

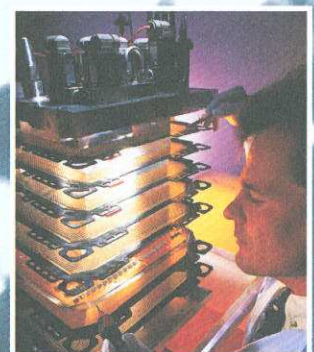
Nürnberg



etZ NÜRNBERG
Energie-Technologisches Zentrum

Klimaschutzbericht 2006

Stadt Nürnberg



Klimaschutzbericht 2006

Das Nürnberger Ziel einer CO₂-Minderung um 27 % bis 2010 scheint realisierbar. Die CO₂-Emissionen nahmen 1990 bis 2004 um 13,4 % ab. Würde der Umbau des Heizkraftwerkes Sandreuth schon berücksichtigt, ergäbe sich sogar eine Reduktion von 22 %.

Nach den Klimaschutzberichten 1994 und 1999 wird nun der Klimaschutzbericht 2006 vorgelegt. Er wurde vom Energie-Technologischen Zentrum (etz) in enger Zusammenarbeit mit dem Umweltamt erarbeitet. Wesentliche Grundlagen lieferte die N-ERGIE AG. Wie seine „Vorgänger“ dient der Bericht 2006 der Erfolgskontrolle zur Erreichung des CO₂-Minderungsziels für Nürnberg. Daher wurden die Referenzjahre 1990, 1996, 2000 und 2004 verglichen sowie wesentliche Entwicklungen in den Folgejahren dargestellt.

Für den Zeitraum 1990 bis 2004 betrug die Reduzierung der CO₂-Emissionen 705.000 Tonnen oder 13,4%. 2005 und 2006 konnte durch die besonders positive Entwicklung im Bereich Fernwärme aufgrund der GuD-Anlage im Heizkraftwerk Sandreuth eine weitere CO₂-Reduktion um rund 443.000 Tonnen erreicht werden. Auch die positiven Effekte des lebhaften Anstiegs solar-energetischer Nutzungen 2005 und 2006 werden im Bericht berücksichtigt.

Würden die Effekte des Heizkraftwerkes auf 2004 vorgezogen, ergäbe sich damit eine CO₂-Reduktion seit 1990 um 22 % oder 1.148.000 Tonnen, die vor allem auf eine effizientere und umweltfreundlichere Energie- bzw. Wärmeerzeugung und -nutzung durch technische Maßnahmen und die Substitution besonders klimaschädlicher Brennstoffe zurückzuführen ist. Hinsichtlich Energieverbrauch und Nutzerverhalten können keine wesentlichen Veränderungen festgestellt werden

Im Vergleich mit den Städten München und Erlangen werden besondere Stärken Nürnbergs, wie eine rege Nutzung des ÖPNV, aber auch Verbesserungspotenziale, z.B. hinsichtlich der Versorgungsquote mit Fernwärme oder bei der Nutzung erneuerbarer Energien erkennbar.

Der Klimaschutzbericht 2006 liefert eine umfassende Bilanzierung der aktuellen Situation und zeigt daraus resultierend Schwerpunkte für die Nürnberger Klimaschutzpolitik auf, wie

- zusätzliche Anstrengungen bei der energetischen Sanierung des Altbaubestandes,
- ein Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung,
- die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und
- Maßnahmen zur Förderung einer umweltfreundlichen Organisation des Verkehrs.

Durch die bisherige Reduktion scheint zwar die in Nürnberg angestrebte CO₂-Minderung bis 2010 um 27 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 erreichbar, trotzdem oder gerade deswegen müssen auch künftig mit Nachdruck konkrete Maßnahmen verfolgt werden. Dies auch im Hinblick auf die weitergehenden CO₂-Minderungsziele der EU, nämlich minus 30 % bis 2020 bzw. der Bundesregierung von minus 40 %. Da in Nürnberg Vorhaben mit besonders großen realisierbaren Einspareffekten, wie z.B. die GuD-Anlage im Heizkraftwerk Sandreuth bereits durchgeführt worden sind, können weitere erforderliche Einsparungen nur durch gezielte Schwerpunktsetzungen sowie die Bündelung von Kräften und Aktivitäten erreicht werden. Dabei ist die Stadt auf das aktive Mitwirken der Bürger, der Nürnberger Unternehmen und der N-ERGIE sowie der anderen Energieversorger angewiesen. Nur gemeinsam können Klimaschutzaktivitäten erfolgreich umgesetzt und die angestrebten Reduktionsziele erreicht werden.

Nürnberg, den 12.11.2006



Dr. Klemens Gsell
Bürgermeister Geschäftsbereich Umwelt



Klimaschutzbericht 2006

Stadt Nürnberg

Bilanzierung der CO₂-Emissionen

Entwicklungstendenzen und Erfolgskontrolle

etz NÜRNBERG
Landgrabenstr. 94
90443 Nürnberg

Ihre Ansprechpartner:

Peter Heymann

Erich Maurer

Alexander Schrammek

Fon: 0911/99 43 96-0, Fax: 0911/ 99 43 96-6

e-Mail: info@etz-nuernberg.de

Datum : 17.11.2006



Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
1.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	5
2	Einleitung	12
2.1	Ausgangslage	12
2.2	Methodik	12
2.3	Entwicklung der relevanten Eingangsdaten für Strom und Gas	14
3	Kommunale Basisdaten der Stadt Nürnberg	15
3.1.1	Stadtgebiet und Bevölkerung	15
3.1.2	Gebäudebestand	16
3.1.3	Verkehr	16
3.1.4	Wirtschaftliche Entwicklung	16
3.1.5	Klima und Witterung	17
4	CO ₂ -Bilanzierung über die Vergleichsjahre	18
4.1	Strom	18
4.2	Gas	19
4.3	Fernwärme	20
4.3.1	Bilanzierung der Fernwärme	20
4.3.2	Individuelle Berechnung für das HKW Sandreuth	24
4.4	Nah- und Prozesswärme	25
4.4.1	Nah- und Prozesswärme aus KWK	25
4.4.2	Prozesswärmeentwicklung	26
4.5	Heizöl	28
4.6	Kohle (ohne HKW Sandreuth)	29
4.7	Entsorgung	30
4.7.1	Nürnberger Müllverbrennungsanlage (MVA)	31
4.7.2	Klärgas	32
4.7.3	Sondermüllverbrennungsanlage in Schwabach	33
4.8	Erneuerbare Energien	34
4.8.1	Entwicklung der erneuerbaren Energien	34
4.8.2	Photovoltaik	34
4.8.3	Solarthermie	36

4.8.4	Wasserkraft	38
4.8.5	Bedeutung der erneuerbaren Energien	39
4.9	Rationeller Energieeinsatz	40
4.10	Verkehr	40
4.10.1	Motorisierter Individualverkehr	40
4.10.2	ÖPNV in Nürnberg	41
4.10.3	VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg	42
4.10.4	DB Regio AG Mittelfranken	42
4.10.5	Anteile des MIV und ÖPNV-Verkehrs	43
4.10.6	Flugverkehr auf dem Flughafen Nürnberg	45
4.10.7	Binnenschifffahrt am Nürnberger Hafen	46
5	Wärmeschutz im Gebäudebereich	47
5.1	Gebäudebestand	47
5.1.1	Wohngebäude	47
5.1.2	Bautätigkeit im Wohnungsbau zwischen 1990 und 2004	49
5.1.3	Auswirkung der Gebäudesanierung im Wohnbereich	49
5.1.4	Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung	50
5.1.5	Endenergiebedarf im Wohnbereich	51
5.1.6	Förderung in der Wohnungssanierung	52
5.1.7	Prognose	54
6	Entwicklungen in anderen Kommunen	55
6.1	Endenergieverbrauch	55
6.2	Einsatz Erneuerbarer Energien	56
6.3	Verkehr	57
7	Standardisierung der Bilanzierung	59
8	Anhang	61
9	Tabellenverzeichnis	84
10	Abbildungsverzeichnis	85
11	Abkürzungsverzeichnis	87
12	Einheiten	89
13	Literatur und Datenquellen	90

1 Zusammenfassung

1.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der vorliegende Klimaschutzbericht stellt eine konsequente Fortschreibung der Ergebnisse des 1. Klimaschutzberichtes von 1994 und des 2. Klimaschutzberichtes von 1999 dar. Im Rahmen dieses Berichtes wurden die Ergebnisse der Jahre 2000 und 2004 den Jahren 1990 und 1996 aus den entsprechenden Klimaschutzberichten gegenübergestellt. Die Daten liefern eine Übersicht über die aktuelle Entwicklung und können die Grundlage eines geeigneten Maßnahmenkataloges bis 2010 bilden. Gerade im Hinblick auf das in Nürnberg zu erreichende CO₂-Minderungsziel in Höhe von 27% bis zum Jahr 2010 ist dies unerlässlich. Im vorliegenden Bericht konnte auf diesen letzten Punkt noch nicht eingegangen werden.

Die relevanten CO₂-Emissionen werden in Anlehnung an die Struktur des Klimaschutzberichtes von 1999 auf folgende Bereiche aufgeteilt:

- Stromverbrauch
- Gasverbrauch
- Fernwärme
- Nahwärme und Prozesswärme
- Heizöl
- Kohle
- Entsorgung
- Verkehr

Die Summe des Verbrauches nach Endenergieträgern im Stadtgebiet Nürnberg hat für die bilanzierten Jahre folgenden Verlauf genommen:

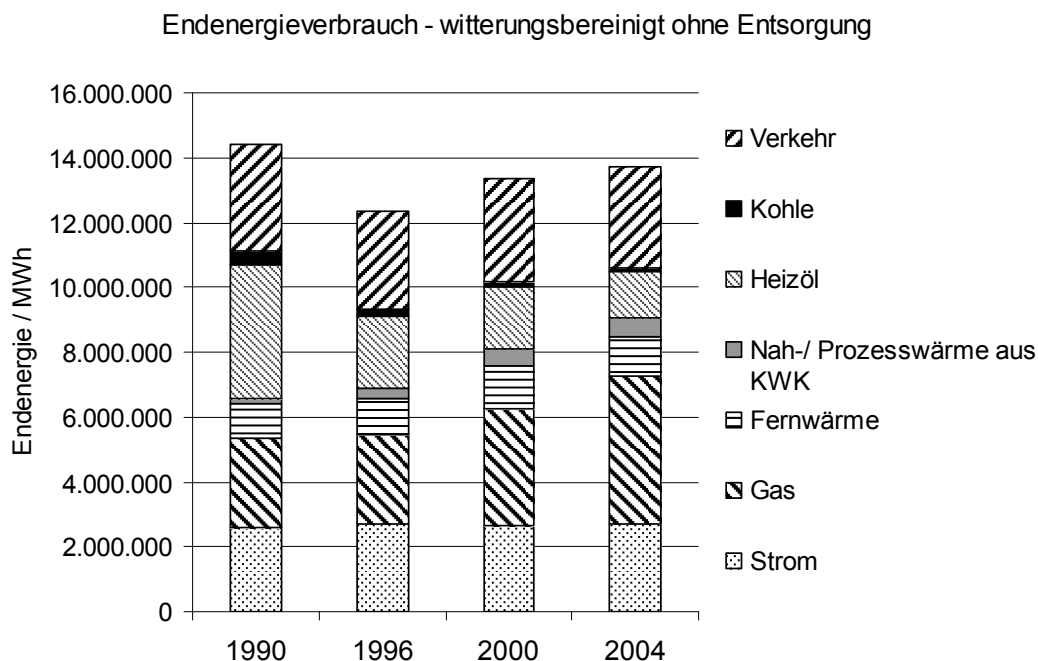


Abbildung 1: Endenergieverbrauch nach Bereichen (witterungsbereinigt)

Während der Verbrauch an Strom einem kontinuierlichen aber langsamen Wachstum unterworfen ist, ist beim Endenergieträger Erdgas ein erheblicher Zuwachs zu beobachten. Verkehr verharrt auf hohem Niveau, während Heizöl im Betrachtungszeitraum deutlich abnimmt. Des Weiteren ist seit 1996 ein leichter Anstieg des Endenergieverbrauchs zu beobachten, der sich allerdings bei den CO₂-Emissionen aufgrund des Brennstoffwechsels nicht abzeichnet.

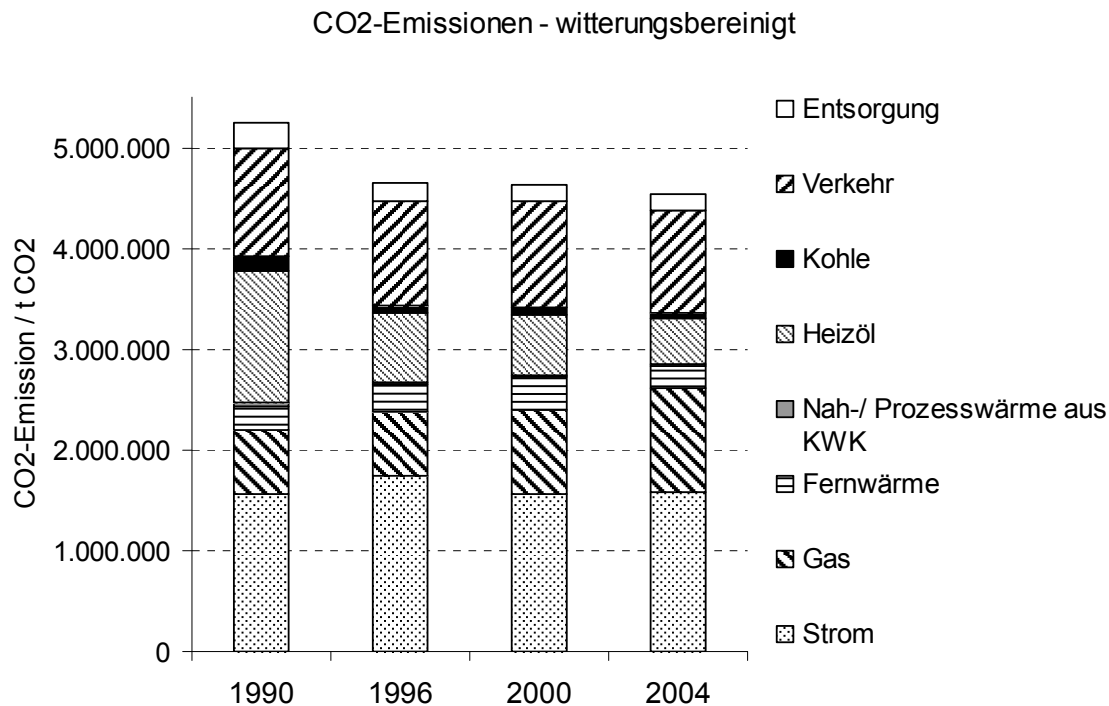


Abbildung 2: Zusammensetzung der witterungsbereinigten Gesamtemissionen

Der zwischen 1990 und 1996 festgestellte Trend deutlich rückläufiger CO₂-Emissionen setzt sich ab 1996 in moderater Weise fort. Für den gesamten Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2004 ergibt sich eine CO₂-Reduktion in Höhe von ca. 705.000 t. Dies entspricht einem Rückgang von ca. 13,4 %.

Leitungsgebundene Energieträger wie Strom und Gas haben in Summe seit 1990 stark zugenommen. Zusammen verursachen sie 2004 nahezu 60% der Emissionen, was 1990 mit knapp über 40% deutlich geringer war. Vor allem der Rückgang des Endenergieträgers Heizöl bei gleichzeitigem Zuwachs von Erdgas ist hier zu nennen. Die Nutzung von Kohle war bereits 1990 auf sehr geringem Niveau und ging bis 2004 weiter zurück, trotz der Inbetriebnahme einer größeren kohlebefeuerten Industrieanlage im Jahr 2004. Zusätzlich ist hier die Umstellung des Heizkraftwerkes Sandreuth auf Erdgas-GuD-Technologie zu nennen, deren Kohleeinsatz allerdings im Bereich Fernwärme bilanziert wird.

Im Bilanzierungszeitraum ist bei gleich bleibender Bevölkerungszahl die zu versorgende Gebäudefläche um ca. 20 % angestiegen. Da der Verbrauch an Wärme allerdings leicht zurückging, wurden Effizienzgewinne im Bereich der Energieerzeugung und des Energieverbrauches im Gebäudesektor realisiert. So konnte immer mehr Wohnraum mit weniger Endenergie versorgt werden, was zudem noch mit CO₂ freundlicheren Energieträgern erfolgte. Allerdings zeigt eine aktuelle Statistik, dass in Bayern nur ca. 15% der Wohngebäude energetisch umfassend modernisiert sind. Auch wenn in Nürnberg Vorreiter der energieeffizienten Sanierung beheimatet sind und die Quote daher besser sein wird, stellt dies ein erhebliches CO₂-Reduktionspotenzial dar, das es in den nächsten Jahren zu erschließen gilt.

Strom stellt in allen bilanzierten Jahren den größten Anteil an den CO₂-Emissionen dar. So stieg der Anteil von ca. 30% im Jahr 1990 auf ca. 35 % im Jahr 2004 an. Absolut gesehen sind die strombedingten Emissionen im Verlauf der Bilanzjahre um 2 % gestiegen. Greift man auf bundesdeutsche Daten zurück, ist der Anstieg der Stromnutzung in allen Teilbereichen Haushalte, Gewerbe und Industrie zu verzeichnen. Die starke Zunahme der strombedingten Emissionen von 1990 auf 1996 in Höhe von 13% konnte wieder ausgeglichen werden. Dies ist allerdings in hohem Maße dem verbesserten bundesdeutschen Kraftwerksmix zuzuschreiben, da 1996 noch verstärkt ostdeutsche Kraftwerke zu einer ungünstigeren CO₂-Bewertung führten. Die gesamten Effekte der umweltfreundlicheren Stromproduktion im Heizkraftwerk Sandreuth sind im Bereich Fernwärme bilanziert, sodass der Effekt im Strombereich ausbleibt.

Für den Bereich Entsorgung konnten die CO₂-Emissionen im Bilanzzeitraum um 32 % gesenkt werden, was vor allem durch eine Reduktion in Höhe von 29% von 1990 bis 1996 resultiert. Diese liegen in der verstärkten Recyclingtätigkeit begründet. Durch die moderne Anlage wird die Nürnberger Müllverbrennungsanlage (MVA) auch durch benachbarte Gebietskörperschaften genutzt, was in der Bilanz herausgerechnet wird. Die Inbetriebnahme der neuen MVA hat auf die CO₂-Bilanz keinen Einfluss, da die Lieferung der Fernwärme aus der MVA pro Tonne verwertetem Müll sogar leicht zurückgegangen ist.

War der Verkehrsbereich im Jahr 1990 mit 21% nach Strom und Heizöl noch an dritter Stelle der CO₂ Verursacher, so ist er im Jahr 2004 mit 22 % nahezu gleichauf mit Erdgas und hinter Strom auf Platz zwei vorgerückt. Die Anzahl der Personenkilometer sind im Betrachtungszeitraum nahezu konstant geblieben. Die Emissionen haben sich um 5% verringert. Sie werden zum Großteil durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) bestimmt, wobei der sinkende Flottenverbrauch und ein leicht steigender Anteil des ÖPNV am gesamten Verkehr zu der positiven Entwicklung der Emissionen führen. Im ÖPNV ist noch eine weitere Steigerung in Höhe von ca. 10% denkbar, was einer Umschichtung von 50 Millionen Personenkilometern vom MIV entsprechen würde und eine Reduktion in Höhe von 5.000 Tonnen CO₂ pro Jahr zur Folge hätte. Auch diesbezüglich müssten in einem nachfolgenden Klimaschutzfahrplan Möglichkeiten zur Umsetzung dieses Potentials untersucht werden.

Im Bereich der rationellen Energieverwendung bestehen noch Potenziale. Diese liegen vor allem in der verstärkten Nutzung der Kraft-Wärme Kopplung (KWK). Hier sind in den letzten

Jahren keine nennenswerten Zuwachsraten von größeren Anlagen zu verzeichnen, wenn man die Umstellung des HKW Sandreuth nicht berücksichtigt. Für kleinere Anlagen ist die Datenlage nicht ausreichend genug, um in der Kürze der Bearbeitungszeit belastbare Aussagen treffen zu können. Hier ist eine weitergehende Untersuchung notwendig. Die Stadt selbst betreibt über das Kommunale Energiemanagement des Hochbauamtes 9 kleinere BHKW-Anlagen.

Im Bilanzzeitraum von 1990 bis 2004 war ein deutlicher Zuwachs an erneuerbaren Energien zu verzeichnen. So konnte die installierte Leistung im Bereich Photovoltaik bis 2004 auf 2.197 kW gesteigert werden, was einer Energiebereitstellung in Höhe von knapp 2.000 MWh¹ und einer CO₂-Reduktion von 1.780 Tonnen entspricht. Dies führt zu einem Anteil am gesamten Endenergieverbrauch für Strom von 0,08%. Auch die Solarthermie entwickelte sich sehr dynamisch. So konnte die Kollektorfläche von 144 m² 1991² auf 8.117 m² im Jahr 2004 gesteigert werden. Dies führt 2004 zu einer Energiebereitstellung von 3.247 MWh und einer CO₂-Reduktion in Höhe von 851 Tonnen³. Auf Grundlage dieser Zahlen errechnet sich für das Jahr 2004 eine CO₂-Reduktion durch Photovoltaik und Solarthermie in Höhe von 0,04%. Die positive Entwicklung bei der Verbreitung von Photovoltaik und Solarthermie setzte sich in den Jahren 2005 und 2006 fort. Windkraft und Biomasse spielen im Bilanzzeitraum noch keine Rolle, wobei sich dies für die Biomasse aufgrund von mehreren geplanten Anlagen im kommunalen Bereich aber auch bei Gewerbe und Privathaushalten ändern wird. Vor allem könnte die Installation von Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken in Zukunft die Bedeutung der erneuerbaren Energien und deren Beitrag zur CO₂-Vermeidung im Stadtgebiet deutlich verbessern. So kann beispielsweise bereits durch den Einsatz von nur zwei Pflanzenöl-BHKW's zu je 200 kW_{el} der CO₂-Einspareffekt der gesamten Nürnberger Photovoltaik und Solarthermie erreicht werden.

Im Bereich der Energieeffizienz hat die Stadt mit Ihren eigenen Liegenschaften oder über ihre Tochter-/ Beteiligungsunternehmen direkten Einfluss auf die CO₂-Bilanz. Die stadteigenen neun BHKW's wurden bereits erwähnt. Des Weiteren ist die nachhaltige Bewirtschaftung und detaillierte Verbrauchserfassung der städtischen Liegenschaften seit Jahren Aufgabe des Kommunalen Energiemanagements, das auch mit innovativen Projekten im Sanierungsbereich und Versorgung mit erneuerbaren Energien Vorzeigecharakter übernimmt. So werden durch das Kommunale Energiemanagement (KEM) von den 1.200 Liegenschaften 244 permanent überwacht, womit der Energieverbrauch um ca. 5% reduziert wird.

Der Energiebericht 2006 des KEM führt auf, dass neben einer finanziellen Energiekostensenkung von 1,11 Mio. EUR die CO₂-Emissionen um 10.000 t CO₂ zwischen den Jahren 2001 und 2005 gesenkt wurden. Diese Maßnahmen zeigen das Engagement und die Bedeutung des Kommunalen Energiemanagements. Gleiches gilt für die städtische Tochter Nürn-

¹ 900 kWh/kW_{peak} (Möglicher Energieertrag von 850 kWh/kW bis 950 kWh/kW)

² Werte für 1990 waren nicht verfügbar

³ Unter Zugrundelegung von 0,262 to/MWh

bergBad, die über den Einsatz von erneuerbaren Energien mit Blockheizkraftwerken nachdenkt und Energiemanagement betreibt. Aber auch das Wohnungsbauunternehmen wbg ist deutschlandweit Vorreiter im Rahmen der energieeffizienten Sanierung großer Mehrfamilienhäuser. Hier werden in mehreren Beispielgebäuden Einsparerfolge von bis zu 80% erreicht. Diese Aktivitäten sollten im Rahmen des Klimaschutzfahrplanes Beachtung finden und in der Region weiter verbreitet werden. Gerade weil im Gebäudesektor von einer ständig wachsenden Wohnfläche auszugehen ist, ist es eine dringende Aufgabe, die jährliche Sanierungsquote in Höhe von 2% und den Anteil energetisch optimaler Sanierung zu steigern. Statistiken zufolge sind erst 15% der Wohngebäude in Bayern energetisch umfassend saniert.

Entwicklung 2004 bis 2006 und Ausblick

Die positive Entwicklung der CO₂-Emissionen im Nürnberger Stadtgebiet sind vor allem auf die verstärkte Nutzung des Energieträgers Erdgas, den Rückgang des Heizöls und die Effekte im Heizkraftwerk Sandreuth zurückzuführen. Die Effekte durch die Modernisierung des Heizkraftwerkes Sandreuth werden sich jedoch erst in der Bilanz für 2005 und 2006 vollständig auswirken. Würden diese prognostizierten Effekte in Höhe von 443.000 t CO₂ bereits heute berücksichtigt, kann unter Annahme, dass der Endenergieverbrauch der anderen Bereiche konstant bleibt, in Summe mit einem Rückgang der CO₂-Emissionen in Höhe von 22 % gerechnet werden. Der steigende Endenergieverbrauch seit 1996 erfordert es aber, die faktische Reduktion auf der Datenbasis für das Jahr 2006 zu berechnen, die jedoch erst nach Abschluss des Jahres 2006 vorliegt. Das vereinbarte Reduktionsziel für das Jahr 2010 in Höhe von 27% erscheint daher als realisierbar. Die noch fehlenden 5% entsprächen einer Reduktion von ca. 268.000 t CO₂ pro Jahr.⁴ Allerdings ist zu bedenken, dass die erheblichen Effekte durch das HKW Sandreuth nahezu ausgeschöpft sind. Auch die Verdrängungseffekte CO₂-ungünstigerer Endenergien wie Heizöl und Kohle werden nicht mehr in dem Maße stattfinden. Potenziale in der Zukunft zeigen sich z.B. im Ausbau der Erneuerbaren Energien, vor allem im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung, und Effizienzsteigerung im Wohnungsbau.

Die positive Entwicklung der solarenergetischen Nutzungen wurde im Zeitraum 2004 bis 2006⁵ weitergeführt. Im Bereich der Photovoltaik haben sich die installierte Leistung und die daraus resultierende CO₂-Emission zwischen 2004 und 2006 nahezu verdoppelt. Im Bereich Solarthermie waren diese Entwicklungen mit ca. 23% zu verzeichnen. Der Unterschied im Ausbau beider Systeme liegt in der Attraktivität der jeweiligen Fördersituation.

Der Einsatz von Pflanzenöl-BHKW's und Biomasseheizwerken kann weitere Einspareffekte generieren. Die Förderung der heimischen Energieträger wie z.B. Pflanzenöl, Holzhackschnitzel und Holzpellets kann zu einer verstärkten regionalen Wertschöpfung führen. Detail-

⁴ Dies kann allerdings erst nach Abschluss und Bewertung der CO₂-Emissionen im Jahr 2006 erfolgen. Vor allem der Anstieg im Endenergieverbrauch seit 1996 muss daher beobachtet werden.

⁵ Für das Jahr 2006 liegen zum Zeitpunkt der Bilanzierung Daten bzgl. Solarthermie bis Mai 2006 und bei Photovoltaik bis September 2006 vor.

lierte Aussagen können aufbauend auf den vorliegenden Ergebnissen in einen Maßnahmenkatalog eingearbeitet werden.

Klimaschutzziele

Im Rahmen des Klimaschutzes wurden in der Vergangenheit auf verschiedenen Ebenen Klimaschutzziele definiert. Die Ziele weisen dabei je nach angelegtem Zeitraum unterschiedliche CO₂-Reduktionen auf. Die angestrebte Reduktion der Stadt Nürnberg um 27% von 1990 bis 2010 erscheint vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Studie als realistisches Ziel.

Zeitpunkt	Ebene	CO ₂ -Reduktionsziel	Bemerkung
1991	Klimabündnis-Städte	50% von 1987 bis 2010	durch Beitritt zum Klimabündnis nimmt Nürnberg dieses allgemeine politische Ziel als Leitlinie an
1997	Deutschland	21 % von 1990 bis 2008/2012	Basis für Kyoto-Protokoll; 8% EU-weit; 5,2% weltweit
2000	Nürnberg	27% von 1990 bis 2010	erreichbare Reduktionsquote gemäß Klimaschutzfahrplan Nürnberg
2005	Europäische Gemeinschaft	15-30% von 1990 bis 2020 60-80% von 1990 bis 2050	Forderung des Europäischen Rates für die Industriestaaten (weltweit)
2005	Deutschland	40% von 1990 bis 2020	Klimaschutzfahrplan 2005 der Bundesregierung; Voraussetzung: EU-weites Reduktionsziel von 30%

Endenergieverbrauch in Nürnberg 1990, 1996, 2000, 2004: Primärdaten

ENDENERGIETRÄGER (ohne Witterungsbereinigung)	1990 MWh	1996 MWh	2000 MWh	2004 MWh	Quelle, Bemerkung
STROM	2.634.118	2.698.136	2.785.136	2.890.553	STA
abzgl. VAG	-77.000	-71.000	-70.061	-76.266	EWAG, VAG
abzgl. BHKW-Einspeisung	0	0	-76.000	-90.000	
zzgl. BHKW eigengenutzt	13.000	73.000	0	0	Befragung
'= Summe STROM	2.570.118	2.700.136	2.639.075	2.724.287	
GAS (Ho)	5.330.350	4.495.773	4.169.011	5.903.484	STA
abzgl. GFA/Franken 1	-2.282.000	-234.000	0	0	EWAG, E.ON
abzgl. HKW Sandreuth	0	0	-186.300	-404.885	
abzgl. Heizwerke N-E	0	-48.965	-34.179	-81.746	
abzgl. Verkehr (Gas-mobil)	0	-2.000	-1.225	-3.112	EWAG, N-ERGIE
'= Summe GAS (Ho)	3.048.350	4.210.808	3.947.307	5.413.741	
'= Summe GAS (Hu)	2.743.515	3.789.727	3.552.576	4.872.367	*0,9
abzgl. BHKW-Input	-146.000	-643.736	-337.920	-406.560	Ber. Aus Ges.prod.:Befr.
'=Summe GAS (Hu)	2.597.515	3.145.991	3.214.656	4.465.807	
FERNWÄRME	974.000	1.288.000	1.159.248	1.228.000	EWAG, N-ERGIE
NAHWÄRME	115.000	409.682	479.360	562.890	Befragung
Heizöl	3.869.000	2.515.000	1.702.666	1.440.000	Wärmeatlas, EWAG-Schätz.
Kohle	351.000	260.000	156.000	106.476	Wärmeatlas, EWAG-Schätz.
ENTSORGUNG=	558.500	418.466	426.682	417.000	
Müllverbrennung	501.000	355.000	358.792	351.165	EWAG
Klärgas	54.000	61.066	65.953	64.647	STEB
Sondermüll aus Nbg	3.500	2.400	1.937	1.188	ZVSM
VERKEHR=	3.310.000	3.050.000	3.148.961	3.104.766	
'+ Kfz	3.233.000	2.979.000	3.078.900	3.028.500	Verkehrszählung VPL
'+ VAG (U-Bahn+Tram)	77.000	71.000	70.061	76.266	EWAG, VAG
GESAMT (ohne Entsorgung) ohne Witterungsbereinigung	13.786.633	13.368.809	12.499.966	13.632.226	
GESAMT (ohne Entsorgung) - nach Witterungsbereinigung	14.413.255	12.367.530	13.336.753	13.709.971	

Anmerkungen:

H(o) := oberer Heizwert

H(u) := unterer Heizwert

Abbildung 3: Übersicht des Endenergieverbrauches als Basis für die Berechnung der CO₂-Emissionen

2 Einleitung

2.1 Ausgangslage

Am 07.09. und 02.10.2006 wurde die Geschäftsstelle des Energie-Technologischen Zentrums (etz) durch das Umweltamt der Stadt Nürnberg mit der Erstellung der CO₂-Bilanz für das Nürnberger Stadtgebiet beauftragt. Aufgrund der zeitlichen Vorgabe wurde eine Vielzahl der Daten und Ergebnisse vom Umweltamt der Stadt Nürnberg zur Verfügung gestellt. Für die Jahrgänge 1990 und 1996 wurde auf den Klimaschutzbericht 1999 zurückgegriffen. Die zur Verfügung gestellten Daten wurden weitgehend auf Plausibilität geprüft und mit den aktuellen Daten verglichen. Fehlende Daten wurden erhoben, soweit dies möglich war. War kein Datenmaterial vorhanden, wurden realistische Annahmen getroffen.

Die vorliegende Untersuchung umfasst folgende Bereiche:

- (1) CO₂-Bilanz und Strategieentwicklung der Stadt Nürnberg
- (2) Entwicklungstendenzen und Erfolgskontrolle der bisherigen Maßnahmen

Die Ergebnisse dieser Studie bilden die Basis für weitere Untersuchungen im Bereich der Klimapolitik, vor allem für eine CO₂-Prognose und mögliche Handlungsfelder. Dies erfordert eine detaillierte Untersuchung auf Basis des vorliegenden Berichtes.

2.2 Methodik

Als Bilanzraum wird das Stadtgebiet Nürnberg betrachtet.

Die vorliegende Untersuchung vergleicht die Entwicklung der Emissionen der Jahre 1990, 1996, 2000 und 2004. Durch die Abstände zwischen den Jahren können Maßnahmen zur Emissionsreduzierung überprüft werden. In allen Berechnungen wurde die bisherige Methodik des Klimaschutzberichtes 1999 beibehalten, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. In Anlehnung an den Klimaschutzbericht 1999 wird der Endenergieverbrauch nach leitungsgebundenen Energieträgern (Strom, Gas, Fernwärme), nicht leitungsgebundenen Energieträgern (Heizöl und Kohle) und den Bereichen Entsorgung und Verkehr differenziert.

Im Wohnbereich wurde der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte aus den entsprechenden Energieträgern herausgefiltert, die infolge der bestehenden Methodik auch den Nichtwohnbereich enthalten.

Zur Vergleichbarkeit der Daten wurde eine Witterungsbereinigung gemäß den Wetterdaten des Instituts für Wohnen und Umwelt für den Zeitraum 1990 bis 2004 durchgeführt. Die Witterungsbereinigung wurde für Erdgas, Heizöl und Kohle durchgeführt und damit die Systematik des KSB 1999 fortgeführt. Die in dieser Studie verwendeten Werte weichen allerdings von den Werten des Klimaschutzberichtes 1999 ab. Die Abweichungen erklären sich zum Teil darin, dass im Klimaschutzbericht 1999 die Wetterstation Nürnberg-Feucht und in diese Studie die Wetterdaten der Station Nürnberg-Flughafen einfließen. Die Berechnung der Witterungsbereinigung im Klimaschutzbericht 1999 konnte nicht überprüft werden.

Die entsprechenden Zahlen des ÖPNV wurden vom motorisierten Individualverkehr (MIV) herausgerechnet. So wurden die VAG-Busse aus dem Lkw-Verkehr heraus- und dem ÖPNV-VAG zugerechnet.

Im Bereich des motorisierten Individualverkehrs fließen analog der Methodik des Klimaschutzberichtes 1999 der Binnen-, Durchgangs-, Quell- und Zielverkehr in voller Höhe ein. Die Daten zu Verkehrszählungen erlauben eine Berechnung der Verkehrsleistung in Personenkilometern und die Bestimmung der CO₂-Emissionen. Diese Berechnungsgrundlage weicht allerdings von den Vorgaben des Klimabündnisses ab, sodass ein Vergleich mit anderen Kommunen (siehe Klimaschutzbericht München) schwierig ist.

Die Verkehrszählung an den Pegnitzbrücken dient als Indikator für den Binnenverkehr.

Dagegen werden Durchgangs-, Quell- und Zielverkehr durch die Verkehrszählungen am Außenkordon erfasst.

Auffällig ist die hohe Schwankung im Gasverbrauch, da die Gasabgabe von 1990 zu 1991 um ca. 28% abnimmt. Auch im Bereich Heizöl ist ein starker Rückgang zwischen 1990 und 1996 zu verzeichnen, der nicht nachzuvollziehen war. Da 1990 als Bezugsjahr fungiert, hat dieser Wert eine entscheidende Bedeutung bei der Bewertung der weiteren Entwicklung.

Bereiche, die im Klimaschutzbericht 1999 wegen Ihrer geringen Bedeutung nicht bilanziert wurden, werden auch in diesem Gutachten nicht mit in die Bilanzsumme genommen, sofern sich an ihrer Bedeutung nichts Grundlegendes geändert hat. Es wird aber erläuternd die Entwicklung dieser Bereiche (z. B. Flug- und Schiffsverkehr) dargestellt.

In der Studie werden neben den CO₂-Emissionsmengen auch die CO₂-äquivalente Emissionsmengen aufgeführt, die weitere relevante Treibhausgase erfassen und in CO₂-Äquivalente umrechnen. Sofern in Zukunft ein Vergleich auf Basis des CO₂-Äquivalentes erfolgen soll, liegen diese Daten bereits in aufgearbeiteter Form vor.

Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern Strom und Gas werden seit 2004 auch die Durchleitungsmengen an Kunden anderer Energieversorgungsunternehmen im Nürnberger Stadtgebiet berücksichtigt. Da die Datengrundlage schwierig zu ermitteln ist, wird vorgeschlagen, auf die Berechnung der Konzessionsabgabe zurückzugreifen.

Datengrundlage

Im Bearbeitungszeitraum war es nicht möglich, alle Daten auf Ihre Plausibilität zu prüfen. Dies trifft vor allem für das Jahr 1990 zu, das aufgrund des Basisjahres des Klimaschutzzieles besondere Bedeutung besitzt. Auch der deutliche Rückgang des Energieträgers Heizöl von 1990 auf 1996 entspricht nicht dem bundesweiten und bayerischen Trend, der im gleichen Zeitraum eine starke Zunahme verzeichnete.

Die Grundlage für die CO₂-Emissionsfaktoren bildet ProBas (prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente), das auf Werte von GEMIS 4.3 (Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme) zugreift. Bei der aktuellen Version GEMIS 4.3 wurde durch exaktere Berechnungsmethoden eine Korrektur der Vorketten durchgeführt, sodass die Emis-

sionsfaktoren für 2004 höher sind als im Jahre 1990. Aus diesem Grund erfolgt eine rückwirkende Anpassung der Faktoren für Gas, Heizöl und Kohle bezüglich der Jahre 1990 und 1996, um eine Vergleichbarkeit zu erreichen.

2.3 Entwicklung der relevanten Eingangsdaten für Strom und Gas

Aufgrund ihrer großen Bedeutung werden vor der Detaildarstellung zusammenfassend die Daten für Strom und Gas dargestellt. Dabei erfolgt anders als in der übrigen Bilanzierung eine Jahresbetrachtung. Folgende Grafiken zeigen den Strom- und Gasverbrauch. Für das Jahr 2004 sind die Durchleitungsmengen an Strom und Gas zu Kunden anderer EVU enthalten. Gas, das in Kraftwerken zur Strom- und Fernwärmeerzeugung eingesetzt wurde, ist zwar in der Grafik enthalten, wurde aber in der Bilanzierung den entsprechenden Bereichen wie Fernwärme oder Nahwärme aus KWK zugeordnet. Analog verhält es sich bei der Bereitstellung von Fahrstrom für U-Bahn und Straßenbahn für den Verkehrsbereich.

Stromverbrauch im Nürnberger Stadtgebiet



Abbildung 4: Entwicklung des Stromverbrauchs

Gasverbrauch im Nürnberger Stadtgebiet

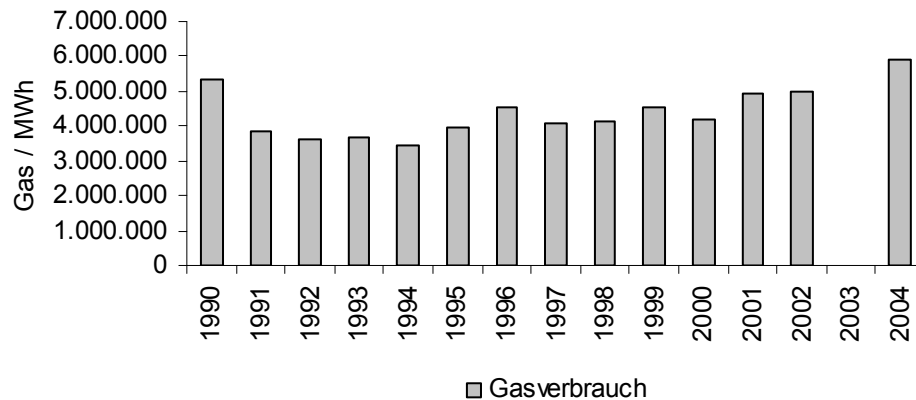


Abbildung 5: Entwicklung des Gasverbrauches (Absolutwerte ohne Witterungsbereinigung)

Während die Stromentwicklung relativ konstant verläuft, sind beim Gasverbrauch deutliche Schwankungen zu erkennen, die auf veränderten Verbrauch und die noch nicht erfolgte Witterungsberreinigung zurückzuführen sind. Für das Jahr 2003 lag keine Aufteilung zwischen dem Stadtgebiet Nürnberg und angrenzenden Gebieten vor, sodass diese Werte fehlen. Die erhebliche Schwankung von 1990 auf 1991 wurde bereits angesprochen.

Im Jahr 1990 wurde der Gasverbrauch des Großkraftwerkes Franken 1 (GFA) in einer Höhe von 2,282 Mio. MWh von der gesamt-nutzbaren Abgabe Gasverbrauch abgezogen. In den Jahren 2000 und 2004 erfolgte kein Abzug für das GFA der E.ON Kraftwerke GmbH, da nach Rücksprache mit der N-ERGIE Aktiengesellschaft der GFA-Verbrauch in der gesamt-nutzbaren Abgabe nicht enthalten sei. Hier sollte für 1990 eine nochmalige Klärung erfolgen, da 1990 als Basisjahr des Reduktionszieles hohe Bedeutung hat. So verwundert auch der hohe Rückgang von 1990 auf 1991.

Der hohe Gasverbrauch 1996 ist darauf zurückzuführen, dass das Jahr 1996 im Jahresmittel deutlich kälter als das durchschnittliche Jahresmittel war.

3 Kommunale Basisdaten der Stadt Nürnberg

3.1.1 Stadtgebiet und Bevölkerung

Die Fläche des Nürnberger Stadtgebietes ist seit 1990 relativ konstant geblieben. Die letzte größere Veränderung fand durch die Einbeziehung von Teilen des Gewerbeparks Nürnberg-Feucht mit 63,69 ha am 01.10.1996 statt.

Die Bevölkerungszahl der Stadt Nürnberg hält sich in den letzten Jahren nahezu unverändert leicht unterhalb der Marke von 500.000 Einwohnern.

Wichtige Veränderungen fanden allerdings in der Pkw-Mobilisierungsrate im MIV und in der Ausstattung mit Wohnraum und Geräten statt. Diese Aspekte werden in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

3.1.2 Gebäudebestand

Die Zahl der Wohngebäude stieg im Betrachtungszeitraum kontinuierlich auf insgesamt 8,4 % im Jahre 2004 gegenüber 1990. Bei der Anzahl der Wohnungen ist sogar ein noch größerer Anstieg um 10,5 % zu verzeichnen. Da jedoch die Einwohnerzahl relativ konstant geblieben ist, deuten diese Zahlen darauf hin, dass die Zahl der Haushalte mit ein oder zwei Personen gestiegen ist.

Im Wohnungsbau hat die Zahl des Reinzugangs in den Jahren 1990 bis 2004 durchschnittlich 1,4 % pro Jahr betragen. In den Jahren 1994 und 1995 war dieser Wohnungszuwachs nahezu doppelt so hoch. Daneben kam es auch zu einer Steigerung des Flächenbestandes im Nichtwohnungsbau, der aus den Daten des Statistischen Jahrbuch der Stadt Nürnberg mit für den Bilanzzeitraum in vergleichbarer Höhe abgeschätzt werden konnte.

3.1.3 Verkehr

Der Bestand an zugelassenen Kraftfahrzeugen stieg im Betrachtungszeitraum deutlich um 13,8 % an. In entsprechender Höhe beläuft sich auch der Zuwachs des Kfz-Bestandes je 1.000 Einwohner (12,8 %). Diese Zahlen deuten auf eine steigende Motorisierung und Mobilität hin. Die Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs ist nahezu konstant geblieben. Während der Binnenverkehr abnimmt, steigen Ziel-, Quell- und Durchgangsverkehr.

Der ÖPNV-Verkehr durch VAG und DB Regio AG Mittelfranken hat von 1990 bis 2004 um ca. 15% bei der Verkehrsleistung (Personenkilometer) zugenommen. Dadurch stieg der ÖPNV-Anteil am gesamten Personenverkehr von ca. 22 auf 25% an.

3.1.4 Wirtschaftliche Entwicklung

Im Bereich der wirtschaftlichen Entwicklung im Stadtgebiet ist eine stetige Verringerung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten zu beobachten. Von 1990 bis 2004 sank die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten von ca. 278.000 auf ca. 253.000 ab, was einem Rückgang von 9% entspricht. Dennoch war bis 2000 ein stark steigender Energieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes zu verzeichnen,⁶ was von einer Produktivitätssteigerung mit geringerer Belegschaft infolge steigender Automatisierung zeugt.

⁶ Im Jahre 2004 wurde diese Größe statistisch nicht mehr erhoben.

3.1.5 Klima und Witterung

Da die Temperaturen im Verlauf der bilanzierten Jahre stark schwanken, wurde zwecks der Vergleichbarkeit eine Witterungsbereinigung der temperaturabhängigen Verbrauchswerte durchgeführt. So waren die Jahre 1990 und 2000 deutlich milder als im Durchschnitt. Das Jahr 1996 war dagegen wesentlich kühler als das Jahresmittel. Das Jahr 2004 entsprach dagegen fast dem Jahresmittel. Die Werte der etz-Berechnung, die der Studie zugrunde gelegt werden, weichen in Einzelfällen vom KSB 1999 ab. Die Abweichungen lassen sich zu einem Teil durch die Tatsache erklären, dass der Wert für das langjährige Mittel einen leicht veränderten Zeitraum umfasst und die Berechnung im Klimaschutzbericht 1999 auf Werte der Wetterstation Nürnberg-Feucht zurückgreift. Das etz nutzt Daten des Deutschen Wetterdienstes für die Station 10763 - Nürnberg-Flughafen (49°30'; 12°33'), da für diese Station die erforderlichen Daten für alle Vergleichsjahre vorliegen.

4 CO₂-Bilanzierung über die Vergleichsjahre

4.1 Strom

Der Endenergieverbrauch an Strom ist mit dem Gasverbrauch und dem Verkehrssektor einer der drei großen Emittenten für Kohlendioxid im Stadtgebiet Nürnberg.

Durch effizientere Kraftwerkstechnologie und einen steigenden Anteil an regenerativen Energien im gesamtdeutschen Kraftwerks-Mix nahm der CO₂-Emissionsfaktor für Strom von 1990 bis 2004 leicht ab. Daher ist trotz Anstieg des Stromverbrauchs eine moderate Entwicklung der CO₂-Emissionen zu verzeichnen:

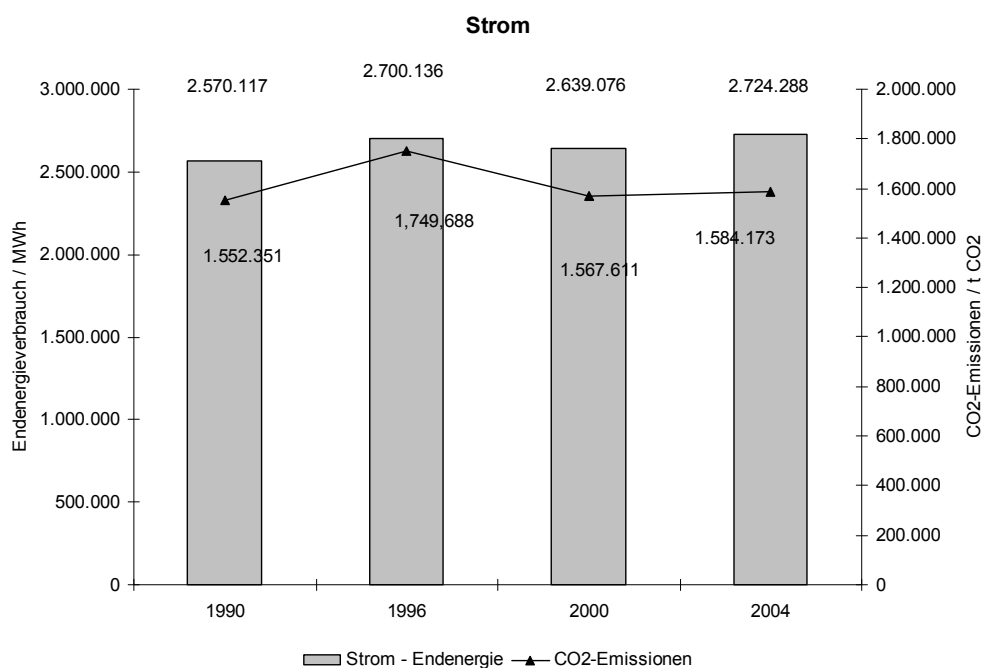


Abbildung 6: Strom - Endenergie & Emissionen

Strom stellt in allen bilanzierten Jahren den größten Anteil an den CO₂-Emissionen dar. So stieg der Anteil von 30% im Jahr 1990 auf 38 % im Jahr 2004 an. Absolut gesehen sind die strombedingten Emissionen im Verlauf der Bilanzjahre um 2 % gestiegen. Die Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten, das Verbrauchsverhalten der Bürger und der Bedarf von Großabnehmern wie Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen sind wichtige Einflussfaktoren. Greift man auf bundesdeutsche Daten zurück, ist ein Anstieg der Stromnutzung in allen Teilbereichen zu verzeichnen. Die starke Zunahme der Emissionen von 1990 auf 1996 in Höhe von 13% konnte wieder ausgeglichen werden. Dies ist allerdings in hohem Maße dem verbesserten bundesdeutschen Kraftwerksmix zu verdanken, da 1996 noch verstärkt ostdeutsche Kraftwerke zu einer ungünstigeren CO₂ Bewertung führten.

Die Durchleitung von Strom an Kunden anderer EVU ist seit der Liberalisierung in der Energiewirtschaft möglich. Für das Jahr 2004 wird diesem Aspekt in der Bilanz Rechnung getra-

gen. Beim Strom nahm die Durchleitungsmenge ins Nürnberger Stadtgebiet an Kunden anderer EVU einen relativ geringen Anteil im Vergleich zur Gesamtabgabe der N-ERGIE Aktiengesellschaft⁷ an.

Die positiven Aspekte der Kraft-Wärme-Kopplung bei der Stromerzeugung im HKW Sandreuth werden wie in den früheren Berechnungen ausschließlich dem Bereich Fernwärme zugeordnet. Der Endenergieverbrauch an Strom wird dagegen mit dem Deutschen Kraftwerk-Mix zur Stromerzeugung bewertet. Dieser hat sich seit 1990 verändert, was zu einem positiven Effekt in der Betrachtung führt:

	1990	1996	2000	2004
CO ₂ -Emissionen in kg pro kWh _{el}	0,604	0,648	0,594	0,582

4.2 Gas

Der Gasverbrauch hat in den letzten Jahren stark zugenommen, da die Verwendung von Kohle und Heizöl durch Gas ersetzt wird. Besonders Neubauten im Nichtwohnbereich werden nahezu ausschließlich mit Gas versorgt.

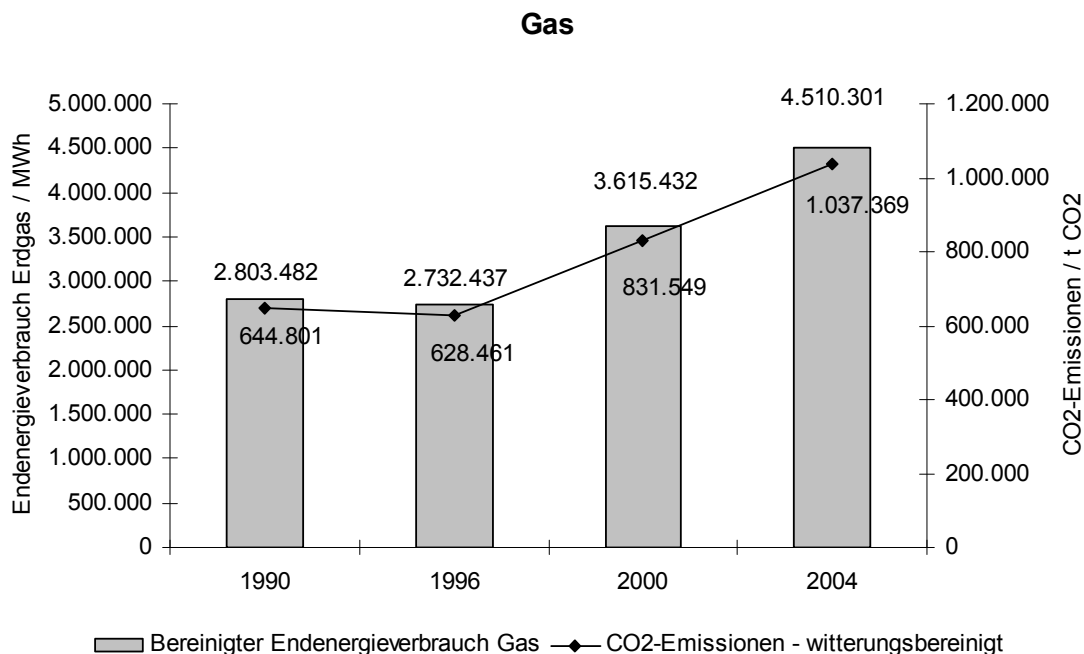


Abbildung 7: Entwicklung Gas - Endenergie & Emissionen

⁷ Angaben der N-ERGIE Aktiengesellschaft;

Im Endenergieverbrauch an Gas ist der jeweilige Verbrauch der privaten Haushalte, Gewerbe, Handel, Industrie und öffentliche Liegenschaften enthalten. Im Gegensatz zu den Jahren 1990 bis 2000 wird im Jahr 2004 erstmals die Durchleitung von Gas durch das Netz der N-ERGIE Aktiengesellschaft an Kunden anderer Energieversorgungsunternehmen berücksichtigt.

Durch eine verbesserte Datengenese konnte in GEMIS 4.3 der CO₂-Emissionsfaktor exakter berechnet werden. Die verwendete Datenquelle ProBas greift auf die GEMIS 4.3 Daten zu. Durch die genauere Berechnung ist der CO₂-Emissionsanteil für die Vorkette gestiegen. Um eine Vergleichbarkeit mit dem Klimaschutzbericht 1999 zu erreichen, wurde der CO₂-Emissionsfaktor des Jahres 2004 für die vier Bilanzjahre angesetzt. Dadurch werden die CO₂-Emissionen der Jahre 1990 und 1996 rückwirkend erhöht.

4.3 Fernwärme

4.3.1 Bilanzierung der Fernwärme

Durch die Umrüstung des Kraftwerks von Kohle auf gasbefeuerte moderne Gas- und Dampfturbinen-Technologie (GuD) verdoppelt sich die Stromproduktion der N-ERGIE Aktiengesellschaft auf jährlich ca. 940 GWh. Die Fernwärmeproduktion ist mit ca. 1.200 GWh relativ konstant geblieben. Der CO₂-Ausstoß verringert sich um ca. 140.000 t pro Jahr ohne die Stromgutschrift für vermiedenen Mittellaststrom.⁸

Am 22.04.05 wurde im HKW Sandreuth zum letzten Male Kohle verfeuert. Durch die GuD-Technologie wird neben der umweltfreundlicheren Brennstoffwahl auch in hohem Maße unter Anwendung von Kraft-Wärme-Kopplung Kohlendioxid eingespart. Der Nutzungsgrad des HKW Sandreuth konnte von 69,7% im Jahr 1993 auf 77,5% im Jahre 2004 gesteigert werden.

Das Verteilungsnetz der N-ERGIE Aktiengesellschaft konnte ebenfalls ausgebaut werden. Es umfasst im Jahre 2004 eine Länge von 285 km, 1996 waren es 246 km.

Das HKW nutzt Mülldampf der Müllverbrennungsanlage (MVA), der im Bereich Entsorgung bilanziert wird. Die Emissionen des Mülldampfes fließen daher nicht in den Bereich Fernwärme ein, da sie bereits erfasst sind. Da die Fernwärmeemissionen durch die Stromgutschrift für vermiedenen Mittellaststrom reduziert werden, ergibt sich in diesem Bereich erhebliche Verringerung.

⁸ Vgl.: N-ERGIE Aktiengesellschaft: Geschäftsbericht 2005; S. 37;

Auch die Verteilung der eingesetzten Energieträger hat sich seit 1990 verändert.

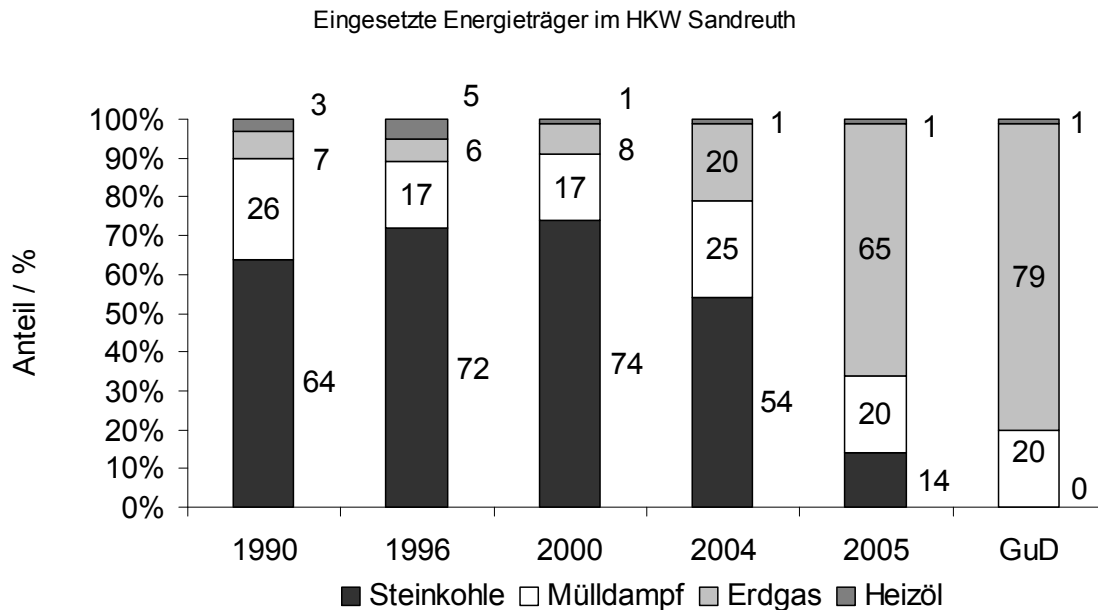


Abbildung 8: Veränderter Energieträgereinsatz im HKW Sandreuth

Auch wenn in dieser Studie die Bilanzierung im Jahr 2004 endet, wurden die Werte für 2005 und 2006 dargestellt, da ein sehr positiver Effekt im Energieträgereinsatz eingetreten ist. Durch den hohen Anteil des bei der Fernwärme emissionslos angesetzten Mülldampfes im Jahre 1990 lag bereits damals ein niedriger CO₂-Emissionsfaktor vor. Einen größeren Stellenwert als die Brennstoffzusammensetzung hat die Höhe der Stromerzeugung durch KWK, da die Stromgutschrift bei der Berechnung als Mittellaststromgutschrift Braun- und Steinkohlekraftwerke verdrängt und mit einem Wert in Höhe von -0,900 kg / kWh_{el} eingeht.

Bei der Betrachtung der Fernwärme finden sich in dieser Studie zwei parallele Ansätze:

- Berechnung der Emissionen über einen Energiemix, um die Daten von 2000 und 2004 mit dem KSB 1999 vergleichbar zu machen.
- Individuelle Berechnung von CO₂-Emissionsfaktoren für das HKW Sandreuth, da der ab 2004 beginnende Effekt der sukzessiven Brennstoffumstellung dargestellt werden kann. In der Berechnung für 2005 und 2006, die außerhalb des Bilanzraumes liegen, wird der positive Effekt der GuD-Technologie deutlich sichtbar.

Durch die individuelle Berechnung werden die Vorteile der GuD-Technologie speziell für die Nürnberger Anlage abgebildet. Das hohe CO₂-Einsparungspotential wird durch den Brennstoffwechsel auf Gas und die Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades erst 2006 vollständig eingerechnet werden.

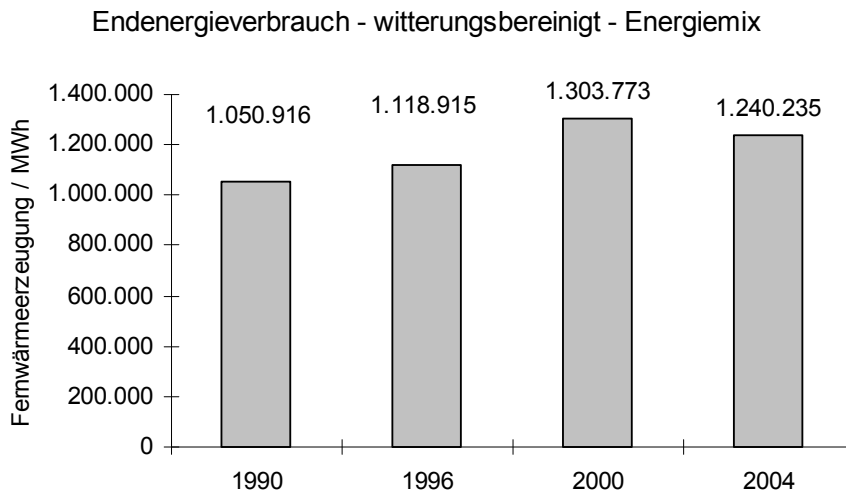


Abbildung 9: Fernwärmeerzeugung für Energiemix-Berechnung

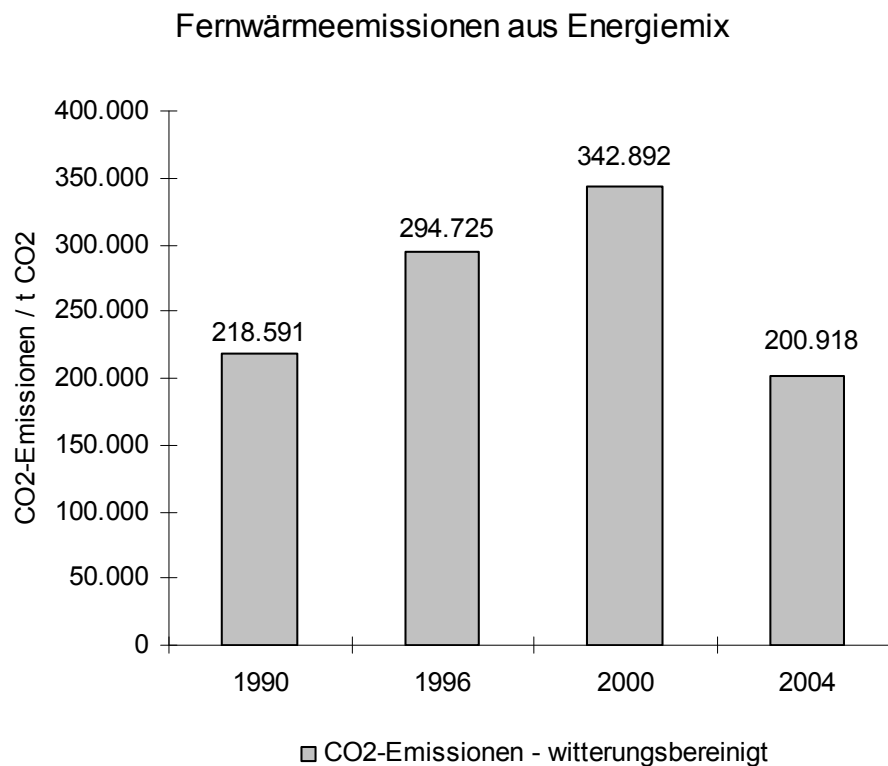


Abbildung 10: CO₂-Emissionen aus Fernwärme über Energiemix-Berechnung

Die erhebliche Steigerung der CO₂-Emissionen von 1990 auf 1996 basiert neben der Steigerung der Fernwärmeproduktion vor allem auf dem höheren Emissionsfaktor von 1996. Die Brennstoffzusammensetzung war 1996 und 2000 nahezu unverändert, wodurch der gleiche CO₂-Emissionsfaktor aus dem KSB 1999 angewendet wurde. Der Zuwachs an Emissionen resultiert daher rein aus der umfangreicheren Fernwärmeerzeugung. Obwohl zwischen 2000 und 2004 real gesehen mehr Fernwärme erzeugt und an Kunden abgegeben wird, zeigt die

witterungsbereinigte Betrachtung einen sinkenden Fernwärmeverbrauch. Ein verminderter CO₂-Emissionsfaktor für 2004 führt somit zu einer deutlichen Senkung der Emissionen. Um den Effekt des HKW Sandreuth detailliert zeigen zu können, wird im Gegensatz zum Klimaschutzbericht 1999 eine genaue Berechnung der CO₂-Emissionsfaktoren über die Brennstoffzusammensetzung vorgenommen, da die Emissionen deutlich niedriger liegen als bei der Berechnung über den Energiemix. Diese Betrachtung führt zu erheblichen Emissionseinsparungen, da sich die Stromgutschrift entscheidend auswirkt.

Neben dem Heizkraftwerk Sandreuth gibt es vier weitere Heizwerke:

1. Langwasser (144,5 MW Feuerungswärmeleistung)
2. Maxfeld (120,9 MW Feuerungswärmeleistung)
3. Muggenhof (80 MW Feuerungswärmeleistung)
4. Klingenhof (18,3 MW Feuerungswärmeleistung)

Sie dienen im Rahmen des Fernwärmeverbundnetzes als Spitzen- bzw. Reserveanlagen. Aufgrund der Einsatzcharakteristik weisen diese Heizwerke nur geringe Betriebszeiten und damit auch niedrige Emissionen auf.⁹

Eine Umstellung der ölbefeuerten Heizwerke auf Biomasse hätte positive CO₂-Effekte.

An den Heizwerken Maxfeld und Langwasser werden seit 2004 Umbaumaßnahmen durchgeführt. Die auflagenbedingte Brennererneuerung im Heizwerk Maxfeld wird bis Ende 2007, im Heizwerk Langwasser bis 2010 abgeschlossen sein.¹⁰

Aus Gründen der Vereinfachung wird die gesamte Fernwärmemenge mit den Emissionsfaktoren des HKW Sandreuths bewertet, da dieses Kraftwerk nahezu den gesamten Anteil des Fernwärmeaufkommens erzeugt. Die geringen Mengen der Heizwerke fließen in die Bilanz ein und werden mit dem Faktor des HKW Sandreuth bewertet, da sie einen so geringen Anteil haben, dass auf eine Berechnung individueller Emissionsfaktoren aufgrund fehlender Daten zu Wirkungsgraden, etc. verzichtet wird.

Der positive Aspekt der Stromerzeugung durch KWK im HKW Sandreuth wird durch die Berechnung eines individuellen CO₂-Emissionsfaktors für die Fernwärme in die Bilanz integriert. Der KWK-Bonus der Stromerzeugung wird allein der Fernwärme gutgeschrieben, sodass deren Emissionsfaktor deutlich reduziert wird. Dieses Vorgehen ist an der Vereinbarung des Klimabündnisses e. V. angelehnt.

Die positiven Effekte nach erfolgter Umstellung im Heizkraftwerk Sandreuth werden sich jedoch in der Bilanz für 2005 und 2006 vollständig auswirken. Dabei ist neben der Reduktion durch den Brennstoffwechsel vor allem die Steigerung des elektrischen Nutzungsgrades zu nennen. Beides zusammen führt zu einer zusätzlichen Reduktion in Höhe von ca. 443.000 t CO₂. Dies entspräche in Summe einem Rückgang in Höhe von 22%. Es ist aber zu bedenken, dass das HKW Sandreuth in Zukunft keine größeren Potenziale für die CO₂-Reduktion

⁹ Vgl.: N-ERGIE Aktiengesellschaft: Umweltbericht 2005; S. 14;

¹⁰ Vgl.: N-ERGIE Aktiengesellschaft: Geschäftsbericht 2005; S. 40;

der Stadt mehr liefern wird. Daher ist ein detaillierter Maßnahmenkatalog bis zum Jahr 2010 unerlässlich.

4.3.2 Individuelle Berechnung für das HKW Sandreuth

Eine Darstellung der Jahre 2005 und 2006 unter realistischen Annahmen zeigt den Effekt der GuD-Anlage, der bis 2004 noch nicht vollständig eingesetzt hat. Unter Berücksichtigung der Stromgutschrift erreicht die Einsparung allein von 2004 bis 2006 eine Größenordnung von ca. 443.000 t CO₂ pro Jahr. Für die Berechnung der zukünftigen Emissionen wurde eine konstante Fernwärmeabgabe von 2004 bis 2006 in Höhe von 1.240.235 MWh angenommen.

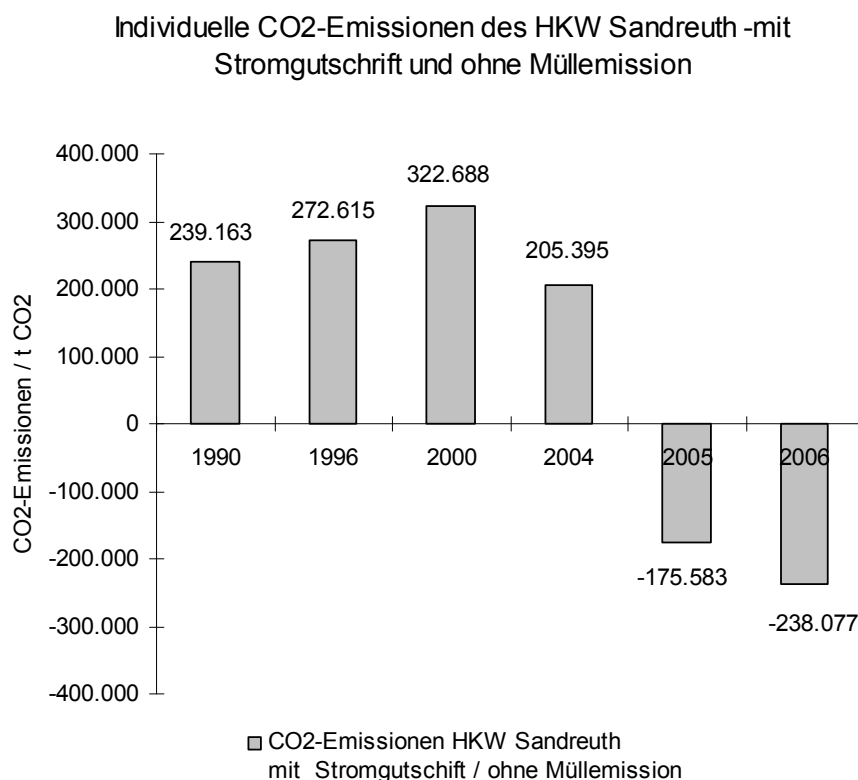


Abbildung 11: Emissionsreduktion durch GuD-Technologie

Mit einer leichten Verbesserung des CO₂-Emissionsfaktors ist in Zukunft zu rechnen, wenn nur noch Erdgas und Mülldampf eingesetzt werden und auf Steinkohle verzichtet wird. Der hohe elektrische Wirkungsgrad bewirkt eine beträchtliche Stromgutschrift. Der Emissionsfaktor ist dann sogar bilanziell negativ, da je eingespeister kWh Strom 0,9 kg CO₂-Emission in Mittellastkraftwerken vermieden werden.

Die ermittelten CO₂-Emissionsfaktoren lassen sich unter den veränderten Bilanzierungsmöglichkeiten grafisch darstellen. Für die Jahre 2005 und 2006 wurden Annahmen getroffen:

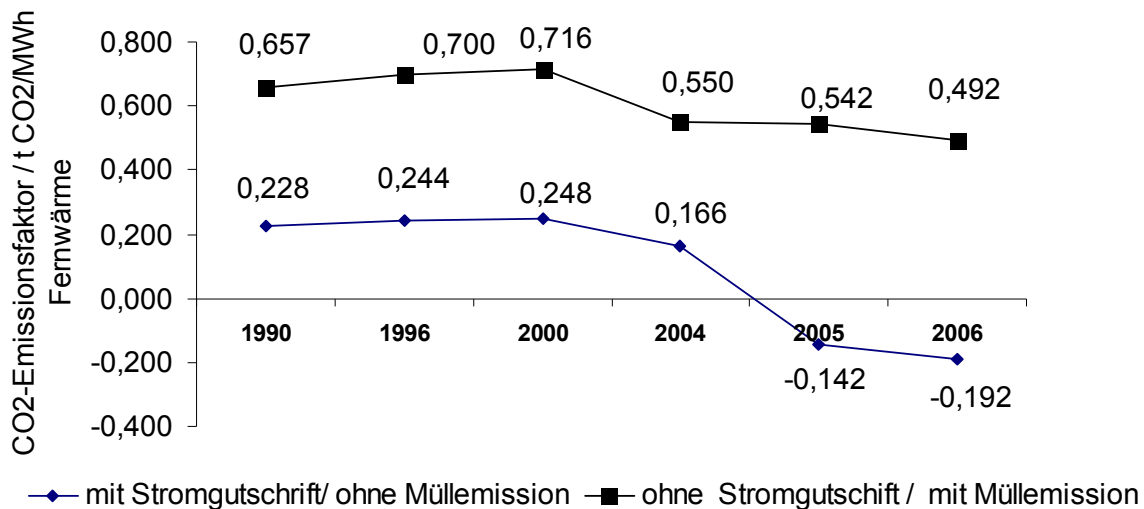
CO₂-Emissionsfaktor für Fernwärme des HKW Sandreuth

Abbildung 12: Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors unter Annahmen für 2005 und 2006

Entscheidenden Einfluss auf eine reduzierte CO₂-Emission haben folgende Aspekte:

- Substitution von Steinkohle durch Erdgas als Hauptenergieträger im Jahre 2005
- Steigende Stromgutschrift durch erhöhten elektrischen Wirkungsgrad der GuD-Technologie.

4.4 Nah- und Prozesswärme

Da die nachfolgenden Anlagen und Endenergiewerte bereits in anderen Bereichen wie Gas und Heizöl enthalten sind, wird hier lediglich eine Aussage des jeweiligen Bereichs und dessen Entwicklung vorgenommen. In die Bilanz gehen diese Zahlen zwecks Doppelung nicht ein. Im Klimaschutzbericht 1999 wird ein summierter Bereich von Nah-, Prozesswärme und der Unterteilung nach konventioneller Bereitstellung und KWK-Technologie dargestellt. Da die Werte für 2000 und 2004 ebenfalls bereits berechnet wurden und dem etz vorlagen, wurden in der nachfolgenden Grafik diese Werte angesetzt. Allerdings konnten diese Daten im Rahmen dieser Studie nicht überprüft werden.

Im nachfolgenden Kapitel wird eine Unterteilung nach reiner Prozesswärme und Prozesswärme aus KWK vorgenommen. Die Daten basieren auf den Angaben des LfU für genehmigungspflichtige Anlagen und sind daher nicht vollständig, da Kleinanlagen nicht erfasst werden.

4.4.1 Nah- und Prozesswärme aus KWK

Nachfolgend wird die Grafik auf den Werten des Umweltamtes dargestellt, die eine Zusammenfassung aller KWK-Aktivitäten für Nah- und Prozesswärme bildet.

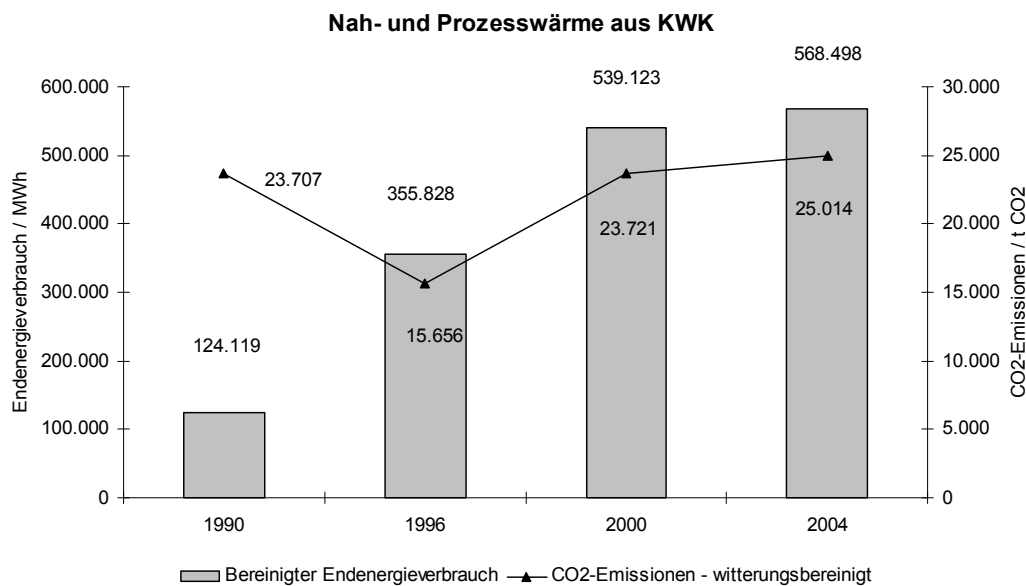


Abbildung 13: Nah- und Prozesswärme aus KWK

Die Grafik zeigt einen starken Anstieg der KWK-Anwendung über den Betrachtungszeitraum. Da sowohl die Datengrundlage als auch die grundsätzliche Systematik zur Ermittlung der Zahlen in der Kürze der Zeit nicht verifiziert werden konnte, bleiben die Werte unkommentiert.

4.4.2 Prozesswärmeentwicklung

Die nachfolgende Aufstellung basiert auf den Zahlen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU). Die bereitgestellten Unterlagen führen je nach Jahrgang bis zu 300 Anlagen unterschiedlichster Art auf. Die Werte liegen für 1996, 2000 und 2004 vor. Zu 1990 wurden keine Tabellen übergeben.

In diesen Tabellen sind auch Anlagen vertreten, die bereits in anderen Bereichen bilanziert wurden, wie z.B. Kraftwerke (u.a. Heizkraftwerk Sandreuth, Heizwerke der N-ERGIE Aktiengesellschaft in Langwasser, Muggenhof, Maxfeld und Klingenhof, Großkraftwerk Franken 1) die Müllverbrennungsanlage und Anlagen des Stadtentwässerungsbetriebes.

Die verbleibenden Anlagen der Industrie enthalten je nach Verwendung des eingesetzten Energieträgers:

- Anlagen mit Erdgasnutzung (darin auch einige größere BHKW)
- Anlagen mit Heizöl- / Dieselnutzung
- Anlagen mit Kohlenutzung (Anlage der Fa. GETEC AG am Standort der MAN Nutzfahrzeuge AG)
- Anlagen sonstiger Energieträger (z. B. Holz, Propangas) mit sehr geringem Anteil

Die Nutzung von Prozesswärme auf Basis der vorhandenen Zahlen stieg von 1996 bis 2000 stark an, fiel bis 2004 aber unter das Niveau von 1996. Die Emissionen nahmen einen entsprechenden Verlauf.

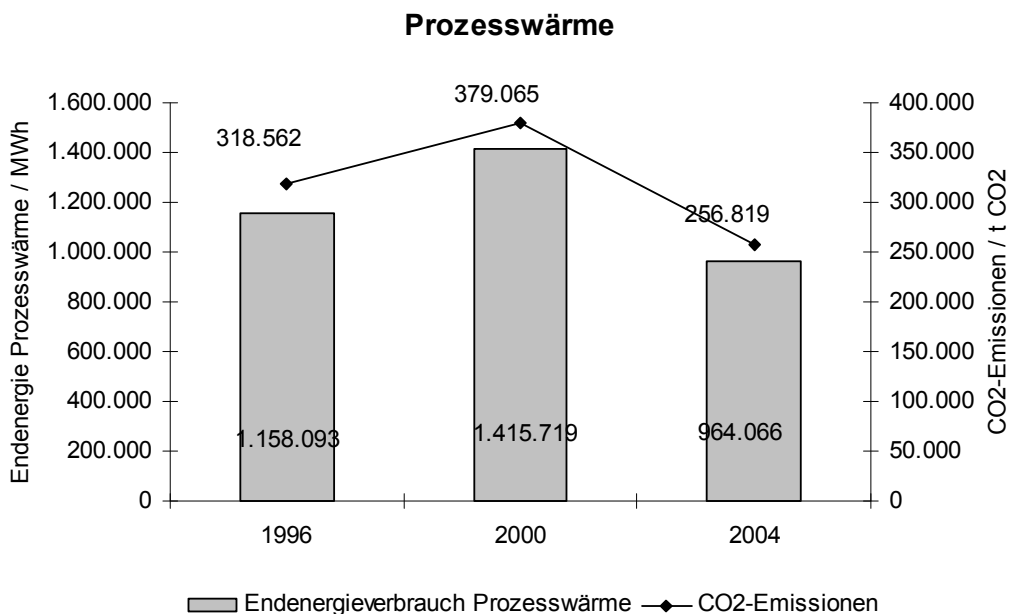


Abbildung 14: Prozesswärme

In den LfU-Listen für Prozesswärme sind auch 4 BHKW-Anlagen enthalten. Sie sind sowohl in der differenzierten Betrachtung der Prozesswärme, als auch durch den jeweiligen Brennstoffverbrauch in der Bilanz bereits erfasst worden. Eine Untersuchung dieser speziell als BHKW ausgewiesenen Anlagen zeigt eine steigende Bedeutung dieser Technologie.

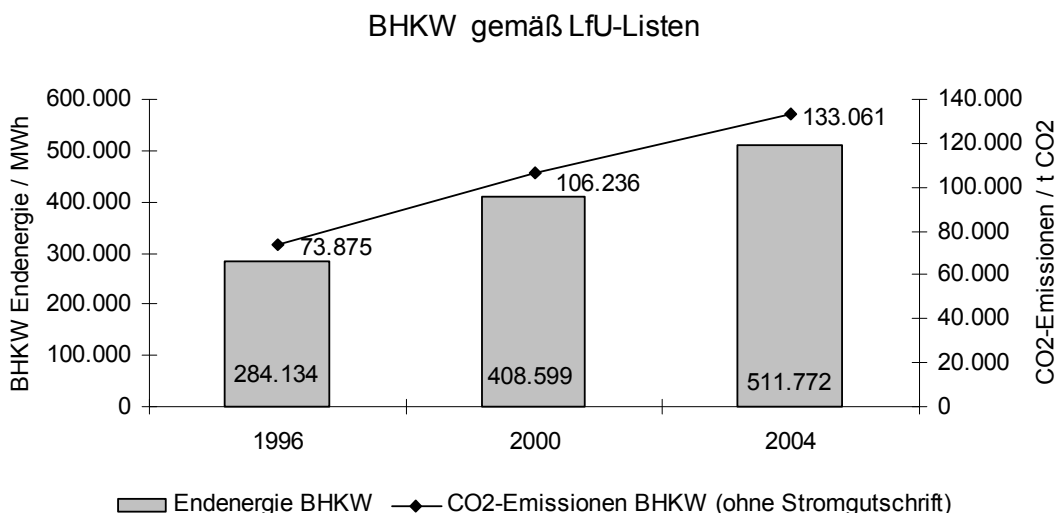


Abbildung 15: BHKW gemäß LfU-Listen

Bei den BHKW handelt es sich überwiegend um Erdgas betriebene Anlagen. Eine sehr große Anlage bestimmt dabei hauptsächlich den Gesamtverbrauch. Die CO₂-Emissionen sind ohne Stromgutschrift dargestellt, da keine Daten über den erzeugten Strom vorlagen. Die kleineren BHKW sind schwer zu erfassen. Dem Hauptzollamt liegen zwar Daten über mehre-

re Hundert BHKW vor, die jedoch nicht alle dem Nürnberger Stadtgebiet zuzuordnen sind. Eine differenzierte Aufstellung der Nürnberger Anlagen ist beim Hauptzollamt nicht vorhanden, sondern müsste unter hohem Aufwand erstellt werden. Ferner sind dort nur die Anlagen mit den Brennstoffen Heizöl und Erdgas verzeichnet. Trotz des Fehlens der genauen Aufteilung ist die Summe der KWK-Fremdeinspeisung in das Netz der N-ERGIE Aktiengesellschaft im Bereich „Strom“ berücksichtigt.

4.5 Heizöl

Heizöl wird innerhalb Nürnbergs in folgenden Bereichen verwendet:

- Heizwärmeerzeugung für Wohngebäude
- Heizwärmeerzeugung für Nichtwohngebäude
- Strom- und Fernwärmeerzeugung in Kraftwerken
- Prozesswärmeerzeugung

Nachdem die Bereiche Strom-, Fernwärme- und Prozesswärmeerzeugung bereits in die Bilanz eingeflossen sind, wird im Bereich „Heizöl“ lediglich der Verbrauch zur Heizwärmeerzeugung im Wohn- und Nichtwohnbereich abgebildet. So wird beispielsweise der geringe Heizölverbrauch im HKW Sandreuth im Bereich „Heizöl“ kein zweites Mal berücksichtigt.

Heizöl ist als nicht leitungsgebundener Energieträger rechnerisch schwer zu erfassen, da seitens der Vertriebsseite keine zentralen Aufzeichnungen über die Abgabemengen existieren oder nicht zur Verfügung gestellt werden. Für die Bilanzierung lag eine Hochrechnung der Schornsteinfeger-Innung Mittelfranken vor. Darin werden die Anlagen nach Leistung und Brennstoffart zahlenmäßig hochgerechnet. Eine Berechnungsformel des Klimabündnisses e. V. mit 2000 Jahresbetriebsstunden für die Ölheizungen dient zur Abschätzung des Verbrauches. Damit ist eine Berechnung über die kumulierte Leistung möglich.

Daneben liegt eine tabellarische Auflistung des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) vor, in der der Endenergieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser durch Heizöl im Bereich der privaten Haushalte für 1996 und 2004 berechnet wird¹¹. Die Daten des BMWi liegen etwas niedriger, da sie den Heizölverbrauch im Nichtwohnungsbereich nicht beinhalten. Im Nichtwohnbereich wird zumindest bei den Neubauten fast ausschließlich Erdgas als Brennstoff verwendet. Somit konnte durch diese Gegenrechnung die Berechnung über die Daten der Schornsteinfeger-Innung Mittelfranken als realistisch angenommen werden.

Der Heizölverbrauch verteilt sich allerdings auf mehrere Sektoren wie private Haushalte, Gewerbe, öffentliche Verwaltung, etc.

¹¹ Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten, Tabelle 7: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen; 2006;

Der Heizölverbrauch beinhaltet den Verbrauch der privaten Haushalte, den gewerblichen und industriellen Einsatz zur Gebäudebeheizung:

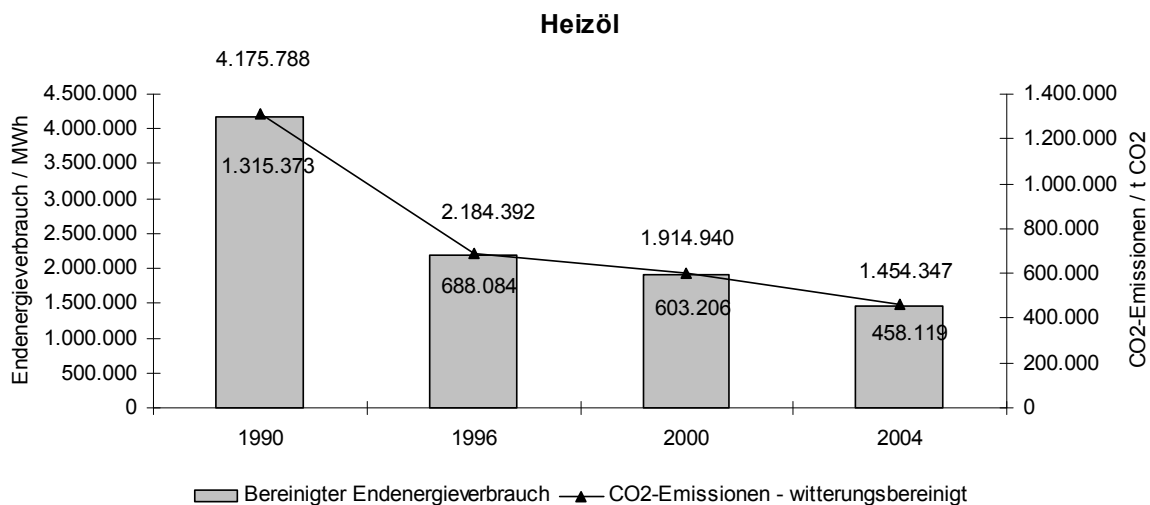


Abbildung 16: Heizöl- Endenergie & Emissionen

Die Abbildung stellt den bereits beschriebenen deutlichen Rückgang von Heizöl explizit dar. Dieser Rückgang ist ein wesentlicher Effekt der positiven CO₂-Bilanz der Stadt Nürnberg.

Allerdings ist eine deutliche Verlangsamung dieses Effekts zu beobachten, sodass bis 2010 kein wesentlicher Beitrag zum Erreichen des Klimaschutzzieles zu erwarten ist.

Analog zum Bereich Gas erfolgte eine rückwirkende Anpassung der CO₂-Emissionsfaktoren von 1990 und 1996 durch die modifizierte Datengenese von GEMIS 4.3.

4.6 Kohle (ohne HKW Sandreuth)

In diesem Kapitel wird der Einsatz von Kohle als Energieträger untersucht. Die großtechnische Verwendung im HKW Sandreuth wurde bereits bei der Fernwärme bilanziert und ist deshalb in diesem Punkt nicht mehr enthalten. Durch die Umstellung des HKW Sandreuths von Steinkohle auf Erdgas ist damit auch der bislang größte Kohleverbraucher weggefallen.

Der Verbrauch im industriellen Bereich zur Prozesswärmeerzeugung und zur Gebäudebeheizung im Wohn- und Nichtwohnbereich werden in diesem Punkt erfasst. Die Verwendung von Kohle hat in den letzten Jahren vergleichbar mit Heizöl zugunsten von Erdgas stark abgenommen. Während die Verbrauchsmengen der industriellen Großverbraucher über die Daten des LfU erfasst werden, mussten die Werte der Kleinverbraucher durch Annahmen geschätzt werden. Hierfür wurden Daten des BMWi zum Kohleverbrauch, die Aufstellung der Schornsteinfegerinnung Mittelfranken und der Anteil der Kohleheizungen in Nürnberg aus dem Statistischen Jahrbuch herangezogen.

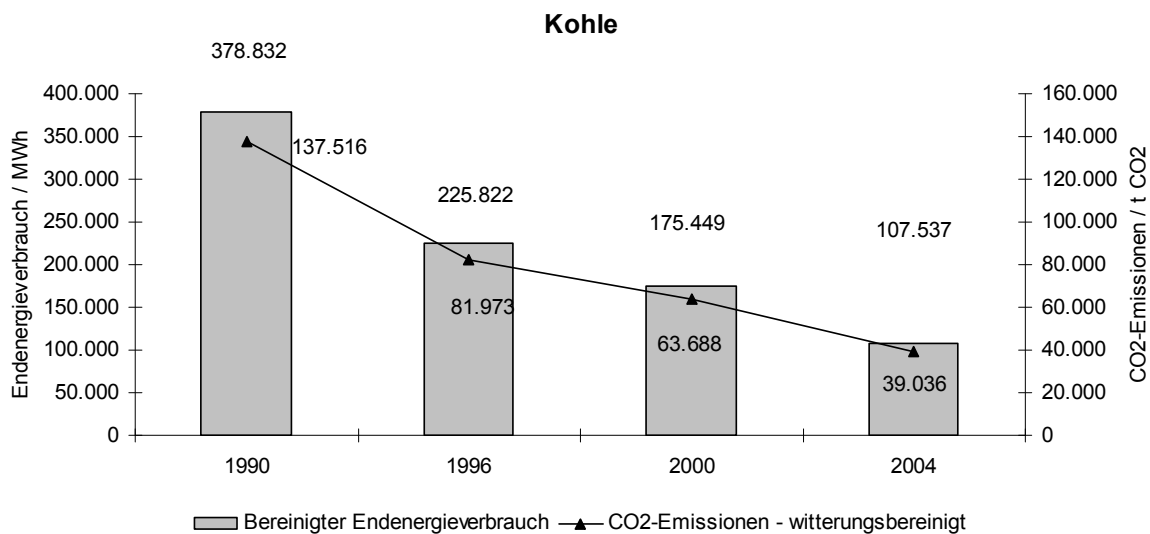


Abbildung 17: Kohleinsatz im Gebäudebereich zur Heizwärmeerzeugung

Die Nutzung von Kohle war bereits 1990 auf sehr geringem Niveau und ging bis 2004 weiter zurück, trotz der Inbetriebnahme einer größeren kohlebefeuerten Industrieanlage im Jahr 2004. Zukünftig ist im Bereich der Kohlenutzung mit einer moderaten Abnahme bis 2010 zu rechnen, sodass sich der CO₂-Reduktionseffekt deutlich verringern wird.

Analog zum Bereich Gas erfolgte eine rückwirkende Anpassung der CO₂-Emissionsfaktoren von 1990 und 1996 durch die modifizierte Datengenese von GEMIS 4.3.

4.7 Entsorgung

Der Bereich Entsorgung umfasst die drei Fraktionen:

- Müllverbrennung von Haus- und Gewerbemüll in der Müllverbrennungsanlage Nürnberg (MVA)
- Nutzung des Klärgases des Stadtentwässerungsbetriebes Nürnberg
- Sondermüllverbrennung in der Sonderabfallverbrennungsanlage Schwabach der gsb Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH

Die Emissionen des Bereiches Entsorgung werden in erster Linie durch die Verbrennung des Haus- und Gewerbemülls in der MVA bestimmt. Die CO₂-Emissionsmenge wurde über die Masse des Mülls berechnet. Die von der MVA an das HKW Sandreuth gelieferte Menge an Mülldampf ist für eine Emissionsberechnung über den Energiegehalt des Mülldampfes nicht aussagekräftig.

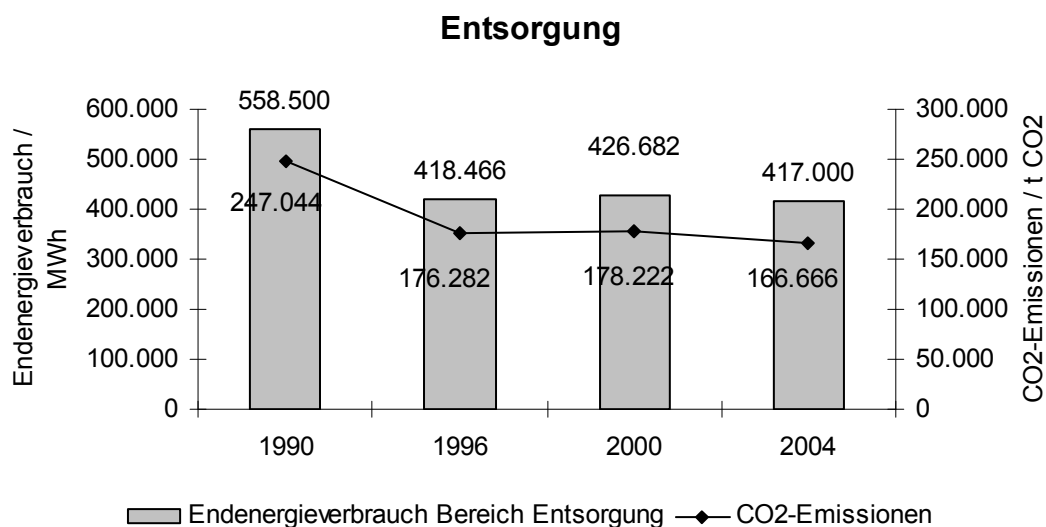


Abbildung 18: Entsorgungsbereich: Müll, Sondermüll und Klärgasverwertung

Im Klimaschutzbericht 1999 wurde für die Jahre 1990 und 1996 der Endenergieverbrauch des Entsorgungsbereiches berechnet, aber nicht in die Gesamtsumme des Endenergieverbrauches einbezogen. Diese Methodik wird beibehalten, obwohl der erzeugte Mülldampf der MVA dem HKW Sandreuth zur Verfügung gestellt wird. In der Summe der Emissionen ist der Entsorgungsbereich allerdings als eigener Bereich berücksichtigt.

Für den Bereich Entsorgung konnten die CO₂-Emissionen im Bilanzzeitraum um 30 % gesenkt werden, was vor allem durch eine Reduktion in Höhe von 29% von 1990 bis 1996 resultiert. Diese liegen in der verstärkten Recyclingtätigkeit begründet. Des Weiteren wurden die Müllmengen, die zwar in Nürnberg verwertet, aber außerhalb des Stadtgebietes ihren Ursprung haben, herausgerechnet. Durch die moderne Anlage wird die Nürnberger Müllverbrennungsanlage (MVA) auch durch benachbarte Gebietskörperschaften genutzt. Die Inbetriebnahme der neuen MVA hat auf die CO₂-Bilanz keinen Einfluss, da die Lieferung der Fernwärme aus der MVA pro Tonne verwertetem Müll sogar leicht zurückgegangen ist.

4.7.1 Nürnberger Müllverbrennungsanlage (MVA)

Die Verbrennung des Nürnberger Mülls in der MVA verursacht mit ca. 88% im Jahre 2004 den größten Anteil des Bereiches Entsorgung.

Im Jahre 2004 wurde ein Müllaufkommen aus dem Nürnberger Stadtgebiet von 165.196 t erfasst. Der reale Durchsatz der Anlagen war wesentlich höher (ca. 200.000 t Müll). Grund dafür ist die Verbrennung von Müll aus Fürth und dem Nürnberger Land. Die Verbrennung dieses zusätzlichen Müllvolumens verursachte 2004 ca. 35.000 t CO₂. Dieser Effekt wird in der Bilanz jedoch nicht berücksichtigt.

Müllverbrennung in MVA Nürnberg

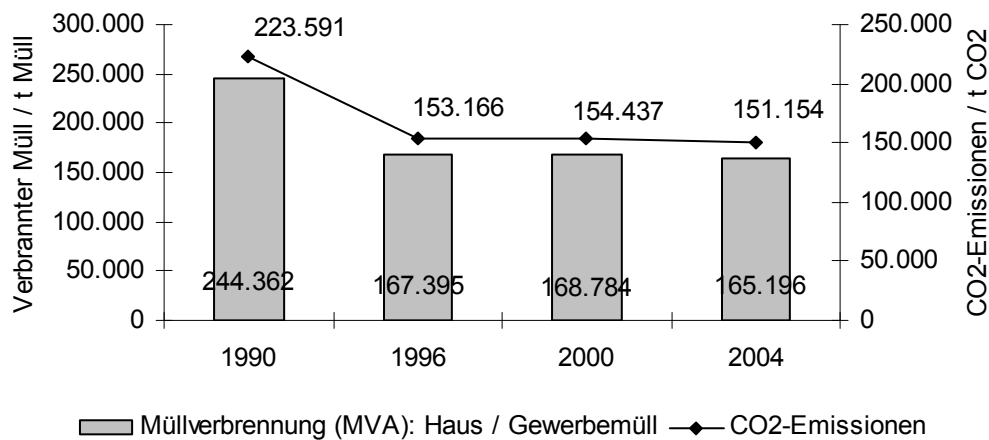


Abbildung 19: Müllverbrennung in der MVA Nürnberg

Die MVA lieferte im Jahre 2004 an das HKW Sandreuth Mülldampf in Höhe von 486.594 MWh zur Fernwärmeerzeugung. Da die Emissionen dieser Energiemenge bereits bei der Entsorgung bilanziert wurden, unterbleibt eine zweite Berücksichtigung bei der Fernwärme. Die aus dem Mülldampf bereitgestellte Energie führt bei der Fernwärme zu einem KWK-Bonus für vermiedene Emissionen bei Strom, wodurch der Emissionsfaktor Fernwärme deutlich reduziert wird. Eine Aufteilung dieses Effektes für Strom und Fernwärme wurde, wie bereits erwähnt, nicht vorgenommen.

4.7.2 Klärgas

Innerhalb des Stadtentwässerungsbetriebes wird Klärgas mit einem Volumen von fast 10.000.000 m³ gewonnen. Im Jahre 2004 betrug der durchschnittliche Methan-Gehalt 65 %. Das Klärgas wird i. d. R. zur Wärmeerzeugung für den Betriebsprozess und zur Stromerzeugung für den Eigenbedarf verwendet. Dabei fallen auch Verluste an, sodass in den letzten Jahren keine Energiemengen nach außen abgegeben wurden. Die absoluten Emissionen sind jedoch im Vergleich zur Müllverbrennung relativ gering. Die Klärgasemissionen betragen 2004 ca. 11 % der Emissionen des gesamten Entsorgungsbereiches.

Ab 2003 wird Klärgas in einem BHKW zur Stromerzeugung genutzt. Dies trägt zur Deckung des Eigenbedarfs bei. So konnten im Jahr 2004 7.054 MWh Strom aus Klärgas gewonnen werden. Die Stromgutschrift bewirkte eine Senkung der Emissionen um ca. 6.350 t CO₂, da durch die Eigenstromerzeugung ein Zukauf dieser Strommenge vermieden werden konnte.

Klärgasverwertung im Stadtentwässerungsbetrieb

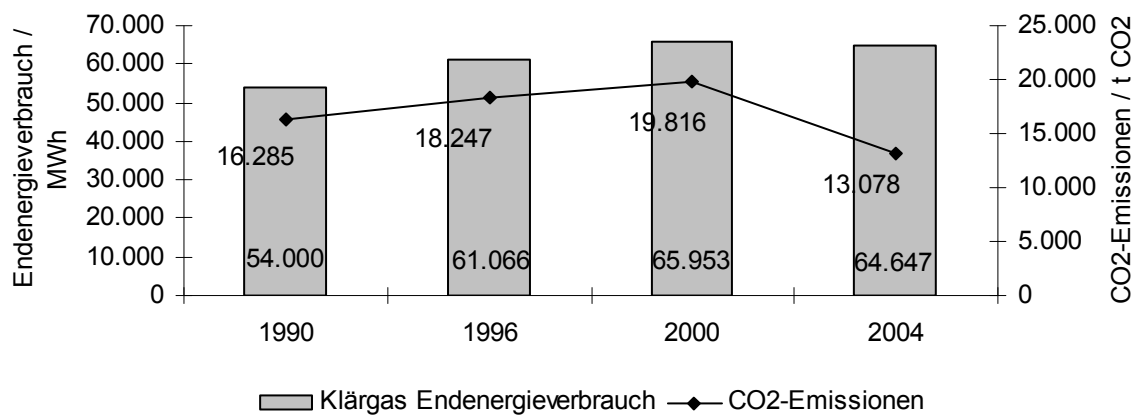


Abbildung 20: Klärgasverwertung zur Wärme- und Stromgewinnung

4.7.3 Sondermüllverbrennungsanlage in Schwabach

Ein Teil des Nürnberger Mülls wurde in der Sondermüllverbrennungsanlage Schwabach entsorgt. Diese Sondermüllmenge lag 2000 bei ca. 3.100 t und hat sich 2004 auf 1.901 t reduziert. Die Gesamtmenge des SAV Schwabach lag in diesen Jahren bei 34.879 t bzw. 33.153 t Sondermüll. Die Verbrennung des Nürnberger Sondermülls beträgt 2004 lediglich ca. 1 % des Bereiches Entsorgung.

Sondermüllverbrennung in Schwabach

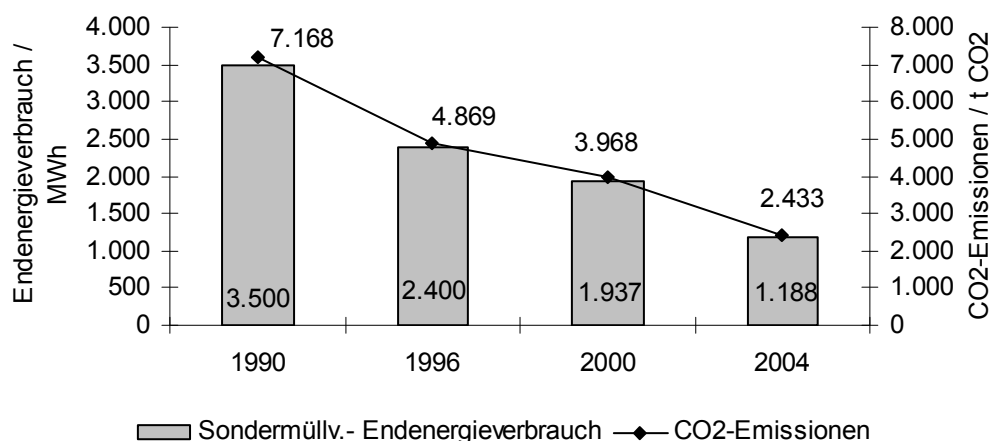


Abbildung 21: Sondermüllverbrennung in Schwabach

Die Sondermüllverbrennung in Schwabach wurde zum 01.01.2005 geschlossen. Die Sondermüllverbrennung erfolgt ab diesem Zeitpunkt durch die GSB Sonderabfall-Entsorgung Bayern GmbH in der Anlage Baar-Ebenhausen.

4.8 Erneuerbare Energien

4.8.1 Entwicklung der erneuerbaren Energien

Die wichtigen erneuerbaren Energien sind im Nürnberger Stadtgebiet Wasserkraft, Solarthermie und Photovoltaik. Windkraftanlagen sind in Nürnberg nicht vorhanden.

Biomasse spielt im Bilanzzeitraum noch keine Rolle, wobei sich dies aufgrund von mehreren geplanten Anlagen im kommunalen Bereich aber auch bei Gewerbe und Privathaushalten in zukünftigen Bilanzierungen ändern wird. Vor allem könnte die Installation von Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken in Zukunft die Bedeutung der erneuerbaren Energien und deren Beitrag zur CO₂-Vermeidung im Stadtgebiet deutlich verbessern. So wird derzeit der Einsatz eines 200 kW_{el} Pflanzenöl-BHKW's in einem Nürnberger Bad angedacht. Der Einsatz dieses BHKW's hätte eine jährliche CO₂-Reduktion in Höhe von ca. 1.400 Tonnen zur Folge. Dies entspricht immerhin 53 % der gesamten solaren CO₂-Reduktion (Photovoltaik und Solarthermie) für das Jahr 2004. Da es sich hierbei um ein kleineres Modul mit 200 kW_{el} handelt, kann bei gleichen Rahmenbedingungen die noch notwendige CO₂ Reduktionsverpflichtung in Höhe von 268.000 Tonnen pro Jahr bis 2010 mit ca. 38 MW Leistung erreicht werden. Auch der Bereich der festen Biomasse könnte einen erheblichen Anteil zur Erreichung des Klimaschutzzieles liefern. So ist Mitte Oktober 2006 das größte Biomassekraftwerk Europas in Wien in Betrieb genommen worden, das mit 66 MW Feuerungsleistung allein 144.000 Tonnen CO₂-Vermeidung realisiert. Beide Technologien sind allerdings in einem detaillierten Maßnahmenkatalog für den Klimaschutzfahrplan bis 2010 genauer zu erfassen und das vorhandene Potenzial eventueller Klein- und Großanlagen sowohl ökonomisch wie technisch zu bewerten. Die von dieser Studie erarbeitete Datenbasis bietet eine ideale Ausgangslage. Der Einsatz von Biomasse wie Holz und Rapsöl bewirkt eine Förderung regionaler Energieträger und eine Belebung der lokalen Wirtschaft.

Im Bereich der Energieeffizienz und des Einsatzes von Erneuerbaren Energien hat die Stadt mit Ihren eigenen Liegenschaften oder über ihre Tochter-/ Beteiligungsunternehmen erheblichen Einflussbereich auf die CO₂-Bilanz. So ist die nachhaltige Bewirtschaftung und detaillierte Verbrauchserfassung der städtischen Liegenschaften seit Jahren Aufgabe des kommunalen Energiemanagements, das auch mit innovativen Projekten im Sanierungsbereich und Versorgung mit erneuerbaren Energien Vorzeigecharakter übernimmt. Gleiches gilt für die städtische Tochter NürnbergBad, die im Bereich Pflanzenöl-KWK und Energiemanagement agiert. Aber auch das „Tochterunternehmen“ wbg ist deutschlandweit Vorreiter im Rahmen der energieeffizienten Sanierung großer Mehrfamilienhäuser. Hier werden in mehreren Beispielgebäuden Einsparerfolge von bis zu 80% erreicht.

4.8.2 Photovoltaik

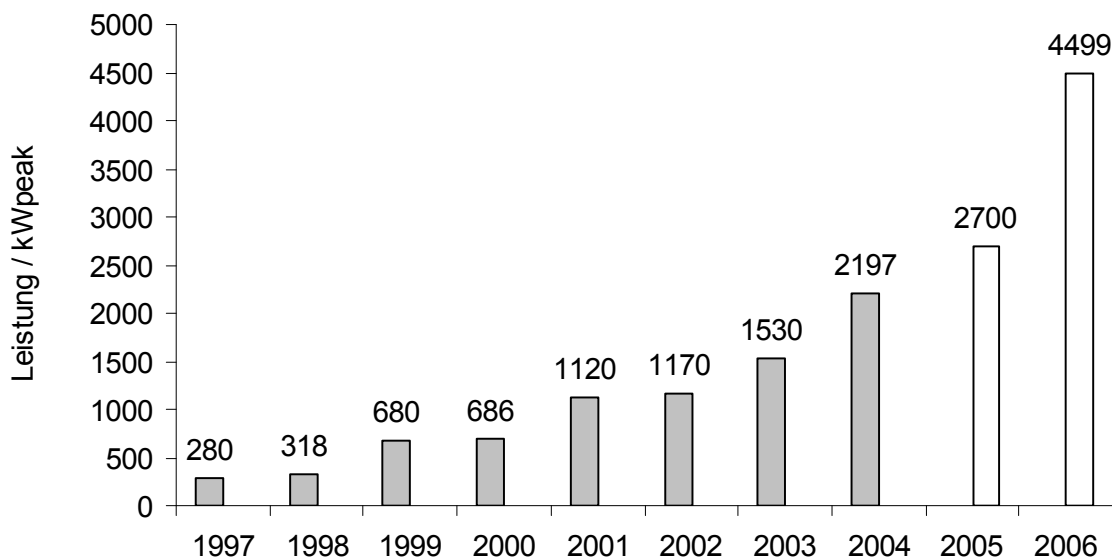
Die installierte Leistung der Photovoltaik im Nürnberger Stadtgebiet hat in den letzten Jahren einen enormen Zuwachs erfahren.

Nachfolgend ist die Zunahme an Photovoltaikanlagen tabellarisch dargestellt:

Photovoltaik		1990/1996	2000	2004	2005	2006
Leistung	kW _{peak}	Keine Angaben	686	2197	2700	4499
Energiebereitstellung ¹²	MWh/a		617,4	1977,3	2430	4049
CO ₂ -Reduktion absolut	to/a ¹³		555,7	1779,6	2187	3644

Um diese Entwicklung detaillierter verfolgen zu können, wurde der Betrachtungsmodus geändert. Nachfolgend wurden alle Jahre ab 1997 dargestellt, wobei auch die Jahre 2005 und 2006 einbezogen werden.

Photovoltaik - installierte Leistung

**Abbildung 22: Photovoltaik im Stadtgebiet Nürnberg**

Beim Ausbau der Solarenergienutzung ist jedoch der zur Verfügung stehende Platz begrenzt. Großflächige Solarparks dürften eher außerhalb des Stadtgebietes entstehen. Innerhalb der Stadt ist jedoch mit der Nutzung von Dach- und Fassadenflächen zur Installation kleinerer Anlagen zu rechnen. Hier sind vor allem die Dachnutzung von Schulgebäuden und größere Mehrfamilienhäuser der wbg zu nennen.

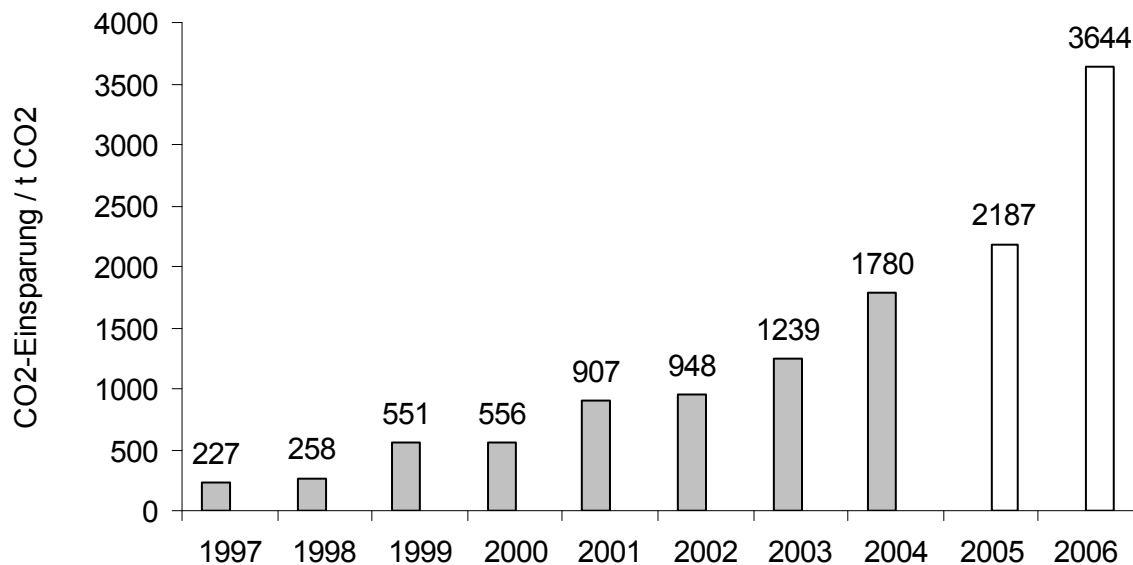
Von 1997 bis 2004 hat der erzeugte Solarstrom deutlich zugenommen. Dies führt zu einer kumulierten Stromerzeugung aller Anlagen im Jahr 2004 von 1.977 MWh.

Photovoltaik führt im Jahr 2004 zu einer CO₂-Emissionsreduktion in Höhe ca. 1.780 t CO₂. 2000 betrug die Einsparung noch ca. 555 t CO₂. Bis zum Jahr 2006¹⁴ konnte die Einsparung auf 3.644 t CO₂ ausgeweitet werden.

¹² 900 kWh/kW_{peak} (Möglicher Energieertrag von 850 kWh/kW bis 950 kWh/kW)

¹³ Unter Zugrundelegung von 0,900 to/MWh

¹⁴ Stand September 2006

CO₂-Reduktion durch PhotovoltaikAbbildung 23: CO₂-Einsparung durch PV-Anlagen

4.8.3 Solarthermie

Im Bilanzzeitraum von 1990 bis 2004 war ein deutlicher Zuwachs an erneuerbaren Energien zu verzeichnen. Nachfolgend ist die Zunahme an solarthermischen Anlagen tabellarisch dargestellt:

Solarthermie		1991 ¹⁵	1996	2000	2004	2005	2006
Kollektorfläche	m ²	144	1404	3742	8117	9379	9979
Energiebereitstellung	MWh/a	57,6	562	1497	3247	3752	3992
CO ₂ -Reduktion absolut	to/a ¹⁶	15,1	147,2	392,2	850,7	983	1046

Die Daten für solarthermische Anlagen beruhen auf Zahlen des Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Darin sind allerdings nur die Anlagen mit BAFA-Förderung erfasst. Die Zahl der gesamten Anlagen dürfte höher sein, wenngleich eine Erfassung nicht möglich ist. Nach Schätzung der solid gGmbH liegt z.B. der Wert für 2006 mehr als 30% über dem BAFA-Wert. Da diese Aussage allerdings nicht verifizierbar ist, werden die BAFA-Werte zugrunde gelegt: Auch für die Solarthermie wurde die Entwicklung von 1991 bis 2006 dargestellt:

¹⁵ Werte für 1990 waren nicht verfügbar

¹⁶ Unter Zugrundelegung von 0,262 to/MWh

Solarthermie in Nürnberg - installierte Kollektorfläche

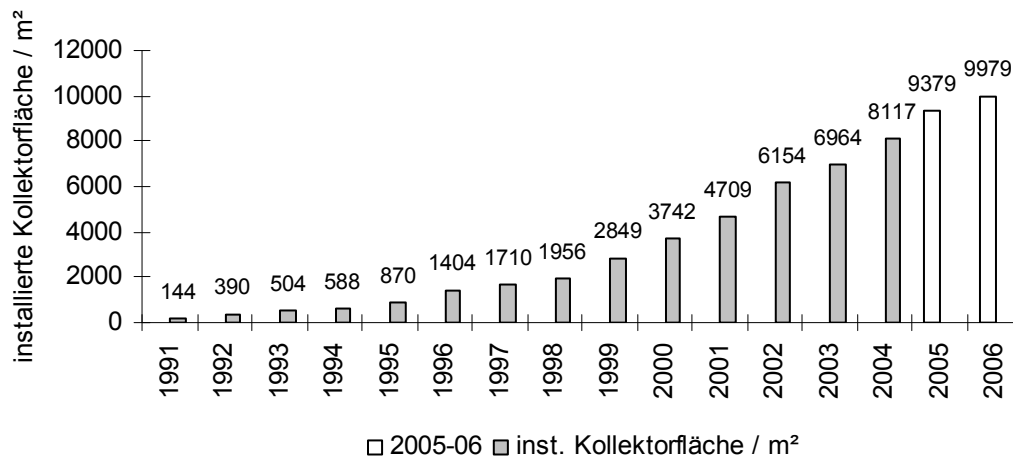


Abbildung 24: Installierte Kollektorfläche für Solarthermie

Trotz der stetigen Steigerung an installierter Kollektorfläche sind die Zuwachsraten moderater als bei der Photovoltaik. Der Grund liegt in der ungünstigeren Förderung gegenüber den PV-Anlagen. Durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist die Installation einer PV-Anlage sehr oft wirtschaftlich rentabel. Da die Förderprogramme für Solarthermie wirtschaftlich weniger attraktiv sind, ist der Zuwachs bei Solarthermie geringer. Die Zuwachsraten für die Wärmebereitstellung durch Solarthermie verlaufen analog wie die Steigerung der installierten Kollektorfläche. Im Jahr 2004 wurden 3.247 MWh Wärme aus Solarthermie gewonnen. Für das Jahr 2006 wird mit 3.992 MWh gerechnet.

CO₂-Reduktion durch Solarthermie in Nürnberg

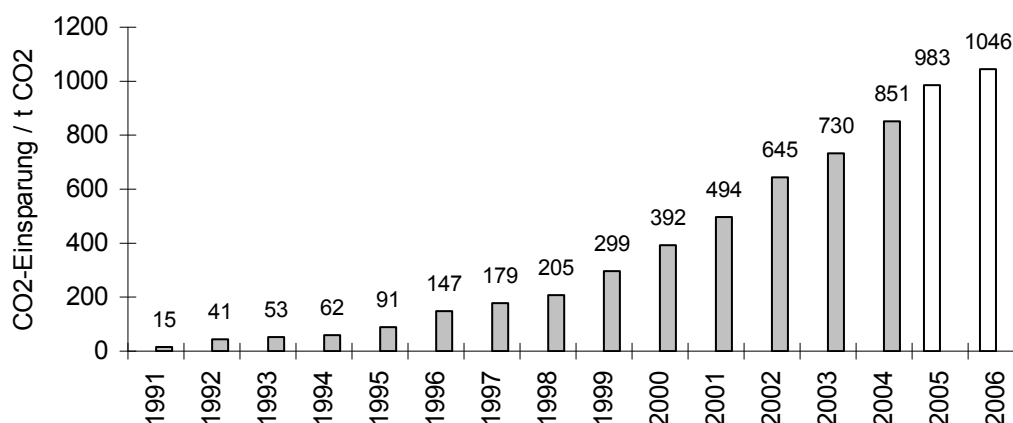


Abbildung 25: CO₂-Einsparung durch Solarthermie

Durch die Nutzung von solarthermischen Anlagen konnten 2004 Emissionen von ca. 850 t CO₂ vermieden werden. Die Einsparung im Jahr 2006 beträgt bereits 1.046 t CO₂.

4.8.4 Wasserkraft

Die Wasserkraft im Nürnberger Stadtgebiet leistet innerhalb der erneuerbaren Energien den größten Beitrag zur Stromproduktion. Sie ist zwar aufgrund der Niederschlagsmengen von den Wetterverhältnissen abhängig, unterliegt aber geringeren Schwankungen als beispielsweise die Photovoltaik oder Solarthermie. Folgende Grafik zeigt die Stromerzeugung/einspeisung aus Wasserkraft in das Netz der N-ERGIE Aktiengesellschaft:

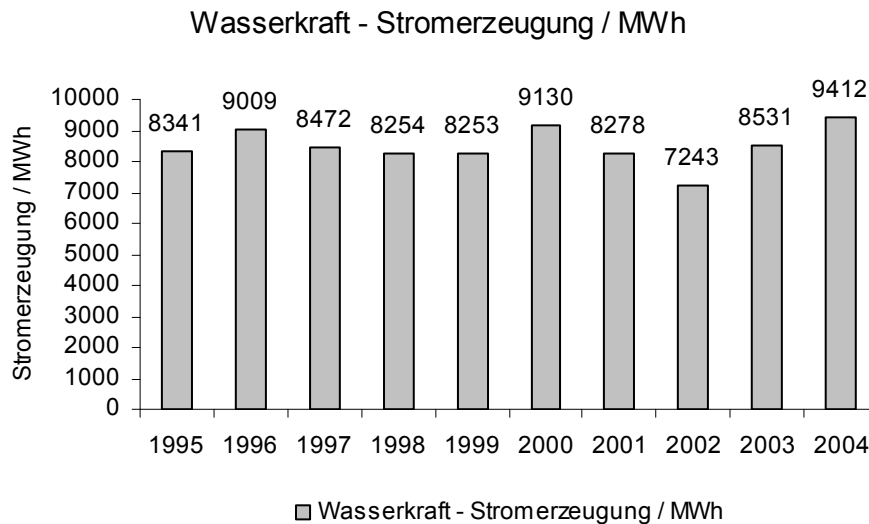


Abbildung 26: Wasserkraft im Nürnberger Stadtgebiet

Durch die Nutzung von Wasserkraft zur Stromerzeugung konnten im Jahr 2004 ca. 5647 t CO₂ eingespart werden. Die erzeugten Strommengen wurden mit dem deutschen Kraftwerksmix zur Stromerzeugung von ca. -0,600 t / MWh bewertet, da Wasserkraftanlagen als Grundlastkraftwerke zu sehen sind.

CO₂-Reduktion durch Wasserkraft

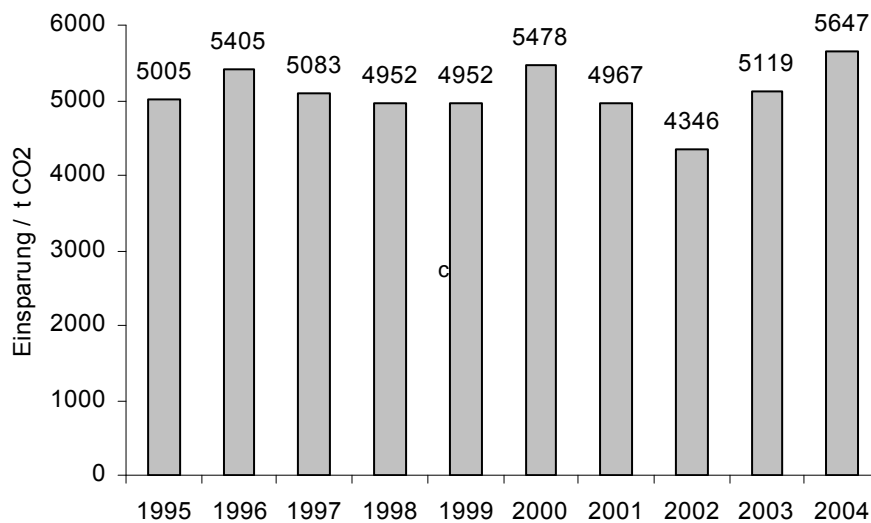


Abbildung 27: CO₂-Einsparung durch Wasserkraft

4.8.5 Bedeutung der erneuerbaren Energien

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft und Photovoltaik hat im Jahr 2004 einen Anteil von ca. 0,4% des gesamten Stromverbrauchs. Der Anteil von Solarthermie, Photovoltaik und Wasserkraft am gesamten Endenergieverbrauch der Stadt Nürnberg liegt dagegen bei 0,1%.

Vor dem Hintergrund dieser Zahlen liegt im Bereich der Energieeinsparung durch Effizienzsteigerungen und einem veränderten Bewusstsein im Bereich Energie ein wirksames Instrument, um den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch zu erhöhen.

CO₂-Einsparung durch erneuerbare Energien

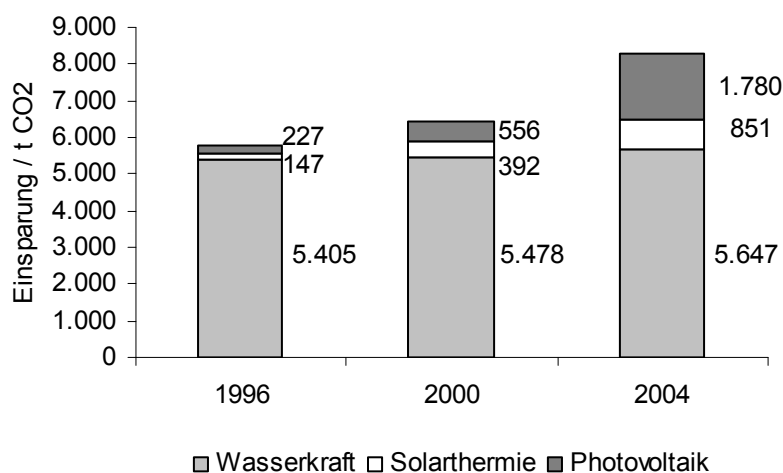


Abbildung 28: CO₂-Einsparung durch erneuerbare Energien

Deutlich zu erkennen ist der erhebliche Beitrag der Wasserkraft, wobei der Zuwachs an PV-Anlagen sehr dynamisch verläuft.

4.9 Rationeller Energieeinsatz

Im Bereich der rationellen Energieverwendung bestehen noch Potenziale. Diese liegen vor allem in der verstärkten Nutzung der Kraft-Wärme Kopplung (KWK). Hier sind in den letzten Jahren keine nennenswerten Zuwachsraten von größeren Anlagen zu verzeichnen, wenn man die Umstellung des HKW Sandreuth nicht berücksichtigt. Für kleinere Anlagen ist die Datenlage nicht ausreichend genug, um in der Kürze der Bearbeitungszeit belastbare Aussagen treffen zu können. Auch ein zwischen der Stadt und dem Energie-Technologischen Zentrum initiiertes Beratungsprogramm zur verstärkten Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung im Nürnberger Stadtgebiet hatte nicht die gewünschte Resonanz. Einzig KWK mit Pflanzenöl stellt eine Ausnahme dar, was im Bereich Erneuerbare Energien dargestellt wird.

Aktivitäten im Bereich der Stromsparberatung und Aktivitäten des Energieberaternetzes Mittelfranken sollen das Gebiet der Energieeffizienz weiterentwickeln.

4.10 Verkehr

Die Emissionen im Bereich Verkehr verharren auf hohem Niveau und stellen daher durch die fallenden Gesamtemissionen einen immer höheren Anteil dar. War der Verkehrsbereich im Jahr 1990 mit 21 % nach Strom und Heizöl noch an dritter Stelle der CO₂ Verursacher, so ist er im Jahr 2004 mit 22 % fast auf das Niveau von Gas gestiegen. Die Emissionen werden zum Großteil durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) bestimmt, wobei der sinkende Flottenverbrauch und ein leicht steigender Anteil des ÖPNV am gesamten Verkehr positive Effekte darstellen. Die absoluten CO₂-Emissionsmengen des MIV übersteigen die Werte des ÖPNV nahezu um das 9-fache, da der MIV ungefähr die 4-fache Verkehrsleistung erbringt und deutlich schlechtere spezifische Emissionswerte aufweist. Im ÖPNV ist noch eine weitere Steigerung in Höhe von ca. 10% denkbar, was einer Umschichtung von 50 Millionen Personenkilometern vom MIV entspricht und eine Reduktion in Höhe von 6.000 Tonnen CO₂ pro Jahr zur Folge hätte.

4.10.1 Motorisierter Individualverkehr

Der motorisierte Individualverkehr (MIV) verursacht einen erheblichen Anteil der CO₂-Emissionen im Nürnberger Stadtgebiet und ca. 90 % der verkehrsbedingten CO₂-Emissionen. Insgesamt entfallen auf ihn ca. 80 % der Verkehrsleistung im Stadtgebiet Nürnberg. Der MIV setzt sich aus dem gesamten Kfz-Verkehr zusammen, der neben dem Pkw-Personenverkehr den Lkw-Güterverkehr umfasst. Grundlage der Erfassung sind Verkehrszählungen. In den Jahren 1990 und 1996 wurde der Linienbusverkehr der VAG beim Lkw-Verkehr bilanziert. Rückwirkend für diese Jahre wurde der Linienbusverkehr aus dem Lkw-Verkehr herausgerechnet, um für den gesamten Bilanzzeitraum den Verkehr der VAG getrennt erfassen zu können.

Der Binnenverkehr wird über Verkehrszählungen an den Pegnitzbrücken erfasst und spiegelt den innerstädtischen Verkehr wieder. Die Zählungen am Außenkordon dienen der Erhebung des Ziel- Quell- und Durchgangsverkehrs. Damit werden Bewegungen über die Stadtgrenzen hinweg erfasst.

Im Vergleich zu 1990 hat im Jahr 2004 der Binnenverkehr um ca. 12% abgenommen. Dies spricht für einen Umstieg auf den ÖPNV bei Fahrten innerhalb der Stadt.

Ziel- Quell- und Durchgangsverkehr haben insgesamt von 1990 bis 2004 um ca. 9% zugenommen. Dies bestätigt den Status Nürnbergs als Oberzentrum mit einer äußerst intensiven Stadt-Umland-Verflechtung.

Folgende Grafik zeigt die Entwicklung der Fahrleistung in Personenkilometern und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen:

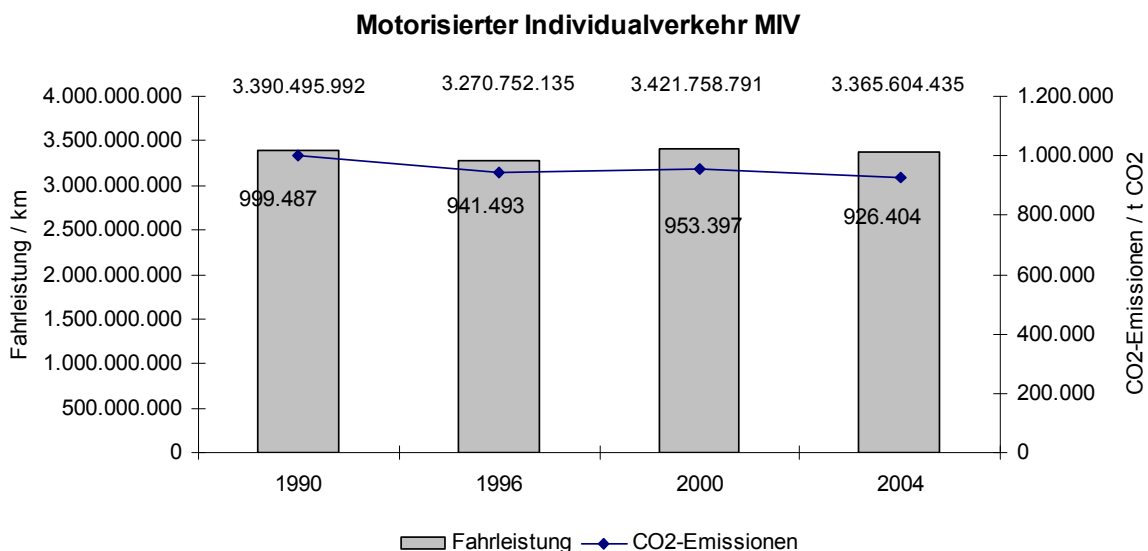


Abbildung 29: Motorisierter Individualverkehr MIV

Trotz des sehr hohen Niveaus ist ein leichter Rückgang der absoluten Werte erkennbar.

4.10.2 ÖPNV in Nürnberg

Der öffentliche Personen-Nahverkehr (ÖPNV) im Nürnberger Stadtgebiet gliedert sich in zwei Bereiche:

- Verkehr der Verkehrsaktiengesellschaft Nürnberg (VAG), der die Verkehrsleistung von U-Bahn, Straßenbahn und Linienbusverkehr umfasst
- Verkehr der DB Regio AG Mittelfranken, der die Verkehrsleistung der Regionalzüge und S-Bahnen beinhaltet

Der Verkehr der DB AG wurde im Klimaschutzbericht 1999 für die Jahre 1990 und 1996 in einer Höhe von 5 % vom Gesamtverkehr abgeschätzt, aber aufgrund fehlender Daten seitens der DB AG nicht in die Gesamtbilanz aufgenommen. Der ÖPNV-Verkehr wurde somit damals nur durch den VAG-Verkehr repräsentiert. Da dem etz nun Daten der DB Regio AG

Region Mittelfranken vorliegen, werden der Regionalzugverkehr und der S-Bahn-Verkehr in ihrer Verkehrsleistung für alle Referenzjahre erfasst und die Emissionen in die CO₂-Bilanz eingerechnet.

4.10.3 VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg

Nachfolgend wird die Entwicklung der VAG-Fahrleistung über den Vergleichszeitraum dargestellt und den entsprechenden CO₂-Emissionen gegenübergestellt.

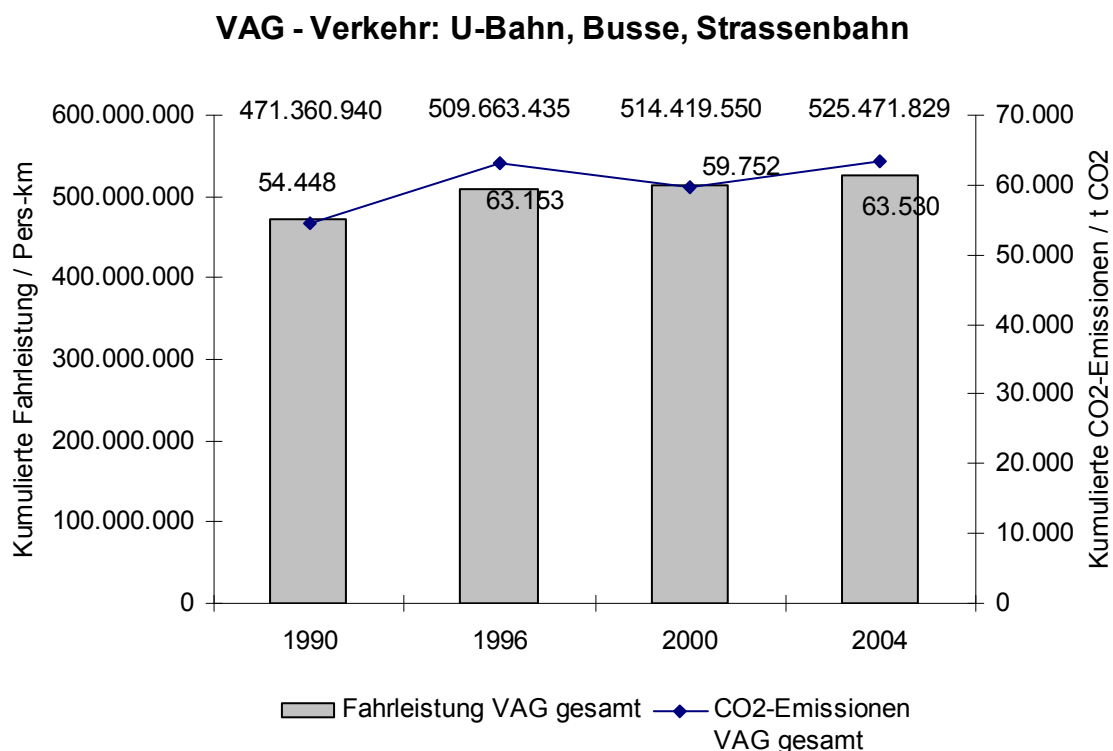


Abbildung 30: VAG-Verkehr: Verkehrsleistung & Emissionen

Der VAG-Verkehr hat in den letzten Jahren zugenommen. Gründe für die Steigerung der Verkehrsleistung sind die Gestaltung der Fahrpläne und Tarife, sowie die Bereitschaft des Umsteigens vom Pkw auf den ÖPNV durch den Bürger aus finanziellen oder umweltbezogenen Aspekten. Dies wirkt sich positiv auf die Gesamtbilanz aus, sollte aber weiter verstärkt werden.

4.10.4 DB Regio AG Mittelfranken

Die DB Regio AG Mittelfranken leistet mit dem Betrieb des S-Bahn-Verkehrs und dem Regionalzugverkehr einen wichtigen Beitrag zum ÖPNV. Die drei S-Bahn-Linien durchqueren das Nürnberger Stadtgebiet. Daneben haben am Nürnberger Hauptbahnhof mehrere Regionalzuglinien ihren Startpunkt in alle Richtungen.

DB Regio AG Mittelfranken: S-Bahn und Regionalzüge

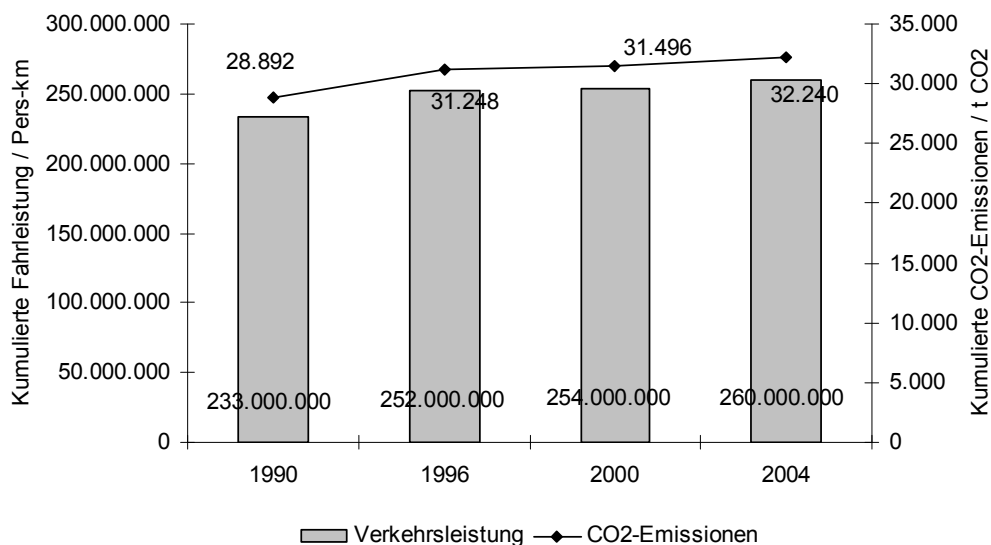


Abbildung 31: Verkehrsleistung der DB Regio AG Mittelfranken

Bislang wurden die Emissionen der DB Regio AG Mittelfranken im KSB 1999 mit ca. 5 % am Gesamtverkehr abgeschätzt. In diesem Bericht wird ein genaueres Vorgehen gewählt.

Im Jahre 2004 betrug die Verkehrsleistung der Regio Mittelfranken ca. 880.000.000 Personenkilometer. Davon entfällt nur ein geringer Teil auf das Nürnberger Stadtgebiet, da im Netzgebiet der Regio Mittelfranken ca. 1.700.000 Einwohner leben. Da Daten zum Verkehr der DB Regio AG Mittelfranken einerseits Unternehmensinterna darstellen, andererseits nicht für das Nürnberger Stadtgebiet differenziert bereitgestellt werden können, werden hier auf Basis von veröffentlichten Daten der DB Regio und mit Annahmen die relevanten Größen errechnet.

So konnte die Verkehrsleistung auf das Nürnberger Stadtgebiet anteilig zur Einwohnerzahl zurückgerechnet werden. Die jährlichen Steigerungsraten des DB-Verkehrs liegen in Höhe des VAG-Verkehrs.

Die Abschätzung zeigt, dass die CO₂-Emissionen aus dem Verkehr der Regio AG Mittelfranken im Jahre 2004 ca. 3,0% des Gesamtverkehrs verursacht. Im Jahre 1990 beträgt dieser Wert 2,7%.

4.10.5 Anteile des MIV und ÖPNV-Verkehrs

Eine wichtige Kenngröße ist das Verhältnis des Personenverkehrs des MIV zum ÖPNV aus VAG und DB Regio AG. Als Vergleichsgrößen fungieren hierzu die jeweiligen Verkehrsleistungen in Personenkilometern. In den nachfolgenden Grafiken werden zuerst die Verkehrsleistungen der jeweiligen Teilbereiche dargestellt und danach das Verhältnis des ÖPNV zur Gesamtverkehrsleistung dargestellt.

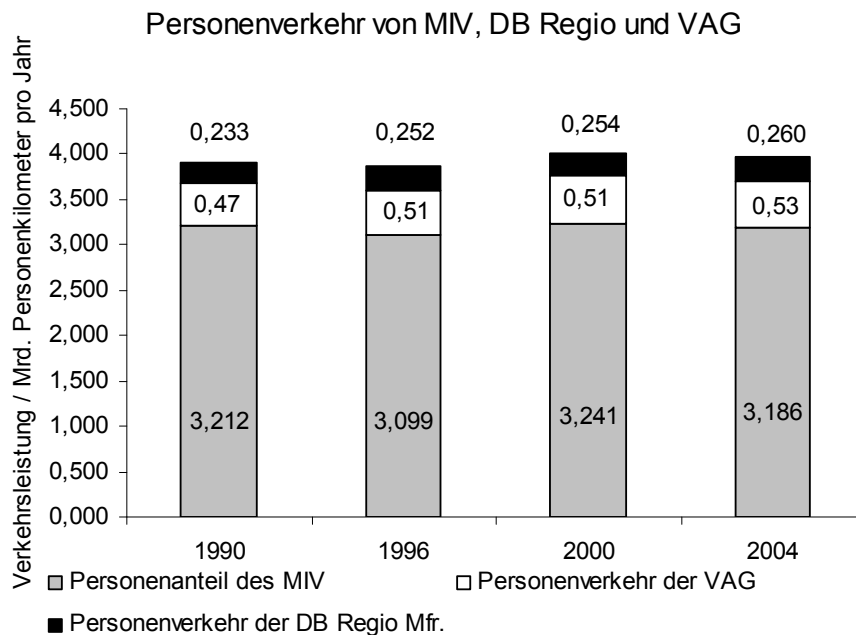


Abbildung 32: Verkehrsleistung im Personenverkehr

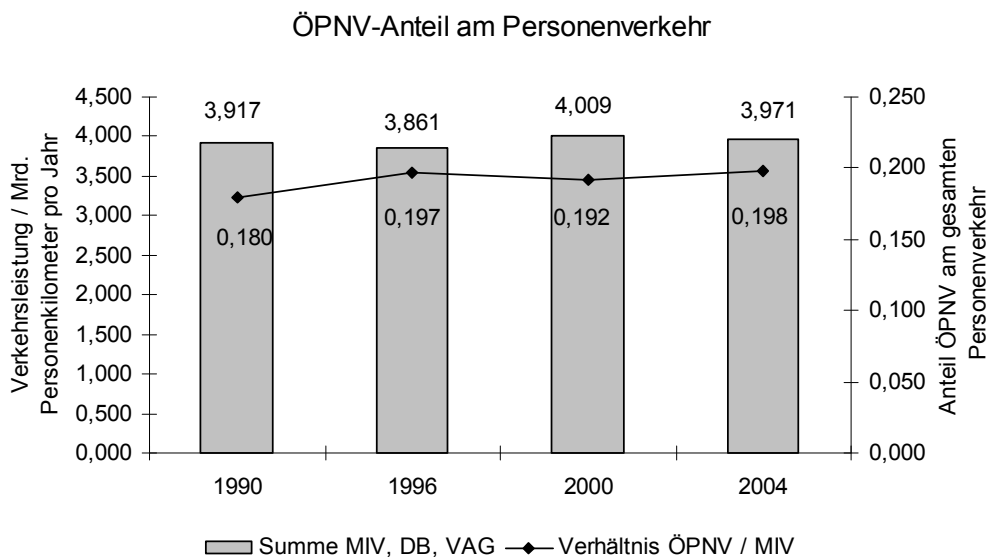


Abbildung 33: Anteil des ÖPNV am gesamten Personenverkehr

Der Anteil des ÖPNV am gesamten Personenverkehr lag im Jahr 1990 bei 18% und stieg bis 2004 auf 19,8 %. Falls es gelingt, jede zehnte Pkw-Fahrt auf ÖPNV-Verkehrsmittel umzuleiten, würde der ÖPNV-Anteil auf ca. 28 % ansteigen. Die Folge wäre eine CO₂-Reduktion um ca. 32.000 t CO₂. Die gesamten Emissionen der Stadt Nürnberg würden damit um 0,7 % sinken.

Obwohl die VAG-Verkehrsmittel durchschnittlich im Jahr nur mit ca. 15 % ausgelastet sind, ist eine zusätzliche Aufnahme von Fahrgästen in den Zeiten des Spitzenverkehrs nur begrenzt möglich. So sind in diesen Zeiten z. B. beim Linienbusverkehr alle Fahrzeuge im Einsatz bis auf einige Reservefahrzeuge im Bereitschaftsdienst. Weitere Kapazitätssteigerungen bedeuten Neuanschaffungen. Inwieweit ein Pkw-Fahrer bereit ist, seine Fahrten außer-

halb der Stosszeiten des VAG-Verkehrs mit Bus, U-Bahn und Straßenbahn durchzuführen, ist fraglich. Ziel sollte es aber sein, den Pkw-Fahrer bereits am Stadtrand auf einen Umstieg auf ÖPNV-Verkehrsmittel zu bewegen. Die Einrichtung von Park-and-ride-Angeboten und die Gestaltung der innerstädtischen Parkraumpolitik sind hier wirksame Instrumente, die in Nürnberg bereits sehr erfolgreich vorangetrieben wurden.

Ein vollständiger Umstieg vom MIV auf den ÖPNV könnte die verkehrsbedingten Emissionen von ca. 1 Mio. t CO₂ auf 500.000 t CO₂ halbieren. Die derzeitige Kapazität des ÖPNV könnte dies allerdings nur dann leisten, wenn sich der Verkehr homogen auf die Schwachlastphasen verteilt. Dies ist allerdings eine hypothetische Annahme.

4.10.6 Flugverkehr auf dem Flughafen Nürnberg

Die Stadt Nürnberg verfügt mit dem Flughafen Nürnberg über einen der zehn bedeutendsten Flughäfen Deutschlands. Im Klimaschutzbericht 1999 wurden die Emissionen aus dem Flugverkehr nicht bilanziert, da eine überschlägige Berechnung der Emissionen des Flughafens und des Nürnberger Binnenhafens einen sehr geringen Beitrag von gemeinsam ca. 1% der Gesamtemissionen ergab.

Die Berechnung der Emissionen aus Flugzeugtriebwerken stellt sich sehr komplex dar, sodass auf eine Bilanzierung der Jahre 2000 und 2004 ebenfalls verzichtet wird. Die Festlegung des Bilanzraumes auf das Nürnberger Stadtgebiet hätte z.B. die Konsequenz, dass die energieintensive Startphase und die Landephase in die Bilanz eingehen würden. Eine rechnerische Abbildung dieser Punkte gestalte sich jedoch kompliziert. Die Emissionen werden zum größten Teil durch den gewerblichen Flugverkehr bestimmt. Der Anteil der nicht-gewerblichen Luftfahrt (mit Kleinluftfahrt) ist an den Emissionen sehr gering.

Das erhöhte Fluggastaufkommen wird derzeit mit größeren Maschinen abgewickelt, wodurch die Zahl der gewerblichen Flugbewegungen bei steigenden Fluggastzahlen zwischen 2000 und 2004 deutlich reduziert wurde.

Die Fluggesellschaften bemühen sich verstärkt Treibstoff durch modernere Triebwerke und modifizierte Anflugverfahren einzusparen. So konnte z. B. die Lufthansa den spezifischen Treibstoffverbrauch im Passagierverkehr von 5,19 Liter/100 pkm (Passagierkilometer) im Jahr 1994 auf 4,29 l/100 pkm im Jahr 2004 reduzieren.¹⁷

Dennoch ist zu beachten, dass der vom Nürnberger Flughafen ausgehende Flugverkehr gemessen an den Fluggastzahlen stark angestiegen ist. Bei einer deutschlandweiten bzw. globalen Betrachtung der flugbedingten CO₂-Emissionen wird dieser Punkt wesentlich kritischer zu betrachten sein.

Die folgende Datenaufstellung zeigt jedoch die Tendenz des Nürnberger Flughafens ohne Berücksichtigung im Bericht:

¹⁷ Laut Umweltaeilung des Nürnberger Flughafens.

Flugverkehr des Flughafens Nürnberg

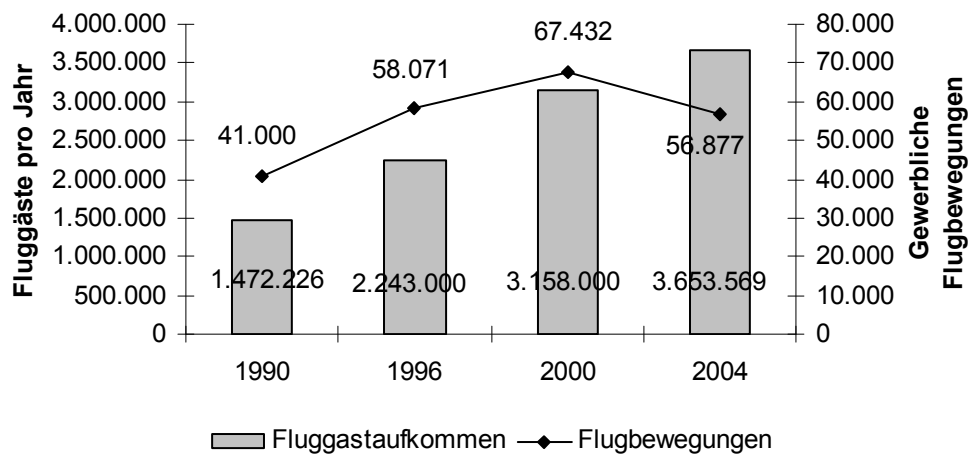


Abbildung 34: Flugverkehr am Flughafen Nürnberg

4.10.7 Binnenschifffahrt am Nürnberger Hafen

Die CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt auf dem Rhein-Main-Donau-Kanal innerhalb des Nürnberger Stadtgebietes nehmen ebenso wie der Flughafen einen geringen Anteil ein.

Das Güteraufkommen hat in den letzten Jahren aber deutlich zugenommen, obwohl die Entwicklung der Verkehrsträgeranteile eine Verlagerung der Güter vom Schiff auf den Lkw zeigt. Prinzipiell stellen jedoch Wasser und Schiene die umweltfreundlicheren Transportmittel im Güterverkehr dar, insbesondere bei Massengütern.

Güteraufkommen am bayernhafen Nürnberg

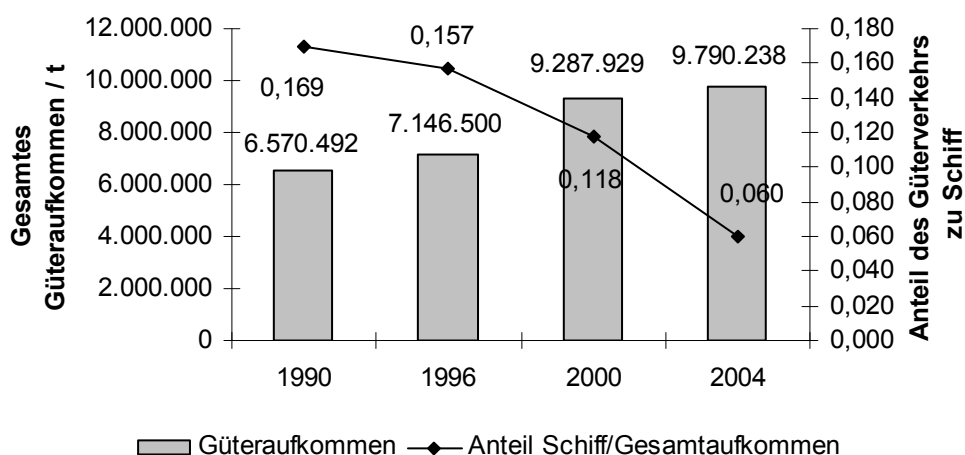


Abbildung 35: Güterumschlag am bayernhafen Nürnberg

Trotz des Anstiegs des gesamten Güteraufkommens um ca. 50% von 1990 bis 2004 sank der Anteil des Schiffes von 17% auf 6%.

5 Wärmeschutz im Gebäudebereich

5.1 Gebäudebestand

Der Wohnbereich verursacht nach wie vor ca. 40% aller CO₂-Emissionen im Stadtgebiet. Dies zeigt, dass gerade im baulichen Bereich, insbesondere durch die technischen Möglichkeiten, ein enormes Einsparpotential vorhanden ist. Wichtige Erkenntnisse werden durch ein aktuelles Forschungsvorhaben „Faktor 10“ im etz erarbeitet.

Seit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 benötigen Neubauten nur noch ca. 1/3 des Heizenergiebedarfs vergleichbarer Gebäude aus den 50er, 60er und 70er Jahren. Die EnEV schreibt aber auch Dämmstandards für zu sanierenden Bauteile vor. So darf in der Gesamtbilanz ein saniertes Gebäude die vorgegeben Werte der EnEV nach einer Sanierung nur noch um 40% überschreiten. Durch den Anreiz unterschiedlicher Förderprogramme werden immer mehr Bestandsgebäude nach EnEV- Neubaustandard saniert, auch ist die Sanierung bis zum Passivhausstandard heutzutage realisierbar.

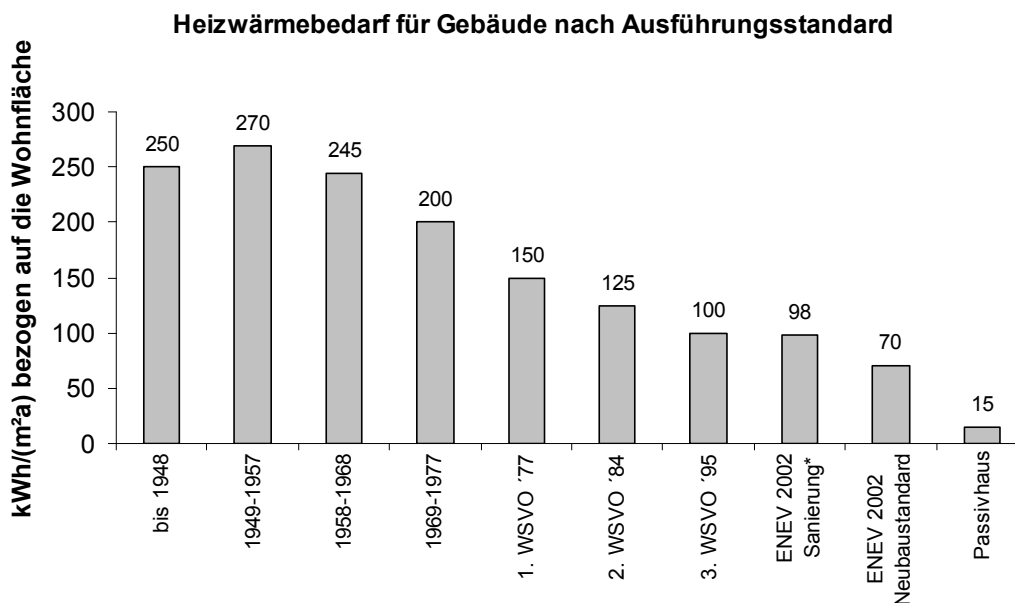


Abbildung 36: Heizwärmebedarf im Gebäudebestand (Quelle: IWU, Schulze-Darup)

5.1.1 Wohngebäude

Die Grafik der Altersstruktur des Wohnraums in Nürnberg zeigt, dass ca. 72 % der Wohngebäude ohne jegliche gesetzliche Vorschrift im Wärmeschutz (bis 1977) errichtet wurden. Besonders für diesen Gebäudebestand sind durch Sanierungsmaßnahmen erhebliche Einsparpotentiale möglich. Die erste und zweite WSVO definieren erstmals Wärmeschutzstandards für einzelne Bauteile und erst seit der 3. WSVO von 1995 wird für Neubauten der Jahres-Heizwärmebedarf auf ca. 100 kWh/a je m² Wohnfläche begrenzt.

Die EnEV berücksichtigt die Gebäudehülle, die Anlagentechnik und den eingesetzten Energieträger. Sie definiert einen einzuhaltenden Jahres-Primärenergiebedarf. Dies führt seit Einführung der EnEV in 2002 zu einer Reduktion des Jahres-Heizwärmebedarfs für Neubauten auf ca. 70 kWh/a je m² Wohnfläche.

Altersstruktur des Wohnraums in Nürnberg

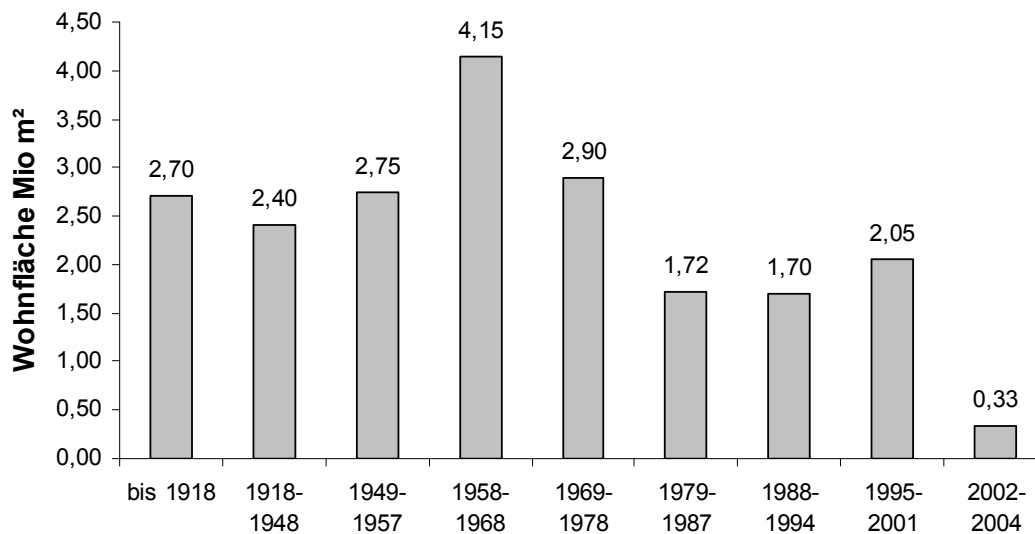


Abbildung 37: Gebäudebestand in Nürnberg. (Quelle: Amt für Statistik, Statistisches Jahrbuch der Stadt Nürnberg 2005)

Eine Untersuchung¹⁸ des Amtes für Stadtforschung und Statistik hat eine Verteilung des verwendeten Brennstoffes im Wohnbereich für Nürnberg im Jahr 1999 ermittelt:

Erdgas 54 %

Heizöl 32 %

Strom 11 %

Flüssiggas 2%

Kohle, Koks, Holz zusammen 1 %

Da im Bilanzierungszeitraum bei gleich bleibender Bevölkerungszahl die Gebäudefläche um ca. 20 % angestiegen ist, wurden Effizienzgewinne im Bereich der Energieerzeugung und des Energieverbrauches im Gebäudesektor realisiert. So konnte immer mehr Wohnraum mit

¹⁸ Stadt Nürnberg, Amt für Stadtforschung und Statistik: Wohnen und Leben in Nürnberg 1999; S. 33;

weniger Endenergie versorgt werden, was zudem noch mit CO₂ freundlicheren Energieträgern erfolgte.

5.1.2 Bautätigkeit im Wohnungsbau zwischen 1990 und 2004

Die Bautätigkeit ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen, gab es 1997 noch einen Reinzugang an Neubauten (abzüglich Abbruch, Umbau, Nutzungsänderung) von 1963 Wohnungen, war 2004 lediglich ein Reinzugang von 1172 Wohnungen zu verzeichnen. Der Durchschnitt der letzten Jahre liegt bei ca. 1300 Reinzugängen pro Jahr.

Die folgende Grafik zeigt den Anstieg des Heizwärmebedarfs durch den Flächenzuwachs ohne Berücksichtigung eines Sanierungsanteils für Bestandsgebäude.

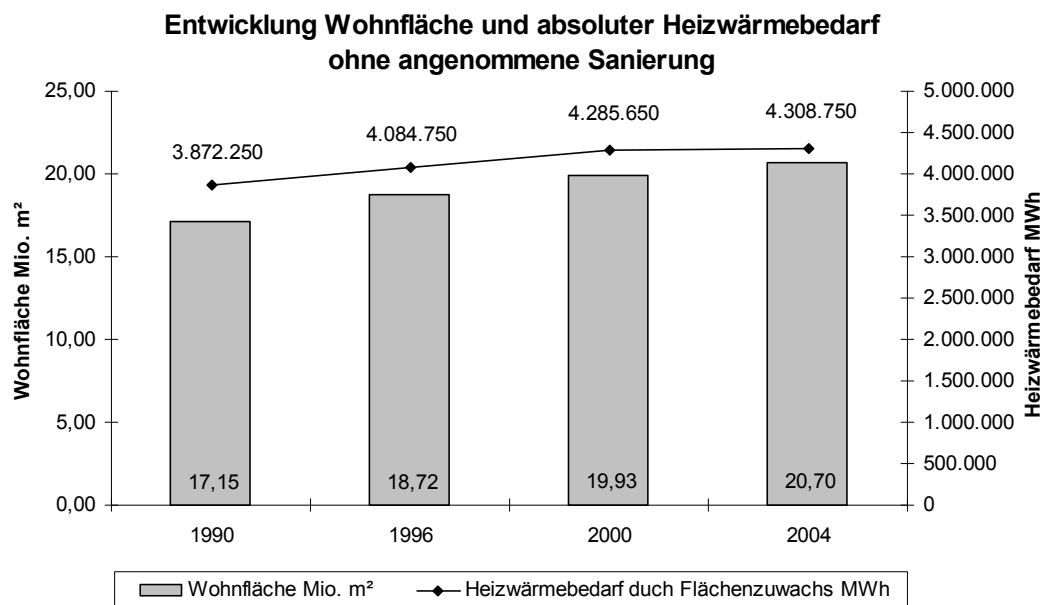


Abbildung 38: Wohnflächen- und Heizwärmebedarfsentwicklung (Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Nürnberg 2005)

Jedoch führen allein die strengeren wärmschutztechnischen Vorgaben im Neubau (3. WSV, EnEV siehe 5.1.1) zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs je m² Wohnfläche, bezogen auf den Gesamtdurchschnitt aller Wohngebäude. Die zeitgleich stattgefundenen Altbauanierung ist dabei noch nicht berücksichtigt.

5.1.3 Auswirkung der Gebäudesanierung im Wohnbereich

Derzeit werden jährlich ca. 2% der Bestandsgebäude saniert, davon jedoch nur ein geringer Anteil energetisch optimal.¹⁹

Dem steigenden Heizwärmebedarf durch den beschriebenen Wohnflächenzuwachs, wird die Reduktion des Heizwärmebedarfs bei einer angenommenen Sanierungsrate von jährlich 2% gegenübergestellt. Ausgangspunkt für die Berechnung ist der Gebäudebestand von 1990, der

¹⁹ nach Schulze-Darup Faktor 10, Öko-Institut

Sanierungsschwerpunkt wird auf die Gebäude aus den 50er 60er 70er Jahren, mit einem durchschnittlichen Heizwärmebedarf von 250 kWh/(m²a), gelegt.

Als Sanierungsniveau wird der Heizwärmebedarf für den Neubaustandard der jeweils geltenden Verordnung plus 40% angesetzt, um keine zu optimistische Berechnung durchzuführen.

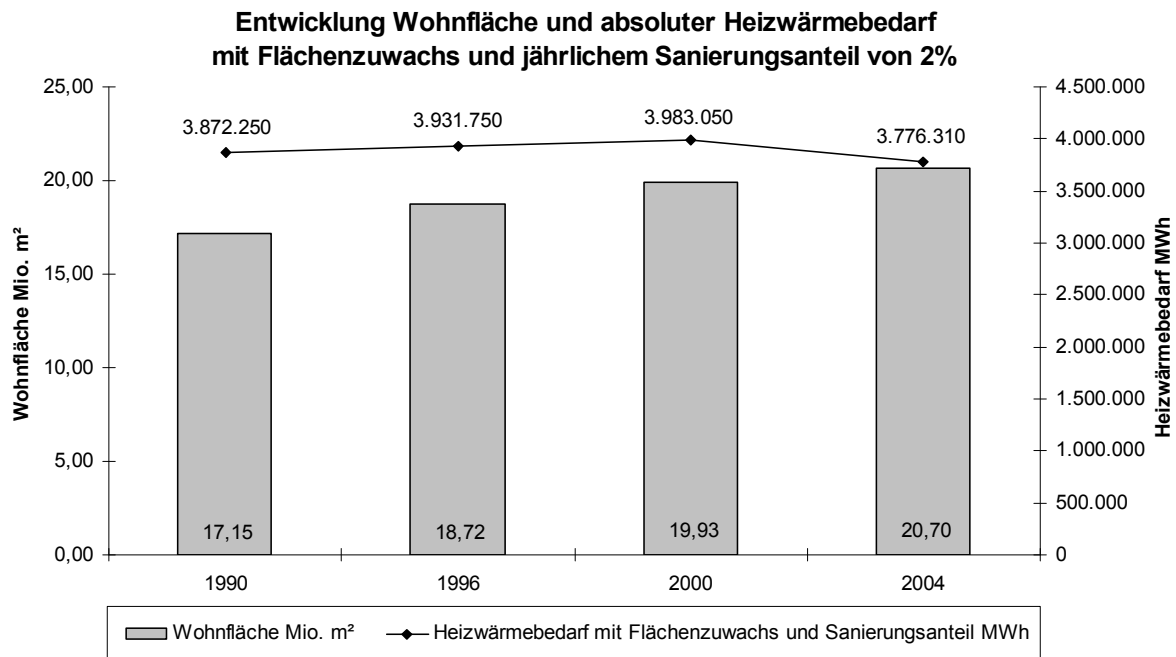


Abbildung 39: Wohnflächen- und Heizwärmebedarfsentwicklung

Berücksichtigt man in der Entwicklung des Heizwärmebedarfs die Einsparung durch einen jährlichen Sanierungsanteil von 2%, dann wird deutlich, dass zwischen 2000 und 2004, durch die strengeren wärmschutztechnischen Vorgaben der EnEV sowohl für den Neubau als auch für die Altbauanierung, der absolute Heizwärmebedarf unter das Niveau von 1990 sinkt. Es wird eine Reduktion von ca. 96.000 MWh erreicht und das bei einem Wohnflächenzuwachs von ca. 3,55 Mio. m² seit 1990.

Bezogen auf den Gesamtdurchschnitt aller Gebäude reduziert sich dann der Heizwärmebedarf je m² Wohnfläche von 226 kWh/(m²a) in 1990 um 44 kWh/(m²a) auf noch 182 kWh/(m²a) in 2004. Dies zeigt sehr deutlich den Erfolg der politischen Maßnahmen zur Reduktion des Heizwärmebedarfs und den Einsatz entsprechender Fördergelder durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das CO₂-Minderungsprogramm der N-ERGIE Aktiengesellschaft.

5.1.4 Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung

Neben dem Heizwärmebedarf zur Raumheizung besitzt der Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung eine wichtige Bedeutung im Gebäudebereich. Der durchschnittliche Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung beträgt ca. 1.000 kWh pro Einwohner und Jahr. Es ergibt sich

somit für die Stadt Nürnberg ein nahezu konstanter Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung von ca. 500.000 MWh/a für den Bilanzzeitraum. Erzeugung und Verteilung dieser Wärmemengen konnten in den letzten Jahren durch den Technologiefortschritt effizienter gestaltet werden, sodass bei gleichbleibendem Wärmebedarf eine CO₂-Reduktion auftrat. Der Wärmebedarf zur Warmwasserbereitung wird zu den bereits dargestellten Werten des Heizwärmebedarfs addiert. Die Summe ergibt den Endenergiebedarf im Wohnbereich.

5.1.5 Endenergiebedarf im Wohnbereich

Folgende Grafik zeigt die Entwicklung des Endenergiebedarfs im Wohnbereich unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs, des Warmwasserwärmebedarfs und Anlagenverlusten von durchschnittlich 15%. Ein genauer Anteil an erneuerten Heizungssystemen und momentan installierten Heizungstypen liegt nicht vor, aus diesem Grund werden die durchschnittlichen Anlagenverluste mit 15% angenommen.

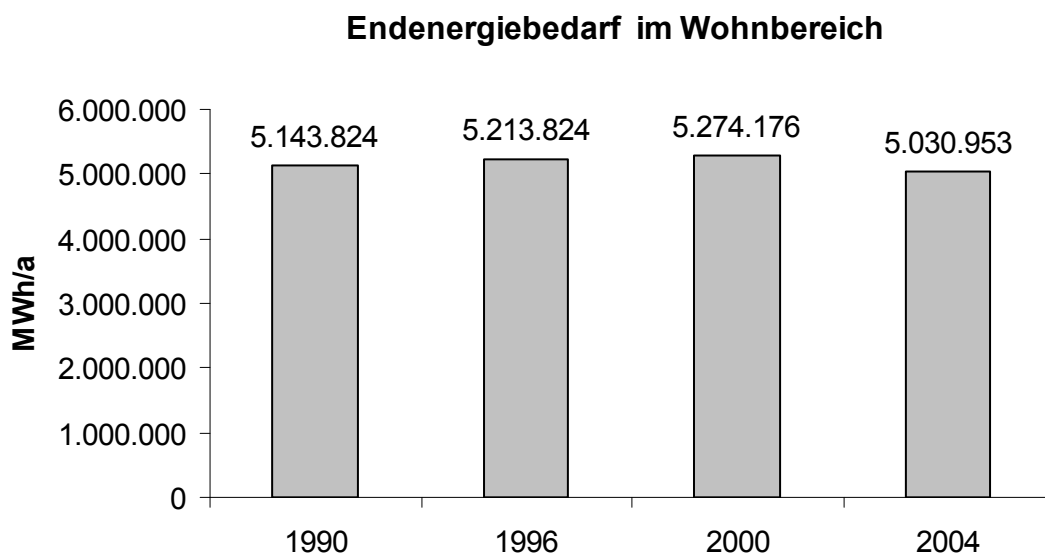


Abbildung 40: Endenergiebedarf im Wohnbereich

Im Zeitraum zwischen 1990 und 2000 ist durch die Wohnraumerweiterung noch ein Anstieg des Heizwärmebedarfs zu verzeichnen. Erst seit 2000 ist durch die strengeren Umweltrichtlinien und attraktiven Förderprogramme zur Altbausanierung der Endenergiebedarf unter den Wert von 1990 gesunken und hat sich um knapp 113.000 MWh reduziert.

Die folgende Grafik zeigt, dass durch die Anstrengungen im Wohnungsbau trotz Flächenzuwachs zwischen 1990 und 2004 knapp 30.000 Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr eingespart werden konnten.

CO₂-Emissionen im Wohnbereich

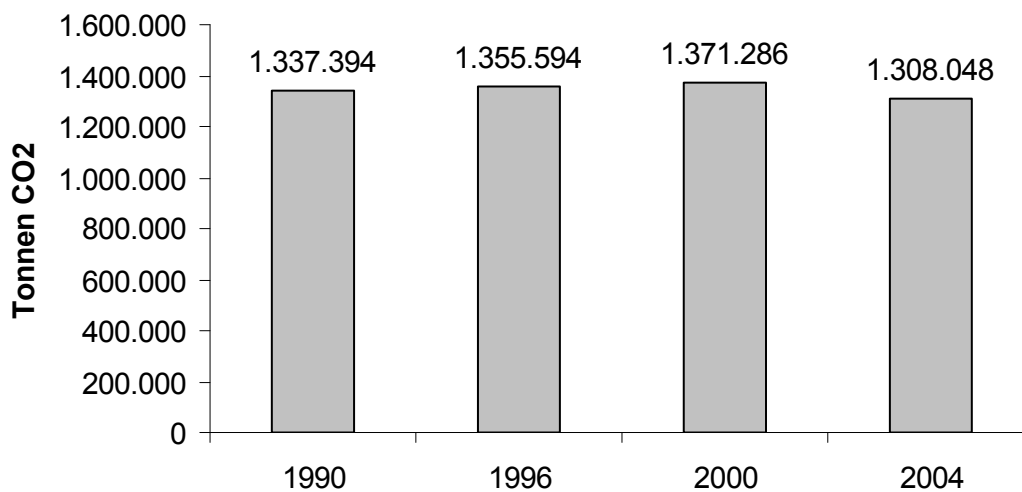


Abbildung 41: CO₂-Emissionen im Wohnbereich

5.1.6 Förderung in der Wohnungssanierung

5.1.6.1 CO₂-Minderungsprogramm

Das CO₂-Minderungsprogramm der Stadt Nürnberg und der N-ERGIE Aktiengesellschaft unterstützt seit 1996 Wohnungseigentümer²⁰ bei der Umsetzung energiesparender Maßnahmen, insbesondere bei der Gebäudesanierung und Heizungsumstellung. Die Stadt Nürnberg unterstützt das CO₂-Minderungsprogramm mit städtischen Mitteln.

Im Jahr 1996 lag das Budget bei 510.000 EUR und wurde 2002 auf 750.000 EUR erhöht. Dieses Fördervolumen besteht weiterhin. Nach Angaben der N-ERGIE AG konnten dadurch von 1996 bis 1998 pro Jahr Energiesparmaßnahmen von ca. 1.600 t CO₂ initiiert werden. Im Jahr 2001 erhöhte sich diese Zahl auf ca. 2.000 t CO₂.

Ab 2002 werden auch vermehrt Minderungsmaßnahmen außerhalb des Stadtgebietes gefördert. Die jährliche Gesamteinsparung von 3.000 t CO₂ im Jahr 2002 ist somit lediglich zu 2.100 t CO₂ auf das Stadtgebiet Nürnberg anzurechnen. Im Jahr 2004 entfallen 1.650 t CO₂ auf das Stadtgebiet Nürnberg. Bei den Zahlen handelt es sich um Hochrechnungen der N-ERGIE Aktiengesellschaft.

5.1.6.2 SAMS

Das Beratungsangebot der Stadt Nürnberg SAMS, Sanieren mit System, bietet eine Einstiegsberatung für sanierungswillige Bauherren. Das Ziel ist, dem Bauherren die Vorteile einer energieeffizienten Sanierung zu erläutern und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern. Die SAMS-Beratung wird von externen Energieberatern durchgeführt und bietet ei-

²⁰ Im Versorgungsbereich der N-ERGIE Aktiengesellschaft

nen Überblick über mögliche Sanierungsmaßnahmen, deren energetische Einsparpotentiale und Fördermöglichkeiten. Die Berater werden durch das Energieberaternetz Mittelfranken im etz organisiert.

5.1.6.3 KfW CO₂-Gebäudesanierungsprogramm

Seit 2001 besteht das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Hier werden ausschließlich umfangreiche Maßnahmenpakete zur Gebäudedämmung und Heizungserneuerung durch zinsgünstige Darlehen finanziert. Es ist davon auszugehen, dass Gebäude nach dem CO₂-Gebäudesanierungsprogramm umfassend saniert wurden. Seit Inkrafttreten der EnEV 2002 gibt es als zusätzlichen Anreiz bei Sanierung nach EnEV-Neubaustandard einen Tilgungszuschuss.

Nach Auskunft der KfW wurde im Betrachtungszeitraum folgende Anzahl an Wohneinheiten in Nürnberg energetisch saniert:

Jahr	2001	2002	2003	2004
Wohneinheiten	362	391	610	309

Nach dem Sanierungsrückgang in 2004 ist seit 2005 bei der KfW wieder ein Anstieg zu verzeichnen.

5.1.6.4 Bayerisches Modernisierungsprogramm zur Förderung von Mietwohnraum

Die zinsgünstigen Darlehen für die Modernisierung von Miet- und Genossenschaftswohnungen haben das Ziel, die allgemeinen Wohnverhältnisse zu verbessern und die Mieten nach der Modernisierung in Grenzen zu halten. Förderfähig sind sowohl Modernisierungen und modernisierungsbedingte Instandsetzungen als auch Maßnahmen zur CO₂-Minderung (Gebäudedämmung, Heizungserneuerung). Eine zusätzliche Zinsverbilligung gegenüber dem Kapitalmarkt ist möglich, wenn Maßnahmenpakete nach Vorgabe des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW erfüllt werden. Nach Auskunft der zuständigen Bewilligungsstelle der Stadt Nürnberg (Amt für Wohnen und Stadterneuerung) wurden für folgende Anzahl an Mietwohneinheiten Förderanträge bewilligt:

Jahr	2001	2002	2003	2004
Mietwohneinheiten	162	197	204	312

Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Statistik nicht ausschließlich energetische Sanierungen sondern alle Modernisierungsmaßnahmen berücksichtigt, somit ist eine Auswirkung auf die CO₂-Minderung schwer abzuleiten.

5.1.7 Prognose

Bis zum Jahr 2020 kann und soll Deutschlands Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser um bis zu dreißig Prozent sinken. Das fordert u.a. eine aktuelle Studie des Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH). Die errechneten Energieeinsparungen sollen demnach vor allem durch zwei Maßnahmenpakete erreicht werden: Einerseits soll das Tempo bei der energetischen Sanierung von Gebäuden verdoppelt werden, andererseits wird der Einsatz von erneuerbaren Energien wie Holzpellets oder Umweltwärme um 50 Prozent verstärkt. Zusätzlich sollen dem herkömmlichen Heizöl 5% Bioöl beigemischt werden. Außerdem könnte Biogas etwa zehn Prozent des herkömmlichen Erdgases ersetzen.

Für die energetische Sanierung von Gebäuden wären zudem schärfere Standards und verbesserte förderpolitische Rahmenbedingungen nötig. Derzeit werden nur in 45% der Modernisierungen hocheffiziente Brennwertkessel eingebaut und Solarwärmeanlagen nur bei 8% der neuen Heizungen installiert. Noch gravierender sind die Defizite beim Wärmeschutz: Gerade einmal 32% der möglichen Energieeinsparung werden heute im Durchschnitt erreicht. Statistiken zufolge sind erst 15% der Wohngebäude in Bayern energetisch umfassend saniert. Hier ist ein erhebliches Potenzial zur Senkung der CO₂-Emissionen vorhanden.

6 Entwicklungen in anderen Kommunen

6.1 Endenergieverbrauch

Die Städte Nürnberg, Erlangen und München sind im Klimaschutz sehr aktiv, was durch den Beitritt der drei Städte zum Klimaschutzbündnis e.V. verdeutlicht wird. Durch den Energie- und Klimaschutzbericht 2004 der Stadt Erlangen ist ein Vergleich mit Erlangen auf der Basis aktueller Daten für 2004 möglich. Die Landeshauptstadt München kann mit der Studie des Öko-Instituts e.V. „Kommunale Strategien zur Reduktion der CO₂-Emissionen um 50 % am Beispiel der Stadt München“ ebenfalls ein relevantes Gutachten aus dem Jahr 2004 vorweisen.

Der Vergleich mit anderen Kommunen ist prinzipiell nur möglich, wenn vergleichbare Daten und eine identische Systematik der Bilanzierung vorliegen. Durch die unterschiedliche Einbeziehung von Verbrauchswerten kann es zu deutlichen Abweichungen bei den personenbezogenen Verbrauchswerten kommen.

Ein Vergleich der Verbrauchswerte der drei Städte Nürnberg, München und Erlangen zeigt, dass zwar die Größenordnung vergleichbar ist, aber die Erläuterung der Unterschiede nur in einer differenzierten Betrachtung erfolgen kann. Das Fehlen von einzelnen Werten vermindert die Aussagekraft der Kennwerte. Trotz dieser Einschränkung sind nachfolgend einige vergleichende Darstellungen getroffen worden. Um die unterschiedliche Größe der Städte auszugleichen, sind die folgenden Werte je Einwohner errechnet worden.

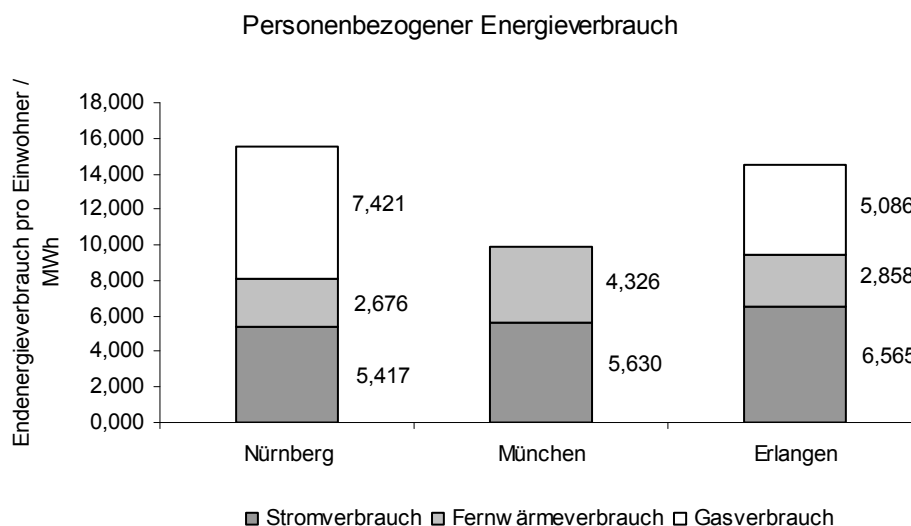


Abbildung 42: Vergleich bei den Energieträgern Gas, Strom und Fernwärme für das Jahr 2000

Die Grafik zeigt für Nürnberg und Erlangen vergleichbare Werte, allerdings ist die Vergleichbarkeit mit München nicht herzustellen, da keine Daten für den Energieträger Erdgas vorliegen. Sehr positiv ist in München zu vermerken, dass die Versorgungsquote von Fernwärme deutlich über den Werten in Nürnberg und Erlangen liegt.

Der Stromverbrauch ist in Nürnberg und München vergleichbar. Hier weist Erlangen einen deutlich höheren Wert aus. Während in Nürnberg von 1990 bis 2004 der absolute Strom-

verbrauch nur um 2% angestiegen ist, ist im vergleichbaren Zeitraum in Erlangen ein Zuwachs von 9% zu verzeichnen. Da Strom den wichtigsten CO₂-Verursacher darstellt, ist diese Entwicklung aus CO₂-Sicht sehr ungünstig, eine ökonomische Betrachtung wird dagegen zu einer anderen Schlussfolgerung gelangen.

6.2 Einsatz Erneuerbarer Energien

Auch in der Nachbarstadt Erlangen sind in den letzten Jahren erhebliche Zuwachsraten an erneuerbaren Energien zu beobachten. Nachfolgend wird die Situation in Erlangen und Nürnberg für das Jahr 2004 absolut und pro Einwohner gegenübergestellt.

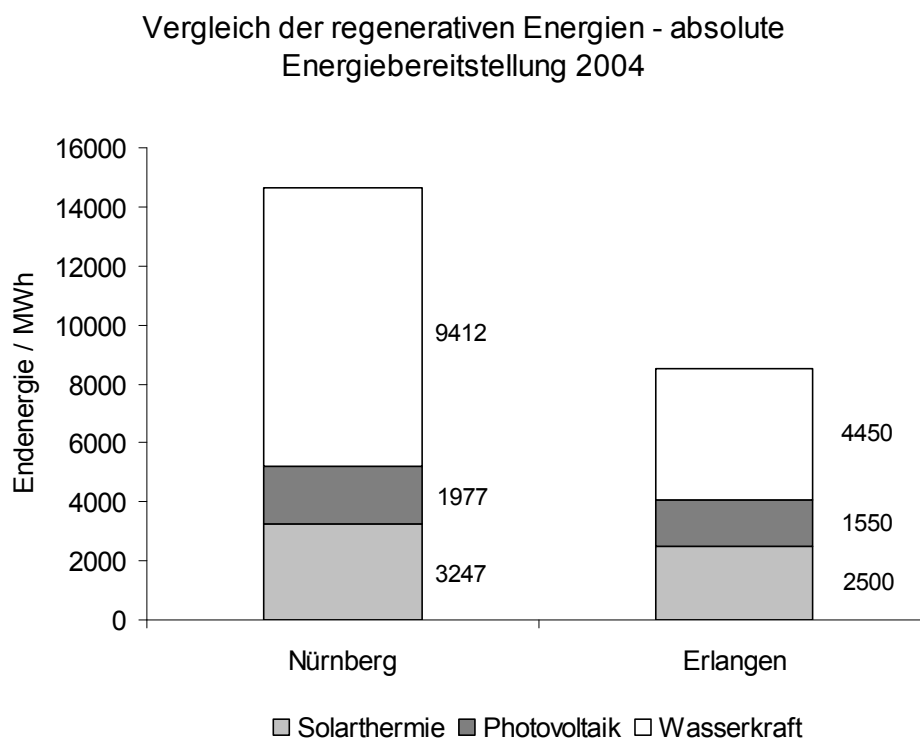


Abbildung 43: Energiebereitstellung durch regenerative Energien

Bei der Darstellung der absoluten Energiebereitstellung durch regenerative Energien ist zu beachten, dass die Stadt Nürnberg rund eine halbe Million Einwohner hat, während die Stadt Erlangen etwas über 100.000 Einwohner zählt. Im Bereich der Solarenergienutzung durch Solarthermie und Photovoltaik hat Erlangen aber durch den geringeren Anteil an Mehrfamilienhäusern Vorteile. Daneben gehen in die Nürnberger Erhebung nur die geförderten BAFA-Anlagen ein. Die Zahl der gesamten Anlagen dürfte somit höher sein, wobei deren vollständige Erfassung in Erlangen aufgrund der Größe einfacher ist.

Die positive Entwicklung der Nutzung von Solarenergie in Nürnberg wurde 2005 und 2006 fortgesetzt. Erlangen und Nürnberg nehmen an der Solarbundesliga der deutschen Großstädte teil. In die Wertung geht die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik pro Einwohner ein. So rangiert Nürnberg derzeit auf Position 14 und liegt damit direkt vor der Landes-

hauptstadt München²¹. Erlangen belegt Platz 7, wobei anzumerken ist, dass sämtliche Städte, die vor Nürnberg liegen, ausnahmslos weniger Einwohner besitzen. So haben die ersten neun Städte der Wertung weniger als 200.000 Einwohner.

Die Solarbundesliga weist bei der Solarthermie eine Kollektorfläche von 0,020 qm pro Einwohner für Nürnberg auf. Für Erlangen liegt dieser Wert bei 0,053 qm pro Einwohner. Im Bereich der Photovoltaik besitzt Nürnberg 9,0 Watt installierte Leistung pro Einwohner gegenüber 20,0 Watt pro Einwohner in Erlangen. Dieser Vorsprung Erlangens zeigt sich auch in der Gesamtgegenüberstellung:

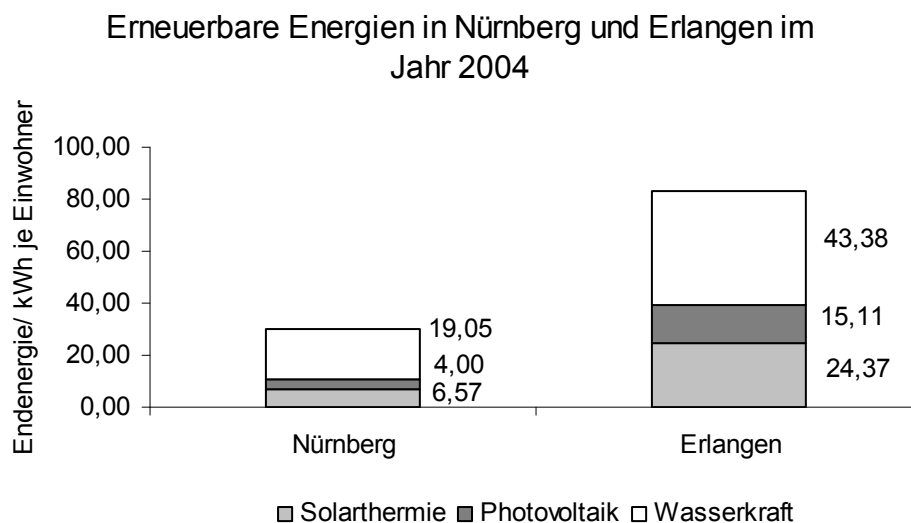


Abbildung 44: Erneuerbare Energien in Nürnberg und Erlangen im Jahr 2004

Im Bereich der Nutzung Erneuerbarer Energien je Einwohner liegt Erlangen deutlich vor Nürnberg, wobei dies auf alle drei Bereiche zutrifft. So ist die installierte PV-Leistung in Nürnberg und Erlangen nahezu gleich groß, trotz der geringeren Einwohnerzahl. Auch bei den Solarkollektoranlagen sind in Erlangen absolut gesehen mit 5.000 m² Kollektorfläche²² nur 3.000 m² weniger installiert als in Nürnberg. In der Grafik nicht dargestellt ist Biomasse, die in Nürnberg noch keine größere Rolle spielt. So ist eine große Biomasseanlage in Form eines Hackschnitzelheizwerkes in Erlangen in Betrieb, das mit rund 4 MW_{th} rund 1% des Erlanger Wärmeverbrauches bereitstellt.

6.3 Verkehr

Auf den Verkehrsbereich wird im Klimaschutzbericht der Stadt Erlangen nicht eingegangen. Auch ein Vergleich mit den CO₂-Emissionen aus dem MIV der Landeshauptstadt München ist nicht möglich. Das Gutachten des Öko-Instituts für die Stadt München differenziert im Punkt MIV und setzt nur den Binnenverkehr zu 100 % an, den Ziel- und Quellverkehr zu 50

²¹ Stand am 14.11.2006

²² im Jahr 2005

% und den Durchgangsverkehr mit 0 %. Dadurch schneidet München in seiner Bilanz wesentlich besser ab, da in Nürnberg der durch Zählungen erfasste Verkehr zu 100% einget. Auch eine Umrechnung der Verkehrsdaten für München auf vergleichbare Werte gemäß der Nürnberg Systematik ermöglicht keinen sicheren Vergleich. Das personenbezogene Aufkommen an MIV wäre damit in Nürnberg wesentlich ausgeprägter als in München.

Vergleich der personenbezogenen MIV-Nutzung

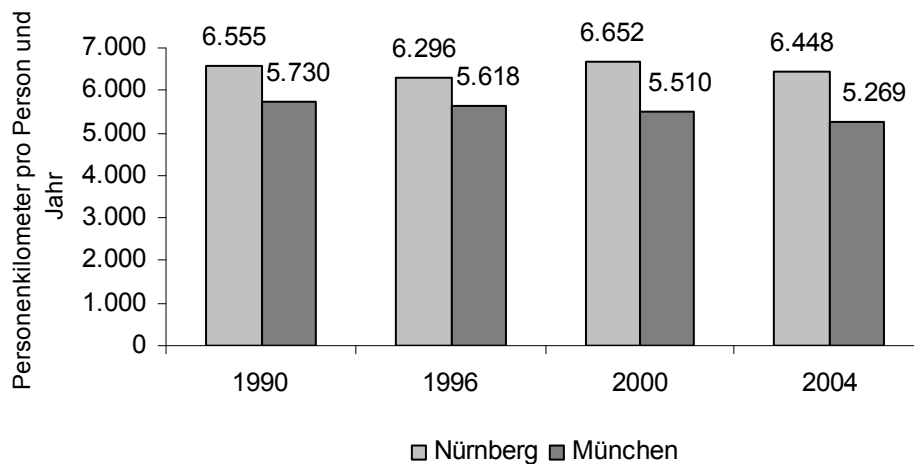


Abbildung 45: Vergleich der MIV-Nutzung

Da im Bereich des ÖPNV die differenzierte Betrachtung nicht zum Tragen kommt, können hier entsprechende Vergleiche angestellt werden. Nachfolgende Grafik zeigt die entsprechenden Werte über den gesamten Betrachtungszeitraum:

Vergleich der personenbezogenen ÖPNV-Nutzung

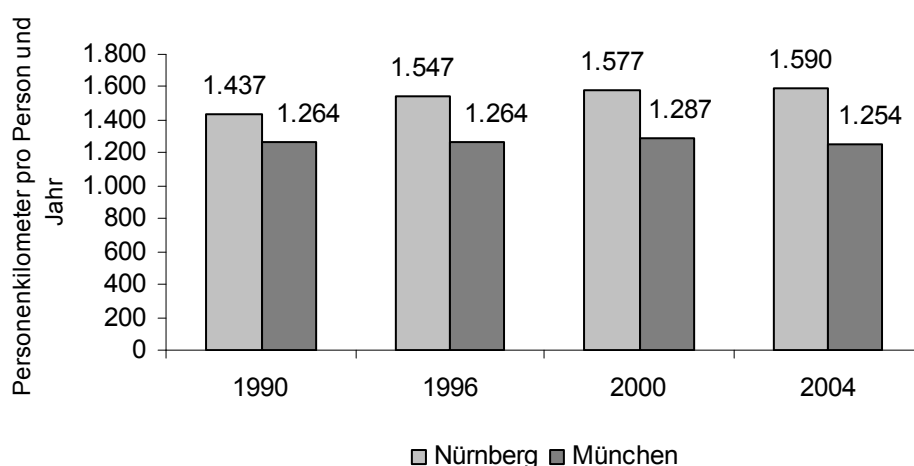


Abbildung 46: Vergleich der ÖPNV-Nutzung

Der Vergleich zeigt, dass die Nürnberger Bürger im Durchschnitt ÖPNV-freudiger sind als ihre Münchner Nachbarn. Dieses Ergebnis ist aufgrund des wesentlich engeren U-Bahnnetzes in München überraschend.

7 Standardisierung der Bilanzierung

Bisher erfolgt eine Differenzierung des gesamten Energieverbrauches nach den Endenergieträgern Strom, Gas, Fernwärme etc. Der Bereich Verkehr wird ebenfalls erhoben und in die Bilanzierung aufgenommen, obwohl dieser Bereich nicht als Energieträger zu betrachten ist. Die Berechnung der Emissionen erfolgt über die Basisdaten der Verkehrszählungen und nicht über die verbrauchten Kraftstoffmengen.

Bei einer zukünftigen Bilanzierung kann bereits bei der Erhebung der Energieträger eine Aufteilung erfolgen, in welchem Verbrauchssektor die Endenergie verwendet wird.

Damit erfolgt eine Zuordnung, die es ermöglicht, spätere Untersuchungen der einzelnen Verbrauchssektoren durchzuführen. Eine Lokalisierung der größten Verbraucher wird damit deutlich.

Durch die eindeutige Aufteilung des Energieverbrauches werden Doppelzählungen und Nichterfassung vermieden. Folgendes Säulendiagramm zeigt beispielhaft die Darstellung einer differenzierten Bilanzierung einer fiktiven Kommune.

Differenzierung nach Verbrauchssektoren und Energieträgern

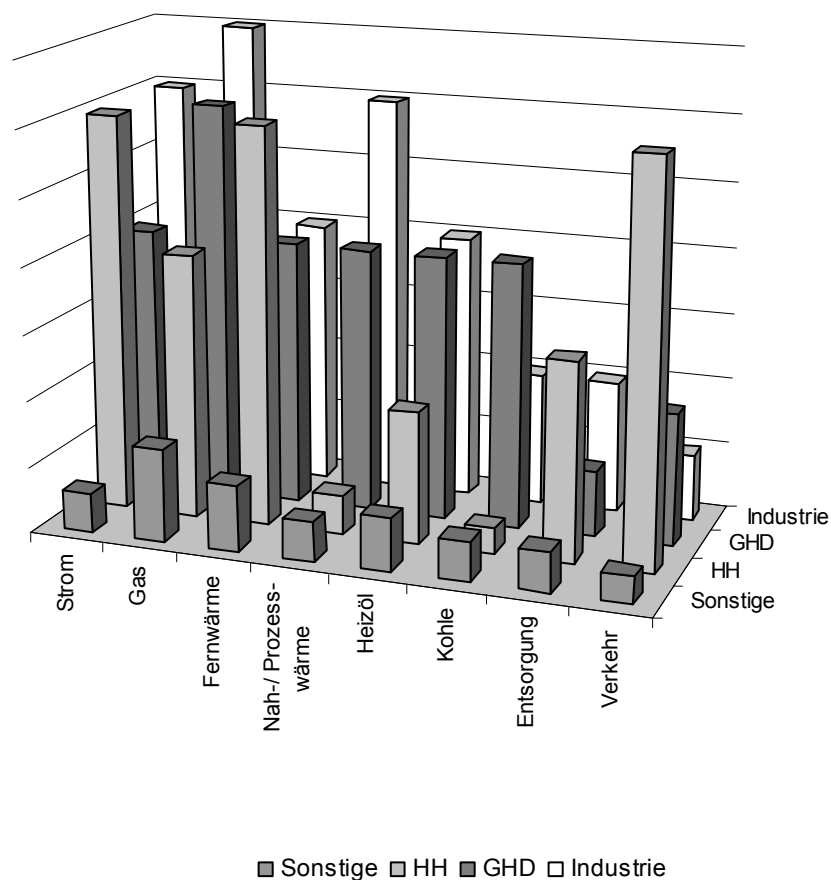


Abbildung 47: Differenzierung des Energieverbrauches und der CO₂-Emissionen

Für die Bilanzierung wird eine Aufteilung des Energieverbrauches nach Energieträgern und Verbrauchern in folgender Struktur vorgeschlagen:

Verbrauchs- sektoren:	Energieträger							Verkehr	Summe
	Strom	Gas	Fernwärme	Nah-/ Prozess- wärme	Heizöl	Kohle	Entsorgung		
Sonstige	30	70	50	30	40	30	30	20	300
HH	300	300	400	30	100	20	150	300	1600
GHD	200	300	200	200	200	200	50	100	1450
Industrie	300	500	200	500	200	100	100	50	1950
Summe	830	1170	850	760	540	350	330	470	5300

Abbildung 48: Fiktives Beispiel einer differenzierten Erhebung

Aus der tabellarischen Auflistung der eingesetzten Energieträger erfolgt die Berechnung der CO₂-Emissionen in analoger Struktur.

Innerhalb des Klimabündnis e.V. gibt es seit längerer Zeit die Absicht, die Vergleichbarkeit der Bilanzierungen durch eine Standardisierung zu erreichen. Länder wie Österreich und die Schweiz orientieren sich seit jeher stärker an einem Standard.

So wurde im Klimabündnis erst kürzlich der Vorschlag eingebracht, die Energieströme nach Input und Output in einer Matrix darzustellen.

Auch die Einbeziehung eines Bilanzierungstools wird seit längerem diskutiert. Bislang sei jedoch kein Tool am Markt vorhanden, das auf die Anforderungen speziell zugeschnitten ist.

Nach Meinung des etz ist die Erstellung der Bilanz mit einem Programm der Tabellenkalkulation eine praktikable Lösung. Da die Hauptarbeit nicht in der Verknüpfung der Daten besteht, sondern in deren Differenzierung, wird einer Tabellenkalkulation der Vorzug gegeben. Der Einfachheit und Transparenz werden Priorität eingeräumt.

Denn diese Standardsoftware ist dem Anwender vertraut. Die Verarbeitung der Daten erscheint transparent. Die Berechnungen sind somit leicht nachzuvollziehen. Da einige Daten, besonders von Energieversorgern und Industriebetrieben, lokal erhoben werden, müssen diese Daten meist noch „manuell“ aufbereitet werden. Ein zu spezielles Tool kann somit nicht allen Fällen Rechnung tragen. Bei einer Tabellenkalkulation entsteht im Laufe der Zeit automatisch ein „Bilanzierungstool“, das in der Zukunft leicht weitergeführt werden kann. Grafiken zur Visualisierung der Entwicklungen sind damit einfach zu erstellen.

8 Anhang

Tabelle 1: Kommunale Basisdaten der Stadt Nürnberg
Kommunale Basisdaten der Stadt Nürnberg

Absolute Werte	1990	1996	2000	2004	Einheit
Basisdaten					
Stadtgebiet (zum Jahresende)	18.578	18.645	18.645	18.637	ha
Bevölkerung (im Jahresmittel)	490.095	492.200	487.198	494.129	Einwohner
Gebäudebestand					
Wohngebäude (inkl. Wohnheime)	61.827	63.896	65.431	66.994	-
Wohnungen in Gebäuden	238.533	253.038	258.870	263.669	-
Nutzflächen Wohnraum	17.153.065	18.724.812	19.932.990	20.698.017	m ²
Nutzflächen GIH	10.974.100	12.601.600	13.254.900	14.030.000	m ²
Verkehr					
Kfz-Bestand- absolut	223.353	238.277	251.352	254.097	-
Kfz-Bestand- je 1000 Einwohner*	456	484	516	514	-
Wirtschaft					
Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte (zum 30.06.)	278.241	264.593	262.245	253.528	-
Energieverbrauch des verarb. Gewerbes	1697000	1997000	2144000	-	MWh

Relative Werte (1990 = 1,000)	1990	1996	2000	2004	Einheit
Basisdaten					
Stadtgebiet (zum Jahresende)	1,000	1,004	1,004	1,003	-
Bevölkerung (im Jahresmittel)	1,000	1,004	0,994	1,008	-
Gebäudebestand					
Wohngebäude (inkl. Wohnheime)	1,000	1,033	1,058	1,084	-
Wohnungen in Gebäuden	1,000	1,061	1,085	1,105	-
Entwicklung Nutzflächen Wohnraum	1,000	1,092	1,162	1,207	-
Entwicklung Nutzflächen GIH	1,000	1,148	1,208	1,278	-
Klimadaten					
Witterungsbereinigungsfaktor	1,079	0,869	1,125	1,010	-
Verkehr					
Kfz-Bestand- absolut	1,000	1,067	1,125	1,138	-
Kfz-Bestand- je 1000 Einwohner*	1,000	1,062	1,132	1,128	-
Wirtschaft					
Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte(zum 30.06.)	1,000	0,951	0,943	0,911	-
Energieverbrauch des verarb. Gewerbes	1,000	1,177	1,263	-	-

Quelle: Statistisches Jahrbuch der Stadt Nürnberg 2005

* ohne vorübergehend stillgelegte Fahrzeuge

** statt 1996 Wert von 1995

Tabelle 2: CO₂-Emissionsfaktoren

ENDENERGIETRÄGER	Jahr / Einheit	CO ₂ -Emissionsfaktoren incl. Prozesskette			
		1990	1996	2000	2004
STROM	t CO ₂ /MWh	0,604	0,648	0,594	0,582
GAS	t CO ₂ /MWh	0,230	0,230	0,230	0,230
FERNWÄRME-Energiemix	t CO ₂ /MWh	0,208	0,263	0,263	0,162
FERNWÄRME-HKW Sandr.	t CO ₂ /MWh	0,228	0,244	0,248	0,166
NAHWÄRME	t CO ₂ /MWh	0,191	0,044	0,044	0,044
Heizöl	t CO ₂ /MWh	0,315	0,315	0,315	0,315
Kohle - Raumheizung	t CO ₂ /MWh	0,363	0,363	0,363	0,363
Kohle - HKW Sandreuth	t CO ₂ /MWh Primärenergie	0,383	0,383	0,383	0,383
Erdgas - HKW Sandreuth	t CO ₂ /MWh Primärenergie	0,215	0,215	0,215	0,215
Heizöl - HKW Sandreuth	t CO ₂ /MWh Primärenergie	0,312	0,312	0,312	0,312
MÜLL					
Mülldampf	t CO ₂ /t Müll	0,915	0,915	0,915	0,915
Klärgas	kg CO ₂ / m ³ Gas	1,962	1,962	1,962	1,321
Sondermüll aus Nbg	t CO ₂ / t So-Müll	1,280	1,280	1,280	1,280
VERKEHR=					
Pkw	t CO ₂ / 1000 Pers-km	0,264	0,251	0,241	0,237
Lkw	t CO ₂ / 1000 Pers-km	0,900	0,900	0,900	0,900
U-Bahn und Stassenbahn	t CO ₂ /MWh Fahrstrom	0,666	0,689	0,626	0,610
Linienbus	t CO ₂ / 1000 Pers-km	0,146	0,146	0,141	0,141
S-Bahn, Regionalzüge	t CO ₂ / 1000 Pers-km	0,124	0,124	0,124	0,124

Quellen : Probas / GEMIS 4.3 bzw. Klimaschutzbericht 1990 (GEMIS 3.08) incl. Vorgelagerte Prozesskette (Herstellung und Transport)

Anmerkung: 1990 und 1996 wurde die Emission der Fernwärmeerzeugung über einen Energiemix berechnet. Um diese Methodik fortzuführen, erfolgte dies auch für 2000 und 2004.

Daneben existiert eine individuelle Berechnung „Fernwärme – HKW Sandreuth“ die auf den vorliegenden Verbrauchswerten beruht und den Emissionsfaktor gezielt berechnet. Die Berechnungen finden sich ebenfalls hier im Anhang.

Bei der individuellen Berechnung wird der durch KWK erzeugte Strom mit einer Gutschrift von -0,9 t CO₂ / MWh bewertet, da er laut früherer Vereinbarung des Klimabündnis e.V. „Mittelast-Strom“ vermeidet.

Tabelle 3. CO₂-Äquivalent-Emissionen

ENDENERGIETRÄGER	Einheit	CO ₂ -Äquivalente-Emissionsfaktoren incl. Prozesskette			
		1990	1996	2000	2004
STROM	t CO ₂ /MWh	0,666	0,689	0,626	0,610
GAS	t CO ₂ /MWh	0,256	0,256	0,256	0,256
FERNWÄRME-Energiemix	t CO ₂ /MWh	0,306	0,367	0,367	0,171
FERNWÄRME-HKW Sandr.	t CO ₂ /MWh	0,341	0,365	0,371	0,248
NAHWÄRME	t CO ₂ /MWh	0,220	0,051	0,051	0,051
Heizöl	t CO ₂ /MWh	0,320	0,320	0,320	0,320
Kohle - Raumheizung	t CO ₂ /MWh	0,446	0,446	0,446	0,446

Quellen : Probas / GEMIS 4.3 bzw. Klimaschutzbericht 1990 (GEMIS 3.08) incl. Vorgelagerte Prozesskette (Herstellung und Transport)

Tabelle 4: Gesamte CO₂-Emissionen

Zusammenfassung	CO ₂ -Emissionen / witterungsbereinigt				
	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
Strom	t CO ₂	1.552.351	1.749.688	1.567.611	1.584.173
Gas	t CO ₂	644.801	628.461	831.549	1.037.369
Fernwärme	t CO ₂	239.163	272.615	322.688	205.395
Nah-/Prozesswärme aus KWK	t CO ₂	23.707	15.656	23.721	25.014
Heizöl	t CO ₂	1.315.373	688.084	603.206	458.119
Kohle	t CO ₂	137.516	81.973	63.688	39.036
Entsorgung	t CO ₂	247.044	176.282	178.222	166.666
Verkehr	t CO ₂	1.082.827	1.035.894	1.044.645	1.022.174
Gesamtemissionen (witterungsbereinigt)	t CO₂	5.242.783	4.648.654	4.635.331	4.537.946
Entwicklung der CO₂-Emissionen (witterungsbereinigt)					
Strom	-	1,000	1,127	1,010	1,020
Gas	-	1,000	0,975	1,290	1,609
Fernwärme	-	1,000	1,140	1,349	0,859
Nah-/Prozesswärme	-	1,000	0,660	1,001	1,055
Heizöl	-	1,000	0,523	0,459	0,348
Kohle	-	1,000	0,596	0,463	0,284
Entsorgung	-	1,000	0,714	0,721	0,675
Verkehr	-	1,000	0,957	0,965	0,944
Gesamtemissionen (witterungsbereinigt)	-	1,000	0,887	0,884	0,866

Tabelle 5: Gesamter Endenergieverbrauch

Zusammenfassung	Endenergieverbrauch / witterungsbereinigt				
	1990	1996	2000	2004	
Strom	MWh	2.570.118	2.700.136	2.639.075	2.724.287
Gas	MWh	2.803.482	2.732.437	3.615.432	4.510.301
Fernwärme	MWh	1.050.916	1.118.915	1.303.773	1.240.235
Nah-/ Prozesswärme aus KWK	MWh	124.119	355.828	539.123	568.498
Heizöl	MWh	4.175.788	2.184.392	1.914.940	1.454.347
Kohle	MWh	378.832	225.822	175.449	107.537
Entsorgung	MWh	558.500	418.466	426.682	417.000
Verkehr	MWh	3.310.000	3.050.000	3.148.961	3.104.766
Gesamter Endenergieverbrauch ohne Entsorgung (witterungsbereinigt)	MWh	14.413.255	12.367.530	13.336.753	13.709.971

Entwicklung des Endenergieverbrauchs / witterungsbereinigt	Endenergieverbrauch / witterungsbereinigt			
	1990	1996	2000	2004
Strom	-	1,051	1,027	1,060
Gas	-	0,975	1,290	1,609
Fernwärme	-	1,065	1,241	1,180
Nah-/ Prozesswärme aus KWK	-	2,867	4,344	4,580
Heizöl	-	0,523	0,459	0,348
Kohle	-	0,596	0,463	0,284
Entsorgung	-	0,749	0,764	0,747
Verkehr	-	0,921	0,951	0,938
Gesamter Endenergieverbrauch ohne Entsorgung (witterungsbereinigt)	-	0,858	0,925	0,951

Tabelle 6: Witterungsbereinigung der temperaturabhängigen Verbrauchsdaten**Witterungsbereinigung Stadtgebiet Nürnberg**

Jahr	Gradtagszahl G 20/15 DIN 2067	Langjähriges Mittel* G 20/15 VDI 2067	Witterungs- bereinigungs- faktor
1990	3569	3852	1,079
1996	4435	3852	0,869
2000	3425	3852	1,125
2004	3814	3852	1,010

* von 1970 -2005

Quellen: Rechentool IWU - Institut für Wohnen und Umwelt
 Datenbasis: Wetterdaten, Deutscher Wetterdienst Offenbach

Tabelle 7: Unterschiede bei den Faktoren zur Witterungsbereinigung

Jahr	etz-Berechnung	KSB 1999
1990	1,079	1,065
1996	0,869	0,95
2000	1,125	-
2004	1,010	-

Tabelle 8: Strom

Strom	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
Strom (STA)	MWh	2.634.118	2.698.136	2.785.136	2.890.553
abzgl. ÖPNV s.o.	MWh	-77.000	-71.000	-70.061	-76.266
abzgl. BHKW-Einspeisung		-1		-76.000	-90.000
zzgl. Selbstversorger	MWh	13.000	73.000	1	1
Strom - Endenergie	MWh	2.570.117	2.700.136	2.639.076	2.724.288
CO2					
CO2-Emissionsfaktor	t CO2/MWh	0,604	0,648	0,594	0,582
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	t CO2-äq/MWh	0,666	0,689	0,626	0,610
CO2-Emissionen	t CO2	1.552.351	1.749.688	1.567.611	1.584.173
CO2-Äquivalent-Emissionen	t CO2-äq	1.711.698	1.860.394	1.652.062	1.661.816
Entwicklung Strom	Jahr	1990	1996	2000	2004
Endenergieverbrauch		1,000	1,051	1,027	1,060
CO2-Emissionsfaktor		1,000	1,073	0,983	0,963
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor		1,000	1,035	0,940	0,916
CO2-Emissionen		1,000	1,127	1,010	1,020
CO2-Äquivalent-Emissionen		1,000	1,087	0,965	0,971

Tabelle 9: Gas

Gas	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
Gas (N-ERGIE)	MWh	5.330.350	4.495.773	4.169.011	5.903.484
abzgl. GFA (N-E, E.ON)	MWh	-2.282.000	-234.000	0	0
abzgl. HKW Sandreuth	MWh	0	0	-186.300	-404.885
abzgl. Heizwerke N-E	MWh	0	-48.965	-34.179	-81.746
abzgl. G-mobil	MWh	0	-2.000	-1.225	-3.112
Gas ges. Ho	MWh	3.048.350	4.210.808	3.947.307	5.413.741
Gas ges. Hu	MWh	2.743.515	3.789.727	3.552.576	4.872.367
abzgl. BHKW-Input	MWh	-146.000	-643.736	-337.920	-406.560
Gas - Endenergie	MWh	2.597.515	3.145.991	3.214.656	4.465.807
CO2					
ohne Witterungsreinigung					
Endenergieverbrauch Gas	MWh	2.597.515	3.145.991	3.214.656	4.465.807
CO2-Emissionsfaktor	t CO2/MWh	0,230	0,230	0,230	0,230
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	t CO2-äq/MWh	0,256	0,256	0,256	0,256
CO2-Emissionen	t CO2	597.428	723.578	739.371	1.027.136
CO2-Äquivalent-Emissionen	t CO2-äq	664.964	805.374	822.952	1.143.247
mit Witterungsreinigung					
Witterungsbereinigungsfaktor	-	1,079	0,869	1,125	1,010
Bereinigter Endenergieverbrauch Gas	MWh	2.803.482	2.732.437	3.615.432	4.510.301
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO2	644.801	628.461	831.549	1.037.369
CO2-Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO2-äq	664.964	805.374	822.952	1.143.247
Entwicklung des Gasverbrauches					
ohne Witterungsreinigung					
Endenergieverbrauch Gas	-	1,000	1,211	1,238	1,719
CO2-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Emissionen	-	1,000	1,211	1,238	1,719
CO2-Äquivalent-Emissionen	-	1,000	1,211	1,238	1,719
mit Witterungsreinigung					
Bereinigter Endenergieverbrauch Gas	-	1,000	0,975	1,290	1,609
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,975	1,290	1,609
CO2-Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	1,211	1,238	1,719

Tabelle 10: Fernwärme

Fernwärme	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	MWh	973.707	1.288.263	1.159.248	1.228.000
CO ₂ -Emissionsfaktor - Energiemix	t CO ₂ /MWh	0,208	0,263	0,263	0,162
CO ₂ -Emissionsfaktor - HKW Sandreuth	t CO ₂ /MWh	0,228	0,244	0,248	0,166
CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktor - Energiemix	t CO ₂ -Äq/MWh	0,306	0,367	0,367	0,171
CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktor - HKW Sandreuth	t CO ₂ -Äq/MWh	0,341	0,365	0,371	0,248
CO ₂ -Emissionen-Energiemix	t CO ₂	202.531	338.813	304.882	198.936
CO ₂ -Emissionen-HKW Sandreuth	t CO ₂	221.592	313.876	286.918	203.369
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen-Energiemix	t CO ₂ -Äq	297.954	472.793	425.444	209.988
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen-HKW Sandreuth	t CO ₂ -Äq	332.389	470.813	430.377	305.053
CO₂					
mit Witterungsbereinigung					
Witterungsbereinigungsfaktor	-	1,079	0,869	1,125	1,010
Bereinigter Endenergieverbrauch Fernwärme	MWh	1.050.916	1.118.915	1.303.773	1.240.235

CO₂-Emissionen - witterungsbereinigt - Energiemix	t CO₂	218.591	294.275	342.892	200.918
CO₂-Emissionen - witterungsbereinigt - HKW Sandreuth	t CO₂	239.163	272.615	322.688	205.395
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen - Energiemix witterungsbereinigt	t CO ₂ -Äq	321.580	410.642	478.485	212.080
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen - HKW Sandreuth witterungsbereinigt	t CO ₂ -Äq	358.745	408.923	484.032	308.093
Entwicklung der Fernwärme					
	Jahr	1990	1996	2000	2004
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	-	1,000	1,323	1,191	1,261
CO ₂ -Emissionsfaktor HKW Sandreuth	-	1,000	1,264	1,190	0,796
CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktor HKW	-	1,000	1,199	1,213	0,812
CO ₂ -Emissionen HKW Sandreuth	-	1,000	1,673	1,505	0,982
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen HKW	-	1,000	1,416	1,295	0,918
mit Witterungsbereinigung					
Bereinigter Endenergieverbrauch	-	1,000	1,065	1,241	1,180
CO₂-Emissionen - witterungsbereinigt HKW	-	1,000	1,140	1,349	0,859
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt HKW Sandreuth	-	1,000	1,140	1,349	0,859

Tabelle 11: Heizwerke mit Fernwärmeerzeugung

Heizwerke der N-ERGIE Aktiengesellschaft	Endenergieeinsatz / MWh		1996	2000	2004
	Leistung	Energieträger			
Heizwerk Langwasser	144,5 MW	Erdgas	21.667	15.921	61.310
	144,5 MW	Heizöl	44.475	1.435	1.543
Heizwerk Langwasser Summe			66.142	17.356	62.852
			0	0	0
Heizwerk Muggenhof	80 MW	Heizöl	13.889	1.644	6.413
Heizwerk Maxfeld	120,9 MW	Heizöl	49.391	26.564	16.508
Heizwerk Klingenhof	18,3 MW	Erdgas	15.057	9.713	keine Angabe
			0	0	0
Heizwerke Summe (ohne witterungsber.)			144.479	55.277	85.772
Anteil Erdgas		Erdgas	36.724	25.634	61.310
Anteil Heizöl		Heizöl	107.755	29.642	24.463
Heizwerke Summe (witterungsbereinigt)			125.552	62.186	86.630

Tabelle 12: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 1990

Rückwirkende Hoch-Berechnung CO2-Fernwärme HKW Sandreuth 1990				Nutzungsgrad=	0,7
Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO2-Emissions- faktor (Primärenergie)	CO2- Emissionen t CO2	
Input					
Steinkohle [t]	145.203	1.161.627	813.139	0,383	444.903
Erdgas [Nm³]	12.705.300	127.053	88.937	0,215	27.316
Heizöl [t]	4.634	54.451	38.116	0,312	16.989
Dampf Müllverbrennung* [t]		471.911	330.338	-	-
Summe		1.815.043	1.270.530		489.209
Eigenverbrauch und Verluste					
	Verluste %				
Stromeigenbedarf	0,045		82.000		
Wärmeverluste und Sonstige	0,255		462.513		
Summe	0,300		544.513		
Output (netto)					
	Teil-Nutzungsgrad %				
Strom**	0,164		297.530	-0,900	-267.777
Fernwärme	0,536		973.000		
Summe	0,700		1.270.530		
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)				0,228	221.432
CO2-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen					239.163

* CO2-Emission für Müll bei MVA bilanziert

** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittelast-Strom bei CO2-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 13: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 1996

Rückwirkende Hoch-Berechnung CO2-Fernwärme HKW Sandreuth 1996				Nutzungsgrad=	0,717
Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO2-Emissions- faktor (Primärenergie)	CO2- Emissionen t CO2	
Input					
Steinkohle [t]	212.937	1.642.743	1.177.847	0,383	629.170
Erdgas [Nm³]	10.389.000	103.890	98.154	0,215	22.336
Heizöl [t]	9.701	114.951	81.795	0,312	35.865
Dampf Müllverbrennung* [t]		403.289	278.103	-	-
Summe		2.264.873	1.635.898		687.372
Eigenverbrauch und Verluste					
	Verluste %				
Stromeigenbedarf	0,036		82.000		
Wärmeverluste und Sonstige	0,242		546.975		
Summe	0,278		628.975		
Output (netto)					
	Teil-Nutzungsgrad %				
Strom**	0,194		440.000	-0,900	-396.000
Fernwärme	0,528		1.195.898		
Summe	0,722		1.635.898		
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)				0,244	291.372
CO2-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen***					272.615

* CO2-Emission für Müll bei MVA bilanziert

** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittelast-Strom bei CO2-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 14: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2000

Berechnung CO2-Fernwärme HKW Sandreuth 2000			Nutzungsgrad 2000 = 0,713		
Input	Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO2-Emissions- faktor (Primärenergie) t CO2 / MWh	CO2- Emissionen t CO2
Steinkohle [t]	206.985	1.655.877	1.180.640	0,383	634.201
Erdgas [Nm³]	17.901.374	179.014	127.637	0,215	38.488
Heizöl [t]	2.034	22.377	15.955	0,312	6.982
Dampf Müllverbrennung* [t]		380.404	271.228	-	-
Summe		2.237.672	1.595.460		679.670
Eigenverbrauch und Verluste	Verluste %				
Stromeigenbedarf	0,018		40.000		
Wärmeverluste und Sonstige	0,269		602.212		
Summe	0,287		642.212		
Output (netto)	Teil-Nutzungsgrad %				
Strom**	0,195		436.460	-0,900	-392.814
Fernwärme	0,518		1.159.000		
Summe	0,713		1.595.460		
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)				0,248	286.856
CO2-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen***					322.688

* CO2-Emission für Müll bei MVA bilanziert

** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittellast-Strom bei CO2-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 15: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2004

Berechnung CO2-Fernwärme HKW Sandreuth 2004			Nutzungsgrad 2004 = 0,775		
Input	Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO2-Emissions- faktor (Primärenergie) t CO2 / MWh	CO2- Emissionen t CO2
Steinkohle [t]	139.040	1.113.753	841.404	0,383	426.567
Erdgas [Nm³]	40.363.626	404.885	311.631	0,215	87.050
Heizöl [t]	382	4.509	15.582	0,312	1.407
Dampf Müllverbrennung* [t]	667.453	486.594	389.539	-	-
Summe		2.009.741	1.558.156		515.024
Eigenverbrauch und Verluste	Verluste %				
Stromeigenbedarf	0,034		67.643		
Wärmeverluste und Sonstige	0,191		383.941		
Summe	0,225		451.584		
Output (netto)	Teil-Nutzungsgrad %				
Strom**	0,174		349.921	-0,900	-314.929
Fernwärme	0,601		1.208.235		
Summe	0,775		1.558.156		
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)				0,166	200.096
CO2-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen***					205.395

* CO2-Emission für Müll bei MVA bilanziert

** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittellast-Strom bei CO2-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 16: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2005

Hochrechnung CO2-Fernwärme HKW Sandreuth 2005			Nutzungsgrad 2000 = 0,76		
Input	Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO2-Emissions- faktor (Primärenergie) t CO2 / MWh	CO2- Emissionen t CO2
Steinkohle [t]	45.914	367.313	279.158	0,383	140.681
Erdgas [Nm³]	152.266	1.705.382	1.296.090	0,215	366.657
Heizöl [t]	219	26.237	19.940	0,312	8.186
Dampf Müllverbrennung* [t]	715.681	524.733	398.797	-	-
Summe		2.623.664	1.993.985		515.524
Eigenverbrauch und Verluste	Verluste %				
Stromeigenbedarf	0,020		53.350		
Wärmeverluste und Sonstige	0,220		576.014		
Summe	0,240		629.679		
Output (netto)	Teil-Nutzungsgrad %				
Strom**	0,292		765.974	-0,900	-689.377
Fernwärme	0,468		1.228.011		
Summe	0,760		1.993.985		
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)				-0,142	-173.853
CO2-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen***					-175.583

* CO2-Emission für Müll bei MVA bilanziert

** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittellast-Strom bei CO2-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 17: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth für die Zukunft

Hochrechnung CO ₂ -Fernwärme HKW Sandreuth Zukunft		Nutzungsgrad 2006 = 0,76	
Stoffmengen	Primärenergie MWh	Endenergie MWh	CO ₂ -Emissionen t CO ₂
Input			
Steinkohle [t]	0	0	0,383
Erdgas [Nm ³]	209.480.005	1.570.735	0,215
Heizöl [t]	219	19.883	0,312
Dampf Müllverbrennung* [t]	715.681	397.654	-
Summe		1.988.272	452.494
Eigenverbrauch und Verluste			
Stromeigenbedarf	Verluste %		
Wärmeverluste und Sonstige	0,02	52.323	
	0,22	575.552	
Summe	0,24	627.875	
Output (netto)			
Strom**	Teil-Nutzungsgrad %		
Fernwärme	0,292	763.915	-0,900
Summe	0,468	1.224.357	
	0,760	1.988.272	
HKW Sandreuth (unter Berücksichtigung Stromgutschrift)			-0,192
CO₂-Emission nach Bereinigung von Witterung und eigenen Annahmen***			-238.077

* CO₂-Emission für Müll bei MVA bilanziert** Stromgutschrift incl. vermiedenen Mittellast-Strom bei CO₂-Gesamtemission

***Getroffene Annahmen und Einfluss der Heizwerke zur Fernwärmeerzeugung

Quellen: Berechnung auf Basis von Daten der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Tabelle 18: Nah- und Prozesswärme aus KWK

		1990	1996	2000	2004
Nah-/ Prozesswärme aus KWK					
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	MWh	115.000	409.682	479.360	562.890
CO ₂ -Emissionsfaktor	t CO ₂ /MWh	0,191	0,044	0,044	0,044
CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktor	t CO ₂ -äq/MWh	0,220	0,051	0,051	0,051
CO ₂ -Emissionen	t CO ₂	21.965	18.026	21.092	24.767
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen	t CO ₂ -äq	25.260	20.730	24.256	28.482
mit Witterungsbereinigung					
Witterungsbereinigungsfaktor	-	1,079	0,869	1,125	1,010
Bereinigter Endenergieverbrauch	MWh	124.119	355.828	539.123	568.498
CO ₂ -Emissionen - witterungsbereinigt	t CO ₂	23.707	15.656	23.721	25.014
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO ₂ -äq	27.263	18.005	27.280	28.766
Entwicklung Nahwärme					
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	-	1,000	3,562	4,168	4,895
CO ₂ -Emissionsfaktor	-	1,000	0,230	0,230	0,230
CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktor	-	1,000	0,230	0,230	0,230
CO ₂ -Emissionen	-	1,000	0,821	0,960	1,128
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen	-	1,000	0,821	0,960	1,128
mit Witterungsbereinigung					
Bereinigter Endenergieverbrauch	-	124.119	355.828	539.123	568.498
CO ₂ -Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	2,867	4,344	4,580
CO ₂ -Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,660	1,001	1,055

Tabelle 19: Heizöl

Heizöl	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	MWh	3.869.000	2.515.000	1.702.666	1.440.000
CO2-Emissionsfaktor	t CO2/MWh	0,315	0,315	0,315	0,315
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	t CO2-äq/MWh	0,320	0,320	0,320	0,320
CO2-Emissionen	t CO2	1.218.735	792.225	536.340	453.600
CO2-Äquivalent-Emissionen	t CO2-äq	1.238.080	804.800	544.853	460.800
mit Witterungsbereinigung					
Witterungsbereinigungsfaktor	-	1,079	0,869	1,125	1,010
Bereinigter Endenergieverbrauch	MWh	4.175.788	2.184.392	1.914.940	1.454.347
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO2	1.315.373	688.084	603.206	458.119
CO2-Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO2-äq	1.336.252	699.006	612.781	465.391
Entwicklung Heizöl					
ohne Witterungsbereinigung	Jahr	1990	1996	2000	2004
Endenergieverbrauch	-	1,000	0,650	0,440	0,372
CO2-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Emissionen	-	1,000	0,650	0,440	0,372
CO2-Äquivalent-Emissionen	-	1,000	0,650	0,440	0,372
mit Witterungsbereinigung					
Bereinigter Endenergieverbrauch	-	1,000	0,523	0,459	0,348
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,523	0,459	0,348
CO2-Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,523	0,459	0,348

Tabelle 20: Kohle

Kohle	Einheit / Jahr	1990	1996	2000	2004
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	MWh	351.000	260.000	156.000	106.476
CO2-Emissionsfaktor	t CO2/MWh	0,363	0,363	0,363	0,363
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	t CO2-äq/MWh	0,446	0,446	0,446	0,446
CO2-Emissionen	t CO2	127.413	94.380	56.628	38.651
CO2-Äquivalent-Emissionen	t CO2-äq	156.546	115.960	69.576	47.488
mit Witterungsbereinigung					
Witterungsbereinigungsfaktor	-	1,079	0,869	1,125	1,010
Bereinigter Endenergieverbrauch	MWh	378.832	225.822	175.449	107.537
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	t CO2	137.516	81.973	63.688	39.036
CO2-Äquivalent-Emissionen witterungsbereinigt	t CO2-äq	168.959	100.717	78.250	47.961
Entwicklung Kohle	Jahr	1990	1996	2000	2004
ohne Witterungsbereinigung					
Endenergieverbrauch	-	1,000	0,741	0,444	0,303
CO2-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	-	1,000	1,000	1,000	1,000
CO2-Emissionen	-	1,000	0,741	0,444	0,303
CO2-Äquivalent-Emissionen	-	1,000	0,741	0,444	0,303
mit Witterungsbereinigung					
Bereinigter Endenergieverbrauch	-	1,000	0,805	1,042	0,936
CO2-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,596	0,463	0,284
CO2-Äquivalent-Emissionen - witterungsbereinigt	-	1,000	0,596	0,463	0,284

Tabelle 21: Entsorgung: Müllverbrennung, Sondermüll, Klärgas

Entsorgung Fraktion	Einheit	Bilanzierung			
		1990	1996	2000	2004
Stoff-/Energieströme - Endenergieverbrauch					
Müllverbrennung (MVA): Haus / Gewerbemüll	t	244.362	167.395	168.784	165.196
Müllverbrennung (MVA): Endenergieverbrauch	MWh	501.000	355.000	358.792	351.165
CO2-Emissionsfaktor	t CO2/ t Müll	0,915	0,915	0,915	0,915
CO2-Emissionen	t CO2	223.591	153.166	154.437	151.154
Sondermüllverbrennung (Schwabach)					
Sondermüllv.- Endenergieverbrauch	t	5.600	3.804	3.100	1.901
CO2-Emissionsfaktor	MWh	3.500	2.400	1.937	1.188
CO2-Emissionen	t CO2/ t So-Müll	1,280	1,280	1,280	1,280
	t CO2	7.168	4.869	3.968	2.433
Klärgas					
Klärgas Endenergieverbrauch	m³	8.300.000	9.300.000	10.100.000	9.900.000
CO2-Emissionsfaktor	MWh	54.000	61.066	65.953	64.647
CO2-Emissionen	kg CO2/ m³ Gas	1,962	1,962	1,962	1,321
	t CO2	16.285	18.247	19.816	13.078
Summe Entsorgung					
Endenergieverbrauch Bereich Entsorgung	MWh	558.500	418.466	426.682	417.000
CO2-Emissionen	t CO2	247.044	176.282	178.222	166.666

Tabelle 22: Motorisierter Individualverkehr in Nürnberg

Zusammenfassung MIV		1990	1996	2000	2004
Jährliche Fahrleistung		Einheit			
Binnenverkehr	Pkw	1.428.144.148	1.331.143.131	1.347.211.176	1.256.701.300
	Lkw	58.914.124	54.912.617	55.575.459	51.841.725
ZQD-Verkehr	Pkw	1.784.342.208	1.767.753.828	1.893.476.288	1.929.217.699
	Lkw	129.095.511	126.942.560	135.970.701	138.537.295
abzgl. VAG-Busse bei Lkw	Fahrzeug-km	-10.000.000	-10.000.000	-10.474.833	-10.693.584
Summe	Pkw	3.212.486.356	3.098.896.958	3.240.687.464	3.185.918.999
Summe	Lkw	178.009.635	171.855.176	181.071.327	179.685.436
CO2-Emissionen pro Jahr					
Binnenverkehr	Pkw	377.030	334.117	324.678	297.838
	Lkw	53.023	49.421	50.018	46.658
ZQD-Verkehr	Pkw	471.066	443.706	456.328	457.225
	Lkw	116.186	114.248	122.374	124.684
Summe	Pkw	848.096	777.823	781.006	755.063
Summe	Lkw	169.209	163.670	172.392	171.341
abzgl. VAG-Busse	t CO2	-17.818	-19.699	-18.136	-19.182
Summe Emissionen MIV (Pkw + Lkw)	t CO2	999.487	941.493	953.397	926.404

Tabelle 23: Verkehr der VAG

VAG-Verkehrsleistung		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	Pers-km / a	258.341.872	296.143.722	324.009.291	317.732.376
Strassenbahn	Pers-km / a	88.420.427	75.767.920	58.986.600	68.741.915
Linienbusse	Pers-km / a	124.598.641	137.751.793	131.423.659	138.997.538
Fahrleistung VAG gesamt	Pers.km Jahreswert	471.360.940	509.663.435	514.419.550	525.471.829

Entwicklung VAG-Verkehr		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	Pers-km / a	1,000	1,146	1,254	1,230
Strassenbahn	Pers-km / a	1,000	0,857	0,667	0,777
Linienbusse	Pers-km / a	1,000	1,106	1,055	1,116
VAG gesamt	Pers.km Jahreswert	1,000	1,081	1,091	1,115

Stromverbrauch für den Fahrbetrieb		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	MWh	43.853	52.296	54.617	59.223
Strassenbahn	MWh	16.793	14.764	15.443	17.042
Summe	MWh	60.646	67.060	70.060	76.265

CO2-Emissionen VAG-Verkehr		1990	1996	2000	2004
CO2-Emissionsfaktor					
U-Bahn	t CO2/MWh	0,604	0,648	0,594	0,5815
Strassenbahn	t CO2/MWh	0,604	0,648	0,594	0,582
Linienbusse	kg CO2/Pers-km	0,143	0,143	0,138	0,138

CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	t CO2/MWh	0,666	0,689	0,626	0,61
Strassenbahn	t CO2/MWh	0,666	0,689	0,626	0,610
Linienbusse	kg CO2/Pers-km	0,146	0,146	0,141	0,141

CO2-Emissionen		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	t CO2	26.487	33.888	32.442	34.438
Strassenbahn	t CO2	10.143	9.567	9.173	9.910
Linienbusse	t CO2	17.818	19.699	18.136	19.182

CO2-Emissionen VAG gesamt		1990	1996	2000	2004
	t CO2	54.448	63.153	59.752	63.530

CO2-Äquivalent-Emissionen		1990	1996	2000	2004
U-Bahn	t CO2	29.206	36.032	34.190	36.126
Strassenbahn	t CO2	11.184	10.172	9.667	10.396
Linienbusse	t CO2	18.191	20.112	18.531	19.599

CO2-Äquivalent-Emissionen VAG gesamt		1990	1996	2000	2004
	t CO2	58.582	66.316	62.388	66.120

Entwicklung der Emissionen aus dem VAG-Verkehr		1990	1996	2000	2004
CO2-Emissionen VAG gesamt	-	1,000	1,160	1,097	1,167
CO2-Äquivalent-Emissionen VAG gesamt	-	1,000	1,132	1,065	1,129

Quelle: Daten der VAG
Emissionsfaktoren Probas, UBA

Tabelle 24: Verkehrsleistung der DB Regio AG Mittelfranken

DB Regio Mittelfranken im Stadtgebiet Nürnberg -Verkehrsleistung pro Jahr - Hochrechnung

DB Regio: S-Bahn und Regionalzüge		1990	1996	2000	2004
Verkehrsleistung	Pers-km / a	233.000.000	252.000.000	254.000.000	260.000.000
CO2-Emissionsfaktor	kg CO2 / Pers-km	0,124	0,124	0,124	0,124
CO2-Äquivalent-Emissionsfaktor	kg CO2-äq / Pers-km	0,137	0,137	0,137	0,137
CO2-Emissionen	t CO2	28.892	31.248	31.496	32.240
CO2-Äquivalent-Emissionen	t CO2	31.921	34.524	34.798	35.620

Quelle: etz-Berechnung mit Daten der DB Regio Mittelfranken Emissionsfaktoren Probas, UBA

Tabelle 25: Flughafen Nürnberg

Flughafen Nürnberg			1990	1996	2000	2004
Daten	Flugverkehr	Einheit				
Flugbewegungen		Stück	71.740	78.836	86.704	71.818
davon	gewerblich	Stück	41.000	58.071	67.432	56.877
	nicht-gewerbl.	Stück	31.043	20.765	19.272	14.941
Fluggastaufkommen		Passagiere	1.472.226	2.243.000	3.158.000	3.653.569
Luftpostumschlag		t				548
Passagiere pro gewerbl. Flug			36	39	47	64
Entwicklung						
Flugbewegungen		Stück	1,00	1,10	1,21	1,00
davon	gewerblich	Stück	1,00	1,42	1,64	1,39
Fluggastaufkommen		Passagiere	1,00	1,52	2,15	2,48

Quelle: Geschäftsbericht Flughafen Nürnberg 2005 + Internetseite des Flughafens

Tabelle 26: Binnenschiffsverkehr im Nürnberger Hafen

Hafen Nürnberg			1990	1996	2000	2004
Daten Binnenschiffverkehrsverkehr	Einheit					
Güteraufkommen						
Schiff	t	1.111.582	1.123.265	1.095.549	583.613	
Bahn	t	1.142.257	923.235	1.313.680	1.683.588	
Lkw	t	4.316.653	5.100.000	6.878.700	7.523.037	
Gesamt	t	6.570.492	7.146.500	9.287.929	9.790.238	
Entwicklung						
Schiff	-	1,00	1,01	0,99	0,53	
Bahn	-	1,00	0,81	1,15	1,47	
Lkw	-	1,00	1,18	1,59	1,74	
Gesamt	-	1,00	1,09	1,41	1,49	
Anteil Schiff am Gesamtaufkommen		0,169	0,157	0,118	0,060	

Quelle: Internetseite von bayernhafen Nürnberg

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kommunale Basisdaten der Stadt Nürnberg	61
Tabelle 2: CO ₂ -Emissionsfaktoren	62
Tabelle 3: CO ₂ -Äquivalent-Emissionen	62
Tabelle 4: Gesamte CO ₂ -Emissionen	63
Tabelle 5: Gesamter Endenergieverbrauch	64
Tabelle 6: Witterungsbereinigung der temperaturabhängigen Verbrauchsdaten	65
Tabelle 7: Unterschiede bei den Faktoren zur Witterungsbereinigung	65
Tabelle 8: Strom	66
Tabelle 9: Gas	67
Tabelle 10: Fernwärme	68
Tabelle 11: Heizwerke mit Fernwärmeerzeugung	68
Tabelle 12: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 1990	69
Tabelle 13: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 1996	70
Tabelle 14: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2000	71
Tabelle 15: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2004	72
Tabelle 16: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth 2005	73
Tabelle 17: Individuelle Berechnung HKW Sandreuth für die Zukunft	74
Tabelle 18: Nah- und Prozesswärme aus KWK	75
Tabelle 19: Heizöl	76
Tabelle 20: Kohle	77
Tabelle 21: Entsorgung: Müllverbrennung, Sondermüll, Klärgas	78
Tabelle 22: Motorisierter Individualverkehr in Nürnberg	79
Tabelle 23: Verkehr der VAG	80
Tabelle 24: Verkehrsleistung der DB Regio AG Mittelfranken	81
Tabelle 25: Flughafen Nürnberg	82
Tabelle 26: Binnenschiffsverkehr im Nürnberger Hafen	83

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endenergieverbrauch nach Bereichen (witterungsbereinigt)	5
Abbildung 2: Zusammensetzung der witterungsbereinigten Gesamtemissionen	6
Abbildung 3: Übersicht des Endenergieverbrauches als Basis für die Berechnung der CO ₂ -Emissionen	11
Abbildung 4: Entwicklung des Stromverbrauchs	14
Abbildung 5: Entwicklung des Gasverbrauches (Absolutwerte ohne Witterungsbereinigung)	15
Abbildung 6: Strom - Endenergie & Emissionen	18
Abbildung 7: Entwicklung Gas - Endenergie & Emissionen	19
Abbildung 8: Veränderter Energieträgereinsatz im HKW Sandreuth	21
Abbildung 9: Fernwärmeerzeugung für Energiemix-Berechnung	22
Abbildung 10: CO ₂ -Emissionen aus Fernwärme über Energiemix-Berechnung	22
Abbildung 11: Emissionsreduktion durch GuD-Technologie	24
Abbildung 12: Entwicklung des CO ₂ -Emissionsfaktors unter Annahmen für 2005 und 2006	25
Abbildung 13: Nah- und Prozesswärme aus KWK	26
Abbildung 14: Prozesswärme	27
Abbildung 15: BHKW gemäß LfU-Listen	27
Abbildung 16: Heizöl- Endenergie & Emissionen	29
Abbildung 17: Kohleeinsatz im Gebäudebereich zur Heizwärmeerzeugung	30
Abbildung 18: Entsorgungsbereich: Müll, Sondermüll und Klärgasverwertung	31
Abbildung 19: Müllverbrennung in der MVA Nürnberg	32
Abbildung 20: Klärgasverwertung zur Wärme- und Stromgewinnung	33
Abbildung 21: Sondermüllverbrennung in Schwabach	33
Abbildung 22: Photovoltaik im Stadtgebiet Nürnberg	35
Abbildung 23: CO ₂ -Einsparung durch PV-Anlagen	36
Abbildung 24: Installierte Kollektorfläche für Solarthermie	37
Abbildung 25: CO ₂ -Einsparung durch Solarthermie	37
Abbildung 26: Wasserkraft im Nürnberger Stadtgebiet	38
Abbildung 27: CO ₂ -Einsparung durch Wasserkraft	39
Abbildung 28: CO ₂ -Einsparung durch erneuerbare Energien	39
Abbildung 29: Motorisierter Individualverkehr MIV	41

Abbildung 30: VAG-Verkehr: Verkehrsleistung & Emissionen	42
Abbildung 31: Verkehrsleistung der DB Regio AG Mittelfranken	43
Abbildung 32: Verkehrsleistung im Personenverkehr	44
Abbildung 33: Anteil des ÖPNV am gesamten Personenverkehr	44
Abbildung 34: Flugverkehr am Flughafen Nürnberg	46
Abbildung 35: Güterumschlag am bayernhafen Nürnberg	46
Abbildung 36: Heizwärmebedarf im Gebäudebestand	47
Abbildung 37: Gebäudebestand in Nürnberg	48
Abbildung 38: Wohnflächen- und Heizwärmebedarfsentwicklung	49
Abbildung 39: Wohnflächen- und Heizwärmebedarfsentwicklung	50
Abbildung 40: Endenergiebedarf im Wohnbereich	51
Abbildung 41: CO ₂ -Emissionen im Wohnbereich	52
Abbildung 42: Vergleich bei den Energieträgern Gas, Strom und Fernwärme für das Jahr 2000	55
Abbildung 43: Energiebereitstellung durch regenerative Energien	56
Abbildung 44: Erneuerbare Energien in Nürnberg und Erlangen	57
Abbildung 45: Vergleich der MIV-Nutzung	58
Abbildung 46: Vergleich der ÖPNV-Nutzung	58
Abbildung 47: Differenzierung des Energieverbrauches und der CO ₂ -Emissionen	59
Abbildung 48: Fiktives Beispiel einer differenzierten Erhebung	60

11 Abkürzungsverzeichnis

Abzgl.	Abzüglich
AG	Aktiengesellschaft
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -äq	CO ₂ -Äquivalent
DB	Deutsche Bahn
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EnEV	Energieeinsparverordnung
etz	Energie-Technologisches Zentrum
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWAG	Energie- und Wasserversorgung Aktiengesellschaft
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHD	Gewerbe – Handel – Dienstleistungen
GIH	Gewerbe – Industrie - Handel
GuD	Gas- und Dampfturbinentechnologie
HKW	Heizkraftwerk
H _o	oberer Heizwert
H _u	unterer Heizwert
IWU	Institut Wohnen Umwelt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Kfz	Kraftfahrzeug
LfU	Landesamt für Umwelt
Lkw	Lastkraftwagen
KSB	Klimaschutzbericht
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MAN	Maschinenfabrik Augsburg – Nürnberg
MB	Maul & Belser Medienverbund (heute Prinovis)
MVA	Müllverbrennungsanlage

Nbg	Nürnberg
N-E	N-ERGIE Aktiengesellschaft
NF	Nutzfläche
ÖPNV	öffentlicher Personen-Nahverkehr
PEV	Primärenergieverbrauch
Pkw	Personenkraftwagen
ProBas	prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente
PV	Photovoltaik
RW	Raumwärme
STA	Statistisches Jahrbuch der Stadt Nürnberg
VAG	Verkehrsaktiengesellschaft
WW	Warmwasser
ZQD	Ziel-, Quell-, Durchgangsverkehr
Zzgl.	Zuzüglich

12 Einheiten

kg	Kilogramm
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
Nm ³	Normkubikmeter
pkm	Personenkilometer
t	Tonne
t CO ₂	Tonnen CO ₂ -Emission
t CO ₂ -äq	Tonnen CO ₂ -Äquivalent-Emission
SKE	Steinkohleneinheit

13 Literatur und Datenquellen

Bayerisches Landesamt für Umwelt: Daten zu genehmigungsbedürftigen Anlagen, 1996, 2000 und 2004;

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie: Energiebilanz Bayern – Daten, Fakten, Tabellen; 2001;

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten, Tabelle 7: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen; 2006;

N-ERGIE Aktiengesellschaft: Geschäftsbericht 2005;

N-ERGIE Aktiengesellschaft: Umweltbericht 2005;

N-ERGIE Aktiengesellschaft: Aktualisierte Umwelterklärung 2005 für den Standort Heizkraftwerk Sandreuth, Nürnberg;

Stadt Nürnberg, Wirtschaftsreferat: Kenndaten für Investoren 2006;

Timpe / Brohmann / Bürger / Loose / Mohr: Kommunale Strategien zur Reduktion der CO₂-Emissionen am Beispiel der Stadt München; Öko-Institut e.V., November 2004, Freiburg;

Stadt Erlangen, Referat für Recht, Ordnung und Umweltschutz, Amt für Umweltschutz und Energiefragen (Hrsg.): Energie- und Klimaschutzbericht 2004 für den Sektor Energie in Erlangen; Januar 2006, Erlangen;

Stadt Nürnberg, Umweltreferat (Hrsg.): Klimaschutzbericht der Stadt Nürnberg 1999; Juli 1999, Nürnberg;

Stadt Nürnberg, Amt für Stadtforschung und Statistik: Statistisches Jahrbuch der Stadt Nürnberg 2005;

Stadt Nürnberg, Amt für Stadtforschung und Statistik: Wohnen und Leben in Nürnberg 1999;