

REE-MIX GMBH, LANDAU

**Fortschreibung der CO₂-
Bilanzierung für 2010 bis 2013
des Entsorgungs- und
Wirtschaftsbetriebes der Stadt
Landau in der Pfalz - EWL**

Dr. Stefan Jergentz

April 2015

Die Bilanzierung wurde erstellt von

Dr. Stefan Jergentz



REE-Mix GmbH, Landau

Postfach 2111, 76811 Landau in der Pfalz
Fortstraße 7, 76829 Landau in der Pfalz

info@ree-mix.de

www.ree-mix.de

Tel: 06341 598088

Fax: 06345 9353980

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
1. Einleitung.....	1
2. Aufbau der EWL.....	2
2.1 Kenndaten Landau.....	3
3. Methodik der Bilanzierung.....	6
3.1 Abfallwirtschaft und Straßenreinigung.....	6
3.2 Abwasserbeseitigung.....	7
3.3 Verwaltung.....	8
3.4 Bauhof.....	8
4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige.....	9
4.1 Abfallentsorgung.....	9
4.1.1 Systemgrenzen.....	9
4.1.2 Abfallwirtschaftskonzept.....	9
4.1.3 Abfallsammelsystem.....	11
4.1.4 Bringsystem.....	11
4.1.5 Transport.....	12
4.1.6 Abfallmengen und Stofffluss IWM-2.....	12
4.1.7 Entsorgungswege.....	13
4.1.8 Vergärung des Bioabfalls.....	15
4.1.9 Fortschreibung der CO ₂ -Emission.....	16
4.2 Abwasserbeseitigung.....	18
4.2.1 Systemgrenzen.....	18
4.2.2 Abwasser- und Klärschlammaufkommen.....	18
4.2.3 Energetische Verwertung des Klärschlammes in einem BHKW.....	19
4.2.4 Betriebsmittel.....	22

Verzeichnisse

4.2.5 Transport Klärschlamm.....	22
4.2.6 Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft.....	23
4.2.7 Gesamtbewertung.....	23
4.3 Verwaltung.....	26
4.3.1 Gebäude.....	26
4.3.2 Fuhrpark.....	27
4.3.3 Gesamtbilanz der Verwaltung.....	28
4.4 Bauhof.....	29
4.4.1 Abfuhrbetrieb.....	29
4.4.2 Fuhrpark Bauhof.....	32
4.4.3 Gebäude Bauhof.....	35
4.4.4 Bauhof gesamt.....	36
4.5 Gesamtbetrachtung der einzelnen Betriebszweige der EWL.....	37
5. Literatur.....	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Aufbau der EWL nach einzelnen Abteilungen.....	2
Abbildung 2. Aufgabenverteilung der EWL nach den einzelnen Betriebszweigen. .	3
Abbildung 3. Bevölkerungsentwicklung der Stadt Landau 1990 bis 2013.....	4
Abbildung 4. Kilogramm Hausmüll je Einwohner Landaus aufgeteilt nach den Abfallfraktionen Sekundärrohstoffe, Bioabfall und Haushalts-Restabfall.....	5
Abbildung 5. Systemgrenzen der Abfallentsorgung nach dem Programm IWM-2...9	
Abbildung 6. Stoffstromdiagramm der Abfallmengen nach Verwertung, Recycling, Kompostierung und energetische Verwertung.....	13
Abbildung 7. Anteile der Entsorgungswege Deponierung, Müllverbrennung und Stoffrecycling am Abfallaufkommen 1990 bis 2013.....	14
Abbildung 8. Vergleich der CO ₂ -Bilanz des Abfallwirtschaftskonzeptes 2012 mit Kompostierung des Bioabfalls mit 2013 Vergärung des Bioabfalls.....	16
Abbildung 9. CO ₂ -Emission der Abfallwirtschaft in Landau seit 1990.....	17
Abbildung 10. Systemgrenzen, Ökobilanzierung Klärwerk nach Remy et al. 2011	18
Abbildung 11. Abwasser- und Klärschlamm-mengen der Kläranlage Landau Mörlheim von 2000 bis 2010.....	19
Abbildung 12. Energiebezug (Strom und Wärme aus Erdgas in kWh/a) der Kläranlage Landau Mörlheim. Beim Erdgas ist das Wärmeäquivalent angegeben, das durch das Erdgas im BHKW erzeugt wird.....	20
Abbildung 13. Strombedarf in kWh/a der Kläranlage Landau Mörlheim und Anteile der Eigenproduktion und des Bezugs durch den Stromversorger.....	21
Abbildung 14. Eigenanteil der Energieerzeugung am Gas- und Strombedarf in % der Kläranlage Landau Mörlheim.....	22
Abbildung 15. CO ₂ -Bilanzierung der Kläranlage, der Bereiche Strombezug, Gasbezug, Fuhrpark, Transport und Betriebsmittel.....	24
Abbildung 16. CO ₂ -Bilanzierung der Gutschrift der Kläranlage, der Bereiche Strom, Wärme und Substitution von Mineraldünger.....	24
Abbildung 17. Netto-CO ₂ -Bilanzierung der Kläranlage.....	25
Abbildung 18. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch den Strom- und Gasverbrauch des Verwaltungsgebäudes in der Friedrich-Ebert-Straße 5.....	27

Verzeichnisse

Abbildung 19. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch den Strom- und Gasverbrauch des Gebäudes in der Georg-Friedrich-Dentzel Straße 1.....	27
Abbildung 20. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark der Verwaltung der EWL.....	28
Abbildung 21. Gesamtbilanzierung der Verwaltung mit Gebäuden und Fahrzeugen.....	28
Abbildung 22. Jährliche Fahrleistung der Müllsammelfahrzeuge und der Transport-LKWs.....	31
Abbildung 23. Tonnen CO ₂ -Äquivalente der Abfallsammlung und des Transports zur Weiterverwertung.....	32
Abbildung 24. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark des Bauhofes.....	35
Abbildung 25. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch die Gebäude des Bauhofes.....	36
Abbildung 26. Tonnen CO ₂ -Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark und das Betriebsgelände des Bauhofes.....	36
Abbildung 27. Gesamtbetrachtung der CO ₂ -Emission der einzelnen Betriebszweige der EWL.....	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Entsorgungskonzept 2010 der EWL, mit Aktualisierungen 2013.....	10
Tabelle 2. Fahrzeuge zur Müllsammlung der EWL mit gefahrenen Jahreskilometern	29
Tabelle 3. Fahrzeuge zur Müllsammlung der EWL mit jährlichen Kraftstoffverbrauch.....	30
Tabelle 4. Jährliche Fahrleistung der Transport-LKWs zur Weiterverwertung einzelner Müllfraktionen.....	30
Tabelle 5. CO2-Kennwerte nach GEMIS für Müllsammlung und Transport.....	31
Tabelle 6. Fuhrpark des Bauhofes mit Litern Kraftstoffverbrauch.....	33
Tabelle 7. Fuhrpark des Bauhofes mit Fahrleistung der einzelnen Fahrzeuge (bei denen eine Kilometerstandsanzeige abgelesen wurde) und der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch in Litern/100km.....	34

1. Einleitung

Die Abfallwirtschaft leistet einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz. Das Ziel des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) vom 01.06.2012 ist eine nachhaltige Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes sowie eine Steigerung der Ressourceneffizienz. Das soll durch eine Stärkung der Abfallvermeidung und des Recyclings erreicht werden. Im Bereich des Recyclings soll bis 2020 für Siedlungsabfälle eine Recyclingquote von mindestens 65% und für die Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen eine Verwertungsquote von mindestens 70% erreicht werden. Weiterhin sollen Abfälle weitgehend getrennt gesammelt werden. Bis 01. Januar 2015 wird eine flächendeckende getrennte Sammlung von Bioabfällen, sowie Papier-, Metall-, Kunststoff- und Glasabfälle eingeführt. Das soll die Ressourcenpotenziale der Wertstoffe effizienter erschließen. Der Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb der Stadt Landau in der Pfalz (EWL) bekräftigen durch die Erarbeitung eines Leitbildes für ein nachhaltiges Wirtschaften ihre lokale Verantwortung im Klima- und Umweltschutz. Im Jahre 2012 wurde eine Energie- und CO₂-Bilanz der EWL vom Institut für Umweltwissenschaften der Universität Koblenz-Landau erstellt. Die Bilanzierung erfolge jährlich in dem Zeitraum von 1990 bis 2009 und getrennt nach den einzelnen Betriebszweigen Abfallentsorgung, Abwasserbeseitigung, Straßenreinigung/Bauhof und der Verwaltung. Somit konnte die Entwicklung der CO₂-Emission über die Jahre hinweg und der Anteil der einzelnen Betriebszweige verfolgt werden. Im Bereich der Abfallentsorgung konnte eine Reduktion der CO₂-Emissionen von ca. 3000 Tonnen im Jahre 1990 auf eine Vermeidung von 5000 Tonnen CO₂-Emissionen seit dem Jahr 1999 erreicht werden. Grund hierfür war der Einstieg in die Restmüllverbrennung, die weitgehend die Deponierung des Restabfalls ablöste. Die Recyclingquote stieg von 20% im Jahre 1990 auf über 70% in 1999 und den folgenden Jahren. Seit 1999 gehen etwa 25% des Abfalls zur Energiegewinnung in die Müllverbrennung.

Die EWL unternimmt große Anstrengungen zur Optimierung der Stoffströme und zur Reduzierung von Treibhausgasen. Seit 2012 geht der Biomüll zur Vergärung in eine Biogasanlage. Im Bereich der Abwasserentsorgung wurden Schritte unternommen um die Faulgaserzeugung zu optimieren bei geringerem Energieeinsatz.

Die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanzierung lässt den Erfolg von Maßnahmen erkennen und bietet ein Monitoringinstrument, für eine zeitnahe Beurteilung von Veränderungen im Stoffstromsystem. In diesem Bericht liegt die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanzierung für die Jahre 2010 bis 2013 vor.

2. Aufbau der EWL

Der Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb Landau (EWL) ist laut Satzung eine Einrichtung der Stadt Landau mit der Rechtsform einer Anstalt öffentlichen Rechts (AöR). Damit ist die EWL aus dem Eigenbetrieb der Entsorgungswerke Landau hervorgegangen. Die EWL gliedert sich in die Betriebszweige Abwasserbeseitigung, Abfallentsorgung, Straßenreinigung und den Bauhof. Als neuer Betriebszweig ist die Projektentwicklung Landesgartenschau im Jahr 2011 und eine Abteilung Projektentwicklung hinzugekommen. Zum 31.12.2014 wurde die Abteilung aufgelöst, die Aufgaben des Betriebszweiges werden ab dem 1.1.2015 von der Abteilung 1 übernommen.

Neu gegründet wurde zum 1.1.2015 der Betriebszweig Service, in dem abteilungsübergreifende Dienstleistungen zukünftig gebündelt werden.



Abbildung 1. Aufbau der EWL nach einzelnen Abteilungen

Die EWL übernimmt kommunalen Aufgaben in den einzelnen Betriebszweigen. Die Stadt Landau überträgt der EWL die Pflicht zur öffentlichen Abwasserbeseitigung. Weiterhin betreibt die EWL die Kläranlage Landau-Mörlheim und die Pflanzenkläranlage im Taubensuhl. Die EWL berät die Einwohner Landaus zur Abfallvermeidung und entsorgt die im Stadtgebiet anfallenden Abfälle. Des Weiteren werden die öffentlichen Straßen nach der Straßenreinigungssatzung der Stadt von der EWL gereinigt. Dem Betriebshof obliegen die Aufgabe des Straßenunterhalts, der Betrieb von Parkscheinautomaten, die Grünflächenpflege, Stadtreinigung und der Stadtteilservice.

2. Aufbau der EWL

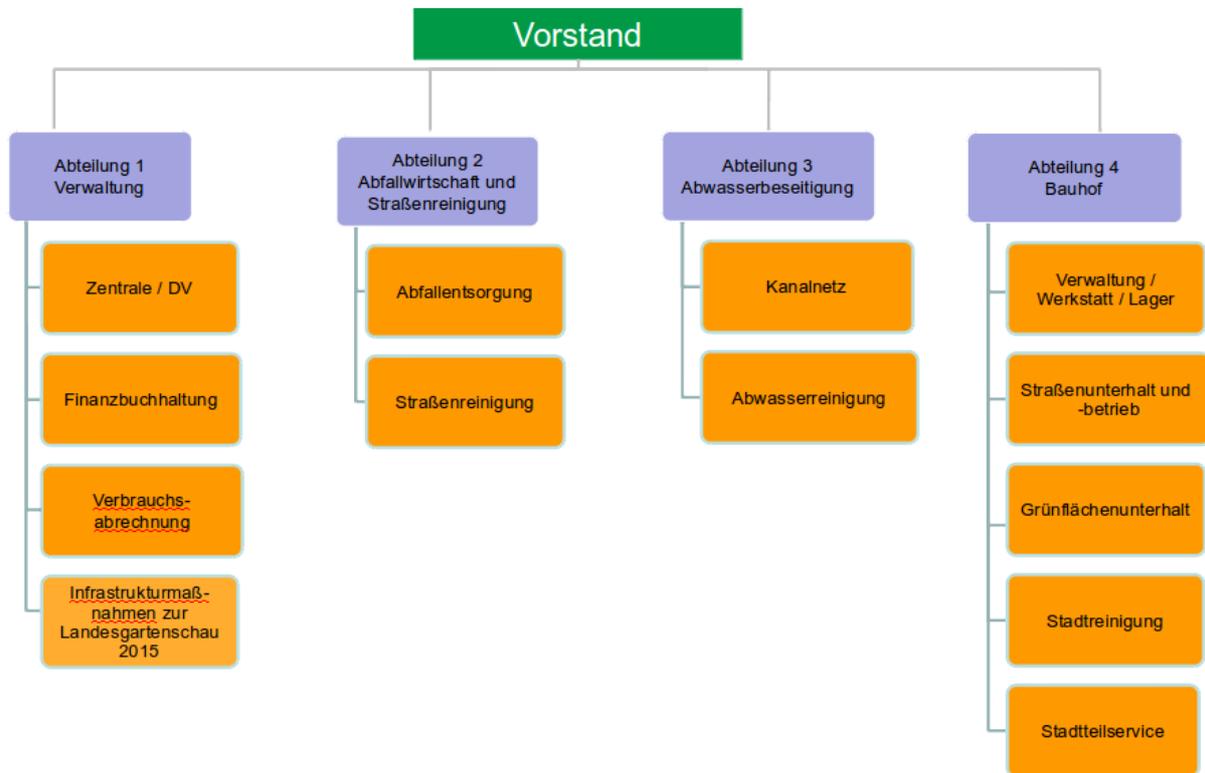


Abbildung 2. Aufgabenverteilung der EWL nach den einzelnen Betriebszweigen

2.1 Kenndaten Landau

Die kreisfreie Stadt Landau liegt im Süden des Landes Rheinland-Pfalz und ist die größte Stadt der Südpfalz mit ca. 43.000 Einwohnern. In der Abbildung 3 wird die Entwicklung der Bevölkerungszahlen und die Menge an Haushaltsabfall gezeigt. Die Bevölkerungszahlen stammen vom statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz. Die Stromkennzeichen des bundesweiten Energiemix wurden vom Umweltbundesamt (UBA 2013) übernommen. Weiter Stromkennzeichen liegen vom lokalen Energieversorger, Energie Südwest vor. Eine kommunale CO₂- und Energiebilanzierung wurde vom Institut für Umweltwissenschaften der Universität Koblenz-Landau, Campus Landau im Rahmen des BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung)-Wettbewerbs „Energieeffiziente Stadt“ durchgeführt. Zum Vergleich werden Werte aus dieser Studie herangezogen. Zahlen zur Verteilung der Kraftstoffarten Diesel und Benzin für PKWs, wurden beim Kraftfahrtbundesamt (2002 bis 2010) recherchiert. Die CO₂-Bilanzierung der eingesetzten Fahrzeuge in der Abfallsammlung, Transport und Tätigkeitsbereich des Bauhofes erfolgte über Emissionskennwerte für Tonnen- und Personenkilometern (tkm und pkm), die im Programm GEMIS 4.9 berechnet wurden.

2. Aufbau der EWL

Die Abfallmengen des öffentlichen-rechtlichen Stoffstrommanagements wurden von der EWL zur Verfügung gestellt. Für Vergleichswerte wurden die Landesabfallbilanzen des Landes Rheinland-Pfalz herangezogen.

Die Einwohnerzahl in Landau stieg in den letzten 23 Jahren kontinuierlich von 37.300 auf 43.825 Personen an. Korrespondierend kann auch ein Ansteigen der Menge an Haushaltsabfall von 20.000 auf durchschnittlich 25.000 kg verzeichnet werden. In der Abbildung 4 wird die Menge an Haushaltsmüll pro Einwohner angezeigt, unterteilt in die Abfallfraktionen Restmüll, Bioabfall und sekundäre Rohstoffe. Der Anteil des Restabfalls einschließlich sperriger Abfälle ging von 1990 mit über 450 kg/EW*a auf 160 kg/EW*a in 2013 zurück. Zunehmend ist eine Trennung in die einzelnen Abfallfraktionen zu beobachten. Seit etwa 15 Jahren macht jede Abfallfraktion etwa ein Drittel am Gesamtabfallaufkommen aus.

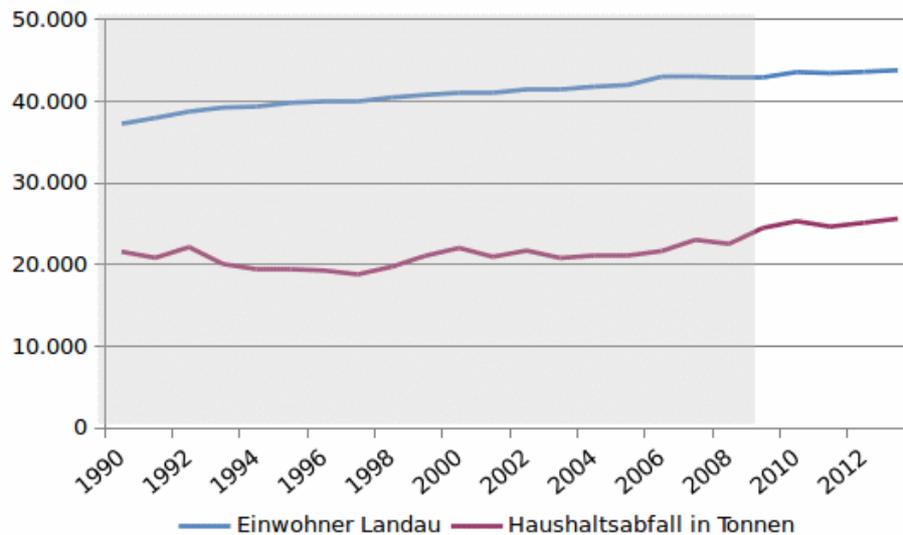


Abbildung 3. Bevölkerungsentwicklung der Stadt Landau 1990 bis 2013

2. Aufbau der EWL

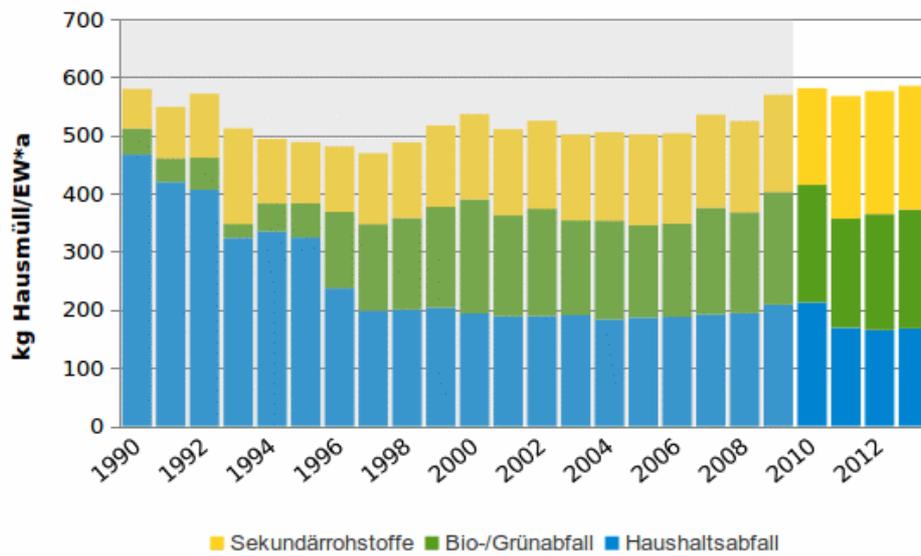


Abbildung 4. Kilogramm Hausmüll je Einwohner Landaus aufgeteilt nach den Abfallfraktionen Sekundärrohstoffe, Bioabfall und Haushalts-Restabfall.

3. Methodik der Bilanzierung

Die CO₂-Bilanzierung wurde nach der Methode der Ökobilanzierung erstellt. Die Ökobilanz versucht die gesamten Umweltauswirkungen eines Prozesses oder eines Produktes von „der Wiege bis zur Bahre“ zu betrachten. In einem vorher festgelegten Untersuchungsrahmen wird zuerst eine Sachbilanz erstellt, in die alle Ressourcen, Stoffe, Hilfsmittel und der Energieverbrauch von Prozessen in die Bilanz eingehen. Es werden der Input eines Prozesses und dessen Output bilanziert. In der darauf folgenden Wirkungsbilanz werden die Umweltauswirkungen der genutzten und frei werden Stoffe nach unterschiedlichen Wirkkategorien bewertet. Eine Umweltauswirkung (unter vielen) ist dabei die CO₂-Emission, die der Kategorie Treibhauseffekt zugeordnet wird.

3.1 Abfallwirtschaft und Straßenreinigung

In der vorliegenden Studie wird grundlegend das Abwirtschaftskonzept des Entsorgungs- und Wirtschaftsbetriebes der Stadt Landau (Tabelle 1) mittels einer Ökobilanzierung untersucht. Hierfür wird das Programm IWM-2 (Integrated Waste Management 2) benutzt. Weiterhin wird eine Bilanzierung mit Daten des Programms GEMIS 4.9 (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme) durchgeführt. GEMIS 4.9 ist sowohl ein Programm, um Prozesse in einer Ökobilanz zu berechnen, als auch eine Datenbank, in der Werte für Prozesse und Produkte hinterlegt sind. In einer erstmaligen Bilanzierung 2012 wurde in einer historischen Betrachtung die Veränderung der Abfallentsorgung in der Stadt Landau rückwirkend bis zum Jahr 1990 bilanziert. In dieser Studie wird die CO₂- und Energiebilanzierung für die Jahre 2010 bis 2013 fortgeführt.

Die Ökobilanzierung in der Abfallwirtschaft betrachtet nur das Ende des Lebenszyklus eines Produkts, was auch als End of Life (EOL)-Phase bezeichnet wird.

Nach Klöpffer und Grahl (2009) werden in Ökobilanzen der Abfallentsorgung im wesentlichen zwei Fragestellungen behandelt:

1. Modellierung der Abfallentsorgung eines Produktes. Diese Methode wird in dieser Studie nicht angewandt.
2. Vergleich unterschiedlicher Abfallentsorgungsoptionen.

Über den Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2013 hat sich das Abfallwirtschaftskonzept (Tabelle 1) beständig weiter entwickelt. Mit den folgenden bedeutende Meilensteine und gesetzliche Regelungen:

1995 Einführung der Biotonne

1998 Einstieg in die Müllverbrennung

3. Methodik der Bilanzierung

2005 Umsetzung der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi): Danach ist die Ablagerung unbehandelter biologisch abbaubarer sowie organikhaltiger Siedlungsabfälle auf Deponien nicht mehr zulässig. Nicht mehr verwertbare Restabfälle müssen thermisch oder mechanisch-biologisch behandelt werden, bevor sie deponiert werden.

2009 Einführung einer kommunalen Tonne für Papier, Pappe und Kartonage. Bis dahin wurde PPK nur mittels Säcke gesammelt. Seit 2009 ist der Bestand der PPK-Behälter von 3.719 auf 5.775 Behälter bis Ende 2013 gewachsen. Bis Ende 2014 hat sich ein Zuwachs auf 6.099 Behälter ergeben.

2011 Umstellung der Restabfallsammlung im Oktober. Alle Abfallbehälter sind mit einem Identifikationssystem (RFID-Chip) ausgestattet. Somit können alle Entleerungsvorgänge erfasst werden. Im Zuge der Umstellung entfallen die 70 und 90 Liter Behälter. Dafür wurden 80 und 120 Liter Behälter mit einer 4-wöchentlichen Leerung eingeführt. Das jährliche Leerungsvolumen hat sich hierdurch deutlich reduziert.

2013 Einstieg in die Bioabfallvergärung.

3.2 Abwasserbeseitigung

Die CO₂-Bilanzierung der Abwasserbeseitigung wurde mit Daten von GEMIS berechnet. Für eine ganzheitliche Betrachtung wurde einzelne Prozesse in der Kläranlage Landau-Mörlheim zuerst getrennt betrachtet, wie der Energieaufwand zur Wärmebereitstellung und der Strombedarf. Dem gegenüber wurde die Eigenproduktion von Faulgas zur Energieerzeugung in den zwei BHKW (Blockheizkraftwerken) bilanziert und als Gutschrift vom Energieverbrauch abgezogen. Weiterhin wurde als Gutschrift die Substitution von Mineraldünger durch die Ausbringung von Faulschlamm kalkuliert. Als weitere energieverbrauchende Prozesse wurden der Transport des Faulschlammes und der Einsatz von Betriebsmitteln (als Flockungs- und Fällmittel) berechnet.

Folgende bauliche Veränderungen und Optimierungen wurden auf der Kläranlage vorgenommen. 1983 wurde die Kläranlage Landau-Mörlheim in Betrieb genommen. Im Jahre 1994 wurde die Belüftung zur Stickstoffentfernung umgerüstet und zur chemischen Fällung von Phosphaten wurde eine Fällmittelstation errichtet. Weiterhin wurde eine Zentrifugenstation zur Überschussschlammeindickung gebaut. 1996 kam eine Entwässerungszentrifuge zur Klärschlammmentwässerung hinzu. Weiter Optimierungen der Kläranlage waren im Jahr 2003 der Bau einer neuen Gebläsestation und 2004 eine neue Belüftungsregelung. Im gleichen Jahr wurde die Stickstoffentfernung über einen Prozeßwasserspeicher verbessert. Ein neues Leitsystem für die Kläranlage wurde 2007 installiert mit neuer Datenbank und Steuerungssoftware. In den Jahren 2013 und 2014 wurde das Leitsystem verändert.

3. Methodik der Bilanzierung

Die EWL betreibt auch eine Pflanzenkläranlage am Taubensuhl im Pfälzer Wald. Hier werden die Abwässer von zwei Gebäuden und des Restaurants geklärt. Wegen der geringen Größe wird die Pflanzenkläranlage nicht mit in die CO₂-Bilanzierung einbezogen.

3.3 Verwaltung

Der Strom- und Gasverbrauch des Verwaltungsgebäudes der EWL in der Friedrich-Ebert-Straße 5 wurde mit Daten des Programms GEMIS und den bundesweiten Stromkennzeichen bilanziert. Eine CO₂-Bilanzierung des Fuhrparks der EWL wurde über die gefahrenen Personenkilometer der einzelnen PKWs vorgenommen. Im Jahre 2011 wurden neue Räume in der Georg-Friedrich-Dentzel-Straße 1 für die Projektentwicklung der Landesgartenschau 2015 in Landau angemietet. Die Gas- und Stromverbräuche wurden zusätzlich bilanziert.

3.4 Bauhof

Über den Bauhof wird die Abfuhr der Anfälle organisiert, sowohl die Abfallsammlung im innerstädtischen Bereich, als auch der Umschlag zur weiteren Entsorgung. Zur Straßenreinigung und zum Straßenunterhalt stehen weitere Fahrzeuge zur Verfügung. Somit unterhält und wartet der Bauhof einen Fuhrpark mit unterschiedlichen Nutzfahrzeugen. Die Kraftstoffverbräuche und Kilometerstände der Fahrzeuge liegen seit dem Jahr 2010 vor und können somit in die CO₂-Bilanzierung eingehen.

Während der Sommermonate wird für die Restabfallsammlung ein externes Unternehmen beauftragt. Diese Kraftstoffverbräuche werden nicht dokumentiert.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

4.1 Abfallentsorgung

4.1.1 Systemgrenzen

Zur Modellierung des Abfallwirtschaftskonzeptes der Entsorgungs- und Wirtschaftsbetriebe der Stadt Landau wurde die Software IWM-2 (Integrated Waste Management) benutzt. Die Software benötigt als Input für eine Ökobilanz die Menge der festen Abfälle, die in der Stadt Landau anfallen. Als Prozesse gehen die unterschiedlichen Verwertungsarten, Recycling, Kompostierung, Deponierung und energetische Nutzung in die Bilanzierung ein. Die Systemgrenzen sind in der folgenden Graphik dargestellt.

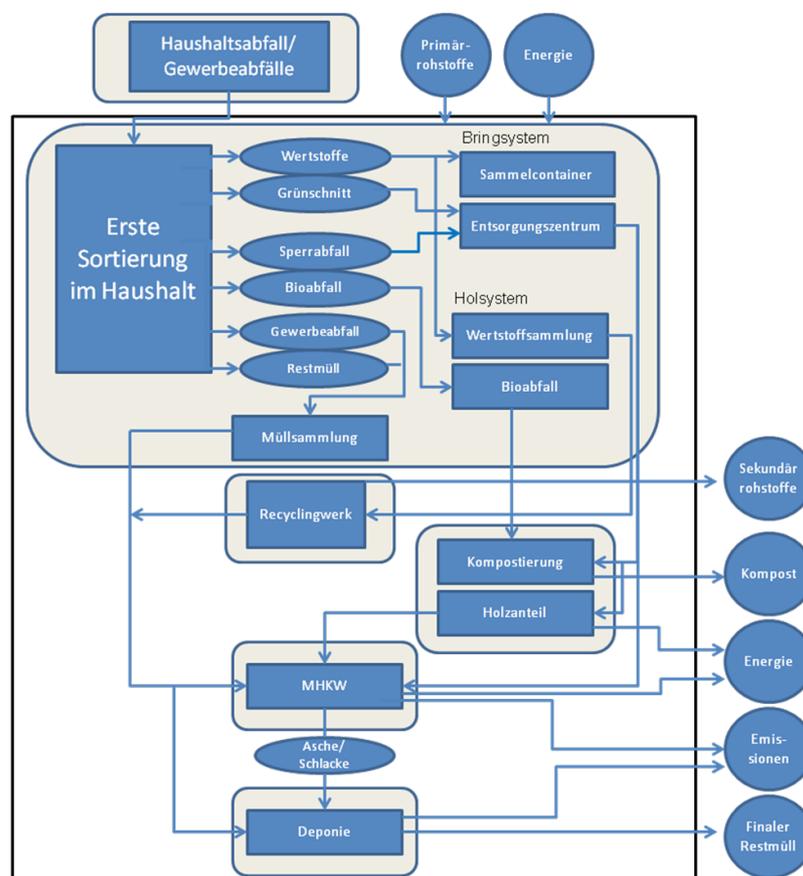


Abbildung 5. Systemgrenzen der Abfallentsorgung nach dem Programm IWM-2

4.1.2 Abfallwirtschaftskonzept

Die Organisation der Abfallwirtschaft ist im „Abfallwirtschaftskonzept für die Stadt Landau in der Pfalz 2010“ des Entsorgungs- und Wirtschaftsbetriebes in Landau (EWL) niedergelegt. Im folgendem wird das Abfallsystem der Stadt Landau auf das Programm IWM-2 übertragen. Die Abfallmengen und Stoffflüsse werden im dem Stoffflußdiagramm (Abbildung 6) für das Jahr 2013 dargestellt, wie sie in

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

IWM-2 berechnet werden. Die Eingangsdaten stammen vom öffentlich-rechtlichen Stoffstrommanagement der Stadt Landau.

Als erster Schritt werden im IWM-2 die Systemgrenzen abgesteckt. Hier wird grundlegend die Einwohnerzahl des betrachteten Abfallwirtschaftskonzeptes angegeben und über die durchschnittliche Anzahl der Personen in jedem Haushalt, die Anzahl Haushalte ermittelt. Im weiteren Verlauf beziehen sich die Abfallmengen auf die Anzahl der Einwohner oder die Anzahl der Haushalte oder es wird eine Prozentuale Verteilung der unterschiedlichen Abfallsorten abgefragt.

An dieser Stelle wird auch die prozentuale Verteilung der PKWs nach den Kraftstoffarten Benzin und Diesel angegeben. Diese Daten wurden für die Jahre 2002 bis 2010 beim Kraftfahrtbundesamt recherchiert und für die Jahre 1990 bis 2001 hochgerechnet. Es handelt sich dabei um bundesweite Daten. Ein Vergleich von vorhandenen Daten für Landau 2008 ergab aber gute Übereinstimmungen, so dass mit den bundesweiten Daten weitergearbeitet wurde.

Tabelle 1. Entsorgungskonzept 2010 der EWL, mit Aktualisierungen 2013.

Fraktion	Holsystem	Bringsystem	Bemerkungen
Hausabfall	x		80-120 L Umleerbehälter, 4-wöchige Leerung
Sperrabfall		x	Entsorgungszentrum
Inertabfall		x	Entsorgungszentrum
Gewerbeabfall		x	2-15 m ³ Wechselbehälter Entsorgungszentrum
Baustellenabfall		x	Entsorgungszentrum
Bioabfall	x		120-1.100 L Umleerbehälter, 34 Abholungen/a
Papier/Pappe/Karton	x		120-1.100 L Umleerbeh./Sacksys., 26 Abholungen/a
Gartenabfall	x	x	120-1.100 L Umleerbehälter, Entsorgungszentrum
Glas	x		Sacksystem
Leichtverpackungen	x		Sacksystem

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

Holz	x	Entsorgungszentrum
Metall	x	Entsorgungszentrum
Problemabfälle	x	6 Sammeltermine pro Jahr
Illegale Ablagerungen	x	Entsorgungszentrum
Elektrogeräte Gr. 1-5	x	Entsorgungszentrum
Bauschutt	x	Entsorgungszentrum

4.1.3 Abfallsammelsystem

In IWM-2 wird in ein Abfallsammelsystem (Holsystem) und ein Abfallbringsystem unterschieden (Bringsystem). Das Sammelsystem stellt die regelmäßige Müllabfuhr mit Mülltonnen als Sammelbehälter für den Haushaltsabfall dar. In Landau findet eine Mülltrennung der Wertstoffabfälle in einem Sacksystem statt. In Wertstoffsäcken wird Papier, Pappe und Karton (PPK), Glas und Leichtverpackungen (LVP: Kunststoffe, Metall als Dosen) getrennt gesammelt. Seit 2009 gibt es die Möglichkeit eine eigene Tonne für PPK zu nutzen (Abfallwirtschaftskonzept Tabelle 1). Als Mülltonnen gibt es eine Restabfalltonne und eine Biotonne. Diese Einteilung entspricht dem Holsystem in dem Entsorgungskonzept der Stadt Landau.

Die Eingabe in IWM-2 erfolgt als Abfallmenge pro Einwohner und Jahr im Sammelsystem. Die Zusammensetzung der Abfallfraktionen wird prozentual für die Gesamtmenge angegeben.

4.1.4 Bringsystem

Als Bringsysteme gelten im IWM-2 Sammelcontainer in der Straße und die Anlieferung von Abfall an ein Entsorgungszentrum. Papier, Pappe und Karton wird in Landau zu einem kleinen Teil in Sammelcontainern gesammelt. Metall und Schrott, Grünschnitt und Sperrmüll werden zum Entsorgungszentrum transportiert und dort einer weiteren Verwertung zugeführt. Beim Sperrmüll wird die Holzfraktion noch mal gesondert abgetrennt und erfasst. Als Eingabe in IWM-2 wird die angelieferte Menge pro Haushalt und Jahr für einzelne Abfallfraktionen abgefragt. Grünschnitt und Metall können direkt eingegeben werden, die Sperrabfälle werden als Restmüll betrachtet und eine gesonderte Eingabe des Holzanteils ist nicht möglich.

Gewerbeabfälle werden ebenfalls über das Entsorgungszentrum gesammelt. In IWM-2 kann die gesamt Abfallmenge pro Jahr eingegeben werden. Danach gibt es die Möglichkeit die prozentuale Verteilung der einzelnen Abfallfraktionen zu bestimmen. Da hierzu aber keine Daten vorliegen, werden alle Abfallfraktionen als sonstiger Abfall erfasst.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

Der Bauschutt, der ebenfalls zum Entsorgungszentrum gebracht wird, wird in dieser Modellierung nicht betrachtet, da er nicht primär zu den Haushaltsabfällen gezählt wird und gesondert behandelt wird.

Als nächsten Schritt gibt es in IWM-2 die Möglichkeit verschiedene Sammelsysteme für eine Region zu definieren. Für Landau ist maßgeblich das Abfuhrsystem mit der Sammlung der Wertstoffsäcke und der Leerung der Mülltonnen. Ein geringer Teil wird über Container in der Straße gesammelt. Bei der Wertstoffsammlung wird noch die Menge der Fehlwürfe als Anteil der Verunreinigung in den Wertstoffsäcken abgefragt.

4.1.5 Transport

Als Energieaufwand für den Transport des Abfalls wird der Kraftstoffverbrauch der Müllfahrzeuge und beim Bringsystem der Weg und die Anzahl der Fahrten zum Entsorgungszentrum angegeben.

Über den Kraftstoffverbrauch der Sammelfahrzeuge liegen von der EWL Daten für die Jahre 2010 bis 2013 vor. Diese Daten werden unter dem Kapitel 4.4 Bauhof ausgewertet. Die CO₂-Emissionen aus dem Transport zur Deponie, MHKW, Kompostierung/Vergärung und zu den Recyclinghöfen wurde über die gefahrenen Tonnenkilometern (tkm) der Fahrzeuge in dem Programm GEMIS 4.9 berechnet. Eine detaillierte Auswertung erfolgt im Abschnitt 4.4 Bauhof.

Die private Anlieferung des Abfalls ans Entsorgungszentrum wird über die Verteilung der PKW in Landau nach Kraftstoffarten (Diesel und Benzin) für jedes Jahr ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Haushalt zweimal im Jahr seinen Abfall anliefert und dabei eine mittlere Entfernung von 4 km zurücklegt.

4.1.6 Abfallmengen und Stofffluss IWM-2

In Abbildung 6 wird der Stofffluß der Abfallmengen der EWL im Jahr 2013 angezeigt. Die Gesamtabfallmenge belief sich auf 25.642 Tonnen. Davon wurden im Sammelsystem 16.100 Tonnen und im Bringsystem 8.815 Tonnen erfasst. Der Gewerbeabfall macht eine Menge von 727 Tonnen aus. Die Abfallmengen werden dann unterschiedlich klassifiziert. Eine Menge von 6.931 Tonnen wird direkt sortiert gesammelt und dem Recycling zugeführt. Ein Teil der gesammelten Kunststoffe geht in die Verbrennung (643 Tonnen). Die organische Fraktion wird teilweise kompostiert, wobei 1542 Tonnen Kompost entstehen. Ein anderer Teil des Bioabfalls geht in die Vergärung (3.814 Tonnen) und es entsteht wiederum Kompost, der vermarktet werden kann (2.093 Tonnen). Ein weiterer Teil des Grünschnittes geht in die Verbrennung und wird dadurch energetisch verwertet (1.514 Tonnen). Die Fraktion des Restabfalls wird der Verbrennung im Müllheizkraftwerk zugeführt. Als sekundärer Rohstoff kann hier die Restasche (4019 Tonnen) weiter verwendet werden. Durch die Verbrennung entstehen Reststoffe, die nicht weiter genutzt werden können und damit in die Deponierung gehen (357 Tonnen) Ein weiterer Teil des Restabfalls geht auch in die Deponierung. Somit kann bei den Abfallflüssen in die stoffliche Verwertung, die

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

steigt weiterhin auf über 75% in den Jahren 1999 bis 2003. Seit 2004 stabilisiert sich die Recyclingquoten bei um die 73%. Der Anteil der Müllverbrennung trägt zu einem gleichbleibenden Anteil von um die 25% bei. Seit der Müllverbrennung ist die Quote der deponierten Abfälle auf unter 2% gefallen. In den Jahren 2010 und 2011 macht der Anteil der recycelten Stoffe um die 70% aus. In den Jahren 2012 und 2013 steigt der Anteil der energetisch Verwertung auf 40 und 45%.

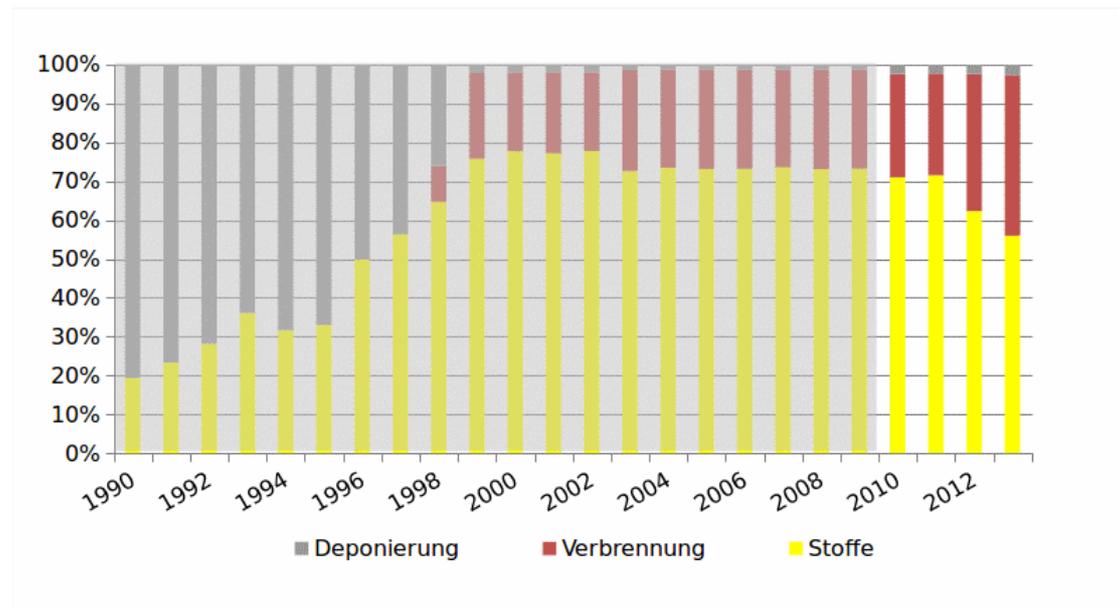


Abbildung 7. Anteile der Entsorgungswege Deponierung, Müllverbrennung und Stoffrecycling am Abfallaufkommen 1990 bis 2013

4.1.7.3 Behandlung organische Fraktion

Die Bioabfälle werden direkt an ein Kompostwerk geliefert und dort zu Kompost aufgearbeitet. Die Grünabfälle werden von einem externen Entsorgungsbetrieb abgeholt und zerkleinert. Etwa ein Drittel des Grünschnitts enthält holzige Anteile, die thermisch verwertet werden. Der Rest wird zu Kompost weiterverarbeitet. Seit 2013 werden die Abfälle der Biotonne zur Vergärung in eine Biogasanlage geliefert. Durch die Vergärung wird Biogas für ein Blockheizkraftwerk gewonnen, in dem Strom und Wärme erzeugt wird. Die Gewinnung von Energie wird als Gutschrift in die CO₂- und Energiebilanz aufgenommen.

4.1.7.4 Energetische Verwertung

Die Haushaltsrestabfälle, die Sperrabfälle und die Gewerberestabfälle zur Beseitigung werden im Müllheizkraftwerk Pirmasens energetisch verwertet. Die bei der Verbrennung entstehende Wärme wird in dem Prozess der Kraft-Wärme-Kopplung zur Erzeugung von Strom und zur Bereitstellung von Fernwärme genutzt. In IWM-2 kann der Müllverbrennungsprozess durch den Heizwert des Abfalls und dem Wirkungsgrad des MHKW definiert werden. Der mittlere Heizwert

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

des MHKW Pirmasens ist in der Siedlungsabfallbilanz 2009 des Landes Rheinland-Pfalz mit 10.290 kJ/kg angegeben. Durch die Kraft-Wärme-Kopplung haben moderne MHKWs einen Wirkungsgrad von 80-85%. Für die Modellierung wurde ein mittlerer Wirkungsgrad von 82,5% angenommen. Die Reststoffe aus der Müllverbrennung wie Flugasche und Schlacke werden weiter einer Verwertung zugeführt. Auch werden die Rückstände aus der Gasreinigung weitgehend weiter verwertet, so dass nur ein geringer Anteil der Reststoffe einer Deponierung zugeführt wird. Die erzeugten Strom und Wärmemengen werden als Gutschrift in der CO₂-Bilanzierung verrechnet, da durch den Einsatz von Abfall als Brennstoff, fossile Brennstoffe wie Kohle und Gas ersetzt werden. Das vom Sperrmüll getrennte Holz wird, wie der Holzanteil vom Grünschnitt, von einem externen Entsorger thermisch verwertet.

4.1.8 Vergärung des Bioabfalls

Seit dem Jahr 2013 werden die Bioabfälle nicht mehr der Kompostierung zugeführt, sondern zur weiteren Behandlung in einer Biogasanlage vergoren. Somit wird der Bioabfall einer energetischen Verwertung zugeführt, indem Biogas zur energetischen Nutzung gewonnen wird. Da mit dem Biogas andere fossile Energieträger substituiert werden, wirkt sich die Bioabfallvergärung positiv auf die CO₂-Bilanz aus. In Abbildung 8 wird die CO₂-Bilanz des Jahres 2012, als der Bioabfall noch kompostiert wurden, dem Jahr 2013, indem der Einstieg in die Bioabfallvergärung vollzogen wurde, gegenübergestellt. Der Transportaufwand hat sich bei der Bioabfallvergärung erhöht, da die Biogasanlage im 400 km entfernten Saalfeld in Thüringen liegt. Die CO₂-Emissionen haben sich dadurch von 247 Tonnen (2012) auf 374 Tonnen (2013), also um 127 Tonnen erhöht. Die Kompostierung des Bioabfalls verursachte 2012 noch eine CO₂-Emission von 251 Tonnen. Durch die Bioabfallvergärung und der verbunden Energiegewinnung kann eine Gutschrift in der CO₂-Bilanz erreicht werden, mit einer Einsparung von 840 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Die Gutschrift für die Bioabfallvergärung erhöht sich somit auf 1091 Tonnen CO₂-Äquivalente. Die Erhöhung der CO₂-Emission durch den Transport des Bioabfalls kann damit ausgeglichen werden. Insgesamt kann durch den Umstieg auf die Bioabfallvergärung eine Verringerung der CO₂-Emission von 964 Tonnen CO₂-Äquivalenten erreicht werden.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

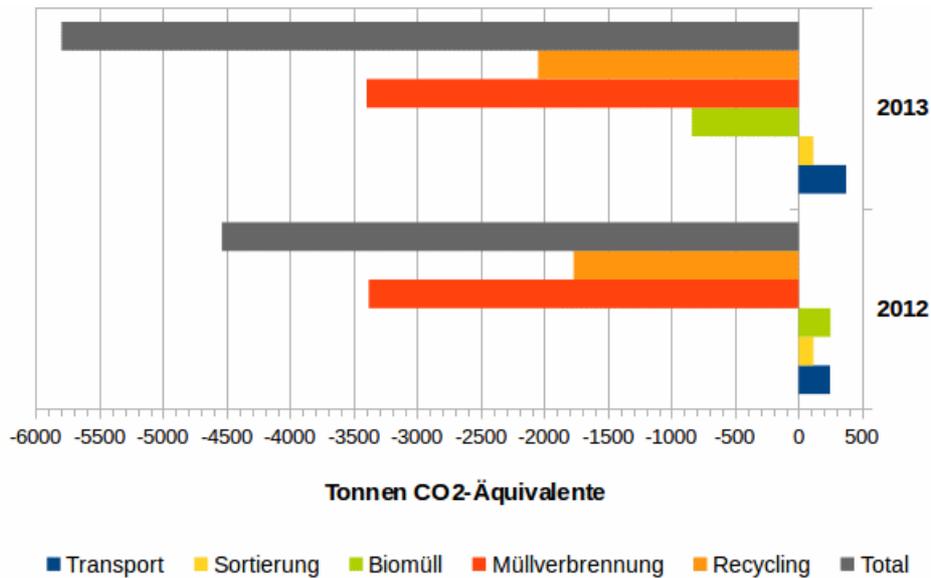


Abbildung 8. Vergleich der CO₂-Bilanz des Abfallwirtschaftskonzeptes 2012 mit Kompostierung des Bioabfalls mit 2013 Vergärung des Bioabfalls.

4.1.9 Fortschreibung der CO₂-Emission

Im Jahre 2012 wurde die erste CO₂- und Energiebilanz der EWL veröffentlicht. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich von 1990 bis 2010. Die vorliegende Studie schreibt die CO₂- und Energiebilanz für die Jahre 2011 bis 2013 fort. Abbildung 9 wurde mit den neuen Daten seit 2011 erweitert. Seit 1999 bis 2012 bewegt sich die CO₂-Einsparung des Abfallwirtschaftskonzeptes der EWL um einen Mittelwert von 5066 Tonnen CO₂-Äquivalente mit einer Abweichung vom Mittelwert von 313 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Die Schwankungen ergeben sich durch die Schwankungen in den Abfallmengen. Im Jahre 2012 ist die geringste Einsparung mit 4537 Tonnen CO₂-Äquivalenten zu verzeichnen. Im Jahre 2013 durch die Umstellung auf die Bioabfallvergärung ist die höchste Einsparung von 5800 Tonnen CO₂-Äquivalenten zu sehen. Bilanziell können 964 Tonnen CO₂-Einsparungen durch die Bioabfallvergärung begründet werden, was auch mit dem langjährigen Mittelwert zusammenpasst.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

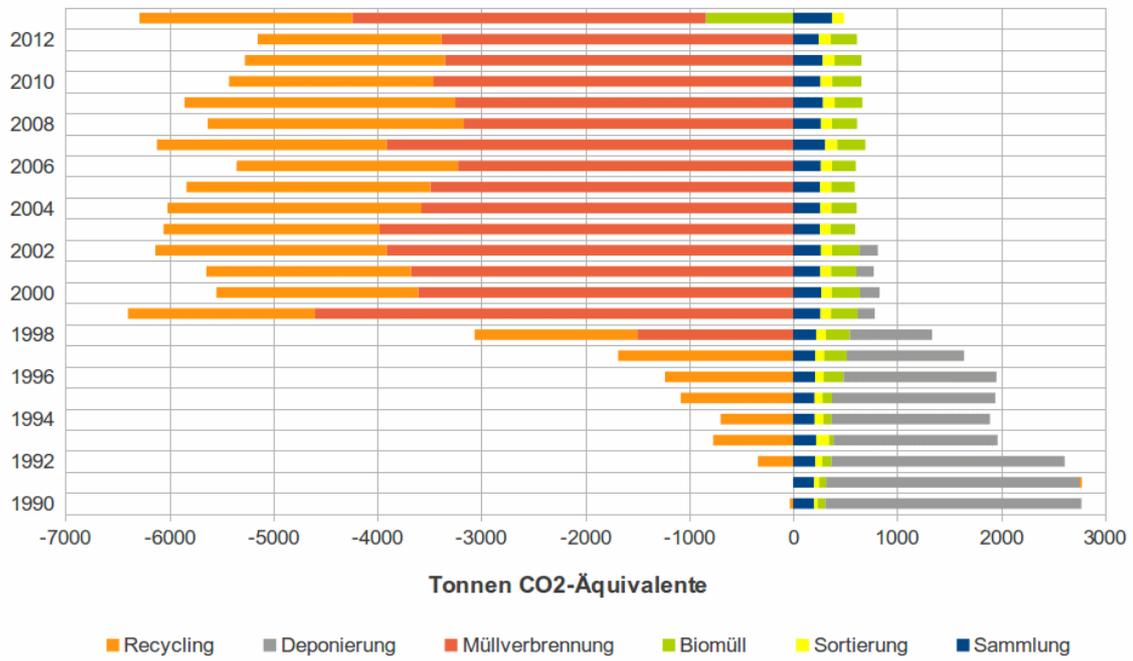


Abbildung 9. CO₂-Emission der Abfallwirtschaft in Landau seit 1990

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

4.2 Abwasserbeseitigung

Die Kläranlage in Landau Mörlheim nimmt nicht nur die Abwässer von Landau, sondern auch von benachbarten Gemeinden auf. Zusätzlich werden die Abwässer von Industrie- und Gewerbebetrieben geklärt. Somit kommt die Kläranlage insgesamt auf ein Volumen von 80.000 Einwohnergleichwerten. Die Pflanzenkläranlage im Taubensuhl wird in diesem Rahmen nicht bilanziert. Die Bilanzierungsgrenzen der Kläranlage werden in Abbildung 10 schematisch aufgezeigt.

4.2.1 Systemgrenzen

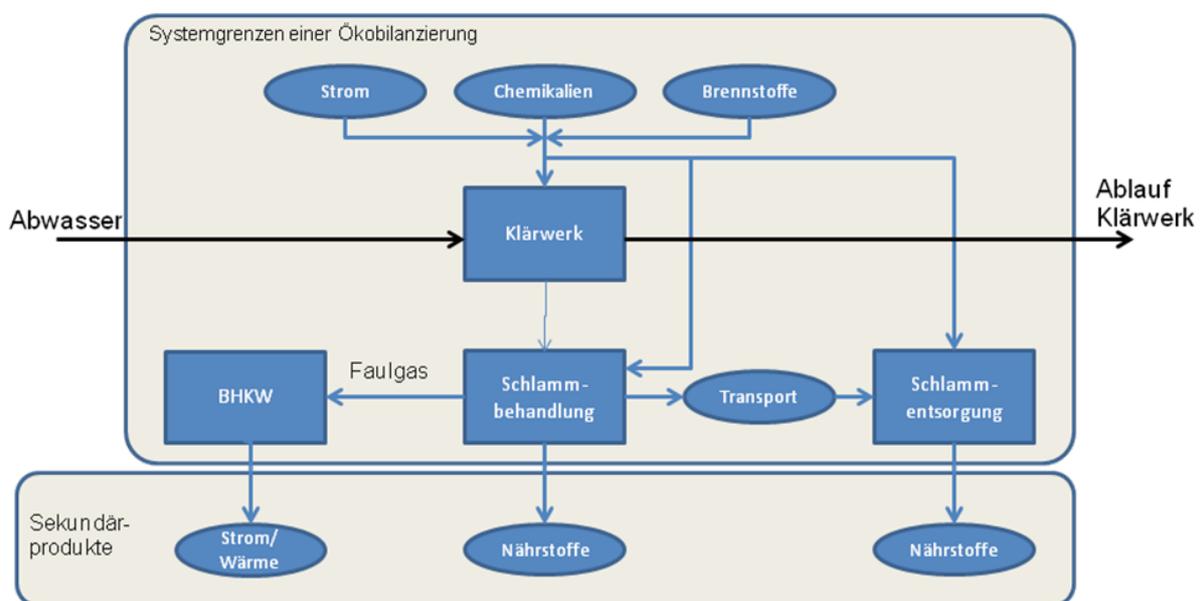


Abbildung 10. Systemgrenzen, Ökobilanzierung Klärwerk nach Remy et al. 2011

4.2.2 Abwasser- und Klärschlammaufkommen

Seit dem Jahr 2001 ist ein Rückgang der Abwassermengen von 9.000.000 m³/a auf um die 6.000.000 m³/a zu verzeichnen. Die Klärschlammengen sind in dem gleichen Zeitraum allerdings einigermaßen konstant bei um die 4.000 Tonnen/a geblieben (Abbildung 11).

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

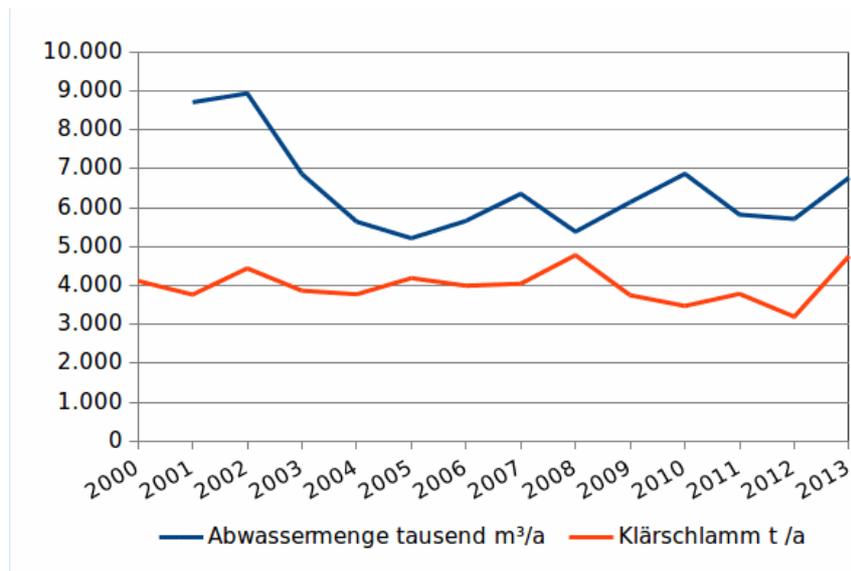


Abbildung 11. Abwasser- und Klärschlamm-mengen der Kläranlage Landau Mörlheim von 2000 bis 2010

4.2.3 Energetische Verwertung des Klärschlammes in einem BHKW

Der Klärschlamm wird in zwei Faultürmen zur Faulgaserzeugung genutzt. Mit dem Faulgas werden zwei Motoren angetrieben, die Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) erzeugen. Weiterhin wird mit dem Faulgas eine Heizung betrieben, die zusammen mit dem BHKW die Wärme für die Faulung liefert. Strom und Wärme werden direkt auf der Kläranlage verbraucht. Allerdings reicht die Eigenerzeugung nicht zur Deckung des Energiebedarfs der Kläranlage aus und es wird zusätzlich Gas und Strom von Außen bezogen.

4.2.3.1 Energiebezug

In Abbildung 12 wird der Bezug von Strom und Wärme von außen der Kläranlage Landau Mörlheim seit 2000 dargestellt. Die Wärmemenge wurde anhand der Mengen Erdgas errechnet, die dem BHKW zugeführt werden. Für die gelieferten Erdgasmengen lagen Daten von Energieversorger vor. Die Strommengen schwanken von rund 600 bis über 900 MW/a von 2000 bis zum Jahre 2007. In den Jahren 2007 bis 2010 wurden die höchsten werte von über 1000 MW/a erreicht. Seit 2011 ist der Strombezug rückgängig und erreicht 2013 den niedrigsten Wert von 325 MW/a. Beim Gasbezug ist bis zum Jahre 2005 (Ausnahme 2004) ein Ansteigen des Gasbezugs auf über 600 MW/a zu ermitteln. Seit dem Jahr 2006 gehen allerdings die Bezugsmengen an Erdgas zurück und erreichen 2010 mit 118 MW/a einen Tiefstand. Der Trend ist generell bis 2013 rückläufig, bis auf das Jahr 2012, in dem umfangreiche Bauarbeiten an der Kläranlage durchgeführt wurden. Die Bauarbeiten wurden auch zur Optimierung des Energieverbrauchs durchgeführt, was sich in der geringsten Bezugsmenge an Strom 2013 niederschlägt.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

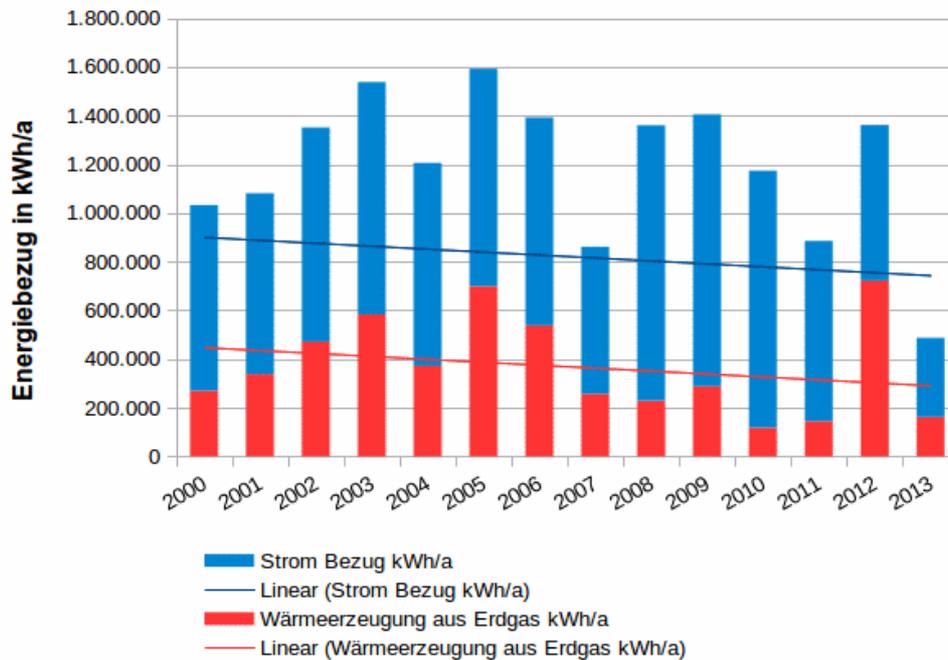


Abbildung 12. Energiebezug (Strom und Wärme aus Erdgas in kWh/a) der Kläranlage Landau Mörlheim. Beim Erdgas ist das Wärmeäquivalent angegeben, das durch das Erdgas im BHKW erzeugt wird.

4.2.3.2 Energiegewinnung

Der Energiegewinn auf der Kläranlage bezieht sich auf die Strom- und Wärmegewinnung aus den BHKWs und wird in Abbildung 13 dargestellt. Die Stromgewinnung liegt in den Jahren 2000 bis 2007 um die 1.100 bis 1.300 MW/a. In den Jahren 2008 bis 2010 fällt sie unter 1.000 MW/a. Seit 2011 kann ein Ansteigen der erzielten Strommengen von rund 1.300 MW/a auf fast 1.800 MW/a im Jahre 2012 verzeichnet werden. Die erzeugten Wärmemengen aus Faulgas variierten zwischen den Jahren 2000 und 2007 von rund 1.400 MW/a bis über 1.800 MW/a. In den Jahren 2008 und 2009 sind die niedrigsten Wärmemengen zu verzeichnen mit um die 1.200 MW/a. Seit 2010 liegen die erzeugte Wärmemenge auf über 2.100 MW/a mit Spitzenwerten im Jahre 2010 von 2.800 MW/a.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

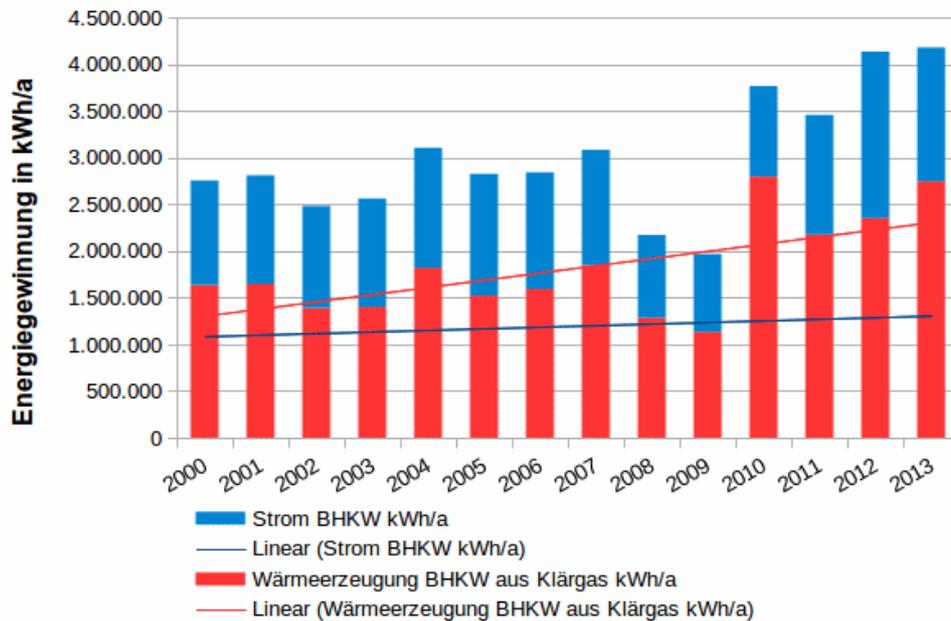


Abbildung 13. Strombedarf in kWh/a der Kläranlage Landau Mörlheim und Anteile der Eigenproduktion und des Bezugs durch den Stromversorger

Der Selbstversorgungsgrad der Kläranlage mit Strom und Wärme wird in Abbildung 14 verdeutlicht. Hier sind die Anteile am selbst erzeugtem Strom und Wärme als Prozentanteile des Gesamtenergieverbrauchs dargestellt. Beim Strom konnten in den Jahren 2000 bis 2007 um die 60 % des verbrauchten Stroms durch die BHKWs erzeugt werden. Dieser Anteil fiel auf unter 50% in den Jahren 2008 bis 2010. Seit dem ist ein Ansteigen der selbst erzeugen Strommenge auf über 80% im Jahre 2013 zu beobachten. Bei der selbst erzeugen Wärme werden in den Jahren 2000 bis 2009 Anteile von 70% bis nahezu 90% erreicht. Ab 2010 werden 90% überschritten mit einem Einbruch in Jahre 2012. In diesem Jahr sind umfangreiche und energieintensive Bauarbeiten an der Kläranlage durchgeführt worden.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

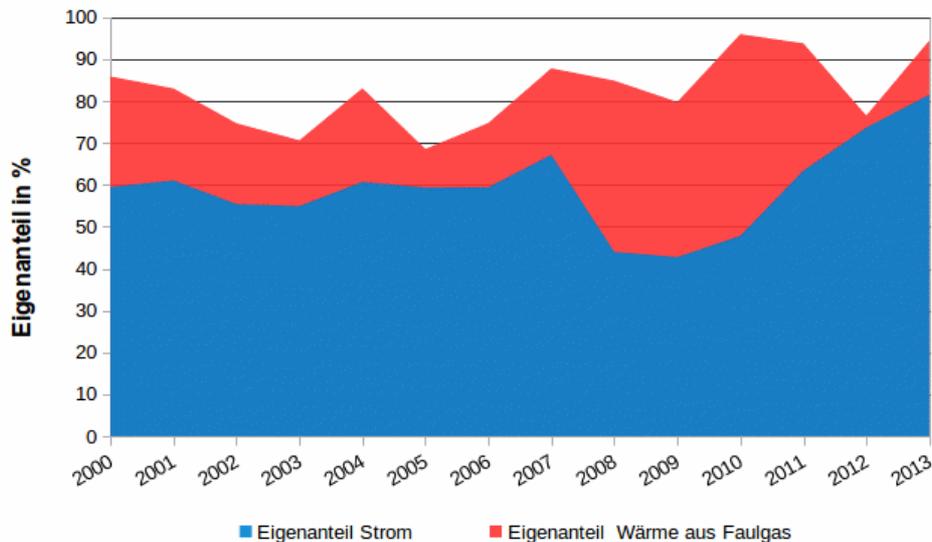


Abbildung 14. Eigenanteil der Energieerzeugung am Gas- und Strombedarf in % der Kläranlage Landau Mörlheim.

Als Energiekennwert für Kläranlagen werden die jährlichen Verbrauchten kWh pro angeschlossenen Einwohnerwert für Energieverbräuche herangezogen (UBA, 2009). Für den Energiekennwert ist auch die Größe der betrachteten Kläranlage entscheidend. Die Kläranlage in Landau-Mörlheim ist für 80.000 Einwohnerwerte ausgelegt. Sie fällt demnach in die Größenklasse 4 (von 5 Größenklassen) mit einem Energiekennwert von 35 kWh/EW*a im Bundesdurchschnitt für diese Größenklasse. Der Energiekennwert für die Kläranlage Landau-Mörlheim liegt im Durchschnitt der letzten 10 Jahre bei 22 kWh/EW*a und wird durch die eigene Stromerzeugung auf 10 kWh/EW*a verringert.

Die Abwassereinigung ist in vielen Kommunen der größte Energieverbraucher mit einem Anteil von rund 20% am Gesamtenergiebedarf (DWA Rundbrief 2011). In diesem Zusammenhang ist der Stromverbrauch der Kläranlage Landau-Mörlheim mit ca. 2 GWh/a eher gering, da er nur 1% der in Landau verbrauchten Strommenge von ca. 200 GWh/a (eigene Berechnungen) ausmacht.

4.2.4 Betriebsmittel

Als Chemikalien werden mehrere Substanzen wie Fällmittel für Phosphorverbindungen und Flockungsmittel in der Schlammwässerung eingesetzt. Für diese Betriebsmittel liegen Daten vor und der Energieaufwand für die Herstellung der Chemikalien wird in die Ökobilanz einbezogen.

4.2.5 Transport Klärschlamm

Nach der Vergärung im Faulturn, wird der Faulschlamm für eine weitere Verwertung in der Landwirtschaft als Düngemittel ausgebracht. Dafür wird der Hauptanteil des Faulschlammes über eine Distanz von 100 km transportiert. Ein

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

kleinerer Teil des Klärschlammes geht in die Rekultivierung mit einer Transportentfernung von 500 km. Das Transportaufkommen wird über die gefahrenen Tonnenkilometer in dem Programm GEMIS 4.9 bilanziert.

4.2.6 Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft

Klärschlamm wird in der Landwirtschaft als Düngemittel verwertet. Durch die Nährstoffe, die im Klärschlamm enthalten sind, wird weniger Mineraldünger benötigt. Mineraldünger wird mit einem hohen Energieaufwand hergestellt. Wenn er jetzt durch Klärschlamm substituiert wird, kann das als Gutschrift in die Energiebilanz der Kläranlage einfließen. Die Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor sind allerdings nicht im gleichen Maße für Pflanzen verfügbar, wie bei anderen Düngemitteln. Weiterhin müsste der Nährstoffgehalt des Klärschlammes bekannt sein, um genauere Aussagen machen zu können. Die hier verwendete Bilanzierung lehnt sich an eine Studie des IFEU über die Klärschlammverwertung in Schleswig-Holstein an. Als substituiertes Düngemittel wurde Ammoniumnitratphosphat (ANP) als NP-Dünger ausgewählt, da es zu etwa gleichen Anteilen Stickstoff und Phosphor enthält. In der IFEU Studie wird als substituierte Düngemittelmenge 25,1 kg pro Tonne Trockenmasse Klärschlamm angegeben. Somit werden nach dem Klärschlammaufkommen 25-30 Tonnen NP-Dünger substituiert. Im Wirtschaftsjahr 2009/2010 wurden in Rheinland-Pfalz 647 Tonnen NP-Dünger abgesetzt (destatis, Fachserie 4, Reihe 8.2).

4.2.7 Gesamtbewertung

Für die Gesamtbewertung der CO₂-Emission der Kläranlage wurden der Energieverbrauch durch Strom, Gas, Betriebsmittel und der Transport des Klärschlammes zur Verwertung in der Landwirtschaft aufsummiert. Der Fuhrpark der Fahrzeuge auf der Kläranlage, der Transport des Klärschlammes und der Einsatz von Betriebsmitteln (wie Flockungsmittel) spielt bei der CO₂-Emission keine bedeutende Rolle.

4.2.7.1 Energieverbrauch

Die größte CO₂-Emission geht vom Strom und Gasverbrauch aus, wobei die Emissionen des Stromverbrauchs bis 2009 über denen des Gasverbrauchs liegen. Die CO₂-Emission des gesamten Energieverbrauchs der Kläranlage lag im Jahre 2000 bei 1500 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Bis 2004 nahm die Emission auf über 2000 Tonnen CO₂-Äquivalente zu und ging dann bis 2009 wieder auf 1600 Tonnen CO₂-Äquivalente zurück (Abbildung 14). Seit 2010 ist ein erhöhter Energieverbrauch verursacht durch die erhöhte Gewinnung von Faulgas und dessen Nutzung zu verzeichnen (Abbildung 12). Somit steigen auch die CO₂-Emissionen auf über 2000 Tonnen in den Jahren seit 2010.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

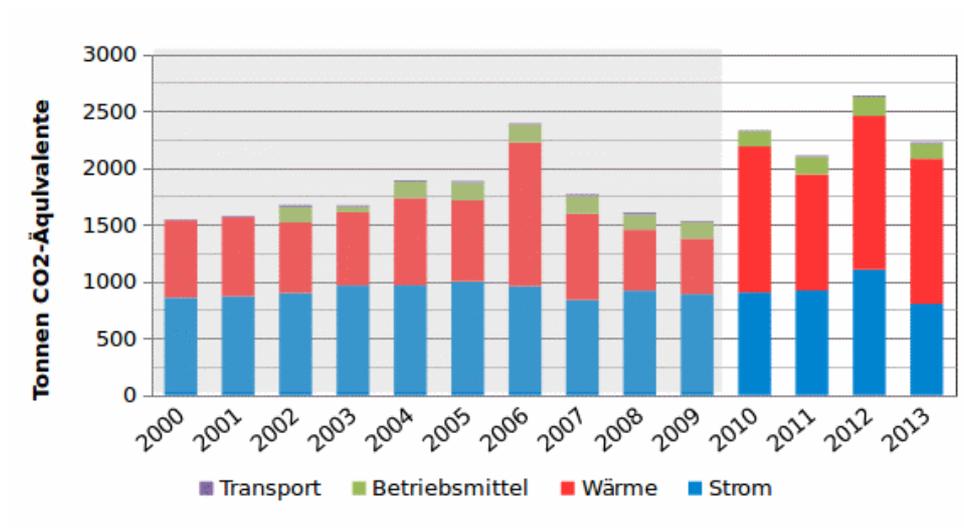


Abbildung 15. CO₂-Bilanzierung der Kläranlage, der Bereiche Strombezug, Gasbezug, Fuhrpark, Transport und Betriebsmittel

4.2.7.2 Gutschrift

Als Gutschrift für die CO₂-Emission wird das erzeugte Faulgas und der daraus resultierenden Stromerzeugung in einem BHKW angerechnet. Die Ausbringung des Klärschlammes in der Landwirtschaft ersetzt Mineraldünger und wirkt sich daher weiterhin positiv auf die CO₂-Bilanz aus. In dem Zeitraum 2000 bis 2010 schwankt die CO₂-Einsparung zwischen 1000 und 1360 Tonnen CO₂-Äquivalenten (Abbildung 16). Seit dem Jahre 2010 wird erheblich mehr Faulgas erzeugt, was zur Stromproduktion und zur eigenen Wärmebereitstellung genutzt wird. Dadurch erhöht sich auch die Gutschrift auf 1600 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahre 2011 bis auf 2000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahre 2013.

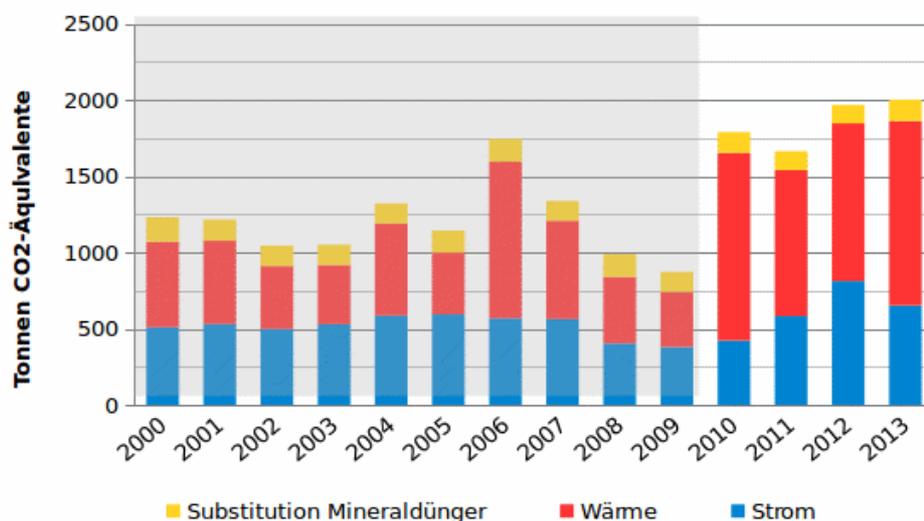


Abbildung 16. CO₂-Bilanzierung der Gutschrift der Kläranlage, der Bereiche Strom, Wärme und Substitution von Mineraldünger

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

4.2.7.3 Nettobilanz

Für die Nettobilanz wird die Gutschrift von den Emissionen des Energieverbrauchs abgezogen. Im Mittel kann auf der Kläranlage die CO₂-Emission durch den Einsatz des Faulgases für die Heizung und das BHKW und durch Substitution von Mineraldünger auf ein Drittel der ursprünglichen Menge gesenkt werden. Die Werte für die Reduktion bewegen sich zwischen 60 und 80% CO₂-Einsparung durch energetische Maßnahmen. Trotz Schwankungen ist seit dem Jahr 2000 mit einer CO₂-Emission von 300 Tonnen CO₂-Äquivalenten ein Ansteigen der CO₂-Emission auf über 500 Tonnen CO₂-Äquivalenten seit 2002 (mit der Ausnahme von 2007) zu beobachten (Abbildung 17). Seit 2010 steht einer erhöhten CO₂-Emission verursacht durch einen erhöhten Wärmebedarf einer höheren Gutschrift durch eine erhöhte Faulgaserzeugung gegenüber. In der Nettobilanz sinkt damit die CO₂-Emission von 540 Tonnen CO₂-Äquivalente 2010 auf 221 Tonnen CO₂-Äquivalente in 2013. Allein das Jahr 2012 fällt aus dem Trend, da in diesem Jahr, bedingt durch Umbaumaßnahmen, der höchste Wärmebedarf und Strombedarf seit 2000 anfiel.

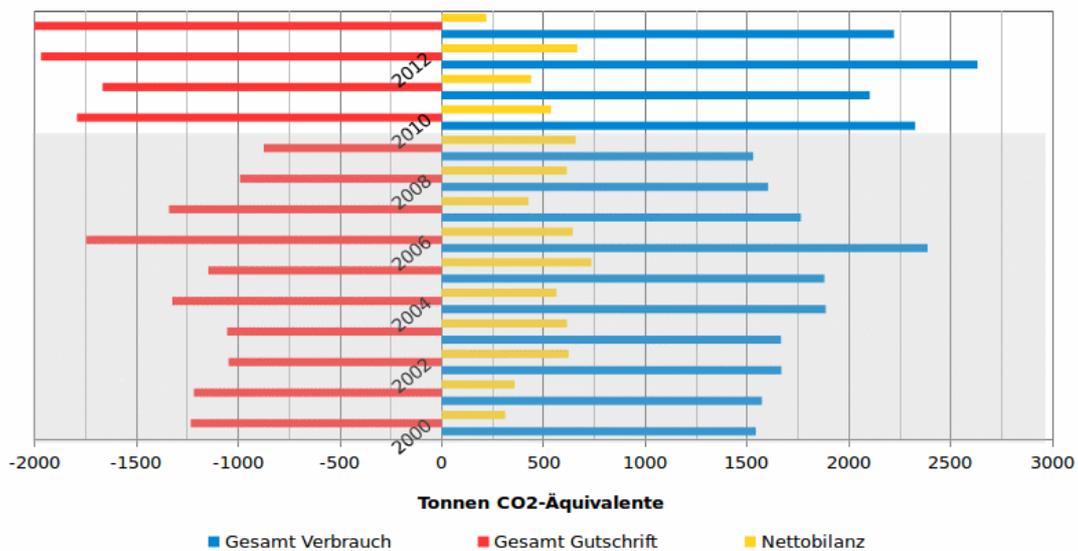


Abbildung 17. Netto-CO₂-Bilanzierung der Kläranlage

4.3 Verwaltung

4.3.1 Gebäude

Für die Bilanzierung des Verwaltungsgebäudes der EWL in der Friedrich-Ebert-Straße 5, liegen Verbrauchsdaten für Gas und Strom seit 1998 vor. Als CO₂-Emissionsfaktoren für Strom wurden die Werte des bundesweiten Energiemixes (UBA 2013) herangezogen. Die Emissionswerte für den Gasverbrauch wurden nach GEMIS 4.9 für Gaszentralheizungen gewählt. Als Trend ist eine Abnahme der CO₂-Emission von 1998 mit 160 Tonnen CO₂-Äquivalente bis 2006 auf 90 Tonnen CO₂-Äquivalente zu verzeichnen. Ab 2007 ist wieder ein Anstieg auf 140 Tonnen CO₂-Äquivalenten im Jahre 2010 zu beobachten. Der Stromverbrauch hat 1998 einen Anteil von 60 Tonnen CO₂-Äquivalenten und sinkt bis 2006 auf 40 Tonnen. Ab 2007 sind die CO₂-Emissionen des Stromverbrauchs gleichbleibend um die 50 Tonnen, während die CO₂-Emissionen für die Gasheizung variieren. Ab dem Jahr 2011 versorgt das Verwaltungsgebäude der EWL in einem lokalen Wärmeverbund das benachbarte Verwaltungsgebäude mit, wodurch eine Energieeinsparung erreicht werden soll. Die CO₂-Emissionen für die Heizwärme sind 2011 mit 47 Tonnen CO₂-Äquivalenten auf dem tiefsten Stand seit 1998 und belaufen sich 2012 und 2013 auf um die 66 Tonnen CO₂-Äquivalente.

Seit 2010 fällt die Projektteilung der Landesgartenschau 2015 in Landau in den Zuständigkeitsbereich der EWL. Dafür wurde im August 2011 Räumlichkeiten in der Georg-Friedrich-Dentzel-Straße 1 angemietet. Eine CO₂-Bilanzierung wird gesondert vorgenommen und in Abbildung 18 gezeigt. In der Gesamtbilanz der Verwaltung werden die Räumlichkeiten in der Georg-Friedrich-Dentzel Straße 1 gesondert gekennzeichnet (Abbildung 20). Das Gebäude Georg-Friedrich-Dentzel-Straße 1 wurde vom EWL erworben und nach den Vorgaben der EnEV saniert. Das Gebäude wird vom EWL vermietet. Selbst genutzt wurden anfänglich 4 Büroräume und teilweise die Besprechungsräume. Für die Bilanzierung wird ein Nutzungsgrad des Gebäudes von 25% angenommen. Mit dem Auflösen der Projektteilung zum 31.12.2014 wird das Gebäude auch nicht mehr vom EWL direkt genutzt.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

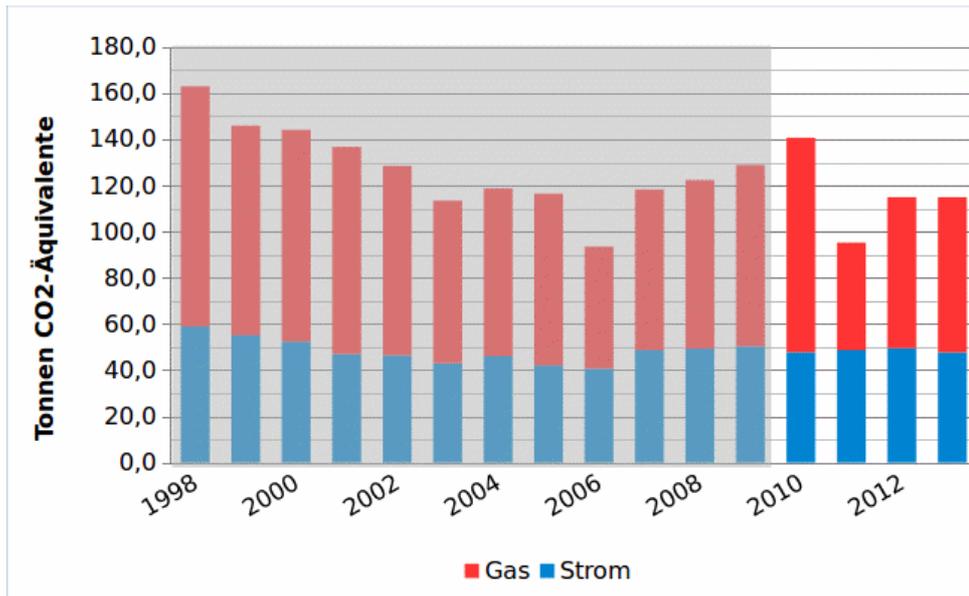


Abbildung 18. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch den Strom- und Gasverbrauch des Verwaltungsgebäudes in der Friedrich-Ebert-Straße 5.

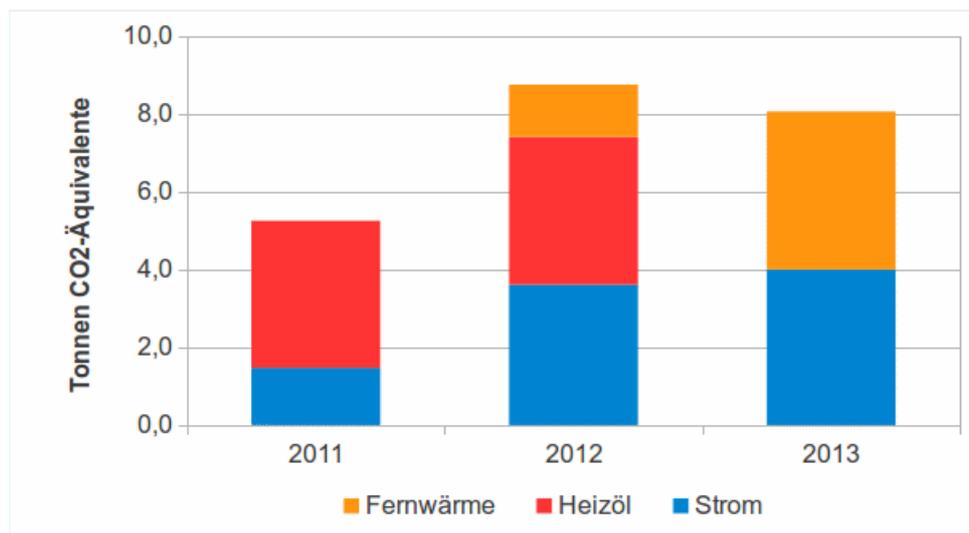


Abbildung 19. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch den Strom- und Gasverbrauch des Gebäudes in der Georg-Friedrich-Dentzel Straße 1

4.3.2 Fuhrpark

Seit 2008 stehen Daten für die Kraftstoffmengen und die gefahrenen Kilometer des Fuhrparks der Verwaltung der EWL zur Verfügung. Als CO₂-Kennwerte werden die gefahrenen Personenkilometer in GEMIS bilanziert. Dabei wird in Benzin- und Dieselfahrzeuge unterschieden. Der Dieselanteil ist für die Jahre 2012 und 2013 geschätzt worden, da nur allgemein die gefahrenen Kilometer aller Fahrzeuge als Daten vorlagen. Die CO₂-Emissionen bewegen sich zwischen 5,6 und 6,8 Tonnen CO₂-Äquivalente, wobei der höchste Wert 2010 zu verzeichnen war und seit dem eine Abnahme der CO₂-Emission auf 5,6 Tonnen CO₂-Äquivalente zu beobachten ist (Abbildung 20).

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

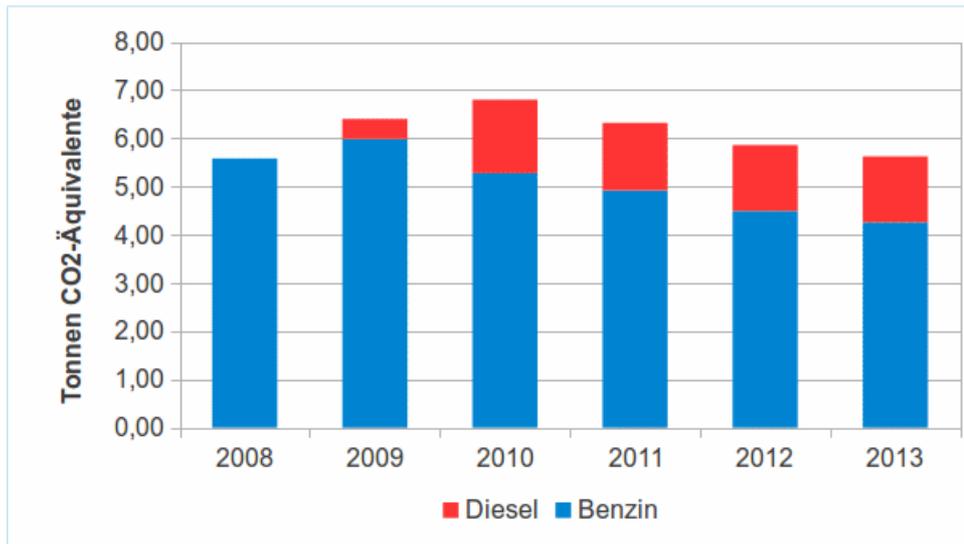


Abbildung 20. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark der Verwaltung der EWL

4.3.3 Gesamtbilanz der Verwaltung

Die CO₂-Emission der Verwaltung variiert zwischen 100 und 148 Tonnen CO₂-Äquivalenten in dem Zeitraum 2008 bis 2013. Der niedrigste Wert ist im Jahre 2011 zu verzeichnen. In den Jahren 2012 und 2013 wird eine konstante CO₂-Emission von 120 Tonnen CO₂-Äquivalenten erreicht. Seit 2011 kommen die Energieverbräuche der Räumlichkeiten für die Landesgartenschau hinzu. Dadurch erhöht sich der Wert für die CO₂-Äquivalente auf um die 130 Tonnen für die Jahre 2012 und 2013 (Abbildung 21).

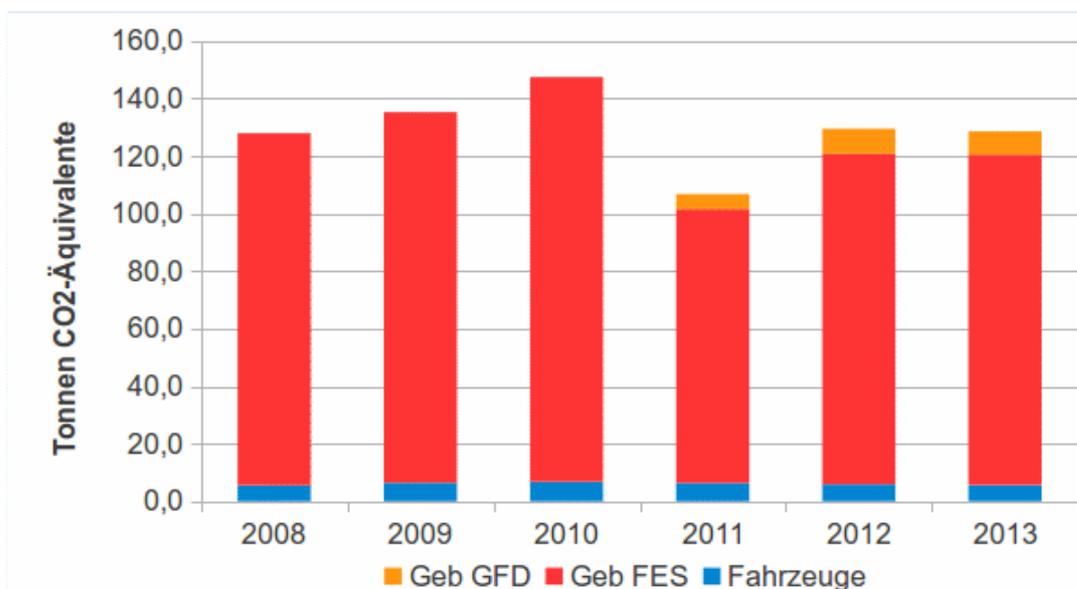


Abbildung 21. Gesamtbilanzierung der Verwaltung mit Gebäuden und Fahrzeugen.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

4.4 Bauhof

4.4.1 Abfuhrbetrieb

Im Bauhof der EWL werden sowohl die Fahrzeuge zur Müllsammlung gewartet, als auch die Fahrzeuge zur Straßenreinigung und zum Straßenunterhalt betreut.

4.4.1.1 Müllfahrzeuge

Bei der Abfallsammlung kommen maßgeblich vier Müllwagen der EWL zum Einsatz. Zwei bis drei weitere Müllkleinfahrzeuge werden zur Leerung von Papierkörben oder zur Müllbeseitigung auf Plätzen eingesetzt. Die Auswertung für die CO₂-Bilanz wird anhand der gefahrenen Tonnen-Kilometer vorgenommen. Für die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz liegen für die Jahre 2010 bis 2013 die gefahrenen Jahreskilometer und die Kraftstoffverbräuche der Müllsammelfahrzeuge vor. Für den Transport zur Weiterverwertung kann die Fahrleistung der Transport-LKWs herangezogen werden. Tabelle 2 gibt die Fahrleistung der Müllsammelfahrzeuge nach gefahrenen Jahreskilometern an. In Tabelle 3 werden die Kraftstoffverbräuche je Fahrzeug aufgelistet. Eine Zuordnung der Tankquittungen zu den einzelnen Fahrzeugen war nicht immer eindeutig möglich. Als ein Indikator kann der durchschnittliche Verbrauch je 100 km herangezogen werden. Für das Müllfahrzeug LD E 8623 ergibt sich ein sehr hoher durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch von über 100 L pro 100 km. Die anderen Müllsammelfahrzeuge zeigen einen geringeren Verbrauch von durchschnittlich 70-86 L pro 100 km. Obwohl es nicht immer möglich ist den einzelnen Fahrzeugen die Tankmengen zuzuordnen, so lässt sich doch die Summen des Kraftstoffverbrauches der Müllsammlung ermitteln (Tabelle 3).

Tabelle 2. Fahrzeuge zur Müllsammlung der EWL mit gefahrenen Jahreskilometern

Müllsammelfahrzeuge	2010	2011	2012	2013
LD E 8621		13153	13321	16402
LD E 8622		17204	17204	17204
LD E 8623		12324	12324	12324
LD E 8624		14332	14301	9238
LD E 8625 ohne KennZ				
Jährl. Fahrleistung in km	57012	57013	57150	55168
Müllkleinfahrzeuge				
LD E 8658	21511	20666	18429	10184
LD E 8648				7462
LD E 8645	17480	18047	18169	15421
Jährl. Fahrleistung in km	38991	38713	36598	33067
Summe km	96003	95726	93748	88235

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

Tabelle 3. Fahrzeuge zur Müllsammlung der EWL mit jährlichen Kraftstoffverbrauch

Müllsammelfahrzeuge	2010	2011	2012	2013	Verbrauch l/100km
LD E 8621	7406	8915	9887	11139	70,0
LD E 8622	19111	k.A	12565	15697	85,8
LD E 8623	17971	12965	12914	12895	104,9
LD E 8624	8569	9996	10611	6828	72,6
LD E 8625				610	
ohne KennZ		16036	2351		
Jährl. Kraftstoffverbrauch in l	53057	47912	48328	47169	
Müllkleinfahrzeuge					
LD E 8658	2645	2486	2197	1360	12,4
LD E 8648				1107	14,8
LD E 8645	2298	2320	2317	2234	13,4
Jährl. Kraftstoffverbrauch in l	4944	4806	4514	4700	
Summe in l	58001	52718	52843	51869	

4.4.1.3 Mülltransport zur Weiterverwertung

Die jährliche Fahrleistung der LKWs für den Transport des Abfalls zur Weiterverwertung wird in Tabelle 4 aufgelistet. Der Restabfall wird nach Pirmasens ins dortige Müllheizkraftwerk geliefert. Beim Bioabfall war bis 2012 die Anlieferung des Bioabfalls ins Kompostwerk Westheim bereits in der Fahrleistung für die Sammlung enthalten. Im Jahr 2013 kommt der Transport des Biomülls zur Vergärung in das 400 km entfernte Saalfeld hinzu. Entsprechend verringerte sich die Fahrleistung der Müllsammelfahrzeuge 2013, da der Transport nach Westheim wegfiel (Abbildung 22).

Tabelle 4. Jährliche Fahrleistung der Transport-LKWs zur Weiterverwertung einzelner Müllfraktionen

Fahrleistung Transport	2010	2011	2012	2013
Restabfall zum MHKW PS	30526	30526	29654	30000
Bioabfall nach Saalfeld				131820
Papier nach Mannheim	22175	22355	21873	21629
Summe km Transport	52701	52881	51527	183449

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

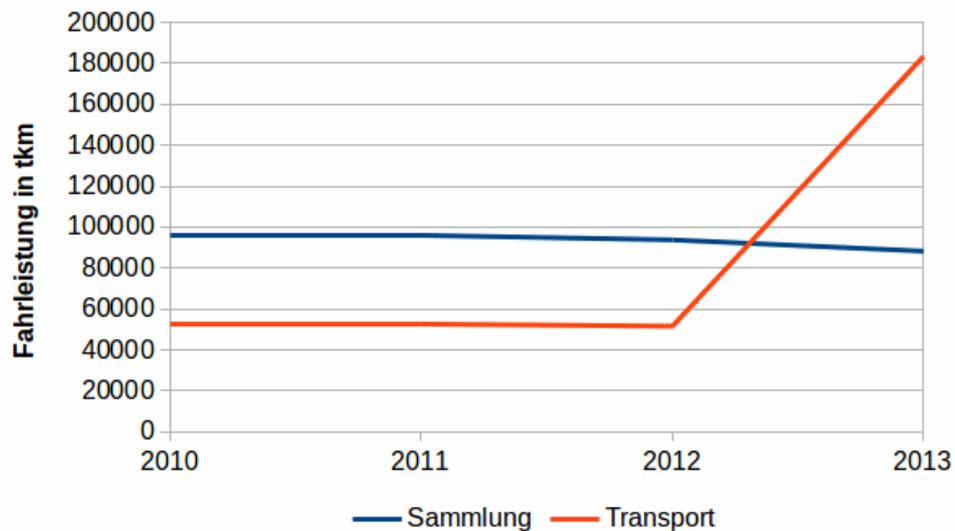


Abbildung 22. Jährliche Fahrleistung der Müllsammelfahrzeuge und der Transport-LKWs

4.4.1.2 CO₂-Äquivalente Müllsammlung und Transport

Die CO₂-Emission der Müllsammelfahrzeuge und des Transports zur Weiterverwertung wird anhand der ermittelten CO₂-Faktoren aus dem Programm GEMIS berechnet. In Tabelle 5 werden die einzelnen CO₂-Faktoren und der entsprechende Prozess in GEMIS dargestellt. Die funktionelle Einheit in den GEMIS-Prozessen ist kg CO₂-Äquivalente je gefahrenen tkm. Als Tonnen-Kilometer wird die jährliche Fahrleistung in den Tabellen 2 für die Müllsammlung und Tabelle 4 für die Transport-LKWs herangezogen.

Tabelle 5. CO₂-Kennwerte nach GEMIS für Müllsammlung und Transport

Müllsammlung/ Transport	GEMIS-Prozess	kg CO ₂ -Äquivalente je tkm
Müllsammlung	LKW-Diesel >12t Müllsammlung	1,71
Transport Restabfall	LKW-Diesel 40t Zug Restmüll	0,723
Transport Bioabfall	LKW-Diesel >12t Bioabfall	0,624
Transport Papier	LKW-Diesel >12t Papier	0,624
Müllkleinfahrzeuge	LKW-Diesel 3,5-7,5t DE 2010	0,266

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

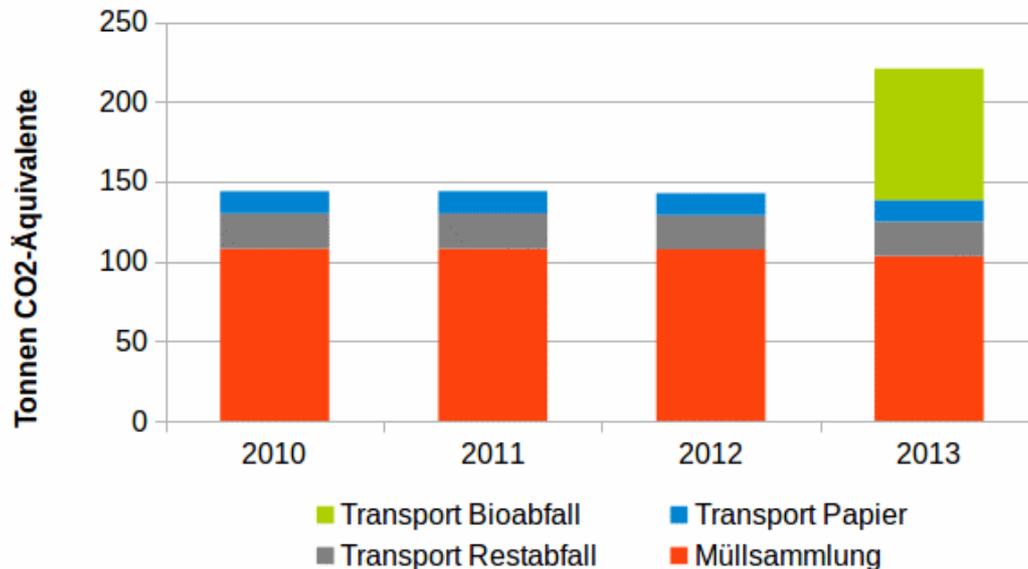


Abbildung 23. Tonnen CO₂-Äquivalente der Abfallsammlung und des Transports zur Weiterverwertung.

Die CO₂-Emission aus dem Bereich Müllsammlung und Transport betrug in den Jahren 2010 bis 2012 um die 143 Tonnen CO₂-Äquivalente. Im Jahr 2013 gibt die CO₂-Emission der Müllsammlung geringfügig zurück von 107 auf 103 Tonnen CO₂-Äquivalente. Beim Transport kam der zusätzliche Transport des Biomülls nach Saalfeld hinzu, der eine CO₂-Emission von 82 Tonnen CO₂-Äquivalente verursachte. Die Einsparungen bei der Müllsammlung ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass der Bioabfall 2013 nicht mehr ans Kompostwerk geliefert wurde.

4.4.2 Fuhrpark Bauhof

Der Bauhof der EWL unterhält einen Fuhrpark mit Fahrzeugen für den Winterdienst und den Straßenunterhalt. Für den Winterdienst kommen mehrere LKWs und eine Unimog zum Einsatz. Weiterhin wird der Straßenunterhalt durch das Ausbessern der Fahrbahn gewährleistet. Hierfür stehen auch LKWs und ein Walze zur Verfügung. Die LKWs können zu unterschiedlichen Arbeiten ausgerüstet werden, wie zum Schneeräumen, Streusalz ausbringen und Pflanzen bewässern. Es wird daher darauf verzichtet ein Fahrzeug einer bestimmten Funktion zuzuordnen.

Anhand der Tankquittungen für die einzelnen Fahrzeuge des Bauhofs, konnten die jährlichen Kraftstoffmengen, die ein Fahrzeug getankt hat, zugeordnet werden. Eine genaue Zuordnung war nicht in allen Fällen möglich, da auch Tankbelege vorlagen, bei denen nicht geklärt werden konnte, welches Fahrzeug betankt wurde. In Tabelle 6 werden die jährlichen getankten Kraftstoffmengen den

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

Kategorien LKW, Transporter, Sonderfahrzeuge und PKWs für die Jahre 2011 bis 2013 aufgelistet.

Tabelle 6. Fuhrpark des Bauhofes mit Litern Kraftstoffverbrauch.

LKW	2011	2012	2013
LD E 8640	1520,4	1967,88	2084,86
LD E 8646	1761,05	1413,63	1089,02
LD E 8647	0	109,32	
LD E 8654	765,88	148,48	
LD E 8659	1006,78	1657,04	1583,2
ohne KennZ	1097,94	866,86	1177,82
ohne KennZ		1463	1867,27
Transporter			
LD E 8642	148,3		
LD E 8644	1491,5	1410,96	1098,94
LD E 8656	944,19	851,24	1045,5
LD E 8657	1061,3	349,93	
LD E 8661	895,56	1007,93	834,26
Sonderfahrzeuge			
LD E 8643	434,18	602,72	1097,95
Radlader	1256,95	1013,83	506,89
Kubota Mäher	1865,29	2792,06	3486,79
Etesia Mäher	292,11	524,08	107,08
Kehmaschine		1117,25	2029,32
PKW			
LD E 8655	560,39	611,08	589,06
LD E 8660	363,69	543,39	506,64
LD E 8662	2580,47	1021,44	389,12
LD E 8674		510,27	515,44
LD E 8676		234,39	1096,82
Summe	18045,98	20216,78	21105,98
Benzin			
LD E 8645	2320,06	2317,24	2233,83
LD E 8662	1027,8	1571,2	1498,98
LD E 8670	166	488,74	457,2
LD E 8671	344,56	961,56	739,07
Summe	1538,36	3021,5	2695,25

Weiterhin konnte anhand des Tachostandes die jährliche Fahrleistung einzelner Fahrzeuge ermittelt werden (Tabelle 7). Der Tachostand lag aber nicht für alle Fahrzeuge vor. Zusammen mit den jährlichen Kraftstoffverbräuchen, konnte in Tabelle 7 für einzelne Fahrzeuge auch der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch pro 100 km berechnet werden.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

Tabelle 7. Fuhrpark des Bauhofes mit Fahrleistung der einzelnen Fahrzeuge (bei denen eine Kilometerstandsanzeige abgelesen wurde) und der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch in Litern/100km

LKW	2011	2012	2013	Verbrauch l/100km
LD E 8640				
LD E 8646	7686	6644	5566	21,3
LD E 8647	226			
LD E 8654	3879	306		34,1
LD E 8659	3749	5905	5570	27,8
ohne KennZ				
ohne KennZ				
Transporter				
LD E 8642				
LD E 8644	10756	10255		13,8
LD E 8656	6782	6213	7430	13,9
LD E 8657	4536			23,4
LD E 8661				
Sonderfahrzeuge				
LD E 8643				
Radlader				
Kubota Mäher				
Etesia Mäher				
Kehmaschine				
PKW				
LD E 8655				
LD E 8660	5342			6,8
LD E 8662	15701	16505	16302	11,3
LD E 8674	352	4100	2606	16,1
LD E 8676				
Benzin				
LD E 8645	18047	18169	15421	13,4
LD E 8662				
LD E 8670	1835	1374		22,3
LD E 8671	3272	9444	6986	10,4

In Abbildung 24 wird die CO₂-Emission aller Fahrzeuge des Bauhofes aufsummiert. Eine Unterteilung der Gesamtemission erfolgt nach den einzelnen Fahrzeugkategorien LKW, Transporter, Sonderfahrzeuge und PKW. 2011 und 2012 sind um die 35 Tonnen CO₂-Äquivalente emittiert wurden. Die Emission sank dann im Jahre 2013 auf 32 Tonnen CO₂-Äquivalente.

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

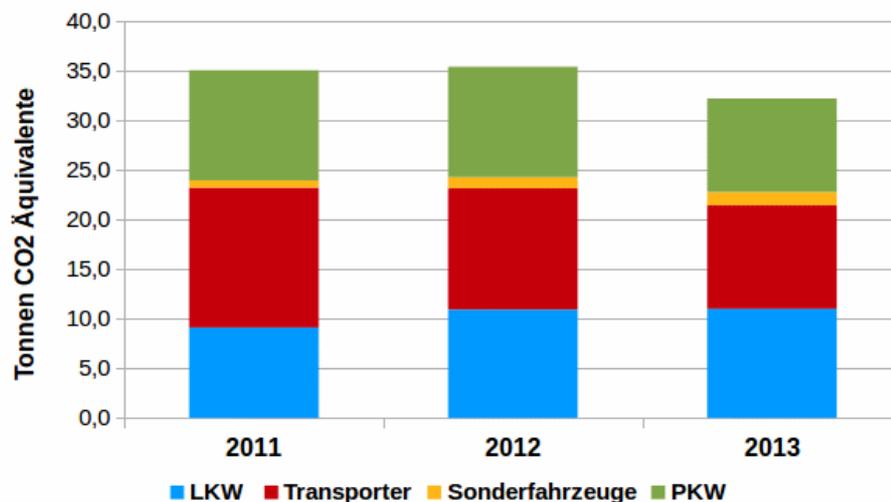


Abbildung 24. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark des Bauhofes

4.4.3 Gebäude Bauhof

Das Betriebsgelände des Bauhofes wurde im Mai 2008 aus der Ostbahnstraße in Landau in die Albert-Einstein-Straße 18 in neu errichtete Gebäude verlegt. Die neuen Gebäude werden mit einer Holzhackschnitzelheizung versorgt. Auf dem alten Betriebsgelände wurde mit Gas geheizt. Gasverbrauchsdaten liegen ab 2004 für das alte Betriebsgelände bis Mai 2008 vor. Danach wurde die Energieerzeugung aus Holzhackschnitzeln bilanziert. Stromdaten lagen für den Zeitraum 2004 bis 2010 für das alte und das neue Betriebsgelände vor. Abbildung 25 zeigt, dass durch die Umstellung von Gas auf Holzhackschnitzel eine Reduktion der CO₂-Emission auf 4% der ursprünglichen Menge stattgefunden hat. Es konnten dadurch 76 Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden werden. Seit 2010 beläuft sich die CO₂-Emission des Stromverbrauchs des Bauhofes auf um die 18 Tonnen CO₂-Äquivalente und der Wärmebedarf verursacht um die 3 Tonnen CO₂-Äquivalente. In den Jahren bis 2013 hält der Trend an und der Strom verursacht eine CO₂-Emission von durchschnittlich 20 Tonnen CO₂-Äquivalenten und der Wärmebedarf von durchschnittlich 3 Tonnen (Abbildung 25).

4. Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige

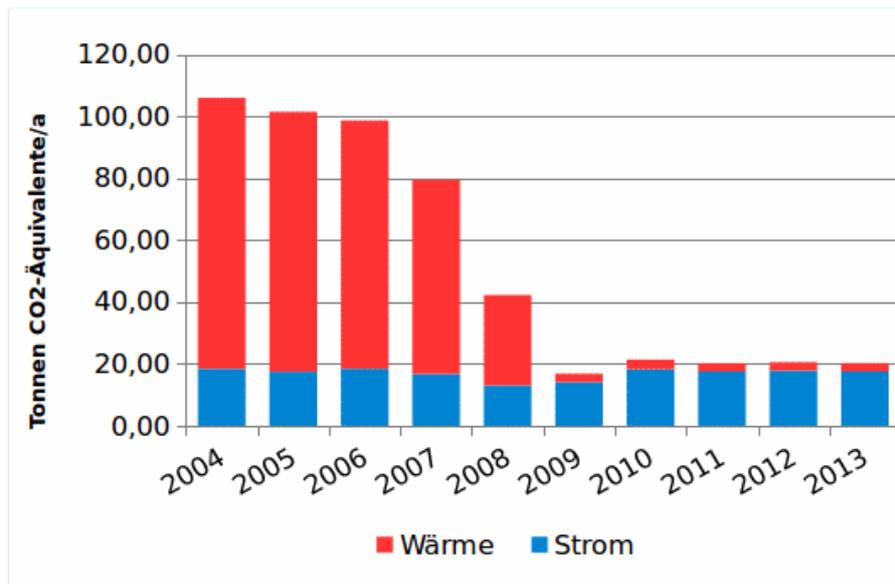


Abbildung 25. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch die Gebäude des Bauhofes

4.4.4 Bauhof gesamt

Bei der Gesamtbetrachtung der CO₂-Emissionen des Bauhofes werden die Ergebnisse für den Abfuhrbetrieb, den Fuhrpark und die Werte für das Betriebsgelände aufsummiert. Die CO₂-Emissionen des Abfuhrbetriebes blieben über den betrachteten Zeitraum von 2000 bis 2010 recht konstant. Durch Umstellung der Heizungsanlage von Gas auf dem alten Betriebsgelände auf Holzhackschnitzel auf dem neuen Betriebsgelände konnte die CO₂-Emission des Bauhofes von durchschnittlich 135 Tonnen CO₂-Äquivalente von 2000 bis 2006 auf durchschnittlich 52 Tonnen CO₂-Äquivalente ab 2009 gesenkt werden (Abbildung 26).

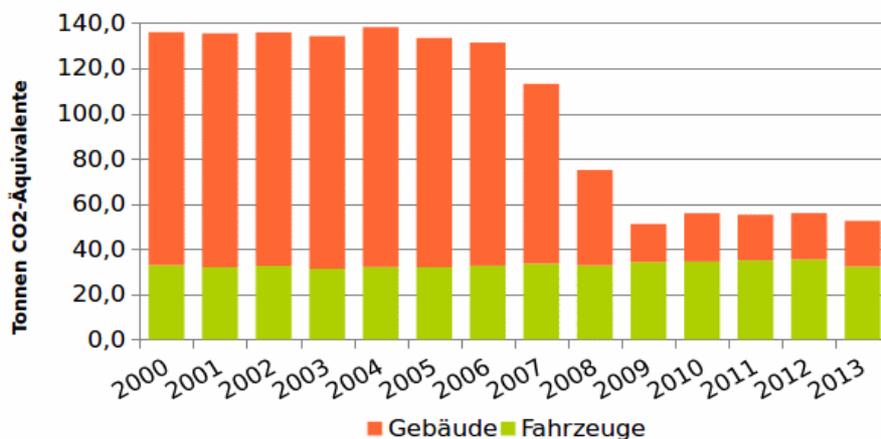


Abbildung 26. Tonnen CO₂-Äquivalente verursacht durch den Fuhrpark und das Betriebsgelände des Bauhofes

4.5 Gesamtbetrachtung der einzelnen Betriebszweige der EWL

Bei der Gesamtbetrachtung der CO₂-Bilanz aller Betriebszweige werden nur die Jahre ab 2000 berücksichtigt, da in diesem Zeitraum eine gemeinsame Datenbasis für einen Vergleich vorliegt. Einzelne Veränderungen, wie der Ausstieg aus der Deponierung von Abfällen, die eine große CO₂-Reduktion gebracht haben, können in der Bilanzierung der einzelnen Betriebszweige betrachtet werden.

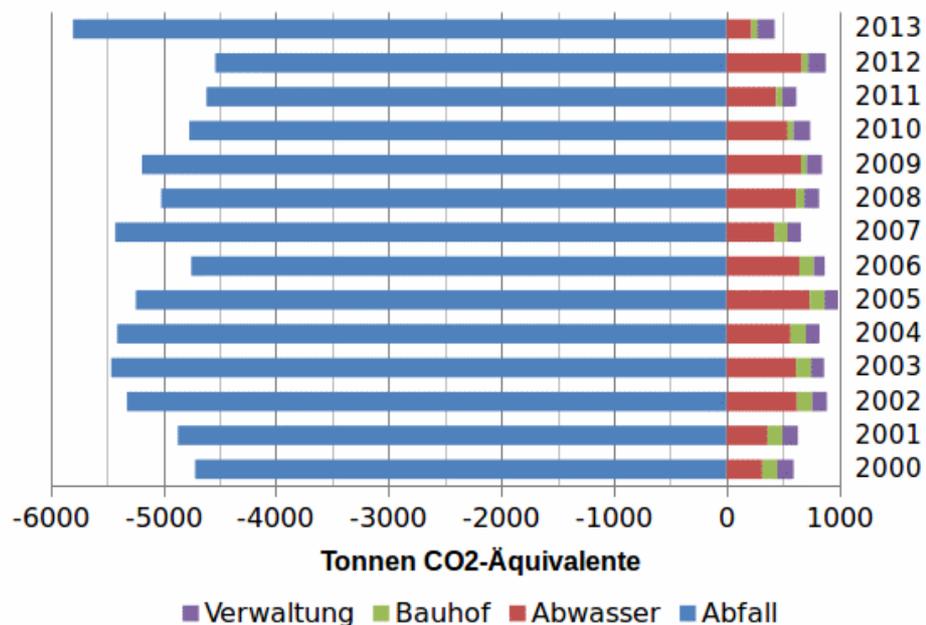


Abbildung 27. Gesamtbetrachtung der CO₂-Emission der einzelnen Betriebszweige der EWL

Dominiert wird die CO₂-Bilanz der EWL durch die CO₂-Einsparungen im Bereich der Abfallentsorgung. Drei Entwicklungen sind hier ausschlaggebend,

1. die Einsparung von fossilen Brennstoffen durch die Müllverbrennung
2. die steigenden Quoten beim Recycling.
3. Einstieg in die Vergärung des Bioabfalls 2013

Während im Jahre 1990 noch 2460 Tonnen CO₂-Äquivalente durch die Deponierung frei wurden, konnten seit 1999 durch die Müllverbrennung durchschnittlich 3560 und durch Recycling 2130 Tonnen CO₂-Äquivalente eingespart werden. Durch die Vergärung des Bioabfalls wurde eine weitere Gutschrift von 960 Tonnen CO₂-Äquivalente erreicht. Somit weist der

4.5 Gesamtbetrachtung der einzelnen Betriebszweige der EWL

Betriebszweig der Abfallentsorgung eine Gutschrift und somit eine CO₂-Einsparung von 5800 Tonnen CO₂-Äquivalenten auf.

Die Abwasserbeseitigung ist im Vergleich zu den anderen Betriebszweigen für die höchste CO₂-Emission verantwortlich, die über die Jahre allerdings stark variiert von 221 bis 668 Tonnen CO₂-Äquivalente in den Jahren 2013 und 2012. Durch die energetische Nutzung des Faulschlammes lässt sich allerdings die CO₂-Emission durch Gutschriften um zwei Drittel reduzieren.

Die Verwaltung ist im Mittel mit 129 Tonnen CO₂-Äquivalente an der CO₂-Bilanz der EWL beteiligt. Die höchsten Werte ergeben sich in den Jahren 2012 und 2013 in denen die zusätzlichen Energieverbräuche aus der Georg-Friedrich-Dentzel Straße 1 hinzukommen. Ohne diese Wärme- und Stromverbräuche ergaben sich bei den Energieverbräuchen durch die Verwaltung keine signifikanten Steigerungen. Die Emission, die durch den Fuhrpark des Bauhofs entstehen, liegt in dem Betrachtungszeitraum ab 2000 recht konstant bei durchschnittlich 33 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Durch die Versorgung des neuen Bauhofs mit einer Holzhackschnitzelheizung, konnte gegenüber der Beheizung des alten Betriebsgeländes mit Gas, eine Reduktion in der CO₂-Bilanz des Bauhofes von durchschnittlich 103 auf 20 Tonnen CO₂-Äquivalente seit 2009 erreicht werden.

Im Jahre 2013 konnte mit einer Einsparung von 5372 Tonnen CO₂-Äquivalenten der bisher höchste Wert in der CO₂-Bilanzierung der EWL erreicht werden. Seit dem Jahr 2000 wurde eine durchschnittliche Einsparung von 4237 Tonnen CO₂-Äquivalenten ermittelt. Grund für die erhöhte Einsparung im Jahre 2013 ist die energetische Verwertung des Bioabfalls.

Die Ergebnisse dieser Studie stimmen gut mit der Studie „20 Jahre Landesabfallbilanz Rheinland Pfalz“ über ein, in der das Witzenhausen Institut auf eine Reduktion der CO₂-Emission durch die Abfallwirtschaft Rheinland-Pfalz von 2,5 Mio Tonnen CO₂-Äquivalenten kommt. Für Landau lässt sich eine Entlastung der CO₂-Emission von um die 100 kg CO₂-Äquivalente pro Einwohner errechnen. In der Studie „Energieeffiziente Stadt“ wurde für Landau eine pro Kopf CO₂-Emission von 6,7 Tonnen CO₂-Äquivalente bestimmt.

5. Literatur

EWL, Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb Landau in der Pfalz 2010. Abfallwirtschaftskonzept Stadt Landau in der Pfalz 2010, S. 33

Fehrenbach, H. und F. Knappe 2002. Ökobilanzielle Betrachtung von Entsorgungsoptionen für Klärschlamm im Land Schleswig-Holstein. IFEU Heidelberg GmbH, S. 204

MUFV, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz 2008. Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2008. Siedlungsabfallbilanz, Sonderabfallbilanz. S 144

MUFV, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz 2009. Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2009. Siedlungsabfallbilanz, Sonderabfallbilanz. S 152

MUFV, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz 2009. 20 Jahre Abfallbilanz Rheinland-Pfalz 2008. S 49

Remy, C., Lesjean, B. und A. Hartmann 2011. Die Methodik der Ökobilanz zur ganzheitlichen Erfassung des Energieverbrauchs in der Abwasserreinigung. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2011 (58) Nr. 6, 572-576

Hartwig, P. und K-H. Rosenwinkel 2011. Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiebilanz einer Kläranlage am Beispiel der Kläranlage Rheda-Wiedenbrück. . KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2011 (58) Nr. 6, 558-565

Meß, R., Bernatzky, C. und G. Kolisch 2011. Klimarelevante Emissionen beim Betrieb abwassertechnischer Anlagen - Das Beispiel der hanseWasser Bremen GmbH. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 2011 (58) Nr. 7, 656-661

McDougall, F.R., White, P.R., Franke, M. and P. Hindle 2001. Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory. second edition, Blackwell Science 2001, s. 513.

UBA 2005. Statusbericht zum Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale. IFEU und Öko-Institut, Forschungsbericht 205 33 314, S 86

UBA 2009. Hintergrund: Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen. S 10

UBA, Umweltbundesamt 2010. Klimaschutzpotentiale der Abfallwirtschaft - Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. IFEU und Öko-Institut, Darmstadt, Heidelberg, Berlin FKZ 3708 31 302, Januar 2010, S 138.

UBA 2013. Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2012. Climate Change 07/2013, <http://www.uba.de/uba-info-medien/4488.html>