
Auswirkungen des Einsatzes von
Einweg- oder Mehrweggebinden
aus Glas oder Kunststoff
auf die Nachhaltigkeit

Studie im Auftrag des
Bundesministeriums für
Umwelt, Jugend und Familie
Sektion III

Korneuburg, Juli 1996

Auftraggeber:

Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie
Sektion III
Stubenbastei 5
1010 Wien

Auftragnehmer:

Technisches Büro Hauer
Brückenstraße 6
2100 Korneuburg
Tel. 02262/62 223
Fax. 02262/62 223-33

1 EINFÜHRUNG

Die Abfüllung von Mineralwässern war bis vor kurzem aufgrund von lebensmittelrechtlichen Vorschriften nur in Glasgebinden gestattet. Aufgrund einer Anpassung an die EU-Richtlinie über natürliche Mineralwässer war diese Vorschrift jedoch aufzuheben. Es ist daher nun möglich, Mineralwässer auch in Gebinden aus Kunststoffen oder in Gebinden aus anderen Werkstoffen abzufüllen und in Österreich zu vertreiben.

Derzeit werden Mineralwässer überwiegend in Mehrweggebinden abgefüllt. Nur geringe Mengen gelangen in Einwegsystemen auf den Markt. Mit der nun bestehenden legislativen Möglichkeit des Einsatzes von Kunststoffgebinden scheint es in naher Zukunft wahrscheinlich, daß in Teilmärkten verstärkt Kunststoff-Einwegflaschen zum Einsatz kommen.

Das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ist bestrebt, einen hohen Standard im *nachhaltigen Wirtschaften* zu sichern bzw. zu erreichen. Es wird daher überlegt, wie sich der Einsatz von Einweg- oder Mehrweggebinden bzw. Gebinden aus den Werkstoffen Glas oder Kunststoff auf die bestmögliche Erreichung dieses Zieles auswirkt.

Die vorliegende Studie soll als Entscheidungsgrundlage für die weitere Vorgangsweise dienen.

2 DIE NACHHALTIGKEIT DES WIRTSCHAFTENS

Der Begriff der Nachhaltigkeit ist von einer Reihe von Wissenschaftlern definiert und inhaltlich erläutert worden. In der ersten Darstellung des Brundtland-Reportes sind einige wesentliche Faktoren der Nachhaltigkeit implizit ausgedrückt:

- „Die Erkenntnis, daß unser heutiges Tun durch Belastung der ökologischen Supportsysteme und durch Ressourcen-Abbau die Entwicklungsmöglichkeiten künftiger Generationen wesentlich (und nachhaltig!) beeinflusst.
- Die Erkenntnis, daß es eine wichtige moralische Aufgabe ist, unser Handeln auf die Möglichkeiten zur Entwicklung zukünftiger Generationen abzustellen.
- Die Erkenntnis, daß die Sicherung der Zukunft unserer Kinder nur möglich wird, wenn weltweit eine neue Art zu wirtschaften platzgreift.“¹

Gegenstand der vorliegenden Studie ist es, die Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit des Wirtschaftens aufzuzeigen. Gegenstand der Betrachtung sind insbesondere Gebinde für Wässer, wobei sowohl die Systeme Einweg und Mehrweg verglichen werden als auch die Werkstoffe Kunststoff und Glas einem Vergleich unterzogen werden.

¹ Narodoslawsky, N.: Die Vision der Nachhaltigkeit, in: Moser, F. (Hrsg.): Strategien der Kreislaufwirtschaft, Tagungsband zum Symposium Forschungs- und Entwicklungsprobleme der Kreislaufwirtschaft, Graz, 1993

3 PRODUKTPHASEN UND WERKSTOFFE

Die Betrachtung der Einweg- und Mehrwegsysteme erfolgt aus den verschiedenen Perspektiven der betrieblichen Funktionalbereiche, sodaß die folgenden Phasen des Produktlaufes abgrenzbar sind:

- Herstellung der Gebinde
- Befüllung
- Distribution zum Einzelhandelsgeschäft
- Konsum
- Redistribution
- Reinigung
- Wiederbefüllung
- Verwertung bzw. Entsorgung der Gebinde

Die Untersuchung erstreckt sich auf die Werkstoffe Glas und Kunststoff. Als derzeit im Getränkebereich mit CO₂-haltigen Getränken eingesetzter Kunststoff wird Polyethylenterephthalat, kurz PET, betrachtet.

Für beide Werkstoffe wird der Einsatz als Ein- und als Mehrweggebilde untersucht.

4 DATENBASIS UND BETRACHTUNGSGRENZEN

4.1 Gegenstand der Untersuchung

Gegenstand der Untersuchung sind folgende Verpackungsalternativen für Wässer und CO₂-hältige Limonaden:

	Mehrweg	Einweg
Glas	1-l-Mehrweg-Glas	1-l-Einweg-Glas
PET	1-l bis 1,5-l- Mehrweg PET	1,5-l-Einweg PET

Tab. 1: Untersuchte Gebinde

Die untersuchten Gebindegrößen entsprechen jenen, die derzeit in Österreich angeboten werden.

Füllgüter sind nicht Gegenstand der Betrachtungen.

4.2 Datenbasis

Den unten dargestellten Ergebnissen liegen Daten vornehmlich aus folgenden Quellen zugrunde:

- Eigene Erhebungen bei Mineralwasserabfüllern mit einer Abfüllmenge von 267 Mio Litern im Jahr 1995 im 1-l-Bereich. Dies entspricht einem Marktanteil von etwa 55 %.
- Eigene Erhebungen bei Abfüllern von alkoholfreien Erfrischungsgetränken und Wässern mit einem Abfüllvolumen von mehr als 140 Mio Litern im 1- bzw. 1,5-Liter-Sektor im Jahr 1996
- Ökobilanzdaten des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern (BUWAL), 1991
- Eigene Erhebungen bei Herstellern von PET-Einweggebinden
- Eigene Erhebungen bei Herstellern von Einweg- und Mehrweg-Glasflaschen
- Eigene Erhebungen bei Handelsunternehmen
- Ergebnisse der Überprüfung der Wiederverwendungsquoten für Getränkeverpackungen gemäß Verpackungs-Zielverordnung, 1994

4.3 Betrachtungsgrenzen

Die Ergebnisse werden jeweils für die vier betrachteten Gebindearten berechnet und dargestellt:

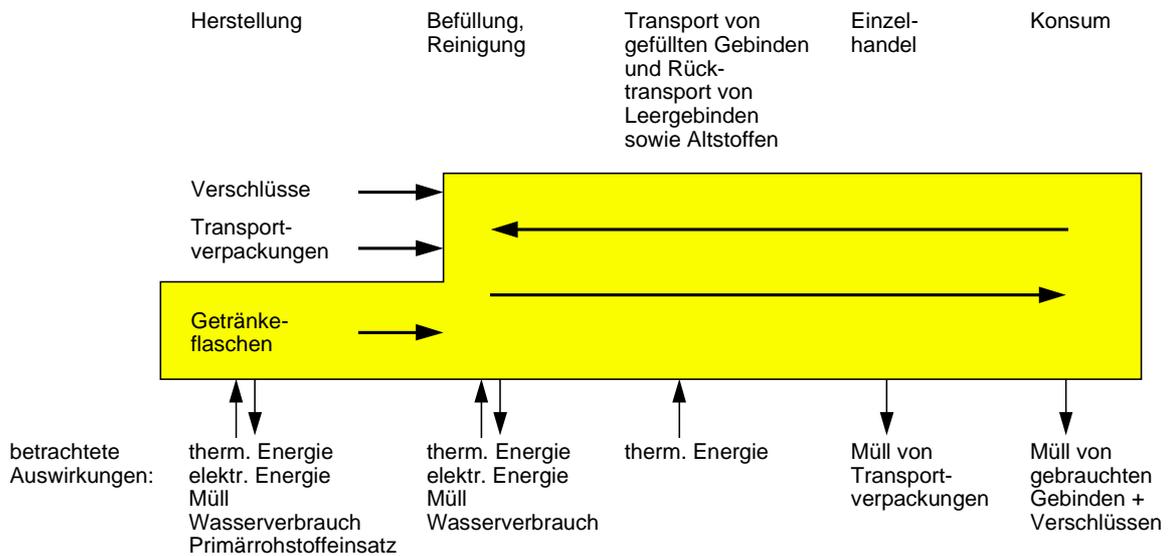
- Mehrweg-Glasflaschen
- Mehrweg-PET-Flaschen
- Einweg-Glasflaschen
- Einweg-PET-Flaschen

Betrachtungsgegenstand ist grundsätzlich die in Österreich dominierende Gebindegröße für Mineralwässer von einem Liter. Für Einweg- wie auch für Mehrweggebinde wird jeweils der Kunststoff PET sowie auch der Werkstoff Glas untersucht. Dabei ist zu beachten, daß PET-Einweggebinde derzeit nur als 1,5-l-Gebinde am Markt sind. Bei PET-Mehrweggebinden werden sowohl 1-Liter- als auch 1,5-Liter-Gebinde eingesetzt.

Für die Ermittlung der Auswirkungen beim Transport werden die in Österreich durchschnittlich anzutreffenden Distributionsradien und Transportentfernungen angenommen. Diese ergeben sich aus den Angaben der Abfüller. Dazu werden die primär vorherrschenden Distributionswege für Einweg- und Mehrwegsysteme in Österreich beschrieben.

Für die Beurteilung der Auswirkungen der Verwertung werden die in Österreich im Jahr 1994 erzielten Sammel- und Verwertungsquoten vergleichbarer Gebinde eingesetzt.

Für die untersuchten Kunststoffgebinde werden sowohl die Auswirkungen der stofflichen Verwertung als auch die Auswirkungen der thermischen Nutzung in Müllverbrennungsanlagen betrachtet.



6aa34

Abb. 1: Betrachtungsgrenzen

Zur Illustration der Betrachtungsgrenzen seien beispielhaft innerhalb bzw. außerhalb der Berechnungsgrenzen gelegene Auswirkungen aufgezeigt:

innerhalb der Betrachtungsgrenzen	außerhalb der Betrachtungsgrenzen
<ul style="list-style-type: none"> • Herstellung der Gebinde • Befüllung der Gebinde • Transport der gefüllten Gebinde vom Ort der Abfüllung zum Einzelhandel und zurück (bei Mehrweg) • Reinigung der Gebinde • Abfälle aus dem Einsatz von Gebinden und Verschlüssen • Abfälle aus dem Einsatz von Kästen bzw. Trays bzw. Folien zur Zusammenstellung von Einheiten zwischen 6 und 14 Einzelgebinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Rohstofftransporte • Verpackungen von Reinigungsmitteln, Verschlüssen, Etiketten • Transport der Gebinde vom Hersteller zum Abfüller • Transport vom Einzelhandel zum Konsumenten und zurück • Auswirkungen durch die Herstellung von Verschlüssen • Transport von Abfällen • Etiketten, da diese bei allen betrachteten Gebinden im selben Ausmaß angewandt werden und daher vergleichsneutral sind

Tab. 2: Beispiele zur Erläuterung der Betrachtungsgrenzen

Für alle betrachteten Produktions-, Transport- und Handelsphasen werden die Auswirkungen hinsichtlich des

- Verbrauches an elektrischer Energie
- Verbrauches an thermischer Energie
- Primärrohstoffverbrauches
- Wasserverbrauches
- Restmüllaufkommens

untersucht und dargestellt.

Eine Gesamtbeurteilung, d.h. eine Bewertung zwischen den verschiedenen betrachteten Parametern wurde nicht vorgenommen. Das heißt, daß für jedes betrachtete Verpackungssystem wie auch für die beiden Werkstoffe fünf Zahlenwerte für jeden einzelnen untersuchten Parameter dargestellt werden. Zur Gesamtbeurteilung müßten die einzelnen Auswirkungen hinsichtlich ihrer Bedeutung auf die Nachhaltigkeit im engen regionalen Ökosystem bewertet werden. Diese Bewertung war nicht Gegenstand der dem vorliegenden Bericht zugrundeliegenden Untersuchungen.

Die Auswirkungen durch die Belastung des eingesetzten Wassers für Zwecke der Produktion und Reinigung werden nicht dargestellt. Je nach regionaler Lage der Abfüllunternehmen bzw. der Hersteller von Rohstoffen und Gebinden werden Abwässer in unternehmenseigenen Kläranlagen behandelt, oder sie werden unbehandelt in kommunale Abwassersysteme eingeleitet und in den kommunalen Anlagen gereinigt. Das heißt, daß alle Abwässer in Kläranlagen behandelt werden und nach dieser Behandlung den jeweiligen Vorschriften zur Einleitung in Oberflächengewässer entsprechen.

4.4 Rahmenbedingungen

Die betrachteten Distributionsverhältnisse gemäß der Angaben der Abfüller sind die spezifisch am österreichischen Markt insbesondere für Wässer anzutreffenden.

Für die Anteile der einer stofflichen Verwertung zugeführten Abfälle aus Getränkeverpackungen wurden die für das Jahr 1994 gemessenen Verhältnisse herangezogen.²

4.5 Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im folgenden für die am häufigsten in Österreich anzutreffenden Verhältnisse. Im Abschnitt Einführung 8 „Sensitivitätsanalyse“ werden die Auswirkungen von Abweichungen von den am häufigsten anzutreffenden Verhältnissen dargestellt.

Im Abschnitt 5 werden die Auswirkungen in den Phasen Gebindeherstellung, Abfüllung und Reinigung, Distribution und Handel sowie Konsum dargestellt. Die in diesem Abschnitt genannten Werte sind die Ausgangsbasis für den Vergleich der Auswirkungen durch den Einsatz verschiedener Gebinde (Abschnitt 6). Nähere Angaben sowie Berechnungsblätter sind im Anhang ersichtlich.

² Prognos: Wiederverwendung von Getränkeverpackungen 1994, Basel 1995

5 AUSWIRKUNGEN IN VERSCHIEDENEN PHASEN

In der Folge werden die Auswirkungen durch die Verwendung verschiedener Gebindesysteme in verschiedenen Phasen der Produkte dargestellt. Die folgenden Phasen werden dargestellt:

- Gebindeherstellung
- Abfüllung und Gebindereinigung
- Distribution und Handel
- Konsum

In den Abschnitten 5.1 bis 5.4 werden die Basiszahlen je Gramm Glas bzw. PET dargestellt. So werden im Abschnitt „Gebindeherstellung“ die Auswirkungen für die Herstellung je eines Gramm Glas bzw. PET aufgezeigt. Im Abschnitt 6 werden die Auswirkungen je 1.000 Liter abgefüllter Getränke gezeigt.

5.1 Gebindeherstellung

Die Auswirkungen der Gebindeherstellung umfassen sowohl die Herstellung der Rohstoffe Glas und PET als auch die Verarbeitung der Rohstoffe zu Flaschen. Sie wurden der Studie „Oekobilanz von Packstoffen“ des BUWAL entnommen und hinsichtlich ihrer Gültigkeit auf aktuelle österreichische Verhältnisse hin überprüft und ergänzt.

		Glas 75 % Altglaseinsatz [Menge je kg Rohmaterial]	PET [Menge je kg Rohmaterial]
Quarzsand	g	173,9	
Soda	g	48,2	
Kalk	g	29,3	
Dolomit	g	30,3	
Feldspat	g	15,6	
Erdöl	g		4.014,4
Wasserstoff	g		23,5
Sauerstoff	g		527,0
Natronlauge	g		0,5
Nebenprodukte	g		-1.303,9
Nebenprodukte mit Heizwert	g		-2.103,2
Diverses	g	1,7	20,1
Summe zurechenbarer Primärrohstoffe	g	299,0	1.178,4
Sekundärrohstoffe Altglas	g	748,0	

Tab. 3: Rohstoffeinsatz für die Gebindeherstellung

Quelle: Oekobilanz von Packstoffen, in: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Schriftenreihe Umwelt Nr 132, Bern 1991, eigene Erhebungen

		Glas 75 % Altglaseinsatz [Menge je kg Gebinde]	PET [Menge je kg Gebinde]
therm. Energie	MJ	6,36	74,59
elektr. Energie	kWh	0,05	1,52

Tab. 4: Einsatz thermischer und elektrischer Energie für die Gebindeherstellung

Quelle: Oekobilanz von Packstoffen, in: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Schriftenreihe Umwelt Nr 132, Bern 1991, eigene Erhebungen

		Glas 75 % Altglaseinsatz [Menge je kg Gebinde]	PET [Menge je kg Gebinde]
Wasserverbrauch	Liter	0,1	1,49

Tab. 5: Wasserverbrauch für die Gebindeherstellung

Quelle: Oekobilanz von Packstoffen, in: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Schriftenreihe Umwelt Nr 132, Bern 1991

5.2 Abfüllung und Reinigung

Die Auswirkungen der Abfüllung und der Gebindereinigung wurden bei Abfüllunternehmen erhoben. Die angegebenen Werte sind in Österreich anzutreffende Mittelwerte. Diese liegen auch der Ermittlung der Gesamtauswirkungen zugrunde. Im Abschnitt 8 „Sensitivitätsanalyse“ werden die Veränderungen der Ergebnisse unter Berücksichtigung vom Mittelwert abweichender Verhältnisse aufgezeigt.

Der Wasserverbrauch für die Reinigung von Mehrweggebinden schwankt von Abfüller zu Abfüller stark. In der vorliegenden Untersuchung wurden Werte von 0,24 bis 1,54 Liter je Liter abgefüllten Getränkes erhoben. Die unterschiedlichen Werte sind durch den Einsatz von Waschanlagen mit unterschiedlichen Technologien zu erklären, wobei offensichtlich die regionale Preissituation für Frischwasser sowie jene für die Einleitung von Abwässern einen wesentlichen Einfluß auf die technische Ausrüstung der Waschmaschinen und damit den Wasserverbrauch hat. Im Mittel beträgt der Wasserverbrauch 0,94 Liter je abgefülltem 1-Liter-Gebinde.

Zum Betrieb der Reinigungs- und Abfüllanlagen wird weiters thermische und elektrische Energie eingesetzt. Im Mittel der untersuchten Unternehmen werden für die Reinigung und die Abfüllung von 1-l-Mehrweggebinden 177 MJ Energieinhalt an Primärenergieträgern je 1.000 Liter Füllgut und 13 kWh elektrische Energie je 1.000 Liter Füllgut eingesetzt.

Der Einsatz an Wasser sowie an thermischer und elektrischer Energie ist davon abhängig, ob Einweg- oder Mehrweggebinde abgefüllt werden. Für die Abfüllung in Mehrweg-Glasgebinde sind dieselben Wasser- und Energieverbräuche zu beobachten wie für Mehrweg-PET-Gebinde. Zum Teil werden Gebinde aus beiden Werkstoffen auf denselben Anlagen gereinigt und befüllt.

Bei der Abfüllung in 1,5-Liter-PET-Einweggebinde wurde ein Wasserverbrauch von 0,1 Liter je Liter Füllgut erhoben. Für 1-l-Gebinde wurde ein aliquoter Wert von 0,067 Litern berücksichtigt. Dieser Wert wurde auch für Einweg-Glasgebinde verwendet.

Mehrweggebinde aus Glas werden im Durchschnitt 57 mal befüllt, Mehrweggebinde aus PET 56 mal. Die Zahlen wurden aufgrund der jährlichen Abfüllmengen und dem jährlichen Zukauf an neuen Gebinden ermittelt. Das heißt, es werden pro Jahr 57 bzw. 56 mal mehr Abfüllungen vorgenommen als neue Gebinde eingekauft werden.

Die sogenannten Umlaufzahlen von 57 bzw. 56 werden in einer mehrjährigen Lebensdauer der Gebinde erreicht. Die Abfüllfrequenz, das heißt die Anzahl an Abfüllungen pro Jahr liegt zwischen vier und fünf. Die Gebinde werden also nur vier bis fünf mal pro Jahr befüllt. Die Lebenserwartung der im Einsatz befindlichen Flaschen beträgt daher im Mittel mehr als 10 Jahre.

In den folgenden Tabellen sind die Aufwendungen zur Reinigung und Abfüllung, erst für Glasgebinde, anschließend für PET-Gebinde dargestellt.

		Einweg	Mehrweg
Gebindemasse	g/Stk	475,0	630,0
Verschuß	g/Stk	3,0	3,0
Wasserverbrauch	l/Abfüllung	0,067	0,944
thermische Energie	MJ/1.000 l	--	213,4
elektrische Energie	MJ/1.000 l	12	12,7
Anzahl der Befüllungen je Gebinde durchschnittlich		1	57

Tab. 6: Auswirkungen bei der Abfüllung in 1-l-Glasgebinden

Quelle: eigene Erhebungen

		1-l-Mehrweg	1,5-l-Einweg	1,5-l-Einweg, bezogen auf 1 Liter Getränk
Gebindemasse	g	84,5	39	26
Verschuß	g	3,0	3,0	2,0
Wasserverbrauch	l/Abfüllung	0,944	0,1	0,067
thermische Energie	MJ/1.000 l	213,4	8	5,3
elektrische Energie	MJ/1.000 l	12,7		
Anzahl der Befüllungen je Gebinde durchschnittlich		56	1	1

Tab. 7: Auswirkungen bei der Abfüllung in PET-Gebinden

Quelle: eigene Erhebungen

5.3 Distribution und Handel

Die Erhebungen bei verschiedenen Abfüllunternehmen über die Distribution von Getränken zeigen zum Teil wesentliche Unterschiede im Distributionsradius. Je nach Unternehmen wird in verschieden große geographische Gebiete geliefert. Auch ist es von Region zu Region sowie von Unternehmen zu Unternehmen verschieden, wieweit Getränke vom Abfüller direkt dem Lebensmitteleinzelhandel zugestellt werden bzw. wieweit die Distribution über Distributionszentren des Handels führt. So liefert ein Abfüller in einer Region direkt in die Geschäfte eines Handelsunternehmens während die Geschäfte eines anderen Handelsunternehmens in derselben Region über ein Distributionslager versorgt werden.

Neben der Distributionsart und den Distributionsstufen unterscheiden sich auch die eingesetzten Fahrzeuge. Für den Ferntransport werden durchwegs LKW-Züge mit einem Fassungsvermögen von 33 bis 34 Paletten eingesetzt. Für die Zustellung werden zum Teil spezielle Getränke-Zustellfahrzeuge mit einem Fassungsvermögen von 8 bzw. 10 Paletten eingesetzt, zum Teil werden LKW mit Kastenaufbauten und einem Fassungsvermögen von 17 Paletten eingesetzt.

Transporte per Bahn sind sowohl für Einweg- wie auch für Mehrweggebinde selbst im Bereich von Ferntransporten von untergeordneter Bedeutung.

Den folgenden Angaben liegt folgender Distributionsmix zugrunde, wobei Ferntransporte und Zustelltransporte additiv anfallen:

- Ferntransport über eine mittlere Entfernung von 80 km.
Insbesondere die Abfüller von Mineralwässern füllen vielfach an Orten ohne bedeutende industrielle Infrastruktur (z.B. Edelsthal, Güssing, Bad Gastein, Hollabrunn, ...) ab. Üblicherweise haben die eingesetzten LKW keine Retourfracht zu diesen Orten. Das heißt, daß die LKW beim Transport von Mehrweggebinden mit den Leergebinden zum Abfüller zurückfahren; beim Transport von Einweggebinden fahren die Fahrzeuge leer zurück. Für den Ferntransport wurden daher sowohl für Einweg- wie auch für Mehrweggebinde Fahrwege von 160 km berücksichtigt.
- Zustelltransporte zum Einzelhandel bzw. zur Gastronomie mit Zustell-LKW.
Zur Zustellung werden zu etwa 80 % große Zustell-LKW, wie sie großteils zur Versorgung der Geschäfte der Handelsketten eingesetzt werden, und zu 20 % kleine Zustell-LKW, wie sie vornehmlich zur Versorgung der Gastronomie und von kleineren Geschäften eingesetzt werden, berücksichtigt. Als mittlerer Distributionsradius wurden 25 km, also 50 km Fahrweg, berücksichtigt.

Grundsätzlich ist anzumerken, daß Mineral- und sonstige an einen Brunnen gebundene Wässer meist über größere Entfernungen transportiert werden als Limonaden. Mineralwasserabfüller sind hinsichtlich des Abfüllortes an den Standort der Quelle gebunden, wogegen Abfüller von Limonaden logistisch vorteilhafte Standorte wählen können und auch oftmals mehrere, regional verteilte Abfüllstationen betreiben.

5.4 Konsum

Beim Konsum der Getränke wurde der Anfall an festen Abfällen im Haushalt berücksichtigt. Grundsätzlich wurde von der Deponierung der nicht einer Verwertung zugeführten Abfälle (=des Restmülls) ausgegangen. Im Abschnitt 8 „Sensitivitätsanalyse“ werden die Ergebnisse unter der Annahme einer Behandlung der nicht stofflich verwerteten Abfälle in Müllverbrennungsanlagen mit weitgehender Nutzung der Verbrennungsenergie gezeigt.

6 GESAMTAUSWIRKUNGEN

Die Gesamtauswirkungen durch den Einsatz verschiedener Gebindewerkstoffe sowie von Einweg- und Mehrwegsystemen werden jeweils nach den Auswirkungen hinsichtlich

- des Einsatzes an thermischer Energie
- des Einsatzes an elektrischer Energie
- des Wasserverbrauches
- der Restmüllmenge
- des Einsatzes an Primärrohstoffen

dargestellt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt jeweils für die Abfüllung von 1.000 Liter Füllgut.

6.1 Thermische Energie

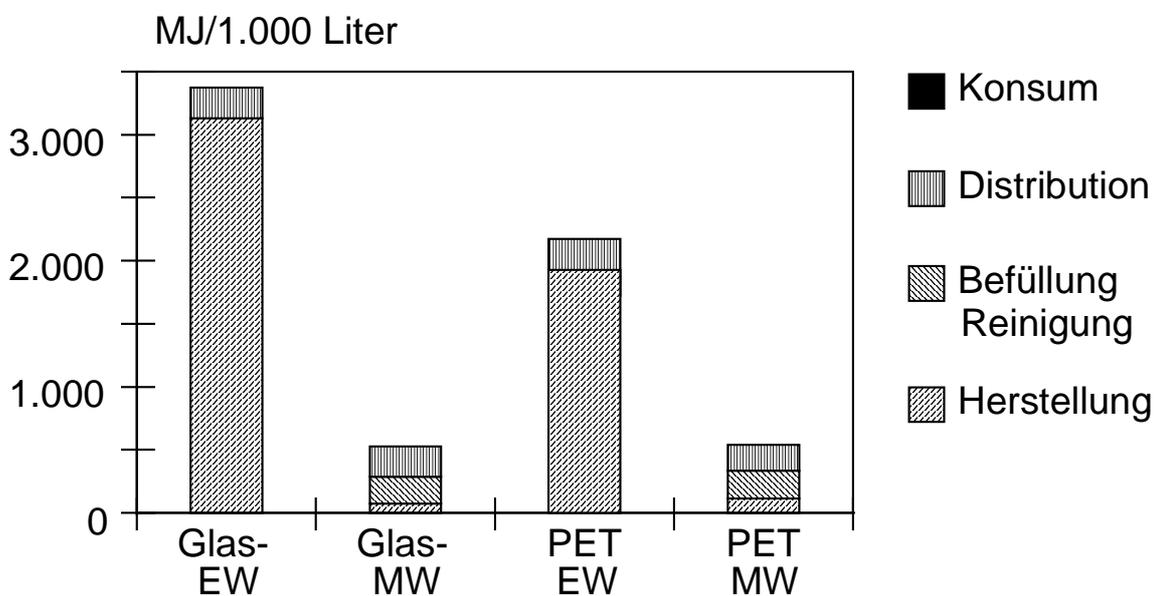
Der höchste Verbrauch an thermischer Energie ist beim Einsatz von Einweg-Glasgebinden zu beobachten. Insbesondere die Herstellung der Glasgebinde benötigt trotz der Berücksichtigung eines Scherbeneinsatzes von 75 % einen relativ hohen Energieeinsatz.

Die für die Bereitstellung der thermischen Energie erforderlichen Brennstoffe sind in den dargestellten Zahlen nicht zusätzlich angeführt.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	MJ	3.134	74	1.986	116
Befüllung, Reinigung	MJ	0	213	0	213
Transport, Handel	MJ	241	241	187	207
Konsum	MJ	0	0	0	0
Gesamt	MJ	3.375	529	2.174	537

Anmerkung: Werte gerundet

Tab. 8: Verbrauch an thermischer Energie für 1.000 Liter Getränk



6aa33

Abb. 2: Verbrauch an thermischer Energie für 1.000 Liter Getränk

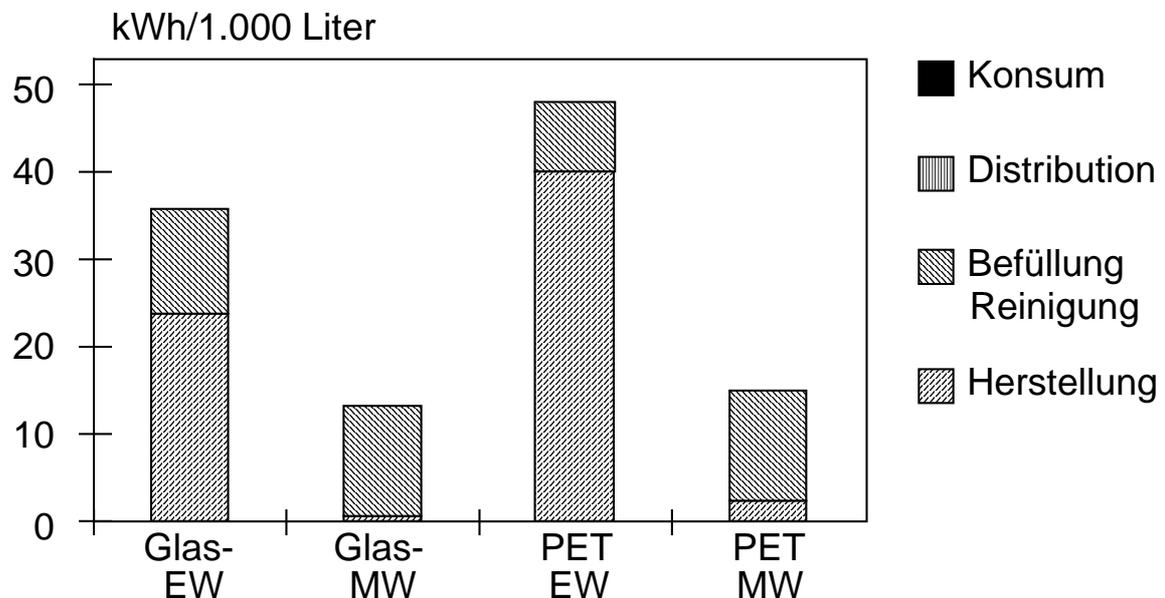
6.2 Elektrische Energie

Elektrische Energie wird insbesondere bei der Gebindeherstellung und für den Betrieb der Abfüllanlagen eingesetzt. Der auffallend geringe Aufwand an elektrischer Energie bei der Abfüllung von PET-Einwegflaschen ist darauf zurückzuführen, daß für diese Gebindeart gemäß der am Markt befindlichen Produkte 1,5-l-Gebinde berücksichtigt wurden, während alle anderen Gebindearten über ein Füllvolumen von lediglich einem Liter je Stück verfügen. Und der Verbrauch an elektrischer Energie ist primär von der Anzahl der abgefüllten Gebinde und weniger von deren Füllvolumen abhängig.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	kWh	24	1	40	2
Befüllung, Reinigung	kWh	12	13	8	13
Transport, Handel	kWh	0	0	0	0
Konsum	kWh	0	0	0	0
Gesamt	kWh	36	13	48	15

Anmerkung: Werte gerundet

Tab. 9: Verbrauch an elektrischer Energie für 1.000 Liter Getränk



6aa33

Abb. 3: Verbrauch an elektrischer Energie für 1.000 Liter Getränk

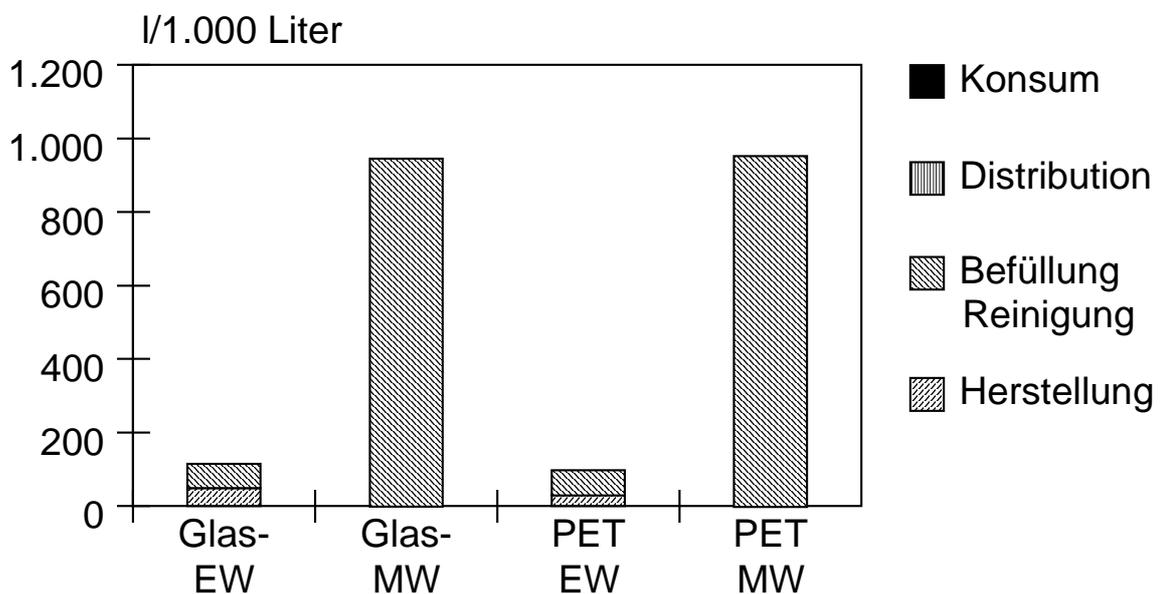
6.3 Wasserverbrauch

Wie bereits erwähnt, schwankt der Wasserverbrauch für die Reinigung von Mehrweggebinden zwischen verschiedenen Abfüllunternehmen sehr stark. Die Auswirkungen der Extremwerte sind im Abschnitt 8 „Sensitivitätsanalyse“ dargestellt.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	Liter	48	1	39	2
Befüllung, Reinigung	Liter	67	944	67	944
Transport, Handel	Liter	0	0	0	0
Konsum	Liter	0	0	0	0
Gesamt	Liter	115	945	106	946

Anmerkung: Werte gerundet

Tab. 10: Wasserverbrauch für 1.000 Liter Getränk



6aa33

Abb. 4: Wasserverbrauch für 1.000 Liter Getränk

6.4 Abfall- und Restmüllaufkommen

Mit dem Abfallaufkommen werden alle anfallenden festen Abfälle erfaßt, unabhängig davon, ob sie einer Verwertung zugeführt werden oder als Restmüll einer Endbehandlung zugeführt werden. In der Folge werden die einer Verwertung zugeführten Abfälle (=Altstoffe) getrennt von den nicht verwerteten und als Restmüll einer Endbehandlung zugeführten Abfälle dargestellt. Dabei wird von den in Österreich hinsichtlich der getrennten Sammlung und Verwertung von Altstoffen vorzufindenden Verhältnisse ausgegangen. Für das Jahr 1994 wurden Netto-Verwertungsraten von 69,6 % für Glasverpackungen und von 62,1 % für PET-Getränkeverpackungen festgestellt.³

Im Jahr 1995 vom Autor durchgeführte Analysen von Altglas aus der kommunalen Sammlung⁴ ergaben, daß in der Altglassammlung pro Jahr etwa 600 Tonnen Mehrweggebinde für Wässer gesammelt werden. Auf Basis der Erhebungen zum gegenständlichen Projekt läßt sich etwa folgender Massenstrom an Mehrweg-Glasgebinden für Wässer erstellen:

	Tonnen pro Jahr	Prozent
Altglas kommunale Sammlung	600	0,2 %
Restmüll	1.900	0,6 %
Altglas Abfüllanlagen	2.900	1,0 %
Flaschenzukauf	5.400	1,8 %
Wiederbefüllung	299.600	98,2 %
Abfüllung	305.000	100,0 %

Tab. 11: Massenströme von Mehrweg-Glasgebinden für Wässer

Mehrweggebinde, die nicht in den Abfüllanlagen ausgeschieden werden, sondern beim Handel oder beim Konsumenten verbleiben, werden zu einem Viertel der getrennten Altglassammlung und damit der Verwertung zugeführt, drei Viertel gelangen zum Restmüll. Der insgesamt beim Konsumenten als Abfall anfallende Anteil beträgt 0,8 %. Näherungsweise wird für PET-Mehrweggebinde ebenfalls angenommen, daß ein Viertel der beim Konsum anfallenden Abfälle der Verwertung zugeführt wird.

³ Prognos: Wiederverwendung von Getränkeverpackungen 1994, Basel 1995

⁴ Hauer, TB: Bundesweite Altglasanalyse 1995, Korneuburg 1995

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	g				
Befüllung, Reinigung	g		10.340		4.702
Transport, Handel	g	26.283		4.961	
Konsum	g	331.200	1.212	17.146	168
Gesamt	g	357.483	11.552	22.107	4.871

Anmerkung: Werte gerundet

Tab. 12: Altstoffaufkommen durch 1.000 Liter Getränk

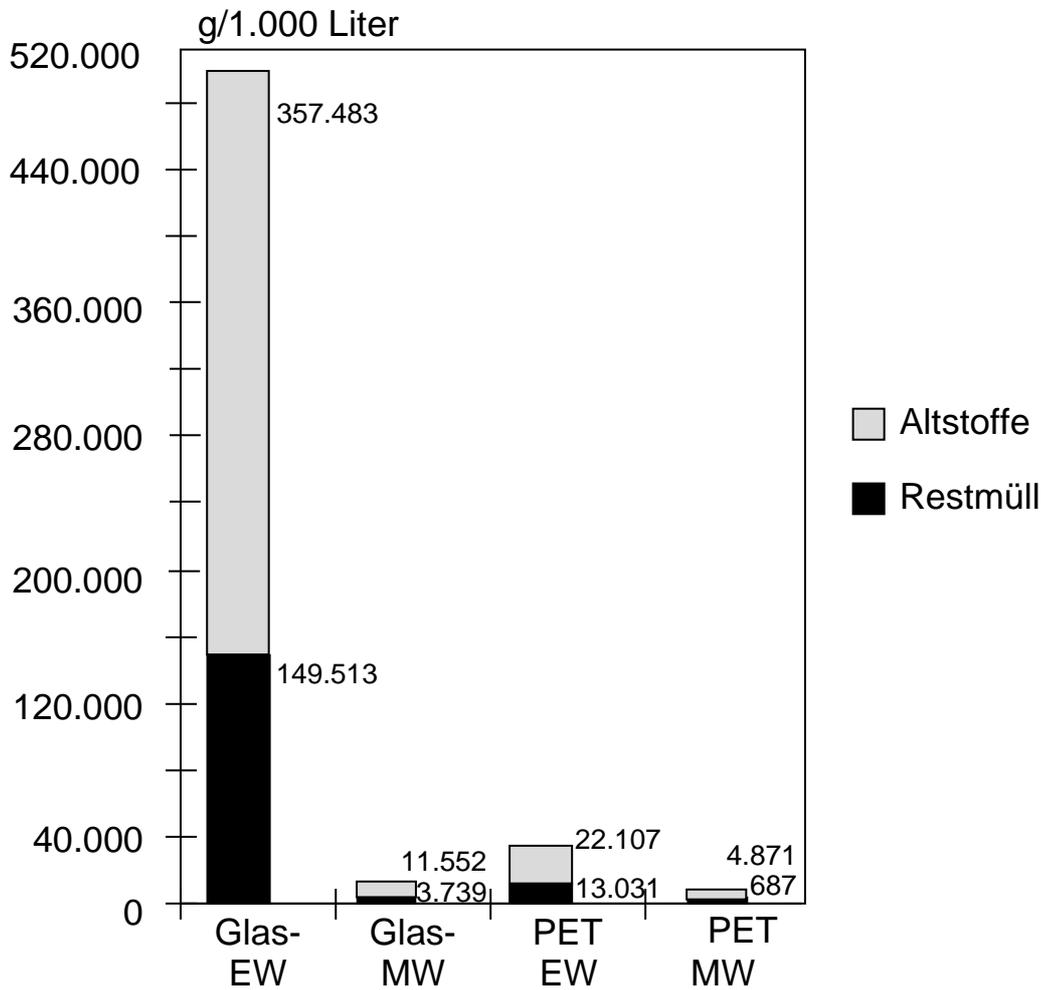
Bei der Berechnung des Restmüllaufkommens wurden ebenso wie bei der Ermittlung der Altstoffmengen die in Österreich für das Jahr 1994 gemessenen Sammelquoten und Verwertungsraten von Getränkegebinden berücksichtigt.

Den unten dargestellten Ergebnissen liegt die Annahme der vollständigen Deponierung des Restmülls zugrunde. Im Abschnitt 8 „Sensitivitätsanalyse“ sind die Auswirkungen bei einer Restmüllbehandlung in Müllverbrennungsanlagen sowie die Auswirkungen verschiedener Sammelquoten und Verwertungsraten ausgewiesen.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	g	1.330	31	1.916	112
Befüllung, Reinigung	g		11		9
Transport, Handel	g	1.383		261	
Konsum	g	146.800	3.697	10.854	565
Gesamt	g	149.513	3.739	13.031	687

Anmerkung: Werte gerundet
Den Zahlen liegt die Prämisse einer vollständigen Deponierung von Restmüll zugrunde

Tab. 13: Restmüllaufkommen durch 1.000 Liter Getränk



6aa33

Anmerkung: Den Zahlen liegt die Prämisse einer vollständigen Deponierung von Restmüll zugrunde

Abb. 5: Abfallaufkommen durch 1.000 Liter Getränk

6.5 Einsatz von Primärrohstoffen

Sowohl für die Herstellung von Glasflaschen als auch für die Herstellung von PET-Flaschen ist der Einsatz von Primärrohstoffen erforderlich.

Die für die Bereitstellung für thermische Energie erforderlichen Brennstoffe sind in den dargestellten Zahlen über den erforderlichen Einsatz von Primärrohstoffen nicht zusätzlich enthalten.

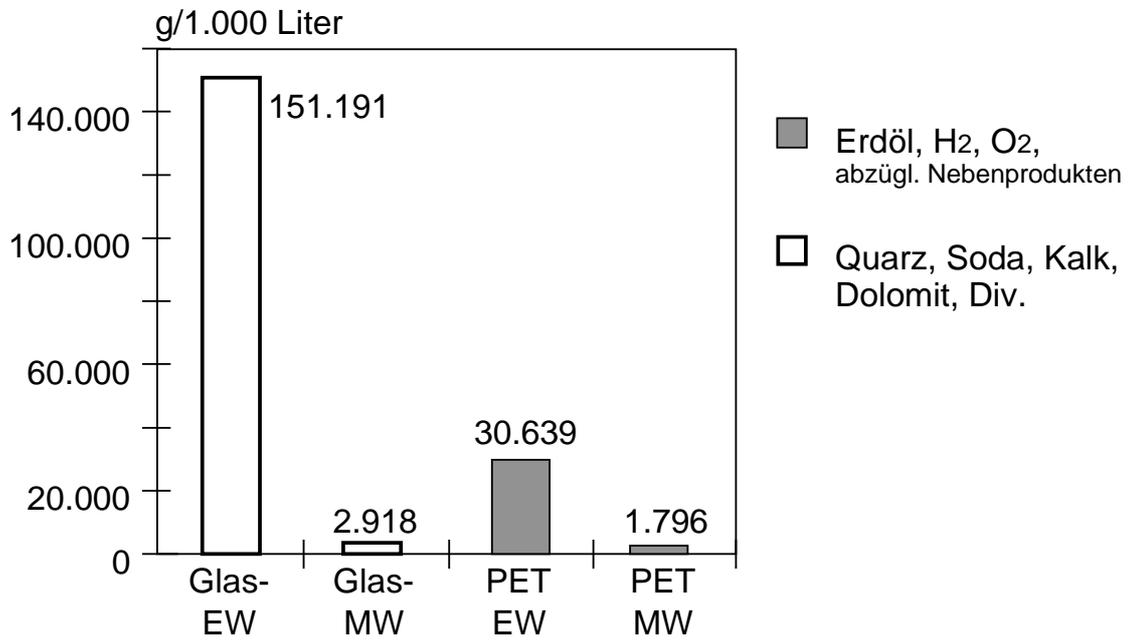
Für die Herstellung von Glasgebinden wurde der Einsatz von 75 % Altglas als Sekundärrohstoff berücksichtigt. An Primärrohstoffen werden Quarzsand, Soda, Kalk, Dolomit und diverse Zusatzstoffe eingesetzt.

Die eingesetzten Rohstoffe für PET sind Erdöl, Wasserstoff und Sauerstoff. Bei der Produktion anfallende Nebenprodukte wurden proportional zur Menge aufwandsmindernd berücksichtigt.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	g	151.191	2.918	30.639	1.796
Befüllung, Reinigung	g	0	0	0	0
Transport, Handel	g	0	0	0	0
Konsum	g	0	0	0	0
Gesamt	g	151.191	2.918	30.639	1.796

Anmerkung: Werte gerundet

Tab. 14: Einsatz von Primärrohstoffen für 1.000 Liter Getränk



6aa33

Abb. 6: Einsatz an Primärrohstoffen für 1.000 Liter Getränk

7 AUSWIRKUNGEN BEI EINEM MARKTVOLUMEN VON 500 MILLIONEN LITERN

Im Jahr 1995 wurden in Österreich knapp 500 Millionen Liter Wässer in 1-Liter-Gebinden auf den Markt gebracht. Bewertet mit dieser Abfüllmenge, ergeben sich für die ermittelten Verbrauchszahlen folgende Absolutzahlen bei ausschließlicher Abfüllung in jeweils eine Gebindeart:

	Einheit	500 Mio l in Glas Einweg	500 Mio l in Glas Mehrweg	500 Mio l in PET Einweg (1,5-Liter)	500 Mio l in PET Mehrweg
Thermische Energie, entspricht .. Tonnen Heizöl	GJ/a t/a	1.690.000 42.000	264.000 6.600	1.087.000 27.200	268.000 6.700
Elektrische Energie	MWh/a	17.900	6.600	23.800	7.500
Wassermenge	m ³ /a	57.000	470.000	53.000	470.000
Altstoffe	t/a	179.000	5.800	11.100	2.400
Restmüll	t/a	75.000	1.900	6.500	340
Primärrohstoffe Quarz, Soda, Kalk, Dolomit	t/a	76.000	1.500		
Primärrohstoffe hpts. Erdöl	t/a			15.300	900

Anmerkung: Restmüllbehandlung: Deponierung

Tab. 15: Auswirkungen bei einer jährlichen Abfüllung von 500 Mio Litern Wässer in unterschiedliche Gebindegssysteme

Beim Einsatz von Mehrweggebinden kann für die Abfüllung der im Jahr 1995 in Österreich in 1-l-Gebinden abgesetzten Menge an Wässern gegenüber dem ausschließlichen Einsatz von Einweggebinden

- ein Aufwand an thermischer Energie im Äquivalent von mehr als 20.000 t Heizöl gespart werden;
- der Verbrauch an elektrischer Energie um mehr als 10.000 MWh geringer sein;
- die Restmüllmenge um mehr als 6.000 t im Vergleich der PET-Gebinde bzw. um ca. 73.000 t im Vergleich der Glas-Gebinde geringer gehalten werden;
- die zu hantierende Altstoffmenge wäre im Vergleich der PET-Gebinde um ca. 8.700 t geringer, im Vergleich der Glasgebände um ca. 170.000 t;

Für die Reinigung der Mehrweggebände würde gegenüber dem Einsatz von Einweggebinden ein Mehrverbrauch von ca. 400.000 m³ Wasser eintreten.

Bei der Abfüllung von 500 Mio Litern Getränke in 1-l bis 1.5-l-Gebinde **erhöht sich je 10 %-Punkte Einweg-PET-Anteil** im Vergleich zur ausschließlichen Abfüllung in Mehrweggebände

- der Verbrauch an thermischer Energie um ein Äquivalent von etwa 2.000 t Heizöl
- der Verbrauch an elektrischer Energie um ca. 1.700 MWh
- die Restmüllmenge um 460 t gegenüber Glas-Mehrweg bzw. 600 t gegenüber PET-Mehrweg
- die zu hantierende Altstoffmenge um 530 t gegenüber Glas-Mehrweg bzw. 870 t gegenüber PET-Mehrweg
- der Einsatz von Primärrohstoffen um rund 1.400 t

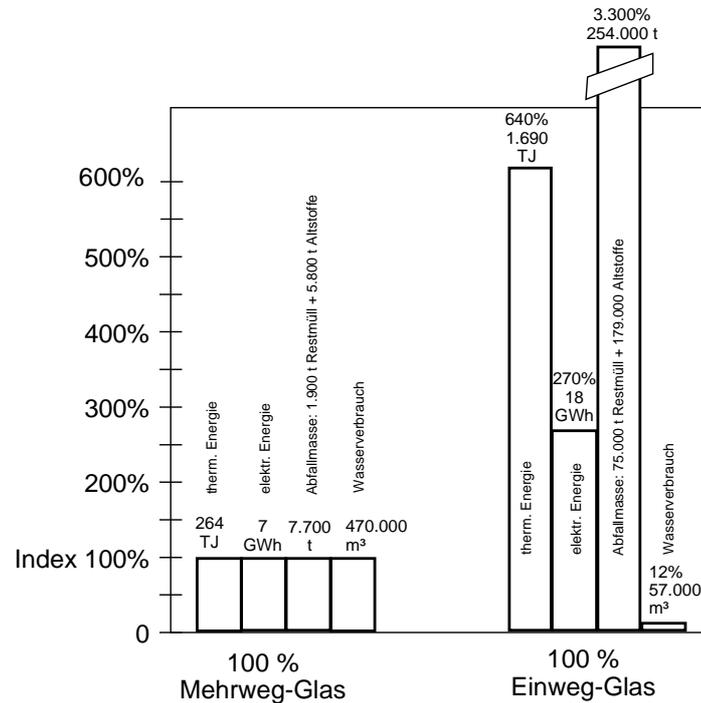
Der Wasserverbrauch verringert sich unter denselben Prämissen um etwa 40.000 m³.

Bei der Abfüllung von 500 Mio Litern Getränke in 1-l bis 1.5-l-Gebinde **erhöht sich je 10 %-Punkte Einweg-Glas-Anteil** im Vergleich zur ausschließlichen Abfüllung in Mehrweggebände

- der Verbrauch an thermischer Energie um ein Äquivalent von etwa 3.500 t Heizöl
- der Verbrauch an elektrischer Energie um etwa 1.000 MWh
- die Restmüllmenge um mehr als 7.000 t
- die zu hantierende Altstoffmenge um ca. 17.000 t
- der Einsatz von Primärrohstoffen (primär Quarz, Soda, Kalk, Dolomit) um rund 7.500 t

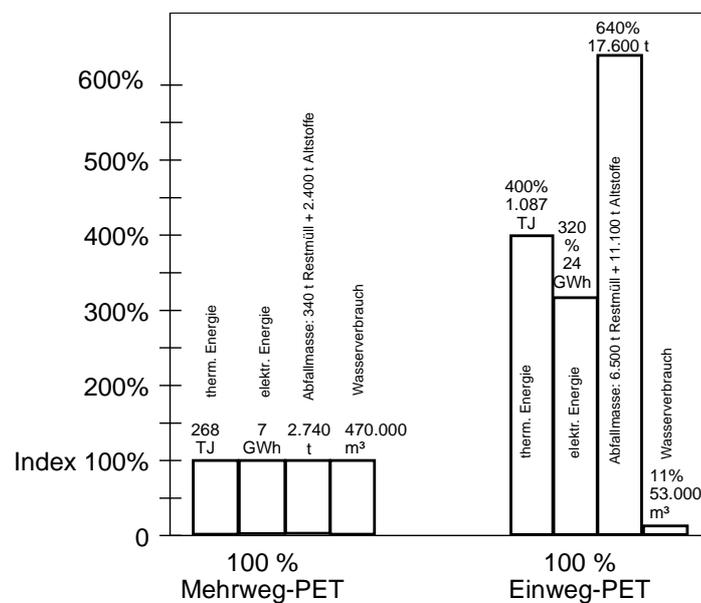
Der Wasserverbrauch verringert sich unter denselben Prämissen um etwa 40.000 m³.

Es sei darauf hingewiesen, daß die angeführten Werte nur unter der Voraussetzung gelten, daß die für das Jahr 1994 gemessenen Quoten für die stoffliche Verwertung von 70 % für Glas und 62 % für PET beibehalten werden.



6aa35

Abb. 7: Auswirkungen durch die Abfüllung von 500 Mio Liter Wasser in Einweg- bzw. Mehrweg-Glasgebinde



6aa35

Abb. 8: Auswirkungen durch die Abfüllung von 500 Mio Liter Wasser in Einweg- bzw. Mehrweg-PET-Gebinde

8 SENSITIVITÄTSANALYSE

In der Realität treten zum Teil wesentliche Abweichungen von den festgestellten Mittelwerten auf. Zur Beurteilung, in welchem Ausmaß verschiedene Maßnahmen die Ergebnisse beeinflussen oder gegebenenfalls die Vorteilhaftigkeit zwischen einzelnen Werkstoffen bzw. Einweg- oder Mehrwegsystemen verändern, dienen die Sensitivitätsanalysen. In der Folge werden

- Veränderungen der Transportentfernung
- Änderung der Gebindemasse von Einwegverpackungen
- unterschiedliche Arten der Müllbehandlung und verschiedene Quoten der Altstoffverwertung
- bei der Herstellung von PET-Granulat bereits berücksichtigte zweite Nutzung des Kunststoffes
- verschiedene Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebinden

untersucht.

Aus den dargestellten Ergebnissen kann die tatsächliche Veränderung der Ergebnisse bei Veränderung des jeweiligen Parameters in der angegebenen Höhe abgelesen werden. Weiters kann abgeschätzt werden, wie sich die Ergebnisse bei noch stärkeren Schwankungen der betrachteten Parameter verändern würden.

Die durch veränderte Annahmen sich ergebenden abweichenden Ergebnisse sind in Balkendiagrammen dargestellt, wobei die Bandbreite der jeweils variablen Größe mit einer senkrechten schwarzen Linie im jeweiligen Balken gekennzeichnet ist.

8.1 Transportentfernung

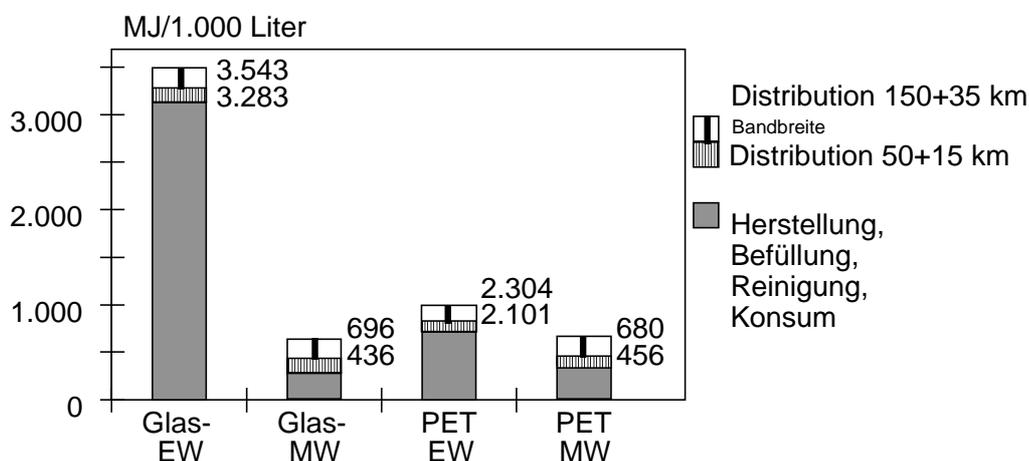
Die Veränderung der Transportentfernung hat primär Auswirkungen auf den Verbrauch an thermischer Energie. Konkret wurde die Auswirkung von zwei Szenarien untersucht:

- 50 km Ferntransport (dies entspricht einer Fahrtstrecke von 100 km hin und zurück) und 15 km Zustellentfernung
- 150 km Ferntransport (300 km Fahrtstrecke hin und zurück) und 35 km Zustellentfernung

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	MJ	3.134	74	1.986	116
Befüllung, Reinigung	MJ	0	213	0	213
Transport, Handel	MJ	von 149 bis 409	von 149 bis 409	von 115 bis 318	von 127 bis 351
Konsum	MJ	0	0	0	0
Gesamt	MJ	von 3.283 bis 3.543	von 436 bis 696	von 2.101 bis 2.304	von 456 bis 680

Anmerkung: Ferntransport zwischen 50 und 150 km sowie Zustellradien zwischen 15 und 35 km

Tab. 16: Einfluß zweier Distributionsdistanzen auf den Einsatz an thermischer Energie



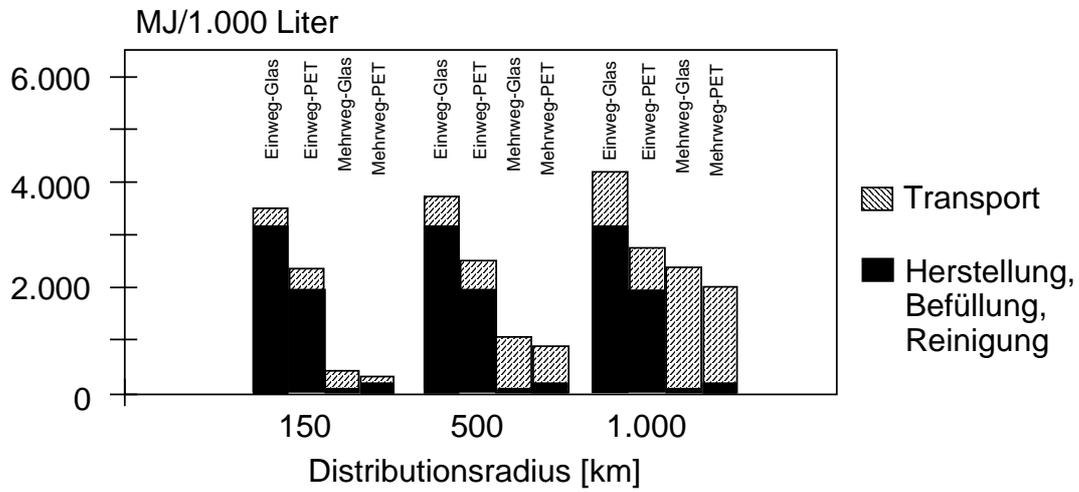
6aa33

Anmerkung: Ferntransport zwischen 50 und 150 km sowie Zustellradien zwischen 15 und 35 km

Abb. 9: Einfluß zweier Distributionsdistanzen auf den Einsatz an thermischer Energie

Eine weitere Extrapolation der Daten läßt erkennen, daß Mehrweggebinde selbst bei Distributionsdistanzen von mehr als 1.000 km Ferntransport und 35 km Zustellentfernung vorteilhafter als Einweggebinde bleiben. Dies gilt beim Straßentransport und selbst dann, wenn angenommen wird, daß bei Ferntransporten von Einweggebinden am Rückweg andere Fracht transportiert wird und dadurch keine Mehraufwendungen entstehen.

Der Transport per Bahn wird hauptsächlich bei sehr großen Transportdistanzen, z.B. für Transporte von Niederösterreich und vom Burgenland nach Vorarlberg, regelmäßig durchgeführt, hat jedoch von der transportierten Menge her nur untergeordnete Bedeutung.



6aa33

Anmerkung: Zustellradius 35 km
Ab einer Distanz von 500 km für den Ferntransport wurde angenommen, daß bei Einweggebinden am Rückweg andere Fracht transportiert wird

Abb. 10: Einfluß der Distributionsdistanzen auf den Einsatz an thermischer Energie

8.2 Änderung der Gebindemasse von Einwegverpackungen

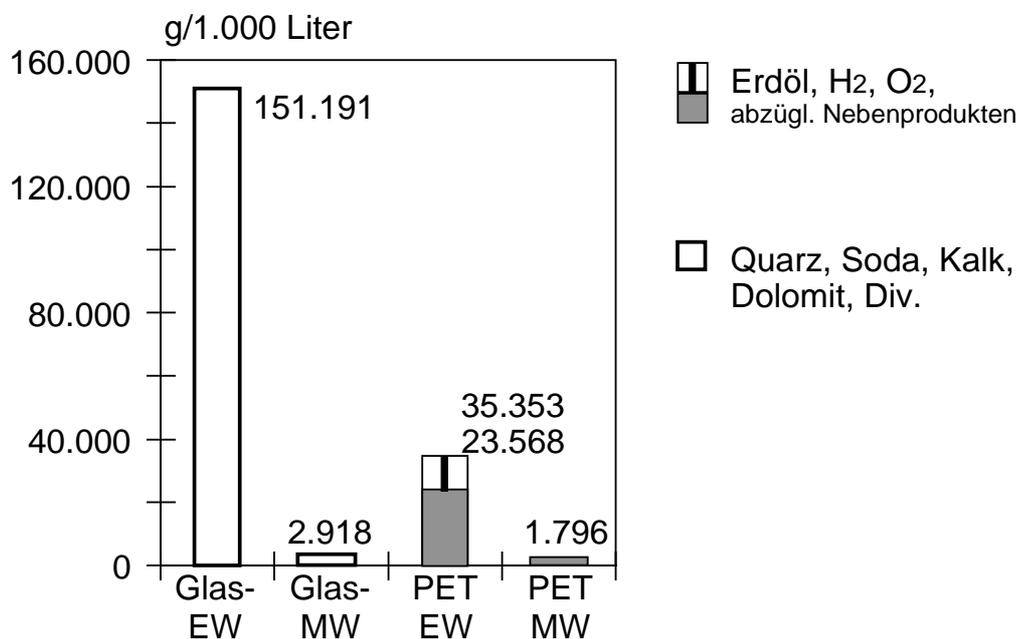
Die Masse der Einweggebinde nimmt durch technologische Fortschritte ständig ab. Vor kurzem wog eine 1,5-Liter-PET-Flasche noch 45 Gramm. Derzeit sind am österreichischen Markt bereits Gebinde mit 35 bis 40 Gramm anzutreffen. In naher Zukunft erscheint Herstellern von Einweg-PET-Gebinden eine Reduktion bis auf 30 Gramm je Stück möglich.

Sowohl bei Betrachtung des Einsatzes an Primärrohstoffen als auch des Restmüllaufkommens sind durch diese Maßnahme keine Verschiebungen im Rang der Vorteilhaftigkeit zwischen den betrachteten Gebindearten zu erwarten.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung Quarz, Soda, Kalk, Dolomit	g	151.191	2.918		
Herstellung Erdöl, H ₂ , O ₂				von 23.568 bis 35.353	1.796
Befüllung, Reinigung	g	0	0	0	0
Transport, Handel	g	0	0	0	0
Konsum	g	0	0	0	0
Gesamt	g	151.191	2.918	von 23.568 bis 35.353	1.796

Anmerkung: EW-PET-Gebindemasse zwischen 30 und 45 g/Stk

Tab. 17: Einfluß der Masse von PET-Einweggebinden auf den Einsatz an Primärrohstoffen



6aa33

Anmerkung: EW-PET-Gebindemasse zwischen 30 und 45 g/Stk

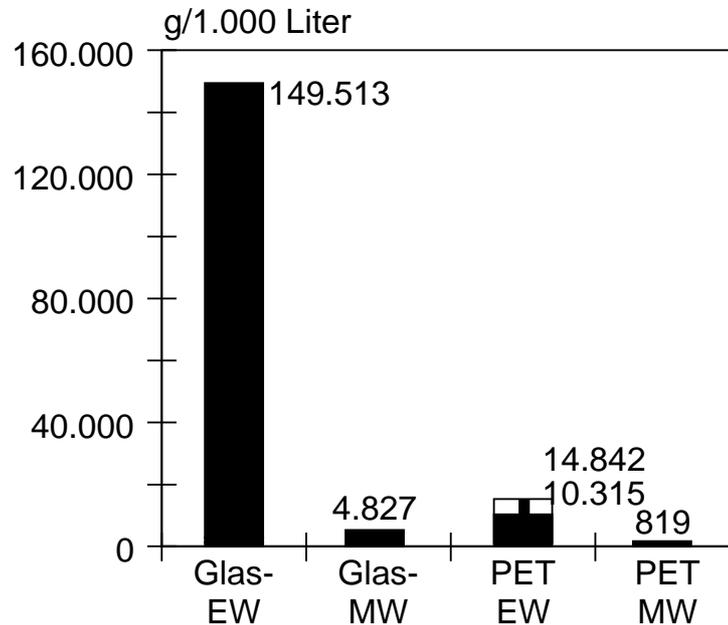
Abb. 11: Einfluß der Masse von PET-Einweggebinden auf den Einsatz an Primärrohstoffen

Bei den Auswirkungen auf das zu deponierende Restmüllaufkommen durch eine Veränderung der Masse von PET-Einweg-Gebinden ist zu beachten, daß sich durch eine Reduktion der Gebindemasse die zu deponierende Masse des Restmülls verändert. Eine Veränderung des Volumens des Restmülls ist bei gleichbleibender Füllmenge der Gebinde nicht zu erwarten.

Produktphase	Einh. je 1.000 l	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Herstellung	g	1.330	31	von 1.474 bis 2.211	112
Befüllung, Reinigung	g	0	11	0	9
Transport, Handel	g	1.383	0	261	0
Konsum	g	146.800	4.785	von 8.580 bis 12.370	698
Gesamt	g	149.513	4.827	von 10.315 bis 14.842	819

Anmerkung: EW-PET-Gebindemasse zwischen 30 und 45 g/Stk
Das Restmüllvolumen verändert sich durch eine Veränderung der Gebindemasse nicht

Tab. 18: Einfluß der Masse von PET-Einweggebinden auf die Restmüllmasse



6aa33

Anmerkung: EW-PET-Gebindemasse zwischen 30 und 45 g/Stk
Das Restmüllvolumen verändert sich durch eine Veränderung der Gebindemasse nicht

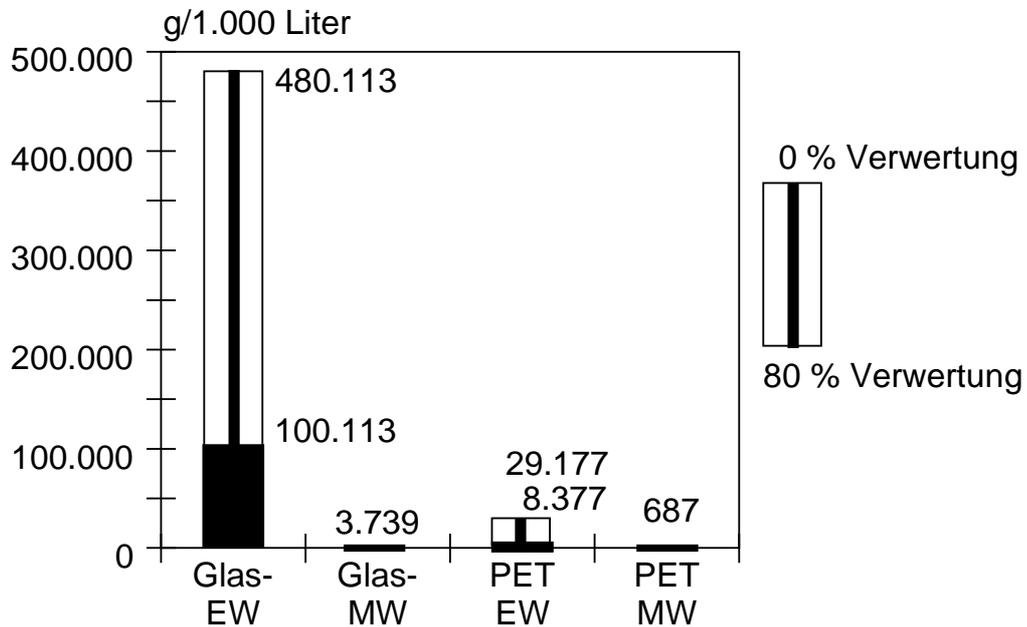
Abb. 12: Einfluß der Masse von PET-Einweggebinden auf die Restmüllmasse

8.3 Müllbehandlung und verschiedene Quoten der Altstoffverwertung

8.3.1 Müllbehandlung: Szenario Deponierung

Wesentlichen Einfluß auf die Restmüllmengen haben die Netto-Sammelquoten und die Netto-Verwertungsquoten von gebrauchten (Einweg-)Gebinden. Im Jahr 1994 lagen die Verwertungsquoten in Österreich bei 69,6 % für Glas und bei 62,1 % für PET. Die folgende Abbildung 13 zeigt die Auswirkungen von Verwertungsquoten zwischen 0 % und 80 %.

Gut zu erkennen ist die Bedeutung der getrennten Sammlung und Verwertung für die Verringerung der Restmüllmasse. Bei Verwendung sowohl von Glas-Einweggebinden als auch von PET-Einweggebinden fallen selbst bei einer 80 %igen Sammel- und Verwertungsrate wesentlich höhere Restmüllmengen an als bei den beiden betrachteten Mehrwegsystemen.

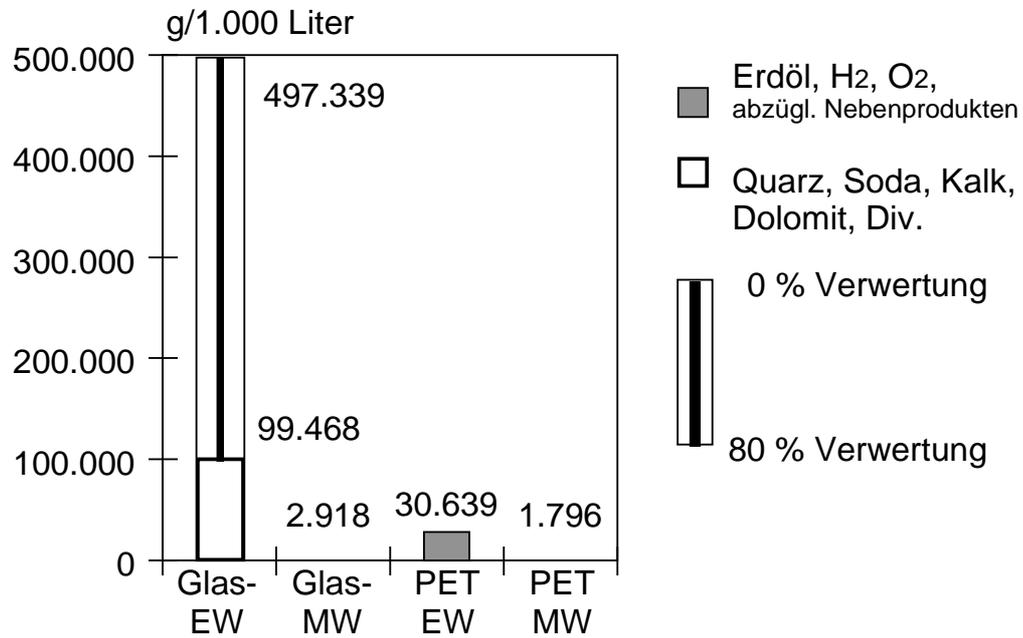


6aa33

Abb. 13: Restmüllaufkommen bei einer Verwertungsquote von Getränkeverpackungen zwischen 0 und 80 Prozent

Der erforderliche Einsatz an Primärrohstoffen für die Herstellung von PET-Einwegverpackungen verändert sich unter der Prämisse nicht, daß das PET primär für die Nutzung als Getränkegebinde hergestellt wurde. Etwaige Folgeprodukte aus stofflich verwerteten PET-Gebinden werden unter dieser Prämisse nicht mit der PET-Produktion belastet.

Später wird dargestellt, welcher Einsatz an Primärrohstoffen (insbesondere Erdöl) erforderlich ist, wenn bereits bei der Herstellung des PET-Granulates davon ausgegangen wird, daß der Kunststoff für insgesamt zwei Anwendungen vorgesehen wird.



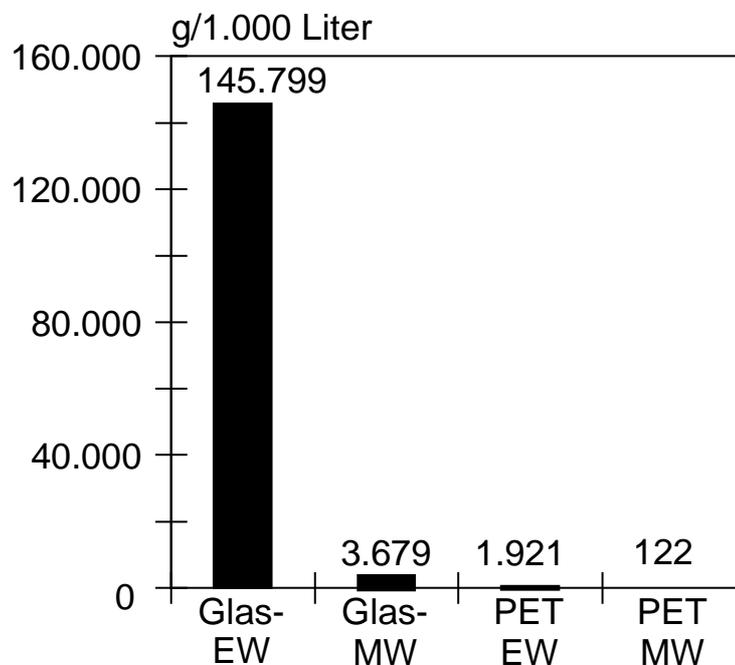
6aa33

Anmerkung: Den Werten liegt die Annahme zugrunde, daß PET-Granulat primär für eine Verarbeitung zu Getränkegebinden vorgesehen war

Abb. 14: Erforderlicher Einsatz an Primärrohstoffen bei einer Verwertung von Getränkeverpackungen zwischen 0 und 80 Prozent

8.3.2 Müllbehandlung: Szenario Behandlung in Verbrennungsanlagen mit Energienutzung

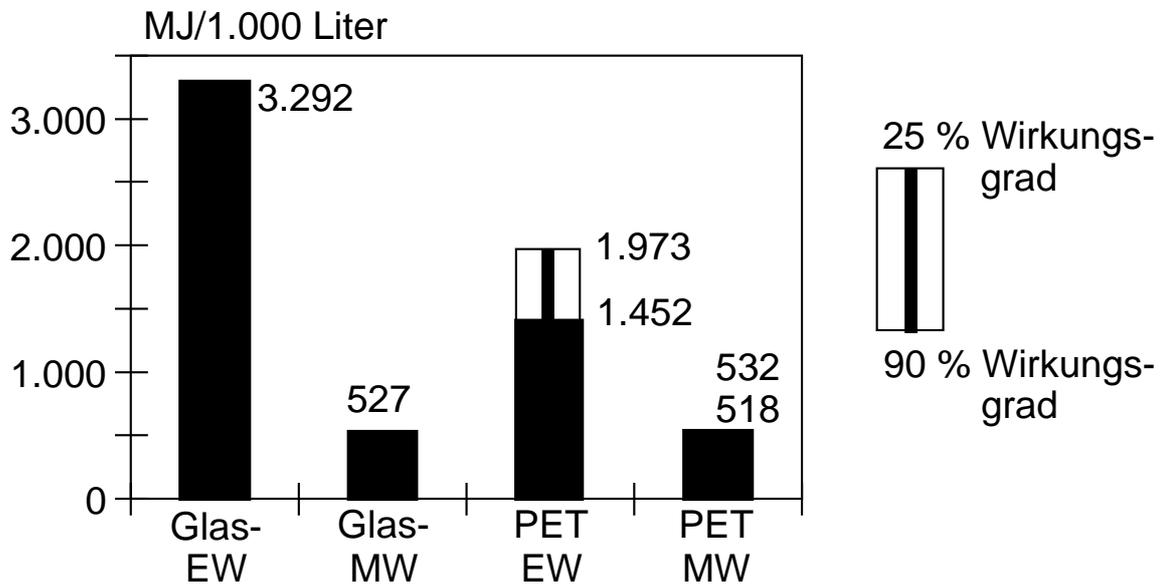
Bei einer Behandlung des Restmülls in Müllverbrennungsanlagen verringert sich die Masse und das Volumen der zu deponierenden Abfälle. In der Berechnung wurde die Nutzung der bei der Müllverbrennung anfallenden Energie mit einem Wirkungsgrad von 76 % berücksichtigt. Dieser Wirkungsgrad wird ausschließlich bei Auskoppelung von Fernwärme erzielt. Der berücksichtigte Wirkungsgrad wird derzeit nur von einer Anlage in Österreich erzielt, könnte aber auch von anderen Verbrennungsanlagen als Müllverbrennungsanlagen erreicht oder bei speziell ausgelegten Anlagen sogar überschritten werden.



6aa33

Abb. 15: Restmüllmasse bei Behandlung des gesamten österreichischen Restmülls in Müllverbrennungsanlagen

Unter Berücksichtigung verschiedener Wirkungsgrade von Verbrennungsanlagen ergeben sich für PET-Gebinde verschiedene Gutschriften für die bei der Verbrennung freiwerdende und anschließend genutzte Energie. Der Saldo des Einsatzes an thermischer Energie verändert sich damit. Bei PET-Mehrweggebinden beträgt die Veränderung des Saldo weniger als drei Prozent.



6aa33

Abb. 16: Erforderlicher Einsatz an thermischer Energie bei Behandlung des gesamten österreichischen Restmülls in Müllverbrennungsanlagen mit unterschiedlicher Nutzung der Energie

Unter Berücksichtigung der im Jahr 1995 in 1-l-Gebinden abgefüllten 500 Mio Liter Wässer ergäben sich unter der Prämisse der Behandlung der gesamten österreichischen Restmüllmenge in Müllverbrennungsanlagen mit einem Nutzungsgrad von 76 % folgende Verbrauchszahlen für die betrachteten Gebindearten:

	Einheit	Glas Einweg	Glas Mehrweg	PET Einweg	PET Mehrweg
Thermische Energie, entspricht .. Tonnen Heizöl	GJ t	1.650.000 41.000	263.000 6.600	782.000 19.600	260.000 6.500
Elektrische Energie	kWh	17.900	6.600	23.800	7.500
Wassermenge	m ³	57.000	470.000	53.000	470.000
Restmüll	t	73.000	1.800	960	60
Primärrohstoffe Quarz, Soda, Kalk, Dolomit	t	76.000	1.500		
Primärrohstoffe hpts. Erdöl	t			15.300	900

Anmerkung: Der berücksichtigte Nutzungsgrad der in der Müllverbrennung freiwerdenden Energie von 76 % wird derzeit nur von einer Anlage in Österreich erreicht

Tab. 19: Verbrauchszahlen bei einer jährlichen Abfüllung von 500 Mio Liter Wässer in unterschiedliche Gebindesysteme - Behandlung des Restmülls in Müllverbrennungsanlagen mit 76-%iger Nutzung der Energie

8.4 Bereits bei der Herstellung von PET-Granulat berücksichtigte zweite Nutzung

Grundsätzlich werden Kunststoffgranulate für spezielle Anwendungsbereiche hergestellt. Für die Spezifikation des Kunststoff-Rohmaterials ist der primäre Einsatzzweck ausschlaggebend. Nur durch spezielle anwendungsspezifische Rezepturen ist es möglich, z.B. die Wandstärke von Gebinden und damit deren Masse zu verringern und damit den erforderlichen Einsatz an Rohstoffen herabzusetzen.

Die nochmalige Verwendung des PET zur Herstellung von Getränkegebinden wird derzeit nicht praktiziert.

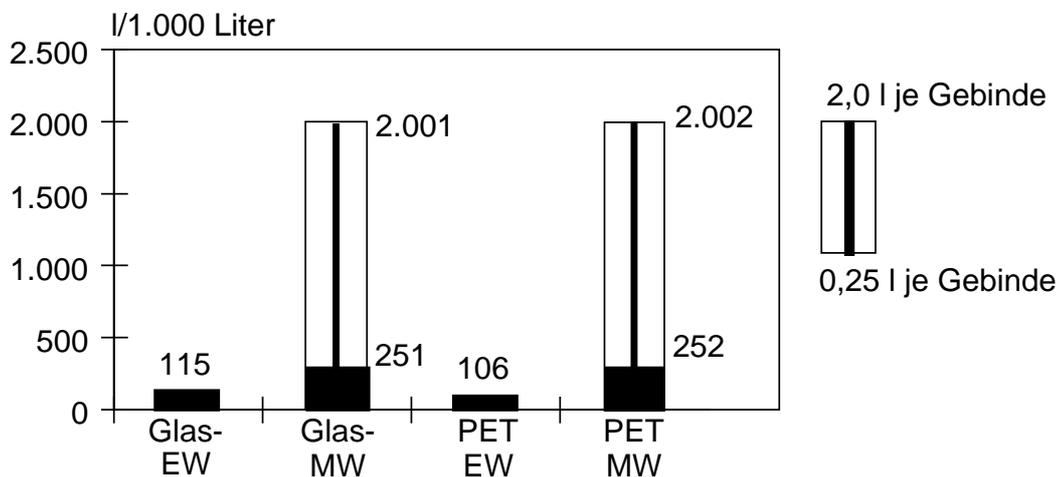
Geht man von der Annahme aus, daß PET-Granulat nicht nur für die Herstellung von Getränkegebinden hergestellt wird, sondern bereits bei der Produktion des Granulates eine mehrfache Nutzung vorgesehen ist, so ist ähnlich einer Kostenträgerrechnung eine Verteilung des Aufwandes für die Herstellung des Kunststoffes auf alle vorgesehenen Anwendungen durchzuführen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß auch für die stoffliche Verwertung Aufwendungen erforderlich sind, die dem Folgeprodukt zuzurechnen sind.

Unter der Prämisse, daß PET-Rohmaterial bereits bei der Produktion nicht nur für die Verwendung als Getränkegebilde, sondern auch für eine weitere, eine zweite Nutzung, vorgesehen wurde und auch tatsächlich eingesetzt wird, sind den PET-Einweggebilden der Einsatz von 21.126 g je 1.000 Liter Getränk an Primärrohstoffen zuzurechnen. Dies gilt bei einer stofflichen Verwertung von 62,1 % aller in Verkehr gesetzten PET-Einweggebilde. Im Vergleich dazu sind bei Berücksichtigung nur einer einzigen Nutzung, und zwar als Getränkeverpackung, 30.639 g je 1.000 Liter Getränk zuzurechnen.

8.5 Verschiedene Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebilden

Für die Reinigung von Mehrweggebilden werden sehr unterschiedliche Anlagen eingesetzt. Der Wasserverbrauch dieser Waschanlagen schwankt von 0,25 Liter bis 2,0 Liter je 1-l-Gebilde. Die Auswahl der jeweiligen Anlagen erfolgt durch die Abfüller nach ökonomischen Optimierungskriterien. Je teurer der Frischwasserbezug und die Abwasserableitung sind, desto mehr Wert wird auf wassersparende Reinigungsanlagen gelegt.

Mit dem ausschließlichen Einsatz wassersparender Reinigungsanlagen für Mehrweggebilde könnten gegenüber dem derzeitigen Wasserverbrauch etwa 350.000 m³ Wasser pro Jahr gespart werden.



6aa33

Abb. 17: Wasserverbrauch beim Einsatz unterschiedlicher Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebilden

9 ZUSAMMENFASSUNG UND RESÜMEE

9.1 Ergebnisse der Untersuchungen

Den vorliegenden Ergebnissen liegt eine Untersuchung über die Auswirkungen der Verwendung von Einweg- bzw. Mehrweggebinden aus Glas bzw. PET mit einem Füllvolumen von einem Liter bzw. 1,5-Liter bei Einweg-PET-Gebinden für die Verpackung von Wässern und Limonaden zugrunde.

Unter den derzeit in Österreich herrschenden Rahmenbedingungen entsprechen die untersuchten Mehrwegsysteme besser den Anforderungen an nachhaltiges Wirtschaften als die untersuchten Einwegsysteme.

Unter den betrachteten Einwegsystemen ist der Werkstoff PET dem Werkstoff Glas vorzuziehen. Bei den Mehrwegsystemen kann keine deutliche Präferenz hinsichtlich eines der beiden untersuchten Werkstoffe konstatiert werden.

Im Jahr 1995 wurden in Österreich etwa 500 Millionen Liter Wässer in 1- bis 1,5-l-Gebinde abgefüllt. Beim Einsatz von Einweg-Glasgebinden ist bei dieser Abfüllmenge die Restmüllmenge gegenüber dem Einsatz von Glas-Mehrweggebinden um 73.000 t/a höher, beim Einsatz von Einweg-PET-Gebinden um 6.000 t/a höher als beim Einsatz von PET-Mehrweggebinden. Die Gesamtabfallmenge inkl. der verwerteten Altstoffe ist beim Einsatz von Einweg-Glasgebinden um 240.000 t/a höher als bei den Glas-Mehrwegsystemen, beim Einsatz von Einweg-PET-Gebinden um 14.000 t/a höher als bei den PET-Mehrwegsystemen.

Der Verbrauch an Primärrohstoffen ist beim Einsatz von Einweg-Glasgebinden um etwa 75.000 t/a Glasrohstoffe und beim Einsatz von Einweg-PET-Gebinden um etwa 14.400 t/a (vornehmlich Erdöl) höher als beim Einsatz von stoffgleichen Mehrwegsystemen.

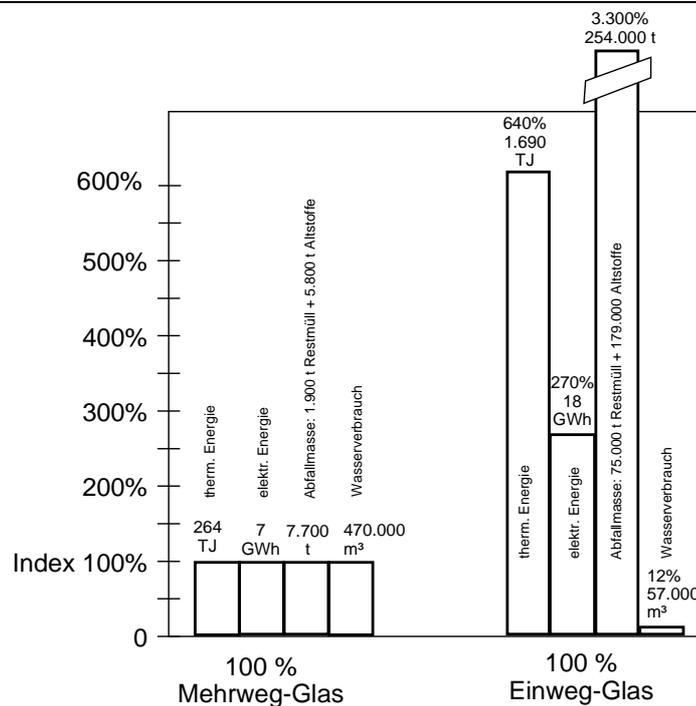
Beim Einsatz von PET-Mehrweggebinden wird etwa ein Viertel der thermischen Energie benötigt als bei PET-Einweggebinden. Gegenüber dem Einsatz von Einweg-Glasgebinden benötigen PET-Mehrweggebinde ca. 16 % der thermischen Energie.

An elektrischer Energie wird für die Mehrwegsysteme ungefähr ein Drittel gegenüber dem Einsatz an elektrischer Energie bei den Einwegsystemen verbraucht.

	Einheit	500 Mio l in Glas Einweg	500 Mio l in Glas Mehrweg	500 Mio l in PET Einweg (1,5-Liter)	500 Mio l in PET Mehrweg
Thermische Energie, entspricht .. Tonnen Heizöl	GJ/a t/a	1.690.000 42.000	264.000 6.600	1.087.000 27.200	268.000 6.700
Elektrische Energie	MWh/a	17.900	6.600	23.800	7.500
Wassermenge	m ³ /a	57.000	470.000	53.000	470.000
Altstoffe	t/a	179.000	5.800	11.100	2.400
Restmüll	t/a	75.000	1.900	6.500	340
Primärrohstoffe Quarz, Soda, Kalk, Dolomit	t/a	76.000	1.500		
Primärrohstoffe hpts. Erdöl	t/a			15.300	900

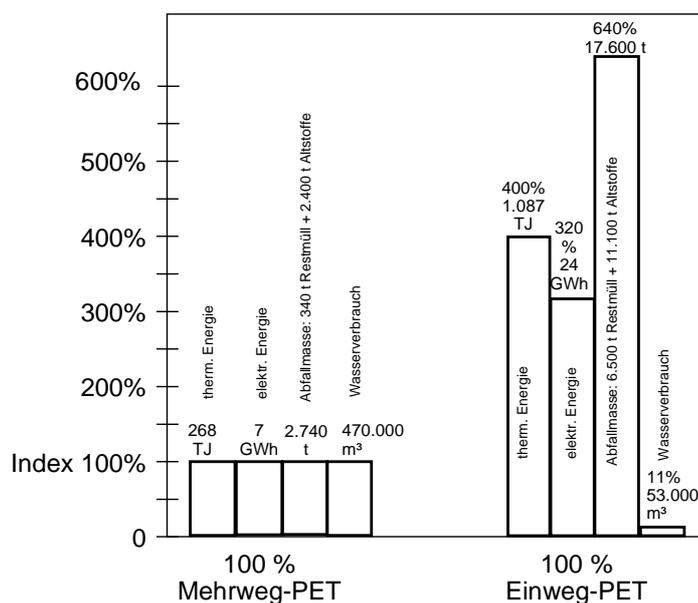
Anmerkung: Restmüllbehandlung: Deponierung

Tab. 20: Verbrauchszahlen für die jährliche Abfüllung von 500 Mio Liter Wasser in unterschiedliche Gebindesysteme



6aa35

Abb. 18: Auswirkungen durch die Abfüllung von 500 Mio Liter Wasser in Einweg-Glasbinde bzw. Mehrweg-Glasbinde



6aa35

Abb. 19: Auswirkungen durch die Abfüllung von 500 Mio Liter Wässer in Einweg-PET-Gebinde bzw. Mehrweg-PET-Gebinde

9.2 Sensitivität der Ergebnisse

Die eingesetzte Wassermenge zum Reinigen von Mehrweggebinden beträgt derzeit ca. 0,94 Liter je Liter Füllgut. Einzelne Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebinden kommen jedoch derzeit bereits mit etwa 0,25 Liter je Liter Füllgut aus. Im Vergleich dazu ist für Einweggebinde der Einsatz von etwa 0,1 Liter Wasser je Liter Füllgut zu beobachten.

Bei Behandlung des gesamten österreichischen Restmülls in Müllverbrennungsanlagen mit Nutzung der anfallenden Energie inklusive einer effizienten Auskoppelung an Wärme⁵ wäre beim Einsatz des Systems PET-Einweg ein etwa drei mal so hoher Energiebedarf als beim Einsatz von Mehrwegsystemen gegeben. Die Abfüllung von 500 Millionen Litern in Einweg-PET-Gebinde würde weiters gegenüber dem PET-Mehrwegsystem trotz der hochgradigen energetischen Nutzung den Einsatz von zusätzlichen 14.400 Tonnen vornehmlich Erdöl als Primärrohstoff erforderlich machen.

⁵ Die berücksichtigte Nutzung der in der Müllverbrennung freiwerdenden Energie zu 76 % wird derzeit nur in einer Anlage in Österreich erreicht.

Nur unter der Kombination der Annahmen,

- daß bereits bei der Herstellung von PET-Granulat die zweifache Verwendung des PET sowohl für Getränkegebinde als auch für eine weitere Verwendung berücksichtigt wird,
- und daß Restmüll flächendeckend in Anlagen mit einem thermischen Wirkungsgrad von 76 % behandelt wird (derzeit wird dieser Wert von einer von drei Müllverbrennungsanlagen in Österreich erreicht),
- und daß 62 % aller Einweg-PET-Flaschen stofflich verwertet werden (wie für das Jahr 1994 in Österreich gemessen),

nähern sich die Verbrauchszahlen für thermische und elektrische Energie sowie das Müllaufkommen des Systems PET-Einweg den Werten der Mehrwegsysteme an. Bei der Abfüllung von 500 Millionen Litern würde jedoch gegenüber dem PET-Mehrwegsystem trotzdem der Einsatz von zusätzlichen fast 10.000 Tonnen vornehmlich Erdöl als Rohstoff erforderlich sein und zusätzliche 8.700 Tonnen Altstoffe getrennt gesammelt und einer stofflichen Verwertung zugeführt werden müssen.

10 ANHANG

10.1 Berechnungsansätze - Mittelwerte Österreich

	Mittelwerte Österreich
Distributionsdistanz Ferntransport	80 km
Distributionsdistanz Zustelltransport	25 km
Fassungsvermögen Ferntransport LKW-Zug	
1-1-Einweg-Glas	34 Paletten, 13.056 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-Glas	34 Paletten, 13.056 Liter Getränk
1,5-1-Einweg-PET	33 Paletten, 16.532 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-PET	34 Paletten, 15.232 Liter Getränk
Fassungsvermögen Zustelltransport großer Zustell-LKW	
1-1-Einweg-Glas	17 Paletten, 6.528 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-Glas	17 Paletten, 6.528 Liter Getränk
1,5-1-Einweg-PET	17 Paletten, 8.568 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-PET	17 Paletten, 7.616 Liter Getränk
Fassungsvermögen Zustelltransport kleiner Zustell-LKW	
1-1-Einweg-Glas	10 Paletten, 3.840 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-Glas	10 Paletten, 3.840 Liter Getränk
1,5-1-Einweg-PET	10 Paletten, 3.840 Liter Getränk
1-1-Mehrweg-PET	10 Paletten, 3.840 Liter Getränk
Treibstoffverbrauch Ferntransport, LKW-Zug	33 l/100 km
großer Zustell-LKW	30 l/100 km
kleiner Zustell-LKW	25 l/100 km
Distributionsmix	
Anteil großer Zustell-LKW	80 %
Anteil kleiner Zustell-LKW	20 %

Tab. 21: Allgemeine Berechnungsansätze - Mittelwerte Österreich

1-1-Glas-Einweggebinde	Mittelwerte Österreich
Gebindemasse	475 g/Stk
Netto-Verwertungsrate	69,6 %
Transporteinheit Wellpappe für je 6 Stk Flaschen	166 g/Stk
Verwertungsgrad der Transporteinheiten (fallen im Handel an)	95 %
Behandlung der nicht verwerteten Abfälle	Restmüll, Deponie

Tab. 22: Berechnungsansätze für 1-l-Glas-Einweggebinde - Mittelwerte Österreich

1-l-Glas-Mehrweggebinde	Mittelwerte Österreich
Gebindemasse	630 g/Stk
Umlaufzahl (Anzahl der Befüllungen bis zum Ausscheiden)	57
Rücklaufquote der Gebinde vom Konsum zum Abfüller	99 %
Behandlung der nicht rücklaufenden Gebinde	Restmüll, Deponie, Altstoffverwertung
Transporteinheit Kisten für je 12 Stk Flaschen	2.000 g/Stk
Umlaufzahl der Kästen	150
Verwertungsquote der Kästen	99 %
Behandlung der nicht verwerteten Kästen	Restmüll, Deponie

Tab. 23: Berechnungsansätze für 1-l-Glas-Mehrweggebinde - Mittelwerte Österreich

1,5-l-PET-Einweggebinde	Mittelwerte Österreich
Gebindemasse	39 g/Stk
Netto-Verwertungsrate	62,1 %
Transporteinheit für je 6 Stk Flaschen eine Lage Wellpappe und PE-Schrumpffolie	
Masse Wellpappe	18 g/Stk
Masse PE-Folie	29 g/Stk

Tab. 24: Berechnungsansätze für 1,5-l-PET-Einweggebinde - Mittelwerte Österreich

1,0-l-PET-Mehrweggebinde	Mittelwerte Österreich
Gebindemasse	85 g/Stk
Umlaufzahl (Anzahl der Befüllungen bis zum Ausscheiden)	56
Rücklaufquote der Gebinde vom Konsum zum Abfüller	99 %
Behandlung der nicht rücklaufenden Gebinde	Restmüll, Deponie, Altstoffverwertung
Transporteinheit Kisten für je 14 Stk Flaschen	1.935 g/Stk
Umlaufzahl der Kästen	150
Verwertungsquote der Kästen	99 %
Behandlung der nicht verwerteten Kästen	Restmüll, Deponie

Tab. 25: Berechnungsansätze für 1-l-PET-Mehrweggebinde - Mittelwerte Österreich

10.2 Berechnungsblätter der Basisvarianten

10.2.1 Glas-Einweg

Glas-EW		Herstellg	Befüllung	Transport	Konsum	MVA	Gesamt	Gesamt
			Reinigg	Handel			Deponie	MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	475 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	475 g/l							
	475.000 g/1000l							
Verwertungsrate	69,6%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	318,3						
(Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/1000l	151.191,1					151.191	151.191
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.330,0			144.400,0		145.730	145.730
Altstoffe	g/1000l				330.600,0		330.600	330.600
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	3.021,0		241,5			3.262	3.262
Energie elektr.	kWh/1000l	23,8	12,0				36	36
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	47,5	67,0				115	115
Verschluß PE	3 g/Stk							
Verwertungsquote	20%							
Altstoffe	g/1000l				600,0		600	600
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				2.400,0	-2.400,0	2.400	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	112,8				-73,0	113	40
Transporteinheiten	166 g/Stk							
Karton	27.667 g/1000l							
Flaschen je Karton	6 Stk/Stk							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			26.283,3			26.283	26.283
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			1.383,3		-1.314,2	1.383	69
Heizwert	MJ/kg					10,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie therm.	MJ/1000l					-10,0	0	-10
Gesamt	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	3.134	0	241	0	-83	3.375	3.292
Energie elektr.	kWh	24	12	0	0	0	36	36
Wassermenge	l	48	67	0	0	0	115	115
Altstoffe	g	0	0	26.283	331.200	0	357.483	357.483
Restmüll	g	1.330	0	1.383	146.800	-3.714	149.513	145.799
Primärrohstoffe	g	151.191					151.191	151.191

10.2.2 Glas-Mehrweg

Glas-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	630 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	630 g/l							
Umlaufzahl	57							
Rücklaufquote	99%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Masse je Liter	11,15 g							
Scherbeneinsatz	75%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	261,8						
(Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/1000l	2.918,4					2.918	2.918
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	31,2			3.636,9		3.668	3.668
Altstoffe	g/1000l		6.300,0		1.212,3		7.512	7.512
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	70,9	213,4	241,5			526	526
Energie elektr.	kWh/1000l	0,6	12,7				13	13
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	1,1	943,9				945	945
Verschleiß PE								
	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1
Transporteinheit								
Kästen PE								
	2.000 g							
Umlaufzahl	150							
Flaschen je Kasten	12 Stk/Stk							
Kästen	1.111 g/1000l							
Verwertungsquote	99%							
Altstoffe	g/1000l		1.100,0				1.100	1.100
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		11,1				11	11
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	74	213	241	0	-2	529	527
Energie elektr.	kWh	1	13	0	0	0	13	13
Wassermenge	l	1	944	0	0	0	945	945
Altstoffe	g	0	10.340	0	1.212	0	11.552	11.552
Restmüll	g	31	11	0	3.697	-60	3.739	3.679
Primärrohstoffe	g	2.918					2.918	2.918

10.2.3 PET-Einweg 1,5-Liter

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	26.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	30.638,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				16.146,0		16.146	16.146
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.916,2			9.854,0	-9.854,0	11.770	1.916
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.939,3		187,4		-573,0	2.127	1.554
Energie elektr.	kWh/1000l	39,5	8,0				48	48
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	38,7	67,0				106	106
Verschluß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-30,4	47	17
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-4,9	0	-5
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,8	0	-1
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.986	0	187	0	-609	2.174	1.565
Energie elektr.	kWh	40	8	0	0	0	48	48
Wassermenge	l	39	67	0	0	0	106	106
Altstoffe	g	0	0	4.961	17.146	0	22.107	22.107
Restmüll	g	1.916	0	261	10.854	-11.110	13.031	1.921
Primärrohstoffe	g	30.639	0	0	0	0	30.639	30.639

10.2.4 PET-Mehrweg 1,0 bis 1,5 Liter

1 bis 1,5-l-PET-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	85 g							
Umlaufzahl	56							
Masse je Liter	1,52 g							
Rücklaufquote	99,0%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	1.795,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l		850,0		168,5		1.018	1.018
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	112,3			505,5	-505,5	618	112
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	113,7	213,4	207,0		-14,1	534	520
Energie elektr.	kWh/1000l	2,3	12,7				15	15
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	2,3	943,9				946	946
Verschuß								
	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
Energie therm.	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie therm.	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1
Transporteinheit								
							0	0
Kästen	1.935 g						0	0
Umlaufzahl	150						0	0
Flaschen je Kasten	14							
Kästen	921 g/1000l						0	0
Verwertungsquote	99%						0	0
Altstoffe	g/1000l		912,2				912	912
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		9,2				9	9
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	116	213	207	0	-16	537	521
Energie elektr.	kWh	2	13	0	0	0	15	15
Wassermenge	l	2	944	0	0	0	946	946
Altstoffe	g	0	4.702	0	168	0	4.871	4.871
Restmüll	g	112	9	0	565	-565	687	122
Primärrohstoffe	g	1.796	0	0	0	0	1.796	1.796

10.3 Berechnungsblätter der Sensitivitätsanalysen

In der Folge sind die Berechnungsblätter der Sensitivitätsanalysen dargestellt. Die jeweils gegenüber der Basisvarianten veränderten Voraussetzungen sind gesondert durch einen Rahmen und eine graue Hinterlegung markiert.

10.3.1 Sensitivität der Gebindemasse von Einwegverpackungen

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	30 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	20 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	20.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	23.568,4						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				12.420,0		12.420	12.420
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.474,0			7.580,0	-7.580,0	9.054	1.474
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.491,8		187,4		-440,8	1.679	1.238
Energie elektr.	kWh/1000l	30,4	8,0				38	38
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	29,8	67,0				97	97
Verschuß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-30,4	47	17
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-4,9	0	-5
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,8	0	-1
Gesamt		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.539	0	187	0	-477	1.726	1.249
Energie elektr.	kWh	30	8	0	0	0	38	38
Wassermenge	l	30	67	0	0	0	97	97
Altstoffe	g	0	0	4.961	13.420	0	18.381	18.381
Restmüll	g	1.474	0	261	8.580	-8.836	10.315	1.479
Primärrohstoffe	g	23.568	0	0	0	0	23.568	23.568

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	45 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	30 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	30.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H2, O2, abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	35.352,6						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				18.630,0		18.630	18.630
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	2.211,0			11.370,0	-11.370,0	13.581	2.211
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	2.237,7		187,4		-661,2	2.425	1.764
Energie elektr.	kWh/1000l	45,6	8,0				54	54
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	44,7	67,0				112	112
Verschleiß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-30,4	47	17
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-4,9	0	-5
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,8	0	-1
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	2.285	0	187	0	-697	2.472	1.775
Energie elektr.	kWh	46	8	0	0	0	54	54
Wassermenge	l	45	67	0	0	0	112	112
Altstoffe	g	0	0	4.961	19.630	0	24.591	24.591
Restmüll	g	2.211	0	261	12.370	-12.626	14.842	2.216
Primärrohstoffe	g	35.353	0	0	0	0	35.353	35.353

10.3.2 Sensitivität - Quoten der Altstoffverwertung

Glas-EW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	475 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	475 g/l							
	475.000 g/1000l							
Verwertungsrate	0,0%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.047,0						
(Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/1000l	497.339,3					497.339	497.339
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.330,0			475.000,0		476.330	476.330
Altstoffe	g/1000l				0,0		0	0
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	3.021,0		241,5			3.262	3.262
Energie elektr.	kWh/1000l	23,8	12,0				36	36
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	47,5	67,0				115	115
Verschluß PE	3 g/Stk							
Verwertungsquote	20%							
Altstoffe	g/1000l				600,0		600	600
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				2.400,0	-2.400,0	2.400	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	112,8				-73,0	113	40
Transporteinheiten	166 g/Stk							
Karton	27.667 g/1000l							
Flaschen je Karton	6 Stk/Stk							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			26.283,3			26.283	26.283
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			1.383,3		-1.314,2	1.383	69
Heizwert	MJ/kg					10,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie therm.	MJ/1000l					-10,0	0	-10
Gesamt	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	3.134	0	241	0	-83	3.375	3.292
Energie elektr.	KWh	24	12	0	0	0	36	36
Wassermenge	l	48	67	0	0	0	115	115
Altstoffe	g	0	0	26.283	600	0	26.883	26.883
Restmüll	g	1.330	0	1.383	477.400	-3.714	480.113	476.399
Primärrohstoffe	g	497.339					497.339	497.339

Glas-EW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	475 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	475 g/l							
	475.000 g/1000l							
Verwertungsrate	80,0%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	209,4						
(Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/1000l	99.467,9					99.468	99.468
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.330,0			95.000,0		96.330	96.330
Altstoffe	g/1000l				380.000,0		380.000	380.000
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	3.021,0		241,5			3.262	3.262
Energie elektr.	kWh/1000l	23,8	12,0				36	36
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	47,5	67,0				115	115
Verschluß PE								
	3 g/Stk							
Verwertungsquote	20%							
Altstoffe	g/1000l				600,0		600	600
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				2.400,0	-2.400,0	2.400	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	112,8				-73,0	113	40
Transporteinheiten								
	166 g/Stk							
Karton								
	27.667 g/1000l							
Flaschen je Karton	6 Stk/Stk							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			26.283,3			26.283	26.283
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			1.383,3		-1.314,2	1.383	69
Heizwert	MJ/kg					10,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie therm.	MJ/1000l					-10,0	0	-10
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	3.134	0	241	0	-83	3.375	3.292
Energie elektr.	KWh	24	12	0	0	0	36	36
Wassermenge	l	48	67	0	0	0	115	115
Altstoffe	g	0	0	26.283	380.600	0	406.883	406.883
Restmüll	g	1.330	0	1.383	97.400	-3.714	100.113	96.399
Primärrohstoffe	g	99.468					99.468	99.468

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	0,0%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	26.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H2, O2, abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	30.638,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				0,0		0	0
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.916,2			26.000,0	-26.000,0	27.916	1.916
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.939,3		187,4		-573,0	2.127	1.554
Energie elektr.	kWh/1000l	39,5	8,0				48	48
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	38,7	67,0				106	106
Verschluß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-30,4	47	17
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-4,9	0	-5
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,8	0	-1
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.986	0	187	0	-609	2.174	1.565
Energie elektr.	kWh	40	8	0	0	0	48	48
Wassermenge	l	39	67	0	0	0	106	106
Altstoffe	g	0	0	4.961	1.000	0	5.961	5.961
Restmüll	g	1.916	0	261	27.000	-27.256	29.177	1.921
Primärrohstoffe	g	30.639	0	0	0	0	30.639	30.639

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	80,0%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	26.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	30.638,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				20.800,0		20.800	20.800
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.916,2			5.200,0	-5.200,0	7.116	1.916
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.939,3		187,4		-573,0	2.127	1.554
Energie elektr.	kWh/1000l	39,5	8,0				48	48
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	38,7	67,0				106	106
Verschluß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-30,4	47	17
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-4,9	0	-5
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,8	0	-1
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.986	0	187	0	-609	2.174	1.565
Energie elektr.	kWh	40	8	0	0	0	48	48
Wassermenge	l	39	67	0	0	0	106	106
Altstoffe	g	0	0	4.961	21.800	0	26.761	26.761
Restmüll	g	1.916	0	261	6.200	-6.456	8.377	1.921
Primärrohstoffe	g	30.639	0	0	0	0	30.639	30.639

10.3.3 Sensitivität - Nutzungsgrade der Energie bei Müllverbrennungsanlagen

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	26.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	30.638,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				16.146,0		16.146	16.146
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.916,2			9.854,0	-9.854,0	11.770	1.916
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	25%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.939,3		187,4		-188,5	2.127	1.938
Energie elektr.	kWh/1000l	39,5	8,0				48	48
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	38,7	67,0				106	106
Verschluß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	25%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-10,0	47	37
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	25%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-1,6	0	-2
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,3	0	0
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.986	0	187	0	-200	2.174	1.973
Energie elektr.	kWh	40	8	0	0	0	48	48
Wassermenge	l	39	67	0	0	0	106	106
Altstoffe	g	0	0	4.961	17.146	0	22.107	22.107
Restmüll	g	1.916	0	261	10.854	-11.110	13.031	1.921
Primärrohstoffe	g	30.639	0	0	0	0	30.639	30.639

PET-EW 1,5-l		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	0,0%							
Netto-Aufwand	100,0%							
Materialverbrauch	26.000 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	30.638,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l				16.146,0		16.146	16.146
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	1.916,2			9.854,0	-9.854,0	11.770	1.916
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	90%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	1.939,3		187,4		-678,6	2.127	1.448
Energie elektr.	kWh/1000l	39,5	8,0				48	48
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	38,7	67,0				106	106
Verschluß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l				1.000,0		1.000	1.000
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				1.000,0	-1.000,0	1.000	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	90%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0				-36,0	47	11
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1			4.961	4.961
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1		-256,1	261	5
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	90%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l					-5,8	0	-6
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg					10,0		
therm. Energie Karton	MJ/1000l					-0,9	0	-1
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	1.986	0	187	0	-721	2.174	1.452
Energie elektr.	kWh	40	8	0	0	0	48	48
Wassermenge	l	39	67	0	0	0	106	106
Altstoffe	g	0	0	4.961	17.146	0	22.107	22.107
Restmüll	g	1.916	0	261	10.854	-11.110	13.031	1.921
Primärrohstoffe	g	30.639	0	0	0	0	30.639	30.639

1 bis 1,5-l-PET-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	85 g							
Umlaufzahl	56							
Masse je Liter	1,52 g							
Rücklaufquote	99,0%							
Verw.Quote Nicht- Rücklauf	25%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	1.795,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l		850,0		168,5		1.018	1.018
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	112,3			505,5	-505,5	618	112
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	25%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	113,7	213,4	207,0		-4,6	678	673
Energie elektr.	kWh/1000l	2,3	12,7				15	15
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	2,3	943,9				946	946
Verschluss								
	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
Energie therm.	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	25%							
Energie therm.	MJ/1000l	2,8				-0,6	3	2
Transporteinheit								
							0	0
Kästen	1.935 g						0	0
Umlaufzahl	150						0	0
Flaschen je Kasten	14							
Kästen	921 g/1000l						0	0
Verwertungsquote	99%						0	0
Altstoffe	g/1000l		912,2				912	912
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		9,2				9	9
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	116	213	207	0	-5	537	532
Energie elektr.	kWh	2	13	0	0	0	15	15
Wassermenge	l	2	944	0	0	0	946	946
Altstoffe	g	0	4.702	0	168	0	4.871	4.871
Restmüll	g	112	9	0	565	-565	687	122
Primärrohstoffe	g	1.796	0	0	0	0	1.796	1.796

1 bis 1,5-l-PET-MW		Herstellg	Befüllung Reinigung	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt
Gebinde								
Masse je Gebinde	85 g							
Umlaufzahl	56							
Masse je Liter	1,52 g							
Rücklaufquote	99,0%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	1.795,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l		850,0		168,5		1.018	1.018
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	112,3			505,5	-505,5	618	112
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	90%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	113,7	213,4	207,0		-16,6	678	661
Energie elektr.	kWh/1000l	2,3	12,7				15	15
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	2,3	943,9				946	946
Verschluß	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
Energie therm.	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	90%							
Energie therm.	MJ/1000l	2,8				-2,2	3	1
Transporteinheit							0	0
Kästen	1.935 g						0	0
Umlaufzahl	150						0	0
Flaschen je Kasten	14							
Kästen	921 g/1000l						0	0
Verwertungsquote	99%						0	0
Altstoffe	g/1000l		912,2				912	912
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		9,2				9	9
Gesamt	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	116	213	207	0	-19	537	518
Energie elektr.	kWh	2	13	0	0	0	15	15
Wassermenge	l	2	944	0	0	0	946	946
Altstoffe	g	0	4.702	0	213	0	4.871	4.871
Restmüll	g	112	9	0	565	-565	687	122
Primärrohstoffe	g	1.796	0	0	0	0	1.796	1.796

10.3.4 Sensitivität - Berücksichtigung einer zweifachen Nutzung von PET

PET-EW 1,5-l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA	
Gebinde								
Masse je Gebinde	39 g/Stk							
Inhalt	1,5 l/Stk							
Masse je Liter	26 g/l							
Verwertungsrate	62,1%							
Recyclinggutschrift	50,0%	entspricht einer zweimaligen Verwendung des PET						
Netto-Aufwand	69,0%							
Materialverbrauch	17.927 g/1000l							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	21.125,5						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l			16.146,0		16.146	16.146	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	660,6		9.854,0	-9.854,0	10.515	661	
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg				29,0			
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	668,6		187,4	-395,1	856	461	
Energie elektr.	kWh/1000l	13,6	8,0			22	22	
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	13,4	67,0			80	80	
Verschuß PE								
	3 g							
	2 g/l							
Rücklaufquote	50%							
Altstoffe	g/1000l			1.000,0		1.000	1.000	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			1.000,0	-1.000,0	1.000	0	
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg				40,0			
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	47,0			-30,4	47	17	
Transporteinheit								
Flaschen je Einheit	6							
Folien	29 g							
	3.222 g/1000l							
Kartontrays	18 g							
	2.000 g/1000l							
Verwertungsquote	95%							
Verbrennungsrückst Karton	5%							
Altstoffe	g/1000l			4.961,1		4.961	4.961	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l			261,1	-256,1	261	5	
therm. Energie KSt	MJ/kg							
Heizwert PE	MJ/kg				40,0			
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie KSt	MJ/1000l				-4,9	0	-5	
therm. Energie Karton	MJ/kg							
Heizwert Karton	MJ/kg				10,0			
therm. Energie Karton	MJ/1000l				-0,8	0	-1	
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	716	0	187	0	-431	903	472
Energie elektr.	kWh	14	8	0	0	0	22	22
Wassermenge	l	13	67	0	0	0	80	80
Altstoffe	g	0	0	4.961	17.146	0	22.107	22.107
Restmüll	g	661	0	261	10.854	-11.110	11.776	666
Primärrohstoffe	g	21.126	0	0	0	0	21.126	21.126

10.3.5 Sensitivität der Verwendung unterschiedlicher Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebinden

Glas-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	630 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	630 g/l							
Umlaufzahl	57							
Rücklaufquote	99%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Masse je Liter	11,15 g							
Scherbeneinsatz	75%							
Primärrohstoffeinsatz (Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/kg g/1000l	261,8 2.918,4					2.918	2.918
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	31,2			3.636,9		3.668	3.668
Altstoffe	g/1000l		6.300,0		1.212,3		7.512	7.512
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	70,9	213,4	241,5			526	526
Energie elektr.	kWh/1000l	0,6	12,7				13	13
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	1,1	250,0				251	251
Verschleiß PE								
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1
Transporteinheit								
Kästen PE								
Kästen	2.000 g							
Umlaufzahl	150							
Flaschen je Kasten	12 Stk/Stk							
Kästen	1.111 g/1000l							
Verwertungsquote	99%							
Altstoffe	g/1000l		1.100,0				1.100	1.100
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		11,1				11	11
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	74	213	241	0	-2	529	527
Energie elektr.	kWh	1	13	0	0	0	13	13
Wassermenge	l	1	250	0	0	0	251	251
Altstoffe	g	0	10.340	0	1.212	0	11.552	11.552
Restmüll	g	31	11	0	3.697	-60	3.739	3.679
Primärrohstoffe	g	2.918					2.918	2.918

Glas-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	630 g							
Gebindeinhalt	1,0 Liter							
Masse je Liter	630 g/l							
Umlaufzahl	57							
Rücklaufquote	99%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Masse je Liter	11,15 g							
Scherbeneinsatz	75%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	261,8						
(Quarz, Soda, Kalk, Dolomit, Div.)	g/1000l	2.918,4					2.918	2.918
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	2,8						
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	31,2			3.636,9		3.668	3.668
Altstoffe	g/1000l		6.300,0		1.212,3		7.512	7.512
Energie therm	MJ/kg	6,4						
Energie elektr.	kWh/kg	0,1						
Energie therm	MJ/1000l	70,9	213,4	241,5			526	526
Energie elektr.	kWh/1000l	0,6	12,7				13	13
Wasserverbrauch	l/kg	0,1						
Wasserverbrauch	l/1000l	1,1	2.000,0				2.001	2.001
Verschluß PE								
	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
therm. Energie	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
therm. Energie	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1
Transporteinheit								
Kästen PE								
	2.000 g							
Umlaufzahl	150							
Flaschen je Kasten	12 Stk/Stk							
Kästen	1.111 g/1000l							
Verwertungsquote	99%							
Altstoffe	g/1000l		1.100,0				1.100	1.100
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		11,1				11	11
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	74	213	241	0	-2	529	527
Energie elektr.	kWh	1	13	0	0	0	13	13
Wassermenge	l	1	2.000	0	0	0	2.001	2.001
Altstoffe	g	0	10.340	0	1.212	0	11.552	11.552
Restmüll	g	31	11	0	3.697	-60	3.739	3.679
Primärrohstoffe	g	2.918					2.918	2.918

1 bis 1,5-l-PET-MW		Herstellg	Befüllung Reinigung	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA	
Gebinde									
Masse je Gebinde	85 g								
Umlaufzahl	56								
Masse je Liter	1,52 g								
Rücklaufquote	99,0%								
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%								
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4							
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	1.795,9							
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7							
Altstoffe	g/1000l		850,0		168,5		1.018	1.018	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	112,3			505,5	-505,5	618	112	
Energie therm	MJ/kg	74,6							
Heizwert PET	MJ/kg					29,0			
Wirkungsgrad MVA	76%								
Energie elektr.	kWh/kg	1,5							
Energie therm	MJ/1000l	113,7	213,4	207,0		-14,1	534	520	
Energie elektr.	kWh/1000l	2,3	12,7				15	15	
Wasserverbrauch	l/kg	1,5							
Wasserverbrauch	l/1000l	2,3	250,0				252	252	
Verschuß									
	3 g								
Rücklaufquote	98%								
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0	
Energie therm.	MJ/kg	47,0							
Heizwert PE	MJ/kg					40,0			
Wirkungsgrad MVA	76%								
Energie therm.	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1	
Transporteinheit							0	0	
Kästen	1.935 g						0	0	
Umlaufzahl	150						0	0	
Flaschen je Kasten	14								
Kästen	921 g/1000l						0	0	
Verwertungsquote	99%						0	0	
Altstoffe	g/1000l		912,2				912	912	
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		9,2				9	9	
Gesamt		Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.		MJ	116	213	207	0	-16	537	521
Energie elektr.		kWh	2	13	0	0	0	15	15
Wassermenge		l	2	250	0	0	0	252	252
Altstoffe		g	0	4.702	0	168	0	4.871	4.871
Restmüll		g	112	9	0	565	-565	687	122
Primärrohstoffe		g	1.796	0	0	0	0	1.796	1.796

1 bis 1,5-l-PET-MW		Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Gebinde								
Masse je Gebinde	85 g							
Umlaufzahl	56							
Masse je Liter	1,52 g							
Rücklaufquote	99,0%							
Verw. quote Nicht- Rücklauf	25%							
Primärrohstoffeinsatz	g/kg	1.178,4						
(Erdöl, H ₂ , O ₂ , abzügl. Nebenprod.)	g/1000l	1.795,9						
feste Abfälle - Restmüll	g/kg	73,7						
Altstoffe	g/1000l		850,0		168,5		1.018	1.018
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l	112,3			505,5	-505,5	618	112
Energie therm	MJ/kg	74,6						
Heizwert PET	MJ/kg					29,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie elektr.	kWh/kg	1,5						
Energie therm	MJ/1000l	113,7	213,4	207,0		-14,1	534	520
Energie elektr.	kWh/100 0l	2,3	12,7				15	15
Wasserverbrauch	l/kg	1,5						
Wasserverbrauch	l/1000l	2,3	2.000,0				2.002	2.002
Verschluß								
	3 g							
Rücklaufquote	98%							
Altstoffe	g/1000l		2.940,0				2.940	2.940
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l				60,0	-60,0	60	0
Energie therm.	MJ/kg	47,0						
Heizwert PE	MJ/kg					40,0		
Wirkungsgrad MVA	76%							
Energie therm.	MJ/1000l	2,8				-1,8	3	1
Transporteinheit							0	0
Kästen	1.935 g						0	0
Umlaufzahl	150						0	0
Flaschen je Kasten	14							
Kästen	921 g/1000l						0	0
Verwertungsquote	99%						0	0
Altstoffe	g/1000l		912,2				912	912
feste Abfälle - Restmüll	g/1000l		9,2				9	9
Gesamt								
	Einh. je 1000 l	Herstellg	Befüllung Reinigg	Transport Handel	Konsum	MVA	Gesamt Deponie	Gesamt MVA
Energie therm.	MJ	116	213	207	0	-16	537	521
Energie elektr.	kWh	2	13	0	0	0	15	15
Wassermenge	l	2	2.000	0	0	0	2.002	2.002
Altstoffe	g	0	4.702	0	168	0	4.871	4.871
Restmüll	g	112	9	0	565	-565	687	122
Primärrohstoffe	g	1.796	0	0	0	0	1.796	1.796

10.4 Berechnungsblätter zum Einsatz thermischer Energie für die Distribution

Energieverbrauch eines LKW-Zuges											
	50	80	150	500	1.000	50	80	150	500	1.000 km Distribut.	
	I Getränk					Paletten					
EW-Glas	13.056	13.056	13.056	13.056	13.056	34	33	33	33	33 l/100km	
MW-Glas	13.056	13.056	13.056	13.056	13.056	34	0,84	0,84	0,84	0,84 kg/l	
EW-PET	16.632	16.632	16.632	16.632	16.632	33	27,72	27,72	27,72	27,72 kg/100km	
MW-PET	15.232	15.232	15.232	15.232	15.232	34	44.000	44.000	44.000	44.000 kJ/kg	
	MJ/1.000 l					1.220	1.220	1.220	1.220	1.220 MJ/100km	
EW-Glas	93,4	149,5	280,3	467,1	934,2	100	160	300	500	1.000 km Fahrt EW	
MW-Glas	93,4	149,5	280,3	934,2	1.868,4	100	160	300	1.000	2.000 km Fahrt MW	
EW-PET	73,3	117,3	220,0	366,7	733,3	1.220	1.951	3.659	6.098	12.197 MJ/Fuhre EW	
MW-PET	80,1	128,1	240,2	800,7	1.601,5	1.220	1.951	3.659	12.197	24.394 MJ/Fuhre MW	
Energieverbrauch eines großen Zustell-LKW											
	50	80	150	500	1.000	50	80	150	500	1.000 km Distribut.	
	I Getränk					Paletten					
EW-Glas	6.528	6.528	6.528	6.528	6.528	17	30	30	30	30 l/100km	
MW-Glas	6.528	6.528	6.528	6.528	6.528	17	0,84	0,84	0,84	0,84 kg/l	
EW-PET	8.568	8.568	8.568	8.568	8.568	17	25,2	25,2	25,2	25,2 kg/100km	
MW-PET	7.616	7.616	7.616	7.616	7.616	17	44.000	44.000	44.000	44.000 kJ/kg	
	MJ/1.000 l					1.109	1.109	1.109	1.109	1.109 MJ/100km	
EW-Glas	51,0	84,9	118,9	118,9	118,9	15	25	35	35	35 km Verteilung	
MW-Glas	51,0	84,9	118,9	118,9	118,9	30	50	70	70	70 km Fahrt	
EW-PET	38,8	64,7	90,6	90,6	90,6	333	554	776	776	776 MJ/Fuhre	
MW-PET	43,7	72,8	101,9	101,9	101,9						
Energieverbrauch eines kleinen Zustell-LKW											
	50	80	150	500	1.000	50	80	150	500	1.000 km Distribut.	
	I Getränk					Paletten					
EW-Glas	3.840	3.840	3.840	3.840	3.840	10	25	25	25	25 l/100km	
MW-Glas	3.840	3.840	3.840	3.840	3.840	10	0,84	0,84	0,84	0,84 kg/l	
EW-PET	5.040	5.040	5.040	5.040	5.040	10	21	21	21	21 kg/100km	
MW-PET	4.480	4.480	4.480	4.480	4.480	10	44.000	44.000	44.000	44.000 kJ/kg	
	MJ/1.000 l					924	924	924	924	924 MJ/100km	
EW-Glas	72,2	120,3	168,4	168,4	168,4	15	25	35	35	35 km Verteilung	
MW-Glas	72,2	120,3	168,4	168,4	168,4	30	50	70	70	70 km Fahrt	
EW-PET	55,0	91,7	128,3	128,3	128,3	277	462	647	647	647 MJ/Fuhre	
MW-PET	61,9	103,1	144,4	144,4	144,4						
Anteil große Zustell-Lkw											
	80%	80%	80%	80%	80%						
Anteil kleine Zustell-Lkw											
	20%	20%	20%	20%	20%						
Energieverbrauch Zustell-LKW-Mix											
	50	80	150	500	1.000 km mittlere Distributionsdistanz						
	MJ/1.000 l										
EW-Glas	55,2	92,0	128,8	128,8	128,8						
MW-Glas	55,2	92,0	128,8	128,8	128,8						
EW-PET	42,1	70,1	98,1	98,1	98,1						
MW-PET	47,3	78,9	110,4	110,4	110,4						
Gesamt-Distribution											
	50	80	150	500	1.000 km mittlere Distributionsdistanz						
	MJ/1.000 l										
EW-Glas	148,6	241,5	409,1	595,9	1.063,0						
MW-Glas	148,6	241,5	409,1	1.063,0	1.997,2						
EW-PET	115,4	187,4	318,1	464,8	831,5						
MW-PET	127,4	207,0	350,6	911,1	1.711,9						

LITERATURVERZEICHNIS

- Brommer, E.: Umlaufzahlen von Mehrweggebinden - Grundlagen und Berechnung
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Ökobilanz von Packstoffen, in:
Schriftenreihe Umwelt Nr 132, Bern 1991
- Hauer, W., Vogel, G.: Ökologischer und ökonomischer Vergleich des Einsatzes von
„Mehrweg-Pfand-Glasflaschen“ und von „Verbundkartons“ für 1,0 Liter
Trinkmilch, Wien 1991
- Hauer, TB: Bundesweite Altglasanalyse 1995, Korneuburg 1995
- Institut für ökologische Wirtschaftsforschung: Ökobilanzen von Packstoffen in Theorie und
Praxis - eine Iststandserhebung, Wien 1992
- Narodoslawsky, N.: Die Vision der Nachhaltigkeit, in: Moser, F. (Hrsg.): Strategien der Kreis-
laufwirtschaft, Tagungsband zum Symposium Forschungs- und Entwicklungs-
probleme der Kreislaufwirtschaft, Graz, 1993
- Ökologie-Institut, Umweltberatung Österreich: PET-Mehrwegflasche, Wien 1992
- Prognos AG, TB Hauer, Österr. Institut für Verpackungswesen: Aufkommen, Sammlung und
Verwertung von Verpackungen sowie Restmengen in Abfallbehandlungsanlagen
1994, Basel/Wien 1995
- Prognos AG: Wiederverwendung von Getränkeverpackungen 1994, Basel 1995
- Umweltbundesamt (Hrsg.): Ökobilanz für Getränkeverpackungen, Berlin 1995
- Zentralverband schweizerische Milchproduzenten (Hrsg.): Studie „Milchverpackungen“, Bern
1991

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
1	Einführung	1
2	Die Nachhaltigkeit des Wirtschaftens	2
3	Produktphasen und Werkstoffe	3
4	Datenbasis und Betrachtungsgrenzen	4
4.1	Gegenstand der Untersuchung	4
4.2	Datenbasis	4
4.3	Betrachtungsgrenzen	5
4.4	Rahmenbedingungen	8
4.5	Darstellung der Ergebnisse	8
5	Auswirkungen in verschiedenen Phasen	9
5.1	Gebindeherstellung	10
5.2	Abfüllung und Reinigung	11
5.3	Distribution und Handel	13
5.4	Konsum	14
6	Gesamtauswirkungen	15
6.1	Thermische Energie	16
6.2	Elektrische Energie	17
6.3	Wasserverbrauch	18
6.4	Abfall- und Restmüllaufkommen	19
6.5	Einsatz von Primärrohstoffen	22
7	Auswirkungen bei einem Marktvolumen von 500 Millionen Litern	24
8	Sensitivitätsanalyse	27
8.1	Transportentfernung	27
8.2	Änderung der Gebindemasse von Einwegverpackungen	30
8.3	Müllbehandlung und verschiedene Quoten der Altstoffverwertung	32
8.3.1	Müllbehandlung: Szenario Deponierung	32
8.3.2	Müllbehandlung: Szenario Behandlung in Verbrennungsanlagen mit Energienutzung	35
8.4	Bereits bei der Herstellung von PET-Granulat berücksichtigte zweite Nutzung	37
8.5	Verschiedene Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebinden	38
9	Zusammenfassung und Resümee	39
9.1	Ergebnisse der Untersuchungen	39
9.2	Sensitivität der Ergebnisse	41

10	Anhang	A1
10.1	Berechnungsansätze - Mittelwerte Österreich	A1
10.2	Berechnungsblätter der Basisvarianten	A3
10.2.1	Glas-Einweg	A3
10.2.2	Glas-Mehrweg	A4
10.2.3	PET-Einweg 1,5-Liter	A5
10.2.4	PET-Mehrweg 1,0 bis 1,5 Liter	A6
10.3	Berechnungsblätter der Sensitivitätsanalysen	A7
10.3.1	Sensitivität der Gebindemasse von Einwegverpackungen	A8
10.3.2	Sensitivität - Quoten der Altstoffverwertung	A10
10.3.3	Sensitivität - Nutzungsgrade der Energie bei Müllverbrennungsanlagen	A14
10.3.4	Sensitivität - Berücksichtigung einer zweifachen Nutzung von PET	A16
10.3.5	Sensitivität der Verwendung unterschiedlicher Anlagen zur Reinigung von Mehrweggebinden	A19
10.4	Berechnungsblätter zum Einsatz thermischer Energie für die Distribution	A23

Literaturverzeichnis