aufhänger für Infokampagne für andere Umsetzungsprojekte.

Ziel des Umsetzungsprojektes ist die **Verringerung bzw. Vermeidung von Abfall** und gegebenenfalls auch anderer Auswirkungen auf die Umwelt, welche durch die Durchführung der Fußballeuropameisterschaft hervorgerufen werden.

8.1.2 Beteiligte

Nachdem es sich bei einer Umsetzung um ein internationales Projekt von beachtlichen Ausmaßen handelt, sind sehr viele Beteiligte aus unterschiedlichen Ländern involviert. Beginnend von den **Veranstaltern** aus den acht beteiligten Städten, deren **politischen Vertretern** und den Mitarbeitern der **Caterer** in den Stadien müssen auch die **Hersteller** der

in Frage kommenden Materialien und Fanartikel inklusive **Abpacker**, die **Verkäufer** der Fanartikel sowie die jeweiligen **Entsorger** der Stadien involviert werden. Auch die Koordination der Verteilung der Materialien und Produkte stellt für **Logistiker** eine weitere Herausforderung dar. Bei einer erwünschten Öffentlichkeitswirksamkeit sollte eine Absprache mit der **Presse** bzw. den Medien erfolgen, um geeignetes Informationsmaterial bereitstellen zu können.

8.1.3 Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland

Die **FIFA**²⁶ **WM 2006** in Deutschland soll die weltweit erste klimaneutrale Großveranstaltung im Sport werden. Die Initiative „**Green Goal**“ bezieht sich auf die vier Bereiche **Abfall**, **Wasser**, **Energie** und **Mobilität** und beinhaltet ein Umweltkonzept mit quantifizierbaren Minderungszielen, welche auf

- einer Ist-Analyse der Verbrauchswerte an Energie, Wasser und des Abfallaufkommens im Rahmen des Bundesliga-Spielbetriebs in den FIFA WM-Stadien,
- einer Abschätzung des zu erwartenden Verkehrs sowie
- einer Untersuchung möglicher Umweltmaßnahmen unter Berücksichtigung erster Kosten-/Nutzenberechnungen basiert (www.dbu.de/press/artikel596.html).

Die Reduzierung der Abfallmengen wird durch den vermehrten Einsatz **verpackungsfreier Systeme** bzw. von **Mehrwegsystemen**, durch **Leitfäden für Catering- und Merchandising-Unternehmen** sowie durch ein **Abfallmanagement** auch im **Stadionumfeld** angestrebt. Das Reduktionsziel basiert auf Erfahrungswerten im Bundesliga-Spielbetrieb, welche von Stadion zu Stadion sehr stark variieren. Schon durch diesen Umstand sind Potenziale zur Verringerung der Abfallmengen zu erkennen (www.dbu.de/press/artikel596.html). Nach Angaben eines Mitarbeiters einer involvierten Interessensvertretung ist der Einsatz von Biokunststoffen vorgesehen, nähere Angaben konnten zum Zeitpunkt des Interviews jedoch nicht gemacht werden.

Der **Wasserbedarf** der FIFA WM-Stadien wird während der Spiele der Weltmeisterschaft 2006 rund 42.000 m³ betragen, welcher z.B. durch Erhöhung der Nutzung von Regen-, Oberflächen- oder Brunnenwasser, die optimierte Beregnung der Spielfelder, die Einsparung von Wasser im Sanitärbereich sowie die regelmäßige Wartung von Armaturen und Leitungen reduziert werden soll. Der bisherige **Energieverbrauch** der Stadien soll durch Energieeinsparungen um 20 % gesenkt werden, erneuerbare Energien sollen einen Großteil des verbleibenden Energiebedarfs decken. Im Bereich **Mobilität** wird eine Anhebung des Anteils am Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) auf mindestens 50 % angestrebt (www.dbu.de/press/artikel596.html).

Weltweit einzigartig ist das Ziel der weitgehenden Klimaneutralität der WM. Ansatzpunkte sind hier die Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen in den Stadien und bei der Organisation des WM-Verkehrs sowie der Einsatz regenerativer Energien. Trotz der damit möglichen Reduktionen werden durch die **WM 2006 zusätzlich voraussichtlich rund 100.000 Tonnen Treibhausgasemissionen in Deutschland** verursacht. Diese Emissionen sollen über Klimaschutzinvestitionen an anderer Stelle kompensiert werden (www.dbu.de/press/artikel596.html).

Beteiligte Projektpartner sind die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), das Öko-Institut, die EnBW AG (Energie Baden-Württemberg AG), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und die FIFA (www.dbu.de/press/artikel596.html).

²⁶ Fédération Internationale de Football Association

Die **Entwicklung des Konzepts** wurde durch die DBU mit **90.000 Euro** gefördert, eine **Ko-Finanzierung der Umsetzungsphase** wurde mit **300.000 Euro** bewilligt. Die zwölf FIFA WM-Städte und -Stadien haben sich zu „Green Goal“ bekannt und sich zur Mitwirkung bei der Umsetzung der Ziele und Maßnahmen dem Organisationskomitee gegenüber verpflichtet (www.dbu.de/press/artikel596.html).

Es stellt sich die Frage, ob Österreich und die Schweiz zumindest in einigen der im Konzept für die FIFA WM 2006 vorgestellten Bereiche ebenfalls Schwerpunkte setzen sollten. Im Bereich des Einsatzes von Biokunststoffen bei sportlichen Veranstaltungen liegen bereits Erfahrungen vor (vgl. Kapitel 5.6.2 über den Cross-Marathon am Rennsteig bzw. Olympische Spiele Salt Lake City), auf die zurückgegriffen werden könnten.

8.1.4 Abfallpotentiale, Produkte und Materialien

Neben den unmittelbar im Zuge der Spiele in den Stadien anfallenden Abfällen kann mit einer entsprechend angelegten Kampagne auch auf die außerhalb der Stadien anfallenden Abfälle Einfluss genommen werden. Das bezieht sich sowohl auf Randveranstaltungen wie Pressekonferenzen u.ä. als auch auf Fanartikel etc. Um die Anforderungen eines modernen Stadions gut erfüllen zu können, soll zumindest das Ernst-Happel-Stadion um 21,6 Mio. Euro bis zur EM umgebaut werden, wobei u.a. auch die maximale Zuschauerzahl von derzeit rund 49.825 auf 53.008 vergrößert wird (KRAUSE und BERGER, 2004). Nachdem jedoch mögliche Erweiterungen der anderen Stadien in Österreich und der Schweiz nicht berücksichtigt werden können, werden für die folgenden Berechnungen auch für das Ernst-Happel-Stadion die bisher gültigen Sitzplätze angenommen.

Bei Annahme einer **maximaler Auslastung** der Stadien in **Österreich** und der **Schweiz** ergeben sich die in Tab. 8.1 dargestellten Zuschauerzahlen. Zusätzlich ist mit Betreuern der Mannschaften, der Stab der FIFA (UEFA), Journalisten²⁷ etc. zu rechnen.

Austragungs-land	Austragungsort	Anzahl Spiele	max. mögliche Zuschaueranzahl pro Spiel	Summe Zuschauer
Österreich	Wien	7	50.000	350.000
	Salzburg	3	30.000	90.000
	Klagenfurt	3	30.000	90.000
	Innsbruck	3	30.000	90.000
	Summe	16	140.000	620.000
Schweiz	Bern	6	40.000	240.000
	Zürich	3	30.000	90.000
	Basel	3	30.000	90.000
	Genf	3	30.500	91.500
	Summe	15	130.500	511.500
Gesamtsumme A + CH		31	270.500	1,131.500

Tab. 8.1: Maximale Zuschauerzahlen bei den Spielen der Fußball-EM 2008

In Wien sind unter der Annahme von HAVRAN (2000), dass jeder zweite Besucher ein Getränk konsumiert, rund 176 kg Kunststoffabfall aus Bechern pro ausverkauftem Hoppel-Stadion zu erwarten. Auf Basis der Daten, welche in Deutschland im Bundesligaspielbetrieb

²⁷ Im Hoppel-Stadion soll ein eigenes Medienzentrum für 1.000 Sportreporter, 150 Radio-kommentatoren und 250 TV-Journalisten errichtet werden (KRAUSE und BERGER, 2004).

von den Veranstaltern der WM 2006 ermittelt wurden, wird davon ausgegangen, dass mit einer Abfallmasse von **0,1 kg pro Zuschauer und Spiel** gerechnet werden kann (GREEN GOAL, 2003). Unter der Annahme, dass die Auslastung der Stadien jeweils nur 90 % von den in Tab. 8.1 angegebenen Zuschauerzahlen beträgt, ist mit einem Gesamtaufkommen von **100 t Abfall**, welche in Summe in Österreich und der Schweiz anfallen, zu rechnen.

Ein Teil davon kann eventuell mit Mehrwegsystemen vermieden werden, nach vorliegenden Informationen ist jedoch noch nicht geklärt, ob Mehrwegsysteme (auch aus Kunststoff) in Wiener Stadien eingesetzt werden dürfen. Bei der Verwendung von **Einwegbechern** und für andere Anwendungen, wie z.B. **Verpackung** von Fanartikeln oder **Fanartikel** selbst, könnten Biokunststoffe eingesetzt werden. Je nach konkreter Anwendung könnte hier z.B. **Mater-Bi™** oder **PLA** bzw. vergleichbare Materialien (Papierbecher mit Biokunststoffolie) zum Einsatz kommen.

8.1.5 Entsorgung

Nachdem es aufgrund der Informationen der Recherche möglich und durchaus auch üblich ist, ein Pfand auf die Becher einzuheben und bei der Sichtung kaum Becher gefunden wurden, wird es als möglich erachtet, dass die anfallenden Becher mit Pfand belegt und im Anschluss getrennt gesammelt werden. Je nach Möglichkeit könnten in der Folge die Becher aus Biokunststoff einer Kompostierung zugeführt werden. Im Falle, dass das Entsorgungssystem bzw. die eingesetzten Materialien keine Kompostierung zulassen (Zertifizierung), kann eine Entsorgung über den Restmüll erfolgen. Die Sammlung und Behandlung der verbrauchten Produkte vor Ort muss jedenfalls mit den zuständigen Reinigungs- sowie den Entsorgungsunternehmen abgestimmt und den jeweiligen Möglichkeiten angepasst werden.

Bei Fanartikeln ist eine getrennte Sammlung nicht möglich, da Fanartikel bzw. deren Verpackungen hauptsächlich außerhalb des Stadions, womöglich auch außerhalb von Österreich, als Abfall anfallen. Aufgrund der nicht näher bekannten zur Verfügung stehenden Infrastrukturen ist daher eine Entsorgung über den Restmüll als wahrscheinlichste, einfachste und auch sinnvollste Lösung anzusehen.

8.1.6 Was zu beachten ist

Es konnten im Zuge der Recherchen von den zuständigen Mitarbeitern der beteiligten Verwaltungsorganisationen der Wiener Stadien wenig Informationen eingeholt werden, weil diese nicht bereit waren, Auskunft zu erteilen. Es sind daher nachfolgend noch zu lösende Probleme aufgelistet:

- In den Einreichunterlagen für WM 2006 in Deutschland war „Green Goal“ bereits inkludiert. Nach den bislang vorliegenden Informationen finden sich außer der Mobilität **keine Umweltthemen** in den Einreichunterlagen von Österreich und der Schweiz. Es ist daher nicht bekannt, ob eine Involvierung eines Umwelt- bzw. Abfallschwerpunktes nachträglich möglich ist.
- Die **gemeinsame Bewerbung** mit der **Schweiz** bedeutet, dass die Idee in zwei Staaten entsprechend entwickelt, geplant, koordiniert und umgesetzt werden muss. Die Politik aus beiden Ländern muss hinter der Idee stehen, Projektpartner müssen gesucht werden und bei der Umsetzung sollten Synergien genutzt werden. Dies erfordert einen großen Koordinierungsaufwand und vermehrte administrative Arbeit (Workshops, Reisen etc.).
- Die **Planung** der Europameisterschaft 2008 ist bereits in vollem Gang. Ob und in welchem Ausmaß ein Schwerpunkt Umwelt bzw. Abfall organisatorisch bzw. finanziell noch eingeschoben werden kann, ist offen.

- Die **finanziellen Mittel**, welche die Stadt Wien für die Umbaumaßnahmen bereit stellt, sind im Gemeinderat bereits Mitte 2004 beschlossen worden. Inwieweit Änderungen bei der Verwendung noch möglich sind, ist nicht bekannt.
- Für die **Finanzierung** der Umwelt- bzw. Abfallmaßnahmen müssten daher entsprechende Sponsoren zur Verfügung stehen. Je nachdem, welche quantitativen Ziele gesetzt werden, verändern sich auch die Kosten und der Aufwand für die Umsetzung.
- Die **Einflussmöglichkeit** der Veranstalter auf die Caterer, welche im Stadion Getränke und Essen anbieten, sowie auf die Hersteller der Fanartikel in Bezug auf die zu verwendenden Materialien ist abzuklären.

8.2 Cleaner Vienna City Marathon

8.2.1 Allgemeines

Die Art der Veranstaltung bedingt das Verwenden von Einwegsystemen. Das errechnete Abfallpotential der Einwegbecher aus dem Vienna City Marathon beträgt 3,6 t (vgl. Kapitel 6.3.4). Für die bisher verwendeten Einwegkunststoffbecher sind Ersatzprodukte aus Biokunststoffen verfügbar und es konnte im Zuge der Recherche der Case-Studies eine erfolgreiche Anwendung solcher Becher in einem ähnlichen Bewerb nachgewiesen werden (vgl. Kapitel 5.6.2). Die Abfälle fallen räumlich abgegrenzt (nur entlang der Rennstrecke) an und können zu einem Großteil sortenrein erfasst werden. Es besteht eine große nationale Öffentlichkeitswirksamkeit.

Ziel eines Projektes „Vienna City Marathon“ ist die Verringerung der Mengen an Kunststoffabfällen.

8.2.2 Beteiligte

Neben den **Veranstaltern** sind vor allem die **Sponsoren** wichtige Beteiligte. Es wird davon ausgegangen, dass die Motivation eines Sponsors des Vienna City Marathons sich einerseits aus der möglichen Medienpräsenz und andererseits durch einen Imagegewinn durch Engagement im Bereich Gesundheit zusammensetzt. Die Sportart Laufen zeichnet sich im Allgemeinen durch eher umweltschonende Eigenschaften aus, da keine unmittelbaren Emissionen freigesetzt werden und keine aufwendigen Sportgeräte oder Anlagen notwendig sind. Lediglich durch die Umsetzung als Großveranstaltung verändert sich der Charakter dieser Sportart wesentlich (Becher als Abfall, Emissionen durch Begleitfahrzeuge,...). Durch die Verwendung von Bechern aus Biokunststoffen ergibt sich für den Sponsor eine weitere Möglichkeit sein Interesse an Gesundheit bzw. Umwelt (nachwachsend, klimaneutral,...) zu bekunden.

Die Anwendung der Becher beim Marathon stellt keine besonderen Ansprüche (wie z.B. Automatengängigkeit) an die Produkte, daher ist die Mitarbeit von Materialherstellern in diesem Umsetzungsprojekt nicht unbedingt notwendig. Der **Hersteller** bzw. **Händler** der eingesetzten Becher muss jedoch eingebunden werden, vor allem, wenn eine besondere Kennzeichnung der Becher (Sponsor, Material, Entsorgung,...) gewünscht ist. Der **Entsorger** ist in Abhängigkeit des vorgesehenen Entsorgungsweges zu wählen bzw. in die Planung einzubeziehen.

8.2.3 Bechermaterial

Bei der Wahl der Becher müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, wie z.B. ob optische Kriterien zu beachten sind. Als Materialien kommen Papierbecher mit einer

Beschichtung aus einem Biokunststoff (z.B. Biopol) oder auch Becher aus reinem Biokunststoff (z.B. PLA) in Frage.

8.2.4 Entsorgung

Nach den den Autoren zur Verfügung stehenden Bildern der vergangenen Marathons zu urteilen, bestehen die anfallenden Abfälle des Marathons zu einem Großteil aus Getränkebechern. Diese Abfälle fallen jeweils in unmittelbarer Nähe der Ausgabestellen an, da die Sportler die angebotenen Getränke und Lebensmittel sofort nach Erhalt konsumieren. Es erscheint daher relativ einfach, die Becherfraktion nahezu sortenrein zu erhalten, was einer Kompostierung bzw. Vergärung entgegenkommt. Es kann jedoch wie in den anderen Umsetzungsprojekten auch, eine thermische Entsorgung über den Restmüll erfolgen, wobei hier die Materialeigenschaft der Kompostierbarkeit bzw. biologischen Abbaubarkeit nicht erfüllt werden muss.

8.2.5 Was zu beachten ist

Der Vienna City Marathon ist ein internationales Ereignis, welches lange Vorlaufzeiten in der Planung hat. Aus diesem Grund wäre es notwendig, rechtzeitig mit den Sponsoren Kontakt aufzunehmen und in Zusammenarbeit mit dem Veranstalter die genaue Durchführung (Lieferant Becher, Art der Becher,...) und Umfang des Projektes (Öffentlichkeitsarbeit ja/nein, Art der Entsorgung,..) abzusprechen.

8.3 Biopfundbecher beim Donauinselfest

8.3.1 Allgemeines

Die Voraussetzungen beim Donauinselfest liegen ähnlich denen beim Marathon. Der Einsatz von Mehrwegsystemen bei Getränkebechern und sonstigem Geschirr ist bei den Veranstaltern offensichtlich kein Thema (vgl. Kap. 6.3.5). Der Veranstalter bestimmt, welche Pfandbecher verwendet werden. Bei vorsichtiger Schätzung fallen mindestens 9 t an Getränkebechern pro Donauinselfest an. Es befinden sich sowohl für Becher als auch für Besteck bzw. Teller Ersatzprodukte aus Biokunststoff am Markt, aufgrund der hohen Besucherzahl ist auch eine breite Öffentlichkeit erreichbar und die Abfälle fallen räumlich abgegrenzt an.

Ziel eines Projektes „Donauinselfest“ ist die Verringerung der Kunststoffabfälle, welche durch die Verwendung von Einwegbechern am Donauinselfest anfallen. Weiters kann auch eine Kommunikation, die das Umweltbewusstsein anspricht, Ziel des Projektes sein.

8.3.2 Beteiligte

Nachdem die Caterer verpflichtet sind, jene Becher zu verwenden, die der **Veranstalter** zur Verfügung stellt, ist eine Einbeziehung der **Caterer** nicht unbedingt erforderlich. Jedenfalls einzubeziehen ist der **Hersteller** bzw. **Händler** der Becher, um etwaige besondere Wünsche abzuklären. Bei einer angestrebten Kompostierung/Vergärung ist eine Beteiligung des **Entsorgers** notwendig.

8.3.3 Bechermaterial

Nachdem der Veranstalter schon in der Vergangenheit den Caterern die Becher vorgegeben hat, wird die Abänderung auf andere Becher nicht als Problem eingestuft. Von etwaigen langfristigen Abnahmeverpflichtungen bei einem bestimmten Becherhersteller ist nichts bekannt. Das Pfandsystem kann auch bei Verwendung von Papierbechern mit einer Beschichtung aus Biokunststoff (z.B. Biopol) und Bechern aus reinem Biokunststoff (z.B. PLA) angewandt werden, da es lediglich der geordneten Sammlung der Becher und damit der Vermeidung von Littering dient.

8.3.4 Entsorgung

Aufgrund des Pfandsystems fallen die Becher sortenrein an, es kann daher neben einer thermischen auch eine Kompostierung oder Vergärung stattfinden. Wenn keine Kompostierung bzw. Vergärung angestrebt wird, muss das eingesetzte Material auch nicht biologisch abbaubar bzw. kompostierbar sein.

8.4 Nachwachsende Becher im Krankenhaus

8.4.1 Allgemeines

Der KAV eignet sich für Umsetzungsprojekte zum Einsatz von Biokunststoffen insofern gut, als dass je nach Konzept unterschiedliche Krankenhäuser oder Geriatriezentren als geschlossene räumliche Einheit ausgewählt werden können. In einigen der Krankenanstalten ist eine eigene Kompostierung vorhanden, was eine Cokompostierung zumindest prinzipiell ermöglichen würde.

Pro Jahr werden laut DAXBECK ET AL. (2004) im Wiener Krankenanstaltenverbund rund 20 t Kunststoffbecher verbraucht (vgl. Kapitel 6.6 bzw. Tab. 6.2). An die Kunststoffbecher (200 ml), welche als Mehrzweckbecher eingesetzt werden, werden keine besonderen medizinischen Ansprüche gestellt (DAXBECK ET AL., 2004). Es erscheint daher relativ einfach, diese durch Becher aus Biokunststoff zu ersetzen.

Je nach Konzept kann ein Umsetzungsprojekt im Bereich Krankenanstalten so gestaltet werden, dass nur das Pflegepersonal oder Pflegepersonal und Patienten sowie Besucher in das Projekt eingebunden werden. Die Einbeziehung kann sich in reiner Information (z.B. Auflegen von Foldern, aber auch in Tätigkeiten (z.B. bei Aufstellen von eigenen Sammelbehältern) äußern.

Ziel der Verwendung von Bechern aus Biokunststoffen in Krankenanstalten ist die Verringerung der anfallenden Kunststoffabfälle (Becher) bzw. ein Beitrag zum Klimaschutz.

8.4.2 Beteiligte

Generell sind bei diesem Umsetzungsprojekt der **Einkauf** des KAV bzw. der einzelnen Spitäler einzubeziehen. Weiters werden etwaig auftretende Fragen am besten mit den **Herstellern** der Materialien bzw. der Produkte geklärt, welche am besten über Einsatzmöglichkeiten ihrer Produkte informiert sind. Je nach Konzept sind als Beteiligte auch das **Reinigungs-** und das **Pflegepersonal** zu nennen. Bei einer angestrebten Kompostierung oder Vergärung ist der derzeitige bzw. geplante **Entsorger** einzubeziehen.

8.4.3 Ausgestaltung der Umsetzung

Aufgrund der normalen Gebrauchsanforderungen (kein Maschineneinsatz, keine besonderen medizinischen Erfordernisse,...) an die in Tab. 6.2 aufgelisteten 200 ml Becher erscheint ein Ersatz dieser Kunststoffprodukte durch solche aus Biokunststoff jederzeit möglich. Als Materialien kommen Werkstoffe wie PLA oder auch mit Biokunststoff beschichtete Papierbecher in Frage, welche am Markt bereits erhältlich sind. Die Entsorgung könnte entweder in den Restmüll oder – eventuell durch Aufstellen von Bechersammelröhren (analog zu Kaffeeautomatenbechern) – getrennt erfolgen. Je nach Ausgestaltung des Projektes können keine Informationen bereitgestellt werden (die Produkte werden ohnehin zentral eingekauft), nur Informationsbroschüren verteilt werden (diese Becher sind aus Biokunststoff) und/oder auch aktive Teilnahme gefordert werden (bei getrennter Sammlung). Aufgrund der ohnehin vielfältigen Aufgaben des Pflegepersonals muss bei einer etwaigen getrennten Sammlung der Becher ein möglichst auf den Arbeitsablauf abgestimmtes Sammelsystem eingesetzt werden, welches auch den Ansprüchen für mobile Patienten und

Besucher sowie dem Reinigungspersonal entspricht. Bei einer getrennten Sammlung sollte eine Kompostierung oder Vergärung angeschlossen werden, bei einer Sammlung über den Restmüll ist eine thermische Behandlung vorgegeben.

8.4.4 Entsorgung

Die Becher können bei einer getrennten Sammlung über eine Kompostierung bzw. Vergärung, ansonsten über eine thermische Behandlung entsorgt werden. Ohne Kompostierung/Vergärung entfällt die Forderung nach biologischer Abbaubarkeit bzw. Kompostierbarkeit des verwendeten Materials.

8.5 Anwendung von Biokunststoffen im Fertighmenüliefererservice

8.5.1 Allgemeines

Auf diesem Gebiet gibt es mehrere Anbieter, welche zum Teil für unterschiedliche Geschäftsfelder (Schulen, Haushalte, Betriebe) mit verschiedenen Materialien für die Verpackung der Fertighmenüs arbeiten, welche einerseits der Größe der einzelnen Schalen (Einportionen, Mehrportionen), andererseits dem Kühlzustand des Menüs (tiefgekühlt, nur gekühlt) bzw. der Zubereitungsart (auftauen und erwärmen, nur erwärmen) angepasst sind. Es ergeben sich daher einige Bereiche, in denen vor der Umsetzung eine Abstimmung aller Beteiligten und der Randbedingungen gefordert ist. Nachdem es derzeit keine öffentlich zugänglichen Erfahrungsberichte mit Verpackungen aus Biokunststoffen für Fertighmenüs gibt, sind im Zuge eines Umsetzungsprojektes in diesem Bereich sicherlich noch **vorbereitende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten** zu leisten.

Ziel des Umsetzungsprojektes ist die Entwicklung und erfolgreiche Anwendung von Biokunststoffen in Bereich Fertighmenüverpackungen.

8.5.2 Beteiligte

Die Anpassung der am Markt befindlichen Materialien und Produkte an die speziellen Anforderungen der Fertighmenüs muss in Zusammenarbeit der **Hersteller** bzw. **Händler** der Verpackungsmaterialien und der **Produzenten** der Menüs (sind gleichzeitig Abpacker) erfolgen. Die Anwender, also die Konsumenten, sind dann einzubeziehen, wenn sich aufgrund des Materialwechsels eine Änderung der bisherigen Handhabung ergeben sollte. Die bisherige Vorgehensweise der Sammlung der Verpackung muss nach vorliegenden Informationen nicht gravierend geändert werden, die **Entsorgung** der Verpackungen ist jedoch mit einem befugten Entsorgungsunternehmen abzuklären.

8.5.3 Materialien

Wie die Recherche gezeigt hat, ergeben sich hauptsächlich dann Schwierigkeiten beim Einsatz von Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen, wenn es sich um gekühlte und gleichzeitig feuchte Speisen handelt. Zusätzlich muss auch die unterschiedlich lange Zeitspanne der Exposition des Verpackungsmaterials gegenüber den feuchten Speisen berücksichtigt werden. Auch Probleme bei der Hygienisierung und der Temperaturbelastung (kalt bei Lagerung, heiß bei Zubereitung) müssen vor einer Umsetzung geklärt werden. Um alle Anforderungen erfüllen zu können, ist wahrscheinlich eine Kombination von mehreren Materialien (ähnlich den innen mit Folie beschichteten Papierbechern) notwendig.

8.5.4 Ausgestaltung der Umsetzung

Fertighmenülieferungen sind sowohl in Haushalten, als auch in Schulen, Kindergärten und Dienststellen des Magistrats der Stadt Wien üblich. Je nach Ausrichtung des Umsetzungsprojektes und Kundenstock des zur Mitarbeit gewonnenen Herstellers kann zwischen einem oder mehreren Einsatzgebieten gewählt werden. Es ergibt sich in jedem Fall ein

geschlossenes System, da von allen für die vorliegende Studie kontaktierten Anbietern die Verpackungen zurückgenommen und entsorgt werden. Bei der Auswahl des Testgebietes sollte darauf Rücksicht genommen werden, dass eine separate Abfüllung geringer Mengen in ein anderes Verpackungsmaterial als der Rest zusätzliche Kosten verursacht und daher nur für eine kurze Testphase möglich ist. Nach den entsprechenden Tests zur prinzipiellen Eignung des Materials sollte daher eine ausreichende Anzahl an Menüs in die neuen Verpackungen abgefüllt werden.

8.5.5 Entsorgung

Die Verpackungen der Fertigmenüs werden getrennt gesammelt und vom Lieferanten wieder zurückgenommen. Eine Kompostierung bzw. Vergärung kann daher angeschlossen werden, aber auch eine thermische Behandlung ist möglich, wobei in diesem Fall das verwendete Material nicht biologisch abbaubar bzw. kompostierbar sein muss (Zertifizierung entfällt).

8.6 Biokunststoffbecher im Tiergarten Schönbrunn

8.6.1 Allgemeines

In Zukunft wird für die Imbissstände auf dem Areal des Tiergartens die Verwendung von Einwegbechern überlegt. Es wurde ein Potential von rund **4,3 t Bechern pro Jahr** geschätzt. Prinzipiell fallen die Becher durch die geschlossene Struktur des Tiergartens innerhalb des Tiergartengeländes als Abfall an. Von Seiten des Tiergartens wurde im Gespräch großes Interesse an einer Verwendung von Bechern aus Biokunststoffen signalisiert. Die Imbissstände werden im Auftrag der Tiergartenverwaltung von eigenem Personal geführt.

Ein Besucher des Tiergarten Schönbrunn kann als interessiert an Tier- und Naturthemen eingestuft werden. Gerade deshalb kann im Tiergarten ein Publikum angesprochen werden, welches bei seinem Besuch für Abfall- und Umweltthemen offen ist und mit entsprechenden Angeboten erreicht werden kann, wobei ein positiver erzieherischer Effekt erreicht werden kann. Bei Einsatz von Biokunststoffbechern kann der Umfang der begleitenden Marketingmaßnahmen beliebig festgelegt werden. Im Folgenden sind mehrere Varianten kurz skizziert.

Ziel des Projektes „Tiergarten Schönbrunn“ ist der Ersatz des geplanten Einwegsystems aus Kunststoffbechern durch Biokunststoffbecher.

8.6.2 Beteiligte

Die Entscheidung bezüglich generellem Einsatz, Material, Sammlung, Kommunikation, Entsorgungsweg etc. liegt bei der **Verwaltung** des Tiergartens. In Abhängigkeit des endgültigen Konzeptes können zusätzlich noch **Hersteller** bzw. **Händler** der Materialien und Produkte oder andere als Sponsoren auftreten. Bei einer Kompostierung bzw. Vergärung empfiehlt es sich, den **Entsorger** für die Planung des Konzeptes bei zu ziehen.

8.6.3 Ausgestaltung der Umsetzung

Je nach angestrebter Schwerpunktsetzung, zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln und erwünschter Öffentlichkeitswirksamkeit könnten folgende Varianten umgesetzt werden:

- Reiner Einsatz ohne Information

Die Becher aus Biokunststoff werden zwar eingesetzt, es werden jedoch keinerlei Informationen über die Materialien an die Besucher weitergegeben. Es fallen wie beim Einsatz von herkömmlichen Kunststoffen lediglich die Beschaffungs- und Entsorgungskosten an.

- Information ohne getrennte Sammlung

Die Besucher werden über die Verwendung von Bechern aus Biokunststoffen informiert, wobei v.a. die Vorteile bezüglich Klimaneutralität hervorgehoben werden. Es erfolgt keine getrennte Sammlung der Becher, daher werden diese mit dem Restmüll entsorgt. Zusätzlich zu Beschaffungs- und Entsorgungskosten fallen Druckkosten für Informationsmaterialien an. Als Nutzen kann ein zusätzlicher Imagegewinn für den Tiergarten in Rechnung gestellt werden.

- Information mit getrennter Sammlung

Mit einer entsprechenden Information der Besucher ist eine getrennte Sammlung der Becher als eigene sortenreine Fraktion möglich. Dazu müssten zusätzliche Behälter aufgestellt und auch entsprechend aufwendiger propagiert werden. Die Besucher müssen auch über die durchgeführte Kompostierung oder Vergärung informiert werden. Neben Beschaffungs-, Entsorgungskosten und Druckkosten für Informationsmaterialien fallen Kosten für die Behälter und eventuell Personalkosten für Öffentlichkeitsarbeit an. Der Vorteil ist, dass die Becherfraktion einer Kompostierung bzw. Vergärung zur Verfügung steht. Um welche Art der Kompostierung/Vergärung es sich dabei handeln kann, muss in Zusammenarbeit mit dem Tiergarten bzw. entsprechenden Entsorgern geklärt werden.

8.6.4 Entsorgung

Je nachdem welche der oben beschriebenen möglichen Varianten durchgeführt wird, findet eine getrennte Sammlung statt oder nicht. Bei getrennter Sammlung kann eine Kompostierung oder Vergärung in Absprache mit dem Entsorger angeschlossen werden, ansonsten werden die Becher einfach über den Restmüll entsorgt, wobei die Forderung nach Kompostierbarkeit bzw. biologischer Abbaubarkeit vom Material nicht erfüllt werden muss. Eine Verwertung im Tiergarten selbst (z.B. im Rahmen einer Cokompostierung) ist nicht möglich, da alle biogenen Abfälle von unterschiedlichen Abnehmern abgeholt und verwertet werden (mündliche Mitteilung, 28.12.2004).

8.7 Biosackerl für Biomüll

8.7.1 Allgemeines

In **Wien-Simmering** soll im Jahr 2007 eine **Biogasanlage** in Betrieb gehen, welche in der ersten Ausbaustufe 17.000 Tonnen pro Jahr an organischen Abfällen verarbeiten wird. Rund 7.000 Tonnen des Eingangsmaterials für die Anlage sollen Speiseabfälle aus Großküchen bringen, die restlichen 10.000 Tonnen werden aus Biotonnen aus dem innerstädtischen Bereich erwartet.

Die Verwendung von Säcken als Vorsammelhilfen, die mit dem Abfall entsorgt werden, bringt gegenüber einer Sammlung ohne Sack zusätzlichen Abfall mit sich. Diesem Nachteil steht jedoch eine erwartete Erhöhung der getrennt gesammelten Abfallmengen durch Erleichterung der Sammlung für den einzelnen Haushalt sowie eine geringere Verschmutzung der Behälter entgegen.

Nach den Berechnungen in Kapitel 6.16.1 würden bei Verwendung von Säcken rund **5 Mio. Stück** für die Sammlung der rund 10.000 t Biomüll für die Vergärungsanlage benötigt werden. Aufgrund der Erfahrungen aus den in Kapitel 5.2 dargestellten Case-Studies kann mit Kosten von rund **1,54 Cent pro Liter** für die Sammelsäcke gerechnet werden.

Ziel eines Projektes „Vorsammelhilfen für Biomüll“ ist die Erhöhung der Qualität und Quantität der getrennt gesammelten Bioabfälle durch Verwendung von Säcken aus Biokunststoff.

8.7.2 Beteiligte

Ein wesentlicher Beteiligter ist das **zuständige Entsorgungsunternehmen**, die MA 48. Ihr obliegt die Aufstellung und Reinigung der Behälter, die Sammlung des Bioabfalls und die Entsorgung der biogenen Abfälle in der eigenen Biogasanlage. Um ein reibungsloses Funktionieren der Sammlung und Verwertung des Biomülls mit den Vorsammelhilfen gewährleisten zu können, muss es im Vorfeld zahlreiche Testläufe geben. Dies gilt vor allem für die Aufbereitung des Bioabfalls in der Biogasanlage, wo das tatsächliche Verbleiben der Säcke (Aussortierung oder Mitvergärung) überprüft werden muss.

Nachdem sich die generelle Eignung von Säcken aus Biokunststoffen bereits in mehreren Case-Studies gezeigt hat (vgl. Kap. 5.2), wird von den **Herstellern** bzw. **Händlern** dieser Produkte im vorliegenden Fall weniger Beteiligung abverlangt als in anderen Bereichen. Es können sich jedoch trotzdem notwendige Adaptierungen ergeben, z.B. Kennzeichnung der Säcke etc.

Bei der **Kommunikation** des neuen Sammelsystems und dessen Eigenschaften sollte ein professionelles Team einbezogen werden, welches die Umsetzung der Fakten in geeignete Broschüren und Informationsmedien durchführt.

Bei Einbeziehung von Büros sollte das beauftragte **Reinigungsunternehmen** bzw. die **Reinigungskräfte** in die Planung des Umsetzungsprojektes einbezogen werden, da hier zum einen der Einkauf adaptiert werden muss und andererseits das Personal geschult werden sollte.

8.7.3 Zielgruppe und Ausgestaltung der Umsetzung

Die Sammlung von Biomüll in Säcken aus Biokunststoff kann in unterschiedlichsten räumlichen Strukturen umgesetzt werden. Die Wahl der Gebiete bzw. räumlichen Einheiten kann auch die Art der Zielgruppe bestimmen, was wiederum die Rahmenbedingungen der Kommunikation und Umsetzung beeinflusst.

Als Testgebiete können große Wohnhausanlagen ebenso wie kleinere Mehrfamilienhäuser innerhalb des Gürtels herangezogen werden. Die Zielgruppen dabei sind private Haushalte. Sie müssen gut über das neue Sammelssystem und die damit verknüpften Vorteile (Sauberkeit der Behälter, weniger Geruch, mehr Hygiene bei der Entsorgung,...) für sie selbst informiert werden, um von Anfang an eine hohe Akzeptanz und Beteiligung zu erreichen.

Es ist jedoch auch möglich, im innerstädtischen Bereich liegende Dienststellen des Magistrats oder andere öffentliche Einrichtungen als Umsetzungsgebiet zu wählen, wobei die Zielgruppe nicht die einzelnen Mitarbeiter sondern das Reinigungspersonal der Büros ist. In Büros wird ein Großteil der Abfälle mit Hilfe von Vorsammelhilfen gesammelt. Wenn eine getrennte Sammlung bereits vorliegt, dann müssen lediglich die vorgesehenen Sammelhilfen für Biomüll getauscht werden, was über die zentrale Beschaffung bzw. Anweisung des Reinigungsunternehmens möglich ist. Eine Schulung der betroffenen Mitarbeiter der Reinigung ist notwendig, um eine Verwechslung der Säcke auszuschließen und eine sachgerechte Entsorgung zu gewährleisten.

8.7.4 Entsorgung

Vorsammelhilfen für Biomüll sollten eigentlich über den Biomüll entsorgt werden. Die Frage ist, ob die Ausgestaltung der Verwertungsanlage eine Mitbehandlung der Säcke zulässt bzw. vorsieht. Es ist vorab zu klären, ob eine Mitbehandlung erwünscht ist und wenn ja, wie sie ermöglicht werden kann. Im Falle einer Mitbehandlung der Säcke muss ihre Verwertbarkeit innerhalb des angewandten Verfahrens geklärt werden, um Schwierigkeiten vorzubeugen. Bei einer Abtrennung und thermischen Behandlung der Säcke müssen diese keine biologische Abbaubarkeit bzw. Kompostierbarkeit aufweisen.

8.7.5 Was zu beachten ist

Die Biogasanlage Wien-Simmering soll 2007 in Betrieb gehen, d.h. eine Umsetzung ist frühestens zu diesem Zeitpunkt möglich. Allerdings sollten die notwendigen Voruntersuchungen, wie der tatsächliche Verbleib der Biokunststoffsäcke im gewählten Aufbereitungsverfahren der Anlage, in kleinem Maßstab schon vorab getestet werden. Anfang 2005 ist zudem ein guter Zeitpunkt, um über mögliche erforderliche Adaptionen für einen Einsatz von Biokunststoffen in der Biogasanlage nachzudenken, da diese im Vorfeld leichter zu integrieren sind als bei einer bereits bestehenden Anlage.

8.8 Vorsammelhilfen für Restmüll aus Biokunststoffen

8.8.1 Allgemeines

Für die Sammlung von Restmüll in Säcken direkt am Ort des Anfalls werden v.a. in Büros häufig eigene Kunststoffsäcke eingesetzt. Die Recherchen in den Bereichen Krankenanstalten (Kapitel 6.6), Rettung (Kapitel 6.8) und Kindertagesheime (Kapitel 6.12) zeigen, dass dabei durchaus große Mengen an Kunststoff eingesetzt und entsorgt werden. Nachdem die Verwendung von Biokunststoffsäcken für die Vorsammlung von Restmüll aufgrund der hohen Kosten und des geringen Nutzens derzeit kein gängiges Anwendungsgebiet ist, gibt es auch kein entsprechendes Produkt am Markt. Prinzipiell sollte es jedoch möglich sein, einen Restmüllsack aus nachwachsenden Rohstoffen mit entsprechenden Eigenschaften zur Verfügung zu stellen.

In Wien wird Restmüll fast gänzlich einer thermischen Behandlung unterzogen. Der Vorteil von Säcken aus Biokunststoffen gegenüber herkömmlichen Kunststoffsäcken liegt bei der thermischen Verwertung im klimaneutralen Verhalten des Anteils der nachwachsenden Rohstoffe. Es entfällt die Forderung nach Kennzeichnung, getrennter Sammlung und Kompostierbarkeit. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass der Preis für einen Sack aus nachwachsenden Rohstoffen um ein Vielfaches höher als bei herkömmlichen Kunststoffen liegt.

Die Verwendung von Vorsammelhilfen aus nachwachsenden Rohstoffen für die Sammlung von Restmüll erscheint nur dort sinnvoll, wo ohnehin Vorsammelhilfen gekauft werden, also in Büros (z.B. Magistrate), in Krankenanstalten, in Kindertagesheimen, Universitäten, Schulen etc. In diesen Bereichen liegen auch jeweils geschlossene Einheiten vor, welche jedoch bei diesem Projektvorschlag nur den Vorteil eines zentralen Einkaufs in großen Mengen bieten. Es kann mit Kosten unterhalb der Größenordnung von rund 10,80 Euro für 10 Säcke für einen 240 l Behälter gerechnet werden (Vergleichswert aus der Anwendung in Tulln, vgl. Kapitel 5.2.1), da es in den genannten Bereichen zu einer wesentlich höheren Abnahmemenge pro Jahr kommt.

Alleiniges Ziel der Verwendung von Restmüllsäcken aus Biokunststoffen ist ein Beitrag zum **Klimaschutz**.

8.8.2 Beteiligte

Hauptsächlich verantwortlich für die Umstellung der verwendeten Müllsäcke ist der **zentrale Einkauf** der gewählten Einsatzgebiete durch Bereitstellung ausreichender Mengen. Eine Schulung der **Reinigungskräfte** ist nicht erforderlich.

8.8.3 Krankenanstalten

Im Wiener Krankenanstaltenverbund werden laut DAXBECK ET AL. (2004) pro Jahr etwa 251 t Müllsäcke verbraucht (vgl. Kapitel 6.6 bzw. Tab. 6.2). In den Krankenanstalten des KAV werden unterschiedliche Müllsäcke verwendet, wobei je nach einzubringenden Stoffen auch

die Farben entsprechend gewählt sind. In grauen Müllsäcken wird der normale Restmüll entsorgt, welcher z.B. im Schwesternzimmer aus der Bürotätigkeit anfällt. Hier ergeben sich keine besonderen medizinischen Ansprüche an das Material. Anderer Stationsabfall, wie Tupfer aus den Krankenzimmern, werden in orangen Müllsäcken gesammelt und bei der Sammlung im Fahrzeug nicht verdichtet. Diese Abfälle stellen erhöhte Anforderungen an Müllsäcke, welche besonders reißfest sein müssen.

Aufgrund der zentralen Beschaffung der Restmüllsäcke und den Bestrebungen des KAV, ökologische Produkte einzusetzen, wäre aber ein Einsatz von Restmüllsäcken aus Biokunststoffen möglich. Allerdings muss vor einem tatsächlichen Einsatz genau abgeklärt werden, welche Säcke aus mechanischen und medizinischen Gründen ersetzt werden können, nur graue oder graue und orangefarbene Säcke. Nachdem die angegebenen Mengen an verbrauchten Müllsäcken in Tab. 6.2 nur als Summenparameter für alle Müllsäcke (grau und orange) verfügbar sind, verringert sich die angegebene Menge, wenn lediglich die grauen Säcke ersetzt werden können.

8.8.4 Kindertagesheime

Ähnliches wie für die Krankenanstalten gilt für Kindertagesheime bezüglich zentraler Einkauf. Restriktionen bezüglich besonderer Reißfestigkeit oder Farbe des Müllsackes fallen hier weg. Das Potential liegt pro Jahr in einer Größenordnung von 0,8 t bei 110 l Müllsäcken und zwischen 5 und 9 t bei 60 l Säcken (vgl. Kap. 6.12.2).

8.8.5 Magistrate

Hier gilt sinngemäß Gleiches wie für die oben genannten Einsatzgebiete. Aufgrund des großen Abnahmevolumens und des zentralen Einkaufs wäre eine Verwendung von Biokunststoffen für die Sammlung von Restmüll in den Dienststellen möglich.

8.8.6 Entsorgung

Bei der Verwendung einer Vorsammelhilfe aus nachwachsenden Rohstoffen für Restmüll erübrigt sich die Frage nach einer möglichen getrennten Sammlung des Sackes und auch die möglichen Entsorgungswege. Die Restmüllsäcke werden mitsamt ihrem Inhalt einfach in den Restmüll entsorgt und verhalten sich in der thermischen Behandlung entsprechend dem Anteil ihrer nachwachsenden Rohstoffe klimaneutral. Die verwendeten Materialien müssen keinen Nachweis ihrer Eignung für eine Kompostierung erbringen.

8.9 Einsatz von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen

8.9.1 Allgemeines

Bestimmte Lebensmittelverpackungen sind im Handel aus verschiedenen Gründen (z.B. Hygieneaspekte, Unterscheidbarkeit von Produkten aus unterschiedlichem Anbau) nicht oder nur sehr schwer vermeidbar. Ein Teil davon kann mit Materialien bewerkstelligt werden, die eine Mehrwegkreislaufführung erlauben. Bei den anderen Anwendungen gilt es ein Verpackungsmaterial zu finden, das außer der Schutzfunktion auch ökologische Vorteile bietet. Biokunststoffe haben als Verpackungsmaterial von Lebensmitteln im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen großteils bereits vergleichbare Eigenschaften erreicht. Haupthindernisse der breiteren Anwendung sind einerseits die höheren Kosten und andererseits die rechtliche Unsicherheit der Kennzeichnung. Wie die Case-Study in Kassel und das geplante Projekt in Linz zeigen, liegt es nicht nur an der rechtlichen Situation, sondern oft auch am Engagement der jeweiligen zuständigen Entsorgungsunternehmen, ob eine Entsorgungssicherheit gegeben ist oder nicht.

Aufgrund von Informationen und aus den Gesprächen mit einem internationalen Hersteller, österreichischen Vertretern des Verpackungshandel und Abpackunternehmen sowie Lebensmitteleinzelhandelsketten besteht Interesse, das Sortiment in Teilen des Obst- und Gemüsebereichs aus Biokunststoffe umzustellen.

Ziel eines Projektes über den Einsatz von Biokunststoffen bei Lebensmittelverpackungen ist die Nutzung der Eigenschaften von Biokunststoffen und Aufzeigen des Spielraums innerhalb der derzeitigen rechtlichen Bestimmungen. Zusätzlich können die möglichen auftretenden Synergien bei der Entsorgung von Verpackung und verpacktem Gut Gegenstand der Zieldefinition sein.

8.9.2 Beteiligte

Für dieses Umsetzungsprojekt empfiehlt es sich, möglichst viele der direkt und auch indirekt Beteiligten anzusprechen. Neben **politischen Vertretern** sollten auch **Hersteller** der Materialien und der Produkte, der **Verpackungshandel**, die **Abpackindustrie** (direkt **Landwirtschaft** oder eigene Ebene), der **Lebensmitteleinzelhandel**, die **Entsorgungsunternehmen**, **Medienvertreter**, **Forschungseinrichtungen**, **PR-Experten** und **Interessensvertretungen** (Umweltorganisationen, Sozialpartner, Verbände,...) involviert sein. Je nach Ausbildung des Konzeptes ist von den einzelnen angesprochenen Gruppen mehr oder weniger aktive Unterstützung der Umsetzung gefordert. Auf jeden Fall sollte weitgehende Übereinstimmung hinsichtlich der für das Projekt gesteckten Ziele herrschen.

8.9.3 Schwerpunktsetzung

Die **Sinnhaftigkeit** des Einsatzes von Biokunststoffen als Lebensmittelverpackungen beruht auf dem **Gesamtkonzept der Umsetzung**. Biokunststoffe haben mehrere Vorteile, welche bei den nachwachsenden Rohstoffen beginnen, über Produktionsmechanismen gehen können und über die Eigenschaften während der Verwendung bis zu den Entsorgungsmöglichkeiten reichen. Im Vordergrund einer gelungenen Einführung steht die glaubhafte Kommunikation an die Bevölkerung. Ist eine **Entsorgung über eine biologische Behandlung** möglich (Material, Infrastruktur, Prozessführung) und gewünscht, dann kann die Idee des **geschlossenen Kreislaufes** bei Lebensmittelverpackungen aufgegriffen werden. D. h. die Vorteile „nachwachsende Rohstoffe“ und „kompostierbar“ können vermittelt werden. Soll eine **Entsorgung über den Restmüll** und einer anschließenden thermischen Verwertung erfolgen, dann muss der Vorteil des **klimaneutralen Verhaltens** durch die „nachwachsenden Rohstoffe“ in den Vordergrund gestellt werden. Es muss zu einer unmissverständlichen Darstellung der langfristigen Prioritäten kommen, da die Bevölkerung sonst verunsichert und verwirrt wird, was zu einem Fehlschlagen der Umsetzung führen kann.

8.9.4 Materialien

Lebensmittelverpackungen bieten unterschiedliche Möglichkeiten, Obst und Gemüse zu verpacken. Es kann ein Material allein oder mehrere Materialien trennbar oder untrennbar verbunden eingesetzt werden. Es kommen daher sehr viele der in Kap. 3.2 genannten Werkstoffe, wie PLA, Mater-BiTM, Ecoflex[®], Biopac etc. und Produkte, wie Schalen, Trays, Folien u.s.w., in Frage. Zusätzlich zu den direkten Verpackungen von Obst und Gemüse besteht auch die Möglichkeit, Abreißbeutel für offenes Obst aus Biokunststoffen anzubieten, wofür wiederum stärkebasierte Materialien in Frage kommen. Die eingesetzten Materialien und Produkte sollten neben den Schutzfunktionen für das verpackte Gut auch einen Zusatznutzen für den Verbraucher haben, z.B. Verwendung als Vorsammelhilfe für die Sammlung von Bioabfall inklusive gemeinsamer Entsorgungsmöglichkeit.

8.9.5 Zielgruppen und Ausgestaltung der Umsetzung

Lebensmittel werden für den Lebensmitteleinzelhandel in einem sehr großen Maßstab (für ganz Österreich bzw. noch größer) verpackt. Eine Veränderung der Verpackung inklusive

der notwendigen Maschinenumrüstung, Änderung der Etiketten, Druckfarben etc. muss daher immer für eine gewisse Menge durchgeführt werden, um in einem ökonomischen Rahmen zu bleiben.

Ähnlich wie bei anderen im Zuge dieser Studie vorgeschlagenen Umsetzungsprojekten bleiben mehrere Möglichkeiten, das Projekt zur Umsetzung zu bringen, je nachdem welcher Schwerpunkt gesetzt werden soll:

- Einsatz ohne Information

Die Materialien und Produkte werden zwar verwendet, aber es erfolgt keine Kennzeichnung. Die Entsorgung erfolgt wie bei normalen Kunststoffverpackungen über die Restmülltonne. Es gibt keine Auswirkungen bezüglich Marketing, Awareness, getrennter Sammlung und Kompostierung bzw. Vergärung.

- Kleinräumiger Einsatz mit Information, ohne/mit getrennter Sammlung

Das Testgebiet erstreckt sich über eine große Wohnhausanlage, einige definierte Straßenzüge rund um eine Supermarktfiliale o.ä. Es werden zwar größere Mengen an Lebensmitteln in Biokunststoffen abgepackt, die Kennzeichnung der Materialien erfolgt jedoch für das/die Testgebiet/e manuell oder separat. Dies führt zu einem erhöhten Aufwand in der Logistik und zu anteilig höheren Kosten. Eine parallele Public Relations Kampagne muss innerhalb der Grenzen des Testgebietes bleiben, um die Bevölkerung außerhalb nicht zu verwirren, weil ihre Produkte nicht entsprechend gekennzeichnet sind. Ohne getrennte Sammlung ändert sich bei der Entsorgung der Verpackungen im Vergleich zu bisher nichts.

Bei getrennter Sammlung kommt in Wien nach der Umstellung der Kunststoffsammlung nur mehr eine Miterfassung über die Biotonne oder ein eigenes Entsorgungssystem in Frage (vgl. Kap. 4.2). Der Kennzeichnung der Materialien und der Kommunikation kommt erheblich mehr Bedeutung zu als ohne getrennte Sammlung. Durch die geringen Mengen können die eingesetzten Biokunststoffe bei getrennter Sammlung im Abfallstrom in nur untergeordnetem Ausmaß gefunden werden. In diesem Fall würde eine separate Sammlung in einem eigens aufgezogenen Sammelsystem (Behälter nur für Biokunststoffverpackungen) zwar eine bessere Auffindbarkeit der Materialien bringen, jedoch können wahrscheinlich keine Erkenntnisse für spätere Dauerlösungen bereit gestellt werden bzw. erscheint diese Variante ökonomisch nicht durchführbar. Die Kompostierung bzw. Vergärung muss in Abstimmung mit den vorhandenen Anlagen ausgewählt werden.

Die Informationskampagne muss entsprechend der Konzeptionierung der Umsetzung gestaltet sein und kann neben reiner Informationsbereitstellung durch Folder, Plakate, Vorträge u.ä. auch Themenveranstaltungen, Gewinnspiele, Exkursionen etc. enthalten.

- Großflächiger Einsatz mit Information, ohne/mit getrennter Sammlung

Das Testgebiet erstreckt sich über ein ganzes Stadtgebiet bis zur ganzen Stadt. Die Kennzeichnung der Verpackungen kann eher maschinell erfolgen und auch die Kommunikation kann auf alle Wiener ausgeweitet werden. Die Informationsmedien müssen erweitert werden, um möglichst große Teile der Bevölkerung in der Stadt zu erreichen. Ohne getrennter Sammlung ergibt sich keine Veränderung bei der Entsorgung.

Bei einer getrennten Sammlung stellt sich wiederum die Frage, wie diese erfolgen soll. Der Kennzeichnung und Informationsbereitstellung kommt erhöhte Bedeutung zu, um eine Verunsicherung der Bevölkerung auszuschließen. Bezüglich Sammelsystem gelten die gleichen Bedingungen wie oben angemerkt, ebenso muss eine Kompostierung oder Vergärung in Abhängigkeit der vorhandenen Anlagen, deren Kapazitäten und der Eigenschaften der eingesetzten Materialien vorgesehen werden.

8.9.6 Entsorgung

Egal welche Entsorgung für die eingesetzten Biokunststoffe gewählt wird, es muss eine klare Kommunikation gegenüber der betroffenen Bevölkerung geben (vgl. Kap. 8.9.3). Bei einer Entsorgung der Verpackungen über den Restmüll ist mit keinen zusätzlichen Problemen aus der Sammlung oder Verwertung zu rechnen. Die eingesetzten Materialien benötigen keine Zertifizierung, welche den Nachweis einer Eignung für eine Kompostierung oder Vergärung dar stellen. Eine getrennte Sammlung muss mit einer entsprechenden Information, Kennzeichnung und Bereitstellung von Entsorgungsmöglichkeiten einhergehen, um Erfolg zu haben. Die Ergebnisse von internationalen Modellprojekten und Versuchen zu unterschiedlichen Entsorgungsvarianten sollten in die Planungsphase einfließen bzw. sicherheitshalber sollten im Vorfeld Tests auf den eigenen Anlagen durchgeführt werden. Etwaige Schwierigkeiten lassen sich so rasch erkennen und eventuell in Zusammenarbeit mit den Herstellern/Händlern des Materials bzw. der Produkte, dem Abpacker oder dem Einzelhandel klären.

8.10 Kaffeeautomatenbecher aus Biokunststoffen

8.10.1 Allgemeines

Der Bereich Kaffeeautomaten wäre durch seine Ausgestaltung ein klassisches Anwendungsgebiet für Biokunststoffe. Die Becher werden von einem definierten Unternehmen nachgefüllt (zentraler Einkauf ist vorhanden), sind nur für die Konsumation des Kaffees in Verwendung und eine getrennte Sammlung findet bereits statt. Leider befindet sich nach den verfügbaren Informationen derzeit kein geeigneter Automatenbecher aus Biokunststoff am Markt. Es sind jedoch Forschungen in Österreich im Gange, welche die Automatengängigkeit und Hitzebeständigkeit von PLA verbessern sollen (vgl. Kap. 6.10.1). Eine Umsetzung kann daher erst nach erfolgreicher Beendigung des Forschungsprojektes erfolgen.

Ziel eines Projektes „Kaffeeautomaten“ ist der Ersatz von Bechern aus fossilen Materialien durch Becher aus nachwachsenden Rohstoffen in Kaffeeautomaten.

8.10.2 Beteiligte

Es muss ein **Automatenbetreiber** gefunden werden, der bereit ist, die Becher in seinen Automaten zu testen bzw. im Anschluss eine bestimmte Anzahl seiner Automaten auf die neuen Becher umzustellen. Insgesamt zeigen die Automatenbetreiber jedoch wenig Interesse, was auch mit den erwarteten höheren Kosten von Bechern aus Biokunststoff zusammenhängen dürfte. Um auf mögliche Schwierigkeiten bei den unterschiedlichen Automatentypen rasch reagieren zu können, sollte auch der **Hersteller** des Materials bzw. der Becher involviert sein. Bei den meisten Automaten hat der **Kunde**, bei dem der Automat aufgestellt ist, mit dem Betrieb des Automaten gar nichts zu tun, daher ist eine aktive Teilnahme der Kunden nur dann erforderlich, wenn eine Information oder Befragung stattfinden soll. Bei einer geplanten Kompostierung bzw. Vergärung sollte auch ein entsprechendes **Entsorgungsunternehmen** eingebunden werden.

8.10.3 Anwendungsgebiete

Kaffeeautomaten werden in Amtshäusern (inkl. Rathaus 50 Stück, Stand November 2004), Berufsschulen (12 Stück, Stand November 2004), Krankenhäusern (nur Lainz rund 20 Stück, Stand Dezember 2004), Unternehmen und Universitäten aufgestellt und jeder Automat für sich kann als kleines Testgebiet für ein Umsetzungsprojekt eingesetzt werden. Je nach geplanter Umsetzung kann eine mehr oder weniger intensive Informationskampagne durchgeführt werden, um die Kunden vom eingesetzten Bechermaterial zu informieren. Bei einer getrennten Sammlung kann dabei auch ein Aufruf zur verstärkten Beteiligung an der getrennten Sammlung gestartet werden.

8.10.4 Entsorgung

Becher von Kaffeeautomaten werden bereits getrennt gesammelt und meist einer stofflichen Verwertung durch Recycling zugeführt. Es kann daher auf ein eingeführtes Sammelsystem zurückgegriffen werden, welches die Kompostierung bzw. Vergärung ermöglicht. Bei einer thermischen Verwertung entfällt die Forderung eines Nachweises der Kompostierbarkeit bzw. biologischen Abbaubarkeit des eingesetzten Materials.

9 Schlussbemerkungen

Der Bereich der Biokunststoffe ist im Moment ständig in Bewegung. Neue Materialien werden entwickelt, bereits bekannte Werkstoffe weiter verbessert und die Palette der möglichen Anwendungen erweitert sich nahezu täglich. Antrieb dafür sind auch **rechtliche Veränderungen**, die eine vorausschauende technische Entwicklung von Materialien durch Festlegung von Rücknahmeverpflichtungen, stofflichen Verwertungsquoten u.s.w. erzwingen. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im **Non-Food-Bereich** beschränkt sich längst nicht mehr auf Bekleidung und Baustoffe. Auch die chemische Industrie hat nachwachsende Rohstoffe als Basis für Grundprodukte in der Medizin und Chemie erkannt und entwickelt neue Verfahren, um ökonomische und materialspezifische Forderungen erfüllen zu können. In der Autoindustrie steigt der Bedarf an Faserwerkstoffen, aber auch anderen Biokunststoffen, um den rechtlichen Ansprüchen gerecht zu werden. Die Elektro- und Elektronikindustrie arbeitet ebenso an Gehäusematerialien aus nachwachsenden Rohstoffen wie private und öffentliche Forschungseinrichtungen im In- und Ausland.

Der **Einsatz von Biokunststoffen** im täglichen Leben ist **derzeit noch sehr gering**. Trotzdem sollte die Chance einer derartigen Entwicklung vom Gesetzgeber und auch von öffentlichen Stellen **genützt und unterstützt** werden. Die Vergangenheit zeigt, dass oft an den realen Entsorgungsbedingungen vorbei entwickelt wurde, da entsprechende Unternehmen oder Einrichtungen nicht in die Entwicklung eingebunden waren. Es gilt daher, eine **Vernetzung** unterschiedlicher Forschungs- und Entwicklungsbereiche zu **fördern**, um Materialien und Produkte zu erhalten, welche tatsächlich die an sie gestellten Anforderungen entlang ihres gesamten Lebensweges erfüllen können. Je früher der Entwicklungsprozess entsprechend umfassend gestaltet wird, umso eher wird ein Ergebnis entstehen, welches zufriedenstellend ist. Das zur Verfügung stellen von **Fördermitteln** für Forschung und Entwicklung ist dabei ein wichtiger Input, den die öffentliche Hand leisten kann, stellt aber insgesamt nur einen Teil der möglichen Partizipation dar. Fast ebenso wichtig ist die Schaffung klarer **legislativer Rahmenbedingungen**, welche nicht unbedingt eine Bevorzugung, aber auf jeden Fall eine Gleichstellung unterschiedlicher nachwachsender und nicht nachwachsender Werkstoffe durchführt. Die **Anwendung** von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen und damit die Erfüllung einer **Vorbildwirkung** ist ebenfalls eine wesentliche Komponente, welche die Stadt Wien im Rahmen des Ökokaufs in vielen Bereichen auch tatsächlich weitgehend umsetzt.

Im vorliegenden Projekt wurden zahlreiche Recherchen zu Biokunststoffen durchgeführt. Aufgrund der vielen Materialien und der angebotenen Typenvielfalt pro Material ist eine durchgehende lückenlose Aufarbeitung beinahe unmöglich. Der vorliegende Bericht bietet einen fundierten Überblick über die wesentlichen Grundlagen betreffend Biokunststoffe und enthält darüber hinaus **Anregungen zu möglichen Umsetzungsprojekten** in Wien. Die vorgeschlagenen Ideen wurden aufgrund von im Verlauf der Studie zugänglichen Informationen entwickelt. Bei nicht weiter verfolgten Bereichen wurden Begründungen formuliert, warum der Bereich derzeit als nicht interessant erscheint. Trotzdem kann einer dieser Bereiche interessantes Potential für den Einsatz von Biokunststoffen bieten, wie z.B. die Landwirtschaft. Jedes der vorgeschlagenen Projekte kann entsprechend einer ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Schwerpunktsetzung in einer großen Bandbreite variiert werden.

Literaturverzeichnis

- ANONYMUS: 50.000 Enten gingen baden. Artikel in der Tageszeitung Kurier, Mai 2000
- ANONYMUS: Bio-Beutel in Straubing. In: Nawaros - nachwachsende Rohstoffe, Produkte, Projekte und Politik, C.A.R.M.E.N (Hrsg.) 8/2003
- ANONYMUS: Bundesregierung fördert Verpackungen aus Biokunststoffen. K-Zeitung online, Bericht vom 23.11.04, <http://www.k-zeitung.de/aktnews.asp?uID=22537>, (13.01.2005)
- ANONYMUS: Carrefour setzt NatureFlex™ ein. In: Nawaros - nachwachsende Rohstoffe, Produkte, Projekte und Politik, C.A.R.M.E.N (Hrsg.) 8/2004
- ANONYMUS: Iper-Märkte setzen auf Ökopackstoff. In: Lebensmittelzeitung, 17.1.2003
- ANONYMUS: Projekt in Straubing. In: Nawaros - nachwachsende Rohstoffe, Produkte, Projekte und Politik, C.A.R.M.E.N (Hrsg.) 4/2003
- ANONYMUS: Rückenwind für Biokunststoffe. K-Zeitung online, Bericht vom 24.08.04 <http://www.k-zeitung.de/aktnews.asp?uID=22537>, (ges. am 13.01.2005)
- ANONYMUS: Tesco holds 30 % of the organic market in Great Britain. In: BioFach newsletter 8.7.2002, www.biofach.de/library/pdf-d6t0geoz-en.07.02_gb.pdf
- BASF: Ecoflex®. Produktinformationsblatt der BASF
- BAUER B., HRIBERNIG K., ROGL A., SANDBERG S., SCHRÖCK T., WALTER E., NEUBERGER R.: Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich – Marktanalyse und Handlungsmaßnahmen. Studie des Industriewissenschaftlichen Instituts im Auftrag des BMLFUW, BMWA und BMVIT, Wien, 2001
- BAUR A.: Neue Regeln für die Kennzeichnung von Genfood. Hintergrundpapier zu den ab 18. April 2004 gültigen EU-Verordnungen für gentechnisch veränderte Futter- und Lebensmittel. Global 2000. www.global2000.at/files/higrukennz.doc, 17.12. 2004
- BERTRAM H.-U.: Entsorgung von biologisch abbaubaren Werkstoffen über die Biotonne? Waste Magazin 3/2000, S 39-41
- BLEY TH., BOSCHKE E.: Chancen und Risiken des Einsatzes moderner Gentechnik im Bereich von Land- und Forstwirtschaft (Non Food). In: Naundorf W., Straßburger U., Schröder H.-W. (Hrsg.): Neue Erkenntnisse zur stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Vorträge zur 6. Internationalen Tagung "Stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe", 26./27. Oktober 1999, S. 7-18 Freiburger Forschungshefte A 852 Ökologie, 1. Aufl., Freiberg, 1999
- BMGF (Bundesministerium für Gesundheit und Frauen): Aufgaben des Umweltministeriums für Gesundheit und Frauen im Bereich Gentechnik, Letzte Aktualisierung am: 09.06.2004, www.bmgf.gv.at/cms/site/detail.htm?thema=CH0253&doc=CMS1086329953483, ges. am 22.12.2004
- BMGF (Bundesministerium für Gesundheit und Frauen): Zusammenfassende Darstellung des Zweiten Berichtes der Gentechnikkommission, Letzte Aktualisierung am: 01.06.2004, www.bmgf.gv.at/cms/site/detail.htm?thema=CH0254&doc=CMS1085477906720, ges. am 22.12.2004, ges. am 22.12.2004
- BMI: Gewalttätige Fußballfans. In: Öffentliche Sicherheit, Das Magazin des Innenministeriums, Nr. 9-10/2004, Artikel 3 (www.bmi.gv.at/oeffentlsicherheit/2004/09_10/artikel_3.asp)
- BOUSTEAD, -: ECO-PROFILES of the European plastics industry
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: Begründung zum vom Kabinett am 3.11.04 verabschiedeten Entwurf zur Novelle der Verpackungsverordnung, 2004b (www.wafg-online.de/download.php?rubrik=Pflichtpfand%20/%20Verpackungsverordnung, 24. 11.2004)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT: Entwurf Dritte Verordnung zur Änderung der Verpackungsverordnung, in der vom Bundeskabinett am 03. November 2004

- beschlossenen Fassung, 2004a (www.wafg-online.de/pdf/download/04110336.pdf, 24.11.2004)
- CARREFOUR: Sustainability report 2002, www.carrefour.com/english/nosengagements/telechargement.jsp
- CORBEY D. (Berichterstatlerin): Entwurf einer Empfehlung für die zweite Lesung betreffend den Gemeinsamen Standpunkt des Rates im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 94/62/ EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle (14843/1/2002 – C5-0082/2003 – 2001/0291(COD)), Ausschuss für Umweltfragen, Volksgesundheit und Verbraucherpolitik, www.europarl.eu.int/meetdocs/committees/envi/20030422/488544de.pdf, 28.03.2003
- DAVID-FREIHL R.: Das späte und ferne Ende der großen Wiener Entenjagd. Artikel in der Tageszeitung Der Standard am 9.9.2004, S. 10
- DAXBECK H., KAMPEL E., NEUMAYER S.: Nachhaltige Abfallvermeidung in Wr. Krankenanstalten und Pflegeheimen, Projekt NABKA. Projekt im Auftrag der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“, Endbericht, Wien, 2004
- DEHOUST G., GEBHARDT P., GÄRTNER S.: Der Beitrag der thermischen Abfallbehandlung zu Klimaschutz, Luftreinhaltung und Ressourcenschonung. Im Auftrag der Interessengemeinschaft der Betreiber Thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland (ITAD), 2002
- FEIGL S.: Informationsblätter zum Schulrecht Teil 4: Schulautonomie. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Wien, April 2000 (<http://www.bmbwk.gv.at/medienpool/5823/schulrecht4.pdf>)
- FRISCHKNECHT R., HELLWEG S. [EDS.]: Ökobilanz-Allokationsmethoden, Modelle aus der Kosten- und Produktionstheorie sowie praktische Probleme in der Abfallwirtschaft. Unterlagen zum 7. Diskussionsforum Ökobilanzen vom 24. Juni 1998, 2. überarbeitete Auflage, ETH Zürich, Zürich, 1998
- GLÖBL J.: „In der Grünen Gentechnik zählen die Ziele“. Wien, 4. Apr. 2003. www.dialog-gentechnik.at/index.php?id=108521, ges. am 17.12.2004
- GOLDSCHMID H., HAUER W.: Keine schöne „Leich“ ohne Müll. In: Waste Magazin 4/94, S. 45 – 46, Wien 1994
- GRAGGABER M., GUPFINGER H.: Maßnahmen zur Erhaltung und Stärkung von Pfandsystemen im Lebensmitteleinzelhandel als begleitende Maßnahme der Abfallvermeidung in Wien, Ökologie-Institut, Studie i.A. der Magistratsabteilung 48, Wien, 1999
- GRASSINGER D., LEBERSORGER S., TRIMMEL M., SALHOFER S.: Optimierung der getrennten Sammlung von Abfällen in Wohnhausanlagen. Forschungsprojekt im Auftrag der Abfallwirtschaftsverbände Schwechat, Baden, Bruck und Tulln, Projektbericht I und II, unveröffentlicht, Wien, 2000
- GREEN GOAL: Green Goal – Umweltziele für die FIFA Fußballweltmeisterschaft 2006. Präsentationsunterlagen für die Pressekonferenz am 31. März 2003 (www.oeko.de/dokumente/praes_gg.pdf, letzter Zugriff am 20.1.2005)
- GROOT L., PARUSCHKE K., SCHÜSSELER P., WEBER C., ZABELTITZ C. VON: Biologisch abbaubare Werkstoffe im Gartenbau. KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.) Darmstadt, 2000
- HAVRAN H.: Becher und Pfand – System mit Verstand, Abfallwirtschaftliche Aspekte bei Veranstaltungen im Sport- und Kulturbereich. In: Waste Magazin 1/2000, S. 18-19
- HERNETH, D.: Austriacenter Vienna, Geschäftsbericht 03. Internationales Amtssitz- und Konferenzzentrum Wien, AG, Wien 2003
- HINTERHOLZER J.: Ist eine gentechnikfreie Landwirtschaft in Österreich realisierbar? 4. Apr. 2003. www.dialog-gentechnik.at/index.php?id=108515, ges. am 17.12.2004
- HUHTAMAKI A., RUSCHKE S.: Product News. Food Division, Oktober 2004

- IDELMANN M., MARCINISZYN M., PEITZMEIER M., KLAUSS M.: Demonstrationsversuch zur Anwendung von kompostierbaren Verpackungen in Handel und privaten Haushalten unter besonderer Berücksichtigung der Fehlwurfproblematik bei der Erfassung und Verwertung über die kommunale Bioabfallsammlung. Teilbericht II. Untersuchungen im Kompostwerk; Kompostanalytik. Bauhaus – Universität Weimar Professur Abfallwirtschaft in Kooperation mit der Ingenieurgesellschaft Witzenhausen Fricke & Turk GmbH, im Auftrag der Lichtl Beratung für Umweltkommunikation, Weimar, 2003
- INTERPHARMA, Verband der forschenden, pharmazeutischen Firmen der Schweiz, www.interpharma.ch/de/235_697.asp#Transgen, 20.12.2004
- JOHANSEN J.: New packaging applications and collection of organic waste in biodegradable bags. Tagungsbeitrag am International Symposium „Advanced Bioplastics“, Nürnberg, 2003
- KÄB H.: Biologisch abbaubare Werkstoffe. Marktentwicklung in Deutschland und Europa. Text, 2003a, http://www.ibaw.org/deu/downloads/kaeb_BAW_FNR_text_2003.pdf (ges. am 17.02.2004)
- KÄB H.: Biologisch abbaubare Werkstoffe. Marktentwicklung in Deutschland und Europa. Vortragsunterlagen, 2003b, http://www.ibaw.org/deu/downloads/kaeb_BAW_FNR_charts_2003.pdf, (ges. am 17.02.2004)
- KARAFYLLIS N. C.: Nachwachsende Rohstoffe. Technikbewertung zwischen den Leitbildern Wachstum und Nachhaltigkeit. Reihe "Soziologie und Ökologie" Band 5, Brand K.-W., Hildebrandt E. (Hrsg.), Leske + Budrich, Opladen, 2000
- KARUS M.: Marktüberblick: Bio-Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Nova-Institut GmbH, Hürth, November 2003, www.nova-institut.de/pdf/03-11_Bio-Kunststoffe.pdf (ges. am 23.9.2004)
- KAV: Wiener Krankenanstaltenverbund, Leistungsbericht 2003. Wien, 2003 (www.wienkav.at/_tmp_Dokumente/Leistungsbericht%202003_4486.pdf)
- KLAMMER S.: Gibt es eine Gewichtsreduktion und Hygienevorteile durch das belüftete bioMat®-Combi-System und Mater-Bi™ BioBags? Zusammenfassung der Studie i.A. der Pro-Tech Handels Ges.m.b.H., Institut für Mikrobiologie Universität Innsbruck, 2002 (www.biomat.info)
- KLAUSS M.: Degradation of Biologically Degradable Packaging Items in Home or Backyard Composting Systems. With a Special Focus on the Pilot Scale Field Test for Compostable Packaging in Kassel, Germany. Schriftenreihe des Lehrstuhls Abfallwirtschaft und des Lehrstuhls Siedlungswasserwirtschaft 11. Bauhaus-Universität Weimar (Hrsg.), Rhombos-Verlag, Berlin, 2004
- KLAUSS M.: Demonstrationsversuch zur Anwendung von kompostierbaren Verpackungen in Handel und privaten Haushalten unter besonderer Berücksichtigung der Fehlwurfproblematik bei der Erfassung und Verwertung über die kommunale Bioabfallsammlung. Teilbericht I Abfallanalytik. Bauhaus – Universität Weimar Professur Abfallwirtschaft in Kooperation mit der Ingenieurgesellschaft Witzenhausen Fricke & Turk GmbH, im Auftrag der Lichtl Beratung für Umweltkommunikation, Weimar, 2003
- KLOUD V., GRAGGABER M.: Abfallvermeidung auf Wiener Friedhöfen. Studie im Auftrag der MA 48, Wien, 2000
- KÖRSCHENS M.: Soil organic matter and environmental protection. In: Practical solutions for managing optimum C and N content in agricultural soils, Second Int. Workshop, Tschechische Universität für Landwirtschaft Prag, 2003
- KRAUSE G., BERGER M.: Grünes Licht für neues Happel-Stadion. Artikel im Wiener Kurier vom 14. Dezember 2004, S. 7
- KREUZER K.: Trade in Europe now backing eco-plastic. In: ÖKO-TEST Biofach-Messejournal 2004, S. 62-65

- LEMSER B.: Einsatz biologisch abbaubarer Einwegprodukte im Catering von Großveranstaltungen: Wettbewerbssituation unter Berücksichtigung alternativer Entsorgungs- und Verwertungspfade. Müll und Abfall, 11/2003, S. 572 – 578
- .LICHTL SUSTAINABILITY COMMUNICATIONS: Demonstrationsversuch zur Anwendung von kompostierbaren Verpackungen in Handel und privaten Haushalten unter besonderer Berücksichtigung der Fehlwurfproblematik bei der Erfassung und Verwertung über die kommunale Bioabfallsammlung - Durchführungsphase. Endbericht. Hofheim am Taunus, 2003
- LINZNER R., MOSTBAUER P., BINNER E., SMIDT E., LECHNER P.: Klimarelevanz der Kompostierung unter Berücksichtigung der Verfahrenstechnik und Kompostanwendung (KliKO). Unveröff. Endbericht im Auftrag der MA 48; Wien, 2004
- LOOP LINZ: Informationsbroschüre zum geplanten Projekt Loop Linz. Stand Oktober 2004 (www.loop-linz.at/downloads/looplinz_Projekt.pdf, Zugriff am 6.10.2004)
- LÖRCKS J., WENIG B.: Biologisch Abbaubare Werkstoffe. Schriftenreihe: Pflanzen – Rohstoffe – Literatur. Gülzow, 2003
- MA 36 [Hrsg.]: Info und Tipps für Veranstaltungen in Wien. Stadt Wien - Technische Gewerbeangelegenheiten, behördliche Elektro- und Gasangelegenheiten, Feuerpolizei und Veranstaltungswesen (MA 36), Stand April 2003, www.wien.gv.at/ma36/pdf/event_manager_kap_VI.pdf
- MACKWITZ H., STADLBAUER W.: Vermeidung und Verminderung des Müllaufkommens durch Schließung des Kohlenstoffkreislaufs – Strategien und konkrete Beispiele für den Einsatz Biologisch abbaubarer Werkstoffe (BAW) in der Stadt Wien. alchemia – nova im Auftrag von ÖKOKauf und Krankenanstaltenverbund, Wien, 2001
- MANN S.: Nachwachsende Rohstoffe, Verlag Ulmer, Stuttgart 1998
- MIGROS-GENOSSENSCHAFTS-BUND [Hrsg.]: Migros Umwelt- und Sozialbericht 2002, Zürich, www2.migros.ch/ccnet/files/1515215Umwelt-_und_Sozialbericht.pdf
- MITSUI CHEMICALS INC.: Responsible Care Report 2003,2004, www.mitsui-chem.co.jp/e/, ges. am 7.10.2004
- MOITZI M.: Ökobilanz von Werkstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Diplomarbeit am Institut für Werkstoffkunde und –prüfung der Kunststoffe an der Montanuniversität Leoben, Leoben, 2001
- MUND A., BIDLINGMAIER W.: Einsatz von BAW im Verpflegungsbereich bei Europas größtem Cross-Marathon am Rennsteig. In: Bidlingmaier W., Jäger, J.: Vom Geruch bis zum Feuer. Neuestes aus der Forschung rund um den Abfall; Schriftenreihe 03. Eigenverlag Universität Weimar, Weimar, 1998
- NAM H.J.: Alten- und Pflegeheime in Österreich: Trägerstruktur, Angebotsstruktur und Beschäftigung. Wien, 2003 (www.bmsg.gv.at/cms/site/attachments/3/4/0/CH0364/CMS1080562153893/referate_schneider.pdf)
- NAROCON INNOVATIONCONSULTING [Hrsg.]: Modellprojekt Kassel. Informationen über das weltweit einmalige Modellprojekt rund um die Vermarktung und Verwertung von kompostierbaren Verpackungen aus biologisch abbaubaren Werkstoffen. In Kooperation mit Lichtl Sustainability Communications und IBAW, Berlin, 2003
- NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM [Hrsg.]: Expertenkommission "Kunststoffindustrie in Niedersachsen am Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung", Endbericht des Arbeitskreises 2 "Biologisch abbaubare Kunststoffe". Hannover, 1999. http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C982994_L20.pdf
- NÜRRENBACH T., MENNER M., FAULSTICH M., WEBER-BLASCHKE G., RAMSL F.: Energetische Verwertung heizwertreicher Abfälle in bayerischen Müllverbrennungsanlagen: Beurteilung der Energie-, Abfall- und Emissionsbilanz. Kurzfassung zum Projektbericht im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Augsburg, Freising und Garching, 2001

- ÖKK: Verwerten statt Vernichten, Aktion Agrarfolien. Informationsbroschüre des Österreichischen Kunststoffkreislaufs, Wien, 2002
- PFEIFFER CH.: Applications of PLA packaging for bakery products. Tagungsbeitrag am International Symposium „Advanced Bioplastics“, Nürnberg, 2003
- PIRINGER M.: Nawaro-Manifest, Global 2000 www.nachhaltigkeit.at/bibliothek/pdf/NAWARO_manifest2000.pdf, ges. am 22.12.2004
- PIRINGER T., FISCHER T.: Kreislaufwirtschaft mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen. Voraussetzungen und Strategien. I.A. des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie [Hrsg.]; Berichte aus Energie- und Umweltforschung 14/2003; Wien, 2003
- ROGALSKI W.: Bioabfallwirtschaft der Stadt Wien – Gesamtkonzept. In: Tagungsband des Symposiums „Vergärung biogener Abfälle – Vergärungsanlage Wien“, 22. – 23. Mai 2003, Wien, 2003
- ROTTENBERG T.: 50.000 Badeenten für den Stephansdom. Artikel in der Tageszeitung Der Standard, Mai 2000
- SALHOFER S., GRAGGABER M., GRASSINGER D., LEBERSORGER S., KÖCK H. F., HINTERSTEININGER M., KERSCHNER F., WEIß R., FRITZ O., GASSLER H., WOITECH B., ZINÖCKER K.: Potentiale und Maßnahmen zur Vermeidung kommunaler Abfälle am Beispiel Wien. Projektbericht, Materialienband, unveröffentlicht Wien, 2000
- SCHNEIDER F., BEIGL P., UNGER N., SALHOFER S.: Abfallvermeidung durch den Einsatz von Biotöpfen im Detailhandel. Endbericht, i.A. der Stadt Wien im Rahmen der INITIATIVE „Abfallvermeidung in Wien“, Wien, 2003
- SCHROTTMAIER J., HANDLER F.: Rahmenbedingungen und Situation der Landtechnik in Österreich. BLT Wieselburg, http://gpool.lfrz.at/gpoollexport/media/file/Agrarstruktur_und_Landtechnik.pdf, ges. am 20.12.2004
- SELL J., MEDIAVILLA V.: Marktanalyse für Faserprodukte aus Chinaschilf, Flachs, Hanf und Kenaf in der Schweiz. Schriftenreihe der FAL 29, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft, Liebefeld-Bern, 1999
- SPET G. UND MITARBEITER: Das Wiener Abfallwirtschaftskonzept 2002. Schriftenreihe der Magistratsabteilung 48, Wien, 2002
- STATISTIK AUSTRIA: Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2002. Wien, 2004 (www.statistik.at/pub/neuerscheinungen/gesundheit_web.pdf)
- TESCO: Corporate Responsibility Review 03/04, www.tesco.com/everylittlehelps
- UNGER, N. (2003): Eignung unterschiedlicher Softwaretools für Ökobilanzen bei abfallwirtschaftlichen Fragestellungen. Diplomarbeit am Institut für Wasserversorgung, Gewässerökologie und Abfallwirtschaft (Abteilung Abfallwirtschaft) der Universität für Bodenkultur Wien
- UNGER N., WASSERMANN G. (2003): The Use of Appropriate Software-Tools for LCA in Waste Management – A Comparison. In: T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann: SARDINIA 2003 – Ninth International Waste Management and Landfill Symposium, 6. - 10. Oktober 2003, S. Margherita di Pula (Cagliari), Italy; Proceedings (Abstract; Langfassung auf CD), pp.193-194
- VINK E.T.H., RÁBAGO K.R., GLASSNER D.A., GRUBER P.R.: Applications of life cycle assessment to NatureWorks™ polylactide (PLA) production. Polymer Degradation and Stability, Volume 80, Issue 3, 2003, p. 403-419
- VON ELSNER B.: Products from biodegradable/biobased materials for the use in agriculture. Tagungsbeitrag am International Symposium „Advanced Bioplastics“, Nürnberg, 2003
- WAGNER L., HENNING J.: Modellvorhaben zum Einsatz biologisch abbaubarer Werkstoffe im Catering-Bereich in zwei Regionen: Stadt und Landkreis Nordhausen und Landkreis Müritz. Abschlussbericht, Sundhausen, 2003

- WASSERMANN G., SCHNEIDER F.: Nahrungsmittel im Restmüll aus Haushalten – Detailanalyse Abfälle aus dem Bereich Ernährung. Unveröffentlichter Projektbericht im Auftrag der Stadt Wien – MA 48, Wien, 2003
- WÖRGETTER M.: Nachwachsende Rohstoffe in Österreich. Vortrag bei naro.tech – 3. Internationales Symposium „Werkstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen“, Erfurt, 2001 (www.blt.bmlf.gv.at/vero/veroeff/0672_NAWARO_in_Oesterreich.pdf, ges. am 13.10.2004)

Gesetze und Richtlinien:

- Privatschulgesetz: Bundesgesetz vom 25. Juli 1962 über das Privatschulwesen (Privatschulgesetz) StF: BGBl. Nr. 244/1962
- Österreichisches Umweltzeichen: Richtlinie UZ 29 – Kompostierbare Blumenarrangements und Kränze. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und Verein für Konsumenteninformation, Ausgabe vom 1. Juli 2004
- Materialien zur Verordnung, mit der die Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten und die Einrichtung von Sammel- und Verwertungssystemen (VerpackVO 1996), BGBl. Nr. 648/1996, geändert wird (VerpackVO-Novelle 2005), <http://ris1.bka.gv.at/authentic/index.aspx?appl=begut&page=docbegut&docnr=17> (gesehen am 10.11.2004)
- Richtlinie 2004/12/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle. Amtsblatt Nr. L 47 vom 18/02/2004, S. 26 – 31
- Wiener Veranstaltungsstättengesetz: Gesetz betreffend Lage, Beschaffenheit, Einrichtung und Betrieb von Veranstaltungsstätten, LGBl. Nr. 19/1999
- Bundesgesetz zur Änderung des Postgesetzes 1997, BGBl. I Nr. 72/2003

Internetrecherche:

- Advantage, Online Magazin für Wirtschaft, Gesundheit, Leben, Kultur und Motor: www.advantage.at
- ART for ART, Theaterservice GmbH: www.artforart.at
- Begräbnis: www.begraebnis.at
- Bundespolizeidirektion Wien: www.polizei.at/wien
- Bundestheater Holding: www.bundestheater-holding.at
- Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e.V.: www.carmen-ev.de
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt: www.dbu.de/press/artikel596.html
- Die Entenseite: www.quak.at
- Great American Merchandise & Events Fundraising Ideas: www.duckrace.com
- Informationsseiten de Berlin Online: Fa. www.berlinonline.de
- Informationsseiten der Aib Vincotte: www.aib-vincotte.com
- Informationsseiten der Fa. Albis: www.albis.com
- Informationsseiten der Fa. baby-zone: www.baby-zone.at
- Informationsseiten der Fa. BIOP Biopolymer Technologies AG: www.biopag.de
- Informationsseiten der Fa. BIOTEC GmbH & Co. KG: www.biotec.de
- Informationsseiten der Fa. Cargill Dow: www.cargilldow.com
- Informationsseiten der Fa. Carrefour: www.carrefourbelgium.be
- Informationsseiten der Fa. Eastman: www.eastman.com
- Informationsseiten der Fa. Fasalex GmbH: www.fasalex.com
- Informationsseiten der Fa. Gut: www.gut.at
- Informationsseiten der Fa. Hugo Bergmann GmbH: www.hugo-bergmann.de
- Informationsseiten der Fa. Huhtamaki: www.huhtamaki.de
- Informationsseiten der Fa. Innotrade AG: www.innotrade.ch
- Informationsseiten der Fa. Innovend Kaffeeautomaten: www.innovend.at
- Informationsseiten der Fa. Interpharma: www.interpharma.ch

Informationsseiten der Fa. Krings & Schuh OHG: www.plastikbecher.de
Informationsseiten der Fa. Malok KG: www.leipziger-floralat.com
Informationsseiten der Fa. Mazzucchelli 1849: www.mazzucchelli1849.it
Informationsseiten der Fa. McDonald's: www.mcdonalds.at
Informationsseiten der Fa. Metabolix Inc.: www.metabolix.com
Informationsseiten der Fa. Mitsui Chemicals: www.mitsui-chem.co.jp
Informationsseiten der Fa. Naty: www.naty.se
Informationsseiten der Fa. Novamont: www.novamont.com
Informationsseiten der Fa. Plantic: www.plantic.com.au
Informationsseiten der Fa. Procter & Gamble Co: www.nodax.com
Informationsseiten der Fa. Pro-Tech: www.biomat.info
Informationsseiten der Fa. Rodenburg Biopolymers: www.biopolymers.nl
Informationsseiten der Fa. Sainsbury: www.sainsbury.co.uk
Informationsseiten der Fa. Supol: www.supol.de
Informationsseiten der Fa. Triple A: www.triple-a.at
Informationsseiten der Fa. UCB: www.films.ucb-group.com
Informationsseiten der Fa. Unitika: www.unitika.co.jp/terramac
Informationsseiten der Fa. Ventura AG: www.ventura-ag.ch
Informationsseiten der Fa. Verpackungszentrum Graz: www.vpz.at
Informationsseiten der Gemeinde Burg-Reuland: [www.burg-reuland.be/de/Praktisches
_Leben/Umwelt_eine_saubere_Gemeinde/Haushaltsmuell_ab_01_01_2005.htm](http://www.burg-reuland.be/de/Praktisches_Leben/Umwelt_eine_saubere_Gemeinde/Haushaltsmuell_ab_01_01_2005.htm)
Informationsseiten der IGV Institut für Getreideverarbeitung GmbH: www.igv-gmbh.de
Informationsseiten der Packaging Today Online: www.packagingtoday.co.uk
Informationsseiten der Veranstalter des GutsMuths-Rennsteiglaufes: www.rennsteiglauf.de
Informationsseiten derARA: www.ara.at
Informationsseiten des AWV Straubing: www.straubing.de
Informationsseiten des BMGF: www.bmgf.gv.at
Informationsseiten des GVA Tulln: www.abfallverband.at/tulln
Informationsseiten des Informationssystems Nachwachsende Rohstoffe: www.inaro.de
Informationsseiten des Innovationsreports: www.innovations-report.de
Informationsseiten des Maschinenrings: www.maschinenring.at
Informationsseiten des Modellprojektes Loop Linz: www.loop-linz.at
Informationsseiten des Rennsteiglaufes: www.rennsteiglauf.de
Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V.: www.ibaw.org
Internetseiten des Wiener Aloisianums: [www.aloisianum.eduhi.at/schulbetrieb/gegen
staende/biologie/projektarbeit_baw](http://www.aloisianum.eduhi.at/schulbetrieb/gegenstaende/biologie/projektarbeit_baw)
Kindertagesbetreuungseinrichtungen, MA 11A: www.wien.gv.at/kindertag/kth/index.htm
Onlineshop Bürosparshop: <http://b2b.pfannkuch.de>
Onlineshop Edeka: www.edeka24.de
Österreichischer Kaffee- und Teeverband: www.kaffeeverband.at
Rechtsinformationssystem des Bundeskanzleramtes: www.ris.bka.gv.at
Selbsthilfeverband Inkontinenz e.V.: [www.selbsthilfeverband-inkontinenz.org/svi_suite/hilf
smittel.php](http://www.selbsthilfeverband-inkontinenz.org/svi_suite/hilfsmittel.php)
Städtische Schulverwaltung der Stadt Wien, MA 56: www.wien.gv.at/ma56
Statistische Amt der Stadt Wien, MA 66: www.wien.gv.at/ma66
Umweltlexikon: www.umweltlexikon-online.de
United European Football Association: [www.uefa.com/uefa/euro2008/index,newsId=116043.
html](http://www.uefa.com/uefa/euro2008/index,newsId=116043.html)
Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie/Chemie: [www.uni-osnabrueck.de /forschung/
kurzportraits/windel.htm](http://www.uni-osnabrueck.de/forschung/kurzportraits/windel.htm)
Vereinigte Bühnen Wien: www.musicalvienna.at/vbw
Vereinigte Theaterschaffende der Schweiz: www.theaterschaffende.ch
Wiener Stadtgartenamt, MA 42: www.wien.at/ma42
Wiener Städtische Friedhöfe, MA 43: www.wien.gv.at/ma43
Wiener Umweltinformationssystem: www.wien.gv.at/wuis

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1: Zusammenhang der verwendeten Begriffe in der vorliegenden Studie.....	6
Abb. 3.2: Verarbeitungsstufen von der Pflanze bis zum Produkt.....	6
Abb. 3.3: Systematische Einteilung der BAW (verändert nach MACKWITZ und STADLBAUER, 2001).....	8
Abb. 3.4: Beispiele für Produkte aus BAW (Quelle: www.ibaw.org/deu/seiten/markt_produkte.html); Trinkbecher: PLA (Cargill Dow), Foto: Cargill Dow; Minidisc-Verpackung: Copolyester (Cargill Dow), Foto: Cargill Dow; Klingfilm-Verpackung: Copolyester (Ecoflex®/BASF), Foto: BASF; Öllicht: Hülle aus Biocellat (Aeterna), Foto: Aeterna.....	8
Abb. 4.1: Kompostierbarkeitszeichen für biologisch abbaubare Verpackungen von DIN CERTCO	19
Abb. 4.2: „OK compost“ Zeichen von AIB Vinçotte Inter	20
Abb. 4.3: Kreislaufwirtschaft mit BAW-Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe [mod. nach www.ibaw.org].....	23
Abb. 4.4: Mechanische Vorbehandlung in der Biogasanlage Nentzelsrode (WAGNER und HENNING, 2003)	26
Abb. 4.5: Modifiziertes Verfahrensschema zur Rückführung der BAW in den Vergärungsprozess (WAGNER und HENNING, 2003)	26
Abb. 4.6: Zertifikat nach ISO 9001:2000 für Herstellung von Mater-Bi™ aus gentechnisch nicht verändertem Mais (www.novamont.com)	32
Abb. 4.7: Entwicklung der BAW Produktionskapazität (Quelle: KÄB, 2003b).....	33
Abb. 4.8: Kosten für Biokunststoffe (BAW) und herkömmliche Kunststoffe, derzeitige Situation und zukünftige Perspektive (Quelle: KÄB, 2003b).....	34
Abb. 5.1: Kennzeichnung der kompostierbaren BAW-Verpackungen im Modellprojekt Kassel.....	37
Abb. 5.2: Kompostierbarer Bioabfallsack und Halterung (Quelle: Pro-Tech, www.biomat.info)	39
Abb. 5.3: Kennzeichnung der Bioabfallsäcke (Quelle: www.carmen-ev.de/dt/industrie/ projekte/zaw/zaw2.html)	41
Abb. 5.4: McDonald's Frühstücksschale (links), Becher für Bier und Eis (rechts).....	44
Abb. 5.5: Im Napac-Topf angebotene Pflanzen in zwei Testfilialen (Quelle: SCHNEIDER ET AL., 2003)	48
Abb. 6.1: Bioabfallsammelplätze am Ottakringer Friedhof.....	53
Abb. 6.2: Blick in zwei Behälter für den restlichen Friedhofsabfall.....	54
Abb. 6.3: Für die Abschätzung der durchschnittlichen Masse herangezogene Kerzenbecher	55
Abb. 6.4: Im Restmüll gefundene Bechertypen aus dem Happel-Stadion.....	61
Abb. 6.5: PET-Fraktion im Restmüll beim Happel-Stadion	61
Abb. 6.6: ÖFB-Fahne	62
Abb. 6.7: Abfälle von außerhalb des Stadions	62
Abb. 6.8: Start des Entenrennens 2004 bei der Heiligenstädter Brücke.....	64
Abb. 6.9: Becher beim Vienna City Marathon (Quelle: www.cityrun.at/pics/vcm_klein.jpg)	65
Abb. 6.10: Beispiel für einen Sammelbehälter für gebrauchte Becher von Heißgetränkeautomaten...	75
Abb. 6.11: Spitzbecher (links, Mitte), transparenter Becher (rechts)	77
Abb. 6.12: Beispiel für Bioabfallsammelsäcke (Quellen: http://b2b.pfannkuch.de ; www.edeka24.de)	86

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1: Beispiele für stärkebasierte Werkstoffe, Hersteller und Produkte (vgl. auch http://fbaw.itg.uni-hannover.de , bzw. www.ibaw.org)	11
Tab. 3.2: Beispiele für cellulosebasierte Werkstoffe, Hersteller und Anwendungen (vgl. auch http://fbaw.itg.uni-hannover.de , bzw. www.ibaw.org)	12
Tab. 4.1: Entsorgungskosten nach Entsorgungsweg (nach LEMSER, 2003)	36
Tab. 6.1: Preisvergleich von Grabkerzen im Kunststoffbecher mit solchen im kompostierbaren Becher	56
Tab. 6.2: Auflistung der wichtigsten Produkte aus Kunststoff und deren verbrauchte Mengen pro Jahr; KS...Kunststoff.....	70
Tab. 6.3: Auflistung kunststoffhaltiger Verbrauchsartikel der Wiener Rettung	72
Tab. 6.4: Eingesetzte Materialien, Mengen und Anzahl der Verpackungen bei „Essen auf Rädern“.....	73
Tab. 6.5: Mengen und Anzahl der Verpackungen aus Polypropylen bei VitalMenü	73
Tab. 6.6: Anzahl öffentlicher und privater Schulen in Wien nach Schultyp (zur Verfügung gestellt von Fr. Keglovits, Schulinfo Wien, 20.9.04)	78
Tab. 6.7: Artikel aus Kunststoff im Warenkorb	79
Tab. 6.8: Zentral für öffentliche Kindertagesheime bestellte Artikel 2003, die durch Biokunststoffe substituierbar wären.....	81
Tab. 6.9: Preisvergleich Müllsäcke aus kompostierbaren Materialien bzw. Kunststoff	87
Tab. 7.1: Aufstellung der Produkte, Werkstoffe und Nischen für die Bewertung	97
Tab. 7.2: Für die Bilanzierung der 300 ml Trinkbecher zugrunde gelegte Daten und Ergebnisse bis inklusive Produktion	98
Tab. 7.3: Für die Bilanzierung der 10 l Müllsäcke zugrunde gelegte Daten und Ergebnisse bis inklusive Produktion.....	99
Tab. 7.4: Bewertung für die Nische Fußball- und Multifunktionsstadion	101
Tab. 7.5: Bewertung für die Nische Marathon.....	102
Tab. 7.6: Bewertung für die Nische Donauinsselfest	102
Tab. 7.7: Bewertung für die Nische Krankenanstalten	103
Tab. 7.8: Bewertung für die Nische Tiergarten.....	105
Tab. 7.9: Bewertung für die Nische Biosammelsäcke	105
Tab. 7.10: Zusammenfassung der Bewertung der Nischen	106
Tab. 7.11: Reihung der untersuchten Projektideen nach den einzelnen Kriterien, oben jenes Projekt, welches bezüglich des Kriteriums am besten abschneidet	107
Tab. 8.1: Maximale Zuschauerzahlen bei den Spielen der Fußball-EM 2008.....	111