

The Schlachthof Zurich slaughters around 270'000 animals a year, of which about one third is processed in the food industry to be consumed by humans. More than 220'000 tonnes of animal by-products are produced in Switzerland every year. The Ordinance on the Disposal of Animal By-Products (VTNP) adopted by the Federal Council in 2011, is based on the Animal Health Law (TSG) 916.40 of 1966 and distinguishes between three categories of waste. Waste of category K1 are „risk materials“ in terms of hygiene and must be sterilized and all burnt according to the ordinance VTNP.

The customer of such slaughter by-products of the slaughterhouse Zurich is the company TMF localized in the Bazenhaid in the Canton St.Gallen. The raw material coming from Zurich - contained of 65% water - is processed through dewatering, dephosphorisation and pulverisation. They produce more than 3900 tons of animal meal per year, which are passed to the Holcim cement factory through a charge fee. The Swiss cement industry substitutes fossil fuels such as coal or oil with the animal meal. This process innovation has significantly reduced CO2-emissions. In 2016, the degree of such substitution was 14.7%. The remaining ashes are disposed in the asphalt.



www.geo.admin.ch ist ein Portal zur Einsicht von geolokalisierten Informationen, Daten und Diensten, die von öffentlichen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden.  
Haftung: Obwohl die Bundesbehörden mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achten, kann hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Copyright, Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. <http://www.disclaimer.admin.ch>

HD  
30133

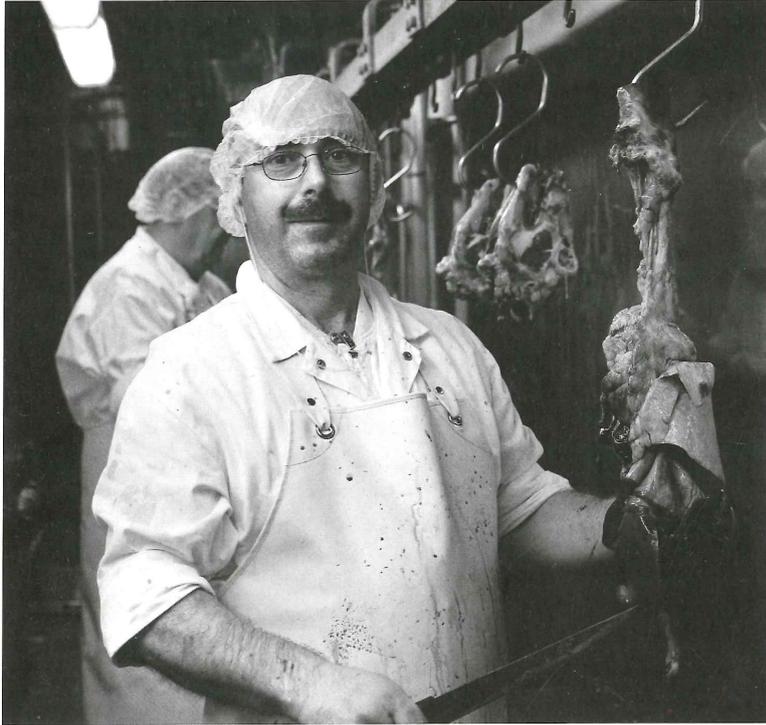


# Fleisch für Zürich

100 Jahre Schlachthof Zürich  
100 Jahre Metzgermeisterverein Zürich

1909–2009





Toni Steiner, 50, nichttierärztlicher Fleischkontrolleur

### «ES IST NICHT FÜR JEDEN»

Mein Arbeitsplatz ist am Schlachtband. Dieses fördert die Tierkörper und die Organe an den Fleischkontrollstellen vorbei. Zwei von uns Kontrolleuren schauen sich die Organe an – Herz, Leber, Lunge und das Darpaket. Weiter vorne am Band nimmt ein dritter die Nieren unter die Lupe, ein vierter kontrolliert die Tierkörper. Zuletzt kommt der Veterinär und stempelt die Tiere. Falls er eine Unregelmässigkeit entdeckt, einen ausgedehnten Hautausschlag zum Beispiel, wird das Tier

beschlagnahm und in einen speziellen Kühlraum verfrachtet. Es folgen entweder bakteriologische Tests oder andere Abklärungen. Beim Grossvieh werden bei allen Tieren, die krank angeliefert werden, BSE-Proben genommen. Zehn BSE-Stichproben nehmen wir zusätzlich pro Woche, das schreibt der Kanton so vor.

Es ist eine verantwortungsvolle Arbeit, die Genauigkeit verlangt. Wir müssen die Papiere exakt führen, damit wir den Bauern Auskunft geben können, was mit ihren Tieren los war. Einmal haben wir ein Tier pro Tag, mit dem etwas nicht stimmt, ein anderes Mal sind es fünf oder mehr. Mir gefällt, dass die Arbeit abwechslungsreich ist. Man sieht immer wieder Neues, Krankheiten, die man noch nicht kennt. Es gilt, auf vieles zu achten, die Hygiene zum Beispiel. Der eine Bauer hat saubere Tiere, der andere weniger.

Angestellt bin ich beim Veterinärdienst der Stadt Zürich. Ich habe Metzger gelernt. Den Beruf habe ich hier im Schlachthof 22 Jahre lang ausgeübt, obwohl ich früher einmal gedacht habe, dass ich nie in einem Grossbetrieb arbeiten möchte. Danach war ich SBZ-Vizebetriebsleiter, und seit sieben Jahren bin ich bei den Veterinärdiensten. Die Theorie für die Kontrolltätigkeit habe ich in einer fünftägigen Zusatzausbildung gelernt, das Praktische im Betrieb. Unser Team besteht aus drei Tierärzten, vier Metzgern und zwei Aushilfsmetzgern. Zusätzlich führt eine Person die Trichinentests in einem Labor auf dem Areal durch. Die BSE- und die bakteriologischen Proben geben wir auswärts.

Eine erste Kontrolle des Viehs erfolgt bereits im Stall hinten, wo es angeliefert wird. Ein Veterinär nimmt die Papiere entgegen und schaut, ob alles korrekt ist. Erkennt er eine Unregelmässigkeit, gibt er uns sofort Bescheid. Wir arbeiten an Computern, mit denen wir erfassen, was mit den Tieren los ist. Wir nehmen alle Schäden auf. Gelegentlich sind wir mit Transportschäden konfrontiert. Die Schweine leiden manchmal unter Rotlauf, das ist eine ansteckende Krankheit. Eine solche Sau geht nach der Schlachtung sofort in die Verbrennung. Wir achten auch immer auf das Lymphsystem. Die Lymphknoten verändern sich, wenn etwas nicht stimmt, wenn ein Tier zum Beispiel eine Lungenentzündung hat. Das ist wie bei uns Menschen. Es kommt vor, dass wir eine Krebserkrankung finden, auch dieses Tier muss entsorgt werden. Oder eine Kuh konnte ihr Kalb nicht auf die Welt bringen und muss geschlachtet werden. Wenn ein Tier mit Medikamenten behandelt wurde, entscheidet unser Tierarzt, ob das Fleisch geniessbar ist, ob wir das Tier als Fut-

ter in den Zoo geben oder es gar verbrannt wird. Entscheidungen trifft immer der Tierarzt, wir unterstützen ihn.

Frauen haben manchmal ein Problem, wenn ich sage, dass ich im Schlachthof arbeite. Gelegentlich kommen auch Kochlehrlinge hier vorbei; wenn die das Blut fließen sehen, da wird mancher ein wenig weiss. Es ist nicht für jeden. Aber ich bin Bauernsohn, als ich ein Bub war, kam jeweils ein Metzger auf den Hof und hat eine Sau geschlachtet. Ich fand das interessant, es war eine Abwechslung. Klar war es nicht immer einfach; ein Kälbli kam auf die Welt und ein paar Wochen später wurde es abtransportiert. Aber der Vater musste ja auch leben, das war mir bewusst. Wir waren Kleinbauern, ich hatte vier Geschwister. Ich wäre gerne Bauer geworden, hätte aber mit dem kleinen Hof keine Existenz gehabt. Im Dorf gab es einen Schmied, eine Käserei, einen Bäcker und einen Metzger. Die Auswahl war beschränkt, so hat sich mein Beruf ergeben.

Es ist sicher einfacher in diesem Metier, wenn man hineinwächst. Ein Kind aus der Stadt weiss vielleicht nicht einmal, woher die Milch kommt. Für uns war es Alltag. Ich erinnere mich, wie meine eigenen drei Kinder waren: Sie wollten ihre Chüngel auch nicht essen. Aber ein Chüngel ist halt ein Nutztier. Und in der Natur ist der Mensch das grösste Raubtier.

Aufgezeichnet von Christine Steffen



## Verordnung über tierische Nebenprodukte (VTNP)<sup>1</sup>

916.441.22

vom 25. Mai 2011 (Stand am 1. Juni 2018)

*Der Schweizerische Bundesrat,*

gestützt auf die Artikel 10 Absatz 1, 10a, 22 und 53 Absatz 1  
des Tierseuchengesetzes vom 1. Juli 1966<sup>2</sup> (TSG)  
und die Artikel 29 Absatz 1, 32 Absatz 1 und 39 Absatz 1  
des Umweltschutzgesetzes vom 7. Oktober 1983<sup>3</sup>,

*verordnet:*

### 1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

#### Art. 1 Zweck

Diese Verordnung soll:

- a. sicherstellen, dass tierische Nebenprodukte die Gesundheit von Menschen und Tieren sowie die Umwelt nicht gefährden;
- b. ermöglichen, dass tierische Nebenprodukte soweit als möglich verwertet werden;
- c. veranlassen, dass die Infrastruktur für die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten bereitgestellt wird.

#### Art. 2 Gegenstand und Geltungsbereich

<sup>1</sup> Diese Verordnung regelt den Handel mit tierischen Nebenprodukten und deren Entsorgung.<sup>4</sup>

<sup>2</sup> Sie gilt nicht für:

- a. tierische Nebenprodukte aus Abwässern von Schlachtbetrieben<sup>5</sup> und Zerlegetrieben sowie von Anlagen, in denen tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 oder 2 entsorgt werden, nachdem die Feststoffe vorschriftsgemäss entfernt worden sind;

AS 2011 2699

<sup>1</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>2</sup> SR 916.40

<sup>3</sup> SR 814.01

<sup>4</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>5</sup> Ausdruck gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097). Diese Änd. wurde im ganzen Erlass berücksichtigt.

## 2. Kapitel: Tierische Nebenprodukte

### Art. 4 Risikokategorien

Tierische Nebenprodukte werden in drei Kategorien eingeteilt. Kategorie 1 ist die Kategorie mit dem höchsten Risiko.

### Art. 5 Tierische Nebenprodukte der Kategorie 1

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 sind:

- a. Tierkörper oder Teile davon;
- b. Schlachttierkörper oder Teile davon:
  1. von Tieren, bei denen eine transmissible spongiforme Enzephalopathie festgestellt worden ist,
  - 2.<sup>18</sup> von denen das spezifizierte Risikomaterial nach den Artikeln 179d Absätze 1 und 1<sup>bis</sup> sowie 180c der Tierseuchenverordnung vom 27. Juni 1995<sup>19</sup> (TSV) nicht entfernt worden ist;
- c.<sup>20</sup> spezifiziertes Risikomaterial nach den Artikeln 179d Absätze 1 und 1<sup>bis</sup> sowie 180c TSV;
- d. tierische Nebenprodukte von Tieren, denen Stoffe oder Zubereitungen nach Anhang 4 der Tierarzneimittelverordnung vom 18. August 2004<sup>21</sup> verabreicht worden sind;
- e.<sup>22</sup> tote Wildtiere oder Teile davon, die Anzeichen einer auf Menschen oder Tiere übertragbaren Krankheit aufweisen;
- f.<sup>23</sup> Feststoffe aus dem Abwasser von Schlachtbetrieben für Rinder, Schafe und Ziegen und von Zerlegebetrieben, in denen spezifiziertes Risikomaterial nach Artikel 179d Absatz 1 oder 1<sup>bis</sup> oder 180c TSV entfernt wird;
- g. Speisereste aus Transportmitteln, die im grenzüberschreitenden Verkehr eingesetzt werden.

<sup>18</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>19</sup> SR 916.401

<sup>20</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>21</sup> SR 812.212.27

<sup>22</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>23</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

---

## 4. Abschnitt: Zulässige Entsorgungsarten

### Art. 21 Verarbeiten von tierischen Nebenprodukten

<sup>1</sup> Das Verarbeiten von tierischen Nebenprodukten muss so erfolgen, dass allfällige Krankheitserreger vernichtet werden. Anhang 5 legt die zulässigen Verarbeitungsmethoden fest.

<sup>2</sup> Das BLV kann weitere Verarbeitungsmethoden zulassen, wenn sie in der Wirkung mindestens den Methoden nach Anhang 5 entsprechen.

3 ...<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 25. April 2018, mit Wirkung seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

**Art. 22** Entsorgen von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 1

<sup>1</sup> Tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 sind zu entsorgen:

- a. durch direkte Verbrennung;
- b. durch Drucksterilisation nach Anhang 5 Ziffer 1 und anschliessende:
  1. Verbrennung, oder
  - 2.<sup>53</sup> Gewinnung von Brenn- oder Treibstoffen vor der Verbrennung.

<sup>2</sup> Tierkörper und Teile davon dürfen als Futter für vom Menschen gehaltene Fleischfresser und aassfressende Vögel verwendet werden, sofern sie keine Anzeichen einer auf Menschen oder Tiere übertragbaren Krankheit aufweisen. Nicht verwendet werden dürfen Tierkörper und Teile davon von:

- a.<sup>54</sup> Wiederkäuern, die älter als 12 Monate sind;
- b. gentechnisch veränderten Tieren;
- c. Heimtieren;
- d.<sup>55</sup> Tieren, denen Stoffe oder Zubereitungen nach Anhang 4 der Tierarzneimittelverordnung vom 18. August 2004<sup>56</sup> verabreicht worden sind oder bei denen Rückstandshöchstgehalte nach den vom Eidgenössischen Departement des Innern gestützt auf Artikel 10 Absatz 4 Buchstabe e der Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung vom 16. Dezember 2016<sup>57</sup> erlassenen Bestimmungen festgestellt wurden;
- e. Tieren, die radioaktiv kontaminiert sein könnten.

<sup>3</sup> Die amtliche Tierärztin oder der amtliche Tierarzt kann die Verwendung von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 1 für künstlerische Aktivitäten oder zu Diagnose-, Lehr- und Forschungszwecken sowie zu taxidermischen Zwecken oder zur Herstellung von Trophäen bewilligen, sofern weder für Menschen noch für Tiere ein Gesundheitsrisiko besteht.

<sup>52</sup> Aufgehoben durch Ziff. I der V vom 25. April 2018, mit Wirkung seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>53</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>54</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>55</sup> Fassung gemäss Ziff. I der V vom 25. April 2018, in Kraft seit 1. Juni 2018 (AS 2018 2097).

<sup>56</sup> SR 812.212.27

<sup>57</sup> SR 817.02

---

*Anhang 3*  
(Art. 16 Abs. 4 und 5)

**Anforderungen an Anlagen****1 Allgemeine Anforderungen****11 Räumliche Aufteilung**

- 111 Die Anlagen müssen eingezäunt sein, oder es muss auf andere Weise dafür gesorgt werden, dass unbefugte Personen sowie Tiere keinen Zugang haben.
- 112 Die Zufahrtswege zu den Anlagen müssen so angelegt sein, dass die Anlieferung der tierischen Nebenprodukte von der Auslieferung der daraus verarbeiteten Erzeugnisse getrennt erfolgt.

- 113 Der unreine Teil der Anlagen umfasst die Entladestelle für die tierischen Nebenprodukte und jene Teile, in denen Krankheitserreger verbreitet werden können. Er muss einen geschlossenen Raum bilden.
- 114 Die Anlagen müssen über einen überdachten Ort für die Annahme der tierischen Nebenprodukte verfügen.

## 12 Einrichtung

- 121 Die Anlagen müssen so konzipiert sein, dass sie leicht zu reinigen und zu desinfizieren sind. Die Fussböden müssen so beschaffen sein, dass Flüssigkeiten leicht abfliessen können.
- 122 Die Anlagen müssen mit einer Kühlanlage ausgestattet sein, welche die tierischen Nebenprodukte, die nicht innerhalb von 24 Stunden nach der Anlieferung verarbeitet werden, auf eine Temperatur von höchstens +4 °C zu kühlen vermag.
- 123 Die Anlagen müssen über Waschbecken und genügend Toiletten, Duschen und Umkleieräume für das Personal verfügen.
- 124 Anlagen, in denen tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 oder 2 entsorgt werden, müssen mindestens im unreinen Teil einen Vorbehandlungsprozess zur Rückhaltung und Sammlung tierischen Materials als erste Stufe der Abwasserbehandlung vorsehen. Der Vorbehandlungsprozess muss sicherstellen, dass die festen Bestandteile im Abwasser nicht grösser als 1 mm (=Kantenlänge) sind. Es darf kein Mahlen oder eine andere Zerkleinerung stattfinden, die den Durchlauf tierischen Materials durch den Vorbehandlungsprozess erleichtern würde. Die zurückgehaltenen Feststoffe sind als Rohmaterial der entsprechenden Kategorie nach den Vorschriften dieser Verordnung zu entsorgen.

---

*Anhang 4*  
(Art. 19 Abs. 2 sowie 20 Abs. 2 und 6)

## Vorschriften für das Sammeln, Zwischenlagern und Transportieren von tierischen Nebenprodukten

### 1 Kennzeichnung

- 11 Die Kategorie der tierischen Nebenprodukte muss während des Transports auf einem am Fahrzeug, Behälter, Karton oder an sonstigem Verpackungsmaterial befestigten Etikett deutlich angegeben sein. Dazu sind die folgenden Farben und Bezeichnungen zu verwenden:
- a. die Farbe schwarz und die Bezeichnung «Nur zur Entsorgung/Verbrennung» oder «Zur energetischen Nutzung vor der Verbrennung» bei tierischen Nebenprodukten der Kategorie 1;
- 12 Material der Kategorien 1 und 2, das drucksterilisiert wird, ist während der Verarbeitung folgendermassen mit Glycerintriheptanoat (GTH) zu markieren:
- a. GTH ist zuzufügen, nachdem das Material mit einer Temperatur von mindestens 80 °C hygienisiert worden ist. Es ist eine gleichmässige Verteilung von GTH zu gewährleisten.
  - b. Durch ein Monitoringsystem und Aufzeichnungen muss die Betreiberin oder der Betreiber der Anlage dokumentieren können, dass im verarbeiteten Material eine Mindestkonzentration von 250 mg GTH/kg Fett stets erreicht wird.
  - c. Wird das verarbeitete Material nach der Drucksterilisation direkt in der gleichen Anlage verbrannt oder über ein geschlossenes System zur Verbrennung verbracht, so ist eine Markierung mit GTH nicht notwendig.



## Tierseuchengesetz (TSG)<sup>1</sup>

916.40

vom 1. Juli 1966 (Stand am 1. Mai 2017)

*Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,*  
gestützt auf die Artikel 95 Absatz 1 und 118 Absatz 2 Buchstabe b  
der Bundesverfassung<sup>2, 3</sup>

*beschliesst:*

### **Art. 10** Allgemeine Bekämpfungsmassnahmen<sup>21</sup>

<sup>1</sup> Der Bundesrat regelt bei hochansteckenden und andern Seuchen die allgemeinen Bekämpfungsmassnahmen. Bei den andern Seuchen legt er zudem das Bekämpfungsziel fest und berücksichtigt Kosten und Nutzen der Tierseuchenbekämpfung. Er regelt insbesondere:<sup>22</sup>

1. die Behandlung der verseuchten oder seuchenverdächtigen oder ansteckungsgefährdeten Tiere;
- 2.<sup>23</sup> die Abschachtung oder Tötung und Entsorgung solcher Tiere;
- 3.<sup>24</sup> die Entsorgung der Kadaver und Materialien, die Träger des Ansteckungsstoffes einer Seuche sein können;
4. die Absonderung der verseuchten und seuchenverdächtigen Tiere, die Absperrung von Ställen, Gehöften, Weiden und Ortschaften für den Tierverkehr, die Desinfektion und die Einschränkung des Personen- und Warenverkehrs;
5. die Beobachtung seuchenverdächtiger Tiere;
- 6.<sup>25</sup> das Verbot von Märkten, Ausstellungen, Tierversteigerungen und ähnlichen Veranstaltungen sowie die Einschränkung oder das Verbot des Tierverkehrs oder der Freilandhaltung von Tieren;
- 7.<sup>26</sup> die periodische Untersuchung der Tierbestände und die weiteren Massnahmen zur Gesunderhaltung der Tierbestände sowie die Erhebungen zur Erfassung der Seuchenlage;
8. die unentgeltliche Mithilfe des Tierhalters bei Bekämpfungsmassnahmen;
9. die Mitwirkung der Transportanstalten bei Bekämpfungsmassnahmen;

<sup>21</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

<sup>22</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

<sup>23</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

<sup>24</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

<sup>25</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 5. Okt. 2007, in Kraft seit 1. Juni 2008 (AS 2008 2269; BBl 2006 6337).

<sup>26</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995

10.<sup>27</sup> die Zulassung und Verwendung von Desinfektionsmitteln für die Tierseuchenbekämpfung;

11.<sup>28</sup> die Genehmigung der nationalen Bekämpfungsprogramme von Tiergesundheitsdiensten für Seuchen, die im Rahmen des internationalen Handels mit Tieren von Bedeutung sind.

<sup>27</sup> Eingefügt durch Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

<sup>28</sup> Eingefügt durch Ziff. I des BG vom 18. Juni 1993, in Kraft seit 1. Sept. 1995 (AS 1995 3711; BBl 1993 I 805).

#### **Art. 10a<sup>31</sup>** Vorbereitungsmaßnahmen

Der Bundesrat bestimmt im Einvernehmen mit den Kantonen Zahl und Art der Fachleute und der Einrichtungen (Seuchenwagen, Schlacht-, Entsorgungs- und Desinfektionsanlagen usw.), über welche die Kantone zur Bekämpfung von hochansteckenden Tierseuchen verfügen müssen.

<sup>31</sup> Eingefügt durch Ziff. I des BG vom 20. Juni 1980 (AS 1980 1976; BBl 1980 I 477). Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 16. März 2012, in Kraft seit 1. Mai 2013 (AS 2013 907; BBl 2011 7027).

#### **Art. 22<sup>49</sup>** Sanitätspolizeiliche Vorschriften für Betriebe

Über die Einrichtung, den Betrieb und die Beaufsichtigung von Schlacht- und Entsorgungsanlagen, Gerbereien und ähnlichen Einrichtungen erlässt der Bundesrat die nötigen sanitätspolizeilichen Vorschriften.

<sup>49</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 16. März 2012, in Kraft seit 1. Mai 2013 (AS 2013 907; BBl 2011 7027).

## **VII. Vollzugs-, Schluss- und Übergangsbestimmungen**

#### **Art. 53** Befugnisse des Bundesrates

<sup>1</sup> Der Bundesrat erlässt zum Vollzug dieses Gesetzes die erforderlichen Vorschriften.<sup>102</sup>

<sup>102</sup> Fassung gemäss Ziff. I des BG vom 16. März 2012, in Kraft seit 1. Mai 2013 (AS 2013 907; BBl 2011 7027).



Startseite > Bundesrecht > Systematische Rechtssammlung > Landesrecht > 8 Gesundheit  
– Arbeit – Soziale Sicherheit > 81 Gesundheit > 814.01 Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über  
den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)

## **Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)**

**814.01**

vom 7. Oktober 1983 (Stand am 1. Januar 2018)

---

*Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,  
gestützt auf Artikel 74 Absatz 1 der Bundesverfassung<sup>1,2</sup>  
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 31. Oktober 1979<sup>3</sup>,  
beschliesst:*

### **Art. 29**      Vorschriften des Bundesrates

<sup>1</sup> Der Bundesrat kann über Stoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften, Verwendungsart oder Verbrauchsmenge die Umwelt oder mittelbar den Menschen gefährden können, Vorschriften erlassen.

---

## **3. Abschnitt: Finanzierung der Entsorgung**

### **Art. 32**      Grundsatz

<sup>1</sup> Der Inhaber der Abfälle trägt die Kosten der Entsorgung; ausgenommen sind Abfälle, für die der Bundesrat die Kostentragung anders regelt.

---

### **Art. 39**      Ausführungsvorschriften und völkerrechtliche Vereinbarungen

<sup>1</sup> Der Bundesrat erlässt die Ausführungsvorschriften.

<sup>1bis</sup> Er kann dabei international harmonisierte technische Vorschriften und Normen für anwendbar erklären und:

- a. das zuständige Bundesamt ermächtigen, untergeordnete Änderungen dieser Vorschriften und Normen für anwendbar zu erklären;
- b. vorsehen, dass die für anwendbar erklärten Vorschriften und Normen auf besondere Art veröffentlicht werden und dass auf die Übersetzung in die Amtssprachen verzichtet wird.<sup>80</sup>





**UNTERNEHMEN** ▾ **PRODUKTION** ▾ **JOBS** **KONTAKT**

## ***DIE VERWERTUNG ALLER NEBENPRODUKTE***

---

Nichts bleibt ungenutzt oder wird wertlos entsorgt. Alles, was neben dem lebensmitteltauglichen Schlachttierkörper bei der Schlachtung anfällt, wird in irgendeiner Art genutzt und nicht einfach entsorgt. Dies geschieht nicht nur aus Respekt vor dem Tier, dass für unsere Ernährung sein Leben gegeben hat, sondern auch für die Produzenten und Landwirte, damit diese eine möglichst gute Wertschöpfung erzielen können. Geht es dem Landwirt nämlich gut, geht es auch seinen Tieren gut.

Nicht zuletzt verringern wir mit unserer Philosophie den Abfall in erheblichem Mass.

### ***NEBENPRODUKTE IN LEBENSMITTELQUALITÄT***

Sämtliche lebensmitteltauglichen Nebenprodukte, wie zum Beispiel bestimmte Fette, werden zu Speisefetten /-Öle verarbeitet oder dienen als Komponente zur Herstellung pharmazeutischer Produkte. Solche Rohwaren, die in der Schweiz nur sehr wenig bis gar keinen Absatz finden (Füsse, Schweineohren usw.) gehen in den Export. Zielmärkte sind jene Länder (Osteuropa, Asien, Afrika), in denen die hochwertigen Produkte den lokalen Konsumgewohnheiten entsprechen.

### ***PETFOOD (K3-MATERIAL)***

Tierische Nebenprodukte der Kategorie K3, wie zum Beispiel Herzen oder Leistenfleisch, sind hochwertige Komponenten in der Petfood-Industrie. Die Besonderheit der Produkte ist ihre "Swissness", d.h. die besondere Tierhaltung und der hohe Tierschutzgedanke der Schweiz.

## **FELLE UND HÄUTE**

Seit jeher sind Felle und Häute die wichtigsten Nebenprodukte beim Schlachten. Wurden sie früher von den Menschen direkt als Schutz vor Kälte genutzt, werden sie heutzutage zu Leder weiterverarbeitet. Schweizer Häute von Rindern und Felle von Kälbern sowie Lämmern und Schafen geniessen weltweit einen ausgezeichneten Ruf zur Herstellung qualitativ hochwertiger Leder. Sämtliche bei uns anfallenden Felle und Häute werden von einem Vertragspartner bei uns abgeholt. Als zentrale Sammel- und Vermarktungsorganisation für alle Häute und Felle der Schweiz kümmert sich dieser um die Vermarktung im In- und Ausland.

## **STALLMIST UND PANSEINHALT (K2-MATERIAL)**

Sogenanntes K2-Material, hierzu zählen Panseninhalt, Stallmist oder Einstreu der Lieferfahrzeuge, wird bei uns in Containern gesammelt und ebenfalls durch einen Vertragspartner bei uns abgeholt. Dieser verwertet dieses Material umweltfreundlich zu Biogas.

## **TIERISCHE RESTSTOFFE (K1-MATERIAL)**

Materialien der Kategorie K1 sind «Risikomaterialien» in hygienischer Hinsicht (wie z.B. Schlachtabfälle und Tierkörper), welche gemäss VTNP (Verordnung tierischer Nebenprodukte), zu sterilisieren sind und nicht anderweitig in der Lebensmittel- und Futtermittelindustrie oder zu technischen Zwecken verwertet werden können. Dieses Material wird ebenfalls durch einen Vertragspartner mehrmals pro Woche abgeholt. Dieser stellt Produkte her, welche als CO<sub>2</sub>-neutrale Energie zur Substitution von Braunkohle in Zementwerken, als Ersatz von Heiz- und Schweröl in wärmeintensiven Industrierwerken oder als Basismaterial für die Herstellung von Biodiesel Verwendung finden.

---

The logo for SBZ, consisting of the letters 'S', 'B', and 'Z' in a bold, italicized, sans-serif font.

# INFORMATIONS- UND SEUCHENDOSSIER TMF



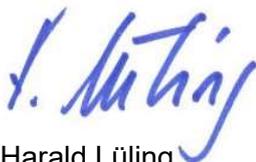
## Einleitung

### Im Dienst der Allgemeinheit

Die TMF Extraktionswerk AG (TMF) unterstützt die beteiligten Kantone bei der Bekämpfung einer Tierseuche. Die TMF in Bazenheid wie auch die GZM in Lyss, besitzen die Ausrüstung zum sachgemässen Transport der Tierkadaver und die Anlagen zu derer fachgerechten Entsorgung.

Im Normalfall werden die Logistikmittel und der Betrieb der TMF zur Verwertung und Entsorgung von Schlachtabfällen und umgestandenen Tieren verwendet, doch kann diese Infrastruktur in kürzester Zeit der öffentlichen Hand für die Seuchenbekämpfung zur Verfügung gestellt werden. Durch den täglichen Umgang der TMF-Mitarbeiter mit der hygienisch sensiblen Rohware, wird eine professionelle Handhabung im Seuchenfall erreicht und optimales Material verwendet – die TMF ist also für einen möglichen Seuchenzug gut vorbereitet. Wir nehmen unseren Auftrag ernst und unternehmen alles, um die Bevölkerung und die Umwelt zu schützen und das Verschleppen einer Seuche einzuschränken.

Das vorliegende Seuchendossier soll als Unterstützung für die Betroffenen in einem Seuchenfall dienen. Der Leitfaden soll Informationen über die Aufgaben der TMF geben und bei der Kommunikation und Organisation zwischen den Beteiligten behilflich sein.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'H. Lüling', is positioned above the printed name.

Harald Lüling  
Geschäftsführer TMF

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Telefonliste / Organisation	4
LKW-Datenblatt für Seucheneinsatz	5
Anmeldung/Daten-Aufnahme Seuchenfall	6
Merkblatt für Fremdchauffeure	8
Reinigung von Mulden und Fahrzeugen	10
<hr/>	
Checkliste Vorgehen im Seuchenfall	14
Checkliste Transport im Seuchenfall	18

## Abkürzungen

BL	=	Betriebsleiter
CHA	=	Chauffeure
GF	=	Geschäftsführer
KT	=	Kantonstierarzt/ärztin
LTD	=	Leiter Technischer Dienst
SEK	=	Sekretariat
TC	=	Transportchef
TVD	=	Tierverkehrsdatenbank
UC	=	Unterhaltschef
QUS-L	=	Qualitäts-, Umwelt- und Sicherheits-Leiter



TMF Extraktionswerk AG  
 Zwizachstrasse 24  
 CH-9602 Bazenheid

Tel. 071 – 932 70 00  
 Fax 071 – 932 70 01

info@tmf.ch  
 www.tmf.ch

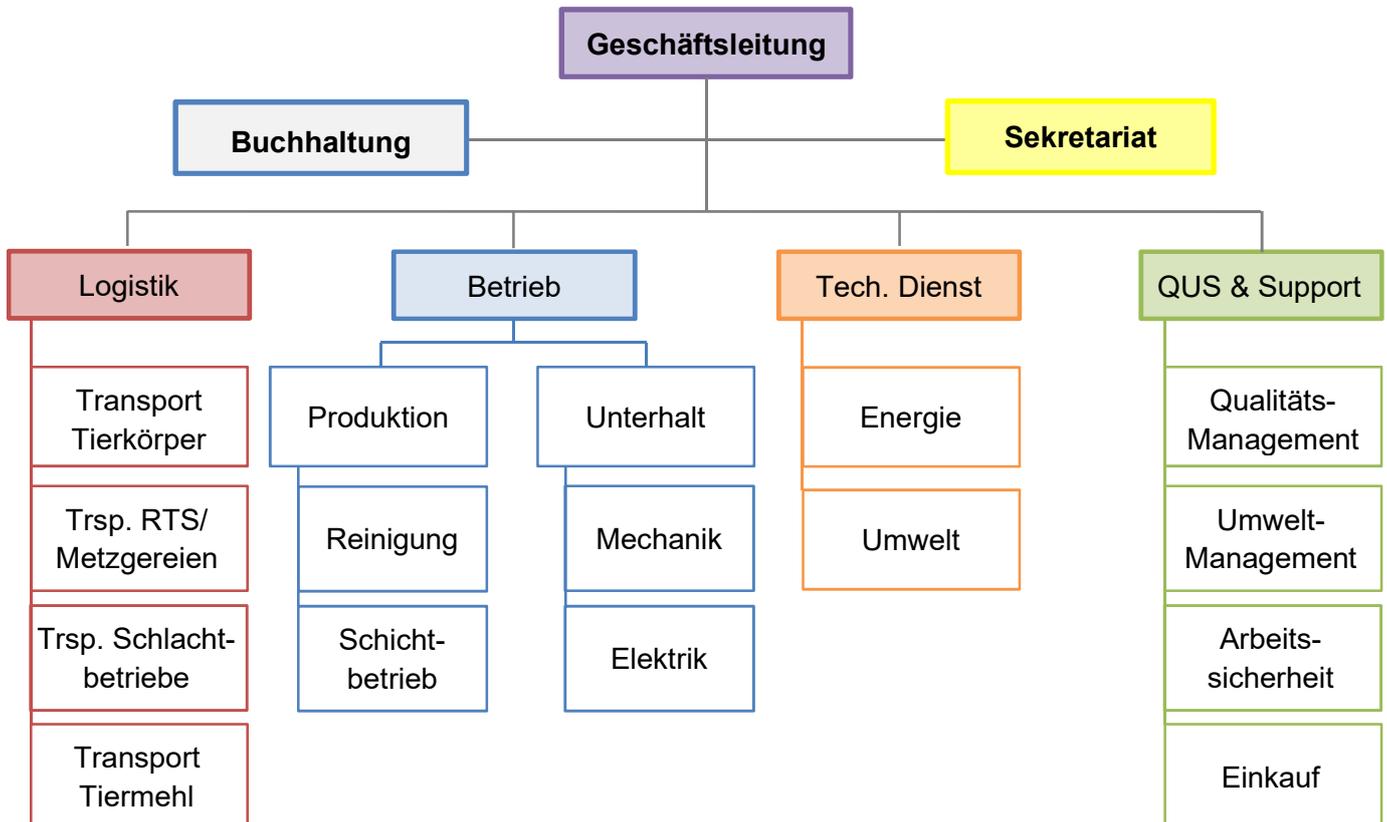
**Bürozeiten:**

Montag-Donnerstag 07.30 – 12.00 / 13.30 – 17.00 h  
 Freitag 07.30 – 12.00 / 13.30 – 16.30 h

**Im Seuchenfall:**

TMF Transport 24 h-Service Tel. 071 – 931 40 40

Kontaktpersonen <u>während der Bürozeiten</u>			
Lüling Harald	(GF)	Geschäftsleitung	071 – 932 70 08
Senn Veronika	(SEK)	Sekretariat	071 – 932 70 00
Koster Albin	(TC)	Logistik	071 – 932 70 06
Pirker Georg	(BL)	Betrieb	071 – 932 70 03
Oberhänkli Viktor	(TD)	Technischer Dienst	071 – 932 70 09
Fust Marco	(QUS-L)	QUS & Support	071 – 932 70 05

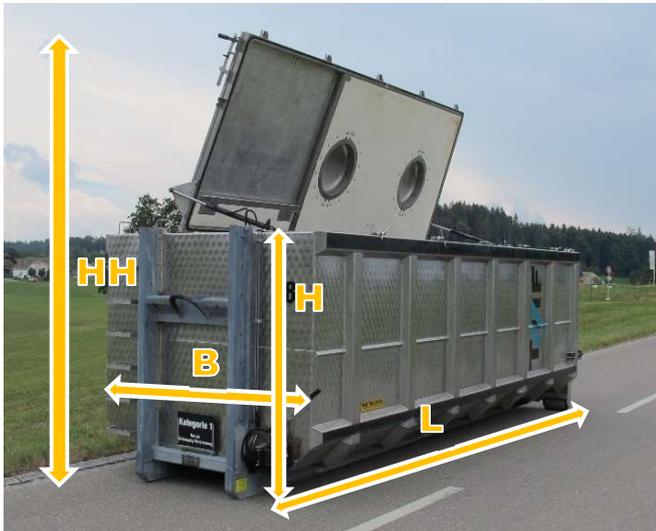


Fahrzeug-Nr.	Typ	Ausrüstung	Gesamtgewicht	Nutzlast
SG 243660	Volvo FH 460 8 x 2R	4-Achser mit Hakengerät für Aufzugmulden	32'000 kg	18'600 kg*
SG 305848	Volvo FH 460 8 x 2R		32'000 kg	18'400 kg*
SG 185634	Mercedes 3245-L Arocs		32'000 kg	17'940 kg*
SG 47039	Volvo FH 460 8 x 2R		32'000 kg	18'200 kg*
SG 79770	Volvo FH 460 8 x 2R		32'000 kg	18'400 kg*
SG 159097	Volvo FH 460 8 x 2R		32'000 kg	18'400 kg*
SG 226799	Mercedes 1530-L Atego	Spez. TK-Fahrzeug mit Heckkran und Greifer, Kippaufbau mit hydraulischem Verdeck	15'000 kg	6'400 kg
SG 241333	Mercedes 1329-L Atego		13'500 kg	5'100 kg
SG 369833	Mercedes 1529-L Atego		15'000 kg	6'360 kg
SG 341737	Mercedes 1530-L Atego		15'000 kg	6'500 kg
SG 348440	Mercedes 1530-L Atego		15'000 kg	6'500 kg
SG 244088	Mercedes 1530-L Atego		15'000 kg	6'400 kg
SG 290976	Mercedes 318 CDI Allround	Fahrzeug für TK-Direktabholung Festaufbau mit Seilwinde	3'500 kg	900 kg
Mulde	7 Stk.	Hydr. Seitenlift für Norm-Container / Hydraulik-Deckel	Gewicht Mulde mit Aufzug: 3'040 kg	
Mulde	18 Stk.	Hydraulik-Deckel	Gewicht Mulde ohne Aufzug: 2'560 kg	

\* Nutzlast ist ohne Mulde angegeben



Für den Seuchenfall stehen 18 dichtschiessende Mulden analog den untenstehenden Bildern zur Verfügung. Die Seuchenmulden verfügen je nach Typ über ein Ladevolumen von 25 - 27m<sup>3</sup> (Beladepazität siehe „Checkliste Vorgehen im Seuchenfall, 4. Mengenschätzung“).



Grosser Muldendeckel für einfaches Beladen der Kadaver.



Durch eine Hydraulikpumpe auf der Hakenseite lässt sich der Muldendeckel leicht von Hand öffnen.

Die Seuchenmulden haben eine Abmessung (aussen) von ca.: L = 7.10 m; B = 2.50 m; H = 2.50 m  
 Die Muldenhöhe ist mit geöffnetem Deckel insgesamt ca.: HH = 4.30 m  
 Das Gewicht der Mulde beträgt ca. 3'000 kg

Daneben besitzt die TMF noch 7 Liftmulden. Diese besitzen einen Seitenlift, mit welchem 800l-Container hochgezogen und in die Mulde gekippt werden können. Diese Mulden werden für die Entsorgung von regionalen Tierkörpersammelstellen (RTS) verwendet, eignen sich jedoch nicht für die seuchenmässige Entsorgung von Grosstier-Kadavern wie Kühen, Schweinen, Schafen, etc.



Mulde mit Seitenlift für das Beladen mit 800l-Containern.



Die Liftmulden haben eine Abmessung (aussen) von ca.: L = 7.10 m; B = 2.50 m; H = 2.40 m  
 Das Gewicht der Mulde beträgt ca. 3'050 kg

Die TMF besitzt 6 Fahrzeuge für den Transport von Mulden. Dies sind 4-Achs Fahrzeuge mit einem Haken- und Seilzuggerät für den Aufzug der Mulden auf das Chassis. Das maximale Gesamtgewicht darf 32.0 t nicht überschreiten. Daraus ergibt sich eine Nutzlast (max. Beladung mit Kadavern) von 15.0 t. Die Abmessungen sind ca.:



L = 9.60 m  
H = 3.95 m  
B = 2.95 m

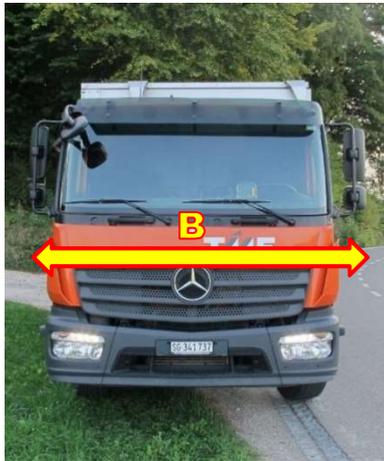


LL ≈ 17.00 m

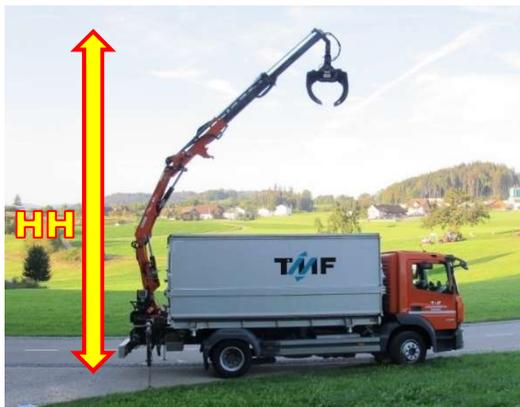


HH ≈ 5.40 m

Für die Abholung von Kadavern mit mehr als 200 kg Gewicht ab Betrieben, stehen der TMF 6 Fahrzeuge mit einem Heck-Kran und Transportbehälter (Kippaufbau) zur Verfügung. Diese Fahrzeuge dürfen ein Gesamtgewicht von höchstens 15.0 t haben, d.h. die maximale Zuladung ist ca. 6.4 t, was ca. 10-12 Grosstierkörpern (Kühen) entspricht. Die Abmessungen sind ca.:

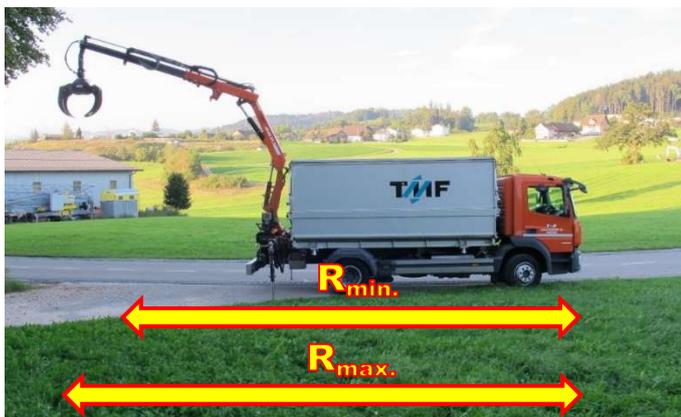


B = 2.81 m  
L = 7.72 m  
H = 3.10 m

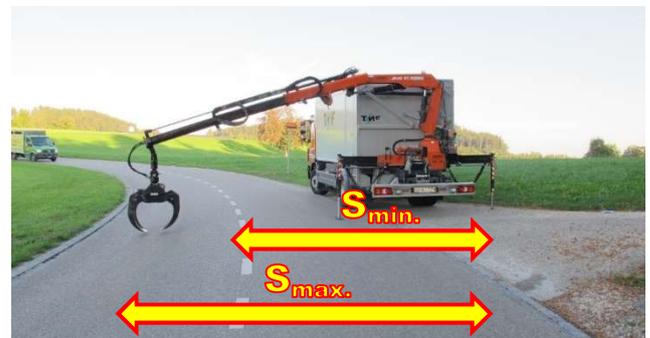


HH ≈ 6.5 m  
Rmin. ≈ 10.5 m (min.)  
Rmax. ≈ 16.0 m (max.)  
Smin. ≈ 6.0 m (min.)  
Smax. ≈ 10.0 m (max.)

Höhe für das Beladen der Tierkörper in den Transportbehälter



Platzbedarf für die rückseitige Aufnahme von Tierkörpern



Platzbedarf für die seitliche Aufnahme von Tierkörpern

Bei der Abholung von Tierkörpern ist darauf zu achten, dass die Strassen und Plätze ein Fahrzeuggewicht von min. 15 t zulassen.

Der Seuchen-Einsatz der Tierkörper-Fahrzeuge für den Transport ist abhängig von der Art der Seuche und der Menge an Kadavern. Bei hochansteckenden Seuchen werden diese Fahrzeuge nicht verwendet.

## CO<sub>2</sub>-Vogelgrippe-Equipment TMF / GZM



In der TMF und GZM steht je eine mobile Tötungseinrichtung für Geflügel mit CO<sub>2</sub>-Gas in einem Container bereit. Im Seuchenbekämpfungs-Container sind acht 800-Liter Behälter vorhanden und beinhaltet alle notwendigen Ausrüstungsgegenstände, die es für das Töten von Geflügel auf dem Seuchenplatz braucht.

Der Seuchenbekämpfungs-Container im Besitz der TMF eignet sich nur für kleinere Geflügelbestände in der Grössenordnung von ca. +/- 3'000 Hühnern. Für die Keulung von grösseren Geflügelbeständen eignen sich sogenannte „Smart“-Container. Für Geflügelseuchen besitzen mehrere Kantone (ZH, SG, ...) gemeinsam einen solchen „Smart-Container“.

## Verladefahrzeuge

Bei Seuchenfällen braucht es auf dem Schadensplatz zum Verladen der Kadaver in die Mulden ein Hubfahrzeug, welches in etwa dem Fahrzeug in den Bildern unten entsprechen kann. Das Fahrzeug sollte, je nach Einsatz, mit einer geeigneten Gabel oder Schaufel ausrüstbar sein. Diese Hubfahrzeuge werden von der TMF nicht zur Verfügung gestellt.



**Lauf-Nummer Seuchenplatz:** \_\_\_\_\_

**Art/Name der Seuche:** \_\_\_\_\_

**Entgennahme Anmeldung (TMF):**

Name: \_\_\_\_\_

Datum / Zeit: \_\_\_\_\_

**Anmeldung durch (KT):**

Name: \_\_\_\_\_

Org./Funktion: \_\_\_\_\_

Telefon / Natel: \_\_\_\_\_

**Adresse Seuchenbetrieb:**

TVD-Nummer: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

Kanton: \_\_\_\_\_

Telefon / Natel: \_\_\_\_\_

**Kontaktperson Seuchenplatz:**

Name: \_\_\_\_\_

Funktion: \_\_\_\_\_

Telefon / Natel: \_\_\_\_\_

**Anzahl Tiere / Tierarten?**

**kg/Stk.**

**Gewicht Total**

.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Gesamtgewicht

\_\_\_\_\_

Anzahl Mulden

\_\_\_\_\_

**Datum/Zeit der Keulung/Vergasung?**

.....

**Wann soll die TMF nach Möglichkeit vor Ort sein?**

Datum: .....

Zeit: .....

**Nächster Kontakt zwischen KT/TMF (Ort, Zeit, Teilnehmer)?**

.....

**Transport durch?**

TMF

GZM

Andere

.....

## Verhaltensregeln im Verkehr mit der TMF

- **Warum besteht in der TMF ein Hygienekonzept?**

Die TMF entsorgt rund 50'000 to sogenannt tierische Nebenprodukte. Mittels Hygiene-Massnahmen und Verhaltensregeln sollen folgende Ziele erreicht werden:

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>⇒ Schutz der Personen vor ansteckenden Krankheiten</li><li>⇒ Vermeidung der Verschleppung von Seuchenerregern</li><li>⇒ Verhinderung einer Rekontamination der Endprodukte Mehl und Fett</li></ul> |
|--|

- **Wie verhalte ich mich als Chauffeur, welcher in der Rohware aniefert?**

### ***Im Normalfall***

- ⇒ Die Chauffeure haben sich stricte an die Hygienevorschriften der roten Zone zu halten. Diese werden Ihnen bei der ersten Anlieferung vom Betriebsleiter resp. Transportchef bekannt gegeben.
- ⇒ Vor dem Betreten der roten Zone haben Chauffeure Gummihandschuhe anzuziehen.
- ⇒ Das Abladen erfolgt nach Anweisung des TMF Personals (keine Grosstierkörper in Bunker 2 + 3).
- ⇒ Die Mulden sind nach jeder Fuhre mit Wasser aus- und das Fahrzeug vor jedem Verlassen der Rohwarenannahme abzuspitzen.
- ⇒ Beim Verlassen der Rohwarenannahme sind Hände, Handschuhe und Schuhe zu reinigen und desinfizieren.

### ***Im Seuchenfall***

- ⇒ Die Chauffeure haben sich stricte an die Hygienevorschriften der roten Zone zu halten. Die Orientierung über das Verhalten erfolgt durch den zuständigen amtlichen Tierarzt, vor der Einfahrt ins TMF-Areal.
- ⇒ Die Chauffeure dürfen das Fahrzeug während der gesamten Aufenthaltsdauer im TMF-Areal **nicht** verlassen.
- ⇒ Das Abladen erfolgt nach Anweisung des TMF Personals.
- ⇒ Die Fahrzeuge werden durch das Schichtpersonal nach jeder Fuhre einer gründlichen Reinigung unterzogen und komplett desinfiziert.
- ⇒ Die Ausfahrtfreigabe aus der Rohwarenannahme erfolgt durch den zuständigen amtlichen Tierarzt.

- **Was muss ich als Abholer von Mehl und Fett wissen?**

- ⇒ Die Anmeldung zur Abholung von TMF-Produkten hat im Transportbüro zu erfolgen.
- ⇒ Die Weisungen für das Beladen von Mehl oder Fett werden durch das TMF-Personal gegeben.
- ⇒ Probenahmen sind in Anwesenheit des Chauffeurs zu tätigen und von diesem zu unterschreiben.
- ⇒ Sämtliche abgeholten Produkte sind auf der KVA-Waage (benachbarter Betrieb) zu wägen.
- ⇒ Das Betreten des TMF-Produktionsbetriebes insbesondere der Rohwarenannahme ist generell verboten (exkl. Mehl- und Fettverlad).

- **Wie verhalte ich mich als Chauffeur von Zulieferfirmen?**

- ⇒ Die Anmeldung für alle Lieferanten hat im Transportbüro zu erfolgen.
- ⇒ Die Anweisungen des zuständigen TMF-Personals sind zu befolgen.
- ⇒ Das Betreten des TMF-Produktionsbetriebes insbesondere der Rohwarenannahme ist generell verboten.

**Grundsätze:**

- Auskunftsstelle TMF: Transportbüro - Sekretariat - Betriebsleiter.
- Das Betreten der TMF-Produktionsanlagen insbesondere der Rohwarenannahme ist generell verboten, allenfalls nur in Begleitung des Betriebsleiters oder einem von ihm beauftragten TMF-Mitarbeiter.
- Lieferscheine sind immer im Transportbüro abzugeben (Visum des zuständigen TMF-Kadermitgliedes erforderlich).

## 1. Ziel / Zweck

- **Sauberkeit** ist mehr als eine **Visitenkarte**.  
**Kein Luxus** → für die TMF eine **Selbstverständlichkeit**.
- Daher dürfen nur einwandfrei gereinigte und nötigenfalls desinfizierte Mulden und Fahrzeuge in den Umlauf gebracht werden. Auch aus Imagegründen legen wir grossen Wert auf **Sauberkeit und Hygiene**. Ein gepflegtes Auftreten und keine Beanstandungen im Bereich Sauberkeit und Hygiene von Rohwarenmulden und Fahrzeugen sind für die TMF Selbstverständlichkeiten.
- Jeder Reinigungsschritt wird vom zuständigen TMF-Mitarbeiter gewissenhaft durchgeführt und dokumentiert.

## 2. Gesetzlicher Rahmen/Hintergrund

- Gemäss Verordnung über die Entsorgung tierischer Nebenprodukte (VTNP) müssen Behälter und Fahrzeuge regelmässig gereinigt werden:

Art. 9d: Wer tierische Nebenprodukte entsorgt, muss dafür sorgen, dass die Behälter, Räume, Fahrzeuge, Geräte und dergleichen genügend gross und für den Bestimmungszweck geeignet sind sowie regelmässig gereinigt werden.

Anhang 4

Absatz 2.22: Fahrzeuge und wieder verwendbare Behälter, Ausrüstungsgegenstände und Geräte, die mit tierischen Nebenprodukten in Berührung kommen, sind nach der Verwendung zu säubern, aus- /abzuwaschen sowie zu desinfizieren und bis zur nächsten Verwendung sauber zu halten.

Anhang 3

Absatz 14.143: Die Anlagen und Fahrzeuge müssen sauber gehalten und regelmässig desinfiziert werden.

- Tierische Nebenprodukte müssen so gesammelt, befördert und zwischengelagert werden, dass **keine Krankheitserreger** verbreitet werden. Neben dem Einsatz von dichten Behältern ist die **regelmässige Reinigung** und **Desinfektion** von Räumen, Behältern und Geräten die wichtigste Massnahme zur **Verhinderung der Ausbreitung von Seuchen**.
- Behälter für den Transport von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 1 „Nur zur Verbrennung“ und tierischen Nebenprodukten der Kategorie 2 „Darf nicht verfüttert werden“ oder tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 „Nicht für den menschlichen Verzehr“ (für technische Zwecke, Flüssigfutter für Schweine, Pet-Food / Heimtiernahrung) dürfen nur dann wechselweise benutzt werden, wenn eine sorgfältige Reinigung und Desinfektion nach jeder Entleerung stattfindet. Damit wird sichergestellt, dass verschiedene Nebenproduktkategorien nicht durchmischt werden.
- Definition der Kategorien siehe **QUMB AL Register 1 Anhang 1**.

### 3. Allgemeine Hinweise zum Reinigungsverfahren

- **Grobreinigung Normal**

Nach dem Kippen in der Rohwarenannahme

- Entfernen der Rückstände in Mulden und TK-Aufbauten mit Hochdruckreiniger.
- Abspritzen der Fahrzeuge, Mulden und TK-Aufbauten von aussen mit Hochdruckreiniger.

- **Grundreinigung täglich**

Am Abend auf dem LKW-Waschplatz

- ganzes Fahrzeug aussen
- Mulde aussen
- Pneu + Felgen

- **Grundreinigung wöchentlich**

Am letzten Arbeitstag der Woche auf dem LKW-Waschplatz

- ganzes Fahrzeug innen + aussen, oben + unten
- Mulde aussen
- Pneu + Felgen
- Kabine innen

- **Feinreinigung Liftmulden und TK-Aufbauten** (bei Bedarf auch SH-Mulden)

Am letzten Arbeitstag der Woche in der Rohwarenannahme und auf dem LKW-Waschplatz.

- Vorgängig Grobreinigung normal durchführen (in der Rohwarenannahme)
- Mit Desinfektionsmittel einschäumen (in der Rohwarenannahme)
- Einwirkzeit und Konzentration nach Angabe des Herstellers
- Abspritzen mit Hochdruckreiniger

- Defekte Mulden und Fahrzeuge müssen, nach Absprache mit der Logistik, umgehend der Reparatur zugeführt werden.

- Der Chauffeur bestätigt die Feinreinigung mit anschließender Desinfektion auf dem FO LO-SAD 002 (TK-Fahrzeuge & Lift-Mulden 1x/Woche / SH-Mulden nach Bedarf).

## 4. Reinigung Fahrzeuge und Fahrzeugmulden

	<b>Normal</b> Ohne Kategorienwechsel	<b>Spezial</b> Mit Kategorienwechsel	<b>Seuchenfall</b>
Verantwortlich	Chauffeur	Chauffeur oder Mitarbeiter TMF	Rohwarenmitarbeiter bzw. Veterinärbehörde
Kleidung	Arbeitskleider	Arbeitskleider, evtl. Überkleider anziehen	Spezielseuchenkombi anziehen
Innenreinigung	Grobreinigung mit Hochdruckreiniger	Grobreinigung mit Hochdruckreiniger	Grobreinigung mit Hochdruckreiniger
		Mit Desinfektionsmittel einschäumen, einwirken lassen und anschliessend ausspritzen	Mit Desinfektionsmittel einschäumen, einwirken lassen und anschliessend ausspritzen
Aussenreinigung Gebinde	Mit Hochdruckreiniger rund um die Entladeöffnung abspritzen	Mit Hochdruckreiniger rund um die Entladeöffnung reinigen, einschäumen, einwirken lassen und anschliessend abspritzen	Mit Hochdruckreiniger ganze Mulde abspritzen, mit Desinfektionsmittel einschäumen, einwirken lassen, mit Bürste reinigen und gründlich abspritzen
	Wenn nötig, auf dem LKW-Waschplatz gründlichere Nachreinigung	Wenn nötig, auf dem LKW-Waschplatz gründlichere Nachreinigung	
Reinigung LKW	Vor Verlassen der Rohwarenannahme Räder abspritzen	Vor Verlassen der Rohwarenannahme Räder abspritzen	LKW wird wie Mulde gewaschen, geschäumt und anschliessend desinfiziert
	Feststoffe in der Rohwarenannahme aufnehmen und Platz vor Rohwarenmulden sauber abspritzen	Feststoffe in der Rohwarenannahme aufnehmen und Platz vor Rohwarenmulden sauber abspritzen	Feststoffe in der Rohwarenannahme aufnehmen und Platz vor Rohwarenmulden sauber abspritzen und anschliessend desinfizieren
	Wenn nötig, auf dem LKW-Waschplatz gründlichere Nachreinigung	Wenn nötig, auf dem LKW-Waschplatz gründlichere Nachreinigung	
Kategorienbezeichnung	Keine Wechsel	Wechsel auf K2 oder K3	
Reinigungseintrag	Normal	Spezial	Spezial

## 5. Reinigungs- und Desinfektionsmittel

Mittel	Produkt	Lieferant	Verwendung	Standort
<b>Wax / Shampoo</b>	Alinet	Amstutz Eschenbach	Reinigung Aufbau (Mulden) innen und aussen	LKW-Waschplatz
	Riwax	Riwax Chemie	Kabinen Aussenreinigung	LKW-Waschplatz
<b>Desinfektionsmittel</b>	P3-topax 91	Ecolab Muttenz	Kabine / Chassis / Mulde aussen und innen	Rohwarennahme
	Virkon S (nur im Seuchenfall)	AROVET AG Zollikon	Fuss- und Durchfahrtswannen / Hände / Kleider Instrumente / Geräte Oberflächen (Böden, Wände etc.)	Lager Keller 1
<b>Scheibenreinigung</b>	Wiran lemon	Amstutz Eschenbach	Scheiben	LKW-Waschplatz
<b>Felgenreinigung</b>	Felgonet	Amstutz Eschenbach	Felgen	LKW-Waschplatz

## 1. Allgemeines

→ *Zuständigkeit: GF*

Diese Checkliste enthält das detaillierte Vorgehen gemäss (**PB OE ASG 070**) Seuchenfall (hochansteckende Seuchen) und richtet sich im Wesentlichen an die Verantwortungsbereiche Logistik und Entsorgung (Betrieb) der TMF. Sie behandelt sämtliche Punkte ab Erstinformation bis Abschlussmeldung.

Sämtlich eingehende und ausgehende Telefonate werden auf dem Formular „Telefon-Journal Seuchenfall“ (**FO OE-ASG 072**) festgehalten.

## 2. Entgegennahme Seuchenmeldung

→ *Zuständigkeit: KT/TC*

Ein Seuchenfall, bei dem die TMF aktiv miteinbezogen wird, kann nur vom jeweiligen Kantonstierarzt oder dessen Stellvertreter (für Westschweizer Kantone = GZM Lyss) angekündigt werden.

Mittels Formular "Anmeldung / Daten-Aufnahme Seuchenfall" (**FO OE-ASG 070**), sind alle Fakten bei Eintreten eines Seuchenfalls schriftlich festzuhalten.

## 3. Einholung Erstinformationen

→ *Zuständigkeit: TC*

Dem anrufenden Kantonstierarzt werden mindestens folgende Fragen gestellt und auf dem Formular (**FO OE-ASG 070**) eingetragen:

- Anmeldung durch (Name KT)?
- Adresse Seuchenbetrieb?
- Kontaktperson Seuchenplatz?
- Art der Seuche?
- Anzahl Tiere / Tierarten?
- Datum/Zeit der Keulung/Vergasung?
- Ab wann soll die TMF nach Möglichkeit vor Ort sein?
- Nächster Kontakt zwischen dem Kantonstierarzt und der TMF (Ort, Zeit, Teilnehmer)?
- Transport durch (TMF, GZM, Andere)?

## 4. Mengenschätzung

→ *Zuständigkeit: TC*

	<u>Stück</u>	<u>kg/Stk.</u>	<u>Tonnen</u>	<u>Anzahl Absetzmulden</u>
Mastschweine	140	100	14	1
Grossvieh	20	500	10	1
Hühner	8'000	1,6	13	1
Truten	1'000	12	12	1

## 5. Einberufung des internen Seuchenstabes

→ *Zuständigkeit: GF*

Mitglieder des internen Seuchenstabes sind:

- TMF Geschäftsführer
- Betriebsleiter
- Q-, U-, S-Leiter
- Unterhaltsverantwortlicher
- Transportverantwortlicher
- Leiter Technischer Dienst

Der interne Seuchenstab wird sofort gebildet. Je nach Umfang des Seuchenfalles und den Zeitverhältnissen wird eine Sitzung einberufen oder per Telefon kommuniziert.

---

## 6. Erste Absprache des Seuchenstabes: Terminplan

→ *Zuständigkeit: Seuchenstab*

Gemeinsam terminiert der Seuchenstab folgende Ereignisse:

- Eintreffen des letzten Rohmaterials ab RTS/Metzgereien/Schlachthöfe
- Schätzen der Ausfallzeit Entsorgung RTS/Metzgereien/Schlachthöfe
- Bedarf an Vorbereitungszeit
- Eintreffen der ersten Mulde auf Seuchenplatz
- Eintreffen der ersten Ladung Seuchentiere im Verarbeitungsbetrieb
- Eintreffen der letzten Ladung Seuchentiere im Verarbeitungsbetrieb
- Ende der Verarbeitung der Seuchentiere
- Dauer der Desinfektions- und Reinigungsarbeiten Betrieb/Camions/Behälter
- Eintreffen des ersten Rohmaterials ab RTS/Metzgereien/Schlachthöfe

Material für die Seuchenwehr wird vom jeweiligen Kanton gestellt!

---

## 7. Absprache des Seuchenstabes: Transporte

→ *Zuständigkeit: Seuchenstab*

Zu folgenden Aspekten legt der Seuchenstab die Details fest:

Tatort Seuchenplatz:

- Wer besorgt den Transport der gekeulten Tiere (Chauffeure, Fahrzeuge, Mulden)?
- Welche persönliche Ausrüstung müssen die Chauffeure mitnehmen?

Normalbetrieb (Entsorgung der Zulieferbetriebe/RTS/Metzgereien/Schlachthöfe):

- Ersatz für die auf dem Seuchenplatz eingesetzten Fahrzeuge / Chauffeure / Mulden
- Umdisposition der Touren, welche Rohwaren ab RTS/Metzgereien/Schlachthöfe einsammeln
- Sofortige Orientierung der betroffenen Lieferanten

Die Planung erfolgt auf dem Formular „Transportplanung Seuchenfall“ (**FO OE-ASG 071**).

## 8. Absprache des Seuchenstabes: Entsorgungsbetrieb → *Zuständigkeit: Seuchenstab*

Als Leitlinie dient die **Checkliste für den Entsorgungsbetrieb im Seuchenfall (CL OE-ASG 072)**.

Falls von einzelnen Punkten abgewichen werden soll oder einzelne Punkte genauer detailliert werden sollen (z.B. Verwendung der hergestellten Mehle und Fette, zuständiger amtlicher Tierarzt etc.), muss dies möglichst früh festgelegt werden.

---

## 9. Absprache des Seuchenstabes: Weitere Belange → *Zuständigkeit: Seuchenstab*

Folgende Punkte müssen ebenfalls im Seuchenstab besprochen werden:

- Information gegen aussen (**im Normalfall nur KT!**):
  - Wer gibt Informationen nach aussen?
  - Werden nur Anfragen beantwortet oder werden auch Informationen nach aussen abgegeben?
  - Welche Informationen werden wann an wen abgegeben?
  - Welche Kanäle werden dazu benützt (Brief, Fax, Internet, Telefon)?
- Information gegen innen (**im Normalfall nur GF!**):
  - Information Verwaltungsrat
  - Information der Mitarbeiter
- Aufzeichnungen für eine korrekte Seuchenabrechnung:
  - Eingesammelte und verarbeitete Mengen Seuchentiere
  - Gefahrene Kilometer Camions und PW's
  - Aufgebrachte Arbeitsstunden Seuchenstab, Chauffeure, Betriebspersonal
- Standorte der Seuchenstabmitglieder
- Evtl. nächstes Treffen fixieren

---

## 10. Instruktion der Chauffeure / Fremdchauffeure → *Zuständigkeit: Seuchenstab*

Die Chauffeure werden mündlich auf ihren Einsatz vorbereitet.

Als Grundlage dienen die:

- **Checkliste Verhalten der Chauffeure im Seuchenfall (CL OE-ASG 071)**
- **Checkliste Verhaltensregeln betreffend Hygiene-Massnahmen: Seuchenfall (CL OE-ASG 060)**

sowie die während der Absprache des Seuchenstabes getroffenen Abmachungen.

Fremdchauffeure haben sich gemäss Merkblatt für Fremdchauffeure (**CL OE-ASG 065**) zu verhalten.

## 11. Instruktion des Betriebspersonals

→ *Zuständigkeit: BL*

Sämtliche Mitarbeiter werden mündlich instruiert.

Als Grundlage dienen die:

- **Checkliste für den Entsorgungsbetrieb im Seuchenfall (CL OE-ASG 072)**
- **Checkliste Verhaltensregeln betreffend Hygiene-Massnahmen: Seuchenfall (CL OE-ASG 060)**

sowie die während der Absprache des Seuchenstabes getroffenen Abmachungen.

---

## 12. Datenerfassung / Schlussbericht

→ *Zuständigkeit: TC*

Nach Abschluss der Transport- und allfälligen Verarbeitungsarbeiten werden die befohlenen Aufzeichnungen über Mengen, Stunden, Kilometer etc. gesammelt. Sie bilden die Basis für die Rechnungsstellung.

Zudem wird in wenigen Worten ein Schlussbericht betreffend Bewältigung des aufgetretenen Seuchenfalls erstellt, inkl. Anregung für allfällige Verbesserungen.

---

## 13. Verbesserungsvorschläge

→ *Zuständigkeit: alle*

Allfällige interne Verbesserungsvorschläge können als ordentliche Anregung in Gang gebracht werden. Insbesondere sollen die eingesetzten Checklisten abgepasst oder vervollständigt werden.

---

## 14. Rechnungsstellung

→ *Zuständigkeit: SEK*

Die Rechnung geht vertragsgemäss an den betreffenden Kantonstierarzt.

## 1. Allgemeines

- Diese Checkliste gilt nur bei hochansteckenden Seuchen wie MKS, Schweinepest, Vogelgrippe etc.
- Der Behelf für die Seuchenwehr Schweiz enthält die Gesamtdokumentation betreffend Verhalten bei einem Seuchenfall.
- Zuständige Instanz bei einem Seuchenfall ist der jeweilige Kantonstierarzt. Ein allenfalls zu bildender Führungsstab erfolgt unter seiner Leitung.
- Es wird generell unterschieden in die Zustände "Frieden" / "Verdacht" / "Einsatz".
- Die Standard-Grossmulden können von allen heute gängigen LKW's transportiert werden, vorbehältlich einer intensiven Chauffeurschulung durch die TMF-Instanzen.
- Das Aufgebot der Transportequipe erfolgt durch den Führungsstab in Absprache mit dem Geschäftsführer der TMF.
- Diese Checkliste ist Teil der Gesamtcheckliste Seuchen (**CL OE-ASG 070**).

## 2. Aufgabenschreibung

Aufgaben	Zuständigkeit							
	KT	GF	BL	QUS-L	UC	TC	CHA	LTD
<b>"Frieden"</b>								
Beschaffung, Bereitstellung und Unterhalt der Mulden durch den Entsorgungsbetrieb.	I	E		M	M	D	M	
Erstellen des Transportkonzeptes: Austausch Rohmaterial zwischen Entsorgungsbetrieben.	I	E		M		D		
<b>"Verdacht"</b>								
Freistellen sowie Bereitstellen der notwendigen Mulden sowie der LKW's entsprechend den Aufträgen des Führungsstabes.	I	I		M		E/D	M	
Abtransport normaler Rohware in andere Entsorgungsbetriebe organisieren.		I		M		E/D	M	
Dichtigkeitskontrolle an allen Mulden vornehmen.		I			E/D	I	M	
Allenfalls Pikettstellung von privaten LKW's.		I				E/D		
Pikettstellung der notwendigen Chauffeure für Transportfahrzeuge und Pneulader.		I				E/D	M	
Kontrolle Verhalten der Chauffeure als Seuchentiertransporteure.	I	I		M		E/D	M	
Instruktion von fremden Chauffeuren.				M		E/D		
Sofern Schweine oder Schafe entsorgt werden müssen, Bereitstellen eines Kleinpneuladers (zuständig für die Organisation des Pneuladers sind die Kantone).			D			E	M	

Aufgaben	Zuständigkeit							
	KT	GF	BL	QUS-L	UC	TC	CH A	LT D
<b>"Einsatz"</b>								
Telefonische Verbindungsaufnahme mit dem Einsatzleiter vor Ort und Bekanntgabe der Eintreffzeit.		I				I	D	
Stellen der Mulden auf den vom Einsatzleiter fixierten Verladeplatz.							D	
<b>Wichtig:</b> Die Chauffeure dürfen beim Verladen und Entladen der Tiere nicht mithelfen, d.h. sie dürfen während der ganzen Verlade- und Entladeaktion die <b>Kabine nicht verlassen</b> .							D	
Der Abtransport darf erst erfolgen, wenn das gesamte Fahrzeug inkl. Mulden desinfiziert ist, die Deckel geschlossen und die Muldenverriegelung kontrolliert wurde. Die Freigabe erfolgt durch den Einsatzleiter.						I	D	
Der Chauffeur hat seinen Standort alle 15 Min. der TMF telefonisch bekannt zu geben.		I				I	D	
Bei einem Unfall hat der Chauffeur sofort den Führungsstab zu informieren.	E	I				I	D	
Telefonmeldung an Entsorgungsbetrieb über Eintreffzeit.		I				I	D	
Das Verlassen der Entsorgungsbetriebe darf erst erfolgen, wenn der zuständige Amtstierarzt nach erfolgter Kontrolle (Reinigung, Desinfektion etc.) die Freigabe erteilt hat.	E	I				I	D	

Abkürzungen: E = Entscheiden  
D = Durchführung  
M = Mitarbeit  
I = Zu Informieren (von D)





(11) **EP 2 150 601 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.04.2011 Patentblatt 2011/16**

(51) Int Cl.:  
**C10B 19/00** <sup>(2006.01)</sup> **C10B 47/34** <sup>(2006.01)</sup>  
**C10B 49/22** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **08749948.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2008/055370**

(22) Anmeldetag: **30.04.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/145474 (04.12.2008 Gazette 2008/49)**

(54) **VERFAHREN FÜR DIE THERMISCHE ZERSETZUNG EINES AUSGANGSSTOFFES MIT FREMDPARTIKELN**

**METHOD FOR THERMALLY DISINTEGRATING A STARTING MATERIAL USING FOREIGN PARTICLES**

**PROCÉDÉ DE DÉCOMPOSITION THERMIQUE D'UNE MATIÈRE DE BASE AU MOYEN DE PARTICULES ÉTRANGÈRES**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

• **SICKELMANN, Hans-Jürgen**  
**76149 Karlsruhe (DE)**  
• **GROB, Armin**  
**33102 Paderborn (DE)**

(30) Priorität: **25.05.2007 DE 102007024706**

(74) Vertreter: **Gille, Christian**  
**Gille Hrabal Struck Neidlein Prop Roos**  
**Brucknerstrasse 20**  
**40593 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.02.2010 Patentblatt 2010/06**

(73) Patentinhaber: **Gebr. Lödige Maschinenbau-gesellschaft**  
**Mit Beschränkter Haftung**  
**33102 Paderborn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 016 451 EP-A- 1 314 770**  
**GB-A- 268 613 RU-C1- 2 260 615**  
**US-A- 1 712 082 US-A- 3 841 994**  
**US-A- 4 401 553**

(72) Erfinder:  
• **SCHMIDT, Alfons**  
**33129 Delbrück (DE)**

**EP 2 150 601 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die thermische Zersetzung eines Ausgangsstoffes und zwar insbesondere für die Zersetzung von Tiermehl, Ölschlämmen beispielsweise von Tankerreinigungen, Autofluff (auch Autofluffy genannt), basisches Glycerin zum Beispiel aus einer Biodieselgewinnung, Lackschlämmen aus Lackierereien, kontaminierte Böden, beschichtetes Holz, Kunststoffe wie Plexiglas. Nach dem vorliegenden Verfahren werden in nahezu allen Fällen organische Ausgangsstoffe thermisch zersetzt.

**[0002]** Mit der vorliegenden Erfindung wird also insbesondere das Ziel verfolgt, Sondermüll geeignet thermisch zersetzen und so geeignet entsorgen zu können. Sondermüll ist ein Abfallstoff, der Gefährlichkeitsmerkmale aufweist und somit eine mögliche Gefahr für die Gesundheit oder Umwelt darstellt. An die Entsorgung solcher Abfälle werden in vielen Staaten hohe Anforderungen an die technischen Anlagen, die angewendeten Verfahren und die Dokumentation und den Verbleib der gefährlichen Abfälle gestellt.

**[0003]** Allein in der Europäischen Gemeinschaft fallen beispielsweise pro Jahr mehrere Millionen Tonnen an Tiermehl an, die es zu entsorgen gilt. Eine Nutzung von Tiermehl als Tierfutter ist wegen der BSE - Gefahr inzwischen verboten. Aus vergleichbaren Gründen ist eine Nutzung als Düngemittel nicht möglich.

**[0004]** Tiermehl wird derzeit zwecks Entsorgung als Sekundärbrennstoff beispielsweise in der Zementindustrie eingesetzt. Die Zementindustrie lässt sich für diese Form der Entsorgung von Tiermehl bezahlen. Die Verwendung von Tiermehl als Ersatzbrennstoff geht aus der WO 2005/068908 hervor. Dass Tiermehl derzeit in erster Linie durch Müllverbrennung entsorgt wird, wird in der DE 201 03 293 U1 beschrieben.

**[0005]** Aus der DE 102 12 1 04 A1 ist ein Verfahren zur Verwertung von Tiermehl bekannt, bei dem Tiermehl in einem Metallbad so zum Beispiel in einem Zinnbad oder Zinkbad bei einer Temperatur des Metallbads zwischen 250°C und 450°C durch Pyrolyse in einem Reaktor zersetzt wird. Problematisch ist die Giftigkeit des flüssigen Metalls. Außerdem ist das Verfahren aufwendig.

**[0006]** Nach dem Stand der Technik wird ein Pyrolyseverfahren, also eine thermische Zersetzung unter Ausschuss von Sauerstoff großtechnisch üblicherweise in einem vertikalen Reaktionssystem durchgeführt. Ein vertikales Reaktionssystem umfasst einen siloförmigen, von außen beheizten Behälter und ein nahe beim Boden vorgesehenes Mischwerkzeug. Problematisch ist bei einem solchem System, dass das Produktbett zunächst ausschließlich Feststoffe umfasst und somit feste Ausgangsstoffe gerührt werden müssen. In solchen Fällen ist die erforderliche Produktbewegung schwierig. Eine unzureichende Produktbewegung führt zu einem unzureichenden Wärmeübergang. Die Wärme muss über die Wände des siloförmigen Behälters zu den festen Ausgangsstoffen gelangen, was bei unzureichender Produktbewe-

gung nur langsam gelingt. Eine 100% Zersetzung von Tiermehl kann so kaum oder nur mit einem unvertretbar hohem Zeitaufwand gewährleistet werden. Die verbleibenden Feststoffrückstände sind nicht mit einer so hohen Sicherheit frei von gesundheitsschädlichen Verunreinigungen, dass diese beispielsweise als Bodenverbesserer eingesetzt werden könnten. Die Zugabe von giftigen Schwermetallen während der Zersetzung schafft weitere Entsorgungsprobleme. Auch kann die Zersetzung nur chargenweise durchgeführt werden. Ein kontinuierlicher oder quasikontinuierlicher Betrieb ist nicht möglich. Auch aus diesem Grund ist das Verfahren zeitlich aufwendig und damit entsprechend unwirtschaftlich.

**[0007]** Um eine Pyrolyse großtechnisch kontinuierlich durchführen zu können, werden Ausgangsstoffe nach dem Stand der Technik einer sich drehenden Trommel bzw. einem sich drehenden Rohr zugeführt. Das Produktbett wird während der Drehung umgewälzt, um für eine gute Durchmischung zu sorgen, wie beispielsweise aus der Druckschrift WO 2005/068908 bekannt ist. Die Trommel bzw. das Rohr wird von außen, in der Regel von unten mit Gasbrennern beheizt. Die Zuführung des Ausgangsstoffs geschieht über ein Ende der Trommel. Am anderen Ende der Trommel werden aus dem Produktbett nach unten hin die entstandenen Feststoffe und nach oben hin die entstandenen gasförmigen Substanzen entnommen. Kondensierbare Anteile im Gas werden nachfolgend durch Kondensation abgeschieden.

**[0008]** Bei einem derartigen kontinuierlichen Verfahren ist es besonders problematisch sicherzustellen, dass Tiermehl tatsächlich vollständig zersetzt wird. Es kann also passieren, dass die aus der Zersetzung resultierenden Feststoffe noch unzersetztes Tiermehl enthalten. Entsorgungsprobleme von Tiermehl können so nicht gelöst werden. Auch können bei dem beschriebenen kontinuierlichen Verfahren thermische Überhitzungen auftreten, wenn die Trommel von unten mit Gasbrennern beheizt wird. Es ist außerdem aufgrund der Zu- und Ableitungen sowie der Rotation der Trommel technisch schwierig, zuverlässig einen Ausschuss von Sauerstoff in der Trommel zu gewährleisten.

**[0009]** Problematisch ist ferner bei dem genannten Stand der Technik, dass die Zersetzungsprodukte zumindest teilweise zunächst klebrig sind und Verklumpungen und Anhaftungen an Wandoberflächen entstehen, wie aus der WO 2005/068908 bekannt ist. Dies behindert weiter den erforderlichen Wärmetransport und damit die Pyrolyse. Es ist schwierig, eine vollständige thermische Zersetzung zu gewährleisten.

**[0010]** Aus der EP 1 314 770 B1 ist ein elektrisch beheizter Wirbelbettreaktor bzw. Horizontalmischer für die Pyrolyse von Tiermehl bekannt. Eine hinreichend vollständige Zersetzung des Tiermehs kann durch diese Lehre nicht gewährleistet werden, um Zersetzungsprodukte beispielsweise als Bodenverbesserer weiter verwerten zu können. So behindern auch hier während der Pyrolyse entstehende Verklumpungen die Zuverlässigkeit der angestrebten Zersetzungen.

**[0011]** Vergleichbare Probleme treten bei den weiteren eingangs genannten organischen Ausgangsstoffen auf, wenn diese zersetzt werden sollen.

**[0012]** Aus der DE 508 566 ist ein beheizter Ofen für die Tieftemperatur-Verkokung von Brennstoffen bekannt. In einer sich drehenden, beheizten Trommel befinden sich erhitzte Stahlkugeln von derartiger Größe und Gewicht, dass der Brennstoff nur bis zu einem gewissen Grad gebrochen wird. Eine umständliche Einrichtung im Ofen wie Schnecke, Schaufelwelle oder Rechen soll so vermieden werden. Wie ein problematisch zu entsorgender Sondermüll zuverlässig und derart vollständig thermisch zersetzt werden kann, dass eine sehr viel teurere anderweitige Entsorgung von Sondermüll nicht mehr erforderlich ist, geht aus dieser Druckschrift nicht hervor.

**[0013]** Die Druckschrift DE 932 789 offenbart ein Verfahren für die Entgasung von staubförmigem oder feinkörnigen Brennstoff in einer Mischschnecke. Die für die Entgasung erforderliche Wärmeenergie wird zugeführt, in dem der Brennstoff zusammen mit erhitzten staubförmigen oder feinkörnigen, beispielsweise aus Metall bestehenden Wärmeträgern in die Schnecke gefüllt wird. Das hieraus bekannte Verfahren ist weder dazu bestimmt noch dafür geeignet, Sondermüll thermisch zuverlässig so vollständig zu zersetzen, dass eine anderweitige teure Entsorgung entfallen kann.

**[0014]** Das Patent US3841994 zeigt ein kontinuierliches Verfahren zur Pyrolyse von Ölschiefer in einer horizontalen Trommel mit Pellets aus einem inerten Material. Die hierzu verwendeten Pellets werden im Kreis geführt und vor Zugabe zum sich drehenden Pyrolyseofen aufgeheizt.

**[0015]** Das Dokument EP 1 314 770 beschreibt ein Verfahren zur diskontinuierlichen Pyrolyse von organischem Material in einem Horizontalmischer, wobei durch wiegen des Reaktors das Ende der Reaktion bestimmt werden kann. Zu Beginn eines Zyklus wird erst eine kleine Menge des Ausgangsmaterials pyrolysiert und nach dieser Pyrolyse mit der weiteren Beladung begonnen. Nach jedem Zyklus wird dann die gesamte Produktmenge entnommen.

**[0016]** Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, mit dem großtechnisch eine gewünschte thermische Zersetzung verbessert erreicht wird und zwar insbesondere eine thermische Zersetzung von Sondermüll wie zum Beispiel Tiermehl.

**[0017]** Die Aufgabe der Erfindung wird durch thermische Zersetzung eines Ausgangsstoffes, insbesondere eines organischen Ausgangsstoffes gelöst, welches die Merkmale des Anspruchs 1 umfasst.

**[0018]** Die Aufgabe wird gemäß Anspruch 1 gelöst.

**[0019]** Zur Lösung der Aufgabe werden Fremdpartikel, die thermisch nicht zersetzt und auch nicht verflüssigt werden, in das Produktbett bzw. Mischgut eingebracht. Die Zugabe der Fremdpartikel vermeidet aufgrund der Bewegung, dass sich größere Klumpen im Produktbett bzw. Mischgut während der Pyrolyse bilden. Auch sorgen die Fremdpartikel dafür, dass Ablagerungen an den

Wänden des Behälters, in dem die Pyrolyse durchgeführt wird, wieder gelöst werden. Insgesamt wird so erreicht, dass Verklumpungen und Ablagerungen reduziert werden und so der Wärmetransport innerhalb des Produktbettes verbessert wird. Entsprechend schneller und vollständiger verläuft die thermische Zersetzung. Fremdpartikel sind Partikel, die sich vom Ausgangsstoff sowie von den Zersetzungsprodukten oder eventuell auftretenden Zwischenprodukten unterscheiden. Fremdpartikel im Sinne der vorliegenden Erfindung sind vor allem aus Metall bestehende Kugeln.

**[0020]** Die Größe der Fremdpartikel ist bevorzugt so zu wählen, dass die Korngröße sich von der Korngröße der aus der thermischen Zersetzung resultierenden Feststoffe derart unterscheiden, dass die Fremdpartikel durch Sieben von den aus der thermischen Zersetzung resultierenden Feststoffen getrennt werden können. So kann besonders einfach der aus der thermischen Zersetzung resultierende Feststoff von den Fremdstoffen befreit werden. In der Regel liegt der bei der Pyrolyse entstehende Feststoff in Form von feinstpulveriger Asche vor. Ein Fremdpartikeldurchmesser von 1 bis 2 mm hat sich bewährt, um mit der Entnahme der Feststoffe aus dem Pyrolysebehälter die Fremdpartikel sofort herauszusieben zu können.

**[0021]** Das Material der Fremdpartikel wird vorzugsweise so gewählt, dass dieses sich inert gegenüber über dem jeweiligen Ausgangsstoff sowie gegenüber den Zersetzungsprodukten verhält, um so die aus der thermischen Zersetzung resultierenden Produkte nicht zu verunreinigen sowie den Erhalt der Fremdpartikel zu gewährleisten.

**[0022]** Vorzugsweise bestehen die Fremdpartikel aus einem gut wärmeleitenden Material und zwar vorzugsweise aus Metall. Es können aber beispielsweise auch Materialien wie Quarzsand oder Keramikgranulat verwendet werden. Durch Vorsehen von gut wärmeleitfähigen Materialien gelingt ein verbesserter Wärmetransport während der Pyrolyse, also während der thermischen Zersetzung. Die Fremdpartikel nehmen Wärme von den Wänden des Behälters auf und geben diese Wärme im Inneren des Produktbettes über eine damit vergrößerte Oberfläche wieder ab. Insgesamt wird so der Wärmeübergang im Vergleich zum Stand der Technik deutlich verbessert. Die Zersetzung wird so deutlich beschleunigt. Das Durchlaufen von unerwünschten Phasenübergängen wie zum Beispiel plastische oder zähe Konsistenzen wird zumindest erheblich reduziert. Entsprechend schneller, gleichmäßiger und vollständiger werden Ausgangsstoffe thermisch zersetzt.

**[0023]** Stahl ist in vielen Fällen geeignet, um die verschiedenen Anforderungen an das Material der Fremdpartikel zu erfüllen, also auf der einen Seite eine hinreichend gute Wärmeleitfähigkeit bereitzustellen und auf der anderen Seite sich inert gegenüber dem Ausgangsstoff und den Zersetzungsprodukten zu verhalten. Ein Edelstahl oder entsprechende laugen- und säurebeständigen Sonderstähle sind zu bevorzugen, wenn Säure

oder Lauge bei einer Zersetzung entsteht. Auch die mechanische Stabilität von Stahl ist geeignet, um sich mechanisch hinreichend stabil zu verhalten.

**[0024]** Die Fremdpartikel weisen vorzugsweise einen Durchmesser von wenigen Millimetern und zwar vor allem von maximal 8 mm, vorzugsweise von nicht mehr als 4 Millimetern auf. Die Fremdpartikel weisen ferner vorzugsweise eine Mindestgröße von 0,5 Millimetern, besonders bevorzugt von wenigstens 1 mm auf. Die gewünschten mechanischen und wärmeleitfähigen Wirkungen lassen sich mit Partikeln dieser Größe besonders gut erzielen. Eine Obergrenze von 8 mm sollte regelmäßig nicht überschritten werden, um mechanische Beschädigungen zu vermeiden. Auch führen zu große Durchmesser grundsätzlich zu schlechteren Ergebnissen. Zu kleine Durchmesser bei den Fremdpartikeln haben zur Folge, dass eine Trennung von den festen Zersetzungsprodukten nur schwierig erreicht werden kann.

**[0025]** In einer Ausgestaltung des Verfahrens werden durch thermische Zersetzung entstehenden Feststoffe genutzt, um diese zusätzlich zu den Fremdpartikeln zusammen mit dem Ausgangsstoff dem Produktbett zuzuführen, um die oben genannten mechanischen und/oder thermischen Wirkungen zu erzielen. Dies kann das erfindungsgemäße Verfahren unterstützen.

**[0026]** Die Pyrolyse, also die thermische Zersetzung unter Ausschluss von Sauerstoff wird mit bzw. in einem Horizontalmischer durchgeführt. So wird während der Pyrolyse ein Wirbelbett mechanisch erzeugt. Im Vergleich zur Pyrolyse in einem sich drehenden Rohr findet eine Verwirbelung und nicht lediglich eine Umwälzung statt. Durch die Verwirbelung wird auf der einen Seite der Wärmeübergang von der Wand in das Produktbett verbessert und ein Temperaturgefälle innerhalb des Bettes vermieden. Auf der anderen Seite werden die Ausgangsstoffe, Fremdpartikel und entstehenden Produkte besser miteinander vermischt. Es findet so eine homogene verteilte Pyrolyse statt. Dadurch ist verbessert gewährleistet, dass die entnommenen Produkte tatsächlich vollständig thermisch zersetzt werden. Es verbleiben also keine nicht thermisch zersetzten Ausgangsstoffe in den Produkten. Auch ist es einfacher im Vergleich zu einem Drehrohr, den Ausschluss von Sauerstoff zu gewährleisten, da der Behälter des Horizontalmischers im Unterschied zum Drehrohr nicht bewegt wird. Gasdichte Anschlüsse können daher einfacher bereitgestellt werden.

**[0027]** In einer weiter verbesserten Ausgestaltung der Erfindung wird als Horizontalmischer ein Pflugscharmischer verwendet, der beispielsweise aus der Druckschrift "Lebensmitteltechnik, Heft 2, Seite 66-74, 5. Jahrgang, 1973" bekannt ist. So wird weiter verbessert ein Wirbelbett erzeugt.

**[0028]** In einer weiter verbesserten Ausführungsform der Erfindung wird ein Horizontalmischer verwendet, der wandnah angeordnete Schleuderschaukeln sowie achsennah angeordnete Rückförderbleche umfasst und zwar insbesondere wenn die Ausgangsstoffe und damit

das Mischgut besonders grobstückig sind. Bei einer entsprechenden Rotation der Schleuderschaukeln sowie der Rückförderbleche wird das Mischgut von den Schleuderschaukeln von der äußeren Wand weg in Richtung Achse des Mischwerkzeugs transportiert. Die Rückförderbleche fördern das Mischgut in Richtung äußere Wand bzw. in Richtung Schleuderschaukeln. Dadurch wird die gewünschte Durchmischung des Mischguts weiter verbessert gewährleistet und somit ein weiter verbessertes Ergebnis erzielt, bei dem die Vollständigkeit der Zersetzung verbessert sichergestellt ist. Auch kann besonders schnell zersetzt werden. Zum Beispiel bei der Zersetzung von Kaliseifen bei Rückständen von Biodiesel kommt es auf eine sehr schnelle Zersetzung an, wie durchgeführte Versuche gezeigt haben. Andernfalls können nachteilige Zählphasen auftreten. Vor allem bei grobstückigem Mischgut ist der Einsatz eines solchen Horizontalmischers vorteilhafter. Ein solcher Mischer ist beispielsweise aus der Druckschrift EP 1016451 A1 bekannt.

**[0029]** Aus vergleichbaren Gründen wird ein Horizontalmischer eingesetzt, wie er aus der Druckschrift DE-AS 1101113 bekannt ist. Zwei verschieden angeordnete Schaufelgruppen fördern entgegengesetzt, was bei grobem Mischgut besonders vorteilhaft und außerdem produktschonend ist.

**[0030]** Der Horizontalmischer umfasst in einer Ausführungsform Messerköpfe, die der Zerkleinerung des Mischguts während der Pyrolyse dienen. Dies kann die thermische Zersetzung weiter fördern.

**[0031]** Der zylinderförmige Mantel des Behälter, in dem die Pyrolyse durchgeführt wird, wird vorzugsweise vollflächig beheizt und zwar insbesondere elektrisch. Der Mantel wird also gleichmäßig auf die jeweils gewünschte Temperatur gebracht. Dadurch wird vermieden, dass lokal das Mischgut, also der Ausgangsstoff nebst Fremdmaterial und bereits entstandene Zersetzungsprodukte überhitzt werden können.

**[0032]** Oben auf dem Behälter befindet sich bevorzugt ein Dom, über den gasförmige Bestandteile entnommen werden und der als Beruhigungszone für die oftmals sehr leichten Aschepartikel des unzersetzten Pyrolyserückstandes dient. Dadurch wird ein Mitreißen der Aschepartikel vermieden. Der Mantel des Doms ist vorzugsweise beheizbar, so zum Beispiel mit einer von außen regelbaren Elektroheizung oder mit anderen Heizmitteln. Durch Beheizen des Doms kann eine vorzeitige Kondensation von kondensierbaren Bestandteilen vermieden werden.

**[0033]** Aus gleichen Gründen wird vorzugsweise auch das Rohr (Brüdenaustrittsrohr genannt) beheizt, welches entstehendes Gas zu Kondensatoren leitet.

**[0034]** Um die Effektivität des Verfahrens weiter zu steigern, sind folgende Schritte sowohl einzeln als auch in Kombination von Vorteil.

**[0035]** Zunächst werden Fremdpartikel in den Behälter eingefüllt, in dem die Pyrolyse durchgeführt wird. Bewährt hat sich ein Füllgrad von 5 bis 20 %. Anschließend werden die Fremdpartikel auf die gewünschte Tempera-

tur zur Durchführung der Pyrolyse aufgeheizt. Diese Temperatur liegt vorteilhaft 50 bis 100°C oberhalb der Zersetzungstemperatur des Ausgangsstoffs. Im Anschluss daran wird partikelförmiger Ausgangsstoff in den Behälter gefüllt und das Mischgut gemischt. Auf diese Weise beginnt die Zersetzung des Ausgangsstoffs besonders schnell, da sofort Wärme von den Fremdpartikeln auf den Ausgangsstoff übertragen wird. Verklumpungen und Wandablagerungen werden so von Anfang an minimiert.

**[0036]** Um die Temperatur im Inneren des Behälters einstellen, überwachen sowie in Abhängigkeit von der Temperatur die Durchführung des Verfahrens steuern zu können, weist der Behälter zur Durchführung der Pyrolyse im Innenraum zweckmäßig ein oder mehrere Thermolemente oder andere geeignete Temperaturmessinstrumente auf.

**[0037]** Der partikelförmige Ausgangsstoff wird nun nach und nach dem Mischbehälter zugeführt und zwar vorzugsweise gesteuert durch den Temperaturverlauf im Inneren des Mischbehälters und/ oder den Füllgrad des Mischbehälters. Hinsichtlich der Temperatur ist darauf zu achten, dass der gewünschte Temperaturbereich eingehalten wird, der vorzugsweise 50 bis 100 °C oberhalb der Zersetzungstemperatur des Ausgangsstoffs liegt. Hinsichtlich des Füllgrads ist darauf zu achten, dass dieser einen maximalen Wert nicht überschreitet. Dieser maximale Füllgrad beträgt beispielsweise 70%, um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten. Wird der partikelförmige Ausgangsstoff nur nach und nach zugeführt, bis ein vorgegebener maximaler Füllgrad erreicht wird, so wird auch dadurch verbessert eine rasche und vollständige thermische Zersetzung gewährleistet. Alternativ oder ergänzend wird die weitere Zugabe von Ausgangsstoff in Abhängigkeit von der Menge gesteuert, die im Mischbehälter thermisch zersetzt wird. Insbesondere wird die Zufuhr des Ausgangsstoffs so gesteuert, dass diese der pyrolysierten Menge entspricht, um so die rasche und vollständige thermische Zersetzung sicherzustellen. Eine Abschätzung, welche Menge jeweils pyrolysiert wird, kann u. a. über die Menge des entstehenden und entnommenen Gases und/ oder über Gewichtsänderungen des Mischbehälters erfolgen.

**[0038]** Wird ein vorgegebener maximaler Füllgrad erreicht, so wird die Zufuhr von Ausgangsstoff gestoppt und zunächst abgewartet, bis kein Gas mehr entnommen werden kann, um so sicherzustellen, dass der Inhalt des Mischbehälters, also das Mischgut vollständig pyrolysiert ist. Anschließend wird der Feststoff im Inneren des Mischbehälters entnommen und zwar vorzugsweise so, dass ein Füllgrad von 5 bis 20% besonders bevorzugt von 10% verbleibt. Damit sind sehr gute Voraussetzungen geschaffen, um nach der Entnahme sofort wieder mit der weiteren Zufuhr von Ausgangsstoffen beginnen zu können. Die Entnahme kann bei laufendem Schleuderwerk oder Mischwerkzeuge über eine Entleerungsvorrichtung erfolgen.

**[0039]** Während der Entnahme werden Fremdpartikel,

die sich von dem durch thermische Zersetzung entstandenen Feststoff unterscheiden, sofort herausgesiebt und wieder dem Mischbehälter zugeführt und zwar vorzugsweise zusammen mit Ausgangsstoff. Auch auf diese Weise wird die rasche und vollständige Pyrolyse weiter gefördert.

**[0040]** Eine optimierte Verwertung des resultierenden Feststoffes kann darin bestehen, diesen zunächst als Brennstoff einzusetzen und anschließend noch verbliebene nicht brennbare Rückstände weiter zu verwerten, so zum Beispiel als Bodenverbesserer.

**[0041]** Während der Pyrolyse werden gasförmige Zersetzungsprodukte kontinuierlich entnommen. Diese werden dann durch ein oder mehrere Kondensatoren geleitet, um kondensierbare Anteile insgesamt oder getrennt aus dem Gasstrom auszuschleiden. Abschließend wird das Gas vorzugsweise einer Gaswäsche unterzogen, Insgesamt gelingt es so, die verschiedenen flüssigen bzw. gasförmigen Bestandteile in verwertbarer Form zu erhalten.

**[0042]** Für den Fall, dass ein Teil der Zersetzungsprodukte sublimiert, also keine flüssige Endphase bildet, geschieht die Abscheidung durch Kondensation an der Wandung eines geschlossenen Behälters, der mit einem Abschaber ausgestattet ist, um das Sublimat von der Wandung zu entfernen und im unteren Teil des Behälters zu sammeln, von wo es dann bei Bedarf entleert werden kann. Für den Fall, dass die Brüden außer den sublimierenden Anteilen auch noch solche enthalten, die bei der Kondensation eine Flüssigkeit bilden und somit das Sublimat im Absetzbehälter befeuchten oder sogar pastös machen, kann der Absetzbehälter beheizt werden. Die Temperatur muss regelbar sein und ist so zu wählen, dass sie unterhalb der Sublimationstemperatur liegt, in jedem Fall aber höher als die Siedetemperatur der Flüssigphase ist. Die Kondensation dieser Flüssigphase erfolgt dann in einem nachgeschalteten Kondensator mit geeigneter Kühlung.

**[0043]** Wenn in den als kondensierbare Dämpfe anfallenden Zersetzungsprodukten Verbindungen enthalten sind, die bei der Kondensation bei Raumtemperatur zu einem Teil als Flüssigkeit, zum anderen auch als hochviskose Stoffe anfallen, kann es erforderlich sein, dass man wenigstens zwei Kondensatoren hintereinanderschalten muss. Der erste wird mit einer Temperatur betrieben, der die hochviskose Phase des Kondensats verhindert. Der Sammelbehälter für dieses Kondensat muss ebenfalls beheizt sein, damit das Kondensat entleert werden kann. In dem zweiten Kondensator werden die Restbrüden mit Flüssigkeiten von niedrigerem Siedepunkt bei entsprechend tieferer Temperatur abgeschieden.

**[0044]** Die nach der Kondensation noch anfallenden Zersetzungsgase müssen in vielen Fällen vor der weiteren Verwendung von störenden Verbindungen befreit werden. Diese Gasreinigung erfolgt mittels einer Nasswäsche, bei der das Gas durch eine geeignete Flüssigkeit geführt wird, welche die störenden Stoffe absorbiert. In manchen Fällen kann die Gasreinigung auch derart

erfolgen, dass als Absorptionsmittel Aktivkohle eingesetzt wird.

**[0045]** In einer Ausführungsform wird Tiermehl thermisch zersetzt. Bei Tiermehl ist es ganz besonders wichtig, dass dieses möglichst vollständig thermisch zersetzt wird, um Probleme hinsichtlich BSE und sonstigen Krankheitserregern zu vermeiden. Durch das vorliegende Verfahren wird die vollständige Zersetzung im Vergleich zum Stand der Technik deutlich verbessert sichergestellt. Gerade in Bezug auf Tiermehlzersetzung existieren gesetzliche Bestimmungen und strenge Kontrollen, mit denen erreicht werden soll, dass aus Tiermehl gewonnene Feststoffe keine Stickstoffreste mehr enthalten, die ein Maß für eine unzureichende Zersetzung darstellen. Mit der Erfindung wurde erreicht, dass Stickstoffreste in Feststoffprodukten im Anschluss an die thermische Zersetzung von Tiermehl nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

**[0046]** Da die thermische Zersetzung sehr gleichmäßig gelingt, gelingt ferner eine verbesserte Trennung zwischen den entstehenden Produkten im Vergleich zum genannten Stand der Technik. Die Trennung der gasförmigen, flüssigen und festen Produkte ist also besonders gut, wie eine Überprüfung u.a. am Beispiel Tiermehl ergeben hat. Die Rückstandsasche von Tiermehl wurde untersucht. Der Stickstoffgehalt war kleiner 0,01 Gew.-%. Damit war die Nachweisgrenze unterschritten worden. Sämtliche diesbezüglichen Vorschriften der Europäischen Gemeinschaft wurden erfüllt. Dies war nach dem Stand der Technik nicht möglich.

**[0047]** Die thermische Zersetzung von Tiermehl wurde in einem Beispiel wie folgt durchgeführt.

**[0048]** Es wird ein Horizontalmischer mit einem Volumen von 50 Litern verwendet. Vier an einer Achse befestigte Mischarme weist der Mischer im Inneren auf. Die Mischarme umfassen pflugscharähnliche Schleuderschaufeln nebst Rückförderblechen in oben beschriebener Weise. Der Mantel des Horizontalmischers wird vollflächig elektrisch beheizt, so dass dieser gleichmäßig auf Temperatur gebracht wird. Die Heiztemperatur beträgt 650°C. Die Pyrolysetemperatur beträgt dann schätzungsweise 450°C +/-20°C. Mit 60 Umdrehungen/min wird die Achse mit den Mischwerkzeugen gedreht. Die Länge des Mischers beträgt 400 mm und der Durchmesser ebenfalls 400 mm. Es herrscht ein leichter Unterdruck von ca. 950mbar. Der Mischer wird quasikontinuierlich gefahren. Mit einer Dosierschnecke wird das Tiermehl von einem Vorfüllbehälter dem Mischer zugeführt. Im Vorfüllbehälter wird sicher gestellt, dass immer eine gewisse Tiermehlmenge oberhalb der Schnecke liegt. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Sauerstoff in den Mischbehälter gelangt. Eisenkugeln mit einem Durchmesser von 2 bis 4 mm werden als Fremdpartikel eingesetzt. Anfangs wird der Mischraum mit ca. 10% seines Volumens mit Eisenkügelchen befüllt. 25 kg Eisenkügelchen werden insgesamt eingesetzt. Nachdem die Kugeln die Pyrolysetemperatur erreichen, wird dem Mischer Tiermehl über den Vorfüllbehälter zugeführt.

**[0049]** Während des Betriebs ist der Horizontalmischer auf eine Waage gestellt. Anhand so gemessener Gewichtsveränderungen wird kontrolliert, dass der jeweils gewünschte Füllgrad nicht überschritten wird, da die Gewichtsveränderung ein Maß für den Füllgrad ist.

**[0050]** Innerhalb von 5 Stunden wird dem Mischer 35kg an Tiermehl zugeführt und zwar werden 7 kg/Stunde eingespeist. Kontinuierlich wird das durch die Zersetzung entstehende Gas nahe bei einer Stirnwand des Mischers nach oben hin abgeleitet und so entnommen. Der durch die Pyrolyse entstandene Feststoff verbleibt zunächst im Mischer. Wird im Mischer ein Füllgrad von 70% erreicht, so wird die Pyrolyse noch fortgesetzt, bis kein Gas mehr entnommen werden kann. Hierdurch wird sichergestellt, dass auch zuletzt eingespeistes Tiermehl vollständig zersetzt wird. Dann wird die Pyrolyse unterbrochen und der Feststoff mit Ausnahme eines Füllgrads von 10% wird nach unten entnommen.

**[0051]** Vorzugsweise werden entstehende Gase und Feststoffe bei einer Stirnseite des Mischbehälters des Horizontalmischers entnommen, die der Seite gegenüberliegt, über die Ausgangsstoffe in den Behälter transportiert werden. Werden nun Feststoffe nicht vollständig entnommen und das entstehende Gas nach oben aus dem Behälter herausgeleitet, so wird dadurch weiter verbessert sichergestellt, dass nur vollständig zersetzte Produkte entnommen werden.

**[0052]** Eine Restmenge eines Gemischs aus Eisenkügelchen und dem aus dem Tiermehl gewonnenen Feststoff verbleibt im Mischer, um so sofort wieder die Pyrolyse fortsetzen zu können. Die Eisenkügelchen weisen eine gute Wärmeleitfähigkeit im Sinne der Erfindung im Unterschied zu den Feststoffen auf, die bei der thermischen Zersetzung von Tiermehl entstehen.

**[0053]** Die Kügelchen werden aus dem entnommenen Feststoff herausgesiebt und werden vorzugsweise wieder dem Vorfüllbehälter hinzugefügt. Auf diese Weise wird das im Vorfüllbehälter befindliche Tiermehl wieder etwas vorgewärmt und so die Pyrolyse weiter gefördert.

**[0054]** Die aus dem Tiermehl resultierende Asche besteht aus Kohlenstoff und anorganischen Bestandteilen wie Kalziumoxid, Kalziumcarbonat, Sulfate und Nitrate. Die Asche ist nach Durchführung der beschriebenen Zersetzung vollkommen frei von organischen Bestandteilen.

**[0055]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung unabhängig von dem bisher beschriebenen Verfahren wird die aus Tiermehl gewonnene Asche verbrannt, so z. B. bei 750°C. Es verbrennt dabei der Kohlenstoff der Asche. Übrig bleiben die anorganischen Bestandteile, die hervorragend weiterverwendet werden können, u. a. als Bodenverbesserer.

**[0056]** Das bei der Tiermehlzersetzung entstandene Gas wird zunächst von kondensierbaren Gasanteilen durch Kondensation befreit und dann durch eine Schwefelsäurelösung geführt, um so das verbliebene Gas von Ammoniak zu befreien. Es resultiert hieraus ein hervorragend brennbares Gas.

**[0057]** Das erhaltene Gas umfasst Methan, Ethan, Bu-

tan usw. Die Gase werden beispielsweise zur Verbrennung in Kraftwerken eingesetzt. Das verbliebene Kondensat ist ein Schweröl, welches beispielsweise in Panzermotoren verbrannt werden kann. Es gelingt also eine Verwertung sämtlicher Zersetzungsprodukte von Tiermehl, ohne das gesundheitliche Bedenken bestehen bleiben.

**[0058]** Das Verfahren wird vor allem auch bei der Kunststoffwiederverwertung von Kunststoffgemischen eingesetzt. Kunststoffgemische werden wieder in ihre chemischen Ausgangssubstanzen zerlegt. Anschließend können aus diesen Ausgangssubstanzen wieder die einzelnen reinen Basiskunststoffe hergestellt werden. Bisher wurden nach dem Stand der Technik solche Kunststoffgemische zunächst zerkleinert und verschmolzen. Die nach diesem Verfahren wieder verwendeten Kunststoffgemische durften beispielsweise nicht noch einmal für Lebensmittelverpackungen verwendet werden. Diese konnten lediglich für die Herstellung von Parkbänken etc. eingesetzt werden. Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wieder gewonnenen Kunststoffe können nun auch wieder in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Aus einem Mischkunststoff bestehende Erstware kann also wieder die gleiche Erstware hergestellt werden. Es muss keine Zweitware wie Parkbänke aus wiederverwerteten Kunststoffen hergestellt werden.

**[0059]** Im Übrigen können die aus Kunststoff entstehenden Endprodukte auch zur Energiegewinnung eingesetzt werden.

**[0060]** Besonders gut ist dieses Verfahren für Kunststoffgemische und nicht für sortenreine Kunststoffe geeignet, weil sortenreine Kunststoffe auf andere Weise besser wieder aufbereitet werden können. Bei Kunststoffgemischen ist dies derzeit problematisch. Die vorliegende Erfindung löst also ein spezielles Problem bei Kunststoffgemischen, auch wenn technisch gesehen es in gleicher Weise auch bei sortenreinen Kunststoffen angewendet werden kann.

**[0061]** Das Verfahren wurde anhand einer thermischen Zersetzung von Ölschlämmen, basischem Glycerin aus einer Biodieselgewinnung, Lackschlämmen, kontaminierten Böden, beschichtetem Holz und diversen Kunststoffgemischen überprüft. Es gelang stets eine sehr viel vollständigere thermische Zersetzung im Vergleich zum Stand der Technik. Es ist daher die Schlussfolgerung erlaubt, dass nach dem vorliegenden Verfahren organische Ausgangsstoffe verbessert thermisch zersetzt werden können.

**[0062]** Das Verfahren ist umweltfreundlich. Deponien können so entlastet werden. Das Verfahren läuft regelmäßig energetisch neutral ab. Die Energie wird in etwa wiedergewonnen, die für das Pyrolyseverfahren aufgewendet werden muss.

**[0063]** Die Figur 1 zeigt schematisch einen horizontalen Mischer 1 mit einer drehbar gelagerten, horizontalen Achse 2. An der Achse 2 sind wandnahe Schleuderschaufeln 3 und achsennahe Rückförderbleche 4 über

Arme 5 angebracht. Bei entsprechender Rotation der Achse fördern die Schleuderschaufeln 3 im Behälter befindliches Mischgut in Richtung Achse und die Rückförderbleche fördern das Mischgut zurück in Richtung Achse 2. Der Mischer 1 weist elektrische Heizelemente 6 auf, die sich über die gesamte Mantelfläche des Mischbehälters erstrecken. Die Mantelfläche wird also vollständig beheizt. Ein Vorfüllbehälter 7 ist über ein Rohr 8 mit einer Stirnwand 9 des Mixers 1 verbunden. Ein partikelförmiger Ausgangsstoff kann mit oder ohne Fremdpartikel in den Vorfüllbehälter gegeben werden. Der Ausgangsstoff wird dann mittels einer Transportschnecke 11 in den Mischer transportiert. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Füllhöhe 10 im Vorfüllbehälter nicht unterschritten wird, so dass die Transportschnecke 11 stets vollständig bedeckt ist.

**[0064]** In beschriebener Weise wird dann der Ausgangsstoff im Horizontalmischer thermisch zersetzt. Wie beschrieben wird nahe bei der gegenüberliegenden Stirnseite entstehendes Gas nach oben durch ein Rohr 12 entnommen. Aus dem Gas werden dann kondensierbare Anteile durch einen Kondensator 13 abgetrennt und nach unten herausgeführt. Nicht kondensierbare Gasanteile werden nach rechts weiter geleitet und weiter verarbeitet.

**[0065]** Durch ein nahe der anderen Stirnseite 14 angeordnetes, nach unten führendes Rohr 15 werden wie beschrieben durch thermische Zersetzung entstandene Feststoffe entnommen. Ein Messerkopf 16 kann an einer Wand angebracht sein, um einer Klumpenbildung weiter verbessert entgegenzuwirken.

**[0066]** Bei einem Horizontalmischer ist es im Vergleich zu einem Drehrohr einfacher, den erforderlichen Sauerstoffausschluss während der Pyrolyse zu gewährleisten.

**[0067]** Figur 2 zeigt schematisch eine andere Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Anstelle einer Schnecke wird hier eine Zellenradschleuse 17 eingesetzt, um Ausgangsstoffe vom Vorfüllbehälter gesteuert so getrieben durch die Schwerkraft dem Horizontalmischer 1 zuzuführen. Es gibt ferner eine Inertgaszuführung 18, die so angeordnet ist, dass Inertgas zusammen mit Ausgangsstoffen in den Mischer 1 gelangt, was beispielsweise bei Explosionsgefahr von Vorteil sein kann. Ein Dom 19 dient als Beruhigungszone, damit Asche und dergleichen nicht in den Gasabfluss gelangt.

**[0068]** Mit der Erfindung können Lebensmittel, Schlachthausabfälle, Viehmehl, Fischmehl, Kunststoffe, Elastomere, Gummi- und Kautschukprodukte, Holz, Papier, Gewebe, biologisch abbaubare Restprodukte, Schweröle oder deren Rückstände sowie Abfallmischungen aus den vorgenannten Produkten vollständig thermisch zersetzt werden.

**[0069]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wurde Polymetacrylat-Abfall, also Plexiglas® pyrolysiert. Die Pyrolyse wurde mit einem Horizontalmischer der Firma Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH, Paderborn, Deutschland, durchgeführt, der unter der Be-

zeichnung VT20 kommerziell erhältlich ist. Die Zahl 20 kennzeichnet das Volumen des Mixers, nämlich ein Mischervolumen von 20 Litern. Die Mischtrommel wurde von außen elektrisch beheizt. Während des gesamten Versuchs betrug die Drehzahl des Schleuderwerks 100 U/min. Zunächst wurden 11,5 kg Eisenkugeln mit einem Durchmesser von 0,5 mm bis 1,0 mm in den Horizontalmischer gefüllt. Es wurde ein leichtes Vakuum angelegt, um entstehendes Zersetzungskondensat abzusaugen. Nach Erreichen einer Temperatur der Metallkugeln von ca. 470° C wurde in Abständen von jeweils einer Minute jeweils 100 Gramm Polymetacrylat-Abfall unter einer Stickstoffatmosphäre zugegeben. Die Produkttemperatur durfte dabei einen Wert von 350° C nicht unterschreiten, damit die Pyrolyse optimal verlief. Um die gewünschte Pyrolysetemperatur von 470° C im Inneren sicherzustellen, wurde an der Trommelaußenfläche eine Temperatur von ca. 600° C angelegt. Anhand der entnommenen Kondensatmenge konnte festgestellt werden, dass Innerhalb der Zugabezeit die Zersetzung vollständig ablief. Da bei der Pyrolyse von Plexiglas praktisch keine Feststoffe entstehen, wurden während des Versuchs weder Feststoff noch Metallkugeln entnommen. Zur Entnahme der entstehenden Zersetzungskondensate wurde der Brüten abgezogen und kondensiert. Als Kondensat wurde sehr reine Metacrylsäure erhalten. Das erhaltene Kondensat war derart rein, dass es für die Polymerisation im Anschluss daran ohne eine weitere Vorbehandlung eingesetzt werden konnte. Es war also beispielsweise möglich, technisches Plexiglas aus der erhaltenen Metacrylsäure herzustellen. Im Rahmen eines 32 Minuten andauernden Versuchs wurden 2.100 Gramm Plexiglas zugeführt. Es wurde 1.740 Gramm Kondensat erhalten. Die Gewichts Differenz resultierte aus festen Rückständen.

**[0070]** Ohne Verwendung der Kügelchen wäre eine Pyrolyse von Plexiglas in der beschriebenen Weise nicht möglich gewesen. Andernfalls wäre es zu Kunststoffaufschmelzungen gekommen, die kaum zu beherrschen gewesen wären.

**[0071]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wurde eine Pyrolyse von Röntgenfilm-Schnitzlein durchgeführt, also zerschnittene Röntgenfilme, wie diese in der Medizin anfallen. Eingesetzt wurde ein kommerziell erhältlicher Horizontalmischer DVT50 der Firma Lödige, also ein Mischer mit einem Mischvolumen von 50 Litern. Die Trommel des Horizontalmischers wurde elektrisch beheizt und vollständig wärmeisoliert. Die Drehzahl betrug während des Versuchs kontinuierlich 45 U/min. Die Heiztemperatur betrug 650° C. Aus Inertisierungsgründen wurde kontinuierlich Stickstoff in den Brütenstutzen des Horizontalmischers eingeleitet. Insgesamt wurden 25 kg Stahlkugeln mit einem Durchmesser von 1,4 bis 2,0 mm in den Mischer gefüllt und auf 450° C aufgeheizt, im Anschluss daran wurden die geschredderten Röntgenfilme in Portionen von 2,0 Litern im Abstand von 5 min über ein Fallrohr mit handbetätigter Klappe zugegeben und zwar innerhalb von 75 min insgesamt

9,1 kg Röntgenfilm-Schnitzlein. Aus Sicherheitsgründen wurde noch 30 Minuten lang nach Abschluss der Zugabe von Röntgenfilm-Schnitzlein die Pyrolyse fortgesetzt. Im Anschluss an die Pyrolyse wurde der Inhalt des Horizontalmischers auf 40° C abgekühlt und der abgekühlte Feststoff nach unten entnommen. Die Kugeln wurden herausgesiebt. Es resultierte 1 kg Kohlenstoff mit metallischem Silberanteil.

**[0072]** Der Mischer umfasste einen gekühlten Abscheidebehälter mit Tauchrohr. Die bei der Pyrolyse entstehenden flüchtigen Produkte wurden kontinuierlich diesem gekühlten Abscheidebehälter mit Tauchrohr zugeführt, im Abscheidebehälter sublimierten die flüchtigen Bestandteile. Es entstand bis zum Versuchsende 2 kg leicht feuchtes Material, das im Wesentlichen aus Terephthalsäure mit mitgerissenem Kohlenstoff bestand. Bis auf leichte Anhaftungen an den Schaufelarmen der Mischerwerkzeuge des Horizontalmischers war der Innenraum des Horizontalmischers sowie die beheizte Brütenleitung frei von Produktablagerungen.

**[0073]** Die Feuchte im Produkt im Abscheidebehälter war ein Kondensat, welches aufgrund einer entsprechenden Temperaturführung abgeschieden werden konnte.

**[0074]** Anstatt Röntgenfilm-Abfall vergleichsweise teurer entsorgen zu müssen, wurde durch das erfindungsgemäße Verfahren Terephthalsäure gewonnen, die beispielsweise für eine Herstellung von neuen Röntgenfilmen eingesetzt werden konnte. Das Silber konnte aus dem Kohlenstoff-Silber-Gemisch in konventioneller Weise abgeschieden werden. Es wurde so reines metallisches Silber erhalten.

**[0075]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel wurde Fluff pyrolysiert, also Autobestandteile mit Ausnahme von Karosserieblech und sonstigen größeren, leicht abzutrennenden metallischen Autoteilen. Eingesetzt wurde wiederum ein Horizontalmischer DVT50 der Firma Lödige, dessen Trommel elektrisch mit 500° C beheizt wurde. Die Schleuderwerk Drehzahl betrug 37 U/min. Es wurden 25 kg Metallkugeln eingefüllt und zunächst auf 400° C aufgeheizt. Eine Inertisierung mit Stickstoff wurde wie im vorgenannten Versuch durchgeführt. Der Durchmesser der Stahlkugeln betrug wiederum 1,4 bis 2,0 mm.

**[0076]** Nachdem die Metallkugeln eine Temperatur von 400° C erreicht hatten, wurde insgesamt 3,0 kg Fluff in den Mischer innerhalb von 3 Minuten eingefüllt. Nach 24 min wurde im Verlauf der nächsten sechs Minuten ein geringer Kondensatanfall festgestellt. Aus Sicherheitsgründen wurde weitere 15 Minuten pyrolysiert, um so die Vollständigkeit der Pyrolyse sicherzustellen. Nach Beendigung des Versuchs wurde der Mischer abgekühlt, bis die Produkte im Innern weniger als 40° C warm waren.

**[0077]** Während des gesamten Versuchs wurde Kondensat in kurzen Zeitabständen, entnommen. Es resultierte 0,57 kg Pyrolysekondensat mit einer Dichte von 0,98 kg/l. Es handelte sich um Öl, welches im Rahmen der Zersetzung entstanden war. Es verblieb ein Rück-

stand an von 1,65 kg im Mischer, der auch noch Bestandteile von Metallen enthielt. Der Rest war gasförmig, konnte aber durchaus noch Bestandteile enthalten, die bei tieferer Kondensationstemperatur flüssig sein können. Insgesamt wurde so brennbares Material in Form von Öl und Gas erhalten. Der Rückstand stellte keinen Sondermüll mehr dar. Eine sehr viel teurere Entsorgung des Sondermülls "Fluff" konnte also erfindungsgemäß vermieden werden.

[0078] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wurde eine Pyrolyse von Holz durchgeführt. Bei der Pyrolyse von Holz kommt es darauf an, dass die Pyrolyse zeitlich gesehen sehr schnell durchgeführt wird (Flasht-Pyrolyse), damit ein qualitativ hochwertiges Holzöl erhalten wird. Dazu muss das eingesetzte Holz in möglichst kleinen Stücken vorliegen. Außerdem soll die Pyrolysetemperatur ständig zwischen 460 und 480 °C liegen.

[0079] In einem Horizontalmischer DVT 50 der Firma Lödige, dessen Mischtrommel elektrisch auf 600 °C beheizt wurde und dessen Schleuderwerksdrehzahl 90 U/min betrug, wurden 25 kg Eisenkugeln von 1 - 1,5 mm Durchmesser gegeben.

[0080] Nachdem die Kugeln eine Temperatur von 490 °C erreicht hatten, wurden 0,6 kg Holzgranulat (0,5 - 4 mm Korngröße) zugegeben. Durch die kalte Holzmenge und die eintretende Zersetzung sank die Produkttemperatur auf 460 °C, um nach 5 Minuten wieder den Wert von 485 °C zu erreichen. So wurden jeweils im Abstand von 5 Minuten jeweils 0,6 kg Holzgranulat in den Pyrolyseprozess eingeführt.

[0081] Das sich während der Pyrolyse bildende Gas und der Brüden Dampf wurden durch einen wassergekühlten Röhrenkondensator geleitet, in dem der Brüden kondensiert und in einem Vorratsgefäß gesammelt wurde. Das Gas wurde abgepackt.

[0082] Es wurde eine Holzölmenge von 40% bezogen auf die eingesetzte Holzmenge erhalten. Die erzielte Gasmenge und der Restkohlenstoff wurden nicht gemessen.

[0083] In einem weiteren Ausführungsbeispiel wurde eine Pyrolyse von Altreifen durchgeführt.

[0084] Als Versuchapparat diente ein Horizontalmischer der Firma Lödige, dessen Mischtrommel elektrisch auf 650 °C beheizt wurde und dessen Schleuderwerksdrehzahl 90 U/min betrug. Es wurden 25 kg Eisenkugeln von 1-1,5 mm Durchmesser eingefüllt.

[0085] Nachdem die Eisenkugeln 560°C erreicht hatten, wurde 1 kg geschredderte Altreifen eingefüllt. Die Größe der Reifenstücke betrug max. 10x10x2 cm. Nach einer Verweilzeit des Produktes von 10 Minuten konnte kein Kondensatanfall mehr festgestellt werden, was bedeutete, dass die Zersetzung abgeschlossen war. Im weiteren Versuchsablauf wurden alle 10 Minuten jeweils 1 kg Reifenabfälle in den Mischer gegeben. Die Produkttemperatur betrug während des gesamten Versuchs zwischen 540 und 560 °C. Während der gesamten Versuchsdauer wurde keine Zählphase des Produktes erhalten.

[0086] Die entstehende Brüden wurden in einem wassergekühlten Rohrbündelkondensator abgeschieden und in einem Sammelbehälter aufgefangen. Das Pyrolysegas wurde abgepackt. Es wurden 29 % Pyrolyseöl gezogen auf die eingesetzte Reifenmenge erhalten. Das Restprodukt lag in feinpulveriger Form in der Mischertrommel vor und beinhaltet außerdem die Stahldrahtstücke der Karkasse.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Zersetzung eines Ausgangsstoffes, insbesondere organischen Ausgangsstoffes in gasförmige, flüssige und/ oder feste Produkte durch Pyrolyse, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Ausgangsstoff zusammen mit Fremdpartikeln in einem Behälter eines Horizontalmischers während der thermischen Zersetzung bewegt werden, wobei das Material der Fremdpartikel durch die Pyrolyse weder thermisch zersetzt noch verflüssigt wird, wobei der Ausgangsstoff kontinuierlich dem Behälter des Horizontalmischers zugeführt wird, die während der Pyrolyse im Behälter entstehenden Gase kontinuierlich entnommen werden, die Zuführung von Ausgangsstoffen unterbrochen wird, wenn ein vorgegebener Füllgrad des Behälters überschritten wird, und im Anschluss daran dem Behälter Feststoff teilweise entnommen wird, sobald kein Gas mehr entnommen werden kann.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Ausgangsstoff Sondermüll, Tiermehl, ölschlamm, Autofluff, Altreifen von Kraftfahrzeugen, basisches Glycerin, Lackschlamm, kontaminierter Boden, beschichtetes Holz oder Kunststoff eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem der Behälter, in dem die Pyrolyse durchgeführt wird, wenigstens zu 5% mit Fremdpartikeln befüllt wird, vorzugsweise wenigstens zu 10%.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Material der Fremdpartikel aus Eisen oder Stahl besteht.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Fremdpartikel einen Durchmesser von 0,5 bis 5 mm, bevorzugt von 1 bis 2mm aufweisen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem durch thermische Zersetzung entstandene Feststoffe der Pyrolyse wieder zugeführt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein partikelförmiger Ausgangsstoff aus

einem Vorfüllbehälter mit einer Schnecke unter Luftabschluss in den Behälter eines Mischers transportiert wird, wobei die Zuführung so gesteuert wird, dass die Schnecke stets von dem Ausgangsstoff im Vorfüllbehälter vollständig bedeckt wird.

5

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, bei dem Kunststoffgemische als Ausgangsstoff eingesetzt werden und aus den durch die thermische Zersetzung entstandenen Produkten Kunststoffe hergestellt werden.

10

#### Claims

1. Method for decomposing an initial material, in particular an organic initial material, into gaseous, liquid and/or solid products by pyrolysis, **characterized in that** an initial material is moved in a container of a horizontal mixer together with foreign particles during the thermal decomposition, with the material of the foreign particles being neither thermally decomposed nor liquefied during the pyrolysis, wherein initial materials are supplied to the container of the horizontal mixer continuously, the gases produced in the container during pyrolysis are withdrawn continuously, the supply of initial materials is stopped when a predetermined filling level of the container is exceeded, and subsequent to that, solids are partially withdrawn from the container as soon as no gas can be withdrawn anymore.
2. Method according to Claim 1, wherein hazardous waste, meat and bone meal, oil sludge, autoluff, used tires of vehicles, basic glycerin, paint sludges, contaminated soils, coated wood or plastics are used as initial material.
3. Method according to Claim 1 or 2, wherein the container in which the pyrolysis is carried out is filled with foreign particles to at least 5%, preferably to at least 10%.
4. Method according one of the preceding claims, wherein the material of the foreign particles consists of iron or steel.
5. Method according to one of the preceding Claims, wherein the foreign particles have a diameter of 0.5 mm to 5 mm, preferably of 1 to 2 mm.
6. Method according to one of the preceding Claims, wherein solids produced by thermal decomposition are resupplied to the pyrolysis.
7. Method according to one of the preceding claims, wherein a particulate initial material is transported from a prefilling container into the container of a mix-

15

20

25

30

35

40

45

50

55

er by means of a worm under the exclusion of oxygen, the feed being controlled in such a way that the worm is always covered completely by the initial material in the prefilling container.

8. Method according to one of the preceding claims 1 to 7, wherein plastics mixtures are used as initial material and plastics are produced from the products produced by the thermal decomposition.

#### Revendications

1. Procédé de décomposition d'une matière de base, notamment d'une matière de base organique en produits gazeux, liquides et/ou solides au moyen de pyrolyse, **caractérisé en ce qu'**on agite une matière de base ensemble avec des particules étrangères dans un récipient d'un mélangeur horizontal au cours de la décomposition thermique, dans lequel la matière des particules étrangères n'est ni thermiquement décomposée ni liquéfiée, la matière de base étant continuellement amenée au récipient du mélangeur horizontal, les gaz générés dans le récipient au cours de la pyrolyse étant continuellement prélevés, l'alimentation en matières de base étant interrompue si un niveau de remplissage prédéterminé est excédé, et faisant suite à cela on prélève partiellement de la matière solide du récipient dès qu'on ne peut plus prélever du gaz.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise des déchets particuliers, de la farine carnée, des boues de pétrole, des résidus de shredder d'autos, des pneus usagés des véhicules à moteur, de la glycérine basique, des boues de peinture, du sol contaminé, du bois revêtu ou des matières artificielles en tant que matière de base.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on remplit au moins 5 %, de préférence au moins 10 % du récipient dans lequel se fait la pyrolyse avec des particules étrangères.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la matière des particules étrangères est constituée par le fer ou l'acier.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les particules étrangères présentent un diamètre compris entre 0,5 et 5 mm, de préférence entre 1 et 2 mm.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel des matières solides générées par moyen de la décomposition thermique sont ramenées à la pyrolyse.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une matière de base sous forme de particule est transportée à l'aide d'une vis sans fin à l'abri de l'air d'un récipient de pré-remplissage à un récipient d'un mélangeur, l'alimentation étant commandée de sorte que la vis sans fin est toujours couverte par la matière de base dans le récipient de pré-remplissage. 5
8. Procédé selon l'une des revendications précédentes 1 à 7, dans lequel on utilise des mélanges de matières artificielles en tant que matière de base et on produit des matières artificielles à partir des produits générés par moyen de la décomposition thermique. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

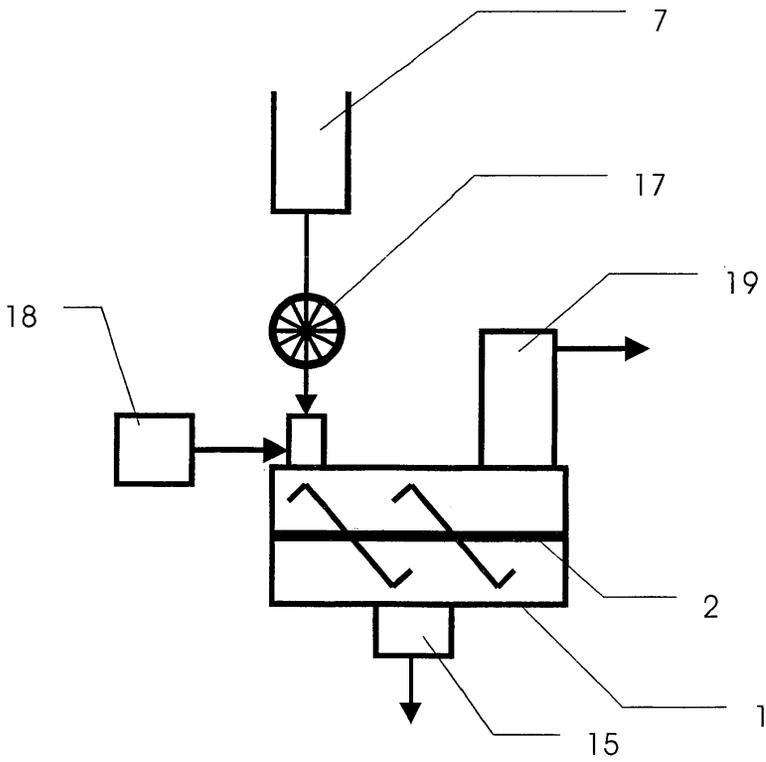
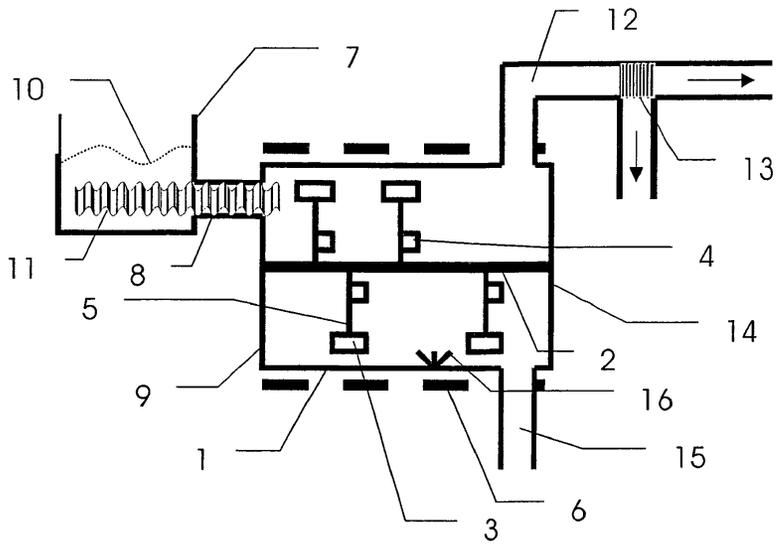


Fig. 2



Verband der Schweizerischen  
Cementindustrie

## Brennstoffe

CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich durch den Ersatz fossiler Brennstoffe (Kohle und Erdöl) erheblich reduzieren.

Brennstoffeinsatz und  
Substitutionsgrad  
Utilisation de combustibles  
et degré de substitution



■ Fossile Primärbrennstoffe in TJ  
 Combustibles d'origine fossile en TJ  
 ■ Fossile Ersatzbrennstoffe in TJ  
 Combustibles de substitution  
 fossiles en TJ  
 ■ Biogene Ersatzbrennstoffe in TJ  
 Combustibles de substitution issus  
 de la biomasse en TJ  
 — Substitutionsgrad in Prozent  
 Taux de substitution en pour cent

Bereits vor 30 Jahren wurde in der schweizerischen Zementindustrie damit begonnen, fossile Brennstoffe wie Kohle oder Erdöl durch alternative Brennstoffe - es handelt sich dabei um genau definierte Abfälle aus Industrie- und Gewerbebetrieben - zu ersetzen. Durch diese Prozessinnovation konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen erheblich reduziert werden. 2016 lag der Substitutionsgrad bei 61,5%.

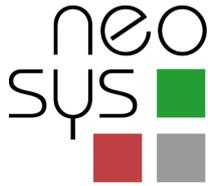
cemsuisse wirkt ebenfalls im Projekt «Ressourcen-Trialog» mit. Ziel des Projektes ist es, den Weg von einer Abfallwirtschaft hin zu einer Ressourcenwirtschaft zu skizzieren. Heute werden Abfallfraktionen in den KVA entsorgt, bei welchen es aus Sicht der Ressourcenschonung wesentlich sinnvoller wäre, diese einer stofflichen oder energetischen Verwertung zuzuführen. Ein höherer Verwertungsgrad setzt entsprechende Separatsammelsysteme voraus - allem voran bei den Kunststoffabfällen. Wichtig dabei ist, dass die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen in der Zementindustrie die mit Abstand höchste Energieausnutzung aufweist: Die im Abfall vorhandene Energie wird praktisch zu 100% genutzt und es entstehen weder Schlacken noch Aschen, welche deponiert werden müssen. In Sinne der Ressourcenschonung werden soweit als möglich auch alternative Rohmaterialien - vor allem Aushub aus belasteten Standorten sowie verschmutzte Erden - eingesetzt. Dadurch lassen sich die natürlichen Ressourcen wie Kalkstein und Mergel schonen.

Das Gleiche gilt auch bei den mineralischen Bauabfällen. Beton ist ein natürlicher, lokal hergestellter und zu 100 Prozent rezyklierbarer Baustoff, der wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden kann. Die Unternehmen der Zementindustrie schliessen sowohl bei den Abfallbrennstoffen wie auch bei den alternativen Rohmaterialien Stoffkreisläufe - dies im Interesse von uns allen!

### Alle Links dieser Seite(n)

1. <http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/impressum/index.html?lang=de>
2. [http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/produktion/brennstoffe/index.html?lang=de&print\\_style=yesprint\\_style=yes](http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/produktion/brennstoffe/index.html?lang=de&print_style=yesprint_style=yes)

<http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/produktion/brennstoffe/index.html?lang=de>



**Neosys AG**

Privatstrasse 10

CH-4563 Gerlafingen

[www.neosys.ch](http://www.neosys.ch)

---

## **Energie Dialog Schweiz**

---

# **Optimale Nutzung der Energie aus Abfällen**

## **Side Document zur Energiestrategie**

**29. Mai 2009**

**Verfasser**

NEOSYS AG

Privatstrasse 10

CH-4563 Gerlafingen

**Bericht an**

Energie Dialog Schweiz

Frau Rahel Gessler

Lagerstrasse 33

Postfach 3977

8021 Zürich

## Inhalt:

Management Summary .....	3
1 Ausgangslage und Vision .....	4
2 Mengengerüste und Logistik der energetisch nutzbaren Abfälle .....	5
2.1 Situation in der Schweiz .....	5
2.2 Situation im umliegenden Ausland und Vergleich mit der Schweiz .....	21
3 Nutzung der energetisch nutzbaren Abfälle .....	37
3.1 Nutzung in der Schweiz (2006) .....	37
3.2 Nutzung im umliegenden Ausland und Vergleich mit der Schweiz .....	62
3.3 Aggregation von Verbesserungspotenzialen .....	82
4 Charakteristik der verschiedenen Anlagen zur Energienutzung .....	83
4.1 Kehrichtverbrennungsanlage .....	83
4.2 Zementwerk .....	86
4.3 Biogasanlage (Vergärung, Faulung) .....	89
4.4 Sonderabfallverbrennungsanlagen .....	95
4.4 Prozesswärmeanlagen der Industrie .....	97
5 Rahmenbedingungen der Energienutzung aus Abfällen .....	99
5.1 Emissionsarmut .....	99
5.2 Ressourcenbewirtschaftung .....	101
5.3 Entsorgungssicherheit .....	103
5.4 Klimaschutz .....	104
6 Entwicklungsszenarien für die Energienutzung aus Abfällen .....	106
6.1 Treiberfaktoren der Entwicklung .....	106
6.2 Trends und Szenarien pro Abfall .....	108
7 Der optimale Entwicklungszustand und seine ökologischen Vorteile gegenüber den Alternativszenarien .....	111
7.1 Problematik Strom oder Wärme .....	111
7.2 Steuerung der Energienutzung in der KVA .....	114
7.3 Skizze des Zustands mit optimaler Energienutzung aus Abfällen (in der Schweiz) .....	115
7.4 Added values des optimierten Zustandes: Interessensicht der verschiedenen Anspruchsgruppen ..	116
7.5 Quervergleich mit anderen Optimierungspotenzialen .....	119
8 Empfehlungen für die Umsetzung / Gestaltung der Rahmenbedingungen .....	120
8.1 Strategische Stossrichtungen der Stakeholder .....	120
8.2 Heutige Wirkung gesetzlicher Regelwerke .....	120
8.3 Empfehlungen .....	122
Anhang 1: Quellen .....	124

## Disclaimer:

Diese Studie wurde von einem Advisory Board begleitet und unterstützt, dem folgende Personen angehörten:

- Rahel Gessler, Energie Trialog Schweiz
- Hanspeter Fahrni und Michael Hügi, BAFU
- Pierre Ammann, VBSA
- Michel Monteil und Bernhard de Quervain, Holcim
- Max Fritz bzw. Martin Häberli, IGEB

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist indessen ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## Management Summary

- Es wurde untersucht, wie gross das Verbesserungspotenzial der Energienutzung aus Abfällen in der Schweiz und in Europa ist, und wie dieses Verbesserungspotenzial genutzt werden könnte.
- In der Schweiz beträgt das in brennbaren Abfällen vorhandene Energiepotenzial ca. 122'000 TJ pro Jahr. Davon werden heute ca. 54'000 TJ pro Jahr genutzt. Diese Energienutzung könnte realistisch und ohne Doppelzählungen um ca. 20'000 TJ pro Jahr gesteigert werden. Dieser Zuwachs von ca. 5'600 GWh pro Jahr entspricht ca. 1.7% des Primärenergiebedarfs der Schweiz, oder ca. einem Sechstel der importierten Gasenergie, oder ca. einem Sechstel der genutzten Wasserkraft, oder ca. dem 1.7-fachen Gesamtenergieverbrauch der Zementwerke.
- In diesem Verbesserungspotenzial sind die Zielkonflikte, die sich zwischen einer optimierten Energienutzung aus Abfällen und anderen Zielen der Abfallwirtschaft ergeben (zB. einer optimierten Ressourcenwirtschaft oder minimierten Umweltschädigungen) berücksichtigt. Diese Ziele (zB. auch die Entsorgungssicherheit) und ihr Einfluss auf die Energienutzung werden explizit diskutiert. Das Verbesserungspotenzial bezieht neue Abfallimporte nicht mit ein.
- Den Löwenanteil an diesem Verbesserungspotenzial tragen:
  - die verbesserte bzw. inländische Nutzung von Alt- und Restholz → ca. 9'600 TJ pro Jahr (ohne den Anteil, der heute in KVA geht)
  - die Steigerung des Energienutzungsgrads der KVA oder die Umleitung von Abfällen mit hohem Heizwert in Anlagen mit hohem Energienutzungsgrad → ca. 4'300 TJ pro Jahr
  - die verbesserte Nutzung der Energie in den Klärschlämmen → ca. 2'900 TJ pro Jahr
  - die verbesserte Sammlung und Nutzung der biogenen Abfälle mittels Vergasungs- und Vergärungsanlagen → ca. 1'900 TJ pro Jahr
- In der EU27 stehen ca. 545 Millionen Tonnen brennbare Abfälle mit einem Energieinhalt von 7.25 Millionen TJ pro Jahr zur Verfügung. Wenn man diese Menge proportional zur Bevölkerungszahl auf die Schweiz herunterrechnet, so resultieren 8.44 Millionen Tonnen brennbare Abfälle mit einem Energieinhalt von 112'000 TJ pro Jahr. Das sind Werte die ausgezeichnet mit den tatsächlich aus den Schweizer Statistiken erhobenen Werten übereinstimmen. Man darf also davon ausgehen, dass die unabhängig voneinander erhobenen Zahlen in Europa und in der Schweiz konsistent sind. Der heute bereits genutzte Anteil dieser Energie ist in Europa markant tiefer, das Verbesserungspotenzial entsprechend grösser als in der Schweiz.
- Um das Verbesserungspotenzial in der Schweiz zu nutzen, sind Massnahmen nötig, welche in Form von 5 Massnahmenpaketen empfohlen werden:
  1. Förderprogramm zur Steigerung des Energienutzungsgrads der KVA
  2. Umbau der Rahmenbedingungen für den Export von Altholz und anderen Abfällen mit hohem Heizwert.
  3. Umbau der Vorschriften zur Abfallverwertung in Zementwerken und anderen Anlagen der Schwerindustrie
  4. Förderprogramm zur Steigerung der Energienutzung aus biogenen Abfällen
  5. Kampagne / Programm zur Steigerung von Abfall-Importen

# 1 Ausgangslage und Vision

Der ENERGIE TRIALOG SCHWEIZ will eine langfristig ausgerichtete, nachhaltige Energiepolitik entwickeln, die mit innovativen Lösungen zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Volkswirtschaft und damit zur Sicherung der Lebensqualität beiträgt. Die Mission des Energietrialogs und der Kontext, in welchem diese Mission umgesetzt werden soll, ist in den Grundlagenpapieren des Energietrialogs beschrieben.

Betreffend der Sub-Thematik ‚Energienutzung aus Abfällen‘ besteht folgende Ausgangslage:

- In Abfällen steckt Energie, die oft noch nicht oder nicht optimal genutzt wird.
- Ca. 3.2% des schweizerischen Strom-Endverbrauchs bzw. ca. 2% des Endenergieverbrauchs (Strom und Wärme) in der Schweiz werden dennoch bereits von Kehrichtverbrennungsanlagen bereit gestellt
- Rund 5% der schweizerischen CO<sub>2</sub>-Emissionen stammen aus der Verbrennung von Abfällen
- Die Nutzung von Abfällen in der Schwerindustrie ist heute stark reguliert. Gründe dafür sind einerseits die nötigen Massnahmen zur Begrenzung von schädlichen Emissionen in die Umwelt, andererseits eine Lenkung des Marktes zum Schutze der mit öffentlichen Geldern finanzierten Investitionen (Abfallbeseitigungsanlagen).
- Dennoch deckt beispielsweise die Schweizer Zementindustrie bereits 45% ihres Wärmeenergiebedarfs mit Abfällen, was ca. 4000 TJ pro Jahr bzw. 0.5% des schweizerischen Endenergieverbrauchs ausmacht.

Der Behandlung des Themas Energienutzung aus Abfällen soll folgende Vision zugrunde liegen:

**Die in Abfällen enthaltene Energie wird in der Schweiz optimal genutzt und in den Dienst der Energieversorgung gestellt. Dadurch soll sich auch ein Standortvorteil für die Schweizer Schwerindustrie ergeben.**

In der vorliegenden Studie wird deshalb der IST-Zustand der Energienutzung aus Abfällen in der Schweiz und in benachbarten Ländern erfasst und dargestellt. Das Potenzial zukünftig zusätzlich nutzbarer Energie wird aufgezeigt und es werden Hinweise betreffend die nötigen Entwicklungen zu einem Zustand mit optimaler Energienutzung gegeben.

---

## 2 Mengengerüste und Logistik der energetisch nutzbaren Abfälle

### 2.1 Situation in der Schweiz

Energetisch nutzbar sind Abfälle dann, wenn sie einen positiven Heizwert aufweisen und wenn es Anlagen gibt, in denen sie unter Berücksichtigung ihrer übrigen Eigenschaften verbrannt werden dürfen. Da dies stark von der jeweiligen Kombination von Abfall und Anlage abhängt, ist die energetische Nutzbarkeit kein gängiges Kriterium, um Abfälle zu klassieren. Energetisch nutzbare Abfälle finden sich deshalb sowohl unter den Siedlungsabfällen, den Industrie- und Gewerbeabfällen, den Bauabfällen, wie auch unter den Sonderabfällen und den anderen kontrollpflichtigen Abfällen.

Wenn ein Abfall im Folgenden als „energetisch nutzbar“ bezeichnet wird, bedeutet dies nicht, dass er auch in jeder Anlage mit Energienutzung eingesetzt werden darf. Sowohl für bestimmte Abfallarten als auch für bestimmte Anlagen zur Energienutzung bestehen Vorgaben betreffend den rechtskonformen Einsatz. Diese sind meist umwelt- und arbeitshygienisch motiviert. Sie werden in den Kapiteln 4 und 7 näher diskutiert.

#### 2.1.1 Übersicht

In der Tabelle 2-1 werden die energetisch nutzbaren Abfälle der Schweiz aufgelistet und ihre anfallenden Mengen und die damit verbundenen Heizwerte werden beschrieben. Die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2006, ausser bei den Sonderabfällen (2005). Importe und Exporte sind nicht eingerechnet. Ebenfalls ist nicht berücksichtigt, ob und wo die Abfälle tatsächlich entsorgt bzw. energetisch genutzt werden (siehe dazu Kapitel 3).

Die zugrundeliegenden Abfallmengen wurden den verfügbaren Abfallstatistiken entnommen und die Heizwerte denselben und weiteren Publikationen. Die verschiedenen Energie- und Energienutzungsstatistiken waren für die Mengengerüste meist nicht brauchbar, da sie nicht auf das vorhandene Potenzial Bezug nehmen, sondern meist nur auf die tatsächlich genutzten Abfall- und Energiemengen. Diese Informationen waren dann allerdings für das Kapitel 3 wertvoll.

Bei der Datenaufbereitung wurde darauf geachtet, Doppelzählungen zu vermeiden. Diese können sich leicht ergeben, wenn verschiedene Kategorien Schnittmengen haben (Bsp.: „Altholz“ und „KVA-Kehricht“).

Die Übersicht über die verwendeten Quellen befindet sich im Anhang 1.

Abfallart	Abfall	Menge [t/a]	Heizwert [MJ/kg]	Energieinhalt [GJ/a]	Quelle
Siedlungsabfall	KVA-Kehricht (incl. Andere KVA-Abfälle+Klärschlamm)	3'581'941	11.90	42'625'098	1)
	Altpapier/Karton (Separatsammlung = 77.2% des Verbrauchs)	1'278'700	14.10	18'029'670	1), 2), 3)
	PET (Separatsammlung = 76% des Verbrauchs)	32'366	36.00	1'165'176	2)
	Textilien (Separatsammlung, ohne KVA und therm. Anlagen)	190'000	22.10	4'199'000	2), 4)
	Biogene Abfälle (für Anlagen > 100 t/a gesammelt)	883'195	---		1)
	... daraus Biogas aus Vergärungsanlagen (TS)	17'891	21.24	380'000	1)
	Deponiegas (9 Anlagen, rückläufig)	---	---	39'500	1)
	Klärschlamm TS roh	52'000	18.96	985'920	1), 9)
Klärschlamm TS gefault	206'000	16.99	3'499'940	1), 9)	
Klärgas (Vergärung von Klär-Frischschlamm) (TS)	90'000	23.04	2'073'600	9)	
Sonderabfall	<b>Brennbare Sonderabfälle siehe 2.1.8.</b>				
ohne verunr. Erdreich	Summe brennbare Sonderabfälle	563'000	22.99	12'941'118	1),5),6),7)
Brennbare Bauabfälle (nicht in KVA)	Altreifen	50'000	29.50	1'475'000	2), 10)
	Nichtmetallische Shredderabfälle (RESH)	62'500	13.10	818'750	12b)
	Kunststoffe die aus KVA-Abfall entfernt werden könnten	212'800	38.90	8'277'920	42)
Brennbare Bauabfälle (nicht in KVA)	Altholz (nicht in KVA)	600'000	16.02	9'612'000	1),8),9), 15)
	Andere brennbare Bauabfälle (Verbundstoffe, Textilien, kein Kunststoff)	0		0	1), 9)
Spezielle Industrie- und Gewerbeabfälle	Restholz	787'000	15.30	12'041'100	8),9),15)
	Kunststoffabfälle ohne den Anteil in KVA und ohne PET	88'000	38.90	3'423'200	2), 11), 39)
	Tierfett	20'100	36.00	723'600	8), 9)
	Tiermehl	37'700	14.40	542'880	8), 9)
<b>Total brennbare Abfälle (Potenzial Schweiz)</b>		<b>8'753'193</b>		<b>122'853'472</b>	

Tabelle 2-1: Mengengerüst der energetisch nutzbaren Schweizer Abfälle

Die Menge von über 122'000 TJ enthält einige kleinere Doppelzählungen. Auch die bereinigte Menge entspricht noch rund 10% des Primärenergieverbrauchs von 2006. Sie entspricht etwa der mit dem Erdgas importierten Energiemenge. Dies ist sehr viel. Es ist aber zu bedenken, dass hier das energetische Potenzial angegeben wird, vor Einrechnung der Verluste und egal ob es vernünftig ist, die entsprechenden Abfälle überhaupt zu verbrennen.

### 2.1.2 KVA-Kehricht

Dieser fällt flächendeckend an, wird als service public eingesammelt und in insgesamt 29 Anlagen (KVA) verbrannt. Die Ablagerung ist in der Schweiz schon seit längerer Zeit verboten. In Deutschland ist dies erst seit dem 1.6.2005 der Fall und im übrigen Ausland darf KVA-Kehricht immer noch deponiert werden. Der grössere Teil dieses Abfalls ist gemäss einem Territorialprinzip einer bestimmten KVA zugeordnet. Es gibt aber auch nicht zugeordnete Kontingente (insbesondere auch noch ca. 420'000 t/a Importe) für welche ein Markt besteht.

KVA-Kehricht ist sehr inhomogen und in seiner Zusammensetzung und in seinen Eigenschaften sehr variabel. Typischerweise weist er einen Kohlenstoff-Gehalt von 30-35% (bezogen auf die Feuchtsubstanz) auf. Damit verbunden ist ein Heizwert von ca. 12 MJ/kg (bezogen auf die Feuchtsubstanz). Er weist ein breites und tiefes Profil von Schadstoffbelastungen jeder Art aus. Deswegen darf er nur in dafür spezialisierten Anlagen verbrannt werden, sonst resultieren massive Umweltbelastungen der Luft, der Gewässer und des Bodens. Tabelle 2-2 zeigt einige typische Schadstoffbelastungswerte (ppm bezogen auf Trockensubstanz). Quelle: [12]<sup>1</sup>

Schwefel	1'900	Kupfer	1'200	Blei	520
Chlor	8'300	Zink	1'400	Cadmium	10
Phosphor	950	Eisen	29'000	Quecksilber	0.8

Tabelle 2-2: Typische Schadstoffkonzentrationen im KVA-Kehricht

KVA-Kehricht enthält fast immer Fraktionen von Klärschlamm, Bauabfällen und Sonderabfällen, welche mit dem Siedlungsabfall aus Haushalt und Gewerbe mit verbrannt werden dürfen. Siehe dazu zB. Tabelle 3 im Anhang von Quelle [1]<sup>2</sup>. Da diese Fraktionen den (nur für die Mischung bekannten) Heizwert massgeblich mitbestimmen, werden sie für unsere Erfassung beim KVA-Kehricht mitgezählt. Die entsprechenden Mengen werden in ihrer eigenen Rubrik vom Total subtrahiert, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Die zeitliche Entwicklung des Anfalls von KVA-Kehricht kann aus der Grafik 2-1 (zusammen mit den separat gesammelten Fraktionen) entnommen werden.

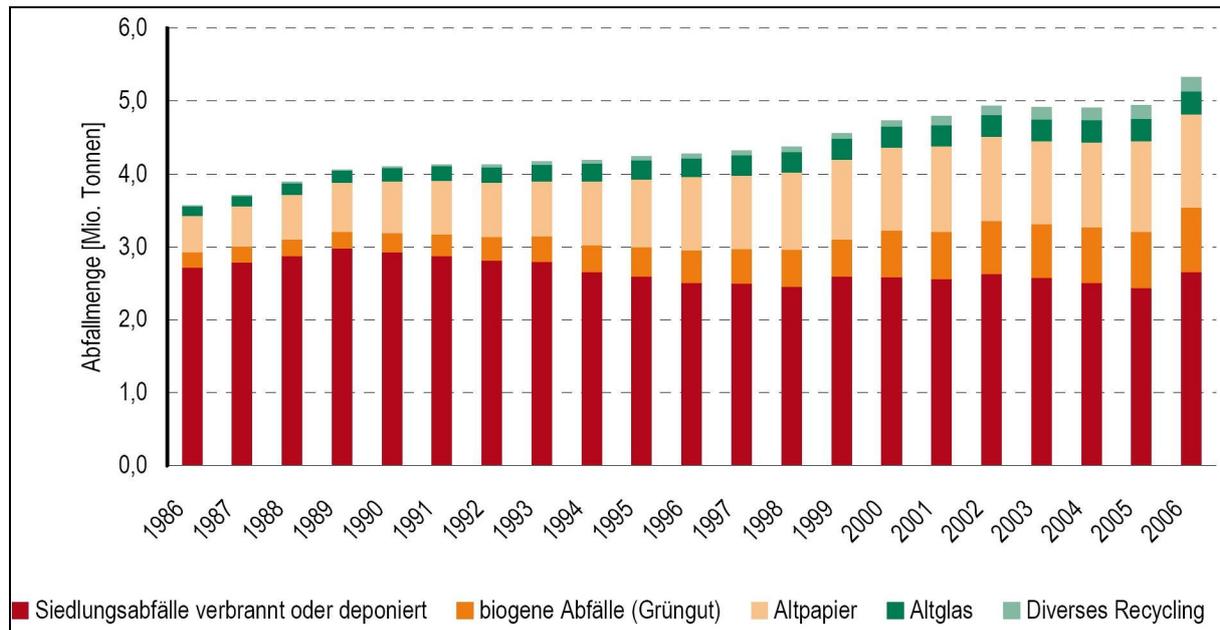
### 2.1.3 Altpapier, Karton

Altpapier und Karton werden in der Schweiz flächendeckend separat gesammelt. Diese Separatsammlung ist in der Bevölkerung sehr gut verankert und wird auch politisch gestützt, indem Abnahmeverträge zwischen den Sammelorganisationen und der papierverarbeitenden Industrie fixe Abnahmepreise garantieren. Die separat gesammelte Menge von Altpapier und Karton lag 2006 bei 1'278'700 Tonnen. Davon stammen gemäss Quelle [1] etwa 50% aus den Haushalten und die anderen 50% aus Betrieben der papierverarbeitenden Industrie, Druckereien etc. Die gesammelte Menge entspricht 77.2% des Verbrauchs. Wenn wir davon ausgehen, dass jährlich gleich viel Papier als Abfall anfällt, wie verbraucht wird, folgt daraus, dass 22.8% des Verbrauchs bzw. 378'000 Tonnen nicht separat gesammelt, sondern mit dem Haushalt- und Gewerbekehricht zusammen verbrannt wird. Diese Menge entspricht 5'320 TJ Energieinhalt. Rund ein Siebtel des Energieinhalts des KVA-Kehrichts stammt demnach aus der Mitverbrennung von Papier und Karton.

<sup>1</sup> Quelle 12) Chemische Zusammensetzung verbrannter Siedlungsabfälle, BAFU, 2006

<sup>2</sup> Quelle 1) Abfallwirtschaftsbericht 2008, BAFU, 2008

Die zeitliche Entwicklung der separaten Papiersammlung kann der Grafik 2-1 entnommen werden (Quelle [1]). Die Menge hat sich über die letzten 20 Jahre ca. verdreifacht.



Grafik 2-1: Entwicklung der Siedlungsabfallmenge, darunter die separat gesammelten Fraktionen

#### 2.1.4 PET

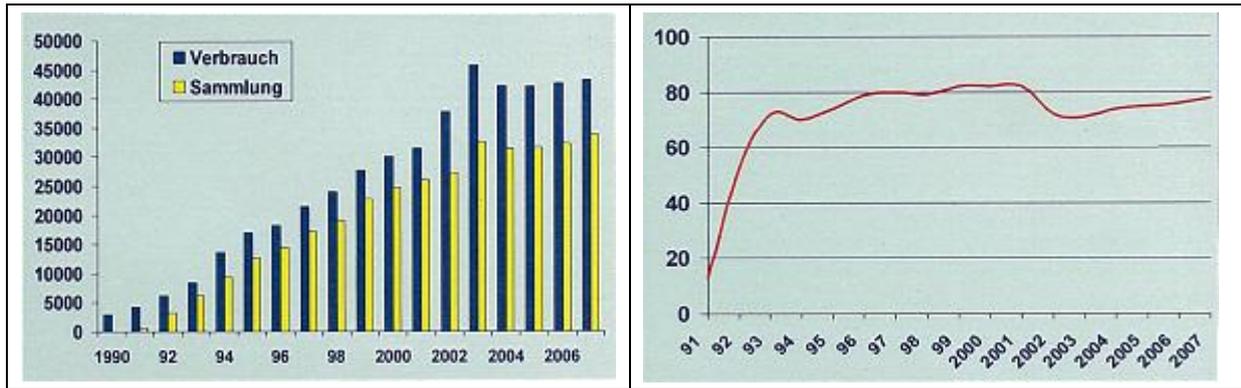
PET, PolyEthylenTerephthalat in der Form von Getränkeflaschen, wird in der Schweiz flächendeckend separat gesammelt. Diese Separatsammlung ist in der Bevölkerung gut verankert und wird gesetzlich abgesichert, indem:

- die Separatsammlung durch einen in einer Branchenvereinbarung geregelten vorgezogenen Recyclingbeitrag finanziert wird, und
- in der Verordnung über Getränkeverpackungen Massnahmen vorgesehen sind, wenn die Mindestrecyclingquote von 75% nicht eingehalten wird.

Dieses Separatsammelsystem bezieht sich nicht auf den Kunststoff PET insgesamt, sondern nur auf Getränkeflaschen, da nur diese dank hohem Reinheitsgrad mit der nötigen Qualität recycelt werden können. Andere Produkte aus PET werden zum Kunststoff gerechnet und hier nicht mitgezählt.

Die gesammelte Menge 2006 betrug 32'366 Tonnen, was 76% der Verbrauchsmenge ausmacht. Wenn wir davon ausgehen, dass jährlich gleich viel PET als Abfall anfällt, wie verbraucht wird, folgt daraus, dass 24% des Verbrauchs bzw. 10'220 Tonnen nicht separat gesammelt, sondern mit dem Haushalt- und Gewerbekehrrecht zusammen verbrannt wird. Diese Menge entspricht 368 TJ Energieinhalt. Rund 0.9% des Energieinhalts des KVA-Kekehrrechts stammt demnach aus der Mitverbrennung von PET. Der zeitliche Verlauf der Sammlung von PET und der zugehörige Sammelgrad im Verlaufe der letzten Jahre ist in der nachstehenden Grafik 2-2 abgebildet (Quelle [25]<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> Quelle 25) Der gesetzliche Rahmen zur Sammlung von Kunststoffen in der Schweiz, P.Gerber, BAFU, 2008



Grafik 2-2: Sammelmengen und Sammelquoten von PET in der Schweiz

### 2.1.5 Textilien

Unter Textilien versteht man Materialien, die ganz oder zum grössten Teil aus Chemie- oder Naturfasern, einschliesslich Haaren, bestehen. Textilerzeugnisse sind Erzeugnisse, die zu mindestens 80% aus textilen Rohstoffen hergestellt sind.

Bei den Textilabfällen sind zunächst zwei Gruppen auseinanderzuhalten:

- Produktionsabfälle aus der Textilindustrie, sowie
- Alttextilien

Über die Gruppe der Produktionsabfälle gibt es fast keine statistischen Daten. Dies hängt damit zusammen, dass diese Abfälle meist betriebsintern entsorgt werden, oft in internen Industriefeuerungen verfeuert.

Bei der Gruppe der Alttextilien unterscheidet man weiter:

- Bekleidungstextilien (Kleider aus Baumwolle, Chemiefaser, Wolle und Fremdstoffen (zB. Reissverschlüsse etc.)
- Haustextilien (Matratzen, Polster, Sitzbezüge, Handtücher, Bettwäsche)
- Heimtextilien (Teppiche, Fussbodenbeläge, Gardinen)
- Technische Textilien (Filter, Isoliermatten, Verpackungen, Zelte, Campingartikel, Autotextilien, Schutzanzüge etc.)

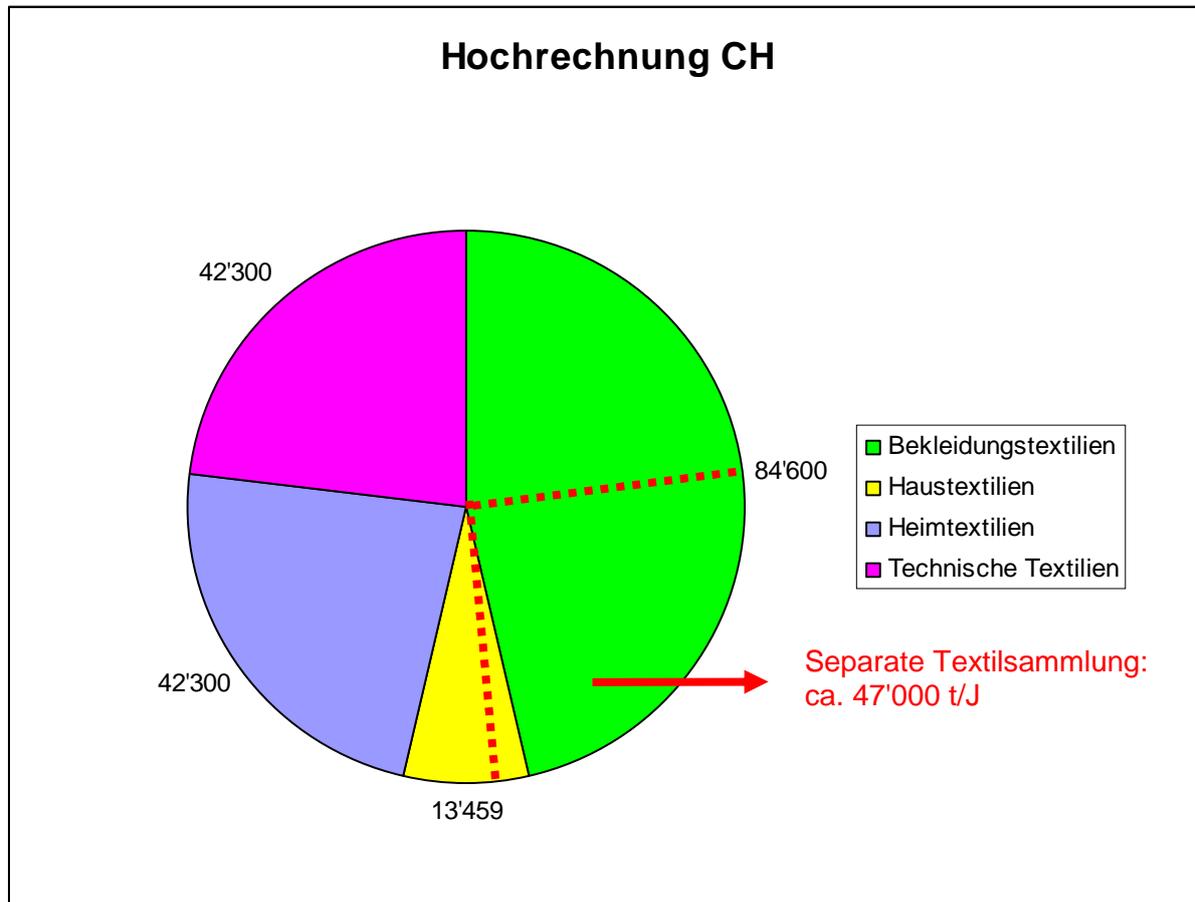
Nur die Gruppe der Bekleidungstextilien und ein kleinerer Teil der Haustextilien sind Gegenstand der separaten Textilsammlung, nämlich Kleider, Tisch-, Bett- und Haushaltwäsche, Unterwäsche, Socken, Gürtel und Taschen, Duvets und Kissen.

Die separate Textilsammlung sammelt in der Schweiz flächendeckend ca. 47'000 Tonnen Alttextilien der obgenannten Zusammensetzung pro Jahr. Dies sind geschätzte 50% des Potenzials (Quelle [26]<sup>4</sup>). Diese Sammelfraktion wird triagiert und entsprechend der erreichten Qualitäten zu verschiedenen Produkten verarbeitet (Quelle [26]):

- Tragbare Gebrauchtkleider (60%)
- Rohstoff für die Putzlappenindustrie (15%)
- Rohstoff für die Reisspinnstoff-, Vliesstoff-, Papier- und Pappen-Industrie (15%)
- Abfall zur Verbrennung, KVA (10%)

<sup>4</sup> Quelle 26) Merkblätter des BAFU zum Thema Entsorgungsverfahren: Verwertung

Aus einer Statistik für Nordrhein-Westfalen (Quelle [4] <sup>5</sup>), der bekannten Separatsammelmenge und den Annahmen über die Recyclingquote lässt sich für die Schweiz eine Hochrechnung der Anfallmengen von Alttextilien herleiten (Grafik 2-3).



Grafik 2-3: Hochrechnung für den Anfall von Alttextilien in der Schweiz

Diese Hochrechnung ist sicher nicht präzise, dürfte aber grössenordnungsmässig stimmen. Da die nicht stofflich verwertbaren Fraktionen in der Schweiz wohl in den KVA landen, wären dies gemäss dieser Hochrechnung ca. 135'000 t/J. Gemäss einer Analyse der Kehrichtzusammensetzung (Quelle [25]) sind es ca. 100'000 t/J.

### 2.1.6 Biogene Abfälle (Grüngut und vergärbare Landwirtschafts- und Produktionsabfälle)

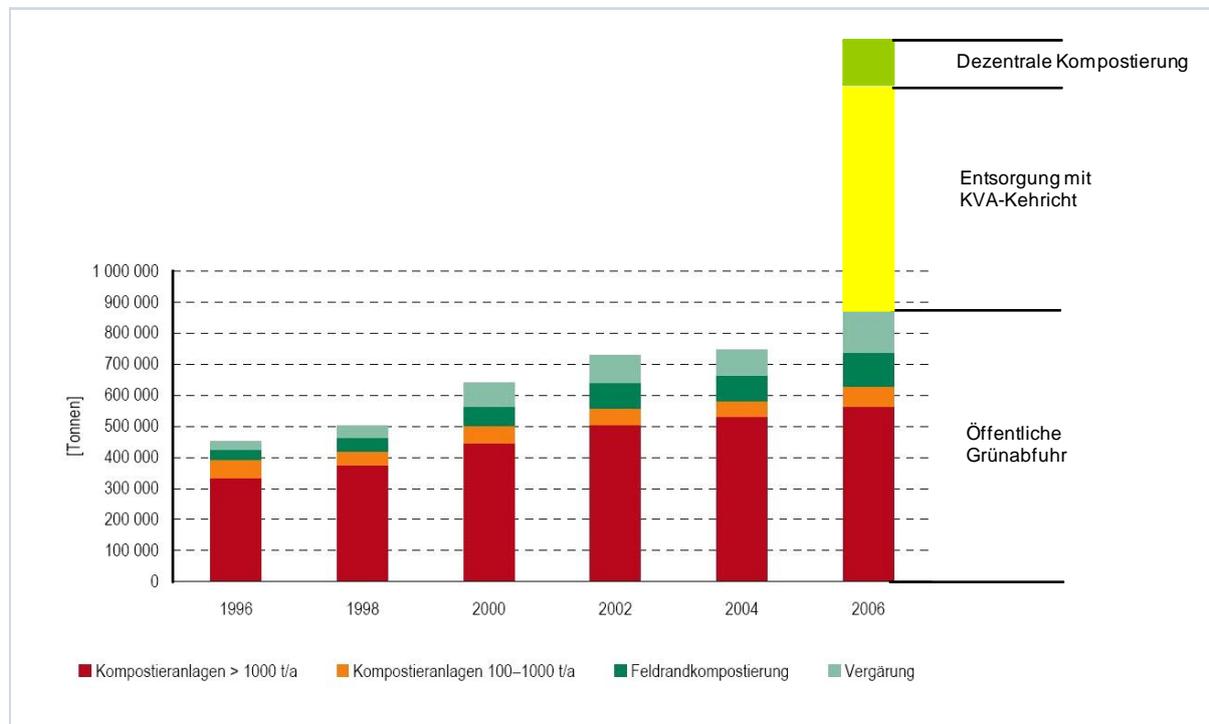
Zu diesen Abfällen rechnet man einerseits die den Siedlungsabfällen zugehörigen und von der öffentlichen Hand flächendeckend separat gesammelten Grünabfälle / Organika / Kompostfraktion. Davon fielen 2006 in der Schweiz 884'645 Tonnen an. Diese Menge entspricht nur dem öffentlich gesammelten und zentralen Anlagen > 100 t/J zugeführten Anteil. Die gleiche Abfallart landet parallel dazu auch im KVA-Kehricht, und zwar ca. 720'000 Tonnen im selben Zeitraum (Quellen [1] und [25]). Ebenfalls parallel dazu wird die selbe Abfallart auch noch dezentral auf privaten und Quartier-Kompostplätzen kompostiert. Über diese Menge sind keine gesamtschweizerischen Statistiken verfügbar. Aus der Quelle [28] <sup>6</sup> kann

<sup>5</sup> Quelle 4): Abfalldatenblatt Textilabfälle. Landesumweltamt NRW, Fachthema Abfall

<sup>6</sup> Quelle 28): Grüngutverwertung in Städten und Gemeinden, Kompostforum Schweiz

entnommen werden, dass ein Wert von 20 kg/Ew\*J realistisch sein dürfte. Dies würde ca. weiteren 150'000 Tonnen entsprechen.

Von der separat gesammelten Menge wird der grössere Teil kompostiert, der kleinere Teil wird Vergärungsanlagen angeliefert. Grafik 2-4 (Quelle [1]) zeigt die entsprechenden Mengen und zugleich für den separat gesammelten Teil auch die zeitliche Entwicklung der letzten Jahre.



Grafik 2-4: Mengen und Mengenentwicklung Grüngut / Bioabfälle

Zu derselben Abfallkategorie zählen wir auch noch jene organischen Abfälle aus der landwirtschaftlichen Produktion und der Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln, welche einer Vergärungsanlage zugeführt werden können. Diese fallen punktuell, bei den entsprechenden Betrieben an. Die Daten hierzu stammen aus der Quelle [9]<sup>7</sup>. Die nachfolgende Tabelle 2-3 zeigt das Aufkommen dieser Abfälle, sowie ihre Energieinhalte.

Abfall	Menge zur Vergärung (Quelle 9) [t TS]	TS-Gehalt %	spez. Energieinhalt [MJ/kgTS]	Menge eff. Feucht [t]	Energieinhalt [TJ]	Potenzielle Menge (realistisch) [t TS]
Biomasse aus Pflanzenbau, vergärbar	2'000	25	16.99	8'000	34.0	2'000
Produktionsabfälle Lebensmittelindustrie	17'400	35	16.99	49'714	295.7	38'000
Hofdünger aus Tierhaltung	10'000	12	15.84	83'333	158.4	20'000
Tierische Nebenprodukte	2'000	20	18.00	10'000	36.0	2'000
Grüngut aus Separatsammlung	36'125	25	16.99	144'500	613.8	72'250

Tabelle 2-3: Mengen und Energieinhalt Grüngut und weitere Bioabfälle

<sup>7</sup> Quelle 9) Biogene Güterflüsse der Schweiz 2006, BAFU-Publikation 31/08, 2008

Die Tabelle enthält auf der letzten Zeile auch die oben bereits erwähnten Grünabfälle (144'500 Tonnen). Man sieht, dass die vier Abfallströme aus der Wirtschaft heute etwa gleich viel Masse und Energie beisteuern, wie der Vergärungsanteil aus der Grünabfuhr. In der rechten Spalte der Tabelle 2-3 (orange) werden die potenziell verfügbaren Mengen dieser Abfälle abgeschätzt. Diese Abschätzungen sind sehr grob: Bei den Abfällen aus dem Pflanzenbau gehen wir davon aus, dass das Potenzial für die Vergärung ausgeschöpft wird, weil es keine ähnlichen Massenströme gibt, die anderswohin fließen. Im Gegensatz dazu gehen sehr viele Produktionsabfälle aus der Lebensmittelindustrie direkt in die KVA oder in die Kompostierung. Hier nehmen wir an, dass der Kompostierungs-Massenstrom in die Vergärung umgelenkt werden könnte. Beim Hofdünger schätzen wir die mögliche Steigerung der Einsammlung mit ca. einem Faktor 2 ein – eventuell erleichtert durch Konzentrationsprozesse in der Landwirtschaft. Bei den tierischen Nebenprodukten aus der Fleischverarbeitung wiederum wird das vorhandene Potenzial bereits genutzt. Das Steigerungspotenzial für die Vergärungsmenge aus dem Grüngut schätzen wir vorsichtig mit einem Faktor 2 ab.

- **Deponiegas**

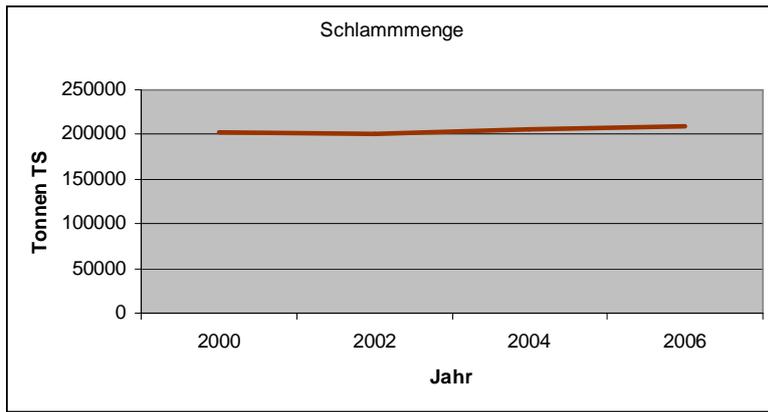
Deponiegas stammt aus Vergärungsprozessen, die in Reaktordeponien stattfinden. Da in der Schweiz schon seit längerer Zeit kein bioaktives Material mehr deponiert werden darf, sind die Ausgasungen aus Deponien überall rückläufig und nur noch zeitlich begrenzt vorhanden. Von 13 Deponiegasanlagen im Jahre 1995, welche 259 TJ Gas nutzbar machten, sind bis 2006 nur noch 9 Anlagen mit insgesamt 40 TJ übrig geblieben. Deponiegas kann deshalb für die weiteren Diskussionen vernachlässigt werden.

### **2.1.7 Klärschlamm**

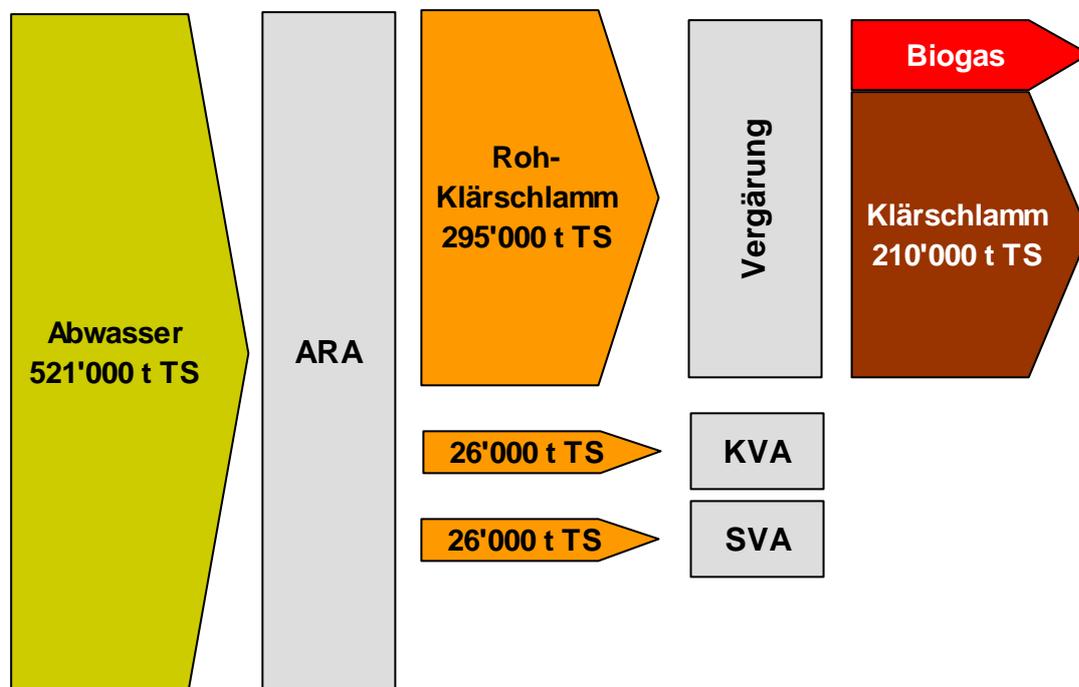
Klärschlamm stammt aus den Schweizer Abwasserreinigungsanlagen (ARA), wobei dort sowohl allgemeine öffentliche Abwässer, als auch solche aus Gewerbe und Industrie (insbesondere Lebensmittelindustrie, Holz- + Papierindustrie) mitbehandelt werden. Aus den Stoffflussanalysen der Quelle [9] geht hervor, dass das allgemeine Abwasser etwa 329'000 Tonnen Trockensubstanz beisteuert und die industriellen Abwässer 192'000 Tonnen. Daraus werden zunächst 347'000 Tonnen (TS) roher, noch gärfähiger Klärschlamm gewonnen. Die Abscheideleistung der ARA bezogen auf Trockensubstanz beträgt also ca. 66%.

Dieser Schlamm wird zum grössten Teil vergoren, dh. ‚ausgefault‘, wobei Biogas und gefaulter Klärschlamm entstehen. Eine kleine Menge wird vorher ausgeschleust und als Rohschlamm entweder in Mono-Schlammverbrennungsanlagen oder in KVA verbrannt. Aus den in die Vergärung gegebenen 295'000 Tonnen (TS) Rohschlamm entstehen ca. 210'000 Tonnen (TS) gefaulter Klärschlamm, der verschiedenen Verwendungen zugeführt wird.

Die Klärschlammmenge ist sehr wenig variabel. Sie hängt von der Abwassermenge und vom durchschnittlichen Reinigungsgrad der ARA ab, welches langsam veränderliche Grössen sind. Die Grafik 2-6 (Quelle [9]) zeigt die Zusammenhänge und Energieinhalte, die Grafik 2-5 (Quelle [1]) zeigt die Mengenentwicklung der letzten Jahre.



Grafik 2-5: Mengenentwicklung Klärschlamm



Abfall	Menge zur Vergärung (Quelle 9)	TS-Gehalt	spez. Energieinhalt	Menge eff. Feucht	Energieinhalt	Potenzielle Menge (realistisch)
	[t TS]	%	[MJ/kgTS]	[t]	[TJ]	[t TS]
Rohschlamm aus ARA	294'900	10	23.04	2'949'000	6'794.5	346'900

Grafik 2-6: Stofffluss und Energieinhalt Klärschlamm

### 2.1.8 Sonderabfälle

Sonderabfälle entstehen dezentral in Industrie und Gewerbe. Sie werden nach den Vorgaben der Gesetzgebung (VeVA, ADR) gesammelt und transportiert und dürfen nur von autorisierten Empfängerbetrieben bearbeitet und entsorgt bzw. weitergeleitet werden.

Sonderabfälle werden deponiert, chemisch-physikalisch behandelt, verbrannt oder recycelt. Da alle Bewegungen mit Sonderabfällen zu dokumentieren sind, gibt es präzise Statistiken. Allerdings ist unser Erhebungsjahr, 2006, gerade das Jahr der Umstellung

Situation 2006	Menge CH	Anteil Quelle [39]	Anteil Quelle [42]	Energie- inhalt [Quelle 42]	Energie- inhalt Potenzial
Quelle [39]	[t]	[%]	[%]	[MJ/kg]	[TJ]
<b>Kunststoff CH (post consumer)</b>	<b>345'000</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>38.9</b>	<b>13'414</b>
PE	131'100	38.0%	39.0%	43.0	5'637
PP	57'615	16.7%	27.0%	43.0	2'477
PS	21'390	6.2%	8.0%	39.6	847
EPS	6'555	1.9%		39.6	260
PVC	31'740	9.2%	20.0%	18.0	571
PET	46'575	13.5%	6.0%	36.0	1'677
Andere	50'025	14.5%		<b>38.9</b>	1'945

Tabelle 2-7: Mengen der Kunststoffabfälle nach Kunststoffarten und resultierende Energieinhalte

Da die Energieinhalte der einzelnen Kunststoffsorten gut bekannt sind (Werte aus Quelle [42]), lässt sich auch der Durchschnittswert gut rechnen. Der Wert 38.9 MJ/kg ist weit höher als die Energiewerte, die für BRAM (BRennstoff Aus Müll = nachträglich sortierter Hauskehricht) gemeldet werden (laut Quelle [11] ca. 23.5 MJ/kg). Dies belegt, dass die beiden „Arten“ Kunststoffabfall, „Post-Consumer“ und „Post-Müll“ nicht einfach miteinander verglichen werden können, weil letzterer stark mit anderen Abfällen kontaminiert ist.

Als Entsorgungswege unterscheidet Quelle [39]:

- das mechanisch stoffliche Recycling von Kunststoffen
- das chemisch stoffliche Recycling von Kunststoffen (sekundäre Rohstoffgewinnung)
- das Verbrennen unter Energienutzung
- das Deponieren

In Quelle [40]<sup>18</sup> werden diese Verwertungspfade ausführlich nach ökologischen Gesichtspunkten untersucht. Es zeigt sich dabei, dass das mechanisch-stoffliche Recycling klar am besten abschneidet, weil durch das Substituieren der Neuproduktion grosse Energiemengen eingespart werden können. Das chemische Verarbeiten der Abfälle zu neuen Rohstoffen schneidet demgegenüber schlecht ab, meist schlechter als das Verwerten als Brennstoff. Abgesehen davon sind viele dieser chemischen Verfahren noch nicht ausgereift. Das mechanisch-stoffliche Recycling ist aber nur machbar, wenn die verwerteten Fraktionen praktisch sortenrein sind. Dies ist heute oft nicht gegeben, was den hohen Verbrennungsanteil erklärt.

### 2.1.14 Tiermehl und Tierfett

In der fleischverarbeitenden Industrie fallen tierische Abfälle an, welche früher in grösserem Ausmasse als Futtermittel, oder nach der sog. ‚Extraktion‘ der Fette auch anderweitig rezykliert worden sind. Seit den Massnahmen gegen die BSE-Erkrankung („Rinderwahnsinn“) ist die Rückführung dieser Abfälle in den Nahrungsmittelkreislauf verboten und diese Abfälle müssen anderweitig entsorgt werden.

Die zwei verfügbaren Quellen mit Aussagen zu den Mengen dieser Abfälle, Quelle [8] und Quelle [9] widersprechen sich leicht, aber nicht grundsätzlich. Die Abweichung beträgt ca. 5%. Tabelle 2-8 gibt die beiden Datensätze wieder. Die Zahlen beziehen sich auf das Jahr 2006.

<sup>18</sup> Quelle 40): Assessment of the environmental advantages and drawbacks of Polymers recovery Processes, JRC, European Commission

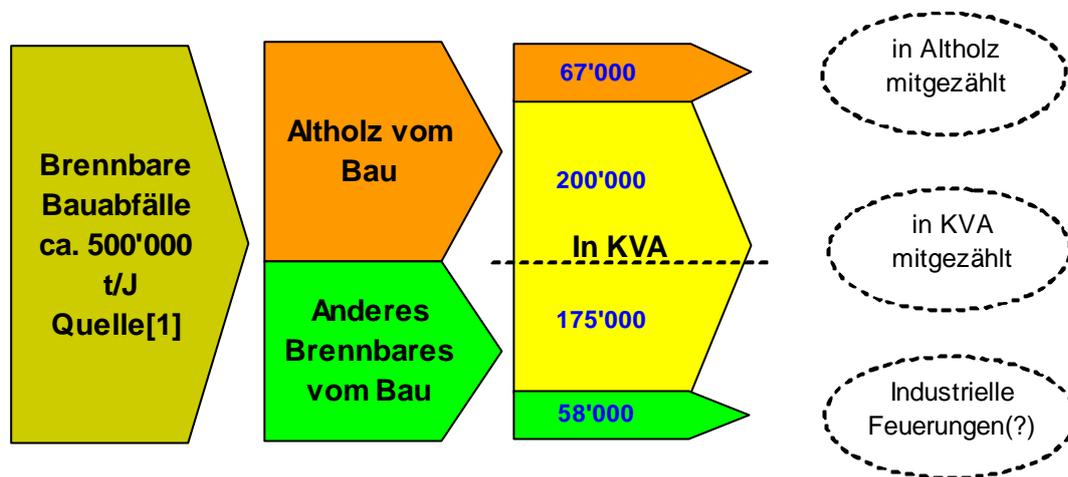
Abfall	Menge zur Verbrennung	TS-Gehalt	spez. Energieinhalt	Menge eff. Feucht	Energieinhalt
<b>Quelle [9]</b>	[t TS]	%	[MJ/kgTS]	[t]	[TJ]
Tiermehl	37'700	94.0	14.40	40'106	543
Tierfett (Extraktion)	20'100	99.0	36.00	20'303	724
<b>Total</b>	<b>57'800</b>	<b>95.7</b>	<b>21.91</b>	<b>60'409</b>	<b>1'266</b>
<b>Quelle [8]</b>					
Tiermehl	38'540	94.0	14.40	41'000	555
Tierfett (Extraktion)	22'275	99.0	36.00	22'500	802
<b>Total</b>	<b>60'815</b>			<b>63'500</b>	<b>1'357</b>

Tabelle 2-8: Mengen der Tiermehl- und Tierfett-Abfälle und resultierende Energieinhalte

Laut beiden Quellen werden die Abfälle in der Industrie verbrannt, unter Nutzung der Energie. Quelle [33] liefert den Anteil der Abfälle, der in die Zementindustrie geht.

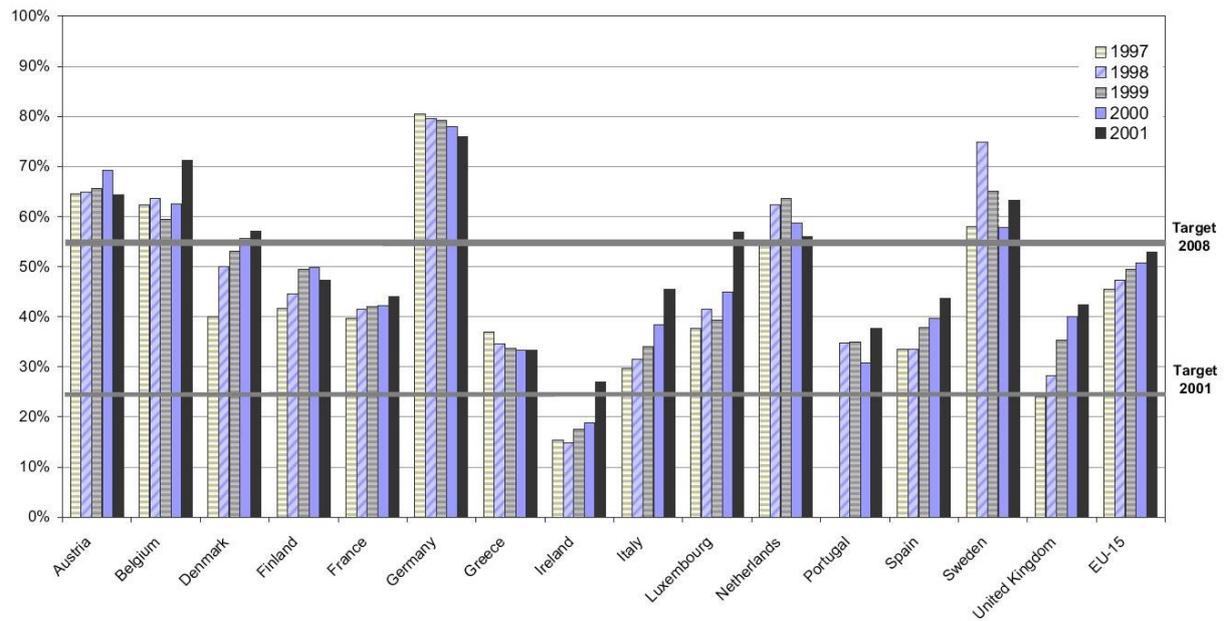
### 2.1.15 Bauabfälle

Die Bauabfälle sind zum allergrössten Teil nicht brennbar und für die vorliegende Studie nicht von Interesse. Der brennbare Anteil davon wird in Quelle [1] mit ca. 500'000 Tonnen/Jahr abgeschätzt. Aus Quelle [1] ist die Menge brennbarer Bauabfälle bekannt, welche in die KVA gehen und aus Quelle [9] der Anteil Altholz daran. Die gesamte Altholzmenge ist aus Quelle [1] ebenfalls bekannt; der Anteil davon, welcher nicht in die KVA geht, wird im Kapitel 2.1.9 bzw. 3.1.9, Altholz, behandelt. Die Bauabfallmenge, welche in die KVA geht, wird unter KVA-Kehricht behandelt (Kapitel 2.1.2 bzw. 3.1.2). Es verbleibt ein Rest von ca. 58'000 Tonnen (brennbar, weder Holz noch Kunststoff, geht nicht in die KVA). Vom Handling dieser Menge wissen wir nichts. Sie ist weder unter Altholz oder KVA-Kehricht, noch unter Kunststoffe, RESH oder Sonderabfall mitgezählt. Vgl. Grafik 2-8.

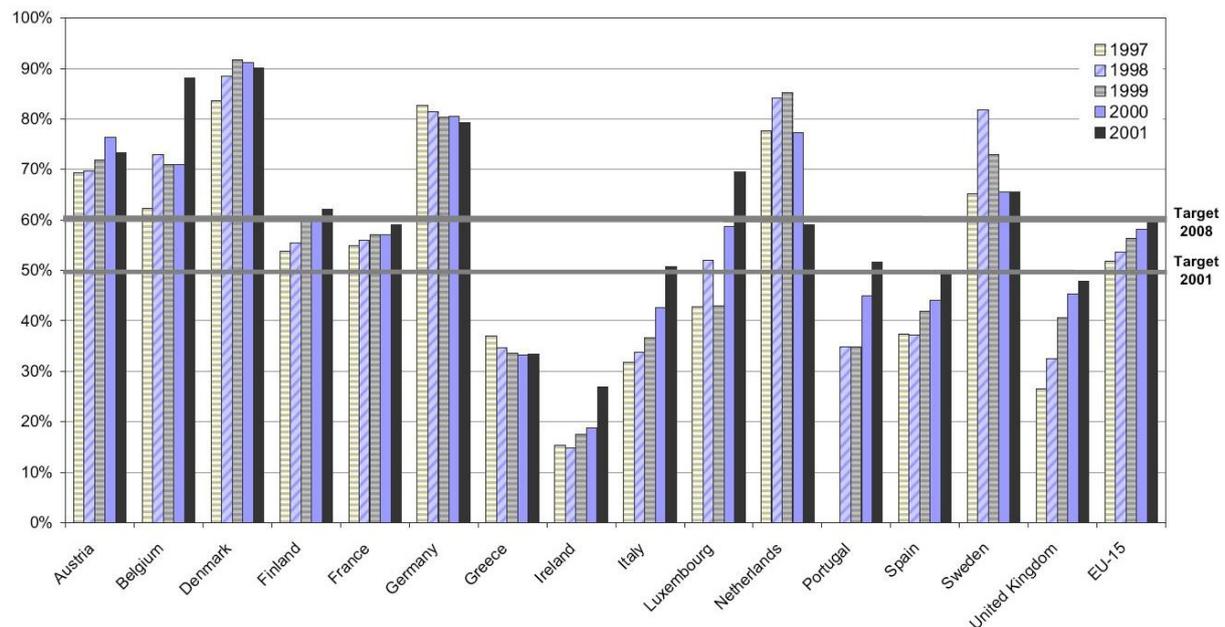


Grafik 2-8: Stofffluss brennbare Bauabfälle in der Schweiz, 2006

Laut Auskunft des BAFU handelt es sich bei dieser Menge um einen Rundungsfehler zwischen geschätzten und erfassten Grössen, und nicht um einen realen Abfall.



Grafik 2-13: Entwicklung des Rezyklierens von Verpackungsmaterial in Europa (EU 15), nach Land aufgelöst.



Grafik 2-14: Entwicklung des Wiederverwertung (Rezyklieren und andere Wiederverwertung) von Verpackungsmaterial in Europa (EU 15), nach Land aufgelöst.

### 2.2.13 Tiermehl und Tierfett

Tiermehl und Tierfett werden in den europäischen Statistiken nicht erwähnt. Sie sind im Materialstrom "Bioabfälle" enthalten.

### 2.2.14 Bau- und Abrissabfälle

Der massenmässig grösste Teil der Bau- und Abrissabfälle ist Mineralabfall. Das Rezyklieren dieses Abfallanteils kann eine Energieeinsparung mit sich bringen. Das Material selber

## **3 Nutzung der energetisch nutzbaren Abfälle**

### **3.1 Nutzung in der Schweiz (2006)**

#### **3.1.1 Übersicht**

Die Schweizerische Gesamtenergiestatistik weist aus, dass 2006 aus „Müll und Industrieabfällen“ 49'810 TJ Primärenergieträger gewonnen worden sind. Gemessen am Primärenergieeinsatz von 1'166'030 TJ (2006) sind dies 4.3%. Gemäss Tabelle 2-1 beträgt das Primärenergie-Potenzial des Mülls und Industrieabfalls aber ca. 120'000 TJ. Dies bedeutet, dass das Potenzial von „Energie aus Abfall“ in der Schweiz rund 10 % beträgt und dass davon per 2006 nur ca. 43% genutzt werden.

Auf der Ebene der Nutzenergie (dh. umgewandelt, Endenergie) finden wir aus unseren Ermittlungen eine bereits bestehende Nutzung von ca. 54'000 TJ Energie aus Abfällen, wie die Tabelle 3-1 zeigt. Dabei wurde Energie, die in Form von Strom zur Verfügung gestellt wird, mit dem Faktor 2.6 gewichtet, welcher die Wertigkeit dieser Energie relativ zu Wärme darstellt. Strom aus Abfall ist für die Abfälle KVA-Kehricht, Biogas und Klärgas relevant. Die Einrechnung des Gewichtungsfaktors erfolgt mit Blick darauf, dass die Nutzungspotenziale dann „umwandlungsneutral“ betrachtet werden können. Das heisst, wenn in einem Alternativszenario die Energie aus Abfall in einem anderen Verhältnis von Strom zu Wärme oder Strom zu Gas genutzt würde, so würde sich an der vorliegenden Berechnung der Optimierungspotenziale nichts ändern. Dies ist deswegen so, weil bei der Umwandlung von Wärme in Strom etwa der Faktor 2.6 eingebüsst wird, und bei der Produktion von Wärme aus Strom etwa derselbe Faktor gewonnen werden kann.

Die Nutzung des vorhandenen Energiepotenzials aus den Abfällen beträgt also – unter Einrechnung des Strom-Gewichtungsfaktors dort, wo Stromproduktion bekannt ist – ca. 44%. Den heute genutzten ca. 54'000 TJ pro Jahr steht ein Potential von realistisch nutzbaren aber heute nicht genutzten weiteren 20'000 TJ pro Jahr zur Seite. Eine zusätzliche Nutzung dieser Energie würde den Anteil der Energie aus Abfällen, gemessen am Endenergieverbrauch, von 5.8% auf 8.1% erhöhen.

Im Folgenden wird die Nutzungs-Situation für jede der in Kapitel 2.1 definierten Klassen energetisch nutzbarer Abfälle besprochen.

Abfallart	Abfall	Menge [t/a]	Heizwert [MJ/kg]	Energie- inhalt [TJ/a]	Heutige Nutzung [TJ/a]	Realistisches Verbesserung s-potenzial [TJ/a]	Bereits in KVA-Rest eingerechnet [TJ/a]
Siedlungsabfall	KVA-Kehricht (incl. Andere KVA-Abfälle+ Klärschlamm)	3'581'941	11.90	42'625	28'000	4'300	
	Altpapier/Karton (Separatsammlung = 77.2% des Verbrauchs)	1'278'700	14.10	18'030	0	0	0
	PET (Separatsammlung = 76% des Verbrauchs)	32'366	36.00	1'165	0	0	0
	Textilien (Separatsammlung, ohne KVA und therm. Anlagen)	190'000	22.10	4'199	2'650	0	265
	Biogene Abfälle (für Anlagen > 100 t/a gesammelt)	883'195	---				
	... daraus Biogas aus Vergärungsanlagen (TS)	17'891	21.24	380	340	1'900	0
	Deponiegas (9 Anlagen, rückläufig)	0	---	40	40	0	0
	Klärschlamm TS roh	52'000	18.96	986	0	690	50
	Klärschlamm TS gefault	206'000	16.99	3'500	400	2'220	0
	Klärgas (Vergärung von Klär- Frischschlamm) (TS)	90'000	23.04	2'074	2'000	0	0
Sonderabfall ohne verunr.							
	<b>Brennbare Sonderabfälle siehe 2.1.8.</b>						
	Summe brennbare Sonderabfälle	563'000	22.99	12'941	6'330	665	160
	Altreifen	50'000	29.50	1'475	470	270	10
	Nichtmetallische Shredderabfälle (RESH)	62'500	13.10	819	190	400	30
	Kunststoffe die aus KVA-Abfall entfernt werden könnten	212'800	38.90	8'278	5'380	0	830
Brennbare Bauabfälle	Altholz (nicht in KVA)	600'000	16.02	9'612	1'450	5'760	320
	Andere brennbare Bauabfälle (Verbundstoffe, Textilien, kein Kunststoff)	0	0.00	0	0	0	0
Spezielle Industrie- und Gewerbabfälle	Restholz	787'000	15.30	12'041	5'200	3'800	0
	Kunststoffabfälle ohne den Anteil in KVA und ohne PET	88'000	38.90	3'423	1'170	0	0
	Tierfett	20'100	36.00	724	532	0	0
	Tiermehl	37'700	14.40	543	400	0	0
<b>Total brennbare Abfälle (Potenzial Schweiz)</b>				<b>122'853</b>	<b>54'552</b>	<b>20'005</b>	<b>1'665</b>
		<b>87'53'193</b>					

Tabelle 3-1: Übersicht Energienutzung aus Abfällen in der Schweiz (2006)

### 3.1.14 Tiermehl und Tierfett

Das Tiermehl und Tierfett wird gemäss den Angaben von Quelle [8] und anderen ausschliesslich in Zementwerken verbrannt. Allerdings stimmt die von der Zementindustrie rapportierte Menge (Quelle [33]) nicht mit der anfallenden Menge überein (vgl. Tabelle 3-11).

Abfall	Menge zur Verbrennung	TS-Gehalt	spez. Energieinhalt	Menge eff. Feucht	Energieinhalt	Energienutzungsgrad	Energienutzung
Quelle [9]	[t TS]	%	[MJ/kgTS]	[t]	[TJ]	[%]	[TJ]
Tiermehl	37'700	94.0	14.40	40'106	543		
Tierfett (Extraktion)	20'100	99.0	36.00	20'303	724		
<b>Total</b>	<b>57'800</b>	<b>95.7</b>	<b>21.91</b>	<b>60'409</b>	<b>1'266</b>		<b>931</b>
Zementwerke	40'414	95.7	21.91	42'239	886	75.0%	664
Rest (?)	17'386		21.91		381	70.0%	267

Tabelle 3-11: Menge und Energienutzung von Tiermehl / Tierfett

Unter der Annahme, dass der Rest in industriellen Feuerungen verbrannt wird, resultiert eine hohe Energienutzung aus diesen Abfällen, die kein nennenswertes Verbesserungspotenzial mehr hat.

<b>Abfallart</b>	Tiermehl, Tierfett
<b>Optimierungspotenzial</b>	keines
<b>Hebel</b> (um das Optimierungspotenzial zu aktivieren)	→

### 3.1.15 Bauabfälle

Entsprechend dem unter 2.1.15 gesagten, gibt es keine brennbaren Bauabfälle, welche nicht bereits unter KVA-Abfall, oder Altholz, oder Kunststoffabfällen eingerechnet worden sind. Demnach existiert hier auch kein separates Optimierungspotenzial für die Energienutzung. Tabelle 3-12 zeigt die Verhältnisse für die Bauabfälle.

Abfall	Menge zur Verbrennung	spez. Energieinhalt	Energieinhalt	Energienutzungsgrad	Energienutzung
	[t]	[MJ/kg]	[TJ]	[%]	[TJ]
	<b>442'000</b>		<b>8'306</b>	<b>60.5</b>	<b>5'022</b>
Altholz (nicht in KVA)	67'000	18.0	1'206	33.8	407
Altholz (in KVA)	200'000	18.0	3'600	65.0	2'340
Anderes Brennbares (in KVA)	175'000	20.0	3'500	65.0	2'275

Tabelle 3-12: Menge und vermutete Energienutzung der restlichen brennbaren Bauabfälle

Bei einer Abfallverwertung nur in der Schweiz und bei einer Steigerung des Energienutzungsgrads auf 75% würde eine Energienutzung von 6'230 TJ pro Jahr resultieren, d.h. ca. **1'200 TJ pro Jahr** mehr als heute. Dieses Optimierungspotenzial wurde aber unter den kapiteln KVA und Altholz bereits eingerechnet.

## 3.2 Nutzung im umliegenden Ausland und Vergleich mit der Schweiz

### 3.2.1 Übersicht

Aus verschiedenen europäischen Quellen, vor allem [23], [37], [38], [39], [43] und [47] sind Bestandes- und Nutzungs-Daten zu den für die Schweiz relevanten brennbaren Abfällen erhältlich und kompilierbar. Die Daten beziehen sich auf die EU27 und sind je nach Quelle bezogen auf Jahre zwischen 2004 und 2007. Ausserdem sind punktuell auch zusätzliche redundante Daten aus Deutschland und aus anderen europäischen Nachbarländern verfügbar und wurden einbezogen.

Die benutzten Abfallkategorien in der Schweiz und in Europa entsprechen sich nicht vollständig. Die wesentlichen Abweichungen sind die folgenden:

- Die Fraktion „Fester Brennstoff aus Abfällen“ (BRAM, RDF), die in der EU vorkommt, gibt es in der Schweiz nicht, da eine Nachtriage des Kehrtrichts in der Schweiz nicht praktiziert wird. Diese Fraktion ist in der Schweiz in den KVA-Abfällen enthalten.
- Klärschlämme werden in der EU teilweise den biologisch abbaubaren Abfällen zugeordnet und nicht separat erfasst.
- RESH wird in der EU nicht separat erfasst, sondern ist Teil der Kunststoff-Abfälle.
- Tiermehl und Tierfett werden in den EU-Statistiken ebenfalls nicht separat erwähnt sondern sind Teil der biologisch abbaubaren Abfälle.

Diese Unterschiede betreffen indessen Feinheiten. Im grossen Ganzen kann festgestellt werden, dass im europäischen Umfeld der Schweiz dieselben brennbaren Abfallarten vorkommen und bewirtschaftet werden. Die Bewirtschaftung erfolgt grundsätzlich in gleicher Art und Weise (durch Nutzung in KVA, Feuerungsanlagen, Kraftwerken, Zementwerken etc.) aber in unterschiedlichem Ausmass.

Aus der Tabelle 3-13 geht hervor, dass in der EU27 ca. 545 Millionen Tonnen brennbare Abfälle mit einem Energieinhalt von 7.25 Millionen TJ pro Jahr zur Verfügung stehen. Wenn man diese Menge proportional zur Bevölkerungszahl ( $490 : 7.59$ ) auf die Schweiz hochrechnet, so resultieren 8.44 Millionen Tonnen brennbare Abfälle mit einem Energieinhalt von 112'000 TJ pro Jahr. Das sind Werte die ausgezeichnet mit den tatsächlich aus den Schweizer Statistiken erhobenen Werten – 8.75 Millionen Tonnen mit 122'000 TJ Energieinhalt – übereinstimmen. Man darf also davon ausgehen, dass die unabhängig voneinander erhobenen Abfallmengen in Europa und in der Schweiz konsistent sind.

In der tatsächlichen heutigen Nutzung und im verbleibenden Optimierungspotenzial zeigen sich aber dann signifikante Unterschiede: Während in Europa im Erfassungszeitraum 23.4% des Energieinhalts bereits genutzt wurden und noch 26.3% als Verbesserungspotenzial vorhanden sind, werden in der Schweiz bereits 44.4% des verfügbaren Energieinhalts genutzt und ‚bloss‘ noch 16.5% sind als Verbesserungspotenzial zusätzlich verfügbar. Die Energienutzung aus Abfällen ist in der Schweiz also deutlich besser als im Durchschnitt von der EU27, was zu einem grossen Teil auf den höheren Erfassungsgrad der KVA-Abfälle in KVA zurückzuführen und plausibel ist.

Das Verbesserungspotenzial der Energienutzung aus Abfällen in Europa ist enorm: Die ausgewiesenen 1.9 Millionen TJ/J decken mehr als zwei Mal den Endenergiebedarf der Schweiz.

**Von:** Vuattoux Thierry vthierry@student.ethz.ch  
**Betreff:** Standortuntersuchung Schlachthof, Architektur ETH Zürich  
**Datum:** 24. September 2019 um 16:45  
**An:** r.hornecker@sbzzuerich.ch



Sehr geehrter Herr Hornecker

Im Rahmen des Architektur-Studiums an der ETH tätigen wir eine Standortanalyse ua. Schlachthof und Umgebung bei Prof. Adam Caruso. Der Kurs wird begleitet vom Institut Soziologie und Stadtforschung und zielt auf eine Auseinandersetzung mit dem (nebeneinander) Funktionieren von kulturellen Betrieben, öffentlichen Institutionen und Privaten Tätigkeiten resp. Wohnen ab.

Genauer möchten wir diese Untersuchung in einem künstlerischen Format formulieren. Es geht darum eine analytisch-wissenschaftliche Vorgehensweise in ein künstlerisches Portrait des Ortes umzuwandeln. Das Portrait soll eine fotografische Arbeit sein, die sich mit dem Unpopulären, Unbekannten und Verborgenen befasst. Dazu haben wir uns ua. die Frage gestellt, wie weit sehen wir hinein? Oder wie weit weg vom Ort führt uns eine Recherche? (z.B. der Rasen des Letziggrund wird in Holland produziert und nach Zürich gebracht, oder aus Schlachtnebenprodukten wird Chondroitinsulfat von der Centravo AG hergestellt und an die Pharmazie verkauft für die Verwendung in Medikamenten gegen Arthrose)

In einem kurzen Telefongespräch mit Frau Bischofberger hat sie mich darauf hingewiesen, dass es keine öffentlichen Führungen, noch andere Möglichkeiten gibt in den Betrieb des Schlachthofs zu sehen. Wir möchten uns aber eigentlich nicht zufriedengeben, nur die Fassade des Schlachthofs zu fotografieren bei der Frage „wie weit wir hineinsehen“. Wie könnten wir organisieren, doch noch einen Blick in den Schlachthof zu haben?

Die Erkenntnisse und gesammeltes Material unserer Arbeit wird ETH-intern besprochen und ist Eigentum der ETH, dh. wird nicht publiziert.

Freundliche Grüsse

Luca Meyer, Thierry Vuattoux

SBZ SCHLACHTBETRIEB AG  
Hardgutstrasse 9  
8048 Zürich  
Telefon Sekretariat: 044 404 50 50  
Präsident SBZ: h.hornecker@sbzzuerich.ch

TMF EXTRAKTIONSWERK AG  
Zwizachstrasse 24  
9602 Kirchberg  
h.lueling@tmf.ch

HOLCIM (SCHWEIZ) AG  
Werdstrasse 75  
7204 Untervaz  
058 850 32 11

HOLCIM (SCHWEIZ) AG  
Zementweg 1  
5301 Siggenthal Station  
058 850 55 55

SMI SCHWEIZERISCHE MISCHGUT-INDUSTRIE  
Eggbühlstrasse 36  
8050 Zürich  
Telefon 044 308 25 19