

## Masterarbeit

# Stoffflussanalyse einer Splittinganlage für gefährliche Abfälle

erstellt für

**Saubermacher Dienstleistungs AG**

**Vorgelegt von:**

Renato Sarc  
(Matr.Nr.: 0435291)

**Betreuer/Gutachter:**

O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Karl Lorber  
DI Gernot Kreindl  
DI Dr. Roland Pomberger

Leoben, 9. Juni 2010

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

## **AFFIDAVIT**

I declare in lieu of oath, that I wrote this thesis and performed the associated research myself, using only literature cited in this volume.

Leoben, am 9. Juni 2010

## DANKSAGUNG

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik der Montanuniversität Leoben in Zusammenarbeit mit der Firma Saubermacher Dienstleistungs AG verfasst.

In erster Linie möchte ich mich beim Herrn O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Lorber, Leiter des Instituts für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik für die Möglichkeit der Durchführung der Masterarbeit herzlich bedanken.

Für die Betreuung und Unterstützung während der Zeit der Erstellung dieser Arbeit, möchte ich mich bei meinem Betreuer Dipl.-Ing. Kreindl Gernot herzlich bedanken.

Herrn O. Univ. Prof. DI Dr .mont. Kepplinger, Leiter des Instituts für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes, spreche ich meinen herzlichen Dank für die großartige Unterstützung in allen Fragen während des ganzen Studiums aus.

Weiters möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Instituts für Verfahrenstechnik des industriellen Umweltschutzes und des Instituts für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik für die freundliche Unterstützung während des Studiums herzlich bedanken.

Für die Themenstellung und die Unterstützung bei der Durchführung der Masterarbeit möchte ich mich bei der Firma Saubermacher Dienstleistungs AG, mit einem besonderen Dank an Herren DI Dr. Pomberger, Plazovnik, Dipl.-Ing. Curtis und Steinlechner, herzlich bedanken.

An dieser Stelle bedanke ich mich bei meiner Familie, die mich während der gesamten Studienzeit und der Verfassung der Masterarbeit begleitet und unterstützt hat.

Mein Dank gilt auch allen hier namentlich nicht angeführten genannten Personen, die mich fachlich und auch privat unterstützten.

## **Kurzfassung**

### **Stoffflussanalyse einer Splittinganlage für gefährliche Abfälle**

Die gesetzlichen, wirtschaftlichen sowie technischen Entwicklungen der letzten zehn Jahre haben auch vor der Abfallwirtschaft, die zu einer großen Kette mit unzähligen Verknüpfungen geworden ist, nicht halt gemacht. Alle diese Ausprägungen führten zu einer ständigen Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft, die über die Produktwirtschaft bis hin zur „Zero-Waste-Wirtschaft“ führen, wobei das Entwicklungspotential noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Aus dieser Tatsache heraus, verlangen neue Wege auch innovative Behandlungsverfahren, die eine zukünftige Abfallwirtschaft prägen werden. Bisher wurden mechanische Abfallbehandlungsverfahren meist im Rahmen der Aufbereitung von nicht gefährlichen Abfällen und weniger im Bereich der gefährlichen Abfälle angewandt. Werkstättenabfälle werden derzeit Großteils aufgrund ihrer Gefährlichkeit in Sondermüllverbrennungsanlagen, u.a. auch in der Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide in Wien, behandelt. Die Sonderabfälle werden dabei mit dem Ziel der Abfallbeseitigung eingesetzt.

Bei der Firma Saubermacher Dienstleistungs AG werden Werkstättenabfälle so aufbereitet, dass deren Einsatz in der Zementindustrie als Ersatzbrennstoff oder in konventionellen Restmüllverbrennungsanlagen möglich wird. Durch die Aufbereitung werden auch große Mengen der Metallfraktion, die an stoffliche Verwerter verkauft werden können, zurückgewonnen.

Sowohl die Sondermüllverbrennung als auch die Aufbereitung durch Splitting von gefährlichen Abfällen hat Vor- und Nachteile, die anhand der vorliegenden Masterarbeit herausgearbeitet werden sollen. Dabei wird ein direkter Vergleich beider Verfahren im Bezug auf die Energiebilanz und Klimarelevanz zur Bewertung durchgeführt.



## **Abstract**

### **Material flow analysis of a splitting plant for hazardous waste**

Legal, economical as well as technical developments of the last ten years have not stopped at waste management, which has become a big chain with countless linkages. All this characteristics led to a constant advancement of waste management, which leads over product management up to the so called "Zero-Waste-Concept", whereas the development potential is not exhausted for the years to come.

Due to this fact, new trends also require innovative treatment procedures which will shape a future waste management. Up to now mechanical waste treatment techniques were mostly applied within the scope of preparation of non - hazardous waste and a small part only in the area of hazardous waste. Owing to its dangerousness, the majority of car workshop waste is treated currently in hazardous waste combustion systems, among other also in the hazardous waste combustion unit Simmeringer Haide in Vienna. This treatment of special waste is focussed on the elimination of risk potential.

The company Saubermacher Dienstleistungs AG processes the car workshop waste in a different way that enables their utilisation in the cement industry as an alternative fuel or in conventional residual waste combustion units. Due to specific processing, large amounts of different metals can be recovered and sold to material recyclers.

Hazardous waste combustion as well as mechanical processing of hazardous waste has advantages and disadvantages which were worked out within the present Master thesis. Besides, a direct comparison of both processes concerning energy balance and climate relevance serves for the assessment.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
1.1 Problemstellung .....	4
1.2 Zielsetzung .....	6
1.3 Begriffsdefinition .....	6
<b>2 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN.....</b>	<b>8</b>
2.1 Das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002) .....	8
2.2 Abfallverzeichnisverordnung .....	10
2.3 Abfallnachweisverordnung .....	10
2.4 Abfallverbrennungsverordnung .....	10
2.5 Richtlinie 2008/1/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie) .....	11
2.6 Best available techniques (BAT) .....	11
<b>3 GEFÄHRLICHE ABFÄLLE IN ÖSTERREICH.....</b>	<b>12</b>
<b>4 TECHNOLOGIEN ZUR ABFALLBEHANDLUNG .....</b>	<b>21</b>
4.1 Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle .....	21
4.2 Anlage für die Aufbereitung der Ersatzbrennstoffe (ThermoTeam - Anlage) .....	23
4.3 Verbrennung von Abfällen .....	26
4.3.1 Drehrohrofen .....	26
4.3.2 Wirbelschichtanlage .....	28
4.4 Mitverbrennung in der Zementindustrie .....	30
<b>5 UNTERSUCHUNGSMETHODEN.....</b>	<b>33</b>
5.1 Szenarienentwicklung .....	33
5.2 Berechnungsprogramm .....	34
5.3 Systemgrenzen .....	34
5.3.1 Systemgrenzen „Massenbilanz“ .....	34
5.3.2 Systemgrenzen „Energiebilanz“ .....	35

5.3.3	Systemgrenzen „CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz“ .....	38
5.3.3.1	Direkte Treibhausgase .....	38
5.3.3.2	Treibhausgasemissionen mit Substitutionseffekten .....	39
<b>6</b>	<b>BILANZERSTELLUNG .....</b>	<b>41</b>
6.1	Erstellung der Massenbilanz .....	41
6.2	Erstellung der Energiebilanz .....	41
6.3	Erstellung der CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz .....	42
6.4	Datenqualität und -herkunft.....	46
<b>7</b>	<b>CHARAKTERISIERUNG DER ABFÄLLE .....</b>	<b>47</b>
7.1	Probenahme .....	48
7.2	Probenaufbereitung .....	50
7.2.1	Aufbereitung vor Ort .....	50
7.2.2	Aufbereitung im Labor für Umwelt- und Prozessanalytik.....	50
7.3	Chemische Zusammensetzung.....	51
7.4	Sortieranalyse der durch die Metallabscheidung gewonnenen Metallfraktionen.....	53
<b>8</b>	<b>ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>	<b>57</b>
8.1	Massenbilanz .....	57
8.2	Energiebilanz .....	60
8.2.1	Energiebilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	60
8.2.2	Energiebilanz der Szenarien .....	61
8.2.2.1	Energiebilanz des Szenario 1 .....	61
8.2.2.2	Energiebilanz des Szenario 2.....	63
8.2.2.3	Zusammenfassung der Energiebilanz der Szenarien und der einzelnen Anlagen .....	65
8.3	CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz .....	66
8.3.1	CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle.....	66
8.3.2	CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz der Szenarien.....	68
8.3.2.1	CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz des Szenario 1 .....	68
8.3.2.2	CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz des Szenario 2 .....	70
8.3.2.3	Zusammenfassung der CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz der Szenarien und der einzelnen Anlagen .....	71

<b>9</b>	<b>ZUKUNFTSPOTENTIALE .....</b>	<b>73</b>
9.1	Verbesserungsmöglichkeiten und Zukunftspotenziale der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	73
9.2	Zukunftspotenziale des Verfahrens zur Aufbereitung von Werkstättenabfälle	73
<b>10</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>77</b>
11.1	Literatur.....	77
11.2	Abkürzungsverzeichnis .....	80
11.3	Tabellen .....	81
11.4	Abbildungen .....	81
<b>ANHANG A: BEGLEITSCHINE FÜR GEFÄHRLICHE ABFÄLLE .....</b>		<b>I</b>
<b>ANHANG B: BERECHNUNGEN .....</b>		<b>III</b>
<b>ANHANG C: PROTOKOLL ZUR PROBENAHME VON ABFÄLLEN .....</b>		<b>VIII</b>
<b>ANHANG D: PRÜFBERICHTE .....</b>		<b>XVIII</b>

# 1 Einleitung

In Folge der gesetzlichen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen, die in den letzten zehn Jahren auch in der Abfallwirtschaft kontinuierliche Fortschritte gemacht haben, ist die Abfallwirtschaft zu einer großen Kette mit unzähligen Verknüpfungen geworden. Der Einsatz neuer Technologie führt dazu, dass das Potential der abfallwirtschaftlichen Entwicklung noch lange nicht ausgeschöpft ist.

Der Wandel der Abfallwirtschaft hin zu neuen Behandlungsverfahren stellt die Zukunft dar.

Aufgrund der Vielfalt der Abfälle bzw. Reaktionen in den Abfällen, müssen Unternehmen ständig auf sich ändernde Bedingungen reagieren. Ständige Verbesserungen, egal ob im technischen oder wissenschaftlichen Bereich, sind sehr stark mit Kosten verknüpft und in wirtschaftlich schlechten Zeiten muss ein Unternehmen neue Wege und Möglichkeiten suchen um rentabel zu sein bzw. zu bleiben.

All diese Einflüsse führen dazu, dass mehr Geld in die Forschung und Entwicklung investiert werden muss. Bisher wurden die mechanischen Behandlungsverfahren meistens auf die nicht gefährlichen Abfälle und wenig im Bereich der gefährlichen Abfälle angewandt. Die Firma Saubermacher Dienstleistungs AG (SDAG) entschloss sich gefährliche Werkstättenabfälle unter die Lupe zu nehmen und neue Behandlungsstrategien zu prüfen.

Werkstättenabfälle werden derzeit Großteils, aufgrund der Kontaminationen und der Gefährlichkeit, in Sondermüllverbrennungsanlage u.a. in der Anlage Simmeringer Haide in Wien, behandelt. und dort mit dem Ziel der Abfallbeseitigung eingesetzt. Die SDAG bereitet die Werkstättenabfälle so auf, dass deren Einsatz in der Zementindustrie, nach einer zusätzlichen Aufbereitung, als Ersatzbrennstoff möglich ist bzw. dass die Abfälle in herkömmlicher Müllverbrennungsanlage thermisch verwertet werden können. Durch die Aufbereitung fallen z.T. große Mengen an Metallfraktionen, die verkauft werden können.

Beiden Verfahren sowohl das Splitting von gefährlichen Abfällen als auch die Verbrennung haben Vor- und Nachteile. Ziel dieser Masterarbeit ist es einen direkten Vergleich beider Verfahren (Szenario 1 und Szenario 2) im Bezug auf die Energiebilanz und Klimarelevanz durchzuführen. Dabei werden die Vorteile bzw. Nachteile beider Verfahren untersucht, dargestellt und bewertet.

## 1.1 Problemstellung

Sowohl das Splitting von gefährlichen Abfällen mit nachgeschalteten Anlagen wie auch das Verfahren der Sondermüllverbrennung soll nach ihrer Funktionsweise definiert und bewertet werden. Dazu wird die mechanische Anlage (Splittinganlage), die Aufbereitungsanlage (ThermoTeam - Anlage), das Zementwerk (Retznei), die Müllverbrennungsanlage (MVA Lenzing) und die Sondermüllverbrennungsanlage (Simmeringer Haide) einem Vergleich unterzogen und anschließend die erhaltenen Ergebnisse ausgewertet.

Folgende Fragestellungen gibt es zu beachten:

- **Szenarien:** Welche Anlagen (Deponien, stoffliche Verwerter usw.) werden im Szenario der Firma SDAG mitberücksichtigt?
- **Systemgrenzen:** Das Verfahren der Fa. SDAG beinhaltet Anlagen, welche die Output – Fraktionen der Splittinganlage behandeln bzw. in einem eigenen Prozess einsetzen. Dadurch ergibt sich die Fragestellung, in wie weit diese Anlagen von Relevanz für diese Auswertung sind?
- **Massenbilanz:** In der Arbeit wurde nur die Splittinganlage bezüglich ihrer Massenbilanz ausgewertet, für die Erstellung der Energiebilanz anderer Anlagen mussten aber die Massenbilanzen jeder einzelnen Anlage ermittelt werden. Dazu stellt sich die Frage, ob alle Stoffe, die in bzw. aus der Anlage gehen, berücksichtigt werden bzw. in welcher Weise sie Bewertung finden?
- **Energiebilanz:** Da z.B. die Anlage WSO Lenzing zusätzlich zu den Abfällen, fossile Energieträger beim Anfahren der Anlage bzw. während des Betriebes zufeuert, müssen diese Energieträger ebenfalls berücksichtigt werden. Wie diese Energieträger für die Fraktion 30-60 mm berücksichtigt werden, ist u.a. ein zu klärender Punkt.
- **Klimarelevanz:** Durch den Vorgang der Zerkleinerung entsteht die Wärme und dadurch können u.U. leichtflüchtige Emissionen aus den Abfällen entweichen und somit die Ergebnisse der chemischen Analyse beeinflussen. Dazu stellt sich die Frage, ob in der Auswertung nur die direkten oder auch die indirekten bzw. diffusen Emissionen aus den Werkstättenabfällen Berücksichtigung finden?
- **Chemische Charakterisierung der Werkstättenabfälle:** Die gewonnenen Fraktionen aus den Abfällen finden z.T. Einsatz in der Zementindustrie bzw. werden in der Wirbelschicht verbrannt. Die Grenzwerte für beide Anlagen sind unterschiedlich und da es sich um gefährliche Abfälle handelt, müssen chemische Analysen sorgfältig durchgeführt werden. Es gilt zu ermitteln, ob chemische Analysen sowohl für die Input- als auch für die Output-Fraktionen oder nur für die Output-Fraktionen durchgeführt werden?
- **Sensitivitätsanalyse:** Da Daten verschiedener Anlagen ausgewertet und dargestellt werden und diese aus unterschiedlichen Berichten stammen, muss die Vorgangsweise der Anlagenbilanzierung und die Darstellung der Ergebnisse sorgfältig gewählt werden. Die Durchführung einer Sensitivitätsanalyse der Daten erscheint sinnvoll.

Antworten auf die oben gestellten Fragen, sollen ein wahres Bild über die Qualität und Mängeln beider Verfahren ergeben.

## 1.2 Zielsetzung

Diese Arbeit hat zwei Ziele. Einerseits die Bewertung der Splittinganlage selbst und andererseits ein Vergleich der Splittinganlage mit der Sondermüllverbrennung.

Bezüglich der Splittinganlage sollten zuerst die Werkstättenabfälle, die in der Anlage behandelt werden, einer chemischen Analyse unterzogen werden. Weiters wird die Massenbilanz der Anlage ermittelt und dadurch Verbesserungspotentiale aufgezeigt.

Weiters soll eine Gegenüberstellung beider Verfahren, Szenario 1: Aufbereitung von Werkstättenabfällen mit anschließendem Einsatz in der thermischen Verwertung zu Szenario 2: Einsatz der Werkstättenabfälle in die Sondermüllverbrennungsanlage zur thermischen Beseitigung, erfolgen. Diese Gegenüberstellung wird durch die Auswertung der Energiebilanz und durch die Darstellung der Klimarelevanz komplettiert.

## 1.3 Begriffsdefinition

Im Nachfolgenden werden die Begriffe, die häufig vorkommen erklärt.

**ASB:** Alternativer Substitut Brennstoff, heizwertreiche Output-Fraktion (Ersatzbrennstoff) der Fa. ThermoTeam in Retznei.

**Biogener Kohlenstoff oder Biomasse:** *ist die gesamte Materie mikrobiellen, tierischen und pflanzlichen Ursprungs, die in jüngerer Vergangenheit (bis einige Jahrzehnte) durch Umwandlung von atmosphärischem Kohlendioxid und weitere chemische Reaktionen entstanden ist, sowie alle daraus hergestellten Produkte und die nach deren Gebrauch anfallenden Abfälle. [1, S. 3]*

**Emissionsgrenzwerte:** *nach dem Stand der Technik festgelegte höchstzulässige Werte, die an bestimmte Mess- und Betriebsbedingungen geknüpft sind und die in einem oder mehreren Zeiträumen nicht überschritten werden dürfen.*

**Ersatzbrennstoffe:** Abfälle, die zur Gänze oder in einem relevanten Ausmaß zum Zweck der Energiegewinnung eingesetzt werden und die die Vorgaben gemäß Anlage 8 zu dieser Verordnung erfüllen. Ein relevantes Ausmaß zum Zweck der Energiegewinnung liegt vor, wenn eine selbstgängige Verbrennung ohne Zusatzfeuerung möglich ist.

**Feldprobe:** *Probe, aus der die Laborprobe für die nachfolgende Untersuchung hergestellt wird. Die Feldprobe kann entweder eine Einzelprobe, eine qualifizierte Stichprobe oder eine Sammelprobe sein.*

**Fossiler Kohlenstoff:** *ist jener, der lange Zeit (Jahrtausende bis viele Jahrillionen vom globalen Kohlenstoffkreislauf ausgeschlossen war oder auch nie daran teilgenommen hat, sowie alle daraus hergestellte Produkte und die nach deren Gebrauch anfallenden Abfälle. [1, S. 3]*

**Laborprobe:** Probe, die erforderlichenfalls nach Aufbereitung, Homogenisierung, Verjüngung und Konservierung aus der Feldprobe erhalten und für die Laboruntersuchung verwendet wird.

**Mitverbrennungsanlage:** jede ortsfeste oder mobile technische Anlage, deren Hauptzweck in der Energieerzeugung oder der Produktion stofflicher Erzeugnisse besteht und a) in der Abfall als Regel- oder Zusatzbrennstoff verwendet wird oder b) in der Abfall im Hinblick auf die Beseitigung thermisch behandelt wird.

**Qualifizierte Stichprobe:** Probe, die aus mehreren Stichproben besteht und die einem bestimmten Probenahmeort (Schurf oder Bohrung) und einer bestimmten Abfallart zugeordnet werden kann (zB Lageplan, Fotos). Die qualifizierte Stichprobe muss die Mindestmengenerfordernisse einer qualifizierten Stichprobe einhalten.

**Rückstellprobe:** aliquoter Anteil der Feldprobe, der mindestens sechs Monate aufbewahrt wird.

**Sammelprobe:** Probe, die aus mehreren über Raum und/oder Zeit gesammelten gemischten qualifizierten Stichproben besteht.

**Stichprobe:** Probe, die an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt gezogen wird. Die Stichprobe ist Teil einer qualifizierten Stichprobe.

**Verbrennungsanlage:** jede ortsfeste oder mobile technische Anlage, die zur thermischen Behandlung von Abfällen mit oder ohne Nutzung der entstehenden Verbrennungswärme eingesetzt wird und nicht als Mitverbrennungsanlage gilt.

**Werkstättenabfälle:** Feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmitteln (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle), Schlüsselnummer 54930 laut ÖNORM S 2100.

**80-er Perzentil:** ist derjenige Wert, der die nach ihrer Größe geordnete Wertereihe in zwei Teile zerlegt, sodass 80% aller Werte kleiner oder gleich und 20% aller Werte größer oder gleich sind. Dazu wird die Anzahl der Werte mit 0,8 multipliziert. Ergibt dieses Produkt keine ganze Zahl, so muss die dem Produkt nachfolgende ganze Zahl bestimmt werden. Der zu dieser Zahl zugehörige Wert der Wertereihe stellt das 80-er Perzentil dar. Ergibt dieses Produkt eine ganze Zahl, so muss der dieser Zahl entsprechende Wert der Wertereihe zu dem nächsten Wert der Wertereihe addiert und die Summe durch zwei dividiert werden.



## 2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Das Bundesabfallwirtschaftsgesetz bildet mit den neun Landesabfallwirtschaftsgesetzen und dem Altlastensanierungsgesetz (ALSAG) die rechtliche Grundlage der österreichischen Abfallwirtschaft. Zusätzlich sind eine Reihe von Verordnungen wie die „Abfallverzeichnisverordnung“, die „Abfallnachweisverordnung“ oder die „Abfallverbrennungsverordnung“ in der österreichischen Abfallwirtschaft maßgebend. Der Bundesgesetzgeber verfügt über die Zuständigkeit für die Regelung der gefährlichen Abfälle. Aufgrund der besonderen Eigenschaften der gefährlichen Abfälle, unterliegen sie strengen gesetzlichen Reglementierungen.

### 2.1 Das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz (AWG 2002)

Das österreichische Abfallwirtschaftsgesetz setzt sich aus zehn gesetzlichen Abschnitten (allgemeine Bestimmungen, Abfallvermeidung und -verwertung, allgemeine Pflichten von Abfallbesitzern, usw.) und sieben Anlagen bzw. Anhängen zusammen.

Im Artikel 1 § 1, 1. Abschnitt des AWG von 2.11.2002 werden Ziele, Grundsätze und öffentliche Interessen definiert. Im Folgenden wird das AWG auszugsweise wiedergegeben. [2]

*„§ 1. (1) Die Abfallwirtschaft ist im Sinne des Vorsorgeprinzips und der Nachhaltigkeit danach auszurichten, dass*

- 1. schädliche oder nachteilige Einwirkung auf Mensch, Tier und Pflanze, deren Lebensgrundlage und deren natürliche Umwelt vermieden oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen so gering wie möglich gehalten werden,*
- 2. die Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden,*
- 3. Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) geschont werden,*
- 4. bei der stofflichen Verwertung die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe kein höheres Gefährdungspotential aufweisen als vergleichbare Primärrohstoffe oder Produkte aus Primärrohstoffen und*
- 5. nur solche Abfälle zurückbleiben, deren Ablagerung keine Gefährdung für nachfolgende Generationen darstellt*

(2) *Es gelten folgende Grundsätze:*

1. *Die Abfallmengen und deren Schadstoffgehalte sind so gering wie möglich zu halten (Abfallvermeidung)*
2. *Abfälle sind zu verwerten, soweit dies ökologisch zweckmäßig und technisch möglich ist und die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe oder die gewonnene Energie vorhanden ist oder geschaffen werden kann (Abfallverwertung)*
3. *nach Maßgabe der Ziffer 2 nicht verwertbare Abfälle sind nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, chemische oder physikalische Verfahren zu behandeln. Feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und ordnungsgemäß abzulagern (Abfallbeseitigung).“*

Besonders bei der Sammlung, Verwertung und Beseitigung gefährlicher Abfälle ist auf die Einhaltung der abfallwirtschaftlichen Ziele, Grundsätze und öffentlichen Interessen zu achten. Art. 1 § 2 des AWG definiert gefährliche Abfälle als jene Abfälle, die gemäß der Abfallverzeichnisverordnung nach § 4 als gefährlich festgelegt sind. Gefahrenrelevante Eigenschaften von Abfällen sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. [2]

Tabelle 1: Gefahrenrelevante Eigenschaften der Abfälle [2]

<b>Gefahrenrelevante Eigenschaften der Abfälle (Anhang 3)</b>	
H1	explosiv
H2	brandfördernd
H3-A	leicht entzündbar
H3-B	entzündbar
H4	reizend
H5	gesundheitsschädlich
H6	giftig
H7	krebserzeugend
H8	ätzend
H9	infektiös
H10	teratogen
H11	mutagen
H12	Stoffe und Zubereitungen, die bei der Berührung mit Wasser, Luft oder einer Säure ein giftiges oder sehr giftiges Gas abscheiden
H13	Stoffe und Zubereitungen, die nach Beseitigung auf irgendeine Art die Entstehung eines anderen Stoffes bewirken können, z.B. ein Auslaugungsprodukt, das eine der oben genannten Eigenschaften aufweist
H14	Ökotoxisch - Gefahren für einen oder mehrere Umweltbereiche

## 2.2 Abfallverzeichnisverordnung

In Österreich werden gefährliche als auch nicht gefährliche Abfälle durch die Abfallverzeichnisverordnung, BGBl II Nr. 570/2003 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 498/2008, festgelegt. [3]

Das Abfallverzeichnis umfasst die Abfallarten, die in Punkt 5, Tabelle 1 der ÖNORM S 2100 „Abfallverzeichnis“, ausgegeben am 1. Oktober 2005, aufgelistet sind, mit denen in Abschnitt III. der Anlage 5 angeführten Änderungen. Die gefährlichen Abfälle sind mit einem fünfstelligen Code und einem „g“ für gefährlich bezeichnet.

In der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle der SDAG werden überwiegend feste fett- und överschmutzte Betriebsmitteln (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle) mit der Schlüsselnummer 54930 behandelt.

## 2.3 Abfallnachweisverordnung

In § 1 der Verordnung werden zum Zweck der Nachvollziehbarkeit der umweltgerechten Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung von Abfällen, Art und Form der Aufzeichnungen, Meldungen und Nachweisführungen festgelegt. Einige der Regelungen der Verordnung sind: Aufzeichnungspflichten der Abfallbesitzer, Meldepflichten der Erzeuger von gefährlichen Abfällen, Begleitscheinsystem für gefährliche Abfälle, etc. Abbildungen 1 und 2 im Anhang A geben einen Überblick über den Begleitschein für gefährlichen Abfall gemäß Abfallnachweisverordnung. [4]

## 2.4 Abfallverbrennungsverordnung

Das Ziel der Verordnung ist in § 1 definiert:

1. *„der Schutz des Lebens und der Gesundheit von Menschen vor schädlichen Einwirkungen, die durch die Verbrennung oder Mitverbrennung von Abfällen entstehen können, sowie die Vermeidung von Belastungen der Umwelt,*
2. *der Betrieb von Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen in einer Weise, dass Emissionen möglichst gering gehalten werden,*
3. *Effizienz im Einsatz und in der Verwendung von Energie,*
4. *im Fall der Mitverbrennung die Verlagerung von in Abfällen enthaltenen Schadstoffen, insbesondere von Schwermetallen, in das Produkt möglichst zu vermeiden, wenn dies eine Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen oder eine Belastung der Umwelt bewirkt.“*

Die oben genannte Verordnung regelt auch die Methoden der Messung der Emissionen aus den Verbrennungsanlagen und Mitverbrennungsanlagen und schreibt die zulässigen Emissionsgrenzwerte für die einzelnen Emissionen vor. [5]

## 2.5 Richtlinie 2008/1/EG über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie)

Die neue Richtlinie 2008/1/EG (IPPC-Richtlinie) hat mit einigen Änderungen die alte, bekannte Richtlinie 96/61/EG (IPPC-Richtlinie) ersetzt.

Die Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IPPC-Richtlinie) betrifft industrielle Anlagen, die ein großes Potenzial zur Umweltverschmutzung und damit auch zu grenzüberschreitender Verschmutzung haben. Anlagen, die unter das Regime der IPPC-Richtlinie fallen, werden im Anhang I der Richtlinie aufgelistet.

Eine Anlagengenehmigung muss nach der IPPC-Richtlinie auf Grundlage der besten verfügbaren Techniken (in Österreich: Stand der Technik) erfolgen. Ziel der Richtlinie ist ein medienübergreifender Umweltschutz, der durch das hohe Schutzniveau insbesondere durch den Einsatz der besten verfügbaren Techniken erreicht werden soll.

Hervorzuheben ist, dass von bestehenden Anlagen gemäß alter Richtlinie 96/61/EG eine Anpassung an die Anforderungen der IPPC-Richtlinie bis spätestens 30. Oktober 2007 verlangt wurde. Ebenso ist eine regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der Genehmigungsaufgaben durch die zuständige Behörde vorgesehen. [6]

## 2.6 Best available techniques (BAT)

Wie oben erwähnt, muss die Anlagengenehmigung nach der IPPC-Richtlinie auf Grundlage der besten verfügbaren Techniken erfolgen.

Das Verfahren für die Aufbereitung von gefährlichen Abfällen zur Herstellung von Brennstoffen ist im „Kapitel 4.5.3. *Techniques for preparation of solid waste fuel*“ erklärt. Dabei werden die Verfahrensbereiche für die Aufbereitung der gefährlichen als auch nicht gefährlichen Abfälle erklärt. Für die Aufbereitung der gefährlichen Abfälle wurde nur ein Verfahren näher eingegangen und zwar auf das Verfahren „*Cryogenic grinding*“. Das Verfahren basiert auf der Aufbereitung von gebrauchten und öl-, lack- farbenverschmutzten Kunststoffen mit Hilfe der durch flüssigen Stickstoff erreichten Tieftemperaturen. [7, S. 438]

Das Verfahren der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle der SDAG ist nur indirekt in den Dokumenten des BAT - WT beschrieben, d.h. es ist eine allgemeine Beschreibung des Verfahrens, dessen Schwerpunkte sich auf die Fe-Metallabscheidung und Nichteisenmetallabscheidung beziehen.

### 3 Gefährliche Abfälle in Österreich

„Das Aufkommen jener Fraktionen, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle zugeführt worden sind, betrug im Jahr 2004, laut BAWP 2006 [8, S. 73], rd. 1 Million Tonnen. Gemessen am Aufkommen aller Abfälle von über 54 Millionen Tonnen, beträgt der Anteil dieser Abfallgruppe rd. 2%“. Der Anteil der festen fett- und ölverschmutzten Betriebsmitteln (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle mit der Schlüsselnummer 54930) betrug rd. 24.000 Tonnen [8, S. 74], rd. 2,3% des gesamten Aufkommens gefährlicher Abfälle. Ein Überblick über die Abfallarten und Mengen der gefährlichen Abfälle, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle zugeführt wurden ist aus der Tabelle 2 zu entnehmen.

„Gemäß § 16 Abs. 1 AWG 2002 ist seit dem 16. Juli 2001 die Ablagerung von gefährlichen Abfällen auf obertägigen Deponien verboten, d.h. die Abfälle sind vor der obertägigen Ablagerung auszustufen, zu behandeln oder zu exportieren.“ [8, S. 78]

„Die relativ geringe Größe des österreichischen Marktes hat zur Folge, dass für bestimmte Stoffströme der Export oder Import von Abfällen eine Notwendigkeit darstellt.“ Im Jahr 2004 wurden rd. 236.000 Tonnen gefährlicher Abfälle, davon 700 Tonnen Werkstättenabfälle, ins Ausland exportiert [8, S. 78]. Dazu wurden aber nur rd. 109.890 Tonnen gefährlicher Abfälle mit 253 Tonnen an Werkstättenabfälle überwiegend zur Verwertung importiert. [8, S. 133]

Aus dem Statusbericht 2009 [9], in dem die Erhebung der abfallwirtschaftlichen Daten für die Zusammenstellung des BAWP 2010 dargestellt wurde ist ersichtlich, dass das Gesamtabfallaufkommen im Jahr 2008 rd. 56.341.000 Tonnen [9, S. 8] betrug. Davon sind wie in Tabelle 3 demonstriert ca. 1,2 Millionen Tonnen [9, S. 96] gefährliche Abfälle, zusammen mit 15.100 Tonnen (1,3%) an Werkstättenabfälle den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle zugeführt worden. Zusätzlich wurden im Jahr 2008 rund 83.100 Tonnen [9, S. 99] gefährlicher Abfälle, davon 1.600 Tonnen Werkstättenabfälle, aus dem Ausland in österreichische Behandlungsanlagen eingeführt und 281.000 Tonnen [9, S. 103] gefährlicher Abfälle, davon 2.700 Tonnen Werkstättenabfälle, ins Ausland exportiert. Es zeigt sich, dass der Import an gefährlichen Abfällen im Jahr 2008 um rd. 25% zurück gegangen ist, wobei der Export der gefährlichen Abfälle um rd. 16% zunahm. Aus den Zahlen für die Werkstättenabfälle ist ersichtlich, dass der Import um ein Vielfaches zunahm, die Menge des Exports dennoch größer blieb.

Auf der Basis der oben angeführten Zahlen kann gesagt werden, dass die Abfallmengen jedes Jahr um einen kleinen Anteil steigen und dass in der österreichischen Abfallwirtschaft trotz dem Einsatz von innovativen Technologien das Potential für Entwicklungen groß ist. Aus diesem Grund werden immer wieder neue Möglichkeiten, Arten und Wege der Abfallvermeidung bzw. der Abfallbehandlung untersucht.

Tabelle 2: Abfallarten, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle im Jahr 2004 zugeführt wurden [8, S. 74]

Schlüsselnummern	Abfallbezeichnungen gemäß ÖNORM S 2100 (2005)	Größte Massen	Anteil am gesamten Aufkommen gefährlicher Abfälle in %
31424	sonstige verunreinigte Böden	143.500	13,8
31423	ölverunreinigte Böden	110.000	10,6
31223	Stäube, Aschen und Krätzen aus sonstigen Schmelzprozessen	80.000	7,7
35203	Fahrzeuge, Arbeitsmaschinen und -teile, mit umweltrelevanten Mengen an gefährlichen Anteilen oder Inhaltsstoffen (z.B. Starterbatterie, Bremsflüssigkeit, Motoröl)	56.000	5,4
31211	Salzschlacken, aluminiumhaltig	45.200	4,4
54102	Altöle	42.600	4,1
52725	sonstige wässrige Konzentrate	33.000	3,2
54702	Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	30.200	2,9
54402	Bohr- und Schleifölemulsionen und Emulsionsgemische	29.300	2,8
31309	Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	28.800	2,8
54408	Sonstige Öl-Wassergemische	27.800	2,7
17213	Holzballagen, Holzabfälle und Holzwolle, durch organische Chemikalien (z.B. Mineralöle, Lösemittel, nicht ausgehärtete Lacke) verunreinigt	26.000	2,5
54930	feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	24.000	2,3
35322	Bleiakkumulatoren	23.600	2,3
35205	Kühl- und Klimageräte mit FCKW-, FKW- und KW-haltigen Kältemitteln (z.B. Propan, Butan)	21.900	2,1
55370	Lösemittelgemische ohne halogenierte organische Bestandteile, Farb- und Lackverdünnungen (z.B. „Nitroverdünnungen“), auch Frostschutzmittel	19.000	1,8
31217	Filterstäube, NE-metallhaltig	18.000	1,7
51530	Kupferchlorid	16.900	1,6
52102	Säuren und Säuregemische, anorganisch	16.100	1,6
35212	Bildschirmgeräte, einschließlich Bildröhrengeräte	16.000	1,5
54701	Sandfanginhalte, öl- oder kaltreinerhaltig	14.600	1,4
55374	Lösemittel-Wasser-Gemische ohne halogenierte Lösemittel	13.800	1,3
94801	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, mit gefährlichen Inhaltsstoffen	12.500	1,2
54504	rohölverunreinigtes Erdreich, Aushub und Abbruchmaterial	12.500	1,2
31441	Brandschutt oder Bauschutt mit schädlichen Verunreinigungen	12.300	1,2
<b>25 Abfallarten gesamt gerundet</b>		<b>874.000</b>	<b>84</b>



Tabelle 3: Abfallarten, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle im Jahr 2008 zugeführt wurden [9, S. 97]

Schlüsselnummern	Abfallbezeichnungen gemäß ÖNORM S 2100 mit Berücksichtigung der Änderungen der Abfallverzeichnisverordnung (1.1.2007)	Massen in Tonnen	Anteil am gesamten Aufkommen gefährlicher Abfälle in %
31424	sonstige verunreinigte Böden	234.700	19,5
31223	Stäube, Aschen und Krätzen aus sonstigen Schmelzprozessen	96.100	8,0
31309	Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	83.200	6,9
31423	Ölverunreinigte Böden	47.700	4,0
31412	Asbestzement	45.300	3,8
31211	Salzschlacken, aluminiumhaltig	44.400	3,7
31484	Bodenaushub-, Schüttmaterial aus CP Anlagen	41.200	3,4
54402	Bohr- und Schleifölemulsionen und Emulsionsgemische	34.000	2,8
54102	Altöle	32.900	2,7
54702	Ölabscheiderinhalte (Benzinabscheiderinhalte)	28.400	2,4
31308	Schlacken, Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen	28.400	2,4
52725	sonstige wässrige Konzentrate	26.500	2,2
35203	Fahrzeuge, Arbeitsmaschinen und -teile, mit umweltrelevanten Mengen an gefährlichen Anteilen oder Inhaltsstoffen (z.B. Starterbatterie, Bremsflüssigkeit, Motoröl)	25.400	2,1
54408	Sonstige Öl-Wassergemische	25.000	2,1
17207	Eisenbahnschwellen	19.000	1,6
52102	Säuren, Säuregemische, anorganisch	18.700	1,5
55370	Lösemittelgemische ohne halogenierte organische Bestandteile, Farb- und Lackverdünnungen (z.B. "Nitroverdünnungen"), auch Frostschutzmittel	17.500	1,4
52717	Bleichereiablauge, chlorfrei	15.900	1,3

31633	Glasschleifschlamm mit produktionsspezifischen Schädlichen Beimengungen	15.900	1,3
54930	feste fett- und ölverschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	15.100	1,3
35322	Bleiakkumulatoren	14.700	1,2
51310	sonst. Metallhydroxide	14.300	1,2
55374	Lösemittel-Wasser-Gemische ohne halogenierte Lösemittel	13.100	1,1
31217	Filterstäube, NE-metallhaltig	12.800	1,1
54701	Sandfanginhalte, öl- oder kaltreinigerhaltig	12.100	1,0
94801	Schlamm aus Abwasserbehandlung, mit gef. Inhaltsstoffen	10.300	0,9
35212	Bildschirmgeräte, einschl. Bildröhrengeräte	10.100	0,8
35205	Kühl- und Klimageräte mit FCKW-, FKW- und KW-haltigen Kältemitteln (z.B. Propan, Butan)	10.000	0,8
35230	Elektro- und Elektronik-Altgeräte – Kleingeräte mit einer Kantenlänge kleiner 50 cm, mit gefahrenrelevanten Eigenschaften	10.000	0,8
31221	sonst. Schlacke aus Stahlerzeugung	8.700	0,7
31203	Schlacken aus NE Metallschmelzen	8.700	0,7
55502	Altlacke, -farben, lösemittel- u. schwermetallhaltig sowie nicht voll ausgehärtete Reste in Gebinden	7.900	0,7
51530	Kupferchlorid	7.400	0,6
	Summe	ca. 1.035.000	85,8
	48 Abfallarten	135.800	11,2
	Weitere 236 Abfallarten	35.800	3,0
	<b>Gesamtsumme</b>	<b>1.206.700</b>	<b>100</b>





Durch die großen Anforderungen beim Umgang mit den gefährlichen Abfällen erfolgt meist die Abfallbehandlung in Form einer „Abfallbeseitigung“ in Sondermüllverbrennungsanlagen. Unter strengen gesetzlichen Vorschriften, die bereits beim Anfall der Abfälle gelten, existieren Regelungen für die Handhabung bei der Sammlung, dem Transport, der Lagerung, der Behandlung der Abfälle bis hin zu der Behandlung von Emissionen, die bei der Abfallverbrennung entstehen.

In Österreich verfügen zwei Anlagenstandorte, die Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage Simmeringer Haide mit dem Standort in Wien und die private thermische Behandlungsanlage für gefährlichen Abfall A B R G Asamer-Becker Recycling GmbH mit dem Standort in Arnoldstein über eine Genehmigung für die thermische Behandlung bzw. Beseitigung gefährlicher Abfälle. In beiden Anlagen werden alle Arten von gefährlichen Abfällen, wie auch Werkstättenabfälle, thermisch behandelt.

Bei der Anlage in Wien werden Werkstättenabfälle in einem Drehrohrofen eingesetzt. Aus der Energie, die in den Abfällen enthalten ist, werden Strom und Fernwärme produziert. Aus den folgenden Tabellen (Tabelle 4 und Tabelle 5) sind die eingesetzten Abfallmengen sowie die dabei erzeugten Energien zu entnehmen. [11]

Tabelle 4: Übernommene Abfälle nach Artikelgruppen in Tonnen, GJ 2002/03 bis GJ 2006/07 [11, S. 11]

Schüttfähige Abfälle		2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Bezeichnung						
	Werkstättenabfälle	12.483	21.352	18.743	17.769	17.748
	Siedlungs- und Gewerbeabfälle	1.672	2.736	3.645	3.562	3.733
	Erden, Böden und Abfälle mit hohem Rückstandsgehalt	3.098	3.123	2.928	2.042	597
	Pharmazeutische Produktionsabfälle	1.149	949	1.317	1.416	1.656
	Abfälle von Pflanzenbehandlungsmitteln	4	15	24	34	27
	Druckgaspackungen	129	184	205	218	213
	Elektrische und elektronische Geräte und Bauteile	652	694	631	333	78
	Wirbelschichtfähige Abfälle	20.976	7.457	6.803	22.861	23.343
	Sonstige schüttfähige Abfälle	3.424	3.418	1.752	113	1.326
	Altbatterien	2.286	1.403	1.902	1.417	1.282
	Alllasten	3.085	1.397	965	1.238	222
	Rechengut, Sandfanggut, Schotterfanggut	11.037	10.429	13.114	11.481	12.001
	Aufbereiteter Siedlungsabfall	0	56.913	85.606	106.131	89.766
Flüssige Abfälle		2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Bezeichnung						
	Altöle und -gemische	9.422	7.767	7.630	3.407	3.887
	Lösemittel und -gemische	13.942	20.560	23.409	23.400	20.348
	Spaltbare Abwässer	944	906	696	787	672
	Nicht spaltbare Abwässer	8.797	10.605	8.199	11.759	6.955
	Hochviskose Abfälle	1.657	2.213	1.397	1.353	2.884
	Sonstige flüssige Abfälle	0	213	203	0	21
Verpackte Abfälle		2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Bezeichnung						
	Werkstättenabfälle	2.601	1.753	2.357	5.946	8.780
	Pharmazeutische Produktionsabfälle	378	421	477	332	433
	Abfälle von Pflanzenbehandlungsmitteln	244	180	253	285	264
	Laborabfälle und Altchemikalien	317	308	487	504	632
	Abfälle aus der Problemstoffsammlung	1.122	1.178	1.122	1.119	1.158
	Human- und veterinärmedizinische Abfälle	2.234	2.102	1.836	1.648	1.158
	Elektrische und elektronische Geräte und Bauteile	0	0	17	37	83
	Sonstige verpackte Abfälle	1.082	1.000	440	178	121
	Handelswaren	90	388	45	41	4.787
Klärschlamm		2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Bezeichnung						
	Dickschlamm (mechanisch entwässert)	165.366	154.544	177.297	190.525	213.045
<b>GESAMT</b>		<b>268.193</b>	<b>314.208</b>	<b>363.500</b>	<b>409.949</b>	<b>417.675</b>

Tabelle 5: Strom- und Fernwärmeproduktion der Anlage Simmeringer Haide [11, S. 16]

<b>Strom</b>	<b>Einheit</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>	<b>2006/07</b>
Erzeugung	MWh	48.562	54.976	53.754	53.243	52.912
Bezug	MWh	9.432	18.040	25.615	32.011	30.427
Eigenbedarf	MWh	57.994	73.016	79.368	85.253	83.339
Spezifische Erzeugung	kWh/t Abfall	181	175	148	130	127
Spezifischer Bezug	kWh/t Abfall	35	57	70	78	73
Spezifischer Eigenbedarf	kWh/t Abfall	216	232	218	208	200
<b>Fernwärme</b>	<b>Einheit</b>	<b>2002/03</b>	<b>2003/04</b>	<b>2004/05</b>	<b>2005/06</b>	<b>2006/07</b>
Erzeugung (brutto)	MWh	291.383	432.347	481.753	539.730	495.924
Eigenbedarf	MWh	36.333	46.650	43.771	38.430	26.520
Erzeugung (netto)	MWh	255.050	385.697	437.982	501.300	469.404
Spezifische Erzeugung (brutto)	kWh/t Abfall	1.086	1.376	1.325	1.317	1.187
Spezifischer Eigenbedarf	kWh/t Abfall	135	148	120	94	63
Spezifische Erzeugung (netto)	kWh/t Abfall	951	1.228	1.205	1.223	1.124

Die Abfallverbrennungsanlage A B R G Arnoldstein verfügt über einen Drehrohrofen mit einer Kapazität von 20.000 Jahrestonnen und eine Wirbelschichtanlage mit einer Kapazität von 30.000 Jahrestonnen zur thermischen Behandlung von gefährlichen Abfällen. In die Wirbelschichtanlage werden die weniger kontaminierten Abfälle, wie z.B. Werkstättenabfälle, eingesetzt. Der Drehrohrofen dient für die Verbrennung von Abfällen, die mit einem breiten Spektrum von Schwermetallen verunreinigt sind. Eine Auflistung der Abfälle, die von der Fa. A B R G übernommen werden ist online auf der Homepage. [12]

Für bestimmte Abfälle gibt es bei der Abfallverbrennungsanlage A B R G Arnoldstein Anforderungen was die Abfallqualität betrifft. Aus Abbildung 2 gehen die Anforderungen an die Qualität der Werkstättenabfälle, die bei der Fa. A B R G Arnoldstein eingesetzt werden, hervor. [13]

**Werkstättenabfälle, öl-, lack- und farbhältig Abfälle uä.:**

Schüttfähig, Kantenlänge < 400 mm, ohne unzerkleinerte Hydraulikschläuchen, frei von mit Lösemitteln gefüllten Behältern, frei von gefüllten Spraydosen; eventuell vorzerkleinert, ohne freie Flüssigphase, Flammpunkt > 55 °C, ausreagiert, frei von Peroxiden, Chemikalien und Pestiziden (Sammelware aus Kommunen müssen vorsortiert sein)

- Heizwert (Ho): < 18 MJ/kg TS
- Chlorid: < 1 %
- Fluorid: < 1.000 mg/kg TS
- Schwefel: < 2 %
- Summe Schwermetalle: < 1 %
- Kupfer: < 3.000 mg/kg TS
- Quecksilber, Cadmium, Arsen (in Summe): < 150 mg/kg TS
- Blei: < 10.000 mg/kg TS
- Bromid, Jodid, Chromat: < 500 mg/kg TS

Abbildung 2: Qualitätsanforderungen der Werkstättenabfälle, Fa. A B R G Arnoldstein [13, S. 3]

Der technologische Fortschritt der letzten zehn Jahre hat auch im Bereich der Abfallwirtschaft nicht halt gemacht. Dennoch ist das Potenzial u.a. bei der Behandlung von Abfällen noch lange nicht ausgeschöpft. Um als Unternehmen in der Abfallwirtschaft Konkurrenzfähig zu bleiben, sind Investitionen in die Forschung und Entwicklung neuer Technologien und Verfahren unumgänglich. Auch die SDAG ist ständig in der Forschung und Entwicklung neuer innovativen Lösungsmöglichkeiten für die Zukunft der österreichischen Abfallwirtschaft involviert.

Demzufolge entstand auch der Aufschluss zur Errichtung einer Splittinganlage für die Aufbereitung von gefährlichen Werkstättenabfällen. Aus den Werkstättenabfällen sollen Störstoffe, Wertstoffe (Metalle, Kunststoffe) aussortiert werden und der Anlageninput in zwei Fraktionen (< 30 mm und 30-60 mm) aufbereitet werden. Durch die Aufbereitung können die Abfälle ausgestuft werden und sind somit in Wirbelschichtanlagen (30-60 mm) thermisch verwertbar bzw. können in der ThermoTeam - Anlage (< 30 mm) zur Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen eingesetzt werden. Dies führt zu einer sicheren Aufbereitung gefährlicher Abfälle mit dem Ziel, durch den Einsatz als Brennstoff Primärenergieträger zu substituieren, was die treibhausgasrelevanten Emissionen in die Umwelt reduziert.

Dass es sich dabei um einen neuen bzw. für gefährliche Abfälle adaptierten Verfahrensansatz handelt, bestätigte auch die Patentsuche auf der Homepage des Europäischen Patentamtes. [14] Die Patentsuche ergab, dass es derzeit kein Verfahren zur Aufbereitung von gefährlichen Werkstättenabfällen gibt. Es wurden lediglich Patente gefunden, die einen Bezug zu den Abwasserbehandlungsverfahren von Kfz-Werkstätten bzw. zu den Waschverfahren für överschmutzte Betriebsmittel haben.

## 4 Technologien zur Abfallbehandlung

Im folgenden Kapitel werden Anlagen für die Behandlung von gefährlichen Abfällen (Splittinganlage, Verbrennungsanlagen) und nicht gefährlichen Abfällen (ThermoTeam - Anlage und Zementwerk) beschrieben.

### 4.1 Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle

Die mechanische Sortier- und Zerkleinerungsanlage am Standort, Am Damm 50, in 8141 Unterpremstätten, wurde von der SDAG im September 2009 in Betrieb genommen. In der Anlage werden überwiegend feste fett- und överschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle) behandelt. Durch die Behandlungsschritte soll sichergestellt werden, dass das Gefahrenpotential der Abfälle gesenkt wird und die Abfälle einer nachträglichen stofflichen oder thermischen Verwertung zugeführt werden können. Die Behandlungsschritte, sowie die aus den Abfällen entstehenden Fraktionen sind aus dem Blockdiagramm in Abbildung 3 ersichtlich.

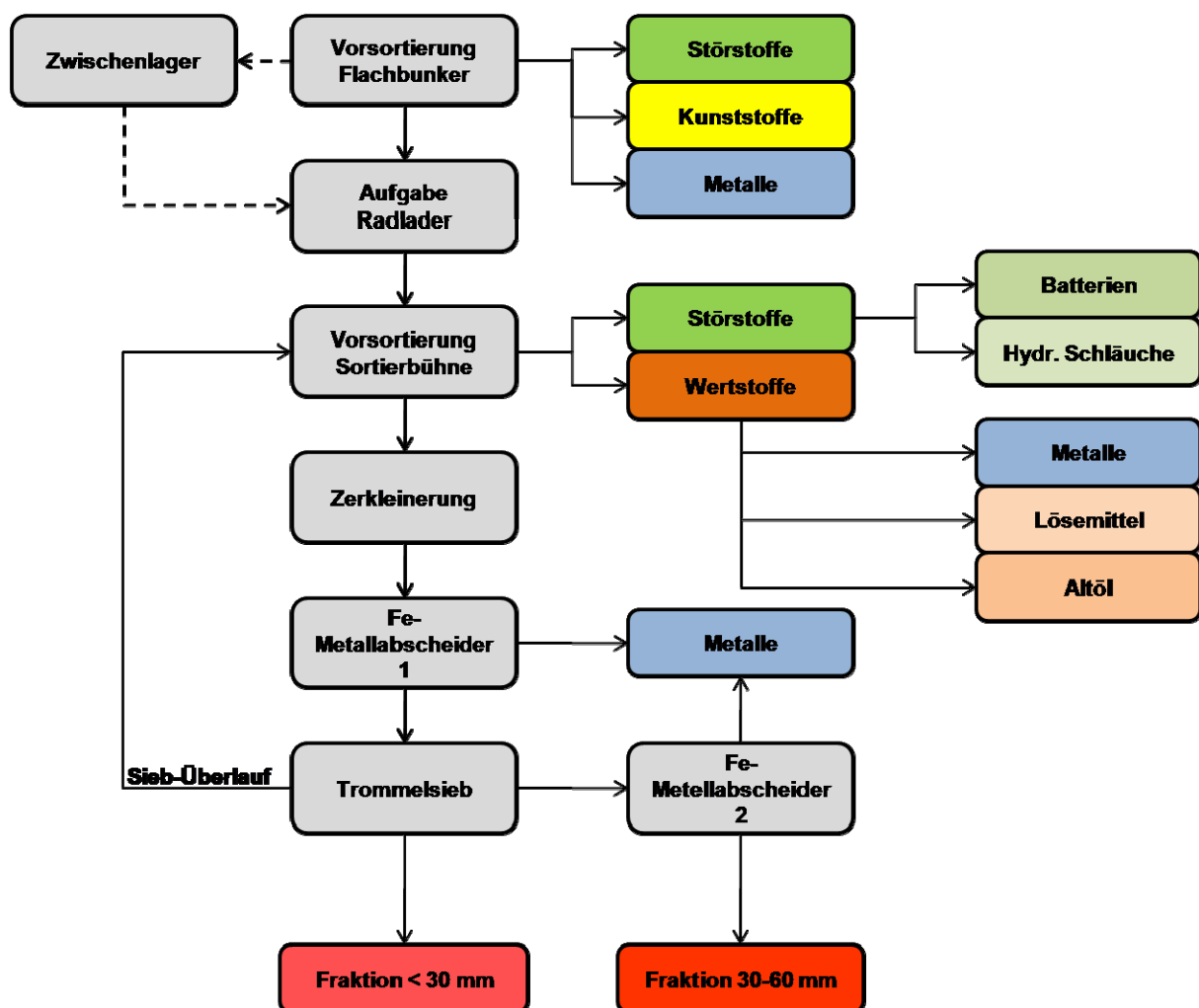


Abbildung 3: Blockdiagramm der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle



Die Vorsortierung im Flachbunker erfolgt händisch und mittels Radlader. Die aussortierten Störstoffe, im Konkreten hydraulische Schläuche, werden gesammelt und in die Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide gebracht. Aussortierte Kunststoffe werden in die betriebseigene in der Puchstraße nach Graz zur weiteren Verwertung gebracht. Die gewonnene Metallschrottfraktion wird in einen Container verladen und der Fa. Schrott Schweiger aus Lannach zur weiteren stofflichen Verwertung übergeben.

Die Behälter mit den „Wertstoffen“, Lösemitteln und Altöl, werden in der Sortierbühne händisch aus dem Abfallfluss aussortiert. Lösemittel kommen in das Zementwerk Retznei zur thermischen Verwertung.

Die zwei wichtigsten gewonnenen Abfallfraktionen sind die Werkstättenabfälle < 30 mm und die Werkstättenabfälle 30-60 mm. Die Fraktion Werkstättenabfälle < 30 mm wird in der ThermoTeam - Anlage in Retznei eingesetzt, wo sie mit den anderen Abfällen zur Ersatzbrennstofffraktion (ASB) für den thermischen Einsatz im Zementwerk Retznei aufbereitet wird. Auf der anderen Seite wird die Fraktion Werkstättenabfälle 30-60 mm in der Wirbelschichtanlage Lenzing eingesetzt, wo die thermische Verwertung zur Gewinnung von Strom und Fernwärme erfolgt.

Die Splittinganlage ist mit 1750 Betriebsstunden pro Jahr und einer Kapazität von rd. 7.000 Mg/a bzw. rd. 4,2 Mg/h ausgelegt. Die Anordnung der Gerätschaften ist aus der Abbildung 4 zu entnehmen. Inzwischen wurde der Fe-Abscheider wie aus der Abbildung 3 ersichtlich, von der Position vor dem Zerkleinerer auf die Position nach dem Trommelsieb für eine Verbesserung der Qualität der Fraktion 30-60 mm umgestellt. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass diese Umstellung sehr positive Auswirkungen die Gesamtanlage hat.

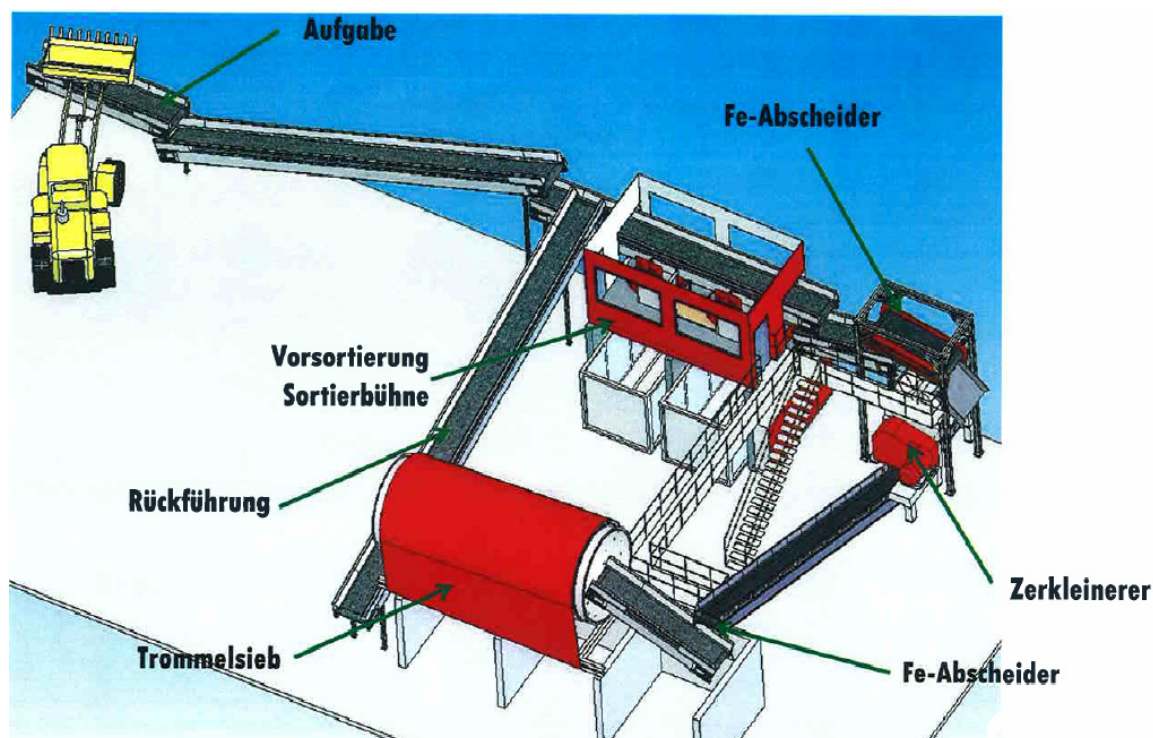


Abbildung 4: Anordnung der Anlagen [15]

## 4.2 Anlage für die Aufbereitung der Ersatzbrennstoffe (ThermoTeam - Anlage)

Die ThermoTeam - Anlage am Standort Retznei hat als Ziel die weitere Aufbereitung von verschiedenen, bereits aufbereiteten Abfallfraktionen zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen (ASB), die im Zementwerk sowie in anderen Anlagen als Substitutionsbrennstoff eingesetzt werden können. So versorgt die ThermoTeam - Anlage z.B. das Zementwerk Mannersdorf und Retznei mit ASB.

Die Inbetriebnahme der ThermoTeam - Anlage stellt für die Lafarge Perlmooser Zementwerke in Retznei und Mannersdorf einen Meilenstein innerhalb des alternativen Brennstoffkonzepts dar. Ziel ist es, durch den Einsatz von ASB mittelfristig auf fossile Brennstoffe wie z.B. importierte Kohle zu verzichten und damit einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der CO<sub>2</sub>- Emissionen zu leisten.

In der folgenden Abbildung 5 ist der Produktionsablauf der ThermoTeam - Anlage wiedergegeben.

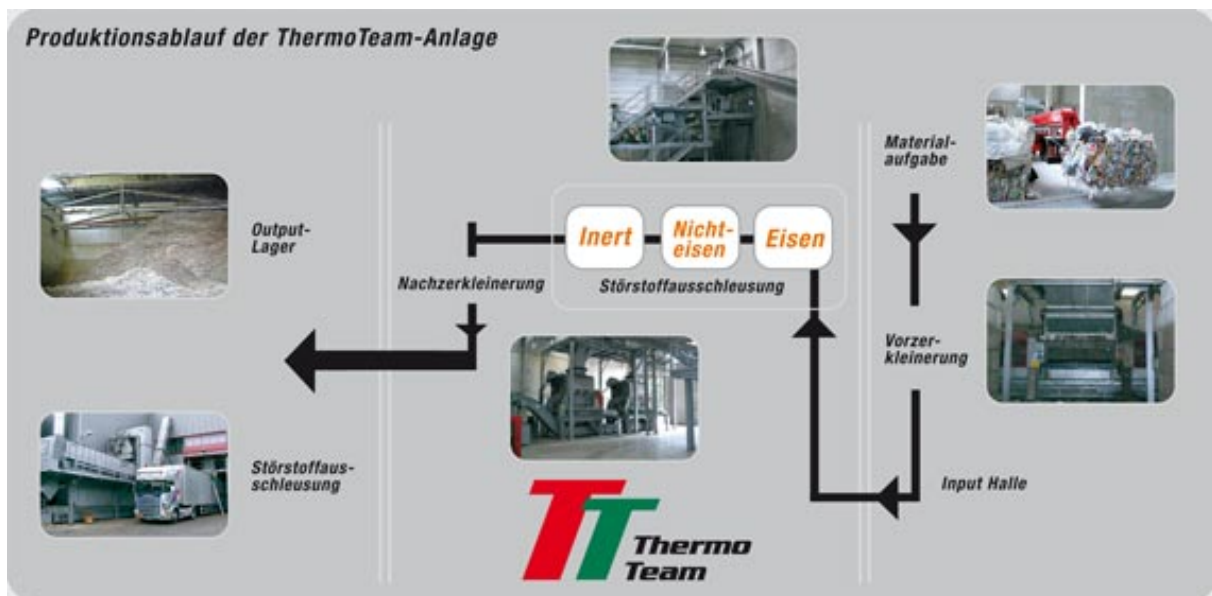


Abbildung 5: Verfahrensschema der ThermoTeam - Anlage [16]

Die ASB - Produktionsanlage hat derzeit eine Kapazität von ca. 65.000 Tonnen/Jahr (2009) mit einem Genehmigungsbescheid von 90.000 Tonnen/Jahr.

Die Aufbereitung von ASB und der sinnvolle Einsatz von Abfällen als Energieträger hat folgende Vorteile:

- Entlastung der Deponie,
- Senkung von CO<sub>2</sub>- Emissionen bei der Zementherstellung,
- Reduktion des Steinkohle-Verbrauchs,



- Verringerung der CO<sub>2</sub> - Emissionen, die durch den Transport anderer Brennstoffe entstehen würden,
- Gesetzeskonforme Abfallverwertung,
- Schonung der Ressourcen,
- Sicherung von Arbeitsplätzen;

Der fertige, qualitätsgesicherte Brennstoff ASB zeichnet sich durch eine hohe Gleichmäßigkeit und Homogenität aus und wird (vgl. Abbildung 6) aus getrennt erfassten Produktionsabfällen mit definierter Zusammensetzung, stofflich nicht verwertbaren Kunststoffen aus der Verpackungssammlung sowie geeigneten vorbehandelten Fraktionen aus gemischten Gewerbeabfällen und aus Siedlungsabfällen hergestellt.

Mit Ausnahme von sortenreinen Produktionsabfällen werden alle Fraktionen einer Vorbehandlung — sei es im Splitting, in der MBA (Mechanisch-Biologische Behandlungsanlage) oder in Sortieranlagen — unterzogen, bevor sie in die ASB - Produktionsanlage gelangen. D.h. durch ein bereits vorgelagertes Qualitätssicherungskonzept gelangt nur eine heizwertreiche Fraktion mit definierter Qualität zur ASB - Produktionsanlage.

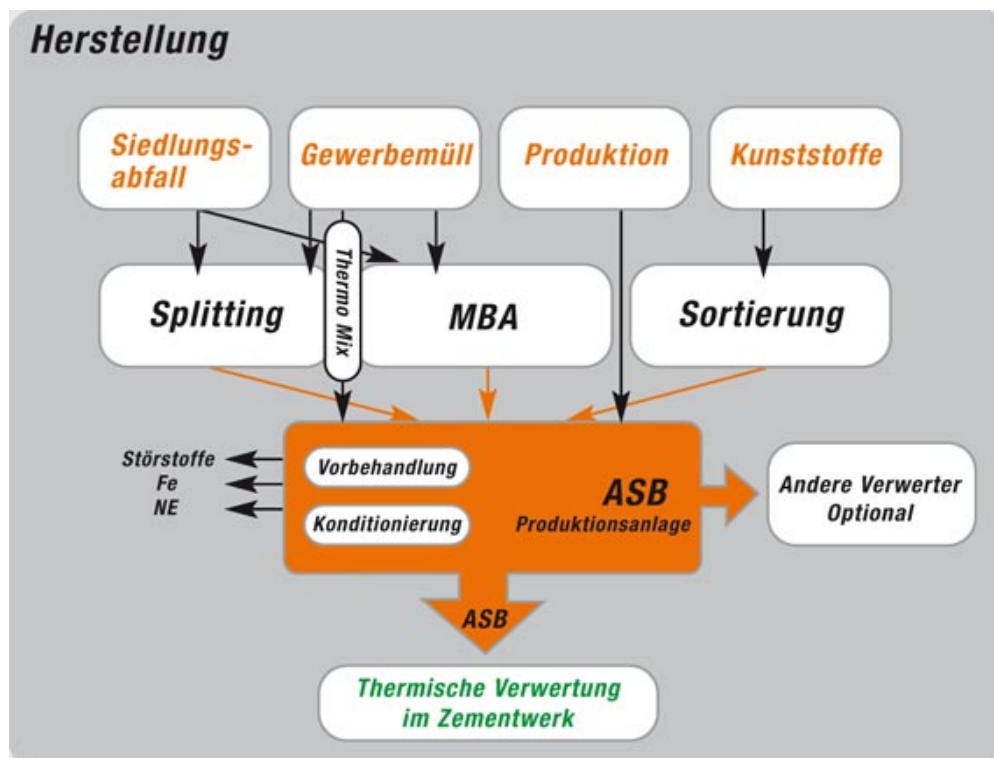


Abbildung 6: Anlageninput ThermoTeam - Anlage [16]

Die Massenbilanz, die die Grundlage zur Ermittlung der weiteren Bilanzen darstellt, ist aus der folgenden Abbildung 7 zu entnehmen.

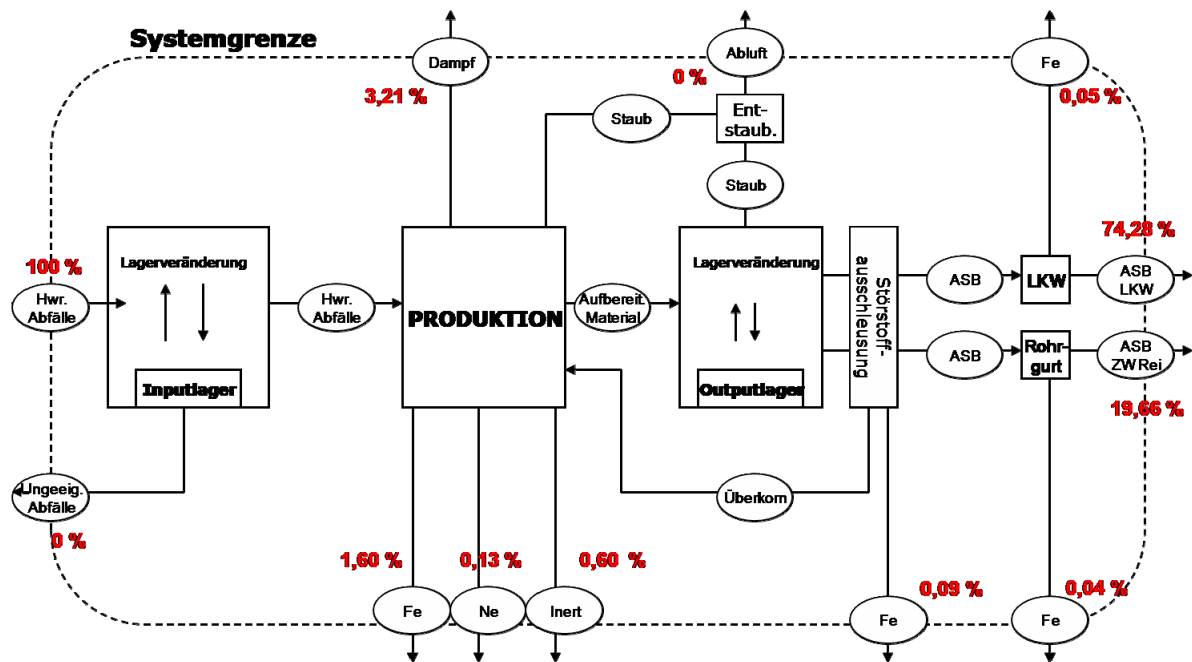


Abbildung 7: Transferkoeffizienten der Massenbilanz der ThermoTeam - Anlage, 1. Halbjahr 2009 [16]

Die Energien, die in der ThermoTeam - Anlage zur Herstellung der ASB - Mengen im Jahr 2009 eingesetzt wurden, sind in Tabelle 6 dargestellt und dienen als Grundlage für die Energieauswertung.

Tabelle 6: Verbrauchte Energien der ThermoTeam - Anlage Retznei im Jahr 2009

Auswertung für das Jahr 2009		
Behandelte Menge	64.756	Mg
<b>Strom</b>		
Stromverbrauch	4.439.966	kWh
Stromverbrauch spez.	68,6	kWh/Mg
<b>Diesel</b>		
Dieserverbrauch ges	51.976	l
Dieserverbrauch spez.	0,80	l/Mg
Dieserverbrauch Cat.	18.221	l
Dieserverbrauch Cat. Spez.	0,28	l/Mg

## 4.3 Verbrennung von Abfällen

Verbrennung von gefährlichen Werkstättenabfällen erfolgt in der Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide und Verbrennung der Fraktion 30-60 mm in der Wirbelschichtanlage RVL Lenzing. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden beide Anlagen beschrieben.

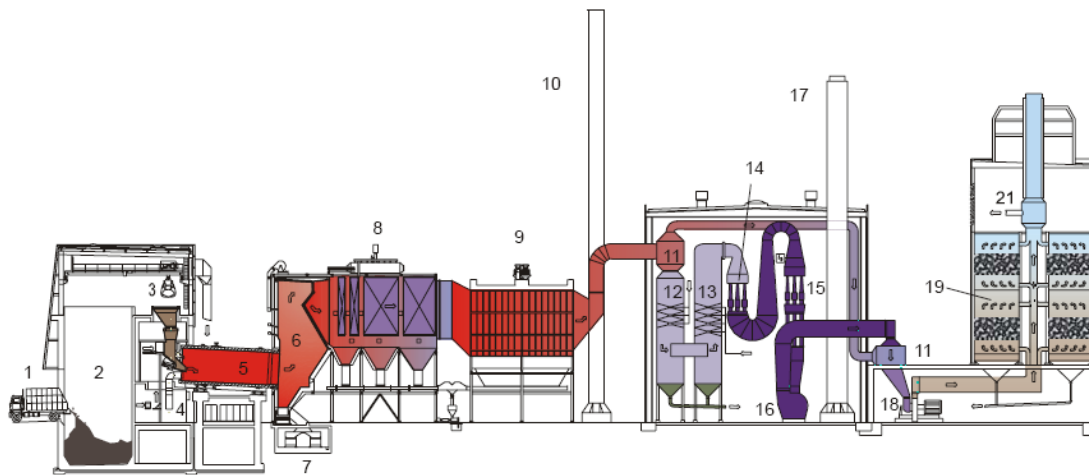
### 4.3.1 Drehrohrofen

Abfälle, die im Drehrohrofen verbrannt werden, bedürfen im Allgemeinen keiner mechanischen Aufbereitung. Die Abfälle werden jedoch einer Vorvermischung unterzogen, um Qualitätsschwankungen möglichst gering zu halten.

Die beiden Drehrohrofen im Werk Simmeringer Haide dienen sowohl zur Verbrennung gefährlicher als auch nicht gefährlicher Abfälle. Sie sind je 12 m lang, haben einen Außendurchmesser von 4,5 m und eine ca. 25 cm dicke Feuerfestausmauerung. Die Kraftübertragung vom Antriebsmotor auf das Drehrohr erfolgt über große Zahnradkränze, die an der Außenseite des Drehrohrs angebracht sind. Unter langsamer Drehung (0,1-0,6 Umdrehungen pro Minute) werden in dem Drehrohr die Abfälle bei Temperaturen bis 1300°C verbrannt. Die entstehende Schlacke wird über einen Nassentschlacker ausgetragen und einer groben Siebung unterzogen. Die Siebung dient der Ausschleusung von groben Metallteilen aus der Schlacke. Eine Metallabscheidung mittels Fe-Metallabscheider wird nicht vor Ort durchgeführt. Somit gelangen die Metalle, die sich in der Schlacke befinden, zusammen mit dieser auf die Deponie. Die Rauchgase werden nach einer Verweilzeit von mindestens 2 Sekunden in der Nachbrennkammer bei einer Temperatur von 1.200°C der Wärmenutzung (Dampfkessel) zugeführt. [17], [18], [19]

Der verfahrenstechnische Aufbau einer der zwei Verbrennungslinien ist in Abbildung 8 wiedergegeben und gliedert sich im Wesentlichen in folgende Anlagen Komponenten. [17], [18], [19]

- Anlieferungs- und Übernahmebereich,
- Feuerungssystem – Drehrohr,
- Abhitzekeessel,
- Rauchgasreinigung – Elektrofilter, vierstufige Rauchgaswäsche, Aktivkohlefilter, SCR-Verfahren,
- Abwasserbehandlungsanlage,
- Dampfverteilungssystem mit anschließender Energieerzeugungseinheit;



- |                                      |                             |                                  |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 Anlieferung                        | 8 Dampfkessel               | 15 Elektroventuri                |
| 2 Bunker                             | 9 Elektrofilter             | 16 Saugzuggebläse Rauchgaswäsche |
| 3 Kran                               | 10 Notkamin 1               | 17 Notkamin 2                    |
| 4 Beschickungslanzen,<br>Fassaufzüge | 11 Wärmetauscher            | 18 Saugzuggebläse Aktivkoks      |
| 5 Drehrohr                           | 12 Saurer Wäscher           | 19 Aktivkoksfilter               |
| 6 Nachbrennkammer                    | 13 SO <sub>2</sub> -Wäscher | 20 Messstation                   |
| 7 Schlacke                           | 14 mech. Venturi            |                                  |

Abbildung 8: Fließschema Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide [18, S. 37]

Die Energiegewinnung der Anlage Simmeringer Haide erfolgt mittels drei Turbinen, die eine Leistung von 75 MW thermisch und 2\*5 MW elektrisch haben. Da der gesamte Strombedarf nicht selbst aufgebracht werden kann, muss zusätzlich Strom aus dem Wiener Stromnetz eingespeist werden. Die dadurch errechneten Wirkungsgrade der Turbinen betragen ca. 11% elektrisch und ca. 13% thermisch.

Für die Ermittlung der Energiebilanz der Anlage Simmeringer Haide wurden die Daten aus der Tabelle 5 für das Jahr 2006/2007 herangezogen. Weitere in der Anlage eingesetzte Energiearten wurden auf deren spezifische Größe umgerechnet. Diese Größen sind in der folgenden Tabelle 7 dargestellt. Die Energiegesamtverbräuche wurden aus der Umweltinformation 2008 [11, S. 15] entnommen.

Tabelle 7: Auswertung der fossilen Brennstoffe, die in der Anlage Simmeringer Haide im Jahr 2006/2007 eingesetzt wurden

Fossile Brennstoffe		
Heizöl extra leicht	3.038	m <sup>3</sup>
Heizöl extra leicht	2.810	Mg
E Heizöl extra leicht	118.544.941	MJ/a
E Heizöl extra leicht	32.929.150	kWh/a
E Heizöl extra leicht spezifisch	78,8	kWh/Mg Abfall
Heizöl schwer	9.056	Mg
E Heizöl schwer	376.457.920	MJ/a
E Heizöl schwer	104.571.644	kWh/a
E Heizöl schwer spez.	250,4	kWh/Mg Abfall
E ges.	495.002.861	MJ/a
E ges.	137.500.795	kWh/a
E ges. spez.	329	kWh/Mg Abfall

### 4.3.2 Wirbelschichtanlage

Wirbelschichtfeuerungen stellen bestimmte Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Abfälle dar. Neben den chemischen Eigenschaften und dem Heizwert der Abfälle sind auch die Partikel und Schütteeigenschaften für den Einsatz entscheidend. Dies zielt darauf ab, ausschließlich solche Abfälle in der Wirbelschichtfeuerung einzusetzen, die keine Ausfälle der Förder- und Dosieraggregate verursachen und in ihrem Fluidisierungsverhalten so weit wie möglich jenem des eingesetzten Bettmaterials entsprechen. Da sich die Abfallqualität stark auf die Anlagenverfügbarkeit auswirkt, ist die Wirbelschichtanlage RVL Lenzing mit internen mechanischen Abfallaufbereitungsanlagen ausgestattet. Die Aufbereitung umfasst die Schritte der Zerkleinerung, Metallabscheidung und Sortierung. [19]

Die 1988 errichtete Abfallverbrennungsanlage AVE Reststoffverwertung Lenzing wurde für den Einsatz von 300.000 Tonnen Abfällen pro Jahr konzipiert. Die Anlage besteht aus folgenden Aggregaten:

- interne mechanische Aufbereitungsanlage für Abfälle,
- zirkulierende Wirbelschichtfeuerung mit Abhitzekeessel,
- mehrstufige Rauchgasreinigungsanlage,
- mehrstufige Abwasserreinigungsanlage,
- interne Rückstandsbehandlungsanlage;

Eine Übersicht der Technologie der RVL Lenzing ist aus Abbildung 9 zu entnehmen. [19]

Die maximale Brennstoffwärmeleistung der Anlage beträgt bei Dauerlast rund 110 MW, die über eine Kraft-Wärme Kopplungseinrichtung zur Erzeugung von Strom und Wärme dient. Der in der Abfallverbrennungsanlage erzeugte Frischdampf hat ungefähr 74 bar und 485°C und wird über Turbinen der Lenzing AG verstromt. Der überwiegende Anteil des Dampfes wird bei 4 bar entnommen und als Prozessdampf in der Lenzing AG eingesetzt. Die Anlage ist zur Behandlung von Abfällen mit einem Mischheizwert von 6,5-29 MJ/kg ausgelegt. Als Anfahr- und Stützbrennstoffe kommen Heizöl, Erdgas und Kohle zum Einsatz. Mit einer Anlagenverfügbarkeit von 7.800 bis 7.900 Betriebsstunden pro Jahr zählt die Anlage RVL Lenzing zu einer der größten österreichischen Abfallverbrennungsanlagen. [19]

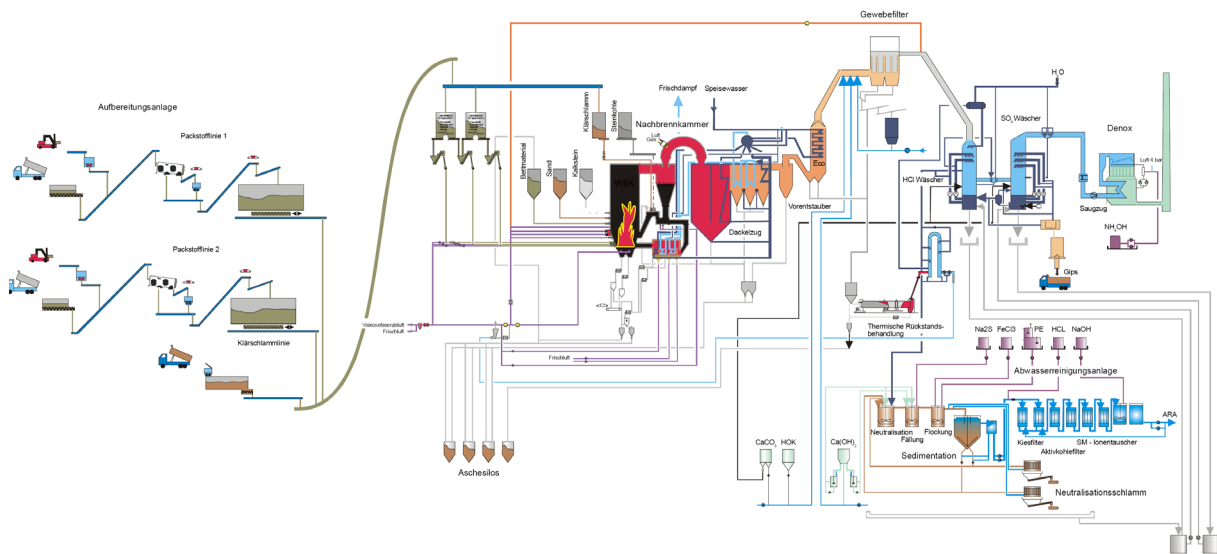


Abbildung 9: Fließbild der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL Lenzing [19, S. 150]

Der Einsatz fossiler Brennstoffe, die zusätzlich zu den Abfällen in der MVA RVL Lenzing im Jahr 2007 eingesetzt wurden ist aus Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Fossiler Energiemix der Anlage Lenzing im Jahr 2007 [20, S. 2]

Energiemix fossiler Brennstoffe					
Brennstoff	Anteil [%]	Anteil [%]	kWh/kg	kg Brstf / Mg Abfall	kWh Brstf / kg Abfall
Erdgas	5,7	41,6	13,89	1,07	0,01485
Heizöl Sch.	1,3	9,5	11,55	0,24	0,00282
Kohle	6,7	48,9	7,81	1,26	0,00981
<b>Summe</b>	<b>13,7</b>	<b>100,0</b>	<b>10,69</b>	<b>2,57</b>	<b>0,02748</b>

Zur Ermittlung der Energie - Wirkungsgrade der Anlage Lenzing wurden die Daten der Kraft - Wärmekopplung, wie in Abbildung 10 dargestellt, herangezogen.

## Kraft-Wärmekopplung mit hohen Dampfparametern

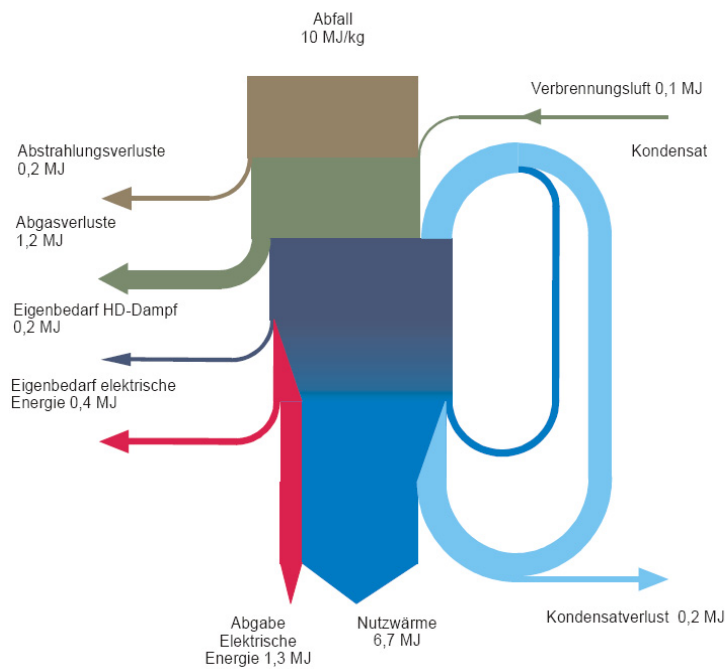


Abbildung 10: Energieflussdiagramm [17, S. 53]

#### 4.4 Mitverbrennung in der Zementindustrie

Durch die Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken können fossile Energieträger wie Kohle oder Erdöl eingespart werden. Die Größe des Einspareffektes ist abhängig vom Heizwert und der Menge der eingesetzten Abfälle. Weiters, für die Umwelt wichtige Einsparpotenziale, sind auf die Kohlendioxid-Bilanz zurückzuführen.

Der im Zementwerk Retznei in Betrieb befindliche Drehrohfen, mit einer Länge von 60 m und einem Durchmesser von 4 m, dient der Zementklinkerproduktion und ist für eine maximale Erzeugungskapazität von 1.450 t Klinker pro Tag ausgelegt. Der spezifische Wärmebedarf beträgt in etwa 3.500 MJ/t Klinker. Der gesamte Wärmeverbrauch liegt bei ca. 1.6 Mio. GJ/a und der Verbrauch an elektrischer Energie des gesamten Zementwerkes liegt bei ca. 62 GWh/a. [21]

Die dazu erforderliche Wärmemenge wird durch Einsatz von konventionellen Brennstoffen und von Ersatzbrennstoffen bereitgestellt, die über ofenauslaufseitig situierten Hauptbrenner und durch eine Aufgabereinrichtung beim Ofeneinlauf (Reifenaufgabe, die der Verwertung von Altreifen dient) in den Drehrohfen gelangen. Die Abbildung 11 zeigt, wie der gesamte Zementherstellprozess abläuft. [21]

Neben den fossilen Energieträgern wie Petrolkoks und Altöl werden Altreifen, Tiermehl, ASB, und Lösungsmittel im Verbrennungsprozess eingesetzt.



ASB wird durch die ThermoTeam - Anlage bereitgestellt. Eine Möglichkeit der Beschickung des Lagerbehälters des Zementwerkes besteht über einen Gurtbandförderer, welcher direkt mit der ASB - Aufbereitungsanlage verbunden ist.

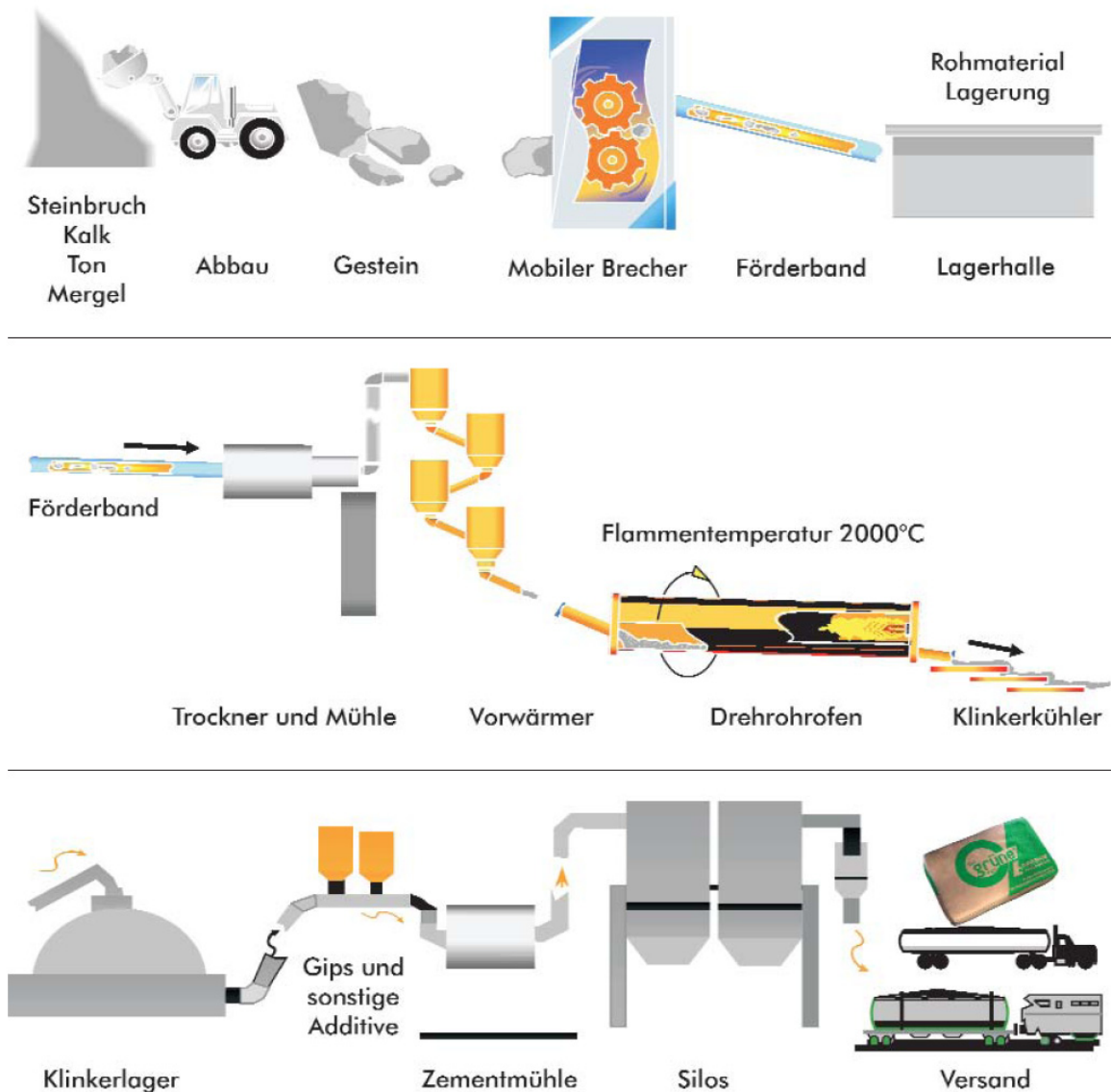


Abbildung 11: Verfahrensschema des Zementherstellprozesses [22, S. 26]

Das Zementwerk benötigt 110 kWh elektrische Energie zur Herstellung einer Tonne Zement. Zusätzlich muss Energie in Form von Brennstoffen im Verbrennungsprozess eingesetzt werden. Die Menge an Energie und ihre prozentuelle Aufteilung sind aus der untenstehenden Tabelle 9 zu entnehmen.



Tabelle 9: Einsatz von Brennstoffen zur Herstellung von einer Tonne Zement

Auswertung für 1 Mg Zement					
Brennstoff	Heizwert [GJ/Mg]	[Massen %]	kg Brennstoff / Mg Zement	[Energie %]	MJ Brennstoff / MG Zement
ASB	23,0	26,3	25,0	24,0	575,5
Reifen	27,2	21,2	20,2	23,0	549,5
Altöl	39,0	3,9	3,8	6,1	146,5
Tiermehl	17,7	15,6	14,8	11,0	262,4
Lösungsmittel	24,0	13,3	12,6	12,7	303,3
Petrolkoks	29,5	19,8	18,8	23,2	556,0
<b>Summe</b>		<b>100,0</b>	<b>95,3</b>	<b>100,0</b>	<b>2.393,2</b>

## 5 Untersuchungsmethoden

Unter Untersuchungsmethoden werden Szenarien und ihre Systemgrenzen verstanden. In diesem Abschnitt werden sie dargestellt, erklärt und somit eine Übersicht über Bilanzen vorliegender Arbeit geschaffen.

### 5.1 Szenarientwicklung

Wie bereits im Kapitel 3 dargestellt, steht als Behandlungsverfahren von gefährlichen Abfällen, insbesondere Werkstättenabfälle, in Österreich zum überwiegenden Teil die Sondermüllverbrennung. Inhalt dieses Kapitels soll die Darstellung, die Bewertung und der Vergleich verschiedener Behandlungswege für die Werkstättenabfälle sein.

Die SDAG errichtete im Jahr 2009 eine Anlage zur Aufbereitung von Werkstättenabfällen und möchte die Anlageneffektivität bzw. die Anlagenpotenziale analysieren, um zu sehen, ob diese Art der Behandlung mit anderen Möglichkeiten vergleichbar ist.

Die thermische Beseitigung in Sondermüllverbrennungsanlagen wie auch die Aufbereitung in einer Splittinganlage für gefährliche Abfälle haben zwar unterschiedliche Ziele, beide Verfahren stimmen aber mit den Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes überein. Als erstes Ziel der Sondermüllverbrennung gilt die Abfallbeseitigung und dadurch Massen- sowie Volumenreduktion. Das erste Ziel der Splittinganlage für gefährliche Abfälle hat die Ausstufung zum Ziel d.h. die Aufbereitung der Abfälle, so dass sie kein Gefährdungspotential mehr aufweisen. Dies kann soweit gehen, dass die Abfälle zu einem Produkt werden und in anderen Anlagen stofflichen Einsatz finden. Aufgrund der Verfolgung dieser Ziele ergeben sich für diese Arbeit zwei Szenarien.

Szenario 1 bzw. Abbildung 12 zeigt die gegenwärtige Situation der Abfallbehandlung der SDAG, wo einerseits die Abfälle nach der Aufbereitung in die ThermoTeam - Anlage zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen für die Zementindustrie gehen und andererseits in der Wirbelschichtanlage Lenzing zur thermischen Verwertung eingesetzt werden.

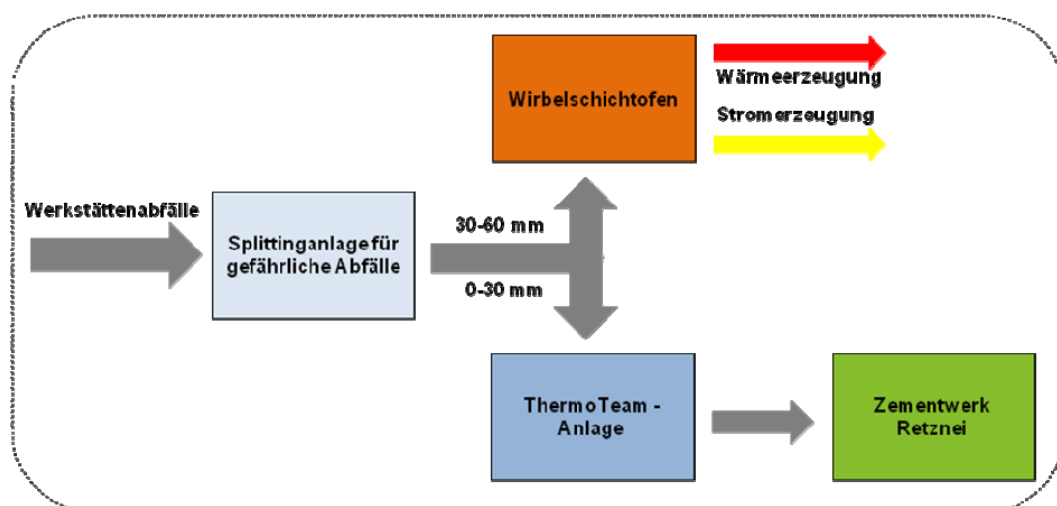


Abbildung 12: Szenario 1: Stoffströme SDAG - Splittinganlage für gefährliche Abfälle

Szenario 2 bzw. Abbildung 13 stellt den klassischen Einsatz der Werkstättenabfälle in der Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide zur thermischen Beseitigung dar.

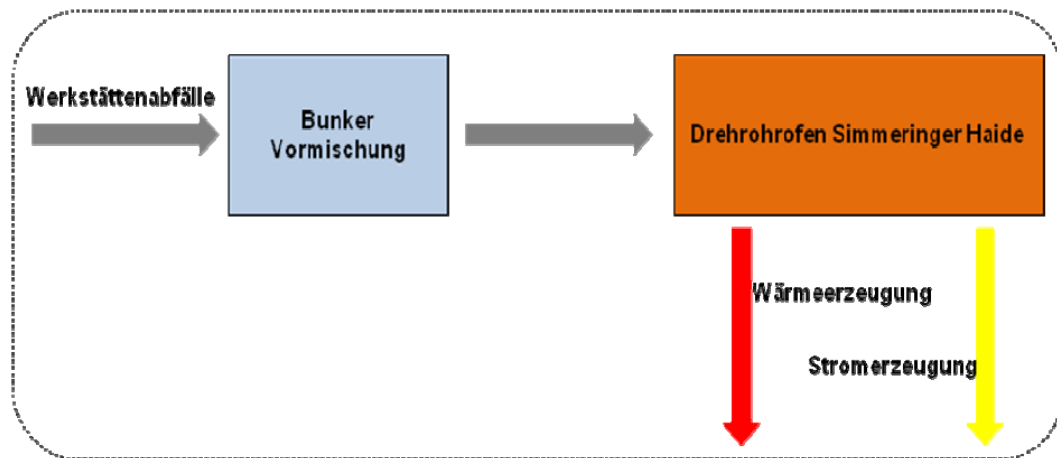


Abbildung 13: Szenario 2: Stoffströme Sondermüllverbrennung Simmeringer Haide

## 5.2 Berechnungsprogramm

Bei der Berechnung und Auswertung der Daten werden computerbasierte Programme wie Stan (Software für die Stoffflussanalysen der technischen Universität Wien) und Microsofts Excel verwendet.

## 5.3 Systemgrenzen

Die Festlegung der Systemgrenzen erfolgt anhand des definierten Themengebiets. Innerhalb der Systemgrenze befindet sich die Splittinganlage für gefährliche Werkstättenabfälle, die ThermoTeam - Anlage zur Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen, das Zementwerk Retznei sowie die Wirbelschichtanlage Lenzing und die Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide.

### 5.3.1 Systemgrenzen „Massenbilanz“

Die Systemgrenzen entsprechen, wie in Abbildung 14 dargestellt, der Größe der Splittinganlage für gefährliche Werkstättenabfälle der SDAG. Die Splittinganlage soll auf der Basis der durch die durchgeführten Versuche gewonnenen Daten, dargestellt, ausgewertet und bewertet werden. Die Daten sollen repräsentative Aussagen über die Splittinganlage ermöglichen.

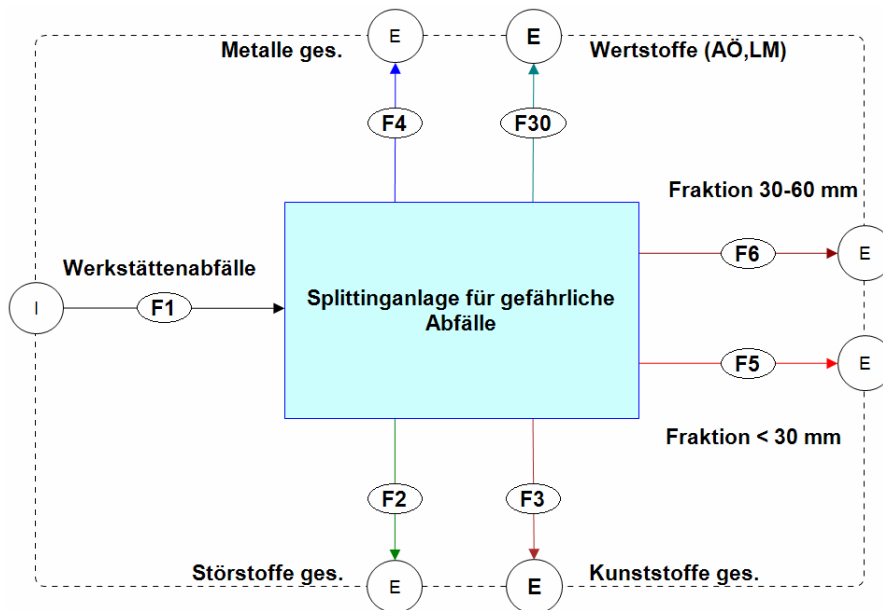


Abbildung 14: Systemgrenzen der Anlage für die Ermittlung der Massenbilanz

### 5.3.2 Systemgrenzen „Energiebilanz“

Um die Systemgrenzen bezüglich der Energie auszuwerten, müssen die Kennzahlen der Behandlungsanlagen definieren werden. Wenn man von den Energien, die für den Betrieb einer Anlage notwendig sind spricht, werden die Energieträger Strom, Diesel und Erdgas gemeint. Dazu kommen auch andere Arten der Energie, die in den eingesetzten Materialien enthalten ist. Um alle Energiearten auszuwerten, müssen sie durch dieselben Einheiten, sprich durch die Umrechnungen, die in der folgenden Tabelle 10 angeführt sind, ausgedrückt werden. Detaillierte Umrechnungen der Energien sind aus dem Anhang B (vgl. Tabelle 1) zu entnehmen.

Energieaufwendungen, die für den Abfalltransport zwischen den Anlagen und die zur Entsorgung der Abfälle entstehen, wurden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Als Gutschrift wird die in der Splittinganlage gewonnene Metallschrottfraction herangezogen, weil durch den Einsatz von Sekundärmetallen der Energieaufwand zur Gewinnung der Metalle auf der primärmetallurgischen Seite aus Erz eingespart werden kann.

Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Energien für die Energiebilanz

<b>Ausgangswerten für die Energiebilanz:</b>				
<b>Art</b>	<b>kWh/h</b>	<b>MJ/kg OS</b>	<b>kWh/kg OS</b>	<b>kWh/l</b>
Strom	1,00			
Fernwärme	1,00			
Diesel		43,38	12,05	10,17
Heizöl EL		42,18	11,72	10,84
Heizöl Schw.		41,57	11,55	11,12
Erdgas „H“		49,99	13,89	0,0094
Steinkohle		28,10	7,81	
ASB 1)		23,00	6,39	
Reifen 1)		27,20	7,56	
Altöl 1)		39,00	10,83	
Tiermehl 1)		17,70	4,92	
Lösungsmittel 1)		24,00	6,67	
Petrolkoks 1)		29,50	8,19	
Lösungsmittel 2)		24,00	6,67	
Altöl 2)		37,50	10,42	
Hydr. Schläuche		18,29	5,08	
WA ISA		16,23	4,51	
WA Fraktion < 30 mm		12,00	3,33	
WA Fraktion 30-60 mm		17,23	4,79	
Metalle = Schrottfraction		24,05	6,68	
1) Zementwerk Retznei, Lafarge P., 2) Splittinganlage Saubermacher				

Die Systemgrenzen und alle betrachteten Ströme für die Ermittlung der Energiebilanz sind aus Abbildung 15 und Abbildung 16 zu entnehmen. Wie aus den beiden Abbildungen ersichtlich, wird die Splittinganlage, die ThermoTeam - Anlage, das Zementwerk sowie die Wirbelschichtanlage und die Sondermüllverbrennungsanlage bilanziert.

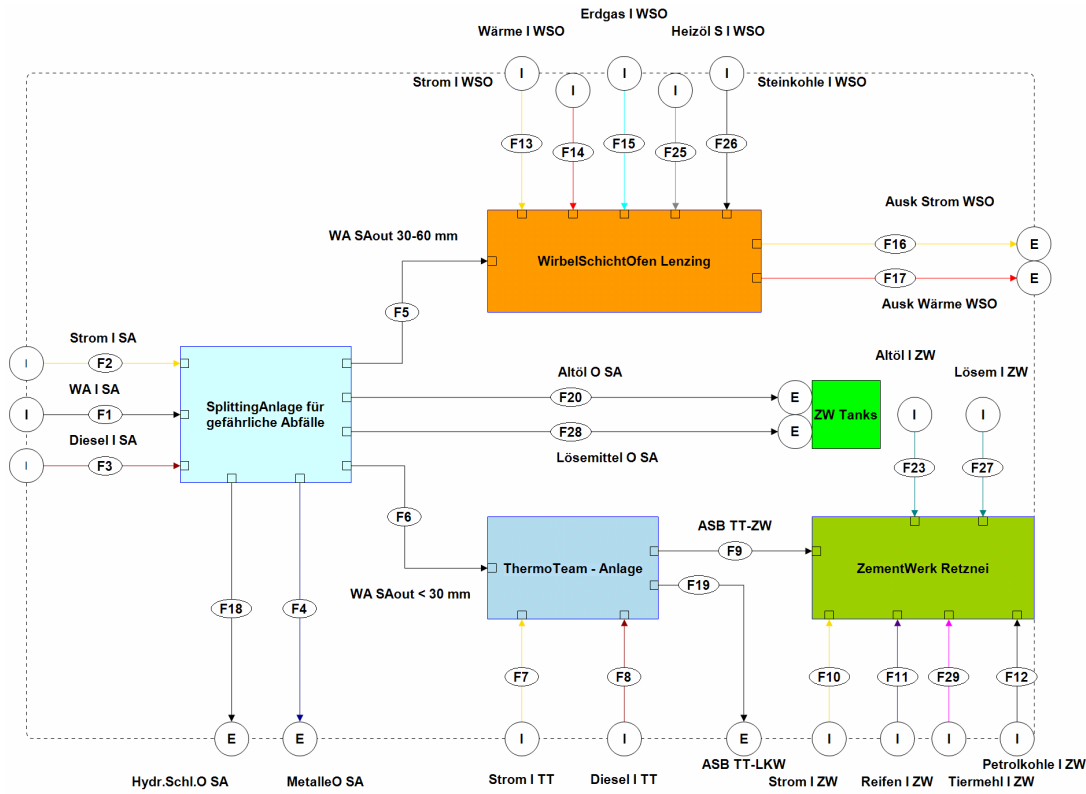


Abbildung 15: Systemgrenzen für die Energiebilanz des Szenarios 1

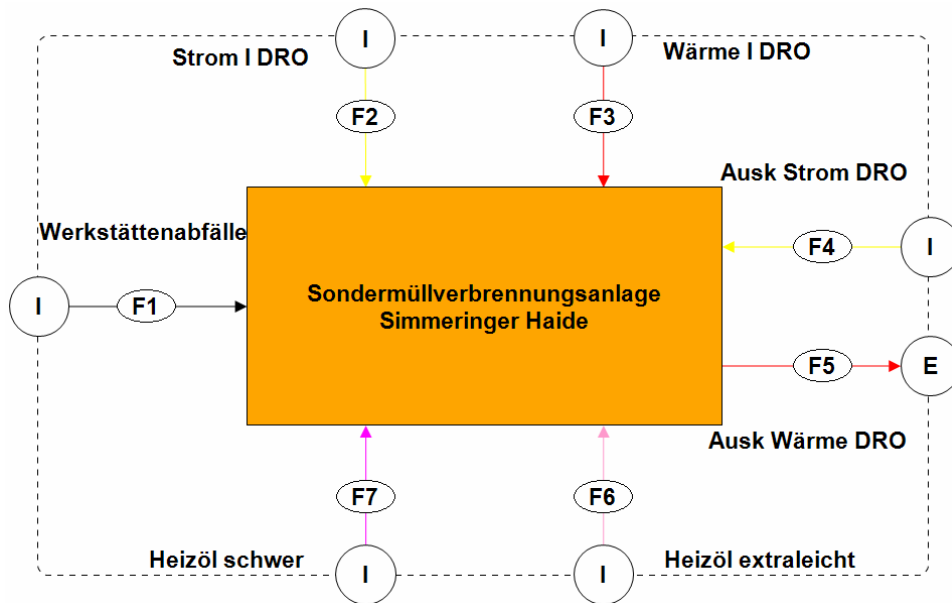


Abbildung 16: Systemgrenzen für die Energiebilanz des Szenarios 2

### 5.3.3 Systemgrenzen „CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz“

Diese Kennzahl kennzeichnet die Situation treibhausgasrelevanter Emissionen der Abfallwirtschaft im Hinblick auf das Kyoto-Protokoll und soll die CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz der beiden Szenarien in Bezug auf die Emissionen aus Abfällen, Energien, Schrottfraction und Brennstoffen zeigen.

#### 5.3.3.1 Direkte Treibhausgase

In der Arbeit werden nur die direkten Treibhausgase berücksichtigt, d.h. nur jene Emissionen, die während der Prozesse in den Behandlungsanlagen entstehen. Dabei handelt es sich um Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O).

- Kohlendioxid

Kohlendioxid ist ein geruchsloses und für den Menschen ein ungiftiges Gas mit natürlichem Vorkommen in der Atmosphäre.

- Methan

Methan ist ein farb- und geruchloses, brennbares Gas. Es ist der Hauptbestandteil von Erdgas, Biogas, Deponie- und Klärgas.

- Distickstoffmonoxid

Distickstoffmonoxid wird umgangssprachlich als Lachgas bezeichnet. Es ist farb-, geruch- und geschmackloses Gas.

Zur Berechnung der Wirksamkeit einzelner Gase hinsichtlich des Treibhauseffekts wird wie in Tabelle 11 verdeutlicht, die Wirksamkeiten der Gase über einen Äquivalenzfaktor bezogen auf Kohlendioxid (CO<sub>2</sub> - Äquivalente) normiert. Dieses Vorgehen liefert das Global Warming Potential.

Tabelle 11: Äquivalenzfaktor für die Umrechnung der Gase

Treibhauseffekt - CO <sub>2</sub> - Äquivalente (Global Warming Potential GWP)	
Gas	Äquivalenzfaktor
Kohlendioxid	1
Methan	21
Distickstoffmonoxid	310



### 5.3.3.2 Treibhausgasemissionen mit Substitutionseffekten

Wird aus den behandelten Abfällen beispielsweise Energie in Form von elektrischem Strom oder Wärme gewonnen, so ersetzt diese Energie jene, die sonst mit anderen Prozessen wie beispielsweise kalorischen Kraftwerken erzeugt werden müsste. Diese Energie und damit einhergehend auch die resultierenden Emissionsgutschriften müssen im Rahmen einer ganzheitlichen Betrachtung gegen gerechnet werden.

Als Gutschrift wird auch die in der Splittinganlage gewonnene Metallschrottfraction herangezogen, weil durch den Einsatz von Sekundärmetallen der Energieaufwand und konsequenterweise der Klima-Aufwand zur Gewinnung der Metalle auf der primärmetallurgischen Seite aus Erz eingespart werden kann.

Detaillierte Berechnungen der CO<sub>2</sub> - Äquivalente einzelner Stoffe ist aus dem Anhang B (vgl. Tabellen 2-5) zu entnehmen.

Die Systemgrenzen und alle betrachteten Ströme zur Ermittlung der Klimarelevanz sind aus Abbildung 17 und Abbildung 18 zu entnehmen. Die Importflüsse bezeichnen die Gutschriften des Systems (vgl. G im Namen des Flusses), die Exportflüsse bezeichnen die Emissionen bzw. Belastungen für die Umwelt (vgl. E im Namen des Flusses). Im Szenario 2 (vgl. Abbildung 18) ist der Fluss „CO<sub>2</sub> E Ausk Strom DRO“ als Emission dargestellt, weil der erzeugte Strom nicht ausgekoppelt sondern in der Anlage verbraucht wird.

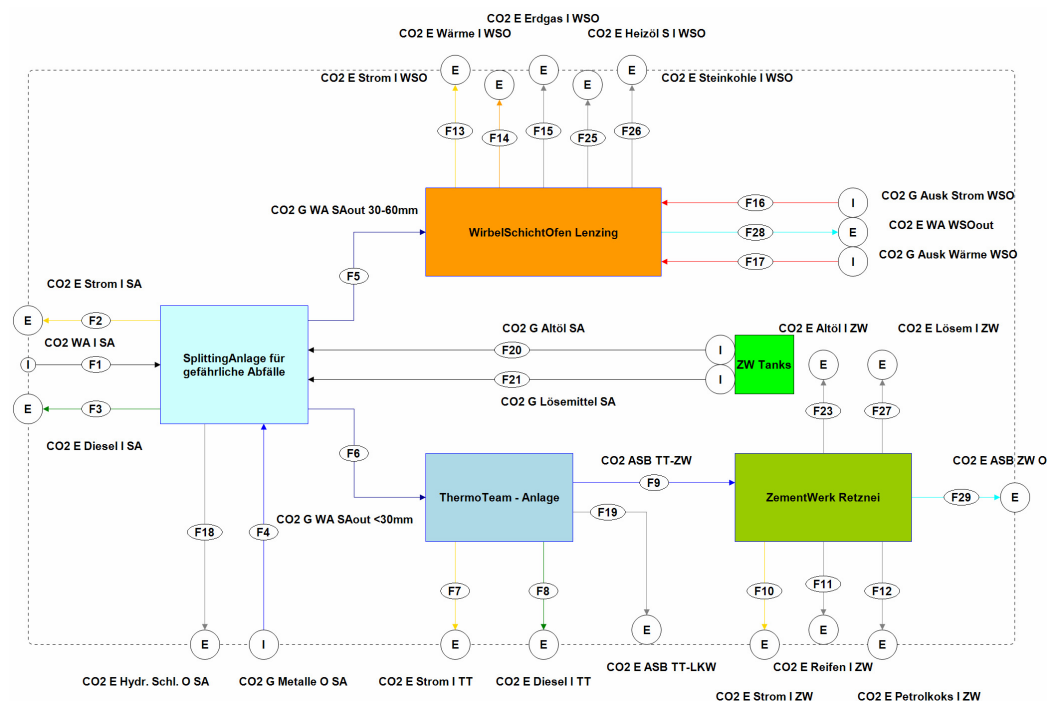


Abbildung 17: Systemgrenzen für die Klimarelevanz des Szenarios 1

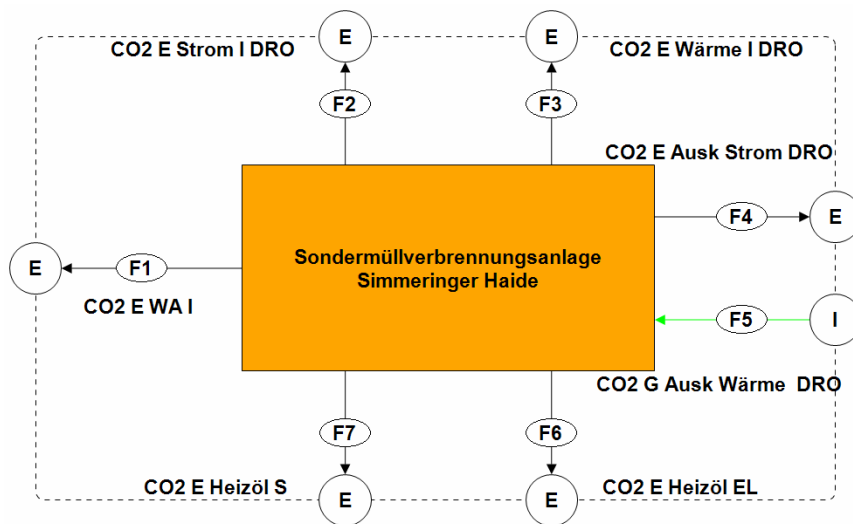


Abbildung 18: Systemgrenzen für die Klimarelevanz des Szenarios 2

## 6 Bilanzerstellung

Wie bereits erklärt, ist das Ziel dieser Arbeit die Darstellung und Bewertung der Anlagen und Szenarien. Somit werden Vorgangsweise und Daten zur Erstellung der Massen-, Energiebilanz und Klimarelevanz beschrieben.

### 6.1 Erstellung der Massenbilanz

Zur Erstellung der Massenbilanz einzelner Anlagen wurden verschiedene Firmen kontaktiert. Die Massenbilanzen wurden aus bereits vorhandenen Daten und aus von Firmen erhaltenen Daten ermittelt.

Die Massenbilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle der SDAG wurde während der zweiwöchigen Probenahme vor Ort ermittelt. Die täglich anfallenden Mengen wurden abgewogen und dokumentiert. Die in den zwei Wochen behandelte Menge der Werkstättenabfälle diente als Basis für die gesamte Bilanzerstellung. Somit wurde erreicht, dass die gesamte Auswertung und Bewertung des Verfahrens und der chemischen Analysen der Werkstättenabfälle die gleichen Mengen als Grundlage haben.

Die Massenbilanz der ThermoTeam - Anlage, des Zementwerkes, der Wirbelschichtanlage und der Sondermüllverbrennungsanlage diente als Grundlage zur Ermittlung der Energiebilanz und Klimarelevanz.

### 6.2 Erstellung der Energiebilanz

Die Berechnung der Energie wurde auf Basis der eingesetzten Materialmengen und verbrauchten bzw. erzeugten Energieeinheiten ermittelt.

In der Splittinganlage, der ThermoTeam - Anlage und im Zementwerk werden die Energien verbraucht, ohne dass Energie ausgekoppelt wird. In der Wirbelschichtanlage und in der Sondermüllverbrennungsanlage werden trotz Energieverbrauchs die Energien erzeugt d.h. der Strom und die Fernwärme werden ausgekoppelt. In der Sondermüllverbrennungsanlage deckt der ausgekoppelte Strom nicht zur Gänze den Eigenstromverbrauch der Anlage, aufgrund dessen muss der noch notwendige Strom aus dem Wiener-Stromnetz entnommen werden (vgl. Abbildung 16: FlussF2; Strom I DRO, bezeichnet den Strom, der aus dem Wiener-Stromnetz bezogen und verbraucht wird, Fluss F3; Ausk Strom DRO, bezeichnet den Verbrauch des selbsterzeugten Stromes, deswegen wird er auch als Input bezeichnet).

Die Energieaufwände für die Weiterverarbeitung, der aus den Werkstättenabfällen gewonnenen Stoffe (Metalle, Kunststoffe) werden nicht weiterverfolgt.

Da ein Radlader bei der Abfallaufbereitung auch zum Einsatz kommt, wurde sein Dieselverbrauch energetisch berücksichtigt und als Teil des Anlagenenergieverbrauches bewertet.

Die folgende Abbildung 19 gibt eine grafische Gegenüberstellung aller Energiearten, die im Zuge der Arbeit verwendet wurden.

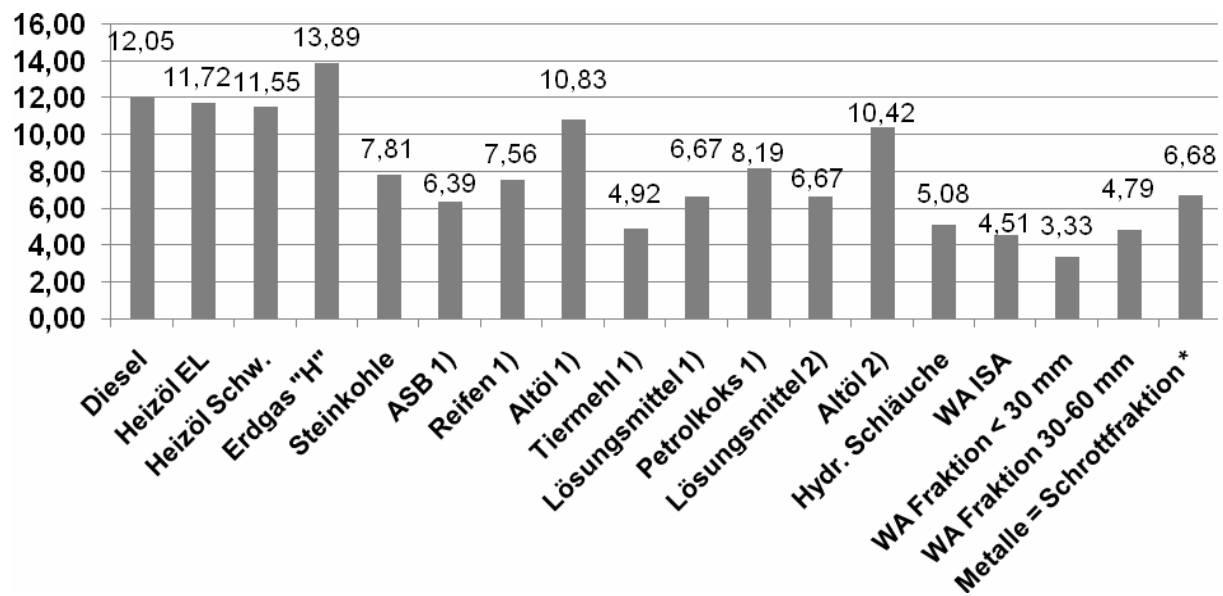


Abbildung 19: Übersicht - Heizwerte in kWh/kg

\* Primärmetallurgischer Herstellungsprozess der Metalle bezogen auf Energieaufwand (vgl. Anhang B, Tabelle 1)

### 6.3 Erstellung der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz

Die Erstellung der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz erfolgte mit der Berechnung der spezifischen CO<sub>2</sub> - Äquivalenz Faktoren, die auf die Energieeinheit kWh bezogen wurden. Einzelne Werte wurden aus folgenden Unterlagen ermittelt:

- 223,27 gCO<sub>2</sub> - Äquivalent/kWh Strom [23] (vgl. Abbildung 20)

Nach eigenen Berechnungen mit den Ökofaktoren aus den Daten [24], [25] wurde für den Strom der Wert von 151,32 gCO<sub>2</sub> - Äquivalent/kWh (vgl. Anhang B, Tabellen 2-5) ermittelt. Der Wert ist aufgrund des hohen CO<sub>2</sub> - neutralen biogenen Anteils, errechnet aus [24, Datenblatt elektrische Energie], kleiner.

<b>Stromkennzeichnung gem § 45 EIWOG für den Zeitraum 1. Jänner bis 31. Dezember 2008</b>	
<b>Bekannte erneuerbare Energieträger</b>	<b>58,92%</b>
Wasserkraft	51,21%
Feste oder flüssige Biomasse	3,50%
Windenergie	3,27%
sonstige Ökoenergie	0,94%
<b>Bekannte fossile Energieträger</b>	<b>23,26%</b>
Erdgas	13,64%
Erdöl und dessen Produkte	0,74%
Kohle	8,88%
<b>Bekannte Nuklearenergie</b>	<b>0,00%</b>
<b>Bekannte sonstige Primärenergieträger</b>	<b>0,37%</b>
<b>Unbekannte Herkunft UCTE-Mix</b>	<b>17,45%</b>
(europäischer Strommix aus 11,59 % Wasserkraft, 52,64 % fossile Brennstoffe, 29,43 % nukleare Energie, 5,97 % sonstige erneuerbare Energieträger, 0,37 % Sonstige)	
<b>Summe</b>	<b>100,00%</b>
<b>Umweltauswirkungen der Stromproduktion</b>	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	223,27 g/kWh
Radioaktiver Abfall	0,000138 g/kWh

Abbildung 20: Stromkennzeichnung für Österreich, 2008 [23]

- 216,07 gCO<sub>2</sub> - Äquivalent/kWh Fernwärme (vgl. Anhang B, Tabellen 2-5)

Die eigene Berechnung basiert auf den Daten des Österreichischen Wärme-Mixes, der in der Abbildung 21 dargestellt ist. [25]

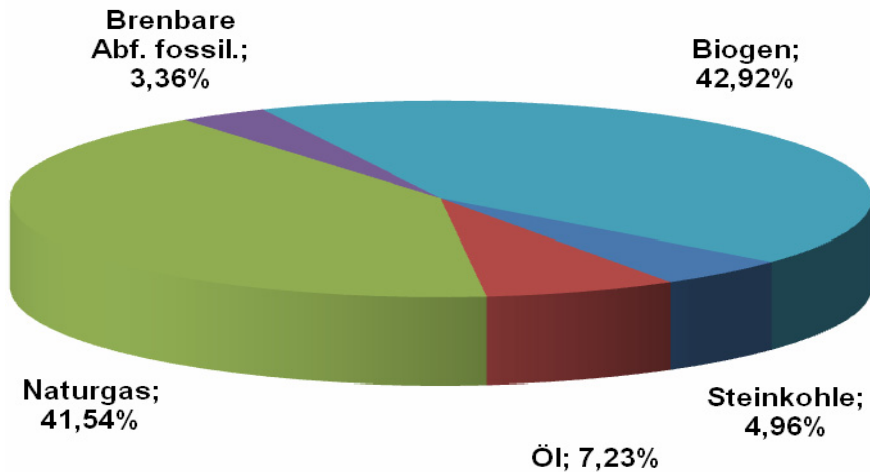


Abbildung 21: Wärme-Mix Österreich, 2008 [24, Datenblatt Fernwärme]

- Schrottfraction (vgl. Anhang B, Tabellen 2-5)

Aus Probas-Umweltdatenbank des Deutschen Umweltbundesamtes: Klimagutschrift für Eisen (Fe) und Aluminium (Al); Herstellung inklusive Vorkette, für die Schrottfraction wurde ein Fe - Gehalt von 80% und ein Al - Gehalt von 5% angenommen, die restlichen 15% wurden nicht weiterverfolgt. [27]

- Zementwerk Retznei (vgl. Anhang B, Tabellen 2-5)

Für die Brennstoffe, die im Zementwerk Retznei eingesetzt werden, wurden die Daten des Zementwerks eigenen Labors für das Jahr 2009 verwendet. Die spezifischen Energiegehalte sowie CO<sub>2</sub> - Gehalte wurden über das ganze Jahr ermittelt, wobei die Mittelwerte für das Jahr 2009 in die Bilanz einfließen.

- Werkstättenabfälle (vgl. Anhang B, Tabellen 2-5)

Die CO<sub>2</sub> - Emissionen wurden aus den chemischen Analysen der Abfälle ermittelt. Aus dem Anteil des fossilen Kohlenstoffgehaltes wurde, wie in der Tabelle 12 dargestellt, die CO<sub>2</sub> - Menge errechnet.

Tabelle 12: Verbrennungsrechnung für den Kohlenstoff

Vollständige Verbrennung				
	C	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
Molmasse	12,01	32,00	44,01	kg/mol
Verhältnis			3,66	kgCO <sub>2</sub> /kg C-fossil

Die spezifischen CO<sub>2</sub> - Äquivalenz - Werte (CO<sub>2</sub>äq) der Energieträger, der Abfälle, der Schrottfraction, usw., die für die Ermittlung der Bilanzen verwendet wurden, sind aus Abbildung 22 und Tabelle 13 zu entnehmen.

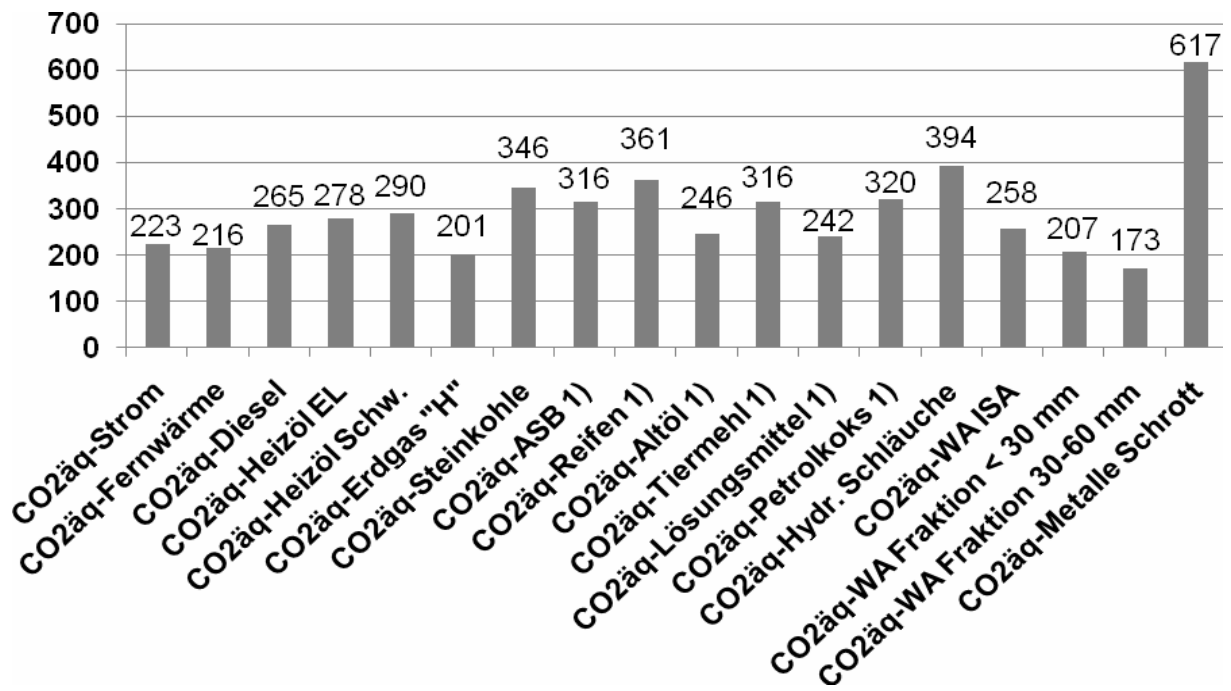


Abbildung 22: CO<sub>2</sub>-Äq in gCO<sub>2</sub> - Äq/kWh

Tabelle 13: Ausgangswerte für die CO<sub>2</sub> - Äquivalenz - Bilanz

Ausgangswerten für die CO <sub>2</sub> - Äquivalenz - Bilanz				
Art	gCO <sub>2</sub> -Äq/kWh	kgCO <sub>2</sub> -Äq/kg	kgCO <sub>2</sub> -Äq/l	kgCO <sub>2</sub> -Äq/m <sup>3</sup> B
CO <sub>2</sub> -Äq-Strom	223			
CO <sub>2</sub> -Äq-Fernwärme	216			
CO <sub>2</sub> -Äq-Diesel	265		2,68	
CO <sub>2</sub> -Äq-Heizöl EL	278		3,02	
CO <sub>2</sub> -Äq-Heizöl Schw.	290		3,23	
CO <sub>2</sub> -Äq-Erdgas "H"	201			1,89
CO <sub>2</sub> -Äq-Steinkohle	346	2,70		
CO <sub>2</sub> -Äq-ASB 1)	316	2,02		
CO <sub>2</sub> -Äq-Reifen 1)	361	2,73		
CO <sub>2</sub> -Äq-Altöl 1)	246	2,66		
CO <sub>2</sub> -Äq-Tiermehl 1)	316	1,55		
CO <sub>2</sub> -Äq-Lösungsmittel 1)	242	1,61		
CO <sub>2</sub> -Äq-Petrolkoks 1)	320	2,62		
CO <sub>2</sub> -Äq-Hydr. Schläuche	394	2,00		
CO <sub>2</sub> -Äq-WA ISA	258	1,16		
CO <sub>2</sub> -Äq-WA Fraktion < 30 mm	207	0,69		
CO <sub>2</sub> -Äq-WA Fraktion 30-60 mm	173	0,83		
CO <sub>2</sub> -Äq-Metalle Schrott	617	2,09		

1) Zementwerk Retznei, Lafarge P.



## 6.4 Datenqualität und -herkunft

Bei der Überprüfung der Daten wurden die Firmen kontaktiert.

Die Daten für das Zementwerk Retznei wurden vom Herrn DI Holliber erhalten, überprüft und für die Verwendung freigegeben.

Die Daten der MVA RVL Lenzing stammen aus verschiedenen Literaturquellen und wurden vom Herrn DI Curtis von der SDAG überprüft und freigegeben.

Die Daten der ThermoTeam - Anlage wurden vom Herrn Kulmer und Frau Grassl erhalten und für die Verwendung freigegeben.

Die Daten der Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide stammen aus der Literatur und wurden im Rahmen eines telefonischen Kontaktes mit dem Herrn Rippelnische überprüft und freigegeben.

Bezüglich der Daten, die für die Erstellung der Energiebilanzen und Klimarelevanz verwendet wurden, gab es ein Treffen mit Herrn DI Curtis und Herrn Plazovnik.

## 7 Charakterisierung der Abfälle

Die in der Splittinganlage für gefährliche Abfälle behandelten Werkstättenabfälle sind relativ heterogen zusammengesetzt und riechen stark nach Benzin, Öl und Lösungsmitteln. Die Aufbereitung in der Anlage soll sicherstellen, dass diese Stoffe wie in Abbildung 23 dargestellt von den Werkstättenabfällen getrennt werden. Zu den abzutrennenden Stoffen zählen: Putzlappen (a, c), Schläuche (j), Gurte (j), Metalle (f, g, i), Behälter mit Ölen und Lösungsmitteln (b, d, e). Die Sägespäne (h) dienen als Bindemittel für ausgeronnene flüssige Abfälle. Weiters fungieren sie als Eindicker. Der Output aus der Splittinganlage besteht im Wesentlichen aus zwei Fraktionen (k, l). Damit diese als Produkt weiteren Anlagen zugeführt werden können, müssen sie in ihrer chemischen Beschaffenheit den strengen gesetzlichen Anforderungen genügen. Aus diesem Grund sollen chemische Analysen durchgeführt für beide Fraktionen zeigen, in wie weit die erhaltenen Qualitäten der Richtlinie für Ersatzbrennstoffe und Verbrennungsverordnung entsprechen. Weiters soll der Feuchtigkeitsgehalt ermittelt werden, eine Heizwertbestimmung sowie die Bestimmung des organischen (TOC) Gehaltes an Kohlenstoff durchgeführt werden. Da der organische Kohlenstoffanteil klimaneutral ist, wurde für die Auswertung der Klimarelevanz der fossile Anteil ermittelt.



Abbildung 23: Bilder der Werkstättenabfälle

## 7.1 Probenahme

Die Probenahmen erfolgten gemäß ÖNORM S 2123-3 [28], Probenahmepläne für Abfälle, Teil 3: Beprobung fester Abfälle aus Stoffströmen. Gemäß der Norm, muss der Ablauf einer Abfalluntersuchung von der Probenahme bis hin zum Abschlussbericht (vgl. Abbildung 24) durchgeführt werden.

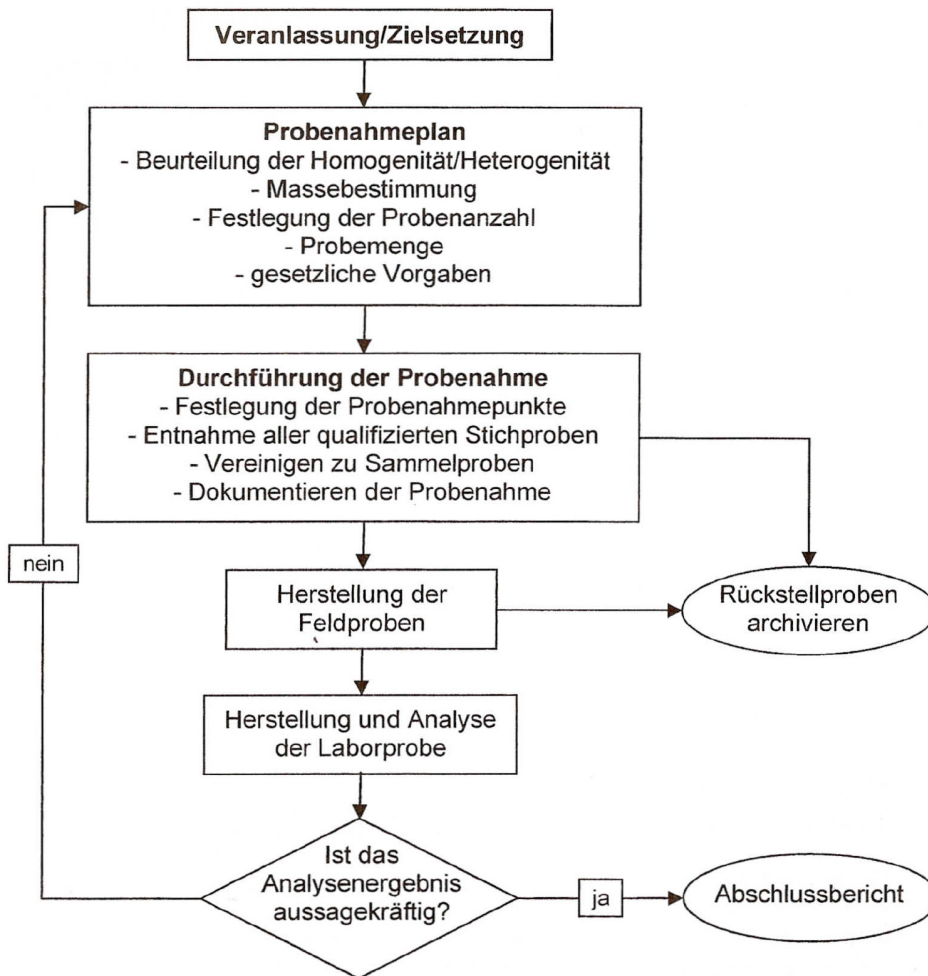


Abbildung 24: Ablauf einer Untersuchung gemäß ÖNORM S 2123-3 [28, S. 5]

Ziel des gesamten Vorganges der Probenahmen, war die Bewertung der Qualität der beiden Output-Fractionen der Splittinganlage für gefährliche Abfälle der SDAG. In der Anlage, wie vorhin im Kapitel 4.1 beschrieben, fallen zwei Fraktionen nach der Behandlung der Werkstättenabfälle an, die Fraktion < 30 mm (vgl. Abbildung 25 a) und die Fraktion 30-60 mm (vgl. Abbildung 25 b). Da diese Fraktionen anschließend aufbereitet im Zementwerk und ohne Aufbereitung in der Verbrennungsanlage ihren Einsatz finden, müssen sie den gesetzlichen und werksspezifischen Anforderungen entsprechen. Dabei liefert die analytische Untersuchung beider Fraktionen wichtige Daten, was deren Qualität betrifft.



Es wurde festgelegt, dass Abfallproben zwei Wochen lang, vom 6. - 15. April 2010, dies entspricht acht Arbeitstagen, genommen und analysiert werden

Die laut ÖNORM erforderliche Mindestmenge einer qualifizierten Stichprobe wurde mit 2 kg, für die Fraktion < 30 mm und 3.6 kg für die Fraktion 30-60 mm errechnet.

Die qualifizierte Stichprobe wurde in zeitlichen Abständen von 20 und 45 Minuten entnommen und setzte sich durchschnittlich aus 65 (Fraktion < 30 mm, vgl. Abbildung 25 e, f) und 40 (Fraktion 30-60 mm, vgl. Abbildung 25 g, h) Stichproben zusammen. Die Stichproben wurden im 1l Behältnis (vgl. Abbildung 25 c, d) vom laufenden Förderband gesammelt und in einer leeren Box ausgeschüttet. Für eine Tagesfeldprobe mussten zehn qualifizierte Stichproben entnommen werden. An einigen Tagen weichte die Anzahl der qualifizierten Stichproben von zehn ab, da es in der Anlage zu Störungen bzw. zu einem frühzeitigen Stillstand aufgrund der kürzeren Arbeitszeit, kam. Das Protokoll der Probenahme gemäß ÖNORM S 2123-3 sowie die Tabelle mit den Spezifikationen der Stichproben sind aus dem Anhang C (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4) zu entnehmen.

Da der Auslauf der Förderbänder über den Containern für die Probenahmen nicht zugänglich war und das Förderband nicht nach bestimmten zeitlichen Abständen angehalten werden konnte, blieb nur die Möglichkeit die Probenahmen von Hand vom laufenden Förderband durchzuführen (vgl. Abbildung 25 e, g). Eine größere Anzahl an Stichproben führte zu einer höheren Genauigkeit und Repräsentativität der Tagesfeldprobe. Außerdem wurde bei den Probenahmen von Förderband darauf geachtet, dass der Feinanteil, der mitunter einen großen Anteil zum Schadstoffpotential der Fraktion beisteuert, nicht verloren ging.

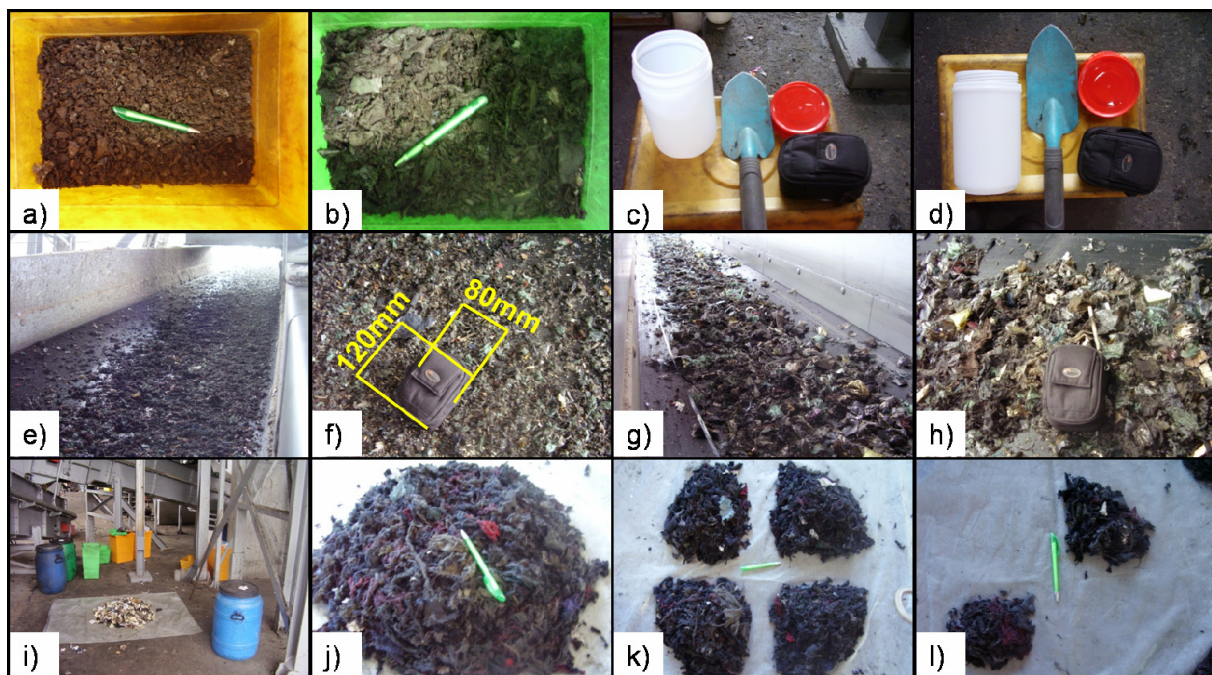


Abbildung 25: Fotodokumentation der Probenahme

## 7.2 Probenaufbereitung

Die Probenaufbereitung wurde zuerst vor Ort in Unterpremstätten und anschließend im Labor des Instituts für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik an der Montanuniversität Leoben durchgeführt.

### 7.2.1 Aufbereitung vor Ort

Die Aufbereitung der Rückstellproben, der Tagesfeldprobe und der Tagesrückstellprobe am Probenahmeort erfolgte mit Hilfe der „Viertel - Methode“ (vgl. Abbildung 25 i, j, k, l), die aus der ÖNORM S 2123-2 hervor geht. Aus jeder qualifizierten Stichprobe wurde eine Rückstellprobe zur Aufbewahrung gewonnen. Die restliche Menge der qualifizierten Stichproben wurde gesammelt. Nach der Entnahme aller qualifizierten Stichproben an einem Tag wurden die Tagesfeldprobe und die Tagesrückstellprobe mittels „Viertel-Methode“ aufbereitet. Die beiden Proben wurden in luftdichten 1l Behältern aufbewahrt und am Ende der Woche in das Labor gebracht.

### 7.2.2 Aufbereitung im Labor für Umwelt- und Prozessanalytik

Die chemische Analyse der Wochenlaborprobe, die aus täglichen Feldproben besteht, wurde im akkreditierten Labor für Umwelt- und Prozessanalytik des Instituts für die Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik an der Montanuniversität Leoben durchgeführt.

Nach der Probenverjüngung mittels „Viertel - Methode“ wurde die Probe in zwei Schüsseln in den Trockenschrank zur Bestimmung des Feuchtegehaltes gegeben. Eine Schüssel dient dabei der Ermittlung des Feuchtegehaltes, die andere als Kontrollschüssel. Da auch eine Quecksilberbestimmung durchgeführt werden sollte, wurde die Probe bei 45°C eine Woche lang getrocknet. Bei dieser Temperatur wurde sichergestellt, dass das leichtflüchtige Quecksilber nicht verdampft und es zu keinem Minderbefund kommt.

Anschließend erfolgte die Siebung (4 mm bzw. 2 mm) der Probe, damit die Störstoffe wie Glas, Metalle, Steine usw. aussortiert werden konnten. Störstoffe wurden abgewogen und wurden mit der Rückstellprobe zehn Jahre lang aufbewahrt. Bei der Ergebnisermittlung der chemischen Analysen wurden die ermittelten Ergebnisse „störstoffkorrigiert“, d.h. die Ergebnisse wurden auf die Original Substanz inklusive Störstoffe umgerechnet.

Proben werden in der Regel auf 0,5 mm herunter gemahlen, da aber die Probe eine ölig - pastöse Zusammensetzung in der Regel aufwies und dies zur Bildung von Verstopfungen führen konnte, wurde die Probe auf 1 mm zerkleinert.

Aus der zerkleinerten Probe wurde mittels „Viertel - Methode“ die Laborprobe hergestellt. Der Rest wurde als Rückstellprobe archiviert.

### 7.3 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der Fraktionen < 30 mm bzw. 30-60 mm sollte zeigen, welche Qualitäten in den Abfällen, die eigentlich der thermischen Verwertung zugefügt werden, enthalten sind. Eine Bewertung der Qualitäten erfolgte anhand der Gegenüberstellung zu den 80-er Perzentil Grenzwerten aus der neuen Novelle zur Abfallverbrennungsverordnung 2009. [29] Dafür wurden die mg/kg TS - Messwerte in mg/MJ TS umgerechnet.

Mit den violett gefärbten Kästchen, in der Zeile mit Blei, wird angedeutet, dass der Analysewert dem Grenzwert nahe liegt. Die rot gefärbten Kästchen, in der Zeile mit Cobalt, Quecksilber, Blei, Nickel und Chrom ges., wird der Grenzwert überschritten.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse der Fraktion < 30 mm werden dem 80-er Perzentil Grenzwerten für Ersatzbrennstoffe beim Einsatz in Zementanlagen gegenübergestellt (vgl. Tabelle 14). [29, S. 14]

Tabelle 14: Ergebnisse der chemischen Analysen, Fraktion < 30 mm

		P1: 0217-10 / 12.04.2010		Fraktion 0-30 mm				
Parameter	Kurzbez.	Messwert	+/- Abweichung	worst case	Einheit	Normalwert	Gw 80-er P	worst case
Brennwert	Ho	18.800	260	19.060	kJ/kg TS	mg/MJ TS		
Trockenrückstand	TS	77,8			%			
Heizwert	Hu	17.300	240	17.540	kJ/kg TS			
Heizwert	Hu	13.000	190	13.190	kJ/kg OS			
Antimon	Sb	21,3	1,4	22,7	mg/kg TS	1,23	10	1,31
Arsen	As	17,2	1,3	18,5	mg/kg TS	0,99	3	1,07
Blei	Pb	570	70	640	mg/kg TS	32,95	36	36,99
Cadmium	Cd	1,35	0,09	1,44	mg/kg TS	0,08	0,46	0,08
Chrom ges.	Cr	280	15	295	mg/kg TS	16,18	37	17,05
Cobalt	Co	52	1,2	53,2	mg/kg TS	3,01	2,7	3,08
Nickel	Ni	101,5	1,4	102,9	mg/kg TS	5,87	18	5,95
Quecksilber	Hg	7,43	0,14	7,57	mg/kg TS	0,43	0,15	0,44
Kupfer	Cu	590	70	660	mg/kg TS	34,10		38,15
Zink	Zn	3.300	150	3.450	mg/kg TS	190,75		199,42
Chlor in Feststoffen	Cl	3.200	300	3.500	mg/kg TS	184,97		202,31
Gesamter Kohlenstoff	TC	40,64			% TS			
Biogener C-Anteil	xBTC	36,5			%			
Biogener C-Gehalt	xB	14,8			%			
		P2: 0224-10 / 19.04.2010		Fraktion 0-30 mm				
Parameter	Kurzbez.	Messwert	+/- Abweichung	worst case	Einheit	Normalwert	Gw 80-er P	worst case
Brennwert	Ho	15.300	240	15.540	kJ/kg TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS
Trockenrückstand	TS	82,7			%			
Heizwert	Hu	14.100	220	14.320	kJ/kg TS			
Heizwert	Hu	11.300	190	11.490	kJ/kg OS			
Antimon	Sb	11,7	0,5	12,2	mg/kg TS	0,83	10	0,87
Arsen	As	57	6	63	mg/kg TS	4,04	3	4,47
Blei	Pb	165	28	193	mg/kg TS	11,70	36	13,69
Cadmium	Cd	0,9		1	mg/kg TS	0,06	0,46	0,07
Chrom ges.	Cr	820	60	880	mg/kg TS	58,16	37	62,41
Cobalt	Co	43	7	50	mg/kg TS	3,05	2,7	3,55
Nickel	Ni	540	25	565	mg/kg TS	38,30	18	40,07
Quecksilber	Hg	3,12	0,21	3,33	mg/kg TS	0,22	0,15	0,24
Kupfer	Cu	10.200	180	10.380	mg/kg TS	723,40		736,17
Zink	Zn	1.500	80	1.580	mg/kg TS	106,38		112,06
Chlor in Feststoffen	Cl	2.800	300	3.100	mg/kg TS	198,58		219,86
Gesamter Kohlenstoff	TC	34,23			% TS			
Biogener C-Anteil	xBTC	36,5			%			
Biogener C-Gehalt	xB	12,5			%			

Die Probe P1 bezeichnet die Probe, die in der ersten Probenahmewoche hergestellt wurde, die Probe P2, jene aus der zweiten Woche.

Wie aus der oberen Tabelle 14 zu erkennen, liegen die Hälfte der Analysewerte der Fraktion < 30 mm über dem Grenzwert. Besonders ist auf die Stoffe Cobalt und Quecksilber zu achten, da sie in beiden Proben über dem Grenzwert liegen. Aufgrund der Leichtflüchtigkeit des Quecksilbers, besteht die Möglichkeit, dass durch die Wärmeentwicklung beim Zerkleinerungsvorgang, ein gewisser Anteil in die Atmosphäre verdampft ist. Zusätzlich wird ein Anteil des Quecksilbers, der z.B. Metallen anhaftet, durch die Metallabscheidung ausgeschieden und gelangt somit nicht mehr in die fertigen Produkte. All diese Annahmen deuten darauf hin, dass in den Werkstättenabfällen größere Mengen an diffus verteiltem Quecksilber zu finden sind. Weiters ist ersichtlich, dass der Heizwert trotz dem hohen Anteil an Kohlenwasserstoffen, im Bereich zw. 12 – 13 MJ/kg OS liegt.

Die Fraktion 30-60 mm schneidet deutlich besser als die Fraktion < 30 mm ab (vgl. Tabelle 15), obwohl es auch hier zu Grenzwertüberschreitungen bei Cobalt, Quecksilber, Arsen und Antimon kommt. Aus der Tatsache heraus, dass die deutliche Grenzwertüberschreitungen vorliegen, müssen beide Fraktionen weiteren Untersuchungen unterzogen werden. Es gilt die Quellen der Schadstoffe im Input-Material zu finden. Mögliche Quellen für die Schadstoffe könnten u.U. Ölfiltern sowie Putzlappen sein.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse der Fraktion 30-60 mm werden den 80-er Perzentil Grenzwerten für Ersatzbrennstoffe beim Einsatz in sonstige Mitverbrennungsanlagen gegenübergestellt (vgl. Tabelle 15). [29, S. 15]



Tabelle 15: Ergebnisse der chemischen Analysen, Fraktion 30-60 mm

		P1: 0218-10 / 12.04.2010		Fraktion 30-60 mm				
Parameter	Kurzbez.	Messwert	+/- Abweichung	worst case	Einheit	Normalwert	Gw 80-er P	worst case
Brennwert	Ho	23.300	600	23.900	kJ/kg TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS
Trockenrückstand	TS	80,3			%			
Heizwert	Hu	21.400	500	21.900	kJ/kg TS			
Heizwert	Hu	16.700	400	17.100	kJ/kg OS			
Antimon	Sb	22,6	0,8	23,4	mg/kg TS	1,06	10	1,09
Arsen	As	21,1	1,8	22,9	mg/kg TS	0,99	1,5	1,07
Blei	Pb	240	40	280	mg/kg TS	11,21	27	13,08
Cadmium	Cd	2,1	0,4	2,5	mg/kg TS	0,10	0,34	0,12
Chrom ges.	Cr	250	18	268	mg/kg TS	11,68	28	12,52
Cobalt	Co	53	5	58	mg/kg TS	2,48	1,6	2,71
Nickel	Ni	112	40	152	mg/kg TS	5,23	12	7,10
Quecksilber	Hg	5,62	0,06	5,68	mg/kg TS	0,26	0,15	0,27
Kupfer	Cu	514	60	574	mg/kg TS	24,02		26,82
Zink	Zn	2.790	20	2.810	mg/kg TS	130,37		131,31
Chlor in Feststoffen	Cl	5.400	1.300	6.700	mg/kg TS	252,34		313,08
Gesamter Kohlenstoff	TC	46,62			% TS			
Biogener C-Anteil	xBTC	39,8			%			
Biogener C-Gehalt	xB	18,6			%			
		P2: 0224-10 / 19.04.2010		Fraktion 30-60 mm				
Parameter	Kurzbez.	Messwert	+/- Abweichung	worst case	Einheit	Normalwert	Gw 80-er P	worst case
Brennwert	Ho	23.200	600	23.800	kJ/kg TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS	mg/MJ TS
Trockenrückstand	TS	84,3			%			
Heizwert	Hu	21.400	600	22.000	kJ/kg TS			
Heizwert	Hu	17.700	500	18.200	kJ/kg OS			
Antimon	Sb	16,8	0,7	17,5	mg/kg TS	0,79	10	0,82
Arsen	As	44	4	48	mg/kg TS	2,06	1,5	2,24
Blei	Pb	171	11	182	mg/kg TS	7,99	27	8,50
Cadmium	Cd	0,9		1	mg/kg TS	0,04	0,34	0,05
Chrom ges.	Cr	760	50	810	mg/kg TS	35,51	28	37,85
Cobalt	Co	26,29	1,13	27,42	mg/kg TS	1,23	1,6	1,28
Nickel	Ni	300	50	350	mg/kg TS	14,02	12	16,36
Quecksilber	Hg	3,98	0,15	4,13	mg/kg TS	0,19	0,15	0,19
Kupfer	Cu	2.900	113	3.013	mg/kg TS	135,51		140,79
Zink	Zn	1.500	116	1.616	mg/kg TS	70,09		75,51
Chlor in Feststoffen	Cl	3.900	300	4.200	mg/kg TS	182,24		196,26
Gesamter Kohlenstoff	TC	45,53			% TS			
Biogener C-Anteil	xBTC	40,4			%			
Biogener C-Gehalt	xB	18,4			%			

Die Prüfberichte der vier Laborproben wurden vom Labor für Nachhaltige Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik herausgegeben und sind aus dem Anhang D (vgl. Abbildungen 5-8) zu entnehmen.

## 7.4 Sortieranalyse der durch die Metallabscheidung gewonnenen Metallfraktionen

Ein zentraler Schritt zur Aufbereitung von Werkstättenabfällen stellt den Einsatz von Metallabscheidern dar. Der erste Metallabscheider bei der Splittinganlage für gefährliche Abfälle befindet sich nach dem Schritt der Zerkleinerung, wo sichergestellt werden soll, dass die Werkstättenabfälle von Metallen soweit wie möglich befreit werden. Durch die erste Entfernung der Metalle aus den Abfällen soll nicht nur der Eingang der Metalle in das Sieb und in weiterer Folge in die Output-Fraktion vermieden werden, sondern auch der Siebverschleiß und die Verstopfung des Siebes verhindert werden. Aus den Versuchen und der Anlagenbilanzierung ist ersichtlich, dass der erste Metallabscheider mit einem

Abscheidegrad von ca. 97,8% den Großteils der in Input-Fraktion enthaltenen Metalle, die durch die Metallabscheidung abtrennbar sind, heraus bekommt. Der zweite Metallabscheider dient der Abtrennung von Metallen, die in der Fraktion 30-60 mm noch vorhanden sind, d.h. die vom ersten Metallabscheider nicht erfasst wurden. Er trennt somit kleinere Mengen (ca. 2,2%) an Metallen ab. Besonders die Rückgewinnung von Metallen aus den Abfällen ist ein lukratives Geschäft, das sich auch positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage auswirkt.

Die Menge der Metallfraktion für die Sortieranalyse wurde mittels „Zufallsprinzip“ ermittelt. Dabei wurden zwei Kunststoffboxen in die großen Metallauffangboxen gestellt und über den Tag anfallende Menge an Metallen gesammelt. Die Sammlung erfolgte über fünf Tage (Freitag, 9.4.2010 bis Donnerstag, 15.4.2010). Beim ersten Metallabscheider wurde dadurch eine Menge von ca. 28.5 kg und beim zweiten von ca. 21 kg an Metallen generiert.

Ziel der Sortieranalyse war die Ermittlung der folgenden in Abbildung 26 dargestellten Fraktionen (Metalle < 30 mm (a), Metalle 30-60 mm (b), Metalle 60-100 mm (c), Metalle > 100 mm (d), Drähte (e), Drähte und Filtersiebteile mit Anhaftungen (f), Blech (g), Anhaftungen/Fehlwürfe (h) und die Störstoffe (i)). Weiters sollten die Unterschiede in den Qualitäten bei den anfallenden Fraktionen beider Abscheider dargestellt werden.

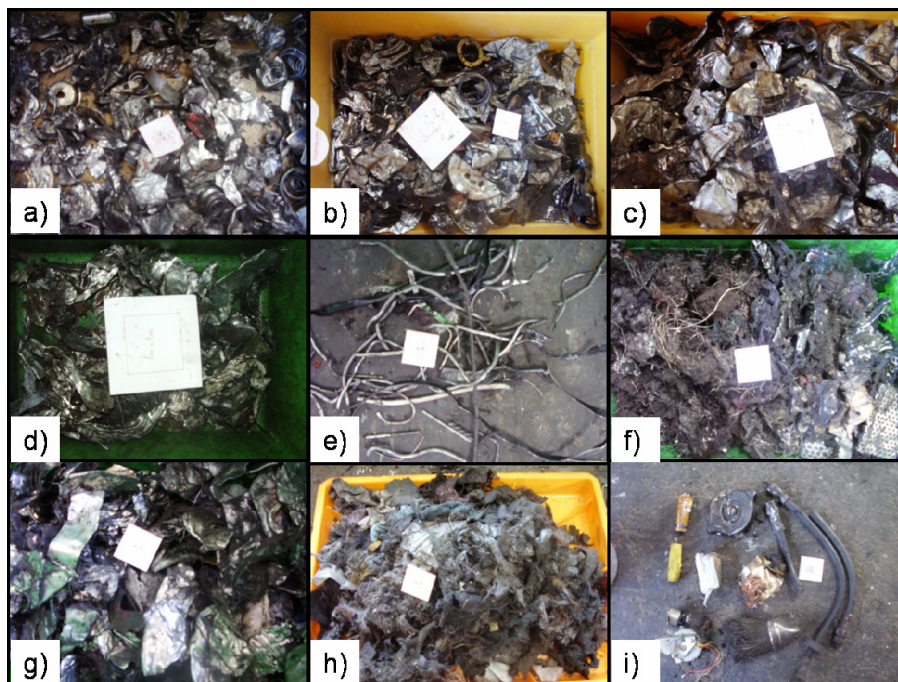


Abbildung 26: Sortieranalyse - Metalle

Bei der Gegenüberstellung der Auswürfe beider Metallabscheider, wie aus Abbildung 27 ersichtlich, sind nur die Metallfraktion 60-100 mm und Metallfraktion > 100 mm miteinander vergleichbar. Auffallend ist, dass der größte Anteil der Metallfraktion > 100 mm aus flächigen Metallteilen (2D-Fraktion) besteht. Die Metallfraktion < 30 mm sowie die Störstoffe kommen in der Metallfraktion des zweiten Metallabscheider nicht vor. Dies ist auf den Vorgang der

Siebung, wo die kleineren Metallteile aufgrund höherer Dichte in die Fraktion < 30 mm gelangen, zurückzuführen. Bei den Fraktionen Blech und Anhaftungen/Fehlwürfe ist eine gute Vereinzelung des Materials am Förderband wichtig um eine gute Materialausbringung beim ersten Magnetabscheider zu erzielen. Weiters werden durch den Vorgang der Siebung die metallischen Teile von den Verunreinigungen (Anhaftungen) befreit, was sich positiv auf zweiten Metallabscheider auswirkt.

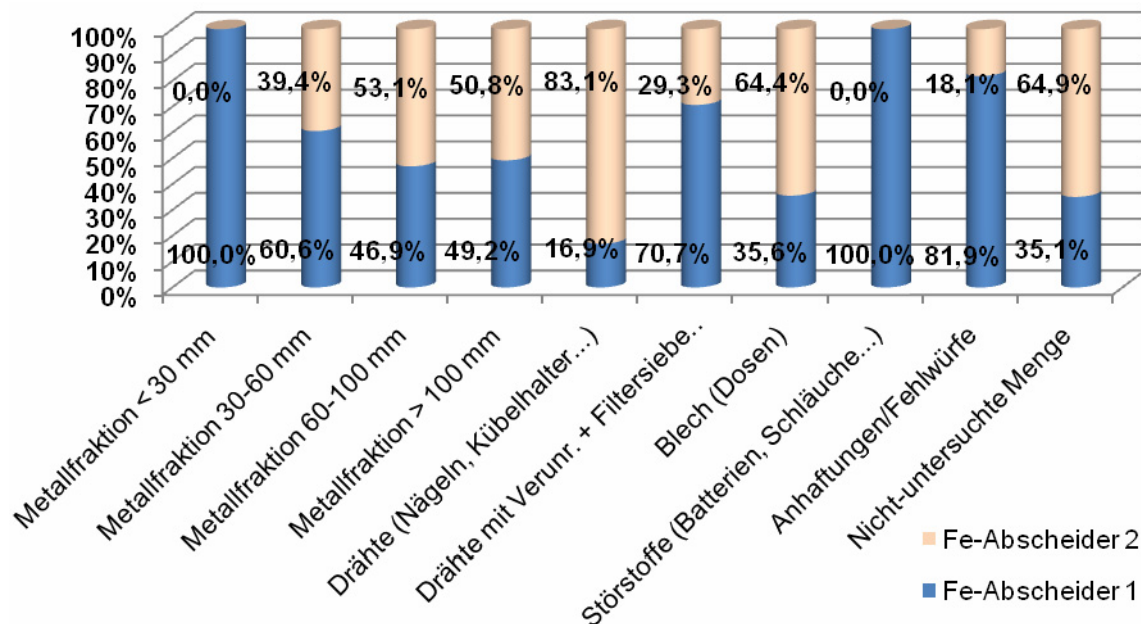


Abbildung 27: Direkter Vergleich der Fraktionen der beiden Metallabscheider

Wie aus folgender Abbildung 28 ersichtlich, unterscheiden sich die Qualitäten der Metallfraktionen beider Metallabscheider, wobei besonders die Reinheit, das Fehlen von Störstoffen und < 1% Verunreinigungen zu beachten sind. Die Metallfraktion des zweiten Metallabscheiders ist wesentlich kleiner als die des ersten.

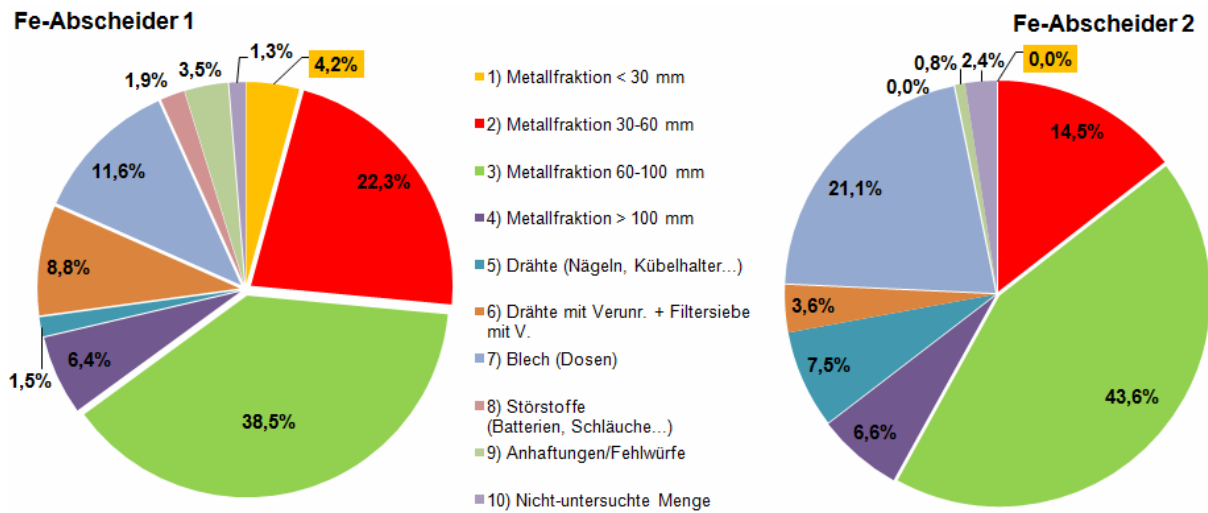


Abbildung 28: Verteilung der Fraktionen der einzelnen Metallabscheider

## 8 Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse der Massen- und Energiebilanz sowie Klimarelevanz zeigen gegenwärtige Situation mit Vor- und Nachteilen einzelner Anlagen und beider Szenarien.

### 8.1 Massenbilanz

In den zwei Wochen während der Probenahme, wurden **135.855 kg** Werkstättenabfälle behandelt. Die gesamte Auswertung der Massen-, Energiebilanzen und Klimarelevanz bezieht sich auf diese Menge an Werkstättenabfälle.

Die Splittinganlage bereitet Werkstättenabfälle in verschiedene Fraktionen auf, diese können anschließend in anderen Anlagen stofflich bzw. thermisch eingesetzt werden.

Aus der untenstehenden Abbildung 29 und Abbildung 30 ist deutlich ersichtlich, dass in den Werkstättenabfällen sehr viele Wertstoffe enthalten sind. Der Output an Störstoffen macht einen fast vernachlässigbaren geringen Anteil im Vergleich zum Input aus.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Aufbereitung der Werkstättenabfälle einen wichtigen Schritt zur Produktwirtschaft und zur „Zero-Waste Wirtschaft“ beitragen kann. Die Aufbereitung an sich hat ein sehr großes Zukunftspotenzial, insbesondere was die stoffliche Verwertung in der Abfallwirtschaft betrifft.

Da in dieser Arbeit die beiden Szenarien im Bereich der Massenbilanz nicht direkt verglichen werden, muss trotzdem erwähnt werden, dass durch die Aufbereitung der Werkstättenabfälle in der Splittinganlage die Metalle nicht deponiert sondern verwertet werden, da die Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide, wie bereits erklärt, keine Metallabscheidung der Schlacke durchführt, sondern nur eine Siebung der Schlacke. Weiters ist ersichtlich, dass aus einer Tonne Werkstättenabfälle nach der Aufbereitung und dem Einsatz in weiteren Anlagen nur ca. 13% bzw. 130 kg Schlacke (25% an Schlacke aus Müllverbrennungsanlage WSO Lenzing, vgl. Abbildung 30) auf der Deponie landen. Im Vergleich zur Sondermüllverbrennung, wo ca. 34% bzw. 340 kg an Schlacke (ca. 12% Metalle plus 25% vom Rest) mit u.U. wertvollen Metallen auf der Deponie landen. Verhältnis beträgt ungefähr 2,6:1.

Die Abweichungen der Zahlen in den Abbildungen sind auf Rundungsfehler zurückzuführen. Die Massen- bzw. Energieverluste während der Prozesse werden nicht berücksichtigt.

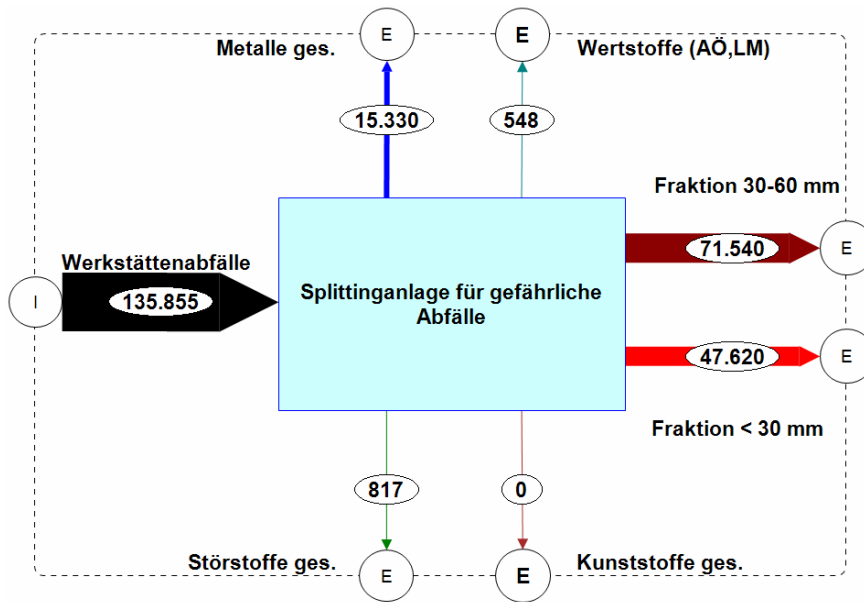


Abbildung 29: Massenbilanz [kg] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

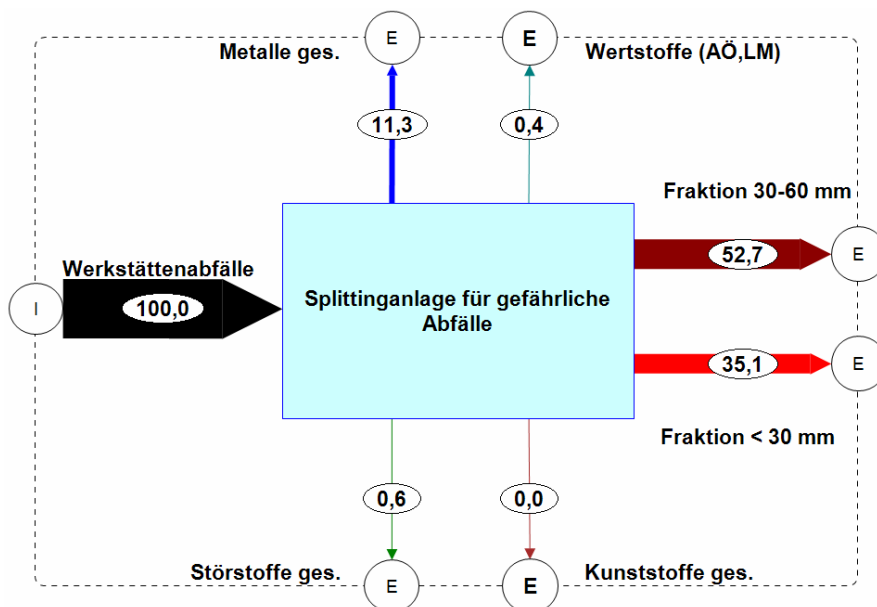


Abbildung 30: Transferkoeffizienten [%] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

In der Abbildung 31 sind die Transferkoeffizienten aller Arbeitsschritte der Splittinganlage wiedergegeben. Weiters ist ersichtlich, dass der Einsatz von Fe - Metallabscheider 2 sinnvoll ist. Obwohl die Metallabscheidung mit dem Fe - Metallabscheider 1 den größten Teil der Metalle aus den Werkstättenabfällen aussortiert, können trotzdem nicht alle Metalle aus den Abfällen entfernt werden. Nach dem Schritt der Siebung sind die Metalle im Abfall besser aufgeschlossen und können problemlos durch Fe - Metallabscheider 2 aussortiert werden.



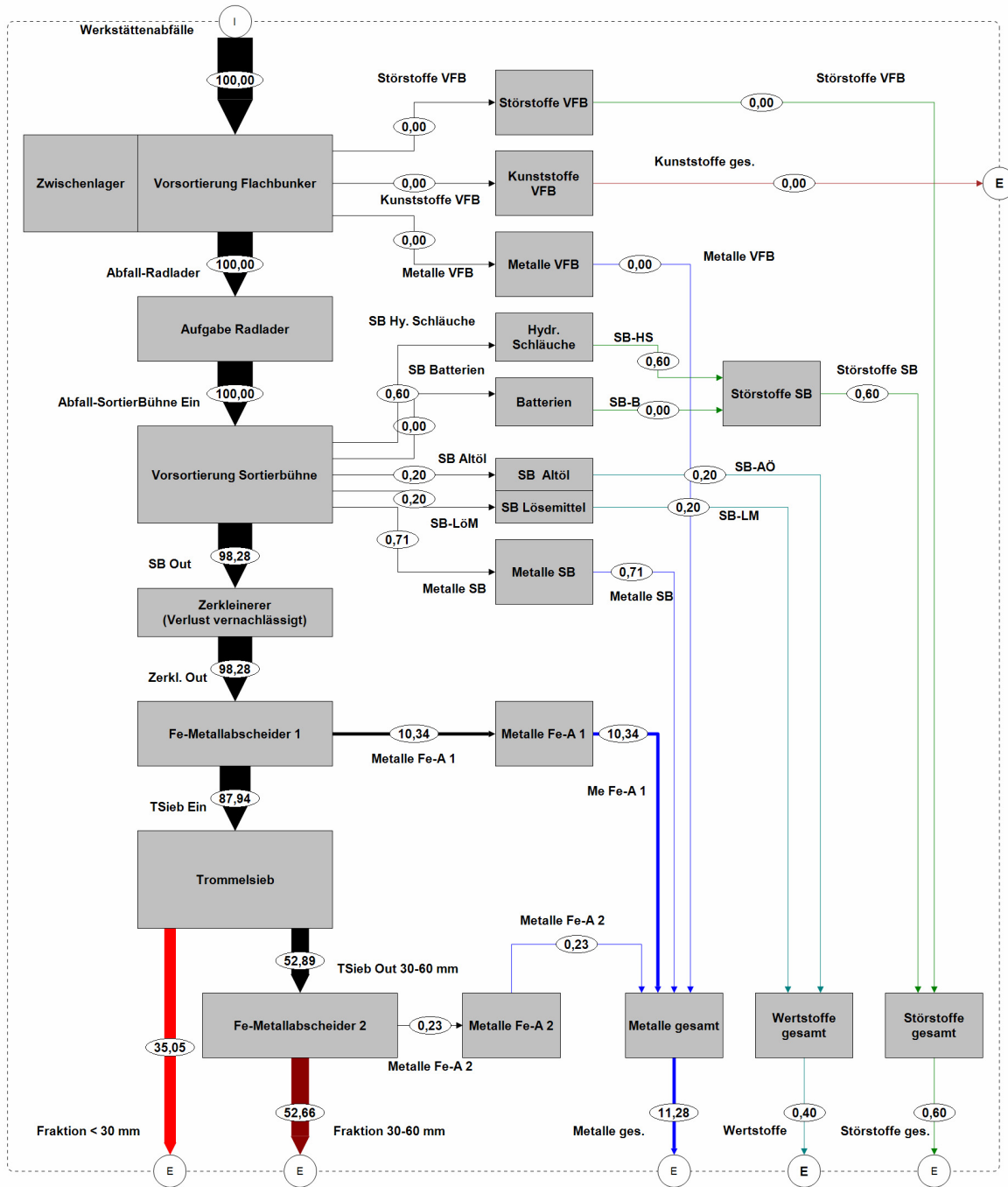


Abbildung 31: Transferkoeffizienten [%] aller Flüsse in der Splittinganlage für gefährliche Abfälle



## 8.2 Energiebilanz

Die Energiebilanz wird einerseits für die Splittinganlage und andererseits für beide Szenarien ermittelt. Dabei werden die Energieinhalte und die Transferkoeffizienten der Energien dargestellt.

### 8.2.1 Energiebilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

135.855 kg Werkstättenabfälle haben einen Energieinhalt von **612.443 kWh** bzw. ca. **2,2 Mio. MJ**. Daraus kann wiederum auf 4,5 kWh/kg bzw. 16,2 MJ/kg umgerechnet werden. Aus diesen Energieinhalten heraus könnten rein rechnerisch ca. 920 Mg Zement hergestellt werden. Aufgrund dieser Zahlengröße, lässt sich erkennen, dass die Werkstättenabfälle einen sehr hohen Energiegehalt besitzen und wenn diese Energie sinnvoll eingesetzt wird, große Mengen an fossilen Brennstoffen eingespart werden können. Mit dem Energieinhalt einer Tonne Werkstättenabfälle können rein rechnerisch 577 kg Steinkohle substituiert werden.

Aus den folgenden Abbildungen (vgl. Abbildung 32 und Abbildung 33) ist deutlich zu erkennen, dass in den Werkstättenabfällen sehr großen Mengen an Energie stecken. Betrachtet man nur die Menge an Energie, die im Altöl bzw. Lösungsmittel steckt, könnte der gesamte Energieverbrauch der Anlage an Strom und Diesel substituiert werden. Dies bedeutet, dass ungefähr jede Tonne Werkstättenabfälle den gesamten Strom- und Dieselverbrauch allein durch das vorhandene Altöl und Lösungsmittel energetisch ersetzen würde.

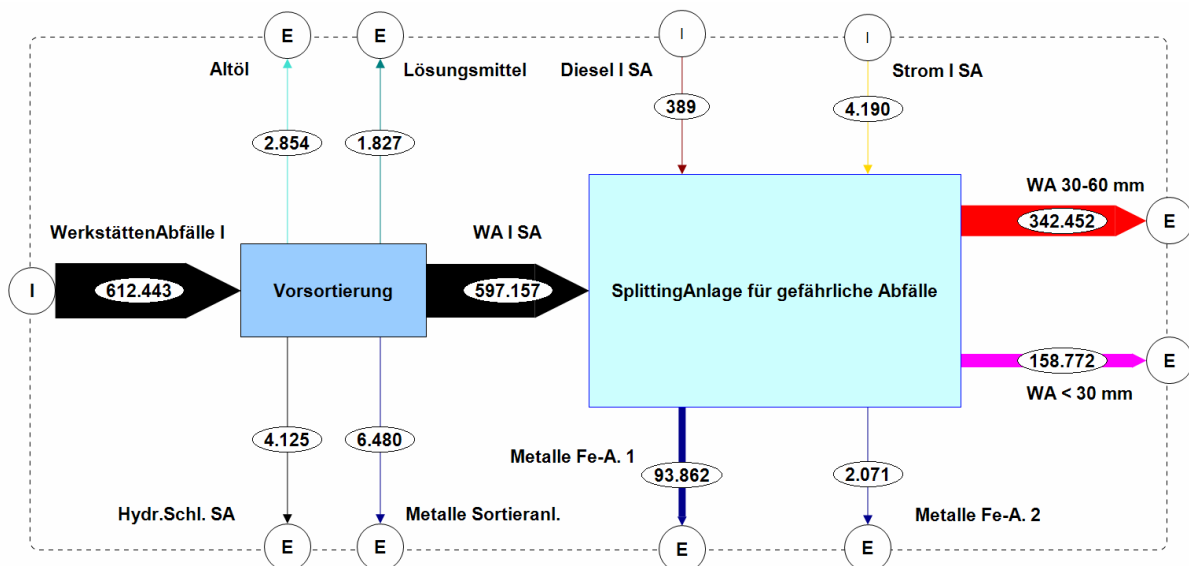


Abbildung 32: Energiebilanz [kWh] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

Weiters ist aus den beiden Abbildungen ersichtlich, dass durch die Erfassung und Auswertung der Metalle (Sekundärprodukt) die natürlichen Ressourcen (Erzlagerstätten)

geschont werden können und auch Energie im Vergleich zur Primärerzeugung eingespart werden kann.

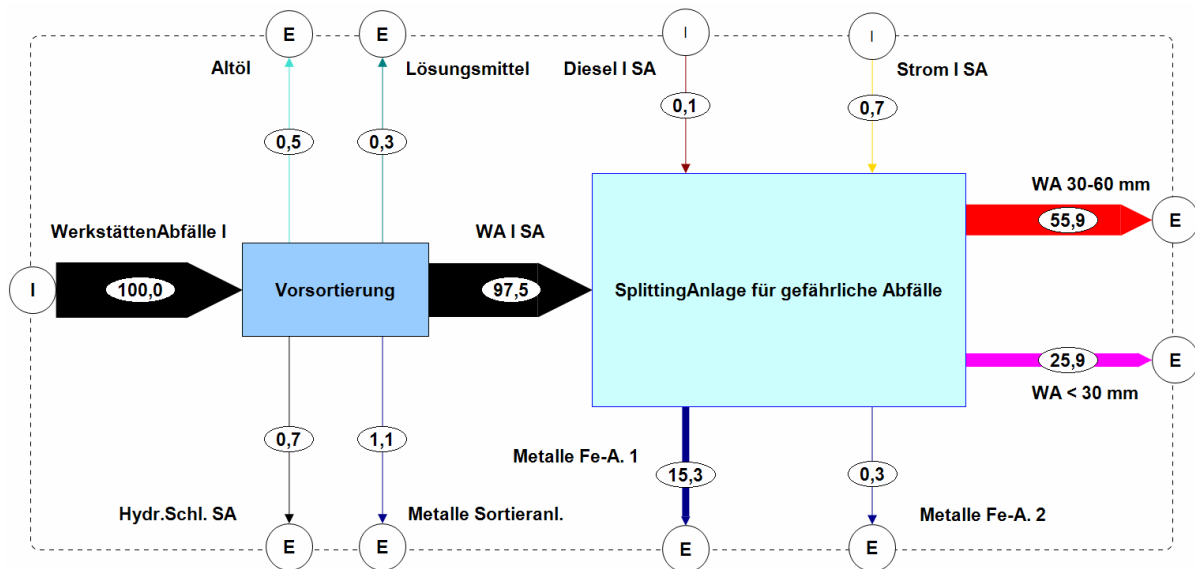


Abbildung 33: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

## 8.2.2 Energiebilanz der Szenarien

Durch die Darstellung der Energiebilanz der einzelnen Szenarien erfolgt eine direkte Gegenüberstellung der Energiemengen, die in den Anlagen verbraucht bzw. erzeugt werden.

### 8.2.2.1 Energiebilanz des Szenario 1

Wie bereits erwähnt, beträgt der Energieinhalt der Werkstättenabfälle rd. **612.500 kWh** der zu 99% in die Verwertung geht. Der nicht verwertbare 1% - Anteil an Energie, die nicht verwertet werden kann, liegt in den Hydraulischen Schläuchen, welche von der SDAG direkt in die Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide zur thermischen Beseitigung gehen.

Der Energie aus den Werkstättenabfällen müssen zusätzlich **158.536 kWh** an Energie aus verschiedenen Quellen im Szenario 1 zugeführt werden. Dies bedeutet einen Gesamtenergieeinsatz im Szenario 1 von rd. **771.000 kWh**.

In der folgenden Abbildung 34 sind alle Energieflüsse wiedergegeben. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass im Zementwerk der sog. Fluss „Zement“ nicht energetisch ausgewertet wurde. Durch den Einsatz der Energie im Zementwerk werden rd. 208 Tonnen Zement erzeugt, welche nicht dargestellt sind.

Durch die Aufbereitung der Abfälle und den Einsatz in den weiteren Anlagen werden rd. **511.000 kWh** unterschiedlicher Energie erzeugt.

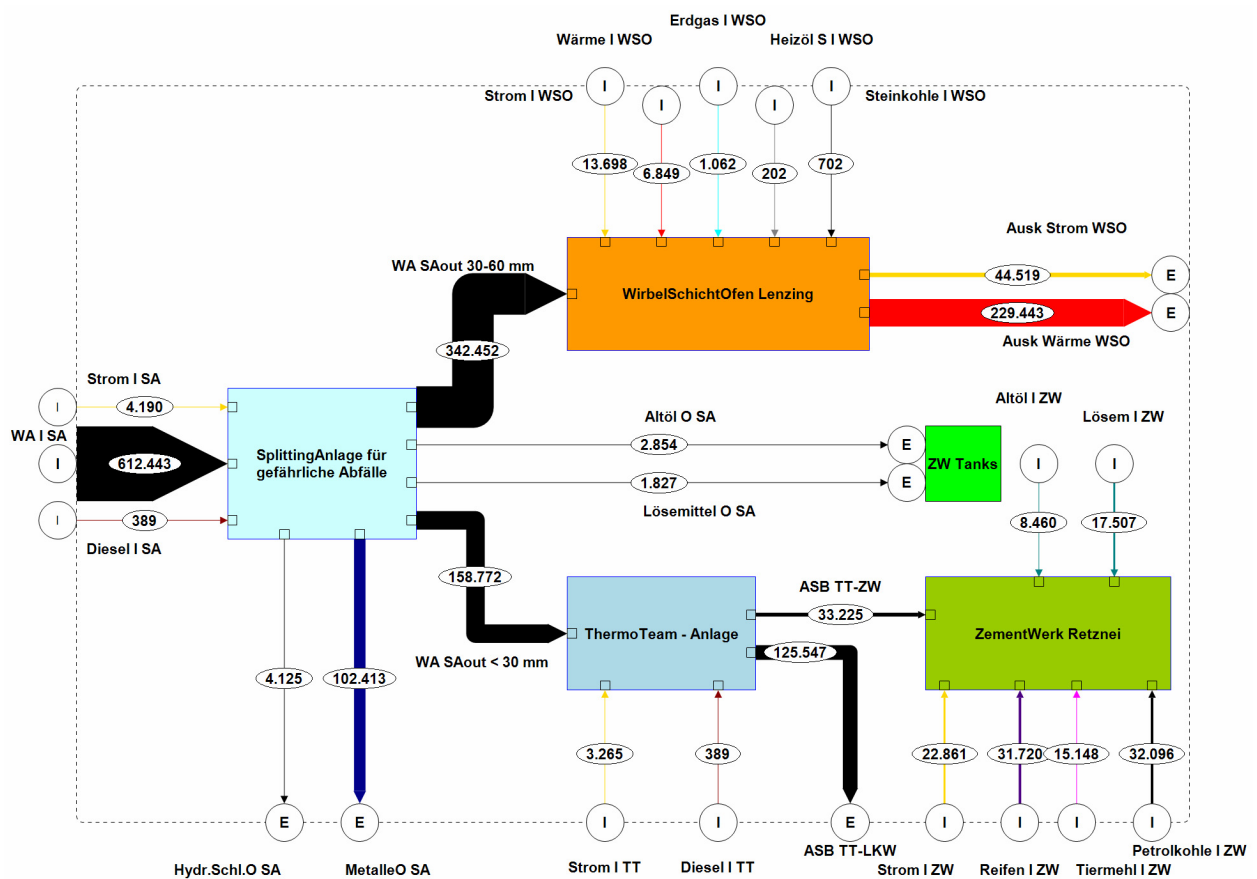


Abbildung 34: Energiebilanz [kWh] für das Szenario 1

Aus den Ergebnissen des Szenarios 1 lässt sich erkennen, dass die Aufbereitung und die anschließende thermische Verwertung der Abfälle einen positiven Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz haben.

Aus Abbildung 35 sind die Transferkoeffizienten der Energiebilanz für das Szenario 1 zu entnehmen. Die Transferkoeffizienten sind auf den Energieinhalt der Werkstättenabfälle bezogen.

Folgende Aussagen können aus den dargestellten Daten abgeleitet werden:

- Strom: 7,1% Verbrauch, 7,3% Erzeugung
- gesamter Brennstoffverbrauch: 17,7%
- Energiegewinnung durch Sekundärmetalleinsatz: 16,7%
- Wärmegewinnung: 37,5%

Alle diese Aussagen ergeben ein sehr positives Bild für das Szenario 1, wobei noch einmal angedeutet werden muss, dass es sich hier um die Aufbereitung und Verwertung von **gefährlichen Abfälle** handelt.

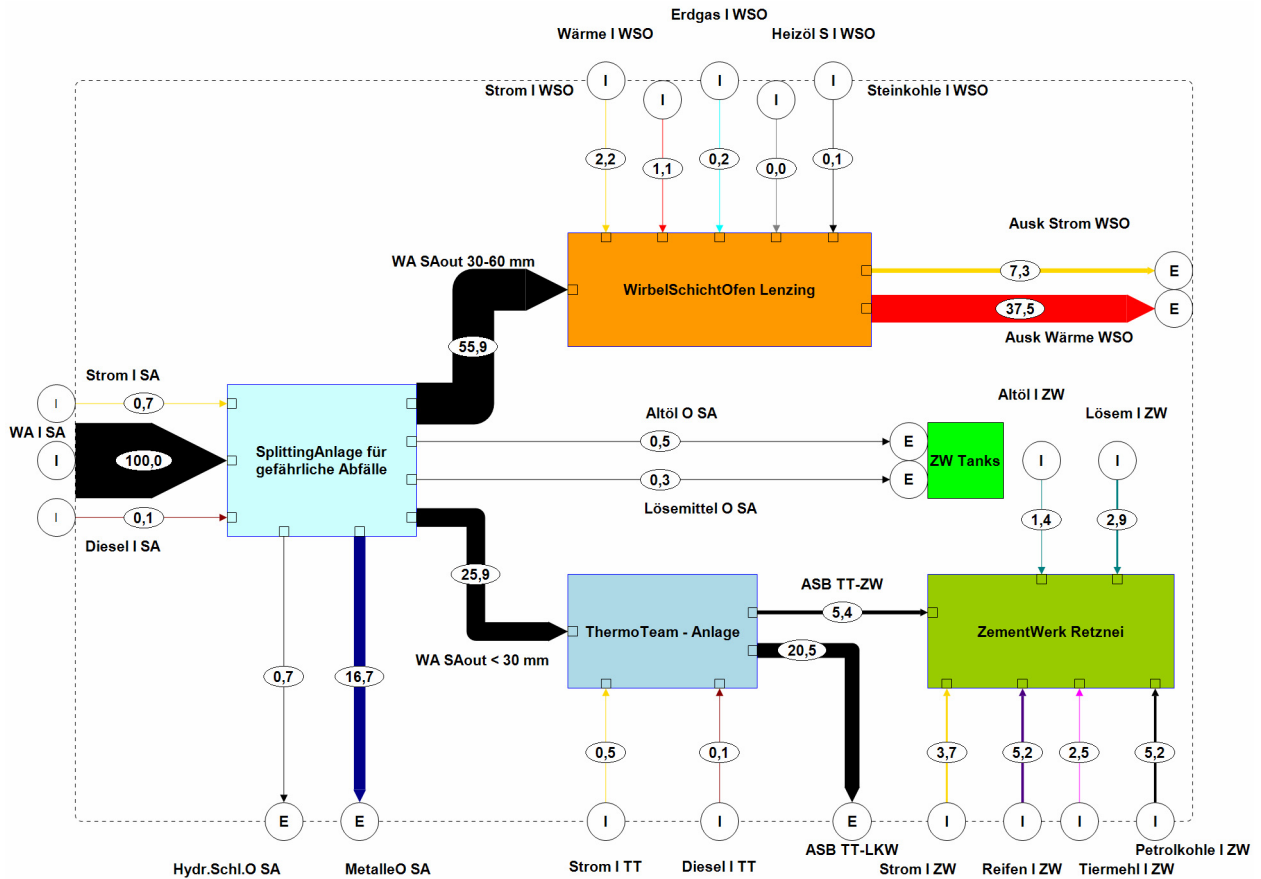


Abbildung 35: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz für das Szenario 1

### 8.2.2.2 Energiebilanz des Szenario 2

Wie aus der untenstehenden Abbildung 36 ersichtlich, handelt es sich bei dem Verfahren um eine reine Abfallbeseitigung im Drehrohrofen.

Somit müssen zu der Energie aus den Werkstättenabfällen zusätzlich rd. **79.000 kWh** an Energie aus unterschiedlichen Quellen (z.T. auch aus fossilen Energieträgern) eingesetzt werden.

Eine ganz wichtige Tatsache ist noch, dass 16,7% an Metallfraktion aus den Werkstättenabfällen (vgl. Abbildung 35) nach der thermischen Beseitigung in der Anlage Simmeringer Haide mit der Schlacke an der Deponie abgelagert und somit aus dem abfallwirtschaftlichen Bereich entfernt werden.

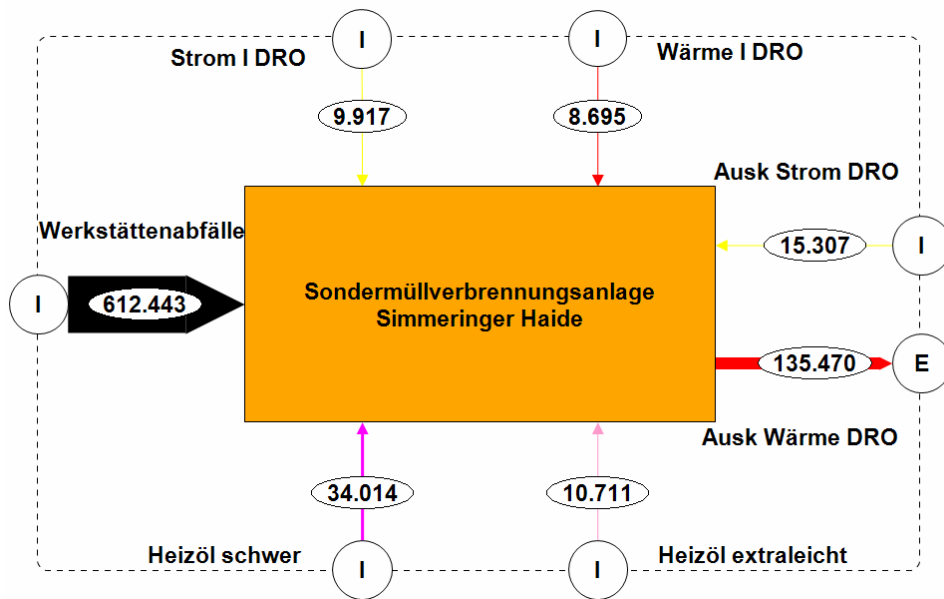


Abbildung 36: Energiebilanz [kWh] für das Szenario 2

In Abbildung 37 sind die Transferkoeffizienten der Energiebilanz für das Szenario 2 dargestellt. Metalle enthalten keine Energie, bei der Erzeugung (Primär-seitig) muss Energie zugeführt werden. Fallen Metalle auf der Sekundärseite (Recycling) an, si erspart man sich den Primären Aufwand (Energie) zu Erzeugung.

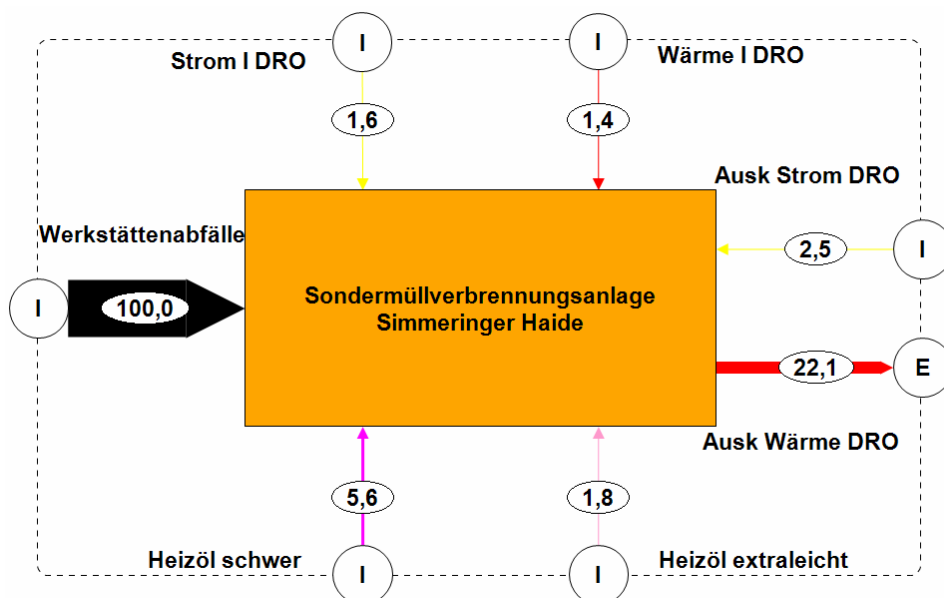


Abbildung 37: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz für das Szenario 2

### 8.2.2.3 Zusammenfassung der Energiebilanz der Szenarien und der einzelnen Anlagen

Aus den vorher erklärten Szenarien in Bezug auf die Energie ist deutlich ersichtlich, dass es sich dabei um unterschiedliche Ansätze mit unterschiedlichen Prioritäten was die Verwertung betrifft, handelt. Auf einer Seite gibt es Technologien und Lösungsansätze für eine bestmögliche Energieausnutzung und auf der anderen Seite wird durch die Verbrennung auf die Vernichtung der organischen Schadstoffe abgezielt.

Durch die vorangegangenen Auswertungen sind die Vorteile bzw. Nachteile beider Verfahren (Szenarien) ersichtlich. Werden Werkstättenabfälle einer fortlaufenden Kontrolle, die die Qualität des Materials sicherstellt, unterzogen, kann aus Sicht der Energiebilanz die mechanische Aufbereitung und anschließende thermische Nutzung einer Teilfraktion einen innovativen Lösungsweg in Zukunft darstellen. Im Großen und Ganzen, kann das Verfahren der SDAG als sehr innovativ und vorteilhaft im Vergleich zu einer Abfallbeseitigung im Drehrohren einer Sondermüllverbrennungsanlage bezeichnet werden.

In der Abbildung 38 sind zusammengefasst die Energiebilanzen der einzelnen Anlagen als auch der untersuchten Szenarien dargestellt. Da der Wirkungsgrad in jeder Anlage kleiner eins ist, sind somit die Verbräuche an Energien größer als die Erzeugungen. Trotz diesem schneidet das Szenario 1 mit mehr als 50% besser ab als das Szenario 2.

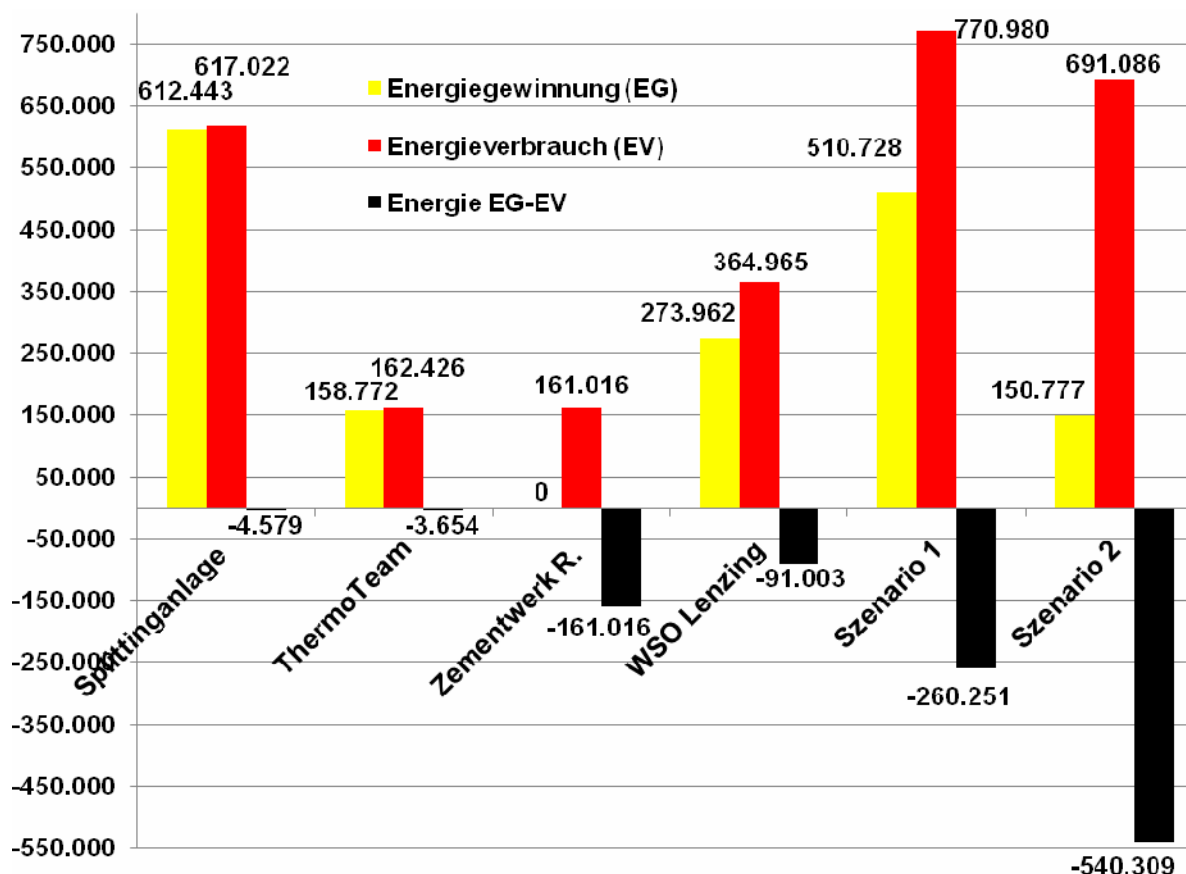


Abbildung 38: Zusammenfassung der Energiebilanz [kWh]

## 8.3 CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz

In der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz werden die Auswirkungen der klimarelevanten Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) aus den Abfällen, Brennstoffen, Energien (Strom, Wärme) usw. in Form von kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente dargestellt und bewertet.

### 8.3.1 CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle

**135.855 kg** Werkstättenabfälle beinhalten rd. **158.000 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente**. Wenn man eine direkte Gegenüberstellung der Kohle (135.855 kg beinhalten 366.710 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente), zur Fraktion < 30 mm (135.855 kg beinhalten 93.708 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente) und zur Fraktion 30-60 mm (135.855 kg beinhalten 112.290 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente) durchführt, ist ersichtlich wie groß die Einsparung an CO<sub>2</sub> - Äquivalente eigentlich ist. Aus dieser Tatsache heraus ist der Einsatz von Abfällen in einer der Verwertung vorgeschalteter Aufbereitungsstufe sinnvoll.

Die Aufteilung der CO<sub>2</sub> - Äquivalente aus den unterschiedlichen Materialien, die in der Splittinganlage verbraucht bzw. gewonnen werden, ist aus Abbildung 39 zu entnehmen.

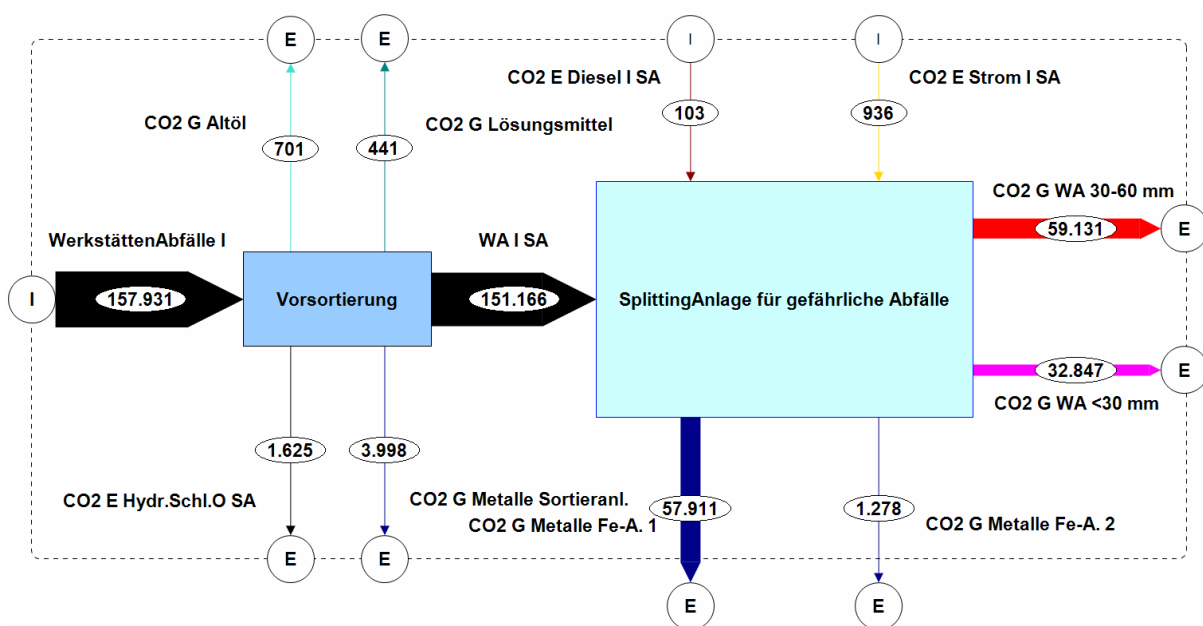


Abbildung 39: CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz [kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

Die Transferkoeffizienten bezogen auf die CO<sub>2</sub> - Äquivalente der Werkstättenabfälle sind in Abbildung 41 wiedergegeben.

Anhand der prozentuellen Aufteilung kann die Situation übersichtlich dargestellt werden. Durch die Aufbereitung zurückgewonnenen Metallfraktionen besitzen ein CO<sub>2</sub> - Einsparpotential von rd. 40% der eingesetzten Werkstättenabfälle. Somit bleiben am Ende

der Aufbereitung der Werkstättenabfälle eigentlich nur 20% an CO<sub>2</sub> - Emissionen über (vgl. Abbildung 40).

Die hydraulischen Schläuche gehen als direkte Emission in die CO<sub>2</sub> - Bilanz der Splittinganlage ein. Sie können keiner sinnvollen Verwertung zugeführt werden, sondern werden in der thermischen Beseitigung verbrannt. Da die Beseitigung in der Hierarchie weiter unten als die Verwertung gerückt ist, wird klimarelevantes CO<sub>2</sub> bei der Verbrennung gebildet.

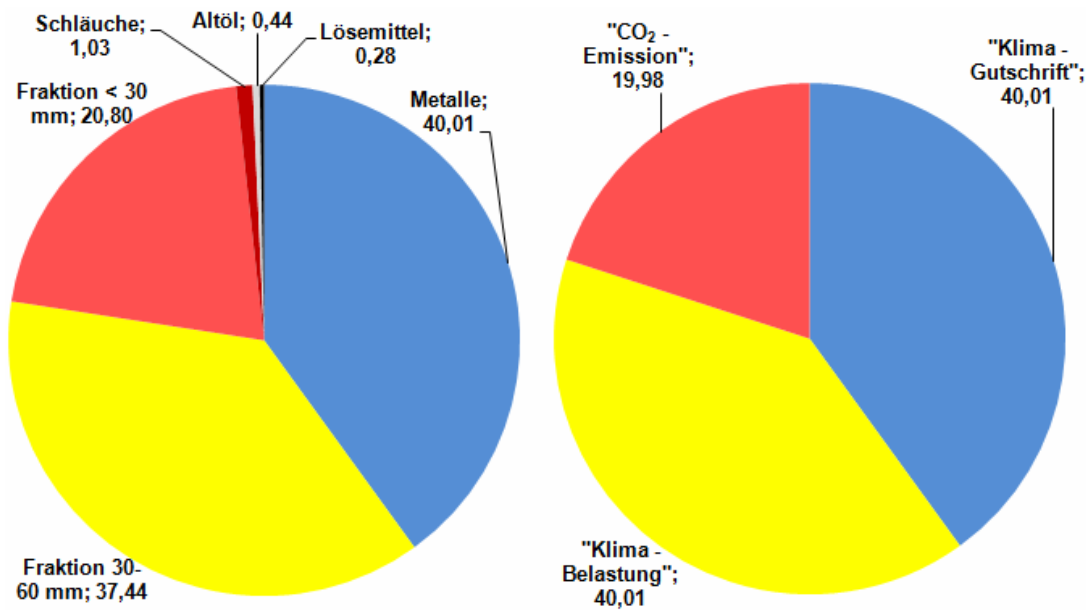


Abbildung 40: Gegenüberstellung „Klima - Gutschrift“ zu „CO<sub>2</sub> - Emission“

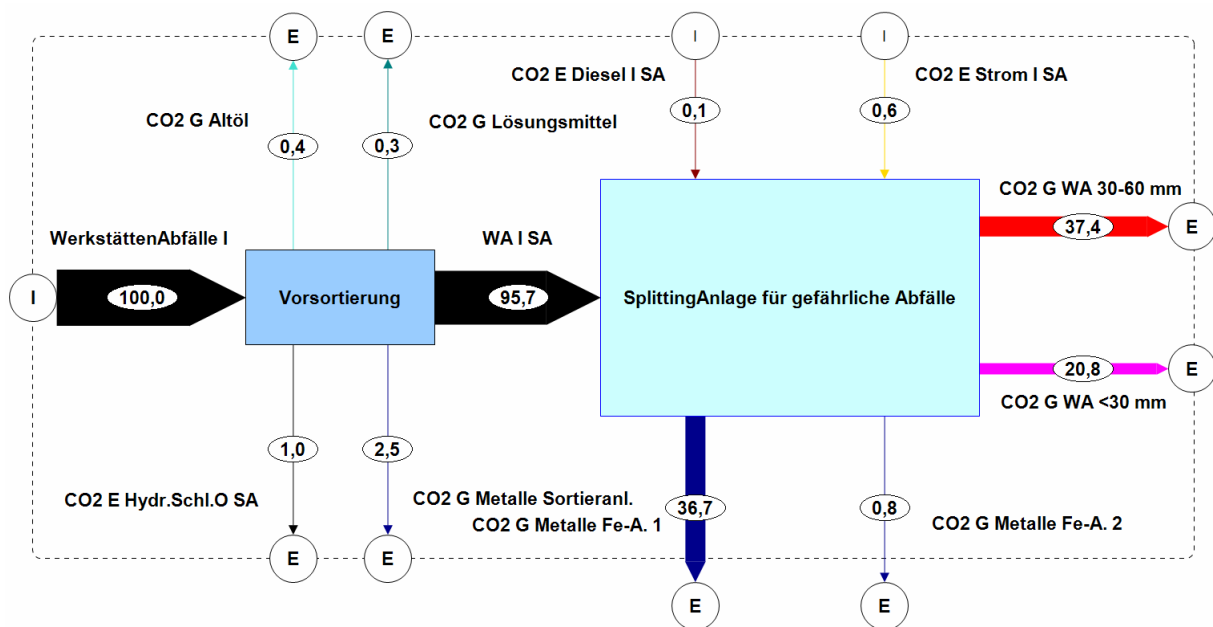


Abbildung 41: Transferkoeffizienten [%] der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle



## 8.3.2 CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz der Szenarien

CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz stellt einen direkten Vergleich der Umweltauswirkungen mit Vor- und Nachteilen beider Szenarien dar. Dazu wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse mit Gegenüberstellung der einzelnen Anlagen und Szenarien durchgeführt.

### 8.3.2.1 CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz des Szenario 1

Die Klimarelevanz des Szenario 1 ist aufgrund der vorgeschalteten Aufbereitung und energetischen Verwertung der Abfälle sehr positiv. Da aus den Werkstättenabfällen die gewonnenen „Klima - Gutschriften“ einen wichtigen positiven Effekt auf das Gesamtergebnis ausüben, ist die Aufbereitung ein entscheidender Faktor und somit die Schlüsselkomponente des Szenarios.

Die Zementmenge, die durch den Einsatz der Brennstoffe gewonnen wird, wurde im Bezug auf die Klimarelevanz nicht berücksichtigt. Durch diese Berücksichtigung, würde aber die Gesamtbilanz noch positiver ausfallen.

Weiters ist die thermische Verwertung bzw. Verbrennung in der Wirbelschichtanlage RVL Lenzing auch positiv anzusehen, da der Wirkungsgrad der Anlage sehr effektiv ist und die dadurch gewonnene Energie, die nicht aus fossilen Energieträgern stammt, einen Beitrag zu den „Klima - Gutschriften“ liefern.

Einen Überblick über alle CO<sub>2</sub> - Äquivalente, die im Szenario 1 als Emissionen emittiert bzw. als „Klima - Gutschriften“ gutgeschrieben werden, gibt Abbildung 42 wieder. Hier sind die Flüsse mit der Bezeichnung „CO<sub>2</sub> E ...“ als Emissionen, Bezeichnungen wie „CO<sub>2</sub> G ...“ als Gutschriften zu sehen. Im Szenario 1 entstehen somit **123.843 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente an Emissionen** und werden **133.666 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente an Gutschriften** gebildet.

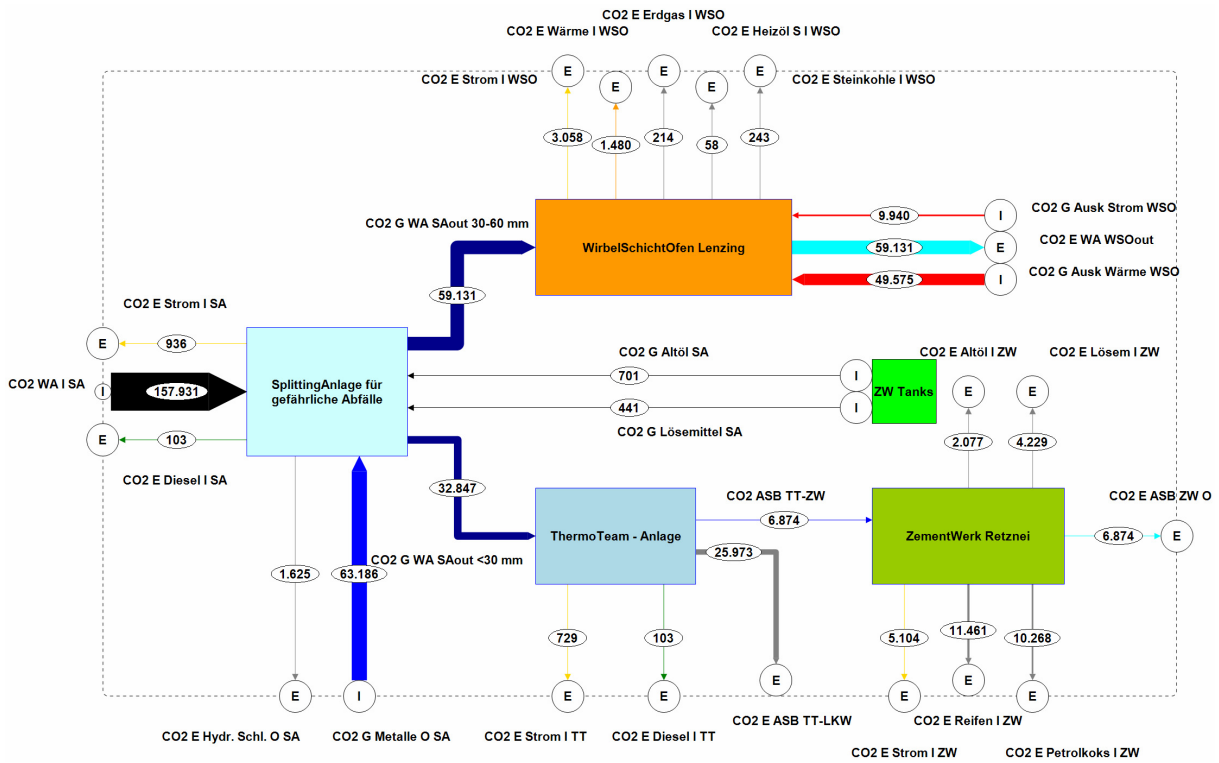


Abbildung 42: CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz [kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent] für das Szenario 1

Wie aus der untenstehenden Abbildung 43 ersichtlich, stellen Strom- und Dieserverbräuche einen geringen Anteil im Szenario 1 dar.

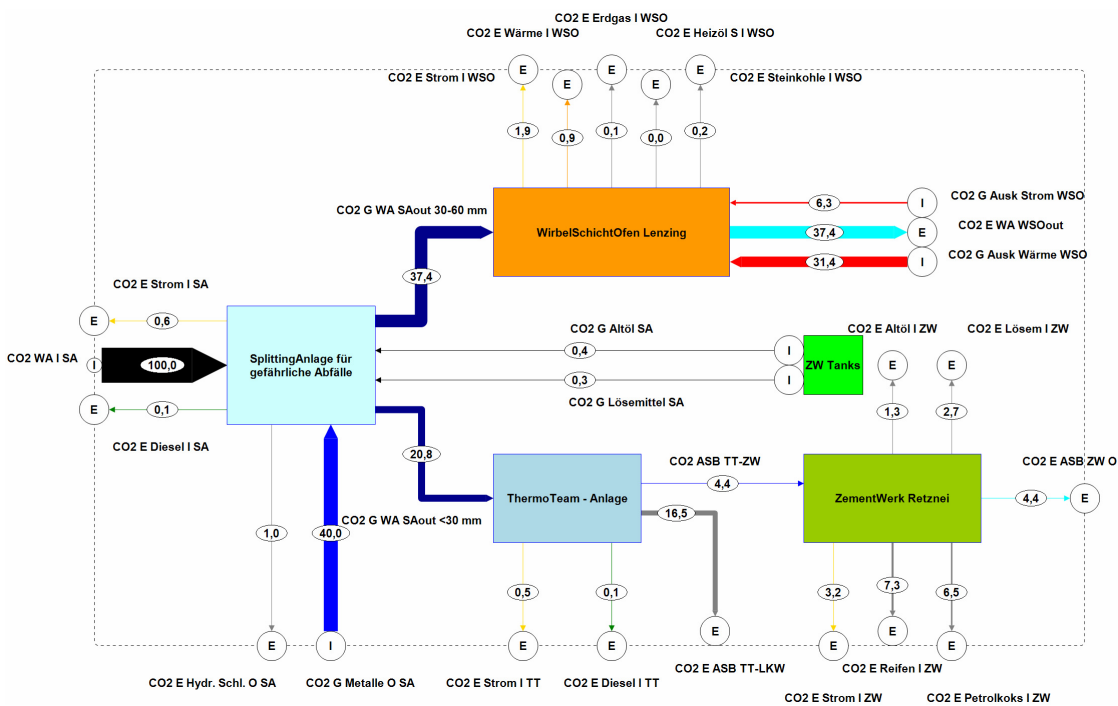


Abbildung 43: Transferkoeffizienten [%] der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz für das Szenario 1

### 8.3.2.2 CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz des Szenario 2

Die Klimarelevanz des Szenarios 2 unterscheidet sich deutlich vom Szenario 1. Dies ist wieder auf den Beseitigungsgedanken der Sondermüllverbrennung zurückzuführen. Weiters ist der Wirkungsgrad der Anlage ziemlich gering und es werden nur kleine Beiträge an „Klima - Gutschriften“ gebildet.

Wie aus Abbildung 44 ersichtlich, wird der gesamte selbst erzeugte Strom in der Anlage verbraucht und somit können dafür keine „Klima - Gutschriften“ gebildet werden. Weiters ist auf die großen Mengen an CO<sub>2</sub> - Emissionen aus den zur Anwendung kommenden fossilen Energieträgern zu achten.

Die bei der Verbrennung der Werkstättenabfällen entstehenden Emissionen kommen zur Gänze aus der Sondermüllverbrennung, weil, wie bereits erwähnt, keine Metallgewinnung aus der Schlacke erfolgt und somit keine „Klima - Gutschriften“ gutgeschrieben werden können.

Die gewonnenen „Klima - Gutschriften“ in der Sondermüllverbrennungsanlage sind auf die Erzeugung von Fernwärme zurückzuführen.

Somit ergibt sich eine Gesamtklimarelevanz für das Szenario 2 mit **178.289 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent an Emissionen** und **29.271 kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent an Gutschriften** aus der Verbrennung von 135.855 kg Werkstättenabfälle.

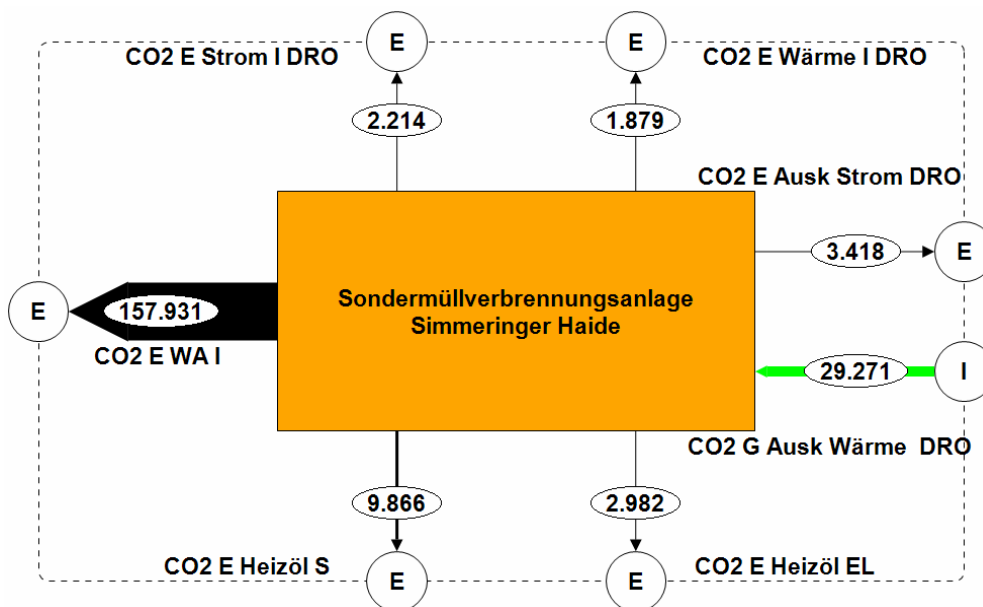
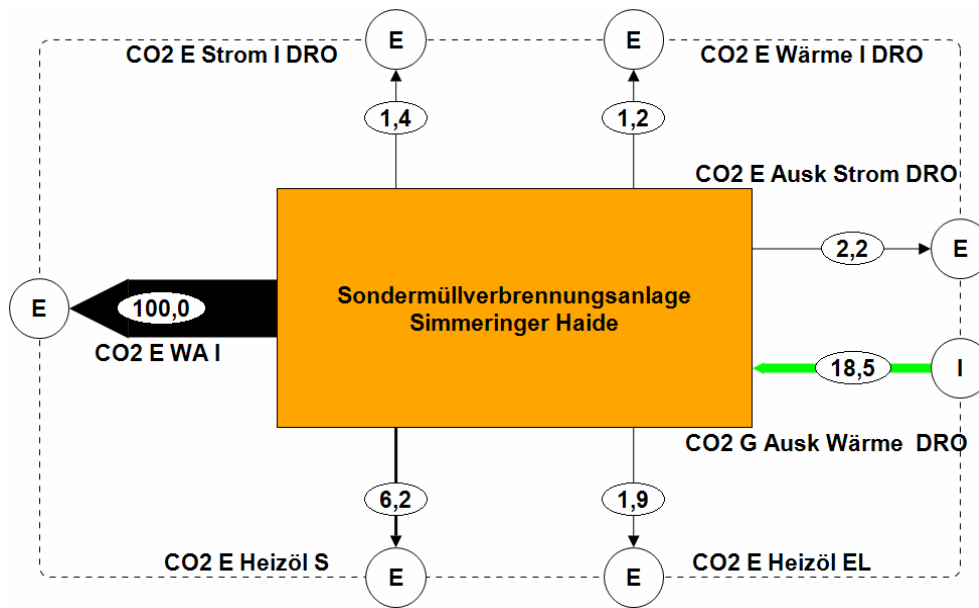


Abbildung 44: CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz [kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent] für das Szenario 2

Aus Abbildung 45 sind die Transferkoeffizienten der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz, bezogen auf die Werkstättenabfälle, für das Szenario 2 zu entnehmen. Durch einen theoretischen Vergleich des Transferkoeffizienten der gewonnenen Metalle bei Szenario 1 (vgl. Abbildung 41) und dem Transferkoeffizienten der erzeugten Fernwärme in Szenario 2 ist ersichtlich, dass durch die Metalle mehr als zweifache an „Klima - Gutschriften“ lukriert werden können.

Abbildung 45: Transferkoeffizienten [%] der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz für das Szenario 2

### 8.3.2.3 Zusammenfassung der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz der Szenarien und der einzelnen Anlagen

In dieser Zusammenfassung werden die Werkstättenabfälle bereits bei der Anlieferung in die Splittinganlage als Emissionen dargestellt und aus denen die gewonnenen Fraktionen in der Splittinganlage als Emissionen bzw. Gutschriften der einzelnen Anlagen dargestellt und in den nachgeschalteten Anlagen aufsummiert. Somit gelangt die Fraktion < 30 mm in die weitere Stufe der Aufbereitung (ASB - Produktion) und anschließend in die Verwertung im Zementwerk. In der ThermoTeam - Anlage entstehen somit Emissionen, die einerseits durch die Abfälle selbst, die das Werk durch den LKW - Transport verlassen und andererseits Emissionen aus Strom und Diesel, welche im Zuge der Aufbereitung entstehen.

Aus Abbildung 46 ist die Zusammenfassung der Ergebnisse der Klimarelevanz zu entnehmen. Es ist zu erkennen, dass alle Anlagen eine negative Klimarelevanz aufweisen.

Ein direkter Vergleich der Szenarien zeigt, dass die Verwertung in der Klimarelevanz viel besser abschneidet als die Beseitigung der Abfälle. Im Szenario 1 entstehen somit ca. 15 - mal weniger kg CO<sub>2</sub> - Äquivalente Emissionen wie im Szenario 2. Aus dieser Tatsache heraus, schneidet direkt betrachtet das Verfahren der SDAG gegenüber der Sondermüllverbrennung deutlich positiver ab. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass es sich bei dem Verfahren in Szenario 1 um eine Behandlung von gefährlichen Abfällen handelt, bei der ein Teil der Abfälle stofflich, weitere Teile thermisch infolge einer (Mit-) Verbrennung zur Substitution von fossilen Primärenergieträgern genutzt wird.

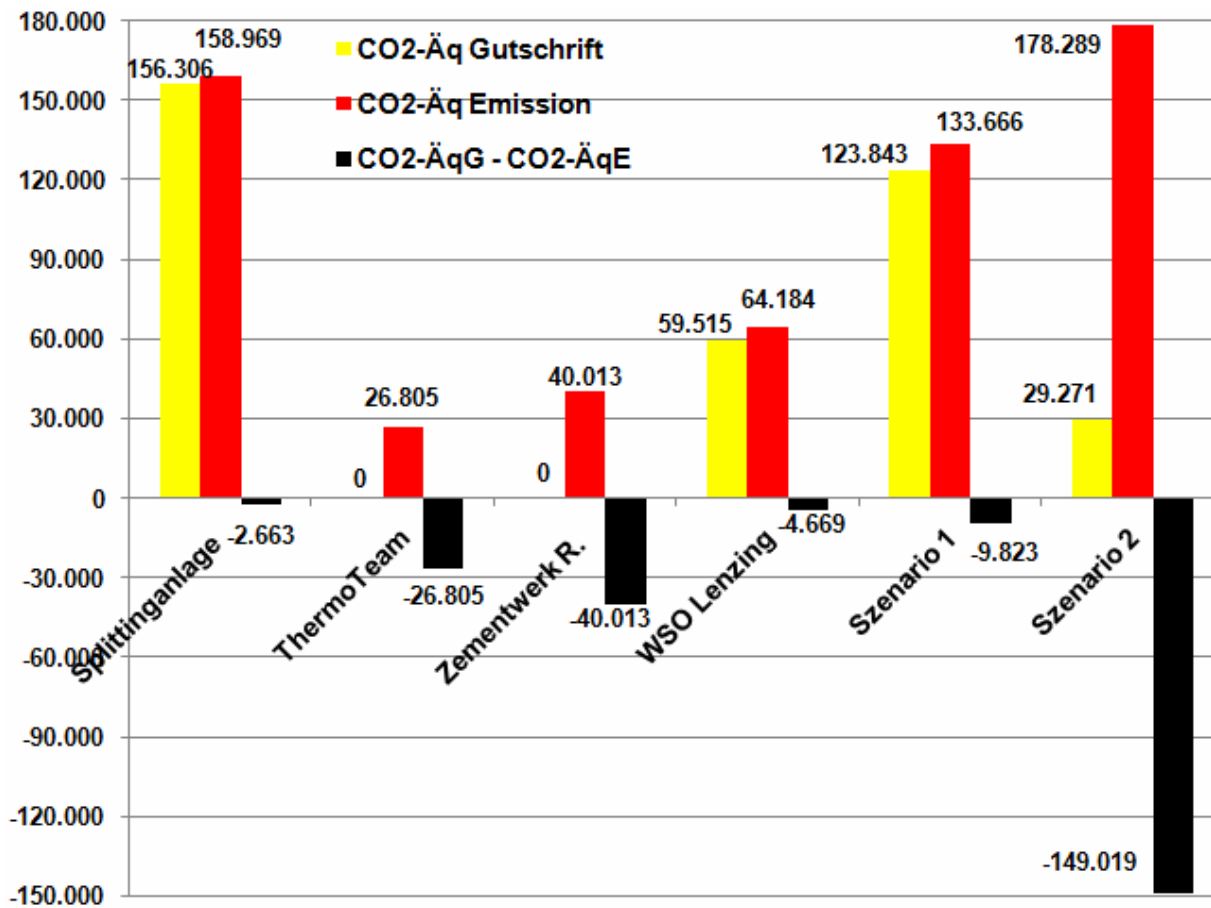


Abbildung 46: Zusammenfassung der Ergebnisse der Klimarelevanz [kg CO<sub>2</sub> - Äquivalent]

## 9 Zukunftspotentiale

Im folgenden Kapitel sollten die Zukunftspotentiale der Splittinganlage und den Verfahrens der SDAG untersucht und gegebenenfalls Optimierungspotentiale dargestellt werden.

### 9.1 Verbesserungsmöglichkeiten und Zukunftspotenziale der Splittinganlage für gefährliche Abfälle

Durch die Mitarbeit in der Anlage und durch einen näheren Einblick in die Anlagenvorgänge selbst wurde festgestellt, dass in den folgenden Bereichen Verbesserungspotentiale liegen könnten:

- Metallabscheidung bei der Fraktion < 30 mm: Durch die Metallabscheidung der Fraktion < 30 mm könnten voraussichtlich zwischen 0,2 - 0,5% Metalle, bezogen auf den Gesamtinput der Werkstättenabfälle, zurückgewonnen werden.
- Einhausung des Förderbandabwurfs zur Vermeidung der Windverfrachtung des Materials: Durch diesen Schritt wäre erreicht, dass die Fraktionen direkt im Container landen.

Durch die Berechnungen der Anlagendaten wurde erkannt, dass durch eine bessere Anlagenauslastung Stromkosten eingespart werden können. Durch die derzeitige Auslastung von 2,8 Mg/h werden an die 31 kWh Energie/Mg behandelter Abfälle verbraucht. Durch Optimierungen bzw. die Erhöhungen des Durchsatzes der Splittinganlage auf 3, 3,5 bzw. 4 Mg/h könnten bei einer Auslastung von 5.000 Mg/a zwischen 2.600 bis 11.700 €/a eingespart werden. Die detaillierte Berechnung dieses Einsparungspotential ist aus der Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16: Die Stromkosteneinsparungen durch bessere Auslastung der Splittinganlage

Kosteneinsparungen							
Mg/h	€/Mg	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	Mg/a
3	0,54	537	1.075	1.612	2.149	2.686	€/a
3,5	1,57	1.569	3.137	4.706	6.275	7.843	€/a
4	2,34	2.342	4.684	7.026	9.369	11.711	€/a

### 9.2 Zukunftspotenziale des Verfahrens zur Aufbereitung von Werkstättenabfälle

Das Verfahren der SDAG stellt sich, wie aus den vorangegangenen Ergebnissen ersichtlich, als ein überraschend innovatives Verfahren, was vor allem die Energiebilanz und auch die Klimarelevanz betrifft, die beiden Bilanzen zeigen die positiven Effekte der Abfallverwertung im Vergleich zur reinen Abfallbeseitigung. Aus diesen Tatsachen heraus kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die jedem Fall die Abfallverwertung von Werkstättenabfällen noch mehr gefördert und unterstützt werden sollte.

Die erkannten Potenziale des Verfahrens der SDAG sind wie folgt:

- Metallrückgewinnung: Durch die Aufbereitung der Werkstättenabfälle werden große Mengen an Metallfraktionen gewonnen, die im Bezug auf die Energiebilanz und Klimarelevanz eine positive Rolle ausüben.
- Schonung der Ressourcen: Erze werden geschont, weil Metallschrotte wieder in der Stahlindustrie als Sekundärrohstoff eingesetzt werden können.
- Gewinnung von Fraktionen, die thermisch verwertet werden können: durch den Einsatz dieser Fraktionen in thermischen Einrichtungen können fossile Energieträger substituiert werden.
- Verringerung der CO<sub>2</sub> - Emissionen aus dem abfallwirtschaftlichen Bereich: durch den Einsatz der Fraktionen < 30 mm und 30-60 mm in der Verbrennung entstehen bis ca. die Hälfte der Emissionen pro kWh an Energie, wie aus den fossilen Energieträgern.
- Verringerung der zu deponierenden Abfälle: durch die Aufbereitung und die Mitverbrennung der Abfälle werden die zu deponierenden Mengen eingespart.
- Wirtschaftliche Aspekte:
  - Arbeitsplatz: durch die vorgeschaltete Aufbereitung der Werkstättenabfälle entstehen neue Arbeitsplätze.
  - Markt: durch Rückgewinnung unterschiedlicher (Wert-) Stoffe, können die Gewinne lukriert werden und die Konkurrenzfähigkeit des Unternehmens gesteigert werden.



## 10 Zusammenfassung

In Folge der gesetzlichen, wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen, die in den letzten zehn Jahren auch in der Abfallwirtschaft kontinuierliche Fortschritte gemacht haben, ist die Abfallwirtschaft zu einer großen Kette mit unzähligen Verknüpfungen geworden.

All diese Einflüsse führen dazu, dass mehr Geld in die Forschung und Entwicklung investiert werden muss. Bisher wurden die mechanischen Behandlungsverfahren meistens auf die nicht gefährlichen Abfälle und wenig im Bereich der gefährlichen Abfälle angewandt. Die Firma Saubermacher Dienstleistungs AG (SDAG) entschloss sich gefährliche Werkstättenabfälle unter die Lupe zu nehmen und neue Behandlungsstrategien zu prüfen.

Werkstättenabfälle werden derzeit Großteils, aufgrund der Kontaminationen und der Gefährlichkeit, in Sondermüllverbrennungsanlage u.a. in der Anlage Simmeringer Haide in Wien, behandelt und dort mit dem Ziel der Abfallbeseitigung eingesetzt. Die SDAG bereitet die Werkstättenabfälle so auf, dass deren Einsatz in der Zementindustrie, nach einer zusätzlichen Aufbereitung, als Ersatzbrennstoff möglich ist bzw. dass die Abfälle in herkömmlicher Müllverbrennungsanlage thermisch verwertet werden können.

Ziel dieser Masterarbeit ist es einen direkten Vergleich beider Verfahren (Szenario 1 und Szenario 2) im Bezug auf die Energiebilanz und Klimarelevanz durchzuführen. Dabei werden die Vorteile bzw. Nachteile beider Verfahren untersucht, dargestellt und bewertet.

Der Bundesgesetzgeber verfügt über die Zuständigkeit für die Regelung der gefährlichen Abfälle. Aufgrund der besonderen Eigenschaften der gefährlichen Abfälle, unterliegen sie strengen gesetzlichen Reglementierungen.

Der Anteil der festen fett- und ölverschmutzten Betriebsmitteln (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle mit der Schlüsselnummer 54930) in Österreich betrug rd. 24.000 Tonnen [8, S. 74], rd. 2,3% des gesamten Aufkommens gefährlicher Abfälle.

Die Festlegung der Systemgrenzen dieser Arbeit erfolgt anhand des definierten Themengebiets. Innerhalb der Systemgrenze befindet sich die Splittinganlage für gefährliche Werkstättenabfälle, die ThermoTeam - Anlage zur Aufbereitung von Ersatzbrennstoffen, das Zementwerk Retznei sowie die Wirbelschichtenanlage Lenzing und die Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide. Dabei wurden 2 Szenarien gebildet. Szenario 1 zeigt die gegenwärtige Situation der Abfallbehandlung der SDAG, wo einerseits die Abfälle nach der Aufbereitung in die ThermoTeam - Anlage zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen für die Zementindustrie gehen und andererseits in der Wirbelschichtenanlage Lenzing zur thermischen Verwertung eingesetzt werden. Szenario 2 stellt den klassischen Einsatz der Werkstättenabfälle in der Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide zur thermischen Beseitigung dar.

Die Massenbilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle der SDAG wurde während der zweiwöchigen Probenahme vor Ort ermittelt. Die in den zwei Wochen behandelte Menge der Werkstättenabfälle diente als Basis für die gesamte Bilanzerstellung. Die Massenbilanz der ThermoTeam - Anlage, des Zementwerkes, der Wirbelschichtenanlage und der Sondermüllverbrennungsanlage diente als Grundlage zur Ermittlung der Energiebilanz und

Klimarelevanz. Die Berechnung der Energie wurde auf Basis der eingesetzten Materialmengen und verbrauchten bzw. erzeugten Energieeinheiten ermittelt. Die Erstellung der CO<sub>2</sub>-Klimarelevanz erfolgte mit der Berechnung der spezifischen CO<sub>2</sub> - Äquivalenz Faktoren, die auf die Energieeinheit kWh bezogen wurden.

Die Probenahmen erfolgten gemäß ÖNORM S 2123-3 [28], Probenahmepläne für Abfälle, Teil 3: Beprobung fester Abfälle aus Stoffströmen. Ziel des gesamten Vorganges der Probenahmen, war die Bewertung der Qualität der beiden Output-Fractionen der Splittinganlage für gefährliche Abfälle der SDAG. Eine Bewertung der Qualitäten erfolgte anhand der Gegenüberstellung zu den 80-er Perzentil Grenzwerten aus der neuen Novelle zur Abfallverbrennungsverordnung 2009. Ziel der Metall - Sortieranalyse war die Untersuchung der Unterschiede in den Qualitäten bei den anfallenden Fraktionen beider Abscheider.

Das Verfahren der SDAG stellt sich, wie aus den vorangegangenen Ergebnissen ersichtlich, als ein überraschend innovatives Verfahren, was vor allem die Energiebilanz und auch die Klimarelevanz betrifft, die beiden Bilanzen zeigen die positiven Effekte der Abfallverwertung im Vergleich zur reinen Abfallbeseitigung.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Aufbereitung der Werkstättenabfälle einen wichtigen Schritt zur Produktwirtschaft und zur „Zero-Waste Wirtschaft“ beitragen kann. Die Aufbereitung an sich hat ein sehr großes Zukunftspotenzial, insbesondere was die stoffliche Verwertung in der Abfallwirtschaft betrifft.

# 11 Verzeichnisse

## 11.1 Literatur

- [1] Vesely A., Austrian Research Centers; Definition von fossilem und biogenem Kohlenstoff in Hinblick auf die Verbrennung und den Klimaschutz, 2003.
- [2] Bundeskanzleramt, Rechtsinformationssystem; BGBl. I NR.102/2002; Abfallwirtschaftsgesetz 2002. Online im WWW unter URL: <http://www.ris.bka.gv.at> Stand: Februar 2010.
- [3] Bundeskanzleramt, Rechtsinformationssystem; BGBl. II Nr. 570/2003 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 498/2008; Abfallverzeichnisverordnung.
- [4] Bundeskanzleramt, Rechtsinformationssystem; BGBl. II Nr. 618/2003; Abfallnachweisverordnung 2003.
- [5] Bundeskanzleramt, Rechtsinformationssystem; BGBl. II Nr. 389/2002; Abfallverbrennungsverordnung.
- [6] IPPC-Richtlinie (RL 2008/1/EG), Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Jänner 2008 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Online im WWW unter URL: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/waste\\_management/128045\\_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/128045_de.htm) Stand: Februar 2010.
- [7] European Commission; Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries, August 2006.
- [8] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006, 2006. Online im WWW unter URL: <http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/article/archive/12402> Stand: Februar 2010.
- [9] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, Statusbericht 2009, 2009. Online im WWW unter URL: <http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/>
- [10] Das Land Steiermark, Abfall- und Stoffflusswirtschaft Steiermark. Online im WWW unter URL: <http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10747672/45536/> Stand: Februar 2010.

- [11] Wien Energie, Fernwärme Wien; Umweltinformation 2008, Werk Simmeringer Haide der Fernwärme Wien, 2008. Online im WWW unter URL: <http://www.wienenergie.at/we/ep/programView.do?contentType=1009&channelId=-29500&programId=22849&pageTypeld=11894> Stand: Februar 2010.
- [12] Online im WWW unter URL: <http://www.abrg.at/index1.htm> Stand: Februar 2010.
- [13] ABRG Arnoldstein; Kundenanforderungen, Abfallqualität, Dezember 2009. Online im WWW unter URL: [http://www.abrg.at/page\\_download.htm](http://www.abrg.at/page_download.htm) Stand: Februar 2010.
- [14] Online im WWW unter URL: [http://at.espacenet.com/advancedSearch?locale=de\\_AT](http://at.espacenet.com/advancedSearch?locale=de_AT) Stand: Februar 2010.
- [15] Ingenieurgesellschaft Innovative Umwelttechnik, Ing. Pinkel M.; Konzept zur Errichtung einer Splittinganlage für Werkstättenabfälle am Standort 8141 Unterpremstätten, am Damm 50, 2009.
- [16] Daten der Fa. ThermoTeam Retznei, Kontaktaufnahme mit dem Herrn Kulmer Josef und Besichtigung der Anlage, Mai 2010.
- [17] Umweltbundesamt; Stand der Technik bei Abfallverbrennungsanlagen, 2002. Online im WWW unter URL: [http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub\\_category\\_id=1](http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub_category_id=1)
- [18] Umweltbundesamt; Stand der Abfallbehandlung in Österreich in Hinblick auf das Jahr 2004, 2001. Online im WWW unter URL: [http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub\\_category\\_id=1](http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub_category_id=1)
- [19] Umweltbundesamt; Abfallverbrennung in Österreich, Statusbericht 2006, 2007. Online im WWW unter URL: [http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub\\_category\\_id=1](http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?&pub_category_id=1)
- [20] RVL Reststoffverwertung Lenzing GmbH, 10 Jahre thermische Abfallverwertung in Lenzing. Online im WWW unter URL: [http://www.ave.at/ave\\_at/resources/315200390213632229\\_519037005577722610\\_gly0uQhi.pdf](http://www.ave.at/ave_at/resources/315200390213632229_519037005577722610_gly0uQhi.pdf) Stand: März 2010.
- [21] Das Land Steiermark, Amt der steiermärkischen Landesregierung FA13A; Kurzbeschreibung über das UVP-Vorhaben der Lafarge Perlmooser AG, „Einsatz von bis zu 80.000 t Ersatzbrennstoffen pro Jahr im Zementwerk Retznei“, 2005.



## 11.2 Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
°C	Grad Celsius
a	Jahr
ALSAG	Altlastensanierungsgesetz
AÖ	Altöl
ASB	Alternativer Substitut Brennstoff
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BAT-WT	Best available techniques-Waste treatment
Bh	Betriebsstunden
Brstf.	Brennstoff
bzw.	beziehungsweise
CÄ	CO <sub>2</sub> - Äquivalente
ca.	circa
Cat.	Stapler
cm	Zentimeter
d.h.	das heißt
DRO	Drehrohrofen
E	Export
EG	Energiegewinnung
EV	Energieverbrauch
Fa.	Firma
Fe	Chemisches Element Eisen
ges.	Gesamt
GJ	im Text als Geschäftsjahr
GJ	Energie als Gigajoule
GWh	Gigawattstunden
I	Import
in	Input
IPPC	Integrater Pollution Prevention and Control
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LM	Lösungsmittel
m	Meter
MBA	Mechanisch - Biologische Anlage
Mg	Megagramm
mm	Millimeter
mm	Millimeter
MW	Megawatt (10 <sup>6</sup> Watt)
OS	Original Substanz
out	Output
rd.	rund
SA	Splittinganlage
SCR	Selektiv Katalytische Reaktion
sog.	sogenannte
spez.	spezifisch
TIC	Total inorganic carbon
TOC	Total organic carbon
TS	Trocken Substanz

TT	ThermoTeam - Anlage
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
ung.	ungefähr
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
WA	Werkstättenabfälle
WSO	Wirbelschichtofen
z.T.	zum Teil
zw.	zwischen

### 11.3 Tabellen

Tabelle 1: Gefahrenrelevante Eigenschaften der Abfälle .....	9
Tabelle 2: Abfallarten, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle im Jahr 2004 zugeführt wurden .....	13
Tabelle 3: Abfallarten, die den Behandlungsanlagen für gefährliche Abfälle im Jahr 2008 zugeführt wurden .....	14
Tabelle 4: Übernommene Abfälle nach Artikelgruppen in Tonnen, GJ 2002/03 bis GJ 2006/07 .....	18
Tabelle 5: Strom- und Fernwärmeproduktion der Anlage Simmeringer Haide.....	19
Tabelle 6: Verbrauchte Energien der ThermoTeam - Anlage Retznei im Jahr 2009 .....	25
Tabelle 7: Auswertung der fossilen Brennstoffe, die in der Anlage Simmeringer Haide im Jahr 2006/2007 eingesetzt wurden .....	28
Tabelle 8: Fossiler Energiemix der Anlage Lenzing im Jahr 2007 .....	29
Tabelle 9: Einsatz von Brennstoffen zur Herstellung von einer Tonne Zement .....	32
Tabelle 10: Umrechnungsfaktoren der verschiedenen Energien für die Energiebilanz .....	36
Tabelle 11: Äquivalenzfaktor für die Umrechnung der Gase.....	38
Tabelle 12: Verbrennungsrechnung für den Kohlenstoff.....	44
Tabelle 13: Ausgangswerte für die CO <sub>2</sub> - Äquivalenz - Bilanz .....	45
Tabelle 14: Ergebnisse der chemischen Analysen, Fraktion < 30 mm .....	51
Tabelle 15: Ergebnisse der chemischen Analysen, Fraktion 30-60 mm .....	53
Tabelle 16: Die Stromkosteneinsparungen durch bessere Auslastung der Splittinganlage ...	73

### 11.4 Abbildungen

Abbildung 1: Abfallarten aus dem Kfz-Werkstätten - Bereich .....	16
Abbildung 2: Qualitätsanforderungen der Werkstättenabfälle, Fa. A B R G Arnoldstein .....	20
Abbildung 3: Blockdiagramm der Splittinganlage für die gefährlichen Abfälle .....	21



Abbildung 4: Anordnung der Anlagen .....	22
Abbildung 5: Verfahrensschema der ThermoTeam - Anlage .....	23
Abbildung 6: Anlageninput ThermoTeam - Anlage .....	24
Abbildung 7: Transferkoeffizienten der Massenbilanz der ThermoTeam - Anlage, 1. Halbjahr 2009 .....	25
Abbildung 8: Fließschema Sondermüllverbrennungsanlage Simmeringer Haide .....	27
Abbildung 9: Fließbild der Abfallverbrennungsanlage AVE RVL Lenzing .....	29
Abbildung 10: Energieflussdiagramm.....	30
Abbildung 11: Verfahrensschema des Zementherstellprozesses .....	31
Abbildung 12: Szenario 1: Stoffströme SDAG - Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	33
Abbildung 13: Szenario 2: Stoffströme Sondermüllverbrennung Simmeringer Haide.....	34
Abbildung 14: Systemgrenzen der Anlage für die Ermittlung der Massenbilanz.....	35
Abbildung 15: Systemgrenzen für die Energiebilanz des Szenarios 1 .....	37
Abbildung 16: Systemgrenzen für die Energiebilanz des Szenarios 2.....	37
Abbildung 17: Systemgrenzen für die Klimarelevanz des Szenarios 1 .....	39
Abbildung 18: Systemgrenzen für die Klimarelevanz des Szenarios 2 .....	40
Abbildung 19: Übersicht - Heizwerte in kWh/kg .....	42
Abbildung 20: Stromkennzeichnung für Österreich, 2008.....	43
Abbildung 21: Wärme-Mix Österreich, 2008 .....	44
Abbildung 22: CO <sub>2</sub> äq in gCO <sub>2</sub> - Äq/kWh .....	45
Abbildung 23: Bilder der Werkstättenabfälle .....	47
Abbildung 24: Ablauf einer Untersuchung gemäß ÖNORM S 2123-3 .....	48
Abbildung 25: Fotodokumentation der Probenahme.....	49
Abbildung 26: Sortieranalyse - Metalle.....	54
Abbildung 27: Direkter Vergleich der Fraktionen der beiden Metallabscheider .....	55
Abbildung 28: Verteilung der Fraktionen der einzelnen Metallabscheider .....	56
Abbildung 29: Massenbilanz [kg] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	58
Abbildung 30: Transferkoeffizienten [%] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	58
Abbildung 31: Transferkoeffizienten [%] aller Flüsse in der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	59
Abbildung 32: Energiebilanz [kWh] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	60
Abbildung 33: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	61

Abbildung 34: Energiebilanz [kWh] für das Szenario 1 .....	62
Abbildung 35: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz für das Szenario 1 .....	63
Abbildung 36: Energiebilanz [kWh] für das Szenario 2 .....	64
Abbildung 37: Transferkoeffizienten [%] der Energiebilanz für das Szenario 2 .....	64
Abbildung 38: Zusammenfassung der Energiebilanz [kWh].....	65
Abbildung 39: CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz [kg CO <sub>2</sub> - Äquivalent] der Splittinganlage für gefährliche Abfälle .....	66
Abbildung 40: Gegenüberstellung „Klima - Gutschrift“ zu „CO <sub>2</sub> - Emission“ .....	67
Abbildung 41: Transferkoeffizienten [%] der CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz der Splittinganlage für gefährliche Abfälle.....	67
Abbildung 42: CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz [kg CO <sub>2</sub> - Äquivalent] für das Szenario 1 .....	69
Abbildung 43: Transferkoeffizienten [%] der CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz für das Szenario 1.....	69
Abbildung 44: CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz [kg CO <sub>2</sub> - Äquivalent] für das Szenario 2 .....	70
Abbildung 45: Transferkoeffizienten [%] der CO <sub>2</sub> -Klimarelevanz für das Szenario 2.....	71
Abbildung 46: Zusammenfassung der Ergebnisse der Klimarelevanz [kg CO <sub>2</sub> - Äquivalent] 72	

# Anhang A: Begleitscheine für gefährliche Abfälle

3810

BGBl. II – Ausgegeben am 30. Dezember 2003 – Nr. 618

## Anhang 2

<b>BEGLEITSCHIN FÜR GEFÄHRLICHEN ABFALL</b>				
gemäß den §§ 5 bis 7 Abfallnachweisverordnung 2003 (ANVO 2003)				
<b>Abfallart</b>	<b>Abfallcode</b>	<b>Spez.</b>	<b>Masse in kg</b>	<b>R / D</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
(Leerzellen für Korrektur)				vorgesehenes Behandlungs- verfahren
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>ÜBERGABE</b>	<b>Name, Anschrift</b>	<b>fortlaufende BS-Nr.*</b>	<b>Jahr</b>	<b>gefährlicher Abfall übergeben von</b>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<b>Identifikationsnummer für Abfallbesitzer</b>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>Unterschrift</b>			<b>Datum des Transportbeginns</b>
				<b>PLZ Absendeort</b>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>
			Tag Monat Jahr	
<b>TRANSPORT</b>	<b>Name, Anschrift</b>	<b>Art des Transports</b>		
	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="text"/>	1 = Straße 2 = Schiene 3 = Wasserweg 4 = Luftweg 5 = kombinierter Transport		
	<b>Unterschrift</b>			
<b>ÜBERNAHME</b>	<b>Name, Anschrift</b>	<b>fortlaufende BS-Nr.*</b>	<b>Jahr</b>	<b>gefährlicher Abfall übernommen von</b>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<b>Identifikationsnummer für Abfallbesitzer</b>
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	<b>Unterschrift</b>			<b>Datum des Empfangs</b>
				<b>PLZ Empfangsort</b>
			<input type="text"/>	<input type="text"/>
			Tag Monat Jahr	
<b>Bemerkungen</b>				
<input type="text"/>				


\* alternativ

**Hinweise zum Ausfüllen eines Begleitscheins**


- Für jede Abfallart ist bei jeder Übergabe ein gesonderter Begleitschein auszufüllen.
- Das vorgesehene Behandlungsverfahren (R/D) ist gemäß Anhang 1 Spalte 1 der Abfallnachweisverordnung 2003 anzugeben.
- Sofern nicht der Übernehmer bereits in der Rubrik "Übernahme" die fortlaufende Begleitscheinnummer (fortlaufende BS-Nr.) ausgefüllt hat, ist in der Rubrik "Übergabe" die fortlaufende Begleitscheinnummer des Übergabers einzutragen. Die Nummerierung ist jährlich neu zu beginnen.
- Der Übergaber behält für seine Nachweisführung eine Abschrift oder Durchschrift des Begleitscheins. Der Begleitschein muss beim Transport mitgeführt und dem Übernehmer übergeben werden. Der Übernehmer behält für seine Nachweisführung eine Abschrift oder Durchschrift des Begleitscheins. Der Übernehmer übermittelt eine Abschrift oder Durchschrift des Begleitscheins innerhalb von vier Wochen nach Ablauf des Monats, in dem die Übernahme erfolgte, an den Übergaber. Abschriften oder Durchschriften von Begleitscheinen sind als solche zu kennzeichnen.
- Der Übernehmer übermittelt den Begleitschein innerhalb von drei Wochen an den für den Übernehmer zuständigen Landeshauptmann. Die Begleitscheindaten können in Abstimmung mit dem Landeshauptmann auch elektronisch übermittelt werden.
- Sind verschiedene Transporteurs beteiligt, so hat der zweite und jeder weitere Transporteur die vorgeschriebenen Angaben unter der Rubrik "Bemerkungen" zu machen.

Herausgeber: Bundeskanzleramt; Druck und Vertrieb: WIENER ZEITUNG DIGITALE PUBLIKATIONEN GMBH

Abbildung 1: Begleitschein für gefährlichen Abfall gemäß Abfallnachweisverordnung




**Saubermacher**  
für eine lebenswerte Umwelt



858135763

Saubermacher Dienstleistungs-AG  
8141 Unterprenstätten, Am Damms 59  
Tel. 059/800-2300, Fax 2399



16.02.10  
Qualitätsrate  
OK gesetzt  
16. Feb. 2010

**Überschmer: 9008390146194**

**Kunde/Übergabe:** 104870  
Kacser Kompressoren Ges.m.b.H.  
Dallingerstr. 8  
A-4031 Linz  
Übergabe

**Standort/Beladeort:** 154371  
Kacser Kompressoren Ges.m.b.H.  
Gewerbepark 12  
A-8075 Hart bei Graz

**IL für Abfallbes.: 9008390157688**

**Öffnungszeiten Kunde:** Mo-Do 7.30-16.30 Fr 7.30-13.00

**LS-Bemerkung:** 8141  
**PLZ des Empfänger:** tagüber  
**Einmasszahl:** tagüber  
**Form:** OK gesetzt  
**Bestellnr:** Herr Wulcher, 16. Feb. 2010  
**AS-Nr.:** 849465526 / Modul 3  
**Yal-Nr.:** +43316493349 DW 18  
**Kundenbetreuer:** Mader Gerhard  
**Datum des Empfanges:** 11.02.10

**Lieferschein: 58135763**  
= Begleitschein gem. §§ 5-7 der AbfallmehrwVO 2003  
= Beförderungspapier LS des GefährlichkeitsförderungsG

**Werkzeug:** W 150 M **Kennz:** G892AI **Transportbogen:** 11.02.10 **Transportart:** 1

**Transporteur:** Saubermacher Dienstleistungs-AG  
Am Damms 59 8141 Unterprenstätten Tel. +43 59 800-2300


1 = Straße 2 = Schiene 3 = Wasserweg 4 = Luftweg 5 = kombinierter Transport

Menge	EH	Artikelbezeichnung	Art-Nr.	ÖNORM/Spec.
2 Stk. <i>0,340 TO</i>		ASP 800 lt. Werkstättenabfall lauschen Lager: 80000415 Lieferscheine immer unterschreiben lassen	240150	54930/




Auftragnr. 1 58256039


<b>GEFÄHRLICHER ABFALL:</b>		Begleitschein-Nummer / Überschmer: <b>93756 10 / 9008390146194</b>	
ÖNORM-Test	ÖNORM-Nr.	Spezifikation	Gewicht
festes fett- u. överschmutzte Betriebsmittel (Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle)	<b>54930</b>		<i>340</i> kg
<b>ANGABEN ZUM GEFÄHRGUT:</b>			
UN-Nummer	offizielle Benennung	Gefährlichkeit	Verpackungsgruppe
ABFALL UN3175	FESTE STOPPE, DIE ENTZÜNDBARE FLÜSSIGE STOPPE ENTHALTEN, N.A. G.	4.1	II
			Tunnelcode (E)
			Verpackungsstücke
			<i>2/ASP</i>
			<i>800lt. 560kg</i>



Unterschrift Fahrer/  
Transporteur:



Unterschrift Kunde/  
Übergabe:




Unterschrift Überschmer

Uhrzeit:

Lieferungen, Leistungen und Angebote der Saubermacher Dienstleistungs AG erfolgen ausschließlich aufgrund ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Diese können auf [www.saubermacher.at](http://www.saubermacher.at) abgerufen werden.

**www.saubermacher.at**



Berufsbuch-Registrierung 46653, Landesrecht V ZRS, Graz, UID-Nr. ATU 40639002, DVR 0810266, Druck: 0020101503




Abbildung 2: Begleitschein für gefährlichen Abfall der SDAG

## Anhang B: Berechnungen

Tabelle 1: Ausgangsdaten für die Energieberechnungen

Energieberechnungen		Dichte	Liter/Tonne	Nettoheizwert	Heizwert	Heizwert	Heizwert		
		kg/m <sup>3</sup>	l/Mg	MJ/kg	kWh/kg	MJ/l	kWh/l		
Dieseldieselkraftstoff		843,9	1185	43,38	12,05	36,61	10,17		
Heizöl EL-niedriger Schwefelgehalt		925,1	1081	42,18	11,72	39,02	10,84		
Heizöl Schw.-hoher Schwefelgehalt		963,4	1038	41,57	11,55	40,05	11,12		
		kg/Nm <sup>3</sup> 0°C	kg/Bm <sup>3</sup> 15°C	MJ/kg B	kWh/kg B	MJ/Bm <sup>3</sup> 15°C	kWh/Bm <sup>3</sup>		
Erdgas "H" (GUS-Russland)		0,71	0,68	49,99	13,89	33,82	9,40		
Steinkohle				MJ/kg	kWh/kg				
				28,10	7,81				
<b>ZW Retznei Angaben</b>									
ASB				23,0	6,39				
Reifen				27,2	7,56				
Altöl				39,0	10,83				
Tiermehl				17,7	4,92				
Lösungsmittel				24,0	6,67				
Petrolkoks				29,5	8,19				
<b>Splittinganlage Unterprensstätten Angaben</b>									
Lösungsmittel				24	6,67				
Altöl				37,5	10,42				
<b>Hydr. Schläuche</b>									
Eigene Berechnung:	kg	Länge [cm]	% Verteilung		Schlauchzus	Dichte			
Gewicht Schlauch mit Ar 1,054		30							
Gewicht Schlauch=Gum 0,410		20	38,90%	1,64	1,476	0,96	1,41696	0,525547445	
Gewicht Armaturen (Fe) 0,644		10	61,10%	0,644	0,164	7,80	1,2792	0,474452555	
Daraus ergibt sich:			MJ/kg			Summe	2,69616		
	Eisen	80%	16,00	MJ/kg Schlauch	kWh/kg Schlauch				
	Gummi	20%	27,20	<b>18,29</b>	<b>5,08</b>				
<b>Daten aus der chemischen Analyse</b>									
				Nettoheizwert	Heizwert		<b>Nebenrechnung</b>		
				MJ/kg	kWh/kg		1. Wo	2. Wo	
WA Fraktion <30mm				<b>12,00</b>	<b>3,33414415</b>	<30mm	MJ/kg	13,0	11,3
							kg	19.690	27.930
WA Fraktion 30-60mm				<b>17,23</b>	<b>4,7868636</b>	30-60mm	MJ/kg	16,7	17,7
							kg	33.430	38.110
<b>Metalle-Schrott</b>									
	Annahme, dass die Schrottfraction 80%Fe, 5% Al und 15% anderer Metalle beinhaltet, diese 15% werden nicht weiterverfolgt!								
Magnetschrott	KEA nichterneuerbar			0,00002	TJ/kg Fe				
				5,56	kWh/kg Fe				
				<b>0,80</b>	kgFe/kg Schrott				
				0,000016	TJ/kg Schrott				
				<b>4,44</b>	kWh/kg Schrott				
NE-Schrott	KEA nichterneuerbar			0,000161	TJ/kg Al				
				44,72	kWh/kg Al				
				<b>0,05</b>	kgAl/kg Schrott				
				0,00000805	TJ/kg Schrott				
				<b>2,24</b>	kWh/kg Schrott				
Schrott ges.				<b>6,68</b>	<b>kWh/kg Schrott</b>		<b>24,05</b>	<b>MJ/kg Schrott</b>	



Tabelle 2: Ausgangsdaten für die CO<sub>2</sub>Äq - Berechnungen

CA-Strom						
Eigene Berechnung:						
	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ Brennstoff	η der Umwandlungsprozesse	Transportverluste	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ aus Strom	Anteil an Strommix Ö	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ Strommix Ö
		Kraftwerke EVU				
Steinkohle	95.972	0,43	0,95	233.314	9,658%	22.532,90
Öl	73.549	0,42	0,95	184.388	0,935%	1.724,17
Naturgas	55.855	0,51	0,95	115.347	14,782%	17.027,50
Brenbare Abf. fossil.	93.570	0,32	0,95	307.966	0,243%	749,63
Summe					25,60%	42.034,20
						1000g/kg/1000000MJ/TJ*3,6MJ/kWh
						<b>161,32</b> gCO <sub>2</sub> -Äq/kWh
Verluste	0,05					Anmerkung: Der Wert ist aufgrund des hohen (ca.75%) biogenen Anteils (Vgl. europäischer Strommix) kl
CA-Fernwärme						
	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ Brennstoff	η der Umwandlungsprozesse	Transportverluste	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ aus Fernwärme	Anteil an Wärmemix Ö	kgCO <sub>2</sub> -Äq/TJ Wärmemix Ö
		mit KWK				
Steinkohle	95.972	0,58	0,92	179.857	4,957%	8.914,84
Öl	73.549	0,68	0,92	116.725	4,440%	5.182,26
Naturgas	55.855	0,62	0,92	98.095	31,307%	30.710,75
Brenbare Abf. fossil.	93.570	0,69	0,92	147.401	2,029%	2.990,67
		HW				
Steinkohle	95.972	0,77	0,92	136.021	0,000%	0,00
Öl	73.549	0,88	0,92	90.921	2,786%	2.532,87
Naturgas	55.855	0,79	0,92	76.851	10,232%	7.863,54
Brenbare Abf. fossil.	93.570	0,74	0,92	137.441	1,327%	1.823,54
Summe:						60.018,46
						1000g/kg/1000000MJ/TJ*3,6MJ/kWh
						<b>216,07</b> gCO <sub>2</sub> -Äq/kWh
Wärmemix Ö 2008		%	TJ		Brenbare Abf. fossil; 3,36%	Biogen; 42,92%
Steinkohle		4,96%	2.973			
Öl		7,23%	4.333			
Naturgas		41,54%	24.912			
Brenbare Abf. fossil.		3,36%	2.013			
Biogen		42,92%	25.742			
Summe		100,00%	59.972			
Transportverluste		0,08	=8%		Naturgas; 41,54%	Steinkohle; 4,96%
						Öl; 7,23%

Tabelle 3: Ausgangsdaten für die CO<sub>2</sub>Äq - Berechnungen

CA-Diesel	CO2	CH4	N2O	CO2-Äq		Nebenrechnung fürs Auto, Verbrauch 15,10,8,6 l/100km.				Klingt gut!	
Diesel	74.100	3	0,6	kg/TJ Hu	74.349	kgCO2-Äq/TJ Hu	0,15	0,1	0,08	0,06	l/km
Biodiesel	70.800	3	0,6	kg/TJ Hu	71.049	kgCO2-Äq/TJ Hu	401,49	267,66	214,13	160,59	gCO2-Äq/km
Gemisch					74.118	kgCO2-Äq/TJ Hu					
					0,267	kgCO2-Äq/kWh	10,17	kWh/l			Mittelwert aus den 3 Berichten.
					<b>267</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>	2,713	kgCO2Äq/l			<b>264,9</b> gCO2-Äq/kWh
							<b>Mittelwert</b>	<b>2,677</b>	<b>kgCO2Äq/l</b>		
			Vergleich CO2-Emissionsfaktor 9,99	kWh/l	<b>264</b>	gCO2-Äq/kWh	2,637	kgCO2Äq/l			
			Vergleich mit Austria's National In 10,1570558	kWh/l	<b>264</b>	gCO2-Äq/kWh	2,679	kgCO2Äq/l			
			Anmerkung: Sehr guter Wert, da bei mir auch die CH4 und N2O Emissionen berücksichtigt worden sind und der Hu ein bisschen größer als der Hu der deutschen Studie								
			In Österreich werden seit 2009, 7% Biodiesel dem konventionellen Diesel Beigemischt.								
							<b>0,07</b>	Biodiesel/Diesel			
CA-Heizöl EL	CO2	CH4	N2O	CO2-Äq							
	77.000	1	1	kg/TJ Hu	77.331	kgCO2-Äq/TJ Hu	10,84	kWh/l			
light fuel oil in plants >=50MWth					0,278	kgCO2-Äq/kWh	<b>3,02</b>	kgCO2-Äq/l			
					<b>278</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>				<b>278,4</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>
CA-Heizöl Schw.	CO2	CH4	N2O	CO2-Äq							
	80.000	0,8	1,8	kg/TJ Hu	80.575	kgCO2-Äq/TJ Hu	11,12	kWh/l			
heavy fuel oil in plants >=50MWth					0,290	kgCO2-Äq/kWh	<b>3,23</b>	kgCO2-Äq/l			
					<b>290</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>				<b>290,1</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>
CA-Erdgas "H"	CO2	CH4	N2O	CO2-Äq							
	55.400	0,18	0,5	kg/TJ Hu	55.559	kgCO2-Äq/TJ Hu					
					0,200	kgCO2-Äq/kWh	9,40	kWh/Bm3			
					<b>200</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>	1,88	kgCO2-Äq/Bm3			Mittelwert aus den beiden.
	56.100	1	0,1	kg/TJ Hu	56.152	kgCO2-Äq/TJ Hu	1,90	kgCO2-Äq/Bm3			<b>201,1</b> gCO2-Äq/kWh
					0,202	kgCO2-Äq/kWh					Mittelwert aus beiden obigen Werten.
					<b>202</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>	<b>1,89</b>	<b>kgCO2-Äq/Bm3</b>			
CA-Steinkohle	CO2	CH4	N2O	CO2-Äq							
	93.000	0,1	0,5	kg/TJ Hu	93.157	kgCO2-Äq/TJ Hu	7,81	kWh/kg			
					0,335	kgCO2-Äq/kWh	2,62	kgCO2-Äq/kg			
					<b>335</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>					
					<b>346</b>	<b>gCO2Äq/kWh</b>	2,70	kgCO2-Äq/kg			
	98.300	1	1,5	kg/TJ Hu	98.786	kgCO2-Äq/TJ Hu					
					0,356	kgCO2-Äq/kWh	2,78	kgCO2-Äq/kg			
					<b>356</b>	<b>gCO2-Äq/kWh</b>					
	0,995080275						Mittelwert				Mittelwert aus den 3 Werten.
	0,004919725						<b>2,70</b>	<b>kgCO2-Äq/kg</b>			<b>345,8</b> gCO2-Äq/kWh







## Anhang C: Protokoll zur Probenahme von Abfällen

### Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:

Projektbezeichnung:

Nr. 1	Diplomarbeit an der Montanuniversität, Renato Sarc
-------	--

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	Saubermacher Dienstleistungs AG, Standort Unterpremstätten,
Abfallbesitzer:	Saubermacher D. AG, am Damm 50, Unterpremstätten
Abfallbesitzernummer:	ÖNORM S 2100; 54930
Ansprechpartner:	Hanspeter Plazovnik, Anlagenleiter Unterpremstätten

**Informationen über Art und Herkunft des Abfalls**

Abfallart Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle	Abfallcode/Schlüsselnummer: 54930 Bezeichnung: feste fett- und överschmutzten Betriebsmitteln Zusatzbemerkung: Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	Saubermacher Dienstleistungs AG Standort: Am Damm 50, 8141 Unterpremstätten
Geschichte des Abfalls - Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen	
<p>Durch den täglichen Betrieb in den Werkstätten und an den Tankstellen fallen feste fett- und överschmutzte Abfälle an. Dabei handelt es sich um Öl-, Benzin-, Lösemittelbehältnisse, Spraydosen, Putzlappen, Schläuche, Öl-Filter, usw. Als Verunreinigungen sind Öl, Benzin, und Reinigungsschmutz zu erwähnen.</p>	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja Begründung gemäß Abschnitt 5.2  <input checked="" type="checkbox"/> nein

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="radio"/> ja welche?  H2-brandfördernd H3-B-entzündbar  <input type="radio"/> nein
Abschätzung der Menge	in m <sup>3</sup> Dichte kg/l <input type="radio"/> Schätzwert aus Tabelle <input checked="" type="radio"/> Messwert  in t 47,620
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: 10 Mindestmenge: 2 kg
Anfall erfolgt	<input type="radio"/> in definiertem Prozess in gleich bleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="radio"/> in wechselnder Qualität <input type="radio"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	0 h (Abfälle werden sofort behandelt) – 16 h (Beginn des nächsten Arbeitstages)

**Probenahme**

Probennehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	Renato Sarc, BSc, im Rahmen der Diplomarbeit Student der Montanuniversität Leoben 0650 82 49 165, renato.sarc@stud.unileoben.ac.at
Datum der Probenahme:	6.-15. April 2010
Anwesende Personen:	keine
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="radio"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="radio"/> nein
Art der Probenahme:	<input checked="" type="radio"/> Handschaufel <input type="radio"/> Spatel <input type="radio"/> Probenbohrer <input type="radio"/> Probenstecher <input type="radio"/> Schöpfer <input type="radio"/> Baggerschaufel <input checked="" type="radio"/> Sonstiges: von Hand, Behältnisse
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: Zylinder-Behälter Gebindematerial: Kunststoff Gebindevolumen: 1l Art des Verschlusses: Luftdicht Sonstiges:
Angaben zum Probentransport	<input type="radio"/> gekühlt <input checked="" type="radio"/> ungekühlt

**Beschreibung und Charakteristik der qualifizierten Stichproben**

(Je qualifizierter Stichprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung:	2. Probenbezeichnung:	... Probenbezeichnung:	n. Probenbezeichnung:
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:
Tiefenstufe:	Tiefenstufe:	Tiefenstufe:	Tiefenstufe:
<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus $d_{65}$ Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus ..... Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus ..... Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus ..... Stichproben
Menge: $d=2,258$ kg	Menge: kg	Menge: kg	Menge: kg
Farbe: Schwarz, Braun	Farbe:	Farbe:	Farbe:
Geruch: <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein nach: Benzin, Lösungsmittel	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein nach:	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein nach:	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein nach:
Konsistenz: fest, ölig	Konsistenz:	Konsistenz:	Konsistenz:
homogen: <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Korngröße: von 0 cm bis 30 cm	Korngröße: von cm bis cm	Korngröße: von cm bis cm	Korngröße: von cm bis cm

Bei den Abfällen handelt es sich um die fett- und överschmutzten Betriebsmitteln (Werkstätten- Industrie- und Tankstellenabfälle). Dieses Protokoll wurde für die Fraktion < 30 mm durchgeführt.

Die Stichproben wurden von Hand und mittels Handschaufel vom laufenden Förderband genommen, weil das Ende des Förderbandes nicht zugänglich war und aus Sicherheitsgründen nicht in Container gestiegen werden darf. Laut ÖNORM S2123-3, Probenahmepläne für Abfälle; Beprobung fester Abfälle aus Stoffströmen, muss eine qualifizierte Stichprobe mindestens 2 kg haben. Dabei setzt sich eine qualifizierte Stichprobe aus 6-8 Behältnissen und ein Behälter aus 8-10 Stichproben, d.h. aus ca. 50-80 ( $d$ =Durchschnitt=65) Stichproben zusammen. Da nur eine Art der Abfälle untersucht wurde, hatte die Fraktion eine Mischung aus brauner und schwarzer Farbe. Die Abfälle waren im festen Zustand mit abweichendem Feuchtegehalt, nicht homogen und rochen nach Benzin und Lösungsmittel.

Aus der beiliegenden Protokolltabelle sind die Daten über die Probenahme zu entnehmen. Die von der Zahl zehn abweichende Anzahl der täglichen qualifizierten Stichproben ist auf die Stillstände und kürzere Anlagenlaufzeit am Freitag zurückzuführen. Die qualifizierte Stichprobe wurde in den zeitlichen Abständen zwischen 20 und 45 Minuten gezogen.



**Voruntersuchungen und Beobachtungen**

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen
<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
Die Abfälle sind mit den leichtflüchtigen Stoffen verunreinigt, die durch langes Lagern und langsame Behandlung in die Atmosphäre entweichen und dadurch den Heizwert der Abfälle verändern würden.			

**Beschreibung der Herstellung der Feldprobe bzw. der Sammelprobe**

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) bzw. Feldprobe(n) hergestellt wurden; Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

Die Aufbereitung der Rückstellproben, Tagesfeldproben und Tagesrückstellproben erfolgte mit Hilfe der „Viertel-Methode“, konform der ÖNORM S 2123-2. Aus jeder qualifizierten Stichprobe wurde auch eine Rückstellprobe aufbewahrt. Die restliche Menge der qualifizierten Stichproben wurde gesammelt. Nach der Entnahme aller qualifizierten Stichproben wurden die Tagesfeldprobe und die Tagesrückstellprobe mittels „Viertel-Methode“ gewonnen. Das Mischen der Wochenlaborprobe und die Untersuchung wurden vom Labor des Instituts für die Nachhaltige Abfallwirtschaft an der Montanuniversität Leoben durchgeführt.

**Datum und Unterschrift des Probenehmers:**

15. April 2010

Abbildung 3: Protokoll für die Probenahme von Abfälle, Fraktion < 30 mm

Tabelle 6: Protokoll für die Probenahme von Abfälle, Fraktion < 30 mm

Datum	Dienstag, 6. April 2010			Mittwoch, 7. April 2010			Donnerstag, 8. April 2010			Freitag, 9. April 2010		
	Uhrzeit	Rückp. [g]	Rückp. [%]	Uhrzeit	Rückp. [g]	Rückp. [%]	Uhrzeit	Rückp. [g]	Rückp. [%]	Uhrzeit	Rückp. [g]	Rückp. [%]
Probenahme F1	10:37	2.219,20	145,70	09:10	2.103,10	266,30	08:50	2.028,80	163,00	08:37	2.024,10	245,90
Probenahme F2	11:30	2.713,20	246,70	09:45	2.129,90	239,10	13:40	2.066,50	249,00	09:00	2.000,80	282,70
Probenahme F3	12:03	2.283,40	412,30	10:15	2.533,80	439,10	14:00	2.134,10	326,50	09:20	2.183,40	326,60
Probenahme F4	13:23	2.050,60	146,80	10:35	2.023,60	361,30	17:33%	2.074,10	238,50	09:40	2.005,50	294,00
Probenahme F5	13:45	2.048,10	298,80	11:15	2.128,90	201,40	14:15	2.050,30	401,80	10:00	2.264,50	449,10
Probenahme F6	14:20	2.199,60	245,30	11:45	2.085,00	209,10	15:10	2.111,10	327,70	10:25	2.156,30	241,30
Probenahme F7	14:43	2.000,70	291,10	11:55%	14,55%					10:50	2.231,80	324,70
Summe		15.514,80	1.786,70	13,00%	11,52%	13,20%	12,45%	12,45%	13,70%	10,50	14.866,40	2.124,30
Input Anlage		20.135,00		17,950,000		8,290,000		14,485,000			14,485,000	
Prober/ Input Anlage [%]		0,08%	0,01%	0,07%	0,15%	0,02%	0,10%	0,02%	0,10%		0,01%	
Anfall Fraktion < 30 mm [g]		5.740,000		6.800,000		3.630,000		3.630,000			3.520,000	
F. < 30 mm/ Input Anlage [%]		28,51%	0,03%	37,88%	0,19%	0,03%	43,79%	0,05%	24,30%		0,06%	
Prober/ Anfall F. < 30 mm [%]		0,27%		0,19%		0,03%	0,34%	0,05%	0,42%		0,06%	
Laborprobe Tag [g]		438,00		249,10			408,20		353,00			
Laborprobe Tag/(Sum-Rp.) [%]		3,19%		2,21%			3,80%		2,77%			
Rückstellprobe Tag [g]		391,20		233,50			371,10		350,70			
Rückp. Tag/(Sum-Rp.) [%]		2,85%		2,07%			3,45%		2,75%			
Datum	Montag, 12. April 2010			Dienstag, 13. April 2010			Mittwoch, 14. April 2010			Donnerstag, 15. April 2010		
Probenahme F1	08:50	2.052,20	245,90	09:20	2.013,90	246,20	10:35	2.672,50	337,70	09:00	2.142,40	279,20
Probenahme F2	09:10	2.189,30	339,80	09:40	2.827,30	323,10	10:50	2.317,20	499,90	09:30	2.404,60	290,30
Probenahme F3	09:30	2.229,00	328,80	09:55	3.112,20	517,00	11:40	2.805,40	406,80	10:00	2.135,70	336,50
Probenahme F4	09:50	2.230,40	318,60	10:15	2.649,60	453,90	11:25	2.473,00	303,10	10:30	2.765,30	402,30
Probenahme F5	10:05	2.008,10	321,00	10:40	2.429,30	505,30	11:40	2.741,00	391,80	11:15	2.827,50	297,40
Probenahme F6	10:35	2.094,70	387,90	11:00	2.380,30	340,00	12:00	2.312,20	397,80	11:40	2.185,80	414,80
Probenahme F7	11:00	2.286,70	400,80	11:15	2.417,70	456,70	12:15	2.068,60	241,30	13:25	2.037,30	273,70
Probenahme F8	11:15	2.127,60	293,00	11:35	2.157,20	142,10	12:25	2.005,20	384,10	13:40	2.459,10	367,30
Probenahme F9	11:40	2.158,30	287,10	12:00	2.013,40	206,30	13:30	2.075,00	327,10	14:00	2.693,50	355,10
Probenahme F10	12:05	2.007,90	284,20	13:50	2.130,80	289,00	13:55	2.035,90	286,00	14:35	2.515,70	426,70
Summe		21.384,20	3.207,10	24,131,70	3,479,60	14,42%	23,506,00	3,575,60	15,21%	24,166,90	3,443,30	14,25%
Input Anlage		22.340,000		19,190,000		0,13%	20,530,000		0,02%	11,840,000		0,03%
Prober/ Input Anlage [%]		0,10%	0,01%	0,13%	0,02%		0,11%	0,02%		0,20%		0,03%
Anfall Fraktion < 30 mm [g]		8.730,000		7.030,000			7.880,000			4.290,000		
F. < 30 mm/ Input Anlage [%]		39,08%	0,04%	36,65%	0,34%	0,05%	38,35%	0,30%	0,05%	36,23%	0,96%	0,08%
Prober/ Anfall F. < 30 mm [%]		0,24%		0,24%			0,30%		0,05%	0,96%		0,08%
Laborprobe Tag [g]		310,30		465,00			460,10		369,60			
Laborprobe Tag/(Sum-Rp.) [%]		1,71%		2,25%			2,31%		1,78%			
Rückstellprobe Tag [g]		300,40		403,70			444,80		365,50			
Rückp. Tag/(Sum-Rp.) [%]		1,65%		1,95%			2,23%		1,76%			
Datum	Zusammenfassung Fraktion < 30 mm:											
Summe Probenans-ges.		149.028,90	[g]									
Summe Rückp.		21.039,40	[g]									
Input Anlage ges.		134.748,000	[g]									
Fraktion < 30 mm ges.		47.620,000	[g]									
Summe T-Laborproben		3.053,30	[g]									
Summe T-Rückstellproben		2.860,90	[g]									
Probe ges. / Input Anlage ges.		0,11	[%]									
Probe ges. / F. < 30 mm ges.		0,31	[%]									
F. < 30mm / Input Anlage		35,34	[%]									
Anteil Rückp./ges. Probe		14,12	[%]									
Anteil T-Lab/(ges.P.-Rückp ges.)		2,39	[%]									
Anteil T-Lab/ Input Anlage ges.		0,002	[%]									
Anteil T-Lab/F. < 30 mm ges.		0,006	[%]									
Anteil T-Rückp/(ges.P.-Rückp ges.)		0,002	[%]									
Anteil T-Rückp/ Input Anlage ges.		0,006	[%]									
Anteil T-Rückp/F. < 30 mm ges.		0,006	[%]									
Mittelwert der Proben F. < 30 mm		2.258,0	[g]									



## Protokoll zur Probenahme von Abfällen

Prot. Nr.:

Projektbezeichnung:

Nr. 2	Diplomarbeit an der Montanuniversität, Renato Sarc
-------	--

Vorerhebungen:

Auftraggeber:	Saubermacher Dienstleistungs AG, Standort Unterpremstätten,
Abfallbesitzer:	Saubermacher D. AG, am Damm 50, Unterpremstätten
Abfallbesitzernummer:	ÖNORM S 2100; 54930
Ansprechpartner:	Hanspeter Plazovnik, Anlagenleiter Unterpremstätten

**Informationen über Art und Herkunft des Abfalls**

Abfallart  Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle	Abfallcode/Schlüsselnummer: 54930  Bezeichnung: feste fett- und överschmutzten Betriebsmitteln Zusatzbemerkung: Werkstätten-, Industrie- und Tankstellenabfälle
Ort der Probenahme (zB Adresse, Fahrzeug)	Saubermacher Dienstleistungs AG Standort: Am Damm 50, 8141 Unterpremstätten
Geschichte des Abfalls - Herkunft bzw. kurze Beschreibung des Produktionsprozesses, bei dem der Abfall anfällt, kurze Angaben zu den vermuteten Verunreinigungen  Durch den täglichen Betrieb in den Werkstätten und an den Tankstellen fallen feste fett- und överschmutzte Abfälle an. Dabei handelt es sich um Öl-, Benzin-, Lösemittelbehältnisse, Spraydosen, Putzlappen, Schläuche, Öl-Filter, usw. Als Verunreinigungen sind Öl, Benzin, und Reinigungsschmutz zu erwähnen.	
Homogenität	<input type="checkbox"/> ja      Begründung gemäß Abschnitt 5.2  <input checked="" type="checkbox"/> nein

Gibt es Hinweise auf das Vorhandensein relevanter Mengen von Stoffen der Liste gefährlicher Inhaltsstoffe (gemäß Anhang II zur Richtlinie 91/689/EWG, zB aufgrund von in der Produktion verwendeten Stoffen) oder das Zutreffen von gefahrenrelevanten Eigenschaften (Anhang III zur Richtlinie 91/689/EWG)?	<input checked="" type="radio"/> ja welche?  H2-brandfördernd H3-B-entzündbar  <input type="radio"/> nein
Abschätzung der Menge	in m <sup>3</sup> Dichte kg/l <input type="radio"/> Schätzwert aus Tabelle <input checked="" type="radio"/> Messwert  in t 71,540
qualifizierte Stichproben gemäß Abschnitt 5	Anzahl: 10 Mindestmenge: 3,6 kg
Anfall erfolgt	<input type="radio"/> in definiertem Prozess in gleich bleibender Qualität mit nur geringen Schwankungen <input checked="" type="radio"/> in wechselnder Qualität <input type="radio"/> in unbekannter Qualität
Lagerungsdauer des Abfalls am Probenahmeort	0 h (Abfälle werden sofort behandelt) – 16 h (Beginn des nächsten Arbeitstages)

**Probenahme**

Probenehmer: Institution, Tel., E-Mail, ...	Renato Sarc, BSc, im Rahmen der Diplomarbeit Student der Montanuniversität Leoben 0650 82 49 165, renato.sarc@stud.unileoben.ac.at
Datum der Probenahme:	6.-15. April 2010
Anwesende Personen:	keine
Wurden Vergleichsproben entnommen?	<input type="radio"/> ja wenn ja, durch wen? <input checked="" type="radio"/> nein
Art der Probenahme:	<input checked="" type="radio"/> Handschaufel <input type="radio"/> Spatel <input type="radio"/> Probenbohrer <input type="radio"/> Probenstecher <input type="radio"/> Schöpfer <input type="radio"/> Baggerschaufel <input checked="" type="radio"/> Sonstiges: von Hand, Behältnisse
Art des Probengefäßes:	Gebindeart: Zylinder-Behälter Gebindematerial: Kunststoff Gebindevolumen: 1l Art des Verschlusses: Luftdicht Sonstiges:
Angaben zum Probentransport	<input type="radio"/> gekühlt <input checked="" type="radio"/> ungekühlt

**Beschreibung und Charakteristik der qualifizierten Stichproben**

(Je qualifizierter Stichprobe ist eine Spalte auszufüllen)

1. Probenbezeichnung:	2. Probenbezeichnung:	... Probenbezeichnung:	n. Probenbezeichnung:
räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:	räumliche Zuordnung zur Entnahmestelle oder zu einem Einzelgebäude gemäß Probenahmeskizze:
Tiefenstufe:	Tiefenstufe:	Tiefenstufe:	Tiefenstufe:
<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus 40 Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus 40 Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus 40 Stichproben	<input type="radio"/> qualifizierte Stichprobe aus 40 Stichproben
Menge: d=3,6 kg	Menge: kg	Menge: kg	Menge: kg
Farbe: Schwarz, Braun	Farbe:	Farbe:	Farbe:
Geruch: <input checked="" type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	Geruch: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
nach: Benzin, Lösungsmittel	nach:	nach:	nach:
Konsistenz: fest, ölig	Konsistenz:	Konsistenz:	Konsistenz:
homogen: <input type="radio"/> ja <input checked="" type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	homogen: <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Korngröße: von 30 cm bis 60 cm	Korngröße: von cm bis cm	Korngröße: von cm bis cm	Korngröße: von cm bis cm

Bei den Abfällen handelt es sich um die fett- und överschmutzten Betriebsmitteln (Werkstätten- Industrie- und Tankstellenabfälle). Dieses Protokoll wurde für die Fraktion 30-60 mm durchgeführt.

Die Stichproben wurden von Hand und mittels Handschaufel vom laufenden Förderband genommen, weil das Ende des Förderbandes nicht zugänglich war und aus Sicherheitsgründen nicht in Container gestiegen werden darf. Laut ÖNORM S2123-3, Probenahmepläne für Abfälle; Beprobung fester Abfälle aus Stoffströmen, muss eine qualifizierte Stichprobe mindestens 3,6 kg haben. Dabei setzt sich eine qualifizierte Stichprobe aus 9-11 Behältnissen und ein Behälter aus 3-5 Stichproben, d.h. aus ca. 30-50 (d=Durchschnitt=40) Stichproben zusammen. Da nur eine Art der Abfälle untersucht wurde, hatte die Fraktion eine Mischung aus brauner und schwarzer Farbe. Die Abfälle waren im festen Zustand mit abweichendem Feuchtegehalt, nicht homogen und rochen nach Benzin und Lösungsmittel.

Aus der beiliegenden Protokolltabelle sind die Daten über die Probenahme zu entnehmen. Die von der Zahl zehn abweichende Anzahl der täglichen qualifizierten Stichproben ist auf die Stillstände und kürzere Anlagenlaufzeit am Freitag zurückzuführen. Die qualifizierte Stichprobe wurde in den zeitlichen Abständen zwischen 20 und 45 Minuten gezogen.

## Voruntersuchungen und Beobachtungen

<input checked="" type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung	<input type="checkbox"/> Gasentwicklung
<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen	<input type="checkbox"/> Reaktionen
<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....	<input type="checkbox"/> Sonstiges: .....
Bemerkungen (zB Feststellung von vermuteten Kontaminationen):			
Die Abfälle sind mit den leichtflüchtigen Stoffen verunreinigt, die durch langes Lagern und langsame Behandlung in die Atmosphäre entweichen und dadurch den Heizwert der Abfälle verändern würden.			

## Beschreibung der Herstellung der Feldprobe bzw. der Sammelprobe

Angabe aus welchen qualifizierten Stichproben in welcher Art die Sammelprobe(n) bzw. Feldprobe(n) hergestellt wurden; Probenbezeichnung der Sammelprobe bzw. Feldprobe.

Die Aufbereitung der Rückstellproben, Tagesfeldproben und Tagesrückstellproben erfolgte mit Hilfe der „Viertel-Methode“, konform der ÖNORM S 2123-2. Aus jeder qualifizierten Stichprobe wurde auch eine Rückstellprobe aufbewahrt. Die restliche Menge der qualifizierten Stichproben wurde gesammelt. Nach der Entnahme aller qualifizierten Stichproben wurden die Tagesfeldprobe und die Tagesrückstellprobe mittels „Viertel-Methode“ gewonnen. Das Mischen der Wochenlaborprobe und die Untersuchung wurden vom Labor des Instituts für die Nachhaltige Abfallwirtschaft an der Montanuniversität Leoben durchgeführt.

## Datum und Unterschrift des Probenehmers:

15. April 2010

Abbildung 4: Protokoll für die Probenahme von Abfälle, Fraktion 30-60 mm



Tabelle 7: Protokoll für die Probenahme von Abfälle, Fraktion 30-60 mm

Datum	Dienstag, 6. April 2010			Mittwoch, 7. April 2010			Donnerstag, 8. April 2010			Freitag, 9. April 2010				
	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]		
Probenahme G1	10:50	5.153,90	503,40	09:05	3.523,90	319,40	08:55	3.667,00	148,30	08:45	3.891,90	325,20		
Probenahme G2	11:35	4.050,20	465,80	09:40	3.745,30	256,70	13:45	3.615,70	244,10	09:05	3.630,40	352,50		
Probenahme G3	12:07	3.523,20	280,90	10:10	3.682,00	339,40	14:05	3.714,40	284,50	09:25	3.774,70	308,00		
Probenahme G4	13:17	3.887,20	210,10	10:38	3.839,20	280,80	14:20	3.609,10	258,60	09:45	3.926,40	325,90		
Probenahme G5	13:50	3.759,50	297,20	11:20	3.863,20	214,60	14:40	4.562,90	432,40	10:05	4.117,20	241,40		
Probenahme G6	14:25	3.822,30	227,80	11:50	3.693,00	171,00	15:15	4.163,30	223,30	10:30	3.775,20	241,10		
Probenahme G7	14:50	3.913,90	255,50	11:50	3.693,00	171,00	15:15	4.163,30	223,30	10:55	3.618,50	333,20		
Summe		28.080,20	2.230,70		22.438,60	1.581,90		23.332,40	1.591,20		26.734,30	2.127,30		
Input/Anlage		20.135,00	0,00		17.950,00	0,00		8.290,00	0,00		14.485,00	0,00		
Probe/ Input Anlage [%]		0,14%	0,01%		0,13%	0,01%		0,28%	0,02%		0,18%	0,01%		
Anfall Fraktion 30-60 mm [g]		12.470,00			8.080,00			3.550,00			9.330,00			
F. 30-60 mm/Input Anlage [%]		61,94%			45,01%			42,82%			64,41%			
Probe/Anfall F. 30-60 mm [%]		0,23%	0,02%		0,28%	0,02%		0,66%	0,04%		0,29%	0,02%		
Laborprobe Tag [g]		351,20			269,30			357,30			377,90			
Laborprobe Tag/(Sum-Rp.) [%]		1,36%			1,29%			1,64%			1,54%			
Rückstellprobe Tag [g]		328,40			233,80			334,60			319,40			
Rückp. Tag/(Sum-Rp.) [%]		1,27%			1,12%			1,54%			1,30%			
Datum	Montag, 12. April 2010			Dienstag, 13. April 2010			Mittwoch, 14. April 2010			Donnerstag, 15. April 2010				
Probenahme G1	08:55	3.907,30	274,60	09:25	3.726,60	289,20	10:40	3.692,40	282,20	09:05	3.816,40	238,50		
Probenahme G2	09:15	3.641,20	273,10	09:45	3.849,70	287,00	10:55	4.511,80	269,00	09:35	3.946,50	299,20		
Probenahme G3	09:35	3.722,90	257,80	10:00	3.669,10	328,90	11:15	3.737,90	323,80	10:05	3.782,20	280,00		
Probenahme G4	09:55	3.895,70	260,20	10:20	3.819,60	299,60	11:30	3.705,80	367,10	10:35	3.705,10	292,40		
Probenahme G5	10:10	3.692,40	284,90	10:45	3.796,30	293,60	11:45	4.017,10	259,60	11:20	3.837,50	246,50		
Probenahme G6	10:40	3.689,80	293,50	11:05	4.364,90	351,30	12:00	4.085,10	393,90	11:45	3.900,50	250,80		
Probenahme G7	11:05	4.208,60	375,20	11:20	3.750,50	210,20	12:10	3.717,60	272,40	13:30	3.793,90	273,60		
Probenahme G8	11:20	3.693,80	234,10	11:40	3.931,60	181,10	12:20	3.824,10	268,80	13:45	4.062,00	390,50		
Probenahme G9	11:45	3.721,90	308,60	12:05	3.702,90	172,10	13:35	4.233,00	268,60	14:05	4.173,30	424,80		
Probenahme G10	12:10	3.663,50	192,80	13:55	3.741,40	252,30	14:00	3.824,90	305,30	14:40	3.739,00	398,10		
Summe		37.837,10	2.754,80		38.381,60	2.665,40		39.349,70	3.010,70		38.756,40	3.094,40		
Input/Anlage		22.340,00	0,00		19.180,00	0,00		20.530,00	0,00		11.840,00	0,00		
Probe/ Input Anlage [%]		0,17%	0,01%		0,20%	0,01%		0,19%	0,01%		0,33%	0,03%		
Anfall Fraktion 30-60 mm [g]		11.010,00			10.840,00			9.240,00			3.660,00			
F. 30-60 mm/Input Anlage [%]		49,28%			56,52%			45,01%			30,91%			
Probe/ Anfall F. 30-60 mm [%]		0,34%	0,03%		0,35%	0,02%		0,43%	0,03%		1,06%	0,08%		
Laborprobe Tag [g]		275,50			271,90			407,40			343,50			
Laborprobe Tag/(Sum-Rp.) [%]		0,79%			0,76%			1,12%			0,96%			
Rückstellprobe Tag [g]		228,60			256,90			394,10			330,10			
Rückp. Tag/(Sum-Rp.) [%]		0,65%			0,72%			1,08%			0,93%			
Datum	Freitag, 16. April 2010			Samstag, 17. April 2010			Sonntag, 18. April 2010			Montag, 19. April 2010				
Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]	Uhrzeit	g	Rückp. [g]
Summe Proben=ges.		254.910,30												
Summe Rückp.		19.056,40												
Input Anlage ges.		134.748,00												
Fraktion 30-60 mm ges.		68.180,00												
Summe T-Laborproben		2.654,00												
Summe T-Rückstellproben		2.425,90												
Probe ges. / Input Anlage ges.		0,19												
Probe ges. / F. 30-60 mm ges.		0,37												
F. 30-60 mm / Input Anlage		50,60												
Anteil Rückp/ges. Probe		7,48												
Anteil T-Lab/ges P.-Rückp ges.)		1,13												
Anteil T-Lab/Input Anlage ges.		0,002												
Anteil T-Lab/F. 30-60 mm ges.		0,004												
Anteil T-Rückp/(ges P.-Rückp ges.)		1,03												
Anteil T-Rückp/Input Anlage ges.		0,002												
Anteil T-Rückp/F. 30-60 mm ges.		0,004												
Mittelwert der Proben F. 30-60 mm		3.862,3												

## Anhang D: Prüfberichte

## Prüfbericht

**Probennummer:** 0217-10-00 **Probeneingangsdatum:** 12.04.2010  
**Auftraggeber:** Saubermacher Dienstleistungs AG **Probenkonservierung:** Kühlhaus  
 Conrad-von-Hötzendorfstrasse 162 8055 Graz  
**Kundenbezeichnung:** Proben Nr.: 35560/01; Mischprobe von 06.04.2010 bis 09.04.2010; Splittingmaterial 0 - 30 mm; Thermo - Team Retznei;  
**Eingegangen von:** Hr. Renato Sarc **Probenvorbereitung:** Königswasseraufschluss nach ÖNORM M 6290; EN 13657  
**Probenzustand:** gekühltes, < 30 mm aufbereitetes, süßlich, ölig riechendes Splittingmaterial im Kunststofftube **Probenaufbereitung:** laut AA Probenaufbereitung (nur auf 1mm)  
**Bemerkung:** Werte wurden bereits störstoffkorrigiert! **Beurteilung nach:** keine

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Trockenrückstand	TS	77,8	%	12.04.2010	0,001 %	DIN EN 12880:2000	AA Trockenrückstand
Heizwert (unterer)	Hu	13000+/-190	kJ/kg OS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Brennwert (oberer Heizwert) AQS	Ho	18800+/-260	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffanteil	xBTC	36,5	%	21.04.2010		* ASTM D6866	
Arsen	As	17,2+/-1,3	mg/kg TS	29.04.2010	1,25 mg/kg	* ICP-MS	
Blei	Pb	570+/-70	mg/kg TS	03.05.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-6:1998	AA FAAS
Cadmium	Cd	1,35+/-0,09	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Chrom gesamt	Cr	280+/-15	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	DIN EN 1233:1996	AA FAAS
Cobalt	Co	52,0+/-1,2	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Nickel	Ni	101,5+/-1,4	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-11:1991	AA FAAS
Quecksilber	Hg	7,43+/-0,14	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Antimon	Sb	21,3+/-1,4	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Kupfer	Cu	590+/-70	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-7:1991	AA FAAS

0217-10-00  
21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.  
Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Zink	Zn	3300+/-150	mg/kg TS	28.04.2010	250 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, AA FAAS DIN 38406-8:2004	
Chlor in Feststoffen (Kalometeraufschluss)	Cl	3200+/-300	mg/kg TS	28.04.2010	100 mg/kg	ÖNORM EN 14582:2007	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffgehalt	xB	14,8	% TS	21.05.2010	-	* ASTM D6866	
Heizwert (unterer)	Hu	17300+/-240	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Gesamter Kohlenstoff (Feststoff)	TC	40,64	% TS	21.04.2010	0,5 %	ÖNORM EN 13137:2001	AA TOC fest

**Bemerkungen:**

pMC, ref=1,12

Univ.Prof.Dr.-Ing. Karl E. Lorber  
Laborleiter und Qualitätsleiterstellvertreter

Carina Tauterer  
Qualitätsleiter und Laborleiterstellvertreter

0217-10-00  
21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugswise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.  
Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Seite 2 von 2

Abbildung 5: Prüfbericht 0217-10-00 für die Fraktion &lt; 30 mm



## Prüfbericht

**Probennummer:** 0218-10-00  
**Auftraggeber:** Saubermacher Dienstleistungs AG  
 Conrad-von-Hötzendorfstrasse 162 8055 Graz  
**Kundenbezeichnung:** Proben Nr.: 35577/02; Mischprobe von 06.04.2010 bis 09.04.2010; Splittingmaterial 30 - 60 mm; Thermo - Team Retznei;  
**Eingegangen von:** Hr. Renato Sarc  
**Probenzustand:** gekühltes, zw. 30 und 60 mm aufbereitetes, süßlich, ölig riechendes Splittingmaterial im Kunststofftube  
**Beurteilung nach:** Werte wurden bereits störstoffkorrigiert!  
**Probeneingangsdatum:** 12.04.2010  
**Probenkonservierung:** Kühlhaus  
**Probennahme:** durch Kunden  
**Probenvorbereitung:** Königswasseraufschluss nach ÖNORM 6290; EN 13657  
**Probenaufbereitung:** laut AA Probenaufbereitung (nur auf 1 mm)

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Brennwert (oberer Heizwert) AQS	Ho	23300+/-600	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffanteil	xBTC	39,8	%	22.04.2010		* ASTM D6866	
Arsen	As	21,1+/-1,8	mg/kg TS	29.04.2010	1,25 mg/kg	* ICP-MS	
Blei	Pb	240+/-40	mg/kg TS	03.05.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-6:1998	AA FAAS
Cadmium	Cd	2,1+/-0,4	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Chrom gesamt	Cr	250+/-18	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	DIN EN 1233:1996	AA FAAS
Cobalt	Co	53+/-5	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Nickel	Ni	112+/-40	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-11:1991	AA FAAS
Quecksilber	Hg	5,62+/-0,06	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Antimon	Sb	22,6+/-0,8	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Kupfer	Cu	514+/-60	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-7:1991	AA FAAS
Zink	Zn	2790+/-20	mg/kg TS	29.04.2010	250 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-8:2004	AA FAAS

0218-10-00  
 21.05.2010  
 Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Messwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.  
 Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Chlor in Feststoffen (Kalorimeternaufschluss)	CJ	5400+/-1300	mg/kg TS	28.04.2010	100 mg/kg	ÖNORM EN 14582:2007	AA Heizwert AQS IKA
Trockenrückstand	TS	80,3	%	12.04.2010	0,001 %	DIN EN 12880:2000	AA Trockenrückstand
Heizwert (unterer)	Hu	16700+/-400	kJ/kg OS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffgehalt	xB	18,6	% TS	21.05.2010	-	* ASTM D6866	
Heizwert (unterer)	Hu	21400+/-500	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Gesamter Kohlenstoff (Feststoff)	TC	46,62	% TS	21.04.2010	0,5 %	ÖNORM EN 13137:2001	AA TOC fest

**Bemerkungen:**

pMC, ref=1,12

Univ.Prof.Dr.-Ing. Karl E. Lorber  
Laborleiter und Qualitätsleiterstellvertreter

Carina Tauterer  
Qualitätsleiter und Laborleiterstellvertreter

0218-10-00  
21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Messwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.  
Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Seite 2 von 2

Abbildung 6: Prüfbericht 0218-10-00 für die Fraktion 30 – 60 mm

## Prüfbericht

**Probennummer:** 0224-10-00 **Probeneingangsdatum:** 19.04.2010  
**Auftraggeber:** Saubermacher Dienstleistungs AG **Probenkonservierung:** Kühlhaus  
 Conrad-von-Hötzendorfsstrasse 162 8055 Graz  
**Kundenbezeichnung:** Proben Nr.: 3559701; Mischprobe von 12.04.2010 bis 15.04.2010; Splittingmaterial 0 - 30 mm; Thermo - Team Retznei;  
**Eingegangen von:** Hr. Renato Saic **Probenname:** durch Kunden  
**Probenzustand:** gekühltes, < 30 mm aufbereitetes, süßlich, ölig riechendes Splittingmaterial im Kunststofftube **Probenvorbereitung:** Königswasseraufschluss nach ÖNORM M 6290; EN 13657  
**Bemerkung:** Werte wurden bereits störstoffkorrigiert! **Probenaufbereitung:** laut AA Probenaufbereitung (nur auf 1mm)

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Brennwert (oberer Heizwert) AQS biogener Kohlenstoffanteil	Ho	15300+/-240	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Arsen	xBTC	36,5	%	21.05.2010		* ASTM D6866	
Blei	As	57+/-6	mg/kg TS	29.04.2010	1,25 mg/kg	* ICP-MS	
Cadmium	Pb	165+/-28	mg/kg TS	03.05.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-6:1998	AA FAAS
Chrom gesamt	Cd	<1	mg/kg TS	29.04.2010	1 mg/kg	* ICP-MS	
Cobalt	Cr	820+/-60	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	DIN EN 1233:1996	AA FAAS
Nickel	Co	43+/-7	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Quecksilber	Ni	540+/-25	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-11:1991	AA FAAS
Antimon	Hg	3,12+/-0,21	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Kupfer	Sb	11,7+/-0,5	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Zink	Cu	10200+/-180	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-7:1991	AA FAAS
Chlor in Feststoffen (Kalorimetraufschluss)	Zn	1500+/-80	mg/kg TS	28.04.2010	250 mg/kg	DIN 38406-8:2004	AA FAAS
	Cl	2800+/-300	mg/kg TS	28.04.2010	100 mg/kg	ÖNORM EN 14582:2007	AA Heizwert AQS IKA

0224-10-00  
21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.

Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Trockenrückstand	TS	82,7	%	19.04.2010	0,001 %	DIN EN 12880:2000	AA Trockenrückstand
Heizwert (unterer)	Hu	11300+/-190	kJ/kg OS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffgehalt	xB	12,5	% TS	21.05.2010		* ASTM D6866	
Heizwert (unterer)	Hu	14100+/-220	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Gesamter Kohlenstoff (Feststoff)	TC	34,23	% TS	27.04.2010	0,5 %	ÖNORM EN 13137:2001	AA TOC fest

**Bemerkungen:**

pMC, ref= 1,12

Univ.Prof.Dr.-Ing. Karl E. Lorber  
 Laborleiter und Qualitätsleiterstellvertreter

Carina Tauterer  
 Qualitätsleiter und Laborleiterstellvertreter

0224-10-00  
 21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen.  
 Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Seite 2 von 2

Abbildung 7: Prüfbericht 0224-10-00 für die Fraktion &lt; 30 mm

## Prüfbericht

**Probennummer:** 0225-10-00  
**Auftraggeber:** Saubermacher Dienstleistungs AG  
 Conrad-von-Hötzendorfstrasse 162 8055 Graz  
**Kundenbezeichnung:** Proben Nr.: 35597/02; Mischprobe von 12.04.2010 bis 15.04.2010; Splittingmaterial 30 - 60 mm; Thermo - Team Retznei;  
**Eingegangen von:** Hr. Renato Sarc  
**Probenzustand:** gekühltes, zw. 30 und 60 mm aufbereitetes, süßlich, ölig riechendes Splittingmaterial im Kunststofftube  
**Bemerkung:** Werte wurden bereits störstoffkorrigiert!

**Probeneingangsdatum:** 19.04.2010  
**Probenkonservierung:** Kühlhaus  
**Probennahme:** durch Kunden  
**Probenvorbereitung:** Königswasseraufschluss nach ÖNORM M 6290; EN 13657  
**Probenaufbereitung:** laut AA Probenaufbereitung (nur auf 1mm)

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Brennwert (oberer Heizwert) AQS biogener Kohlenstoffanteil	Ho	23200+/-600	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
	xBTC	40.4	%	21.05.2010		* ASTM D6866	
Arsen	As	44+/-4	mg/kg TS	29.04.2010	1,25 mg/kg	* ICP-MS	
Blei	Pb	171+/-11	mg/kg TS	03.05.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-6:1998	AA FAAS
Cadmium	Cd	<1	mg/kg TS	29.04.2010	1 mg/kg	* ICP-MS	
Chrom gesamt	Cr	760+/-50	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	DIN EN 1233:1996	AA FAAS
Cobalt	Co	26.29+/-1,13	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Nickel	Ni	300+/-50	mg/kg TS	28.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-11:1991	AA FAAS
Quecksilber	Hg	3,98+/-0,15	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Antimon	Sb	16,8+/-0,7	mg/kg TS	29.04.2010	0,125 mg/kg	* ICP-MS	
Kupfer	Cu	2900+/-113	mg/kg TS	29.04.2010	125 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-7:1991	AA FAAS
Zink	Zn	1500+/-116	mg/kg TS	29.04.2010	250 mg/kg	ÖNORM ISO 8288:1988, DIN 38406-8:2004	AA FAAS

0225-10-00  
 21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen. Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Parameter	Kurzbezeichnung	Messwert	Einheit	Datum der Analyse	BG	Norm	SOP
Chlor in Feststoffen (Kalorimeternaufschluss)	Cl	3900+/-300	mg/kg TS	28.04.2010	100 mg/kg	ÖNORM EN 14582:2007	AA Heizwert AQS IKA
Trockenrückstand	TS	84,3	%	19.04.2010	0,001 %	DIN EN 12880:2000	AA Trockenrückstand
Heizwert (unterer)	Hu	17700+/-500	kJ/kg OS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
biogener Kohlenstoffgehalt	xB	18,4	% TS	21.05.2010	-	* ASTM D6866	
Heizwert (unterer)	Hu	21400+/-510	kJ/kg TS	27.04.2010	-	analog AQS-Richtlinie 2001	AA Heizwert AQS IKA
Gesamter Kohlenstoff (Feststoff)	TC	45,53	% TS	27.04.2010	0,5 %	ÖNORM EN 13137:2001	AA TOC fest

**Bemerkungen:**

pMC, ref=1,12

Univ. Prof. Dr.-Ing. Karl E. Lorber  
Laborleiter und Qualitätsleiter/vertreter

Carina Tauterer  
Qualitätsleiter und Laborleiter/vertreter

0225-10-00  
21.05.2010

Der Prüfbericht darf ohne schriftliche Genehmigung des IAE nicht auszugsweise vervielfältigt, weitergegeben oder veröffentlicht werden. Die im Prüfbericht angeführten Meßwerte beziehen sich ausschließlich auf das übergebene Prüfgut zum Zeitpunkt der Übergabe an das Labor, die Probenahme ist ausgeschlossen. Für mit \* gekennzeichnete Analysen sind wir nicht akkreditiert.

Seite 2 von 2

Abbildung 8: Prüfbericht 0225-10-00 für die Fraktion 30 – 60 mm