

Identifikation, Aufbereitung + Qualitätssicherung (IAQ)

**von Abfällen
für das Co-Processing
in der marokkanischen Zementindustrie**

**Teil 2
Arbeitshilfen zur Erstellung
von Abfallwirtschaftbilanzen**

von:

neovis GmbH + Co. KG
Mecklenbecker Straße 229
D – 48163 Münster/ Westfalen

für:

GTZ-PGPE Programme de Gestion
et de Protection de l'Environnement

02. Februar 2009

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Aufgabenstellung _____	1
2. Allgemeine Anmerkungen zu Abfallwirtschaftskonzepten oder Abfallbilanzen in Deutschland _____	1
3. Realisierung von Abfallwirtschaftskonzepten _____	2
4. Inhalte eines optimierten betrieblichen Abfallwirtschaftskonzeptes _____	2
4.1. Abfall-Logistik _____	3
4.2. Abfallvermeidung und -verwertung _____	3
4.3. Kosten _____	3
4.4. Dokumentation _____	3
4.5. Die optimierte betriebliche Abfallwirtschaft als Teil eines Umweltmanagementsystems _____	4
4.6. Fallbeispiel: _____	5
4.6.1. Aufgabenstellung und Zielsetzung _____	5
4.6.2. Produktionsablauf _____	6
4.6.3. Eintrag _____	7
4.6.4. Austrag _____	7
4.6.5. Übersicht über die bisherige Abfall- und Wertstoffentsorgung _____	8
4.6.5.1. Abfallerfassung in der Produktion _____	8
4.6.5.2. Abfallerfassung auf dem Betriebshof _____	10
4.6.5.3. Beauftragte Entsorgungsunternehmen _____	11
4.6.6. Zusammensetzung des Gewerbeabfalls _____	12
4.6.6.1. Vorgehensweise der Restmüllsortierung _____	12
4.6.6.2. Herkunft des Restmülls _____	12
4.6.6.3. Restmüllzusammensetzung verschiedener Herkunftsbereiche _____	13
4.6.7. Entsorgungskosten _____	14
4.6.8. Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen _____	14
4.7. Optimierung der Datenerfassung _____	15
5. Anhang: Grundlagen zur Bestimmung einer Abfallzusammensetzung _____	16
5.1. Benötigte Gerätschaften zur manuellen Sortierung: _____	16
5.2. Durchführung _____	17
5.2.1. Allgemeine Informationen _____	17
5.2.2. Informationen, die im Vorfeld der Zählung zu recherchieren sind _____	18
5.2.3. Befragung des Entsorgers/ Lieferanten/ Fahrers _____	18
5.2.4. Händische Sortierung an der Anfall- bzw. Abkippstelle _____	18
6. Literaturverzeichnis _____	21

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Produktionsabläufe zur Herstellung der Produkte A, B und C in der untersuchten Fleischfabrik _____	6
Tabelle 2: Anfallende Abfall- und Wertstoffarten und deren Erfassung in den verschiedenen Produktionsbereichen _____	8
Tabelle 3: Abfallerfassung auf dem Betriebshof _____	10
Tabelle 4: Beauftragte Entsorgungsunternehmen _____	11

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Abfallwirtschaft als Baustein eines Umweltmanagementsystems [BREER et al., 1998] _____	5
Abbildung 2: Anteile der Herkunftsbereiche des Restmülls in Gew.-% _____	13
Abbildung 3: Beispiel für eine manuelle Sortierung mit Hilfe eines Sortiertisches [Flamme, 2008] _____	17
Abbildung 4: Beispiel für eine manuelle Sortierung unter zur Hilfenahme einer Siebmaschine [Flamme, 2008] _____	19
Abbildung 5: Beispiel für den Ablauf einer manuellen Sortierung [Flamme, 2008] _____	19
Abbildung 6: Fließschema einer Sichtung (Beispiel) [Flamme, 2008] _____	20

1. Aufgabenstellung

Im Königreich Marokko wird derzeit der rechtliche Rahmen für die Erstellung von landesweiten und betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten erarbeitet und diskutiert. Die entsprechenden Richtlinien sollen die Pflicht, den Umfang, die Form, den Zeitpunkt der Erstellung regeln, um damit über Art, Menge und Verbleib der verwerteten bzw. beseitigten gefährlichen und nicht gefährlichen Abfälle eine landesweite Abfallbilanz zu erstellen.

Diese Bilanz dient einerseits dem Königreich als hoheitliches Planungsinstrument für den volkswirtschaftlichen Bedarf an Entsorgungskapazitäten und andererseits den Betrieben als internes Kostensteuerungs- und Optimierungsinstrument.

Im vorliegenden Exposé werden anhand deutscher Erfahrungen aufgeführt, wie landesweite bzw. betriebliche Abfallbilanzen erstellt werden können.

2. Allgemeine Anmerkungen zu Abfallwirtschaftskonzepten oder Abfallbilanzen in Deutschland

Seit dem 01.02.2007 müssen nur noch die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger Abfallwirtschaftskonzepte über die Verwertung und die Beseitigung der in ihrem Gebiet anfallenden und ihnen überlassenen Abfälle erstellen. Die betrieblichen Abfallentsorger sind nicht mehr gesetzlich dazu verpflichtet (§ 19 KrW-/AbfG).

§ 20 KrW-/AbfG (Erstellung von Abfallbilanzen) wurde aufgehoben. Das bedeutet für betriebliche Abfallerzeuger, dass die Erstellung einer Abfallbilanz nicht mehr erforderlich ist, es sei denn, die zuständige Behörde verlangt diese.

Nach § 29 Abs. 8 KrW-/AbfG haben öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, Dritte sowie private Entsorgungsträger, denen Pflichten der Erzeuger oder Besitzer zur Entsorgung von Abfällen übertragen worden sind, die von ihnen zu erstellenden und fortzuschreibenden Abfallwirtschaftskonzepte und Abfallbilanzen auf Verlangen der zuständigen Behörde zur Auswertung für die Abfallwirtschaftsplanung vorzulegen.

Bis 2007 unterlagen Betriebe der Bilanzpflicht, wenn sie mehr als 2.000 kg/a gefährliche Abfälle bzw. 2.000 t/a nicht gefährliche Abfälle produzierten. Diese bis dahin verpflichtenden Abfallwirtschaftskonzepte wurden i. d. R. für mehrere Jahre erstellt und regelmäßig fortgeschrieben, so dass die übergeordneten Stellen den Erfolg bzw. die Landesvorgaben nachhalten konnten.

Wie sich gezeigt hat, ist die innerbetriebliche Abfallwirtschaft letztlich integraler Bestandteil des betrieblichen Managements, das neben dem Umweltschutz zur Ressourcenschonung, Kosteneinsparung und Arbeitssicherheit führt. Daher werden auch heute noch freiwillig Abfallwirtschaftskonzepte bzw. -bilanzen erstellt, um das betriebliche Anfallmanagement transparenter und nachvollziehbarer zu gestalten und ggf. Kosteneinsparungen oder Verbesserungen bei der Abfallentsorgung zu erkennen und umzusetzen. Im Folgenden werden Empfehlungen für die Aufstellung von betrieblichen Abfallwirtschaftskonzepten gegeben. Diese basieren auf Ausarbeitungen von [BREER et al., 1998] und wurden entsprechend aktualisiert sowie angepasst.

3. Realisierung von Abfallwirtschaftskonzepten

Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenstellung der Unterlagen sind die

- Exakte Übertragung des marokkanischen Abfallkataloges auf die Abfallarten des Betriebes
- Benutzung von identischen (!!!) Abfallbezeichnungen, und
- eine genaue Kenntnis über Art, Menge, Herkunft und Verbleib dieser identifizierten Abfälle.

Damit der Aufwand für das Unternehmen möglichst gering bleibt, sollte die innerbetriebliche Abfallwirtschaft so aufgebaut sein, dass die o. a. behördlichen Pflichten als „Nebenprodukt“ aus dem täglichen, normal laufenden Betriebsablauf abfallen.

4. Inhalte eines optimierten betrieblichen Abfallwirtschaftskonzeptes

Im Rahmen eines optimierten betrieblichen Abfallwirtschaftskonzeptes können folgende Ergebnisse erreicht werden:

- Transparenz über den Produkt- und Massenfluss im gesamten Betrieb (z. B. Verpackungen, Betriebs- und Verbrauchsmittel etc.)
- Ermittlung der Anfallstellen aller Abfallarten
- Ermittlung der Zusammensetzung von gemischten Abfallfraktionen
- Optimierung der innerbetrieblichen Erfassungssysteme (Behälter, Wege etc.)
- Optimierung der Erfassungssysteme (betriebseigener Abfallhof)
- Darstellung von bisher erfolgten Abfallvermeidungs- und Verwertungsaktivitäten
- Erarbeitung von zukünftigen Abfallvermeidungs- und Verwertungsaktivitäten
- Überprüfung der Verträge mit Entsorgern
- Verknüpfung von Kosten und Abfallmengen
- Optimierung der innerbetrieblichen Abläufe und Datenerfassung
- Darstellung von Abfallmengenentwicklungen in den letzten Jahren (mit durchgängigen Definitionen, interner Kreislaufführung oder transparenter Darstellung von Veränderungen innerhalb von Abfallgruppen)

Diese vielen Einzelziele lassen sich unter vier Schlagwörtern zusammenfassen:

- Abfall-Logistik
- Abfallvermeidung und -verwertung
- Kosten
- Dokumentation

Im Folgenden werden die wichtigsten Schritte zur Erarbeitung der o. g. Ziele dargestellt. Die Arbeitsschritte sollten nach Möglichkeit durch eine Arbeitsgruppe erarbeitet werden. Die Unterstützung durch einen externen Berater kann hierbei nützlich sein, um Betriebsblindheit auszuschließen und zusätzliche Ideen einzuholen.

4.1. Abfall-Logistik

In einem ersten Schritt müssen die Wege des potenziellen Abfalls (z. B. Verpackungsmaterialien im Eintrag) und des tatsächlichen Abfalls transparent gemacht werden.

- Bei Betriebsbegehungen werden alle Anfallstellen, Behälter, Behälterstandorte, Transportwege und Sammelbehälter zur Entsorgung aufgenommen. Anschließend werden Verbesserungsvorschläge erarbeitet.
- Die Beschreibung des Eintrags von z. B. Verpackungen kann über angelieferte Stückzahlen oder verwogene Einheiten erfolgen.
- Gemischte Abfallfraktionen (z. B. Kunststoffabfälle, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) sollten nachsortiert werden (vgl. S. 18, Kapitel 5.2.4).

4.2. Abfallvermeidung und -verwertung

Im Rahmen einer Aufnahme des Istzustandes werden alle bisher durchgeführten Maßnahmen aufgenommen und dokumentiert. Anschließend müssen weitere Maßnahmen erarbeitet und mit den zuständigen Mitarbeitern diskutiert werden (Kosten - Nutzen). In derartige Diskussionen sollten alle Abteilungen wie Einkauf, Vertrieb, Marketing, Produktion etc. eingebunden werden, um Zielkonflikte zu vermeiden und alle möglichen Einflüsse wie Kosten, Qualität, Verpackung etc. berücksichtigen zu können.

Als Ergebnis entsteht ein Bericht mit den Zielen und Maßnahmen für die Zukunft.

4.3. Kosten

Von entscheidender Bedeutung für den Verwertungs- bzw. Beseitigungsweg eines Abfalls sind auch die Kosten (z. B. Behältermiete, Abfuhrkosten, Beseitigungskosten, Abholrhythmus). Meist richten sich die Entsorgungskosten nach dem gewählten Entsorgungsweg, die je nach Aufbereitungsaufwand und Verwertungszweck unterschiedlich hoch sein können.

Besonders ist darauf zu achten, dass Abfälle durch produkteigene Schadstoffbelastungen (z. B. PVC in Verpackungen, Cadmium in Kunststoffen, Antifoulingmittel in Schiffsfarben etc.) zu Kontaminationen und damit zum Ausschluss möglicher Verwertungswege führen können. Eine Vermischung derartiger Abfälle oder Anhaftung an „sauberen“ Abfällen kann die Entsorgungskosten unnötig erhöhen, weswegen neben der Abfallvermeidung oder einer entsprechenden Einkaufsstrategie auch eine sinnvolle Getrennthaltung bei der Erfassung der Abfälle kostenrelevant ist.

Durch die Aufschlüsselung der Kosten werden jeder Abfallart spezifische Kosten zugeordnet.

4.4. Dokumentation

Der Datenfluss zur Erstellung einer Bilanz sollte untersucht und optimiert werden.

- Alle Datenquellen (z. B. Nachweisedokumente, Wiegescheine etc.) und deren weiterer Weg bis zu den verantwortlichen Mitarbeitern müssen nachgehalten werden.
- Als Ergebnis werden Optimierungsmöglichkeiten zum internen Datenfluss erarbeitet (z. B. mit Hilfe von EDV-Programmen). Dies erleichtert auch eine Zertifizierung z. B. nach der EG-Ökoaudit-Verordnung.

- Elemente aus der Bilanz, wie bereits realisierte oder geplante Maßnahmen, können als öffentlichkeitswirksame Informationen verwandt werden.

4.5. Die optimierte betriebliche Abfallwirtschaft als Teil eines Umweltmanagementsystems

Ein Umweltmanagementsystem (UMS) geht über die bloße Zusammenstellung von Unterlagen bzw. das Ausfüllen und Einreichen von Formularen hinaus. Wichtige Stichworte aus der EG-Ökoaudit-Verordnung oder DIN EN ISO 14.000, also der internationalen Norm für Umweltmanagementsysteme, sind z.B.

- Produktplanung und Entwicklung
- Demontage- bzw. recyclingfreundliche Konstruktion
- Entwicklung von Prozessen mit weniger Abfallanfall
- Vermeidung, Recycling, Wiederverwendung, Transport und Endlagerung von Abfällen
- Beschaffung/ abfallarmer Einkauf
- Erstellung von Abfallbilanzen und Berechnung von abfallwirtschaftlichen Kennzahlen (kg Abfall/ t Produkt)
- Beurteilung, Kontrolle und Verringerung der Auswirkungen der betreffenden Tätigkeit auf die verschiedenen Umweltmedien (Mensch, Fauna, Flora, Boden, Wasser, Luft).
- Kommunikationsformen zur Aufnahme und Umsetzung von abfallwirtschaftlichen Verbesserungsvorschlägen
- Korrektur- und Vorbeugemaßnahmen
- Schulung zu Abfallbeauftragten und interne Schulungen

Es handelt sich um ein dynamisches System, das gepflegt und durch die Mitarbeiter am Leben gehalten werden muss. Abfallwirtschaft ist ein Bestandteil eines Umweltmanagementsystems (vgl. Abbildung 1).

Die Erfassung sämtlicher Daten gibt den Betrieben auch die Möglichkeit, auf Marktveränderungen für Produkte, wie auch bei Abfällen (z. B. bei der Rücknahme von Produkten) effektiv zu reagieren und entsprechende Entscheidungen zu treffen.

Die Erstellung von Abfallwirtschaftskonzepten und -bilanzen sollte daher von den Betrieben nicht als lästige Pflicht sondern als Chance zur Weiterentwicklung der betrieblichen Abfallwirtschaft genutzt werden.

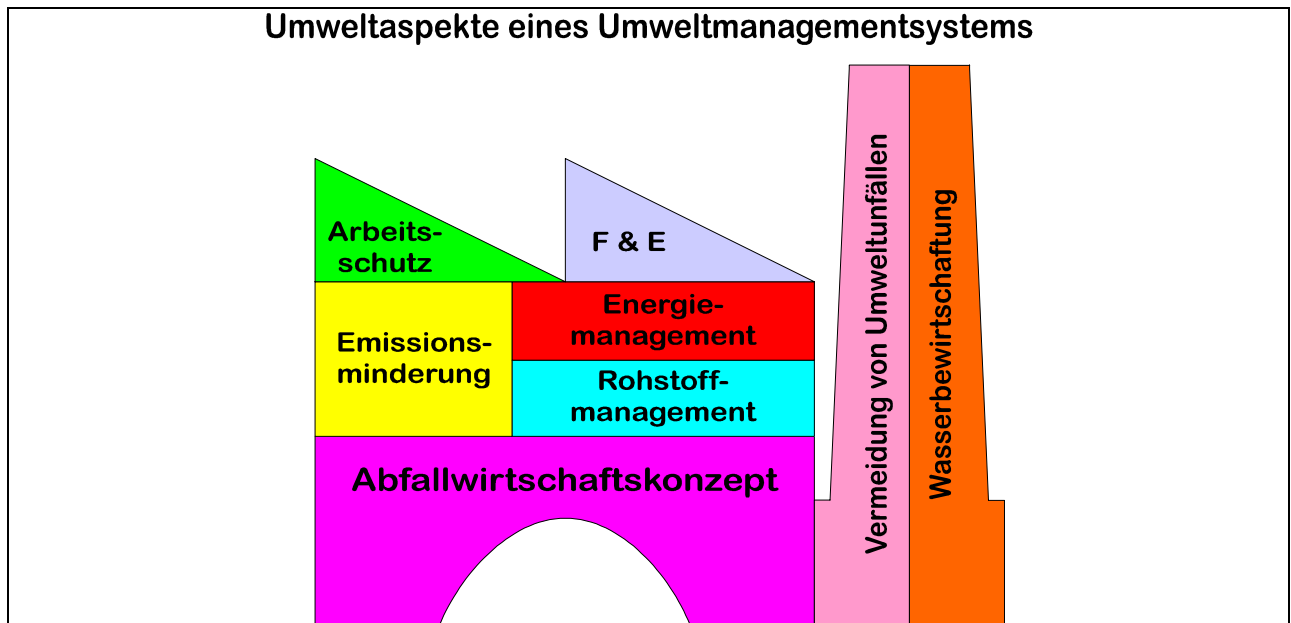


Abbildung 1: Abfallwirtschaft als Baustein eines Umweltmanagementsystems [BREER et al., 1998]

In dem folgenden Fallbeispiel sind abfallwirtschaftliche Untersuchungen, deren Ergebnisse und Ableitungen der INFA - Institut für Abfall- und Abwasserwirtschaft GmbH [nach BREER et al., 1998] stark verkürzt wiedergegeben. Es handelt sich dabei um die betriebliche abfallwirtschaftliche Untersuchung einer Fleischwarenfabrik in Deutschland aus dem Jahr 1995.

4.5.1. Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die Untersuchung bei der Fleischwarenfabrik gliederte sich in 4 wesentliche Arbeitsschritte:

- 1) Bei einer Betriebsbegehung wurden die Erfassung der Abfälle (Standorte, Behälter, Wechselverfahren etc.) begutachtet, um Vorschläge zur Optimierung zu machen.
- 2) Das vorhandene Datenmaterial der Fabrik (Wiegekarten, Produktionsdaten etc.) wurde ausgewertet und die geforderten Abfallmengen berechnet (Abfallbilanz).
- 3) Während eines Wechselturms der Entsorgungsbehälter für hausmüllähnlichen Gewerbeabfall (hier 2 Tage) wurden alle auf dem Gelände ankommenden Abfälle verwogen und Mischfraktionen stichprobenartig sortiert. Durch diese Restmüllsortierung wurden die Herkunftsbereiche und Inhaltsstoffe dieser Fraktion transparent gemacht (vgl. S. 18, Kapitel 5.2.4).
- 4) Für die Erfassung der Abfälle aus der Produktion und der Verwaltung sowie die Vermeidung und Verwertung von Abfällen wurden Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

Nach einem kurzen Einblick in die Betriebsdaten der Fabrik, bei dem die Grundlagen für eine Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Produktionsvolumen und Abfallentstehung gelegt werden, erfolgt die allgemeine Beschreibung des Standortes, des Produktionsverfahrens, der Eintrags- sowie Austragsströme sowie der bisherigen Entsorgungswege.

Dabei werden Herkunftsbereiche, Mengen und Arten der Abfälle sowie die Verwertung oder Beseitigung erfasst und dargestellt. Danach werden bereits durchgeführte und geplante

Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen der Fabrik beschrieben und weitergehende Handlungsempfehlungen vorgestellt. Abschließend erfolgt ein Blick auf die Kostenstruktur bzw. die -senkungspotenziale.

4.5.2. Produktionsablauf

Die Produktionsabläufe zur Herstellung der Produkte A, B oder C verlaufen in dieser Fabrik ähnlich, wie das nachfolgende Ablaufschema zeigt:

Tabelle 1: Produktionsabläufe zur Herstellung der Produkte A, B und C in der untersuchten Fleischfabrik

Produkt A	Produkt B	Produkt C
Anlieferung	Anlieferung	Anlieferung
Zerlegung	Zerlegung	Zerlegung
Zerkleinern		Kochen
Abfüllen		Zerkleinern
	Brühkessel	Autoklavieren
Räuchern		
Reifung		
Kühlraum	Kühlraum	Kühlraum
Verpackung	Verpackung	Verpackung
Versand	Versand	Versand

Die Anlieferung der Rohware erfolgt per LKW an der Warenannahme anschließend wird sie über Auftauräume der Zerlegung zugeführt.

Das zerlegte Fleisch wird zerkleinert und gewürzt. Kochwurst wird vorher in Wasser gekocht und nach dem Abkühlen ebenfalls im Fleischwolf zerkleinert. Das Brät wird anschließend verarbeitet und in die Räucherei gegeben. In Reiferäumen trocknet die Rohwurst einige Tage bis Wochen je nach Produkt (Reifung). Brüh- und Kochwurst werden nach dem Abfüllen in Autoklaven sterilisiert (Brühkessel), abgekühlt und nach Bedarf geräuchert.

Bei den Produktionsprozessen einer Fleischwarenfabrik wird viel Energie (Kühlen, Kochen) und Wasser verbraucht. Das Reinigungswasser enthält neben Fetten, Eiweißen die eingesetzten Reinigungs- und Desinfektionsmittel. Emissionen entstehen u. a. durch die Räucherei und durch Geruch. Diese werden im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht.

Bei der Fabrik wird in der Fleischzerlegung 1-schichtig, in der Verarbeitung 1,5-schichtig und in der Verpackung 3-schichtig gearbeitet.

Produktionsreststoffe und Abfälle entstehen während des gesamten Produktionsablaufes. Die Herkunft, Arten und Mengen dieser Austragsströme werden im Folgenden ausführlich beschrieben.

4.5.3. Eintrag

Rohware

Das Fleisch wird hauptsächlich in Tiefkühltransportern angeliefert (90 %). Dabei werden jeweils die Jahresmengen nach Herkunftsart erfasst.

Das gefrorene Fleisch wird in der Auspackerei ausgepackt. Dabei fallen die Verpackungsreste Kunststoffspannbänder, Folien und Kartonagen an.

Verarbeitung

Das gefrorene Fleisch geht über die Auftaukammern in die Zerlegung. Dort werden die restlichen Folien abgetrennt. Neben Folien fallen vor allem Knochen an. Im Zerkleinerer werden Fleisch und Gewürze vermischt. Als weitere Hilfsstoffe werden Naturdärme, Gewürze und sonstige Zutaten der Produktion zugeführt.

In der Abfüllung wird die Wurstmasse in Därme gepresst. Die Kunststoffdärme sind in Kunststoffnetze verpackt. Hier wurde z. B. Umverpackung von Kartons auf Kunststoff-Mehrwegbehälter umgestellt. Die Etikettenträgerpapiere werden in Gitterboxen gesammelt.

Das Abfallspektrum in den Produktionsbereichen A bis C setzt sich immer ähnlich aus Kunststoffsäcken & -beuteln, Verbundverpackungen, Rohwaren- und Produktresten, Konfis-katen (Augen etc.), Kunststoffnetzen der Endlosdärme, Gläser von Zutaten, Aluminiumver-schlüssen, Kartonagen, Dosen und Kunststoffdärme zusammen.

Ein Teil der Würste wird in die Räucherräume geführt. Die Anlieferung der Buchenspäne zum Räuchern erfolgt in 25 kg-Kunststoffsäcken. Neben den Säcken fallen Rauchharz und verbrannte Buchenspäne (Kohle) als Abfälle an.

Die Anlieferung der Gewürze erfolgt über die Gewürzabteilung (Gewürzküche). Dort werden die Umverpackungen (Kartonagen) entfernt und die Gewürze nach Chargen zusammenges-tellt. Der Transport zum Zerkleinerer erfolgt in Mehrwegbehältern, in die die Gewürze lose (einzeln verwogen) oder in Portionsverpackungen (z.B. alukaschierte Kunststofffolien) gefüllt wurden. In der Gewürzabteilung werden die Verpackungen als Restmüll (Verbundverpa-ckungen etc.), Papier und Pappe gesammelt.

Lagerhaltung/ Versand

In den Verpackungsabteilungen wird ein Teil der Rohwurst geschnitten und in Scheiben ver-packt. Dabei fallen Därme (Wurstpellen) und Darmzipfel von Salami, Randabschnitte der Kunststoffverpackungen, Etiketten, Trägerpapiere, Fehlchargen (zerdrückte Wurst etc.) und Folien an.

Der Versand beschränkt sich bei der Fabrik im Wesentlichen auf die Verpackung in Kartons, die Palettierung und Umwicklung mit Stretchfolie. Die Kommissionierung erfolgt an einer zentralen Stelle in Kooperation mit anderen Fleischwarenherstellern der Region.

4.5.4. Austrag

Als Verpackungsmaterialien der Verkaufsverpackungen werden PE-Folien (90 %), Alu-Portionsverpackungen (5 %), Becher/ Blister (5 %) eingesetzt.

Die verpackten und losen Würste werden in Kartons auf Paletten gepackt. Zur Stabilisierung wird die verpackte Ware mit Stretchfolie umwickelt. Die Kommissionierung erfolgte hierbei nicht im Werk. Neben den Produkten verlassen Abfälle zur Verwertung oder Beseitigung über den Betriebshof den Betrieb.

4.5.5. Übersicht über die bisherige Abfall- und Wertstoffentsorgung

4.5.5.1. Abfallerfassung in der Produktion

Die Abfallerfassung bei der Fabrik basiert im Wesentlichen auf Müllgroßbehältern (MGB) 120 bzw. 240 Liter, die nach Gebrauch in der Behälterwaschanlage nahe des Betriebshofes gereinigt werden. Die Mitarbeiter bringen bei Verfüllung die MGB zum Betriebshof und liefern bei Bedarf den Behälter in der Reinigung ab. Im Wechsel erhalten sie dafür einen gereinigten Behälter zurück. Die Behälter sind über einen Zifferncode auf dem Behälterdeckel der entsprechenden Abteilung zugeordnet.

Neben diesen Behältern werden noch eine Reihe anderer Behälter aus der Produktion benutzt, in die Produktionsreststoffe gefüllt werden und dem Betriebshof zugeführt werden.

Die Arten der benutzten Abfallbehälter beruht auf den Eindrücken während des Betriebsrundganges. Bei der Sortierung zeigte sich, dass sich das Spektrum der Behälter über fast alle Abteilungen erstreckte: Wannen, MGB 120/240, Gitterboxen, Paletten, Säcke, Karre (Kohle), Eimer.

Die Reststoffe wie Fette aus der Kochbrühenreinigung, Fettabscheiderreste, Flotat aus Flotation (Abwasserreinigungsanlage) oder Knochen aus dem Knochenbunker wurden direkt am Anfallort abgezogen und vom Entsorger abgeholt.

Tabelle 2: Anfallende Abfall- und Wertstoffarten und deren Erfassung in den verschiedenen Produktionsbereichen

Betriebsbereich - Behälter- und Erfassungsart	Abfallarten	innerbetriebliche Weiterleitung
Produktion Anlieferung Palettenwagen/ Gitterbox	- PE-Folien - KS-Spannbänder - Kartons	zur Ausleerung zum Betriebshof
Zerlegung MGB 120/240 Gitterbox Stahl-Mulden	- Fleischreste - Konfiskate - Restmüll - Knochen	im Wechselverfahren (zur Reinigung) im Wechselverfahren (mit Gabelstapler)
Verarbeitung MGB 120/ 240	- Därme - Alu-Klipse - Fleischreste - Dosen (Gewürze)	im Wechselverfahren (zur Reinigung)
Räucherei Karre	- Kohle - Rauchharz	zur Ausleerung zum Betriebshof
Verpackung MGB 120/240/ Gitterbox	- Restmüll - Wurstpelle (Därme) - Wurstenden	im Wechselverfahren (zur Reinigung)

Betriebsbereich - Behälter- und Erfassungsart	Abfallarten	innerbetriebliche Weiterleitung
Gewürzlager Wanne	- Restmüll - Papier/ Pappe	im Wechselverfahren (zur Reinigung)
<u>Werkstatt</u> MGB/ Gitterbox	- Restmüll - Eisen-Schrott - Kabelschrott - Dosen - Alu-Schrott - Ölhaltige Betriebsmittel	im Wechselverfahren zum Betriebshof
<u>Verwaltung</u> Papierkörbe	- Restmüll - Papier - weitere Abfälle z.B. Farbbänder	Umleerung in PE-Säcke durch Reinigungspersonal Transport zum Betriebshof
<u>Retouren</u> Paletten/ Eimer	- Lebensmittel mit abgelaufenem Haltbarkeitsdatum vom Kunden	Zwischenlagerung auf Betriebshof
<u>Küche</u> MGB 240 Gelber Sack	- Restmüll - Glas - Speisereste - Bratenfett - Leichtverpackungen	im Wechselverfahren zum Betriebshof
<u>Aufenthaltsräume/ WCs</u> Abfalleimer	- Restmüll - Papierhandtücher	in Säcken zum Betriebshof
<u>Sonstiges</u>	- Baustellenabfall, Bau-schutt durch Umbaumaßnahmen - Kompost - Paletten - Fettabscheiderreste - Separatorenfett - Flotat	Transport direkt zu Containern am Betriebshof Abpumpen durch Entsorger

4.5.5.2. Abfallerfassung auf dem Betriebshof

Die im Betrieb erfassten Behälter werden i. d. R. auf dem Betriebshof in größere Container umgeleert. Auf dem Betriebshof ist ständig eine Person beschäftigt. Tabelle 2 listet die Behälter nach Art und Volumen auf.

Tabelle 3: Abfallerfassung auf dem Betriebshof

Abfallart/ Wertstoff	Container	
	[m ³]	Art
Gewerbeabfall	30	Presscontainer
Papier/ Pappe/ Kartonage	30	Presscontainer
Dosen	10	Presscontainer
Konfiskat	1,1	MGB mit Deckel
Schrott	1,1	MGB mit Deckel
Kabelschrott	5	offene Mulde
VA-Schrott	5	offene Mulde
Alu-Schrott	5	offene Mulde
Bauschutt	5	offene Mulde
Altöl		Tanks
Glas	5	Depotcontainer
Rauchharz	0,8	ASP
Altsäuren	0,8	ASP
Einwegpaletten	10	offener Container
Retouren		Paletten
Leuchtstoffröhren		Rungepalette
Kompost	5	offene Mulde
Knochen		Container/ Bunker
Elektronik-Schrott	5	offene Mulde
Trockenbatterien	0,1	ASP
Kohle	2 x	MGB
Kunststoffkanister		Palettenwagen
Separatorenfett		Tank
Trägerpapier		Gitterboxen
Ölhaltige Putzlappen	0,1	Spezialbehälter
Flotat		Tank
Fette		Tank

Abfallart/ Wertstoff	Container	
Fettabscheiderreste		Saugwagen
Leichtverpackungen		Palettenwagen

Der Betriebshof ist direkt an einer Rampe gelegen, so dass die Container/ Behälter von oben befüllt werden können. Die Behälter stehen zum überwiegenden Teil unter einem Vordach.

4.5.5.3. Beauftragte Entsorgungsunternehmen

In Tab. 4 sind die einzelnen Entsorgungsunternehmen und ihre Zuständigkeiten aufgeführt.

Die Fa. B entsorgt den Restmüll, Bauschutt und Kompost. Fraktionen wie Knochen und Konfiskat werden an eine Tierkörperbeseitigungsanstalt geliefert. Die Fa. C bereitet Lebensmittelretouren und Küchenabfälle auf.

Die unterschiedlichen Schrottfractionen werden an die Fa. D abgegeben.

Gefährliche Abfälle wie Rauchharz, Altsäure oder Leuchtstoffröhren werden über die Fa. E entsorgt.

Die nicht weiter in der Tabelle differenziert aufgeführten sonstigen Abfälle werden von den Lieferanten direkt zurückgenommen.

Tabelle 4: Beauftragte Entsorgungsunternehmen

Unternehmer	Abfallart/ Wertstoff	Entsorgung	Leerungsintervall
B	Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall	Beseitigung	Mo, Mi, Fr
	Kohle	Beseitigung	mit Gewerbeabfall
	Bauschutt	Verwertung	nach Bedarf
	Kompost	Verwertung	nach Bedarf
D	Schrott	Verwertung	nach Bedarf
	Kabelschrott	Verwertung	nach Bedarf
	VA Schrott	Verwertung	nach Bedarf
	Elektronik-Schrott	Verwertung	nach Bedarf
	Alu Schrott	Verwertung	nach Bedarf
	Dosen	Verwertung	nach Bedarf
F	Pappe	Verwertung	Di, Fr
G	Trägerpapier	Verwertung	nach Bedarf
H	Konfiskat	Verwertung	Täglich
H	Knochen	Verwertung	Täglich
E	Teer	Beseitigung	nach Bedarf

Unternehmer	Abfallart/ Wertstoff	Entsorgung	Leerungsintervall
	Altsäure	Beseitigung	nach Bedarf
	Leuchtstoffröhren	Verwertung	nach Bedarf
I	Altöl	Verwertung	nach Bedarf
J	Glas	Verwertung	nach Bedarf
C	Retouren	Verwertung	nach Bedarf
	Küchenabfälle	Verwertung	nach Bedarf
K	Flotat (aus ARA)	Beseitigung	täglich
L	Fettabscheiderreste	Beseitigung	nach Bedarf 2-3 mal pro Woche
M	Fleischkästen	Verwertung	nach Bedarf
N	Fette	Verwertung	nach Bedarf
	Separatorenfett	Verwertung	nach Bedarf
O	Einwegpaletten	Verwertung	nach Bedarf

4.5.6. Zusammensetzung des Gewerbeabfalls

4.5.6.1. Vorgehensweise der Restmüllsortierung¹

Von den Abfällen, die pro Jahr über den Betriebshof in die Verwertung oder Beseitigung gegeben werden, macht der hausmüllähnliche Gewerbeabfall ca. 20 % aus.

Da in dieser Fraktion noch erhebliche Potenziale an Abfällen zur Verwertung vermutet werden, wurde ein repräsentativer Querschnitt des Gewerbeabfalls untersucht. Dabei wurden alle weiteren ankommenden Behälter verwogen, einer Sichtung unterzogen und der Herkunftsbereich erfasst. Mischfraktionen wurden nachsortiert (vgl. S. 18, Kapitel 5.2.4).

4.5.6.2. Herkunft des Restmülls

Alle Müllbehälter wurden gewogen, die während einer Arbeitswoche (jeweils Schichtanfang bis Schichtende) in den Gewerbeabfall-Presscontainer (30 m³) gegeben wurden. In Summe wurden in diesem Beispiel ca. 8.000 kg verwogen. Eine Nachwiegung an der betriebseigenen Fahrzeugwaage erfolgte zum internen Abgleich. Dieser Restmüll gliedert sich nach Herkunftsbereichen, hier z. B. wie folgt:

¹ Wird von externen Dienstleistern angeboten

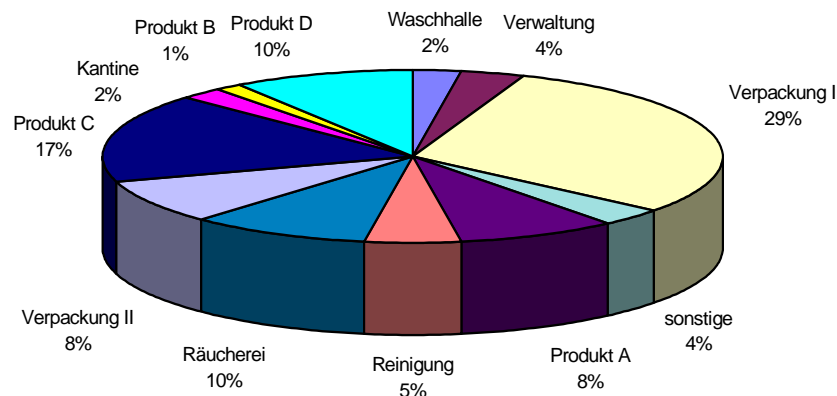


Abbildung 2: Anteile der Herkunftsbereiche des Restmülls in Gew.-%

Es zeigt sich, dass der größte Anteil (25 %) des Restmülls durch die Verpackungsabteilung I erzeugt wird. Es folgen die Kochwurstabteilung und die Zerlegung (14 und 12 %) vor Aufschnitt, Räucherei, Rohwurst und Verpackung II (jeweils 7 – 8 %).

4.5.6.3. Restmüllzusammensetzung verschiedener Herkunftsbereiche

Aufgrund der verschiedenen Herkunftsbereiche setzt sich der Restmüll aus sehr vielen verschiedenen Fraktionen zusammen. Ein Teil der Behälter enthält sortenreine Monofraktionen. Um neben den Monofraktionen auch die Mischfraktionen des Restmülls genauer spezifizieren zu können wurden eine Auswahl dieser stichprobenartig nachsortiert (vgl. S. 18, Kapitel 5.2.4) und anschließend wieder dem Presscontainer zugeführt.

Damit lassen sich folgende Aussagen treffen:

In der Gewürzküche fallen hauptsächlich Verpackungsmaterialien der Gewürze an. Trotz getrennter Erfassung wurden Fehlwürfe von Papier, Pappe (23 %) und Dosen (6 %) in der Stichprobe vorgefunden. Der größte Anteil sind Folien. Die Fehlwürfe sollten durch Optimierung des Behältersystems weitgehend reduziert werden. Wegen der Verpackungen sind auch umfangreiche Gespräche mit den Zulieferern bzgl. Rücknahmemöglichkeit, Vermeidung und Kosten geführt worden.

In der Produktion fallen sehr viele unterschiedliche Fraktionen an. Die Fertigproduktreste machten vom Gewicht her den größten Anteil aus (27 %). Sie werden inzwischen getrennt erfasst und zu Hundefutter verarbeitet. Die weiteren Fraktionen sind diverse Mono- und Verbundverpackungen.

Der Restmüll der Verpackungsabteilung aus der Spät- und Nachtschicht enthält jeweils zur Hälfte Folien, dazu kommen 10 % Verbundverpackungen und ca. 7 % Därme. Die restlichen Fraktionen zeigten erhöhte Fehlwürfe in der Nachtschicht (Dosen, Papier, Pappe). Dieses ist ein typisches Nachtschichtphänomen und nur schwer zu bekämpfen, da es an Aufsicht mangelt.

Im Speiseraum der Kantine stehen eine Reihe von Abfallbehältern, die von den Mitarbeitern benutzt werden. Die Restmüll-Behälter aus der Küche der Kantine enthielten dennoch einen hohen Anteil von Verpackungen. Hier wurden weitere Behälter aufgestellt.

Das Reinigungspersonal entleert die Abfallbehälter aus Aufenthaltsräumen und Toiletten der Produktionsstätten. Daher bestand ein großer Anteil aus Papierhandtüchern aus den Toiletten (33 %). Die restlichen Fraktionen wurden von den Mitarbeitern in den Aufenthaltsräumen weggeworfen.

Im Magazin erfolgt die Ausgabe von Materialien wie Handschuhen, Schürzen etc., die sich dementsprechend im Restmüll wieder finden. Bei den Wertstoffen wie Papier und Folien handelte es sich um die Verpackungsmaterialien der ausgegebenen Materialien.

Der Restmüll aus der Verwaltung setzt sich wie zu erwarten zum größten Teil aus Papier und Pappe zusammen. Mit Papierhandtüchern besteht der Restmüll der Verwaltung zu 61 % aus Altpapier. Diese Fraktion wird nun getrennt erfasst und verwertet.

Eine große Anzahl an Behältern enthielten Monofraktionen wie Asche, Därme oder Folien. Durch die o. a. Stichproben ist nun auch eine Zuordnung möglich und die Zusammensetzung des Restmülls zu identifizieren. Anhand der Anteile der Herkunftsbereiche der Mischfraktionen kann durch Einbindung der Sortiererergebnisse die Gesamtzusammensetzung des Abfalls der Fabrik nachgehalten werden.

Wie erwartet machen Folien mit 42 Gew.-% den Hauptanteil im Restmüll aus. Fast die Hälfte der Anlieferungen erfolgt in sortenreinen Monochargen, die im Wesentlichen aus der Zerlegung stammen. Kunststoffdärme, Papierhandtücher und Kohle (Asche aus der Räumerei) sind ebenfalls Fraktionen, die in hohem Maße als Monofraktionen entsorgt werden.

Die Papier-Pappe-Papierhandtücher-Fraktion macht zusammen 9 % des Restmülls aus. Hier, wie auch für die Entsorgung der Wurstreife und unterschiedlichster Verpackungen, sind Handlungsempfehlungen erarbeitet worden.

4.5.7. Entsorgungskosten

Durch die o. a. Analysen ergab sich, dass durch den Verkauf von Wertstoffen (Fette, Metalle, Papier) ein Erlös erzielt werden konnte. Die Abfallentsorgung erzeugt Kosten. Den größten Anteil an den Kosten haben die Entsorgung des Restmülls und der Fettabscheiderinhalte verursacht. Später konnten die Fette nur noch kostenneutral abgegeben werden. Dafür wurden höhere Vergütungen für Altpapier gezahlt.

4.5.8. Vermeidungs- und Verwertungsmaßnahmen

Die Fabrik hat in den vergangenen Jahren somit verschiedene Maßnahmen zur Vermeidung, Verwertung von Reststoffen und Kostensenkung durchgeführt. Z. B. Reinigungsmittel in Großbehältern beschafft, von dem das Mittel über Leitungen an die einzelnen Stellen gepumpt wird, Betriebsmittel werden in Nachfüllpackungen gekauft, Mehrfachnutzung von Folien z. B. zum Auslegen von Gitterboxen bis hin zu Mietsystemen für Paletten, Behältern etc.

Durch Substitution des alten Kältemittels (FRIGEN®) durch Ammoniak, Austausch von PCB-haltigen Kondensatoren, Umstellung auf PVC-freie Folie oder batteriebetriebene Geräte durch Akkus werden nun umweltschonende und recyclingfähige Produkte verwendet.

Getrennte Sammlung von sortenreinen Abfällen zur Verwertung wie Papier, Pappe, Folien, Edelstahl, Aluminium, Glas oder das Fernhalten von Störstoffen wie Elektronikschrott oder Wurstabschnitte für die Tierfutterherstellung minimieren die Beseitigungskosten.

Zusätzlich wurden auch durch Erhöhung des Umlaufs von Mehrwegbehältern, Verzicht auf unnötige Verpackungen sowie Einsatz von möglichst umweltverträglichen Stoffen oder der eigenen Kompostierung von Kantinenresten und Asche aus der Räumerei Kosten gesenkt.

Zusammenfassend ließen sich viele weitere betriebsbezogene Maßnahmen in der Produktion und der Entsorgung darstellen, während sich diese Daten hervorragend für ein landesübergreifendes Abfallwirtschaftskonzept bzw. Planungen weiter nutzen lassen.

4.6. Optimierung der Datenerfassung

Die Datenerfassung für das Abfallwirtschaftskonzept und die Abfallbilanz erwiesen sich als sehr komplex und zeitaufwendig, da die Dokumentation der abfallwirtschaftlichen Daten aus sehr vielen verschiedenen Quellen zusammengetragen wird.

Die betrieblichen Daten müssen daher in einer standardisierten Form und zentral (ggf. über das Internet) zusammengeführt werden.

5. Anhang: Grundlagen zur Bestimmung einer Abfallzusammensetzung

Für die Bestimmung der Zusammensetzung von Abfällen stehen grundsätzlich drei verschiedene Methoden zur Verfügung:

- händische Sortierung,
- visuelle Klassifikation, und
- Anlagenbilanzierung
 - Sortieranlagen,
 - Mechanische/ Mechanisch-biologische Aufbereitungsanlagen

In Betrieben wird zur Bestimmung der Abfallzusammensetzung überwiegend die manuelle Sortierung bzw. visuelle Klassifikation durchgeführt.

5.1. Benötigte Gerätschaften zur manuellen Sortierung





Abbildung 3: Beispiel für eine manuelle Sortierung mit Hilfe eines Sortiertisches [Flamme, 2008]

„Siebtisch“ mit ca. 40 mm (diagonal) Quadratlochung als Sortiertisch (Eigenbau aus z. B. Metallzaunsegmenten)



Sog. Pult- oder Bodenwaage mit genügend großer Tragkraft (< 150 kg) und Fläche für die Gefäße (möglichst elektronische Anzeige inkl. Nachkommastellen).

Profil-Lineal als Maßstab für die Fotodokumentation



Kamera

5.2. Durchführung

5.2.1. Allgemeine Informationen

dies gilt aber nur für eine Sortierung von unbekanntem Abfällen z. B. auf einer Deponie, die mit LKW etc. angeliefert werden, findet hier keine Anwendung.

5.2.2. Informationen, die im Vorfeld der Zählung zu recherchieren sind:

1. Herkunft (bei großräumigen Analysen -> Bezirke) beschreiben und definieren
2. Erfassungssystem beschreiben (z.B. getrennte Erfassung, Holsystem/ Bring-system, private oder staatliche/ kommunal Entsorgung etc.)
3. Einwohnerdichte/ Gewerbebetrieb(e)/ Anzahl der Betrieb je Bezirk/ Art der Gewerbebetriebe/ Art der Abfallerfassung
4. Daten zur Gebührenstruktur (wie hoch, wie erfasst [pauschal, quellen- oder mengenbezogen])

5.2.3. Befragung des Entsorgers/ Lieferanten/ Fahrers

Herkunft der Ladung (Protokoll durch Ankreuzen) nach:

1. städtischem Bezirk (mit/ ohne Gewerbebetriebe)
2. städtischen Einfamilienhäuser (mit/ ohne Gewerbebetriebe)
3. ländlicher Bereich (mit/ ohne Gewerbebetriebe)

Auf „außergewöhnlich saubere“ oder in großer Menge gleichartig auftretende Abfälle achten (ggf. handelt es sich um sortenreine sogenannte „Gewerbeabfälle“); oder finden sich z.B. Farbreste, Lösemittel, Altöl, Werkstattabfälle oder Krankenhausabfälle, sogenannte „gefährliche Abfälle“?

Auf der Deponie: Den Bezirk oder die Quelle/ Herkunft notieren, falls sich Hinweise (Etikette mit Firmenname, Adressaufkleber, Beschriftungen etc.) finden.

Ggf. werden die Sortierungen so häufig wiederholt, bis sämtliche Bezirke bzw. die gesamte Bevölkerungsstruktur im Einzugsgebiet der zukünftigen Anlage(n) erfasst sind.

5.2.4. Händische Sortierung an der Anfall- bzw. Abkipfstelle:

- Zunächst wird eine ebene Fläche gesucht oder vorbereitet, auf der die Plane ausgebreitet und der Zähl Tisch darauf aufgestellt werden kann.
- Der LKW (ca. 5 bis max. 10 cbm) kippt seinen Inhalt neben dem Zähl Tisch ab
- Der gesamte Müll wird abgesiebt oder durch einen Sortiertisch <40 mm abgesiebt und dabei in folgende Fraktionen händisch aufgeteilt:
 - Feinanteil <40 mm (Durchgang durch die „Tischplatte“)
 - Papier; Pappe; Kartonage
 - Textilien
 - Holz
 - Glas
 - PET und andere Kunststoffflaschen (für Lebensmittel)
 - 3-dim-Kunststoffe (dickwandige Hohlkörper, wie z.B. für Spülmittel oder Motorenöl etc.)
 - Verbundmaterial (z.B. Getränkekartons für Milch, Saft etc.)
 - (2-dim) Kunststofffolien
 - Metall gesamt (oder separat Buntmetall, Leichtmetall, Eisenmetall)
 - Elektroschrott

- Bauschutt
- Organik/ Bioabfall
- Restanteil (sind hierin gefährliche Abfälle enthalten?)
- Sämtliche Einzelfraktionen werden einzeln in die Tonne(n) gefüllt und gewogen. Dabei ist zu beachten, dass wenigstens bei einer Wiegung pro Fraktion die Tonne randvoll gefüllt ist (Deckel geschlossen), um dadurch das Schüttgewicht der jeweiligen Einzelfraktion zu ermitteln.



Abbildung 4: Beispiel für eine manuelle Sortierung unter zur Hilfenahme einer Siebmaschine [Flamme, 2008]

Die Einzelfraktionen werden mit Maßstab fotografiert (möglichst digital zwecks weiterer elektronischer Weiterverwendung)

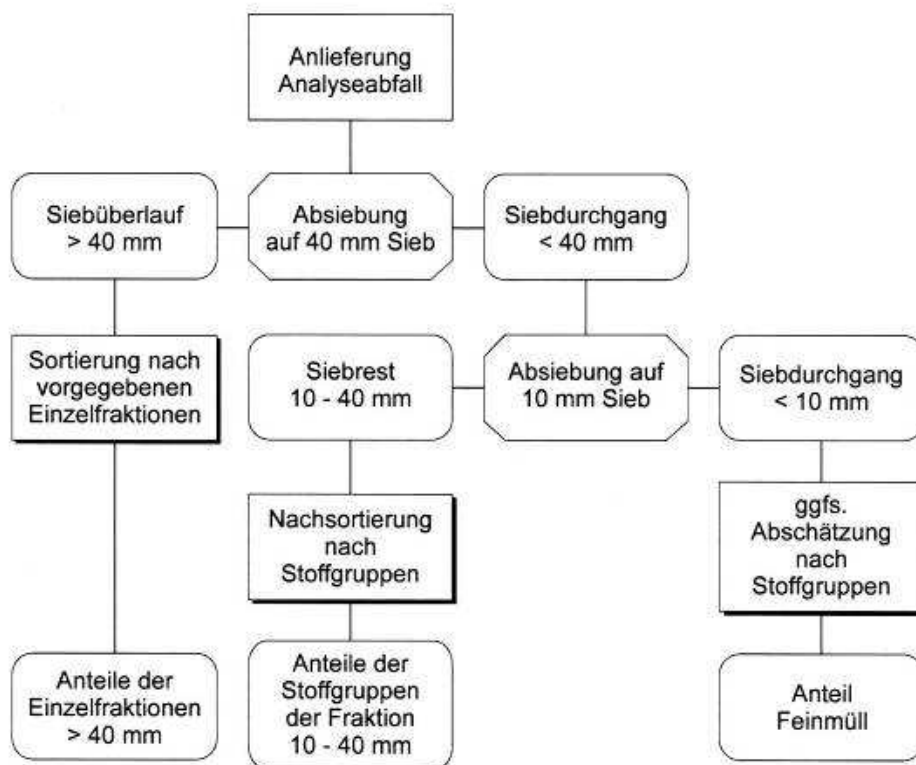


Abbildung 5: Beispiel für den Ablauf einer manuellen Sortierung [Flamme, 2008]

Durch die visuelle Klassifikation des Abfalls in die oben beschriebenen Fraktionen findet in der Regel eine erste Differenzierung nach den Stoffgruppen des Abfallkatalogs statt. Der Vorteil der visuellen Klassifikation besteht aus der wesentlich größeren Durchsatzmenge, allerdings ist sie für eine **vertiefende chemische Analyse** der Abfallzusammensetzung nur bedingt geeignet.

Die visuelle Klassifikation sollte mindestens über den Zeitraum von einer Woche und, je nach Ausprägung unterschiedlicher Jahreszeiten, mehrfach im Jahr direkt beim Abkippen der zu analysierenden Abfälle wiederholt werden.



Abbildung 6: Fließschema einer Sichtung (Beispiel) [Flamme, 2008]

6. Literaturverzeichnis

Breer, J., Gallenkemper, B. (1998): Vorlesungsskript: Realisierung von Abfallwirtschaftskonzepten, Weiterbildendes Studium, Wasser und Umwelt, DVWK/Universität Hannover

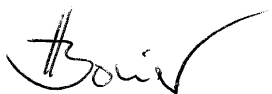
Flamme, S. (2008): Vorlesungsskript: Abfallarten Studium Abfallwirtschaft, Fachhochschule Münster

Hinweis

Die Kapitel wurden von der der neovis GmbH + Co. KG Münster aufgrund der dort vorliegenden Erfahrungen sowie auf der Grundlage von vorliegender Literatur erarbeitet.

Die gesamte oder teilweise Veröffentlichung des Exposé bedarf der schriftlichen Zustimmung der gtz.

Münster, 02.02.2009



Dr. Hubert Baier
neovis GmbH + Co.KG