

# Integrative Treibhausgasbilanz der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft

Christian Rolland & Mohammadali Seidi

Wiener Umweltschutzabteilung – Magistratsabteilung 22, Österreich

Albert E. Hackl

Weitra, Österreich

**KURZFASSUNG:** In der [integrativen Treibhausgasbilanz der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft](#) wurden neben den klimaaktiven Anlagenemissionen aus der Behandlung auch die Emissionen von Sammlung und Transport, die Emissionen aus der Verarbeitung der Altstoffe (Bioabfall, Papier, Glas, Metall, Kunststoff), sowie die Emissionsgutschriften aus der Altstoffnutzung und der Gewinnung von Strom und Fernwärme ermittelt. Es zeigte sich, dass die thermische Behandlung mit einem hohen Nutzungsgrad des Energieinhaltes und die Verwertung der Altstoffe einen wertvollen Beitrag zur Minimierung der Treibhausgase liefern.

## 1 EINLEITUNG

Im Kyoto-Protokoll hat sich die EU zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2010 um 8%, bezogen auf 1990 verpflichtet. Österreich hat dabei im Rahmen der Lastenverteilung (burden sharing) eine Verminderung um 13% auf sich genommen. Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen lässt sich aus den nationalen Treibhausgasbilanzen entnehmen. Diese nationalen Treibhausgasbilanzen sind in 6 Sektoren untergliedert. Die Emissionen der Abfallwirtschaft sind dabei nicht vollständig im Sektor Abfall ausgewiesen, sodass die Treibhausgasemissionen einzelner Abfallbehandlungsarten unterschiedlichen Sektoren zugeordnet werden. Emissionen der Müllverbrennungsanlagen finden sich zum Beispiel im Sektor Energie, Deponiegas im Sektor Abfall und Emissionen aus der Abfallsammlung im Sektor Verkehr. In Wien wurde nun erstmals im Rahmen eines Projektes auch eine integrative Treibhausgasemissionsbilanz für die gesamte Wiener kommunale Abfallwirtschaft erstellt.

## 2 PROJEKTZIEL

Mit dem Projekt sollen die aktuellen Treibhausgasemissionen der Wiener Abfallbehandlungsanlagen sowie die Veränderung der Treibhausgasemissionen seit 1990 und ihre kalkulierbare Entwicklung bis 2010 ermittelt werden. Das Projektergebnis soll eine Grundlage für die Identifizierung von relevanten Treibhausgasemittenten sein und bei der Identifizierung von Treibhausgasminderungspotenzialen helfen.

### 3 PROJEKTTEAM

Die Projektbearbeitung erfolgte mit dem Softwaretool ÖAWM-DST (Österreichisches Abfallwirtschaftsmodell-Decision Support Tool) durch die GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen unter wissenschaftlicher Begleitung von Univ.-Prof. Albert Hackl.

Die Beauftragung des Projektes und die Projektbetreuung erfolgte durch die

- Wiener Umweltschutzabteilung – Magistratsabteilung 22
- Magistratsabteilung 48 der Stadt Wien – Abfallwirtschaft, Straßenreinigung und Fuhrpark
- Magistratsdirektion Klimaschutzkoordination der Stadt Wien,
- Fernwärme Wien GmbH
- Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft mbH (WKU)
- Wiener Umweltschutzgesellschaft

### 4 BILANZIERUNG

#### 4.1 Bilanzierung der Anlagenemissionen

In der Studie wurden die für die Abfallwirtschaft relevanten Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas bilanziert.

Für die Bilanzierung waren zahlreiche Daten aus verschiedenen Bereichen und Jahren notwendig. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der thermischen Anlagen beruhen auf kontinuierlichen Messungen. N<sub>2</sub>O-Emissionen wurden bisher bei den thermischen Anlagen nicht gemessen und wurden daher der Literatur entnommen.

Die Methan- und Lachgas-Emissionen der Wiener Kompostanlage wurden diskontinuierlich gemessen und die Messwerte sind in die Bilanz eingeflossen.

Die Deponiegasemissionen wurden mit Hilfe des Deponiegasemissionsmodells nach Tabasaran – Rettenberger berechnet. Die dafür notwendigen Eingangsdaten sind abgelagerte Abfallmengen und der biologisch abbaubare Kohlenstoffgehalt der Abfälle. Bezüglich der Abfallmengen lagen genaue Daten des Deponiebetreibers (Magistratsabteilung 48) vor. Der biologische abbaubare Kohlenstoffgehalt wurde mit vorhandenen Restmüllsortieranalysen und einem Bericht des Umweltbundesamtes Wien (Rolland & Scheibengraf 2004) ermittelt und aufgrund der Unschärfe einer Sensitivitätsanalyse unterzogen. Als Berechnungszeitraum wurden im Deponiegasmodell 30 Jahre angesetzt.

Generell ist anzumerken, dass für die gemessenen Daten, wie Massen und Mengen, die Beistellung und Verwendung keine Schwierigkeit war. Aus den zu errechnenden Daten, wie mittlerer Kohlenstoffgehalt, biogener und fossiler Kohlenstoff, Mengen- und Massendaten für Deponiegas und den teilweise aus der Literatur entnommenen N<sub>2</sub>O Emissionsdaten haben sich zwangsläufig Unschärfbereiche mit teilweise starker Spreizung für die Resultate ergeben. Es wurden daher Minimal- und Maximalwerte errechnet, daraus Mittelwerte als die wahrscheinlich realistischsten Resultate gebildet.

## 4.2 Bilanzierung der Substitutionsgutschriften

Neben den Anlagenemissionen wurden auch die Substitutionen berechnet. Von den bilanzierten Anlagen liefern die thermischen Anlagen Flötzersteig, Spittelau, das Werk Simmeringer Haide Energie in Form von Wärme in das Fernwärmenetz und mit Ausnahme der MVA Flötzersteig Strom in das öffentliche Netz. Die durch diese Energiebereitstellung erfolgende Substitution von fossil befeuerten Hausbrandöfen und Anlagen zur Stromerzeugung und die damit erzielbare Verminderung von klimaaktiven CO<sub>2</sub> - Emissionen wurden als Substitution separat errechnet und ausgewiesen. In gleicher Weise wurde auch der Verstromung der erfassten Deponiegase der Deponie Rautenweg in Gasmotoren Rechnung getragen.

Bei der Kompostierung wurde berücksichtigt, dass Kompost Mineraldünger ersetzt und es dabei zu Einsparungen bei der Mineraldüngerproduktion kommt und dass Komposte bei ihrer Anwendung deutlich weniger Lachgas freisetzen als Mineraldünger.

## 5 BESCHREIBUNG DER SZENARIEN

Im Rahmen des Projektes wurden fünf verschiedene Szenarien betrachtet.

### 5.1 Szenario 1990

In diesem Szenario wurden die Treibhausgasemissionen des Kyoto-Bezugsjahres 1990 berechnet. Es wurden rund 300.000 t Siedlungsabfälle in zwei Müllverbrennungsanlagen thermisch behandelt und rund 350.000 t direkt auf einer Deponie abgelagert. Eine Deponiegasabsaugung war noch nicht in Betrieb, diese wurde erst 1991 errichtet.

Biogene Abfälle wurden 1990 bereits im kleineren Rahmen getrennt gesammelt, sodass rund 15.000 t einer Kompostierung zugeführt wurden.

In Wirbelschichtöfen wurden rund 150.000 t Klärschlamm und in Drehrohröfen rund 75.000 t gefährliche Abfälle behandelt.

In einer Abfallaufbereitungsanlage erfolgte eine Aufbereitung von Altstoffen (FRÜHWIRTH & STARK 2006).

### 5.2 Szenario 2004

Im Jahr 2004 waren die Anlagen des Jahres 1990 noch in Betrieb. Zusätzlich wurde in der Zwischenzeit ein 3. Wirbelschichtofen zur Behandlung von Klärschlamm und ein 4. Wirbelschichtofen zur Behandlung von aufbereitetem Siedlungsabfall und Sperrmüll, eine Splittinganlage und eine Bioabfallaufbereitung sowie ein größeres Kompostwerk errichtet.

Die Menge des thermisch behandelten Siedlungsabfalls und Sperrmüll betragen im Jahr 2004 rund 555.000 t, die deponierten Mengen an Siedlungsabfällen und Sperrmüll rund 50.000 t. Deponiegas wurde abgesaugt und verstromt. In den beiden Drehrohröfen wurden rund 90.000 t gefährliche Abfälle und in den Wirbelschichtöfen rund 155.000 t Klärschlamm behandelt.

Die getrennte Bioabfallsammlung und die Kompostierung wurde im Vergleich zu 1990 ausgebaut, sodass 2004 bereits 100.000 t Bioabfälle aufbereitet und kompostiert wurden (FRÜHWIRTH & STARK 2006).

### 5.3 *Szenario 2010*

Im Jahr 2010 sind sämtliche kommunale Wiener Abfallbehandlungsanlagen des Jahres 2004 noch in Betrieb. Zusätzlich können Siedlungsabfälle und Sperrmüll in der neu errichteten Müllverbrennungsanlage Pfaffenu sowie biogene Abfälle in der neuen Biogasanlage Pfaffenu behandelt werden. Ab dem 1. Jänner 2009 wird kein Abfall mit einem Deponiegaspotential deponiert.

In diesem Szenario werden rund 575.000 t Siedlungsabfälle und Sperrmüll, 205.000 t Klärschlamm und 95.000 t gefährliche Abfälle thermisch behandelt. 140.000 t aus der Bioabfallsammlung werden kompostiert und 10.000 t vergärt (FRÜHWIRTH & STARK 2006).

### 5.4 *Integratives Szenario 2004*

Das integrative Szenario 2004 entspricht weitgehend dem Szenario 2004, zusätzlich wurden auch die Emissionen der Verwertung der Altstoffe Papier, Glas, Metalle und Kunststoffe und die Substitutionsgutschriften der Altstoffverwertung berechnet. Weiters wurden die Verkehrsemissionen der Abfallsammlung sowie des Transportes der Abfälle zwischen den Behandlungsanlagen, der Altstoffe zu den Verwertungsanlagen und der Reststoffe zu den Endlagern ermittelt. Die Emissionen der kommunalen Sammlung wurden über die Dieseltreibstoffverbräuche der Sammelfahrzeuge ermittelt. Die Emissionen der sonstigen LKW- und Bahntransporte wurden mithilfe der Datenbank des ÖAWM-DST berechnet.

### 5.5 *Nullszenario*

In diesem Szenario wurde der Einfluss der langjährigen thermischen Behandlung der Wiener Siedlungsabfälle und der Kompostierung von Bioabfällen auf die Treibhausgasbilanz analysiert. Dabei wurde die Annahme getroffen, dass Wien keine thermischen Behandlungsanlagen und keine Kompostierungsanlage errichtet hätte, sondern die Abfälle bis zum Jahr 2004 deponiert hätte. Das Deponiegas wird in diesem Szenario nicht abgesaugt und emittiert dadurch zur Gänze aus dem Deponiekörper.

## 6 ERGEBNISSE

### 6.1 *Entwicklung der Treibhausgasemissionen 1990 bis 2010*

Die Abb. 1 zeigt die Treibhausgasemissionen der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft und der erzielten Substitutionen in den Jahren 1990, 2004 und 2010 entsprechend dem Szenario 1990, Szenario 2004 und Szenario 2010. Emissionen der Abfallsammlung, des Abfalltransportes und der Altstoffverwertung sind entsprechend der Szenariendefinition in dieser Abbildung nicht berücksichtigt.

Die Bilanzierung der Jahre 1990 und 2004 zeigt eine Abnahme der Treibhausgasemissionen von 695.000 auf 521.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion lieferten die verstärkte thermische Behandlung des Siedlungsabfalles, die getrennte Sammlung von Bioabfällen und deren Kompostierung und die Errichtung eines Deponiegaserfassungssystems mit einer Verstromung des Deponiegases.

Durch die Inbetriebnahme der dritten Müllverbrennungsanlagen und dem damit verbundenen Ende der Deponierung von Abfällen mit Deponiegaspotential sowie durch die Biogasanlage und einer weiteren Optimierung der Kompostierung wird es voraussichtlich gelingen die Treibhausgasemissionen im Jahr 2010 auf 464.000 t CO<sub>2</sub> Äquivalente zu reduzieren.

Beindruckend ist die Entwicklung der Ersparnisse an treibhausgasrelevanten Emissionen durch die erzeugte Fernwärme, den erzeugten Strom und den Einsatz von Kompost (siehe weiße Balken in Abb. 1). Die Einsparungen sind im Zeitraum 1990 bis 2004 um 67% gestiegen und erhöhen sich bis 2010 um weitere 22%. Die Gründe für den Anstieg sind in erster Linie die Steigerung der Energieabgabe der thermischen Anlagen, der Ausbau des Fernwärmenetzes und die Steigerungen der erzeugten Kompostmengen. Im Jahr 2004 stehen 548.000 t eingesparte CO<sub>2</sub>-Äquivalente, 521.000 t emittierten CO<sub>2</sub>-Äquivalenten gegenüber. Es ergibt sich also ein Saldo von minus 27.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, der sich bis zum Jahr 2010 voraussichtlich auf minus 205.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten erhöhen wird. Diese Bilanz zeigt, dass die Auskopplung von Fernwärme und Stromeinspeisung ins öffentliche Netz zu einer Verminderung von Emissionen aus Kraftwerken und Fernheizkraftwerken führt und dass durch die Herstellung von Kompost Emissionen bei der Mineraldüngerproduktion und beim Düngereinsatz eingespart werden, welche die belastenden Emissionen aus den Behandlungsanlagen deutlich überschreiten und in der Gesamtbilanz zu einer Emissionsreduktion führen.

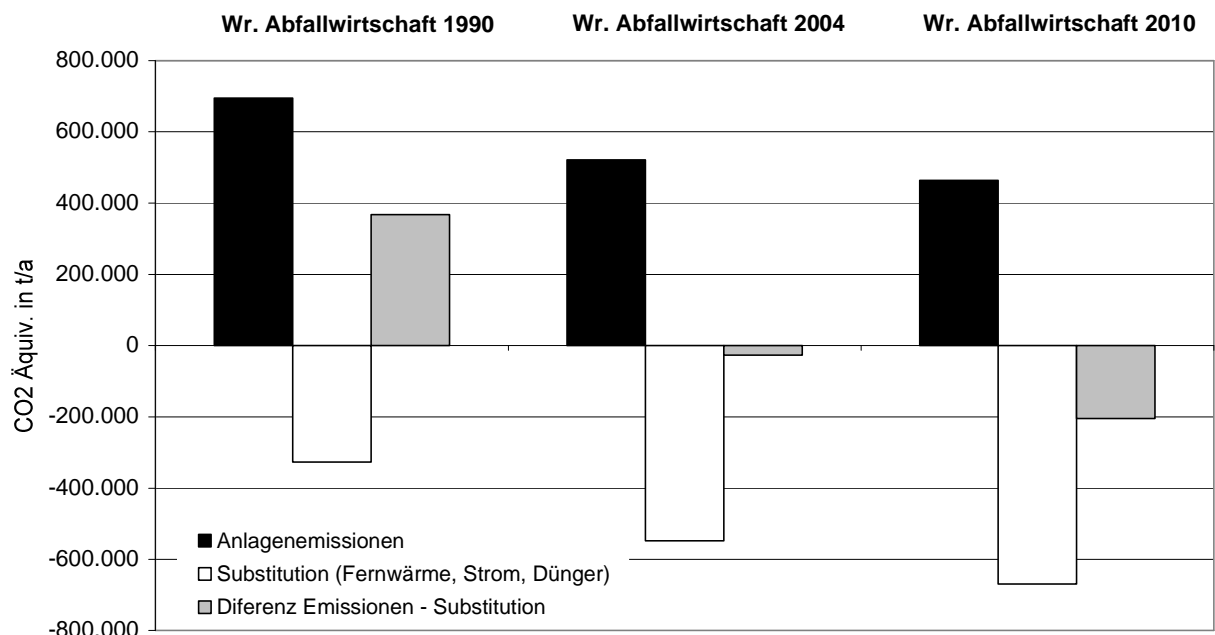


Abb. 1: Treibhausgasemissionen der Abfallbehandlungsanlagen und Substitutionen in anderen Bereichen

## 6.2 Ergebnisse der integrativen Bilanz

Die Tab. 1 zeigt das Ergebnis der integrativen Bilanz, in der neben den Anlagenemissionen auch die Verwertung der Altstoffe (Papier, Glas, Kunststoffe, Metalle) und alle Transportvorgänge innerhalb und außerhalb von Wien in die Bilanz einbezogen wurden.

Die integrative Bilanz zeigt, dass sich die Verwertung der Altstoffe sehr positiv auf die Bilanz auswirkt. Die reinen Anlagenemissionen steigen zwar um rund 24.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente, die Substitutionsgutschriften betragen aber mit 61.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente das Zweieinhalbfache.

Weiters ist bemerkenswert, dass die Treibhausgasemissionen durch die Sammlung und den Transport der kommunalen Abfälle nur mit 2,14% in die integrative Bilanz eingehen.

Tab. 1: Integrative Bilanz 2004 (Hackl 2006)

Anlagen	Belastung		Entlastung	
	t CO <sub>2</sub> Äqu	%	t CO <sub>2</sub> Äqu	%
MVA Spittelau	86.066	15,45		
MVA Flötzersteig	61.286	11,00		
WSO 1-3 (Werk Simmeringer Haide)	58.510	10,50		
WSO 4 (Werk Simmeringer Haide)	36.248	6,51		
DRO 1+2 (Werk Simmeringer Haide)	89.160	16,00		
Deponie Rautenweg	146.452	26,28		
Kompostwerk	43.391	7,79		
Sammlung	8.866	1,59		
Transport	3.037	0,55		
Substitution Energie und Mineraldünger			548.000	89,99
Verwertung Altstoffe	24.136	4,33	61.000	10,01
Summe	557.152	100,00	609.000	100,00
SALDO (Entlastung – Belastung)			51.848	

### 6.3 Ergebnisse des Nullszenarios

In diesem Szenario wurden sämtliche Abfälle bis zum Jahr 2004 deponiert und keine Abfälle wurden thermisch behandelt oder kompostiert. Im Vergleich zum Szenario 2004, das die reale kommunale Wiener Abfallwirtschaft abbildet, wurden dadurch um 230.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente mehr emittiert. Gleichzeitig konnten im Nullszenario keine Substitutionsgutschriften erzielt werden, die im Szenario 2004 immerhin 548.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausmachen. Unter Berücksichtigung dieser Substitutionsgutschriften und aufgrund der höheren Anlagenemissionen werden im Nullszenario um 778.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente mehr emittiert als im Szenario 2004. Das Ergebnis zeigt also, dass die thermische Abfallbehandlung mit einer Nutzung der gewonnenen thermischen Energie und die Kompostierung einen wertvollen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase der Abfallwirtschaft leisten.

## 7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Durch die gesamthafte und integrative Betrachtung konnten wertvolle Erkenntnisse über die Klimarelevanz der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft gewonnen werden.

Die thermische Behandlung mit der in Wien hohen Nutzung des Energieinhaltes zur Fernwärmeproduktion und zur Warmwasseraufbereitung und der damit verbundene Ersatz von fossilen Energieträgern führt zu einer starken Reduktion von Treibhausgasen. Die getrennte Sammlung und Verwertung von Bioabfällen, Papier, Glas, Metall und Kunststoffen liefern einen wertvollen Beitrag zur Ressourcenschonung und sparen darüber hinaus auch Treibhausgase ein. Die Treibhausgasemissionen der Abfallsammlung und des Abfalltransportes machen in der Gesamtbilanz der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft keinen wesentlichen Beitrag aus, dennoch wird man in Wien Maßnahmen setzen, um auch diese Emissionen weiter zu reduzieren.

Die klimarelevanten Bilanzierungen zeigen, dass Wien schon lange vor der Formulierung des Kyoto – Protokolls den richtigen Weg beschritten hat, diesen erfolgreich weiter verfolgt und auch die Planung für die Zeit bis 2010 konsequent weiter in dieselbe Richtung geht.

## LITERATUR

Frühwirth, W. & Stark, W. (2006): [Klimarelevanz der kommunalen Wiener Abfallwirtschaft](#). Bericht der Stadt Wien.

Hackl A. E. (2006): Klimastrategische Analysen der Wiener Abfallwirtschaft. Texte zur Abfallwirtschaft. TK Verlag

Rolland, C. & Scheibengraf, M. (2006): Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. Umweltbundesamt Bericht 236