

TU

Technische Universität Wien

Diplomarbeit

Master's Thesis

„Abfallwirtschaftskonzept für TU Univercity 2015“

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Diplom-Ingenieurs unter
der Leitung von

Univ. Prof. Dipl.- Ing. Dr. techn. Helmut Rechberger

E 226

Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Tanya Valkova

0025373

Lorenz-Müller Gasse 1/4913, A-1200 Wien

Wien, November 2008

.....

Kurzfassung

Das Projekt „TU University 2015“ beschäftigt sich mit der Umgestaltung und dem Umbau der TU Wien bis ins Jahr 2015. Die Leitgedanken dafür sind eine bessere Raumnutzung zu schaffen, aber auch höhere Nachhaltigkeit und effizientere Ressourcenschonung zu erzielen.

Diese Diplomarbeit hat zum Ziel, ein Abfallwirtschaftskonzept für die „TU University 2015“ zu entwerfen, welches diesen Anforderungen Folge leistet.

Als erstes werden die gesetzlichen Rahmenbedingungen analysiert und das bestehende Abfallwirtschaftskonzept der TU Wien untersucht. Im Weiteren werden ausgewählte Güterflüsse der Universität in einer Güterflussanalyse dargestellt. Die bestehende Situation wird dann mit der Situation anderer Universitäten und dem spezifischen Abfallaufkommen der Stadt Wien verglichen. Der Vergleich dient als Grundlage um Optimierungsmöglichkeiten zu erkennen.

Momentan werden auf der TU Wien rund 3.600 Personen beschäftigt. Die Studentenzahl beläuft sich auf 19.500 und somit ergibt sich eine Vollzeitäquivalentenzahl von rund 12.500. An der TU Wien werden derzeit rund 60 kg Abfall pro Vollzeitäquivalente gesammelt. Davon fallen:

- 39 kg als Restmüll;
- 1,3 kg als Buntglas;
- 0,9 kg als Weißglas;
- 13 kg als Altpapier;
- 0,8 kg als Kunststoff;
- 3,1 kg als Altmetall;
- 1,4 kg als Bio-Abfall an.

Der Vergleich des Abfallaufkommens mit ähnlichen Forschungseinrichtungen zeigt, dass das Abfallaufkommen pro Vollzeitäquivalente an der TU Wien geringer ist, jedoch die Sammlung von Altstoffen weniger effizient ist. Es wäre also noch Optimierungspotenzial vorhanden. Aufbauend auf den Plänen für die Flächenbewirtschaftung, dem Trend aus vergangenen Jahren und eigenen Annahmen wurde das Abfallaufkommen der TU Wien für das Jahr 2015 abgeschätzt und dafür ein Szenario mit einer effizienteren Sammlung untersucht. Die Berechnungen zeigen, dass sich dadurch die Restmüllmenge um 30 % vermindern und die Recyclingquoten der Altstoffe ansteigen würden.

Die Vorteile einer solchen Effizienzsteigerung liegen sowohl im finanziellen Bereich (Reduktion der Ausgaben für Abfallentsorgung von mehreren 10.000 Euro) als auch im Einsparen von Energieaufwendungen (rund 5.000GJ), die mittels der Methode des Kumulierten Energieaufwands bestimmt wurden.

Generell haben die Untersuchungen gezeigt, dass die Datenlage teilweise lückenhaft ist und Annahmen, die mit großer Unsicherheit behaftet sind, getroffen werden müssen. Abhilfe könnten nach Standorten abgegrenzte Restmüllanalysen machen, um das Abfallverhalten unterschiedlicher Nutzer besser einschätzen zu können.

Abstract

The project „TU University 2015“ attends and describes the reconstruction and re-design of the Vienna University of Technology up to the year 2015. The main idea is to provide a better space use, but also higher sustainability and more efficient resource use.

The goal of the current diploma thesis is to develop a waste management concept for “TU University 2015”, corresponding to these requirements.

In the first step is the analysis of the legal situation and of the existing waste management concept of the Vienna University of Technology. In a next step important materials are chosen and a material flow analysis for these is presented. The state of the art is then compared with the situation at other universities, as well with the waste arising of the city of Vienna. The goal of this comparison is to recognise the potentials for optimization.

Currently there are around 3.600 employees at the Vienna University of Technology. The students' number is approximately 19.500, thus the average full time equivalent number is about 12.500. The waste volume collected at the moment per equivalent unit is about 60 kg. This includes:

- 39 kg residual waste
- 1,3 kg coloured glass
- 0,9 kg white glass
- 13 kg paper waste
- 0,8 kg plastic waste
- 3,1 kg scrap
- 1,4 kg biological waste.

The comparison between the TU and other scientific institutions shows that the waste produced at the Vienna University of Technology is less, but at the same time the collection of waste materials is also less efficient. Thus, there exists an optimization potential. Based on the plans for space and room management, on the trends from past years and own assumptions the produced waste for the year 2015 was estimated and a scenario with an optimized waste collection was developed. The calculations show, that through these measures the waste production could decrease with about 30 % and the recycling quotes would increase. The advantages of such an efficiency increase are not only in financial perspective (reduction of the waste disposal cost with thousands of Euro), but also in energetic because of the save of a great amount of energy (about 5.000 GJ), estimated with the method of the cumulated energy demand.

In general the research delivered also the finding, that the data basis is insufficient and requires assumptions, connected with great uncertainty. Further, this researched could be performed with a significant relief if based local waste analysis to estimate better the waste behaviour of different users.

Inhaltsverzeichnis

1. Das Projekt „ TU Univercity 2015“	1
1.1. Baugeschichte der TU Wien	1
1.2. Ziele des Projekts	2
2. Ziel und Aufbau der Diplomarbeit	4
3. Gesetzliche Grundlagen	5
3.1. EU-Richtlinien und Verordnungen	5
3.1.1. Richtlinie 2006/12/EG über Abfälle	5
3.1.2. Strategie für Abfallvermeidung und –recycling	8
3.1.3. Richtlinie 1999/31/EG über Abfalldeponien	9
3.1.4. Verordnung 1013/2006/EG über die Verbringung von Abfällen	11
3.1.5. Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle	12
3.1.6. Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen	12
3.1.7. Richtlinie 2004/12/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle	13
3.1.8. Richtlinie 96/59/EG über die Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle (PCB/PCT)	15
3.1.9. Richtlinie 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren	16
3.1.10. Umweltproblematik von PVC	17
3.1.11. Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte	18
3.1.12. Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe	20
3.1.13. Richtlinie 2006/117/Euratom über die Überwachung und Kontrolle der Verbringungen radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente	20
3.2. Österreichische Gesetzgebung	23
3.2.1. Abfallwirtschaftsgesetz 2002	23
3.2.1.1. Allgemeines	23
3.2.1.2. Abfallvermeidung und –verwertung (Art.1§9 und Art.1§14)	24
3.2.1.3. Gefährliche Abfälle	26
3.2.1.4. Nicht gefährliche Abfälle (Art.1§24)	26

3.2.1.5.	Besondere Pflichten für Abfallbesitzer von PCB/PCT	27
3.2.1.6.	Altölbeseitigung (Art.1§16)	27
3.2.1.7.	Problemstoffe (Art.1§28)	27
3.2.1.8.	Sammel- und Verwertungssysteme	27
3.2.2.	Deponieverordnung 2008	28
3.2.3.	VerpackungsVO 1996 und VerpackVO-Novelle 2006	29
3.2.4.	Elektroaltgeräteverordnung (EAG-VO)	31
3.2.5.	Lampenverordnung	32
3.2.6.	Batterienverordnung	32
3.2.7.	Abfallnachweisverordnung 2003	33
3.2.8.	Abfallverzeichnisverordnung	34
3.2.9.	Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle	34
3.3.	Das Abfallwirtschaftskonzept	35
4.	Abfallwirtschaftskonzept der TU Wien für das Jahr 2007	36
4.1.	Strategische Ziele und Zweck der TU Wien	36
4.2.	Organisationsaufbau	37
4.2.1.	Fakultäten	37
4.2.2.	Dienstleister	37
4.2.2.1.	Bibliothek.....	38
4.2.2.2.	Zentraler Informatikdienst (ZID).....	39
4.2.2.3.	Zentrale Verwaltung	39
4.3.	Kapazität der Anlage	39
4.3.1.	Räumlichkeiten.....	39
4.3.2.	Personal.....	43
4.3.3.	Studierende.....	43
4.4.	Verfahrensbezogene Darstellung nach Bereichen	43
4.5.	Anfallende Abfallfraktionen nach Bereichen.....	46
4.6.	Abfallrelevante Angaben	47

4.6.1.	Gefährliche Abfälle	47
4.6.2.	Nicht gefährliche Abfälle.....	49
4.7.	Güterbilanz für das Jahr 2007	49
4.8.	Erläuterungen zu den Prozessen und zu der durchgeführten Berechnungen	54
4.8.1.	Prozess „Gebäudebetrieb“:	54
4.8.2.	Prozess „Labor/Werkstatt“:.....	56
4.8.3.	Prozess „Institute/Zentr.Verwaltung/Bibliothek“	57
5.	Vergleich zu anderen Universitäten, Forschungseinrichtungen und zu dem Abfallaufkommen der Stadt Wien	64
5.1.	Datenerfassung – Restmüll und Wertstoffe	64
5.1.1.	TU Wien	64
5.1.2.	Universität für Bodenkultur (BOKU).....	65
5.1.3.	EAWAG.....	65
5.1.4.	Restmüll und Wertstoffe in Wien	67
5.2.	Vergleich und Interpretation der Ergebnisse	68
5.3.	Restmüllanalysen	70
5.4.	Ergebnisse und ihre Bedeutung für die TU Wien	71
5.5.	Sondermüllfraktionen	72
6.	Entwicklungsprognose	73
6.1.	Die neuen Standorte	73
6.2.	Personal	74
6.3.	Studierende	75
6.4.	Aufteilung der VZÄ auf die neuen Standorte	75
6.5.	Zu erwartender Abfallanfall für das Jahr 2015.....	77
6.5.1.	Sonderabfälle	77
6.5.2.	Restmüll und Wertstoffe	81

7. Abfallvermeidung und Umweltschutz.....	84
7.1. Allgemeines.....	84
7.2. Auswahl einer Methode für die Berechnung des Umweltnutzens aus den Abfallverwertungsmaßnahmen.....	84
7.3. Berechnung des Nutzens.....	85
7.3.1. Metall.....	85
7.3.1.1. Szenario A.....	86
7.3.1.2. Szenario B.....	89
7.3.2. Kunststoff.....	90
7.3.2.1. Szenario A.....	91
7.3.2.2. Szenario B.....	92
7.3.3. Glas.....	94
7.3.3.1. Szenario A.....	95
7.3.3.2. Szenario B.....	96
7.3.4. Altpapier.....	97
7.3.4.1. Szenario A.....	97
7.3.4.2. Szenario B:.....	99
7.4. Vergleich der Ergebnisse für beide Szenarien.....	101
7.4.1. Nach dem Kriterium „ökologischer Nutzen“.....	101
7.4.2. Nach dem Kriterium „erspartes Deponievolumen“.....	102
7.4.3. Nach dem Kriterium „Kosten für die Entsorgung“.....	103
7.5. Abfallvermeidungsmaßnahmen.....	104
7.5.1. Altpapier.....	104
7.5.2. Weitere Büroartikel.....	104
7.5.3. Batterien.....	104
7.5.4. Elektro- und Elektronikschrott.....	105
7.5.5. Verpackungen.....	105
8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	106

Danksagung.....	111
Abbildungsverzeichnis.....	112
Tabellenverzeichnis.....	113

1. DAS PROJEKT „TU UNIVERCITY 2015“

1.1. BAUGESCHICHTE DER TU WIEN ¹

Der Bau der Technischen Universität Wien begann im Jahr 1816. Im Jahr 1814 wurde das Grundstück des heutigen Hauptgebäudes (Karlsplatz) angekauft. Damals lag es außerhalb der Stadt und bot Platz für zukünftige Erweiterungen.

Der erste Unterricht fand im Herbst 1818 statt. Es folgte die Einrichtung der mathematisch-astronomischen Werkstätte im 1821, der Anbau des Westflügels, des Mitteltraktes, des Panigltraktes, des Lammtraktes sowie des Pavillons im 2. Hof in den Jahren 1836-39.

Der Raumbedarf war nur für kurze Zeit gedeckt. Ab 1867 wurde das Gebäude um 3 Stockwerke aufgestockt. 1907-09 entstand der Karlstrakt, 1910-12 das aeromechanische Laboratorium. Das erste Gebäude außerhalb des Standortes „Karlsplatz“ war das Elektrotechnische Institut. Es wurde im Jahr 1967-73 um das „Neue“ Elektrotechnische Institut erweitert.

Im Jahr 1917 wurden die Aspanggründe, sowie das Gebäude des Technischen Militärkomitees am Getreidemarkt (1919) für die Zwecke der Hochschule herangezogen. Dort wurden Gebäude für den Maschinenbau und die Chemisch-technische Fakultät angebaut und von 1958-95 nochmals erweitert.

1975 - 87 entstand auf dem Grundstück des ehemaligen „Freihauses“ ein neues Institutsgebäude, in welchem seit 1984 vor allem mathematisch-naturwissenschaftliche Institute und Serviceeinrichtungen situiert sind. 1984 - 87 wurde die Universitätsbibliothek neu gestaltet.

Seit 1950 werden weitere Gebäude für die Zwecke der TU Wien angekauft oder gemietet. Mit wenigen Ausnahmen liegen sie alle im näheren Einzugsbereich des Hauptgebäudes am Karlsplatz (Favoritenstraße, Floragasse, Karlsgasse, Argentinierstraße, Operngasse/Treitlstraße, Engerthstraße, Stadionallee).

Trotz ständiger Erweiterung steht die TU Wien wieder vor denselben Problemen: Sicherheitsrisiken in der Chemie, Dislozierung des Maschinenbaus, Raumnot bei der Architektur, Knappheit an Hörsälen, obwohl solche an anderen Standorten leer stehen.

Im Jahr 2004 gewinnt die TU Wien durch das Universitätsgesetz eine weit reichende Autonomie. Eine Vielzahl von Angeboten und Möglichkeiten für die Lösung dieser Probleme bieten sich dadurch. Im Juni 2006 fiel die Entscheidung, nur noch die Variante der Verdichtung und Optimierung des jetzigen Standorts zu verfolgen.

¹) TU Wien, Gebäude und Technik (2008): *TU University 2015/ Baugeschichte*

1.2. ZIELE DES PROJEKTS²

Das Projekt trägt den Namen „ TU Univercity 2015“ und hat sich die Ziele gesetzt, beste Standards für Forschung und Lehre zu schaffen, alle Fakultäten auf einen, bis maximal zwei Standorte zu konzentrieren und weiters die Universität als eine Einheit, einen „Campus“ zu gestalten. Die Standortverdichtung der vier innerstädtischen Standorte Karlsplatz, Freihaus, Getreidemarkt und Gußhaus/Favoritenstraße sowie der neue Laborstandort sollten bis spätestens 2015 (der „200-Jahr-Feier“ der TU Wien) fertiggestellt sein.

Besondere Aufmerksamkeit wurde folgenden Bereichen geschenkt:

- Corporate Identity: neues Informations- und Leitsystem, Kommunikationszonen, Orte mit hoher Attraktivität sollen geschaffen werden, attraktive Zu- und Durchgänge, sowie die Stärkung des Zusammenhalts der Areale wird gefordert;
- Umweltschutz: mit Schlagworten Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung;
- Raumtypen und –qualitäten: es wurden bereits für alle Raumtypen Qualitätsstandards entwickelt, die diesen eines Neubaus entsprechen;
- Flächenbedarfsermittlung und –management: die Ausgabe zur Anschaffung für Flächen beträgt jährlich 30 Mio. Euro. Die existierenden Probleme aus der schlechten Raumnutzung sollen behoben werden. Es wird ein Flächenkennzahlmodell entwickelt, der gewichtete Mitarbeiter- und Studierendenzahl berücksichtigt und dadurch die Zuteilung an den Bedarf anpasst. Weiters ist auch eine zentrale Bewirtschaftung und Vergabe der Hörsäle und Seminarräume vorgesehen;
- Studierendenbereiche: für das Wohlfühlen der Studierenden ist an Lern- und Aufenthaltsbereiche, Spinde, sowie an Abstellflächen für Fahrräder gedacht;
- Zutritt: das Projekt sieht eine Einteilung der Räume in öffentliche, halböffentliche (Institute) und interne Räume (Forschungslabors) vor. Ins Visier kommt ein neues Zutritts- und Schließsystem (TU-Card) mit weiteren Funktionen (z.B. Telefonie);
- Für Studierende und Mitarbeiter ist an Kommunikations- und Sozialbereiche gedacht;

Barrierefreiheit: im Einklang mit den Vorschriften sind optimale Bedingungen für alle zu schaffen. Gemeint sind hier ein besseres optisches und akustisches Leitsystem, sowie genügend Plätze für Personen mit Behinderungen;

²) TU Wien, Gebäude und Technik (2008): *TU Univercity 2015/ Qualitäten*

Informations- und Kommunikationstechnologie: Angestrebt wird eine Netzwerkinfrastruktur, welche die Versorgung mit drahtlosem Netzwerkzugang in allen Gebäudebereichen erlaubt. Gedacht ist auch an eine hausinterne Mobilfunkversorgung.

2. ZIEL UND AUFBAU DER DIPLOMARBEIT

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, Ausgangssituation an der TU Wien bezüglich der Sammlung und Entsorgung von Abfällen zu erfassen, Schwachstellen im bestehenden Sammelsystem zu erkennen und Variante zu ihrer Beseitigung vorzuschlagen.

Um diese Aufgaben lösen zu können, wird zuerst der gesetzliche Rahmen der Abfallentsorgung auf europäischem und staatlichem Niveau beschrieben.

Eine Analyse des momentanen Zustandes der Abfallentsorgung an der TU Wien mit begleitender Güterbilanz soll die wichtigsten Güterflüsse und Entsorgungswege ersichtlich machen. Darauf aufbauend wird ein Vergleich mit anderen Universitäten vorgenommen, um Abweichungen festzustellen und eventuell vorhandene Optimierungsmöglichkeiten erkennen zu können. Um die Schwachstellen zu beseitigen, wird ein Szenario mit geändertem Sammelaufwand untersucht. Aufgrund seiner ökologischen und ökonomischen Bewertung und des Vergleichs mit der Ausgangssituation wird seine Eignung als Lösungsvariante festgestellt.

Im Zuge der Arbeit sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Was schreiben die Gesetze und Verordnungen für die Abfallsammlung und Verwertung vor?
- Wie ist der momentane Zustand an der TU Wien?
 - Gibt es genügend Daten?
 - Wie kann man das Problem des Datenmangels lösen?
 - Welche Qualität haben die Daten?
- Wie ist die Situation an anderen Universitäten?
- Welche Verbesserungsmöglichkeiten sind für die TU Wien zu empfehlen?

3. GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Den gesetzlichen Rahmen für die Abfallbewirtschaftung, Abfallaufbereitung und Abfallentfernung bilden die EU-Richtlinien und Vorschriften, die von allen Mitgliedstaaten einzuhalten sind sowie das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz. Ziele der Abfallwirtschaft generell sind Schutz von Menschen und Umwelt, Schonung von Ressourcen und nachsorgefreie Deponie. Sie werden erreicht durch:

- Begrenzung des Abfallaufkommens;
- Verbot der unkontrollierten Ablagerung oder Ableitung von Abfällen und deren unkontrollierten Beseitigung;
- Fördern von Verfahren zur Wiederverwendung von Abfällen.

3.1. EU-RICHTLINIEN UND VERORDNUNGEN

3.1.1. RICHTLINIE 2006/12/EG ÜBER ABFÄLLE³

Die Maßnahmen gelten für alle Stoffe oder Gegenstände, deren sich der Besitzer entledigt oder gemäß den geltenden einzelstaatlichen Vorschriften zu entledigen hat. Sie gelten nicht für diese Arten von Abfällen, für die eine besondere Gemeinschaftsregelung gilt.

Als "Abfall" gelten alle Stoffe oder Gegenstände, die unter die in Anhang I aufgeführten Gruppen fallen und deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss;

Als "Erzeuger" wird jede Person bezeichnet, durch deren Tätigkeit Abfälle anfallen ("Ersterzeuger"), und/oder jede Person, die Vorbehandlungen, Mischungen oder sonstige Behandlungen vorgenommen hat, die eine Veränderung der Natur oder der Zusammensetzung dieser Abfälle bewirken;

Als "Besitzer" wird der Erzeuger der Abfälle oder die natürliche oder juristische Person bezeichnet, in deren Besitz sich die Abfälle befinden;

Abfallgruppen, definiert im Anhang I dieser Richtlinie:

- Q1 Nachstehend nicht näher beschriebene Produktions- oder Verbrauchsrückstände;
- Q2 Nicht den Normen entsprechende Produkte;
- Q3 Produkte, bei denen das Verfalldatum überschritten ist;

³) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Abfallbeseitigung*

- Q4 Unabsichtlich ausgebrachte oder verlorene oder von einem sonstigen Zwischenfall betroffene Produkte, einschließlich sämtlicher Stoffe, Anlageteile usw., die bei einem solchen Zwischenfall kontaminiert worden sind;
- Q5 Infolge absichtlicher Tätigkeiten kontaminierte oder verschmutzte Stoffe (z. B. Reinigungsrückstände, Verpackungsmaterial, Behälter usw.);
- Q6 Nichtverwendbare Elemente (z. B. verbrauchte Batterien, Katalysatoren usw.);
- Q7 Unverwendbar gewordene Stoffe (z. B. kontaminierte Säuren, Lösungsmittel, Härtesalze usw.);
- Q8 Rückstände aus industriellen Verfahren (z. B. Schlacken, Destillationsrückstände usw.);
- Q9 Rückstände von Verfahren zur Bekämpfung der Verunreinigung (z. B. Gaswaschschlamm, Luftfilterrückstand, verbrauchte Filter usw.);
- Q10 Bei maschineller und spanender Formgebung anfallende Rückstände (z. B. Dreh- und Fräsespäne usw.);
- Q11 Bei der Förderung und der Aufbereitung von Rohstoffen anfallende Rückstände (z. B. im Bergbau, bei der Erdölförderung usw.);
- Q12 Kontaminierte Stoffe (z. B. mit PCB verschmutztes Öl usw.);
- Q13 Stoffe oder Produkte aller Art, deren Verwendung gesetzlich verboten ist;
- Q14 Produkte, die vom Besitzer nicht oder nicht mehr verwendet werden (z. B. in der Landwirtschaft, den Haushalt, Büros, Verkaufsstellen, Werkstätten usw.);
- Q15 Kontaminierte Stoffe oder Produkte, die bei der Sanierung von Böden anfallen;
- Q16 Stoffe oder Produkte aller Art, die nicht einer der oben erwähnten Gruppen angehören.

„Bewirtschaftung“ heißt im Sinne dieser Richtlinie das Einsammeln, die Beförderung, die Verwertung und die Beseitigung der Abfälle, einschließlich der Überwachung dieser Vorgänge sowie der Überwachung der Deponien nach deren Schließung.

Unter „Beseitigung“ sind alle in Anhang II A der Richtlinie aufgeführten Verfahren, wobei auch auf den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Natur geachtet wird:

- D 1 Ablagerungen in oder auf dem Boden (z. B. Deponien usw.);
- D 2 Behandlung im Boden (z. B. biologischer Abbau von flüssigen oder schlammigen Abfällen im Erdreich usw.);
- D 3 Verpressung (z. B. Verpressung pumpfähiger Abfälle in Bohrlöcher, Salzdome oder natürliche Holzräume usw.);
- D 4 Oberflächenaufbringung (z. B. Ableitung flüssiger oder schlammiger Abfälle in Gruben, Teichen oder Lagunen usw.);

- D 5 Speziell angelegte Deponien (z. B. Ablagerung in abgedichteten, getrennten Räumen, die gegeneinander und gegen die Umwelt verschlossen und isoliert werden, usw.);
- D 6 Einleitung in ein Gewässer mit Ausnahme von Meeren/Ozeanen;
- D 7 Einleitung in Meere/Ozeane einschließlich Einbringung in den Meeresboden;
- D 8 Biologische Behandlung, die nicht an anderer Stelle in diesem Anhang beschrieben ist und durch die Endverbindungen oder Gemische entstehen, die mit einem der in D 1 bis D 7 und D 9 bis D 12 aufgeführten Verfahren entsorgt werden;
- D 9 Chemisch/physikalische Behandlung, die nicht an anderer Stelle in diesem Anhang beschrieben ist und durch die Endverbindungen oder Gemische entstehen, die mit einem der in D 1 bis D 8 und D 10 bis D 12 aufgeführten Verfahren entsorgt werden (z. B. Verdampfen, Trocknen, Kalzinieren usw.);
- D 10 Verbrennung an Land;
- D 11 Verbrennung auf See;
- D 12 Dauerlagerung (z. B. Lagerung von Behältern in einem Bergwerk usw.);
- D 13 Vermengung oder Vermischung vor Anwendung eines der in D 1 bis D 12 aufgeführten Verfahren;
- D 14 Rekonditionierung vor Anwendung eines der in D 1 bis D 13 aufgeführten Verfahren;
- D 15 Lagerung bis zur Anwendung eines der in D 1 bis D 14 aufgeführten Verfahren (ausgenommen zeitweilige Lagerung — bis zum Einsammeln — auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle).

Unter "Verwertung" sind alle in Anhang II B der Richtlinie aufgeführten Verfahren, wobei auch auf den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Natur geachtet wird:

- R 1 Hauptverwendung als Brennstoff oder andere Mittel der Energieerzeugung;
- R 2 Rückgewinnung/Regenerierung von Lösemitteln;
- R 3 Verwertung/Rückgewinnung organischer Stoffe, die nicht als Lösemittel verwendet werden (einschließlich der Kompostierung und sonstiger biologischer Umwandlungsverfahren);
- R 4 Verwertung/Rückgewinnung von Metallen und Metallverbindungen;
- R 5 Verwertung/Rückgewinnung von anderen anorganischen Stoffen;
- R 6 Regenerierung von Säuren und Basen;
- R 7 Wiedergewinnung von Bestandteilen, die der Bekämpfung der Verunreinigungen dienen;
- R 8 Wiedergewinnung von Katalysatorenbestandteilen;
- R 9 Öltraffination oder andere Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl;

- R 10 Aufbringung auf den Boden zum Nutzen der Landwirtschaft oder der Ökologie;
- R 11 Verwendung von Abfällen, die bei einem der unter R 1 bis R 10 aufgeführten Verfahren gewonnen werden;
- R 12 Austausch von Abfällen, um sie einem der unter R 1 bis R 11 aufgeführten Verfahren zu unterziehen;
- R 13 Ansammlung von Abfällen, um sie einem der unter R 1 bis R 12 aufgeführten Verfahren zu unterziehen (ausgenommen zeitweilige Lagerung — bis zum Einsammeln — auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle).

Der Begriff "Einsammeln" beinhaltet das Einsammeln, Sortieren und/oder Zusammenstellen der Abfälle im Hinblick auf ihre Beförderung.

3.1.2. STRATEGIE FÜR ABFALLVERMEIDUNG UND –RECYCLING⁴

Die gegenwärtige Politik der EU beruht auf einer Reihung der Optionen in der Abfallbewirtschaftung. Höchste Priorität hat die Abfallvermeidung. Wenn das nicht möglich ist, sollte nach Möglichkeiten zu Wiederverwendung, Recycling oder Verwertung gesucht werden. Erst dann kommt die Deponierung als Lösung für die Entsorgung in Betracht. Die Deponierung ist die ökologisch schlechteste Option, da sie einen Ressourcenverlust und ein potenzielles Umweltrisiko darstellt. Diese Rangfolge der Ziele ist jedenfalls nicht als feststehende Regel zu betrachten, da unterschiedliche Abfallbehandlungsmethoden unterschiedliche Umweltfolgen nach sich ziehen können. Das langfristige Ziel der Weiterentwicklung zu einer Recycling- und Verwertungsgesellschaft (eine Gesellschaft mit Kreislaufwirtschaft) ist weg von der Deponierung und hin zu mehr Recycling und Verwertung mit weniger Umweltauswirkungen.

Die Antwort auf die Frage „Wann sind Abfälle keine „Abfälle“ mehr?“ bzw. „Wann ist es sinnvoll den Abfall zu recyceln und wieder in den Stoffkreislauf zu bringen?“ steckt in den Recyclingqualitätsnormen, die die Mindestqualität von Rohstoffen vorschreiben. Sie stimulieren die Nachfrage nach Recyclingmaterialien und die Verbesserung des Binnenmarkts. Das Problem mit minderwertigem Recyclingmaterial kann so beseitigt werden.

Zu erwartende Nutzeffekte und Auswirkungen des Recyclings:

- Das ordnungspolitische Umfeld der Abfallwirtschaft wird durch Richtlinien verbessert, wodurch Kosten und Hindernisse für Abfallrecycling und -verwertung abgebaut werden.

⁴) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/Strategie für Abfallvermeidung und –recycling

- Auf einzelstaatlicher Ebene werden Abfallvermeidungsstrategien umgesetzt, die ökologische und ökonomische Effizienz gewährleisten und die Durchführung von Maßnahmen in größtmöglicher Nähe zum Ort der Abfallentstehung fördern.

- Durch den Ausbau der Abfallverwertung werden Emissionen aus der Abfallbeseitigung verringert, was mit ökologischem Nutzen, z.B. in Form einer Senkung der Treibhausgasemissionen, verbunden ist.

3.1.3. RICHTLINIE 1999/31/EG ÜBER ABFALLDEPONIEN⁵

Die Richtlinie hat zum Ziel, die negativen Auswirkungen der Ablagerung von Abfällen auf die Umwelt, insbesondere die Verschmutzung von Oberflächenwasser, Grundwasser, Boden und Luft sowie Risiken für die menschliche Gesundheit, zu vermeiden oder zu vermindern.

Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Begriff

- a) "*Abfälle*" alle Stoffe oder Gegenstände, die von der Richtlinie 75/442/EWG erfasst werden;
- b) "*Siedlungsabfälle*" Abfälle aus Haushaltungen sowie andere Abfälle, die aufgrund ihrer Beschaffenheit oder Zusammensetzung den Abfällen aus Haushaltungen ähnlich sind;
- c) "*gefährliche Abfälle*" alle Abfälle, die unter Artikel 1 Absatz 4 der Richtlinie 91/689/EWG des Rates über gefährliche Abfälle fallen;
- d) "*nicht gefährliche Abfälle*" Abfälle, die nicht unter Buchstabe c) fallen;
- e) "*Inertabfälle*" Abfälle, die keinen wesentlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Veränderungen unterliegen. Inertabfälle lösen sich nicht auf, brennen nicht und reagieren nicht in anderer Weise physikalisch oder chemisch, sie bauen sich nicht biologisch ab und beeinträchtigen nicht andere Materialien, mit denen sie in Kontakt kommen, in einer Weise, die zu Umweltverschmutzung führen oder sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken könnte. Die gesamte Auslaugbarkeit und der Schadstoffgehalt der Abfälle und die Ökotoxizität des Sickerwassers müssen unerheblich sein und dürfen insbesondere nicht die Qualität von Oberflächenwasser und/oder Grundwasser gefährden;
- f) "*Untertagedeponie*" eine Anlage für die permanente Lagerung von Abfällen in einem tiefen unterirdischen Hohlraum wie einem Salz- oder Kalibergwerk;
- g) "*Deponie*" eine Abfallbeseitigungsanlage für die Ablagerung von Abfällen oberhalb oder unterhalb der Erdoberfläche (d. h. unter Tage), einschließlich

- betriebsinterner Abfallbeseitigungsanlagen für die Ablagerung der Abfälle (d. h. Deponien, in denen ein Abfallerzeuger selbst die Abfallbeseitigung am Erzeugungsort vornimmt) und

- einer auf Dauer angelegten (d. h. für länger als ein Jahr eingerichteten) Anlage, die für die vorübergehende Lagerung von Abfall genutzt wird,

⁵) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/Abfalldeponien

jedoch ausgenommen:

- Anlagen, in denen Abfälle abgeladen werden, damit sie für den Weitertransport zur Verwertung, Behandlung oder Beseitigung an einem anderen Ort vorbereitet werden können, sowie
- die in der Regel auf eine Dauer von weniger als drei Jahren begrenzte Lagerung von Abfällen vor der Verwertung oder Behandlung oder
- die auf eine Dauer von weniger als einem Jahr begrenzte Lagerung von Abfällen vor der Beseitigung;

- h) "*Behandlung*" physikalische, thermische, chemische oder biologische Verfahren, einschließlich Sortieren, die die Beschaffenheit der Abfälle verändern, um ihr Volumen oder ihre gefährlichen Eigenschaften zu verringern, ihre Handhabung zu erleichtern oder ihre Verwertung zu begünstigen;
- i) "*Sickerwasser*" jede Flüssigkeit, die durch die abgelagerten Abfälle durchsickert und aus der Deponie emittiert oder in der Deponie eingeschlossen wird;
- j) "*Deponiegas*" durch die abgelagerten Abfälle erzeugte Gase;
- k) "*Eluat*" die Lösung, die man durch einen Laborauslaugtest erhält;
- l) "*Betreiber*" die natürliche oder juristische Person, die nach den Rechtsvorschriften des Mitgliedstaats, in dem die Deponie gelegen ist, für die Deponie verantwortlich ist; dabei kann es sich von der Vorbereitung bis zur Nachsorgephase um verschiedene Personen handeln;
- m) "*biologisch abbaubare Abfälle*" alle Abfälle, die aerob oder anaerob abgebaut werden können; Beispiele hierfür sind Lebensmittel, Gartenabfälle, Papier und Pappe;
- n) "*Besitzer*" der Erzeuger von Abfall oder die natürliche oder juristische Person, in deren Besitz sich der Abfall befindet;
- o) "*Antragsteller*" jede Person, die einen Genehmigungsantrag für eine Deponie gemäß dieser Richtlinie stellt;
- p) "*zuständige Behörde*" die Behörde, die ein Mitgliedstaat als für die Erfüllung der Verpflichtungen aus dieser Richtlinie verantwortlich bezeichnet;
- q) "*flüssige Abfälle*" alle Abfälle in flüssiger Form, einschließlich Abwasser, jedoch

ausgenommen Schlämme;

Es werden folgende Deponieklassen definiert:

- Deponien für gefährliche Abfälle,
- Deponien für nicht gefährliche Abfälle:
 - i) Siedlungsabfälle;
 - ii) nicht gefährliche Abfälle sonstiger Herkunft;
 - iii) stabile, nicht reaktive gefährliche (z. B. verfestigte, verglaste) Abfälle,
- Deponien für Inertabfälle.

Folgende Abfälle dürfen nicht auf einer Deponie angenommen werden:

- a) flüssige Abfälle;

- b) Abfälle, die unter Deponiebedingungen explosiv, korrosiv, brandfördernd oder leicht entzündbar sind;
- c) Krankenhausabfälle, klinische und infektiöse Abfälle;
- d) alle anderen Abfallarten, die die festgelegten Annahmekriterien nicht erfüllen, wobei die Verdünnung oder Vermischung der Abfälle mit dem alleinigen Ziel, die Abfallannahmekriterien zu erfüllen, verboten ist.

Auf den Deponien der entsprechenden Deponieklasse sind nur behandelte Abfälle zugelassen.

3.1.4. VERORDNUNG 1013/2006/EG ÜBER DIE VERBRINGUNG VON ABFÄLLEN⁶

Diese Verordnung ersetzt die Verordnung 259/93/EWG zur Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen in der, in die und aus der Europäischen Gemeinschaft und verfolgt folgende Ziele:

- Verstärkung, Vereinfachung und Präzisierung der derzeitigen Überwachungsregelungen für die Verbringung von Abfällen;
- die Änderungen der Abfallverzeichnisse der Anhänge des Basler Übereinkommens vollständig in die gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften umzusetzen.

Die Verordnung legt die Bestimmungen fest, die es der Gemeinschaft als Ganzer gestatten, ihre eigenen Abfälle zu entsorgen, und die den einzelnen Mitgliedstaaten ermöglichen, dieses Ziel anzustreben, wobei die geografischen Gegebenheiten und der Bedarf an besonderen Anlagen für bestimmte Abfallarten zu berücksichtigen sind.

Nicht alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union verfügen über ausreichende Kapazitäten zur Behandlung aller Kategorien der in ihrem Hoheitsgebiet entstandenen Abfälle. Für spezielle Abfallströme – darunter gefährliche Abfälle – sind auch spezielle Aufbereitungsanlagen erforderlich, damit eine umweltgerechte Verwertung oder Beseitigung gewährleistet werden kann. Die grenzüberschreitende Verbringung gefährlicher Abfälle zwischen den EU-Mitgliedstaaten ist deswegen nicht nur eine Umweltfrage, sondern sie ist auch ein Beweis für das fortgeschrittene Entwicklungsstadium der europäischen Abfallbewirtschaftungssysteme.

Die Abfallverbringung ist Gegenstand eines Vertrags und nur dann zulässig, wenn eine Genehmigung vorliegt. Durch diese Verordnung sind zwei Kontrollverfahren und ihre Formalitäten festgelegt.

⁶) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen*

3.1.5. RICHTLINIE 91/689/EWG ÜBER GEFÄHRLICHE ABFÄLLE⁷

Diese Richtlinie enthält Vorschriften über die Bewirtschaftung, Verwertung und ordnungsgemäße Beseitigung gefährlicher Abfälle und ist eine Ergänzung zu der Richtlinie 2006/12/EG über Abfälle. Sie enthält ein Verzeichnis der Bestandteile, Bestandstoffe und Eigenschaften, auf Grund deren sich ein Abfall, ausgenommen Hausmüll, zu gefährlichen Abfall klassifizieren lässt.

Die Mitgliedstaaten haben die Aufgabe, gefährliche Abfälle zu identifizieren und registrieren. Solche Abfälle dürfen nicht mit anderen gefährlichen oder ungefährlichen Abfällen vermischt werden, außer es werden die notwendigen Schutzmaßnahmen getroffen.

Anlagen oder Unternehmen für Beseitigung oder Verwertung von gefährlichen Abfällen, auch Erzeuger von solchen, sowie Transportunternehmen unterliegen einer regelmäßigen Überprüfung insbesondere im Bezug auf die Herkunft und Bestimmung der Abfälle und haben ein Register über alle Vorgänge zu führen. Diese Information wird von den zuständigen Behörden in Pläne für die Bewirtschaftung der gefährlichen Abfälle erfasst und der Kommission vorgelegt, die dann die Pläne beurteilt.

3.1.6. RICHTLINIE 2000/76/EG ÜBER DIE VERBRENNUNG VON ABFÄLLEN⁸

Die Europäische Union legt Maßnahmen fest, mit denen die Verschmutzung von Luft, Wasser und Boden infolge der Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen sowie die dadurch bedingten Risiken für die menschliche Gesundheit vermieden oder in größtmöglichem Umfang beschränkt werden können. Durch diese Richtlinie werden:

- die Lücken in die Richtlinien 89/369/EWG und 89/429/EWG (bestehende und neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle) und 94/67/EG (Verbrennung gefährlicher Abfälle) gefüllt;
- die technischen Fortschritte, die bei der Steuerung von Verbrennungsvorgängen erzielt wurden, mit einbezogen;
- die Einhaltung der internationalen Verpflichtungen zur Einschränkung der Verschmutzung sichergestellt, besonders im Bezug auf die Festlegung von Grenzwerten für Emissionen von Dioxinen, Quecksilber und Staub bei der Abfallverbrennung;

⁷) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/*Kontrollierte Entsorgung gefährlicher Abfälle*

⁸) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/*Verbrennung von Abfällen*

- die auf den neuesten Stand gebrachten Grenzwerte für Emissionen in die Luft durch Grenzwerte für Freisetzungen in das Wasser ergänzt.

Vom Geltungsbereich der Richtlinie ausgenommen sind kleine Versuchsanlagen, sowie Anlagen, die ausschließlich der Behandlung folgender Abfälle dienen:

- pflanzliche Abfälle aus Land- und Forstwirtschaft, Abfälle der Nahrungsmittel- und der Papierindustrie;
- Holzabfälle;
- Korkabfälle;
- radioaktive Abfälle;
- Schlachtkörper;
- Abfälle aus der Erdöl- und Gasförderung, die in Offshore-Anlagen verbrannt werden.

Für alle Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen wird eine Genehmigung benötigt. Um eine vollständige Verbrennung der Abfälle zu gewährleisten, muss das bei der Verbrennung und Mitverbrennung entstehende Gas der Richtlinie entsprechend mindestens zwei Sekunden lang auf mindestens 850 °C erwärmt werden, in bestimmten Fällen auch höher. Die beim Verbrennungsprozess entstehende Wärme muss so weit wie möglich genutzt werden. Die Ableitung von Abwasser, das bei der Abgasreinigung entsteht erfordert auch eine Genehmigung, die die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gewährleistet. Rückstände des Verbrennungsvorgangs sind auf ein Mindestmaß zu begrenzen und so weit wie möglich zu verwerten. Zusätzlich wird ein obligatorisches Messsysteme zur Überwachung der einschlägigen Parameter und Emissionsgrenzwerte gefordert.

Die Mitgliedstaaten legen die Strafen für Verstöße gegen die Bestimmungen der Richtlinie fest.

3.1.7. RICHTLINIE 2004/12/EG ÜBER VERPACKUNGEN UND VERPACKUNGSABFÄLLE⁹

Diese Richtlinie gilt für alle in der Gemeinschaft in Verkehr gebrachten Verpackungen und alle Verpackungsabfälle, unabhängig davon, ob sie in der Industrie, im Handel, in der Verwaltung, im Gewerbe, im Dienstleistungsbereich, in Haushalten oder anderswo anfallen, unabhängig von den Materialien, aus denen sie bestehen. Sie ändert die Richtlinie 94/62/EG.

Ziel der RL ist das Harmonisieren der Vorschriften der Mitgliedstaaten, um besseres Umweltschutzniveau und funktionsfähige Binnenmarkt in der Gemeinschaft sicherzustellen, sowie Prioritäten beim Umgang mit Verpackungsabfall zu legen. Erste Priorität hat die Vermeidung von Verpa-

⁹) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Verpackungen und Verpackungsabfälle*

ckungsabfällen. Es folgen die Wiederverwendung, stoffliche Verwertung, um den Verbrauch an Energie und an Primärrohstoffen zu verringern, oder andere Form von Verwertung, wobei die Abfallverbrennung in Anlagen zur energetischen Verwertung als Beitrag zur Erfüllung der Zielvorgaben angesehen wird. Diese Maßnahmen sollen als Folge eine Verringerung der endgültigen Abfallbeseitigung haben.

Die Vermeidung und Verwertung von Verpackungen und Verpackungsabfällen erfordert die Einrichtung von Rücknahme-, Sammel- und Verwertungssystemen. Die Einzelsortierung von Abfall an der Quelle ist entscheidend, um ein hohes Wiederverwertungs-niveau zu erreichen. Die Verbraucher spielen bei der Vermeidung und Verwertung von Verpackungen und Verpackungsabfällen eine wesentliche Rolle. Aufgabe der Mitgliedstaaten ist sie angemessen zu informieren, damit sie ihr Verhalten und ihre Haltung anpassen können.

Folgende Zielvorgaben werden verfolgt:

- bis 31. Dezember 2008 min. 60 Gewichtsprozent der Verpackungsabfälle zu verwerten;
- bis 31. Dezember 2008 min. 55 und max. 80 Gewichtsprozent der Verpackungsabfälle stofflich zu verwerten;
- bis 31. Dezember 2008:
 - 60 Gewichtsprozent für Glas, Papier und Karton;
 - 50 Gewichtsprozent für Metalle;
 - 22,5 Gewichtsprozent für Kunststoffe;
 - 15 Gewichtsprozent für Holz.

Im Sinne dieser RL sind folgende Begriffe definiert:

- a) "*Verpackungen*" sind aus beliebigen Stoffen hergestellte Produkte zur Aufnahme zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung und zur Darbietung von Waren. Auch alle zum selben Zweck verwendeten "Einwegartikel" sind als Verpackungen zu betrachten. Die Begriffsbestimmung für 'Verpackungen' wird ferner durch eine Reihe von Kriterien gestützt;
- b) "*Verpackungsabfälle*" sind Verpackungen oder Verpackungsmaterialien, die unter den Begriff "Abfälle" im Sinne der Richtlinie 75/442/EWG fallen, mit Ausnahme von Produktionsrückständen;
- c) "*Vermeidung*" ist die Verringerung der Menge und der Umweltschädlichkeit;
- d) "*Wiederverwendung*" ist die derselben Zweckbestimmung entsprechende Wiederbefüllung oder Verwendung;
- e) "*Verwertung*" sind die Maßnahmen nach Anhang II B der Richtlinie 75/442/EWG;
- f) "*stoffliche Verwertung*" ist die in einem Produktionsprozess erfolgende Wiederaufarbeitung der Abfallmaterialien für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke einschließlich der organischen Verwertung, jedoch mit Ausnahme der energetischen Verwertung;

- g) *"energetische Verwertung"* ist die Verwendung von brennbarem Verpackungsabfall zur Energieerzeugung durch direkte Verbrennung mit oder ohne Abfall anderer Art, aber mit Rückgewinnung der Wärme;
- h) *"organische Verwertung"* ist die aerobe Behandlung (biologische Verwertung) oder die anaerobe Behandlung (Biogaserzeugung) - über Mikroorganismen und unter Kontrolle - der biologisch abbaubaren Bestandteile von Verpackungsabfällen mit Erzeugung von stabilisierten organischen Rückständen oder von Methan. Die Deponierung kann nicht als eine Form der organischen Verwertung betrachtet werden;
- i) *"Beseitigung"* sind die Maßnahmen nach Anhang II A der Richtlinie 75/442/EWG.

Um die Sammlung, Wiederverwendung, und Verwertung, einschließlich der stofflichen Verwertung der Verpackungen zu erleichtern, enthält die Verpackung eine Kennzeichnung durch Nummerierung oder Abkürzung zur Identifizierung und Einstufung des Materials durch das betreffende Gewerbe, auf der Angaben über die Art des Materials bzw. der Materialien der Verpackung stehen. Entsprechend den genannten Zielen und Maßnahmen haben die Mitgliedstaaten in ihren Abfallbewirtschaftungsplänen ein besonderes Kapitel über Verpackungen und die Bewirtschaftung der daraus entstehenden Abfälle, einschließlich der getroffenen Maßnahmen, vorzusehen.

3.1.8. RICHTLINIE 96/59/EG ÜBER DIE BESEITIGUNG POLYCHLORIRTER BIPHENYLE UND POLYCHLORIRTER TERPHENYLE (PCB/PCT)¹⁰

PCB fanden aufgrund ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften eine breite technische Anwendung als Weichmacher und Flammschutzmitteln, in Kondensatoren, Farben, Lacke und Tinten. PCB kommt nicht separat, sondern als Teil von Geräten und Materialien zur Entsorgung, was die PCB-Abfallmenge deutlich erhöht. Diese Verbindungen haben eine hohe chronische Toxizität.

Ziel dieser Richtlinie ist die Beseitigung von PCB-Abfällen und die Dekontaminierung oder Beseitigung von PCB und PCB-haltigen Geräten sicherzustellen. Mit dieser Richtlinie wird die Richtlinie 76/403/EWG aufgehoben.

Gewisse Geräte müssen nach Bestandsaufnahme in Verzeichnis eingetragen und mit einer Kennzeichnung versehen werden. Bis spätestens 2010 sind diese Geräte zu dekontaminieren und/oder zu beseitigen. Die Mitgliedstaaten erstellen die Grundzüge einer Regelung für die Ein-

¹⁰) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle*

sammlung und spätere Beseitigung von Geräten, die nicht der Bestandsaufnahmespflicht unterliegen.

Die Mitgliedstaaten ergreifen Maßnahmen,

- um sicherzustellen, dass PCB, PCB-Abfälle und PCB-haltige Geräte, die der Bestandsaufnahmespflicht unterliegen, einem zugelassenen Unternehmen übergeben werden, und treffen dabei alle notwendigen Vorsichtsmaßnahmen, um jegliche Brandgefahr zu vermeiden;
- um die Verbrennung von PCB und/oder PCB-Abfällen auf Schiffen zu untersagen;
- damit alle Unternehmen, die PCB, PCB-Abfälle und/oder PCB-haltige Geräte dekontaminieren oder beseitigen, eine Genehmigung einholen müssen;
- um sicherzustellen, dass Transformatoren, die mehr als 0,05 Gewichtsprozent PCB enthalten, unter den in der Richtlinie festgelegten Bedingungen dekontaminiert werden.

Die Kommission legt die Referenzmethoden zur Bestimmung des PCB-Gehalts von kontaminiertem Material, technische Normen für andere Verfahren zur Beseitigung von PCB fest, stellt eine Liste mit den Produktnamen der PCB-haltigen Kondensatoren, Widerstände und Selbstinduktionsspulen bereit und bestimmt erforderlichenfalls andere weniger gefährliche Ersatzstoffe für PCB.

3.1.9. RICHTLINIE 2006/66/EG ÜBER BATTERIEN UND AKKUMULATOREN SOWIE ALTBATTERIEN UND ALTAKKUMULATOREN¹¹

Diese Richtlinie verbietet die Vermarktung bestimmter Batterien und Akkumulatoren, deren Quecksilber- oder Kadmiumgehalt einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Weiteres Ziel der Richtlinie ist es, eine hohe Sammel- und Recyclingquote für Altbatterien anzustreben. Mit Wirkung vom 26. September 2008 wird die Richtlinie 91/157/EWG aufgehoben und ersetzt.

Ausgenommen von dieser Richtlinie sind Batterien und Akkumulatoren, die für militärische Zwecke und für den Einsatz im Weltraum verwendet werden.

Die Beseitigung von diesen Abfällen führt zu Luftschadstoffbelastung (bei Verbrennung) und Kontaminierung von Böden und Gewässern (bei Deponierung oder Ablassen in den Erdboden). Durch Behandlung und Wiederverwendung soll die Menge an gefährlichen Stoffen, insbesondere Quecksilber, Kadmium und Blei, die in die Umwelt freigesetzt wird, verringert werden. Zudem können durch Recycling große Mengen an Metallen, insbesondere Edelmetalle wie Nickel, Kobalt und Silber, zurückgewonnen werden.

Um ein hohes Niveau des Recycling zu erreichen, muss die getrennte Sammlung von Batterie- und Akkumulatorenabfällen gefördert werden. Wichtige Merkmale solcher Systeme sind die

¹¹) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Beseitigung von Altbatterien und -akkumulatoren*

Verbrauchernähe und kostenfreie Rücknahme von den Herstellern. Ziel ist die möglichst weite Sammlung. Die Sammelquoten müssen bis spätestens 26. September 2012 mindestens 25 % und bis 26. September 2016 mindestens 45 % erreichen.

Das Recycling der in den Batterien und Akkumulatoren enthaltenen Stoffe muss bis 26. September 2011 folgende Quoten erreichen:

- mindestens 65 % des durchschnittlichen Gewichts von Blei-Säure-Batterien und -Akkumulatoren bei einem Höchstmaß an Recycling des Bleigehalts, das technisch machbar ist,
- 75 % des durchschnittlichen Gewichts von Nickel-Cadmium-Batterien und -Akkumulatoren bei einem Höchstmaß an Recycling des Cadmiumgehalts, das technisch machbar ist,
- mindestens 50 % des durchschnittlichen Gewichts sonstiger Altbatterien und Akkumulatoren.

Die Mitgliedstaaten müssen sicherstellen, dass ab 26. September 2009 die zurückgenommenen Batterien und Akkumulatoren nach den besten verfügbaren Techniken behandelt und recycelt werden. Energetische Verwertung gilt nicht als Recycling. Die Behandlung umfasst mindestens die Entfernung sämtlicher Flüssigkeiten und Säuren, die nach Vorschriften erfolgt.

Falls aus Umweltschutz-, wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Gründen das Recycling nicht die optimale Lösung ist, ist es den Mitgliedstaaten gestattet, zurückgenommene Gerätebatterien oder -akkumulatoren, die Cadmium, Quecksilber oder Blei enthalten, in Untertagedeponien zu beseitigen. Die Deponierung oder Verfeuerung von Industrie- und Fahrzeugaltbatterien und -akkumulatoren ist untersagt. Verbleibende Rückstände nach Behandlung und Recycling dürfen deponiert oder verfeuert werden. Sämtliche Hersteller von Batterien bzw. Akkumulatoren müssen registriert sein, sowie ihre Produkte nach den Kennzeichnungsvorschriften bezeichnet.

Die Mitgliedstaaten übermitteln der Kommission Berichte über die Umsetzung dieser Richtlinie und über die Maßnahmen. Der erste Bericht deckt den Zeitraum bis 26. September 2012 ab. Die Kommission überprüft die Angemessenheit weiterer Maßnahmen für das Risikomanagement, der Mindestsammelziele und der Mindestanforderungen für das Recycling.

3.1.10. UMWELTPROBLEMATIK VON PVC¹²

PVC ist heute einer der am häufigsten verwendeten Kunststoffe. Vor der Europäischen Kommission stehen zwei Ziele:

- reibungsloses Funktionieren des Binnenmarktes;
- hohes Gesundheits- und Umweltschutzniveau.

¹²) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Umweltproblematik von PVC*

Mit dem Grünbuch kommt die Kommission der Verpflichtung nach, die Auswirkungen von PVC-Abfällen auf die Umwelt über den ganzen PVC-Lebenszyklus hinweg, zu untersuchen. Zwei Themen werden hauptsächlich behandelt:

- Umwelt- und Gesundheitsfragen im Zusammenhang mit der Verwendung bestimmter PVC-Zusätze (insbesondere Blei, Kadmium und Phtalate);
- die Frage der PVC-Abfallbewirtschaftung (Deponie, Verbrennung, Recycling von PVC-Abfällen).

Aufgrund ihrer Toxizität werden Blei- und Cadmium durch andere Stoffe ersetzt, die als nicht gefährlich eingestuft werden können. Studien zu den wichtigsten Entsorgungsoptionen für PVC-Abfälle - werkstoffliches Recycling, chemisches Recycling, Verbrennung und Deponierung haben die Rangfolge der Grundsätze bestätigt:

- Vermeidung;
- Stoffliche Verwertung;
- Energetische Verwertung;
- Beseitigung.

PVC kann sich negativ auf das Recycling anderer Kunststoffe in Mischkunststoffabfällen auswirken. Wegen ähnlicher Dichten lassen sich Polyethylenterephthalat (PET)- und PVC-Abfälle nur schwer voneinander trennen, und das Vorliegen von PVC verteuert einige PET-Recyclingprogramme, wie das Recycling von PET-Flaschen. Hingegen tragen die Deponien und Verbrennungsanlagen die niedrigsten Gebühren.

3.1.11. RICHTLINIE ÜBER ELEKTRO- UND ELEKTRONIK-ALTGERÄTE¹³

Diese Richtlinie zielt darauf ab, die Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Beschränkung der Verwendung von gefährlichen Stoffen in Elektro- und Elektronikgeräten anzugleichen und einen Beitrag zum Gesundheitsschutz und zur umweltgerechten Verwertung und Beseitigung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten zu leisten. Im Geltungsbereich fallen folgende Elektro- und Elektronikgeräte:

- Haushaltsgroß- und -kleingeräte;
- IT- und Telekommunikationsgeräte;
- Geräte der Unterhaltungselektronik;
- Beleuchtungskörper;
- elektrische und elektronische Werkzeuge (mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge);

¹³) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Elektro- und Elektronik-Altgeräte*

- Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte;
- medizinische Geräte (mit Ausnahme aller implantierten und infizierten Produkte);
- Überwachungs- und Kontrollinstrumente;
- automatische Ausgabegeräte.

Die Mitgliedstaaten haben die Aufgabe eine getrennte Sammlung von solchen Altgeräten zu fördern. Bei der Konzeption und Produktion derselben ist leichte Demontage und Verwertung zu berücksichtigen, die anschließend für leichte Wiederverwertung und Recycling beitragen. Die Mitgliedstaaten sorgen ab dem 13. August 2005 für die kostenlose Abgabe der Altgeräte und auch dafür, dass Hersteller Rücknahmesysteme einrichten und sie selbst finanzieren. Die Mindestsammelquote bis spätestens 31. Dezember 2006 beträgt vier Kilogramm aus privaten Haushalten pro Einwohner pro Jahr. Eine neue, später festgelegte Quote muss bis 31. Dezember 2008 erreicht werden.

Die Behandlung der Geräte benötigt eine Genehmigung und erfolgt im Einklang mit dem besten verfügbaren Stand der Behandlungs-, Verwertungs- und Recyclingtechniken. Diese Behandlung umfasst die Entfernung aller Flüssigkeiten und eine selektive Behandlung. Die Behandlung und Lagerung der Altgeräte hat in Übereinstimmung mit Anhang III der Richtlinie zu erfolgen.

Im Bezug auf die Verwertung legt die Richtlinie Verwertungsquoten im Verhältnis zum durchschnittlichen Gewicht der Geräte:

- 80 % für Haushaltsgroßgeräte und automatische Ausgabegeräte
- 70 % für Haushaltskleingeräte, Beleuchtungskörper, elektrische und elektronische Werkzeuge, Spielzeug, Sport- und Freizeitgeräte sowie für Überwachungs- und Kontrollinstrumente
- 75 % für IT- und Telekommunikationsgeräte und Geräte der Unterhaltungselektronik

und Wiederverwendungs- und Recyclingquote für Bauteile, Werkstoffe und Stoffe:

- 80 % für Gasentladungslampen
- 75 % für Haushaltsgroßgeräte und automatische Ausgabegeräte
- 50 % für Haushaltskleingeräte, Beleuchtungskörper, elektrische und elektronische Werkzeuge, Spielzeug, Sport- und Freizeitgeräte sowie für Überwachungs- und Kontrollinstrumente
- 65 % für IT- und Telekommunikationsgeräte und Geräte der Unterhaltungselektronik.

Bis spätestens 31. Dezember 2008 legen das Europäische Parlament und der Rat neue Zielvorgaben für die Verwertung, die Wiederverwendung und das Recycling fest.

Um ein funktionsfähiges Rücknahmesystem zu gewährleisten, müssen die Hersteller ausreichende Information über die Verpflichtung der Nutzer zur getrennten Sammlung, über Sammel- und Rückgabesysteme und über die Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen solcher Geräte bereitstellen.

Die Mitgliedstaaten erstellen ein Verzeichnis der Hersteller und erheben Informationen über die Mengen und Kategorien von Elektro- und Elektronikgeräten, die auf ihrem Markt in Verkehr gebracht, gesammelt, dem Recycling zugeführt und verwertet wurden und übermitteln der Kommission alle drei Jahre einen Bericht über die Durchführung dieser Richtlinie. Die Kommission veröffentlicht danach einen Bericht über dasselbe Thema.

*3.1.12. RICHTLINIE ZUR BESCHRÄNKUNG DER VERWENDUNG BESTIMMTER GE-FÄHRLICHER STOFFE*¹⁴

Diese Richtlinie hat den gleichen Geltungsbereich wie die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (mit Ausnahme der medizinischen Geräte und der Überwachungs- und Kontrollinstrumente). Sie gilt auch für elektrische Glühlampen und Leuchten in Haushalten.

Ab 1. Juli 2006 müssen Blei, Quecksilber, Cadmium, sechswertiges Chrom, polybromiertes Biphenyl (PBB) und polybromierte Diphenylether (PBDE) in Elektro- und Elektronikgeräten durch andere Stoffe ersetzt werden. Da jedoch eine vollständige Vermeidung dieser Stoffe nicht immer möglich ist, wurde von der Kommission eine Toleranz:

- 0,1 % für Blei, Quecksilber, sechswertiges Chrom, polybromiertes Biphenyl (PBB) und polybromierte Diphenylether (PBDE);
- 0,01 % für Cadmium festgelegt.

*3.1.13. RICHTLINIE 2006/117/EURATOM ÜBER DIE ÜBERWACHUNG UND KONTROLLE DER VERBRINGUNGEN RADIOAKTIVER ABFÄLLE UND ABGEBRANNTER BRENNELEMENTE*¹⁵

Die Richtlinie bezieht sich auf der Kontrolle und vorherigen Genehmigung der Verbringung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente durch die Mitgliedstaaten. Sie sieht ein einheitliches Notifizierungssystem sowie einen einheitlichen Begleitschein für die Verbringung vor.

Die Richtlinie gilt für die Verbringung radioaktiver Abfälle oder abgebrannter Brennelemente, deren Mengen und Konzentration bestimmte festgesetzte Werte überschreiten, in der, in die und aus der Europäischen Union (EU). Durch sie wird die Richtlinie 92/3/Euratom am 25. Dezember 2008 aufgehoben und ersetzt.

¹⁴) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Elektro- und Elektronik-Altgeräte*

¹⁵) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Verbringung radioaktiver Abfälle - Überwachung und Kontrolle*

Die Ausfuhr radioaktiver Abfälle in die Staaten in Afrika, im karibischen Raum und im Pazifischen Ozean (AKP-Staaten) entsprechend dem Abkommen von Cotonou ist untersagt, genauso wie Verbringungen an einen Bestimmungsort südlich des 60. Grads südlicher Breite und in einen Drittstaat, der nicht in der Lage ist, die betreffenden Abfälle sicher zu bewirtschaften.

Im Sinne dieser Richtlinie sind:

a) "radioaktive Abfälle" alle gasförmigen, flüssigen oder festen radioaktiven Stoffe, für die keine weitere Verwendung vorgesehen ist und die als radioaktive Abfälle im Ursprungs- und im Bestimmungsland von der zuständigen Behörde eingestuft sind. Die vier Hauptquellen radioaktiver Abfälle sind:

- Elektrizitätserzeugung durch Kernkraft, einschließlich der Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Kernbrennstoffkreislauf;
- Nutzung von Forschungsreaktoren;
- Einsatz von radioaktiver Strahlung und radioaktivem Material für medizinische, landwirtschaftliche, industrielle und Forschungszwecke;
- Behandlung von natürlich radioaktivem Material.

b) "abgebrannte Brennelemente" Kernbrennstoff, der in einem Reaktorkern bestrahlt und dauerhaft aus diesem entfernt worden ist, wobei abgebrannte Brennelemente entweder als verwendbare wiederaufbereitbare Ressource oder als unbrauchbarer, zur Endlagerung bestimmter radioaktiver Abfall betrachtet werden können.

Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle ¹⁶

Die Europäische Kommission ist der Meinung, dass eine sichere Entsorgung im Interesse der Gesundheits- und Umweltschutzes nur durch Maßnahmen der Gemeinschaft möglich ist. Derzeit existieren in keinem Mitgliedstaat Endlagerstätten für hochradioaktive langlebige Abfälle, die bei der Nutzung der Kernkraft entstanden sind. Radioaktive Abfälle werden in vorläufigen Zwischenlagern aufbewahrt. Die Lagerung in stabilen geologischen Schichten (Granit, Salz, Lehm) stellt zurzeit die sicherste und dauerhafteste Lösung für die Entsorgung hochradioaktiver, langlebiger Abfälle.

Von den Mitgliedstaaten werden Maßnahmen gefordert, damit:

- abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle in solcher Weise entsorgt werden, dass Menschen und Umwelt geschützt sind;
- der Anfall radioaktiver Abfälle auf das praktikable Mindestmaß beschränkt bleibt;
- abgebrannte Brennelemente und radioaktive Abfälle sicher entfernt werden;

¹⁶) Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle*

- es eine effektive Unterrichtung und eine Beteiligung der Öffentlichkeit gibt, damit ein hohes Maß an Transparenz erreicht wird.

Die Kommission gibt den Mitgliedstaaten einen Zeitplan für die Regelung des Problems der unterirdischen Lagerung aller Arten radioaktiver Abfälle vor:

- 2008 für die Ermittlung der Lagerstätten;
- 2013 für die Genehmigung des Betriebs oberirdischer Lagerstätten für schwach radioaktive, kurzlebige Abfälle;
- 2018 für die Genehmigung des Betriebs geologischer Lagerstätten.

Die Mitgliedstaaten legen alle 3 Jahre der Kommission einen Bericht über den Stand der Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle sowie den Fortschritt in Bezug auf die Durchführung der künftigen Richtlinie, vor. Diese Berichte werden evaluiert.

3.2. ÖSTERREICHISCHE GESETZGEBUNG

3.2.1. ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ 2002¹⁷

3.2.1.1. Allgemeines

Das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz bildet den Rechtsrahmen für die umweltgerechte Entsorgung der Abfälle auf staatlichem Niveau. Das Gesetz setzt die Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaft um. Folgende Ziele sind im Art 1§1 vorgeschrieben:

- Keine schädliche Einwirkung auf Mensch, Tier und Pflanze, sowie möglichst geringe Beeinträchtigung der natürlichen Umwelt und des menschlichen Wohlbefinden;
- Möglichst geringe Emissionen;
- Schonung von Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen);
- Keine Gefährdung zukünftiger Generationen

wobei die drei Grundsätze zur Geltung kommen:

- Abfallvermeidung;
- Abfallverwertung;
- Abfallbeseitigung.

Wichtig ist es noch einmal zu betonen, dass das keine Reihung der Grundsätze ist. In jeder einzelnen Situation ist zu überprüfen, welche Maßnahme sich optimal zur Erfüllung der Ziele eignet.

Österreich hat die Begriffsbestimmungen von dem EU-Recht übernommen und im AWG integriert (Art1§2), genauso wie die Auflistung der Abfallgruppen (Anhang1), der Verwertungs- und Beseitigungsverfahren (Anhang 2) und der gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang 3).

Zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft mindestens alle fünf Jahre einen Bundes-Abfallwirtschaftsplan zu erstellen. Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan muss mindestens das Folgende umfassen (Art1§8):

- eine Bestandsaufnahme der Situation der Abfallwirtschaft;
- die regionale Verteilung der Anlagen zur Beseitigung von Abfällen;
- aus den Zielen abgeleitete konkrete Vorgaben:
 - zur Reduktion der Mengen und Schadstoffgehalte der Abfälle;
 - zur umweltgerechten und volkswirtschaftlich zweckmäßigen Verwertung von Abfällen;
 - zur Beseitigung der nicht vermeidbaren oder verwertbaren Abfälle;
 - zur Verbringung von Abfällen nach oder aus Österreich zur Verwertung oder Beseitigung;

¹⁷) Rechtsinformationssystem/Bundesrecht/Abfallwirtschaftsgesetz 2002

- zur Förderung der Verwertung von Abfällen, insbesondere im Hinblick auf eine Ressourcenschonung;
- die zur Erreichung dieser Vorgaben geplanten Maßnahmen des Bundes;
- besondere Vorkehrungen für bestimmte Abfälle, insbesondere Behandlungspflichten und Programme.

Allgemeine Behandlungspflichten für Abfallbesitzer (nach Art.1§15)

Im Einklang mit den EU-Vorschriften steht auch in dem österreichischen AWG festgeschrieben, dass das Vermischen oder Vermengen eines Abfalls mit anderen Abfällen oder Sachen unzulässig ist, wenn:

- erforderliche Abfalluntersuchungen oder Behandlungen erschwert oder behindert werden;
- nur durch den Mischvorgang spezifische Grenzwerte oder Qualitätsanforderungen eingehalten werden;
- der Abfall im Widerspruch zu den Zielen des AWG behandelt oder verwendet wird.

Das gemeinsame Sammeln von verschiedenen Abfallarten ist nur dann zulässig, wenn keine chemische Reaktionen zwischen den Abfällen auftreten und die gemeinsame Verwendung oder Behandlung der Abfälle entsprechend der genannten Kriterien erfolgt.

Die Sammlung, Lagerung und Behandlung darf nur in dafür vorgesehenen und geeigneten Orten stattfinden.

Die Abfälle sind rechtzeitig und regelmäßig zu übergeben, sodass keine Beeinträchtigungen der Umwelt und des öffentlichen Interesses vorkommen.

Abfallbesitzer, mit Ausnahme von privaten Haushalten, genannten Betrieben und Transporteure, haben die Aufgabe Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Verbleib von Abfällen zu führen. Abfallsammler und –behandler müssen zusätzlich den Branchencode des Übergebers aufzeichnen. Das alles sorgt für ein klares, durchsichtiges Sammelsystem.

Für Inhaber von Deponien sind die Aufzeichnungen in elektronischer Form von allen Abfällen, einschließlich charakteristischen Eigenschaften, Untersuchungen der Abfälle, genaue Lage auf der Deponie verpflichtend und auf Verlangen der Behörden zur Kontrolle vorzulegen.

3.2.1.2. Abfallvermeidung und –verwertung (Art.1§9 und Art.1§14)

Um die vorgeschriebenen Ziele zu erreichen ist es notwendig, das abfallvermeidungsbewusste Verhalten der Letztverbraucher, aber auch geeignete Herstellungs-, Bearbeitungs- und Vertriebsformen und geeignete Arten und Formen von Produkten zu fördern. Einige Lösungen wären:

- Herstellung langlebiger und reparaturfähiger Produkte, die nach Gebrauch zerlegt werden können und deren Bestandteile oder aus ihnen gewonnenen Stoffe verwertet und wiederverwendet werden können;

- Durch Einrichtung von Rücknahme-, Sammel- und Verwertungssystemen die anfallenden zu beseitigenden Abfälle beim Letztverbraucher so gering wie möglich zu halten;
- Produkte so zu gestalten, dass möglichst wenige und möglichst schadstoffarme Abfälle zurückbleiben;
- Produkte so zu gebrauchen, dass die Umweltbelastung, vor allem der Anfall von Abfällen, so gering wie möglich gehalten wird.

Große Bedeutung kommt auch der Koordination der Sammlung, Bereitstellung, Abholung und Verwertung der Abfälle zu. Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat folgende Aufgaben:

- Abschluss von Vereinbarungen mit Sammel- und Verwertungssystemen bezüglich der Abfallabholung, der Sammelinfrastruktur, der Information der Letztverbraucher;
- Koordinierung von Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz solcher Systeme;
- Evaluierung der Mengen durch entsprechende Studien und Markterhebungen;
- Vorbereitung der jeweiligen Berichtspflichten an die EU-Kommission im Rahmen des festgelegten Wirkungsbereiches.

Die Koordinierungsstelle hat jährlich einen Tätigkeitsbericht zu erstellen und diesen dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft unter Anschluss des Geschäftsberichts (jedenfalls des um die Anlage erweiterten Jahresabschlusses) zu übermitteln. Im Tätigkeitsbericht sind insbesondere die wahrgenommenen Aufgaben, die Personalentwicklung und die aufgewendeten Finanzmittel darzustellen. Weiterhin hat sie dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft unverzüglich Vorschläge über allenfalls notwendige Änderungen der Rahmenbedingungen für die Tätigkeit der Koordinierungsstelle zu erstatten.

Um die Erreichung der Ziele des AWG nachzukommen und die Kreislaufwirtschaft zu fördern, sind für Hersteller, Importeure, Vertreiber, Sammel- und Verwertungssysteme, Abfallsammler, - behandler und Letztverbraucher folgende Pflichten festgelegt:

- Kennzeichnung von Produkten oder Teilen, die zur Wiederverwendung oder einer besonderen Behandlung bestimmt sind;
- Rückgabe, Rücknahme, Wiederverwendung, Verwertung von Produkten/ Abfällen oder die Beteiligung an einem Sammel- und Verwertungssystem;
- Einhaltung von Abfallvermeidungs-, Erfassungs-, Sammel- oder Verwertungsquoten innerhalb eines bestimmten Zeitraumes;
- die Einhebung eines Pfandbetrages;
- Abgabe von Produkten nur in einer die Abfallsammlung und -behandlung entlastenden Form und Beschaffenheit;

- Nicht zu verwenden sind Produkte, welche die Abfallvermeidung, die stoffliche Verwertung und die Umwelt beeinträchtigen können, soweit für den jeweiligen Verwendungszweck gleichwertige Produkte in ausreichender Menge zur Verfügung stehen.

3.2.1.3. Gefährliche Abfälle

Laut Art.1§ 25 erfolgt jede Sammlung oder Behandlung von gefährlichen Abfällen mit Ausnahme bestimmter Fälle nur nach Erteilung einer Erlaubnis vom Landeshauptmann und nach sorgfältiger Überprüfung der Art der Sammlung oder Behandlung, der Eignung der Anlage, den fachlichen Kenntnissen und der Verlässlichkeit des Personals.

Die Übergabe von gefährlichen Abfällen (mit Ausnahme von privaten Haushalten) erfolgt nur mit Begleitschein. Die Beförderung derselben, ausgenommen Problemstoffe, ist nur mit den notwendigen Abschriften des Begleitformulars oder Notifizierungsformulars und erforderlicher Bewilligung gestattet.

Es besteht eine Meldepflicht für Abfallersterzeuger gefährlicher Abfälle, abgesehen von privaten Haushalten, manchen land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, bei denen jährlich mind. 200 Liter Altöle anfallen. Diese erhalten eine Identifikationsnummer.

Ab 1.05.2009 gilt die Registrierungs- und Meldepflicht für Abfallsammler und -behandler, die elektronisch beim BMLFUW erfolgt. Ihnen wird eine Identifikationsnummer zugeteilt, die eine international genormte einheitliche Identifikation darstellt und in den elektronischen Datenverkehr der Wirtschaft integriert werden kann - eine Maßnahme zur besseren Übersicht der Abfallströme, Anlagenkapazitäten und Emissionsgrenzwerte.

Laut §66 der AWG sind für die grenzüberschreitende Verbringung von Abfällen die gemeinschaftsrechtlichen Abfallvorschriften, insbesondere die EG-VerbringungsV 1013/2006 anzuwenden.

3.2.1.4. Nicht gefährliche Abfälle (Art.1§24)

Die Sammlung und Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen ist dem Landeshauptmann anzuzeigen. Ausgenommen von dieser Pflicht sind Personen, die im eigenen Betrieb anfallende Abfälle behandeln (wenn keine Verbrennung oder Ablagerung eingeschaltet sind) oder die Abfälle zum Nutzen der Ökologie auf den Boden aufbringen, Transporteure, Sammel- und Verwertungssysteme, Inhaber einer gleichwertigen Berechtigung eines Mitgliedstaates der EU.

3.2.1.5. Besondere Pflichten für Abfallbesitzer von PCB/PCT

Laut §16 ist das Ablagern von gefährlichen Abfällen nur in einer Untertagedeponie für gefährliche Abfälle zulässig. Ausgenommen sind die vor 16. Juli 2001 rechtmäßig deponierten Abfälle und stabile, nicht reaktive und nicht auslaugbare gefährliche Abfälle.

PCB/PCT-Abfälle mit Summengehalt über 30ppm sind in geeigneten Anlagen thermisch zu beseitigen. Andere Verfahren sind zulässig, soweit sie im Vergleich zur Verbrennung gleichwertige Vorschriften zum Schutz der Umwelt und der Stand der Technik eingehalten werden. Unzulässig ist das Heraustrennen aus anderen Stoffen zum Zweck der Wiederverwendung. Sind PCB-haltige Geräte Bestandteile anderer Geräte, ist ihre Entfernung und getrennte Sammlung erlaubt, sobald die betreffenden Geräte stofflich verwertet oder beseitigt werden und dies mit vertretbarem Aufwand durchführbar ist.

3.2.1.6. Altölbeseitigung (Art.1§16)

Altöle sind einer stofflichen Verwertung zuzuführen, wenn es technisch möglich ist, aus dem Altöl ein Basisöl zu erzeugen, und dies für den Abfallbesitzer wirtschaftlich zumutbar ist. Altöle mit einem Gehalt bis zu 50 ppm PCB/PCT, die nicht stofflich verwertet werden, sind thermisch zu verwerten. Solche mit einem Gehalt mehr als 50 ppm PCB/PCT sind umweltgerecht zu beseitigen. Die entstandenen Mineralölprodukte aus der stofflichen Verwertung dürfen nicht mehr als 5 ppm PCB/PCT und nicht mehr als 0,03 vH Halogene - bezogen auf die Masse - enthalten. Die Sammler von Altölen sind verpflichtet, Proben zu nehmen und zu analysieren, und diese dem Abfallbehandler zur Verfügung zu stellen.

3.2.1.7. Problemstoffe (Art.1§28)

Diese Stoffe sind getrennt zu sammeln und einem berechtigten Abfallsammler oder - behandler zu übergeben. Ab 26.09.2008 ist die Gemeinde verpflichtet bei Bedarf, jedoch mindestens zweimal jährlich eine getrennte Sammlung von Problemstoffen durchzuführen, sofern für solche Sammlung nicht in anderer Weise Vorsorge getroffen wird. Sie hat bestimmte Termine und Ein-sammlungsorte festzulegen und rechtzeitig bekannt zu geben. Die Gemeinde darf für die Sammlung und Behandlung von Problemstoffen, für die Rücknahmepflichten bestehen oder die nicht von privaten Haushalten abgegeben werden, ein Entgelt festlegen und hat dieses Entgelt auf geeignete Weise rechtzeitig bekannt zu geben.

3.2.1.8. Sammel- und Verwertungssysteme

Laut §29 bedürfen die Einrichtung, der Betrieb und die wesentliche Änderung von Sammel- und Verwertungssystemen eine Genehmigung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Diese Systeme unterliegen seiner Aufsicht. Jährlich ist ein Bericht

über die Erfüllung der Verpflichtungen dem Bundesminister vorzulegen. Ihm stehen folgende Maßnahmen zum Eingreifen zur Verfügung:

- Abgabe von Empfehlungen;
- Verbindlich vorgeschriebene Maßnahmen als Aufträge;
- Angemessene Erhöhung der Erfassungsquote;
- Androhung des Entzuges der Genehmigung;
- Entzug der Genehmigung.

Sammel- und Verwertungssysteme müssen bestimmte Anforderungen erfüllen:

- Die Sammlung und Verwertung soll dem Stand der Technik entsprechen und die öffentliche Interesse nicht beeinträchtigen;
- Eine kostendeckende Finanzierung muss gegeben sein;
- Hauptziele bei der Mittelverwendung sind Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit;
- Mindestens drei Promille der jährlich eingenommenen Entgelte müssen für die Förderung von Abfallvermeidungsprojekten abgegeben werden. Gegenstand solcher Projekte sind insbesondere Maßnahmen zur Vermeidung von Stoffen und Betriebsmitteln, die sich auf die Abfallqualität auswirken, Maßnahmen zur Reduktion der Produktions- und Verpackungsabfälle, Maßnahmen, die durch Optimierung der Logistik zur Abfallvermeidung beitragen.

Die Genehmigung ist auf höchstens 10 Jahre befristet. Sie kann auf einen Rechtsnachfolger übergehen, sofern das System ohne wesentliche Änderung betrieben wird.

Die Systeme haben eine Meldepflicht und die Verpflichtung, während des Betriebszeitraums eingebrachte Abfälle abzutransportieren und entsprechend zu behandeln.

Im Fall der Mitbenützung eines Systems zur Sammlung von Siedlungsabfällen oder Sammel- und Verwertungssystemen haben die Betreiber der letzten einen Anspruch auf Abgeltung der entstehenden Kosten.

3.2.2. *DEPONIEVERORDNUNG 2008*¹⁸

Anlass für die Neufassung der Verordnung aus 1996 ist die Umsetzung der EG-Deponierichtlinie und der Deponieentscheidung, die eine Anpassung der österreichischen Rechtsvorschriften notwendig machte. Die Neuerungen betreffen vor allem das Abfallannahmeverfahren und Anpassungen bei den finanziellen Sicherstellungen der Deponien. Das Verbot der Ablagerung organischer, reaktiver Abfälle – das Kernstück der alten Deponieverordnung – bleibt ebenso bestehen wie die Grundanforderungen an die Deponietechnik und den Grundwasserschutz. Die Verord-

¹⁸) BMLFUW (2008). *Deponieverordnung 2008*. BGBl. II Nr. 39/2008 vom 30.01.2008

nung ist mit 1. März 2008 in Kraft getreten, für bestehende Deponien gibt es gestaffelte Übergangsfristen.

Hauptziel dieser Verordnung ist es, durch Anforderungen für die abzulagernden Abfälle, für die zu treffenden Maßnahmen und Verfahren möglichst weitreichend die negativen Auswirkungen auf die Umwelt und Menschen zu vermeiden oder vermindern.

Mit dieser VO sind folgende Deponieklassen und –unterklassen festgelegt:

- Bodenaushubdeponie;
- Inertabfalldeponie;
- Deponie für nicht gefährliche Abfälle:
 - Baurestmassendeponie;
 - Reststoffdeponie;
 - Massenabfalldeponie;
- Deponie für gefährliche Abfälle (nur als Untertagedeponie).

Für jede Deponiekategorie ist das Deponieren nur von bestimmtem, aufgelistetem Abfall gestattet. In Österreich besteht die gesetzliche Verpflichtung, biologisch abbaubare Abfälle getrennt zu sammeln und anschließend zu kompostieren. Verpackungsabfälle müssen ebenfalls getrennt gesammelt und anschließend wiederverwendet oder verwertet werden. Bei größeren Bauvorhaben müssen biologisch abbaubare Abfälle getrennt gesammelt werden. Auf Deponien darf nur Abfall entsorgt werden, der durch Verbrennung vorbehandelt wurde, um einen TOC unter 5% zu erreichen, ausgenommen bestimmter Fälle, oder Abfall, der eine biologische und mechanische Behandlung durchlaufen hat. Zur Erfüllung dieser Kriterien werden eine strenge grundlegende Charakterisierung und Eingangskontrolle bei der Abfallannahme durchgeführt. In einer grundlegenden Charakterisierung ist für jeden zu deponierenden Abfall die Zulässigkeit der Ablagerung zu ermitteln, wobei zwischen einmal anfallenden Abfällen und Abfallströmen und wiederkehrend anfallenden Abfällen unterschieden wird. Die Eingangskontrolle umfasst eine visuelle Kontrolle, die Kontrolle der Begleitpapiere und stichprobenartige Identitätskontrolle.

3.2.3. VERPACKUNGSVO 1996 UND VERPACKVO-NOVELLE 2006¹⁹

Diese Verordnung gilt für Hersteller, Importeure, Abpacker, Vertreiber und Letztverbraucher von Verpackungen. Begriffsbestimmungen werden von der RL 2004/12/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle übernommen und in der VO integriert.

Der Begriff „Verpackung „ ist weitgehend definiert und auf Grund bestimmter Kriterien gespalten:

¹⁹) BMLFUW (2006). *VerpackungsVO-Novelle 2006*. BGBl. II Nr. 364/2006 vom 26.09.2006

„Verpackungen“ sind Packmittel, Packhilfsmittel, Paletten oder Erzeugnisse, aus denen unmittelbar Packmittel oder Packhilfsmittel hergestellt werden. Packmittel sind Erzeugnisse, die dazu bestimmt sind, Waren oder Güter für Verkehrs-, Lager-, Transport-, Versandoder Verkaufszwecke zu umschließen oder zusammenzuhalten. Packhilfsmittel sind Erzeugnisse, die zum Zweck der Verpackung zusammen mit Packmitteln insbesondere zum Verpacken, Verschließen, Versandfertigstellung und zur Kennzeichnung einer Ware oder eines Gutes dienen. Man unterscheidet zwischen:

- Transportverpackungen;
- Verkaufsverpackungen;
- Umverpackungen;
- Serviceverpackungen;
- Packstoffe aus :
 - Papier, Karton, Pappe;
 - Glas;
 - Metalle;
 - Kunststoffe u.a.

§ 1 Abs. 3 der Verpackungsverordnung verbietet das Inverkehrsetzen von Verpackungen ab gewissen Schwermetall-Konzentrationen.

Die Verwertung der Verpackungen kann thermisch, stofflich oder organisch erfolgen.

Im §§3 und 4 sind die Verpflichtungen von Hersteller, Importeure, Abpacker und Vertreiber zur Rücknahme von Transport- und Verkaufsverpackungen nach Gebrauch geregelt.

Um dem Gesamtverwertungsziel nachzukommen, sind ab 2007 folgende Anteile der in Verkehr gesetzten Masse der Packstoffe in eine Anlage zur stofflichen Verwertung einzubringen:

- Papier, Karton, Pappe und Wellpappe 60%;
- Glas 60%
- Metalle 50%
- Kunststoffe 22,5%
- Holz 15%
- Getränkeverbundkarton 25%
- sonstige Materialverbunde 15%

Den Verpackungen sind bestimmte Anforderungen im Bezug auf ihre Herstellung und Zusammensetzung, Wiederverwendbarkeit, Verwertbarkeit und Kennzeichnung gestellt. Das ist eine Maßnahme zur Optimierung des Sammel- und Verwertungssystems.

Die VerpackVO-Novelle 2006 ist mit 1.Oktober 2006 in Kraft getreten. im Rahmen des elektronischen Datenmanagements werden ab 2008 auch die Meldungen der VerpackVO 1996 („Anlage 3-Meldungen“) elektronisch erfolgen. Festgelegt ist eine Meldepflicht für erstmals in Verkehr gebrachte Mehrwegverpackungen, wobei hier Daten auch von Interessensvertretungen übermittelt werden können.

3.2.4. ELEKTROALTGERÄTEVERORDNUNG (EAG-VO)²⁰

Diese Verordnung hat zum Ziel:

- Die Vermeidung von Abfällen von Elektro- und Elektronikgeräten, wenn sie nicht vermeidbar sind- ihre Wiederverwendung, stoffliche oder andere Form von Verwertung;
- Getrennte Sammlung von mindestens 4kg Elektro- und Elektronikaltgeräten aus privaten Haushalten pro Einwohner und Jahr ab 2006;
- Die Beschränkung von Verwendung von gefährlichen Stoffen in solchen Geräten, um zu einer nachhaltigen Stoffstrombewirtschaftung und Verbesserung der Umweltsituation beizutragen.

Sie ist mit 1. April 2007 in Kraft getreten.

Unter dem Begriff „Elektro- und Elektronikgeräte“ fallen solche, die zu ihrem ordnungsgemäßen Betrieb elektrischen Strom oder elektromagnetische Felder benötigen, und Geräte zur Erzeugung, Übertragung und Messung solcher Ströme und Felder, die unter die in Anhang 1 genannten Gerätekategorien fallen und für den Betrieb mit Wechselspannung von höchstens 1000 Volt oder Gleichspannung von höchstens 1500 Volt ausgelegt sind.

Es ist verboten, Geräte und Leuchten, die mehr als jeweils 0,1 Gewichtsprozent Blei, Quecksilber, sechswertiges Chrom, polybromiertes Biphenyl (PBB) oder polybromierten Diphenylether (PBDE) je homogenen Werkstoff oder mehr als 0,01 Gewichtsprozent Cadmium je homogenen Werkstoff enthalten, in Verkehr zu setzen.

Letztverbraucher können zumindest unentgeltlich Altgeräte aus privaten Haushalten an die dafür errichteten Sammelstellen abgeben. Soweit kein Vertrag über die Abholung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten aus privaten Haushalten mit einem oder mehreren Sammel- und Verwertungssystemen für die jeweilige Sammel- und Behandlungskategorie besteht, können die Gemeinden (Gemeindeverbände) im Rahmen der getrennten Sammlung dieser Elektro- und Elektronik-Altgeräte gemäß §28 AWG der Koordinierungsstelle einen Abholbedarf melden. Ab 26.09.2008 haben die Gemeinden die Abgabestellen und Öffnungszeiten bekannt zu geben. An diesen Stellen sind die Altgeräte, Batterien und Akkumulatoren zumindest unentgeltlich zu übernehmen.

Hersteller, die Elektro- und Elektronikgeräte für gewerbliche Zwecke nach dem 12. August 2005 in Verkehr setzen, haben diese Geräte zumindest unentgeltlich zurückzunehmen.

Nach dem 12. August 2005 in Verkehr gesetzte Geräte sind dauerhaft und sicht- und lesbar zu kennzeichnen.

Zum Zwecke der Optimierung des Sammel- und Verwertungssystems und Steigerung der Sammelquoten haben Hersteller die Letztverbraucher zu informieren über:

- Sinn der getrennten Sammlung und Nachteile der unsortierten Beseitigung;
- Die zur Verfügung stehenden Rückgabe- und Sammelmöglichkeiten;

²⁰) BMLFUW (2006). *ElektroaltgeräteVO-Novelle 2007*. BGBl. II Nr. 48/2007 vom 1.03.2007

- Potenzielle Auswirkungen auf die Umwelt;
- Die Bedeutung des Symbols auf dem Gerät.

Hersteller, die ihre Verpflichtungen zur Rücknahme erfüllen, haben sich an ein genehmigtes Sammel- und Verwertungssystem vertraglich anzuschließen.

Im Anhang 1 dieser VO ist eine detaillierte Auflistung der Gerätekategorien gegeben.

3.2.5. LAMPENVERORDNUNG²¹

Die Verordnung gilt für Mischlichtlampen, Hochdruck-Quecksilberdampflampen, Hochdruck-Metallhalogendampflampen, Neon-Hochspannungslampen, Neon-Niederspannungslampen, Hochdruck-Natriumdampflampen, Leuchtstofflampen und Niederdruck-Natriumdampflampen und erstreckt sich über die Bereiche Rücknahme, Pfandinhebung und umweltgerechte Behandlung. Sie ist mit 1. Jänner 2002 in Kraft getreten.

Anlässlich der Abgabe von Lampen im Inland ist vom Abgeber auf Aufforderung des Abnehmers die gleiche Anzahl von Altlampen unentgeltlich zurückzunehmen und einer umweltgerechten Behandlung zuzuführen. Zur Erfüllung der Rücknahme kann sich der Verpflichtete eines Dritten bedienen. Grundsätzlich gilt für die Lampen ein Pfand in der Höhe von 0,70€ zzgl. USt. Das Produkt soll mit dem Wort „Pfand“ oder mit einer Pfandmarke versehen werden.

Weiterhin schreibt die Verordnung folgende Grenzwerte für die Schadstoffe vor:

- Arsen und Cadmium 0mg pro Lampe;
- Quecksilber 15mg pro Lampe.

3.2.6. BATTERIENVERORDNUNG²²

Diese Verordnung hat zum Ziel:

- Verbesserung der Umweltverträglichkeit von Batterien während ihres gesamten Lebenszyklus;
- Vermeidung von Abfällen von Batterien, wenn das nicht möglich ist – ihre Verwertung;
- Sicherstellung eines hohen Niveau der stofflichen Verwertung um die Mindesteffizienzen zu erreichen, die durch Richtlinie 2006/66/EG vorgeschrieben sind;
- Beschränkung der Verwendung von gefährlichen Stoffen in Batterien;
- Weitgehend getrennte Sammlung von Altbatterien, wobei folgende Mindestziele für Gerätebatterien vorgeschrieben sind:
 - Bis 26. September 2012 mind. 25% und
 - Bis 26. September 2016 mind. 45% Sammelquote.

Unter dem Begriff „Batterie“ fallen alle aus einer oder mehreren (nicht wiederaufladbaren) Primärzellen oder aus einer oder mehreren (wiederaufladbaren) Sekundärzellen bestehenden Quellen elektri-

²¹) BMLFUW (2001). *Lampenverordnung*. BGBl. II Nr. 440/2001 vom 14.12.2001

²²) BMLFUW (2008). *Batterienverordnung*. BGBl. II Nr. 159/2008 vom 15.05.2008

scher Energie, die durch unmittelbare Umwandlung chemischer Energie gewonnen wird. Ausgenommen von dieser Verordnung bleiben wie im EU-Recht die Batterien für militärische Zwecke und solche für den Einsatz im Weltraum.

Die Schadstoffbegrenzung liegt allgemein bei:

- 0,0005 Gewichtsprozent Quecksilber für alle Batterien;
- 0,002 Gewichtsprozent Cadmium für eingebaute Gerätebatterien.

Hersteller, der Altbatterien zurücknimmt, und Altbatteriensammler haben die Pflicht diese nach dem Stand der Technik zu behandeln und einer Verwertungsanlage oder einer sonstigen Behandlungsanlage nach Stand der Technik zuzuführen.

Batterien müssen mit der entsprechenden Kennzeichnung versehen werden.

Hersteller müssen die Letztverbraucher über die Auswirkung der Batterien ausreichend informieren, sowie über Rücknahme- und Sammelstellen für ihre getrennte Sammlung. Sie haben ihre Verpflichtung zur Rücknahme durch Teilnahme an ein genehmigtes Sammel- und Verwertungssystem zu erfüllen und sich an diese vertraglich zu binden.

Bis spätestens 1. September 2008 haben sich Hersteller, Betreiber von Sammelstellen und Eigenimporteure über dem elektronischen Register gemäß § 22 Abs. 1 AWG 2002 zu registrieren.

3.2.7. ABFALLNACHWEISVERORDNUNG 2003²³

Diese Verordnung ist mit 1. Jänner 2004 in Kraft getreten und dient der Nachvollziehbarkeit der umweltgerechten Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung von Abfällen und der Art und Form der damit verbundenen Aufzeichnungen, Meldungen und Nachweisführungen.

Es besteht eine allgemeine Aufzeichnungspflicht für jedes Kalenderjahr mit Angaben der Abfallart (durch Abfallcode und Bezeichnung), der Abfallmenge, der Abfallherkunft, des Abfallverbleibes, wenn nötig auch Angabe von Abfallinput und -output für relevante Anlagenteile. In manchen Fällen ist auch die Angabe der Abfallerzeuger notwendig.

Es besteht die Möglichkeit einer vereinfachten Aufzeichnung für Abfallerzeuger von Siedlungsabfällen, welche über die kommunale Sammlung entsorgt werden oder deren Übergabe durch Vereinbarungen sichergestellt ist. Angegeben werden in diesem Fall:

- Abfallart durch Abfallcode und Bezeichnung;
- Übernehmer;
- Anzahl und Fassungsvermögen der Sammelbehälter,
- Abhol-/Anlieferungsintervall.

Abfallerzeuger können diese Aufzeichnung auch für Verpackungen nach VerpackVO führen.

²³) BMLFUW (2003). *Abfallnachweisverordnung*. BGBl. II Nr. 618/2003 vom 30.12.2003

Abfallerzeuger, bei dem Altöle in einer Jahresmenge von mindestens 200 Liter oder sonstige gefährliche Abfälle wiederkehrend, mindestens einmal jährlich anfallen, hat diesen Umstand binnen einem Monat nach der Aufnahme seiner Tätigkeit dem Landeshauptmann zu melden.

Die Meldung hat Name, Anschrift, Firmenbuch- und Identifikationsnummer, soweit vorhanden, Adressen der Betriebsstandorte, wo die Abfälle anfallen und den vierstelligen Branchenschlüssel zu enthalten. Die Übergabe von solchen Abfällen ist nur mit Begleitschein zulässig.

3.2.8. ABFALLVERZEICHNISVERORDNUNG ²⁴

Die Abfallverzeichnisverordnung ist seit 1. Jänner 2004 in Kraft getreten und hat damit die Regelungen der ÖNORM S 2100 abgelöst. Diese Verordnung enthält:

- die Auflistung von Abfallarten in einem Abfallverzeichnis;
- die Festlegung welche Abfälle als gefährlich gelten;
- die Festlegung eines Abfallcodes für jede Abfallart;
- Angaben von Kriterien für die Zuordnung von Abfällen zu einem Abfallcode.

Einzelne Abfallarten des Europäischen Abfallverzeichnisses werden durch Spezifizierungen ergänzt. Die Spezifizierungen müssen nur dann verwendet werden, wenn diese Unterteilung im Materienrecht oder in einem Bescheid vorgesehen ist. Eine freiwillige Verwendung ist möglich.

Eine endgültige Umstellung auf das Europäische Abfallverzeichnis erfolgt mit 1. Jänner 2009.

3.2.9. VERORDNUNG ÜBER DIE GETRENNTE SAMMLUNG BIOGENER ABFÄLLE ²⁵

Als biogene Abfälle gelten laut dieser Verordnung Abfälle mit einem hohen organischen, biologisch abbaubaren Anteil, aufgrund dessen sie für die aerobe und anaerobe Behandlung besonders gut geeignet sind. Darunter fallen:

- Natürliche organische Abfälle aus dem Garten- und Grünflächenbereich;
- Feste pflanzliche Abfälle, insbesondere aus der Nahrungsmittelzubereitung;
- Pflanzliche Rückstände aus der gewerblichen und industriellen Verarbeitung;
- Unbeschichtetes, mit Nahrungsmitteln in Kontakt stehendes Papier

Sie sind getrennt zu sammeln. Ausnahme sind jene biogenen Abfälle, die durch ihren Schadstoffgehalt die Verwertung der übrigen biogenen Abfälle erschweren oder gefährden.

Andere organische Abfälle aus der Zubereitung und dem Verzehr von Nahrungsmitteln (Speisereste) sind nur dann mit biogenen Abfällen gemeinsam gesammelt und behandelt, wenn sie zur Verwertung einer dafür geeigneten aeroben oder anaeroben Behandlungsanlage zugeführt werden.

Die Verordnung ist mit 1. Jänner 1995 in Kraft getreten.

²⁴) BMLFUW (2005). Abfallverzeichnisverordnung. BGBl. II Nr. 89/2005 vom 6.04.2005

²⁵) BMLFUW (1994). Änderung der Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle. BGBl. II Nr. 456/1994 vom 23.06.1994

3.3. DAS ABFALLWIRTSCHAFTSKONZEPT

Laut §10 des AWG ist für Anlagen, bei deren Betrieb Abfälle anfallen und in denen mehr als 20 Arbeitnehmer beschäftigt sind, ein Abfallwirtschaftskonzept zu erstellen. Falls mehrere Rechtspersonen die Anlage betreiben, ist das Erstellen eines gemeinsamen Abfallwirtschaftskonzeptes zulässig. Wichtige Bestandteile eines solchen Konzeptes sind:

- Angabe über die Branche und den Zweck der Anlage samt einer Auflistung aller Anlagenteile;
- verfahrensbezogene Darstellung des Betriebes;
- abfallrelevante Darstellung des Betriebes;
- organisatorische Vorkehrungen zur Einhaltung abfallwirtschaftlicher Rechtsvorschriften;
- Abschätzung der zukünftigen Entwicklung.

Dieses Konzept ist auf Verlangen der zuständigen Behörde Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22) vorzulegen. Es ist bei jeder wesentlichen abfallrelevanten Änderung der Anlage, jedoch mindestens alle 5 Jahre fortzuschreiben. Bei Unvollständigkeit des Abfallwirtschaftskonzeptes werden notwendige Verbesserungen von der Behörde mit Bescheid aufgetragen.

Unter dem Begriff „Anlagen“ sind auch Bürogebäude und Schulen zu verstehen. Arbeitnehmer sind alle Beschäftigten, einschließlich der Mitarbeiter/innen des Außendienstes. Auch Personen, die auf Grund freier Dienstverträge auf bestimmte oder unbestimmte Zeit zur Erbringung von Dienstleistungen verpflichtet sind, sind einzubeziehen.

Das Erstellen eines Abfallwirtschaftskonzeptes bringt folgende Vorteile mit sich:

- Klarer Überblick über die Materialströme und entsprechenden Kosten;
- Erkennung von Einsatzstoffen mit hohem Umweltgefährdungspotenzial;
- Optimierung der Logistik.

In Betrieben mit mehr als 100 Arbeitnehmern schreibt das Gesetz einen fachlich qualifizierten Abfallbeauftragten vor. Er hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Überwachung der Einhaltung von abfallrechtlichen Vorschriften, die den Betrieb betreffen;
- Den Betriebsinhaber über seine Wahrnehmungen und festgestellte Mängel unverzüglich zu informieren;
- Mitwirkung bei der Umsetzung von abfallrechtlichen Vorschriften, die für den Betrieb relevant sind;
- Den Betriebsinhaber in abfallwirtschaftlichen Fragen zu beraten;
- Bei Erstellung oder Fortschreibung des AWK die Kosten der Abfallbehandlung oder Erlöse der Altstoffe dem Betriebsinhaber darzustellen.

Mit der Bestellung eines Abfallbeauftragten wird die Verantwortlichkeit für die Einhaltung der abfallrechtlichen Vorschriften nicht auf ihn übertragen. Die Verpflichtung zur Einhaltung trägt weiterhin der Betriebsinhaber.

4. ABFALLWIRTSCHAFTSKONZEPT DER TU WIEN FÜR DAS JAHR 2007

4.1. STRATEGISCHE ZIELE UND ZWECK DER TU WIEN

Die TU Wien hat sich folgende strategische Ziele²⁶ gesetzt:

- Hohe Wettbewerbsfähigkeit und Qualität in Lehre, Forschung und Dienstleistungen;
- Intensive Zusammenarbeit mit der Wirtschaft, den Gebietskörperschaften, den Interessenvertretungen sowie mit AbsolventInnen;
- Gutes Arbeits- und Betriebsklima, Entfaltungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten für das Personal;
- Wahrnehmung der gesellschaftlichen Verantwortung sowie hohes Ansehen in der Öffentlichkeit.

Diese werden in drei Bereichen detailliert definiert:

- ✓ Bereich Forschung:
 - Forcierung von interdisziplinären Forschungsprojekten;
 - Schaffung von fakultätsübergreifenden Kompetenzfelder;
 - Internationale Forschung;
- ✓ Bereich Lehre:
 - Verbesserung der Studienbedingungen;
 - Erhöhung des Mobilitätspotenzials;
 - Vermittlung berufsfeldrelevanter Zusatzqualifikationen;
- ✓ Bereich Soziales:
 - Gleichstellung von Frauen und Männern;
 - Intensivierung der Kontakte zu den AbsolventInnen;
 - Kompensation der Benachteiligungen von Personen mit Behinderungen und/oder chronischen Erkrankungen.

Die Universität ist eine Bildungseinrichtung, die zum Zweck der Forschung, akademischen Lehre, der Erbringung neuer wissenschaftlichen Erkenntnissen und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses dient. Im Jahr 2007 wurden von den TU-ForscherInnen 55 Erfindungen gemeldet, 48 Patentanmeldungen getätigt und 6 Patente der TU Wien erteilt²⁷ (aus Tätigkeitsbericht TU Wien 2007).

²⁶) TU Wien (2008). *Wissensbilanz 2007*, S.7-20, TU Wien

²⁷) TU Wien (2008). *Jahresbericht TU Wien*. S.9, TU Wien

4.2. ORGANISATIONSAUFBAU

4.2.1. FAKULTÄTEN

Die insgesamt 60 Institute²⁸, zugehörigen Labore und Zentren sind 8 Fakultäten zugeordnet:

Fakultät für Mathematik und Geoinformation

Fakultät für Physik

Fakultät für Technische Chemie

Fakultät für Informatik

Fakultät für Bauingenieurwesen

Fakultät für Architektur und Raumplanung

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

4.2.2. DIENSTLEISTER

Für den ordnungsgemäßen Verlauf der Forschung und der Lehre stehen eine Reihe von Dienstleister für die Koordination und Service. Laut Universitätsgesetz bestehen an jeder Universität folgende Dienstleistungseinrichtungen:

- Universitätsbibliothek;
- Zentraler Informatikdienst;
- Zentrale Verwaltung mit:
 - Studien und Prüfungsverwaltung;
 - Personalverwaltung;
 - Haushalts- und Finanzverwaltung;
 - Gebäudebetrieb und technische Dienste;
 - Beschaffungswesen, Inventar- und Materialverwaltung;
 - Rechtsangelegenheiten;
 - Information- und Veranstaltungswesen;
 - Drittmittellangelegenheiten;
 - Planungsvorbereitung;
 - Allgemeine administrative Angelegenheiten für Universitätsorgane mit Ausnahme von Instituten;
 - Führung des Universitätsarchivs.

Zu den Serviceleistungen der TU Wien gehören noch die Frauenförderung, E-Learning Zentrum, Karriereservice und Service für Behinderte.

²⁸) TU Wien (2008). *Jahresbericht TU Wien*. S.44

4.2.2.1. Bibliothek

Die Universitätsbibliothek der TU Wien (UBTUW) erwirbt und sammelt Literatur (sowohl in Papierform als auch digital) auf dem Gebiet der Naturwissenschaft und Technik mit Schwerpunkt der an der TU Wien angebotenen Fächer. Neben der Hauptbibliothek (Resselgasse 4) verfügt die TU über eine Fachbibliothek für Mathematik und Physik (Wiedner Hauptstraße 8 -10) sowie für Chemie (Getreidemarkt). Insgesamt stehen 829 Leseplätze in der Hauptbibliothek und mehr als 140 Leseplätze in den Fachbibliotheken zur Verfügung. Davon sind 110 Plätze als EDV-Arbeitsplätze mit PCs ausgestattet²⁹.

Laut Tätigkeitsbericht 2006 der TU ist folgende Anzahl an Bänden im Besitz der Bibliothek:

Tabelle 1: Literaturbestand 2004-2006

Jahr	Bände
2004	1.253.960
2005	1.278.457
2006	1.300.081

Tabelle 2: Literaturanschaffung 2003-2006³⁰

Einrichtung	Anzahl der Bände
Hauptbibliothek	16.238
Fakultät für Mathematik und Geoinformation	2.660
Fakultät für Physik	518
Fakultät für technische Chemie	990
Fakultät für Informatik	2.357
Fakultät für Bauingenieurwesen	2.415
Fakultät für Architektur und Raumplanung	6.833
Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften	1.967
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik	2.243
Sonstige	407
Summe	36.727

²⁹) TU Wien (2008). *Tätigkeitsbericht 2006 Technische Universität Wien*, S.52, TU Wien, Wien

³⁰) TU Wien (2008). *Tätigkeitsbericht 2006 Technische Universität Wien*, S.55, TU Wien, Wien

4.2.2.2. Zentraler Informatikdienst (ZID) ³¹

Die IT-Infrastruktur der TU Wien wird von ZID betrieben und auf hohem leistungsfähigen Niveau gehalten. Das 1.441 km lange Kupferkabel- und 53 km lange Glasfasernetz umfassen alle Einrichtungen der Universität. Die Zahl der angeschlossenen Rechner beträgt 10.830 im Jahr 2007 und ist damit im Vergleich zu den angeschlossenen 10.150 Rechnern im Jahr 2006 angestiegen. Ein Grund für den Anstieg ist auch die Anbindung des Atominstutits im Prater.

ZID betreibt auch die Informationssysteme der TU wie z.B. White Pages, TUWIS++ etc.

Die Telefonanlage besteht aus 24 Unteranlagen und insgesamt 5.640 Nebenstellen.

4.2.2.3. Zentrale Verwaltung

Die zentrale Verwaltung ist eine Einrichtung mit ausschließlichem Bürobetrieb unterstützt durch das IT-Netz.

4.3. KAPAZITÄT DER ANLAGE

4.3.1. RÄUMLICHKEITEN

Die TU verfügt über rund 10.000 Räume mit einer Fläche von knapp 276.000 Quadratmetern. Die nachstehende Tabelle zeigt die Verteilung auf die wichtigsten Gebäudekomplexe.

Tabelle 3: Verteilung der Räumlichkeiten zu den Standorten ³²

Gebäudekomplex	Gebäudecode	Fläche (m ²)	Nettonutzfläche (m ²)	%
Karlsplatz	A+E	50.425	35.227	19
Getreidemarkt	B	49.394	32.251	17
Gußhaus/Favoritenstraße	C+H	53.407	34.218	18
Freihausgründe	D	85.329	59.433	31
Rest		37.393	29.007	15
Total		257.947	190.136	100

Die Nettonutzfläche ist weiter nach Nutzungsart detailliert betrachtet. Von der gesamten NNFläche fallen 32.605m² unter die Nutzungsart 5- Hörsäle³³. Bei einer Anzahl von ca. 19.500 ordentlichen Studierenden im Jahr 2007 heißt das ca. 1,70m² Hörsaal/ordentlichem Studierenden. Die TU Wien strebt eine bessere Raumausnutzung an.

³¹) TU Wien (2008). *Jahresbericht 2007*. S.21, TU Wien, Wien

³²) TU Wien (2008). *Technische Universität Wien, Wissensbilanz 2007*, S.38, TU Wien, Wien

³³) TU Wien (2007). *Entwicklungsplan der Technischen Universität Wien*, S.11, TU Wien, Wien

Tabelle 4: Weitere Standorte der TU Wien mit Gebäudecoden³⁴

Standort	Gebäudecode
1040, Paniglgasse	A
1040, Wiedner Hauptstraße	A,D
1040, Resselgasse	A
1060, Gumpendorferstraße	B
1040, Treitlstraße	D
1040, Operngasse	D
1040, Argentinierstraße	E
1040, Karlsgasse	E
1040, Erzherzog Johann Platz	F
1030, Adolf Blamauergasse	M
1200, Engerthstraße	P
1040, Theresianumgasse	Q
1020, Stadionallee	Z
1030, Franz Grill Straße	OX, OZ

Aufgrund der Raumbenutzungsliste der TU Wien und durchgeführten eigenen Berechnungen der Fläche wird hier eine Beschreibung der wichtigsten Gebäudekomplexe vorgenommen:

Gebäude A:

- Institute mit Seminarräumen, Hörsälen, Verwaltungsabteilungen, die ca. 50% der Fläche beanspruchen, davon sind ca. 1/3 von Labors und Werkstätten der Institute belegt;
- An Gängen, Stiegen, Aufzügen fallen weitere ca. 25% der Gesamtfläche an;
- Die restlichen 25% sind den Technikräumen wie etwa Heizräumen, Lampenlager, Lüftungszentrale, Transformatorenräumen, Abstellräumen gewidmet.

Gebäude B:

Nach ungefähre Berechnung sind die in der Tabelle angegebenen Werte angenommen.

- Spalte Institute steht für Hörsäle, Institute, Verwaltung und weitere Einrichtungen mit Bürobetrieb. Zusammen mit den Laboren sind sie auf fast 60% der Gesamtfläche gelegt, ungefähr 40 % davon gehört den Labors;

³⁴) TU Wien (2008).Raumbenutzungsliste. TU Wien

- Zu den Labors zählen das Chemielabor, Glasbläsereilabor, Mikrobiolog. Labor, Botaniklabor, Isotopenlabor und weitere Labore und Laborlager der dort befindlichen Institute;
- Die Technikräume umfassen die Lüftungszentrale, Abluftwaschanlage, Fernwärmeumformer, Klimakeller, Pumpenkeller, Transformatorenräume, Notstromaggregat, Werkstätte für Kunststoff, Glasbearbeitung und beanspruchen damit einen Flächenanteil von 25%. In diesem Gebäude befindet sich auch das Sondermülllager für gefährliche Laborabfälle;
- Gänge, Aufzüge und andere Verkehrsflächen machen ca. 25% der Gesamtfläche aus.

Gebäude C:

- Aufgrund der Raumnutzung wird hier ebenfalls angenommen, dass ca. 50% der Fläche von Einrichtungen der Forschung, Lehre und Verwaltung belegt sind, davon ca. 40% von Labors;
- 25% sind den Gängen, Aufzügen und Stiegen gewidmet;
- 25% - Lagerräume, Werkstätte, Pumpenräume, Klimazentrale.

Gebäude D:

Die Flächen wurden auch ungefähr berechnet. Folgende Anteile fallen für Freihaus an die Bereiche:

- 35% Institute;
- 25% Technik;
- 10% Labors;
- 30% Gänge.

Bemerkung: Zu der Fläche des Gebäudekomplexes D sind die Fläche von der Bibliothek (ca. 13.000m) und die Flächen von den Garagen in der Wiedner Hauptstraße, MENSA, LMZ und Cafeteria (ca. 18.000m) nicht berücksichtigt. Grund dafür sind die unterschiedlichen Prozesse, die dort verlaufen. Bei der MENSA z.B. handelt es sich um einen Betrieb, der die Verantwortung für die Abfallentsorgung selbst übernimmt.

Für die Gebäude E bis H wurde eine ungefähre Berechnung der Fläche vorgenommen. Die Großraumlabor von E 311, E 222, E202, E307 befinden sich in der Adolf-Blamauer Gasse und den Arsenal Objekten und haben eine Laborfläche von ca. 10.000m².

Tabelle 5: Abgeschätzte Fläche nach Nutzungsarten in m²

Gebäudekomplex	Institute	Technik	Labor	Gänge, Stiegen	Fläche gesamt
A	13.900	10.900	7.000	10.000	41.800
B	17.300	12.400	9.900	9.800	49.400
C	12.500	10.500	8.400	10.500	41.900
D-Freihaus	16.000	11.500	4.600	14.000	
D-Operngasse	4.100	1.400	600	2.100	
D-gesamt	20.100	12.900	5.200	16.100	54.300
E-Argentinierstrasse	2.900	800	900	800	
E-Karlsgasse 11 u. 13	1.650	850	150	550	
E-gesamt	4.550	1.650	1.050	1.350	8.600
F-Gußhausstrasse 28	1.200	300	100	400	
F-Erzh.-Johann Pl.	1.700	1000	1.200	1.400	
F-gesamt	2.900	1.300	1.200	1.900	7.300
G-Floragasse	1.920	960	1.200	720	4.800
H-Favoritenstraße 9	2.800	450	1.000	1.200	
H-Favoritenstraße 11	2.200	550	1.100	1.600	
H-gesamt	5.000	1.000	2.100	2.800	11.500

4.3.2. PERSONAL

Das Personal an der TU beschäftigt sich vor allem mit wissenschaftlicher Arbeit, Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses und Lehre. Neben wissenschaftlichem Personal gibt es auch eine Anzahl von allgemeinen Universitätsbediensteten.

Tabelle 6: Anzahl der Beschäftigten an der TU Wien zum 31. 12. 2007³⁵

Position	Anzahl
ProfessorInnen	148
Wissenschaftliches Personal	1.689
Allgemeines Personal	989
Lehrbeauftragte, externes Personal	371
StudienassistentInnen	122
TutorInnen	409
Sonstiges Personal	35
Summe	3.763

In Vollzeitäquivalenten umgerechnet sind 2.606 Personen beschäftigt.

4.3.3. STUDIERENDE

Mit der Entwicklung des Studienangebots und aufgrund einer demographischen Entwicklung steigt auch die Anzahl der Studierenden. Im Wintersemester 2007/08³⁶ gibt es 19.454 aktive ordentliche Studierende. Im Studienjahr 2006/2007 betragen die Studienabschlüsse 1.764³⁷.

4.4. VERFAHRENSBEZOGENE DARSTELLUNG NACH BEREICHEN

Bereich Institute

Bei allen Instituten und Abteilungen gibt es einen Bürobereich für Verwaltungstätigkeiten. Hier werden mit der Unterstützung von IT-Geräten Tätigkeiten wie Kommunikation, Datenaustausch und Abfertigung der Post betrieben. Man kann davon ausgehen, dass jedes Institut über ein Telefaxgerät, einen Drucker und ein Kopiergerät verfügt.

³⁵) TU Wien (2007): *Technische Universität Wien, Rechnungsabschluss 2007*, TU Wien.

³⁶) TU Wien (2008). *Jahresbericht 2007*. S.13, TU Wien, Wien

³⁷) TU Wien (2008). *Technische Universität Wien, Wissensbilanz 2007*, S.63, TU Wien, Wien

Weiters ist in jedem Institut eine Teeküche für die Zubereitung von kleinen Mahlzeiten und Getränken eingerichtet. Die Teeküche ist zumeist mit einem Kühlschrank, einer Kaffeemaschine und einem Geschirrspüler ausgestattet.

Zu der technischen Ausrüstung am Arbeitsplatz zählen aufgrund der Aufgabe (Forschung und Lehre) hauptsächlich ein PC und ein Telefon. Tätigkeiten wie die Erfassung von Daten, Schaffung neuer Modelle, Kommunikation, Forschung und das Erstellen von Berichten ist die Hauptaufgabe des wissenschaftlichen Personals.

Zu den Instituten gehören ebenfalls Seminarräume und Hörsäle, in denen mit Hilfsgeräten (Video-beamer, Overheadprojektoren, Lautsprechanlagen) Vorträge gehalten und die LVA präsentiert werden. Weiters finden in diesen Räumen Prüfungen und Selbstlernen statt.

Nicht zu vergessen sind auch die institutseigenen Bibliotheken, in denen Fachliteratur zum jeweiligen Forschungs- und Lehrschwerpunkt gesammelt und verwaltet wird.

Bereich Labor

Die verschiedenen Labors in den Räumen der TU Wien sind der Prüfung von Materialien, Methoden und Modellen gewidmet. Zu ihrer Ausrüstung gehört ein breites Spektrum an Mess- und Analysegeräten, Pumpen, Kühlanlagen, je nach Forschungsschwerpunkt des Labors.

Aufgrund der Ähnlichkeit der Prozesse, die in den Werkstätten stattfinden, werden sie mit den Labors zusammen betrachtet.

Bereich Gebäudebetrieb

Hier werden alle Tätigkeiten berücksichtigt, die das ordnungsgemäße Funktionieren der Universität zum Zweck haben. Das heißt Reinigung, Wartung, Instandhaltung, Betrieb der Kühl- und Lüftungsanlagen, Leuchtmittelaustausch, Portier- und Sicherheitsdienste und dergleichen.

Bereich Bibliothek

Zu den Tätigkeiten der Bibliotheken zählen die Beschaffung von Büchern, Archivierung von Literatur, Verwaltung des Buchverleihs, Bereitstellung von Leseplätzen und Kopiergeräten in den Räumen.

Bereich ZID

Die Hauptprozesse in diesem Bereich sind der Austausch von Daten, die Sicherstellung des Kommunikationsnetzes der TU und ihr Betrieb.

Bereich Zentrale Verwaltung

Die zentrale Verwaltung verfügt über mehrere Abteilungen, die alle als solche mit ausschließlichem Bürobetrieb einzustufen sind. Dort stattfindende Prozesse sind Kommunikation, Verwaltung von Daten und Abfertigung der Post.

Bereich Graphisches Zentrum

Nach den Bestimmungen im Hochschülerschaftsgesetz kann jede Universitätsvertretung Wirtschaftsbetriebe zur Unterstützung der Studierenden betreiben. Die HTU betreibt zwei Betriebe, die HTU - Wirtschaftsbetriebe GesmbH und die Lehrmittelstelle Technik GesmbH. Die Einrichtungen dieser Betriebe bieten Kopierräume, ausgestattet mit mehreren Kopierern, die so genannten KOPITU-Zentren, und einen Skriptenverlag, der die Aufträge für das Erstellen von Skripten zu den meisten Pflichtlehrveranstaltungen übernimmt. Dort wird, wie der Name schon sagt, Kopien und Drucke erstellt.

4.5. ANFALLENDE ABFALLFRAKTIONEN NACH BEREICHEN

In der nachstehenden Tabelle wird eine Auflistung der anfallenden Abfallarten nach Bereichen und zugehörigen Tätigkeiten angeführt.

Tabelle 7: Anfallende Abfallfraktionen nach Bereichen

Bereich	Abfallart
Institute <ul style="list-style-type: none"> ○ Verwaltung ○ Teeküche ○ Forschung/Lehre ○ Kopieren/Drucken 	Altstoffe(Altpapier), Verpackungsabfälle, Restmüll Biogene Abfälle, Altstoffe, Verpackungen, Restmüll Restmüll, Elektronikgeräte, Altpapier Altpapier, Toner cartridges, Elektrogeräte
Labor/Werkstatt	Chemikalienabfälle, Elektro- und Elektronikschrott, Verpackungsabfälle, Entwicklerbäder, Altbatterien Kunststoffabfälle, Glas, verunreinigtes Leergebinde, Altöle, Restmüll
Gebäudebetrieb	Altstoffe, aufgebrauchte Filter, Gasentladungslampen, Altbatterien, Altlacken und Altfarben, Restmüll
Bibliothek <ul style="list-style-type: none"> ○ Beschaffung, Verwaltung ○ Leseplätze ○ Kopierer 	Altpapier, Verpackungsabfälle Restmüll, Altpapier Toner cartridges, Altpapier, Elektrogeräte
ZID	Altstoffe, Verpackungsabfälle, Elektronikschrott, Restmüll
Zentrale Verwaltung	Altpapier, Altstoffe, Verpackungsabfälle, Restmüll, Elektronikschrott, Toner cartridges
Druckerei/Kopierzentrum	Altpapier, Restmüll, Toner cartridges, Verpackungsabfälle, Elektronikschrott

4.6. ABFALLRELEVANTE ANGABEN

Laut geltenden Gesetzen und Vorschriften unterscheidet man zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen. Das setzt ein innenbetriebliches Sammelsystem voraus, die schon am Ort der Entstehung die Abfälle separat sammelt. Dafür ist es notwendig zu wissen, welche Fraktionen wo und in welcher Menge anfallen. Die Prozesse, die auf der TU Wien stattfinden, besonders in den Laborbereichen, sind aber an und für sich unterschiedlich, was die Analyse erschwert. Hier wird eine Liste der üblicherweise anfallenden Abfälle angegeben. Es handelt sich um eine Zusammenfassung der Sondermüllentsorgungsliste der TU Wien für den Zeitraum 2000 bis 2007.

4.6.1. GEFÄHRLICHE ABFÄLLE

Tabelle 8: Üblich anfallende gefährliche Abfälle

Schlüsselnr.	Vorschlag EAK-Code	Fraktion
31408	17 02 04	Glas, Altglas kontaminiert
35212	16 06 14	Bildschirme
35202	16 02 11	Kühl- und Klimageräte mit FCKW,FKW und KW Kälte
35332	16 06 01	Bleiakkumulatoren
35338	16 06 02(03,04,05)	Altbatterien
35339	20 01 21	Gasentladungslampen
35...	17 04 07	Metallabfälle, schadstoffhaltig
52102	06 01 01(02,03,04,05,06)	Säuren/anorganische Verbindungen
52707	09 01 04	Fixierbäder
52723	09 01 01(02,03)	Entwicklerflüssigkeit
54102	*	Altöle
54107	13 03 *	Transformatorenöle
54110	16 02 09	PCB/ PCT-hältige Abfälle
54402	*	Emulsionen
55220	14 06 02	Lösemittelgemisch, halogenhaltig
55370	14 06 03	Lösemittelgemisch, halogenfrei
555..	08 01 11(12)	Altfarben, Altlacken
57129	08 03 17	Leertoner
59305	16 05 06	Laborabfälle, Chemikalienreste
59804	17 04 09	Spraydosen

**) aufgrund der unbekanntem Zusammensetzung ist keine genaue Einteilung möglich*

Wie man erkennen kann, kommen die gefährlichen Abfälle hauptsächlich aus den Laborbereichen und der Wartung des Gebäudes. Sie werden in speziellen Behältern gesammelt und aufbewahrt. Nach Bedarf werden diese von dem Entsorgungsunternehmen abgeholt und je nach Fraktion weiter-

entsorgt oder verwertet. Derzeit ist für solche Angelegenheiten der Vertragspartner Firma KILLER³⁸ zuständig.

Da das Atominstitut ganz spezifischen Abfall erzeugt, wird nachfolgend näher darauf eingegangen. Das Atominstitut ist im Jahr 1958 als interuniversitäres Institut gegründet worden. Es dient der Forschung und Ausbildung auf den Gebieten Atom-, Kern-, Reaktorphysik, Strahlenphysik und Strahlenschutz, Umweltanalytik und Radiochemie, Quantenphysik und Quantenoptik sowie Tieftemperaturphysik. Heute ist das Atominstitut eines der Institute der Fakultät für Physik.

Das Institut ist im Besitz eines der ca.50 weltweitbetriebenen Reaktoren TRIGA Mark-II³⁹. Er wurde von der Fa. General Atomic in der U.S.A. errichtet und im Jahr 1962 mit Brennstoff geliefert. Der Reaktorkern besteht aus ca. 80 Brennelementen, die mit Thermoelementen versehen sind, um die Temperatur des Brennstoffs zu überwachen. Der Abbrand der Brennelemente ist aufgrund der geringen Reaktorleistung sehr gering. Es werden noch immer die Brennelemente aus dem Jahr 1962 verwendet. Sollten diese nicht mehr verwendbar sein, so werden sie an die U.S.A. zurückgestellt.

Die sonstigen radioaktiven Abfälle sind nach persönlichen Angaben von DI Dr. Andreas Musilek Low Level Waste in Form von Tüchern aus Dekontaminierung oder Aktivierungsprodukte des Reaktors. Die Menge hat eine Größenordnung von einigen Kilogramm jährlich. Ausgesprochen selten fallen größere Geräte an, die entsorgt werden müssen. Die Abfälle werden in entsprechenden Behältern gelagert und zu festgelegten Abholterminen abtransportiert. Generell gehen alle radioaktiven Abfälle ins Forschungszentrum Seibersdorf (ARC), wo sie aufbereitet und zwischengelagert werden. In Seibersdorf befindet sich die einzige Anlage in Österreich zur Behandlung und Zwischenlagerung von solchen Abfällen aus Industrie, Krankenhäusern und Universitäten.

³⁸) Melmer R.(2008). *Sondermüllentsorgungsliste der TU Wien 2007*

³⁹) TU Wien (2008). *Das Atominstitut*. TU Wien

4.6.2. NICHT GEFÄHRLICHE ABFÄLLE

Tabelle 9: Separat gesammelte nicht gefährliche Abfälle

Schlüsselnr.	Vorschlag EAK-Code	Fraktion
17201	17 02 01	Holz
18720	20 01 01	Altpapier
35...	17 04 07	Metalle
57108	16 01 19	Polystyrol, Polystyrolschaum
57118	17 02 04	Kunststoffemballagen
91201	15 01 01	Verpackungen/ Kartonagen
31434	15 02 02	Verbrauchte Filter und Aufsaugmasse
35205	20 01 36	Elektro- und elektronische Geräte ohne gef. Inhaltstoffe
91101	20 03 01	Restmüll
57118	20 01 39	Kunststoff
35105	20 01 40	Metall
31468,31469	20 01 02	Glas

Die ungefährlichen Abfälle werden nach Fraktionen gesammelt. Restmüll, Kunststoff, Metall und Glas werden vom Entsorgungs- und Verwertungssystem der Stadt Wien übernommen. Die restlichen nichtgefährlichen Abfälle werden von einem Entsorgungsbetrieb übernommen.

4.7. GÜTERBILANZ FÜR DAS JAHR 2007

Um eine Güterbilanz zu erstellen, wird hier die Methode der Güter- und Stoffflussanalyse⁴⁰ verwendet.

Anhand der vorliegenden Daten von der Abfallentsorgung der TU Wien kann der Output an Restmüll, getrennt gesammelten Wertstoffen und Sonderabfall ermittelt werden. Die Inputgüter lassen sich am besten von Beschaffungslisten ablesen. Da es sich hier um eine zentrale, aber auch dezentrale Beschaffung durch die einzelnen Institute handelt, ist die Erfassung dieser Daten mit sehr großem Aufwand verbunden. Weiters besteht das Problem, dass in den in Kapitel 3.4 genannten Bereichen zwar verschiedene Tätigkeiten ausgeübt werden, aber es liegen keine genauen Abfalldaten für jeden Bereich vor. Da die Universitäten für viele Güter den Charakter eines Durchflusssystems hat, wird hier bei der Berechnung davon ausgegangen, dass neue Geräte nicht mehr funktionierende ersetzen, und nur soviel besorgt wird, um den Verbrauch zu decken. Das heißt, dass sich durch diese Annahme das Lager nicht verändert. Diese Annahme gilt jedenfalls nicht für das Papier (Bibliothek). Um die Menge an Inputgütern zu berechnen, wurden Daten von der Stoffbuchhaltung und Güterflüssen vom For-

⁴⁰) Baccini P., Brunner P.H. (1991), *Metabolism of the Anthroposphere*. Springer-Verlag, Berlin

schungsbetrieb EAWAG Dübendorf in der Schweiz herangezogen. Grund dafür sind die Ähnlichkeiten im Bereich Forschung und Lehre sowie die Berücksichtigung der Dissertanten bei der Berechnung der Vollzeitäquivalente. Zum Zeitpunkt der Erfassung betrug das Personal in diesem Betrieb auf Vollzeitäquivalenten umgerechnet 298 Personen⁴¹. Verwendet wurden auch Daten einer Güterflussanalyse der Fakultät für Bauingenieurwesen der TU Wien⁴².

Um einen besseren Überblick zu bekommen, werden hier die Ergebnisse aus der Berechnung und Zuordnung der Güter tabellarisch angegeben:

Tabelle 10: Prozess "Gebäudebetrieb" - Güterflüsse

Prozess "Gebäudebetrieb"				
Input		Lager	Output	
Güter	Menge (kg/a)		Güter	Menge (kg/a)
Verbrauchsmaterialien	6.700		Verbrauchte Reinigungsmittel und -materialien	43.260
Reinigungsmittel und -materialien	55.860		Restmüll	12.600
			Verbrauchte Filter- und Aufsaugmasse	2.160
			Altlacke/Altfarbe	120
			Altöl	1.715
			Gasentladungslampen	1.055
			Bleiakkumulatoren	920
			Batterien	733

⁴¹) Freuler, N. (1996), *Das Stoffhaushaltssystem EAWAG*, Diplomarbeit an der Abteilung Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, Anhang A, S.3, EAWAG Dübendorf.

⁴²) Lukas Winner (2004), *Güterflussanalyse der Fakultät für Bauingenieurwesen TU Wien*, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien

Tabelle 11: Prozess "Labor/Werkstatt"-Güterflüsse

Prozess "Labor/Werkstatt"				
Input		Lager	Output	
Güter	Menge (kg/a)		Güter	Menge (kg/a)
Verbrauchsgüter	40.590		Chem.reste/ Laborabfälle	7.584
			Säuren/anorg. Verbindungen	400
			Entwicklerflüssigkeit	340
			Lösungsmittelgemisch, halogenfrei	3.200
			Lösungsmittelgemisch, halogenhaltig	3.560
			Spraydosen	320
			Leergebinde	140
			radioaktive Abfälle	10
			Altmittel	15.200
			Altglas	7.450

Tabelle 12: Prozess "Institute/Verwaltung/Bibliothek" - Güterflüsse

Prozess "Institute/Verwaltung/Bibliothek"				
Input		Lagerzuwachs	Output	
Güter	Menge (kg/a)	kg/a	Güter	Menge (kg/a)
Bücher/Zeitschriften	28.600	34000	Polystyrol	1.007
PC, Notebooks	14.600		elektro(nische) Geräte	25.800
Büromaterialien	555.865		Kühlschränke	2.000
externer Input	219.775		Akten zu vernichten	24.516
elektrische und elektronische Geräte	56.915		Leertoner	844
			Bildschirme	7.000
			Kunststoff	9.692
			Altpapier	163.838
			Altmittel	23.128
			Altglas	18.683
		Restmüll	469.035	
Biotonne	16.868			
Papier (Skripten, Berichte)	79.175			

Der Lagerzuwachs bei diesem Prozess ist durch den Input an Bücher/Zeitschriften für die Bibliothek (28.600kg), jedoch auch durch die Archivierung von Seminararbeiten, Vorlesungsunterlagen, Broschüren, Projektberichte und dergleichen an den Instituten bedingt. Die archivierte Papiermenge (ca. 5.000kg) entspricht etwa 1,5% des ermittelten Kopierpapierinputs von rund 330.000 kg. Nimmt man der Lagerzuwachs der Hauptbibliothek in Betracht (etwa 2%, siehe S.57) scheint dieser Wert plausibel zu sein.

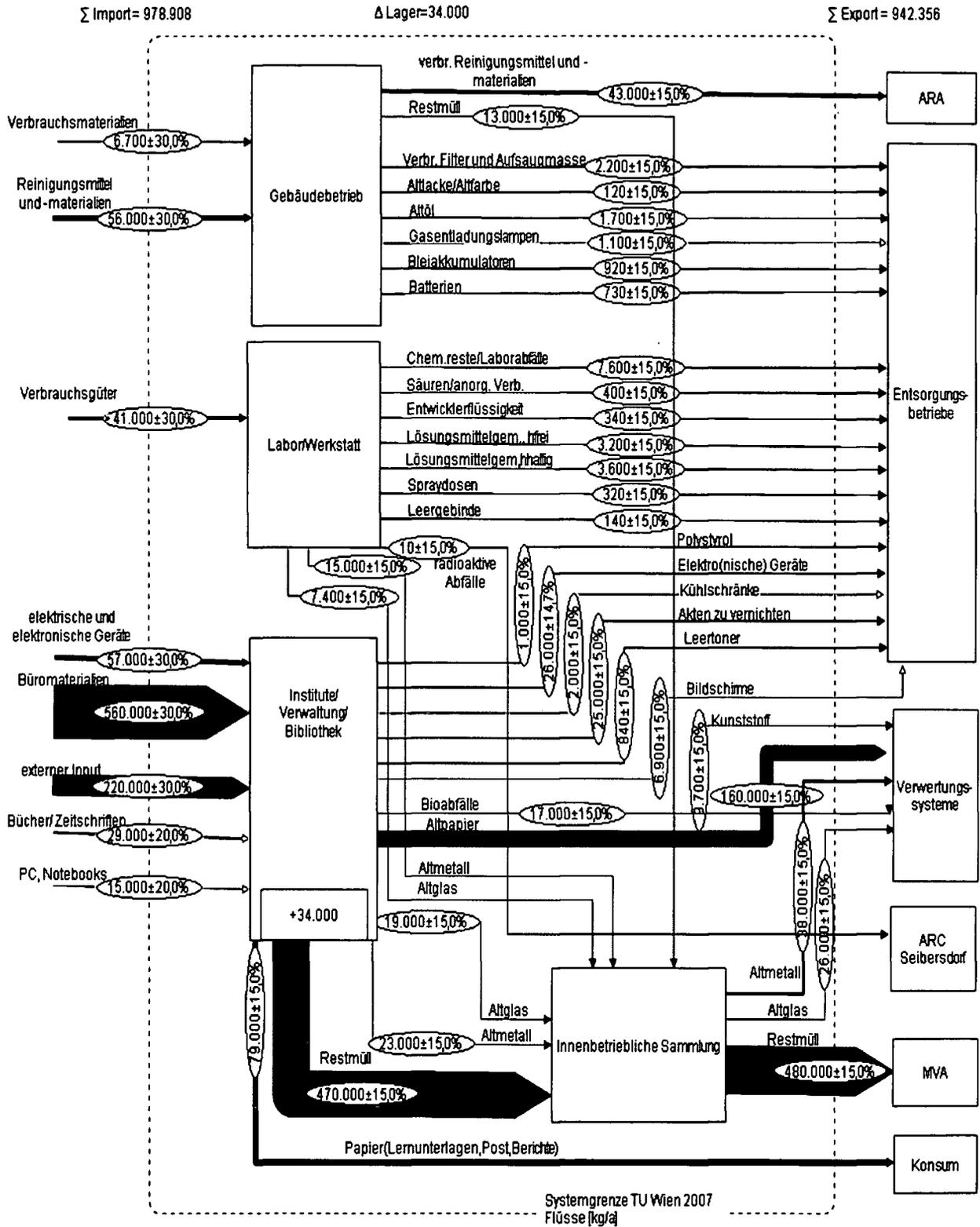


Abbildung 1: Güterbilanz - TU Wien für das Jahr 2007

Legende: Daten aus der Müllentsorgungsliste der TU Wien Daten, berechnet auf Grund eigener Annahmen Daten, berechnet mit Hilfe von EAWAG-Daten Daten, berechnet mit Hilfe von Projekt-Daten Daten, berechnet mit Hilfe von Daten aus ähnlichen Güterflussanalysen

Die angegebenen Unsicherheiten zu den Güterflusswerten sind persönliche Abschätzungen.

4.8. ERLÄUTERUNGEN ZU DEN PROZESSEN UND ZU DER DURCHGEFÜHRTEN BERECHNUNGEN

4.8.1. PROZESS „GEBÄUDEBETRIEB“:

Hier werden die Tätigkeiten Lampenaustausch, Instandhaltung und Instandsetzung, kleine Reparaturen und Gebäudereinigung berücksichtigt. Größere Reparaturen werden von beauftragten Firmen übernommen, die für die Entsorgung der entstandenen Abfälle Eigenverantwortung tragen.

Input:

Für die Reinigung werden Werte angenommen, die aus der Stoffbuchhaltung der EAWAG stammen.

Für 298 Vollzeitäquivalente werden jährlich:

670 kg Reinigungsmittel (Boden- und Allzweckreiniger)

660 kg Reinigungsmaterialien (WC-Papier, Seife, Säcke und Hilfsmaterialien) verbraucht.

Hier ist zu erwähnen, dass der Verbrauch an manchen Gütern besser über Flächenäquivalente umzurechnen ist. Aus dem Grund, dass hier Daten für Vollzeitäquivalente vorhanden sind, werden auch diese verwendet.

Der Faktor, der die Anzahl der Studenten auf der TU Wien in Vollzeitäquivalenten umrechnet, wird aufgrund folgender Annahmen ermittelt:

effektive Studienzeit pro Jahr beträgt 29 Wochen;

durchschnittlicher Universitätsbesuch von Studenten beträgt 4 Tage pro Woche;

Mitarbeiter besuchen die TU Wien an 225 Arbeitstagen pro Jahr.

Daraus ergeben sich 116 Tage jährlich, an denen ein durchschnittlicher Student die TU Wien besucht gegenüber den 225 Arbeitstagen pro Mitarbeiter. Das Ergebnis lässt schließen, dass die Anzahl der Studenten mit einem Faktor von 0,5 auf Vollzeitäquivalenten (VZÄ) umgerechnet werden kann.

Tabelle 13: Berechnete VZÄ-Zahl auf der TU Wien (Personal und Studenten)

Kategorie	VZÄ
Mitarbeiter	2.606
Studierende	$19.454 \cdot 0,5 = 9.727$
<i>gesamt</i>	<i>12.333</i>

Weiters kann aufgrund dieser VZÄ-Zahl ein weiterer Faktor ermittelt werden, der das Verhältnis der VZÄ auf der TU Wien zu diesen von EAWAG berücksichtigt. Sein Wert beläuft sich auf 42.

Tabelle 14: Ermittlung des Verbrauchs an Reinigungsmittel und -güter auf der TU Wien

Gut	Verbrauch EAWAG (kg/a)	Faktor	Verbrauch TU Wien (kg/a)
Reinigungsmittel	670	42	28.140
Reinigungsmaterial	660	42	27.720
	<i>gesamt</i>		<i>55.860</i>

- Kleine Reparaturen

Der Wert der verbrauchten Materialien wird als Summe der entsorgten Fraktionen ermittelt.

Tabelle 15: Liste der entsorgten Fraktionen aus dem Gebäudebetrieb ⁴³

Schlüsselnr.	Bezeichnung	Menge (kg/a)
31434	Verbrauchte Filter und Aufsaugmasse	2160
35322	Bleiakkumulatoren	920
35338	Batterien, unsortiert	733
35339	Gasentladungslampen	1055*
54102	Altöle	1715
55502	Altfarbe, Altlacke	120

Die Werte für Bleiakkumulatoren und Batterien stammen aus vergangenen Jahren.

*) Im Jahr 2007 wurden 2.930 Stk. Gasentladungslampen entsorgt.

Gewicht einer Lampe $m = 0,36 \text{ kg}$ ⁴⁴ (laut Angabe von Herstellern)

Gesamtgewicht $2.930 \text{ Stk} \cdot 0,36 \text{ kg} = 1.055 \text{ kg}$

⁴³) Melmer R. (2008). Sondermüllentsorgungsliste der TU Wien 2007.

⁴⁴) ANSNEONS (2008), *Leuchtstoffröhren*

Der Input an Gütern für kleine Reparaturen beträgt ca. 6700 kg. Die Verpackungen von diesen werden mit dem restlichen Müll entsorgt und auch dort berücksichtigt. Deswegen bleiben sie hier außer Acht.

Output :

- Werte für Akkumulatoren, Batterien, Altöl, Altlacken und verbrauchte Filter wurden von der Sondermüllentsorgungsliste direkt abgelesen.
- Reinigungsrückstände: aus Daten für EAWAG werden 300 kg Reinigungsmaterialrückstände abgelesen. Multipliziert man mit Faktor 42 ergeben sich für die TU Wien 12.600 kg solcher Rückstände. Der Rest von 43.260 kg Reinigungsmittel und -materialien verlässt die TU-Wien über das Abwasser.

4.8.2. PROZESS „LABOR/WERKSTATT“:

Hier lassen sich alle Prozesse erfassen, bei denen es zu spezifischen Laborabfällen kommt. Solche sind leicht zu erkennen, respektive einzuordnen. Vorwiegend stammen die gefährlichen Abfälle aus den Laboren der Fakultäten für Chemie und Physik. Am Getreidemarkt (Gebäude B) fallen größere Mengen an Glas und Metall an. Vermutlich stammen die meisten Glasabfälle aus dem Glasbläserei-labor. Ausgehend davon, dass sich in diesem Gebäude auch Labore von der Fakultät für Maschinenbau befinden, wird das Metall als Laborabfall zugeordnet.

Input:

Mit dem Begriff „Verbrauchsgüter“ werden hier die Chemikalien und das Versuchsmaterial gemeint.

- Versuchsmaterial: Die Menge errechnet sich als Summe der entsorgten Mengen an Glas und Metall berechnet. Dazugerechnet werden 5% für Verpackungsgewicht.

Glas:	7.450 kg
<u>Metall :</u>	<u>15.200 kg</u>
Gesamt :	22.650 kg
<u>+5% Verpackung :</u>	<u>1.130 kg</u>
Total :	23.780 kg

- Chemikalien: Es wird davon ausgegangen, dass kein wesentliches Lager an Chemikalien besteht und nur die benötigte Menge eingekauft wird. Der Input wird als Summe der Laborabfälle und Verpackungen berechnet.

Aus der Sondermüllentsorgungsliste entnommen, ist die Summe der Laborabfälle, die aus Chemikalien bestehen, ca. 15.000kg.

Input:

Hier werden nur die wichtigsten Inputgütergruppen aufgelistet. Das Mobiliar wird außer Acht gelassen, da davon ausgegangen wird, dass die Menge des Einkaufs den entsorgten Möbelstücken entspricht.

- Büromaterialien: Der größte Anteil entfällt auf das Kopierpapier. Hier werden auch weitere Artikel inkludiert, die für den üblichen Bürobetrieb notwendig sind: diverse Kuverts, Folien, Ordner, Faxpapier.

Der Kopierpapierankauf allein für die Institute und die zentrale Verwaltung betrug für das Jahr 2007 rund 85.000kg (persönliche Mitteilung des Zuständigen für den zentralen Ankauf an Kopierpapier für TU Wien).

Laut Angaben von EAWAG betrug der Input an Büromaterialien 50 kg/VZÄ⁴⁵ für das Jahr 1994. Allein als Kopierpapier wurden 2.080.000 Blatt A4 eingekauft. Aus der Stoffbuchhaltung desselben Betriebes für Jahr 2007 wurde ersichtlich, dass der Kopierpapierverbrauch 1.881.802 A4 Blatt beträgt. Man stellt eine Verringerung des Verbrauchs von fast 10% fest. Geht man von demselben Wert auch für die restlichen Büromaterialien aus, so bedeutet das ein Input von 45 kg/VZÄ.

Daraus ergibt sich ein Input an Büromaterialien von 554.985 kg für TU Wien. Nicht inkludiert sind zum Beispiel die Toner für die Kopiergeräte. Die Menge an entsorgten Leertonern beträgt 880 kg. Damit beläuft sich der gesamte Input an Büromaterialien auf mehr als 555.865 kg.

Der Verbrauch an Kopierpapier beträgt 5.361 Blatt A4/VZÄ⁴⁶ oder 26,805kg/VZÄ, angenommen, dass ein Blatt Papier 0,005kg wiegt⁴⁷.

Für die TU Wien würde das ein Kopierpapierinput von 330.586 kg bedeuten.

- PC, Notebooks: Laut Berichten der ZID wurden 680 neue Rechner an das Netz angeschlossen. Das Gewicht von einem Notebook wird hier ca. 2,5 kg unverpackt und 4 kg verpackt angenommen.⁴⁸

⁴⁵) Freuler, N. (1996), *Das Stoffhaushaltssystem EAWAG, S.12*, Diplomarbeit an der Abteilung Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG Dübendorf

⁴⁶) EAWAG (2008), *Umweltdaten für Dritte*, EAWAG, Stand 10.04.2008

⁴⁷) Fläche*Gewicht (80g/m²)

⁴⁸) Einzelne Messung

Bei den PCs handelt es sich um:

PC ohne Monitor	10 kg
<u>Monitor CRT</u>	<u>14 kg</u>
PC gesamt:	24 kg ⁴⁹

Mit der Verpackung beträgt das Gewicht ca. 26 kg.

Geht man davon aus, dass 20% der angemeldeten Rechner Notebooks sind, ergibt das ein Gesamtinput von $140 \cdot 4 \text{kg} + 540 \cdot 26 \text{kg} = 14.600 \text{ kg}$.

- Elektrische und elektronische Geräte:

Hier werden alle Geräte inkludiert: Drucker, Telefaxe, Beamer, Kopiergeräte, Laborgeräte, Kühlschränke und ähnliche.

Aus der Güterbilanz von EAWAG⁵⁰:

Büromatik:	100 kg
<u>EDV-Zubehör:</u>	<u>150 kg</u>
El. Geräte:	250 kg oder 0,8 kg/VZÄ
Forschungsgeräte:	<u>20 kg/VZÄ</u>
Gesamt: 20,8 kg/VZÄ	

Der gleiche Wert wird auch für TU Wien angenommen. Diese Geräte werden hauptsächlich vom Personal verwendet. Aus diesem Grund wird der Input für die TU Wien nur mit der VZÄ -Personal ermittelt.

$$\begin{aligned} \text{Input: } & 20,8 \cdot 2.606 = 54.205 \text{ kg} \\ + \text{Verpackung 5\%} & = \underline{2.710 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Somit beträgt der gesamte Input 56.915 kg.

- Bücher/Zeitschriften

Aus der oben angeführten Tabelle 1 für den Buchbestand der Hauptbibliothek wird ersichtlich, dass das jährliche Wachstum des Lagers ca. 2 % beträgt. Im Jahr 2006 waren 1.300.000 Bände in der Bibliothek vorhanden. Somit ergibt sich ein Input von 26.000 Bänden für das Jahr 2007. Weiters wer-

⁴⁹) Truttmann, N., Rechberger, H. (2006), *Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances*, S. 249-262, Resources, Conservation and Recycling 48 (2006)

⁵⁰) Freuler, N. (1996), *Das Stoffhaushaltssystem EAWAG*, S.12, Diplomarbeit an der Abteilung Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG Dübendorf

den an der TU Wien ca. 2.600 Zeitschriften abonniert⁵¹. Rechnet man mit einem Durchschnittsgewicht von 1 kg/ Band und 1 kg/ Zeitschriftenreihe beträgt der Input ca. 28.600kg.

- Externer Input

Der Input an mitgebrachten Artikeln von Mitarbeitern und Studierenden lässt sich kaum erfassen. Er ist einerseits vom persönlichen Bedarf abhängig, andererseits für die beiden Gruppen (Mitarbeiter und Studierende) sehr unterschiedlich. Der Wert von 0,1 kg/Mitarbeiter.Tag⁵² kann nicht für die Studenten übernommen werden, da diese nicht über die Möglichkeit verfügen, ihre Jause und Getränke auf der Universität vorzubereiten. Deswegen wird hier für den Input ein Wert von 0,055kg/Mitarbeiter.Tag angenommen. Um diesen Wert auf VZÄ umzurechnen, wird hier ein Faktor von 1,44 verwendet (das Verhältnis Mitarbeiteranzahl/Anzahl der VZÄ=3.763/2.606 – siehe Kapitel 4.3.2).

Daraus ergibt sich einen Input von 0,079kg/VZÄ.Tag, resultierend in einen Gesamtinput von 219.775 kg/a.

Output :

- Die Werte für die separat gesammelten Abfälle wurden aus der Sondermüllentsorgungsliste entnommen:

*Tabelle 17: Liste der entsorgten Fraktionen aus dem Institutsbetrieb*⁵³

Schlüsselnr.	Bezeichnung	Menge (kg/a)
18720	Altpapier zu vernichten	540
35201	Elektro- und Elektronikgeräte ohne gef. Inhaltstoffe	25809
35205	Kühl und Klimageräte mit FCKW,FKW und KW Kälte	2009*
35212	Bildschirme	7000**
57108	Polystyrol	1007
57129	Leertoner	844

**)Laut Sondermüllentsorgungsliste wurden im Jahr 2007 49 Kühlschränke entsorgt. Angenommen, dass ein Kühlschrank ein Durchschnittsgewicht von 41 kg aufweist⁵⁴, ergibt das eine Gesamtmasse von rund 2000 kg.*

⁵¹) TU Wien (2008). *Tätigkeitsbericht 2006 Technische Universität Wien*, S.55, TU Wien, Wien

⁵²) Winner, L. (2004), *Güterflussanalyse der Fakultät für Bauingenieurwesen TU Wien*, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien

⁵³) Melmer R.(2008). Sondermüllentsorgungsliste der TU Wien 2007

**) Entsorgt wurden weiters 496 Stk. Bildschirme. Da es sich um ältere Modelle handelt (Röhrenbildschirme), wird hier mit einem Durchschnittsgewicht von 14 kg pro Stück berechnet⁵⁵. Die Menge beläuft sich auf rund 7000 kg.

Bei der Fraktion „Altpapier zu vernichten“ (hierbei handelt es sich um vertrauliche Akten) wurde eine signifikante Unregelmäßigkeit beobachtet⁵⁶.

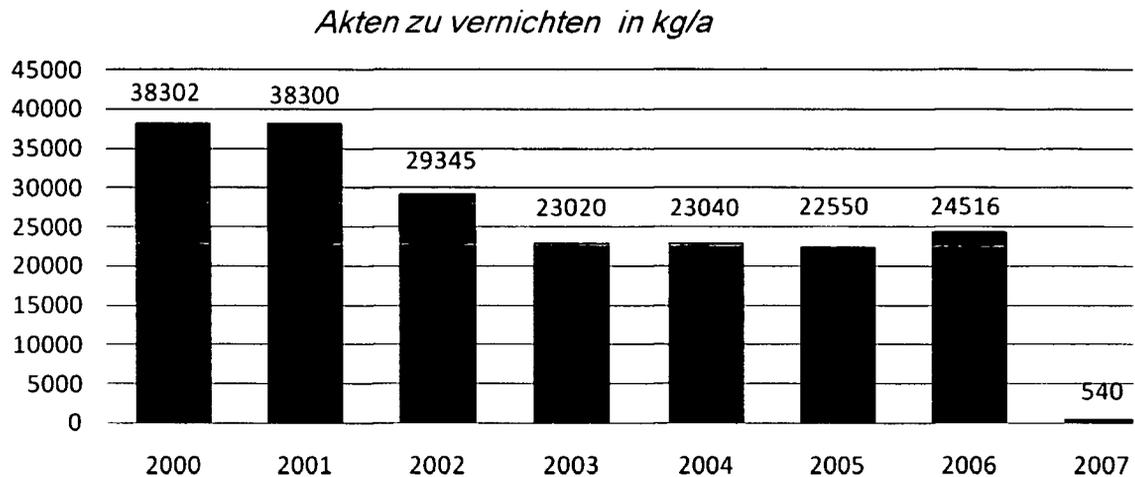


Abbildung 2: Werte für die Fraktion "Akten zu vernichten", 2000-2007

Deswegen wird für die Güterbilanz der Wert des Jahres 2006 herangezogen.

⁵⁴) Laner, D., Rechberger, H. (2007), *Treatment of cooling appliances: Interrelations between environmental protection, resource conservation, and recovery rates*, S. 136-155, Resources, Conservation and Recycling 52 (2007)

⁵⁵) Truttmann, N., Rechberger, H. (2006), *Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances*, S. 249-262, Resources, Conservation and Recycling 48 (2006)

⁵⁶) Melmer R. (2008). *Sondermüllentsorgungslisten der TU Wien 2000-2007*

- Auszug der Liste für die Entsorgung des Restmülls und Wertstoffe :

Tabelle 18: Entsorgten Mengen (in kg/a) an Restmüll und Wertstoffen für das Jahr 2007

Standort	Restmüll	Altglas	Altpapier	Kunststoff	Altmetall	Bio-Abfall
Karlsplatz 13	65.400	7.441	21.938	1.950	5.056	
Wiedner Hauptstraße 9	9.140		8.633			
Argentinierstraße	9.140		9.343	104	788	
Karlsgasse 11-13	9.140		2.672			
Gußhausstraße 25-29	57.583		19.957	676	4.103	
Gußhausstraße 28-30	27.419		2.878			
Wiedner Hauptstraße 10	137.093	7.441	53.461	1.300	5.056	
Treitlstraße	3.987					
Favoritenstraße 9-11	27.419	2.319	8.633	104	788	
Getreidemarkt	98.708	7.441	23.020	5.124	15.169	
Theresianumgasse	4.569		1.794		2.364	1.219
Engerthstrasse	9.139		2.877			
Schüttelstrasse 115	18.279	560	5.755	434	5.056	15.649
Adolf-Blamauer Gasse	4.621	930	2.877			
<i>gesamt</i>	481.635	26.133	163.838	9.692	38.382	16.868

Bemerkung: Die Leerstellen in der Tabelle zeigen, dass in diesen Gebäuden keine separate Sammlung für die entsprechende Fraktion vorgesehen ist.

Am Getreidemarkt (Gebäude B) fallen größere Mengen an Glas und Metall an. Diese wurden dem Laborbetrieb zugeschrieben, deswegen wird hier die Menge für die Fraktion Altglas um 7.450 kg reduziert, für die Fraktion Altmetall erfolgt eine Reduktion von 15.200 kg.

Da beim Prozess „Gebäudebetrieb“ bereits 12.600 kg Restmüll erfasst wurden, wird hier die Menge um diese Zahl reduziert.

- Der Verkauf an Skripten und Lernunterlagen, auch das Selbstkopieren von solchen, die ausgehende Post, Forschungsberichte, Projektunterlagen werden als Fluss zum Prozess „Konsum“ zusammengefasst. Rechnet man mit einem Verbrauch von 1.000 Blatt A4/VZÄ jährlich, ergibt das 5kg/VZÄ und damit einen Gesamtwert von 79.175 kg.

- Prozess „Innenbetriebliche Sammlung“ umfasst eigentlich nur das Transportieren des Abfalls vom Anfallsort bis zum entsprechenden Behälter. Je nach Bereich geschieht das durch den zuständigen Haustechniker, Abfallbeauftragten oder Reinigungspersonal;

- Prozess „Entsorgungsbetrieb“ steht für die weitere Entsorgung oder Verwertung der Sonderabfallfraktionen;
- Prozess „Verwertungssysteme“ - für die Verwertung von den Wertstoffen;
- Prozess „ARC Seibersdorf“ für die Behandlung der radioaktiven Abfälle;
- Prozess MVA - für die thermische Verwertung des Restmülls;
- Prozess ARA - für die Abwasserreinigungsprozesse in der Kläranlage.

5. VERGLEICH ZU ANDEREN UNIVERSITÄTEN, FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN UND ZU DEM ABFALLAUFKOMMEN DER STADT WIEN

Um einen Überblick zu bekommen, wie sich das Abfallsammelsystem auf der TU Wien im Vergleich zu ähnlichen Betrieben entwickelt, werden hier Abfalldaten von der TU Wien, von der Universität für Bodenkultur - Wien und von EAWAG-Dübendorf gegenübergestellt.

5.1. DATENERFASSUNG – RESTMÜLL UND WERTSTOFFE

5.1.1. TU WIEN

Tabelle 19: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe, TU Wien 2007

Fraktion	Abfallaufkommen (kg/a)	Abfallaufkommen (kg/VZÄ)
Restmüll	481.635	39,1
Altpapier	163.838	13,3
Bioabfälle	16.868	1,4
Weißglas	13.067	1,1
Buntglas	13.067	1,1
Kunststoff	9.692	0,8
Altmetall	38.382	3,1

Die Daten für die Restmüll- und Wertstoffmengen stammen aus der Restmüll- und Wertstoffentsorgungsliste für das Jahr 2007. Die entsorgte Menge für jede Fraktion ist laut Angaben vom Abfallbeauftragten Hrn. Melmer aufgrund des Behältervolumens und des Entleerungsintervalls mit Hilfe von Umrechnungskoeffizienten Behältervolumen-Gewicht ermittelt worden. Die Anzahl der Behälter hat sich im Zeitraum 2000-2007 nicht verändert. Aus diesem Grund ist die entsorgte Menge gleich geblieben. Hier ist zu erwähnen, dass der Füllgrad der Behälter nicht berücksichtigt wurde. Als Folge kann das zu Abweichungen zu den tatsächlich anfallenden Abfallmengen führen. Die VZÄ beläuft sich derzeit auf 12.333.

5.1.2. UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR (BOKU)

Laut Wissensbilanz 2006⁵⁷ sind auf der BOKU 1.866 VZÄ als Personal beschäftigt. Um die insgesamt 6.151 ordentlich Studierenden an die VZÄ-Studenten anzupassen, wird diese Anzahl auch mit dem Umrechnungsfaktor von 0,5 (wie bei den Berechnungen für die TU Wien angenommen) multipliziert. Daraus ergibt sich ein Gesamtwert von 4.942 VZÄ. Die Daten für die entsorgten Mengen wurden der BOKU-Umwelterklärung 2007⁵⁸ entnommen.

Tabelle 20: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe , BOKU 2006

Fraktion	Abfallaufkommen in BOKU (kg/a)	Abfallaufkommen (kg/VZÄ)
Restmüll	198.054	40,1
Altpapier	116.025	23,5
Bioabfälle	71.635	14,5
Weißglas	20.375	4,1
Buntglas	22.760	4,6
Kunststoff	4.083	0,8
Altmetall	4.572	0,9

5.1.3. EAWAG

Für die Fraktionen Restmüll, Altpapier und Altmetall aus der Werkstatt (180 kg), genauso wie für die Gesamtmenge der entsorgten Wertstoffe aus dem Bürobetrieb (3.600 kg) liegen Daten aus dem Jahr 2004 vor. Um die letzten detaillierter darstellen zu können, wird hier folgende Berechnung durchgeführt:

aus vorhandenen Daten aus dem Jahr 1994⁵⁹ wird die prozentuelle Aufteilung der Fraktionen Bioabfälle, Weiß- und Buntglas, Kunststoff und Altmetall ermittelt. Der angegebene Wert für die Gesamtmenge aus dem Jahr 2004 wird entsprechend aufgeteilt.

⁵⁷) Universität für Bodenkultur (2006), *Wissensbilanz 2006*, BOKU, Wien

⁵⁸) Universität für Bodenkultur (2007), *Umwelterklärung 2007*, BOKU, Wien

⁵⁹) Freuler, N. (1996), *Das Stoffhaushaltssystem EAWAG*, Diplomarbeit an der Abteilung Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG Dübendorf

Tabelle 21: Aufteilung der einzelnen Fraktionen aus der Separatsammlung im Bürobetrieb, EAWAG

Fraktion	1994 (in kg/a)	Anteil in %	2004 (in kg/a)
Bioabfälle	600	7,3	263
Weißglas	5700	69,7	1255*
Buntglas			1255*
Kunststoff	200	2,5	90
Altmetall	1680	20,5	738
gesamt	8180	100	3600

*) für die Aufteilung zwischen Weiß- und Buntglas der Fraktion Altglas liegen keine Daten vor, deswegen wird hier angenommen, dass das Verhältnis Weißglas:Buntglas 50:50 beträgt.

Somit ergeben sich folgende Werte für das Jahr 2004. Zu diesem Zeitpunkt wurden in diesem Betrieb 337 VZÄ beschäftigt⁶⁰.

Tabelle 22: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe, EAWAG 2004

Fraktion	Abfallaufkommen (kg/a)	Abfallaufkommen (kg/VZÄ)
Restmüll	20.450	60,7
Altpapier	15.000	44,5
Bioabfälle	263	0,8
Weißglas	1.255	3,7
Buntglas	1.255	3,7
Kunststoff	90	0,3
Altmetall	918	2,7

⁶⁰) EAWAG (2008), *Umweltdaten für Dritte*, EAWAG, Stand 10.04.2008

5.1.4. RESTMÜLL UND WERTSTOFFE IN WIEN

Das Wiener Abfallwirtschaftskonzept 2007⁶¹ liefert Daten für die Behältersammlung der Stadt Wien, aufgelistet nach Fraktionen wie folgt:

Tabelle 23: Restmüll und Wertstoffe in Wien (in kg/EW.a) für das Jahr 2003/2004

Fraktion	Abfallaufkommen (t/a)	Abfallaufkommen (kg/EW.a)
Restmüll	504.679	310,2
Altpapier	119.223	73,3
Bioabfälle	72.793	44,7
Weißglas	8.419	5,2
Buntglas	15.635	9,6
Kunststoff	8.880	5,5
Altmetall	4.664	2,9

⁶¹) Ableidinger, M., Arbter, K., Hauer, A., Rogalski, W., Sciri, S., Volk, U., (2007), *Wiener Abfallwirtschaftskonzept, Anhang 1, Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft, S.93-94*, MA 48, Wien

5.2. VERGLEICH UND INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

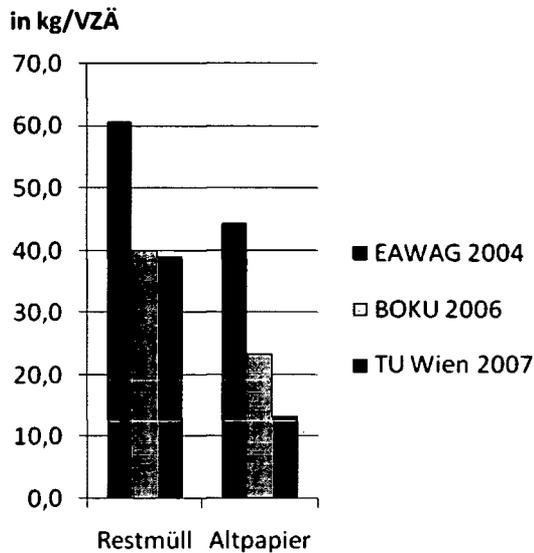


Abbildung 3: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Restmüll und Altpapier aus EAWAG, BOKU und TU Wien

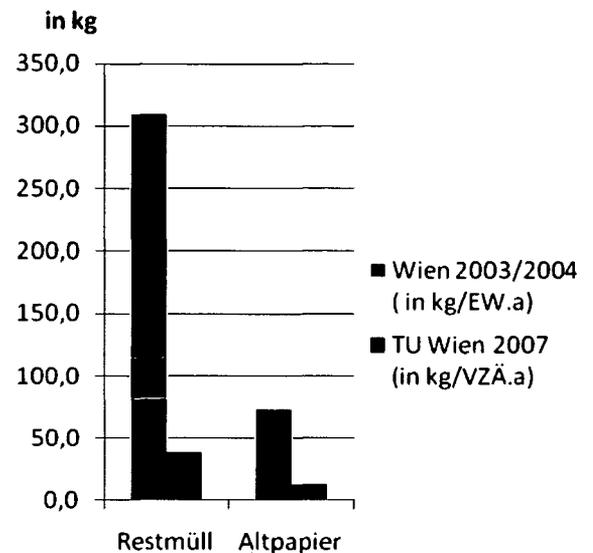


Abbildung 4: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Restmüll und Altpapier der Stadt Wien sowie der TU-Wien

Aus der Abbildung 3 wird ersichtlich, dass die Quoten der beiden Betriebe in Wien sich deutlich von jenen des schweizerischen Forschungsbetriebes unterscheiden. BOKU und TU Wien haben fast die gleiche Sammelquote an Restmüll, die um fast 35% kleiner ist verglichen mit der von EAWAG. Ein deutlich größerer Unterschied zeigt sich bei der Fraktion Altpapier. Einerseits könnte das aus dem ausschließlichen Forschungsbetrieb in EAWAG resultieren, andererseits, nach einem Vergleich der Quoten von BOKU und TU Wien, könnte es ein Merkmal dafür sein, dass auf der TU Wien ein Teil des Altpapiers nicht ordnungsgemäß entsorgt wird.

Wie auf der Abbildung 4 zu sehen ist, liegen die TU-Sammelquoten weit unter denen der Einwohner der Stadt Wien.

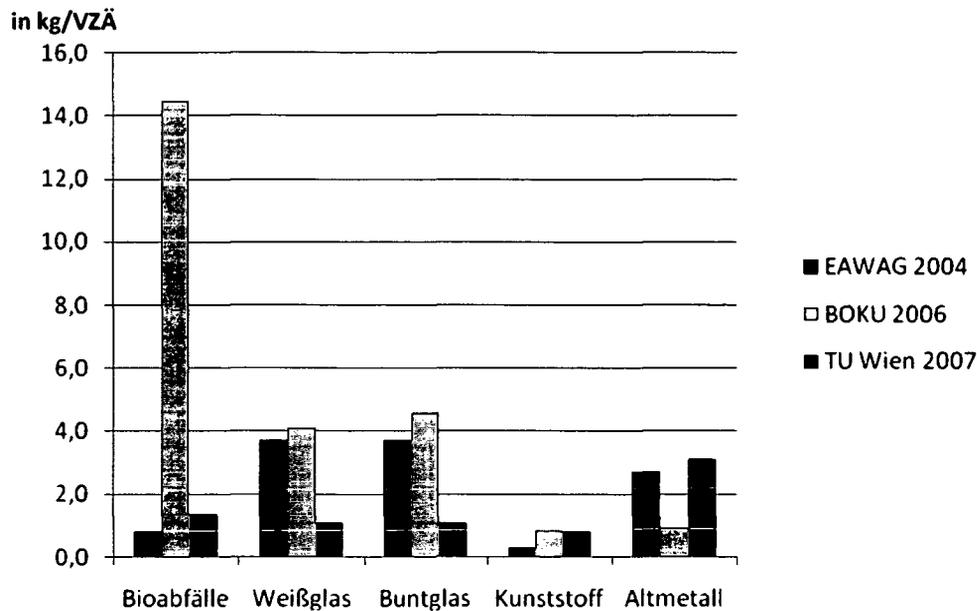


Abbildung 5: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Bioabfällen, Weiß- und Buntglas, Kunststoff und Altmetall aus EAWAG, BOKU und TU Wien

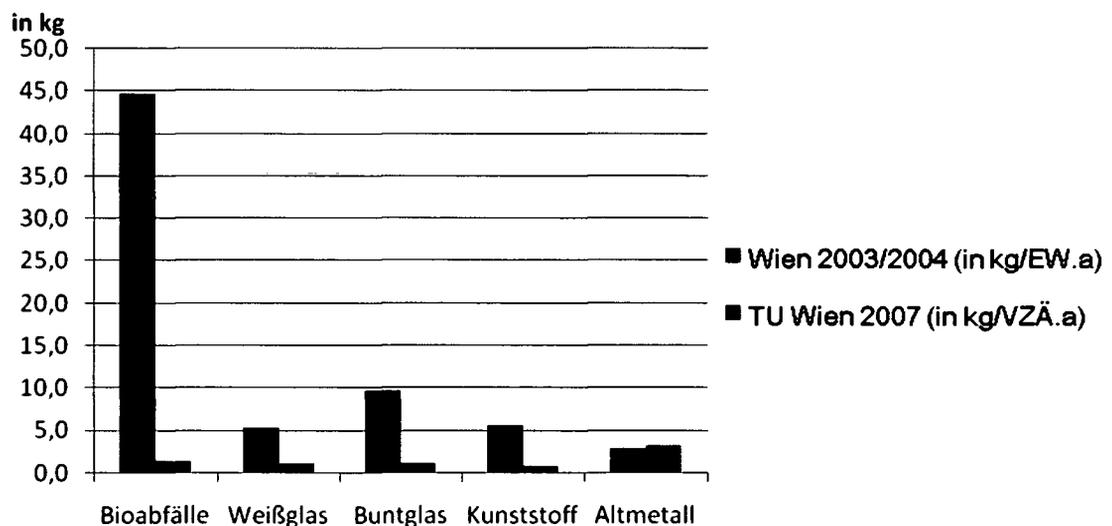


Abbildung 6: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Bioabfällen, Weiß- und Buntglas, Kunststoff und Altmetall der Stadt Wien sowie der TU Wien

Der deutliche Vorsprung der BOKU bei der Bioabfallsammlung, ersichtlich auf Abb.5, könnte daran liegen, dass einer der Forschungsschwerpunkte der Universität auf die Untersuchung und Erforschung des pflanzlichen Lebens fällt. Zu erwähnen ist, dass auf der TU Wien nur an 2 Standorten Bioabfall gesammelt wird. Diese sind die Gebäude in der Theresianumgasse und in der Schüttelstrasse.

Bei den Fraktionen Weiß- und Buntglas liegt die Sammelquote auf der TU Wien weit unter diesen von EAWAG und BOKU (ca. 70% geringer im Vergleich zu EAWAG und ca. 75% geringer im Vergleich zur BOKU).

Die Sammelquoten für Kunststoff weisen an der BOKU und TU Wien den gleichen Wert für VZÄ auf, wobei auf der BOKU auch Kunststoffe aus den Studierendenbereichen gesammelt werden. Das bedeutet für die TU Wien eine Möglichkeit für die Erhöhung der Sammelquote durch eine Erweiterung des Sammelsystems auch in den Studierendenbereichen.

Eine Erhöhung auch bei der Fraktion Altmetall könnte auf der TU Wien durch das Aufstellen von Sammelbehälter für Getränkedosen in denselben Bereichen erreicht werden. Wie die Abbildung 6 zeigt, erreicht die TU Wien bezogen auf VZÄ eine sehr hohe Sammelquote an Altmetall auch im Vergleich zum durchschnittlichen Einwohner der Stadt Wien. Das könnte aber auch an verfälschten Ergebnissen durch die Methode der Berechnung von entsorgten Mengen, nämlich nach Behältervolumen und Entleerungsintervall, liegen.

5.3. RESTMÜLLANALYSEN

Zum Zeitpunkt der oben angeführten Erhebung in Wien (2003/2004) ist auch eine Restmüllzusammensetzungsanalyse⁶² durchgeführt worden. Die Resultate dieser Analyse zeigen, dass im Restmüll Fremdfractionen, in Gewichts-% angegeben, trotz separater Sammlung noch enthalten sind.

Eine an der Universität in Osnabrück durchgeführte Restmüllanalyse⁶³ (im Jahr 1999) zeigt ähnliche Ergebnisse für die Zusammensetzung der Fraktion „Restmüll“. Ein System für die separate Sammlung mit Ausnahme der Fraktion Glas ist ebenfalls vorhanden. Der Anteil an Glas ist den entsorgten Getränkeflaschen zuzuführen und aus diesem Grund für die entsorgte Menge an Glas von Studierenden- und Institutsbereichen aussagekräftig. Dieser Wert wird direkt für die TU Wien übernommen.

Die Werte für die restlichen Fraktionen sind Mittelwerte aus beiden Analysen.

⁶²) Ableidinger, M., Arbter, K., Hauer, A., Rogalski, W., Sciri, S., Volk, U., (2007), *Wiener Abfallwirtschaftskonzept, Anhang 1, Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft, S. 93-94*, MA 48, Wien

⁶³) Viebahn, P., Schlesiger, Fl., Matthies, M. (1999), *Erstellung der Abfallbilanz und Maßnahmen zur Mitarbeiterinformation und-beteiligung*“, Beitragsserie: Umweltmanagement an Hochschulen, Hrsg.: Prof. Dr. Michael Matthies, Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung

Tabelle 24: Vergleich von Fremdfractionen im Restmüll anhand Restmüllanalysen

Fraktion im Restmüll	Restmüllanalyse		Annahme
	Wien (%)	Osnabrück (%)	TU Wien (%)
Papier und Pappe	16,32	18,8	17,6
Glas	5,68	6,8	6,8
Kunststoff-Formkörper	4,01	5,9	5
Metalle	3,17	k.A.	3,2
Bioabfall	15,54	11,7	13,6
Restmüll	55,28	56,8	54,9
<i>gesamt</i>	100	100	100

Die Fraktion Restmüll beinhaltet sowohl eigentlicher Restmüll als auch kleinere Anteile an weiteren Fraktionen (zum Beispiel Textilien und Holz). Diese sind für das Sammelsystem der TU Wien nicht ausschlaggebend, deswegen werden sie zusammen mit dem Restmüll betrachtet.

5.4. ERGEBNISSE UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE TU WIEN

Die Werte der Tabelle 24 und der Vergleich zu anderen Universitäten zeigen, dass auf der TU Wien noch immer viele Fraktionen falsch entsorgt werden. Besonders hoch sind die Anteile an Papier und an Bioabfall. Erkennbar ist auch ein Optimierungspotenzial bei den Fraktionen Glas, Kunststoff und Metall. Nimmt man die entsorgte Restmüllmenge für das Jahr 2007 (481.635 kg) in Betracht, würde diese rund:

- 85.000 kg Papier;
- 33.000 kg Glas;
- 24.000 kg Kunststoff;
- 15.500 kg Metall;
- 65.500 kg Bioabfälle beinhalten.

5.5. SONDERMÜLLFRAKTIONEN

Tabelle 25: Vergleich einiger Sonderabfallfraktionen

Entsorgte Fraktion	Abfallaufkommen pro EW (kg/a)	Abfallaufkommen TU Wien (kg/VZÄ)	Abfallaufkommen BOKU (kg/VZÄ)
Kühl- und Klimageräte	1,3	0,16	0,34
Elektrogeräte	4,1	2,94	0,55
Bildschirmgeräte	3,2	0,2	0,1
Gasentladungslampen	0,1	0,08	0,05
Bleiakkumulatoren	1,4	0,15	0,06
Batterien, unsortiert	0,1	0,04	0

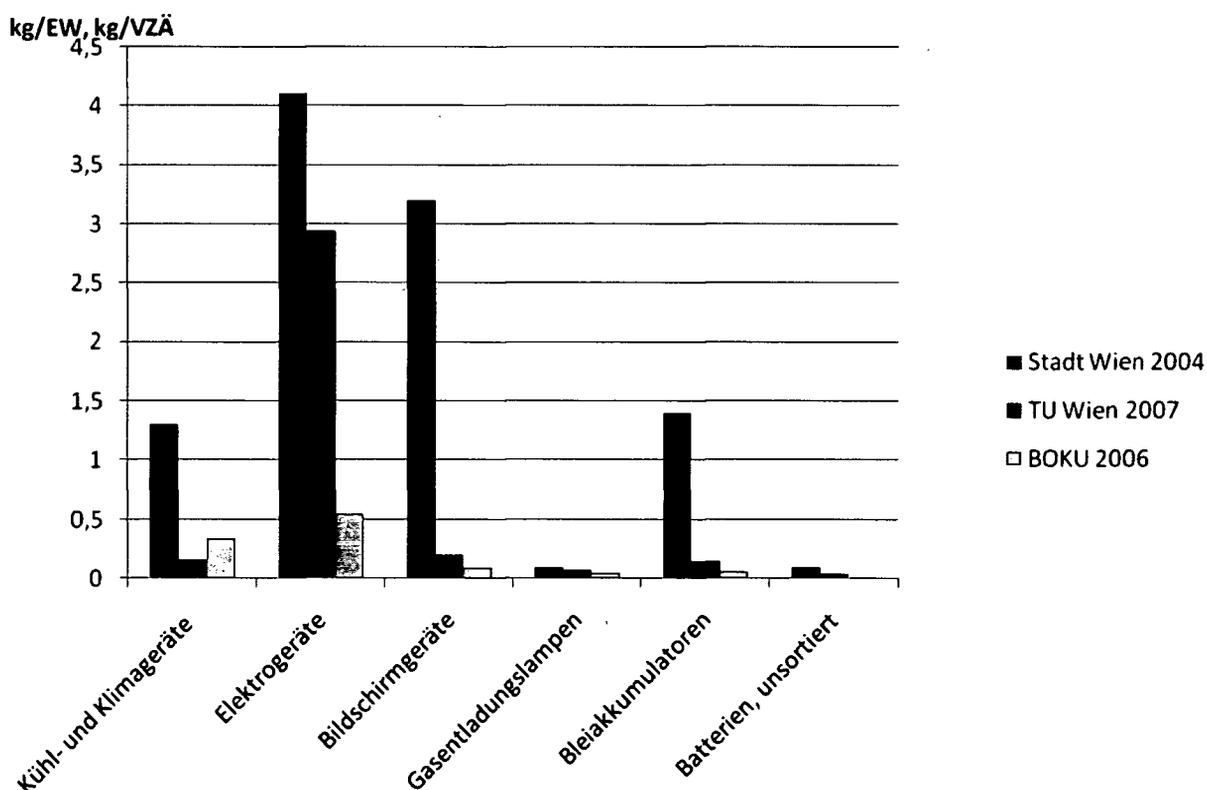


Abbildung 7: Vergleich einiger Sonderabfallfraktionen

Wie auf der Abbildung 7 zu erkennen ist, liegen die Sammelquoten für die Fraktionen Kühl- und Klimageräte, Bildschirmgeräte und Bleiakkumulatoren weit unter diesen der Stadt Wien. Für Abfälle aus dem Bereich Gebäudebetrieb (Gasentladungslampen und Batterien) ergeben sich fast die gleichen Werte. Bei der Fraktion Elektrogeräte zeigt die TU Wien einen deutlichen Vorsprung gegenüber der BOKU. Grund dafür sind wahrscheinlich die Forschungsschwerpunkt der TU Wien und die vielen technischen Labors mit entsprechender Einrichtung.

6. ENTWICKLUNGSPROGNOSE

6.1. DIE NEUEN STANDORTE

Die folgende Beschreibung der einzelnen Standorte ist von der Internetseite des Projekts „TU Univercity 2015“ übernommen⁶⁴.

Getreidemarkt

Die aktuelle Errichtung des Lehartrakts (Bauteil BC) bildet eine Gesamtlösung für die Fakultät der technischen Chemie. In diesem Komplex wird auch die gesamte Fakultät für Maschinenbau situiert. Die kleinen Labors und Werkstätten vom Hauptgebäude am Karlsplatz werden auch hier angesiedelt.

Karlsplatz

Nach der Renovierung werden in diesem Komplex die Zentrale Verwaltung und die Fakultät für Architektur und Raumplanung sowie die Fakultät für Bauingenieurwesen angesiedelt. Im Gegenzug können verstreute Standorte aufgelassen werden.

In den Innenhöfen sind Grünflächen vorgesehen. Anstelle der Werkstätten sind Seminarräume geplant. Eine Ringstruktur der Geschosse soll erzielt werden, die zusammen mit der vertikalen Erschließung den Zugang zu allen Bereichen erleichtert.

Gußhausstraße

Auch in Zukunft werden sich in diesem Gebäudekomplex die elektrotechnischen Institute der TU Wien befinden. Vorgesehen ist eine Neuordnung der funktionellen Bereiche.

Neben Hörsälen, Konferenzräumen und Studentenaufenthaltsbereichen sind in den Innenhöfen auch Grünflächen angedacht. In den oberen Stockwerken sind die Institute, Seminarräume und Labors geplant. Durch verglaste Aufbauten können auch die Flachdächer für Seminare und Vorträge genützt werden. Die Bibliothek, weitere Labors, sowie Infrastrukturräume werden im Keller situiert. Insgesamt wird die Nutzfläche nach der Renovierung von 38.490m² auf 50.000m² steigen.

Freihaus

Das Freihaus wurde 1987 eröffnet und ist aufgrund seines hohen Technisierungsgrades vermehrt von Abnutzung bedroht. Priorität haben jene Gebäude des Projekts, die eine Generalsanierung benötigen. Aus diesem Grund wird dieser Komplex nicht wesentlich verändert.

⁶⁴) TU Wien (2008): *Standorte*, TU Wien

„Science Center“

Ziel dieses sogenannten „Science Centers“ ist die Aufnahme der für das Projekt „Eurogate“ voraussichtlich zu räumenden Labors auf den Aspanggründen, Areal B, sowie weiterer Groß- und Sonderlabors aller Fakultäten der TU Wien. Zusätzlich soll das „Science Center“ Platz für Erweiterungsflächen der TU Wien (zusätzliche Institutsflächen, Clusterbildungen und Kompetenzzentren), sowie Entwicklungsflächen für Kooperationen mit Fremdfirmen (Spin Offs) bieten.

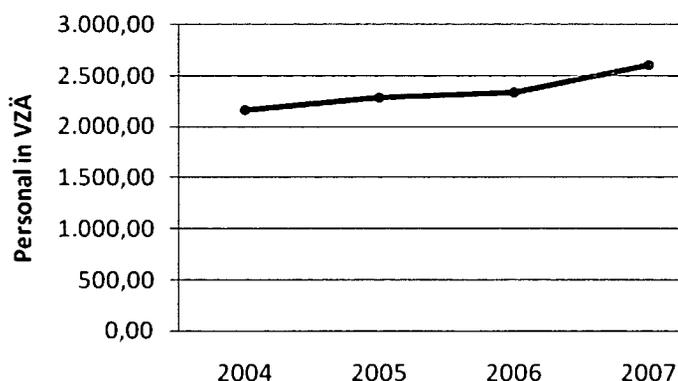
Atominstitut und übrige Areale

Das Atominstitut zählt auch zu jenen Adressen, die der TU Wien sicher erhalten bleiben. Und das nicht nur aufgrund des dort befindlichen Reaktors. Ein wesentlicher Teil davon wurde bereits neu adaptiert.

Dislozierte Standorte und Einzelanmietungen werden aufgegeben⁶⁵. Darunter fallen die Gebäude in Favoritenstraße 16, Engerthstraße, Floragasse, Wiedner Hauptstraße 75 sowie am Veterinärplatz.

6.2. PERSONAL

Laut Jahresbericht 2007 ist eine Steigerung der Personalzahl zu beobachten, die vor allem durch Drittmittelfinanzierung bedingt ist.



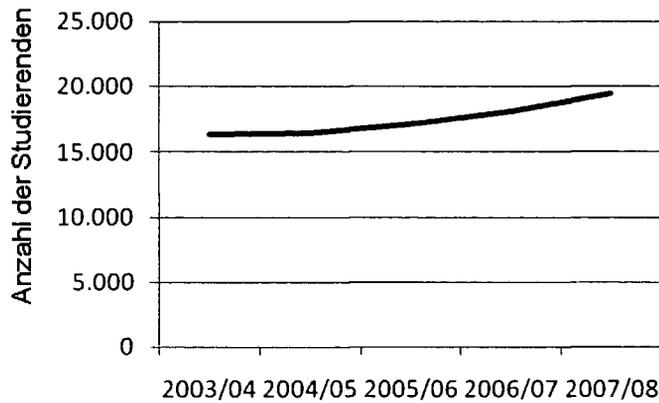
Jahr	Personal
2004	2.161,40
2005	2.288,50
2006	2.333,20
2007	2.606,60

Abbildung 8: Entwicklung des Personals für den Zeitraum 2004-2007

⁶⁵) Mitteilung von Hrn. Krouzecky, Projektkoordinator für „TU Univercity 2015“

6.3. STUDIERENDE

Die Zahl der Studierenden ist in den letzten Jahren gestiegen. Festzustellen ist ein jährlicher Zuwachs von ca.7%.



Jahr	Studierende
2003/04	16.307
2004/05	16.419
2005/06	17.090
2006/07	18.103
2007/08	19.454

Abbildung 9: Entwicklung der Anzahl der Studierenden für den Zeitraum 2003-2008

6.4. AUFTEILUNG DER VZÄ AUF DIE NEUEN STANDORTE

Um die anfallenden Abfallmengen für jeden Komplex in der Zukunft berechnen zu können, werden die Anzahl des Personals und diese der Studierenden benötigt. Informationen dazu sind vom Projektkoordinator Hr. Krouzecky zur Verfügung gestellt worden. Die angegebenen Zahlen sind bereits in VZÄ umgerechnet. Die zu erwartende VZÄ-Zahl beläuft sich für Personal und Studenten für alle Einrichtungen im Jahr 2015 auf 16.500.

Tabelle 26: Aufteilung der VZÄ-Zahl auf die neuen Standorte

Gebäude-komplex	Standort	Personal (VZÄ)	Studenten (VZÄ)
Karlsplatz	Karlsplatz 13	954	3.600
	Paniglgasse 16		
	Wiedner Hauptstraße 7		
	Wiedner Hauptstraße 9		
	Resselgasse 3-5		
	Argentinierstraße 8		
	Karlgasse 11-13		
Getreidemarkt	Getreidemarkt 9	923	2.100
	Gumpendorferstraße 1a		
Gußhausstraße/ Favoritenstraße	Gußhausstraße 27-29	1.242	3.500
	Gußhausstraße 25		
	Favoritenstraße 9-11		
	Bauhof		
	Marktvilla		
	Gußhausstraße 28		
	Erz-Herzog Johann Pl.1		
Freihaus	Wiedner Hauptstraße 8-10	851	2.400
	Operngasse 11		
	Resselgasse 4		
	Treitlstrasse 3		
Atominstitut	Stadionallee 2	123	150
Science Center		337	200
Sonstige	Theresianumgasse 27	70	50
	Gesamt	4.500	12.000

6.5. ZU ERWARTENDER ABFALLANFALL FÜR DAS JAHR 2015

Aus den Entsorgungslisten für Sonderabfall, Restmüll und Wertstoffe werden Sammelquoten ermittelt, deren Größe in kg/VZÄ angegeben wird. Wichtig ist es festzustellen, ob sich ein Trend im Laufe der Jahre ableiten lässt. Gäbe es einen, wäre das für die Entwicklung der Sammelquoten in der Zukunft (auch für das Jahr 2015) von Bedeutung.

6.5.1. SONDERABFÄLLE

Die nachstehende Tabelle liefert Angaben zur Sondermüllentsorgung auf der TU Wien für den Zeitraum 2000-2007. Um besser abschätzen zu können, ob ein Trend zu beobachten ist, wird die Veränderung der entsorgten Mengen gegenüber der des Vorjahres in Prozent angegeben. Die Ergebnisse, in Tabelle 27 dargestellt, lassen die Schlussfolgerung zu, dass kein Trend in der Entwicklung zu erkennen ist. Aus diesem Grund werden die Quoten pro VZÄ mit Hilfe von Mittelwerten der einzelnen Fraktionen für das berücksichtigte Zeitintervall ermittelt. Dabei wird die VZÄ-Zahl für das Jahr 2007 verwendet. Weiters wird die zu erwartende Menge für das Jahr 2015 ermittelt. Die Berechnung basiert auf die bereits ermittelte Quote für jede Fraktion und die VZÄ-Zahl für das Jahr 2015.

Tabelle 27: Entsorgte Sonderabfälle nach Fraktionen und Menge (in kg) für den Zeitraum 2000-2007⁶⁶

Schlüsselnr.	Bezeichnung	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mittelwert
18720	Altpapier zu vernichten	38302	38300	29345	23020	23040	22550	24516	540	24952
31434	Verbrauchte Filter und Aufsaugmasse	2420	2280	2980	1680	1647	1915	2680	2160	2220
35201	Elektro- und Elektronikgeräte ohne gef. Inhaltstoffe	45700	54905	28910	39550	33240	34900	27080	25809	36262
35205	Kühl und Klimageräte mit FCKW,FKW und KW Kälte	2050	2350	1500	2650	1550	1800	1600	2450	1994
35212	Bildschirme	305	830	260	560	k.A.	3730	6720	4960	2481
35322	Bleiakkumulatoren	1430	960	3250	3774	800	1680	920	k.A.	1831
35338	Batterien, unsortiert	390	493	300	237	902	302	733	k.A.	480
35339	Gasentladungslampen	965	1383	1017	1164	774	837	900	880	990
52102	Säuren/anorg. Verbindungen	550	920	920	680	860	1300	440	400	759
52723	Entwicklerflüssigkeit	1390	493	840	720	300	440	1040	340	695
54102	Altöle	1300	865	3417	3060	2035	2680	1600	1715	2084
55220	Lösemittelgemisch, halogenhältig	2230	1970	2830	2400	2310	2920	3220	3560	2680
55370	Lösemittelgemisch, halogenfrei	4090	3940	4350	3630	3480	3600	3860	3200	3769
55502	Altfarbe, Altlacke	k.A.	250	80	70	280	1355	40	120	314
57108	Polystyrol	620	640	1370	892	598	890	906	1007	865
59305	Laborabfälle, Chemikalienreste	6440	2870	5210	7160	6720	11225	7793	7584	6875

Tabelle 28: Veränderung der entsorgten Menge (in %) gegenüber des jeweiligen Vorjahres

Schlüsselnr.	Bezeichnung	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
18720	Altpapier zu vernichten	0	-23	-22	0	-2	9	0
31434	Verbrauchte Filter und Aufsaugmasse	-6	31	-44	-2	16	40	-19
35201	Elektro- und Elektronikgeräte ohne gef. Inhaltstoffe	20	-47	37	-16	5	-22	-5
35205	Kühl und Klimageräte mit FCKW,FKW und KW Kälte	15	-36	77	-42	16	-11	53
35212	Bildschirme	172	-69	115	k.A.	k.A.	80	-26
35322	Bleiakkumulatoren	-33	239	16	-79	110	-45	k.A.
35338	Batterien, unsortiert	26	-39	-21	281	-67	143	k.A.
35339	Gasentladungslampen	43	-26	14	-34	8	8	-2
52102	Säuren/anorg. Verbindungen	67	0	-26	26	51	-66	-9
52723	Entwicklerflüssigkeit	-65	70	-14	-58	47	136	-67
54102	Altöle	-33	295	-10	-33	32	-40	7
55220	Lösemittelgemisch, halogenhältig	-12	44	-15	-4	26	10	11
55370	Lösemittelgemisch, halogenfrei	-4	10	-17	-4	3	7	-17
55502	Altfarbe, Altlacke	k.A.	-68	-13	300	384	-97	200
57108	Polystyrol	3	114	-35	-33	49	2	11
59305	Laborabfälle, Chemikalienreste	-55	82	37	-6	67	-31	-3

Tabelle 29: Ermittelte Sammelquoten an Sonderabfallfraktionen und zu erwartende Sonderabfallmengen im Jahr 2015

Schlüsselnr.	Bezeichnung	Menge 2000-2007(kg/a)	Quote (kg/VZÄ.a)	Menge 2015 (kg/a)
18720	Altpapier zu vernichten	24952	2,0	33382
31434	Verbrauchte Filter und Aufsaugmasse	2220	0,2	2970
35201	Elektro- und Elektronikgeräte ohne gef. Inhaltstoffe	36262	2,9	48514
35205	Kühl und Klimageräte mit FCKW,FKW und KW Kälte	1994	0,2	2667
35212	Bildschirme	2481	0,2	3319
35322	Bleiakkumulatoren	1831	0,1	2449
35338	Batterien, unsortiert	480	0,0	642
35339	Gasentladungslampen	990	0,1	1324
52102	Säuren/anorg. Verbindungen	759	0,1	1015
52723	Entwicklerflüssigkeit	695	0,1	930
54102	Altöle	2084	0,2	2788
55220	Lösemittelgemisch, halogenhaltig	2680	0,2	3586
55370	Lösemittelgemisch, halogenfrei	3769	0,3	5042
55502	Altfarbe, Altlacke	314	0,0	420
57108	Polystyrol	865	0,1	1158
59305	Laborabfälle, Chemikalienreste	6875	0,6	9198

Um unnötige innerbetriebliche Transportwege zu vermeiden, wird das Sondermülllager am Ort mit dem größten Sondermüllanfall situiert. Das ist wie vor der Komplex Getreidemarkt. Dort werden auch Sonderabfälle aus der Gebäudewartung von den Komplexen Karlsplatz, Freihaus und Gußhausstraße/Favoritenstraße zwischengelagert.

Für das Atominstiut und Science Center müssen eigene Sondermülllager vorgesehen werden.

Die radioaktiven Abfälle aus dem Atominstiut werden weiterhin in entsprechenden Behältern nach Seibersdorf transportiert.

6.5.2. RESTMÜLL UND WERTSTOFFE

Wie schon bereits erwähnt, wurden die Abfallmengen nicht abgewogen, sondern durch Berechnungen ermittelt. Da sich der Behälterbestand nicht verändert hat, sind auch die entsorgten Mengen während des untersuchten Zeitraumes (2002-2007) gleich geblieben.

Tabelle 19 liefert Angaben für die anfallenden Fraktionsmengen sowie für die Sammelquote in kg/VZÄ. Die Resultate, zusammengefasst in Kapitel 4.4 dieser Arbeit, zeigen, dass ein wesentlicher Anteil an Wertstoffen sich noch immer im Restmüll befindet. Aus diesem Grund wird eine Optimierung des Sammel-systems (auch in den Studierenden- und Institutsbereichen) untersucht, die eine bessere Trennung von den Wertstoffen zum Ziel hat. Es ist nicht möglich, die vorhandenen Fraktionen im Restmüll zu 100 % zu trennen. Jedenfalls sind Fehlwürfe zu erwarten. Laut Abfall-Entsorgungs- und Verwertungs GmbH (AEVG) „liegt die durchschnittliche Fehlwurfquote quer durch alle Abfallfraktionen bei 23%“⁶⁷. Aus diesem Grund wird hier ebenfalls angenommen, dass sich die Wertstoffe im Restmüll zu 80 % trennen lassen.

Tabelle 30: Menge der vom Restmüll zu trennenden Fraktionen

vom Restmüll abzutrennende Wertstoffe	Menge (kg)	80% der Menge (kg)
Papier	85.000	68.000
Glas	33.000	26.400
Kunststoff	24.000	19.200
Metall	15.500	12.400
Bioabfälle	65.500	52.400
	gesamt	178.400

Ausgehend von dieser Berechnung und der Menge an entsorgten Restmüll und Wertstoffen an der TU Wien lassen sich folgende Sammelmengen und Quoten ermitteln:

⁶⁷) ARGE-Abfallvermeidung-Graz (2005), „Fehlwürfe in der kommunalen Abfallwirtschaft. Tolerierbar oder unzumutbar?“, AEVG, Graz

Tabelle 31: Vergleich der Sammelquoten vor und nach der Optimierung des Sammelsystems

Fraktion	vor der Optimierung		nach der Optimierung		Opt.quote (kg/VZÄ)
	Menge 2007 (kg)	Quote (kg/VZÄ)	Menge 2007 (kg)	Quote (kg/VZÄ)	
Restmüll	481.635	39,1	303.200	24,6	14,5
Weißglas	13.067	1,1	25.300	2,1	1,0
Buntglas	13.067	1,1	25.300	2,1	1,0
Altpapier	163.838	13,3	231.900	18,8	5,5
Kunststoff	9.692	0,8	28.900	2,3	1,5
Altmetall	38.382	3,1	50.800	4,1	1,0
Bio-Abfall	16.868	1,4	69.300	5,6	4,2
gesamt	736.549	59,7	734.700	59,6	

Alle Quoten in Tabelle 31 sind mit einer VZÄ-Zahl von 12.333 (für das Jahr 2007) berechnet. Um den zukünftigen Abfallanfall ermitteln zu können, werden diese Quoten verwendet, jedoch mit den in Kapitel 6.4 angegebenen VZÄ (Tabelle 25) multipliziert. Der Unterschied in den Spalten „Menge“ resultiert aus der Aufrundung der Menge der zusätzlich zu trennenden Fraktionen (Kapitel 5.4.).

Tabelle 32: Zu erwartende Mengen für das Jahr 2015

Fraktion	Quote 2007 (kg/VZÄ)	Abfallaufkommen (kg/VZÄ)
Restmüll	24,6	405.900
Altpapier	18,8	310.200
Bioabfälle	5,6	92.400
Weißglas	2,1	34.650
Buntglas	2,1	34.650
Kunststoff	2,3	37.950
Altmetall	4,1	67.650

Aus den in Tabelle 31 angegebenen Werten vor und nach der Optimierung lassen sich die Quoten pro VZÄ errechnen, die noch von dem Restmüll zu trennen wären:

- 1kg Altmetall;
- 1,5 kg Kunststoff;
- 2 kg Glas ;
- 5,5 kg Altpapier.

Tabelle 33: Aufteilung der zu erwartenden Restmüll- und Wertstoffabfälle auf die neuen Gebäudekomplexe

Gebäude - komplex	VZÄ	Restmüll (kg/a)	Weißglas (kg/a)	Buntglas (kg/a)	Altpapier (kg/a)	Kunststoff (kg/a)	Altmetall (kg/a)	Bio- Abfall (kg/a)
Karlsplatz	4554	112.028	8.033	11.093	85.615	10.474	18.671	25.502
Getreidemarkt	3023	74.366	5.330	7.360	56.832	6.953	12.394	16.929
Gußhausstraße / Favoritenstraße	4742	116.653	8.365	11.551	89.150	10.907	19.442	26.555
Freihaus	3251	79.975	5.735	7.919	61.119	7.477	13.329	18.206
Atominstitut	273	6.716	481	665	5.132	628	1.119	1.529
Science Center	537	13.210	946	1.309	10.096	1.235	2.202	3.007
Theresianumg.	120	2.952	212	292	2.256	276	492	672
<i>Gesamt</i>	<i>16.500</i>	<i>405.900</i>	<i>29.106</i>	<i>40.194</i>	<i>310.200</i>	<i>37.950</i>	<i>67.650</i>	<i>92.400</i>

Aus Mangel an Daten wie sich die VZÄ auf die einzelnen Standorte aufteilen, ist es hier nicht möglich eine detailliertere Auflistung zu erstellen.

Die Gesamtmenge an Glas ist zwischen Weiß und Buntglas in Verhältnis 42:58 aufgeteilt. Grund dafür ist die Angabe von Austria Glas Recycling für die gesammelten Mengen dieser Fraktionen⁶⁸.

⁶⁸)Austria Glas Recycling(2008), *Sammlung und Verwertung/Kennzahlen/2007*

7. ABFALLVERMEIDUNG UND UMWELTSCHUTZ

7.1. ALLGEMEINES

Die Grundsätze des Abfallwirtschaftsgesetzes sprechen dafür, dass Abfälle:

- in erster Linie zu vermeiden sind, besonders durch Vermeidung ihrer Menge und Schädlichkeit;
- in zweiter Linie stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen sind.

Die Entsorgungskosten für Siedlungsabfall werden mengen- oder volumenabhängig berechnet und sind steigend.

Im Allgemeinen beginnt Abfallvermeidung beim Einkauf. Von großer Bedeutung für die Schonung der Umwelt ist nicht nur die Beschaffung umweltfreundlicher Produkte, sondern auch die Vermeidung von Übervorräten. Die letzten fallen nach ihrem Verfallsdatum als Abfall an. Noch beim Einkauf kann man sich über die Möglichkeit zur Rückgabe von Transportverpackungen erkundigen, aber auch für die Rückgabe von gebrauchten Geräten an den Herstellern.

Für die Entsorgung des Abfalls gilt grundsätzlich möglichst viele Wertstoffe herauszuholen. Voraussetzung hier ist der Wille seitens des Personals und der Studierenden, aber auch die Infrastruktur und klare Bezeichnung für die zu trennenden Fraktionen.

Um unnötige Wege zu ersparen, besonders für größere Gebäude, sind das Aufstellen von Sammelbehältern in der Nähe von Abfallerzeugern und das Einrichten von Sammelstationen je Gebäude von großer Bedeutung. Die langen Wege zum Sammelbehälter würden die Bereitschaft der Mitarbeiter und Studenten zur getrennten Sammlung beeinträchtigen.

Schlussendlich wird die Rechnung für die Abfallentsorgung von der Universität beglichen und damit bleiben den einzelnen Erzeugern die eigentlichen Kosten unbewusst.

7.2. AUSWAHL EINER METHODE FÜR DIE BERECHNUNG DES UMWELTNUTZENS AUS DEN ABFALLVERWERTUNGSMAßNAHMEN

Um eine umweltbezogene Betrachtung darzustellen, wird hier die Methode des kumulierten Energieaufwands⁶⁹ (KEA) verwendet.

Hier werden die Fraktionen Metall, Kunststoff und Glas näher betrachtet und ihr Nutzen aus der Optimierung des getrennten Sammelsystems. Szenario A steht für die Entsorgung dieser Stoffe mit dem Restmüll. Sie werden zur MVA Spittelau transportiert, wo ihre thermische Verwertung erfolgt.

Schlussendlich wird die Schlacke verfestigt und deponiert. Szenario B beschreibt den Entsorgungsweg durch Recycling.

⁶⁹) Rechberger, H. (2007), *Naturwissenschaftlich-technische Bewertungsmethoden*, Vorlesungsunterlagen, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien

Bei der Methode des KEAs werden im Prinzip alle Lebensphasen eines Gutes betrachtet – von der Herstellung über die Nutzung bis zu der Entsorgung. Bei den beiden Szenarien handelt es sich um eine Gegenüberstellung des Entsorgungsweges. Die Herstellungs- und Nutzungsphase sind für jede Fraktion in den beiden Szenarien gleich und aus diesem Grund in dieser Arbeit außer Acht gelassen. Nicht berücksichtigt werden die KEA-Werte von den Sortierprozessen. Grund dafür ist der hohe Durchsatz der Sortieranlagen und der relativ kleine Stromverbrauch pro kg Material, was zu einem vernachlässigbaren KEA-Wert im Vergleich zu KEA für die Herstellung des Materials führt.

Veranschaulicht wird das anhand eines Beispiels zu Wirbelstrom-Magnetscheider⁷⁰ für die Trennung der Fraktionen Fe-Metalle, Nichteisenmetalle und Nichtmetalle von „Braun Magnetsysteme“ der Baureihe S22.

Technische Daten:	Kapazität	12 m ³ /h
	Antriebsmotor	7 kW (Förderband und Magnettrommel)
	Gewicht der Fraktion	55 kg/m ³

Das Durchschnittsgewicht der Metallabfälle wird mittels Angaben zu Behältervolumen und Nettogewicht⁷¹ berechnet. Daraus ergibt sich ein Energieaufwand von 0,01kWh/kg Abfall oder 0,04 MJ Energie/kg Abfall. Bezieht man den KEA-Wert für Elektrizität in Österreich von 1,7MJ/MJ Energie, so beläuft sich der KEA-Wert auf 0,06 MJ/kg Abfall. Im Vergleich dazu beträgt der KEA-Wert für die Herstellung von Aluminium 187,37 MJ/kg.

7.3. BERECHNUNG DES NUTZENS

7.3.1. METALL

In dieser Arbeit wird davon ausgegangen, dass nach der Optimierung des Sammelsystems hauptsächlich Getränkedosen aus den Studierenden- und Institutsbereichen anfallen werden. Laut einer Studie⁷² des Gesamtverbands der Aluminiumindustrie e.V. (Deutschland) besitzen die Aluminium-Getränkedosen in Österreich, in der Schweiz und in Griechenland einen Marktanteil von 100%. Aus diesem Grund wird hier angenommen, dass die Fraktion aus Aluminium besteht.

⁷⁰) BRAUN MAGNETSYSTEME (2008), *Wirbelstrom-Magnetscheider für die Rückgewinnung von NE-Metalle*

⁷¹) Umweltberatung Wien, *Abfallrechnungstabelle von Volumen nach Gewicht*

⁷²) Gesamtverband der deutschen Aluminiumindustrie (2006), *Aluminium-Getränkedose-Zahlen und Fakten*, GDA.

Die folgenden Angaben stammen aus der Wikipedia⁷³. In der Erdkruste ist Aluminium mit 8% das dritthäufigste Element und häufigste Metall.

Es kommt nicht elementar vor, sondern nur in seinen Sauerstoffverbindungen. (Feldspäte, Glimmer, Tonerden). Das bekannteste Gestein für die Herstellung von Primäraluminium ist Bauxit. Bauxit besteht aus Aluminiumoxid zu 40-60%, Eisenoxid zu 5-30% und Siliziumoxid zu 1-15%. Die Abbauvorkommen liegen in: Brasilien, China, Australien, Neu- Guinea, in Westafrika und Indien. Aluminium ist leicht, leicht formbar und kann ohne Qualitätsverluste wieder eingeschmolzen werden. Das macht dieses Material besonders beliebt bei der Herstellung von Getränkedosen.

Das Wiederaufschmelzen von Aluminium benötigt nach heutigem Stand der Technik einen bis zu 95% geringeren Energieaufwand im Vergleich zur Primärenergie für die Herstellung⁷⁴.

Primäraluminium wird aus Tonerde-Mix gewonnen mit Hilfsstoffen Anoden-C (aus der Fabrikproduktion) und Aluminiumfluorid und Hilfsenergie (Elektrizität und Gas). Für den gesamten Prozess gibt die GEMIS Datenbank einen KEA=187,37 MJ/ kg Al (Aluminium-mix-DE) an. Der KEA-Wert für 1 kg Sekundäraluminium liegt bei 24,252 MJ/kg. Diese Energie beinhaltet die Energie für die Rückgewinnung von Al aus Nichteisenschrott.

7.3.1.1. Szenario A

Aluminium wird mit dem Restmüll per LKW in die MVA „Spittelau“ geliefert. Nach der Rostfeuerung wird das Aluminium zu mehr als 99% in der Schlacke und Elektrofilterasche konzentriert.

Verwendete Transferkoeffizienten sind der Online-Messung in der MVA Spittelau 2000-2004 entnommen⁷⁵.

Tabelle 34: Transferkoeffizienten von Aluminium bei dem Verbrennungsprozess

Verbrennungsprodukt	Transferkoeffizient
Schlacke	0,895
Elektrofilter-Asche	0,105
Filterkuchen	0,00025
Wäscher-Abwasser	0,00025
Gereinigtes Abwasser	0,000003
Gereinigtes Abgas	0,0000005
Schrott	0

⁷³) o.V.,(2008),*Aluminium*, Wikipedia

⁷⁴) Altstoff Recycling Austria (2007), *Die Leistungen des ARA Systems, Nachhaltigkeitsbericht und Report 2006*, S.29, ARA AG, Wien

⁷⁵) Morf, L.; Ritter, E.; Brunner, P. H. (2005): *Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau (MAPE)*, S.107, Wien

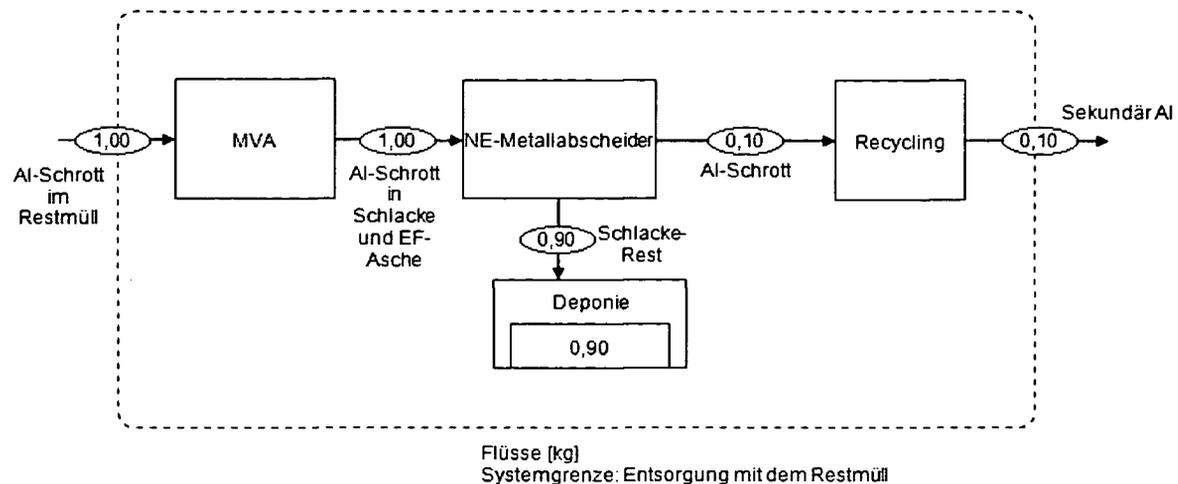


Abbildung 10: Entsorgungsweg von Aluminium nach Szenario A

Zu diesem Zeitpunkt werden Schlacke und Asche zusammen behandelt, verfestigt und als Asche-Schlackenbetonkörper auf der Deponie Rautenweg abgelagert. Die zukünftige Optimierung der Aufbereitung sieht die Einführung von einer NE-Metallabscheidungsstufe im Schlackenbehandlungsprozess vor⁷⁶. Nach dem Stand der Technik wird eine Abscheidungsquote von ca. 10% erwartet.

Verwendete Daten aus der GEMIS- Datenbank:

Tabelle 35: GEMIS-Daten zu den Prozessen Transport, Recycling und Deponie

Bezeichnung	KEA
Transport Lkw (Lkw-groß innerörtlich)	3,96 MJ/tkm
Transport Güterzug (Zug-el-Güter-DE-2010)	0,37 MJ/tkm
Recycling (Metall/Aluminium-DE-sekundär)	24,25 MJ/kg Al
Deponie (Deponie-DE-einfach)	0,18 MJ/kg

Angenommene Entfernungen: TU Wien-MVA Spittelau = 10 km

MVA Spittelau-AMAG Ranshofen = 250 km

MVA-Spittelau-Deponie Rautenweg = 13 km

⁷⁶) Brandstätter, P. (2007): *Behandlung von Aschen/Schlacken in Wien*

Tabelle 36: Berechnung des Aufwands für Aluminium nach Szenario A

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
MVA				
Transport (Lkw)	1	10 km	3,96 MJ/tkm	0,04 MJ
Verbrennung	1		0,65 KJ/kg *	0,65 MJ
NE-Metallabscheider				
Transport (Lkw)	1	14 km	3,96 MJ/tkm	0,06 MJ
Deponie	0,9		0,18 MJ/kg	0,16 MJ
Recycling				
Transport (Güterzug)	0,1	250km	0,37 MJ/tkm	0,01 MJ
Rückgewinnung	0,1		24,25 MJ/kg	2,43 MJ
			gesamt	3,35 MJ

*) Die Energie für die Behandlung von 1 kg Aluminium in der MVA wird aufgrund der spezifischen Wärmekapazität von Al berechnet. Sie gibt an, welche Wärmemenge (J) einem Stoff zugeführt werden muss, damit sich seine Temperatur um 1°C erhöht. Angenommen wird für den Verbrennungsprozess eine Temperatur von 900°C, $c=0,896 \text{ kJ/kg.K}$, $\Delta T=900 \text{ K}$.

$$Q=c.m.\Delta T, (J) \quad \Rightarrow \quad Q=0,806 \text{ MJ/kg}$$

Die Oxidation von Aluminium ist ein exothermer Prozess. Dies wird in dieser Abschätzung jedoch nicht berücksichtigt.

Der Gesamtwirkungsgrad der MVA Spittelau beträgt 74,5%⁷⁷.

Der Wärmewirkungsgrad der MVA Spittelau liegt bei 68,3%⁷⁸. Der Wirkungsgrad für Elektrizitätserzeugung beläuft sich somit auf 6,2%.

Die Wärme, die von 1 kg Aluminium aufgenommen wird, könnte nach der Gleichung

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Nutzen}}{0,81} = 74,5\%$$

für die Gewinnung von 0,60 MJ Energie ausreichen.

Davon wären 0,55 MJ/kg Aluminium als Wärme und 0,05 MJ/kg Aluminium als Strom verfügbar.

Diese Energie könnte den Einsatz anderer Energieträger (Ersatzbrennstoffen z.B. Steinkohle) ersparen. Steinkohle weisen einen KEA-Wert von 1,08 MJ_{prim}/MJ_{end}⁷⁹.

⁷⁷) Böhmer, S., Kügler, I., Stoiber, H., Walter, B. (2007), *Abfallverbrennung in Österreich, Statusbericht 2006*, Umweltbundesamt GmbH, Wien

⁷⁸) Pölz, W., Böhmer, S. (2005), *Emissionen der Fernwärme Wien 2003*, Umweltbundesamt GmbH, Wien

⁷⁹) Großklos, M. (2006), *Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener*

Somit ergibt sich einen KEA-Wert, der durch die Verbrennung von Aluminium konsumiert wird, von 0,65 MJ/kg.

Das rezyklierte Aluminium wird wieder in den Kreislauf gebracht, deshalb wird ein Gewinn (Gutschrift) von 18,737 MJ für die ersparte neu aus der Natur gewonnene Menge Al-primär dazugeschrieben.

Nutzen = Gewinn – Aufwand

Der Nutzen aus 1kg Al, behandelt nach Szenario A beträgt somit 15,39 MJ.

7.3.1.2. Szenario B

Der Alu-Schrott wird in einer Sortieranlage behandelt, dann zwischengelagert und mittels Güterzugtransport nach Ranshofen transportiert, wo das Recycling stattfindet.

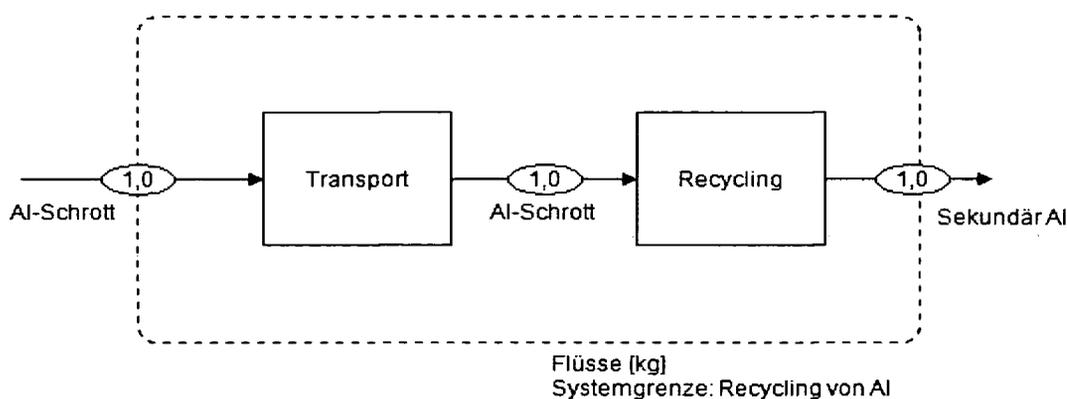


Abbildung 11: Entsorgungsweg von Aluminium nach Szenario B

Tabelle 37: Berechnung des Aufwands für Aluminium nach Szenario B

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
Transport	1	250 km	0,371 MJ/tkm	0,093 MJ
Recycling	1		24,252 MJ/kg	24,252 MJ
			Gesamt	24,345 MJ

Die zurückgewonnene Menge Al kann 1kg Primäraluminium ersetzen, deswegen beträgt die Gutschrift 187,37 MJ und der aus diesem Szenario resultierende Nutzen 163,03 MJ/kg Aluminium.

7.3.2. KUNSTSTOFF⁸⁰

Kunststoffe sind hochmolekulare Verbindungen, die durch Synthese oder aus Erdöl gewonnen werden. Sie bestehen hauptsächlich aus C, H, O, N.

Polyethylen ist der meist verwendete Kunststoff für Verpackungsfolien. Es unterteilt sich in drei Arten HDPE (*High-Density-PE*), LLD-PE (*Linear-Low-Density-PE*), LD-PE (*Low-Density-PE*). Bei den Verpackungen finden die LD-PE-Folien größte Anwendung.

Polypropylen (PP) wird aufgrund seiner Eigenschaften wie Härte, Festigkeit und mechanischer Belastbarkeit als Lebensmittelverpackung verwendet. Ein großer Teil davon gelangt in den Müll als Verschluss von Flaschen, Deckel von Plastikdosen oder Joghurtbecher. PP ist auch Bestandteil von Büroartikeln.

Polyethylenterephthalat (PET) ist leicht, steif, fest, bruchstabil und durchsichtig. Dadurch eignet es sich ideal für die Herstellung von Getränkeflaschen.

Polyvinylchlorid kommt ganz selten bei Verpackungen vor. Vielmehr wird er bei Bodenbelags-, Fensterprofil- oder Röhrenherstellung verwendet.

Bei den weiteren Berechnungen wird von der folgenden Zusammensetzung der Kunststofffraktion ausgegangen:

- 65% PET;
- 25% PP;
- 10% LDPE.

Betrachtet wurden nur diese drei Fraktionen aus dem Grund, dass die meisten Getränkeflaschen aus PET sind, ihre Verschlüsse aus PP und die Folien dazu aus LDPE. Die prozentuelle Aufteilung beruht auf eigene Abschätzungen.

Nach Angaben von ÖKK AG⁸¹ weisen 1 kg gemischte Kunststoffabfälle ca. den Heizwert von 1L Heizöl (ca. 11,4Kwh/l) oder 41 MJ auf.

⁸⁰) O.V., (2008), *Kunststoff*, Wikipedia

⁸¹) Österreichischer Kunststoff Kreislauf AG (2008): *Verwertung/Thermisch*, ÖKK AG, Wien

7.3.2.1. Szenario A

Kunststoff wird mit dem Restmüll zur MVA Spittelau transportiert. Nach der Verbrennung konzentrieren sich die Elemente C, H und O zu 99% im Abgas und 1% von C bleibt in der Schlacke und Elektrofilterasche.

Tabelle 38: Transferkoeffizienten für C⁸²

Verbrennungsprodukt	Transferkoeffizient
Gereinigtes Abgas	0,98945
Schlacke	0,00900
EF-Asche	0,00100
Filterkuchen	0,00050
Gereinigtes Abwasser	0,00005
Schrott	0

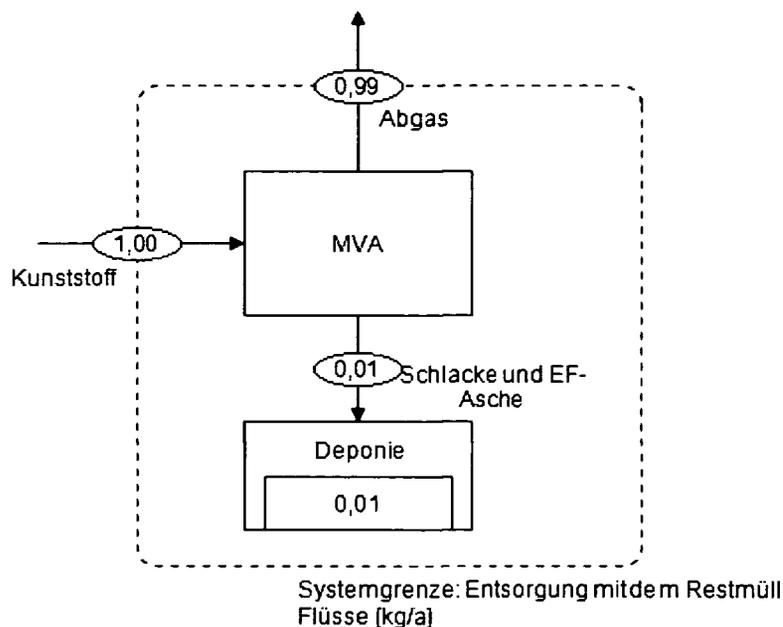


Abbildung 12: Entsorgungsweg von Kunststoff nach Szenario A

⁸²) Morf, L.; Ritter, E.; Brunner, P. H. (2005): *Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau (MAPE)*, Wien

Tabelle 39: Berechnung des Aufwands für Kunststoff nach Szenario A

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
MVA				
Transport (Lkw)	1	10 km	3,962 MJ/tkm	0,04 MJ
Verbrennung	1		-32,94 MJ/kg*	-32,94 MJ
Deponie				
Transport (Lkw)	0,01	14 km	3,962 MJ/tkm	0,001 MJ
Deponierung	0,01		0,176 MJ/kg	0,002 MJ
			gesamt	-32,90 MJ

**) Der KEA- Wert für die Behandlung von 1 kg Kunststoff in der MVA wird aufgrund des Heizwertes (41 MJ/kg Kunststoff) berechnet.*

Der Gesamtwirkungsgrad der MVA Spittelau beträgt 74,5%.

Der Wärmewirkungsgrad der MVA Spittelau liegt bei 68,3%. Der Wirkungsgrad für Elektrizitätserzeugung beläuft sich somit auf 6,2%.

Die gewonnene Wärme aus 1 kg Kunststoff, könnte nach der Gleichung

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Nutzen}}{41} = 74,5\%$$

für die Bereitstellung von 30,5 MJ Energie ausreichen. 2,5MJ davon wären als Strom und 28MJ als Wärme verfügbar.

Berechnet man den KEA-Wert aufgrund Einsparung des Energieträgers Steinkohle, ergibt sich einen KEA-Wert, der durch die Verbrennung von Kunststoffen abgegeben wird, von 32,94 MJ/kg.

Der Nutzen aus diesem Szenario beträgt 32,90 MJ/kg Kunststoff.

7.3.2.2. Szenario B

Die getrennt gesammelten Plastikflaschen werden zur Kunststoffsortieranlage in Wien-Donaustadt transportiert. Es wird ein möglichst reines Ausgangsprodukt für den Recyclingprozess angestrebt. Mit Hilfe von Nahinfrarot- und Farbsensoren werden PET- (in Farben blau, grün und transparent) und HDPE-Fractionen aussortiert. Diese werden zur Materialrückgewinnung in verschiedenen Betrieben verwendet. Die PET-Fraktion wird nach Müllendorf transportiert, wo das PET to PET Recycling statt-

findet. Sie wird zu 100% bei der Herstellung von neuen PET-Flaschen eingesetzt, wobei ein Beimischungsgrad von über 30% erreicht werden kann⁸³.

Die restliche Mischfraktion aus der Sortierung wird zu Granulat geschmolzen. 45% davon werden stofflich und 55% thermisch verwertet (vor allem in der Zementindustrie)⁸⁴. Bei der stofflichen Verwertung ist ebenso mit einem Beimischungsgrad von 30% zu rechnen.

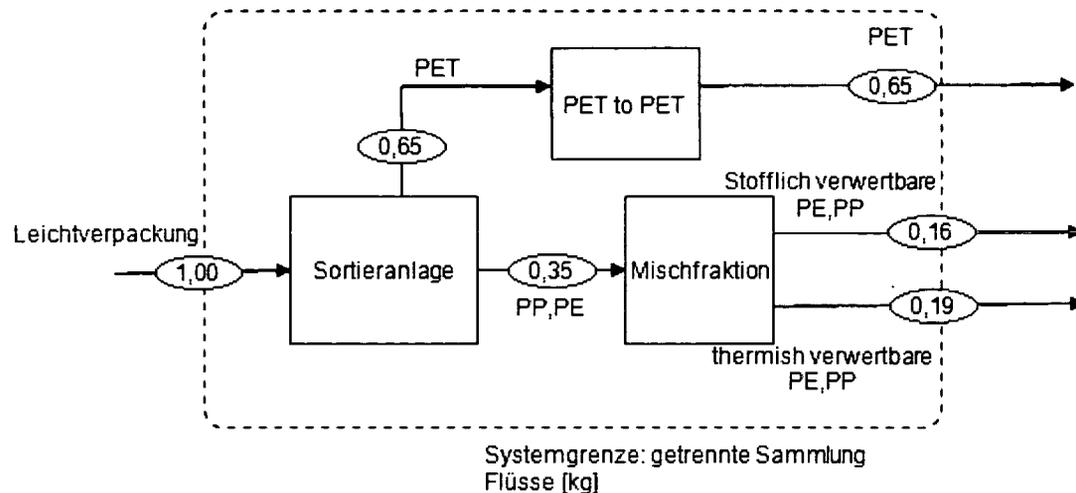


Abbildung 13: Entsorgungsweg von Kunststoff nach Szenario B

Tabelle 40: Berechnung des Aufwands für Kunststoff nach Szenario B

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
Sortieranlage				
Transport (Lkw)	1	10 km	3,962 MJ/tkm	0,04 MJ
PET to PET				
Transport (Lkw außerörtlich)	0,65	60 km	1,945 MJ/tkm	0,08 MJ
Recycling	0,65		2,081 MJ/kg	1,35 MJ
Mischfraktion				
Transport (Lkw)	0,35	10 km	3,962 MJ/tkm	0,01 MJ
Recycling	0,16		2,081 MJ/kg	0,33 MJ
			Gesamt	1,81 MJ

Angenommene Entfernungen: TU Wien-Wien Donaustadt = 10 km

Wien-Donaustadt-Müllendorf = 60 km

Wien-Donaustadt- Verwertungsbetriebe = 10 km

⁸³) *Schulterschluss der Getränkeindustrie bei Bottle-to-Bottle Recycling (2006)*, Pressemitteilung von 25.08.2006

⁸⁴) *Abfallwirtschaft und Abfallentsorgung, Getrennte Sammlung I*, Unterlagen zu Lehrveranstaltung, Folie 37

Aus Katalogen⁸⁵ entnommen ist der Energieverbrauch von einer Recycling-Anlage der Baureihe X:GRAN 340 kWh bei einem Pellets-Ausstoß von 1000 kg/h. Umgerechnet wird für 1kg Rezyklat 1,224 MJ Energie verwendet.

$$\text{KEA-Strom(AT)} = 1,7 \text{ MJ/MJ}$$

Und somit beläuft sich der KEA-Recycling auf 2,081 MJ/kg.

Die Recyclate ersparen die gleiche Menge an neugewonnenen Rohstoffen und damit für ihre Herstellung benötigte Primärenergie. Diesem Entsorgungsweg sind folgende Gutschriften zuzuschreiben:

$$\text{Aus PET: } 0,65\text{kg} \cdot 98,052\text{MJ/kg} = 63,73 \text{ MJ}$$

$$\text{Aus stoffliche Verw. PP,PE: } 0,16\text{kg} \cdot 97,332\text{MJ/kg} = 15,57 \text{ MJ}$$

$$\text{Aus thermische Verw. PP,PE: } \underline{0,19\text{kg} \cdot 32,94 \text{ MJ/kg} = 6,26 \text{ MJ}^*}$$

$$\text{Gewinn: } 85,6 \text{ MJ}$$

**) der Wert von 32,94 MJ/kg wird vom Berechnung der KEA-Verbrennung von Kunststoff übernommen.*

Die Werte für LP-DE Folie und PP-Spritzguss stammen aus GEMIS-Datenbank, dieser von PET aus PROBAS-Datenbank.

Für den Nutzen ergibt sich einen Wert von 83,79 MJ/kg Kunststoff.

7.3.3. GLAS

Glas ist eine amorphe Substanz, hergestellt durch Schmelzen und nachfolgende Abkühlung. Ca. 90% der produzierten Glasmenge entfällt auf Kalk-Natron-Glas⁸⁶. Ausgangsstoffe für die Herstellung sind Quarzsand (SiO_2), Natriumcarbonat (Na_2CO_3), Pottasche (K_2CO_3), Feldspat ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), Kalk, Dolomit und Altglas. Der Altglasanteil reicht von 60% bei Weißglasherstellung über 90% bei Braunglas bis zu 100% bei Grünglas. In Gewichtsprozenten ausgedrückt besteht das Kalk-Natron-Glas aus:

- 72% SiO_2 ;
- 2% Al_2O_3 ;
- 14% Na_2O ;
- 10% CaO .

Die Verwendung von Altglas im Herstellungsprozess erspart nicht nur Rohstoffe, sondern auch Energie für den Schmelzvorgang. Das Aufschmelzen braucht weniger Zeit und geringere Temperaturen. Gebrauchte Glasverpackungen werden eingeschmolzen und ohne Qualitätsverlust zu neuen geformt (bottle to bottle-Recycling). Voraussetzung ist eine reine Fraktion ohne Fremdstoffe und falscher Far-

⁸⁵) NGR Recycling Machines (2008): X:GRAN/Download/Prospekte

⁸⁶) o.V., Glas (2008), Wikipedia

be. 1kg Buntglas kann 500 kg Weißglas verfärben. Das Aufschmelzen von Rohprodukten benötigt ca. 25% mehr Energie wie dieses von Gemischen. In Österreich liegt die Sammelquote von Glasverpackungen bei 80%⁸⁷. Der größte Teil davon wird in den Glashütten in Pöchlarn, Kremsmünster und Köflach verarbeitet. Undurchlässige Fremdstoffe werden ausgeschieden, ein Metallabscheider sorgt für die Trennung von metallischen Beimengungen.

7.3.3.1. Szenario A

Die Glasflaschen werden mit dem Restmüll entsorgt. Die Temperaturen bei der Rostfeuerung (850°C-950°C) reichen nicht aus, die Glasfraktion vollständig in Schmelze zu verwandeln. Vereinfachend wird hier angenommen, dass die gesamte Menge Glas als Bruchglas und Schmelze in der Schlacke enthalten bleibt.

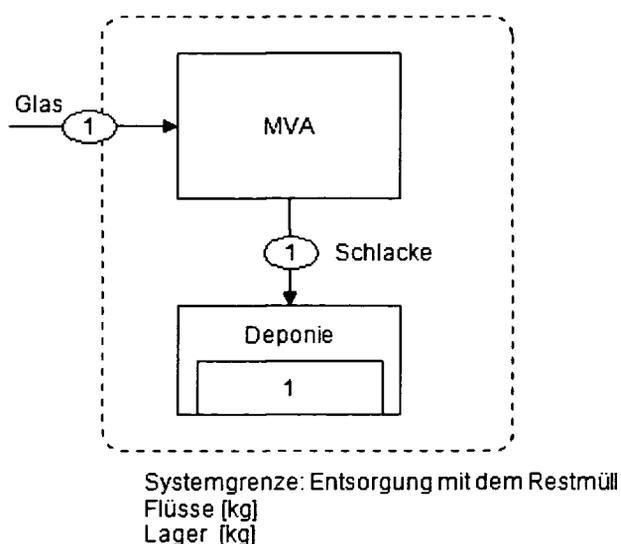


Abbildung 14: Entsorgungsweg von Glas nach Szenario A

⁸⁷) Altstoff Recycling Austria (2007), *Die Leistungen des ARA Systems, Nachhaltigkeitsbericht und Report 2006*, S.26, ARA AG, Wien

Tabelle 41: Berechnung des Aufwands für Glas nach Szenario A

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
MVA				
Transport (Lkw)	1	10 km	3,96 MJ/tkm	0,04 MJ
Verbrennung	1		0,54 MJ/kg *	0,54 MJ
Deponie				
Transport (Lkw)	1	14 km	3,962 MJ/tkm	0,06 MJ
Deponierung	1		0,176 MJ/kg	0,18 MJ
Gesamt				0,82 MJ

**) Da Glas vorwiegend aus SiO₂ besteht, wird die Energie für das Aufschmelzen von 1 kg Glas aufgrund der spezifischen Wärmekapazität von SiO₂ berechnet. Sie gibt an, welche Wärmemenge (J) einem Stoff zugeführt werden muss, damit sich seine Temperatur um 1°C erhöht. Angenommen wird eine Temperatur von 900°C, c=0,741 kJ/kg.K, ΔT=900 K.*

$$Q=c.m.\Delta T, (J) \quad \Rightarrow \quad Q=0,667\text{MJ/kg}$$

Die Wärme, die von 1 kg Glas aufgenommen wird, könnte nach der Gleichung

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Nutzen}}{0,67} = 74,5\%$$

für die Gewinnung von 0,50 MJ Energie ausreichen.

Davon wären 0,46 MJ/kg Glas als Wärme und 0,04 MJ/kg Glas als Strom verfügbar.

Umgerechnet in Primärenergie aufgrund KEA-Wert von Steinkohle, beträgt der KEA-Wert der thermischen Behandlung 0,54 MJ/kg Glas.

Nicht berücksichtigt wird die bereits technisch mögliche Rückgewinnung von Glas aus der Schlacke.

Somit beläuft sich der Nutzen aus diesem Szenario -0,82 MJ/kg Glas.

7.3.3.2. Szenario B

Glas wird zuerst zu Glassortieranlage gebracht, wo es von Verunreinigungen und Fremdfractionen befreit und zerkleinert wird. Es folgt danach der Transport mittels Güterzug zur Glashütte Pöchlarn, wo die Verwertung (Recycling) stattfindet.

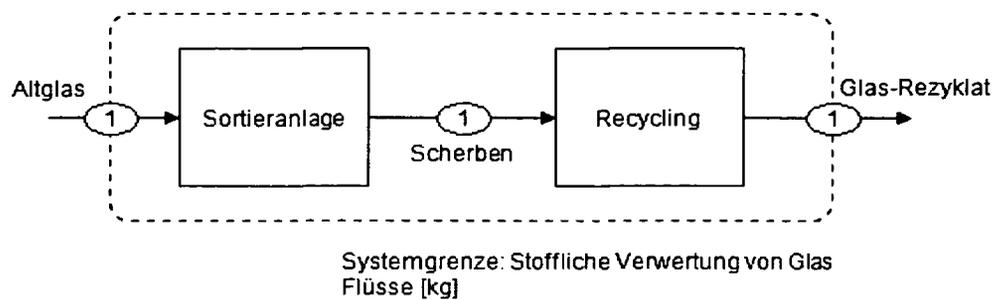


Abbildung 15: Entsorgungsweg von Glas nach Szenario A

Die Entfernung Pöchlarn-Wien beträgt ca. 100 km.

Aufgrund des Mangels an KEA-Daten für die Herstellung von Behälterglas, wird hier zur Berechnung des Nutzens der Einsatz verwendet, dass 1 Tonne Glasscherben Energie für die Herstellung von Primärrohstoffen in Ausmaß von 490 kWh erspart⁸⁸. Für 1 kg Scherben beträgt der Nutzen 1,764 MJ Energie oder 3 MJ Primärenergie.

Tabelle 42: Berechnung des Aufwands für Glas nach Szenario B

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
Transport	1	100 km	0,371 MJ/tkm	0,04 MJ
Recycling	1		-3,00 MJ/kg	-3,00 MJ
			Gesamt	-2,96 MJ

Damit ergibt sich einen Nutzen von 2,96 MJ/kg Glas aus diesem Szenario.

7.3.4. ALTPAPIER

Papier besteht hauptsächlich aus Cellulose. Aus diesem Grund wird angenommen, dass sich die Zusammensetzung des Papiers auf C, H und O begrenzt.

7.3.4.1. Szenario A

Altpapier wird mit dem Restmüll zur MVA Spittelau transportiert. Nach der Verbrennung konzentrieren sich die Elemente C, H und O zu 99% im Abgas und 1% von C bleibt in der Schlacke und Elektrofilterasche laut die in Tabelle 37 angegebenen Transferkoeffizienten für C.

⁸⁸) Abfallwirtschaft und Abfallentsorgung (2006/07), *Verwertung von Abfällen*, S. 15, Unterlagen zu Lehrveranstaltung

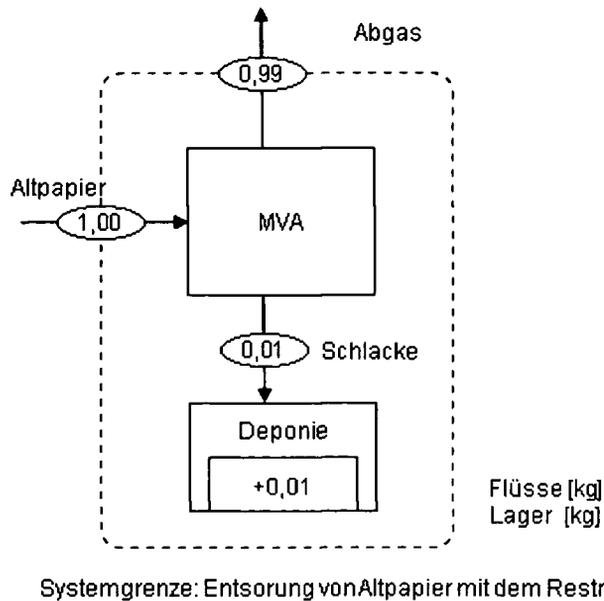


Abbildung 16: Entsorgungsweg von Altpapier nach Szenario A

Tabelle 43: Berechnung des Aufwands für Altpapier nach Szenario A

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
MVA				
Transport (Lkw)	1	10 km	3,962 MJ/tkm	0,04 MJ
Verbrennung	1		-12,1 MJ/kg*	-12,1 MJ
Deponie				
Transport (Lkw)	0,01	14 km	3,962 MJ/tkm	0,001 MJ
Deponierung	0,01		0,176 MJ/kg	0,002 MJ
Gesamt				-12,1 MJ

*) Der KEA- Wert für die Behandlung von 1 kg Altpapier in der MVA wird aufgrund des Heizwertes (15 MJ/kg Altpapier⁸⁹) berechnet.

Der Gesamtwirkungsgrad der MVA Spittelau beträgt 74,5%.

Der Wärmewirkungsgrad der MVA Spittelau liegt bei 68,3%. Der Wirkungsgrad für Elektrizitätserzeugung beläuft sich somit auf 6,2%.

Die gewonnene Wärme aus 1 kg Kunststoff, könnte nach der Gleichung

$$\eta = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad \text{oder} \quad \frac{\text{Nutzen}}{15} = 74,5\%$$

⁸⁹) o.V.(2008), Heizwert einiger Brenn- und Heizstoffe, Mayers Lexikon Online

für die Bereitstellung von 11,2 MJ Energie ausreichen. 0,9 MJ davon wären als Strom und 10,2 MJ als Wärme verfügbar.

In Primärenergie ausgedrückt, aufgrund KEA-Wert der Steinkohle, beläuft sich der KEA-Wert für die thermische Behandlung auf 12,1 MJ/kg Altpapier.

Der Nutzen aus diesem Szenario beträgt 12,1 MJ/kg Altpapier.

7.3.4.2. Szenario B:

Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass beim Recyclingprozess die Faserstoffe nach dem zehnten Umlauf zu kurz werden und damit nicht mehr für das Prozess anwendbar. Somit ergibt sich eine Quote von 10%, die nach jedem Umlauf als Abfall das system verlässt. Die Beseitigung wird hier jedoch nicht berücksichtigt. Die restlichen 90 % ersetzen die gleiche Menge an primär hergestelltes Papier. KEA-Werte, geliefert von GEMIS-Datenbank:

$$\begin{aligned} \text{KEA-Recycling} &= 0,33 \text{ MJ/kg} \quad (\text{Papier-Pappe\Altpapier-EU-mix}) \\ \text{KEA- Herstellung} &= 19,1 \text{ MJ/kg} \quad ^{90} \end{aligned}$$

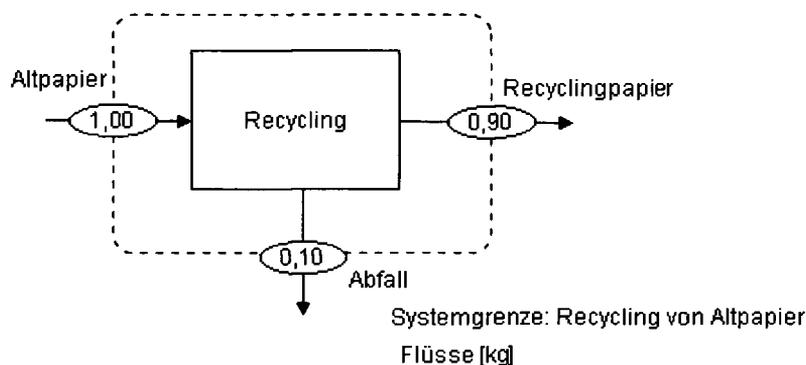


Abbildung 17: Entsorgungsweg von Altpapier nach Szenario B

Tabelle 44: Berechnung des Aufwands für Altpapier nach Szenario B

Prozess	Menge (kg)	Entfernung	KEA-Wert	KEA
Transport	1	10 km	0,371 MJ/tkm	0,004 MJ
Recycling	1		0,33 MJ/kg	0,33 MJ
			Gesamt	0,33 MJ

⁹⁰) Laner, D., Rechberger, H. (2007), *Treatment of cooling appliances: Interrelations between environmental protection, resource conservation, and recovery rates*, S.136-155, Resources, Conservation and Recycling 52 (2007)

Die rezyklierte Menge Papier kann 0,9kg neu hergestelltes Papier ersetzen und 0,1kg Altpapierafall wird verbrannt, deswegen beträgt die Gutschrift $0,9 \cdot 19,1 + 0,1 \cdot 12,1 = 18,4$ MJ und der aus diesem Szenario resultierende Nutzen 18,1 MJ/kg Altpapier.

Der berechnete Nutzen aus jedem Szenario wird in tabellarischer Form angegeben:

Tabelle 45: Berechneter Nutzen (MJ/kg) aus den Szenarien A und B für jede Fraktion

Fraktion	Szenario A	Szenario B
Aluminium	15,4	163,0
Kunststoff	32,9	83,8
Glas	-0,8	3,0
Altpapier	12,1	18,1

7.4. VERGLEICH DER ERGEBNISSE FÜR BEIDE SZENARIEN

7.4.1. NACH DEM KRITERIUM „ÖKOLOGISCHER NUTZEN“

Aus dem so ermittelten Nutzen für die einzelnen Fraktionen und anhand der abgeschätzten Mengen an Wertstoffen, die noch im Restmüll zu finden sind (siehe S.85), berechnet für 16.500 VZÄ (im Jahr 2015), lässt sich der Gesamtnutzen aus jedem Szenario berechnen. Die Mengen beziehen sich auf das Jahr 2015.

Tabelle 46: Berechnung des Nutzens aus jedem Szenario für die entsprechend anfallende Menge

Fraktion	Menge (kg)	Nutzen-Szenario A		Nutzen-Szenario B	
		MJ/kg	MJ	MJ/kg	MJ
Aluminium	16.500	15,40	254.100	163,00	2.689.500
Kunststoff	24.750	32,90	814.275	83,80	2.074.050
Altpapier	90.750	12,10	1.098.075	18,10	1.642.575
Glas	33.000	-0,82	-27.060	2,96	97.680
		<i>gesamt</i>	2.139.390	<i>gesamt</i>	6.503.805

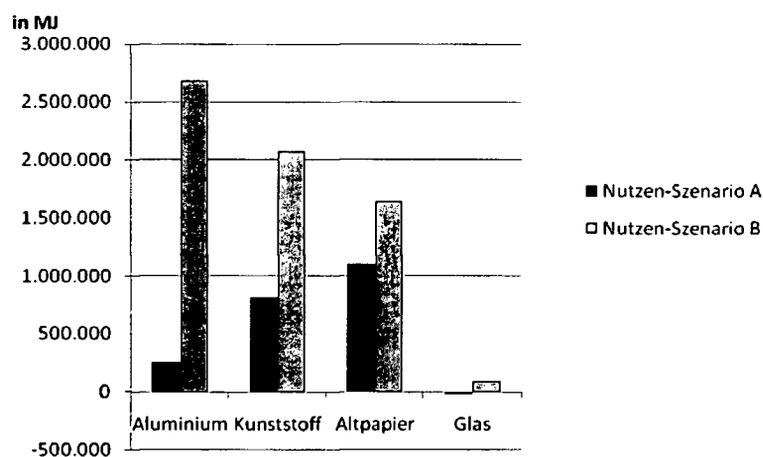


Abbildung 18: Vergleich des Nutzens für jede Fraktion aus den beiden Szenarien

Gegenüber der Entsorgung mit dem Restmüll zeigt sich bei allen Fraktionen ein größerer Nutzen aus der separaten Sammlung und nachfolgendem Recycling. Extrem großer Nutzen ist bei Aluminium festzustellen. Das ist dem geringeren Energieaufwand für die Rückgewinnung zuzuführen. Bei der Fraktion Glas liegen die Werte weit unter diesen der anderen Fraktionen, obwohl die Glasfraktion die größte Menge hat. Immerhin bringt das Szenario B einen positiven Nutzen aus der Entsorgungsphase.

7.4.2. NACH DEM KRITERIUM „ERSPARTES DEPONIEVOLUMEN“

Das benötigte Deponievolumen für die Ablagerung der Schlacke ist auf den Abbildungen 9 bis 16 ersichtlich. Bei den weiteren Berechnungen werden die Rückstände aus dem Recycling nicht berücksichtigt.

Tabelle 47: Berechnung der anfallenden Deponiemassen aus beiden Szenarien

Fraktion	Menge (kg)	Deponiemasse-Szenario A		Deponiemasse-Szenario B	
		kg/kg Altstoff	kg	kg/kg Altstoff	kg
Aluminium	16.500	0,900	14.850	0,000	0
Kunststoff	24.750	0,010	248	0,002	50
Glas	33.000	1,000	33.000	0,000	0
Altpapier	90.750	0,010	908	0,001	91
		<i>gesamt</i>	49.005	<i>gesamt</i>	140

Rechnet man mit einem Gewicht der verfestigten Schlacke von $1,9\text{t/m}^3$, ergibt sich für Szenario A ein benötigtes Deponievolumen von $33,9\text{m}^3$. Für Szenario B würden dagegen nur $0,09\text{m}^3$ benötigt.

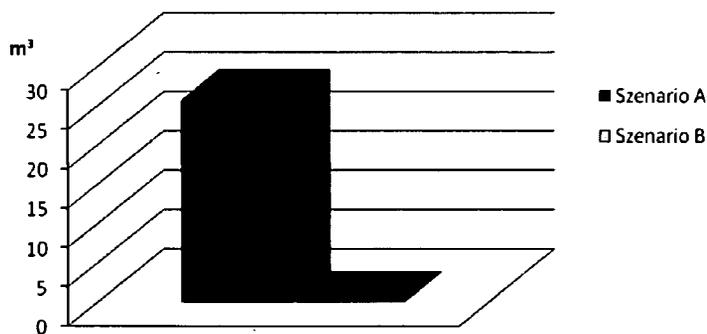


Abbildung 19 : Vergleich des beanspruchten Deponievolumens nach beiden Szenarien

7.4.3. NACH DEM KRITERIUM „KOSTEN FÜR DIE ENTSORGUNG“

Laut Angaben von ARA⁹¹ ist bei den Entsorgungstarifen folgende Entwicklung zu beobachten:

Tabelle 48: Entwicklung der Entsorgungstarife (in Euro) für Wertstoffe für den Zeitraum 2004-2009

Fraktion	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aluminium	0,43	0,41	0,41	0,37	0,37	0,40
Kunststoff	0,70	0,69	0,69	0,62	0,61	0,61
Glas	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,07
Altpapier	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11

Für die vorgenommene Berechnung werden jedoch die Tarife für 2009 eingesetzt.

Laut eigenen Berechnungen anhand Angaben für die Restmülltarife⁹² beläuft sich momentan die Entsorgung auf ca. 0,35 €/kg.

Tabelle 49: Berechnung der Kosten für beide Szenarien

Fraktion	Menge (kg)	Kosten-Szenario A		Kosten-Szenario B	
		Euro/kg	Euro	Euro/kg	Euro
Aluminium	16.500	0,35	5.775	0,40	6.600
Kunststoff	24.750	0,35	8.663	0,61	15.098
Glas	33.000	0,35	11.550	0,07	2.310
Altpapier	90.750	0,35	31.763	0,11	9.983
		<i>gesamt</i>	57.750	<i>gesamt</i>	33.990

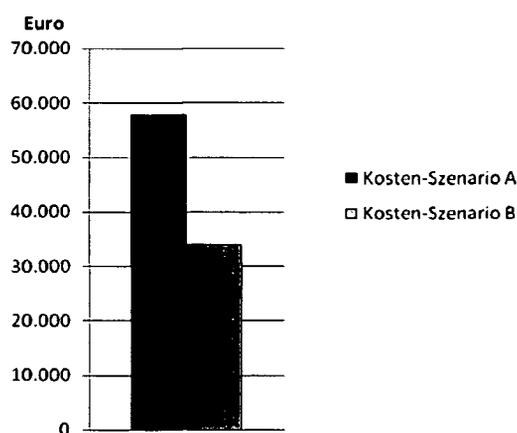


Abbildung 20: Vergleich der Kosten für beide Szenarien

⁹¹) Altstoff Recycling Austria (2008), *Lizenztarife/Tarifübersicht 2005-2009*, ARA AG, Wien

⁹²) Ableidinger, M., Arbter, K., Hauer, A., Rogalski, W., Sciri, S., Volk, U., (2007), *Wiener Abfallwirtschaftskonzept, Anhang 1, Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft*, MA 48, Wien

Gegenüber der Entsorgung der Wertstoffe mit dem Restmüll erweist sich auch nach diesem Kriterium das Szenario B als günstiger. Der Trend in den letzten Jahren zeigt eine stetige Steigerung des Entsorgungsentgeltes für Restmüll. Wie aus der Tabelle 47 ersichtlich ist, gelingt es den Verwertungsbetrieben die Entsorgungstarife zu minimieren. Das lässt die Schlussfolgerung zu, dass in Zukunft sogar mit höherer Kostendifferenz aus den beiden Szenarien zugunsten des Szenarios B zu rechnen ist.

7.5. ABFALLVERMEIDUNGSMABNAHMEN

7.5.1. ALTPAPIER

Alle Prozesse, die im Büro stattfinden, benötigen nicht unbedingt ein Frischfaserpapier. Man könnte noch den Recyclingpapieranteil erhöhen.

Wichtigste Tipps zum Papiersparen wären:

- ✓ Doppelseitiges Kopieren und Drucken: das würde nicht nur Kosten für Papier, sondern auch Kosten für Ordner, Mappen und nicht zuletzt Platz sparen;
- ✓ Sammeln von Fehlausdrucken und -kopien, die weiter als Notizpapier verwendet werden können;
- ✓ Kopieren von 2 A4-Seiten auf eine;
- ✓ Förderung der papierlosen Kommunikation;

In der Regel ist im Büro ein Papier mit Weißgrad 60 ausreichend. Für externe Schreiben könnte man solches mit Weißgrad 80 verwenden. Das könnte zusätzlich den Reinigungsaufwand- Wasser, Chemikalien und Energie und die Deinking -Reststoffe ersparen. Einsparen von Ressourcen wäre in diesem Sinn das Drucken von Skripten auf ein Papier mit niedrigem Weißgrad.

7.5.2. WEITERE BÜROARTIKEL

- ✓ Zum Schreiben: Kolbenfüller, Kugelschreiber und Bleistifte mit auswechselbaren Minen und insgesamt alle Artikel mit nachfüllbaren Teilen tragen einerseits zur Reduktion der Abfallmengen und andererseits zur Schonung von Ressourcen für die Herstellung von neuen bei.
- ✓ Druckerpatronen: wiederbefüllbare Patronen kosten viel weniger im Vergleich zu Originalpatronen und reduzieren zusätzlich die Abfallmenge, respektive die Kosten für ihre Entsorgung.

7.5.3. BATTERIEN

Fast alle Batterien und Akkus enthalten umweltgefährdende Stoffe wie Quecksilber, Cadmium oder Blei. Für die Herstellung von nicht wiederaufladbaren Batterien wird 40-500mal mehr Energie gebraucht als später aus ihrer Nutzung wieder gewonnen wird. Aus diesem Grund sollte man wiederauf-

ladbare Batterien oder Akkus verwenden. Weiterer Ersparungspotential liegt auch bei der Umstellung der Elektrogeräte von Batterie- auf Akkubetrieb, dort wo es möglich ist.

Um die Sammelquote zu erhöhen könnte man zusätzlich Altbatterien von den Studierenden sammeln. Am besten geeignet dafür sind die Stellen mit den meisten Personenströmen- die Eingangsbereiche der einzelnen Gebäude. In, bei den Portieren aufgestellten, Sammelboxen können die Altbatterien von Taschenrechner z.B. abgegeben werden, die später vom Haustechniker zusammen mit den Altbatterien vom Gebäudebetrieb zum Zwischenlager gebracht werden.

7.5.4. ELEKTRO- UND ELEKTRONIKSCHROTT

- Abfallvermeidung:
 - ✓ hochwertige, langlebige Güter ankaufen. Bei solchen ist die Reparatur noch immer günstiger wie der Neukauf;
 - ✓ Neue Generation von Geräten kaufen, die Energie sparen;
 - ✓ Geräte mit Duplex-Einheit, die ein doppelseitiges Kopieren ermöglichen.
- Abfallentsorgung: Man könnte die Sammelquote erhöhen, in dem man von den Studenten auch alte PCs, Handys oder MP3-Player sammelt und sie den Herstellern abgibt. Vorausgesetzt ist ein größeres Lager, wo man den Schrott bis zur Abholung zwischenlagert.

Ein solcher Hersteller ist HP. Im Gebiet Europa, Afrika und Naher Osten hat HP durch Rücknahme-programme und -aktionen in den letzten drei Jahren 90 Millionen Kilogramm Hardware gesammelt. HP hat sein Recycling-Ziel früher als geplant erreicht und auf dem Weg die Sammelquote noch zu erhöhen. Im Rahmen von Aktionsprogrammen bieten Hersteller für größere abgegebene Mengen IT-Schrott als Gegenleistung für die Sammlung von ihnen hergestellte Produkte⁹³.

7.5.5. VERPACKUNGEN

- ✓ Auf Einwegverpackungen verzichten-sowohl beim Einkauf von Artikeln, als auch bei mitgebrachten Speisen und Getränken;
- ✓ Versandtaschen für Bücher und Informationsmaterial könnte man mit Polsterung aus Altpapier verwenden. Diese können mit dem restlichen Altpapierabfällen verwertet werden;
- ✓ An Transportverpackungen könnte gespart werden, in dem man als solche Mehrwegverpackungen verwendet;
- ✓ Paletten, Kanister und Flaschen von Reinigungsmitteln können wieder verwendet werden.

⁹³) HP Deutschland (2006), *HP unterstützt Rückgabe von IT-Schrott*, PRESSEMITTEILUNG VON 22.03.2006.

8. ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die TU Wien hat sich für ein neues Standortkonzept entschlossen, das unter anderem die Raumaussnutzung verbessern soll. Die Fakultäten werden verlegt und neue Bereiche für Studierende werden geschaffen. Diese Ziele werden im Laufe des Projekts „TU Univercity 2015“ verfolgt. Gleichzeitig müssen die neuen Gebäudekomplexe Anforderungen z.B. an Raumqualität, Gestaltung der Studierendenbereiche und Barrierefreiheit erfüllen. Es bestehen weitere Anforderungen bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung. In dieser Arbeit soll das bestehende AWK untersucht und ein neues angepasstes AWK erstellt werden.

Die Ziele dieser Diplomarbeit sind:

- Den Ist- Zustand zu erfassen;
- Diesen mit dem Zustand anderer Institutionen mit ähnlichem Betrieb zu vergleichen;
- Aus dem Vergleich abgeleitete Ergebnisse an das bestehende AWK anzupassen und dadurch Optimierungsvorschläge zu geben.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden zuerst die gesetzlichen Randbedingungen sowohl auf europäischem als auch auf staatlichem Niveau untersucht. Die Ausgangssituation wurde anhand des bestehenden AWK untersucht. Durch eine Güterflussanalyse wurden die Güterflüsse in die und aus der TU Wien dargestellt. Es wurde ein Vergleich vorgenommen, um abschätzen zu können, wie sich die abfallwirtschaftliche Situation an der TU Wien entwickelt. Die Resultate aus dem Vergleich dienen als Grundlage für Optimierungsmöglichkeiten.

Die Fragestellungen im Rahmen dieser Arbeit lassen sich folgendermaßen beantworten:

- Was schreiben die Gesetze und Verordnungen vor?

Die Resultate aus der Untersuchung der gesetzlichen Rahmenbedingungen haben gezeigt, dass in Zukunft eine Erhöhung der Sammelquote bei den meisten Altstoffen vorgenommen wird. Ein ansteigender Anteil an Altstoffen wird aus dem Restmüll herausgeholt und einer Verwertung zugeführt.

- Wie ist der momentane Zustand an der TU Wien?

Die Erhebung des Ist-Zustandes hat das Ergebnis gebracht, dass an der TU Wien folgende Mengen an Restmüll und Altstoffen anfallen:

Fraktion	Abfallaufkommen TU Wien, 2007 (kg/a)
Restmüll	481.635
Altpapier	163.838
Bioabfälle	16.868
Weißglas	13.067
Buntglas	13.067
Kunststoff	9.692
Altmittel	38.382

Anschließend wurde eine Güterflussanalyse (Input/Output) erstellt. Als Systemgrenze wurde die TU Wien definiert und als Zeitgrenze wurde das Jahr 2007 angenommen.

- Gibt es genügend Daten?

Im Zuge der Arbeit hat sich herausgestellt, dass die Datenlage nicht befriedigend ist. Das erschwert die Beschreibung des Ist-Zustandes und macht Annahmen und teils grobe Abschätzungen notwendig, was die Aussagekraft der Resultate relativiert.

- Wie kann man Abhilfe schaffen?

In dieser Arbeit wurden Daten (Kennwerte) aus Institutionen mit ähnlichem Betrieb herangezogen. Die Übertragung dieser Kennwerte auf die TU Wien beruht aber wiederum auf Annahmen.

- Welche Qualität haben die Daten?

Da eine quantitative Beurteilung der Datenunsicherheiten nicht vorgenommen wurde, sind die Ergebnisse dieser Arbeit als grobe Abschätzungen zu sehen. Sie dienen dazu erstes, unscharfes Bild von der Abfallwirtschaftssystem an der TU Wien zu verwirklichen und eventuell vorhandene Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

- Wie ist die Situation an anderen Universitäten?

Nach dem durchgeführten Vergleich zu anderen Universitäten und einem alternativen Vergleich zum Abfall der Stadt Wien, kommt man zum Ergebnis, dass an der TU Wien die Restmüllmenge deutlich größer und die Quote der getrennt gesammelten Altstoffe kleiner ist.

Abfallaufkommen

Fraktion	EAWAG 2004		BOKU 2006		TU Wien 2007	
	in kg/VZÄ	in %	in kg/VZÄ	in %	in kg/VZÄ	in %
Restmüll	60,7	52,1	40,1	45,3	39,1	65,4
Altpapier	44,5	38,2	23,5	26,5	13,3	22,3
Bioabfälle	0,8	0,7	14,5	16,4	1,4	2,3
Weißglas	3,7	3,2	4,1	4,7	1,1	1,8
Buntglas	3,7	3,2	4,6	5,2	1,1	1,8
Kunststoff	0,3	0,2	0,8	0,9	0,8	1,3
Altmetall	2,7	2,3	0,9	1,0	3,1	5,2
gesamt	116,4	100,0	88,5	100,0	59,7	100,0

Entsorgte Fraktion	Abfallaufkommen pro EW (kg/a)	Abfallaufkommen TU Wien (kg/VZÄ)	Abfallaufkommen BOKU (kg/VZÄ)
Kühl- und Klimageräte	1,3	0,16	0,34
Elektrogeräte	4,1	2,94	0,55
Bildschirmgeräte	3,2	0,2	0,1
Gasentladungslampen	0,1	0,08	0,05
Bleiakkumulatoren	1,4	0,15	0,06
Batterien, unsortiert	0,1	0,04	0

Verglichen wurden auch die anfallenden Mengen einiger Sonderabfälle. Nicht zu übersehen ist die hohe Quote an entsorgten Elektro- und Elektronikgeräten.

Die Ergebnisse von Restmüllanalysen der Stadt Wien und der Universität Osnabrück wurden herangezogen und untersucht. Die deutliche Übereinstimmung der Ergebnisse ist der Grund, aus dem die Resultate der Analyse auf dem Abfallaufkommen an der TU Wien übertragen wurden.

- Welche Verbesserungsmöglichkeiten sind für die TU Wien relevant?

Auf den Resultaten der direkten Vergleich und der Restmüllanalyse aufbauend wurden neue Sammelquoten definiert, mittels denen die neuen Abfallaufkommen jedes Gebäudekomplexes im Jahr 2015 ermittelt werden kann.

Insgesamt werden folgende Mengen an Restmüll und Wertstoffen pro Vollzeitäquivalente gesammelt

Fraktion	vor der Optimierung		nach der Optimierung	
	Menge 2007 (kg)	Quote (kg/VZÄ)	Menge 2007 (kg)	Quote (kg/VZÄ)
Restmüll	481.000	39,1	303.200	24,6
Weißglas	13.100	1,1	25.300	2,1
Buntglas	13.100	1,1	25.300	2,1
Altpapier	163.000	13,3	231.900	18,8
Kunststoff	9.700	0,8	28.900	2,3
Altmetall	38.400	3,1	50.800	4,1
Bio-Abfall	16.900	1,4	69.300	5,6
Gesamt (aufgerundet)	735.000	59,6	735.000	59,6

Der Vergleich von Szenario A (Entsorgung mit dem Restmüll) und Szenario B (Recycling) nach den Kriterien:

- ökologischer Nutzen;
- Kosten für die Entsorgung;
- Ersparnis Deponievolumen

hat bei allen Fraktionen einen deutlichen Vorteil von Szenario B gezeigt.

Insgesamt können rund 5.000 GJ oder 1.400 GWh/a oder etwa die Hälfte des jährlichen Stromverbrauchs der Fakultät für Bauingenieurwesen⁹⁴ eingespart werden.

Potential zur Verbesserung liegt noch bei den Fraktionen des Sonderabfalls, es sind aber jedenfalls zusätzliche Untersuchungen notwendig, um konkrete Aussagen zuzulassen.

Eine solche Untersuchung wäre die Durchführung einer Restmüllanalyse, um das Potential der Separatsammlung besser abschätzen zu können. Die Resultate würden dann nicht nur ein Kriterium für das ordnungsgemäße Funktionieren des Sammelsystems, sondern auch eine Quelle für weitere Optimierungsvorschläge sein.

Es wäre von Vorteil die Zusammensetzung der entsorgten Sonderabfälle näher zu bestimmen.

Elektrogeräte sind ein wertvoller „Rohstoff“ für die Herstellung von neuen. Man könnte die Möglichkeit ausnutzen, diese direkt den Herstellern zu übergeben.

Die Möglichkeit, einige Laborabfälle (konkret Lösemittelgemische) direkt am Anfallsort zu recyceln, könnte auch noch untersucht werden.

⁹⁴) Winner L. (2004), *Güterflussanalyse der Fakultät für Bauingenieurwesen TU Wien*, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien

Auch das Kupferkabelnetz, das in Zukunft entsorgt wird, stellt eine abbaubare Quelle für Sekundärkupfer dar.

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei meinen Betreuern:

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Rechberger

für die hilfreichen Diskussionen und Denkanstöße und für die Ermutigungen während der Arbeit

Projektass. Dipl.-Ing. David Laner

für die fachliche Betreuung und Unterstützung

sowie bei allen, die die notwendigen Informationen zur Verfügung gestellt haben und ohne deren Beiträge diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ganz besonders möchte ich mich auch bei meinen Eltern für die moralische Unterstützung und geleistete Hilfe bedanken.

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Güterbilanz - TU Wien für das Jahr 2007</i>	53
<i>Abbildung 2: Werte für die Fraktion "Akten zu vernichten", 2000-2007</i>	61
<i>Abbildung 4:Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Restmüll und Altpapier der Stadt Wien sowie der TU- Wien</i>	68
<i>Abbildung 3:Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Restmüll und Altpapier aus EAWAG, BOKU und TU Wien</i>	68
<i>Abbildung 5: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Bioabfällen, Weiß- und Buntglas, Kunststoff und Altmetail aus EAWAG, BOKU und TU Wien</i>	69
<i>Abbildung 6: Gegenüberstellung der entsorgten Mengen an Bioabfällen, Weiß- und Buntglas, Kunststoff und Altmetail der Stadt Wien sowie der TU Wien</i>	69
<i>Abbildung 7: Vergleich einiger Sonderabfallfraktionen</i>	72
<i>Abbildung 8:Entwicklung des Personals für den Zeitraum 2004-2007</i>	74
<i>Abbildung 9: Entwicklung der Anzahl der Studierenden für den Zeitraum 2003-2008</i>	75
<i>Abbildung 10: Entsorgungsweg von Aluminium nach Szenario A</i>	87
<i>Abbildung 11: Entsorgungsweg von Aluminium nach Szenario B</i>	89
<i>Abbildung 12: Entsorgungsweg von Kunststoff nach Szenario A</i>	91
<i>Abbildung 13: Entsorgungsweg von Kunststoff nach Szenario B</i>	93
<i>Abbildung 14: Entsorgungsweg von Glas nach Szenario A</i>	95
<i>Abbildung 15: Entsorgungsweg von Glas nach Szenario A</i>	97
<i>Abbildung 16: Entsorgungsweg von Altpapier nach Szenario A</i>	98
<i>Abbildung 17: Entsorgungsweg von Altpapier nach Szenario B</i>	99
<i>Abbildung 18: Vergleich des Nutzens für jede Fraktion aus den beiden Szenarien</i>	101
<i>Abbildung 19 : Vergleich des beanspruchten Deponievolumens nach beiden Szenarien</i>	102
<i>Abbildung 20: Vergleich der Kosten für beide Szenarien</i>	103

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Literaturbestand 2004-2006</i>	38
<i>Tabelle 2: Literaturanschaffung 2003-2006</i>	38
<i>Tabelle 3: Verteilung der Räumlichkeiten zu den Standorten</i>	39
<i>Tabelle 4: Weitere Standorte der TU Wien mit Gebäudecoden</i>	40
<i>Tabelle 5: Abgeschätzte Fläche nach Nutzungsarten in m²</i>	42
<i>Tabelle 6: Anzahl der Beschäftigten an der TU Wien zum 31. 12.2007</i>	43
<i>Tabelle 7: Anfallende Abfallfraktionen nach Bereichen</i>	46
<i>Tabelle 8: Üblich anfallende gefährliche Abfälle</i>	47
<i>Tabelle 9: Separat gesammelte nicht gefährliche Abfälle</i>	49
<i>Tabelle 10: Prozess "Gebäudebetrieb" - Güterflüsse</i>	50
<i>Tabelle 11: Prozess "Labor/Werkstatt"-Güterflüsse</i>	51
<i>Tabelle 12: Prozess "Institute/Verwaltung/Bibliothek" - Güterflüsse</i>	51
<i>Tabelle 13: Berechnete VZÄ-Zahl auf der TU Wien (Personal und Studenten)</i>	55
<i>Tabelle 14: Ermittlung des Verbrauchs an Reinigungsmittel und -güter auf der TU Wien</i>	55
<i>Tabelle 15: Liste der entsorgten Fraktionen aus dem Gebäudebetrieb</i>	55
<i>Tabelle 16: Liste der entsorgten Fraktionen aus dem Laborbetrieb</i>	57
<i>Tabelle 17: Liste der entsorgten Fraktionen aus dem Institutsbetrieb</i>	60
<i>Tabelle 18: Entsorgten Mengen (in kg/a) an Restmüll und Wertstoffen für das Jahr 2007</i>	62
<i>Tabelle 19: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe, TU Wien 2007</i>	64
<i>Tabelle 20: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe , BOKU 2006</i>	65
<i>Tabelle 21: Aufteilung der einzelnen Fraktionen aus der Separatsammlung im Bürobetrieb, EAWAG</i>	66
<i>Tabelle 22: Abfallaufkommen für die Fraktionen Restmüll und Wertstoffe, EAWAG 2004</i>	66
<i>Tabelle 23: Restmüll und Wertstoffe in Wien (in kg/EW.a) für das Jahr 2003/2004</i>	67
<i>Tabelle 24: Vergleich von Fremdfractionen im Restmüll anhand Restmüllanalysen</i>	71
<i>Tabelle 25: Vergleich einiger Sonderabfallfraktionen</i>	72
<i>Tabelle 26: Aufteilung der VZÄ-Zahl auf die neuen Standorte</i>	76
<i>Tabelle 27: Entsorgte Sonderabfälle nach Fraktionen und Menge (in kg) für den Zeitraum 2000-2007</i>	78
<i>Tabelle 28: Veränderung der entsorgten Menge (in %) gegenüber des jeweiligen Vorjahres</i>	79

<i>Tabelle 29: Ermittelte Sammelquoten an Sonderabfallfraktionen und zu erwartende Sonderabfallmengen im Jahr 2015.....</i>	80
<i>Tabelle 30: Menge der vom Restmüll zu trennenden Fraktionen.....</i>	81
<i>Tabelle 31: Vergleich der Sammelquoten vor und nach der Optimierung des Sammelsystems.....</i>	82
<i>Tabelle 32: Zu erwartende Mengen für das Jahr 2015</i>	82
<i>Tabelle 33: Aufteilung der zu erwartenden Restmüll- und Wertstoffabfälle auf die neuen Gebäudekomplexe</i>	83
<i>Tabelle 34: Transferkoeffizienten von Aluminium bei dem Verbrennungsprozess</i>	86
<i>Tabelle 35: GEMIS-Daten zu den Prozessen Transport, Recycling und Deponie.....</i>	87
<i>Tabelle 36: Berechnung des Aufwands für Aluminium nach Szenario A.....</i>	88
<i>Tabelle 37: Berechnung des Aufwands für Aluminium nach Szenario B.....</i>	89
<i>Tabelle 38: Transferkoeffizienten für C</i>	91
<i>Tabelle 39: Berechnung des Aufwands für Kunststoff nach Szenario A.....</i>	92
<i>Tabelle 40: Berechnung des Aufwands für Kunststoff nach Szenario B.....</i>	93
<i>Tabelle 41: Berechnung des Aufwands für Glas nach Szenario A.....</i>	96
<i>Tabelle 42: Berechnung des Aufwands für Glas nach Szenario B.....</i>	97
<i>Tabelle 43: Berechnung des Aufwands für Altpapier nach Szenario A</i>	98
<i>Tabelle 44: Berechnung des Aufwands für Altpapier nach Szenario B</i>	99
<i>Tabelle 45: Berechneter Nutzen (MJ/kg) aus den Szenarien A und B für jede Fraktion.....</i>	100
<i>Tabelle 46: Berechnung des Nutzens aus jedem Szenario für die entsprechend anfallende Menge</i>	101
<i>Tabelle 47: Berechnung der anfallenden Deponiemassen aus beiden Szenarien.....</i>	102
<i>Tabelle 48: Entwicklung der Entsorgungstarife (in Euro) für Wertstoffe für den Zeitraum 2004-2009</i>	103
<i>Tabelle 49: Berechnung der Kosten für beide Szenarien.....</i>	103

Literaturverzeichnis

Altstoff Recycling Austria (2007), *Die Leistungen des ARA Systems, Nachhaltigkeitsbericht und Report 2006*, ARA AG, Wien

Baccini P., Brunner P.H. (1991), *Metabolism of the Anthroposphere*. Springer-Verlag, Berlin

EAWAG (2008), *Umweltdaten für Dritte*, EAWAG, Stand 10.04.2008

Freuler, N. (1996), *Das Stoffhaushaltssystem EAWAG*, Diplomarbeit an der Abteilung Stoffhaushalt und Entsorgungstechnik, EAWAG Dübendorf

Laner D., Rechberger H. (2007), *Treatment of cooling appliances: Interrelations between environmental protection, resource conservation, and recovery rates*, S. 136-155, Resources, Conservation and Recycling 52 (2007)

Rechberger, H. (2007), *Naturwissenschaftlich-technische Bewertungsmethoden*“, Vorlesungsunterlagen, Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft, TU Wien

Truttmann N., Rechberger H., (2006), *Contribution to resource conservation by reuse of electrical and electronic household appliances*, S. 249-262, Resources, Conservation and Recycling 48 (2006)

Winner L. (2004), *Güterflussanalyse der Fakultät für Bauingenieurwesen TU Wien*, Diplomarbeit am Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU Wien

Internet

Abfallwirtschaft und Abfallentsorgung (2006/07), *Getrennte Sammlung I*, Unterlagen zu Lehrveranstaltung, BOKU

Online verfügbar unter:

http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H813/IKS_Files/Lehre/Archiv/813100_2006_07/05.pdf [Stand 30.10.2008]

Abfallwirtschaft und Abfallentsorgung (2006/07), *Verwertung von Abfällen*, Unterlagen zu Lehrveranstaltung, BOKU

Online verfügbar unter:

http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H813/IKS_Files/Lehre/Archiv/813100_2006_07/07.pdf [Stand 1.11.2008]

Ableidinger, M., Arbter, K., Hauer, A., Rogalski, W., Sciri, S., Volk, U., (2007), *Wiener Abfallwirtschaftskonzept, Anhang 1, Ist-Zustand der Wiener Abfallwirtschaft*, MA 48, Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.wien.gv.at/ma48/awk/pdf/ist-zustand2007.pdf> [Stand 20.10.2008]

Altstoff Recycling Austria (2008), *Lizenztarife/Tarifübersicht 2005-2009*, ARA AG, Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.ara-system.at/kunden-angebot/tarife.html> [Stand 2.11.2008]

ANSNEONS (2008), *Leuchtstoffröhren*

Online verfügbar unter:

http://www.ansneon.com/ansshop-german/de/dept_106.html [Stand 1.11.2008]

ARGE-Abfallvermeidung-Graz (2005), *„Fehlwürfe in der kommunalen Abfallwirtschaft. Tolerierbar oder unzumutbar?“*, AEVG, Graz

Online verfügbar unter:

<http://www.arge.at/file/000053.pdf> [Stand 2.11.2008]

Austria Glas Recycling (2008), *„Sammlung und Verwertung/Sammel- und Verwertungsmengen/Kennzahlen“*, AGR

Online verfügbar unter:

<http://www.agr.at/nachhaltigkeit-und-umwelt/kennzahlen.html> [Stand 5.11.2008]

BMLFUW (2003). *Abfallnachweisverordnung*. BGBl. II Nr. 618/2003 vom 30.12.2003

Online verfügbar unter:

http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/2003_618_2/2003_618_2.pdf [Stand 10.09.2008]

BMLFUW (2005). *Abfallverzeichnisverordnung*. BGBl. II Nr. 89/2005 vom 6.04.2005

Online verfügbar unter:

http://ris1.bka.gv.at/Appl/findbgbl.aspx?name=entwurf&format=pdf&docid=COO_2026_100_2_137111 [Stand 10.09.2008]

BMLFUW (1994). *Änderung der Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle*. BGBl. II Nr. 456/1994 vom 23.06.1994

Online verfügbar unter:

http://www.ris2.bka.gv.at/Dokumente/BgblPdf/1994_456_0/1994_456_0.pdf [Stand 10.09.2008]

BMLFUW (2008). *Batterienverordnung*. BGBl. II Nr. 159/2008 vom 15.05.2008

Online verfügbar unter:

http://ris1.bka.gv.at/Appl/findbgbl.aspx?name=entwurf&format=pdf&docid=COO_2026_100_2_361026 [Stand 10.09.2008]

BMLFUW (2008). *Deponieverordnung 2008*. BGBl. II Nr. 39/2008 vom 30.01.2008

Online verfügbar unter:

<http://ris1.bka.gv.at/Appl/Authentic/SearchAuthResult.aspx?page=doc&docnr=2> [Stand 3.09.2008]

BMLFUW (2006). *ElektroaltgeräteVO-Novelle 2007*. BGBl. II Nr. 48/2007 vom 1.03.2007

Online verfügbar unter:

<http://ris1.bka.gv.at/Appl/Authentic/SearchAuthResult.aspx?page=doc&docnr=3> [Stand 3.09.2008]

BMLFUW (2001). *Lampenverordnung*. BGBl. II Nr. 440/2001 vom 14.12.2001

Online verfügbar unter:

[http://www.ris.bka.gv.at/taweb-cgi/taweb?x=d&o=d&v=bgbI&d=BGBl&i=15367&p=1&q=und\(19830101%3C%3DDATUM%20und%2020031231%3E%3DDATUM\)%20%20und\(%3ATEIL%20oder%20\(2\)%3ATEIL%20oder%20%3ATEIL%20oder%20%3ATEIL\)%3ATEIL%20und%20\(440/2001\)%3APORG%20%20](http://www.ris.bka.gv.at/taweb-cgi/taweb?x=d&o=d&v=bgbI&d=BGBl&i=15367&p=1&q=und(19830101%3C%3DDATUM%20und%2020031231%3E%3DDATUM)%20%20und(%3ATEIL%20oder%20(2)%3ATEIL%20oder%20%3ATEIL%20oder%20%3ATEIL)%3ATEIL%20und%20(440/2001)%3APORG%20%20) [Stand 3.09.2008]

BMLFUW (2006). *VerpackungsVO-Novelle 2006*. BGBl. II Nr. 364/2006 vom 26.09.2006

Online verfügbar unter:

<http://ris1.bka.gv.at/Appl/Authentic/SearchAuthResult.aspx?page=doc&docnr=1> [Stand 3.09.2008]

Böhmer, S., Kügler, I., Stoiber, H., Walter, B. (2007), *Abfallverbrennung in Österreich, Statusbericht 2006*, Umweltbundesamt GmbH, Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0113.pdf> [Stand 1.11.2008]

Brandstätter, P. (2007): *Behandlung von Aschen/Schlacken in Wien*

Online verfügbar unter:

<http://www.wu-wien.ac.at/wuw/institute/itnp/downloads/kongress2007/02brandstaetter-de.pdf> [Stand 1.11.2008]

BRAUN MAGNETSYSTEME (2008), *Wirbelstrom-Magnetscheider für die Rückgewinnung von NE-Metalle*

Online verfügbar unter:

<http://www.lasthebemagnete.eu/pdf/S%2022p.pdf> [Stand 1.11.2008]

Gesamtverband der deutschen Aluminiumindustrie (2006), *Aluminium-Getränkedose-Zahlen und Fakten*, GDA.

Online verfügbar unter:

<http://www.aluinfo.de/index.php/fact-sheets.html> [Stand 2.11.2008]

Großklos, M. (2006), *Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen*, Institut Wohnen und Umwelt

Online verfügbar unter:

http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/werkzeuge/kea.pdf [Stand 2.11.2008]

HP Deutschland (2006), *HP unterstützt Rückgabe von IT-Schrott*, PRESSEMITTEILUNG VON 22.03.2006.

Online verfügbar unter:

http://h41131.www4.hp.com/de/de/pr/HP_unterstzt_Rckgabe_von_IT-Schrott.html, [Stand 25.10.2008]

Morf, L.; Ritter, E.; Brunner, P. H. (2005): *Online-Messung der Stoffbilanz auf der MVA Spittelau (MAPE)*, Wien
Online verfügbar unter:

<http://www.magwien.gv.at/umweltschutz/pool/pdf/spittelau05.pdf> [Stand 30.10.2008]

NGR Recycling Machines (2008): *X:GRAN/Download/Prospekte*

Online verfügbar unter:

<http://www.ngr.at/de/machines/machines.html> [Stand 2.11.2008]

Öko-Institut (2008), *GEMIS-Datenbank*

Online verfügbar unter:

<http://www.oeko.de/service/gemis/> [Stand 2.11.2008]

Österreichischer Kunststoff Kreislauf AG (2008): *Verwertung/Thermisch*, ÖKK AG, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.okk.co.at/okk_ag.html [Stand 2.11.2008]

o.V., (2008), *Aluminium*, Wikipedia

Online verfügbar unter:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Aluminium> [Stand 1.11.2008]

o.V., (2008), *Glas*, Wikipedia

Online verfügbar unter:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Glas> [Stand 1.11.2008]

o.V. (2008), *Heizwert einiger Brenn- und Heizstoffe*, Meyers Lexikon Online

Online verfügbar unter:

[http://lexikon.meyers.de/wissen/Heizwert+\(Tabellen\)](http://lexikon.meyers.de/wissen/Heizwert+(Tabellen)) [Stand 1.11.2008]

O.V., (2008), *Kunststoff*, Wikipedia

Online verfügbar unter:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kunststoff> [Stand 1.11.2008]

Pölz, W., Böhmer, S. (2005), *Emissionen der Fernwärme Wien 2003*, Umweltbundesamt GmbH, Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/BE275.pdf> [Stand 1.11.2008]

Rechtsinformationssystem/Bundesrecht/*Abfallwirtschaftsgesetz 2002*

Online verfügbar unter:

<http://www.ris2.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?QueryID=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20002086> [Stand 20.07.2008]

Schulterschluss der Getränkeindustrie bei Bottle-to-Bottle Recycling (2006), Pressemitteilung von 25.08.2006,
Online verfügbar unter:

<http://www.pet2pet.at/presse.php> [Stand 2.11.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Abfallbeseitigung*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21197.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Abfalldeponien*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21208.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Umwelt/ *Abfallentsorgung*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/s15002.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Beseitigung polychlorierter Biphenyle und polychlorierter Terphenyle*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21201.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Beseitigung von Altbatterien und -akkumulatoren*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21202.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Elektro- und Elektronik-Altgeräte*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21210.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Entsorgung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l27048.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Kontrollierte Entsorgung gefährlicher Abfälle*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21199.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Strategie für Abfallvermeidung und -recycling*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l28168.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Umweltproblematik von PVC*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l28110.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Überwachung und Kontrolle der Verbringung von Abfällen*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l11022.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Verbrennung von Abfällen*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l28072.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Verbringung radioaktiver Abfälle - Überwachung und Kontrolle*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l11020.htm> [Stand 18.08.2008]

Tätigkeitsbereiche der Europäischen Union/Zusammenfassung der Gesetzgebung/ *Verpackungen und Verpackungsabfälle*

Online verfügbar unter:

<http://europa.eu/scadplus/leg/de/lvb/l21207.htm> [Stand 18.08.2008]

TU Wien, Gebäude und Technik (2008): TU Univercity 2015/ Baugeschichte

Online verfügbar unter:

http://www.univercity2015.at/standorte/tu_baugeschichte/ [Stand 20.09.2008]

TU Wien, Gebäude und Technik (2008): TU Univercity 2015/ Qualitäten

Online verfügbar unter:

<http://www.univercity2015.at/qualitaeten/> [Stand 20.09.2008]

TU Wien, Gebäude und Technik (2008): *Standorte*, TU Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.univercity2015.at/standorte/> [Stand 15.10.2008]

TU Wien (2008). *Das Atominstitut*. TU Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.ati.ac.at/index.php?id=113> [Stand 7.10.2008]

TU Wien (2007): *Entwicklungsplan der Technischen Universität Wien*, TU Wien, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tuwien/docs/leitung/ep2008_10.pdf [Stand 13.10.2008]

TU Wien (2008). *Jahresbericht 2007*. TU Wien, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tuwien/downloads/TU_Jahresbericht/2007/TU-Jahresbericht_de_screen2.pdf
[Stand 13.10.2008]

TU Wien (2008): *Raumbenutzungsliste*. TU Wien

Online verfügbar unter:

<http://info.zv.tuwien.ac.at/ud/raeume/rmgeb.html> [Stand 10.09.2008]

TU Wien (2008). *Tätigkeitsbericht 2006 Technische Universität Wien*, TU Wien, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tuwien/downloads/zahlen_und_fakten/tb06.pdf [Stand 13.10.2008]

TU Wien (2007): *Technische Universität Wien, Rechnungsabschluss 2007*, TU Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tuwien/docs/leitung/ra07.pdf> [Stand 5.10.2008]

TU Wien (2008). *Technische Universität Wien, Wissensbilanz 2007*, TU Wien, Wien

Online verfügbar unter:

<http://www.tuwien.ac.at/fileadmin/t/tuwien/docs/leitung/wb07.pdf> [Stand 13.10.2008]

Umweltberatung Wien, *Abfallumrechnungstabelle von Volumen nach Gewicht*

Online verfügbar unter:

<http://www.magwien.gv.at/umweltschutz/abfall/pdf/abfallumrechnung.pdf> [Stand 2.11.2008]

Universität für Bodenkultur (2007), *Umwelterklärung 2007*, BOKU, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.boku.ac.at/fileadmin/_umweltnachhaltigesmgmt/download/BOKU_Umwelterklaerung_2007.pdf
[Stand 25.10.2008]

Universität für Bodenkultur (2006), *Wissensbilanz 2006*, BOKU, Wien

Online verfügbar unter:

http://www.boku.ac.at/fileadmin/_H13/Publikationen/BOKU_WB06_screen.pdf [Stand 25.10.2008]

Viebahn, P., Schlesiger, Fl., Matthies, M. (1999), *Erstellung der Abfallbilanz und Maßnahmen zur Mitarbeiterinformation und-beteiligung*“, Beitragsserie: Umweltmanagement an Hochschulen, Hrsg.: Prof. Dr. Michael Matthies, Universität Osnabrück, Institut für Umweltsystemforschung

Online verfügbar unter:

http://www.usf.uni-osnabrueck.de/projects/sue/Zubehoer/Zub_download/artikel4.pdf [Stand 2.11.2008]