



Urbaner Metabolismus

Die städtische Infrastruktur von Berlin

Abfallentsorgung

Elena Flegler
Johanna Moser
Eugen Pfeil

Impressum

Seminarkonzeption und Durchführung:
Michael Prytula

Gestaltung und Bearbeitung der Dokumentation:
Michael Prytula, Anna-Katharina Rost

© bei den Autoren, TU Berlin / GtE 2005

Zitierhinweis

Das vorliegende Dokument ist die pdf-Version eines Seminarbeitrags der jeweils genannten Autoren. Aus dem Dokument sollte in folgender Weise zitiert werden:

Flegler, E. / Moser, J. / Pfeil, E.: Abfallentsorgung.
In: Prytula, Michael (Hg.): Urbaner Metabolismus.
Die städtische Infrastruktur von Berlin.
Technische Universität Berlin, 2005
URL: <http://www.urbaner-metabolismus.de>

Titelbild: Entladung am Müllbunker, BSR Berlin-Ruhleben
Quelle: Michael Prytula (2004)

Abfallentsorgung

Elena Flegler, Johanna Moser, Eugen Pfeil

Inhaltsverzeichnis

1. Begriffsdefinitionen
2. Entwicklung der Stoffentsorgung in Berlin
3. Input-Output-Model - Gesamtsystem / Berliner Standorte
4. Stoffflussanalyse
5. Subsystem Müllverbrennung
6. Subsystem Deponierung
7. Subsystem Verwertung
8. Strategien und Bewertung

1. Begriffsdefinitionen

etymologisch:

zerriebenes, zerbröckeltes; Wortgruppe des mahlen und verweist sowohl auf den Müller, als auch Maulwurf

nach Ernst, 2004:

Kulturwissenschaftlich kann Abfall als all jenes, das nicht geordnet ist beschrieben werden. Im Gegensatz zum Archiv, das einer menschlichen Ordnung unterliegt und somit für den Menschen nutzbar gemacht wurde.

Thompson, Theorie des Abfalls, 1979:

Dinge am falschen Ort zur falschen Zeit

Vilém Flusser, 1993:

Kultur ist ein Prozess, welcher [...] negativ entropisch Natur informiert und verwertet, also durch Erzeugung in Produkt verwandelt. Ein Teil dieses Produktes wird [...] verbraucht, desinformiert, entwertet und der Natur zurückgegeben. [...] So daß die Kultur ein Prozeß ist, der kumulativ Natur in Müll verwandelt.

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, §3 (1):

Abfälle sind bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Man unterscheidet Abfälle zur Beseitigung und zur Verwertung. Oberstes Ziel des Gesetzes ist Abfallvermeidung vor dem Zurückführen in den Wirtschaftskreislauf (Wiederverwertung).

Diese Definition wurden von uns bei der Bearbeitung gewählt, da sie die Grundlage der Berliner Abfallstatistik, sowie der Abfallwirtschaft bildet, und dies unsere vorrangigen Datenquellen darstellten.

Fragestellung

Wie funktioniert Berliner Entsorgungssystem?

Verknüpfung mit anderen Systemen

Welche Subsysteme gibt es?

Ist Verwertung sinnvoll, hinsichtlich des Verhältnisses von zur Verwertung eingesetzter Energie zum „Energiegewinn“ der Verwertung?

In welchem Verhältnis stehen Verbrennung und Verwertung?



Abb. 1
Müllbunker im Abfallbehandlungswerk Nord
(MVA Ruhleben)
Quelle: Eigene Photographie

Daten

Alle von uns verwendeten Daten wurden in Tonnen gemessen. Dies ermöglicht zwar einen direkten Vergleich der Stoffmassen, lässt aber für als Laien keinen Rückschluss auf die "Schädlichkeit" der verschiedenen Stoffe auf Ökosysteme zu.

Methode

Bei der Frage nach der Methode entschieden wir uns einerseits für die Stoffflussanalyse und andererseits für die Beschreibung der Subsysteme angelehnt an eine Ökobilanzierung.

Eine vollständige Ökobilanz schien uns aufgrund der begrenzten von uns recherchierten Daten nicht möglich.

„Entsorgung“ des „Abfalls“ ((nach rechtl. Definition) anhand Berliner Abfallstatistik 2002

2. Entwicklung der Stoffentsorgung in Berlin

- 1587 Scharfrichter ist für Strassenreinigung verantwortlich
- 1624 „Dirnen“ werden dem Scharfrichter unterstellt und zur Strassenreinigung herangezogen. Immerhin benutzen sie die Strassen mehr als „normale“ BürgerInnen
- 1660 Erlass der 1. Brunnen- und Gassenordnung für Berlin und Cölln
- 1735 Erlass eines Gassenreglements durch Friedrich I. Einführung einer weitgehend regelmässigen Strassenreinigung durch Gassenmeister und Karrenknechte

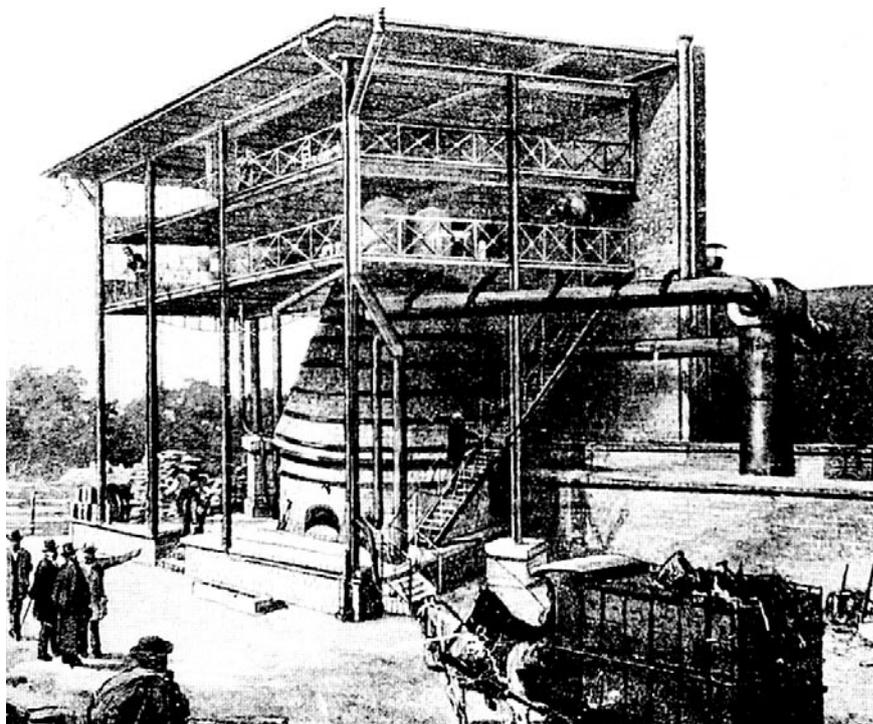


Abb. 2
Werbeprospekt der Gersonschen Müllverwertungsgesellschaft, 1925
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold



Abb. 3
Strassenwaschmaschine 1888
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold

Abb. 4
Müllschmelze
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold



Elena Flegler, Johanna Moser, Eugen Pfeil

- 1848 Stadt Berlin übernimmt Strassenreinigung
- 1878 1.Abschnitt der Kanalisation wird eröffnet
- 1887 Einrichtung von 3 städtischen Müllablageplätzen (Stralauer Anger, Landsberger Allee, Müllerstrasse)
- 1894/95 Erste Müllverbrennungsversuche nach engl.Vorbild ohne Erfolge -zuviel Braunkohle im Abfall
- 1894 Beginn der Müllverschiffung nach Spreehagen
- 1895 Polizeiverordnung schreibt staubfreie Müllabfuhr vor
- 1899 Erste Müllschmelzversuche in der Gitschiner Str.15 zu teuer
- 1903 Einführung des „Dreiteilungssystem“ in Charlottenburg nach amerik.Vorbild >Klassifizierung des Hausmülls in 3 Gruppen (Speisereste,Abfälle mit Verkaufswert,Feuerungsrückstände)
- 1925 Bemühungen Abfallstoffe durch technologische Verfahren wiederzuverwerten
- 1934 Beginn Müllspülung im Golmer Luch
- 1935 Auflösung BEMAG und Übernahme als kommunale „Städtische Müllbeseitigungsanlage“ Vorstandsvorsitzender ist ein Obersturmbannführer der SS
- 1945 Gründung „Großberliner Strassenreinigung und Müllabfuhr“ Innerstädt.Deponien: U-Bahn-Schacht am Th.-Heuss-Platz, Munitionsgräben, Bunker im Friedrichshain
- bis 1950 ca.20 Trümmerberge mit insg. 70-90Mio m3 Schutt: Teufelsberg, Insulaner, Humboldthöhe, Kausdorf, Wannsee, „Mont Klamott“
- 1948 Teilung Berlins
- 1951 Gründung „Berliner Stadtreinigungsbetriebe“ (BSR) in West-Berlin (in Ost-Berlin weiterhin „Großberliner Strassenreinigung und Müllabfuhr“) Müllentsorgung O-Berlin: weiterhin nach Brandenburg W-Berlin: innerstädt.Deponien (u.a.Teufelsberg, Marienfelde, Rudow, Lübars, Wannsee, 13 kleinere)
- 1967 Inbetriebnahme MVA Ruhleben
- 1982 O-Berlin:Gründung VEB Kombinat Stadtwirtschaft
- 1992 Vereinigung beider Betriebe zu BSR
- 1992 „Die Andere Systementsorgungs-Gesellschaft (DASS)“ wird mit Dualem System beauftragt

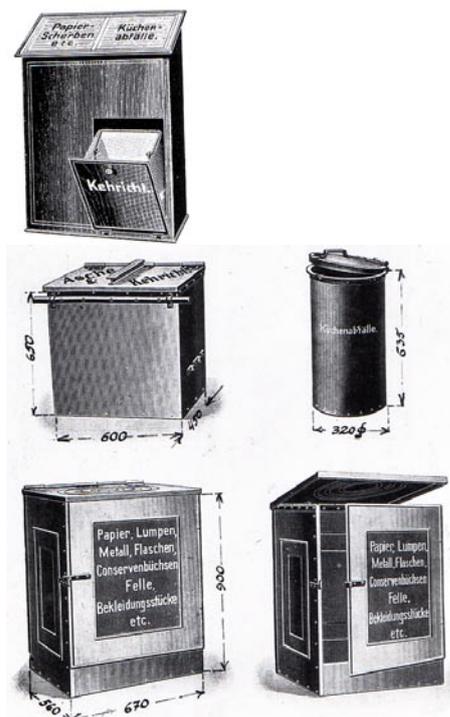


Abb. 5
Charlottenburger Dreiteilungssystem, ab 1903
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold



Abb. 6
Transport 1950er
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold



Abb. 7
Strassenreinigung 1960er
Quelle: Curter, Maria: Berliner Gold

3. Input-Output-Modell - Gesamtsystem / Berliner Standorte

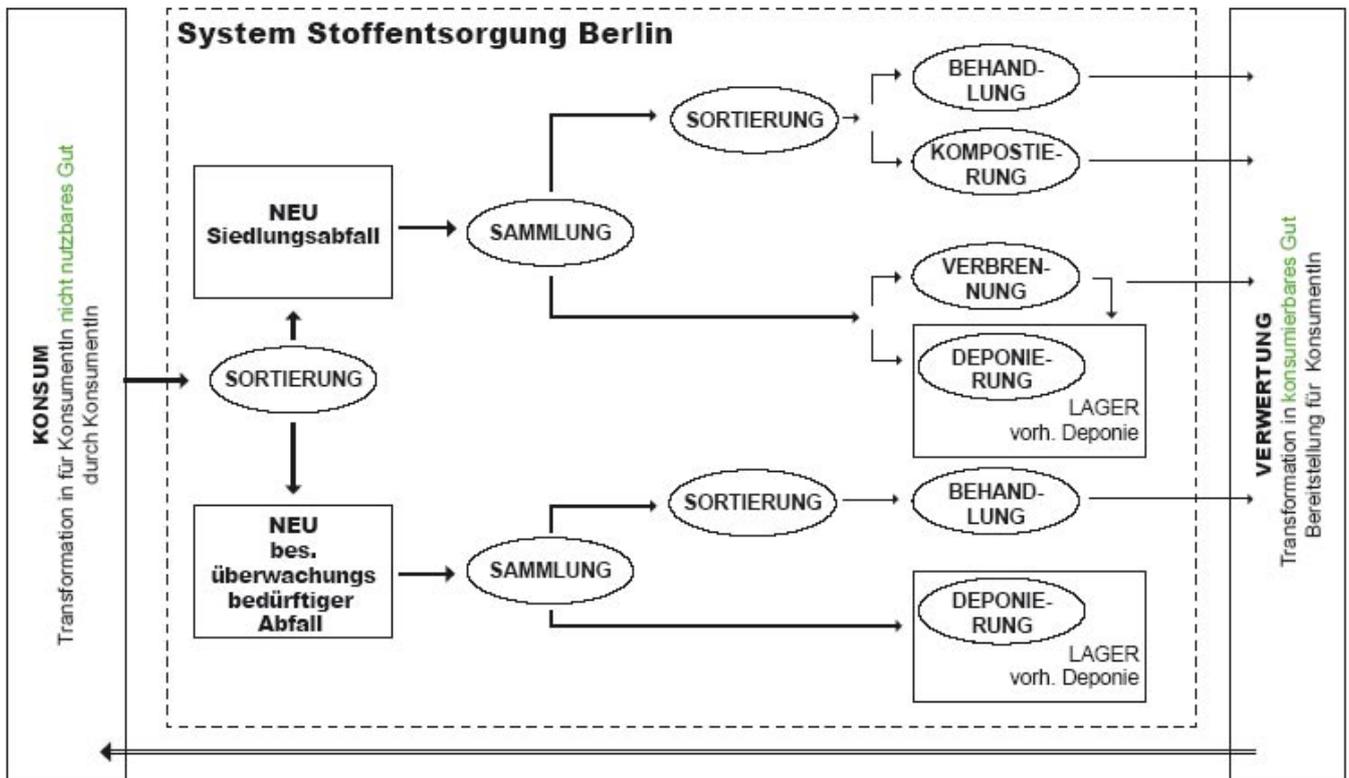


Abb. 8
 Input - Output - Modell
 Quelle: Eigene Darstellung

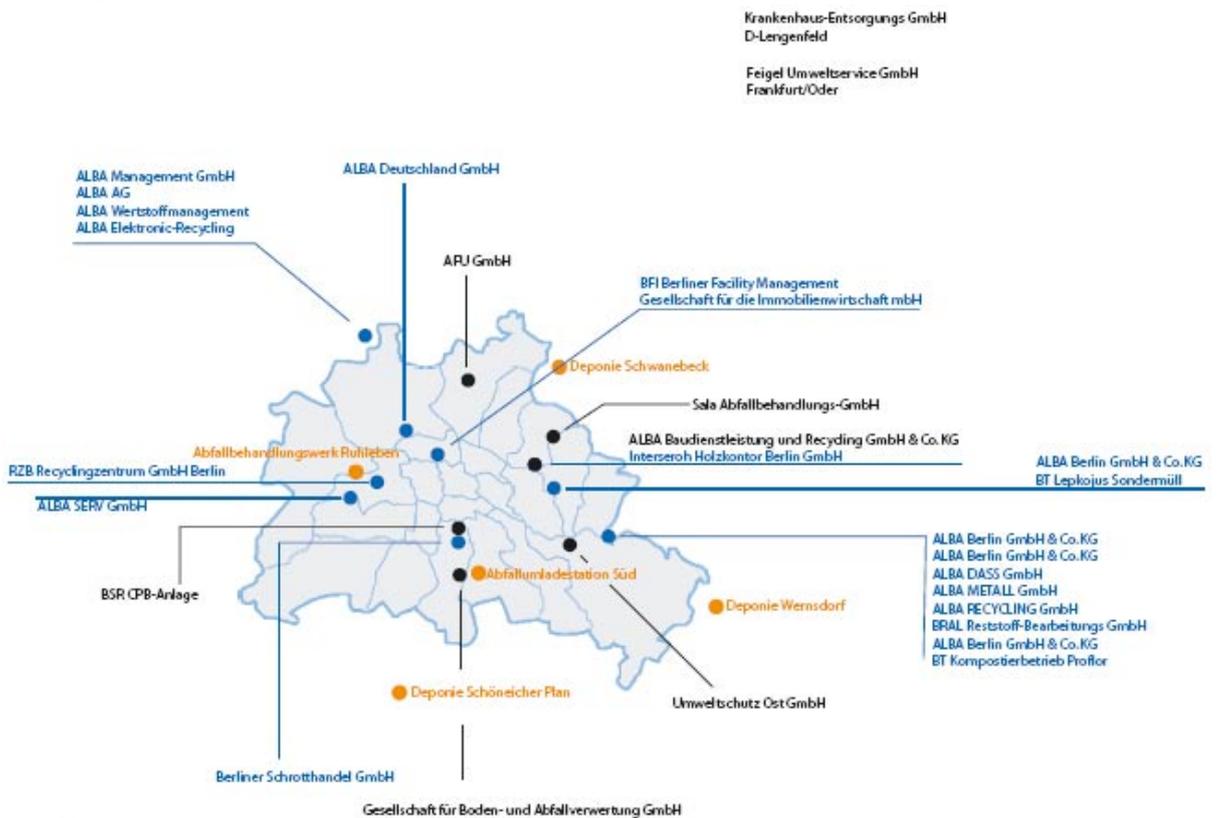


Abb. 9
 Berliner Standorte der Müllentsorgung
 Quelle: BSR

4. Stoffflussanalyse

Abfallverwertung

Von Abfallverwertung wird gesprochen, wenn wirtschaftlich betrachtet, der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung der Schadstoffe liegt, wobei Verunreinigungen der einzelnen Abfälle zu beachten sind.

Stoffliche Verwertung

Die stoffliche Verwertung beinhaltet nach §4 Abs.3 KrW-/AbfG die Substitution von Rohstoffen durch das Gewinnen von Stoffen aus Abfällen (sekundäre Rohstoffe) oder die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke mit Ausnahme der unmittelbaren Energiegewinnung. Eine stoffliche Verwertung liegt vor, wenn nach einer wirtschaftlichen Betrachtungsweise, unter Berücksichtigung der im einzelnen Abfall bestehenden Verunreinigungen, der Hauptzweck der Maßnahme in der Nutzung des Abfalls und nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotentials liegt.

Energetische Verwertung

Die energetische Verwertung beinhaltet den Einsatz von Abfällen. Eine Entscheidung über energetische Verwertung oder thermische Behandlung ist nach dem Grad der Verunreinigung eines Abfalls sowie der im Verlauf der weiteren Behandlung entstehenden Abfälle und Emissionen zu treffen (§4 Abs.4 KrW-/AbfG). Ausgehend vom einzelnen Abfall, ohne Vermischung mit anderen Stoffen, bestimmen Art und Ausmaß seiner Verunreinigungen sowie die durch seine Behandlung anfallenden weiteren Abfälle und entstehenden Emissionen, ob der Hauptzweck auf die Verwertung gerichtet ist.

Abfälle zur Beseitigung

Abfälle zur Beseitigung dürfen nur in den dafür zugelassenen Anlagen (Abfallbeseitigungsanlagen) behandelt, gelagert oder abgelagert werden. Ferner können Abfälle in Anlagen, die nicht nur der Abfallbeseitigung dienen, behandelt werden. Nicht verwertete Abfälle sind zum Wohl der Allgemeinheit nach den Bestimmungen der Technischen Anleitung Siedlungsabfall zu beseitigen und werden auf Dauer von der Kreislaufwirtschaft ausgeschlossen (§10 Abs.1 KrW-/AbfG).

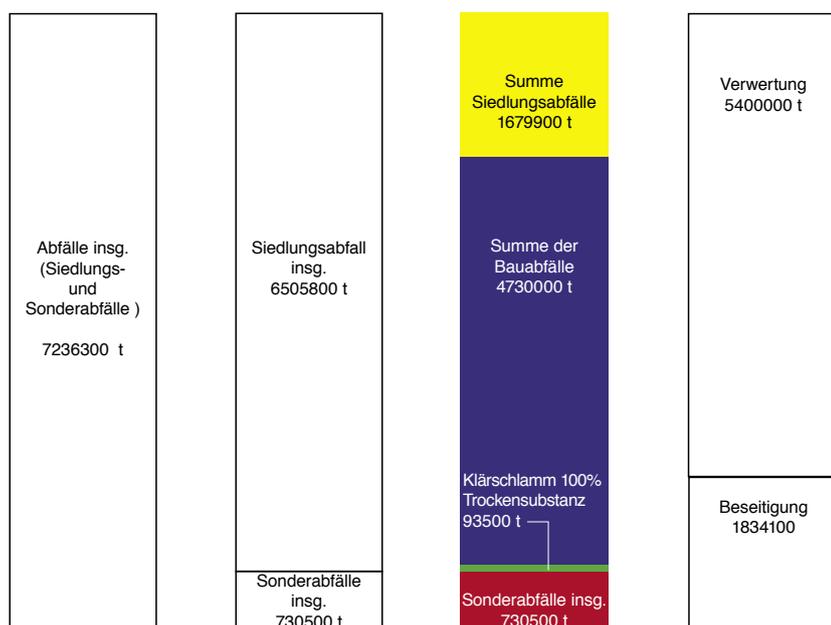


Abb. 10
 Übersicht Abfallmengen 2002
 Eigene Darstellung
 Datenquelle: Senatsverwaltung für
 Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002
 des Landes Berlin, Berlin, 2003

Bauschutt

Unter der Bezeichnung Bauschutt fallen alle mineralischen Stoffe mit einem Störstoffanteil von weniger als 5 Volumenprozent.

Besonder überwachungsbedürftige Abfälle

Die nach §41 Abs.1 KrW-/AbfG besonders überwachungsbedürftigen Abfälle werden umgangssprachlich als Sondermüll bezeichnet. Das sind Abfälle aus gewerblichen oder sonstigen wirtschaftlichen Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosiv oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können.

Hausmüll

Abfälle hauptsächlich aus privaten Haushaltungen, die von den Entsorgungspflichtigen selbst oder von beauftragten Dritten in genormten im Entsorgungsgebiet vorgeschriebenen Behältern regelmäßig gesammelt, transportiert und der weiteren Entsorgung zugeführt werden.

Siedlungsabfälle

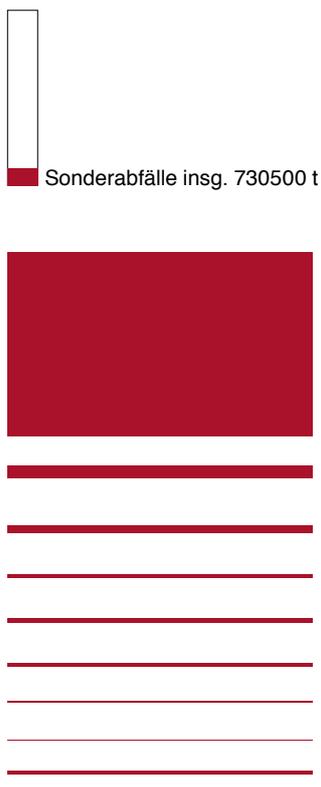
Abfälle wie Hausmüll, Sperrmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Garten- und Parkabfälle, Marktabfälle, Strassenkehrschutt, Bauabfälle, Klärschlamm, Fäkalien, Fäkalschlamm, Rückstände aus Abwasserreinigungsanlagen und Wasserreinigungsschlämme. Der weitaus grössere Teil von Siedlungsabfällen entsteht in Haushalten und kleingewerblichen Betrieben. Darüberhinaus fallen Abfälle, die wie Hausmüll entsorgt werden können, auch in Abwasserbehandlungsanlagen, Industrie- und größeren Gewerbebetrieben an.

Sperrmüll

Feste Abfälle, die wegen ihrer Sperrigkeit nicht in die genormten Behälter passen und getrennt vom Hausmüll gesammelt und transportiert werden.

Quelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002 des Landes Berlin, Berlin, 2003

Abb. 11
 Sonderabfälle 2002
 Eigene Darstellung
 Datenquelle: Senatsverwaltung für
 Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002
 des Landes Berlin, Berlin, 2003



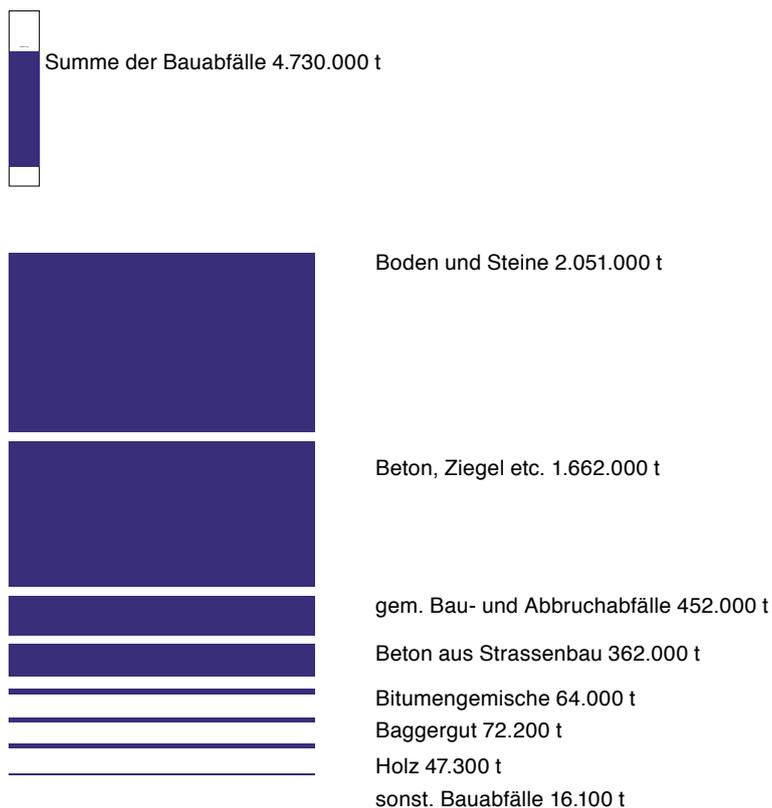


Abb. 12
 Bau- und Abbruchabfälle 2002
 Eigene Darstellung
 Datenquelle: Senatsverwaltung für
 Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002
 des Landes Berlin, Berlin, 2003

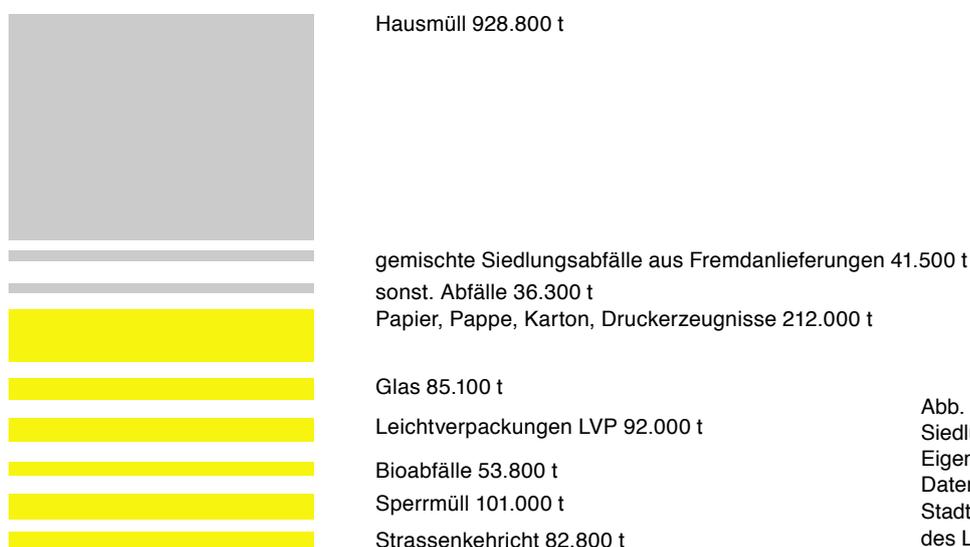


Abb. 13
 Siedlungsabfälle 2002
 Eigene Darstellung
 Datenquelle: Senatsverwaltung für
 Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002
 des Landes Berlin, Berlin, 2003

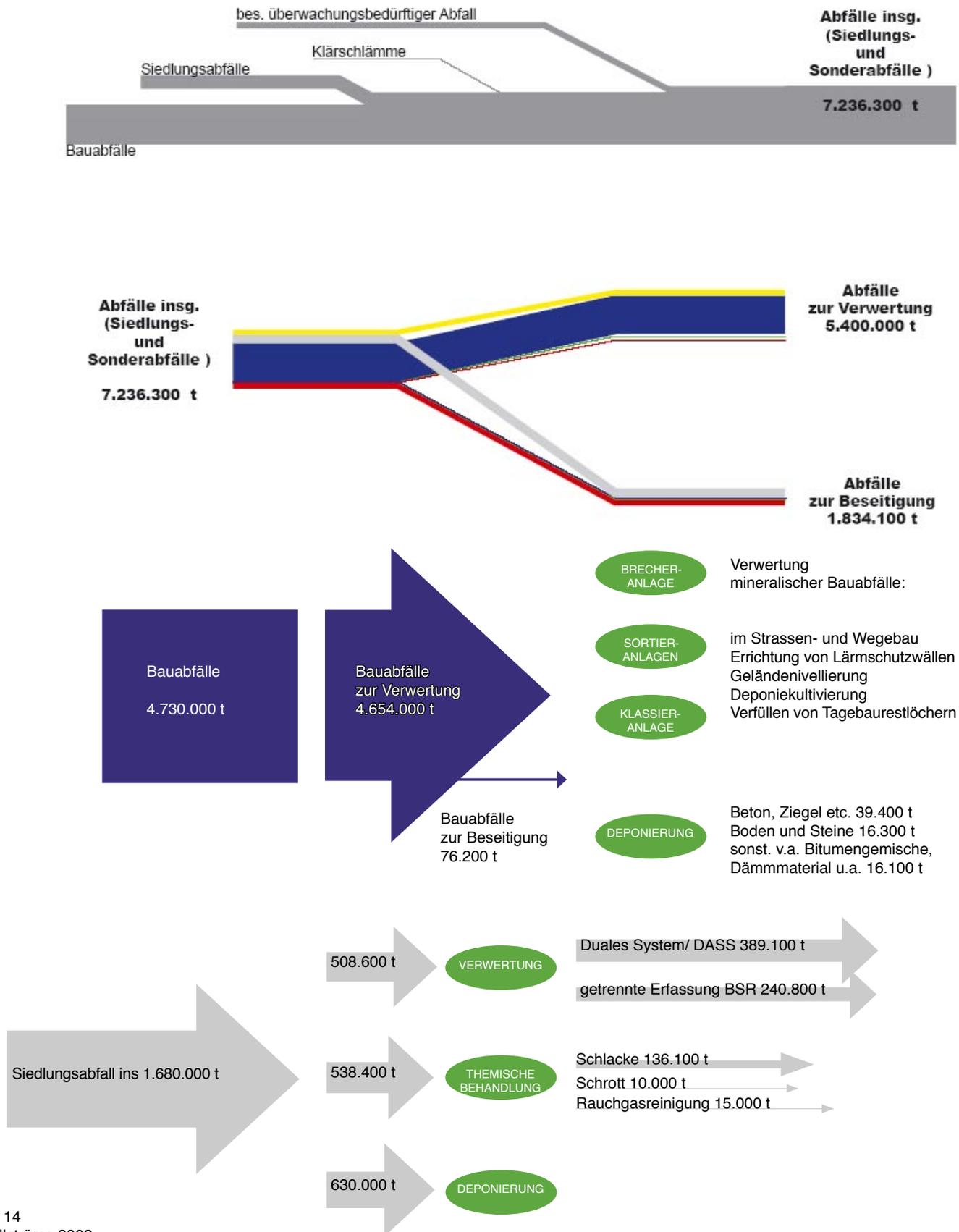


Abb. 14
 Abfallströme 2002
 Eigene Darstellung
 Datenquelle: Senatsverwaltung für
 Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002
 des Landes Berlin, Berlin, 2003

5. Subsystem Müllverbrennung

Abfallbehandlungswerk Nord - Müllverbrennungsanlage (MVA-Ruhleben)

Die BSR-Müllverbrennungsanlage in Ruhleben ist mit einer Jahreskapazität von 520.000 t das Kernstück der Berliner Abfallentsorgung.

Um zu verhindern, dass der Müll von heute zu Altlasten von morgen wird erlaubt der Gesetzgeber ab dem Jahr 2005 nur noch die Deponierung von „inertem“ Material. Das heißt, dass der Müll biologisch und chemisch inaktiv sein muss, um auf den Hausmülldeponien abgelagert werden zu dürfen.

Die Werte, die von der „Technischen Anleitung Siedlungsabfall“ (TASi) hierfür verlangt werden, lassen sich beim heutigen Stand der Technik jedoch nur durch eine thermische Behandlung (Verbrennung) sicher erreichen.

Die Verbrennungsanlage für Siedlungsabfälle in Ruhleben - interne Bezeichnung „Abfallbehandlungswerk Nord“ - ging 1967 in Betrieb. Bis zum Endausbau 1974 wurden acht Kessellinien mit einer Durchsatzkapazität von 400.000 t pro Jahr gebaut. Diese wurden in den 80er Jahren durch eine Rauchgasreinigung ergänzt, für die nach heutigen Maßstäben eine Investitionssumme von rund EUR 400-500 Mio. erforderlich wäre.

Um den weiter steigenden Anforderungen an die Umweltverträglichkeit jederzeit gerecht zu werden, wurde die Anlage in den Jahren 1996 bis 1998 in einem Umfang von rund einer viertel Milliarde Euro nachgerüstet und auf modernsten Stand der Technik gebracht.

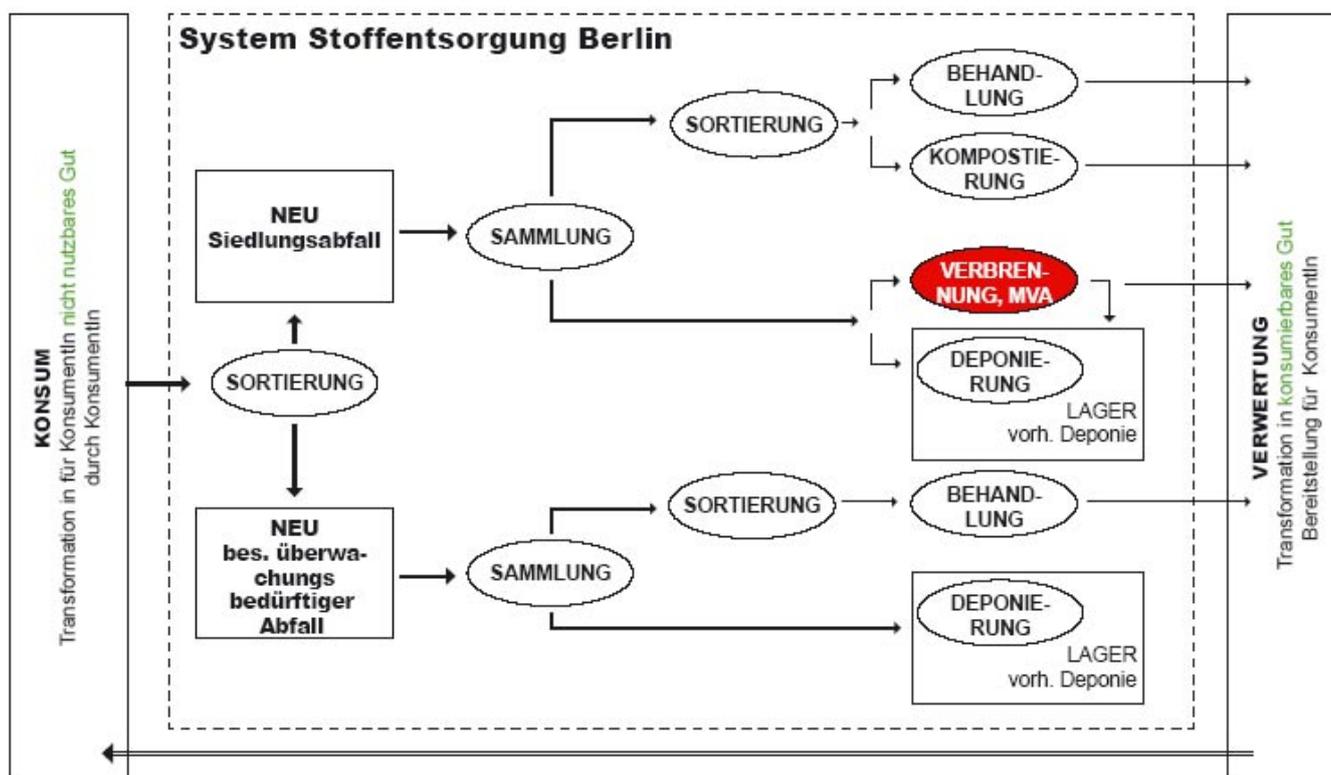


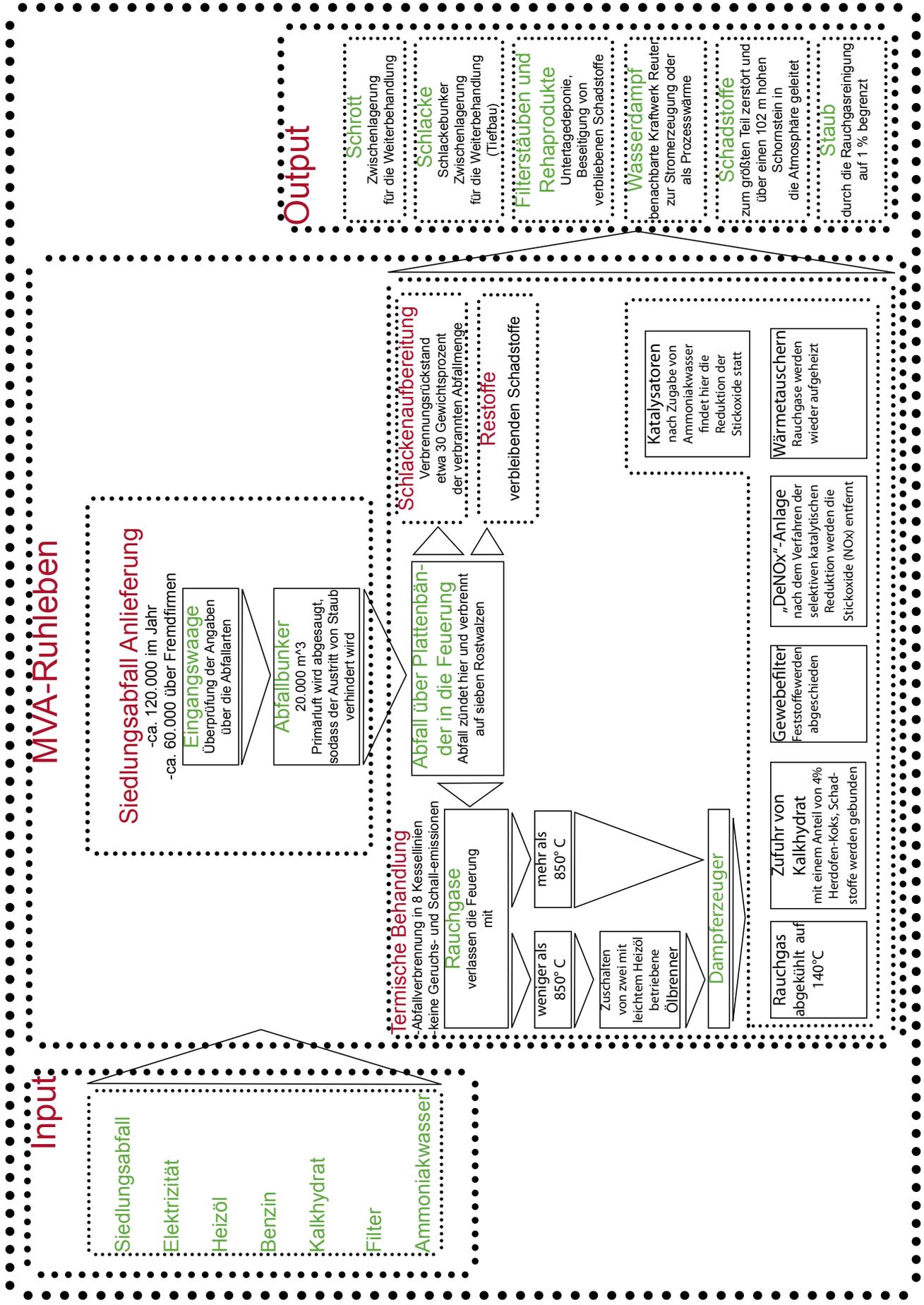
Abb. 15
Modell MVA Ruhleben
Quelle: Eigene Photographie

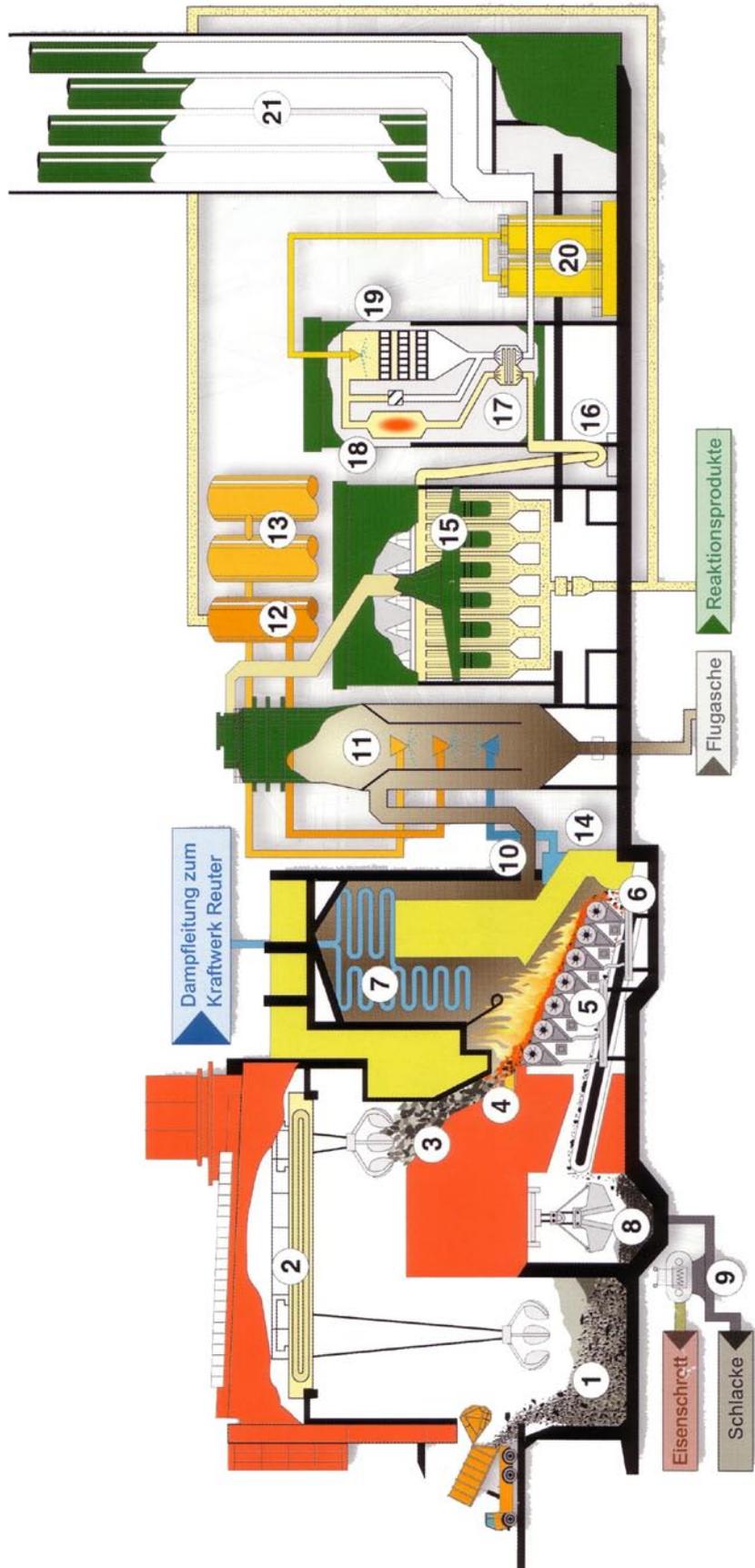
Betriebsdaten MVA-Ruhleben

- Rostkonstruktion: Walzenrost
- Jährliche Abfalldurchsatzleistung: 520.000 Mg/a
- Jährliche Dampferzeugung: 1 Mio. Mg
- Betriebsweise: durchgehender 3-Schichtbetrieb
- Anzahl der Verbrennungseinheiten: 8
- Verbrennungsleistung je Einheit: 9-13 Mg/h
- Dampferzeuger Kesselkonstruktion: Naturumlauf Strahlungskessel
- Dampfleistung je Kessel: 20-32 Mg
- Dampfzustand am Überhitzer Austritt: 470°, 75 bar
- Speisewassertemperatur: 150° C (Kraftwerk Reuter)
- Luftvorwärmung: 2-stufig, Max. 200° C
- Feuerraumtemperatur: > 850° C
- Abgastemperatur am Kesselende: 200-230° C
- Abgasmenge je Kessel (Nm3): 50.000-70.000 m3/h

Abb. 16
Input - Output - Modell
Quelle: Eigene Darstellung







Verfahrensablauf:

- Anlieferung
- Thermische Behandlung
- Rauchgasreinigung
- Schlackenaufbereitung
- Umwelt- und Gefahrenschutz-Emissionen
- Reststoffe

Legende:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Müllbunker 2 Krananlage mit Polypgreifer 3 Aufgabetrichter 4 Müldosierung 5 Walzenroste mit Unterluftsystem 6 Naßentschlacker 7 Dampferzeugung 8 Schlackebunker 9 Überbandmagnet 10 Rauchgaskanal 11 Reaktionsstrecke | <ul style="list-style-type: none"> 12 Rezirkulationssilo 13 Frischkalksilo 14 Wasserpumpenstation zur Rauchgaskonditionierung 15 Gewebefilter 16 Saugzug 17 Wärmetauscher 18 Dampfaufheizung 19 SCR-Reaktor 20 Ammoniakwassertank 21 Kamin |
|---|--|

Abb. 17 (linke Seite)
Input - Output - Modell: Subsystem MVA
Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 18 (rechte Seite)
Fließschema der MVA Ruhleben
Quelle: www.bsr.de

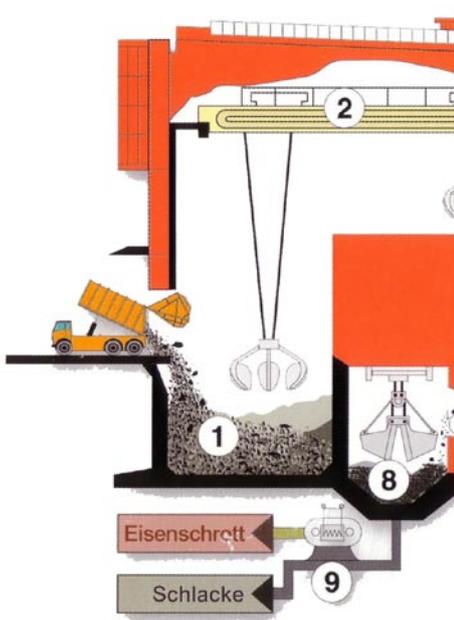


Abb. 19
 Ausschnitt aus dem Fließschema
 Quelle: www.bsr.de

Die Fortschritte in der Verfahrenstechnik haben die Schadstoffemissionen moderner Müllverbrennungsanlagen seit den 80er Jahren auf ein Zehntel bis ein Hundertstel reduziert.

Aufgrund des im Vergleich zu Deponien geringen Flächenverbrauchs, der Möglichkeit zur Steuerung und Kontrolle der ablaufenden Prozesse sowie der ausgereiften und effektiven Energieausbeute gilt die thermische Abfallbehandlung heute weithin als die ökonomisch und ökologisch sinnvollste Behandlung des Restmülls.

Siedlungsabfall Anlieferung

-ca. 120.000 im Jahr
 -ca. 60.000 über Fremdfirmen

Eingangswaage
 Überprüfung der Angaben
 über die Abfallarten

Abfallbunker
 20.000 m³
 Primärluft wird abgesaugt,
 sodass der Austritt von Staub
 verhindert wird

Abb. 20
 Ausschnitt aus dem Input - Output - Modell
 Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 21, 22, 23
 Einfahrt MVA-Ruhleben
 Quelle: Eigene Photographien



Anlieferung

Im Jahr werden ca. 120.000 Anlieferungen durch die BSR registriert, 60.000 Anlieferungen kommen über Fremdfirmen. Alle Fahrzeuge passieren zunächst die Eingangswaage. BSR-Mitarbeiter überwachen hier die Anlieferungen und prüfen gleichzeitig die Angaben über die Abfallarten.

Dann werden die Anlieferfahrzeuge in den Bunker, der eine Speicherkapazität von rund 20.000 m³ besitzt entladen. Drei Krane, deren Polypgreifer ein Fassungsvermögen von ca. 6 m³ haben, schichten den Abfall im Abfallbunker um und transportieren ihn zu den Abfallverbrennungslinien.

Abb. 24

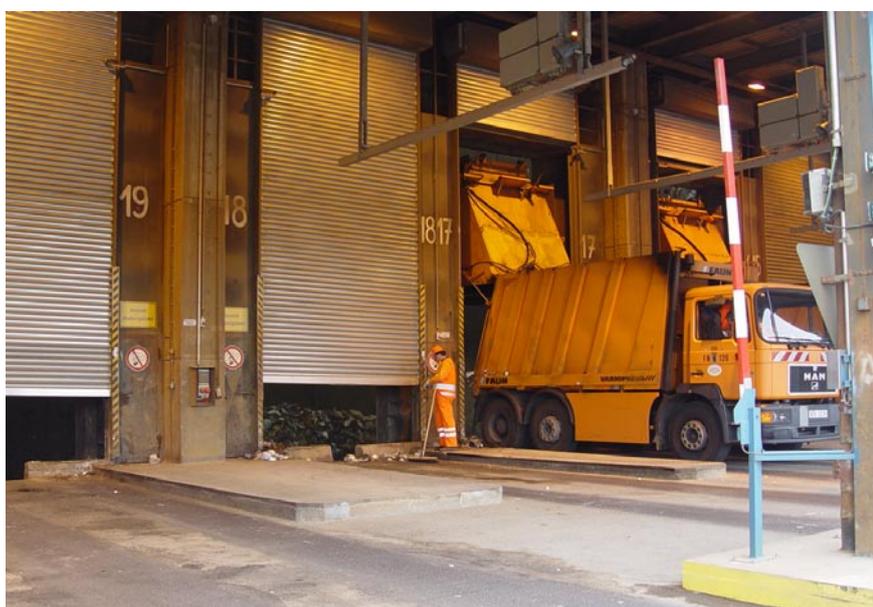
Abb. 26

Abb. 25

Abb. 27

Abb. 24: Bunkertore
 Abb. 25: Müllwagen beim ausladen
 Abb. 26: Polypgreifer
 Abb. 27: Bunker

Quelle: Eigene Photographien



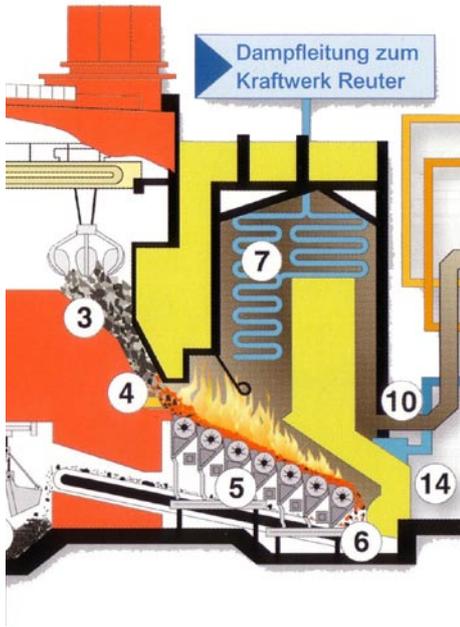


Abb. 28
 Ausschnitt aus der Fließschema
 Quelle: BSR

Thermische Behandlung

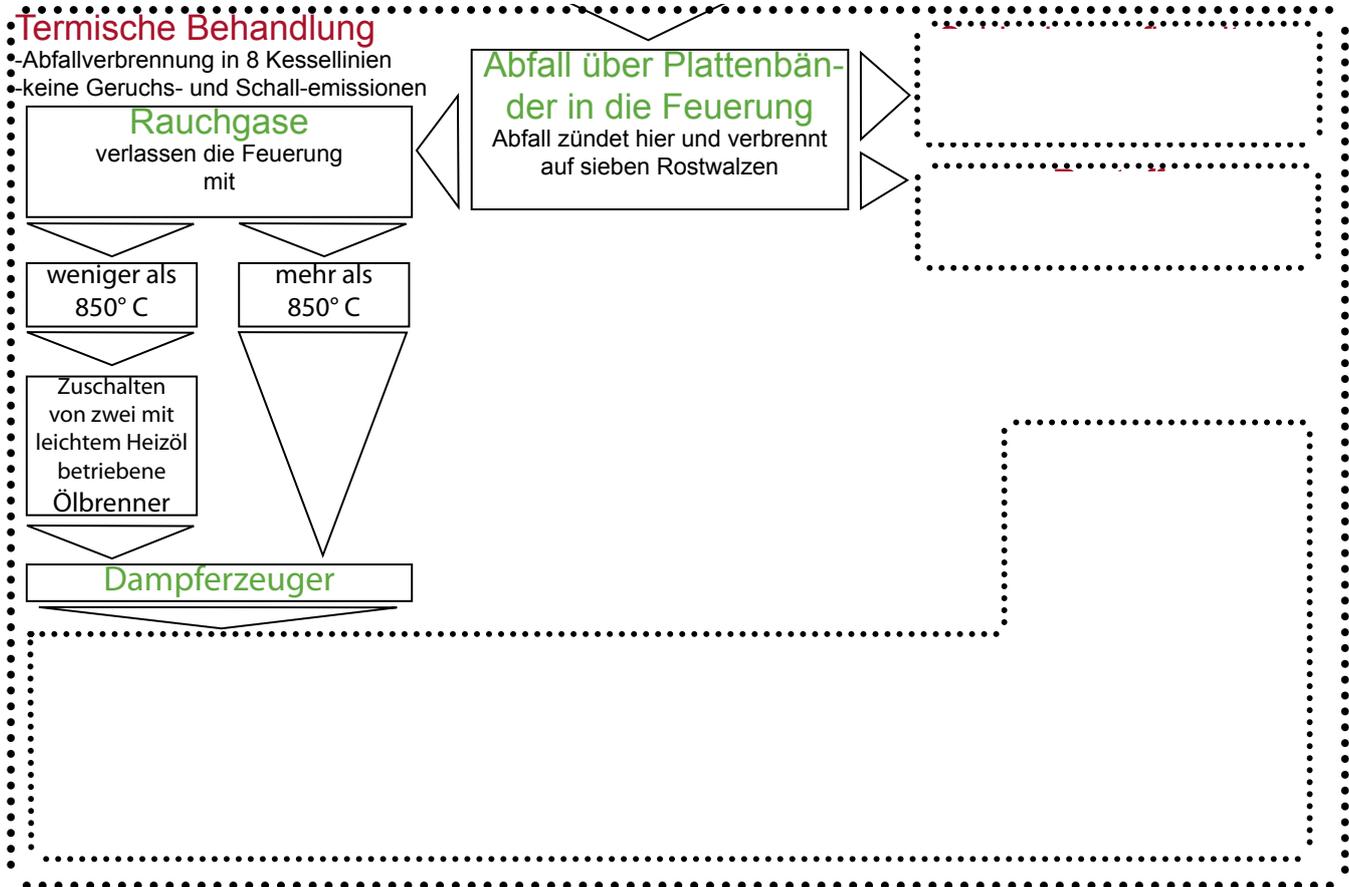
Die thermische Abfallbehandlungsanlage Ruhleben besteht aus einer Verbrennungsanlage für Siedlungsabfälle mit acht Kessellinien, einer Rauchgasreinigungsanlage je Kessellinie und einer Entstickungsanlage für die Rauchgase.

Aus den Aufnahmetrichtern gelangt der Abfall über Plattenbänder in die Feuerung. Er zündet dort und verbrennt auf den insgesamt sieben Rostwalzen. Die Primärluft wird aus dem Abfallbunker abgesaugt, so dass der Austritt von Staub verhindert wird.

Die bei der Verbrennung entstehenden Rauchgase verlassen die Feuerung mit einer Temperatur von mehr als 850° C. Bei dieser Temperatur werden die Schadstoffe zum größten Teil zerstört. Sollte durch eine Störung die Temperatur der Rauchgase unter 850° C sinken, so werden zwei mit leichtem Heizöl betriebene Ölbrenner zugeschaltet. Im Normalfall ist keine Zusatzfeuerung notwendig.

Im nachgeschalteten Dampferzeuger geben die heißen Rauchgase ihren Wärmeinhalt ab, wobei sie auf ca. 200° C abkühlen. Der entstehende Hochdruck-Heißdampf von 470° C und 75 bar wird an das benachbarte Kraftwerk Reuter zur Stromerzeugung oder als Prozesswärme abgegeben.

Abb. 29
 Ausschnitt aus der Input - Output - Modell
 Quelle: Eigene Darstellung



Rauchgasreinigung

Dem auf 140°C abgekühlten Rauchgas wird Kalkhydrat mit einem Anteil von 4% Herdofen-Koks zugesetzt, um die Schadstoffe zu binden. Die Feststoffe werden im nachgeschalteten Gewebefilter abgeschieden. Danach werden die Rauchgase durch die „DeNOx“-Anlage geleitet, die nach dem Verfahren der selektiven katalytischen Reduktion die Stickoxide (NOx) entfernt.

In Wärmetauschern werden die Rauchgase wieder aufgeheizt und nach Zugabe von Ammoniakwasser über Katalysatoren geleitet, an denen die Reduktion der Stickoxide stattfindet. Die so gereinigten Rauchgase werden über einen 102 m hohen Schornstein in die Atmosphäre abgeleitet.

Die als Verbrennungsrückstand anfallende Schlacke, etwa 30 Gewichtsprozent der verbrannten Abfallmenge, wird aus der Feuerung ausgetragen und in einen Schlackebunker für die Weiterbehandlung zwischengelagert.

Bei der thermischen Behandlung der Abfälle in Ruhleben treten keine Geruchs- und Schallemissionen auf. Staubemissionen werden durch die Rauchgasreinigung auf 1 Prozent begrenzt. Wie in der 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung gefordert, wird die heiÙe Abluft energetisch genutzt.

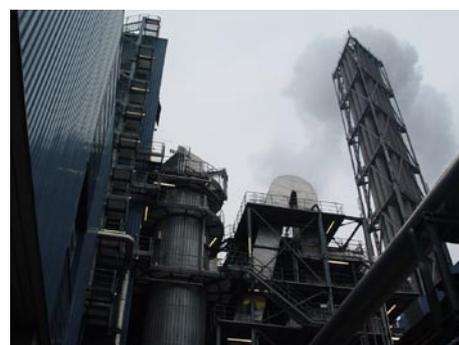


Abb. 30, 31, 32, 33
Rauchgasreinigungsanlage
Quelle: Eigene Photographien

Abb. 34
Ausschnitt aus der Input - Output - Modell
Quelle: Eigene Darstellung

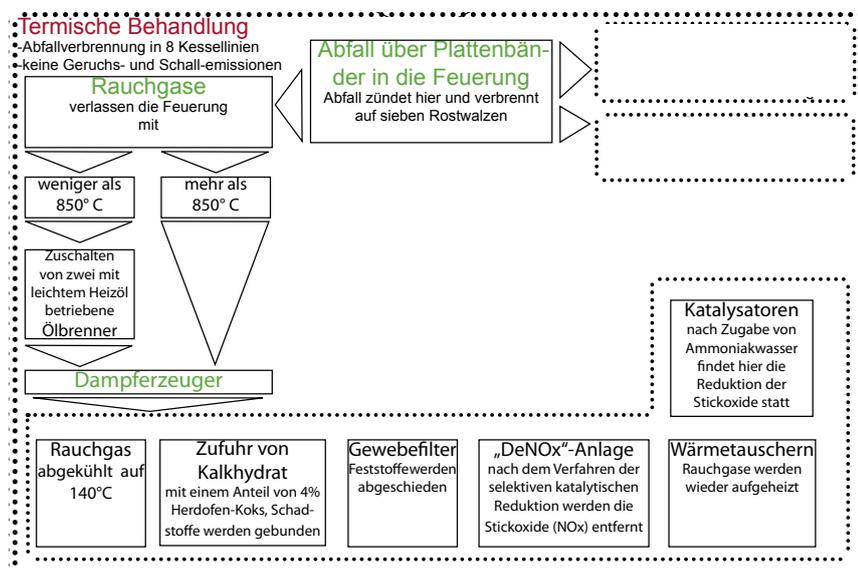




Abb. 35
 Schlacke
 Quelle: Eigene Photographie



Abb. 36
 Eisenschrott
 Quelle: Eigene Photographie



Abb. 37
 MVA-Ruhrleben, Kamin
 Quelle: Eigene Photographie

Abb. 38
 Ausschnitt aus dem Input - Output - Modell
 Quelle: Eigene Darstellung

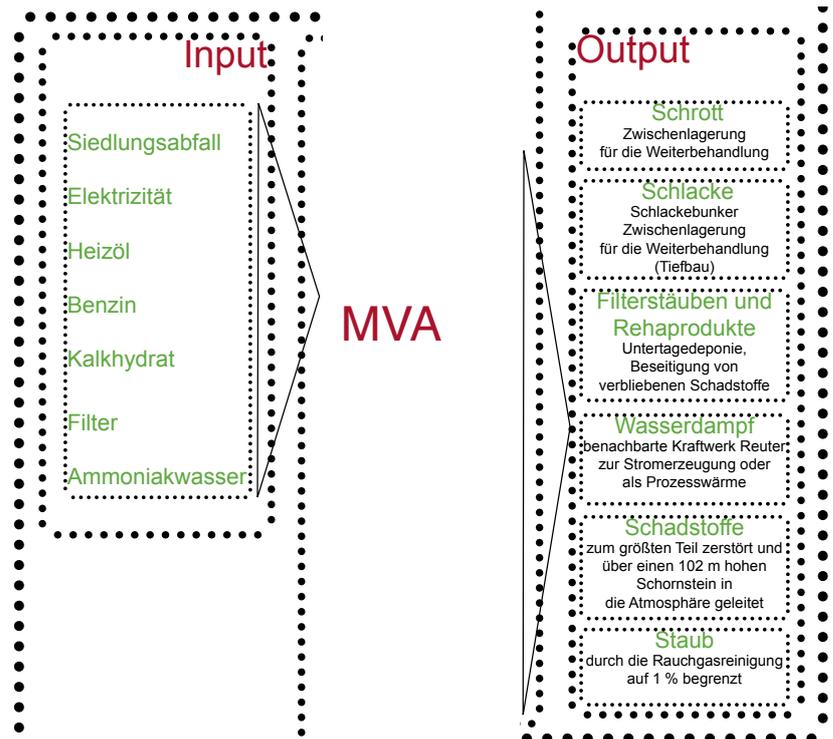
Reststoffe

Mit der Abfallverbrennung erreicht man eine schnelle und sichere Beseitigung der Abfälle durch Mineralisierung. Nur 10 Prozent des Ausgangsvolumens und etwa 30 Prozent des ursprünglichen Gewichts der Abfälle bleiben nach der Verbrennung als Schlacke und Asche übrig. Diese werden zum größten Teil einer Verwertung zugeführt, so zum Beispiel im Tiefbau.

Die verbleibenden Schadstoffe konzentrieren sich vor allem in Filterstäuben und Rehaprodukten aus der Rauchgasreinigung. Diese rund 3,5 Prozent nicht verwertbaren Anteile des Abfalls, ca. 13.000 Mg pro Jahr, werden in Untertagedeponien beseitigt.

Auswirkungen auf die Gesundheit und die ökologischen Systeme Moderne thermische Restmüllbehandlung bedeutet heute:

- Minimierung des Landschaftsverbrauchs
- Vernichtung der im Restmüll enthaltenen organischen Schadstoffe
- Verwertung der anfallenden Reststoffe und der freiwerdenden Verbrennungsenergie
- Konzentration von Schadstoffen und Entzug aus der Umwelt



6. Subsystem Deponierung von Siedlungsabfall

Berliner Deponien

Im Land Berlin gibt es aufgrund seiner spezifischen räumlichen Situation keine Deponien für zu beseitigende Abfälle.

Das Land Berlin lagert Abfälle zur Beseitigung im Wesentlichen auf Deponien im Land Brandenburg ab. Die Nutzung bzw. Betreibung wurde unbeschadet des ansonsten geltenden Territorialprinzipes wegen der engen räumlichen Verpflechtung mit dem Land Brandenburg und auf der Basis der langjährigen Kooperation in der Abfallwirtschaft einvernehmlich zwischen beiden Ländern geregelt.

Die Berliner Siedlungsabfälle werden auf die Deponien Schöneicher Plan, Schwanebeck und Wernsdorf der Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) sowie auf die Deponien Schöneiche und Vorketzin der Märkischen Entsorgungsanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (MEAB) endgelagert.

Die BSR ist eine Anstalt des öffentlichen Rechts. Die MEAB ist eine Gesellschaft, die jeweils zu 50 % im Eigentum der Länder Berlin und Brandenburg steht.

Bei den Bauabfällen hat das Land Berlin als öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger (ÖRE) verschiedene Entsorgungsfirmen mit der Entsorgung der nicht besonders überwachungsbedürftigen Bauabfälle drittbeauftragt. Dabei handelt es sich um die Bauabfalldeponie Deetz und die Siedlungsabfalldeponien Schöneiche und Vorketzin der MEAB sowie die Asbest-Monodeponie Dobbrikow (Betreiber: Nägler GmbH).

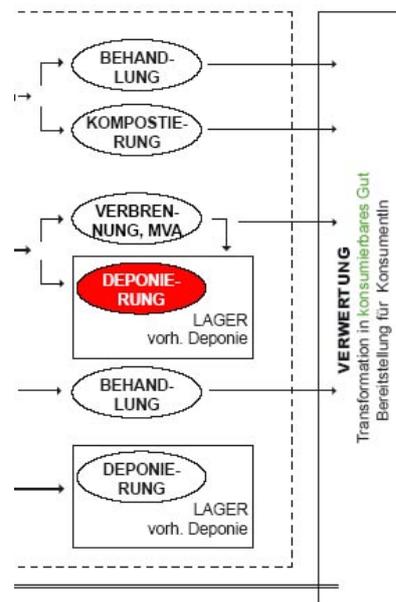
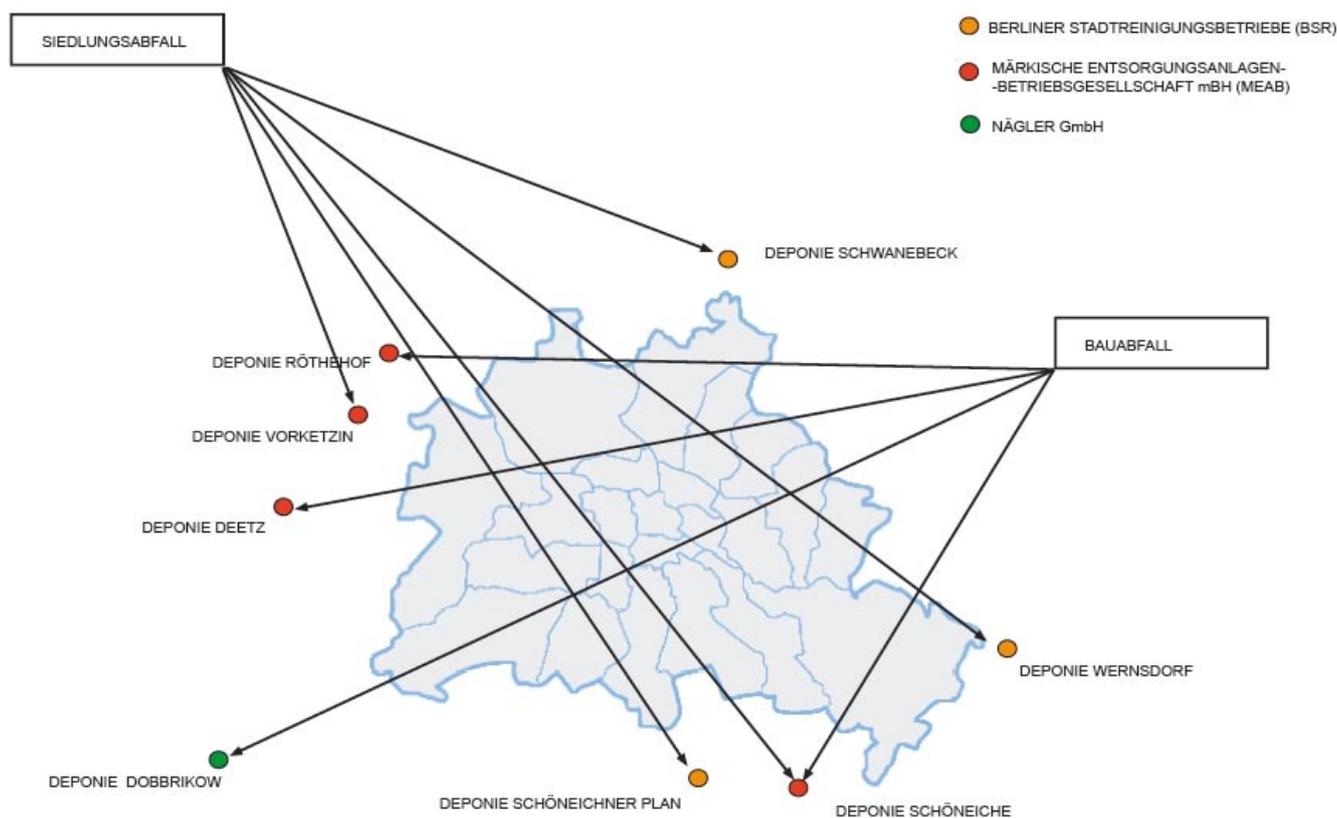


Abb. 39
Ausschnitt aus dem Input - Output - Modell
Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 40
Berliner Deponien
Quelle: BSR / Eigene Darstellung



Quelle: eigene Darstellung

Die besonders überwachungsbedürftigen Bauabfälle (Bausonderabfälle) werden durch die Sonderabfallgesellschaft Berlin/Brandenburg mbH (SBB) anderen Beseitigungsanlagen zugewiesen. Einzige öffentlich zugängliche Deponie für diese Abfälle im weiteren Berliner Umland ist die Sonderabfalldeponie Röthehof der MEAB.

Die Deponien wurden außer Röthehof (1979), Wernsdorf (1982) und Dobbrikow (1995) Mitte der siebziger Jahre als geordnete Deponien in Betrieb genommen. Der Beginn der Abfallablagerungen an diesen Standorten erfolgte schon bedeutend früher. Die Deponien entsprachen durchgehend nicht dem Stand der Technik und werden deshalb gegenwärtig auf der Grundlage nachträglicher Anordnungen und Fachplanungen durch Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen nachgerüstet.

Zur Verringerung der abfalltransportbedingten Emissionsbelastungen der Umwelt und im Interesse einer Entlastung des Straßenverkehrs erfolgt die Abfallanfuhr aus Berlin zur Deponie Deetz überwiegend auf dem Wasserweg und zu den Deponien Schöneiche, Schöneicher Plan und Vorketzin überwiegend auf der Schiene (per Bahn). Alle anderen Deponien werden ausschließlich mit LKWs beliefert.

Quelle: www.stadtentwicklung.berlin.de

Vorgänge in Deponien

Die Ablagerungen von Siedlungsabfällen auf den geordneten Deponien der letzten Jahre ist als Konzentrierung organischer und anorganischer Abfallstoffe zu verstehen, bei denen die Abfälle einer Vielzahl unkontrollierter biochemischer und Chemisch-physikalischer Umsetzungsprozesse unterliegen. Die festen Ausgangsstoffe werden teilweise in mobile Reaktionsprodukte umgewandelt und verlassen den Deponiekörper im wesentlichen über Gas- und Wasserpfad.

Als umweltverträglich bzw. stabilisiert wird der Zustand einer Deponie dann bezeichnet, wenn das Ausmaß der freigesetzten Stoffe dem Potential der in der Umwelt befindlichen Stoffe angepasst wird. Die Qualitätsentwicklung der Emissionen vom Betriebsanfang bis zum umweltverträglichen Zustand wird als Stabilisierungsverlauf verstanden.

Quellen:
Kruse K.,1994, Langfristiges Emissionsgeschehen von Siedlungsabfalldeponien. Dissertation



Abb. 41
Abfallberg
Quellen: www.awz-wiefels.de/deponie.html

Beispieldeponie Schwanebeck

Die Deponie Schwanebeck liegt am nördlichen Stadtrand Berlins im Landkreis Barnim. Im Gebiet zwischen Schwanebeck, Zepernick und Berlin-Buch wurde nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs Kies für den Wiederaufbau Berlins abgebaut. Nach Ausbeutung der Kiesvorkommen Anfang der sechziger Jahre wurden die zahlreichen Gruben mit Bauschutt und Siedlungsabfällen verfüllt. Der geregelte Deponiebetrieb in Schwanebeck begann 1973 als Zentraldeponie für Berlin-Ost und den Kreis Bernau. Durch den VEB Stadtwirtschaft Berlin in einer dieser ehemaligen Kiesgruben. Heute ist die Deponie etwa 62 Hektar groß und mit einer Höhe von gut 25 Metern weithin sichtbar. In Schwanebeck werden ausschließlich Berliner Siedlungsabfälle, vorwiegend aus dem Nordosten der Stadt, entsorgt. Seit 1992 arbeiten die BSR an der schrittweisen Ertüchtigung und Sicherung der Deponie. Ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Modernisierung war die Inbetriebnahme der Deponiegaserfassungs- und -verwertungsanlage im Juli 2000.

Nutzung von Deponiegas

Unkontrolliert aus der Deponie austretendes Gas kann Menschen und die Umwelt gefährden. Unter bestimmten Bedingungen führt es zu Explosionen und Bränden, beeinträchtigt das Pflanzenwachstum und beeinflusst unser Klima negativ. Denn Methan und Kohlendioxid, die Hauptbestandteile des Gasgemisches, sind so genannte Treibhausgase, die nachweislich den wärmeregulierenden Effekt der Erdatmosphäre allmählich zerstören. Aber Methan ist andererseits auch ein wertvoller Energieträger. In modernen Verwertungsanlagen lässt sich die chemische Energie des Gases in Strom und Wärme umwandeln.

Gaserfassungs- und -verwertungsanlage

Im Abfall bildet sich bei der Zersetzung durch Mikrobakterien unter Luftabschluss Deponiegas. Je Tonne abgelagerten Müll können zwischen 100 und 200 Kubikmeter Deponiegas entstehen. Um das Gas optimal fassen zu können, wurden 117 Gasbrunnen gebohrt. Sie bestehen aus geschlitzten Kunststoffrohren, die zwischen 6 und 28 Meter tief in den Deponiekörper führen. Die Brunnen sind in einem Abstand von rund 70 Metern gleichmäßig über den gesamten Deponiekörper verteilt. Das Gas wird aus dem Deponiekörper zu den Brunnenköpfen hochgesaugt und von dort über Ableitungsrohre zu den elf Gassammelstationen transportiert. Eine rund 3 Kilometer lange Ringleitung rund um die Deponie verbindet die Gassammelstationen mit der Gasverdichterstation. Dort sorgen vier Schraubenverdichter dafür, dass durch kontinuierliches Saugen ein ständiger Unterdruck von 400 Millibar im Müllkörper herrscht. Insgesamt werden so im Schnitt 3.000 Kubikmeter Deponiegas pro Stunde nach dem Staubsaugerprinzip aus dem Deponiekörper gesaugt.

Von der Gasverdichterstation gelangt das Deponiegas in die Gasverwertungsanlage ein Blockheizkraftwerk mit sechs Verbrennungsmotor-Modulen. Jeder der sechs 16-Zylinder-Otto-Gasmotoren treibt einen Generator an, der die mechanische Leistung des Verbrennungsmotors in elektrische umwandelt. Insgesamt werden damit in einer Stunde rund 5.000 Kilowattstunden Strom produziert. Nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen die Verbrennungsmotoren aber nicht nur Kraft, sondern auch Wärme- etwa 6.500 Kilowattstunden pro Stunde.

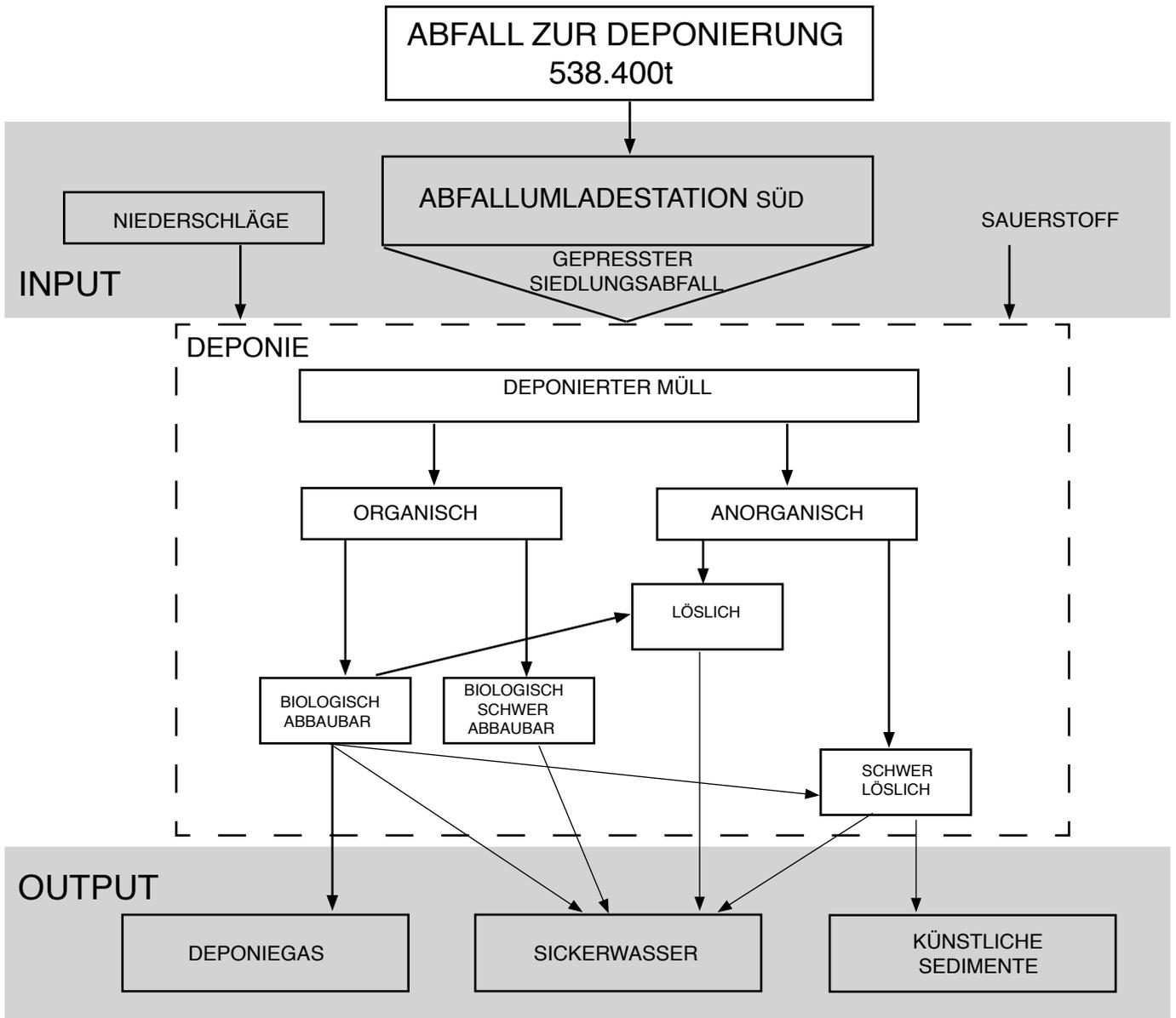


Abb. 42
 Input - Output - Modell Mülldeponie
 Quelle: Eigene Darstellung

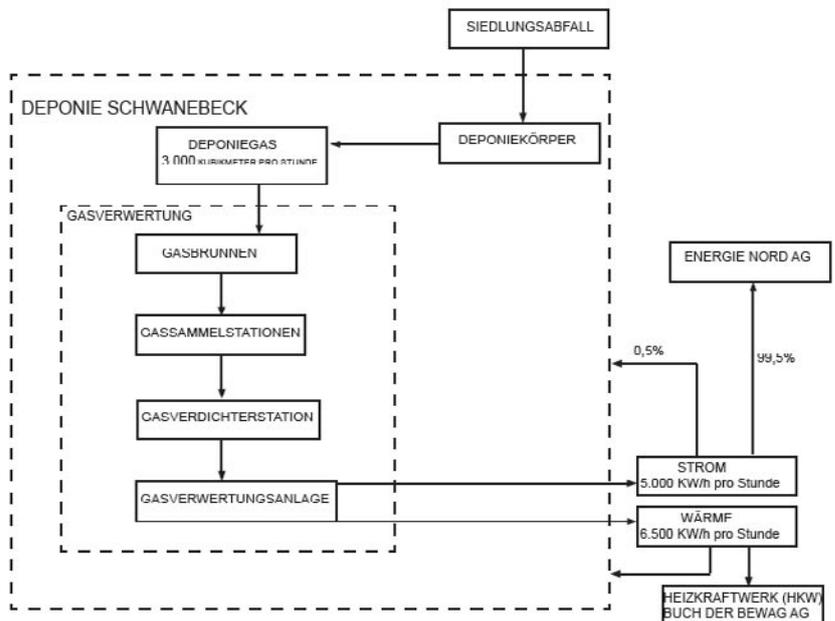


Abb. 43
 Stoffflussanalyse
 Deponie Schwanebeck
 Quelle: Eigene Darstellung

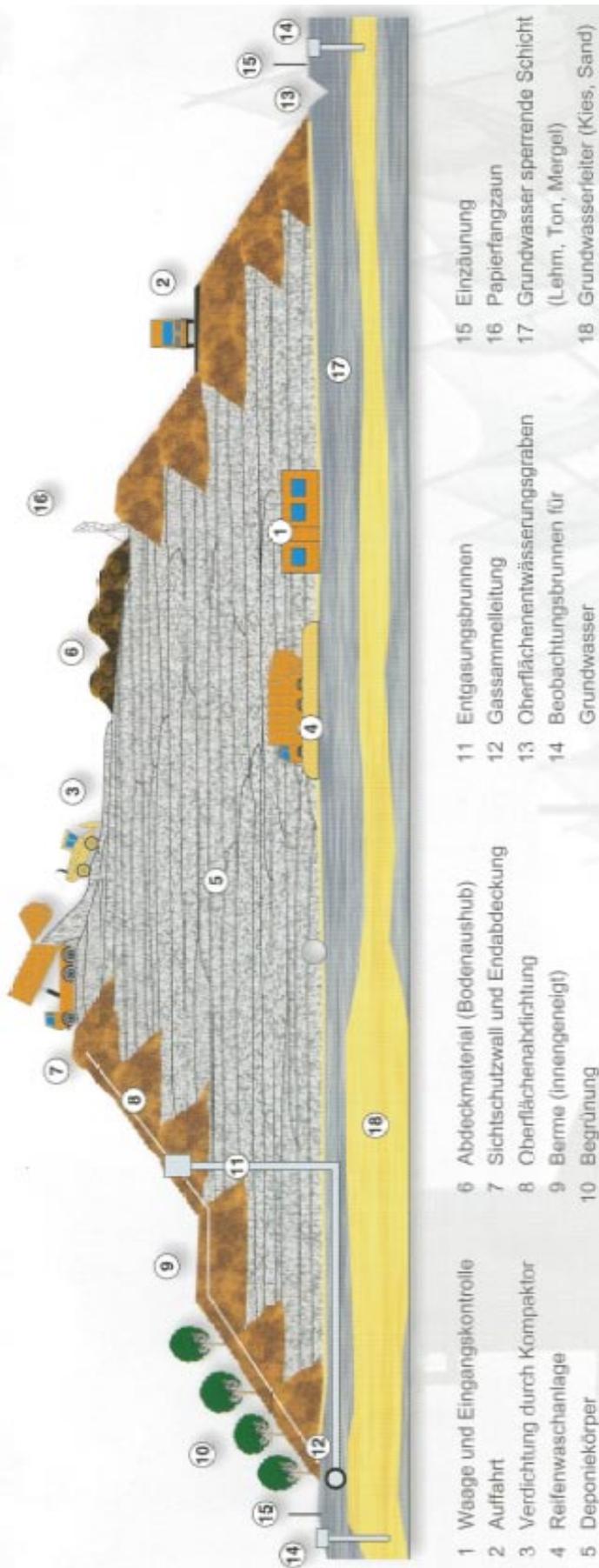


Abb. 44
 BSR-Deponien: Fließschema
 Quelle: Entsorgung mit Zukunft, BSR

7. Subsystem Verwertung von Siedlungsabfall (Team Grüner Punkt)

Das TEAM GRÜNER PUNKT ist von der „Der Grüne Punkt“ Duales System Deutschland AG (DSD) beauftragt, die Abfallberatung und Öffentlichkeitsarbeit in ihrem Namen zu organisieren. Sie übernehmen damit die Aufgaben, die von 1991-2003 von der DASS mbH in Berlin erfüllt wurden. Das Team Grüner Punkt organisiert die Öffentlichkeitsarbeit und Abfallberatung für Entsorgungspartner in Berlin.

Recycling von Kunststoff

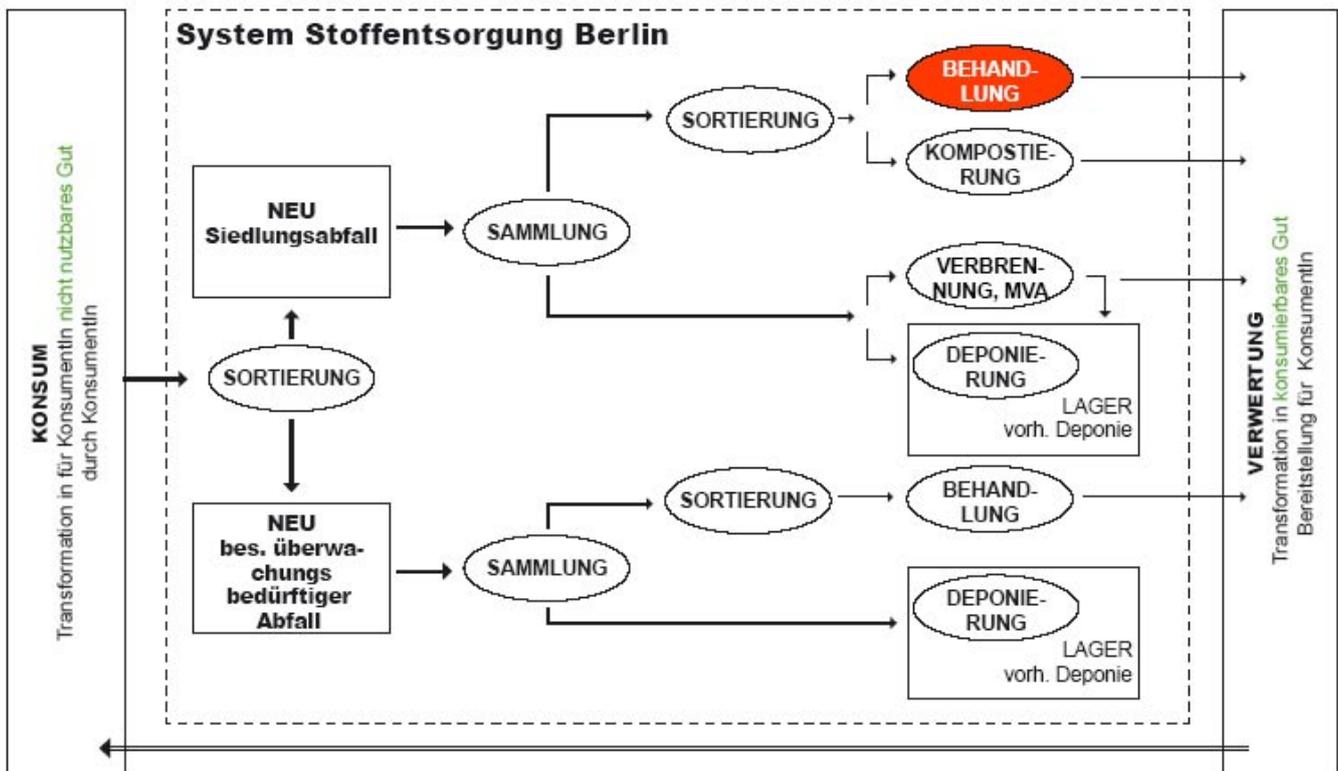
Wertstoffliches Recycling

Die zu verwertenden Kunststoffe werden zerkleinert, intensiv gewaschen und nach Dichte getrennt. Unter Wärme- und Druckeinwirkung schmelzen die Kunststoffteile im Extruder zu einer homogenen Masse. Um Verunreinigungen abzuscheiden, wird die Kunststoffschmelze filtriert und durch Düsen gepresst. Anschließend entsteht nach Schneiden und Abkühlen ein Granulat, welches Ausgangsprodukt für die kunststoffverarbeitende Industrie ist. Durch Zugabe von Farben oder anderen Zuschlagstoffen kann der Kunststoffe bereits im Extruder für verschiedene Anwendungen modifiziert werden.

Rohstoffliches Recycling

Mischkunststoffe werden zerkleinert, durch Windsichten und Absieben gereinigt und für die Agglomeration bereitgestellt. Im Agglomerator entsteht durch Bewegung der Kunststoffteile Reibungswärme, die dazu führt, dass die Kunststoffteile zwar eine unregelmäßige Kornform und –größe aber eine glatte Oberfläche haben. Das Agglomerat ist so förderfähig und kann bei verschiedenen Verwertungsverfahren eingesetzt werden.

Abb. 45
 Input - Output - Modell
 Quelle: Eigene Darstellung



Recycling von Pappe und Papier

Recyclingverfahren

Druckschriften und Verpackungspapier werden getrennt und danach im Pulper in Wasser aufgelöst. Die Fasermasse wird von Fremdstoffen befreit und von Druckfarben gereinigt. Am Siebauftrag der Papiermaschine gleitet die Fasermasse gleichmäßig auf das Walzensystem. Die Pressenpartie entwässert dann die Fasermasse und presst sie zu einer dünnen Schicht. Nach der Trockenpartie wird die fertige Papierbahn aufgerollt und je nach Verwendungszweck geschnitten. Papierrecycling ist kein unendlicher Kreislauf. Bei jedem Verwertungsvorgang verkürzen sich die Fasern (Durchschnittlicher Durchlauf einer Papierfaser: 5-7 Mal). Durch Zugabe frischer Zellulosefasern kann die Qualität der Fasermasse verbessert werden.

Recycling von Glas

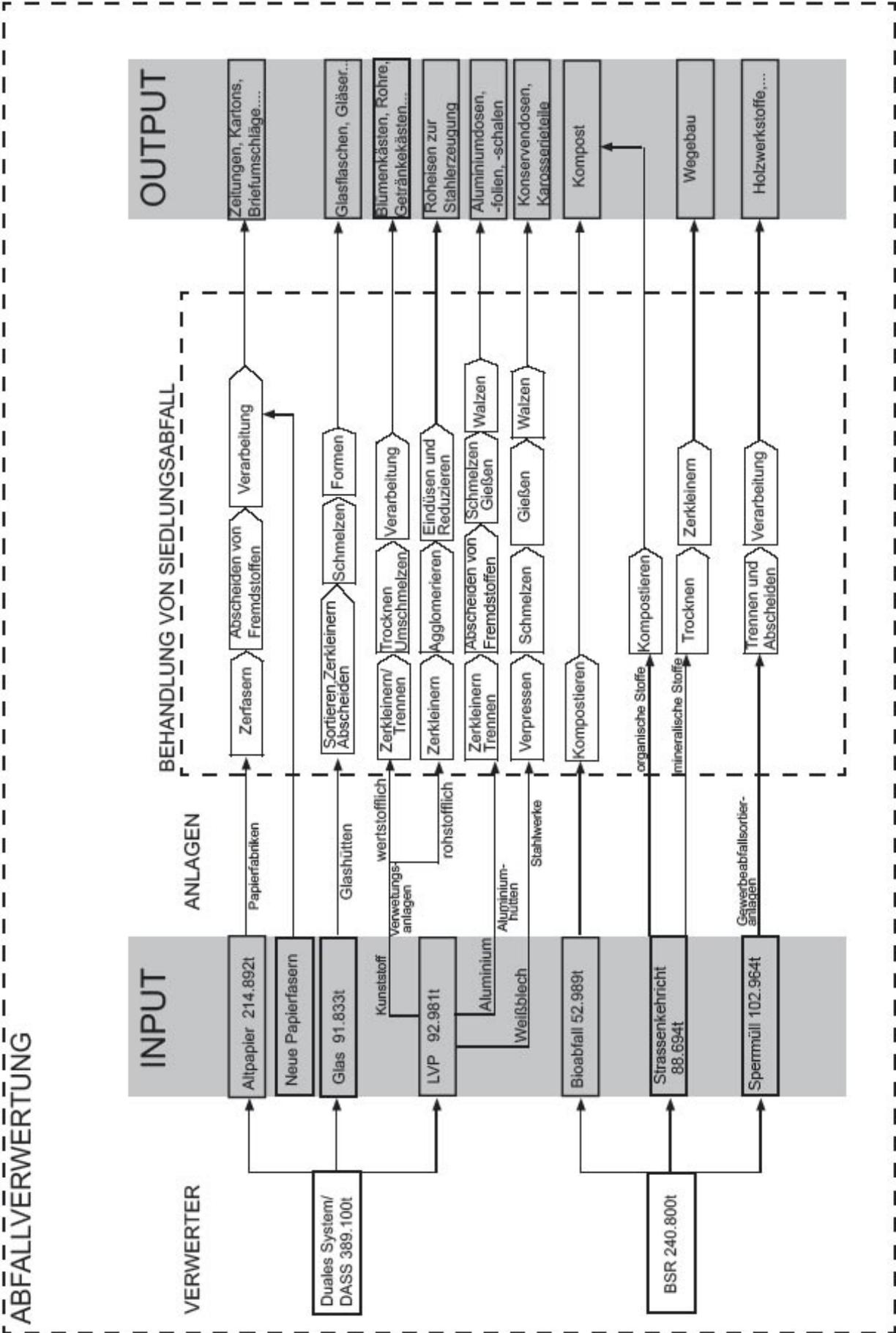
Recyclingverfahren

Vorsortiertes Behälterglas wird in Glassortieranlagen automatisch von Fremdstoffen getrennt und nach Farben sortiert. Magnete ziehen Weißblechdeckel aus dem Materialstrom, Druckluft bläst Aluminiumdeckel sowie Aufkleberreste vom Sortierband. Computer erkennen, ob Sortierteile von einer Lichtquelle durchschienen werden oder nicht. So können Porzellan-, Keramik- und Steingutteile entfernt und verschiedenfarbige Glasscherben von einander getrennt werden. Das Glasgranulat aus Sortieranlagen wird in Glashütten der Schmelze beigegeben. Der Verbrauch von Sand, Soda und Kalk sinkt. Gleichzeitig verbessert sich die Energiebilanz.

Quelle: www.berlin-sammelt.de



Abb. 46
 Verwertungsquote von Bauabfällen
 Quelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung:
 Nachhaltiges Berlin, Berlin 2003



8. Strategien und Bewertung

Berliner Strategien:

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz des Bundes von 1994 wurde im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz Berlin vom 21. Juli 1999 vertieft, das seither den gesetzlichen Rahmen für die Abfallwirtschaftsplanung in Berlin bildet. Leitbild ist eine nachhaltige, ökologisch orientierte Kreislaufwirtschaft mit der Deutlichen Pflichtenhierarchie:

Abfallvermeidung vor Abfallverwertung vor Abfallbeseitigung.

Strategien zur Vermeidung

- > Vorgaben zum umweltverträglichen und abfallarmen Beschaffungs- und Auftragswesen der öffentlichen Hand (Vorbildfunktion des Landes)
- > Anforderung und Prüfung betrieblicher Abfallwirtschaftskonzepte und Bilanzen (Gewerbebetriebe sollen die Abfallentsorgung als betriebswirtschaftlichen Faktor im Produktionskreislauf erkennen.)
- > Beratung und Information der Abfallerzeuger
- > Erhöhung der Mehrwegquote
- > Ausbau der Eigenkompostierung
- > Gestaltung der Abfallgebühren
- > Förderung der Prinzipien nachhaltiger Bauwirtschaft (Erhalt und Sanierung vor Abriss, Einsatz wiederverwendbarer Baumaterialien und Getrennterfassung durch geeignete Rückbauverfahren)

Strategien zur Verwertung

- > stoffliche Verwertung
- > energetische Verwertung (Abfälle als Ersatzbrennstoffe zur Erzeugung von Strom und Wärme)
- > Verbrennung ohne energetischen Nutzen (Reduzierung der zu deponierenden Stoffmengen)

Maßnahmen Siedlungsabfall

Ziel 2010:

Minimalszenario: Reduktion von 17 %

Maximalszenario: Reduktion von 35 % gegenüber 1997 durch Vermeidung und Verwertung

Maßnahmen:

- > Umstellung kohlebeheizter Wohnungen auf andere Energieträger (Reduzierung des Feinmülls um max. 10.100 t/a)
- > Förderung der Eigenkompostierung (Reduktion organischer Bestandteile im Restabfall um max. 8.000 t/a)
- > Erfassung von Problemabfällen in mobilen und stationären Sammelstellen (Reduzierung um max. 5.000 t/a)
- > Erhöhung der Mehrweggetränkeverpackungsquote durch Kooperation mit dem Handel und Abfallberatung (Vermeidung von Verpackungsabfällen, max. 50.800 t/a)
- > Aufbau eines Getrenntsammlungssystems für Verpackungen (Reduzierung des Restabfalls um max. 300.000 t/a)
- > Ausbau der Getrenntsammlung von Bioabfällen aus Haushalten (Reduktion organischer Abfälle im Restabfall um max. 130.000 t/a)
- > Getrenntsammlung von Speiseabfällen aus Gewerbebetrieben

Abb. 47 (linke Seite)
Input - Output - Modell Abfallverwertung
Quelle: Eigene Darstellung

- (Reduktion organischer Stoffe im Gewerbeabfall um maximal 50.000 t/a)
- > Sortierung von Sperrmüll in Sortieranlagen (Reduzierung des Restabfalls um max.107.000 t/a)
- > Getrenntsammlung hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle und Sortierung in Sortieranlagen (Reduzierung des Gewerbeabfalls um max.61.000 t/a)
- > Stoffliche Verwertung von Siel- und Kanalsanden (Reduzierung des Restabfalls um max.25.000 t/a)
- > Nassphysikalische Behandlung von Straßenkehricht (Reduzierung des Restabfalls um max.105.000 t/a)
- > Energetische Verwertung heizwertreicher Abfälle (Reduzierung des Restabfalls um ca.190.000 t/a)

Maßnahmen Bauabfall

Mehr als zwei Drittel aller Abfälle fallen in Berlin im Bausektor an.

Maßnahmen:

- > Um- und Mehrfachnutzung des Bestandes
- > Vermeidung des Abrisses durch rechtzeitige Sanierung
- > Abfallarmer Rückbau

Der selektive und kontrollierte Rückbau von Bauten mit stufenweiser Demontage und getrennter Erfassung vor Ort ist Voraussetzung für eine weitgehende Rückführung des Bauabfalls in den Stoffkreislauf.

Recyclingbaustoffe im Straßenbau:

Nahezu der gesamte Beton- und Asphaltaufbruch wird im öffentlichen Straßen- und Wegebau wiederverwertet. Das sichern Ausführungsvorschriften zum Berliner Straßengesetz.

Betonrecycling:

Bisher wird Recyclingmaterial aus Beton vorwiegend zum Straßen-, Wege- und Deponiebau eingesetzt. Künftig wird eine verstärkte Konkurrenz der Verwertungsverfahren erwartet. Vor allem im Bereich möglicher Hochbauanwendungen wird intensiv geforscht, Experten beurteilen die künftigen Chancen positiv. Entwicklung neuer Materialien und Technologien. Durch die verstärkte Verbreitung industrieller Vorfertigungstechniken (Betonfertigteile, Fertighäuser etc.) verringert sich der Anfall von Holz und gemischten Bauabfällen.

Maßnahmen Sonderabfälle

Seit 1995 werden in Berlin von den Unternehmen aller Branchen (mit Ausnahme des Handels) Abfallwirtschaftskonzepte, seit 1998 Abfallbilanzen angefordert und ausgewertet. Die daraus gewonnenen Erfahrungen dienen mittel- und langfristig nicht nur als innerbetriebliches Planungsinstrument für das Unternehmen und der Abfallwirtschaftsplanung des Landes. Sie eröffnen auch Chancen im Technologietransfer. Das ist speziell für die Berliner Wirtschaftsstruktur mit vielen kleineren und mittleren Unternehmen von hoher strukturpolitischer Bedeutung. Die Abfallwirtschaftskonzepte und -bilanzen belegen beispielhaft die Abkehr von einem rein ordnungsrechtlichen Instrumentarium. Berlin setzt ergänzend auf begleitende kooperative Maßnahmen sowie Informations- und Beratungsinstrumente.

Bewertung

Aufgrund der Daten, die Abfälle nur in Tonnen beschreiben, gestaltet sich eine umfassende Bewertung schwierig. Aus dieser Perspektive scheint die thermische Behandlung von Stoffen als die optimalste Lösung. Die nichtverwertbaren Stoffmassen werden auf ein Minimum reduziert und belasten Ökosysteme nur in geringem Masse - so die gängige Argumentation der Abfallbeseitigungsindustrie.

Was für uns nicht erfassbar bzw. darstellbar bleibt, sind die Belastungen, die von Luftschadstoffen (siehe Grafik oben), chemischen Verbindungen, die nicht auf natürlichem Wege gelöst werden können und dergleichen ausgehen.

Offen bleibt für uns auch die Frage in welchem Verhältnis logistischer Aufwand zum „Energiegewinn“ der stofflichen Wiederverwertung. Verwiesen sei hier auf Forschungsprojekte des BM für Bildung und Forschung zu Transportketten in der Kreislaufs- und Abfallwirtschaft (OPTRANS), zur Optimierung des Transportaufwands der Abfalllogistik (ALDOIS) oder zur Kopplung von Ver- und Entsorgungswegen (KOVERENTE), sowie Untersuchungen der EPEA (Internationale Umweltforschung, Hamburg) zu Material- und Energieeinsatz von Müllverbrennungsanlagen. Ergebnisse dieser Studien waren uns nicht zugänglich.

Auch wenn, wie wir dargestellt haben, die Stoffentsorgung in Berlin funktioniert und stetig optimiert wird, muss auf lange Sicht eine globalere Perspektive eingenommen werden. Ziel kann im Sinne einer Nachhaltigkeit - einfach gesagt - nur die Abschaffung des Systems Stoffentsorgung sein.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz gibt mit einer klaren Pflichtenhierarchie die richtige Richtung vor. Abfallvermeidung vor Verwertung vor Beseitigung. Für die Praxis kann das z.B. bedeuten, dass schon im Produktdesign die Weichen zur Wiederverwertung gestellt werden müssen oder in der Bauwirtschaft schon bei der Planung der Rückbau von Gebäuden berücksichtigt werden muss, um Stoffe und Güter für den Kreislauf zu erhalten.

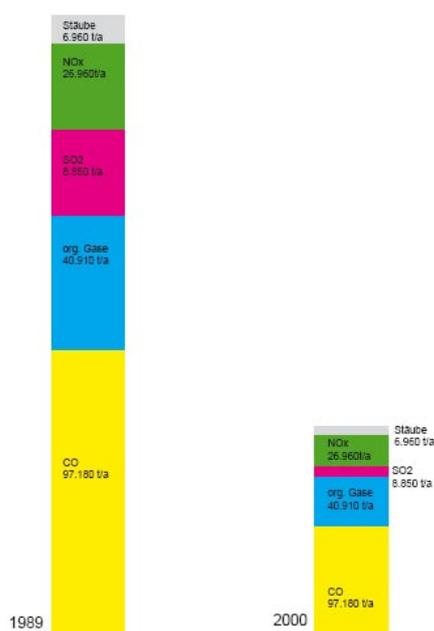


Abb. 48
Luftschadstoffemissionen in Berlin 1989 -2000
Datenquelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung; Nachhaltiges Berlin, Berlin, 2003
Abbildung: Eigene Darstellung

Quellen

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Berliner Abfallstatistik 2002 des Landes Berlin, Berlin, 2003

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Nachhaltiges Berlin, Berlin, 2003

Curter, Maria: Berliner Gold, Berlin, 1996

Thompson: Theorie des Abfalls, 1979

Internet:

www.medienwissenschaft.hu-berlin.de/~ernst/texte/muell_als_medium.pdf, Jan 2005

www.bsr.de, Jan 2005

www.alba.de, Jan 2005

www.dass.de, Jan 2005

www.umweltdatenbank.de, Jan 2005

www.baulexikon.de, Jan 2005

www.kreislaufwirtschaft.net, Jan 2005