



EMISSIONEN DER FERNWÄRME WIEN 2005

Ökobilanz der Treibhausgas- und
Luftschadstoffemissionen aus dem Anlagenpark
der Fernwärme Wien GmbH

Werner Pölz



REPORT
REP-0076

Wien, 2007



Projektleitung

Werner Pölz

Autor

Werner Pölz

Lektorat

Petra Wiener

Satz/Layout

Manuela Kaitna

Umschlagfoto

Müllverbrennungsanlagen Spittelau (Bernhard Gröger, Umweltbundesamt)

Das Umweltbundesamt bedankt sich bei der Fernwärme Wien GmbH für die Beauftragung und die kooperative und gute fachliche Zusammenarbeit bei der Erstellung dieses Berichts.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamt unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung

Gedruckt auf Recyclingpapier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2007
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-873-3



INHALT

1	EINLEITUNG	5
2	AUFGABENSTELLUNG	6
3	DATENBASIS	7
3.1	Methodik	7
3.2	Bewertungsmethodik für stromgeführte KWK-Anlagen (Brennstoffmehrbedarfsmethode)	8
4	GEMIS-ÖSTERREICH	9
5	ENERGIEBILANZ FERNWÄRME WIEN 2005	12
6	ÖKOBILANZ FERNWÄRME WIEN 2005	15



TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Wärmeeinspeisung nach Anlagen in das Fernwärmesystem der Fernwärme Wien im Jahr 2005 und Veränderung im Vergleich zum Jahr 2003 (Angaben der Fernwärme Wien).....	12
Tabelle 2: Brennstoffe und Wärme-Wirkungsgrade der Anlagen der Fernwärme Wien im Jahr 2005 (Angaben der Fernwärme Wien).....	13
Tabelle 3: Treibhausgasemissionen in Wien (vor Ort) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.....	15
Tabelle 4: Anteil der jeweiligen Anlage an den CO ₂ -Emissionen in Wien (vor Ort) in % im Jahr 2005	15
Tabelle 5: Treibhausgasemissionen gesamt (inkl. vorgelagerte Prozesse) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.....	16
Tabelle 6: Luftschadstoffemissionen in Wien (vor Ort) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.....	16
Tabelle 7: Anteil der jeweiligen Anlagen an den SO ₂ -Emissionen in Wien (vor Ort) in %	16
Tabelle 8: Anteil der jeweiligen Anlagen an den NO _x -Emissionen in Wien (vor Ort) in %	17
Tabelle 9: Anteil der jeweiligen Anlagen an den Staub-Emissionen in Wien (vor Ort) in %	18
Tabelle 10: Anteil der jeweiligen Anlagen an den CO-Emissionen in Wien (vor Ort) in %	18
Tabelle 11: Luftschadstoffemissionen gesamt (inkl. vorgelagerter Emissionen) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.....	19
Tabelle 12: Direkte und vorgelagerte Emissionen in % an den gesamten Luftschadstoffemissionen des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005	19



1 EINLEITUNG

Das Computermodell GEMIS (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme)-Österreich dient zur Berechnung von Energie- und Emissionsbilanzen. GEMIS beinhaltet Emissionsdaten von Industrieanlagen, sowie Daten über den Anlagenpark der Fernwärme Wien.

Für die vorliegende Studie wurde das Umweltbundesamt von der Fernwärme Wien beauftragt, die vorhandenen Datensätze in GEMIS-Österreich zu aktualisieren. Grundlagen dieser Aktualisierung sind Betriebsangaben der Fernwärme Wien sowie öffentlich zugängliche Daten einzelner Anlagen.

Im Jahr 2005 wurde mittels einer Ökobilanz der Fernwärmebereitstellung die Fernwärme Wien ökologisch bewertet (UMWELTBUNDESAMT 2005).

In der vorliegenden Studie werden nicht nur die Treibhausgasemissionen, sondern auch die Luftschadstoffemissionen SO₂, NO_x, Staub und CO mittels einer Ökobilanzierung für die Fernwärmeaufbringung der Fernwärme Wien berechnet.

Die in der Studie ausgewiesenen Emissionen sind als Lebenszyklusanalyseberechnung zu betrachten. Die angewandte Methodik geht nicht mit der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)-Richtlinie bzw. der Österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI) konform.

Die Österreichische Luftschadstoffinventur (OLI) berechnet pyrogene Emissionen und Prozessemissionen. Dabei dienen die Energiebilanz der Statistik Austria und definierte Emissionsfaktoren je Brennstoff und Einsatzgebiet als Grundlage für die Berechnung der pyrogenen Emissionen. In der OLI werden ausschließlich die Emissionen innerhalb des österreichischen Staatsgebietes berücksichtigt.

Im Unterschied dazu dienen die Ergebnisse von Ökobilanzen zur Umweltfolgenabschätzung von Energiedienstleistungen. Die Umweltmanagement-Ökobilanz definiert die Parameter, die für die Erstellung von Lebenszyklusanalysen (Well-to-Wheel-Ansatz) erforderlich sind (ISO 14040 2006). Die ganzheitliche Betrachtung von Energiedienstleistungen berücksichtigt sowohl die Verbrennungsemissionen (direkte Emissionen) als auch die so genannten vorgelagerten Emissionen (z. B. Förderung, Veredelung und Transport von Brennstoffen).

2 AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit umfasst folgende Bereiche:

- Darstellung des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005
- Überarbeitung und gegebenenfalls Aktualisierung (basierend auf publizierten Daten) der Angaben zu Rauchgasreinigungstechnologien einzelner Anlagen in der Datenbank GEMIS-Österreich
- Überarbeitung und Aktualisierung der Anlagenwirkungsgrade für das Jahr 2005 in der Datenbank GEMIS-Österreich
- Erstellung einer Ökobilanz basierend auf Angaben der Fernwärme Wien zur Berechnung der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen des Anlagenparks der Fernwärme Wien für das Jahr 2005.

In dieser Studie werden die vorgelagerten Prozessketten in die Systemgrenzen einbezogen.

Als vorgelagerte Emissionen werden z. B. Energieeinsätze für die Förderung, Aufbereitung und den Transport von Brennstoffen gesehen. GEMIS ermöglicht, die Bilanzgrenzen für die jeweilige Energiedienstleistung zu definieren. Somit werden als vorgelagerte Emissionen der Müllverbrennung jene Energieeinsätze gesehen, die durch den Transport ab der Mülltonne im Haushalt bzw. durch den Gewerbebetrieb zur Müllverbrennungsanlage anfallen. Die Müllverbrennung nimmt eine Sonderstellung in dieser Studie ein, da die vorgelagerten Prozesse des Haus- und Gewerbemülls nicht berücksichtigt werden. Als Begründung wird seitens der Fernwärme Wien angeführt, dass Müll nicht „produziert“ wird, um einen Brennstoff für die Verbrennung zu liefern. Vielmehr stellt die Müllverbrennung eine Entsorgungsschiene dar, wobei die Betrachtung der jeweiligen Müllverbrennungsanlage in GEMIS-Österreich (wie auch bei anderen Fernwärmeanlagen) sämtliche Energieeinsätze für Betrieb und Luftreinigungstechnologien enthält. Nicht berücksichtigt werden die Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffemissionen, die durch die Entsorgung der Abfallstoffe (z. B. feste Rückstände) aus den Verbrennungsanlagen anfallen. Nicht berücksichtigt werden weiters die direkten und indirekten Emissionen, welche aus der Behandlung der Abwässer aus den Müll- und Abfallverbrennungsanlagen anfallen.



3 DATENBASIS

Die Fernwärme Wien GmbH stellte folgende Daten zur Verfügung:

- technische Beschreibung der Anlagen der Fernwärme Wien (Müllverbrennungsanlagen Spittelau, Flötzersteig und Abfallverbrennungsanlagen Simmeringer Haide, Heizwerke und Spitzenlastkessel) und der KWK-Anlagen der Wienstrom
- Abfall- und Brennstoffeinsatz, Strom- und Wärmeoutput der Anlagen der Fernwärme Wien
- eingespeiste Wärmemengen und daraus errechnete Energieeinsätze (gemäß der Brennstoffmehrbedarfsmethode) der KWK-Anlagen der Wienstrom und der OMV.

Angaben über das Emissionsverhalten der Wienstrom-Anlagen wurden aus publizierten Daten bezogen.

Die Industrieanlagen, Pumpstationen und der Dampfkessel Wilhelminenspital haben in Summe einen Anteil von 0,27 % an der gesamten Wärmeaufbringung. Aufgrund fehlender Hintergrunddaten (z. B. Wirkungsgrade etc.) wurden diese Anlagen nicht gesondert abgebildet. Die Wärmeaufbringungsmenge der Industrieanlagen und des Dampfkessels Wilhelminenspital wurde auf die Heißwasserkessel anteilmäßig verteilt.

Daten zu den KWK-Anlagen der OMV, die Wärme in das Fernwärmenetz einspeisen, wurden vom Umweltbundesamt aus publizierten Studien gesammelt, aufbereitet und in GEMIS-Österreich eingearbeitet.

Die ökologische Bewertung umfasst auch den erforderlichen Pumpstrom für den Fernwärmetransport im Jahr 2005.

Eine Bewertung der Gesamtenergieeffizienz der KWK Anlagen ist nicht Teil dieser Studie.

3.1 Methodik

Die Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht die gleichzeitige Produktion von Strom und Wärme. KWK-Anlagen können sowohl wärmegeführt (Hauptprodukt Wärme, Koppelprodukt Strom) als auch stromgeführt (Hauptprodukt Strom, Koppelprodukt Wärme) betrieben werden. Die Betriebsweise (v. a. strom- oder wärmegeführte KWK, Teillast-/Vollastbedingungen, Kondensationsbetrieb vs. KWK-Betrieb) hat massive Auswirkungen auf den Gesamtnutzungsgrad der jeweilige KWK-Anlage.

Für (stromgeführte) KWK-Anlagen kann der für die Produktion von Wärme benötigte Brennstoffeinsatz nicht direkt bestimmt werden. Damit ist eine unmittelbare Angabe des Wärmewirkungsgrades nicht möglich.

Es existieren allerdings einige anerkannte Methoden zur Berechnung des Wärmewirkungsgrades, welche auf Grund der sehr komplexen Zusammenhänge zu teilweise abweichenden Ergebnissen kommen.

Die Bewertungsmethodik der betrachteten KWK-Anlagen wird im Kapitel 3.2 beschrieben.

3.2 Bewertungsmethodik für stromgeführte KWK-Anlagen (Brennstoffmehrbedarfsmethode)

Die Aufteilung wurde gemäß einer in Europa bei den meisten KWK-Betreiberinnen und -Betreibern, die ihre KWK stromseitig führen, üblichen Methode ermittelt. Die Methodik und die dafür erforderlichen Wärmewirkungsgrade wurden von der Fernwärme Wien für diese Studie zur Verfügung gestellt.

Die Basis der Berechnung sind Messungen mit und ohne Fernwärme-Auskopplung bei den unterschiedlichen Betriebsparametern (Außentemperatur, Vorlauftemperatur der Fernwärme, Lastfaktor etc), aus denen dann der jeweilige Brennstoffmehrbedarf bei Fernwärme-Auskopplung ermittelt wird.

Im Detail wird zuerst der Brennstoffbedarf für die Stromproduktion ohne Wärme-Auskopplung bei unterschiedlichen Auslastungen ermittelt.

Dann werden dieselben Messungen bei gleichzeitiger Wärmeauskopplung wiederholt. Dabei gibt es zwei Betrachtungsfälle: Im ersten Fall kommt es bei Stromproduktion in Vollast durch die Zuschaltung der Wärmeauskopplung zu einem Stromverlust – es kann also weniger Strom produziert werden. Der Brennstoff für die Wärme ergibt sich daher aus dem mit dem Brennstoff je Einheit bewerteten Stromverlust.

Im zweiten Fall – bei Teillast – bleibt zwar die Stromproduktion auch bei Auskopplung gleich, der Brennstoffbedarf steigt aber. Die Differenz des Brennstoffbedarfs kann hier also direkt der Wärme zugeordnet werden.

Aus diesen Messungen wird der Algorithmus gebildet, der halbstündlich bei den jeweiligen Lastfällen den Brennstoffmehrbedarf, der für die Auskopplung der Wärme notwendig ist, berechnet.

Aus der Summe der Halbstundenwerte wird der Brennstoffeinsatz für das gesamte Jahr ermittelt und gemeinsam mit der Jahresproduktion an Fernwärme der Jahresmittelwert für den thermischen Wirkungsgrad berechnet.

Da für die ausgekoppelte Wärmemenge weniger Brennstoff eingesetzt werden muss, ergeben sich scheinbar Wirkungsgrade die über 100 % liegen. Betrachtet man die Anlage gesamt, trifft dies natürlich nicht zu – der Gesamtwirkungsgrad liegt nach wie vor je nach Anlage zwischen 70 % und 87 % in gekoppelter Fahrweise. Da die Anlagen auch ohne Auskopplung betrieben werden können, kann der Gesamtjahresnutzungsgrad der gesamten Anlage auch noch unter diesen Werten liegen.

Für die einzelnen Kraftwerke wurden im Kalenderjahr 2005 folgende thermische Jahresnutzungsgrade bei KWK Betrieb ermittelt:

Simmering Block 1/2:.....	206 %
Simmering Block 3:.....	278 %
Donaustadt 3:	333 %

Eine Ausnahme bildet die KWK-Anlage Leopoldau, die nur im Gegendruck-Prinzip Strom und Wärme produzieren kann. Dadurch ist eine reine Stromproduktion nicht möglich, ebenso wenig wie eine Ermittlung des Brennstoffbedarfs der reinen Stromproduktion. Zwischen der Fernwärme Wien und dem Umweltbundesamt wurde daher vereinbart, dass basierend auf den verfügbaren Daten und auf Referenzanlagen (für Anlagen mit dem Baujahr 1985 wird ein Netto-Stromwirkungsgrad von 47,5 % zu Grunde gelegt) für 2005 mit einem theoretischen thermischen Wirkungsgrad von 222 % gerechnet werden kann.

4 GEMIS-ÖSTERREICH

Das GEMIS-Modell (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) umfasst Grunddaten zu

- Bereitstellung von Energieträgern (Prozessketten- und Brennstoffdaten); Neben fossilen Energieträgern (Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas), regenerativen Energien, Hausmüll und Uran sind auch sog. nachwachsende Rohstoffe (schnell wachsende Hölzer, Chinagrass, Raps, Zuckerhirse) sowie Wasserstoff enthalten;
- Technologien zur Bereitstellung von Wärme und Strom (Heizungen, Warmwasser, Kraftwerke aller Größen und Brennstoffe, Heizkraftwerke, BHKW. ..);
- Stoffen (vor allem Grundstoffe und Baumaterialien), inklusive deren vorgelagerter Prozessketten (bei Importen auch im Ausland);
- Transportprozessen, d. h. Daten über Personenkraftwagen (Benzin, Diesel, Strom, Biokraftstoffe), öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn) und Flugzeuge sowie über Prozesse zum Gütertransport (Lastkraftwagen, Bahn, Schiffe und Pipelines).

GEMIS berücksichtigt von der Primärenergie- bzw. Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie bzw. Stoffbereitstellung alle Schritte und bezieht auch den Hilfsenergie- und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen mit ein.

Die Datenbasis enthält für alle diese Prozesse Angaben bezüglich:

- Nutzungsgrad, Leistung, Auslastung, Lebensdauer;
- Direkte Luftschadstoffemissionen (SO₂, NO_x, Halogene, Staub, CO);
- Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄, N₂O sowie alle FCKW/FKW);
- Feste Reststoffe (Asche, Entschwefelungsprodukte, Klärschlamm, Produktionsabfall, Abraum);
- Flüssige Reststoffe (z. B. anorganische Salze);
- Flächenbedarf;
- Kumulierte Energieaufwendungen (KEA).

Kraftwerke und Heizungen, Verkehr und Industrie bewirken eine große Zahl von Umweltauswirkungen. Ein erheblicher Teil der Umweltprobleme ist ursächlich mit Energie verbunden. Der Energieaufwand, den ein Produkt oder eine Dienstleistung erfordert, lässt sich relativ genau bestimmen. Die Vielzahl von Umweltwirkungen führt bei Ökobilanzen zu hohem Aufwand bei der Datenermittlung und komplexen Methoden bei der Bewertung. Da ein Großteil der Umwelteffekte aus der Energiebereitstellung und -nutzung resultiert, kann der KEA als Anhaltspunkt zur ökologischen Bewertung verwendet werden.

Die Bereitstellungsemissionen sind im GEMIS 4.3 mit Länderherkunft versehen und somit regional zuordenbar. Dadurch ergibt sich eine genaue Aufteilung in Bereitstellungsemissionen und Emissionen, welche durch den Energieeinsatz vor Ort entstehen.

GEMIS 4.3 unterscheidet zwischen nichterneuerbaren und erneuerbaren kumulierten Energieaufwendungen und bildet daraus die Summe. Somit können auf einem Blick die Bereitstellungsemissionen für verschiedenste Systeme (z. B. Gasheizung, Holzheizung etc.) analysiert werden.

GEMIS 4.3 – Österreich (UMWELTBUNDESAMT 2006)

GEMIS-Österreich beinhaltet im Vergleich zum Basismodell GEMIS eine Weiterentwicklung der Datenbasis, insbesondere österreichspezifische Datensätze, die eine Anwendung des Computermodells für Fragestellungen in Österreich ermöglichen. GEMIS-Österreich kann zudem Kosten analysieren – die entsprechenden Kenndaten der Brenn- und Treibstoffe sowie der Energie- und Transportprozesse (Investitions- und Betriebskosten) sind in der Datenbasis enthalten.

Mit GEMIS-Österreich können die Ergebnisse von Umwelt- und Kostenanalysen auch bewertet werden. Hierbei erfolgt eine Aggregation von klimarelevanten Schadstoffen zu so genannten CO₂-Äquivalenten und die Ermittlung externer Umweltkosten, die zusammen mit den betriebswirtschaftlichen (internen) Kosten zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten dienen.

Das Umweltbundesamt hat aufbauend auf deutschen Forschungsarbeiten das Modell GEMIS-Österreich (Gesamtemissionsmodell Integrierter Systeme für Österreich) zur Erstellung von Umweltbilanzen für Österreich entwickelt, welches es ermöglicht, solche Systembetrachtungen in vereinfachter Weise durchzuführen. GEMIS ist ein computergestütztes Instrument, mit dem die Umweltauswirkungen von unterschiedlichen Systemen einfach, präzise und vor allem umfassend berechnet und miteinander verglichen werden können

Auf Basis österreichspezifischer Daten berücksichtigt GEMIS-Österreich alle wesentlichen Prozesse, von der Primärenergie- und Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie und Stoffbereitstellung, so z. B. auch den Hilfsenergie- und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen. Somit bietet GEMIS-Österreich die Möglichkeit, neben den lokalen Emissionen auch die vorgelagerten Prozessemissionen zu berücksichtigen.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Modellstruktur von GEMIS.

Die Treibhausgasemissionen werden aufgeschlüsselt nach:

- a. lokale Emissionen vor Ort (Stadtgebiet Wien)
- b. Emissionen bei Vorprozessen.

Durch diese Vorgehensweise ist es möglich, die Auswirkungen von alternativen Wärmebereitstellungssystemen sowohl für die Luftsituation vor Ort als auch die Auswirkungen der Maßnahmen auf die Gesamtemissionssituation zu analysieren. Somit erhält man eine fundierte Aussage über die Umweltauswirkungen der Investitionsentscheidung.

Zusätzlich erfolgt für die klimawirksamen Treibhausgasemissionen CO₂, CH₄ und N₂O die Umrechnung in CO₂-Äquivalente. Mittels dieser Berechnungen lassen sich die Verringerungen des Treibhauspotentials darstellen.

Zur Erstellung der Umweltbilanz ist es erforderlich, eine „Verortung“ der Prozesse vorzunehmen. Nur so können die Emissionen aus Vorprozessen richtig zugeordnet werden. So sind etwa die vorgelagerten Umweltauswirkungen von den Transportweiten abhängig. Ebenso muss die jeweilige lokale Energieversorgungssituation in die Berechnung mit einbezogen werden.

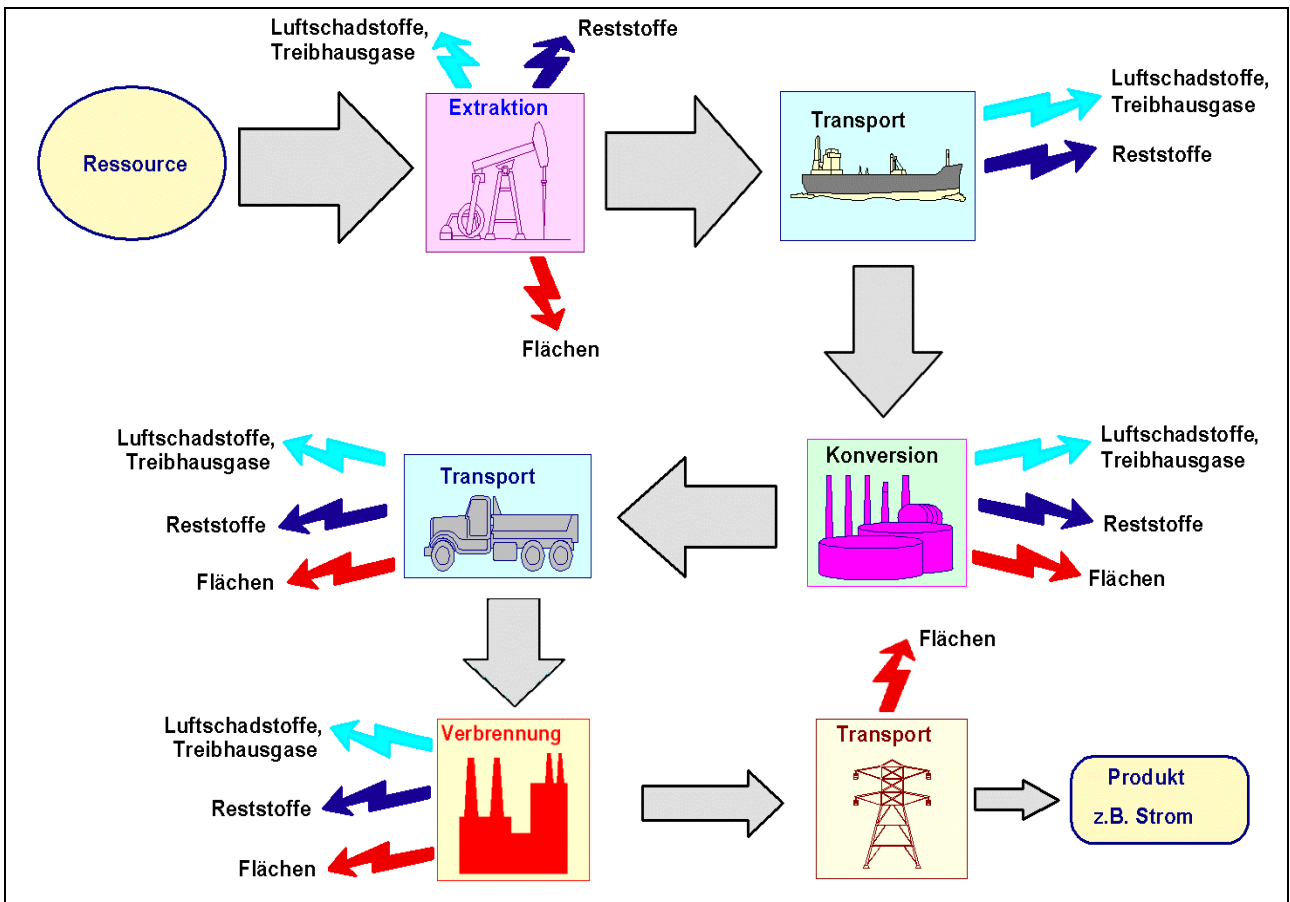


Abbildung 1: Funktionsübersicht des Computerprogramms GEMIS 4.3.

5 ENERGIEBILANZ FERNWÄRME WIEN 2005

Das Fernwärmesystem in Wien wird von den Anlagen der Fernwärme Wien, von den KWK-Anlagen der Wienstrom, von den KWK-Anlagen der OMV und von einigen kleineren industriellen Anlagen gespeist. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, nehmen die KWK-Anlagen der Wienstrom, der OMV sowie die Müll- und Abfallverbrennungsanlagen der Fernwärme Wien den überwiegenden Teil der Wärmeeinspeisung ein. Die Einspeisung aus Industrieanlagen und Spitzenlastkesseln spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle.

Tabelle 1: Wärmeeinspeisung nach Anlagen in das Fernwärmesystem der Fernwärme Wien im Jahr 2005 und Veränderung im Vergleich zum Jahr 2003 (Angaben der Fernwärme Wien).

Anlagen	Wärmeeinspeisung in MWh	Anteil in %	Veränderung zur Wärmeeinspeisung im Jahr 2003 in %
KWK Simmering 3	1.370.169	24,6 %	7 %
KWK Donaustadt	933.721	16,7 %	-9 %
KWK Leopoldau	717.572	12,9 %	-1 %
KWK Simmering 1/2	662.215	11,9 %	-5 %
MVA Spittelau	487.000	8,7 %	-2 %
SVA Simmeringer Haide	463.235	8,3 %	71 %
KWK OMV Raffinerie	412.215	7,4 %	0 %
MVA Flötzersteig	379.701	6,8 %	12 %
HWK Spittelau	58.706	1,1 %	2 %
HWK Süd	33.050	0,6 %	-6 %
HWK Kagran	19.967	0,4 %	-5 %
HWK Arsenal	19.334	0,3 %	-3 %
Industrieanlagen	13.410	0,2 %	0 %
HWK Lepoldau	5.723	0,1 %	-81 %
Pumpstation + DK Wilhelminensp	1.770	0,0 %	63 %
Summe im Jahr 2005	5.577.788	100 %	3 %

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

Im Jahr 2005 wurden rund 5.578 GWh Wärme in das Fernwärmenetz eingespeist. Das sind um rund 3 % mehr als im Jahr 2003. Die Wärmeeinspeisung im Jahr 2003 betrug 5.420 GWh. Die KWK-Anlage Simmering 3 nahm mit rund 1.370 GWh und 24,6 % den höchsten Anteil an der Wärmeeinspeisung im Jahr 2005 ein. Die KWK Donaustadt (16,7 %), KWK Leopoldau (12,9 %) und KWK-Simmering 1/2 (11,9 %) sind weitere große Wärmeeinspeisequellen. Die anlagengenaue Betrachtung zeigt, dass die Anlagen des Werkes Simmeringer Haide durch den zusätzlichen Wirbelschichtofen 4 (WSO 4) eine deutliche Steigerung der Wärmeeinspeisung von rund 271 GWh im Jahr 2003 auf 463 GWh im Jahr 2005 aufweisen.



	Brennstoff/Abfall	Wärme-Wirkungsgrad
HWK Arsenal	Heizöl schwer/Erdgas	90,3 %
KWK Donaustadt	Erdgas	333,3 %
MVA Flötzersteig	Hausmüll	63,7 %
HWK Kagran	Heizöl schwer/Erdgas	90,5 %
HWK Leopoldau	Erdgas	92,5 %
KWK Leopoldau	Erdgas	222,0 %
KWK OMV	Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	143,0 %
Simmerringer Haide	Gefährliche Abfälle/Klärschlamm/ Heizöl schwer/Heizöl extraleicht/Hausmüll	50,8 %
KWK Simmering 1/2	Erdgas	206,0 %
KWK Simmering 3	Erdgas/Heizöl	278,3 %
MVA Spittelau	Hausmüll	78,2 %
HWK Spittelau	Heizöl schwer/Erdgas	92,2 %
HWK Süd	Heizöl extra leicht/Erdgas	96,4 %

*Tabelle 2:
Brennstoffe und
Wärme-Wirkungsgrade
der Anlagen der
Fernwärme Wien im
Jahr 2005 (Angaben
der Fernwärme Wien).*

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

In Tabelle 2 werden Anlagen und eingesetzte Brennstoffe dargestellt. Der Wärmewirkungsgrad der KWK-Anlagen der OMV (143 %) wurde aus historischen Daten übernommen [UMWELTBUNDESAMT 2000]. Die Berechnungsgrundlagen für die Ermittlung der Wärme-Wirkungsgrade wurden bereits im Kapitel 3.2 beschrieben. Wie dort angeführt, sind diese Wärme-Wirkungsgrade von KWK-Anlagen indirekt ermittelte Werte, die zur Abbildung der Wärmeeinspeisung in das Fernwärmenetz bei gleichzeitiger Stromproduktion dienen. Daher errechnen die KWK-Anlagen Wärme-Wirkungsgrade über 100 %. Der Gesamtwirkungsgrad – Output an Strom und/oder Wärme gemessen am Brennstoffeinsatz – liegt aber in jedem Fall unter 100 %.

Die Sensitivität der Wärmewirkungsgrade und die Verteilung der Brennstoffe, vor allem jener der KWK-Anlagen, auf die Gesamtemissionen des Anlagenparks sind als hoch zu bewerten. Jede Wirkungsgradverschiebung wirkt sich auf die Ökobilanz aus, da die KWK-Anlagen einen hohen Anteil an der Wärmebereitstellung leisten. Exakte Angaben über die Wirkungsgrade, vor allem der KWK-Anlagen der Wienstrom, wurden aus Datenschutzgründen nicht bekannt gegeben.

Die Spitzenlastkessel HWK Süd, befeuert mit Erdgas und Heizöl extra leicht, weisen einen Wirkungsgrad von über 96 % auf, was über dem technisch machbaren liegt. Laut Angaben der Fernwärme Wien wird ein Teil des Eigenverbrauchs in den Netzverlusten abgebildet, wodurch diese zwar im Gesamtsystem berücksichtigt werden, nicht aber direkt in der Anlage. Aus Mangel an spezifischeren Daten und aufgrund des relativ geringen Beitrages zu den Gesamtemissionen wird der berechnete Wirkungsgrad übernommen.

Die Emissionsfaktoren laut Emissionserklärungen wurden mit den Datensätzen in GEMIS-Österreich verglichen und aktualisiert.

Der biogene Anteil von Hausmüll ist schwer zu ermitteln. Dementsprechend werden in der Literatur große Bandbreiten angegeben: In der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) der MVA Pfaffenau (September 2003) wurde auf Seite 53 über die fossilen CO₂-Emissionen der MVA Spittelau und Flötzersteig pro Tonne Müll berichtet. Dabei wird von 465 kg CO₂ fossilen Ursprungs pro Tonne Müll ausgegangen, aus einer Tonne Müll entstehen bei der Verbrennung 917 kg CO₂ (biogen und fossil). Daraus errechnet sich für die thermische Abfallverwertung in den Werken Spittelau und Flötzersteig ein biogener (und somit CO₂-neutraler) Anteil von 49,3 %. Auch in der Österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI) wird mit einem biogenen Anteil von 50 % für die Verbrennung von Restmüll gerechnet.

Bei der ökologischen Bewertung der Fernwärmebereitstellung der Fernwärme Wien im Jahr 2003 wurde der biogene Anteil im Hausmüll aus der Studie „Wiener Abfallwirtschaftsplan“ (WIENER ABFALLWIRTSCHAFTSPLAN 2001) entnommen. Dieser Endbericht der Expertinnen und Experten zur Strategischen Umweltprüfung (SUP) – Abfallwirtschaftsplan, der im Dezember 2001 vom Wiener Gemeinderat zur Kenntnis genommen wurde, listet die Stoffströme des Müllaufkommens in Wien im Jahr 2001 auf. Im „Wiener Abfallwirtschaftsplan“ wird der biogene Anteil im Hausmüll mit 64,7 % bewertet. Dieser Prozentsatz wurde in der vorliegenden Studie übernommen. Eine weitere Bestätigung findet dieser Wert in der letzten bekannten Sortieranalyse des Siedlungsabfalls der MVA Spittelau durch die MA 48 (MA 48 2005), die zu einem Ergebnis von über 65 % biogenem Anteil kommt, wenn die biogenen Kohlenstoffanteile der einzelnen Fraktionen gemäß der vom VOEB (ÖWAV 2004) erstellten Liste bewertet werden.

Der biogene Anteil in den Müllverbrennungsanlagen Spittelau und Flötzersteig ist als durchaus sensitiv zu bezeichnen. Wird der CO₂-neutrale Anteil statt 64,7 % mit 50 % angenommen, erhöhen sich die direkten CO₂-Emissionen um rund 10 %.

Seitens der Fernwärme Wien wird die Ansicht vertreten, dass die Emissionen der Abfallverbrennung auch der Abfallentsorgung zuzuordnen sind und nicht wie in der in dieser Studie angewandten Methodik ausschließlich der Fernwärmeerzeugung, da Emissionen ja ebenfalls gleichermaßen anfallen auch wenn keine Fernwärme aus der Anlage ausgekoppelt wird oder sogar in noch größerem Ausmaß wenn Abfälle nicht verbrannt sondern deponiert werden. Die CO₂-Emissionen der Abfallverbrennungsanlagen betragen im Jahr 2005 rund 51 g/kWh bzw. 39 % der Gesamtemissionen der Fernwärmeaufbringung in Wien.



6 ÖKOBILANZ FERNWÄRME WIEN 2005

Der Anlagenpark der Fernwärme Wien wurde in GEMIS-Österreich 4.3 abgebildet. Die Ergebnisse der Ökobilanzen bilden die gesamten Emissionen der betrachteten Prozessketten ab. Die Emissionen werden in so genannten Vor-Ort-Emissionen (Standort Wien, inklusive Raffinerie Schwechat) und vorgelagerten Emissionen (außerhalb von Wien) dargestellt.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen des Anlagenparks der Fernwärme Wien vor Ort (in Wien) in g/kWh im Jahr 2005.

in g/kWh	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Fernwärme Wien 2005	132,9	131,0	0,01	0,01

Die CO₂-Äquivalent-Emissionen in Wien aus dem Fernwärmepark haben im Jahr 2005 rund 133 g/kWh betragen und sind damit gegenüber 2003 um 0,9 % gestiegen.

Anlagenpark	Anteil in %
KWK Simmering 3	15,88
SVA Simmeringer Haide	14,96
MVA Spittelau	12,54
KWK OMV Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	12,43
MVA Flötzersteig	11,76
KWK GT Leopoldau	9,58
KWK Simmering 1/2	9,54
KWK Donaustadt 3	8,27
Spitzenlast Spittelau HWK Gas und Öl	2,05
Spitzenlast FHW Süd Gas und Öl	1,05
Spitzenlast Arsenal HWK Gas und Öl	0,87
Spitzenlast Kagran HWK Gas und Öl	0,82
Spitzenlast Leopoldau HWK Gas	0,25

Tabelle 4: Anteil der jeweiligen Anlage an den CO₂-Emissionen in Wien (vor Ort) in % im Jahr 2005.

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

Die Tabelle 4 zeigt die Anteile der jeweiligen Anlagen an den CO₂-Emissionen vor Ort (in Wien). Rund 131 g/kWh CO₂-Emissionen verursacht der Fernwärmepark in Wien. Die Hauptemittenten der direkten CO₂-Emissionen sind mit rund 16 % die KWK Simmering 3, mit rund 15 % die SVA Simmeringer Haide und mit rund 12,6 % die Müllverbrennungsanlage Spittelau. Die Spitzenlastkessel haben mit rund 5 % einen geringen Anteil an den direkten CO₂-Emissionen.

Die Hausmüllverbrennungsanlagen Spittelau und Flötzersteig sowie die Abfallverbrennungsanlage Simmeringer Haide emittieren rund 51,4 g CO₂/kWh. Somit stammen rund 39,3 % der direkten CO₂-Emissionen aus diesen Anlagen. Im Jahr 2003

betragen die direkten CO₂-Emissionen der Hausmüllverbrennungsanlagen und der Abfallverbrennungsanlage Simmeringer Haide rund 44,7 g/kWh. Die Steigerung erklärt sich mit der Inbetriebnahme des Wirbelschichtofens 4.

Das Ausmaß der gesamten Treibhausgasemissionen (inkl. vorgelagerter Prozesse und inklusive Emissionen der Abfallverbrennung) wird in Tabelle 5 angeführt.

Tabelle 5: Treibhausgasemissionen gesamt (inkl. vorgelagerter Prozesse und inklusive Emissionen der Abfallverbrennung) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.

in g/kWh	CO ₂ -Äquivalent	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Fernwärme Wien 2005	197,1	180,6	0,63	0,01

Die vorgelagerten Prozesse (außerhalb von Wien) führen zu Emissionen von rund 64,2 g/kWh, das entspricht rund 32,5 % der gesamten CO₂-Äquivalent-Emissionen. Hauptverursacher der vorgelagerten Prozesse sind bei der Brennstoffbereitstellung von Erdgas und Erdöl zu finden. Die vorgelagerten Emissionen der Fernwärmebereitstellung im Jahr 2005 sind deutlich höher als im Jahr 2003 was größtenteils durch die geänderte Stromerzeugungsbilanz für Wien verursacht wird.

In der folgenden Tabelle sind die Schadstoffemissionen angegeben, welche aus der Fernwärmebereitstellung in Wien resultieren:

Tabelle 6: Luftschadstoffemissionen in Wien (vor Ort) in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.

in g/kWh	SO ₂	NO _x	Staub	CO
Fernwärme Wien 2005	0,047	0,110	0,005	0,024

Der Anstieg der Wärmebereitstellung 2005 im Vergleich zum Jahr 2003 von rund 3 % führt auch zu geringfügig höheren direkten Luftschadstoffemissionen.

*Tabelle 7:
Anteil der jeweiligen
Anlagen an den
SO₂-Emissionen in Wien
(vor Ort) in %.*

Anlagenpark	Anteil in %
KWK OMV Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	76,54
Spitzenlast Arsenal HWK	8,50
Spitzenlast Kagran HWK	6,90
MVA Flötzersteig	3,50
MVA Spittelau	2,26
KWK Simmering 3	1,66
SVA Simmeringer Haide	0,41
Spitzenlast Süd HWK	0,07
Spitzenlast Spittelau HWK	0,05

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

Beinahe 77 % der SO₂-Emissionen stammen aus dem Einsatz von schweren Rückständen und von Raffineriemischgas in den KWK-Anlagen der OMV also aus der Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozess- und Energieanlagen.

Die mit Heizöl gefeuerten Spitzenlastkessel verursachen rund 15,5 % der direkten SO₂-Emissionen.

Der Beitrag der Hausmüll- und Abfallverbrennungsanlagen an den SO₂-Emissionen in Wien ist mit rund 0,0029 g/kWh und einem Anteil von rund 6,2 % als sehr niedrig zu bewerten.

Anlagenpark	Anteil in %
KWK OMV Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	25,25
SVA Simmeringer Haide	22,58
KWK Leopoldau	13,09
MVA Flötzersteig	9,98
KWK Simmering 1/2	8,61
KWK Simmering 3	7,42
MVA Spittelau	4,26
KWK Donaustadt 3	3,86
Spitzenlast Arsenal HWK	1,86
Spitzenlast Kagran HWK	1,48
Spitzenlast Spittelau HWK	1,01
Spitzenlast Süd HWK	0,41
Spitzenlast Leopoldau HWK	0,21

*Tabelle 8:
Anteil der jeweiligen
Anlagen an den
NO_x-Emissionen in Wien
(vor Ort) in %.*

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

Die größten NO_x-Emissionen des Anlagenparks der Fernwärme Wien in Wien entstehen in den KWK-Anlagen der OMV, die Raffinerierückstände und Raffinerie-Mischgas (rund 25,3 %) entsorgen, und in der SVA Simmeringer Haide (rund 22,6 %), gefolgt von der KWK Leopoldau und MVA Flötzersteig, die rund 13,1 bzw. rund 10 % zu den gesamten NO_x-Emissionen in Wien beitragen.

Der Beitrag der Hausmüll- und Abfallverbrennungsanlagen an den NO_x-Emissionen in Wien lag im Jahr 2005 bei rund 0,0405 g/kWh, dies entspricht einem Anteil von rund 36,8 %.

Bei der SVA Simmeringer Haide wurde 2005 der WSO4 bereits voll eingesetzt. Dies wirkt sich vor allem bei den NO_x-Emissionen aus. Im Jahr 2003 wurden rund 5 % der Wärmebereitstellung mit Drehrohr und WSO 1-3 bereitgestellt. Dies verursachte rund 0,023 g NO_x/kWh. Im Jahr 2005 kamen WSO 1-3, Drehrohr und WSO4 zum Einsatz, die gemeinsam rund 8,3 % der Wärmebereitstellung erbrachten und dabei rund 0,025 g NO_x/kWh emittierten. Fazit: Trotz einer stärkeren Wärmeeinspeisung in das Netz der Fernwärme Wien im Jahr 2005 (Steigerung fast 60 % im Vergleich zum Jahr 2003) erhöhten sich die direkten NO_x-Emissionen nur um rund 8 %. Die Ausstattung des WSO 4 mit einer gut funktionierenden Rauchgasreinigung (Entstickungsanlage) ist für dieses Ergebnis hauptverantwortlich.

Tabelle 9:
Anteil der jeweiligen
Anlagen an den Staub-
Emissionen in Wien
(vor Ort) in %.

Anlagenpark	Anteil in %
KWK Simmeringer 3 ⁽¹⁾	17,45
KWK OMV Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	17,18
KWK Donaustadt 3 ⁽²⁾	14,92
MVA Flötzersteig	13,47
Spitzenlast Arsenal HWK ⁽³⁾	10,74
MVA Spittelau	10,07
Spitzenlast Kagran HWK ⁽³⁾	8,85
SVA Simmeringer Haide	6,03
KWK Simmering 1/2 ⁽¹⁾	0,41
Spitzenlast Süd HWK ⁽³⁾	0,33
Spitzenlast Spittelau HWK ⁽³⁾	0,32
Spitzenlast Leopoldau ⁽³⁾	0,24

⁽¹⁾ KWK Simmering: Staubemissionen von gasbefeuerten Kesseln durch theoretischen Rechenwert von 5 mg/Nm³ im Reingas

⁽²⁾ KWK Donaustadt: Staubemissionen von gasbefeuerten Kesseln durch theoretischen Rechenwert von 5 mg/Nm³ im Reingas

⁽³⁾ Heißwasserkessel: Staubemissionen von gasbefeuerten Kesseln durch theoretischen Rechenwerten zwischen 5 und 8 mg/Nm³ im Reingas

Die Staubemissionen werden in GEMIS-Österreich als Gesamtstaubemissionen berechnet, d. h. es wird keine Unterteilung nach Korngrößen getroffen. Rund 30 % der Staubemissionen stammen aus gasbefeuerten Anlagen, wobei diese Berechnungen auf Basis theoretischer Rechenwerte durchgeführt wurden.

Tabelle 10:
Anteil der jeweiligen
Anlagen an den
CO-Emissionen in Wien
(vor Ort) in %.

Anlagenpark	Anteil in %
SVA Simmeringer Haide	37,47
MVA Spittelau	29,70
MVA Flötzersteig	19,59
KWK OMV Flüssige Rückstände/Raffinerie Mischgas	6,79
KWK Simmering 3	2,52
KWK Donaustadt	1,32
KWK Simmering 1/2	1,02
KWK Leopoldau	0,96
Spitzenlast Leopoldau HWK	0,35
Spitzenlast Spittelau HWK	0,11
Spitzenlast Süd HWK	0,06
Spitzenlast Arsenal HWK	0,07
Spitzenlast Kagran HWK	0,04

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

MVA: Müllverbrennungsanlage

SVA: Sonderabfall- und Klärschlammverbrennungsanlage

HWK: Spitzenlastkessel

Der Beitrag der Hausmüll- und Abfallverbrennungsanlagen an den Staub-Emissionen in Wien liegt im Jahr 2005 bei rund 0,00162 g/kWh. Das entspricht einem Anteil von rund 29,5 %.

Der Beitrag der Müllverbrennungsanlagen an den CO-Emissionen in Wien liegt im Jahr 2005 bei rund 0,0205 g/kWh. Das entspricht einem Anteil von rund 86,7 %.

Die gesamten Luftschadstoffe umfassen sowohl jene Emissionsmengen, die in Wien entstehen, als auch die der so genannten vorgelagerten Emissionen.

*Tabelle 11:Luftschadstoffemissionen gesamt (inkl. vorgelagerter Emissionen)
in g/kWh des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.*

in g/kWh	SO ₂	NO _x	Staub	CO
Fernwärme Wien 2005	0,083	0,225	0,056	0,097

*Tabelle 12: Direkte und vorgelagerte Emissionen in % an den gesamten
Luftschadstoffemissionen des Anlagenparks der Fernwärme Wien im Jahr 2005.*

	SO ₂	NO _x	Staub	CO
Direkte Emissionen (in Wien)	56,6 %	48,8 %	9,6 %	24,3 %
Indirekte Emissionen (vorgelagerte Prozesse)	43,4 %	51,2 %	90,4 %	75,7 %

Anmerkung: Die direkten Schadstoffemissionen sind in Tabelle 6, die gesamten Emissionen in Tabelle 11 angeführt.

Die Tabelle zeigt den Anteil der direkten und vorgelagerten Emissionen an den gesamten Luftschadstoffemissionen der Fernwärme Wien im Jahr 2005. Wie sensitiv die vorgelagerten Prozesse bei den Luftschadstoffen Staub und CO sind, zeigt die obige Tabelle deutlich.

Rund 75 % der SO₂-Emissionen der indirekten Emissionen (vorgelagerte Prozesse) stammen aus der Rohölförderung und dem Rohöltransport nach Österreich sowie aus der Rohölveredelung in Österreich.

Über 83 % der NO_x-Emissionen der indirekten Emissionen (vorgelagerte Prozesse) entstehen bei der Erdgasförderung und durch Verdichterstationen beim Transport nach Österreich sowie bei der Rohölveredelung in Österreich.

Die indirekten Emissionen (vorgelagerte Prozesse) des Luftschadstoffes Staub stammen aus den Verdichterstationen beim Transport von Erdgas nach Österreich und der elektrischen Stromaufbringung in Russland durch Kohlekraftwerke.

Der überwiegende Anteil der indirekten Emissionen (vorgelagerte Prozesse) des Luftschadstoffes CO stammt aus den Verdichterstationen von Erdgas beim Transport nach Österreich und aus der Rohölförderung bzw. der elektrischen Stromaufbringung in Russland durch Kohlekraftwerke.

Für den Bericht über die Emissionen der Fernwärme Wien 2003 wurde eine Ergebnisbewertung durch das Umweltbundesamt durchgeführt (UMWELTBUNDESAMT 2005) Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden die Wärmewirkungsgrade der KWK Donaustadt Block 3, KWK Simmering Block 3, KWK Simmering Block 1/2 und KWK-Anlagen der OMV auf Grund von unterschiedlichen Argumentationslinien reduziert.

Diese Sensitivitätsanalyse wies die direkten Treibhausgasemissionen um rund 13 % höher aus. Diese Analyse gilt auch für das Jahr 2005 sinngemäß.

Eine Abschätzung der oben beschriebenen Einflussfaktoren auf die Emissionen von anderen Schadstoffen ist ohne tiefer gehende Analyse nicht möglich

Ungeachtet dessen ist bei einem biogenen Anteil von 50 % anstelle von 64,7 % in der Hausmüllverbrennung der Anlagen Spittelau und Flötzersteig mit einem Anstieg der direkten Treibhausgasemissionen von rund 10 % zu rechnen. Unter Bedachtnahme des Emissionsbereiches der Sensitivitätsanalyse des Umweltbundesamt und Änderungen des biogenen Anteils im Restmüll ergibt sich eine potenzielle Erhöhung der direkten Treibhausgasemissionen von rund 23 %.

Seitens der Fernwärme Wien wird die Ansicht vertreten, dass die Emissionen der Abfallverbrennung auch der Abfallentsorgung zuzuordnen sind und nicht wie in der in dieser Studie angewandten Methodik ausschließlich der Fernwärmeezeugung. Schließlich, so die Argumentation der Fernwärme Wien, fallen auch Emissionen an, wenn keine Fernwärme aus der Anlage ausgekoppelt wird oder sogar in noch größerem Ausmaß, wenn Abfälle nicht verbrannt sondern deponiert werden. Die CO₂-Emissionen der Abfallverbrennungsanlagen betragen im Jahr 2005 rund 51 g/kWh bzw. 39 % der Gesamtemissionen der Fernwärmeaufbringung in Wien.

Literatur:

- ISO 14040 (2006): ISO-Norm Umweltmanagement-Ökobilanz-Grundsätze und Rahmenbedingungen. www.iso.org
- MA 48 (2005): Restmüllsortieranalyse der MA 48 aus 2003/04. MA 48, Wien. www.wien.gv.at/ma48
- ÖWAV (2004): Kohlenstoffgehalte und biogene Anteile von Ersatzbrennstoffen. ÖWAV Arbeitsausschuss „Thermische Behandlung“, Wien. www.oewav.at
- UMWELTBUNDESAMT (2000): Stand der Technik bei Raffinerien im Hinblick auf die IPPC-RL. Monographie, Bd. M-119. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Pölz, W. & Böhmer, S.: Emissionen der Fernwärme Wien 2003. Monographien, Bd. M-275. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): GEMIS-Österreich 4.3. Computermodell zur Erstellung von Ökobilanzen. Umweltbundesamt, Wien. www.umweltbundesamt.at/gemis
- WIENER ABFALLWIRTSCHAFTSPLAN (2001): Bericht der wissenschaftlichen Experten zur strategischen Umweltprüfung „Wiener Abfallwirtschaftsplan“. MA 22, Wien. <http://www.wien.gv.at/ma48/sup/downloads.htm>.
- WIENSTROM GMBH (2001): 3. Wiener Expertenforum 2001. Kraftwerk Donaustadt, das Umweltkraftwerk. Verlag, Wien.