



# **KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE VERPACKUNGSVERWERTUNG**

**Studie über die getrennte Sammlung und  
Verwertung von Verpackungen in Österreich**

Gabriele ANGST  
Wolfgang STARK  
Heribert HUTTERER  
Harald PILZ  
Harald HUTTERER

MONOGRAPHIEN

Band 152

M-152

Wien, 2001

**Projektleitung**

Hubert Grech

**Autoren**

Gabriele Angst, Wolfgang Stark, Heribert Hutterer, Harald Pilz, Harald Hutterer  
(GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)

**Weitere Projektmitarbeiter**

Gertraud Moser

**Übersetzung**

Brigitte Read

**Satz/Layout**

Manuela Kaitna

**Titelbild**

Brutto-Bilanz Subsystem Papierverpackungen, vereinfacht 1998  
(Abb. 5, Seite 26).

Die Umweltbundesamt GmbH dankt dem Projektbeirat

Mag. Werner Hochreiter, Arbeiterkammer

Mag. Peter Huger, Wirtschaftskammer

Dr. Christian Keri, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

Mag. Eva Rosenberger, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

Dr. Christoph Scharff, ARGEV

O. Univ. Prof. Dr. Gerhard Vogel, Wirtschaftsuniversität Wien,  
Institut für Technologie und Warenwirtschaftslehre

Sektionschef Dr. Leopold Zahrer, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

für die wertvollen Diskussionsbeiträge und Anmerkungen.

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd)  
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegelnik, A-1080 Wien

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2001  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-620-X

## INHALT

	Seite
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	9
<b>Motivation und Ziel</b> .....	9
<b>Methode der Kosten-Nutzen Analyse</b> .....	9
<b>Ergebnisse</b> .....	10
<b>SUMMARY</b> .....	12
<b>Motivation and Aim</b> .....	12
<b>Method of cost-benefit analysis</b> .....	12
<b>Results</b> .....	13
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	15
<b>2 METHODIK</b> .....	16
<b>2.1 Die Methode der Kosten-Nutzen-Analyse</b> .....	16
2.1.1 Identifikation des Systems in sensu stricto .....	16
2.1.2 Identifikation des Bilanzgebiets .....	16
2.1.3 Güterbilanz .....	16
2.1.4 Ökologische Parameter .....	16
2.1.5 Ökonomische Parameter .....	17
2.1.6 Kosten-Nutzen-Analyse .....	17
2.1.6.1 Interne Effekte .....	18
2.1.6.2 Externe Effekte .....	19
2.1.7 Externe Kosten der Deponierung .....	20
2.1.8 Der Kosten-Nutzen-Saldo (KNS) .....	21
2.1.9 Resultate .....	21
2.1.10 Sensitivitätsanalysen .....	21
<b>3 SYSTEMIDENTIFIKATION</b> .....	22
<b>4 RECHENMODELL</b> .....	24
<b>4.1 Steuerung</b> .....	24
<b>4.2 Prozeßblätter</b> .....	25
<b>4.3 Basisdaten</b> .....	25
<b>4.4 Bewertung externer Effekte</b> .....	25
<b>4.5 Sammlung &amp; Transport</b> .....	25
<b>4.6 Ergebnisse</b> .....	25

<b>5</b>	<b>GÜTERBILANZEN</b> .....	26
<b>5.1</b>	<b>Papier (Verpackungen &amp; Nichtverpackungen)</b> .....	26
5.1.1	Einsatzmengen .....	27
5.1.2	Abfallmengen .....	27
5.1.3	Getrennte Sammlung, Sortierung und Verwertung .....	27
<b>5.2</b>	<b>Glasverpackungen</b> .....	28
5.2.1	Einsatzmengen .....	29
5.2.2	Abfallmengen .....	29
5.2.3	Getrennte Sammlung, Sortierung und Verwertung .....	29
<b>5.3</b>	<b>Leichtverpackungen</b> .....	30
5.3.1	Einsatzmengen .....	30
5.3.2	Abfallmengen .....	31
5.3.3	Getrennte Sammlung, Sortierung und Verwertung .....	31
<b>5.4</b>	<b>Getränkeverbundkartons</b> .....	32
5.4.1	Einsatzmengen .....	32
5.4.2	Abfallmengen .....	33
5.4.3	Getrennte Sammlung und Verwertung .....	33
<b>5.5</b>	<b>Metallverpackungen</b> .....	33
5.5.1	Einsatzmengen .....	34
5.5.2	Abfallmengen .....	34
5.5.3	Getrennte Sammlung, Sortierung und Verwertung .....	34
<b>6</b>	<b>SZENARIEN</b> .....	36
<b>6.1</b>	<b>Variation der „Restmüllschiene“</b> .....	36
6.1.1	„Restmüll 1998“ .....	36
6.1.2	Max MVA .....	37
6.1.3	Max MBA .....	38
<b>6.2</b>	<b>Variation für die einzelnen Packstoffe</b> .....	38
6.2.1	Einstellung der getrennten Sammlung.....	39
6.2.2	Optimierung Papier .....	39
6.2.3	Optimierung Glas .....	40
6.2.4	Optimierung Kunststoffe (Leichtverpackungen) aus Haushalten .....	40
6.2.5	Optimierung Kunststoffe aus dem Gewerbe.....	41
6.2.6	Optimierung Getränkeverbundkartons .....	41
6.2.7	Optimierung Metalle.....	41
<b>7</b>	<b>BESCHREIBUNG DER PROZESSE</b> .....	43
<b>7.1</b>	<b>Subsystem Sammlung</b> .....	43
7.1.1	Haushaltssammlung .....	43
7.1.2	Gewerbesammlung.....	44
<b>7.2</b>	<b>Subsystem Sortierung</b> .....	45

7.2.1	Sortierung von Papier .....	46
7.2.1.1	Anlagentechnik und Input .....	46
7.2.1.2	Güterflüsse .....	46
7.2.1.3	Energie .....	46
7.2.2	Sortierung Leichtverpackungen .....	46
7.2.2.1	Input und Anlagengröße .....	46
7.2.2.2	Anlagenbeschreibung .....	47
7.2.2.3	Sortierung im optimierten Szenarium „KUNSTSTOFF_HH_1 sowie für Kunststoffe aus dem Gewerbe .....	47
7.2.2.4	Güterbilanz .....	47
7.2.2.5	Energie .....	48
7.2.2.6	Emissionen .....	48
7.2.3	Sortierung Kleinmetalle .....	48
7.2.3.1	Input und Anlagengröße .....	48
7.2.3.2	Anlagenbeschreibung .....	48
7.2.3.3	Güterbilanz .....	49
7.2.3.4	Energie .....	49
7.2.3.5	Emissionen .....	49
7.2.4	Sortierung Glas .....	49
7.2.4.1	Anlagentechnik und Input .....	49
7.2.4.2	Güterflüsse .....	50
7.2.4.3	Energie .....	50
<b>7.3</b>	<b>Subsystem Verwertung .....</b>	<b>51</b>
7.3.1	Stoffliche Verwertung von Papier .....	51
7.3.1.1	Input und Anlagentechnik .....	51
7.3.1.2	Güter- und Energieflüsse, Emissionen .....	51
7.3.1.3	Kosten .....	52
7.3.1.4	Substitution .....	52
7.3.2	Stoffliche Verwertung von Getränkeverbundkartons .....	53
7.3.3	Stoffliche Verwertung von Kunststoffen .....	54
7.3.3.1	Input und Anlagentechnik .....	54
7.3.3.2	Güterflüsse, Energie, Kosten .....	54
7.3.3.3	Substitution .....	55
7.3.4	Stoffliche Verwertung von Nichteisen-Metallen .....	56
7.3.4.1	Anlagentechnik und Input .....	56
7.3.4.2	Güterbilanz .....	56
7.3.4.3	Energie und Kosten .....	57
7.3.4.4	Emissionen .....	57
7.3.4.5	Substitution .....	57
7.3.5	Stoffliche Verwertung von Eisenmetallen .....	57
7.3.5.1	Anlagentechnik und Input .....	57
7.3.5.2	Güterflüsse .....	57
7.3.5.3	Energie und Kosten .....	58
7.3.5.4	Substitution .....	58
7.3.6	Stoffliche Verwertung von Glas .....	58
7.3.6.1	Anlagentechnik und Input .....	58
7.3.6.2	Güterflüsse .....	59
7.3.6.3	Energie und Kosten .....	59
7.3.6.4	Emissionen .....	60
7.3.6.5	Substitution .....	60
7.3.7	Verbrennung in der Wirbelschicht .....	60
7.3.7.1	Anlagenbeschreibung .....	60
7.3.7.2	Güterbilanz .....	61
7.3.7.3	Energie .....	61
7.3.7.4	Kosten .....	62
7.3.7.5	Emissionen .....	62

7.3.8	Verbrennung in den Drehrohren der Zementindustrie .....	62
7.3.8.1	Anlagentechnik und Input .....	62
7.3.8.2	Güterflüsse .....	62
7.3.8.3	Energie und Kosten .....	63
7.3.8.4	Emissionen .....	63
7.3.8.5	Substitution .....	63
7.3.9	Rohstoffliche Verwertung durch Vergasung (SVZ Schwarze Pumpe) .....	63
7.3.9.1	Vergasung der Abfälle zu Rohsynthesegas .....	63
7.3.9.2	Reinigung mittels Rectisolwäsche .....	64
7.3.9.3	Methanol-Synthese .....	64
7.3.9.4	Methanol-Destillation .....	64
7.3.9.5	Energie .....	64
7.3.9.6	Güterbilanz .....	65
<b>7.4</b>	<b>Subsystem Vorbehandlung</b> .....	<b>65</b>
7.4.1	Mechanisch-biologische Vorbehandlung .....	65
7.4.1.1	Input und Anlagengröße .....	65
7.4.1.2	Anlagenbeschreibung .....	66
7.4.1.3	Güterbilanz .....	66
7.4.1.4	Energie .....	66
7.4.1.5	Kosten .....	67
7.4.1.6	Emissionen .....	67
7.4.2	Rostfeuerung .....	67
7.4.2.1	Input und Anlagengrößen .....	67
7.4.2.2	Anlagenbeschreibung .....	67
7.4.2.3	Güterbilanz .....	68
7.4.2.4	Energie .....	69
7.4.2.5	Kosten .....	69
7.4.2.6	Emissionen .....	70
7.4.2.7	Nachbehandlung der Sekundärabfälle .....	70
<b>7.5</b>	<b>Subsystem Deponierung</b> .....	<b>70</b>
7.5.1	Input und Anlagengröße .....	71
7.5.2	Anlagenbeschreibung .....	71
7.5.3	Standort – geologisch-hydrogeologische Eignung .....	72
7.5.4	Güterflüsse .....	72
7.5.5	Emissionen .....	73
7.5.6	Kosten .....	73
<b>7.6</b>	<b>Substituierte Prozesse</b> .....	<b>74</b>
7.6.1	Primärproduktion .....	74
7.6.2	Energiebereitstellung, Gas- und Dampfturbine (GuD) .....	74
<b>7.7</b>	<b>Transporte</b> .....	<b>76</b>
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>78</b>
<b>8.1</b>	<b>Konsequenzen einer Einstellung der getrennten Sammlung und Verwertung von Verpackungen</b> .....	<b>78</b>
<b>8.2</b>	<b>Übersicht Szenarien</b> .....	<b>79</b>
8.2.1	Der Einfluß der Restmüllbehandlung .....	80
8.2.2	Optimierungsschritte der Sammlung und Verwertung von Verpackungen .....	80
8.2.2.1	Szenarien „Restmüll 1998“ .....	80
8.2.2.2	Szenarien „Max MVA“ .....	81
8.2.2.3	Szenarien „Max MBA“ .....	82

---

<b>9</b>	<b>SENSITIVITÄTSANALYSEN</b> .....	84
<b>10</b>	<b>INTERPRETATION DER ERGEBNISSE</b> .....	85
<b>10.1</b>	<b>Einstellung der getrennten Sammlung</b> .....	85
<b>10.2</b>	<b>Optimierung Papier</b> .....	87
<b>10.3</b>	<b>Optimierung Glas</b> .....	89
<b>10.4</b>	<b>Optimierung Kunststoffe (Leichtverpackungen) aus Haushalten</b> .....	90
<b>10.5</b>	<b>Optimierung Kunststoffe aus dem Gewerbe</b> .....	92
<b>10.6</b>	<b>Optimierung Getränkeverbundkartons</b> .....	94
<b>10.7</b>	<b>Optimierung Metalle</b> .....	96
<b>10.8</b>	<b>Kombination aller Maßnahmen</b> .....	98
<b>11</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	101
	<b>ANHANG</b>	
<b>A.1</b>	<b>Ökologische Parameter</b> .....	103
A.1.1	Energieverbrauch .....	103
A.1.2	Emissionen .....	105
<b>A.2</b>	<b>Kosten-Nutzen-Analyse</b> .....	109
<b>A.3</b>	<b>Sensitivitätsanalysen</b> .....	111



## ZUSAMMENFASSUNG

### Motivation und Ziel

Die getrennte Erfassung von Verpackungen bringt gegenüber der gemeinsamen Sammlung mit dem Restmüll ökologische Vorteile und erspart Kosten – bei einer Berechnung nach der hier angewandten Methode (siehe unten) – österreichweit in der Größenordnung von 3,7 Milliarden öS/a. Somit hat sich die Einführung der Verpackungsverordnung grundsätzlich sehr positiv auf die österreichische Volkswirtschaft ausgewirkt.

Ziel des Projekts war, mit Hilfe eines Rechen- und Bewertungsmodells Schritte einer weiteren Feinoptimierung der getrennten Erfassung und Verwertung der einzelnen Packstoffe im Vergleich zur Situation 1998 in einer Kosten-Nutzen-Analyse zu untersuchen. Jede Variation der Sammlung und Verwertung/Behandlung der verschiedenen Packstoffe wird beschrieben und in seiner Bedeutung ausgewiesen (absolute Kosten und Nutzen). Schließlich wird der Einfluß wichtiger Parameter auf das Ergebnis erhoben (Sensitivitätsanalyse).

Die Möglichkeit der Optimierung des derzeitigen Sammel- und Verwertungs/Behandlungssystems ergibt sich insbesondere durch die Veränderungen in der Vorbehandlung von Restmüll. Es ist zu erwarten, daß der gesamte Restmüll im Laufe dieses Jahrzehnts einer Vorbehandlung zugeführt wird. Die in dieser Studie erarbeiteten Optimierungsschritte der getrennten Erfassung berücksichtigen deshalb unterschiedliche Situationen der Restmüllbehandlung. Damit kann sichergestellt werden, daß diese wesentliche Entwicklung bei der Optimierung in geeigneter Weise Berücksichtigung findet.

### Methode der Kosten-Nutzen Analyse

Die Kosten-Nutzen-Analyse ist eine gesamtwirtschaftliche Wohlfahrtsrechnung für ein bestimmtes Vorhaben. Dabei wird versucht, die gesamtwirtschaftlichen Vor- und Nachteile (Nutzen und Kosten) dieses Vorhabens zu bestimmen und zu quantifizieren, um somit die beste Einzelalternative von mehreren bestehenden Varianten auswählen zu können.

Die Methode der Kosten-Nutzen-Analyse ermöglicht die gemeinsame Betrachtung ausgewählter ökologischer Aspekte (wie sie auch in Ökobilanzen untersucht werden) und der Marktwirtschaft. Beide Aspekte werden in einem Ergebnis zusammengefaßt.

Die Bewertung der ökonomischen und ökologischen Kosten und Nutzen erfolgt in Geldeinheiten. Es ist allerdings zu beachten, dass die nicht monetarisierbaren Werte (nicht in Geldeinheiten ausdrückbaren Werte, z. B. Lärm, Geruch, Landschaftsbild, ...) unberücksichtigt bleiben.

Der in dieser Studie verwendete Vermeidungskostenansatz ist eine Möglichkeit zur Monetarisierung externer Kosten. Am häufigsten wird dazu der Ansatz verwendet, Zahlungsbereitschaften (Willingness to pay) abzufragen. Weitere wichtige bzw. häufig verwendete Verfahren sind – neben den bereits erwähnten – der Schadenskostenansatz, der Hedonische Preisanatz (Immobilienwertmethode), und der Reisekostenansatz. Andere Verfahren spielen wegen der geringen Häufigkeit ihrer Anwendung eine untergeordnete Rolle.

Die Ergebnisse einer monetären Bewertung von Umweltauswirkungen können je nach verwendetem Bewertungsansatz unterschiedlich ausfallen.

Entsprechend der Szenarientechnik wird zuerst ein System, das alle relevanten Prozesse und Güterströme enthält, definiert (= Referenz), im gegenständlichen Projekt die österreichische Abfallwirtschaft 1998. In "Szenarien" erfolgen in einzelnen Teilbereichen Variationen. Die

Ergebnisse für das nun veränderte Gesamtsystem werden anschließend mit der Referenz verglichen. Die Differenz zwischen Szenarium und Referenz, der "Kosten-Nutzen-Saldo" (KNS), stellt die Summe ökonomischer und ökologischer Aspekte dar. Positiver KNS bedeutet eine Verbesserung im Vergleich zur Referenz, negativer KNS eine Verschlechterung.

Bei der Definition des Gesamtsystems mußten Annahmen getroffen werden, um Systemgrenzen zu definieren und die tatsächliche Durchführung der Berechnungen zu ermöglichen. Durch geänderte Annahmen können die in dieser Studie erlangten Ergebnisse abweichen.

## Ergebnisse

### Papier

#### *Haushalt*

Der Ist-Zustand der getrennten Sammlung und Verwertung von Papier (-verpackungen und nichtverpackungen) aus Haushalten ist bereits jetzt auf einem hohen Niveau mit großen volkswirtschaftlichen Vorteilen gegenüber der gemeinsamen Sammlung mit Restmüll. In dieser Arbeit wurde eine Steigerung der Sammelmenge um etwa 8 % modelliert. Die getrennte Sammlung und Verwertung dieser Zusatzmenge ergab in allen Szenarien einen positiven Kosten-Nutzen-Saldo. Derzeit werden diejenigen Anteile des Papiers, die nicht getrennt erfasst werden (sondern gemeinsam mit dem Restmüll) zum Großteil deponiert. Vor diesem Hintergrund sind die positiven Effekte deutlich höher als bei weitgehender Vorbehandlung des Restmülls (sowohl in Müllverbrennungsanlagen (MVA) als auch in Mechanisch-Biologischen-Abfallbehandlungsanlagen(MBA)). Auch extreme Annahmen innerhalb der Sensitivitätsanalysen ändern nichts an diesen prinzipiellen Aussagen.

#### *Gewerbe*

Nachdem die Erfassungsgrade für Papier im Gewerbe bereits sehr hoch sind, wurde im Rahmen dieser Studie die Sammlung in diesem Bereich nicht variiert.

### Glas

Auch die Sammlung und stoffliche Verwertung von Glas ist bereits jetzt auf einem hohen Niveau mit großen volkswirtschaftlichen Vorteilen. Aufgrund der bereits erreichten hohen Erfassungsgrade scheint eine Ausweitung nicht mehr sinnvoll bzw. praktikabel. Hier wurden betriebswirtschaftliche Optimierungen innerhalb des Sammelsystems modelliert, die einen positiven Kosten-Nutzen-Saldo bewirken. Nachdem dieser Optimierungsschritt die Sammelmengen konstant läßt, unterscheiden sich die Ergebnisse nicht für unterschiedliche Restmüllszenarien. Im Zuge der Sensitivitätsanalysen konnte lediglich ein Einfluß der Variation der Sammelkosten beobachtet werden.

### Kunststoff

#### *Haushalt*

Die getrennte Sammlung von Kunststoffen aus Haushalten erfolgt zur Zeit auf hohem Niveau, allerdings mit deutlich negativem Kosten-Nutzen-Saldo. Es wurde daher eine Reduktion der getrennten Sammlung mit Konzentration auf stofflich verwertbare Materialien modelliert (große Hohlkörper etc.). Die Reduktion der Brutto-Sammelmenge auf etwa 50 % brachte deutliche Vorteile, die vor dem Hintergrund "Restmüllbehandlung" (MVA oder MBA) noch stärker ausgeprägt waren. Im Bereich Kunststoffe aus Haushalten konnten, insbesondere vor dem Hintergrund einer Restmüll-Vorbehandlung die größten Optimierungspotentiale erhoben werden.

Selbst extreme Annahmen für die Sammelkosten in den optimierten Szenarien, die sich in den Sensitivitätsanalysen als am stärksten ergebnisrelevant erwiesen haben, ändern nichts an diesen prinzipiellen Aussagen.

### *Gewerbe*

Die derzeitige Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus dem Gewerbe ergibt einen leicht positiven KNS. Daher wurde in dieser Studie eine Ausweitung der getrennten Sammlung modelliert. Das Ergebnis ist hier nicht eindeutig. Vor dem Hintergrund Deponierung (derzeit werden diejenigen Anteile von Kunststoffen aus dem Gewerbe, die nicht getrennt erfasst werden – sondern gemeinsam mit dem Restmüll – zum Großteil deponiert) bzw. MBA fällt der KNS leicht positiv aus, vor dem Hintergrund MVA leicht negativ. Sensitivitätsanalysen zeigen, daß bereits leichte Änderungen in den Modellannahmen zu einer Vorzeichenänderung des KNS führen. Ergebnisrelevante Parameter sind der Risikozuschlag für Deponiesanierung (im Deponieszenarium), Vermeidungskosten CO<sub>2</sub>, Investitionskosten für Deponie, MVAs bzw. MBAs in den jeweiligen Szenarien sowie die Erlössituation.

### **Getränkeverbundkartons (GVK)**

Getränkeverbundkartons werden sowohl von der ARGEV als auch von der Fa. Ökobox getrennt gesammelt. Die mit Kunststoffen gemeinsam gesammelten GVK, die thermisch oder rohstofflich verwertet werden, werden in dieser Arbeit nicht gesondert analysiert. Ihre Sammlung, Sortierung, Verwertung etc. erfolgt entsprechend der Realität gemeinsam mit den dominierenden Kunststoffen. Damit verbleiben jene GVK, die mit Ökobox bzw. Ökobag getrennt gesammelt und einer stofflichen Verwertung innerhalb der Papierindustrie zugeführt werden.

Eine Einstellung dieser Sammel- und Verwertungsschiene, wie sie hier modelliert wurde, ergab positive volkswirtschaftliche Effekte. Vor allem bei weitgehender Restmüllbehandlung ist ein Belassen dieser Fraktion im Restmüll zu empfehlen. In Sensitivitätsanalysen konnte gezeigt werden, daß die Ergebnisse unempfindlich in Bezug auf Änderungen der Rahmenbedingungen sind. Den stärksten Einfluß auf das Ergebnis haben naturgemäß die Sammelkosten.

### **Metalle**

#### *Haushalt*

Die getrennte Sammlung und Verwertung von Metallen aus Haushalten weist vor dem Hintergrund weitreichender Deponierung (derzeit werden diejenigen Anteile der Metalle, die nicht getrennt erfasst werden – sondern gemeinsam mit dem Restmüll – zum Großteil deponiert) einen positiven KNS (Kosten-Nutzen-Saldo) auf. Im Zuge der Vorbehandlung von Restmüll, sowohl in MVAs als auch in MBAs, erfolgt eine magnetische Abtrennung von Eisenmetallen. Es wurde daher eine modifizierte Form der Metallsammlung modelliert, die schwerpunktmäßig auf Aluminium abzielt (im wesentlichen Getränkedosen). Die Ergebnisse sind vor allen Restmüll-Hintergründen leicht negativ. Die Metall-Szenarien reagierten auf praktische alle Sensitivitätsanalysen deutlich. Bei Extremannahmen für eine Reduktion der Vermeidungskosten für CO<sub>2</sub>, bei Reduktion der Sammelkosten, bei Senkung der Investitionskosten für MVAs bzw. MBAs und bei veränderter Erlössituation für Eisenmetalle wurde der KNS leicht positiv. Aufgrund der Sensitivität der Ergebnisse können keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

#### *Gewerbe*

Die Metallsammlung im Gewerbe wurde im Rahmen dieser Studie nicht variiert.

## SUMMARY

### Motivation and Aim

Collecting packaging materials separately has ecological advantages over their collection together with residual waste. For Austria nation-wide, it also brings cost savings (according to the method of calculation described in the following) of the order of about ATS 3,700 million p.a. From this point of view, the implementation of the packaging materials ordinance has had a positive effect on the Austrian economy.

The aim of the project was to study (with a calculation and assessment model) steps for the further refinement and optimisation of the separate collection and recycling of individual packaging materials as it was done in 1998 in a cost-benefit analysis. Each variation of the collections and recycling/treatment of different packaging materials is described and its significance determined (absolute costs and benefits). Finally, the influence of important parameters on the result is determined (sensitivity analysis).

The possibility for optimising the current collection and recycling/treatment system arises mainly from changes in the pre-treatment of residual waste. It can be expected that in the course of the decade, all residual waste will undergo pre-treatment. The steps for optimising separate collections elaborated in this study take into account the different possibilities of residual waste treatment, thus making sure that these important developments are duly considered.

### Method of cost-benefit analysis

Cost-benefit analysis is an overall economic fitness account for a specific project. Attempts are made to identify and quantify the overall economic advantages and disadvantages (benefits and costs) of this project in order to be able to select the best single option from those available.

The method of cost-benefit analysis enables the consideration of selected ecological aspects (as they are considered in eco-balances) in combination with the market economy. Both aspects are then combined to produce one result.

Economic and ecological costs and benefits are assessed in monetary units. It should be pointed out though that non-monetary values (values that cannot be expressed in monetary terms such as noise, smell, landscape, ...) are not considered.

The cost-avoidance approach used in this study is one way of monetarising external costs. The method most often used to achieve this is to ask for the willingness to pay. Other important or frequently used methods include (apart from the ones mentioned already) damages, Hedonic price (real estate valuing method) and travel cost method. Other methods play a minor role as they are not often used.

The results of the monetary assessment of environmental impacts can vary depending on the assessment method used.

According to the scenario technique, a system is defined first that contains all relevant processes and material flows (= reference), in this case Austrian waste management in 1998. In "scenarios" variations of individual sectors occur. The results of the now modified overall system are then compared with the reference. The difference between the scenario and the reference (the cost-benefit balance) is the sum total of economic and ecological aspects. A positive cost-benefit balance means an improvement compared to the reference, negative cost-benefit balance deterioration.

For the definition of the overall system, assumptions had to be made so that it was possible to define system boundaries and to carry out the calculations. Changing these assumptions can mean changes in the results obtained in this study.

## Results

### Paper

#### *Domestic*

The separate collections and recycling of paper (both packaging and non-packaging materials) from households have reached a high level while producing large economic advantages compared to the combined collections with residual waste. In this study, a model was elaborated with an 8 % increase of the volume collected. The separate collection and recycling of this additional volume resulted in a positive cost-benefit balance in all scenarios. Currently paper that is not collected separately (i.e. collected together with residual waste) is mostly landfilled. Considering this, the positive effects are much higher than those achieved with an extensive pre-treatment of residual waste (whether in waste incineration plants or mechanical-biological waste treatment plants). These basic findings remain unchanged even when extreme assumptions are made in the sensitivity analysis.

#### *Commercial*

Since a large degree of paper from commercial enterprises is collected already, this study does not include variations of these collections.

### Glass

Glass collections and recycling have also reached a high level while producing large economic advantages. Considering that a large degree of glass is collected already, further expansions do not seem sensible or practical. Here models for business-economic optimisations were elaborated within the collection system leading to a positive cost-benefit balance. As the volumes collected remain constant in this step of optimisation, the results do not differ for different residual waste scenarios. In the sensitivity analyses, only variations of the collection costs were found to have produced an effect.

### Plastic materials

#### *Domestic*

The separate collections of plastic materials from households have reached a high level, however with a clearly negative cost-benefit balance. Therefore a model for reducing separate collections to mainly recyclable materials (large hollow objects, etc.) was elaborated. Reducing the gross volume collected to about 50 % produced clear benefits, which were even more pronounced when considered in the light of residual waste treatment (waste incineration or mechanical-biological waste treatment). For plastic materials from households, the largest potentials for optimisation were identified especially when taking into account residual waste pre-treatment.

These basic findings remain unchanged even when making extreme assumptions regarding collection costs (found to be most relevant for the results in the sensitivity analyses) in the optimised scenarios.

### *Commercial*

The cost-benefit balance of collections and recycling of plastic materials from commercial enterprises is currently slightly positive. Therefore a model for expanding separate collections was elaborated. The result is not clear. When considering the landfill aspect (currently plastic materials from commercial enterprises that are not collected separately, i.e. collected together with residual waste, are mostly landfilled) and mechanical-biological waste treatment, the cost-benefit balance is slightly positive. In the light of waste incineration however, the cost-benefit balance is slightly negative. Sensitivity analyses show that even slight changes in the model assumptions change the cost-benefit balance from positive to negative and vice versa. Parameters relevant for the result are risk charges for the restoration of landfills (in the landfill scenario), CO<sub>2</sub> avoidance costs, investment costs for landfill, for waste incineration and mechanical-biological waste treatment plants in the respective scenarios and the proceeds.

### **Drink cartons**

Drink cartons are collected separately by ARGEV and by a company called Ökobox. Drink cartons collected together with plastic materials and subjected to thermal or material recycling are not analysed specifically in this study. Their collections, sorting, recycling, etc. are carried out according to the prevalent plastic materials. The drink cartons considered here are those collected separately by Ökobox and Ökobag which are then recycled in the paper industry.

Giving up this line of collection and recycling (according to the model elaborated here) produced positive economic effects. With extensive residual waste treatment, it is especially advisable to leave this particular fraction with the residual waste. Sensitivity analyses have shown that the results are not affected by changes in the overall conditions. As a matter of course, the results are mostly affected by the collection costs.

### **Metals**

#### *Domestic*

The cost-benefit balance of the separate collections and recycling of metals from households is positive when considered in the light of extensive landfilling (currently metals that are not collected separately, i.e. collected together with residual waste, are mostly landfilled). In the course of the pre-treatment of residual waste (waste incineration or mechanical-biological treatment of waste), a magnetic separation of iron metals takes place. Thus a modified form of metal collection was modelled focusing on aluminium (mainly drink cans). The results are slightly negative against all residual waste backgrounds. The metal scenarios respond clearly to practically all sensitivity analyses. The cost-benefit analysis became slightly positive when making extreme assumptions regarding CO<sub>2</sub> avoidance costs, with reduced collection costs and reduced investment costs for waste incineration plants and mechanical-biological waste treatment plants and where the proceeds for iron metals changed. Due to the sensitivity of the results, clear statements are not possible.

#### *Commercial*

Variations of metal collections from commercial enterprises are not included in this study.