Energie- und CO_2-Bilanz

der Stadt Offenbach am Main

Juli 2009

Dezernat II
Amt für Umwelt,
Energie und Mobilität

Verantwortlich

Heike Hollerbach	Amt für Umwelt, Energie und Mobilität
Sabine Swoboda	Amt für Umwelt, Energie und Mobilität
Dr. Anna-Christine Sander	Amt für Umwelt, Energie und Mobilität
Cora Weiffenbach	Amt für Umwelt, Energie und Mobilität

Projektgruppe

Stadtverwaltung

Susanne Schöllkopf	Amt für Stadtplanung und Baumanagement
Wolfram Schendel	Amt für Stadtplanung und Baumanagement
Joachim Bier-Kruse	Amt für Stadtplanung und Baumanagement
Holger Stephan	Amt für Stadtplanung und Baumanagement
Dietmar Stein	Wirtschaftsförderung und Liegenschaften

Stadtwerke und EVO

Christian Loose	ESO Offenbacher Dienstleistungsgesellschaft
Lutz Sierach	EVO Energieversorgung Offenbach AG
Thomas Brandherm	EVO Energieversorgung Offenbach AG
Ralph Döring	GBM Gebäudemanagement GmbH Offenbach
Axel Finger	GBM Gebäudemanagement GmbH Offenbach
Armin Niedenthal	GBO Gemeinnützige Baugesellschaft Offenbach mbH
Dirk Böttcher	GBO Gemeinnützige Baugesellschaft Offenbach mbH
Dr. Klaus-Michael Ahrend	LNO Lokale Nahverkehrsorganisation
Anja Georgi	LNO Lokale Nahverkehrsorganisation
Klaus Pormetter	LNO Qualitäts- und Beschwerdemanagement
Barbara Dymek	Stadtwerke Offenbach Holding

Externe Beratung und Bearbeitung von Teilprojekten

Andreas Grill	Architektur und Energie
Martin Kutschka	Energieagentur Rhein-Main
Udo Walter	Energieagentur Rhein-Main
Miguel Morcillo	Klimabündnis, Europäische Geschäftsstelle Frankfurt
Dr. Volker Blees	Verkehrslösungen, Darmstadt

Kurzzusammenfassung

Als Bestandteil der Erstellung eines Klimaschutzprogramms zur messbaren Reduzierung der CO_2-Emissionen in Offenbach erfolgt in dem vorliegenden Bericht die Bilanzierung der Energieverbräuche und der daraus resultierenden Emissionen an Kohlendioxid in folgenden Bereichen:

- Private Haushalte
- Wirtschaft: Gewerbe, Industrie und kommunale Einrichtungen
- Verkehr

Neben dieser sektoralen Betrachtung wurden die in städtischem Besitz befindlichen oder von der Stadtverwaltung genutzten Gebäude detaillierter betrachtet, indem eine Auswertung der gebäude- bzw. liegenschaftsbezogenen Energieverbräuche erfolgte.

Im zweiten Teil des Berichts werden bereits durchgeführte Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt Offenbach aufgelistet und, sofern möglich, durch quantitative Angaben über die erzielte Einsparung der CO_2-Emissionen ergänzt. In der Runde der beteiligten Projektpartner im Stadtkonzern wurde ein Sofortmaßnahmenkatalog erarbeitet, der einen Ausblick auf unmittelbar anstehende bzw. als wichtig erachtete kurz- bis mittelfristige Klimaschutzmaßnahmen gibt.

Die Bilanzierung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Klimabündnis mit Hilfe des Programms ECO_2-Region. Dabei wurde zum einen eine Startbilanz auf Grundlage von Einwohner- und Beschäftigungszahlen über die Jahre 1990-2006 errechnet und zum anderen eine Feinbilanz für die Jahre 2005 und 2006 erstellt, für die konkrete Energieverbrauchszahlen ausgewertet wurden. Für diese Feinbilanz wurden zusätzlich Offenbach-spezifische Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme berechnet.

Die wichtigsten Ergebnisse aller Sektoren außer Verkehr:

- Die Ergebnisse der Startbilanz zeigen eine langfristige Senkung des Kohlendioxidausstoßes um 16% seit 1990, analog zum bundesdeutschen Trend.
- Bei Betrachtung des **Energieverbrauchs** in Offenbach in 2005 und 2006 zeigt sich, dass die Gesamtmenge nahezu mit dem statistischen Erwartungswert – abgeleitet aus bundesdeutschen Durchschnittswerten - übereinstimmt (Vergleich zwischen der Start- und Feinbilanz).
- Die Berechnung der **Emissionsfaktoren** für in Offenbach erzeugte **Fernwärme** und **Strom** zeigen deutlich höhere Werte als der nationale Durchschnitt.
- Bei Betrachtung der **CO_2-Emissionen** wird deutlich, dass die höheren offenbach-spezifischen Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme die CO_2-Emissionen der Stadt Offenbach im Vergleich zur Berechnung mit nationalen Faktoren höher ausfallen lassen: Die Pro-Kopf-Emissionen sind um ca. 1,5 t CO_2 pro Einwohner/Jahr

auf 10,6 t in 2005 erhöht. In der Summe bedeutet dies eine Erhöhung um ca. 184.000 t CO_2/Jahr auf ca. 1,26 Mio t CO_2 im Jahr 2005.

- Die mengenmäßige Bedeutung der in Offenbach eingesetzten Energieträger sieht in absteigernder Reihenfolge wie folgt aus: 1.Gas, 2. Strom, 3. Fernwärme, 4. Heizöl.
- Der größte Anteil am Gasverbrauch haben die Sektoren Industrie und Haushalte, während der Sektor Gewerbe den Großteil Fernwärme verbraucht.

Wichtigste Ergebnisse im Sektor Verkehr:

- Im Sektor Verkehr zeigt die Feinbilanz deutlich niedrigere Energieverbrauchswerte als die Startbilanz (-9 bzw. -10%).
- Über 60 % der CO_2- Emissionen des Verkehrssektors entfallen auf den PKW-Verkehr, gefolgt von Nutzfahrzeugen und dem Flugverkehr.
- Die PKW- und LKW- Fahrleistung der Feinbilanz liegt deutlich unter den Werten der Startbilanz, während der öffentliche Nahverkehr eine höhere Fahrleistung anzeigt, was typisch für Großstädte ist.
- Der Vergleich zwischen der Berechnung nach dem Verursacherprinzip (in ECO_2-Region) und dem territorialen Ansatz (d.h. die Fahrleistung des motorisierten Straßenverkehrs innerhalb des Stadtgebiets Offenbach) zeigt ein nahezu übereinstimmendes Ergebnis.

Gebäudebilanz:

- Die größten Energieverbrauchergruppen unter den vom Stadtkonzern genutzten Liegenschaften sind Schulgebäude (26 Mio. kWh/Jahr) und das Klinikum Offenbach (ca. 35 Mio. kWh/Jahr)
- Sportanlagen zeigen eine sehr hohe Streuung der Energiekennwerte, was auf z.T. ineffiziente Energienutzung hindeutet.
- Die Identifikation einzelner Objekte mit hohen Energiekennwerten zeigt einen energetisch schlechten Zustand an, zum Beispiel nicht isolierte Werkstatthallen oder sanierungsbedürftige Kindertagesstätten.
- Das Rathaus ist der größte einzelne CO_2-Emittent unter den kommunalen Verwaltungsgebäuden Offenbachs.
- Der Erfolg von durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, wie das 2006 begonnene Programm der GBO, kann erst in den fortlaufenden Erhebungen dargestellt werden.

Fazit:

- Durch die Bilanzierung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen konnten bestimmte Strukturmerkmale in Offenbach dargestellt werden, an denen sich zukünftige Klimaschutzmaßnahmen orientieren sollen.

- Durch hohe Umwandlungsverluste bei der Produktion von Strom und einem niedrigen Wirkungsgrad des Müllheizkraftwerkes ergeben sich hohe Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme in Offenbach.
- Kommunale Energieerzeugungsanlagen haben direkten Einfluss auf die CO_2-Emissionen und zeigen in Offenbach deutlich ein Handlungspotenzial an.
- Auf Grundlage der Gebäudebilanz können Maßnahmen zum Energiesparen konkret abgeleitet werden, die ein hohes Einsparpotenzial haben.
- Durch die fortlaufende Bilanzierung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen soll die Einsparung durch Klimaschutzmaßnahmen sichtbar gemacht werden.
- Um die Selbstverpflichtung als Klimabündnismitglied zu erfüllen, muss Offenbach bis 2030 die jährlichen CO_2-Emissionen um 514.000 t CO_2 senken. Dies entspricht einer Reduzierung um 41% bezogen auf die Emissionen in 2005 (knapp 1,26 Mio. t CO_2).
- Im weiteren Verlauf der Klimaschutzarbeit und im Anschluss an den vorliegenden Bericht, wird ein partizipativer Maßnahmenkatalog erarbeitet, der mittel- und langfristige Maßnahmen zur Reduzierung von CO_2-Emissionen beschreibt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 10
2 Methodik der Energie- und CO_2-Bilanzierung 12
2.1 Definition und Ziele der CO_2-Bilanzierung 12
2.2 Entwicklung von CO_2-Bilanzen 12
2.3 Das Bilanzierungstool ECO_2-Region 13
2.4 Grundlagen der CO_2-Bilanzierung 14
2.4.1 Berechnung der Emissionen nach dem „Primärenergie-Prinzip“ 14
2.4.2 Sonstige für die Berechnung verwendete Faktoren 16
2.5 Methodik der Startbilanz 17
2.5.1 Berechnung der Emissionen im Sektor Haushalt 17
2.5.2 Berechnung der Emissionen nach Wirtschaftssektoren 17
2.5.3 Berechnung des Verkehrssektors in der Startbilanz 17
2.6 Methodik der Feinbilanz 18
2.6.1 Erhebung der Energieverbräuche 18
2.6.1.1 Leitungsgebundene Energieträger 18
2.6.1.2 Nicht-leitungsgebundene Energieträger 19
2.6.2 Aufteilung nach Sektoren im Bereich Gebäude/Infrastruktur 21
2.6.2.1 Haushalte 21
2.6.2.2 Wirtschaft 21
2.6.2.3 Kommunale Gebäude und Infrastruktur 22
2.6.3 Verkehrssektor 22
2.6.3.1 Bilanzierung im Tool ECO_2-Region 22
2.6.3.2 Emissionen des Straßenverkehrs nach dem Territorialprinzip 23
2.6.4 Berechnung lokaler Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme 24
2.6.5 Energie- und CO_2-Bilanz kommunaler Gebäude 26
3 Ergebnisse 29
3.1 CO_2- Startbilanz der Stadt Offenbach 29
3.1.1 CO_2-Gesamtemissionen der Stadt Offenbach 29
3.1.2 CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt 31
3.1.3 CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft 32
3.1.4 CO_2- Emissionen im Verkehrssektor 34
3.2 CO_2- Bilanz mit eigenen Daten - Feinbilanz 36
3.2.1 Gesamtenergieverbrauch und CO_2-Emissionen in Offenbach 36
3.2.2 Gesamtenergieverbrauch und CO_2-Emissionen nach Sektoren 39
3.2.3 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt 41
3.2.4 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft 43
3.2.5 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen der kommunalen Verwaltung und Infrastruktur 45
3.2.6 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Verkehr 47
3.2.6.1 Endenergieverbrauch nach Verkehrsarten 47
3.2.6.2 CO_2- Emissionen nach Verkehrsarten 49

3.2.6.3 Vergleich verursacherbezogener und territorialer Ansatz 50
3.3 CO_2- Bilanz kommunaler Gebäude der Stadt Offenbach 52
3.3.1 Objekte der GBM / Sonstige Gebäude gruppiert nach Objektart 52
3.3.2 CO_2-Emissionen und Energiekennwerte der einzelnen GBM-Liegenschaften 54
3.3.2.1 Altenheime, ESO 55
3.3.2.2 Friedhöfe, Feuerwehr 56
3.3.2.3 Kindertagesstätten..... 57
3.3.2.4 Kultur, Jugendzentren..... 58
3.3.2.5 Sportanlagen 59
3.3.2.6 Schulen 60
3.3.2.7 Sonstige Kommunale Einrichtungen 61
3.3.3 Wohngebäude der GBO.....62
4 Klimaschutzmaßnahmen in Offenbach.....66
4.1 Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Stadt Offenbach 66
4.2 Sofortmaßnahmenkatalog für die Stadt Offenbach 75
5 Schlussfolgerung 81
6 Zusammenfassung 83
6.1 Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen in allen Sektoren außer Verkehr.....84
6.2 Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Verkehr 86
6.3 CO_2- Bilanz kommunaler Gebäude 87
6.4 Klimaschutzmaßnahmen 87
7 Literaturverzeichnis.....89
8 Anhang 91
8.1 Beschlüsse zum Klimaschutz und zu erneuerbaren Energien der Stadt Offenbach 92
8.2 Datentabellen Startbilanz.....98
8.3 Datentabellen Feinbilanz 106

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: CO_2-Gesamtemissionen nach Energieträgern im Stadtgebiet von Offenbach 29
Abbildung 2: CO_2-Gesamtemissionen pro Einwohner nach Sektoren 30
Abbildung 3: CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt pro Einwohner 31
Abbildung 4: CO_2-Emissionen der Wirtschaft pro Beschäftigten nach Sektoren; (a) Sekundärer ..... und Tertiärer Sektor, (b) Primärer Sektor 32
Abbildung 5: CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft pro Beschäftigten nach Energieträgern 33
Abbildung 6: CO_2-Emissionen pro Einwohner nach Verkehrsarten 34
Abbildung 7: Endenergieverbrauch aller Sektoren 36
Abbildung 8: CO_2-Emissionen nach Energieträgern 38
Abbildung 9: Endenergieverbrauch in MWh pro Jahr in Offenbach nach Energieträgern 39
Abbildung 10: CO_2-Emissionen pro Kopf Einwohner nach Sektoren 40
Abbildung 11: Endenergieverbrauch der Haushalte in Offenbach 41
Abbildung 12: CO_2-Emissionen der Haushalte in Offenbach 42
Abbildung 13: Endenergieverbrauch der Wirtschaft (Industrie und Gewerbe) 43
Abbildung 14: CO_2-Emissionen der Wirtschaft (Industrie und Gewerbe) 44
Abbildung 15: Energieverbrauch kommunaler Gebäude und Infrastruktur 45
Abbildung 16: CO_2-Emissionen kommunaler Gebäude 46
Abbildung 17: Energieverbrauch des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträger 47
Abbildung 18: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträgern 49
Abbildung 19: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträgern 51
Abbildung 20: Energieverbrauch kommunaler Liegenschaften (GBM)summiert nach Objektarten . 52
Abbildung 21: Temperaturbereinigte Heizenergiekennwerte der GBM-Liegenschaften nach Objektart und GBO-Wohngebäude 53
Abbildung 22: CO_2-Emissionen der GBM-Liegenschaften nach Objektart summiert, GBO-Wohngebäude und Städtische Kliniken 54
Abbildung 23: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Altenheime und ESO-Liegenschaften 55
Abbildung 24: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Friedhöfe und Feuerwehr 56
Abbildung 25: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Kindertagesstätten (KITAs) 57
Abbildung 26: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Kultur- und Jugendeinrichtungen 58
Abbildung 27: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Sportanlagen. 59
Abbildung 28: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Schulen Teil I 60
Abbildung 29: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Schulen Teil II 60
Abbildung 30: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Verwaltungsgebäude und sonstige kommunale Einrichtungen 61
Abbildung 31: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil I) 62
Abbildung 32: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil II) 63
Abbildung 33: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil III) 63
Abbildung 34: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil IV) 64
Abbildung 35: CO_2-Absenkpfad für Offenbach am Main 81

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Bilanzierung auf zwei Ebenen: Start- und Feinbilanz 13
Tabelle 2: Nationale und lokale CO_2-Emissionsfaktoren für LCA-Energie in g CO_2/kWh 15
Tabelle 3: Verwendete Verkehrssituationen des HBEFA 24
Tabelle 4: Berechnete lokale CO_2 -Emissionsfaktoren für Offenbach 25
Tabelle 5: Fahrleistungen und CO_2-Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs in Offenbach . 50
Tabelle 6: Bisherige Maßnahmen mit Klimaschutzrelevanz im Bereich öffentliche Gebäude 67
Tabelle 7: Energierelevante Maßnahmen im Gebäudebestand der GBO 70
Tabelle 8: Bisherige Klimaschutzmaßnahmen sonstiger Organisationen im Stadtkonzern 73
Tabelle 9: Ausgewählte Sofortmaßnahmen der Stadt Offenbach im Bereich Klimaschutz 76
Tabelle 10: Projektgruppe 91
Tabelle 11: Einwohnerzahl der Stadt Offenbach 98
Tabelle 12: Anzahl der Beschäftigten in der Stadt Offenbach nach Wirtschaftszweigen 98
Tabelle 13: Fahrleistung Personenverkehr nach Fahrzeugkategorien in Mio Pkm/Jahr 99
Tabelle 14: Personenfernverkehr in Mio Pkm/Jahr 99
Tabelle 15: Straßengüterverkehr in Mio Fzkm/Jahr 99
Tabelle 16: Sonstiger Güterverkehr in Mio tkm/Jahr 99
Tabelle 17: Spezifischer Verbrauch Personenverkehr pro Fahrzeugkategorie in MJ/km 100
Tabelle 18: Spezifischer Verbrauch Personenfernverkehr in MJ/km 100
Tabelle 19: Spezifischer Verbrauch Straßengüterverkehr in MJ/km 100
Tabelle 20: Spezifischer Verbrauch sonstiger Güterverkehr in MJ/km 101
Tabelle 21: Energieverbrauch Verkehr in MWh /Jahr 101
Tabelle 22: CO_2-Emissionen Verkehr in t /Jahr 102
Tabelle 23: CO_2-Emissionen Verkehr in t /Jahr 102
Tabelle 24: Energieverbrauch Gebäude / Infrastruktur in MWh/Jahr 103
Tabelle 25: CO_2-Emissionen Gebäude / Infrastruktur in t/Jahr 103
Tabelle 26: CO_2-Emissionen Haushalte in t/Jahr 104
Tabelle 27: CO_2-Emissionen Wirtschaft in t/Jahr 104
Tabelle 28: CO2-Emissionsfaktoren für LCA Energie in gCO2/kWh 105
Tabelle 29: Gesamtenergieverbrauch in MWh/Jahr 106
Tabelle 30: Gesamt-CO_2-Emissionen in t/Jahr 106
Tabelle 31: Energieverbrauch nach Sektoren in MWh /Jahr 107
Tabelle 32: CO_2-Emissionen nach Sektoren in t/Jahr pro Einwohner 107
Tabelle 33: CO_2-Emissionen Haushalte in t/Jahr 108
Tabelle 34: CO_2-Emissionen Industrie und Gewerbe in t/Jahr 108
Tabelle 35: Energieverbrauch kommunaler Gebäude und Infrastruktur in MWh/Jahr 109
Tabelle 36: CO_2-Emissionen kommunaler Gebäude in t/Jahr 109
Tabelle 37: Energieverbrauch motorisierter Verkehr in MWh/Jahr 109
Tabelle 38: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs in t/Jahr 110

1 Einleitung

Mit Beschlussfassung vom 2.7.1997 hat sich die Stadt Offenbach am Main zum Beitritt in das Klima-Bündnis zum 1.1.1998 entschlossen und sich somit den Zielen des Bündnisses verpflichtet. Als Konsequenz der Klima-Bündnis-Verpflichtungen erfolgt nun die Erstellung eines Klimaschutzprogramms zur messbaren Reduzierung des CO_2-Ausstoßes, beschlossen von der Stadtverordnetenversammlung am 5.7.2006.

Die Klima-Bündnis-Ziele lauten:

- Reduktion CO_2-Emissionen um 10% alle 5 Jahre
- Halbierung Pro-Kopf / Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2030
- Langfristig: Verminderung der Treibhausgas-Emissionen auf 2,5 t CO_2- Äquiv./E/Jahr

Als Basisjahr für die Messung der Zielerreichung wird für Offenbach das Jahr 2005 angesetzt, da hierfür nun erstmals konkrete Daten erhoben wurden.

Die Bilanzierung der Energieverbräuche und der CO_2-Emissionen sowie ein Katalog von Sofortmaßnahmen zur Reduzierung von Emissionen in Offenbach am Main werden nunmehr vorgestellt. Im Anschluss daran wird ein integriertes Klimaschutzprogramm erarbeitet, das die Grundlage für die künftigen Klimaschutzaktivitäten darstellt und einen detaillierten Maßnahmenkatalog enthält. Zukünftig wird die CO_2-Bilanzierung fortgeschrieben und bereits umgesetzte Maßnahmen evaluiert.
In dem hier vorliegenden Bericht werden die Energieverbräuche und die CO_2-Emissionen in Offenbach in Zusammenarbeit mit dem Klimabündnis mit Hilfe der Software ECO_2-Region für 2005 und 2006 dargestellt. Diese Datengrundlage bildet die Voraussetzung für alle weiteren Aktivitäten der Stadt, systematisch und zielgerichtet Klimaschutz zu betreiben. Offenbach ist eine der Pilotkommunen bei der Erprobung und Etablierung des Bilanzierungstools, dessen Ziel es ist, zukünftig einen bundesweiten Vergleich zwischen Kommunen zu ermöglichen.

Die Darstellung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen von Offenbach erfolgt auf zwei Ebenen: Einer sogenannten „Startbilanz“ der Jahre 1990 bis 2006, deren Ergebnisse allein auf der Basis von Einwohner- und Beschäftigtenzahlen berechnet werden, sowie einer Bilanz für 2005 und 2006, die weitgehend auf selbst erhobenen Daten beruht und im Folgenden „Feinbilanz“ genannt wird. In der Bilanz werden die Daten nach den Hauptsektoren Private Haushalte, Wirtschaft – darunter der Teilbereich kommunale Einrichtungen - und Verkehr aufgeschlüsselt. Neben den im Bilanzierungstool vorgegebenen nationalen Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger wurden auch Offenbach-spezifische CO_2-Faktoren für Strom und Fernwärme berechnet, denen Rohstoffeinsatz und Energieproduktion der Energieversorgung Offenbach zugrunde liegen.

Einen weiteren Bestandteil der vorliegenden Bilanz bildet das Thema Klimaschutzsofortmaßnahmen. Neben einer Erhebung der bereits innerhalb des Stadtkonzerns durchgeführten Maßnahmen mit Relevanz für den Klimaschutz wurde in der begleitenden Projektgruppe (s.

Anhang Tabelle 10) ein Sofortmaßnahmenkatalog zur Reduzierung von CO_2-Emissionen erarbeitet.

Im Anhang werden die Tabellen zur Datendokumentation und eine Übersicht der Stadtverordnetenbeschlüsse mit Bezug zum Thema Klimaschutz und Erneuerbare Energien der Stadt Offenbach am Main aufgeführt.

2 Methodik der Energie- und CO_2-Bilanzierung

2.1 Definition und Ziele der CO_2-Bilanzierung

Die Bilanzierung der energiebedingten Kohlendioxid (CO_2)-Emissionen erfasst die gesamte Kommune (Haushalte, Gewerbe, Industrie, Verkehr). Hauptquelle für die Emission von Kohlendioxid ist die Verbrennung fossiler Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie.

Für die Bilanzierung werden nicht nur die direkten CO_2- Emissionen, sondern auch die zurechenbaren außerörtlichen Emissionen, insbesondere außerörtlicher Kraftwerke, deren Energie im Stadtgebiet verbraucht wird, mitberücksichtigt.

Ziel der kommunalen CO_2-Bilanzierung ist es, die auf EU- und nationaler Ebene vorgenommene Erhebung der Treibhausgase auf lokaler Ebene fortzusetzen und damit Referenzwerte für zukünftige CO_2-Minderungsprogramme zu schaffen. Diese Referenzwerte sind die Grundlage für die Festlegung von örtlich spezifischen Emissionsminderungszielen, für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen in den prioritären Handlungsfeldern und – nach Fortschreibung – zur Überprüfung der Zielerreichung. Im Zusammenhang mit konkreten Maßnahmenumsetzungen ist darüber hinaus eine maßnahmenbezogene Erfolgsbilanz sinnvoll.

2.2 Entwicklung von CO_2-Bilanzen

Mitte der neunziger Jahre erschienen die ersten CO_2-Bilanzen, wie beispielsweise die Energie- und CO_2-Bilanz der Stadt Frankfurt für die Jahre 1987, 1992 und 1995, die als Beispiel für viele andere Städte dienen sollte.
1993, drei Jahre nach Gründung des Klima-Bündnis, wurde vereinbart, dass die Mitgliedskommunen eine Inventarisierung der Treibhausgasemissionen in regelmäßigen Abständen durchführen und veröffentlichen sollen. Diese Bilanzen quantifizieren die in der Stadt generierten CO_2-Emissionen in den Bereichen Energie und Verkehr. In manchen Berichten wurden zudem die Treibhausgasemissionen von Abfall- und Kläranlagen berücksichtigt ([1], [14]). Die Bilanzierung der CO_2-Emissionen auf kommunaler Ebene ist der erste Schritt, um die Selbstverpflichtung als Klima-Bündnis-Mitgliedskommune zu erfüllen, die Pro-Kopf-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2030 zu halbieren [12].

Parallel zu dieser Entwicklung wurden Programme entwickelt, wie zum Beispiel GEMIS (1996 veröffentlicht, [15]) oder das Programm Umberto [11], welche die Berechnung der CO_2-Bilanzen erleichtern sollen. Mittlerweile haben viele deutsche Städte CO_2-Bilanzen erstellt, allerdings mit sehr unterschiedlichen Methoden, so dass die Ergebnisse schwer vergleichbar sind. Es bestehen grundlegende Unterschiede bei der Behandlung der Systemgrenzen, Emissionsfaktoren und Berechnungsmethoden. Deshalb entschied sich das Klima-Bündnis, eine Software entwickeln zu lassen, welche die Vereinbarungen des Klima-Bündnis' zur CO_2-Bilanzierung integriert, zudem auch von kleineren Kommunen mit geringeren Personalkapazitäten anwendbar ist, und das – da als Internet-Plattform angelegt – zentral gepflegt werden kann.

2.3 Das Bilanzierungstool ECO_2-Region

Das von der Schweizer Firma Ecospeed entwickelte ECO_2-Region [6] ist eine solche internetbasierte Plattform zur Bilanzierung von Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen von Regionen und seit 2005 offizielles CO_2-Bilanzierungstool der Klima-Bündnis-Kommunen in der Schweiz. Der Begriff „Regionen“ ist hierbei variabel und umfasst ein abgegrenztes administratives Gebiet, wie zum Beispiel Kommunen, Städte, Bundesländer und Nationen.

Bilanzierungsgrundlage ist die ECO_2-Datenbank. In ihr werden die notwendigen Monitoring- (1990-heute) und Szenariodaten (heute-2030) eingelesen. Die Bilanzen sind in die Bereiche Haushalte, Wirtschaft, Kommune und Verkehr unterteilt. Die Verwendung der Software bietet folgende Vorteile für die Kommunen:

- Reduzierung des zeitlichen und finanziellen Aufwandes zur Bilanzierung. Dies soll auch kleineren Kommunen die Durchführung ermöglichen.
- Möglichkeit zur regelmäßigen nachvollziehbaren Bilanzierung.
- Mehrere Personen können gemeinsam an der Bilanzerstellung arbeiten. Eine Projektübergabe kann mit geringem Aufwand erfolgen.
- Bilanzen aus vergangenen Jahren können, bei nachträglicher Verbesserung der Datenlage, mit geringem Aufwand verändert werden.
- Vergleichsmöglichkeiten über Bilanzen verschiedener Kommunen.

Durch die Berechnung von zwei Bilanzen – einer Start- und einer Feinbilanz – ermöglicht diese Software eine Bilanzierung auch bei unvollständiger Kenntnis der lokalen bzw. regionalen Daten durch das Zurückgreifen auf nationale Kenndaten. Dabei wird die CO_2-Startbilanz auf Basis der verfügbaren nationalen Kennzahlen [23] berechnet, während die Feinbilanzierung anhand stadteigener Daten erfolgt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bilanzierung auf zwei Ebenen: Start- und Feinbilanz

	Startbilanz	**Feinbilanz**
Bilanzzeitraum	1990-2006	2005 und 2006
Eingangsdaten OF	- Gemeldete **Einwohner** am Hauptwohnsitz - Sozialversicherungspflichtig **Beschäftige** nach Wirtschaftszweigen	- **Energieverbrauch**sdaten (Gas, Strom, Fernwärme, Öl,…) sowie z.B. - Zugelassene PKW und LKW - Treibstoffverbrauch OVB-Flotte
Emissions-faktoren	**nationale Faktoren** aus Bilanzierungstool ECO2-Region	- **nationale Faktoren** - **regionale Faktoren Strom und Fernwärme**
Bedeutung	Vergleichsgröße: *„So wäre die Bilanz Offenbachs, wenn es dem Bundesdurchschnitt entspräche“*	Vor Ort erhobene Daten: *„So sind die tatsächlichen Verhältnisse“* - mit nationalen Faktoren - mit offenbach-spezifischen Faktoren

Die Startbilanz berechnet die Emissionen der Stadt anhand des kommunalen Mengengerüsts (Einwohner und Beschäftigte nach Branchen, s. Tabelle 11 u. Tabelle 12). Als Basis der Berechnung werden die durchschnittlichen Energieverbrauchszahlen der verschiedenen Wirtschaftssektoren, der Haushalte sowie der Verkehrsleistung und des Kraftstoffverbrauchs der verschiedenen Verkehrsmittel herangezogen [21].

Die Feinbilanz ist die Kalibrierung mit den stadteigenen Daten. Es werden die lokal verfügbaren Energieverbrauchsdaten, die Fahrleistung der verschiedenen Verkehrsarten sowie lokal berechenbare CO_2-Emissionsfaktoren eingesetzt, so dass der tatsächliche Energieverbrauch der Kommune besser dargestellt wird. Nur in den Fällen, bei denen der Stadt keine konkreten Daten vorliegen, bleiben die Daten der Startbilanz bei der Berechung der Feinbilanz erhalten.

Die deutsche Testphase von ECO_2-Region

Gemeinsam von Klima-Bündnis und dem European Energy Award beauftragt, entwickelte die Firma Ecospeed die ECO_2-Region^{Smart} Version für Deutschland. In der Testphase (November 2007 – Juni 2008) wurden unter 30 Kommunen aller Größenordnungen 13 Pilotkommunen ausgewählt, die die Software testen sollten: Bielefeld, Bonn, Frankfurt am Main, Hannover, Kaiserslautern, Köln, Mainz, Oberhausen, Offenbach, Schrobenhausen, Stuttgart, Traunstein und Wuppertal.

2.4 Grundlagen der CO_2-Bilanzierung

Die Entwicklung der Klima-Bündnis-Methodik für die Berechnung der CO_2-Bilanz ist das Resultat der Arbeitsgruppe „CO_2-Bilanzierung im Klima-Bündnis“, der Erfahrungswerte der Firma Ecospeed bei der Berechnung von CO_2-Bilanzen von Städten in der Schweiz sowie den Erfahrungen der Pilotstädte. Die Methodik basiert auf der Bilanzierung des durch das Territorium verursachten Energieverbrauchs.

2.4.1 Berechnung der Emissionen nach dem „Primärenergie-Prinzip“

Die CO_2-Emissionen der Start- und Feinbilanz werden nach dem „Primärenergie-Prinzip“ berechnet, d.h. es werden alle fossilen Vorkettenanteile, unabhängig davon, wo sie geografisch anfallen, bilanziert und dem Endenergieverbrauch der entsprechenden Energieträger zugerechnet. Hierdurch wird der Energieträger Strom bei der Emissionsberechnung der Primärenergie mit den Emissionen von den verwendeten fossilen Brennstoffen bei der Stromerzeugung (Öl, Kohle, Gas) belastet. Für die Berechnung der Primärenergie werden zwei grundlegende Parameter verwendet, die Life Cycle Assessment-Parameter (LCA)[1] und die CO_2-Emissionsparameter nach Energieträgern.

[1] systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges

LCA-Faktoren

Die LCA-Faktoren sind Energieträger-spezifische Konversionsfaktoren, mit deren Hilfe die Endenergieverbrauchsdaten der Stadt in Primärenergiedaten umgerechnet werden. Die von der Software ECO_2-Region verwendeten LCA-Faktoren für die einzelnen Energieträger können in der Demoversion eingesehen werden[2]. [6]

CO_2-Emissionsfaktoren

Die CO_2-Emissionsfaktoren geben an, wie viel CO_2 bei der Erzeugung einer Energie-Einheit entsteht und sind die Grundlage für die Berechnung der CO_2-Emissionen aus dem kommunalen Energieverbrauch. Bei der Berechnung der Startbilanz werden die nationalen CO_2-Emissionsfaktoren für Strom, Fernwärme und die weiteren Energieträger verwendet [s. Tabelle 2]. Bei der Feinbilanz werden darüber hinaus lokal-spezifische CO_2-Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme verwendet, die der konkreten Energieerzeugungsstruktur im Stadtgebiet Rechnung tragen. (Erläuterung s. Kapitel 2.6.4)

Tabelle 2: Nationale und lokale CO_2-Emissionsfaktoren für LCA-Energie in g CO_2/kWh

	Nationale Emissionsfaktoren der Startbilanz[3]		**Lokale Emissionsfaktoren der Feinbilanz**	
Energieträger	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**
Strom	568	573	781	799
Heizöl	320	320		
Benzin	302	302		
Diesel	292	292		
Kerosin	284	284		
Erdgas	228	228		
Fernwärme	248	248	369	374
Holz	24	24		
Kohle	371	371		
Umweltwärme	164	164		
Sonnenkollektoren	25	25		
Biogase	15	15		
Abfall	250	250		
Pflanzenöl	36	36		
Biodiesel	87	87		
Braunkohle	438	438		
Steinkohle	365	365		

Die lokal berechneten Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme liegen deutlich über den nationalen Emissionsfaktoren, wodurch die entsprechenden CO_2-Emissionen des Strom- und Fernwärmeverbrauchs höher ausfallen (Tabelle 2).

[2] Zugang Demoversion mit Benutzername: smartdemo / Passwort: smartdemo über www.ecospeed.ch
[3] Nationale Faktoren zum Stand 02/2009

Betrachtet man die unterschiedlichen Emissionsfaktoren der Energieträger, wird erkennbar, dass Strom den höchsten CO_2-Emissionsfaktor besitzt, bedingt durch den hohen Energieverbrauch bei der Stromerzeugung durch Umwandlungsverluste. Erneuerbare Energien wie Holz, Sonnenenergie, Biogase, Pflanzenöl und Biodiesel weisen sehr geringe CO_2-Emissionsfaktoren auf, sind aber aufgrund der Berücksichtigung der Vorkette (Primärenergiefaktor) nicht absolut CO_2-emissionsfrei.
Die Wahl des Energieträgers und deren spezifische lokale Emissionsfaktoren haben also erhebliche Auswirkungen auf die CO_2-Bilanz.

2.4.2 Sonstige für die Berechnung verwendete Faktoren

Witterungsbereinigung
Der Heizenergieverbrauch ist wesentlich von den Außentemperaturen in der Heizperiode abhängig. Um den Verbrauch unterschiedlicher Jahre miteinander vergleichen zu können, muss also die jeweilige Witterung berücksichtigt werden. Dies erfolgt über Klimakorrekturfaktoren, mit denen der unbereinigte Anteil des Wärmeverbrauchs, der witterungsabhängig ist (= Heizenergieverbrauch), multipliziert wird. Für jeden Heiztag wird die Differenz zwischen der mittleren Außenlufttemperatur und einer mittleren Raumtemperatur ermittelt. Man erhält damit die sogenannte Gradtagszahl für einen bestimmten Zeitraum. Heiztage sind Tage, an denen die Heizgrenztemperatur unterschritten wird [20].
Die Witterungsbereinigung wird nur bei der Berechnung der Gebäudebilanzen der Stadt Offenbach (Kapitel 3.3) verwendet.

Spezifischer Verbrauch pro Fahrzeug
Die CO_2-Emissionen im Transportsektor werden anhand des spezifischen Energieverbrauchs der Fahrzeuge berechnet [s. Tabelle 18, Tabelle 19 und Tabelle 20]. Hier wird der unterschiedliche Verbrauch verschiedener Fahrzeuge nach Energieträgern dargestellt.

Spezifische CO_2-Emissionen nach Energieträger
Um in den unterschiedlichen Verkehrskategorien die CO_2-Emissionen des Treibstoffverbrauchs zu bilanzieren, benutzt das Programm ECO_2-Region den bundeseinheitlichen Treibstoff-Mix. Zur Ermittlung der Emissionen des Strom-Mix und des Fernwärme-Mix werden analog zum Treibstoff-Mix deutsche Vorgaben in ECO_2-Region genutzt. Für die Berechnung der Feinbilanz werden für Offenbach spezifische Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme berechnet (Kapitel 2.6.4).

2.5 Methodik der Startbilanz

2.5.1 Berechnung der Emissionen im Sektor Haushalt

Die Berechnung der Emissionen der Haushalte nach Einwohnerzahlen erfolgt mit den durchschnittlichen Energieverbrauchszahlen der Energieträger unter Verwendung der Daten des Statistischen Bundesamts und der AG Energiebilanzen [20], [3]. Diese Werte sind im Bilanzierungstool ECO_2-Region für jedes Jahr hinterlegt.
Bei der Berechnung der CO_2-Emissionen in diesem Sektor wird – ebenso wie beim Sektor Wirtschaft – der nationale Energie-, Strom- und Fernwärme-Mix verwendet.

2.5.2 Berechnung der Emissionen nach Wirtschaftssektoren

Das ECO_2-Tool unterteilt die Emissionen der Wirtschaft in drei Sektoren: Primärer Wirtschaftssektor (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Bergbau), Sekundärer Wirtschaftssektor (verarbeitendes Gewerbe) und Tertiärer Wirtschaftssektor (Dienstleistungen).
Die Emissionen im Sektor Wirtschaft werden bei der Startbilanz durch Multiplikation der Anzahl der Beschäftigten im Stadtgebiet von Offenbach mit dem Energieverbrauch pro Energieträger pro Beschäftigtem der verschiedenen Wirtschaftszweige nach nationalen Kennzahlen [3] berechnet.

2.5.3 Berechnung des Verkehrssektors in der Startbilanz

Die Fahrleistung des Personen- und Güterverkehrs wird in vier Kategorien aufgeteilt:

- Der Personenverkehr (Straßen- und Schienennahverkehr), der die Fahrleistung der folgenden Fahrzeuge in der Einheit Personenkilometer darstellt: Motorräder, Personenwagen, Bus-Linienverkehr, Straßenbahn / U-Bahn und Regionalbahn / S-Bahn [s. Tabelle 13].
- Der Personenfernverkehr (Schienenfernverkehr und Flugverkehr), der durch die durchschnittlichen Personenkilometer pro Einwohner berechnet wurde [Tabelle 14].
- Der Straßengüterverkehr, der die Transportleistung von Nutzfahrzeugen in der Einheit Fahrzeugkilometer berechnet [s. Tabelle 15].
- Der übrige Güterverkehr, der die Transportleistung von Schienen- und Schiffsgüterverkehr in Tonnekilometern darstellt [s. Tabelle 16].

Alle diese Fahrleistungen werden nach dem Verursacher-Prinzip berechnet, bezogen auf die Einwohner- und Beschäftigtenzahl in Offenbach. Bei der Berechnung der Emissionen im Verkehrsbereich werden der nationale Treibstoff-Mix und der spezifische Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge verwendet.

2.6 Methodik der Feinbilanz

Zur Erstellung der sog. „Feinbilanz“ werden - soweit verfügbar - konkrete Energieverbrauchs- bzw. Fahrleistungsdaten und spezifische Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme für das Stadtgebiet Offenbach verwendet. Nur bei denjenigen Energieverbrauchsgruppen, für die keine lokalen Daten oder lokal-spezifische Schätzgrößen vorhanden sind, werden die Energieverbräuche und CO_2-Emissionen der Startbilanz verwendet. Dies ist bei der Darstellung des Personenfernverkehrs (Schienenfernverkehr und Flugverkehr) der Fall.

2.6.1 Erhebung der Energieverbräuche

2.6.1.1 Leitungsgebundene Energieträger

Die Endenergieverbräuche leitungsgebundener Energieträger – Strom, Erdgas, Fernwärme – sind aufgrund ihrer vergleichsweise zuverlässigen Erfassbarkeit eine wichtige Säule kommunaler CO_2-Bilanzen. Die Datenbereitstellung erfolgte in erster Linie durch die Energieversorgung Offenbach AG (EVO) bzw. den Netzbetreiber 24/7-Netze GmbH bzgl. der durchgeleiteten Strommengen[4]. Eine Sonderstellung nimmt der Industriepark AllessaChemie GmbH in Offenbach ein, der sowohl Erdgas als auch Strom nicht über das lokale Verteilnetz sondern über exklusive Netzkoppelpunkte erhält[5], und daher nicht in der EVO-Bilanz enthalten ist. Die AllessaChemie GmbH betreibt ein eigenes Erdgas-betriebenes Heizwerk und nimmt aufgrund der Leistungsgröße am Treibhausgas-Emissionshandel teil; sie tritt auf dem Gelände des Industrieparks quasi als Energieversorger für die dort ansässigen Firmen auf. Die Energieabsatzmengen von Strom und Erdgas im Industriepark wurden dem Umweltbericht des Unternehmens entnommen [2].

Eine weitere, den EVO-Daten hinzugerechnete Energiemenge ist der außerhalb Offenbachs anfallende Stromverbrauch der Trinkwasserpumpen des Zweckverbandes Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach (s. Kapitel 2.6.2.3).

Die Berücksichtigung des Anteils Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung erfolgt in dieser Bilanz auf zweierlei Weise und hängt eng mit der Methodik der Berechnung des lokalen CO_2-Emissionsfaktors für Strom zusammen (s. Kapitel 2.6.4):

1. Bezogen auf den Anteil der im Stadtgebiet erzeugten Strommenge wird die Einspeisung von Strom aus Photovoltaikanlagen (PV) entsprechend den Angaben der EVO im Rahmen des lokalen CO_2-Faktors für Strom berücksichtigt. Ende 2006 gab es laut EVO 40 PV-Anlagen in Offenbach, die insgesamt 88.000 kWh Strom ins öffentliche Netz eingespeist haben, was 0,01% des Stromverbrauchs in Offenbach entspricht. Die Stromeinspeisung aus Blockheizkraftwerken (BHKW) nach dem

[4] Als durchgeleiteter Strom wird hier der Stromabsatz bezeichnet, der von externen Stromanbietern an Endkunden in Offenbach verkauft wird.

[5] Exklusiver Gasausspeisepunkt in der Mühlheimer Straße, betrieben durch die NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH. Laut Geschäftsbericht der EVO AG [8], S. 22 erfolgt die Stromversorgung des Industrieparks seit Mai 2007 über das Netz der EVO.

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde nicht berücksichtigt, da keine Angaben über die verwendeten Energieträger vorliegen.

2. Bezüglich der in Offenbach verbrauchten Strommenge, die nicht aus lokalen Energieerzeugungsanlagen stammt (= Stromverbrauch gesamt minus Erzeugung im Stadtgebiet), ist der darin enthaltene Anteil aus erneuerbaren Energien bereits im nationalen CO_2-Faktor für Strom enthalten.

2.6.1.2 Nicht-leitungsgebundene Energieträger

Die Erfassung nicht-leitungsgebundener Energieträger gestaltet sich im Vergleich zu den leitungsgebundenen Energien deutlich schwieriger und ist mit großen Unsicherheiten verbunden, da der Verbrauch nicht zentral erfasst wird und es sich in der Regel um Schätzgrößen handelt.
Den mengenmäßig bedeutendsten, nichtleitungsgebundenen Energieträger stellt nach wie vor Heizöl dar, weshalb diesem das größte Augenmerk bei der Ermittlung der Verbrauchswerte geschenkt wird. Weitere nichtleitungsgebundene Energieträger sind z.B. Holz, Kohle, Solarthermie, Biodiesel etc., die aber aufgrund der nach wie vor geringen Bedeutung nur als Gesamtgruppe „Holz, Kohle, Sonstige“ prozentual geschätzt werden.

Die verwendete Methode zur Ermittlung des Heizölverbrauchs in Offenbach beruht auf folgendem Prinzip:
Zunächst wird der theoretische gesamte (Wärme-) Energiebedarf für die Sektoren Haushalte und Wirtschaft ermittelt, um im zweiten Schritt durch Abzug der bekannten Verbrauchswerte leitungsgebundener Energieträger (Anteil Gas/ Fernwärme/ Strom an Heizung und Warmwasser) sowie einem geschätzten Anteil von Holz, Kohle und Sonstige (z.B. Solarthermie, Geothermie) den verbleibenden, auf Heizöl entfallenden Anteil der Energiebedarfsdeckung zu berechnen.

Energiebedarf private Haushalte

Zur Ermittlung des theoretischen Gesamt-Endenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser wurde die Wohnfläche Offenbachs (4.247.015 m² in 2005 und 4.284.751 m² in 2006) als Eingangswert verwendet [18]. Darauf aufbauend lässt sich anhand von Kennwerten und statistischen Durchschnittszahlen der Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser abschätzen. Die Eingangsparameter/ Bearbeitungsschritte sind:

- Aufteilung der gesamten Wohnfläche auf verschiedene Gebäudetypen (z.B. Ein- und Mehrfamilienhäuser) und Baualtersklassen, basierend auf Zahlen zum Gebäudebestand in Hessen des Institut Wohnen und Umwelt (IWU) und Statistiken der Energieagentur Rhein-Main
- typische Energiebedarfskennwerte für Raumwärme je Gebäudetyp und Baualter (Quelle: IWU, Energieagentur Rhein-Main)

- die Anzahl der Einwohner zur Abschätzung des Warmwasserbedarfs
- Gradtagszahlen (Quelle: IWU, DWD) und durchschnittliche Wirkungsgrade von Warmwasser- und Heizungsanlagen

Wie oben erwähnt, werden von dem so ermittelten Gesamt-Wärmeenergiebedarf die Mengen an Gas, Fernwärme und Wärmestrom sowie der für Haushalte geschätzte Anteil von 2,1 % [7] sonstiger Energieträger (Holz, Kohle u.a.) abgezogen, um so den durch Heizöl abgedeckten Energiebedarf zu ermitteln.

Energiebedarf Sektor Wirtschaft

Zur Ermittlung des Energiebedarfs der Wirtschaft werden als Offenbach-spezifische Eingangsgröße die Beschäftigtenzahlen je Sektor verwendet. Zunächst wird der Raumwärmebedarf berechnet und als zweiter Schritt der Verbrauch an Prozessenergie abgeleitet. Die Berechnungsschritte sind folgende:

- Ermittlung der Energiebezugsflächen über einen Personen-/Flächenindex für die Verbrauchssegmente "öffentliche und private Dienstleistung" und "Handwerk, produzierendes Gewerbe, Industrie" [17]
- typische spezifische Verbrauchskennwerte der Energiebezugsflächen (in kWh/m²/Jahr) [13],
- mittlerer Heizungswirkungsgrad
- Kennzahlen zur prozentualen Verteilung von Energieanwendungsarten, d.h. Verhältnis Raumwärmeenergie zu Prozessenergie (gemittelte statistische Daten nach Prognos und Forschungszentrum Jülich [13], [17])

Analog zum Sektor Haushalte werden von dem ermittelten Gesamtenergiebedarf die Mengen leitungsgebundener Energieträger sowie ein geschätzter Anteil von 1 % sonstiger Energieträger (Holz, Kohle u.a., abgeleitet aus [13] und [17]) abgezogen, um so den durch Heizöl abgedeckten Energiebedarf zu ermitteln. Für den Teilsektor Industrie (verarbeitendes Gewerbe ab 20 Mitarbeiter) werden die Daten des Statistischen Landesamtes Hessen übernommen, so dass der gesamte restliche Energieverbrauch dem Teilsektor Handel/Dienstleistungen zugeordnet wird.

Schornsteinfegerlisten

Als ergänzender, zweiter methodischer Ansatz wurden die Kundenlisten von in Offenbach tätigen Schornsteinfegern ausgewertet. Ausgehend von den Angaben zu installierten Brenner- und Wärmetauscherleistungen der Ölheizungen lässt sich über angenommene Vollbenutzungsstunden der Heizölverbrauch grob abschätzen.

Rechnerische Annäherung beider Methoden

Beide methodischen Verfahren wurden durch Modulation der unsicheren Parameter (Anteil Holz/Kohle, Vollbenutzungsstunden, Wirkungsgrad der Heizanlagen etc.) im Rahmen anerkannter Normen (z.B. VDI 2067 und DIN 4108) und Statistiken so gegeneinander angenähert, dass ein plausibles Endergebnis für den durch Heizöl gedeckten Energieverbrauch entsteht.

Im Zuge des Aufbaus einer einheitlichen Datenerfassung der Schornsteinfeger zu Einzelfeuerstätten wird es bzgl. Holz, Kohle u.a. Festbrennstoffe zukünftig evt. eine bessere Datenlage zur Abschätzung der Anzahl von Feuerungsanlagen geben. Insgesamt wird der Anteil nicht-leitungsgebundenen Energieträger aber immer eine unscharfe Größe bleiben, die im Wesentlichen von der Güte regionaler/überregionaler Expertenschätzungen und Statistiken abhängt.

2.6.2 Aufteilung nach Sektoren im Bereich Gebäude/Infrastruktur

Die Aufteilung des gesamtstädtischen gebäude-/anlagenbezogenen Energieverbrauchs (also alles außer dem Verkehrssektor) auf die Sektoren Haushalte und Wirtschaft beruht wesentlich auf den Angaben der EVO und des Statistischen Landesamtes Hessen. Das Segment „Kommunale Gebäude und Infrastruktur“ bildet eine Teilmenge des Dienstleistungssektors.

2.6.2.1 Haushalte

Die Energieabsatzstatistik der EVO weist das Tarifsegment Haushalte separat aus. Die dort angegebenen Energiemengen für Strom, Fernwärme und Erdgas liegen auch dieser Bilanz zugrunde. Nach Auskunft der EVO gibt es bzgl. des Energieverbrauchs der Haushalte eine nicht näher zu beziffernde, fließende Grenze zum Verbrauchssektor des Kleingewerbes aufgrund häufiger und z.T. wechselnder Mischnutzungen von z.B. Wohnungen, Büros, Arztpraxen.

2.6.2.2 Wirtschaft

Die Aufteilung der Energieverbrauchsmengen der Wirtschaft auf die Sektoren 1) Land- u. Forstwirtschaft/ Fischerei/ Bergbau (Primärer Sektor), 2) verarbeitendes Gewerbe (Sekundärer Sektor) und 3) Dienstleistungen (Tertiärer Sektor) kann nicht genau entsprechend der Startbilanz vorgenommen werden, weil das an der Tarifstruktur orientierte Abrechnungswesen der EVO eine solche sektorale Einteilung nicht zulässt. Aus diesem Grund stellen die Daten des Statistischen Landesamtes Hessen zum Energieverbrauch im Segment „verarbeitendes Gewerbe ab 20 Mitarbeiter“ (= Industrie) die einzige zuverlässige Quelle zur Differenzierung der Wirtschaft dar [21]. Dies hat zur Folge, dass der gesamte gebäude-/anlagenbezogene Energieverbrauch, der weder dem Haushalts- noch dem industriellen Sektor zuzurechnen ist, dem Sektor „Handel/Gewerbe“ zugeschrieben werden muss. In diesem wird also auch das verarbeitende Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und der Sektor Land- u. Forstwirtschaft/ Fischerei/Bergbau erfasst. Da letzterer, wie aus der Startbilanz bzw. den Beschäftigtenzahlen ersichtlich, nur einen minimalen Anteil am Wirtschaftsgeschehen in Offenbach hat, ist diese Verschiebung vernachlässigbar. In der Feinbilanz wird der Sektor Wirtschaft folglich in Industrie, Handel & Gewerbe und Dienstleistung unterteilt.

2.6.2.3 Kommunale Gebäude und Infrastruktur

Die Berechnung der Emissionen der kommunalen Einrichtungen und der Infrastruktur wird nur im Rahmen der Feinbilanz durchgeführt, wofür verschiedene Energieverbrauchs-Datensätze verwendet werden:

- Kommunale Gebäude (Gebäude, die auch in der Gebäudebilanz berücksichtigt werden, s. Kapitel 2.6.5.)
- Straßenbeleuchtung
- Kommunale Wasserversorgung (Stromverbrauch der Wasserpumpen des Zweckverbandes Wasserversorgung Stadt und Kreis Offenbach, anteilig zur verbrauchten Wassermenge im Stadtgebiet Offenbach)
- Hochwasserpumpen
- Fernwärmepumpen
- Mobilfunkantennen auf ehem. Schlackedeponie
- Infrastruktur der Abfallwirtschaft (Wertstoffsortieranlage ESO)

2.6.3 Verkehrssektor

2.6.3.1 Bilanzierung im Tool ECO_2-Region

Für die Berechnung der Emissionen und des Energieverbrauchs im Verkehrssektor wurden in der Feinbilanz folgende Daten verwendet:

Motorisierter Straßenverkehr (außer Linienbusse):
Als Eingangsgröße werden die Zulassungszahlen von Motorrädern, PKW und Nutzfahrzeugen in Offenbach verwendet. Da das Bilanzierungstool mit Emissionen pro Personen- bzw. Fahrzeugkilometern (Straßengüterverkehr) rechnet, wurden die Fahrzeugzahlen mit den durchschnittlichen nationalen Fahrleistungen pro Fahrzeug sowie ggf. dem Besetzungsgrad (PKW) multipliziert.

Buslinienverkehr:
Die Fahrleistung des Buslinienverkehrs wurde mit den Angaben der Lokalen Nahverkehrsorganisation Offenbach berechnet. Als Datengrundlage stand der absolute Treibstoffverbrauch der in Offenbach eingesetzten Linienbusse bezogen auf das Stadtgebiet zur Verfügung.

Schiffsgüterverkehr:
Die Fahrleistung des Schiffsgüterverkehrs in der Einheit Tonnenkilometer wurde mit den Angaben der Hafenverwaltung der Stadt Offenbach berechnet.

Schienennahverkehr / S-Bahn und Schienengüterverkehr:
Grundlage für die Berechnung sind Angaben zum Energieverbrauch von Nah- und Güterschienenverkehr der Deutschen Bahn AG bezogen auf das Offenbacher Stadtgebiet, also mit territorialem Bezug [5]. Die Daten stammen aus einem GIS-basierten System des Umweltzentrums der Deutschen Bahn AG, in dem der Energieverbrauch (Strom und Diesel) der laut Fahrplandaten verkehrenden Züge bezogen auf definierte Streckenabschnitte

hinterlegt ist. Diese Streckenabschnitte wurden anschließend entsprechend ihrer Auslastung und der tatsächlichen Lage im Stadtgebiet gewichtet. Zur Eingabe ins Bilanzierungstool wurden die ermittelten konkreten Energieverbräuche auf Personen- bzw. Tonnenkilometer umgerechnet.

Personenfernverkehr:
Für die Betrachtung der Emissionen des Flugverkehrs und des Schienenfernverkehrs wurde auch in der Feinbilanz die auf nationalen Daten basierende Berechnung der Startbilanz zu Grunde gelegt.

2.6.3.2 Emissionen des Straßenverkehrs nach dem Territorialprinzip

Parallel zum Bilanzierungsansatz in ECO2-Region, in dem die Emissionen des Straßenverkehrs nach dem Verursacherprinzip dargestellt werden, wurde für Offenbach eine Bilanz für den Straßenverkehr nach dem Territorialprinzip erstellt.

Zur Ermittlung der lokalen CO_2-Emissionen des Straßenverkehrs wurden die Fahrleistungen aus dem städtischen Verkehrsmodell (Programm VISUM) mit den Emissionsfaktoren des „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1“ (UBA 2004) [24] verrechnet.

Die Eingangsdaten für das städtische Verkehrsmodell liefert die Verkehrsdatenbasis Rhein-Main (VDRM), das regionale Verkehrsmodell für das Gebiet des Planungsverbandes Frankfurt Rhein-Main [22]. Zur Berechnung des VDRM werden zahlreiche Datengrundlagen verwendet: Im Wesentlichen handelt es sich dabei um sog. Struktur- und Netzdaten sowie Daten zum Verkehrsverhalten. Strukturdaten sind z.B. Einwohner- und Beschäftigtenzahlen sowie die sich daraus ergebenden Pendlerströme; die Netzdaten bilden das Verkehrsangebot, d.h. das Straßennetz und den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), ab und die Verhaltensdaten geben u.a. Aufschluss über die Nutzungsintensität und -verteilung verschiedener Verkehrsträger (modal split). Als weiterer Baustein dieser Datenbasis dienen Verkehrszählungen zur Kalibrierung des theoretischen Modells. Die im Jahr 2008 verfügbare Datenbasis beruht auf dem Analysefall 2002.

Im Verkehrsmodell der Stadt Offenbach werden die Daten des VDRM auf das örtliche Netz umgelegt, d.h. mengenmäßig auf das städtische Straßennetz verteilt. Dem vorliegenden Bericht liegt die Umlegungsberechnung des Jahres 2005 zugrunde.

Von den insgesamt ca. 50 im HBEFA zur Verfügung stehenden Verkehrssituationen wurden 7 ausgewählt, denen die einzelnen Straßenabschnitte in Offenbach zugeordnet wurden (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Verwendete Verkehrssituationen des HBEFA

Verkehrs-situation	Beschreibung
AB_100	Autobahn, Tempolimit 100 km/h
ØAO	Außerortsverkehr - Durchschnitt
ØIO	Innerortsverkehr - Durchschnitt
IO_HVS2	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, geringe Störungen
IO_HVS3	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen
IO_LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störungen
IO_LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störungen

Für jede dieser Fahrsituationen wurden mit der Access-Applikation des HBEFA anhand der Verkehrsleistungen aus dem Verkehrsmodell CO_2-Emissionen für das Analysejahr 2005 getrennt für die Kategorien PKW und LKW (inkl. Busse) berechnet (s. Tabelle 5, Seite 50).

2.6.4 Berechnung lokaler Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme

Neben der Verwendung bundeseinheitlicher CO_2-Emissionsfaktoren wurden für die Feinbilanz lokale CO_2-Emissionsfaktoren für die Energieträger Strom und Fernwärme berechnet[6]. Hierfür wurden die spezifischen Kraftwerksdaten der Strom- und Fernwärmeerzeugung der EVO in Offenbach – dem Heizkraftwerk (HKW) in der Andréstraße und dem Müllheizkraftwerk (MHKW) an der Dietzenbacher Straße – verwendet. Zweck dieser Darstellungsform ist zum einen, den Einfluss der konkreten Energieerzeugungsanlagen auf die CO_2-Emissionen darzustellen, zum anderen Anreize für eine Einflussnahme auf die Energieerzeugung im kommunalen Umfeld zu geben.

Als Eingangsdaten für die Berechnung standen die Heizperiodenberichte der EVO mit Angaben zum Brennstoffeinsatz (Kohle, Erdgas, Heizöl, Abfall etc.) und zur Energieerzeugung (Strom und Fernwärme) zur Verfügung. Aus den eingesetzten Ressourcen ergibt sich durch Multiplikation mit den jeweiligen, primärenergiebezogenen (LCA) CO_2-Faktoren der gesamte CO_2-Ausstoß der Anlagen, der auf die erzeugte Energiemenge umgelegt wird. Da es sich bei beiden Kraftwerken um Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) handelt, müssen die Gesamtemissionen anteilig den Produkten Strom und Fernwärme zugeordnet werden. Hierfür wurde die Exergetische Methode nach VDI-4602 Blatt 2 verwendet, bei der der Exergiegehalt[7] der Koppelprodukte, also deren „Wertigkeit“, das Bewertungskriterium darstellt. Während Strom theoretisch zu 100% in Bewegungsenergie umgewandelt werden

[6] Der lokale Stromfaktor wird nur für die Sektoren Haushalte und Wirtschaft einschließlich kommunale Gebäude und Infrastruktur angewendet, nicht aber für den Verkehrssektor.

[7] Als Exergie bezeichnet man den nutzbaren Anteil einer Energieform, der mechanische Arbeit leisten kann. Die nicht mehr arbeitsfähige Energie heißt Anergie. Exergie + Anergie = Energie.

kann und daher einen Exergiefaktor von 1 besitzt, hängt der Exergiegehalt von Wärme von der Temperaturdifferenz zur Umgebungswärme ab, liegt also zwischen 0 und 1, und wird auch als Carnot-Faktor bezeichnet. Aufgrund der höheren Wertigkeit wird dem Strom ein höherer Anteil der CO_2-Emissionen zugeordnet, als es bei einer Zuteilung rein nach dem Energiegehalt (kWh) der Fall wäre.

Der in Offenbach produzierte Strom (HKW und MHKW der EVO sowie Photovoltaik) wird voll auf das Stadtgebiet angerechnet. Da die hier produzierte Strommenge nicht zur Deckung des Bedarfs ausreicht, wird der zusätzliche Strombedarf (ca. 64% des Gesamtverbrauchs) mit dem nationalen CO_2-Faktor bilanziert. Der Fernwärmeverbrauch wird ausschließlich durch die EVO-Anlagen gedeckt, wobei das MHKW nur knapp 25% seiner Wärmeproduktion ins Netz Offenbach einspeist und daher auch nur anteilig berücksichtigt wird.[8] Die restliche Fernwärmeproduktion des MHKW versogt die Umlandgemeinden Dietzenbach und Gravenbruch.

Bei der Bilanzierung der Emissionen des MHKW wurde die vom Klimabündnis empfohlene Methode gewählt, dem fossilen Anteil des Abfalls entsprechende CO_2 -Emissionen zuzuordnen. Dies stellt eine erhebliche Abweichung gegenüber der Darstellungsweise der Energieversorger dar, die Müllverbrennungsanlagen als CO_2 -neutral betrachten, weil diese Anlagen vom Treibhausgas-Emissionshandel ausgenommen sind. In die auf den Endenergieabsatz bezogenen CO_2 -Faktoren wurden bei der Fernwärme bereits Leitungsverluste einkalkuliert. Da die EVO keine diesbezügliche eigene Statistik zur Verfügung stellt, wurde auf Literaturwerte zurückgegriffen und ein Leitungsverlust von 12% angenommen [25]. Folgende CO_2 -Emissionsfaktoren wurden für Heiz- und Müllheizkraftwerk der EVO berechnet:

Tabelle 4: Berechnete lokale CO2 -Emissionsfaktoren für Offenbach

Anlage	**2005 Strom [gCO_2/kWh]**	**Anteil [%]**	**2005 Fernwärme [gCO_2/kWh]**	**Anteil [%]**	**2006 Strom [gCO_2/kWh]**	**Anteil [%]**	**2006 Fernwärme [gCO_2/kWh]**	**Anteil [%]**
Heizkraft-werk	1048,6	29,95	349,7	91,0	1068,1	29,97	356,2	90,88
Müllheiz-kraftwerk	1694,9	6,14	565,2	9,0	1655,7	7,15	552,1	9,12
Photovoltaik OF	113,9	0,006			113,9	0,013		
nationaler CO_2-Faktor	568,27	63,9	248	0	572,77	62,89	248	0
Gewichteter Mittelwert	**781,33**		**369**		**798,61**		**374**	

Entscheidend für die CO_2 -Emissionsparameter von Strom- und Fernwärme ist die Wahl der Primärenergieträger und der Anlagenwirkungsgrad. Trotz Kraft-Wärme-Kopplungstechnik erreicht insbesondere das Müllheizkraftwerk nur einen sehr geringen realen Gesamtwir-

[8] Das Müllheizkraftwerk deckt ca. 9% des Fernwärmebedarfs im Stadtgebiet Offenbach

kungsgrad: ca. 32-34% der eingesetzten Energie wird in Nutzenergie umgewandelt, im Heizkraftwerk Andréstraße ca. 63%. Die Bilanzierung der CO_2 -Emissionen des MHKWs sind allerdings methodisch mit einer gewissen Unsicherheit behaftet: So verwendet die EVO keine lokal-spezifischen Werte für den Energiegehalt der verbrannten Abfälle, sondern den bundesweit üblichen von 2,56 MWh pro t Abfall. Weiterhin ist der Anteil der biogenen Abfälle und der Wasseranteil im Verbrennungsmaterial nicht bekannt, so dass hier nur der vom Klimabündnis empfohlene CO_2 -Faktor für Abfall (250 g/kWh) verwendet werden konnte, der von durchschnittlichen Müllzusammensetzungen ausgeht[9]. Sollte also der in Offenbach verbrannte Hausmüll eine davon merklich abweichende Zusammensetzung aufweisen, hätte dies Auswirkungen (prinzipiell in beide Richtungen) auf die tatsächlichen CO_2 -Emissionen.

2.6.5 Energie- und CO_2-Bilanz kommunaler Gebäude

Parallel zur gesamtstädtischen Auswertung der Energieverbräuche werden im vorliegenden Bericht auch die Energieverbräuche und die daraus abgeleiteten CO_2-Emissionen der einzelnen, in kommunaler Hand befindlichen Liegenschaften dargestellt[10].
Diese Liegenschaften werden von unterschiedlichen Verwaltungseinheiten betreut, welche die benötigten Daten für die Auswertung zur Verfügung gestellt haben:

- Gebäude in Verwaltung durch die Gebäudemanagement GmbH Offenbach (GBM): 107 Liegenschaften
- Wohngebäude der Gemeinnützigen Baugesellschaft Offenbach (GBO): 74 Liegenschaften
- Sonstige Gebäude (mit Datenbereitstellung durch):
    - Capitol, Stadthalle, OVB-Gebäude Hebestraße: Energiedaten durch ESO Offenbacher Dienstleistungsgesellschaft
    - Bürgerhaus Rumpenheim: Energiedaten GBO
    - Städtische Kliniken: Offenbacher Klinik Management GmbH
    - Verwaltungsgebäude GBO Jacques-Offenbach-Straße: Energiedaten Stadtwerke Offenbach

Die Energiedaten liegen für 2005 und 2006 i.d.R. nur für gesamte Liegenschaften und nicht für Einzelgebäude vor, so dass keine Aussagen zu einzelnen Gebäuden innerhalb einer Liegenschaft wie z.B. einer Schule mit Unterrichts- und Verwaltungsgebäude, Turnhalle etc. gemacht werden können. Von den insgesamt 235 durch die GBO betreuten Wohnobjekten konnten nur diejenigen Liegenschaften für den vorliegenden Bericht herangezogen werden, die ein zentrales Heizsystem besitzen (74 Objekte). Bei dezentraler Heizkostenabrechnung der Mieter mit dem Energieversorger, z.B. bei Gas-Einzelöfen und Stromheizungen, sind der GBO die Verbrauchswerte nicht bekannt. Aus dem gleichen Grund können Stromverbräuche bei Mietobjekten nicht berücksichtigt werden, da der Mieter direkt mit seinem Energieversorger abrechnet.

[9] Eingangsgrößen für den CO_2 -Faktor von Abfall sind im Wesentlichen der fossile Anteil - nur dieser wird bilanziert - und der Energiegehalt. Der Energiegehalt pro t Abfall hängt u.a. auch vom Wassergehalt ab, da die Abfallmenge mit ihrem Frischgewicht erfasst wird.

[10] Als Liegenschaften der kommunalen Hand werden hier diejenigen betrachtet, die von Organisationseinheiten des Stadtkonzerns mit städtischer Mehrheitsbeteiligung genutzt oder verwaltet werden.

Energieverbrauchskennwert

Um die Energieverbrauchseigenschaften der Liegenschaften beurteilen zu können, wurde für jedes Objekt ein auf die Nutzfläche bezogener Energiekennwert berechnet; dies ist der Energiebedarf für Raumwärme pro Energiebezugsfläche.
Hierfür wird anhand von Kennzahlen der Anteil des für Raumwärme (= Heizenergie ohne Warmwasser) erforderlichen Gesamtwärmeverbrauchs abgeschätzt und mit der Gradtagszahl des langjährigen Mittels der Wetterstation Frankfurt Flughafen witterungsbereinigt, um außentemperaturabhängige Schwankungen im Verbrauch auszuschließen und somit eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Fehlende Angaben zu Netto-Grundflächen (NGF) der Liegenschaften wurden aus der Brutto-Grundfläche (BGF) errechnet. Für die Wohngebäude der GBO wurden als Energiebezugsflächen die Wohnflächen gemäß der Umlagenabrechnung verwendet.

Die Berechnungsschritte sind im Einzelnen:

- Errechnen des Warmwasser- / Prozessenergieverbrauchs anhand von Kennzahlen (KFA)
- Ermitteln des für Raumwärme erforderlichen Anteils am Gesamtenergiebezug durch Abzug des Energieverbrauchs für Warmwasser und Prozesse (hier v.a. elektrische Anwendungen in Haushalten und öffentl. Gebäuden)
- Errechnung des Heizenergieverbrauchskennwerts:

$$\mathbf{e_V = (E_{VHb} + E_{VWW}) / A_{NGF}}$$

e_V witterungsbereinigter Heizenergieverbrauchskennwert des Gebäudes in kWh/m²NGF/a
E_{VHb} witterungsbereinigter Endenergieverbrauch für Heizung des Gebäudes in kWh/a
E_{VWW} witterungsunabhängiger Anteil des Endenergieverbrauches für sonstige Wärme in kWh/a
A_{NGF} Energiebezugsfläche (Nettogrundfläche)

In der Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) ist für die Erstellung von Energieverbrauchskennwerten als Bezugsgröße die Nettogrundfläche (NGF) vorgeschrieben. Andere Normen oder Vorschriften, z.B. die VDI 3807 bezieht sich auf die Bruttogrundfläche nach DIN 277. Bei Gebäudearten besonderer Nutzung kann es auch sinnvoll sein, als Bezugsgröße nicht die Fläche heranzuziehen sondern beispielsweise bei Krankenhäusern die Bettenzahl oder bei Schwimmbädern die Wasseroberfläche, wofür hier jedoch keine Daten vorlagen.

Zur Beurteilung der Energiekennwerte können verschiedene Referenzwerte herangezogen werden. In diesem Bericht wurden die auf Grundlage der VDI 3807 erstellten „Modal- und Richtwerte nutzungsspezifischer Energieverbräuche“ der ages GmbH[11] zum Vergleich verwendet. [26]

[11] Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH Münster

CO_2-Emissionen

Wie auch in der Gesamt-CO_2-Bilanz werden die jährlichen Kohlendioxidemissionen der städtischen Gebäude über die Multiplikation des Gesamtenergieverbrauchs der einzelnen Energieträger mit den in der Feinbilanz verwendeten lokalen Emissionsfaktoren berechnet. Im Gegensatz zum Energiekennwert spiegelt sich im Wert für die CO_2-Emissionen also der gesamte Energieverbrauch, unabhängig von der Art der Verwendung wider, und wird als absolute, nicht auf die Fläche umgelegte Größe dargestellt. Bei den Wohnobjekten der GBO gilt dies eingeschränkt, da der Stromverbrauch der Mieter nicht bekannt ist (s.o.)

Bildung von Objektgruppen

Um die annähernd 190 kommunalen Liegenschaften, die in die Bewertung eingegangen sind, auch im Überblick darzustellen, wurden sie folgenden nutzungsbezogenen Kategorien zugeordnet (Objektarten):

- AT (Pflegeheim)
- ESO (Gebäude der ESO Offenbacher Dienstleistungsgesellschaft mbH)
- FRI (Friedhof)
- FW (Feuerwehr)
- JUZ (Jugendzentrum)
- KITA (Kindertagesstätte)
- KULT (Kultur)
- SA (Sportanlage)
- SCHU (Schule mit Sporthallen)
- VERW (Verwaltung)
- KKH (Krankenhaus)
- GBO (Wohngebäude der GBO)

Diese Zuordnung zu Objektarten ist auch zum Vergleich mit nationalen Kennzahlen nötig (s.o.). Um die Streuung der Kennwerte innerhalb der einzelnen Objektarten aufzuzeigen, wurde u.a. eine grafische Darstellung mit Minimum-, Maximum- und Mittelwerten je Objektart gewählt.

3 Ergebnisse

3.1 CO_2- Startbilanz der Stadt Offenbach

Die Startbilanz stellt eine erste Annäherung an die CO_2-Emissionen der Stadt Offenbach auf Basis nationaler Durchschnittswerte dar. Für die Berechnung der Startbilanz sind – abgesehen von den nationalen Grundlagendaten, die das Bilanzierungstool bereitstellt – lediglich zwei Datensätze notwendig: Die Zahl der Einwohner mit erstem Wohnsitz in Offenbach sowie die Zahl der Beschäftigten am Arbeitsort, jeweils für die Jahre 1990-2006 [19]. Die folgenden Darstellungen in Kapitel 3.1 spiegeln somit im Wesentlichen die Entwicklung der CO_2-Emissionen und der Energieträgerstruktur seit 1990 in Deutschland wider, lediglich modifiziert durch den Bezug auf die Einwohner- und Beschäftigtenentwicklung in Offenbach.

Der eilige Leser kann dieses Kapitel überspringen und direkt zu den Ergebnissen der Feinbilanz in Kapitel 3.2 auf Seite 36 gehen.

3.1.1 CO_2-Gesamtemissionen der Stadt Offenbach

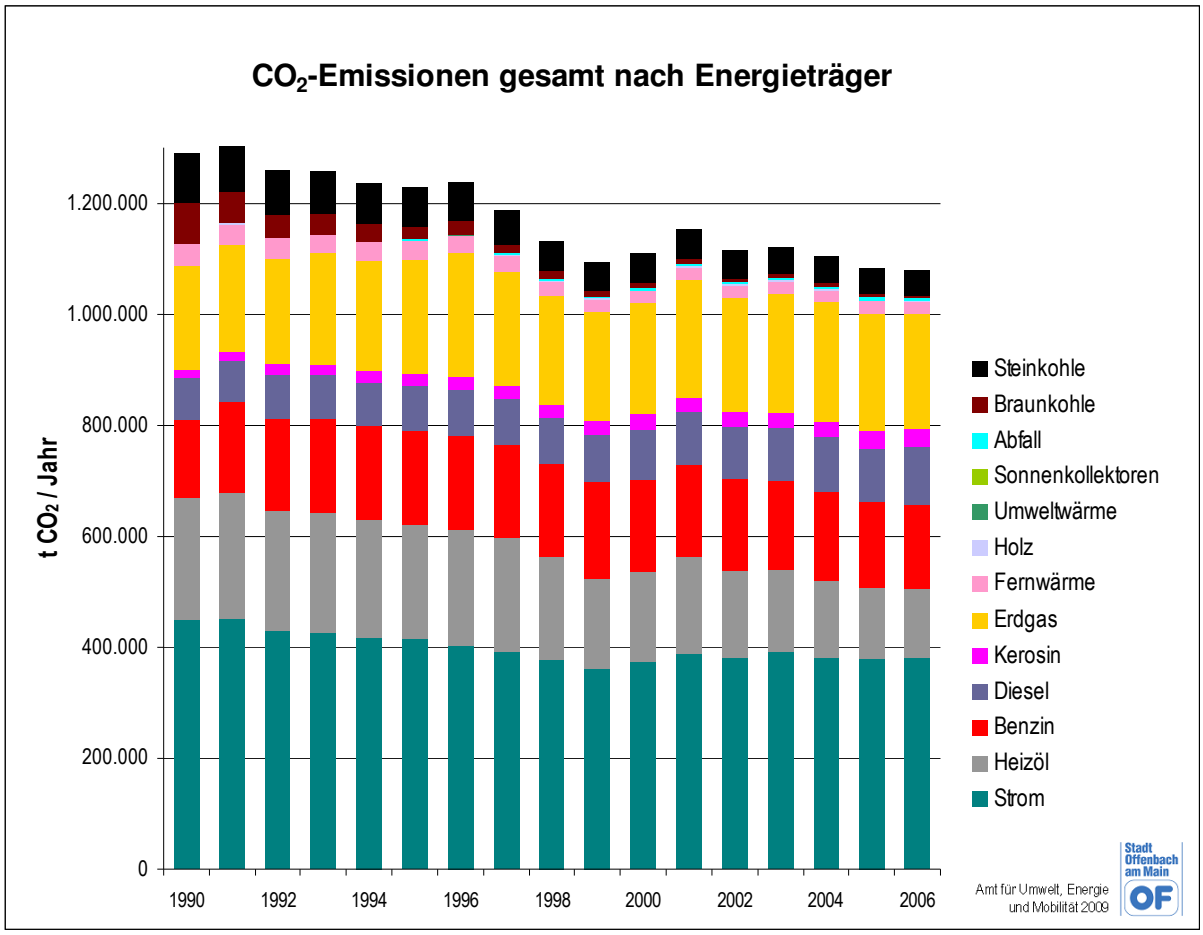


Abbildung 1: CO_2-Gesamtemissionen nach Energieträgern im Stadtgebiet von Offenbach

In der dargestellten Abbildung der CO_2-Gesamtemissionen der Startbilanz vermindern sich die Emissionen von 1.290.000 t in 1990 auf 1.079.000 t in 2006 um gut 16 % (Abbildung 1). Die primärenergiebezogenen Emissionen zeigen deutlich die Abnahme der Nutzung von Braunkohle, Steinkohle und Heizöl, die durch Erdgas ersetzt werden. Die Emissionen durch Strom werden - trotz einer kleinen Steigerung im Verbrauch der Haushalte - durch die Sparmaßnahmen der Industrie gesenkt. Zu beachten ist die Zunahme von Kerosin, welche näher im Kapitel Verkehr erläutert werden wird.
In Abbildung 2 ist ersichtlich, dass die Emissionen der Wirtschaft von 1990 bis 2006 um insgesamt 37,6 % sinken. Dabei ist die Abnahme der Emissionen im verarbeitenden Gewerbe im Sektor Wirtschaft hauptverantwortlich für die Abnahme um 1,87 t CO_2 pro Einwohner in der Stadt. Im Sektor der Haushalte sinken die Emissionen um 5 %, wobei zu beachten ist, dass diese CO_2- Emissionen nur 29 % des gesamten Emissionsspektrums betragen.

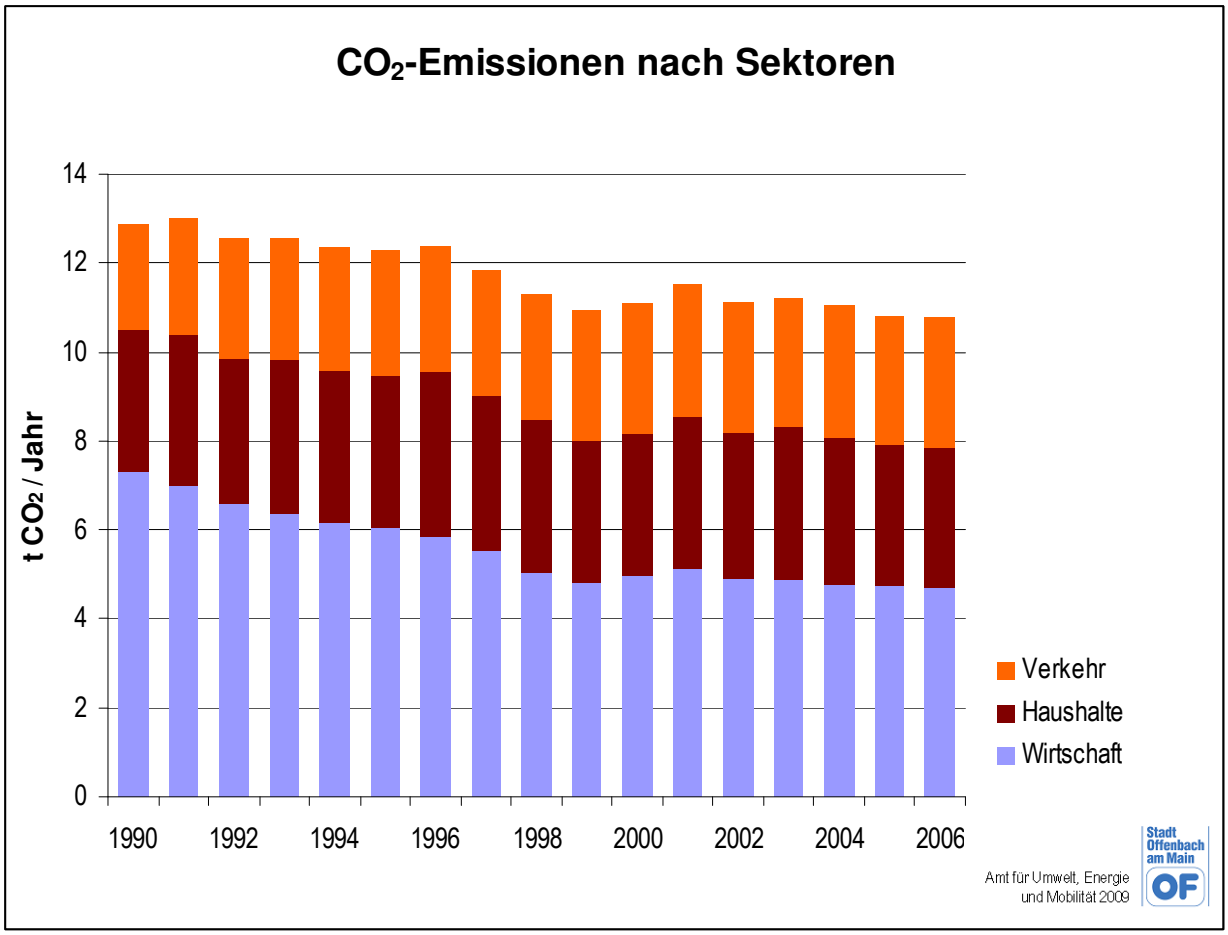


Abbildung 2: CO_2-Gesamtemissionen pro Einwohner nach Sektoren

3.1.2 CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt

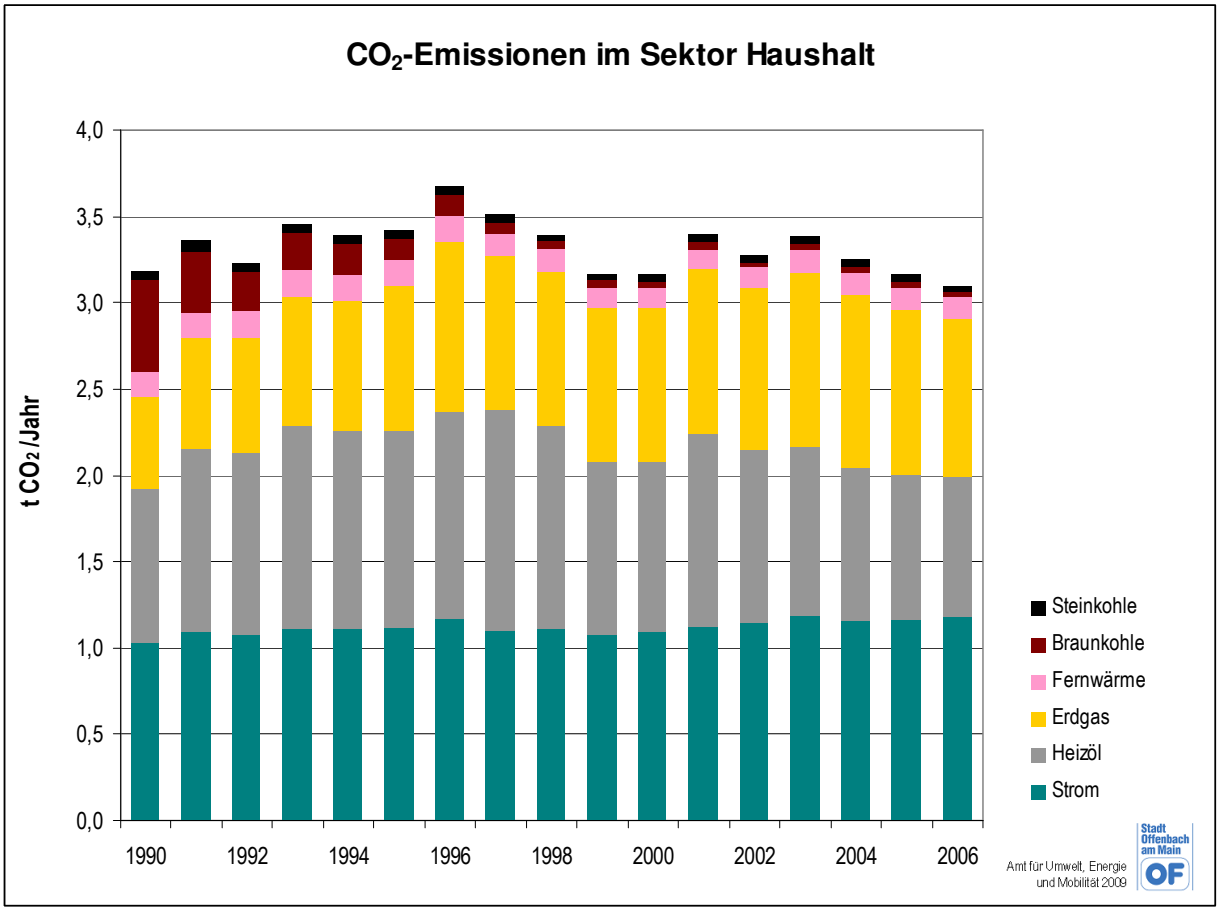


Abbildung 3: CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt pro Einwohner

Die primärenergiebezogenen CO_2-Emissionen privater Haushalte sind in Abbildung 3 dargestellt. Sie sind im Zeitraum 1990 bis 2006 um 5 % zurückgegangen, gleichzeitig hat sich jedoch in diesem Zeitraum der direkte Stromverbrauch der Haushalte um 19,5 % erhöht.

Der Rückgang der CO_2-Emissionen der privaten Haushalte bei gleichzeitigem Anstieg des Stromverbrauchs ist eine Folge der Änderung der Zusammenstellung der Energieträger. Beim Endenergieverbrauch fällt besonders ins Gewicht, dass sich der Verbrauch von relativ kohlenstoffarmem Gas um rund 65 % MWh erhöht hat, während der Einsatz von CO_2-intensiven Energieträgern wie Heizöl um 12 %, Braunkohle um 94,6 % bzw. Steinkohle um 34,7 % MWh zurückgegangen ist.

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte hat in den letzten 16 Jahren trotz steigender Energieeffizienz um 19,5% zugenommen. Gründe dafür sind vor allem die Zunahme der Wohnfläche, u. a. bedingt durch eine steigende Zahl an 1- und 2-Personen-Haushalten, und die zunehmende Ausstattung mit elektrischen Geräten. Über die letzten zehn Jahre fand bei Computern eine Steigerungsrate von 213 % statt. Die Anzahl an Wäschetrocknern, Spülmaschinen oder Mikrowellen hat sich jeweils ungefähr verdoppelt [23].

3.1.3 CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft

Die CO_2- Emissionen im Sektor Wirtschaft werden pro Beschäftigten berechnet. Die Zahl der Beschäftigten in der Landwirtschaft bleibt in Offenbach bei unter 1 % (0,3 % in 1990 und 0,2 % in 2006). Trotz der Abnahme der Beschäftigtenzahl steigt der Energieverbrauch durch die kontinuierliche Mechanisierung der Landwirtschaft. Die Emissionen sind jedoch so gering, dass sie in der Abbildung 4 separat dargestellt werden müssen.

Der Anteil der Beschäftigten des Sekundärsektors (produzierendes Gewerbe) an der Gesamtbeschäftigtenzahl ist von 44,8 % (1990) auf 27,5 % (2006) gesunken. Es ist jedoch zu beachten, dass 66,7 % der gesamten CO_2-Emissionen der Wirtschaft (Mittelwert zwischen 1990 und 2006) durch diesen Sektor verursacht werden. Zwischen den Jahren 1990 und 2006 verbraucht der Sekundäre Wirtschaftssektor durchschnittlich 64 % des gesamten Stroms der Stadt und ist für 72,8 % des gesamten Gasverbrauchs verantwortlich.

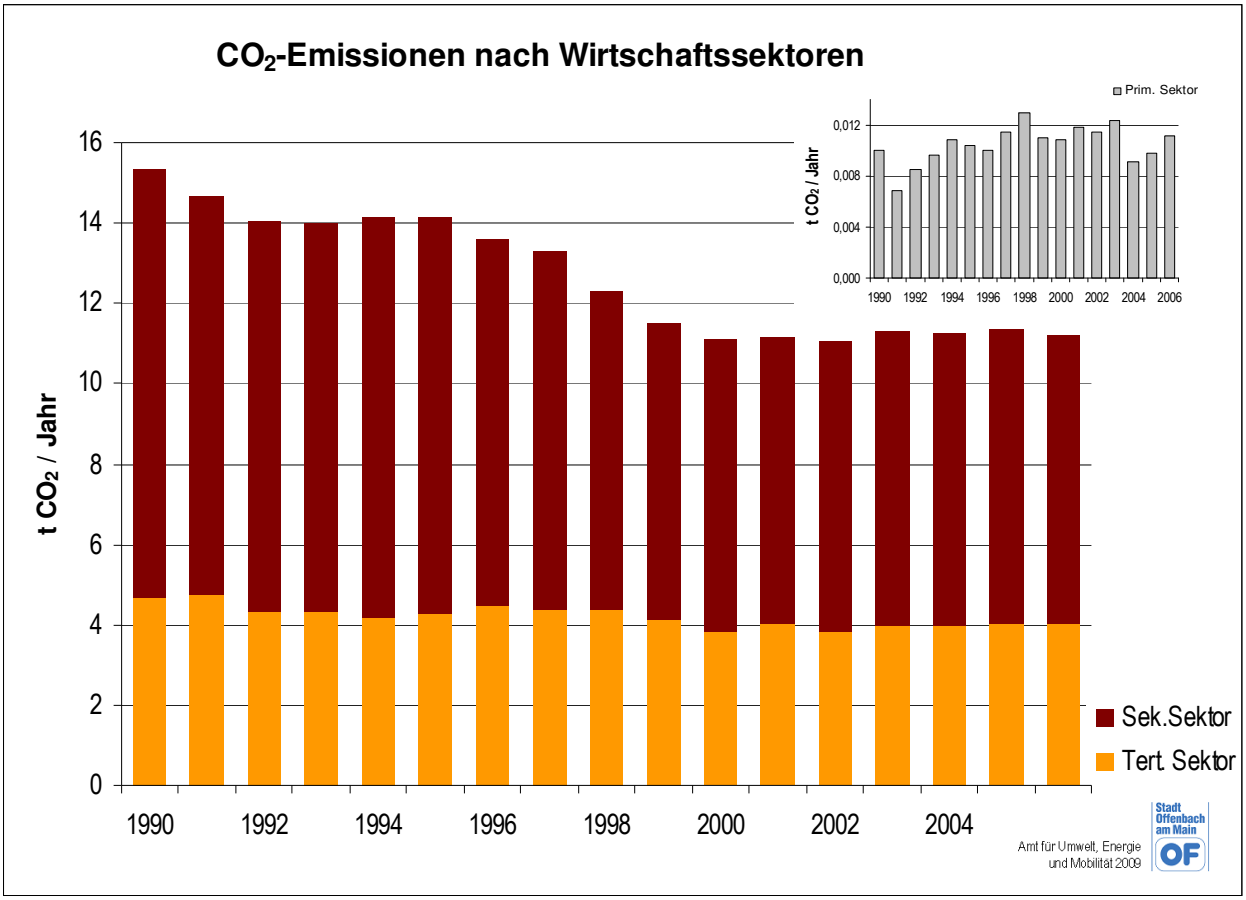


Abbildung 4: CO_2-Emissionen der Wirtschaft pro Beschäftigten nach Sektoren; (a) Sekundärer und Tertiärer Sektor, (b) Primärer Sektor

Im Tertiärsektor (Dienstleistungssektor) gab es hingegen einen starken Anstieg der Beschäftigtenzahlen: Sie stiegen von 49 % der Gesamtbeschäftigten in der Stadt im Jahr 1990 auf 72,2 % in 2006. Trotz Anstieg der Beschäftigtenzahlen sind die Emissionen des Sektors um 40 % gesunken. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Dienstleistungssektor am meisten

von der Entwicklung und dem Einsatz von energieeffizienten Geräten und Energieeffizienzmaßnahmen profitiert.
Die Primärenergie-Emissionen für alle Sektoren der Wirtschaft, gruppiert nach Energieträgern, sind in Abbildung 5 gezeigt. Es lässt sich daraus erkennen, dass sich insgesamt innerhalb der letzten 16 Jahre die CO_2- Emission aller Energieträger um 35,6 % vermindert haben. Auffallend ist die große Abnahme der Emissionen durch Heizöl (-65,6 %), Steinkohle (-49,5 %) und Braunkohle (-99%). Der Energieträger Strom ist verantwortlich für den Hauptanteil der Emissionen mit über 50 %. Obwohl sich der Stromverbrauch des Sekundären Wirtschaftssektors (Verarbeitendes Gewerbe) seit 1990 um 13,3 % vermindert hat und der Anteil der Beschäftigten um 47,5 % gesunken ist, ist der Stromverbrauch dieses Sektors im Vergleich zum Dienstleistungssektor nahezu doppelt so hoch.

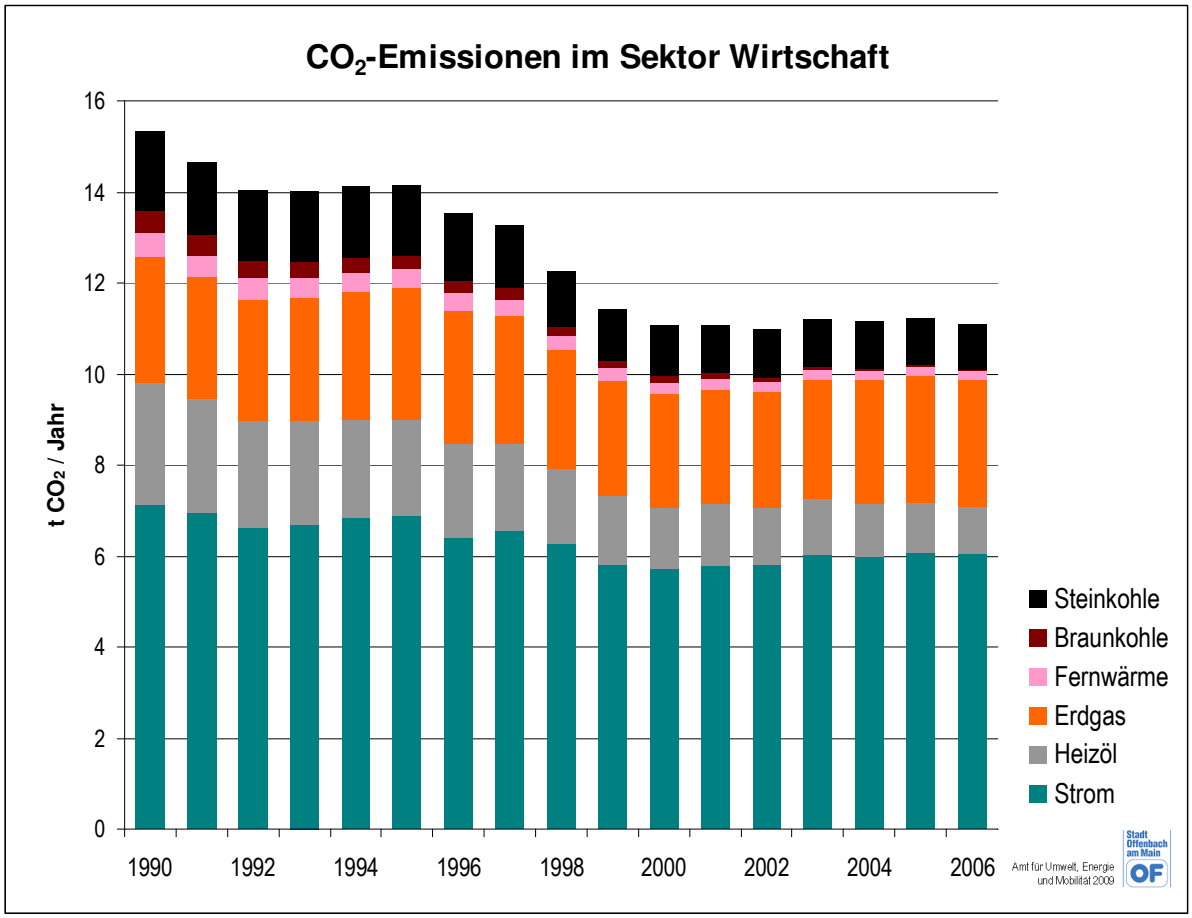


Abbildung 5: CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft pro Beschäftigten nach Energieträgern

3.1.4 CO_2- Emissionen im Verkehrssektor

Die CO_2-Emissionen im Sektor Verkehr der Stadt Offenbach werden durch Multiplikation der folgenden vier Parameter berechnet:

- der Fahrleistung der verschiedenen Fahrzeugkategorien pro Einwohner,
- dem Gütertransport,
- dem Energie-Mix und
- dem Kraftstoffverbrauch pro Kilometer der Verkehrsarten.

In Deutschland wurden im Jahr 2006 ca. 25 % der gesamten CO_2-Emissionen durch den Verkehrsbereich verursacht (1990: 20%), 85 % davon durch den Straßenverkehr.
Die CO_2-Emissionen sind direkt vom Kraftstoffverbrauch abhängig. Der erkennbare Anstieg der Emissionen von 1990-2006 in Abbildung 6 ist, trotz Senkung der Beschäftigtenzahlen und nur sehr geringer Zunahme der Einwohnerzahl, dadurch begründet, dass die fahrzeugspezifischen Verbrauchsminderungen durch den Zuwachs der Fahrleistungen überkompensiert wurden. Zwischen 1990 und 2006 nahmen die Verkehrsleistungen des Personenverkehrs um 49,6 % und des Personenfernverkehrs sogar um 105% zu.

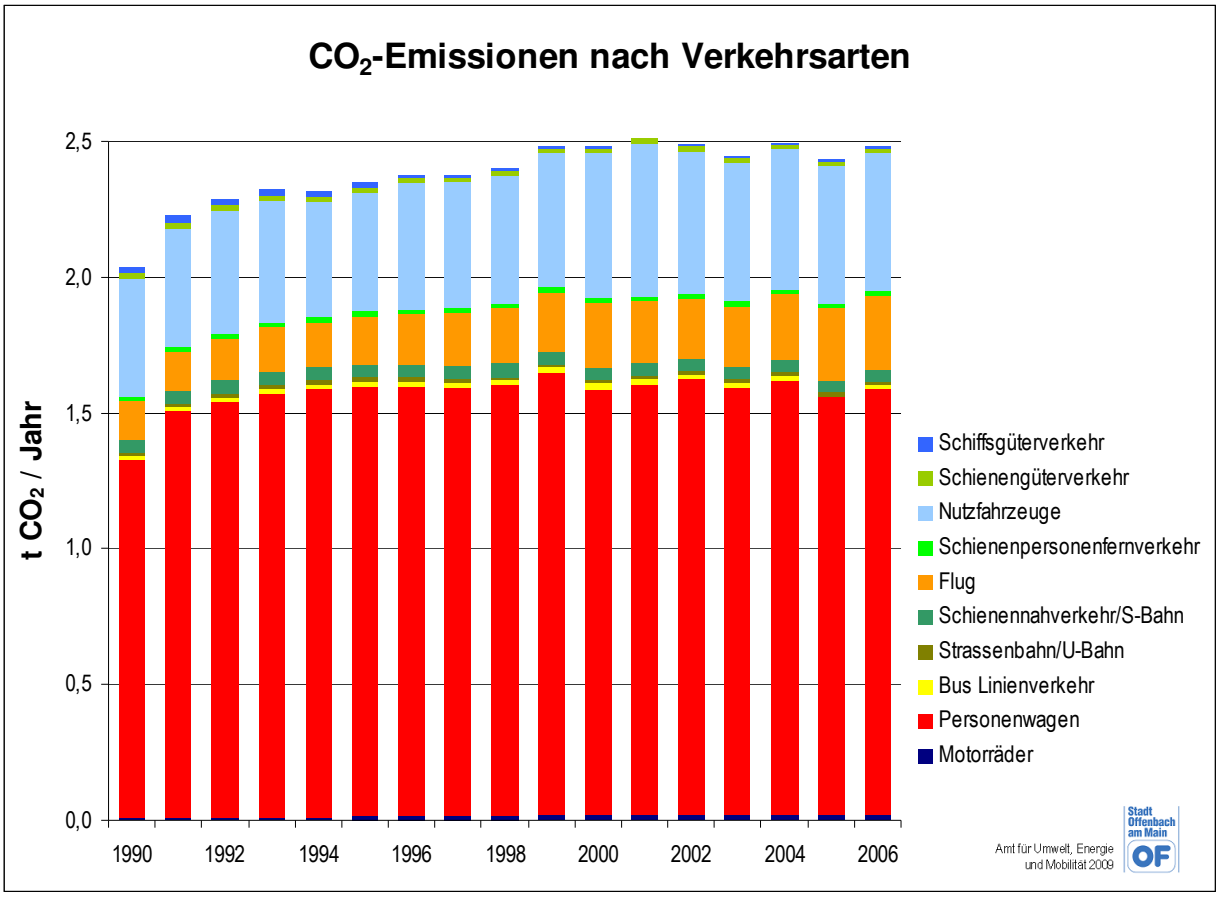


Abbildung 6: CO_2-Emissionen pro Einwohner nach Verkehrsarten

Eine Trendwende der bis dahin gestiegenen CO_2-Emissionen wird ab 2001 feststellbar. Diese in Abbildung 6 dargestellte Entwicklung ist im Wesentlichen auf die Verringerung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs zurückzuführen durch:

- eine Verschiebung zugunsten von Dieselfahrzeugen bei den Neuzulassungen,
- die Erhöhung der Mineralölpreise (2002) als Folge der Ökosteuer u.a.

Darüber hinaus wurden die Abgaswerte für Kohlenwasserstoffe bei Bussen und schweren Lastkraftwagen im Jahr 2000 reduziert, so dass sich dies ebenfalls auf die CO_2-Emissionen auswirkt. Darüber hinaus sinkt der Kraftstoffverbrauch von LKWs deutlich ab dem Jahr 2000 [23].

Beim Güterverkehr hat der Straßenverkehr mit Abstand die größte Bedeutung, da die Emissionen von Nutzfahrzeugen um ein Vielfaches höher sind als die aufsummierten Emissionen von Bahn- und Schiffsgüterverkehr. Die Fahrleistung des Straßengüterverkehrs ist in Offenbach zwischen 1990 und 2006 statistisch um 9 % und der Schienengüterverkehr um 31,7% gestiegen, trotz Rückgang der Beschäftigtenzahlen in der Stadt. Die Anteile des Schiffsgüterverkehrs sind im Lauf der Jahre konstant geblieben, was der EU-weiten Entwicklung entspricht.

Beim Flugverkehr ist in den letzten Jahren ein starker Anstieg zu verzeichnen: Innerhalb der sechzehn Jahre zwischen 1990 und 2006 ist der Passagierflugverkehr in Deutschland um das Dreifache gestiegen. Mit der steigenden Zahl der Flüge haben sich die CO_2-Emissionen des Flugverkehrs insgesamt (unter Einbeziehung des Frachtflugverkehrs) durch den ansteigenden Verbrauch von Kerosin verdoppelt.

Der steigende Dieselverbrauch um 34 % zwischen 1990 und 2006 ist deutlich in Abbildung 1 zu erkennen. Er ist auf den stark angestiegenen Straßengüterverkehr und die Kraftstoffverlagerung von Benzin auf Diesel (Ökosteuer und die stark gestiegenen Benzinpreise) zurückzuführen. Die CO_2-Stromemissionen der Bahn bleiben konstant.

3.2 CO_2- Bilanz mit eigenen Daten - Feinbilanz

Im folgenden Kapitel werden der Energieverbrauch und die daraus resultierenden CO_2-Emissionen in Offenbach zusammenfassend sowie differenziert nach Sektoren und Energieträgern dargestellt. Dabei erfolgte die Berechnung der Emissionen auf Grundlage der eigenen Daten zum einen mit den für Offenbach ermittelten Emissionsfaktoren, aber auch zusätzlich mit den nationalen Emissionsfaktoren. Um die Daten in einen vergleichenden Kontext einzuordnen, werden die Ergebnisse der Startbilanz in den entsprechenden Jahren den Ergebnissen der Feinbilanz gegenüber gestellt. Die Werte der Startbilanz stellen jeweils den statistisch zu erwartenden Wert dar – abgeleitet von Einwohner- und Beschäftigtenzahlen und nationalen Kennwerten – die Feinbilanz bildet die tatsächlich für Offenbach erhobenen Energieverbrauchswerte ab. Lediglich im Verkehrssektor wurden einzelne Werte aus der Start- direkt in die Feinbilanz übernommen, und zwar die Daten des Personenfernverkehrs (Bahn- und Flugverkehr).

3.2.1 Gesamtenergieverbrauch und CO_2-Emissionen in Offenbach

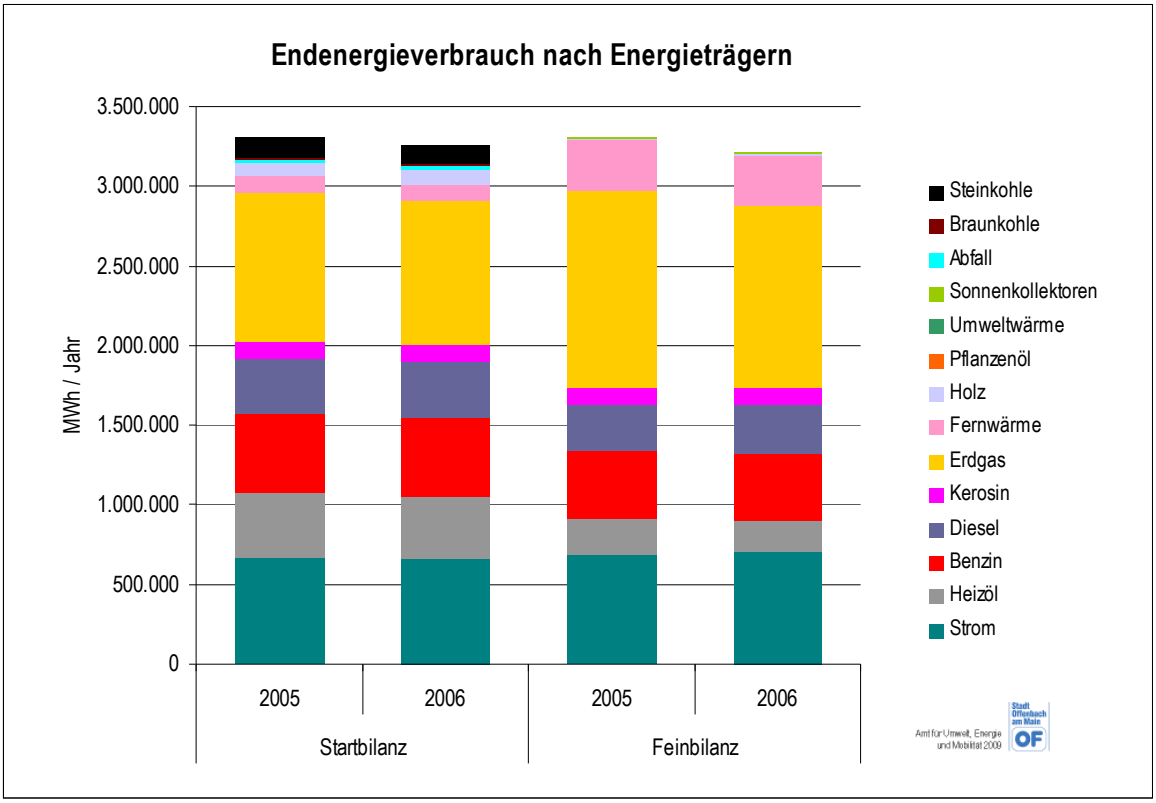


Abbildung 7: Endenergieverbrauch aller Sektoren

In Abbildung 7 werden der Energieverbrauch der Startbilanz und der Feinbilanz nach Energieträgern für alle Sektoren gegenüber gestellt. Der Energieverbrauch aus eigenen Daten der Stadt Offenbach betrug im Jahr 2005 ca. 3.314.000 MWh und im Jahr 2006 gut 3.212.000 MWh. Dies entspricht einem pro-Kopf-Wert von 28 bzw. 27,5 MWh pro Jahr. Bezogen auf den Gesamtenergieverbrauch in Offenbach ergeben sich zwischen der Start-

und der Feinbilanz keine nennenswerten Unterschiede. Die ermittelten Energieverbräuche in der Feinbilanz stimmen in Summe annähernd mit den Werten der Startbilanz überein: Im Jahr 2005 liegen die Werte um ca. 0,1% über und im Jahr 2006 um knapp 1,5% unter der Startbilanz. Erkennbare Differenzen zwischen Start- und Feinbilanz zeigen sich in Bezug auf die Anteile der Energieträger: Der anhand eigener Daten ermittelte Stromverbrauch ist im Durchschnitt um 5,5 % höher als der Stromverbrauch in der Startbilanz (4 % in 2005 und 7 % in 2006). Diesel- und Benzinverbrauch sind hingegen leicht niedriger als in der Startbilanz, diese Verhältnisse werden im Kapitel 3.2.6 genauer dargestellt. Der Verbrauch an Heizöl in Offenbach beträgt nur ungefähr die Hälfte des nationalen Durchschnitts in der Startbilanz. Dementsprechend hoch (ca. 36 %) ist jedoch der Anteil des Erdgasverbrauchs in Offenbach. Als größte spezifische Auffälligkeit muss hier der hohe Fernwärmeverbrauch genannt werden, der in Offenbach ca. drei Mal über den Werten der Startbilanz liegt.

Vergleicht man die Jahre 2005 und 2006 der Feinbilanz, wird insgesamt deutlich, dass sich der Energieverbrauch aller Energieträger vom Jahr 2005 zum Jahr 2006 nur in geringem Maße verändert hat. Der Stromverbrauch ist um 2,4 % leicht gestiegen, was allgemein mit der steigenden Anzahl an Elektrogeräten in Privathaushalten erklärt wird. Zusätzlich wurden im Jahr 2006 die wenigen noch verbliebenen Dieselloks im Schienennahverkehr durch Elektroloks ersetzt. Der Verbrauch an Erdgas geht im Jahr 2006 um 7 % leicht zurück, was in erster Linie auf die Verminderung des Verbrauchs in der Industrie zurückzuführen ist (Kapitel 3.2.4).

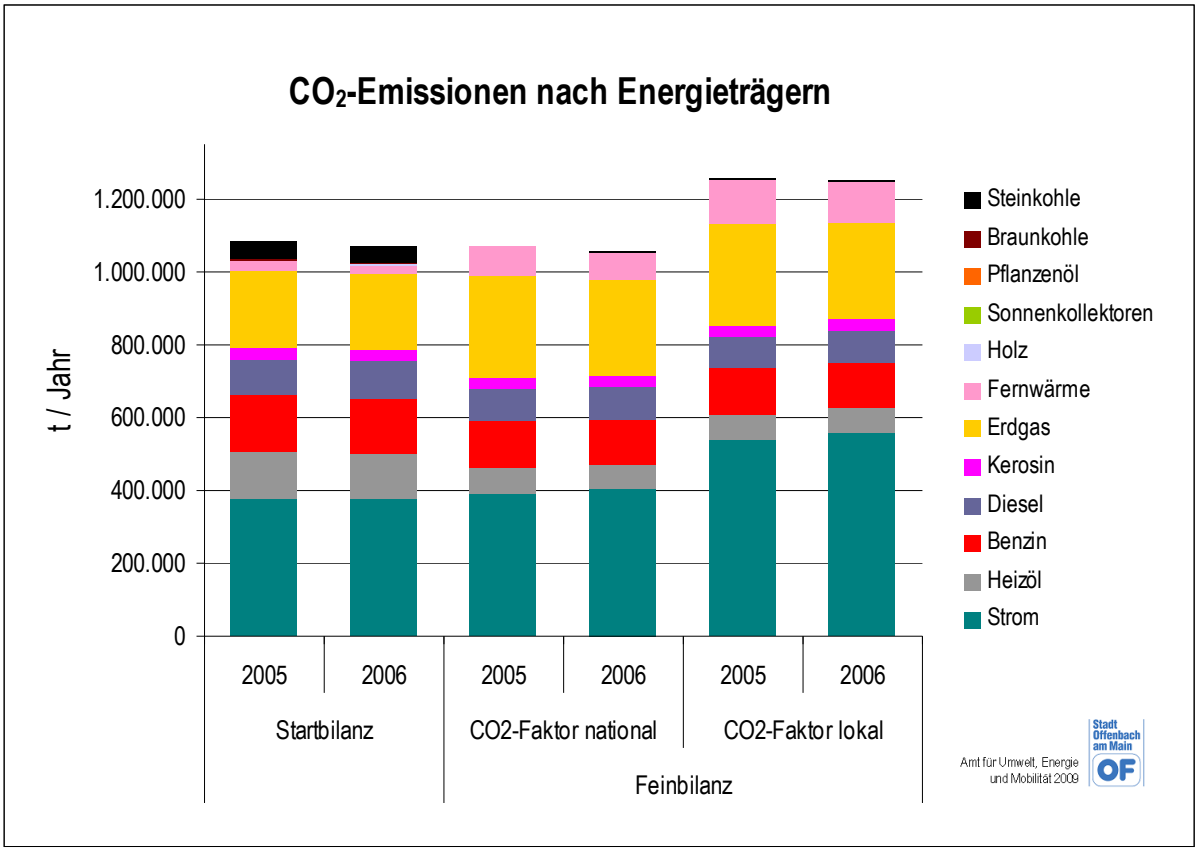


Abbildung 8: CO_2-Emissionen nach Energieträgern

Anhand Abbildung 8 wird deutlich, welchen Einfluss die Verwendung unterschiedlicher Emissionsfaktoren auf die CO_2-Emissionen in der Kommune haben. Die Berechnung der Feinbilanz mit lokalen Faktoren für Strom und Fernwärme ergeben viel höhere CO_2-Emissionen im Vergleich zur Berechnung mit national verwendeten Faktoren für Strom und Fernwärme. Der CO_2-Emissionsfaktor von Fernwärme in Offenbach liegt im Mittel um ca. 49 % und der Emissionsfaktor von Strom um ca. 38 % höher als die nationalen Faktoren der Startbilanz.

Bei der Berechnung der Emissionen mit nationalen Faktoren stimmen die Ergebnisse der Start- und der Feinbilanz mit dem Trend der Entwicklung des Energieverbrauches überein.

3.2.2 Gesamtenergieverbrauch und CO_2-Emissionen nach Sektoren

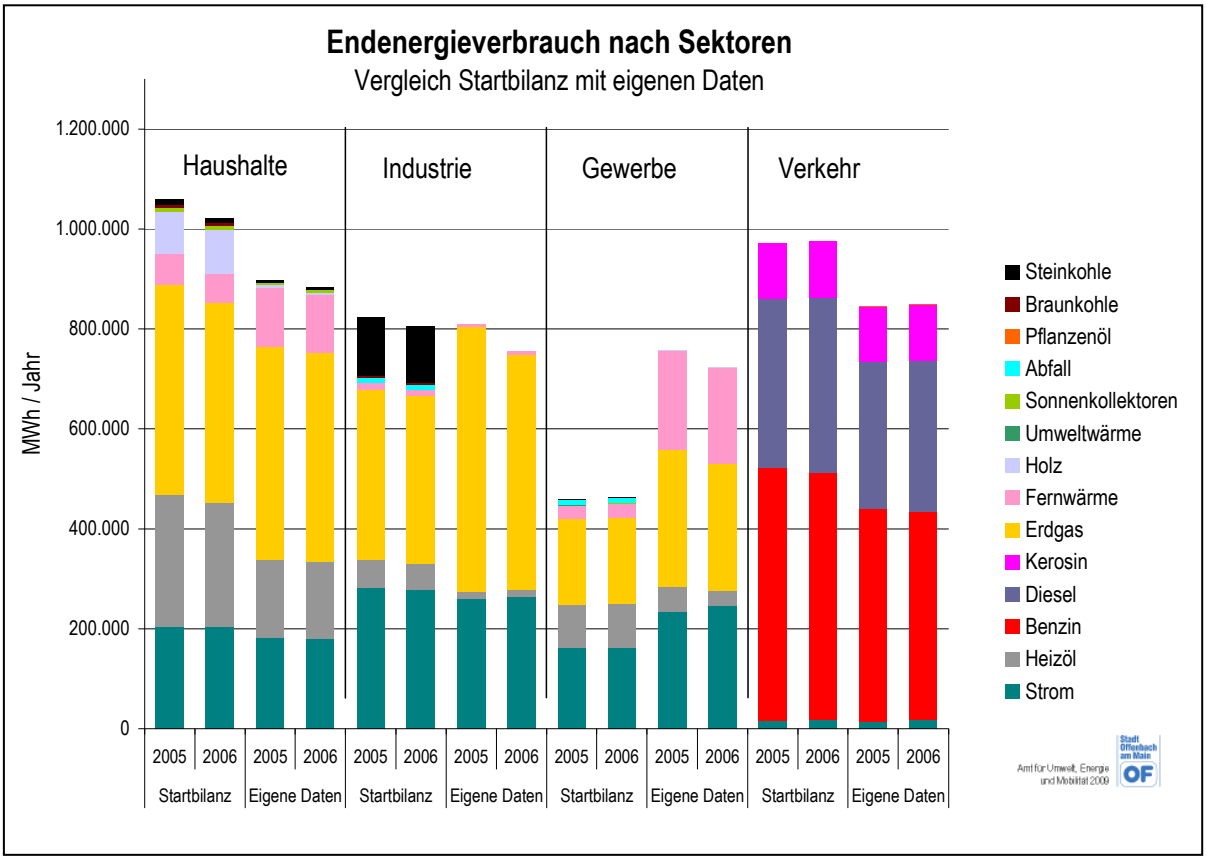


Abbildung 9: Endenergieverbrauch in MWh pro Jahr in Offenbach nach Energieträgern

In den einzelnen Sektoren liegt der jeweilige Energieverbrauch außer im Sektor Gewerbe immer unter den bundesdeutschen Durchschnittswerten in der Startbilanz (Abbildung 9). Ein allgemein hoher Gasverbrauch und ein niedriger Heizölverbrauch in den Sektoren Haushalte, Industrie und Gewerbe sind gut erkennbar, wobei im Sektor Gewerbe der hohe Anteil an Fernwärme auffällig ist. In Offenbach wird Heizöl am stärksten in den Haushalten verbraucht, am geringsten im Sektor Industrie, der Verbrauch liegt aber jeweils immer unter dem deutschen Durchschnittswert.

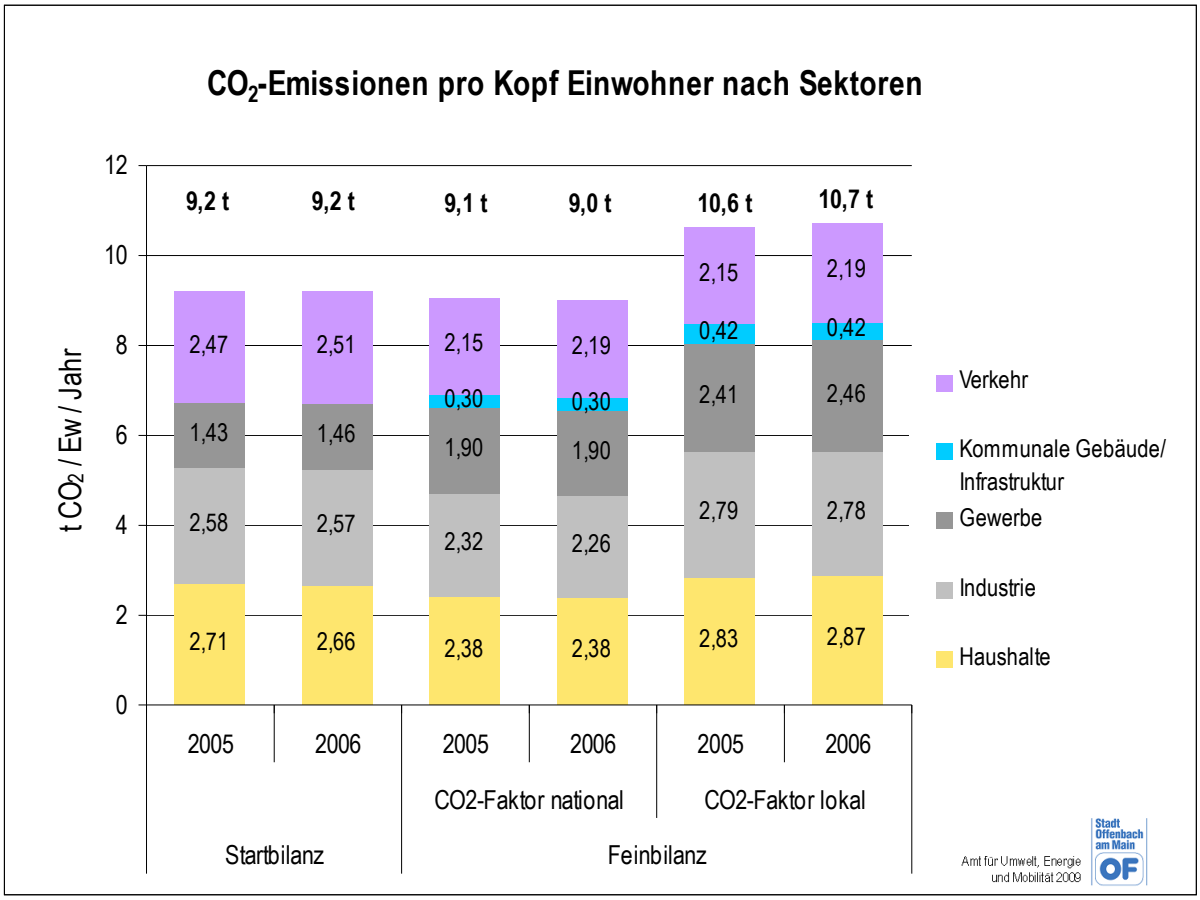


Abbildung 10: CO_2-Emissionen pro Kopf Einwohner nach Sektoren

In Abbildung 10 ist zu sehen, dass die CO_2-Emissionen der Startbilanz und die Emissionsberechnung der Feinbilanz mit nationalen Faktoren dem Trend des Energieverbrauches entsprechen. Im Gegensatz dazu zeigt die Berechnung der CO_2-Emissionen mit lokalen Emissionsfaktoren deutlich höhere Werte. Aufgrund der höheren Faktoren für Strom und Fernwärme ergeben sich gegenüber der Startbilanz erhöhte CO_2-Emissionen für die genannten Energieträger: +38 % bei Strom und +49 % bei Fernwärme. Entsprechend hoch sind in Abbildung 10 die jährlichen pro Kopf-Emissionen im Sektor Haushalt und Industrie, obwohl der Energieverbrauch dieser Sektoren unter dem nationalen Durchschnitt liegt. Insgesamt ergibt sich eine jährliche Emission von 10,6 bzw. 10,7 t CO_2 pro Kopf in Offenbach, im Vergleich zu 9,2 t aus der Startbilanz. Ein hoher Anteil der Emissionen in der Feinbilanz entfällt auf die Sektoren Haushalte (27%) und Wirtschaft (Gewerbe und Industrie) (49%), wohingegen der Anteil des Verkehrs (20%) relativ niedriger ausfällt, da die absoluten Werte identisch sind. (Im Verkehr werden nur nationale Faktoren verwendet.)

Die CO_2-Emissionen des kommunalen Sektors (Gebäude und Infrastruktur) betragen 0,3 t pro Einwohner bei Berechnung mit nationalen Faktoren und 0,42 t pro Kopf mit lokalen Faktoren. Der Anteil an den gesamten CO_2-Emissionen in Offenbach liegt somit bei 4 %.

3.2.3 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Haushalt

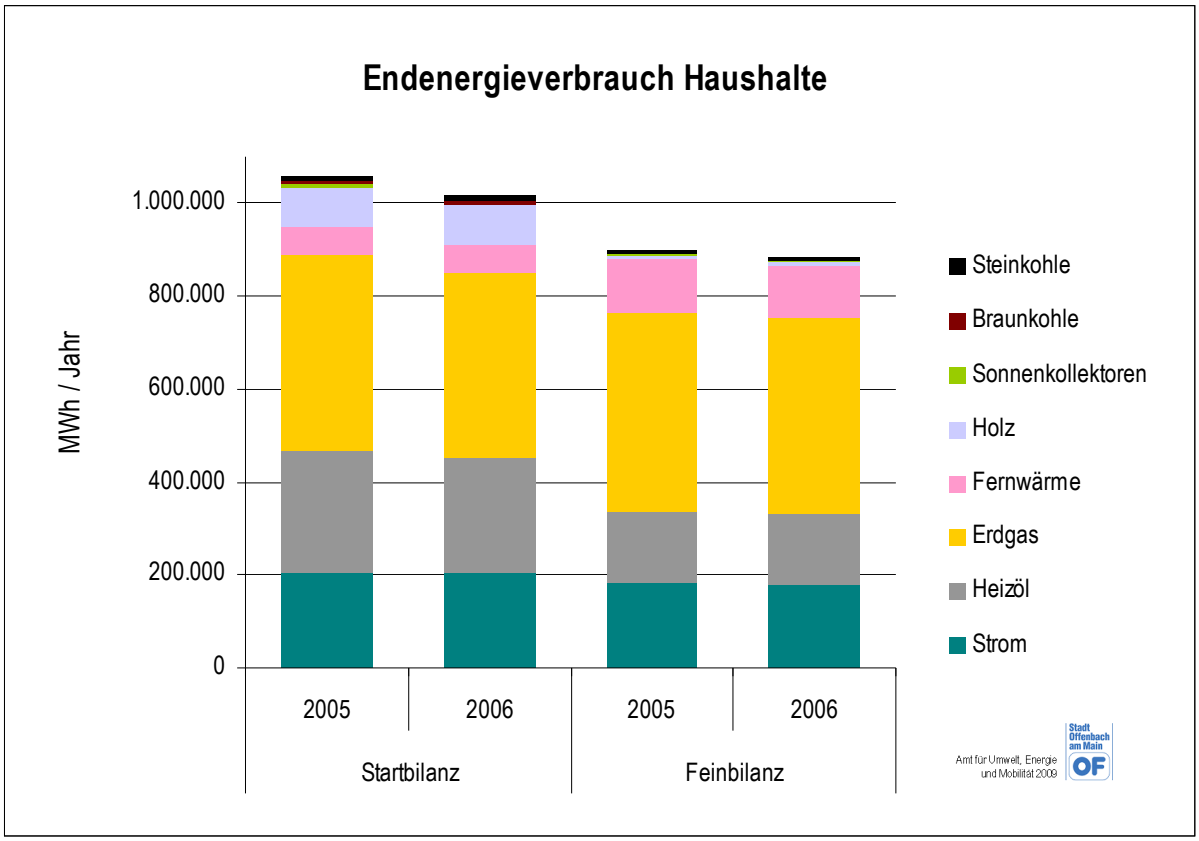


Abbildung 11: Endenergieverbrauch der Haushalte in Offenbach

Der Energieverbrauch aller Energieträger in Offenbach im Sektor Haushalte liegt in der Feinbilanz im Durchschnitt 14 % niedriger als der Energieverbrauch in der Startbilanz. Der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch liegt nach eigenen Daten für 2005 und 2006 bei 7,6 MWh, im Gegensatz dazu zeigt die Startbilanz einen Pro-Kopf-Verbrauch von 8,9 bzw. 8,7 MWh an. Der größte Teil des Energiebedarfs wird in Offenbach, analog zur Startbilanz, über die Energieträger Erdgas, Strom, Heizöl und Fernwärme gedeckt (Abbildung 11). Der in der Startbilanz angegebene Energieverbrauch von Holz ist wesentlich höher als in der eigenen Berechnung, wo der Anteil des Energieträgers Holz zusammen mit Kohle und Sonstige (z.B. Solarthermie) nur auf 2% geschätzt wurde. Der Verbrauch an Heizöl ist in der Feinbilanz um 40 % geringer als in der Startbilanz, wohingegen der Fernwärmeverbrauch in Offenbach die Werte der Startbilanz um fast das Doppelte übersteigt.

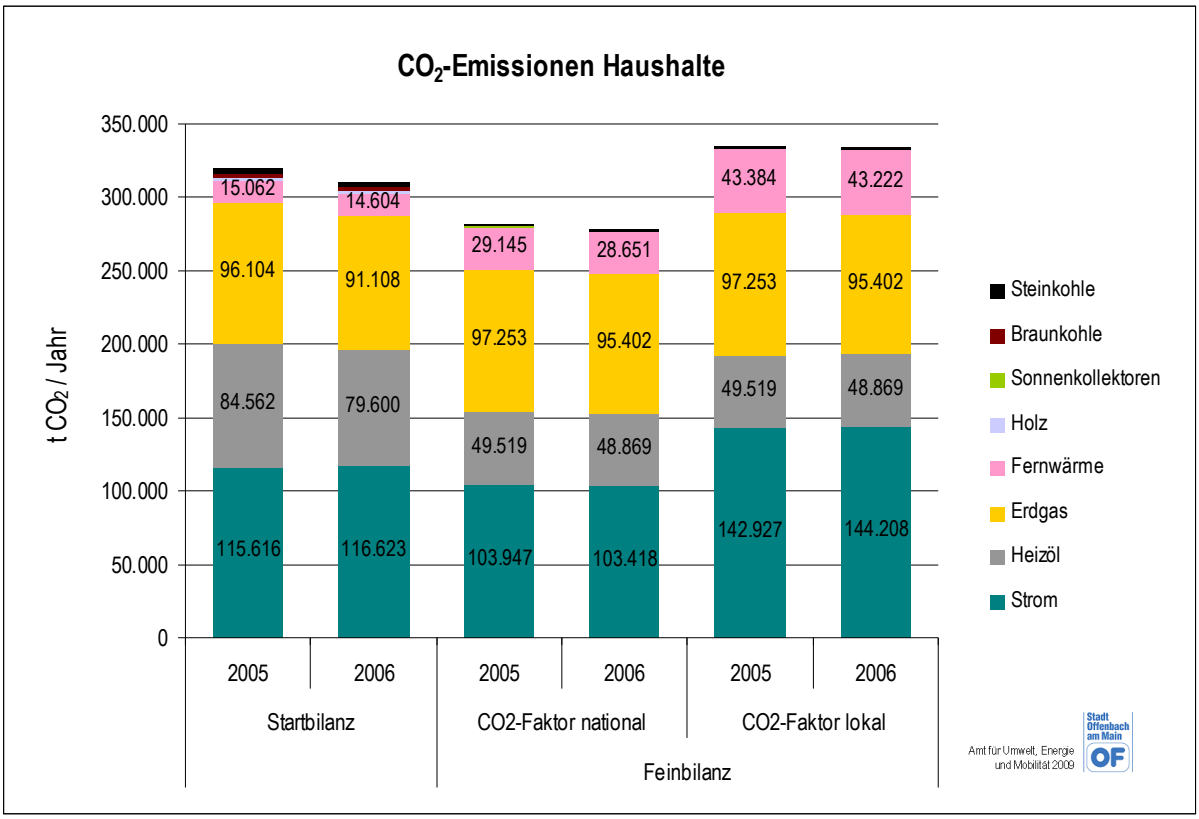


Abbildung 12: CO_2-Emissionen der Haushalte in Offenbach

Ähnlich wie in Abbildung 10 dargestellt, übersteigen die mit lokalen Faktoren (Strom, Fernwärme) berechneten CO_2-Emissionen sowohl die berechneten Ergebnisse mit nationalen Faktoren, als auch die Ergebnisse der Startbilanz (für 2006 um 20 bzw. 7,5%), dargestellt in Abbildung 12. Entsprechend hoch liegt die jährliche CO_2-Emission im Sektor Haushalte für die Energieträger Strom und Fernwärme. Auf den Energieträger Fernwärme bezogen werden ca. 14.000 t CO_2 / Jahr (ca. 50%) mehr emittiert als mit nationalen Faktoren, für Strom liegt der Mehrbetrag bei knapp 41.000 t CO_2 / Jahr (+38 %).

3.2.4 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Wirtschaft

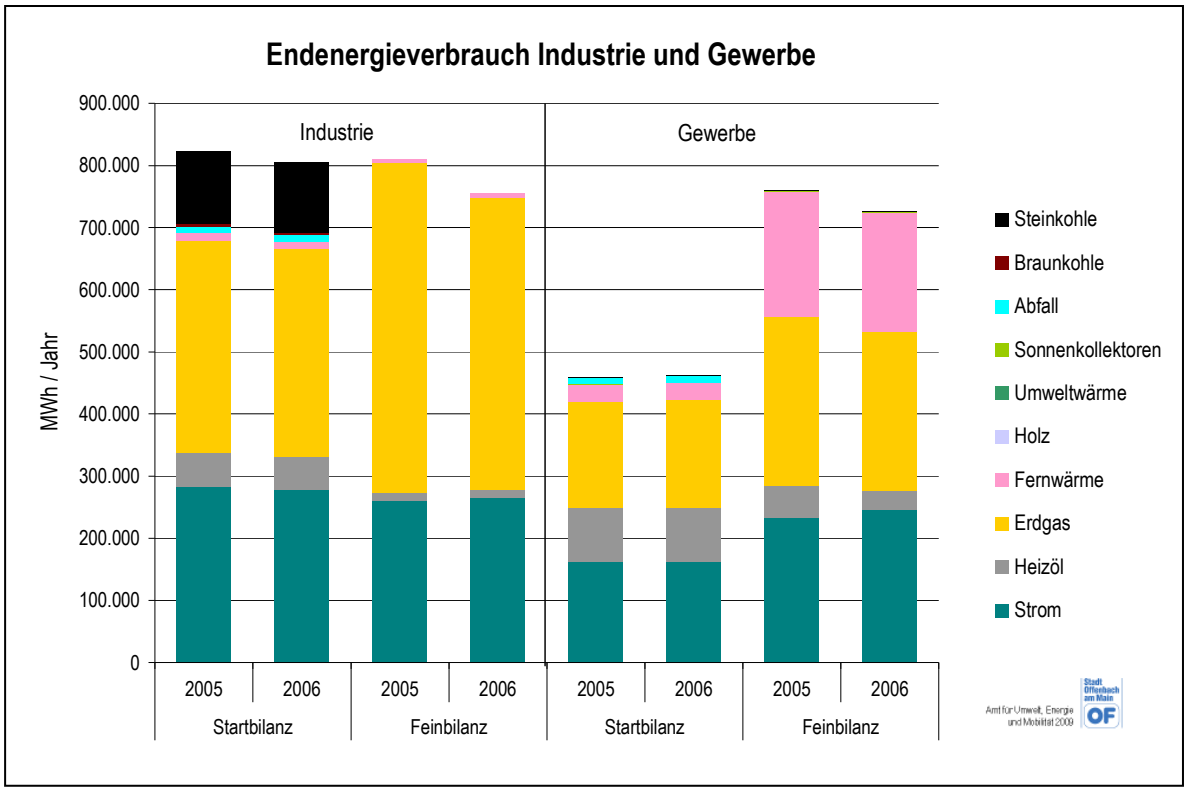


Abbildung 13: Endenergieverbrauch der Wirtschaft (Industrie und Gewerbe)

Im Gegensatz zum Haushaltssektor treten im Wirtschaftssektor deutliche Unterschiede zwischen den berechneten Energieverbräuchen in Start- und Feinbilanz auf. Während sich die Energieverbrauchsmenge in der Industrie insgesamt nur wenig unterscheidet, ist der Energieverbrauch im Gewerbe bei der Feinbilanz deutlich höher als in der Startbilanz: um ca. 65% in 2005 und 57% in 2006. Dieses ungleiche Verhältnis zwischen Industrie und Gewerbe dürfte zumindest teilweise auf der unterschiedlichen methodischen Abgrenzung der Teilsektoren innerhalb von Start- und Feinbilanz beruhen. Während in der Startbilanz die Sektoren nach Wirtschaftszweigen eingeteilt sind (primärer / sekundärer / tertiärer Sektor), konnte der Wirtschaftsektor in der Feinbilanz nur anhand der Daten des Hessischen Statistischen Landesamtes [21] untergliedert werden. In dieser Landesstatistik wird der Energieverbrauch von Betrieben des verarbeitenden Sektors mit mindestens 20 Mitarbeitern (Industrie) erfasst. Kleinere Betriebe des verarbeitenden Sektors werden in der Feinbilanz also unter Gewerbe bilanziert und vergrößern somit die Zahl der Betriebe in diesem Teilsektor.

Auffällig ist beim Gewerbe insbesondere der überproportionale Anteil der Fernwärme an den Energieträgern (ca. 26%). Im Bereich Industrie / Sekundärer Sektor dürfte der Energieverbrauch in der Feinbilanz bei Berücksichtigung der gleichen Betriebe wie in der Startbilanz noch größer ausfallen. Bemerkenswert ist der hohe Verbrauch an Erdgas bei gleichzeitigem Fehlen des Energieträgers Kohle. Der Erdgasverbrauch im industriellen Sektor in Offenbach macht in 2005 43% des gesamten Erdgasverbrauchs im Stadtgebiet Offenbach aus (2006: 41 %)! Vom industriellen Erdgasverbrauch entfallen wiederum allein 94% auf die Betriebe im

Industriepark der AllessaChemie GmbH in Offenbach (ca. 500.000 MWh in 2005 und 441.000 MWh in 2006) [2].
Der Anteil des Stromverbrauchs am gesamten Energieverbrauch der Wirtschaftssektoren liegt im Vergleich zu den Haushalten deutlich höher (Industrie 2006: 35%, Gewerbe 2006: 34%, Haushalte 2006: 20%), bewegt sich aber im Rahmen der Startbilanz.

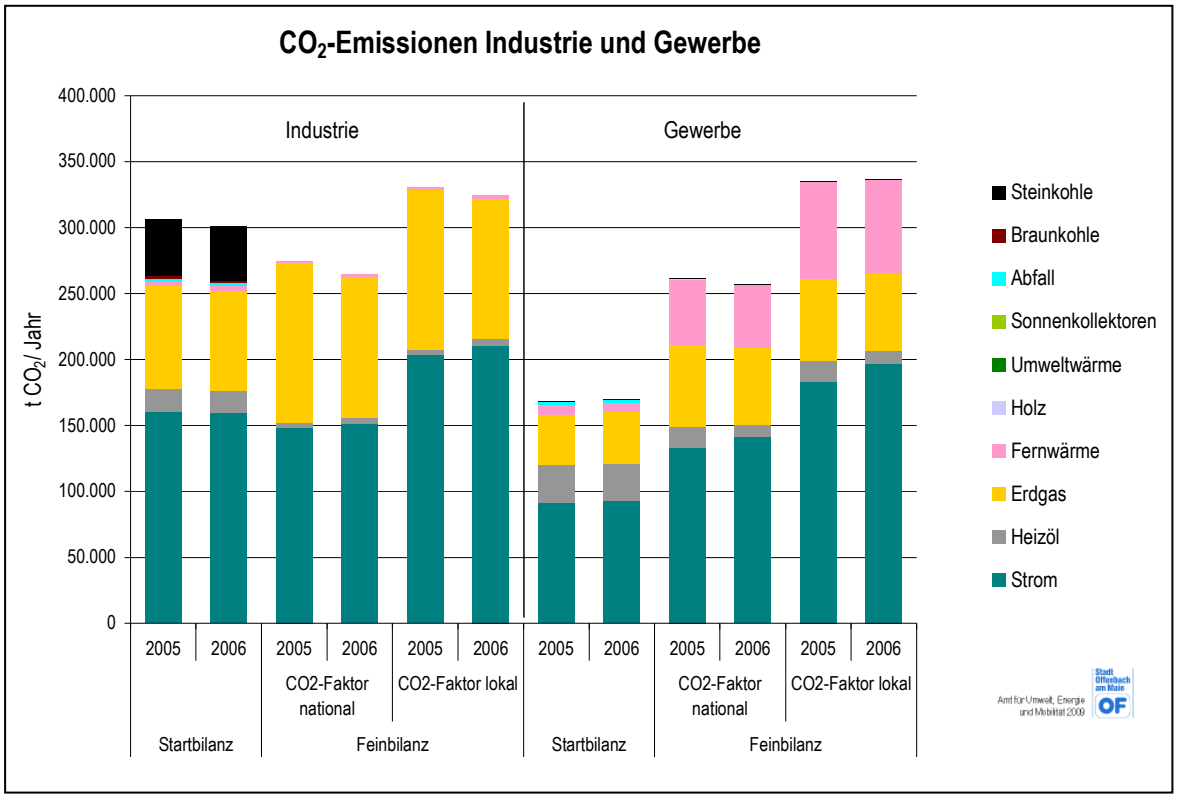


Abbildung 14: CO_2-Emissionen der Wirtschaft (Industrie und Gewerbe)

Aufgrund des hohen Anteils des Stromverbrauchs (Industrie und Gewerbe) sowie des Fernwärmeverbrauchs im Gewerbe, wirkt sich die Anwendung der lokalen CO_2-Faktoren im Wirtschaftssektor deutlich auf die bilanzierten Emissionen aus (Abbildung 14). Während in der Industrie, bedingt durch die nicht vorhandene Kohleverbrennung in Offenbach, die CO_2-Emissionen von Start- und Feinbilanz mit lokalen Faktoren nur um 8% differieren, ergibt sich im Gewerbe bei Anwendung der lokalen Faktoren fast eine Verdopplung der Emissionen gegenüber der Startbilanz.

3.2.5 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen der kommunalen Verwaltung und Infrastruktur

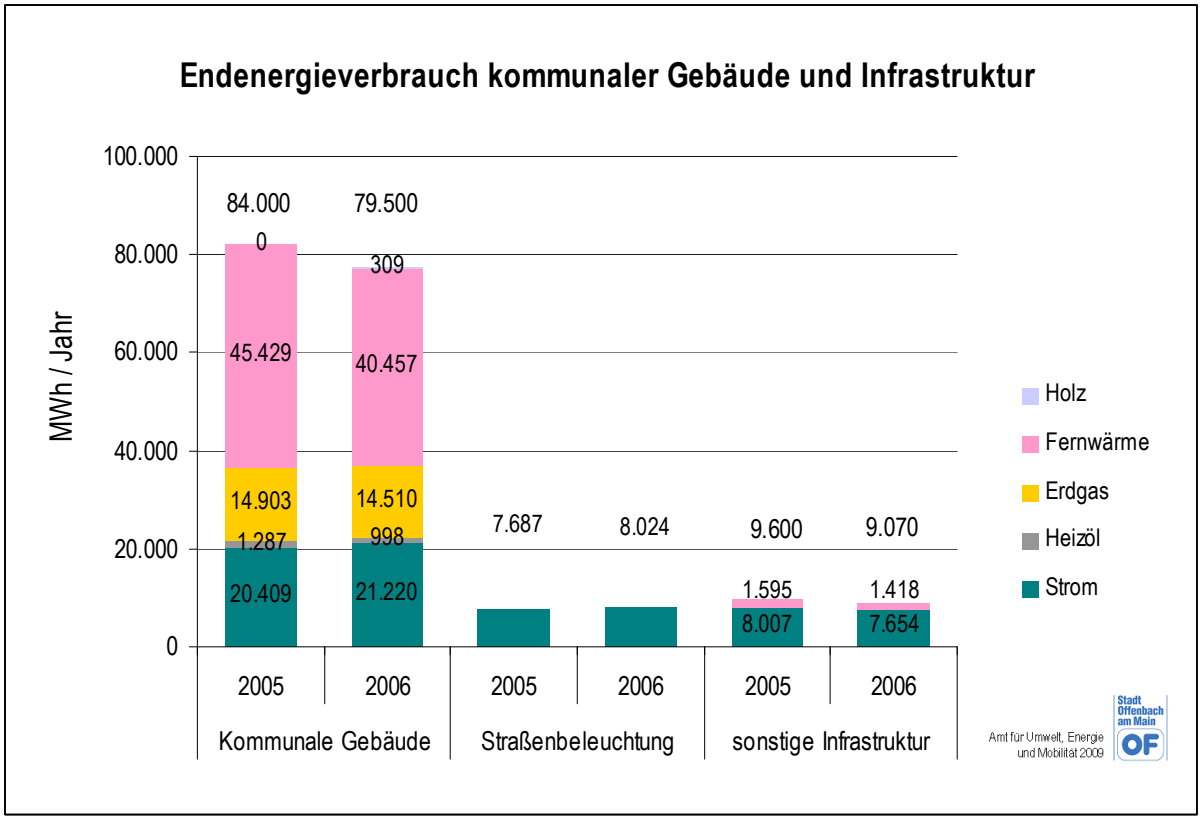


Abbildung 15: Energieverbrauch kommunaler Gebäude und Infrastruktur

Der Großteil des Energieverbrauches im kommunalen Sektor ist auf die kommunalen Gebäude zurückzuführen. Hierbei hat der Verbrauch an Fernwärme den größten Anteil - im Gegensatz zum Sektor Haushalt, bei dem der Erdgasverbrauch dominiert - gefolgt von den Energieträgern Strom und Erdgas (Abbildung 15). Im Jahr 2006 wurde erstmalig Holz als Energieträger eingesetzt, und zwar in einer Holzpelletanlage der Leibnizschule (Altbau). Der Strom- und Fernwärmeverbrauch der kommunalen Infrastruktur setzt sich aus den in Kapitel 2.6.2.3 genannten Energieverbrauchs-Datensätzen zusammen.

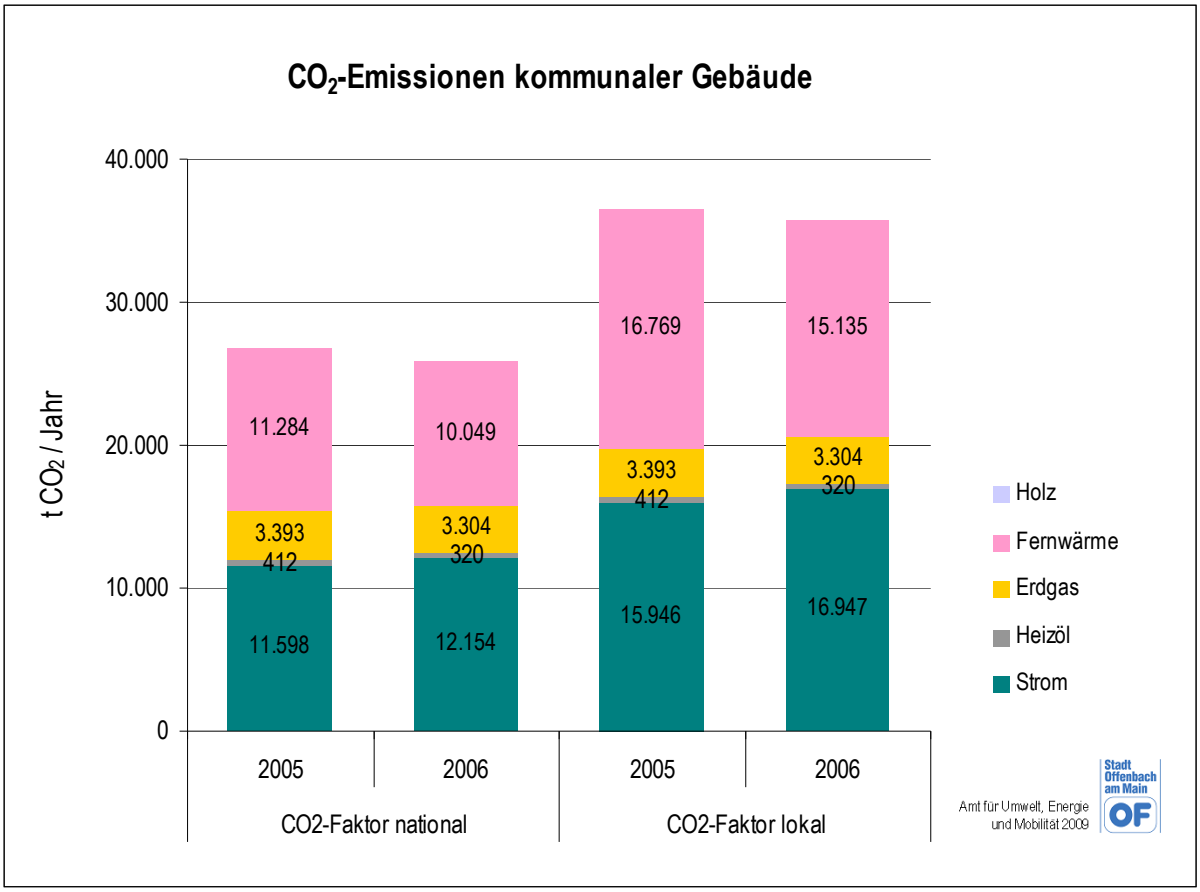


Abbildung 16: CO_2-Emissionen kommunaler Gebäude

In Abbildung 16 werden die CO_2-Emissionen der kommunalen Gebäude dargestellt. An diesem Beispiel wird die Bedeutung der verschieden hohen, energieträgerbezogenen Emissionsfaktoren besonders deutlich, insbesondere im Vergleich zwischen Strom und Fernwärme: Der Stromverbrauch macht in der Endenergiebetrachtung ca. ¼ des Gesamtenergieverbrauchs aus (Abbildung 15), er verursacht jedoch ca. 50 % der CO_2-Emissionen (berechnet mit dem nationalen CO_2-Faktor).

3.2.6 Energieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Verkehr

3.2.6.1 Endenergieverbrauch nach Verkehrsarten

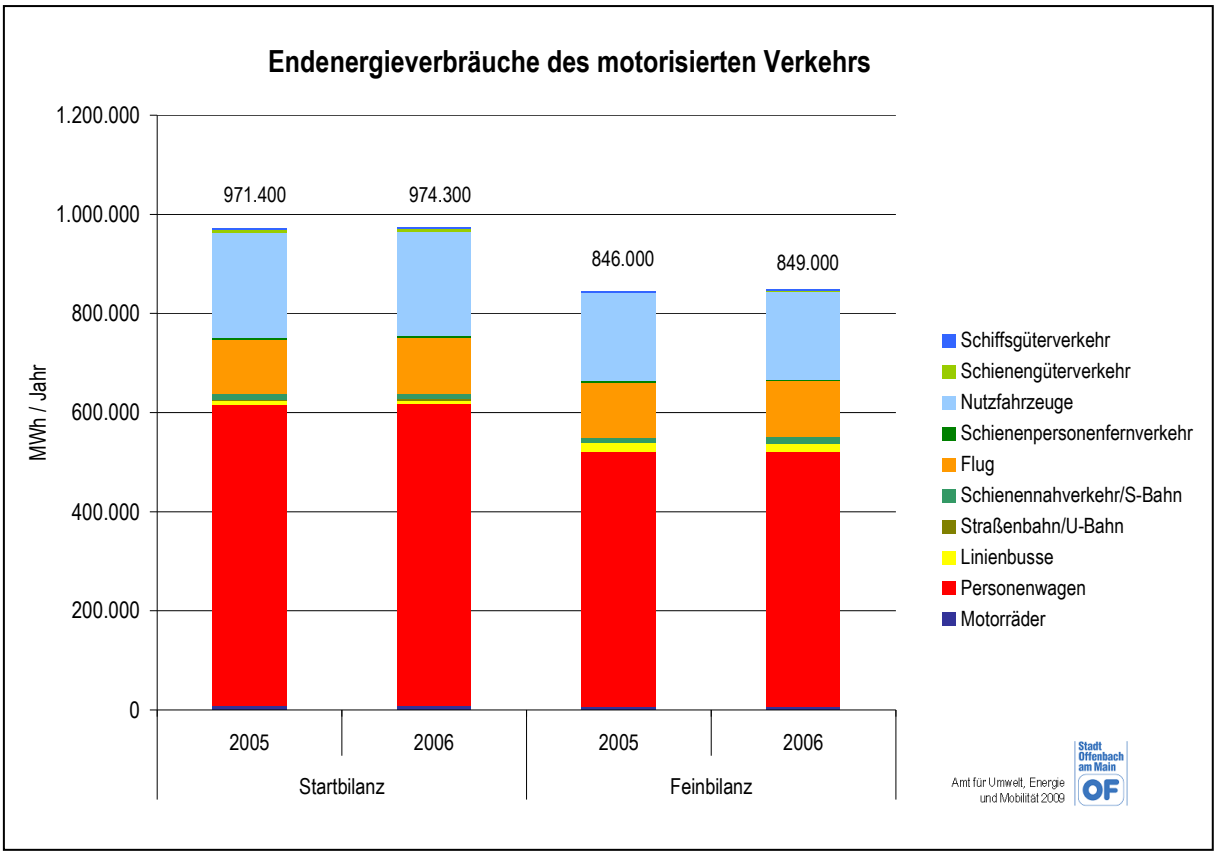


Abbildung 17: Energieverbrauch des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträger

Der dargestellte Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr ist in der Feinbilanz deutlich niedriger als in der Startbilanz, sowohl für 2005 (-10%) als auch 2006 (-9%). Der Pro-Kopf-Energieverbrauch im Verkehrssektor beträgt 7,1 MWh / Jahr in 2005 und 7,3 MWh/ Jahr in 2006.
Vor allem die Endenergieverbräuche der PKW und LKW liegen um ca. 15% unter der Startbilanz in beiden Jahren. Bei Betrachtung der Energieträger (s. Tabelle 31 im Anhang) ergibt sich, dass der Diesel- und Benzinverbrauch in Offenbach um 17,5 % unter den Werten der Startbilanz liegt. Dies ist unter anderem auf PKW-Zulassungszahlen im Stadtgebiet von Offenbach zurückzuführen, die unter dem Bundesdurchschnitt liegen, was typisch für die Situation in Großstädten ist. Diese Minderung des Privatverkehrs steht in engem Zusammenhang mit einer verstärkten Nutzung des ÖPNV. 31% der Offenbacher besitzen eine ÖPNV-Zeitkarte; damit liegt die Stadt fast 2-fach über dem hessischen Durchschnitt (17%). 28% der Einwohner geben an, das ÖPNV-Angebot der Stadt täglich zu nutzen [16].

Die Fahrleistung des Buslinienverkehrs ist im Vergleich zu den Angaben der Startbilanz um 34% höher, was den Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen in diesem Verkehrssegment um 60 % gegenüber der Startbilanz erhöht.

Eine Besonderheit findet sich bei dem Energieverbrauch der S-/ und Regionalbahnen in der Feinbilanz: Hier erhöht sich der Verbrauch von 2005 auf 2006 um 19,2 %, was aber nur in geringem Umfang auf den vermehrten Einsatz von strombetriebenen Zügen zurück zu führen ist. Nach Angaben der Deutschen Bahn hat die Verkehrsleistung von Schienenfahrzeugen auf dem Stadtgebiet Offenbach von 2005 auf 2006 deutlich zugenommen. [5]

Der Schienengüterverkehr in Offenbach liegt deutlich unter den Werten der Startbilanz: Im Jahr 2005 macht der Schienengüterverkehr in Offenbach ca. 10 % des Wertes der Startbilanz aus, im Jahr 2006 ca. 16%. Im Schiffsgüterverkehr liegen zwischen Start- und Feinbilanz keine erheblichen Abweichungen vor. Eine allgemeine Steigerung des Energieverbrauchs (Diesel) um fast 9% im Jahr 2006 entspricht der Entwicklung des Schiffsgüterverkehrs im Rhein-Main Gebiet (Steigerung des Güterumschlags um 10,4 % von 2005 auf 2006) [4]. Schienen- und Schiffsgüterverkehr zusammen machen mit 0,5% jedoch nur einen äußerst geringen Anteil am Energieverbrauch des Verkehrssektors aus (Feinbilanz 2006). Der fast unveränderte Energieverbrauch der Nutzfahrzeuge für die Jahre 2005 und 2006 (+0,6%) entspricht auch der nationalen Entwicklung. Die Zahl der Lastkraftwagen bleibt auch für Deutschland für diese Jahre nahezu unverändert (steigt nur um 0,03%) [4].

3.2.6.2 CO_2- Emissionen nach Verkehrsarten

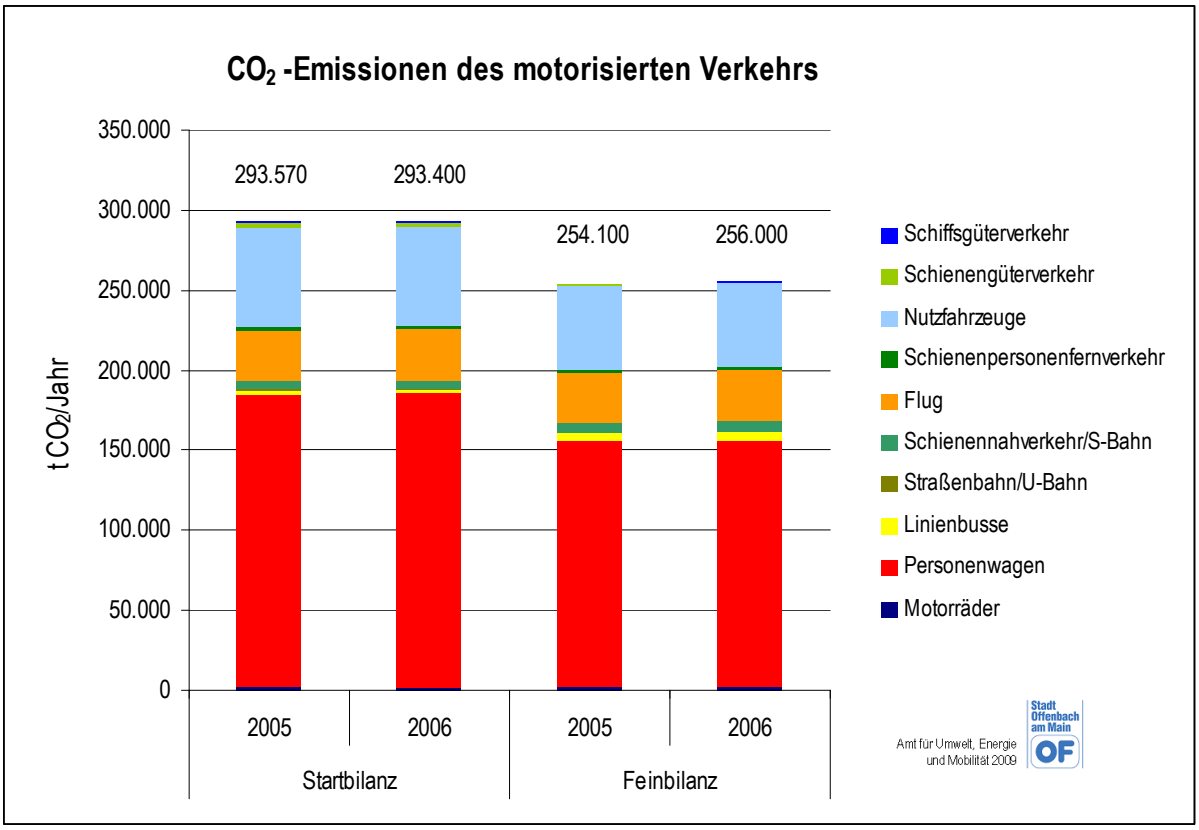


Abbildung 18: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträgern

Die CO_2-Emissionen im Verkehrsbereich liegen im Jahr 2005 bei 254.100 t CO_2 /Jahr (2,15 t CO_2 pro Einwohner) und im Jahr 2006 bei 256.000 t CO_2 / Jahr (2,19 t CO_2 pro Einwohner). Der Anteil des im Verkehrssektor emittierten CO_2 liegt nach den Daten der Feinbilanz bei 20,2% für 2005 und bei 20,4 % für das Jahr 2006. Damit liegt der Anteil der Emissionen des Verkehrssektors an den Gesamtemissionen leicht unter dem bundesdeutschen Durchschnitt (25% [6]). Analog zu den Energieverbräuchen (Kapitel 3.2.6.1) sind die Emissionen von einer unterdurchschnittlichen Fahrleistung des Privatverkehrs geprägt und bleiben im Zweijahresvergleich nahezu konstant. Im Vergleich zu der Startbilanz ist die Fahrleistung der Personenwagen um 15,4 % in 2005 und 16,7 % in 2006 geringer, die darauf bezogenen CO_2-Emissionen sind entsprechend um 26% geringer als durch die Startbilanz berechnet. Die PKW-Zulassungszahlen sind in der Stadt Offenbach zwischen den Jahren 2002 und 2006 um 2,8% gesunken [18]. Nach der Mobilitätsstudie Deutschland 2002 (Stichprobenaufstockung Rhein-Main) besitzen statistisch 33% der Haushalte in Offenbach keinen PKW [16]. Diese vergleichsweise geringe PKW-Ausstattung verursacht eine rechnerische Minderung des Benzin- und Dieselverbrauchs. Dennoch entfallen 60 % der Gesamtemissionen auf den PKW-Verkehr, während der Buslinienverkehr nur 1,8 % und der S-Bahnverkehr 2,3 % in 2005 bzw. 2,9 % in 2006 ausmachen!

Im Vergleich zur Startbilanz sind die CO_2-Emissionen des ÖPNV in der Feinbilanz um 0,07 t / Einwohner/Jahr höher. Dieser Wert ist auf die überdurchschnittliche Personenfahrleistung im ÖPNV in Offenbach zurück zu führen (s. Kap. 3.2.6.1). Durch die Zunahme der Verkehrsleistung von Schienenfahrzeugen von 2005 auf 2006 steigen auch die Emissionen der S-Bahn um 23 %. Die große Differenz der CO_2-Emissionen des Buslinienverkehrs zwischen Start- und Feinbilanz (50%) ist hauptsächlich auf einen methodischen Fehler der Bilanzierungssoftware zurück zu führen: Die Feinbilanzdaten stellen den realen Verbrauch der Fahrzeuge in Offenbach dar, während die Verbrauchswerte in der Startbilanz zu niedrig kalkuliert sind.

3.2.6.3 Vergleich verursacherbezogener und territorialer Ansatz

Während der motorisierte Straßenverkehr mit ECO_2-Region ausschließlich nach dem Verursacherprinzip bilanziert wird, soll an dieser Stelle eine Bilanz nach dem Territorialprinzip gegenüber gestellt werden. Diese Auswertung nach dem Territorialprinzip stellt dar, welche (Straßen-)Verkehrsleistung innerhalb des Stadtgebiets Offenbach erbracht wird und welche lokalen CO_2-Emissionen daraus folgen.

In der folgenden Tabelle sind die Fahrleistungen, gruppiert nach 7 sog. Verkehrssituationen, mit den dort generierten CO_2-Emissionen dargestellt. Die Auswertung erfolgte auf Basis des Verkehrsmodells zum Stand 2005.

Tabelle 5: Fahrleistungen und CO_2-Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs in Offenbach

Verkehrs situation	**Beschreibung**	**Strecken länge**	**Fahr-leistung**	**LKW-Anteil***	**CO_2-Emissionen [t/Jahr]**		
		[km]	[km/Tag]	[%]	PKW	LKW	Gesamt
AB_100	Autobahn, Tempo-limit 100 km/h	21,5	1.212.305	10,5	7.648	2.785	10.433
ØAO	Außerortsverkehr - Durchschnitt	23,1	154.924	8,1	17.772	977	18.749
ØIO	Innerortsverkehr - Durchschnitt	127,6	248.030	1,4	71.076	28.886	99.962
IO_HVS2	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, geringe Störungen	19,2	49.040	2,8	2.798	297	3.095
IO_HVS3	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt mittlere Störungen	56,8	256.155	2,2	15.633	1.344	16.977
IO_LSA1	Hauptverkehrsstr., Lichtsignalanlage, mittlere Störungen	43,4	574.420	5,0	34.029	7.007	41.036
IO_LSA2	Hauptverkehrsstr., Lichtsignalanlage, geringe Störungen	8,0	102.778	4,2	6.764	1.287	8.051
Summe		**299,5**	**2.597.653**	**-**	**155.719**	**42.584**	**198.303**

* inkl. Busse

Bei einer Gesamtfahrleistung von knapp 2,6 Mio. km im Jahr 2005 emittieren die auf Offenbacher Straßen verkehrenden Kraftfahrzeuge fast 200.000 t CO_2 pro Jahr. 21,5 % der Emissionen entfallen auf LKW (inkl. Busse), obwohl deren Kilometerleistung nur gut 7% beträgt. Vergleicht man die Situation der innerörtlichen mit den überörtlichen Straßen, fällt auf, dass zwar nur 47% der Fahrleistung innerorts erbracht wird, hier aber 85% der CO_2-Emissionen anfallen. Zurückzuführen ist dieses Missverhältnis auf den höheren Kraftstoffverbrauch pro km im innerörtlichen Verkehr.

In der folgenden Abbildung 19 werden die Ergebnisse der verschiedenen Bilanzierungsmethoden des motorisierten Straßenverkehrs gegenübergestellt. Die CO_2-Bilanz des Straßenverkehrs nach dem territorialen Ansatz liegt - wie auch das Ergebnis aus der Feinbilanz in ECO_2-Region - unter den Werten der Startbilanz für Offenbach. Die Berechnung nach dem Territorialprinzip zeigt etwas niedrigere Emissionswerte als die verursacherbezogene Berechnung, die Differenz liegt allerdings lediglich bei 6,6 %. Dies bedeutet, dass annähernd die gleiche Fahrleistung, die Offenbachs Bürger statistisch außerhalb des Stadtgebietes fahren, von Nicht-Offenbachern innerhalb des Stadtgebiets als Einpendler oder auf Durchreise erbracht wird.

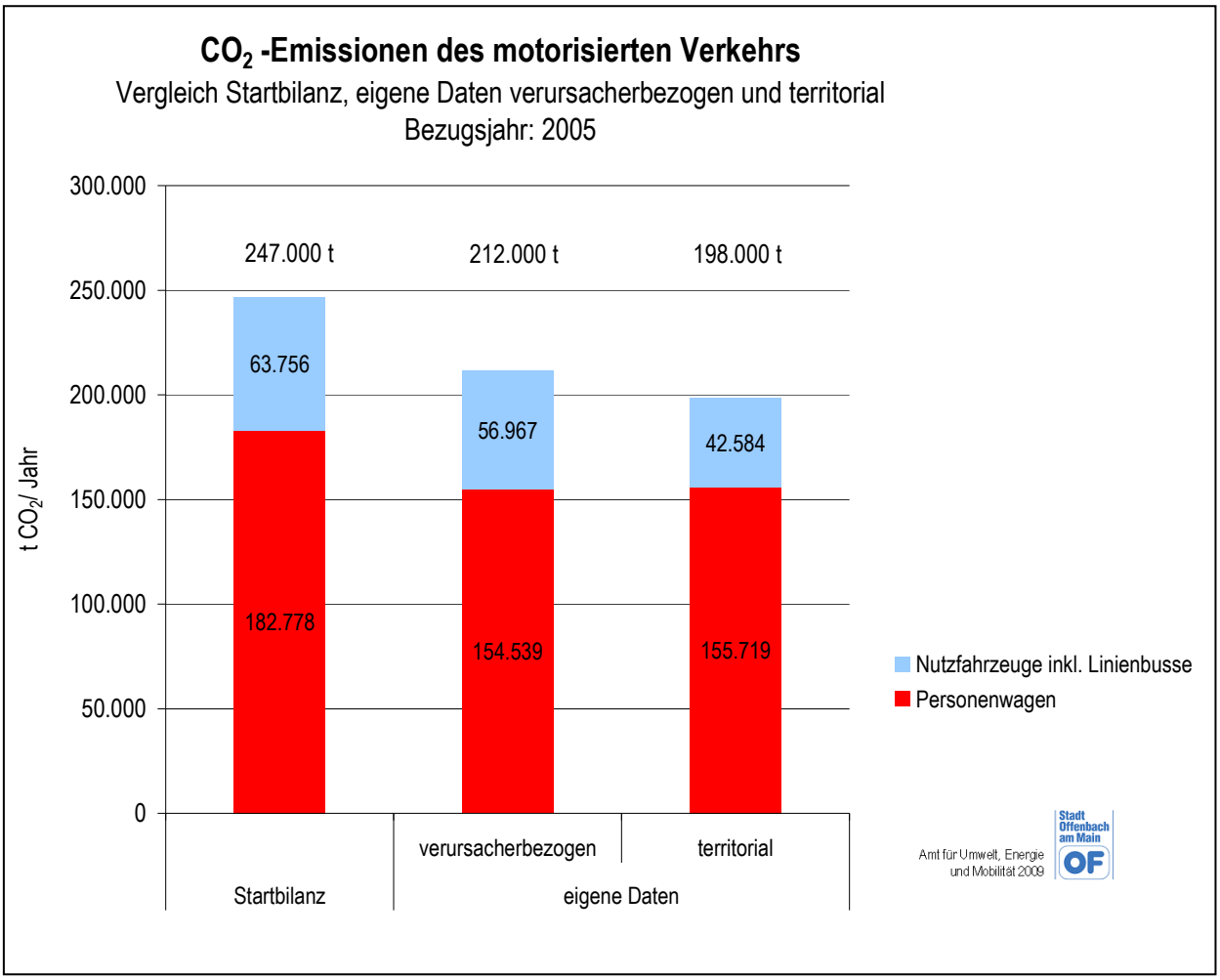


Abbildung 19: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs nach Verkehrsträgern

3.3 CO_2- Bilanz kommunaler Gebäude der Stadt Offenbach

3.3.1 Objekte der GBM / Sonstige Gebäude gruppiert nach Objektart

Der Gesamtenergieverbrauch der GBM-Liegenschaften betrug im Jahr 2006 gut 37 Mio kWh, wovon fast 34 Millionen kWh auf den Wärmebereich (Heizung, Warmwasser) entfallen (2005: 41,7 Mio kWh gesamt, 38 Mio. kWh Wärme). Abgesehen vom Klinikum Offenbach, das hier als Vergleich dargestellt wird (nicht unter Verwaltung der GBM), stellen die Schulen die größte Energieverbrauchergruppe unter den kommunalen Gebäuden dar mit gut 26 Mio. kWh in 2005 und ca. 20,9 Mio kWh im Jahr 2006, was etwa 56 % des Gesamtverbrauchs aller GBM-Einrichtungen entspricht.

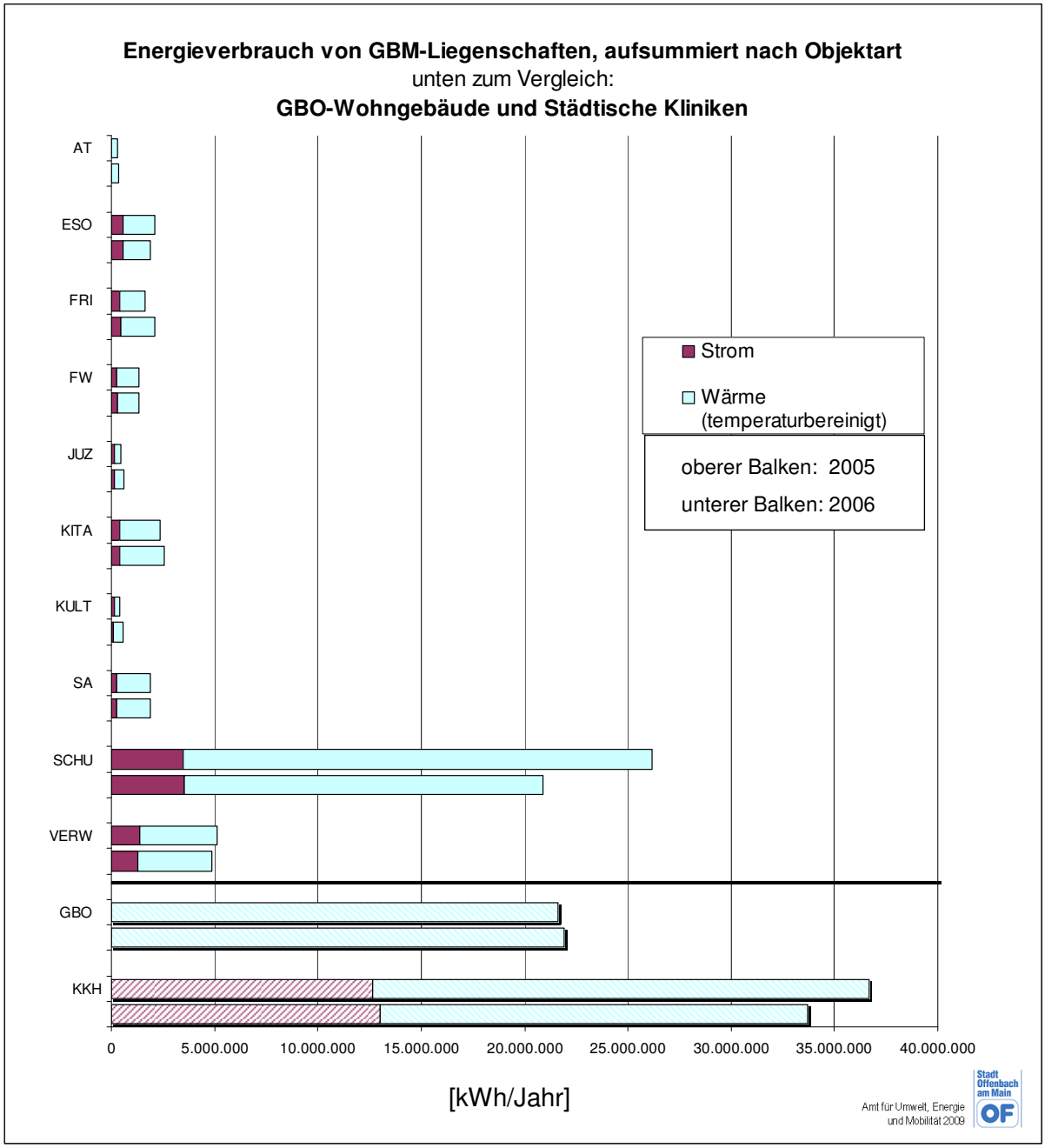


Abbildung 20: Energieverbrauch kommunaler Liegenschaften (GBM)summiert nach Objektarten

Die nicht unter der Verwaltung der GBM stehenden Objekte Capitol, Stadthalle, Bürgerhaus Rumpenheim, die Verwaltungsgebäude von OVB und GBO (nicht in Abbildung 20 dargestellt) sowie die Städtischen Kliniken (KKH) kommen insgesamt auf einen Wärmeenergieverbrauch von 25 Millionen kWh/a und einen Stromverbrauch von 14 Millionen kWh/a (2006). Davon hat das Klinikum mit rund 24 Millionen kWh/a (Wärme) und 13 Millionen kWh/a Strom im Jahr 2006 mit weitem Abstand den größten Anteil.

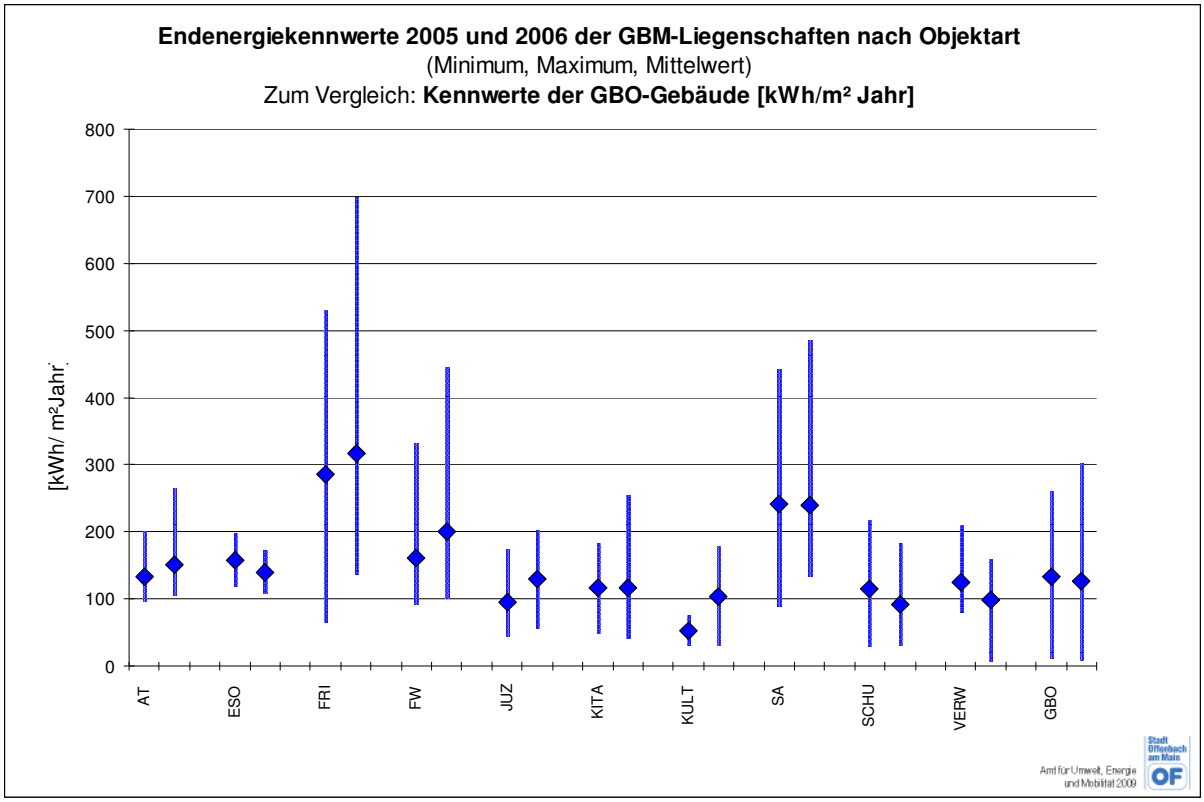


Abbildung 21: Temperaturbereinigte Heizenergiekennwerte der GBM-Liegenschaften nach Objektart und GBO-Wohngebäude

Bei Betrachtung der Energiekennwerte (Abbildung 21) fällt auf, dass die größte Streuung bei den Objektarten Friedhofsgebäude (2005: Werte zwischen 88 kWh/m²Jahr und 1116 kWh/m²Jahr) und Sportanlagen zu finden sind. Während bei Friedhöfen überhöhte Werte unter anderem auf nicht-energetische Verwendung von Erdgas zurückgeführt werden können (Krematorien), sind hohe Kennzahlen bei Sportanlagen (bis 551 kWh/m²a) offensichtlich schlechter Energieeffizienz zuzuschreiben.

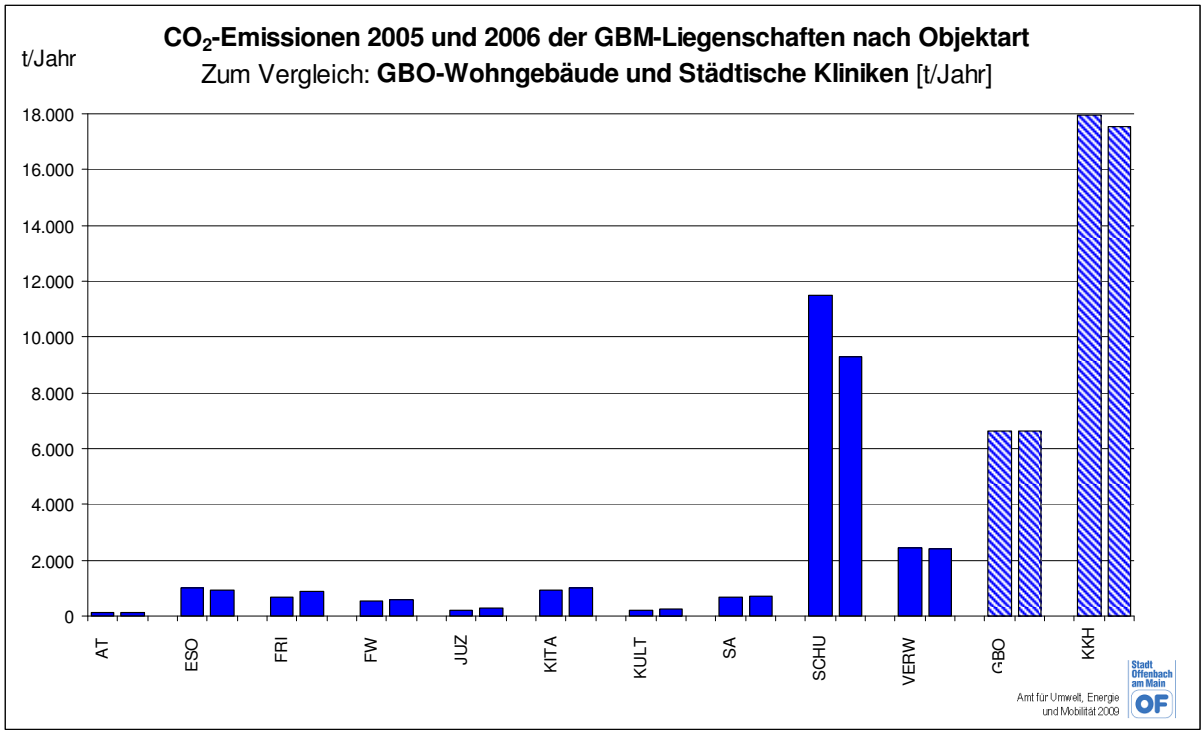


Abbildung 22: CO_2-Emissionen der GBM-Liegenschaften nach Objektart summiert, GBO-Wohngebäude und Städtische Kliniken

Die CO_2-Emissionen der GBM-Liegenschaften (Abbildung 22) verteilen sich analog zum Energieverbrauch in der gleichen Größenordnung auf die Objektarten und belaufen sich insgesamt auf gut 18.000 t im Jahr 2005 und 16.500 t im Jahr 2006. Die Schulen tragen mit 11.500 Tonnen im Jahr 2005 mehr als doppelt soviel zum CO_2-Gesamtausstoß bei, wie die restlichen GBM-Liegenschaften zusammen. Zum Vergleich sind auch in diesem Diagramm die GBO-Gebäude und die Städtischen Kliniken (KKH) mit aufgeführt.

3.3.2 CO_2-Emissionen und Energiekennwerte der einzelnen GBM-Liegenschaften

In den folgenden Diagrammen sind die CO_2-Emissionen einzelner GBM-Liegenschaften aufgeschlüsselt und nach Objektarten sortiert dargestellt. Zusätzlich ist mit dem spezifischen Verbrauch in Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr, also dem heizenergiebezogenen Energiekennwert eVH, ein Hinweis auf die Energieeffizienz einer Liegenschaft gegeben.

3.3.2.1 Altenheime, ESO

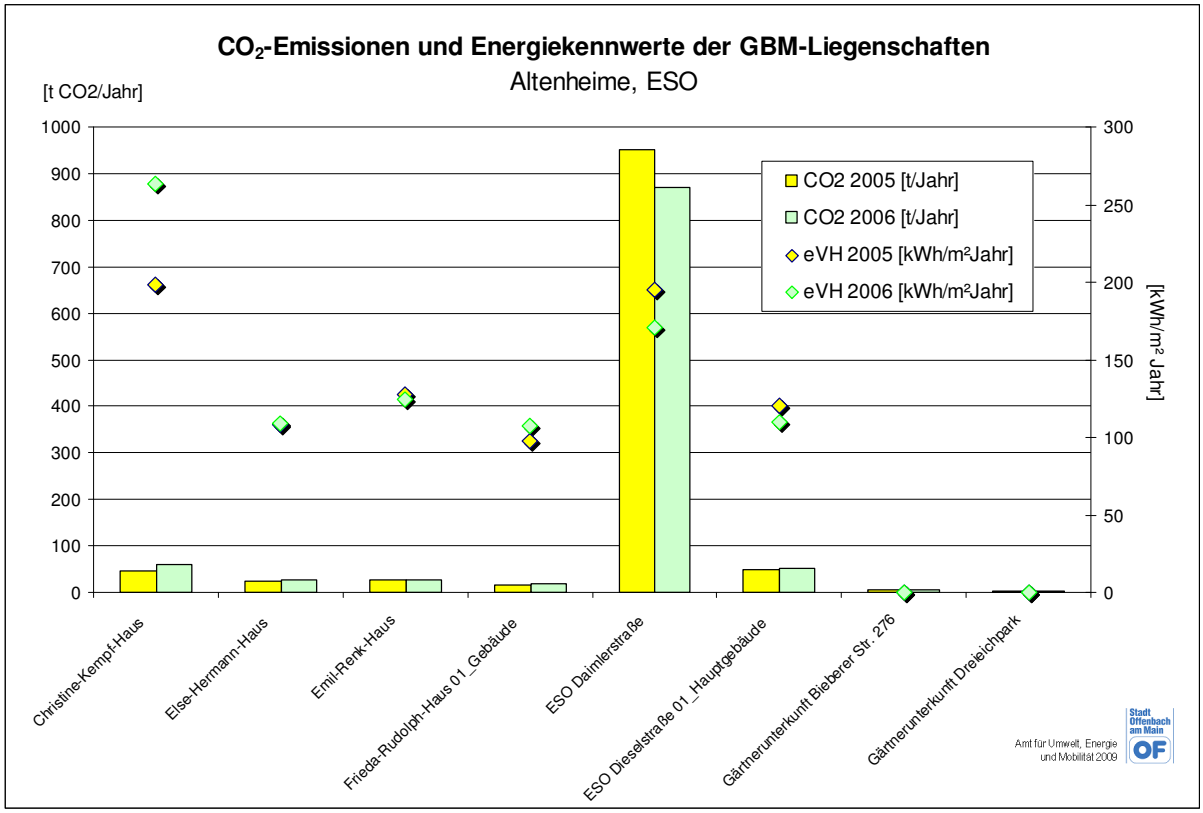


Abbildung 23: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Altenheime und ESO-Liegenschaften

Bis auf die ESO-Liegenschaft in der Daimlerstraße (Wertstoffhof) liegen die CO_2-Emissionen dieser Objekte bei unter 100 Tonnen im Jahr. Der sehr hohe Energiebedarf der Liegenschaft in der Daimlerstraße ist zu einem Teil auf die Beheizung von schlecht bis nicht isolierten Werkstatthallen mit häufigem Öffnen und Schließen der Tore sowie auf den hohen Stromverbrauch der Ballenpresse (Papier) zurückzuführen. Da es keine getrennten Energiezähler innerhalb der Liegenschaft gibt und ein großer Teil des Energieverbrauchs produktionsbedingt ist, wird dieser in der Gesamtbetrachtung im Teilsektor kommunale Infrastruktur und nicht als kommunales Gebäude geführt (Kap. 3.2.5).
Der im Vergleich zu den übrigen Altenheimen erhöhte Kennwert von 233 (2005) bzw. 308 kWh/m²/Jahr (2006) des Christine-Kempf-Hauses stellt den vordringlichen Sanierungsbedarf dieser Liegenschaft heraus; der energetisch schlechte Zustand ist bekannt. Als erste Verbesserungsmaßnahmen sind der Austausch einer defekten Heizungssteuerung in 2008 und die Nutzung der Dienstwohnung durch einen Hausmeister der GBM zu nennen. Dadurch wird zum einen die manuelle Heizungssteuerung gewährleistet, zum anderen können die überhöhten Energieverbräuche durch ungünstiges Nutzerverhalten bei häufigen Wochenendveranstaltungen etwas eingedämmt werden.

3.3.2.2 Friedhöfe, Feuerwehr

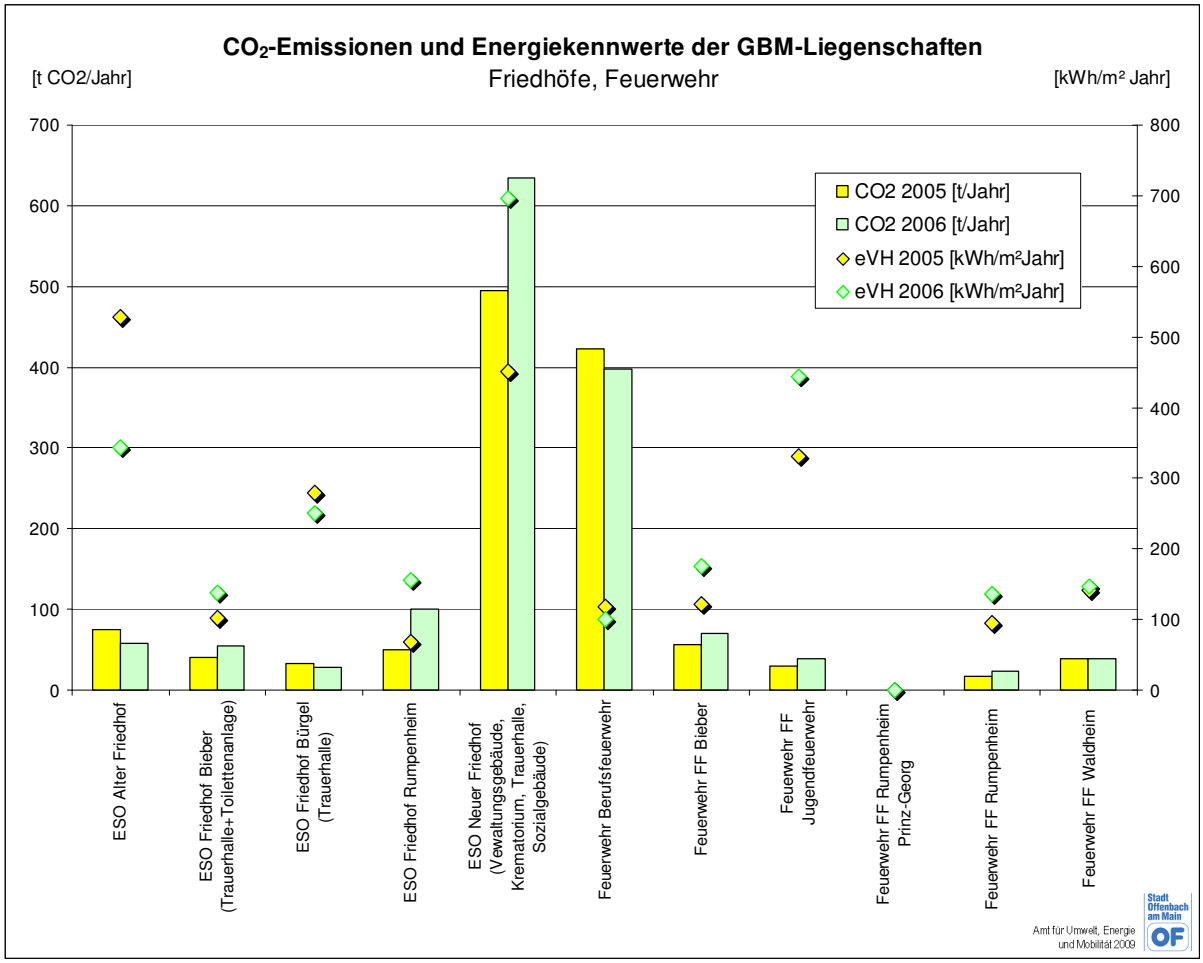


Abbildung 24: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Friedhöfe und Feuerwehr

Wie bereits erwähnt, dürften die hohen spezifischen Energieverbräuche von Friedhofseinrichtungen aus der nicht-energetischen Nutzung (Krematorien) des jeweiligen Primärenergieträgers resultieren. Da deren Anteil aufgrund nicht vorhandener Einzelzähler aus den vorliegenden Daten nicht quantitativ bestimmt werden kann, ist eine nähere Analyse auf jeden Fall angebracht.

Die Liegenschaften der Feuerwehren sind bis auf das Gebäude der Jugendfeuerwehr (Im Gartenfeld 3) vom spezifischen Verbrauch her als durchschnittlich einzustufen (161 kWh/m²/Jahr nach VDI 3807). Die Kennwerte der Jugendfeuerwehr von 390 bzw. 522 kWh/m²/Jahr verdeutlichen den energetisch desolaten Zustand des Gebäudes (Holztor, ungedämmt mit z.T. offenen Fugen). Um ein Einfrieren des Löschwassers im Winter zu verhindern, muss die Fahrzeughalle beheizt werden, außerdem finden an Wochenenden häufig Veranstaltungen statt. Es ist geplant, dass die Jugendfeuerwehr künftig in den Neubau der Freiwilligen Feuerwehr Rumpenheim einzieht.

3.3.2.3 Kindertagesstätten

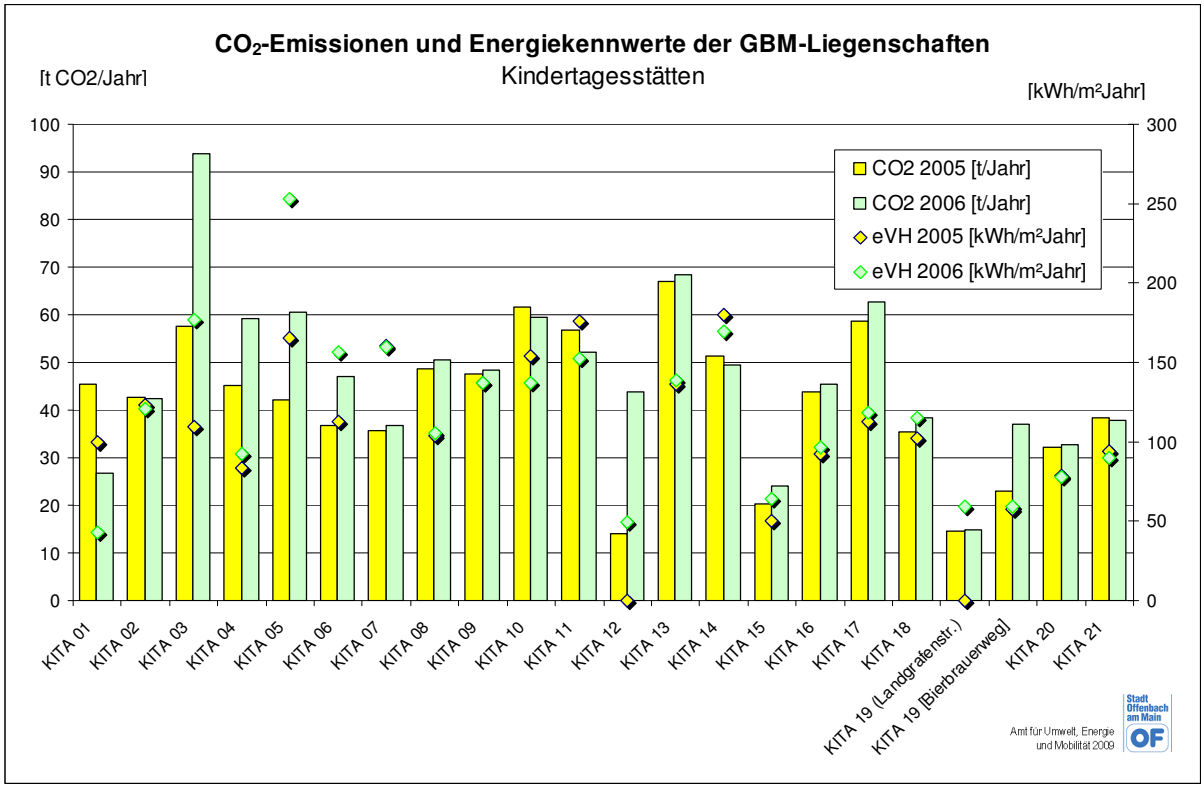


Abbildung 25: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Kindertagesstätten (KITAs)

Die energiebedingten CO_2-Emissionen der Kindertagesstätten liegen insgesamt bei 919 Tonnen im Jahr 2005 (2006: 1035 t/Jahr). Etwas überhöht, verglichen mit dem Durchschnitt von 200 kWh/m²/Jahr (VDI / ages), sind die Kennwerte der Tagesstätten Nr. 03, 05, 07 und Nr. 14, wobei die KITA Nr. 05 mit 351 kWh/m²/Jahr im Jahr 2006 besonders herausragt.
Da der energetisch schlechte Zustand vieler städtischer Kitas bekannt ist, wurden einige davon zur Sanierung innerhalb des Konjunkturprogramms II der Bundesregierung vorgeschlagen. Die Kita 05 wird im Zuge der laufenden Sanierung der Albert-Schweitzer-Schule energetisch saniert, zukünftig aber nicht mehr als Kita, sondern als Schulmensa /-cafeteria genutzt.
Der fehlende Energiekennwert der Kita 19 Landgrafenstraße geht vermutlich auf Leerstand während der Umbauphase zurück, qualitativ belastbare Verbräuche liegen von 2005 nicht vor. Die Kita wurde 2008 nach Abschluss der Sanierungsarbeiten wieder in Betrieb genommen.
Die Kita 12 in der Schönbornstraße in Bürgel wird mittels einer Erdwärmepumpe beheizt. Der gegenüber 2005 erhöhte Stromverbrauch 2006 ist auf einen Ausfall der Wärmepumpe zurückzuführen, so dass der Heizwärmeverlust mit einer elektrischen Heizung ausgeglichen werden musste.

3.3.2.4 Kultur, Jugendzentren

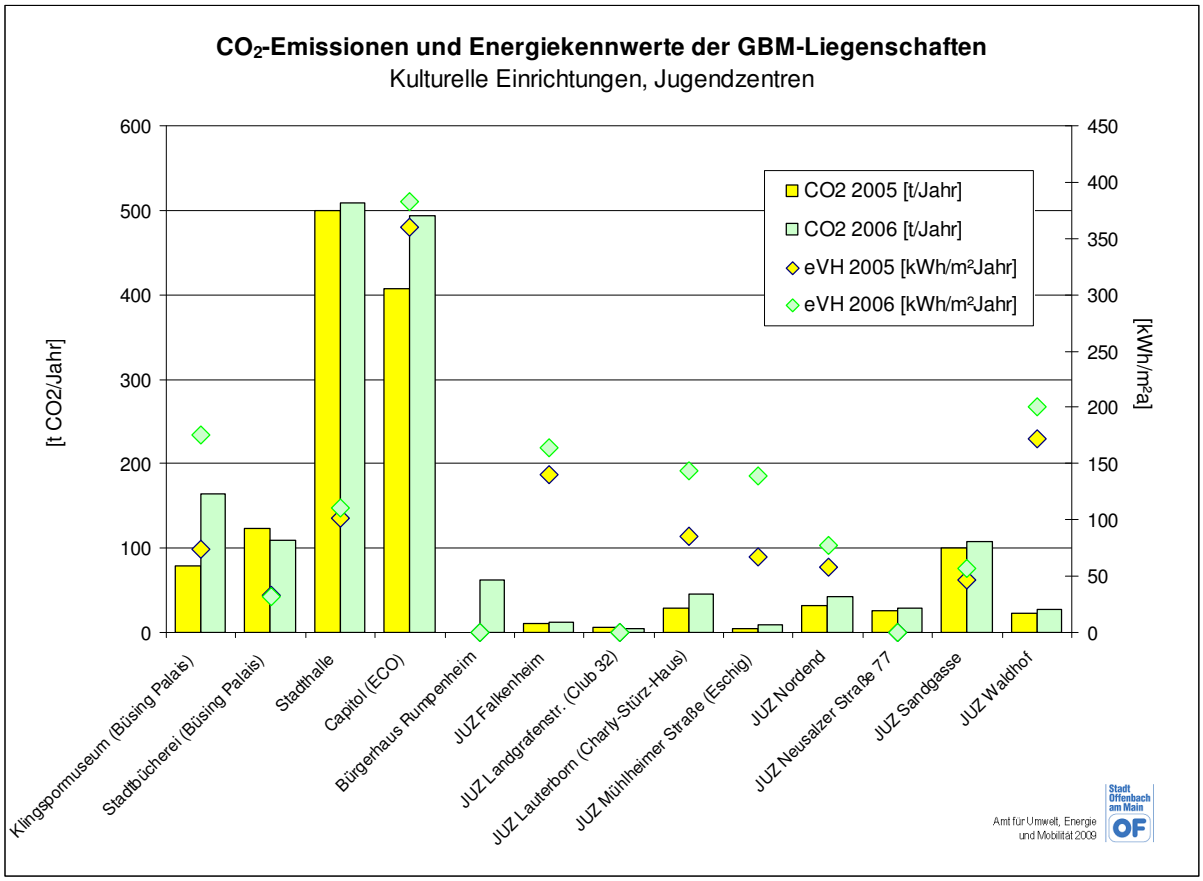


Abbildung 26: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Kultur- und Jugendeinrichtungen

Das nicht unter Verwaltung der GBM stehende Capitol birgt mit hohen Energiekennwerten von über 400 kWh/m²/Jahr offenbar ein hohes Energieeinsparpotenzial, das untersucht werden sollte. Der Verbrauchs- und CO_2-Emissionsanstieg des Klingspor-Museums um fast 100% von 2005 zu 2006 geht vermutlich auf einen Datenübertragungsfehler zurück, da sich nach Auskunft der GBM die Werte für 2007 wieder dem Niveau von 2005 angleichen. Derzeit findet eine Sanierung mit Umbau statt. Vom Bürgerhaus Rumpenheim lagen für 2005 keine Zahlen vor. Die Jugendzentren liegen mit ihren Kennwerten von bis zu 235 kWh/m²a auch teilweise über dem Durchschnittswert nach VDI / ages von 137 kWh/m²Jahr.

3.3.2.5 Sportanlagen

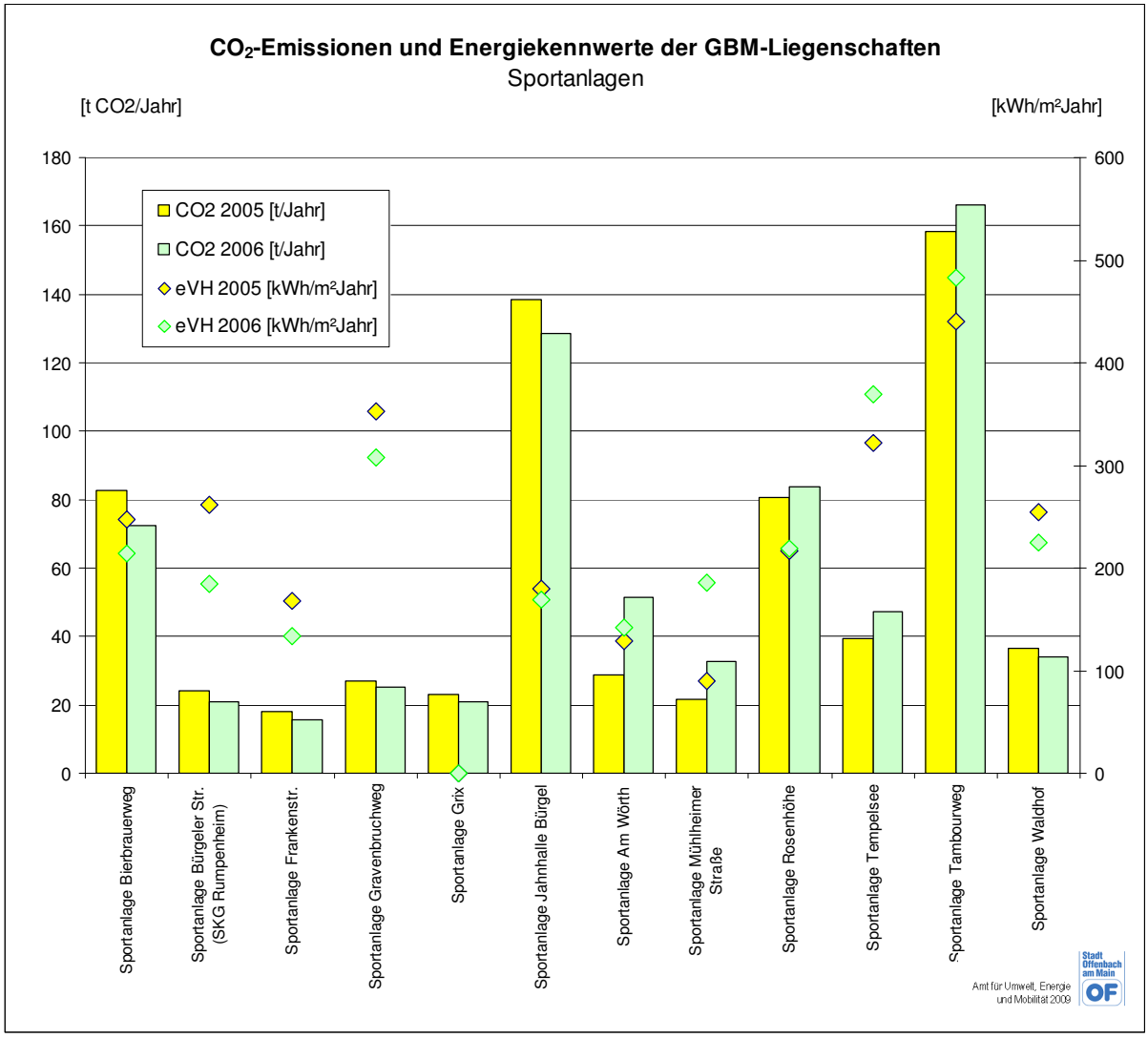
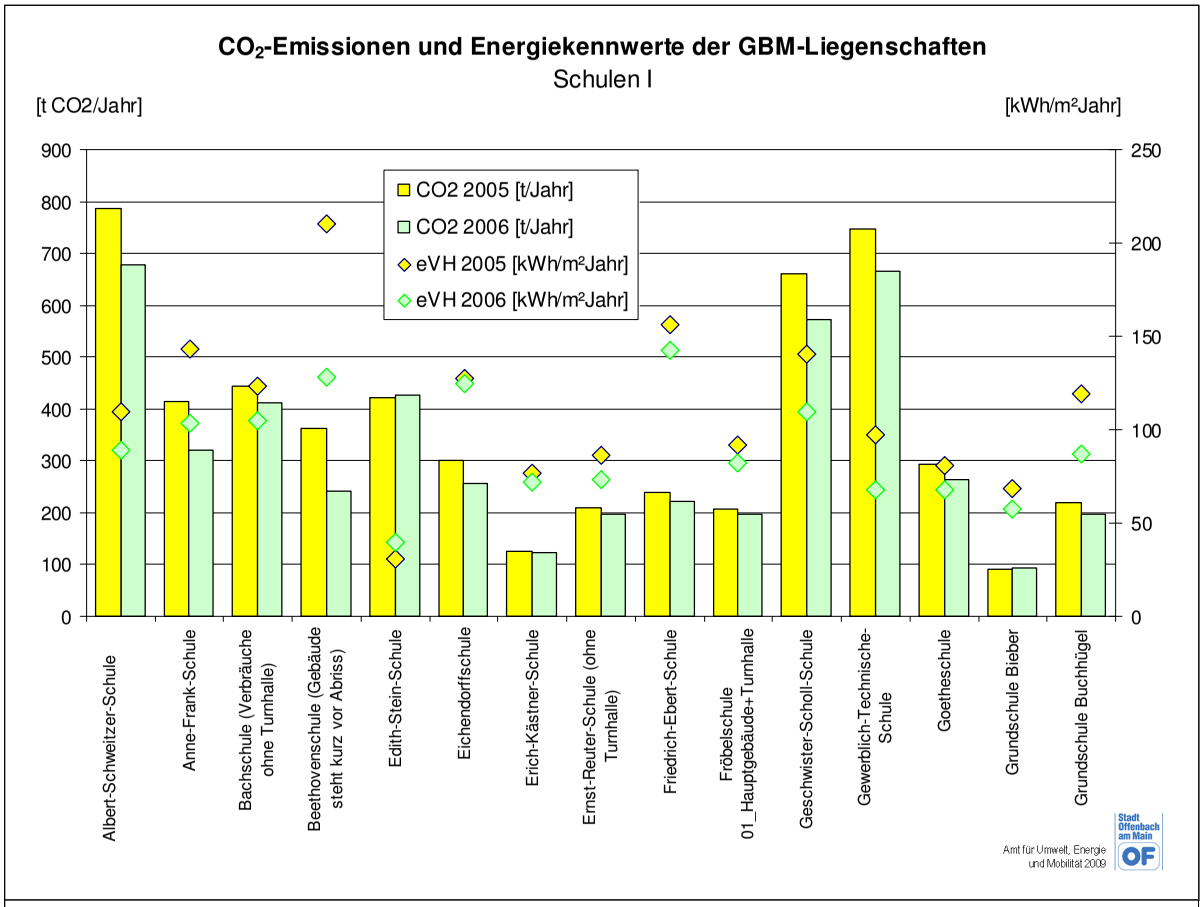


Abbildung 27: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Sportanlagen.

Bei den Offenbacher Sportanlagen ist sowohl die Streuung als auch die Höhe der Energiekennwerte Indiz für eine heterogene Nutzung mit in vielen Fällen offensichtlich hohem Einsparpotenzial. Werte von über 270 kWh/m²/Jahr (Durchschnittswert für Sportanlagen nach VDI 3807 / ages) rechtfertigen zumindest individuelle energetische Untersuchungen der Liegenschaften.

3.3.2.6 Schulen



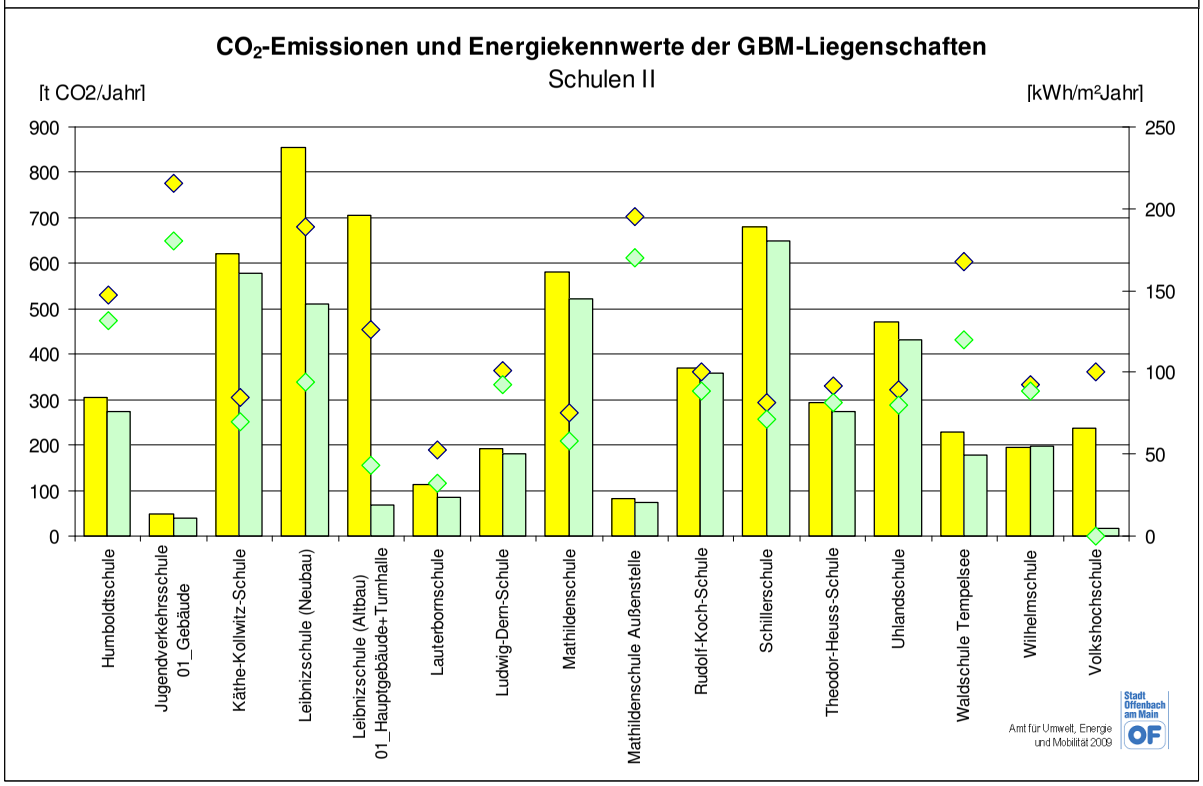


Abbildung 28: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Schulen Teil I

Abbildung 29: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Schulen Teil II

Die unter Verwaltung der GBM stehenden Offenbacher Schulen haben 2005 mit 11.500 Tonnen mehr als die Hälfte der CO_2-Emissionen aller GBM-Liegenschaften verursacht (2006: 9.300 t/Jahr). Nicht nur diese Größenordnung sondern auch der teilweise individuelle hohe spezifische Energieverbrauch, der bei vielen Liegenschaften den Durchschnittswert von 100 – 150 kWh/m²/Jahr (Gymnasien bzw. Schulen mit Turnhalle nach VDI / ages) weit übersteigt, lässt ein entsprechend hohes Einsparpotenzial bei diesen Objekten erwarten.

3.3.2.7 Sonstige Kommunale Einrichtungen

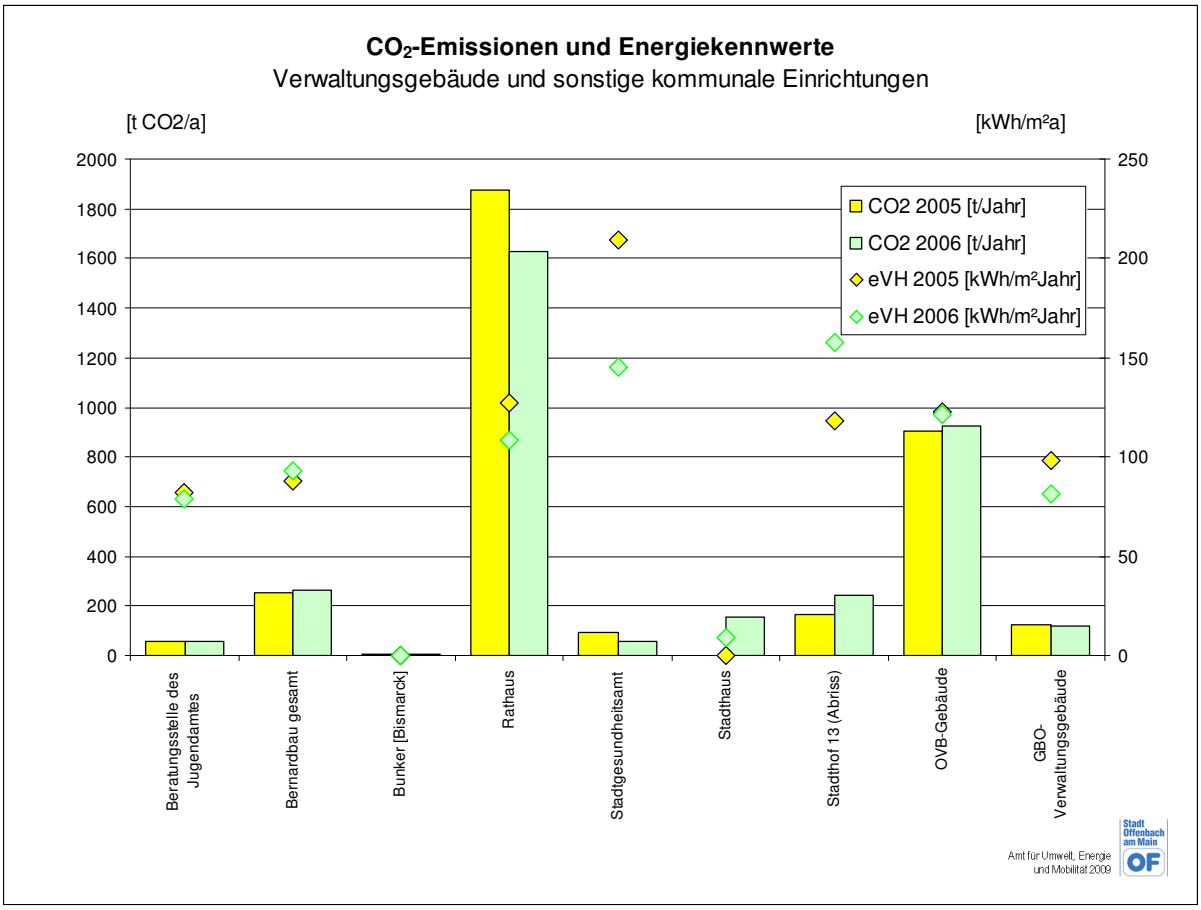


Abbildung 30: CO_2-Emissionen und Energiekennwerte: Verwaltungsgebäude und sonstige kommunale Einrichtungen

Mit fast 1.900 Tonnen CO_2-Emissionen im Jahr 2005 (2006: 1600 Tonnen) zählt das Rathaus zu den größten Verursachern von klimarelevanten Kohlendioxidemissionen unter den kommunalen Gebäuden der Stadt Offenbach. Auch wenn der spezifische Verbrauch von 150 bzw. 128 kWh/m²a (2005 / 2006) durchaus im Normbereich liegt, sollten hier, gerade hinsichtlich der städtischen Vorbildfunktion, Einsparmaßnahmen nach einer genaueren Analyse herausgearbeitet und umgesetzt werden.

Objekte, die weniger aufgrund des absoluten Verbrauchs sondern wegen der hohen Energiekennwerte auffallen, sind das ehemalige Stadtgesundheitsamt (Dreieichring) und der Stadthof 13 (ehem. Technisches Rathaus). Beide Objekte wurden inzwischen verkauft: Der Stadthof 13 wurde vom Erwerber inzwischen saniert, das ehem. Stadtgesundheitsamt ging Anfang 2009 in den Besitz der Stadtwerke Offenbach über und wird im Rahmen der geplanten Umnutzung saniert.

3.3.3 Wohngebäude der GBO

In den folgenden Diagrammen sind die durch Heiz- und Warmwasserenergieverbrauch verursachten CO_2-Emissionen und die Heizenergieverbrauchskennwerte – beide ohne Berücksichtigung des Stromverbrauchs - der GBO-Liegenschaften dargestellt, für die Verbrauchswerte vorliegen (74 von insgesamt 236 GBO-Liegenschaften).

Zusammen kommen die ausgewerteten Objekte der GBO auf einen Wärmeverbrauch von 21,5 Millionen kWh/Jahr (2006), der CO_2-Emissionen in Höhe von ca. 6.500 Tonnen zur Folge hat. Größter Einzelverbraucher ist der "Waldhofblock" mit ca. 2,4 Millionen kWh/Jahr (2006).

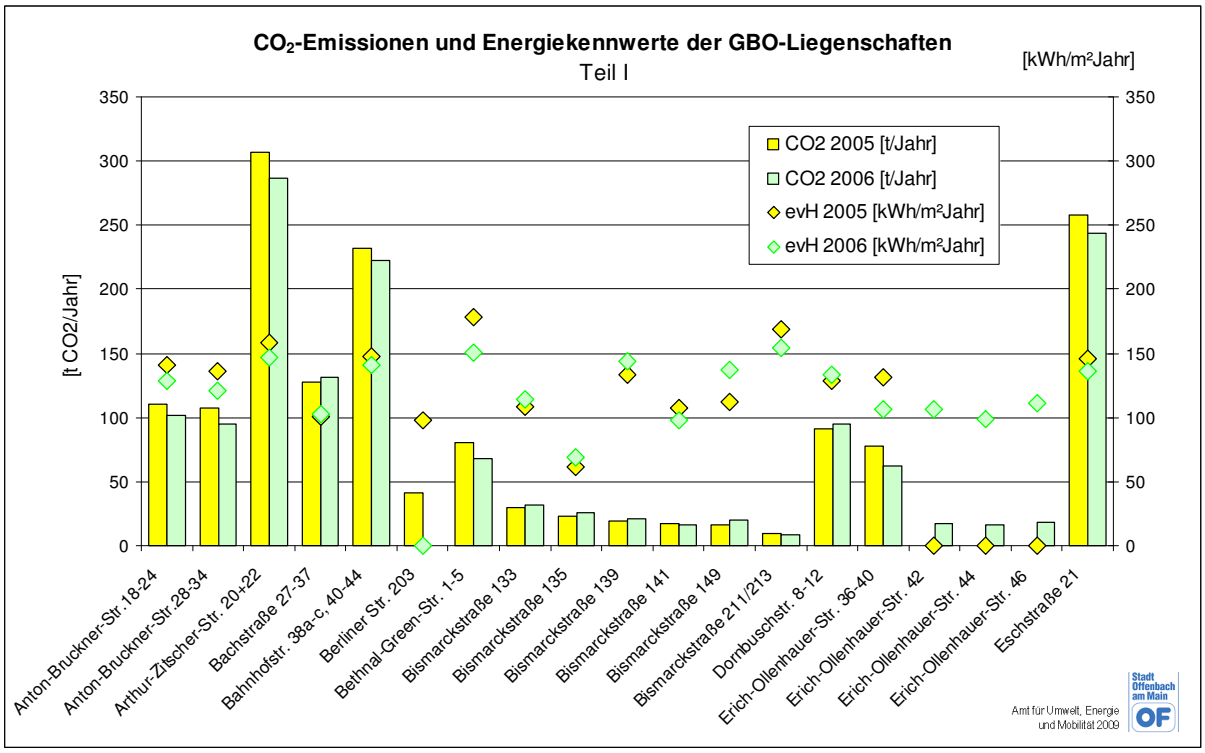


Abbildung 31: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil I)

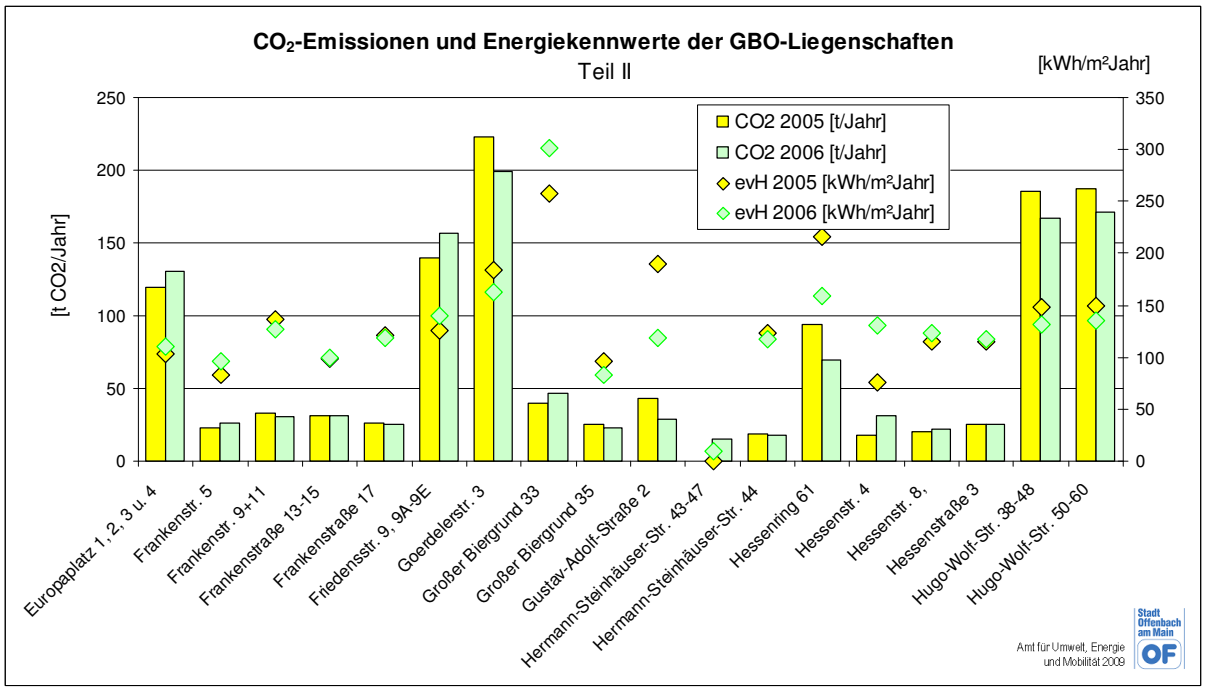


Abbildung 32: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil II)

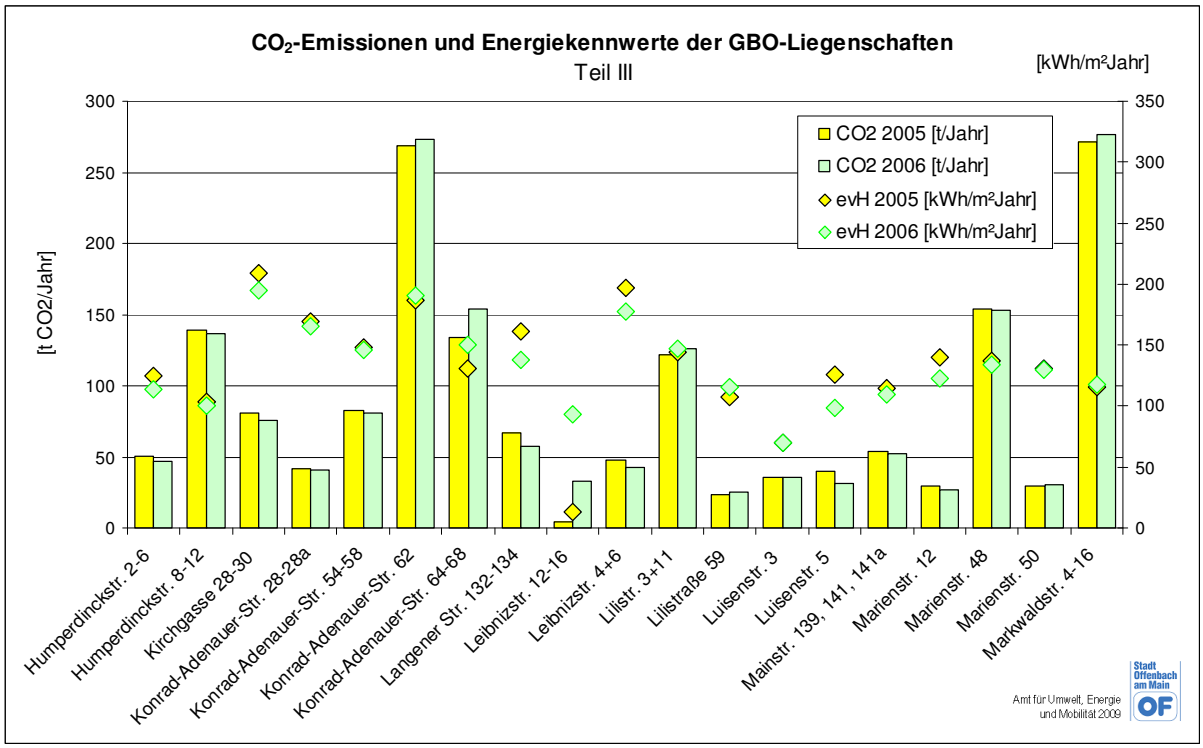


Abbildung 33: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil III)

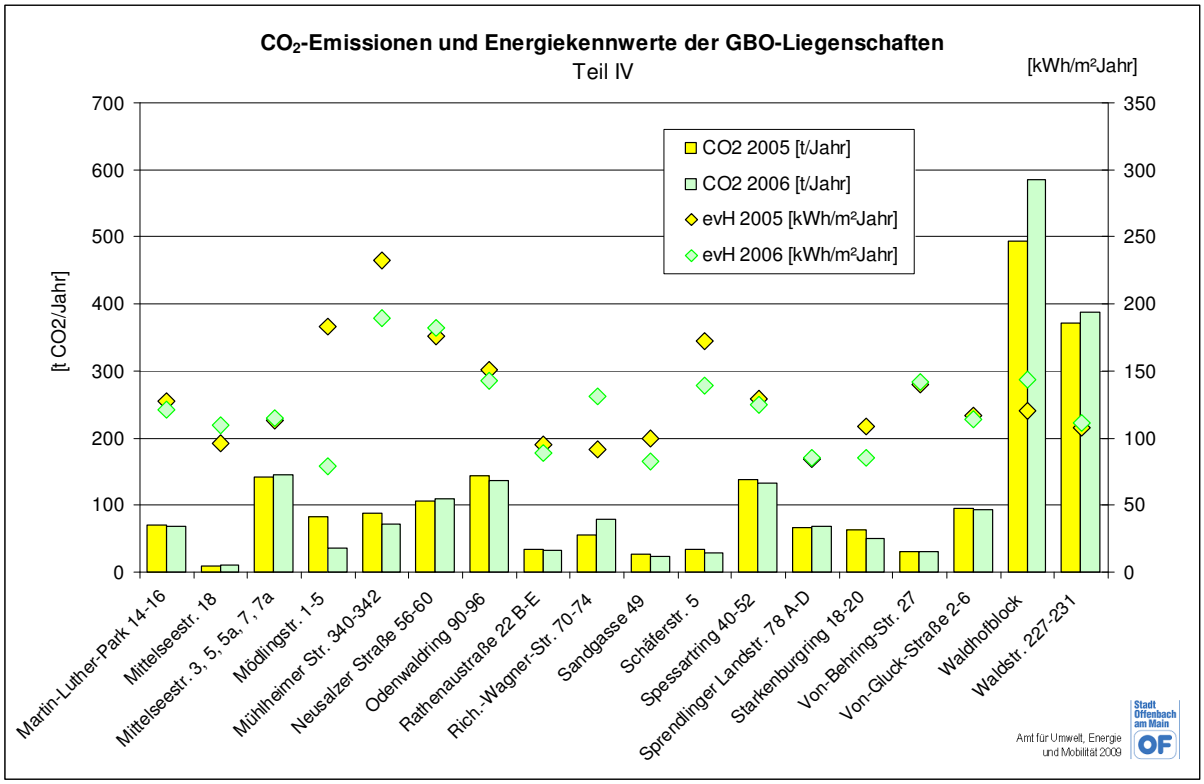


Abbildung 34: CO_2-Emissionen und Heizenergiekennwerte von GBO-Wohngebäuden 2005 und 2006 (Teil IV)

Liegenschaften mit besonders schlechten Heizenergiekennwerten, d.h. mehr als 200 kWh/m²/Jahr, sind:

- Großer Biergrund 33: 300 kWh/m²Jahr (2006)
- Kirchgasse 28-30: ca. 209 kWh/m²Jahr (2005)
- Mühlheimer Str. 340-342: ca. 230 kWh/m²Jahr (2005)

Es handelt sich bei diesen drei Objekten um ungedämmte Gebäude mit alten Heizungsanlagen.

Einige Liegenschaften weisen auffällige Schwankungen zwischen 2005 und 2006 auf, die sich wie folgt erklären:

- Gustav-Adolf-Str. 2, starker Rückgang von 2005 zu 2006: Leerstand von Gewerbeflächen im EG und 1. OG
- Hermann-Steinhäuser-Str. 43-47 (Ostpol): Das Objekt wurde 2005 leer von der GBO übernommen, die Umbauphase dauerte bis ins Jahr 2006, Einzug Oktober 2006
- Leibnizstraße 12-16: Kernsanierung 2004/2005, Bezugstermin September 2005
- Mödlingstr. 1-5, starker Rückgang von 2005 zu 2006: energetische Sanierung 2006 im Rahmen des CO_2-Programms, Fertigstellung Dezember 2006

Das in 2006 begonnene CO_2-Gebäudesanierungsprogramm der GBO kann sich natürlich noch nicht – oder höchstens ansatzweise - in den vorliegenden Zahlen widerspiegeln. Die

Auswertungen der kommenden Jahre werden zeigen, in welchem Maß sich die durchgeführten Maßnahmen auf den Verbrauch an Heizenergie auswirken.

Es gilt für die GBO-Liegenschaften, wie auch für öffentliche Einrichtungen, die Ursachen für hohen spezifischen Verbrauch auszumachen und im Bedarfsfall Einsparmaßnahmen zu planen und umzusetzen. Je nach Baualter sind bereits Energiekennwerte von über 150 kWh/m²Jahr im Wohngebäudebereich ein Indiz für Handlungsbedarf.

4 Klimaschutzmaßnahmen in Offenbach

Bestandteil dieses ersten Klimaschutzberichts der Stadt Offenbach ist neben der eigentlichen CO_2-Bilanz auch das Thema Klimaschutzmaßnahmen. Da es bis 2006 keine Stelle innerhalb der Stadtverwaltung Offenbach mit Zuständigkeit für Klimaschutz gab, werden hier erstmals Maßnahmen mit Relevanz für den Klimaschutz gebündelt dargestellt. In Kapitel 4.1 werden die bisher durchgeführten Maßnahmen (1998 -2007), in Kapitel 4.2 der innerhalb der Projektgruppe erarbeitete sogenannte Sofortmaßnahmenkatalog (Umsetzung ab 2008) dargestellt.

4.1 Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Stadt Offenbach

Bereits in der Vergangenheit wurden im Stadtkonzern Maßnahmen durchgeführt, die sich positiv in Hinblick auf den Klimaschutz auswirken. Die Projektpartner im Stadtkonzern (s. Tabelle 10 im Anhang) wurden gebeten, jeweils für ihren Zuständigkeitsbereich relevante Maßnahmen aufzulisten und nach Möglichkeit mit konkreten Kennzahlen zur CO_2-Minderung zu beschreiben. Da es oftmals schwierig und mit einem hohen Aufwand verbunden ist, konkrete Energieeinsparungen und daraus abgeleitete CO_2-Minderungen zu nennen, gibt es viele Maßnahmen ohne diesbezügliche Angaben, z.B. für alle bisherigen Maßnahmen der GBO. Zukünftig muss dieser Aspekt in den Mittelpunkt rücken um maßnahmenbezogen die Reduzierung der CO_2- Emissionen zu bilanzieren und Erfolge sichtbar zu machen.

Als Startpunkt zur Auflistung der Maßnahmen wurde das Jahr 1998 festgelegt, dem Beitrittsjahr der Stadt Offenbach zum Klimabündnis. Im Folgenden werden die gesammelten bisherigen Maßnahmen in drei getrennten Tabellen – nach Zuständigkeitsbereich der Organisationen - dargestellt:

- Städtische Gebäude: Amt für Stadtplanung und Baumanagement (Amt 60)/ GBM/EEG
- Wohngebäude der GBO
- Sonstige Organisationen (SOH, OVB, LNO, EVO, Amt für Umwelt, Energie und Mobilität (Amt 33))

Innerhalb der jeweiligen Tabelle sind die Maßnahmen nach dem Jahr der Durch- bzw. Einführung sortiert.

Tabelle 6: Bisherige Maßnahmen mit Klimaschutzrelevanz im Bereich öffentliche Gebäude (Zuständigkeit GBM/EEG/Amt 60)

Zeit-raum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte	Hauptakteur	Leistung/ Fläche	Energie-/CO_2-Minderung
1998-2006	**„Fifty-Fifty“** in Zusammenarbeit mit dem Klimabündnis auf Basis des Magistratsbeschlusses „Energiesparen durch geändertes Nutzer-verhalten an Offenbacher Schulen“	1. Rudolf Koch Schule 2. Theodor Heuss Schule 3. Albert Schweitzer Schule 4. Edith-Stein Schule 5. Erich Kästner Schule 6. Gewerblich-technische Schule 7. Mathilden Schule 8. Käthe Kollwitz Schule	Amt 40/60/ GBM		**Einsparung Schulen 1-8**[12] 2000: Strom: 54,30 MWh/a Wärme: 783 MWh/a CO_2: 180 t 2001: keine Daten vorhanden 2002: Wärme: 540 MWh/a CO_2: 217 t **Einsparung Schulen 3-8**[13] 2003: Strom: 96,21 MWh/a Wärme: 284 MWh/a 2004: Strom: 91,35 MWh/a Wärme: 355 MWh/a 2005: Strom: 218 MWh/a Wärme: 787 MWh/a
1998/ 99	Wärmedämmung Geschossdecke	1. Edith-Stein-Schule, Sporthalle 2. Albert-Schweitzer-Schule 3. Feuerwehr (Rhönstraße 10) 4. Kita 2 5. Leibnizschule 6. Schule Bieber-Waldhof	EEG/GBM/ Amt 60	1. 1400 m² 2. 680 m² 3. 330 m² 4. 227 m² 5. 4125 m² 6. 630 m²	-
	Kompletterneuerung Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung	Wilhelmschule	EEG/GBM/ Amt 60	300 kW	-
2000	Kompletterneuerung Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung	Anne-Frank-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	590 kW	-
2000	Erneuerung Heizkessel	1. Emil-Renk-Heim 2. Frieda-Rudolph-Heim	EEG/GBM/ Amt 60	1. 47 kW 2. 37 kW	-
	Erneuerung Heizflächen, Thermostatventile, Kompletterneuerung Lüftung im Saal	Gewerblich-Technische-Schulen	EEG/GBM/ Amt 60	-	-

12 Quelle: Recherche Schulamt: Dokumentationen zum Projekt Fifty-Fifty, 1998-2005

13 Quelle: Vattenfall Europe Contracting, Präsentation 2007

Zeit-raum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte	Hauptakteur	Leistung/ Fläche	Energie-/CO_2-Minderung
	Erneuerung Heizungsanlage, Wärmedämmung Geschossdecke	Jugendgästehaus Rosenhöhe	EEG/GBM/ Amt 60	150 kW, 330 qm	-
	Erneuerung Heizkessel, Thermostatventile, Heizungsverteilung mit Regelung	Kita 11	EEG/GBM/ Amt 60	100 kW	-
	Erneuerung Heizkessel, Heizungsverteilung mit Regelung	1. Kita 5 2. Rudolf-Koch-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	1. 70 kW 2. 600 kW	-
	Kompletterneuerung Heizungsanlage, Erneuerung Heizungsverteilung mit Regelung	Polizei (Mathildenplatz 1)	EEG/GBM/ Amt 60	140 kW	-
	Erneuerung Heizkessel, Heizflächen, Thermostatventile	Waldschule Tempelsee	EEG/GBM/ Amt 60	640 kW	-
	Erneuerung Heizkessel, Thermostatventile, Erneuerung und Lüftung Turnhalle	Beethovenschule	EEG/GBM/ Amt 60	-	-
2001	Erneuerung Heizungsanlage und Luftheizanlage in Aula und Turnhalle	Geschwister-Scholl-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	-	-
	Erneuerung Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung und Lüftung in Turnhalle	Humboldtschule	EEG/GBM/ Amt 60	600 kW	-
	Erneuerung Heizkessel, Heizungsverteilung mit Regelung	Lauterbornschule	EEG/GBM/ Amt 60	224 kW	-
	Erneuerung Heizungsanlage mit Warmwasserbereitung	Ludwig-Dern-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	400 kW	-
	Erneuerung Heizkessel	1. Schule Bieber (Mauerfeldstraße) 2. Sportanlage Mühlheimer Str.	EEG/GBM/ Amt 60	1. 296 kW 2. 44 kW	-
	Erneuerung Heizkessel	Sportanlage Tempelsee	EEG/GBM/ Amt 60	2x 43 kW	-

Zeit-raum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte	Hauptakteur	Leistung/ Fläche	Energie-/CO_2-Minderung
	PV- Anlage (Auszeichnung: Umweltschule in Europa-Hessen 2001 Dt. Ges. f. Umwelterziehung)	Albert Schweitzer Schule	EEG/GBM/ Amt 60	Leistung[14]: 1,6 kWh Strompro-duktion: 1200-14000 kWh/a	
	Erneuerung Heizkessel, Heizflächen, Thermostatventile	Else-Hermann-Haus	EEG/GBM/ Amt 60	47 kW	-
	Erneuerung Heizungsverteilung mit Regelung	Hessenring 57	EEG/GBM/ Amt 60	-	-
2002	Erneuerung Heizkessel	Kita 9	EEG/GBM/ Amt 60	48 kW	-
	Erneuerung Heizkessel	Sportanlage Germania Bieber	EEG/GBM/ Amt 60	34 kW	-
	PV- Anlage	Leibnizschule	EEG/GBM/ Amt 60	Leistung[15]: 1,08kWp Strompro-duktion: 800-900 kWp/a	
2003	Wärmedämmung Dach	Geschwister-Scholl-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 7.794,8 kg/a[16]
	Wärmedämmung Werkstattdach, Austausch Fenster, WDVS Außenwand	Gewerblich-Technische-Schulen	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 36.530,1 kg/a
2005	Wärmedämmung Dach	1. Käthe-Kollwitz-Schule 2. Else-Hermann-Haus	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 12.534,5 kg/a 2.000,2 kg/a
	Wärmedämmung Außenwand	Mathildenschule	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 2.598,56 kg/a
	Rückbau und Neuerrichtung, Dachgeschoss, Wärmedämmung Außenwand	Bachschule	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 16.656,0 kg/a
2006	Wärmedämmung Dach	Kita 10 Edith-Stein-Schule	EEG/GBM/ Amt 60	-	CO_2: 10.068,9 kg/a 19.322,0 kg/a
	Umstellung Heizung auf Pelletanlage von Elektrospeicherheizung	Leibnizschule	EEG/GBM/ Amt 60	320 kW	-

14 Quelle: Recherche Schulamt: Dokumentationen zum Projekt Fifty-Fifty, 1998-2005
15 Quelle: Recherche Schulamt: Dokumentationen zum Projekt Fifty-Fifty, 1998-2005
16 Quelle: Herr Grill, Architekt und externer Energieberater der EEG, 2007

Tabelle 7: Energierelevante Maßnahmen im Gebäudebestand der GBO

Zeitraum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte
1998	Erneuerung von Holzfenstern	2 Liegenschaften mit 2 Häusern mit 9 Wohnungen
	Kernsanierung Bürgerhaus	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 1 Wohnung
	Fassadendämmung	2 Liegenschaften mit 4 Häusern mit 44 Wohnungen
	Dachsanierung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 18 Wohnungen
	Fassadendämmung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 66 Wohnungen
	Neubau	1 Liegenschaft mit 6 Häusern mit 48 Wohnungen
1999	Kernsanierung einschließlich Zentralheizung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 9 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 12 Wohnungen
	Fassadendämmung	2 Liegenschaften mit 4 Häusern mit 33 Wohnungen
	Erneuerung der Fenster	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 66 Wohnungen
2000	Fassadensanierung	2 Liegenschaften mit 2 Häusern mit 9 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	2 Liegenschaften mit 3 Häusern mit 32 Wohnungen
	Neubau	1 Liegenschaft mit 4 Häusern mit 40 Wohnungen
	Vollwärmeschutz Treppenhaustürme	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 175 Wohnungen
2001	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	2 Liegenschaften mit 2 Häusern mit 11 Wohnungen (Teilmenge)
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 66 Wohnungen
	Dachsanierung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 16 Wohnungen
	Fassadendämmung, Dachsanierung und -dämmung	3 Liegenschaften mit 9 Häusern mit 54 Wohnungen (Teilmenge)
	Fassadendämmung, Dachsanierung und -dämmung	1 Liegenschaft mit 7 Häusern mit 121 Wohnungen
	Umstellung der Heizung von Öl auf Fernwärme	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 19 Wohnungen
2002	Dachsanierung	1 Liegenschaft

Zeitraum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte
	Fassadendämmung	1 Liegenschaft mit 1 Haus
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 14 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Heizung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 10 Wohnungen
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	4 Liegenschaften mit 11 Häusern mit 155 Wohnungen (Teilmenge)
2003	Erneuerung der Heizungsanlage, Fernwärme	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 8 Wohnungen
	Erneuerung der Gas-Zentral-Heizung	1 Liegenschaft mit 7 Häusern mit 121 Wohnungen
	Dachsanierung einschließlich Dämmung	1 Liegenschaft mit 6 Häusern mit 65 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 14 Wohnungen
	Neubau, Kernsanierung	1 Liegenschaft mit 6 Häusern mit 43 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	5 Liegenschaften mit 5 Häusern mit 44 Wohnungen (Teilmenge)
2004	Neubau	1 Liegenschaft mit 4 Häusern mit 13 Wohnungen
	Fassadendämmung, Dachsanierung und -dämmung	1 Liegenschaft mit 3 Häusern mit 54 Wohnungen
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	5 Liegenschaften mit 12 Häusern mit 149 Wohnungen
	Sanierung Heizung	3 Liegenschaften mit 6 Häusern mit 142 Wohnungen
	Fassadensanierung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 3 Wohnungen
	Erneuerung Fernwärme-Station	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 40 Wohnungen
	Kernsanierung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 2 Wohnungen
2005	Dachsanierung	1 Liegenschaft
	Erneuerung der Heizungsanlage	2 Liegenschaften mit 10 Häusern mit 100 Wohnungen
	Kernsanierung einschließlich Dämmung und Zentralheizung	4 Liegenschaften mit 6 Häusern mit 60 Wohnungen
	Heizungssanierung	1 Liegenschaft mit 1 Haus mit 54 Wohnungen
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	1 Liegenschaft

Zeitraum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte
2006	Kernsanierung, teilweise Fassadendämmung	1 Liegenschaft mit 3 Häusern mit 30 Wohnungen
	Umstellung der Heizung von Öl auf Fernwärme	1 Liegenschaft mit 1Haus mit 4 Wohnungen
	Fassadendämmung, Fenster, Dachdämmung (KFW-Förderung)	7 Liegenschaften mit 22 Häusern mit 330 Wohnungen
	Fassadendämmung, Fenster (KFW-Förderung)	2 Liegenschaften mit 10 Häusern mit 80 Wohnungen
	Fenster, Kernsanierung, Heizung, solare Wassererwärmung, Fassadendämmung (KFW-Förderung)	2 Liegenschaften mit 8 Häusern mit 72 Wohnungen
	Erneuerung Heizzentralen	2 Liegenschaften
	Erneuerung Heizzentralen, Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	1 Liegenschaft mit 22 Häusern mit 237 Wohnungen
2007	Neubau, solare Wassererwärmung	1 Liegenschaft mit 1 Haus
	Einbau von Kunststofffenstern	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 9 Wohnungen
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	2 Liegenschaften mit 3 Häusern mit 25 Wohnungen
	Flachdachsanierung einschließlich Dämmung	2 Liegenschaften mit 3 Häusern mit 25 Wohnungen
	Kernsanierung einschl. Heizung	1 Liegenschaft mit 2 Häusern mit 16 Wohnungen

Tabelle 8: Bisherige Klimaschutzmaßnahmen sonstiger Organisationen im Stadtkonzern

Zeit-raum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte	Hauptakteur	Leistung/ Fläche	Energie-/CO_2-Minderung
seit 1999	Ausbau des Radwegenetzes: Umsetzung des Radwegekonzepts, 1. und 2. Fortschreibung		Amt 60	Länge des Radwegenetzes: 21,4 km (Stadt)	-
seit 2000	Förderung des Jobtickets im Stadtkonzern OF	alle MitarbeiterInnen des Stadtkonzerns (Stadtverwaltung und SOH)	LNO/OVB	-	Ca. 25% weniger CO_2-Ausstoß gegenüber PKW
2002	Waschanlage mit Aufbereitung des Brauchwassers im geschlossenen Kreislauf: Einsparung von Trinkwasser	Waschanlage OVB Hebestraße 14	OVB	-	-
seit 2003	Kostenlose Energieberatung im Bürgerbüro OF	Angebot für Bürger aus Offenbach und Umgebung	Energiespari initiative / Amt 33	-	-
	Jährliches Energieforum mit Ausstellung Aktionen zum Tag der EE, Woche der Sonne		Energiespari initiative / Amt 33	-	-
2005/ 06	Gebäudesanierung unter Berücksichtigung des Ressourcen-verbrauchs (u.a. mit Bewegungsmeldern für Licht, effizienter Wärme-dämmung und optima-len Lichtverhältnissen)	Senefelderstr. 162	SOH	-	-
	Separate Zähler für das Brauchwasser zur Transparenzsteigerung	Senefelderstr. 162	SOH	-	-
	Anschaffung von Erdgasautos -seit 2006/07 bei Neubeschaffung nur noch Gasfahrzeuge	Fuhrpark EVO	EVO	Stand 2008: 34% Gasfahr-zeuge	CO_2: Reduzierung um 50t von 2004 bis 2006 (z.T. durch Reduzie-rung der Fahrzeuge)
	Einsatz emissionsarmer Kraftstoffe: Beimischung von Pflanzenöl	9 Busse der Firma Bonifer	OVB	25% Pflanzen-öl	CO_2: ca. 170 t/a
2006	1. Photovoltaik-Anlage „OF-Solar“ mit Bürgerbeteiligung	Ledermuseum	SOH	30,8 kWp[17]	CO_2: 19,6 t/a
	Ökostrom „Futura“ der EVO zum Normaltarif	alle Jobticketinhaber des Stadtkonzerns	EVO/LNO/ SOH	-	-

[17] Quelle: SOH, 2008

Zeit-raum	Maßnahme	Beteiligte/Objekte	Hauptakteur	Leistung/ Fläche	Energie-/CO_2-Minderung
2007	Schaffung einer Stelle für einen Mobilitätsmanager für Stadt und Kreis Offenbach	Unternehmen in Stadt und Kreis OF	LNO	-	-
	Optimierung der Stoffströme durch Errichtung der Wertstoffsortierhalle	ESO-Wertstoffsortierhalle Daimlerstraße	ESO	-	
	2. Photovoltaik-Anlage „OF-Solar“ mit Bürgerbeteiligung	ESO-Wertstoffsortierhalle Daimlerstraße	SOH	56 kWp	CO_2: 33,6 t/a
	Verbesserung des ÖPNV-Angebots durch Beschaffung neuer Busse: Komfortsteigerung	OVB-Busse (EEV-Standard mit SCR-Katalysator: Minimierung NO_x und Feinstaub, aber nicht CO_2)	OVB	-	-
	Photovoltaik-Anlage	Fassade Hauptgebäude Andréstraße	EVO	20 kWp 156 m²	CO_2: 6 t/Jahr

4.2 Sofortmaßnahmenkatalog für die Stadt Offenbach

Die Erarbeitung eines Sofortmaßnahmenkatalogs war ein wichtiger Bestandteil der Projektgruppenarbeit im Zusammenhang mit der Erstellung der CO_2-Bilanz. Wenn auch im weiteren Verlauf der Klimaschutzarbeit in Offenbach ohnehin ein systematischer, mittel- bis langfristiger Maßnahmenplan zur Erreichung der Klimaschutzziele erarbeitet wird, soll in dieser ersten Phase bereits ein Ausblick auf unmittelbar anstehende und für wichtig erachtete kurz- bis mittelfristige Maßnahmen gegeben werden. Im Folgenden werden daher sowohl Maßnahmen dargestellt, deren Umsetzung in 2008 bereits begonnen hat bzw. im laufenden Jahr geplant ist, sowie Maßnahmen, deren Umsetzung dringend empfohlen wird, um langfristige Veränderungen der CO_2-Bilanz herbei zu führen.
Maßnahmen, die bereits umgesetzt werden und kurzfristig Erfolge messbar machen sollen, sind bspw. Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden und die Installation von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Dächern zur Stromerzeugung. Längerfristig wirkende Maßnahmen sind z.B. eine Strategie zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Offenbach bzw. die Schaffung politischer Entscheidungsgrundlagen. Zu jeder in der Übersichtstabelle aufgeführten Sofortmaßnahme wurde ein ausführlicher Bewertungsbogen mit einer Schätzung zu Kosten und Amortisation sowie der geschätzten Energie- und CO_2-Einsparung ausgefüllt. Aufgrund des großen Platzbedarfs wird auf eine Darstellung innerhalb des Berichts verzichtet.

Die Sofortmaßnahmen sind in der folgenden Tabelle nach Handlungsfeldern gruppiert. Die Bedeutung der Farbgebung und Nummerierung in der linken Spalte („Priorität“) ist wie folgt:

	Bereits 2008 umgesetzte Maßnahmen bzw. in der Umsetzung
	Geplante Maßnahmen
	Weitere empfohlene Maßnahmen
1	höchste Priorität
2	hohe Priorität

Tabelle 9: Ausgewählte Sofortmaßnahmen der Stadt Offenbach im Bereich Klimaschutz

Priorität		Maßnahme	Ziel	CO_2 - Einsparung in t/p.a.	Ausführung	Umset-zung
	1.	**Berichtswesen**	**Transparente Lieferung aller Energieverbrauchsdaten und Maßnahmen, die für das CO_2-Monitoring notwendig sind.**			
1	1.1	Jährliche Übermittlung der Energieverbrauchsdaten	Fortschreiben der Energie- und CO_2-Bilanz	Monitoring	EVO, GBM, GBO, SOH	ab 2009
1	1.2	Halbjährlicher Bericht über erreichte energetische Einsparungen sowie Planung weitere energetischer Maßnahmen	Fortschreiben des Maßnahmen-kataloges zur CO_2-Reduzierung	Monitoring	SOH-Gesellschaften, städtische Ämter	ab 2009
	2.	**Kraft-Wärme-Kopplung**	**Steigerung der Energieeffizienz, Nutzung von Erneuerbaren Energien**			
1	2.1	Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung in Offenbach	Erhöhung der Effizienz, Erhöhung der Strom- und Wärmeproduktion der EVO, Entwicklung von Nahwärmeinseln, Umsetzung des Stadtverordneten-beschlusse: Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien	langfristig	EVO, Bauträger	2009
	3.	**Ausbau der Erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmebereich**	**Förderung der Strom- und Wärmeproduktion aus Erneuerbaren Energien bis 2018**			
	3.1	Bezug von Ökostrom Futura für 220 städtische Liegenschaften (+ 0,5 Cent/kWh gegenüber bestehenden Tarif)	Umsetzung der Stadtverordneten-beschlüsse: Strom aus erneuerbaren Energien für Offenbach. Kommune als Vorbild, politische Maßnahme.	langfristig	Stadt/GBM	seit 2008
	3.2	Bioabfall: Automatisierte Trennung des organischen Anteils aus dem Restmüll: vorerst als Versuch ein Jahr lang, soll als langfristige Maßnahme etabliert werden	CO_2-neutrale Verwertung des organischen Anteils der Siedlungsabfälle; Erzeugung von Biogas	langfristig	ESO	seit 2009
	3.3	Aufbau der Holzpelletproduktion in Offenbach	Regionale Biomasseproduktion zur Wärmeerzeugung	langfristig	EVO, IWO Pellet GmbH	seit 2008
	3.4	Bau von 15 Solaranlagen auf städtischen Gebäuden (Investition: 3.135.240 €)	Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien durch städt. Liegenschaften, Umsetzung der Stadtverordneten-beschlüsse: Strom aus erneuerbaren Energien für Offenbach und Ausstattung öffentlicher Dachflächen mit Solaranlagen	436 t	AG Photovoltaik: GBM/ EEG/ SOH/ Amt 33/Amt 60	seit 2008
	3.5	Bürgersolaranlagen auf Gebäuden des Stadtkonzerns: 1. Hugo-Wolf-Str. 38-40 (Investition: 160.000 €) 2. Hugo-Wolf-Str. 50-60 (Investition: 160.000 €) 3. Busdepot Hebestr. 14 (Investition: 405.000 €) 4. SOH-Gebäude Senefelderstr. 162 (Investition: 145.000 €)	Beitrag zur Emissionsminderung durch Investition in regenative Energiequellen (insb. Photovoltaik) unter Einbeziehung der Offenbacher Bürger, Umsetzung der Stadtverordnetenbeschlüsse: Strom aus erneuerbaren Energien für Offenbach und Ausstattung öffentlicher Dachflächen mit Solaranlagen	1. 24,5 t 2. 24,5 t 3. 25 t 4. 17,2 t	SOH/GBO	seit 2008

Priorität		Maßnahme	Ziel	CO_2 - Einsparung in t/p.a.	Ausführung	Umset-zung
4.		**Einführung moderner Energiemanagement-systeme**	**Realisieren der Effizienzver-besserungspotenziale in KMU / Industrie / kommunalen Einrichtungen**			
	4.1	Einführung eines Energiecontrollings für städtische Gebäude	Steigerung der Transparenz und Identifikation von Abweichungen durch Kennwertvergleich. Energieverbrauch begrenzen und nachhaltig senken.	im fortlaufenden Monitoring quantifizierbar	GBM	2008
2	4.2	Ökoprofit: Projekt zur Schaffung von Anreizen für betriebliches Umwelt-management	Ressourceneinsparung durch Umweltmanagement in Offenbacher Unternehmer	langfristig	Stadt: Kompetenzteam Ökoprofit-Berater Unternehmen OF	
5.		**Förderprogramme für Klimaschutz und Energieeffizienz**	**Zusätzliche Mobilisierung von Effizienzpotentialen durch Ausbau / Neuauflage von Förderprogrammen**			
2	5.1	Förderfonds für Sanierungsmaßnahmen	Anreize schaffen für Altbausanierungen	langfristig	Stadt, SOH	2009
2	5.2	Klimaschutzpreis Offenbach	Anreize schaffen für Umweltmanagement	langfristig	Stadt, SOH	2009
2	5.3	Energiesparlampen-Austausch-Programm / EU-Richtlinie 2009	Energieeinsparung und CO_2-Minderung durch flächendeckende Ausstattung aller Haushalte mit Energiesparlampen, Vermeidung von Lastspitzen bei der EVO	langfristig	EVO, Stadt, SOH	2009
6.		**Energieeinsparverord-nung EnEV + KfW-CO_2-Gebäudesanierungs-programm**	**Energetische Sanierung der Wohngebäude - Senkung des Energieverbrauchs**			
	6.1	Energetische Bestands-Sanierungen von 7+x Wirtschaftseinheiten:	Energieeinsparung; Umsetzung des Stadtverordnetenbe-schlusses: Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien; Substanzerhaltung, attraktiveres Stadtbild		GBO	2008 / 2009
	6.1.1	Franz-Liszt-Str. 8-10 (Fassade + Dachdäm-mung) Investition: 4.277.000 €		41,1 t		
	6.1.2	Hermann-Steinhäuserstr.1 (teils Neubau, teils Kernsa-nierung)		46,8 t		
1	6.2.3	Hermann-Steinhäuserstr. 2 (Fassadendämmung, Kernsanierung)				
1	6.2.4	Kopernikusstraße 17+19 (Fassadendämmung)				
1	6.2.5	Dachsanierungen + Dachdämmungen verschiedener Objekte				
1	6.3	Schaffung von Rahmenbe-dingungen für den Bereich Planen und Bauen	Energetische Vorgaben und Standards für Bauvorhaben und B-Pläne festlegen	langfristig	Stadt: Kompetenzteam/ AG Energiekon-zepte/ Amt 60	

Priorität		Maßnahme	Ziel	CO_2 - Einsparung in t/p.a.	Ausführung	Umset-zung
7.		**Soziale Infrastruktur**	**Energetische Sanierung von Schulen und Kitas und kommunalen Einrichtungen**			
1	7.1	Energetische Sanierung des Schwimmbades des EOSC	Maßnahme im Rahmen des Konjunkturprogramms II der Bundesregierung zur Verringerung der CO_2-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz in den Kommunen	langfristig	EOSC, Stadt	2009/ 2010
1	7.2	Fenster-, Dach-, Fassaden- und Innensanierung in 5 ausgewählten Kindertagesstätten		langfristig	Amt 60/ EEG	ab 2009
1	7.3	Neubau Sportzentrum Bürgel		langfristig	TSG Bürgel, Stadt	2009/ 2010
1	7.4	Grundschule Buchhügel: Sanierung und Erweiterung	Maßnahme im Rahmen des Sonderinvestitionsprogramms des Landes Hessen zur Förderung der Schulinfrastruktur	langfristig	Amt 60/ EEG	ab 2009
1	7.5	Schillerschule: Fenster- und Fassadensanierung				
1	7.6	Geschwister-Scholl-Schule: neue Heizungsanlage, Sanierung Sporthalle				
	7.7	Energetische Sanierungen von 3 Schulgebäuden: 1. Albert-Schweitzer-Schule 2. Leibniz-Schule 3. Rudolf-Koch-Schule	Energieeinsparung; Umsetzung des Stadtverordnetenbe-schlusses: Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien; Substanzerhaltung, attraktiveres Stadtbild	1. 186 t 2. 161 t 3. 155 t	EEG/GBM/ Amt 60	2008 – 2013
1	7.8	Identifizierung von Sanierungsbedarf bei städtischen Liegenschaften anhand ermittelter Energieverbrauchsdaten z.B.: - Rathaus - Capitol - Sportanlagen	Energieeinsparung; Umsetzung des Stadtverordnetenbe-schlusses: Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien; Substanzerhaltung, attraktiveres Stadtbild	langfristig	SOH-Gesellschaften Städtische Ämter	ab 2009
8.		**CO_2-Strategie Verkehr**	**Absenkung der CO_2-Emissionen im ÖPNV + MIV durch technische und verhaltenssteuernde Maßnahmen**			
2	8.1	Ermittlung der gemeinsa-men Strategien, Potenziale und Wirkungen umweltbasierter adaptiver Verkehrssteuerung und Verlagerung vom MIV zum Umweltverbund	CO_2 -Minderung durch Verflüssigung des MIV und Verlagerung auf den ÖPNV (1. Schritt: Anschaffung eines neuen Verkehrsrechners)	langfristig	Amt 60 – Verkehrsmanage-mentplan (VMP)	seit 2007
1	8.2	Ökofahrtraining für alle Zielgruppen anbieten, vermarkten, subventio-nieren 1. Verpflichtendes Fahr-training für Fahrer im Stadtkonzern von: Linienbussen, Nutzfahr-zeugen, Dienstwagen, dienstl. genutzten Privat-PKWZuschuss zu Fahrtrainings von Privatleuten und Berufsfahrern	CO_2 -Absenkung durch angepasste Fahrweise	Kraftstoffein-sparung: - Zielgröße OVB: 5% - PKW und Nutzver-kehr: ca. 10%	Stadt + Unternehmen	ab 2009

Priorität		Maßnahme	Ziel	CO_2 - Einsparung in t/p.a.	Ausführung	Umset-zung
1	8.3	Förderung emissions-sparender Fahrzeuge (Elektrofahrzeuge)	Verstärkter Neukauf von emissions-armen Fahrzeugen im Stadtkonzern, Vorbildfunktion für Öffentlichkeit	langfristig	Stadtkonzern	2009-2013
1	8.3.1	CO_2-Emissionslimit für Fahrzeuge des Stadt-konzerns (z.B. 140 g/km) bei Neuanschaffung	CO_2-Einsparung im Wirtschaftsverkehr des Stadtkonzerns, Vorbild für Öffentlichkeit	ca. 6,6t	Stadtkonzern	2009-2013
2	8.3.2	Förderung emissionsspa-render Fahrzeuge für den Wirtschaftsverkehr (Marketing)	Verstärkter Neukauf von emissionsarmen Fahrzeugen	langfristig	Stadtkonzern + Investor	2009-2013
	8.4	Sonnenscheinbusse	CO_2-Einsparung im ÖPNV durch den Einsatz kleinerer Fahrzeuge auf einzelnen Kursen	17 t p.a. pro Bus	OVB, LNO	2008
	8.5	Nextbike: Fahrradmietsystem mit 50 Fahrrädern und Vermark-tungskonzept einführen	Langfristige Senkung des MIV auf kurzen Wegstrecken	langfristig	LNO	seit 2008
1	8.6	ÖPNV-Marketing	Steigerung des Modal-Split-Anteils des ÖPNV	bis zu 69.350 t p.a.	LNO	2008-2012
1	8.6.1	ÖPNV-Marketing für die Öffentlichkeit allg.	Steigerung des Modal-Split-Anteils des ÖPNV	langfristig	LNO	2008-2012
2	8.6.2	Mobilitätsmanagement in Kitas und Schulen	Heranführen der Kinder an den ÖPNV	langfristig	Stadt + OVB mit Unterstützung der LNO	2008-2013
	8.6.3	Mobilitätsmanagement in Betrieben	Verkehrsvermeidung des MIV, Verstärkte Nutzung des ÖPNV über Jobtickets im Stadtkonzern	langfristig	LNO/ Mobilitätsmanager	2008
1	8.7	Einführung von Car-Sharing im Stadtkonzern	Förderung der Nutzung des ÖPNV für Fahrten zum Arbeitsplatz durch Minimierung der dienstlichen Nutzung von Privatfahrzeugen im Stadtkonzern	0,33 t	Stadt / SOH	2009
1	8.8	Verbrauchsmonitoring für die Fahrzeugflotte des Stadtkonzerns	Transparente Information über Verbrauch und CO_2-Emission, Anreiz zum Einsparen	langfristig	Stadt / SOH	2009
2	8.9	Umsetzung des Radver-kehrskonzept Offenbach: Bsp: Erneuerung Radweg Herrenrainweg	Langfristige Senkung des CO_2-Ausstoß durch verbesserte Infrastruktur für Radfahrer, langfristige Veränderung des modal split	langfristig	Amt 60	2009
	9.	**Öffentlichkeitsarbeit**	**Sensibilisierung aller Zielgruppen für den Klimaschutz und Energieeinsparungen**			
2	9.1	Aushang von Energieausweisen und -profilen in städtischen Gebäuden	Bürgerinformation über Verbrauch und CO_2-Emission, Anreiz der Eigentümer zur Energieeinsparung	langfristig	Stadt: GBM/EEG/ weitere städtische Gesellschaften	2009
2	9.2	Klimabündniszusammen-arbeit vertiefen durch Ausbau der Städtepartner-schaften	Wissenstransfer und Austausch	/	Dezernat II/ Klimabündnis/ Amt 33	2009
1	9.3	Marketing- und Kommuni-kationskonzept für Information und Beratung von Eigentümern von Wohngebäuden (Alt- und Neubau)	Anreize schaffen für Modernisierungen und hocheffiziente Neubauten, verstärkter Abruf von Fördermitteln, Sensibilisierung für den Klimaschutz	Bsp.: Einsparpoten-zial bei Modernisie-rung eines EFH: 10 t	Amt 33/ Energie-sparinitiative/ Verbraucherzen-trale/ IHK	2009

Priorität		Maßnahme	Ziel	CO_2 - Einsparung in t/p.a.	Ausführung	Umset-zung
1	9.4	Marketing- und Kommunikationskonzept für Information und Beratung von kleinen und mittlerer Unternehmen (KMU)	Anreize schaffen für Modernisierungen, verstärkter Abruf von Fördermitteln, Nutzung des KfW-Förderprogramms für Beratung	langfristig	Amt 33/ Energiesparinitiative/ IHK	2009
1	9.5	Verbraucherinformationen (Energieverbräuche und Benchmarks)	Information über Beratungsangebot der Stadt OF und Anreiz schaffen für Maßnahmen zur Energieeinsparung	langfristig	EVO/ Energiesparinitiative	2009
	9.10	Energiesparen in einkommensschwachen Haushalten	Senkung des Energieverbrauchs von Bedarfsgemeinschaften nach SGB II durch entsprechende Beratung und Sensibilisierung. Schulung von Langzeitarbeitslosen zu Energielotsen.	kurzfristig	Amt 33, EVO, Mainarbeit, Caritas	2009
	10.	**Nachhaltigkeitsstrategie Hessen**	**Maßnahme für eine ökologisch verträgliche, sozial gerechte und wirtschaftlich leistungsfähige Entwicklung Hessens**			
2	10.1	Modellregion Rhein-Main Elektromobilität	Erprobung und Marktvorbereitung von Elektrofahrzeugen	langfristig	Land Hessen, AG Zebra	2009-2011

5 Schlussfolgerung

Als Klima-Bündnis-Mitglied hat sich die Stadt Offenbach zu einer Reduktion ihrer CO2-Emissionen um 10% alle fünf Jahre verpflichtet (Abbildung 35). Als Basisjahr für diese Selbstverpflichtung wird das Jahr 2005 angesetzt, welches das erste Jahr ist, für das in der Stadt Offenbach am Main Daten zum Energieverbrauch erhoben sowie lokale Emissionsfaktoren berechnet wurden. Als Ziel ergibt sich somit, die Gesamt- CO_2-Emissionen von gut 1.255.000 Tonnen CO_2 im Jahr 2005 auf ca. 740.000 Tonnen CO_2 im Jahr 2030 zu senken. Bezogen auf das Jahr 2010 bedeutet dies eine Emissionsreduktion um knapp 126.000 t CO_2 pro Jahr gesamt oder gut 1,1 t pro Einwohner.

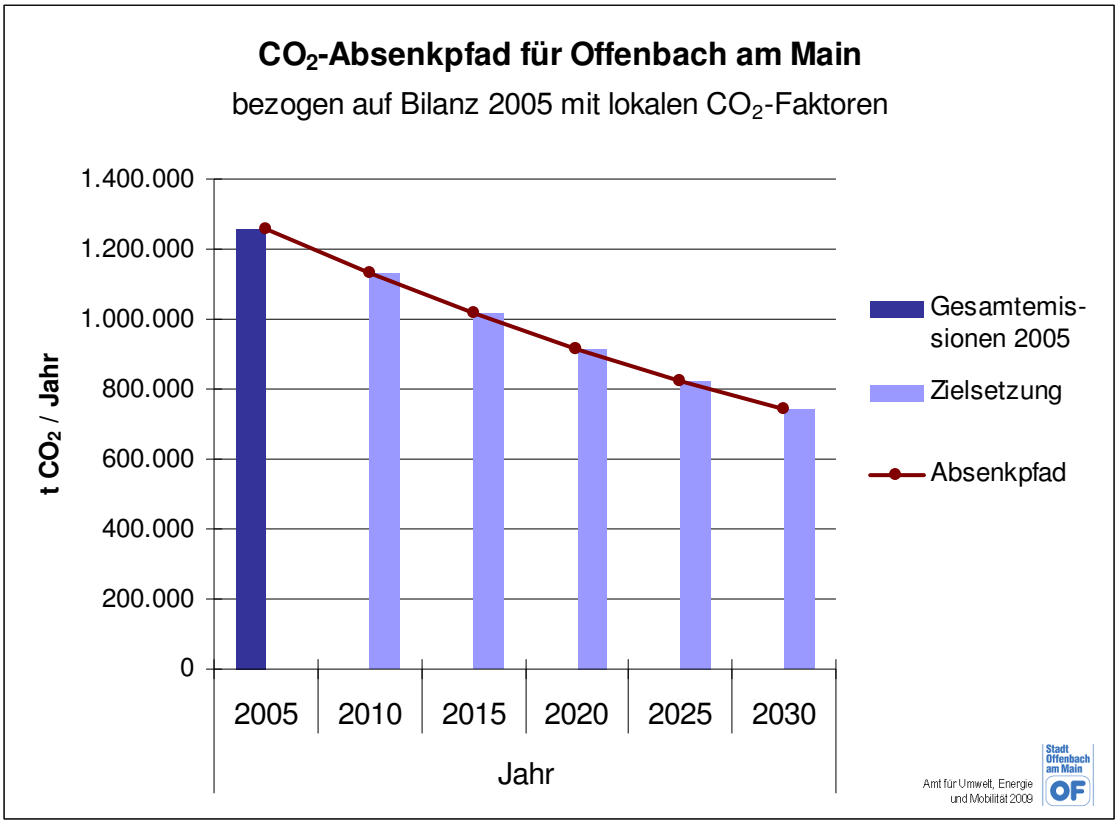


Abbildung 35: CO_2-Absenkpfad für Offenbach am Main

Durch die Bilanzierung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen in Offenbach konnten bestimmte Strukturmerkmale der Stadt heraus gearbeitet werden, die die weitere Maßnahmenplanung im Rahmen eines Klimaschutzkonzeptes zur Reduzierung von CO_2-Emissionen mit steuern soll.
Mit den in der Stadt schon umgesetzten Maßnahmen und dem Sofortmaßnahmenkatalog sind erste Schritte getan, die CO_2-Emissionen im Stadtgebiet von Offenbach zu verringern. Die fortzuschreibende CO_2-Bilanzierung mithilfe von ECO_2-Region soll die langfristige Vermeidung von Emissionen durch Klimaschutzmaßnahmen dokumentieren. Die Berechnung der Emissionsfaktoren anhand der spezifischen Fernwärme- und Stromerzeugung in Offenbach hat deutlich gezeigt, welchen Einfluss konkrete Energieerzeugungsanlagen auf CO_2-Emissionen haben. Gerade in Anbetracht des hohen Fernwärme- und Stromverbrauchs

ist hier ein Anlass gegeben, auf die kommunale Energieerzeugung Einfluss zu nehmen. Der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung im Stadtgebiet von Offenbach sollte dabei eine hohe Priorität haben.
Handlungsfelder der Kommune mit einem hohen Einsparpotenzial können anhand der Gebäudebilanz sehr gut abgeleitet werden. Hier sind weiterhin Maßnahmen zum Wärmeschutz der kommunalen Liegenschaften, aber auch Maßnahmen zum Stromsparen sowie Erneuerung der Haustechnik notwendig. All diese Maßnahmen dienen zum einen der Energieeinsparung in der Kommune, aber auch als Vorbildfunktion mit Multiplikatorwirkung in der Öffentlichkeit.

6 Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der Selbstverpflichtung der Klima-Bündnis-Mitgliedskommunen, die Pro-Kopf-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2030 zu halbieren, stellt die Bilanzierung der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen der Stadt Offenbach die Grundlage eines ersten Maßnahmenprogramms auf kommunaler Ebene dar. Ziel der CO_2-Bilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden die in der Stadt verbrauchten Energiemengen und die daraus abgeleiteten verursacherbezogenen CO_2-Emissionen in den Bereichen Haushalte, Industrie, Gewerbe, kommunale Gebäude und Infrastruktur sowie Verkehr quantifiziert. Hierfür wurde in Zusammenarbeit mit dem Klima-Bündnis zum einen eine sogenannte **Startbilanz** für die Jahre 1990 bis 2006 und zum anderen eine **Feinbilanz** für die Jahre 2005 und 2006 erstellt. Die Startbilanz beruht auf Einwohner- und Beschäftigtenzahlen Offenbachs, die mit nationalen Energie- und CO_2-Kennwerten aus dem internetbasierten Programm ECO_2-Region verrechnet werden. Für die Erstellung der Feinbilanz werden so weit wie möglich konkrete, für Offenbach erhobene Energieverbrauchszahlen und Fahrleistungsdaten verwendet. Bei lückenhafter Datenlage werden Werte der Startbilanz mit einbezogen (bspw. Schienenfern- und Flugverkehr). Die Startbilanz hat somit die Funktion, Referenzgrößen für die Ergebnisse der Feinbilanz zu liefern. Im Rahmen der Feinbilanz wurde zusätzlich der Energieverbrauch der städtischen Gebäude bilanziert und nach Liegenschaften sowie Objektgruppen (Schulen, Altenheime etc.) dargestellt.

Die Erhebung der Energieverbräuche in der Feinbilanz gliedert sich methodisch in leitungsgebundene (Strom, Fernwärme, Erdgas) und nicht-leitungsgebundene (Heizöl, Kohle, Holz, Sonstige) Energieträger. Der Anteil von Heizöl an der gesamten Energiebedarfsdeckung in Offenbach wird auf Grundlage unterschiedlicher Daten, u.a. Anzahl und Leistung der installierten Ölheizungen, abgeschätzt.

Die CO_2-Emissionen werden nach dem Primärenergie-Prinzip berechnet. Dabei wird die vorgelagerte Prozesskette mit bilanziert und dem Energieträger zugerechnet, unabhängig von der geografischen Herkunft. Zwei Parameter fließen somit in die Berechnung der Emissionen ein: der LCA -Faktor (spezifischer Umrechungsfaktor, der die vorgeschaltete Prozesskette mit einrechnet) und der CO_2-Emissionsfaktor, der angibt, wie viel CO_2 bei der Erzeugung einer Energieeinheit entsteht. Bei der Berechnung der Startbilanz werden die nationalen CO_2-Emissionsfaktoren für die jeweiligen Energieträger angewandt. Für die Bilanzierung der Feinbilanz wurden zusätzlich lokale Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme in Offenbach berechnet. Bedingt durch den hohen Energieverbrauch bei der Stromerzeugung durch Umwandlungsverluste und dem niedrigen Gesamtwirkungsgrad des Müllheizkraftwerks liegen diese deutlich höher als die nationalen Faktoren: für Fernwärme um ungefähr 49% und für Strom um 38%.
Für die Gebäudebilanz wurden Energiekennwerte bezogen auf die Nutzfläche berechnet und der jährliche CO_2-Ausstoß der Liegenschaften auf Grundlage des Energieverbrauchs erhoben. Für die Wohngebäude der GBO liegen keine Stromverbräuche vor. Während der

Energiekennwert einen relativen Wert in Bezug zur Größe des Objektes widerspiegelt, zeigt der errechnete CO_2-Ausstoß einen absoluten Wert an, dies muss bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.

6.1 Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen in allen Sektoren

Die **Startbilanz** wurde über einen Zeitraum von 16 Jahren (1990-2006) berechnet und wird im Gesamtbericht differenziert nach Sektoren dargestellt. Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende:

Analog zum bundesdeutschen Trend zeigt die Startbilanz von 1990 bis 2006 eine Abnahme des emittierten Kohlendioxids um etwa 16%. Dies liegt vor allem an der Abnahme der Emissionen im Sektor Wirtschaft. In diesem Sektor haben sich bundesweit die Emissionen aller Energieträger um 35,6 % verringert, insbesondere durch Rückgang der Energieträger Braun- und Steinkohle (-99% bzw. -49,5%) sowie Heizöl (-65,6%). Aber auch im Dienstleistungssektor sind die CO_2-Emissionen gesunken. Hier kommt der wirksame Einsatz energiesparender Geräte und Energieeffizienzmaßnahmen zum Ausdruck. Im Sektor Haushalte sinken die Gesamtemissionen um 5% von 1990 bis 2006, der Stromverbrauch steigt jedoch um 19,5%. Auch dies spiegelt einen bundesdeutschen Trend wider, der zum Teil mit der zunehmenden Wohnfläche pro Person und der steigenden Ausstattung mit elektrischen Geräten zu begründen ist.

Die in der **Feinbilanz** ermittelten Endenergieverbräuche sind in der Summe aller Energieträger fast identisch mit den Werten der Startbilanz: Im Jahr 2005 liegen die Werte um ca. 0,1% über und im Jahr 2006 um knapp 1,5% unter der Startbilanz. In dieser Hinsicht entsprechen also die in Offenbach erhobenen Daten dem statistischen Erwartungswert.

Hauptenergieträger auf der Endenergieebene im Bereich Gebäude/Infrastruktur sind in Offenbach in absteigender Reihenfolge: Erdgas, Strom, Fernwärme und Heizöl. Bezogen auf die anteilige Nutzung der Energieträger ergeben sich Unterschiede zwischen der Situation in Offenbach und in Deutschland insgesamt: Während der Anteil von Heizöl in der Feinbilanz deutlich unter dem Bundesdurchschnitt liegt, sind die Anteile von Gas und Fernwärme an der Energieversorgung überdurchschnittlich hoch.

Bei Betrachtung des Endenergieverbrauchs in den einzelnen Sektoren lassen sich folgende Unterschiede zwischen Start- und Feinbilanz feststellen:
Im Sektor Haushalte wird weniger Energie pro Kopf verbraucht als im Bundesschnitt, dabei fällt die Nutzung von Gas und Fernwärme höher, von Heizöl und Holz niedriger aus. Im industriellen Sektor stimmen Start- und Feinbilanz bzgl. der Energiemenge annähernd überein, die Nutzung von Gas ist allerdings überdurchschnittlich hoch: Mehr als 40% des gesamten Gasverbrauchs in Offenbach entfallen auf die Industrie, davon wiederum ca. 94% auf den Industriepark AllessaChemie. Im gewerblichen Bereich liegt der Energieverbrauch deutlich über dem Erwartungswert. Die Verschiebung zwischen Industrie und Gewerbe liegt jedoch z.T. an der unterschiedlichen statistischen Abgrenzung zwischen den beiden

Erhebungsmethoden. Auffällig beim Gewerbe ist der hohe Anteil der Fernwärme an der Energieversorgung.

Der unterdurchschnittliche Energieverbrauch im Verkehrssektor ist wesentlich auf die relativ niedrigen Zulassungszahlen von PKW zurück zu führen. Während in Deutschland auf 1000 Einwohner im Schnitt 670 PKW kommen (Mittelwert 2005/2006), sind es in Offenbach nur ca. 470 pro 1000 Einwohner. Dies ist ein typisches Phänomen in Großstädten, die i.d.R. über ein gut ausgebautes ÖPNV-System verfügen.

Bei den Darstellungen der **CO_2-Emissionen** der Feinbilanz werden jeweils drei Varianten zum Vergleich gegenübergestellt:
1. Startbilanz mit nationalen Emissionsfaktoren, 2. Feinbilanz mit nationalen Faktoren und 3. Feinbilanz mit lokalen Faktoren für Strom und Fernwärme.
Die Berechnung der CO_2-Emissionen mit lokalen Emissionsfaktoren führt zu deutlich höheren Werten als die beiden Berechnungen mit nationalen Faktoren. So ergeben sich jährliche Emissionen von 10,6 bzw. 10,7 t CO_2 /Einwohner in Offenbach (2005/2006) im Vergleich zu 9,2 t CO_2/ Einwohner in beiden Jahren aus der Startbilanz (Differenz von 15 bzw. 16%). Die Differenz zwischen der Feinbilanz mit lokalen Faktoren und der mit nationalen Faktoren liegt bei 16 bzw. 19 % (2005/ 2006).

Die höchsten CO_2-Emissionen pro Kopf werden im Sektor Haushalte produziert (27%), gefolgt von den Sektoren Industrie (26%), Gewerbe (23%), Verkehr (20%) und dem kommunalen Sektor (4%). Fasst man die Wirtschaftssektoren inkl. des kommunalen Sektors zusammen, kommen diese allerdings auf einen Anteil von 53 %.
In den Sektoren, in denen ein großer Anteil Fernwärme und Strom verbraucht wird, sind die CO_2-Emissionen im Vergleich zur Startbilanz deutlich überhöht. Dies betrifft vor allen Dingen die Sektoren Haushalte und Gewerbe. Im letzteren sind die pro Kopf CO_2-Emissionen unter Berücksichtigung lokaler Faktoren im 0,51 bzw. 0,56 t höher als bei Anwendung bundesdurchschnittlicher Emissionsfaktoren.

Innerhalb des kommunalen Bereichs (Stadtverwaltung und Gesellschaften mit städtischer Mehrheitsbeteiligung) liegt der größte Anteil des Energieverbrauches bei den kommunalen Gebäuden (83 % in 2005 und 82 % in 2006). Die der kommunalen Infrastruktur zugerechneten Energieverbräuche von Straßenbeleuchtung, Trink- und Hochwasserpumpen, Wertstoffsortieranlage etc. liegen entsprechend bei unter 20%. Wichtigster Energieträger bei der Beheizung der Gebäude ist die Fernwärme. Der Stromverbrauch macht ca. ¼ des Endenergieverbrauchs aus, verursacht jedoch einen Großteil der CO_2-Emissionen. In der Gebäudebilanz werden die städtischen Liegenschaften näher analysiert.

6.2 Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen im Sektor Verkehr

Die Startbilanz verzeichnet im Verkehrssektor ab 1999 lediglich geringe Schwankungen der Energieverbräuche und CO_2-Emissionen. In der Feinbilanz zeigen die Ergebnisse einen deutlich niedrigeren Endenergieverbrauch als in der Startbilanz (2005: -10%, 2006: -9%). Der Anteil des im Verkehrssektor emittierten CO_2 in der Feinbilanz (20%) liegt deshalb leicht unter der durchschnittlichen Emissionsaufteilung der Sektoren in Deutschland (Anteil Verkehr ca. 25%). Der Großteil des Energieverbrauchs und der Emissionen entfällt auf den PKW-Verkehr (60 % der CO_2-Emissionen), gefolgt von den Nutzfahrzeugen und dem Flugverkehr. Die übrigen Segmente wie S- und Regionalbahn, Linienbusse, Schienen- und Schiffsgüterverkehr nehmen einen sehr geringen Anteil an den Gesamtemissionen ein.
Dem etwas geringeren Anteil der PKW- und LKW- Fahrleistung im Vergleich zur Startbilanz steht eine höhere Fahrleistung im öffentlichen Personennahverkehr gegenüber. Während der Diesel- und Benzinverbrauch in Offenbach um 17,5 % unter den Werten der Startbilanz liegt, ist die Fahrleistung des Buslinienverkehrs um 34 % höher, was einen um 60 % höheren Endenergieverbrauch und CO_2-Emissionen im Vergleich zur Startbilanz in diesem Verkehrssegment verursacht. Dagegen verursacht der Privatverkehr 26% weniger Emissionen als in der Startbilanz, beträgt aber immer noch gut 60 % an den Gesamtemissionen im Verkehrssektor. Der geringere Anteil des Privatverkehrs am Endenergieverbrauch und der CO_2-Emissionen in Offenbach ist in einem engen Zusammenhang mit einer überdurchschnittlichen Nutzung des ÖPNV zu sehen und ergibt insgesamt ein für Großstädte typisches Bild.

Der Berechnung der Emissionen nach dem Verursacherprinzip mit ECO_2-Region wird für das Segment **Straßenverkehr** eine Bilanz der CO_2-Emissionen nach dem **Territorialprinzip** gegenüber gestellt. Grundlage hierfür ist das städtische Verkehrsmodell sowie die Access-basierte Anwendung „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“. Mit dieser Methode wird untersucht, welche (Straßen-)Verkehrsleistung innerhalb des Stadtgebiets Offenbach erbracht wird und welche lokalen CO_2-Emissionen daraus folgen. Die CO_2-Emissionen des Straßenverkehrs liegen nach dem territorialen Ansatz leicht unter den Werten der Startbilanz für Offenbach (-6,6%). Dies bedeutet, dass annähernd die gleiche Fahrleistung, die Offenbachs Bürger statistisch außerhalb des Stadtgebietes fahren, von Nicht-Offenbachern innerhalb des Stadtgebiets als Einpendler oder auf Durchreise erbracht wird.

Bei einer Gesamtfahrleistung von knapp 2,6 Mio. km im Jahr 2005 emittieren die auf Offenbacher Straßen verkehrenden Kraftfahrzeuge fast 200.000 t CO_2 pro Jahr. 21,5 % der Emissionen entfallen auf LKW (inkl. Busse), obwohl deren Kilometerleistung nur gut 7% beträgt. Auf innerörtlichen Straßen werden 47% der Fahrleistung erbracht, aber 85% der entstehenden CO_2-Emissionen. Dieses Missverhältnis ist zurückzuführen auf den höheren Kraftstoffverbrauch pro km im innerörtlichen Verkehr.

6.3 CO_2- Bilanz kommunaler Gebäude

Energieverbrauch und CO_2-Emissionen der kommunalen Gebäude wurden für die Jahre 2005 und 2006 bilanziert. Die Angaben standen dabei nur für gesamte Liegenschaften zur Verfügung, so dass z.B. bei Schulen keine Unterscheidung einzelner Gebäude erfolgen kann. Um die Liegenschaften energetisch einzuordnen, wurden auf die Nutzfläche bezogene Energiekennwerte berechnet, die es ermöglichen, den Energiebedarf für Raumwärme pro Energiebezugsfläche zu vergleichen. Für die Bilanzierung der CO_2-Emissionen wurden auch hier energieträgerspezifische Emissionsfaktoren herangezogen. Um die 190 kommunalen Liegenschaften im Überblick darstellen zu können, wurden sie nutzungsbezogenen Kategorien zugeordnet. Die Ergebnisse zeigen, dass neben dem Klinikum Offenbach die Schulgebäude mit rund 26 Millionen kWh/a im Jahr 2005 die größte Energieverbrauchergruppe unter den Liegenschaften in städtischer Nutzung sind: Über ein Drittel des Gesamtverbrauches entfällt auf schulische Liegenschaften. Eine sehr große Streuung bei den Energiekennwerten weisen Friedhöfe und Sportanlagen auf, die vor allem bei den Sportplätzen auf eine nicht effiziente Energienutzung hindeuten. Die CO_2-Emissionen der GBM-Liegenschaften betragen 18.000 t im Jahr 2005 und 16.500 t im Jahr 2006, dabei tragen die Schulen mit 11.500 t im Jahr 2005 zu einen Großteil der Emissionen bei.

Bei der Betrachtung der einzelnen Liegenschaften können einzelne Objekte mit erhöhten Energiekennwerten identifiziert werden, wie zum Beispiel nicht isolierte Werkstatthallen bei der ESO-Liegenschaft in der Daimlerstrasse oder Altenheime, die sich in einem energetisch schlechten Zustand befinden. Unter den Kindertagesstätten gibt es ebenfalls einzelne Liegenschaften, die überhöhte Kennwerte aufweisen, deren Sanierung teilweise schon innerhalb des Konjunkturprogramms II der Bundesregierung vorgeschlagen wurde. Darüber hinaus zeigt sich durch die Bilanzierung der Gebäude Handlungsbedarf bei Sportanlagen, Schulen und dem Rathaus, welches zu den größten Emittenten von CO_2 unter den kommunalen Gebäuden Offenbachs zählt.

Bei der Bestandsaufnahme der Wohngebäude der GBO-Liegenschaften zeigen sich einzelne Liegenschaften mit besonders schlechten Heizenergiekennwerten. Das 2006 begonnene CO_2-Gebäudesanierungsprogramm der GBO kann sich in den vorliegenden Zahlen noch nicht widerspiegeln und erst fortlaufende Bilanzierungen können den Erfolg der durchgeführten und geplanten Maßnahmen dokumentieren.

6.4 Klimaschutzmaßnahmen

In dem vorliegenden Bericht werden zusätzlich zur Bilanzierung von CO_2-Emissionen durchgeführte und geplante Maßnahmen seit 1998 (Beitritt zum Klimabündnis) vorgestellt, die zur Senkung des Kohlendioxidausstoßes in Offenbach beitragen. Hierzu wurden die Projektpartner im Stadtkonzern aufgefordert, relevante Maßnahmen aufzulisten und konkrete Kennzahlen zur CO_2-Minderung zu nennen. Parallel dazu wurde im Rahmen der Projektgruppenarbeit ein Sofortmaßnahmenkatalog erarbeitet, der einen Ausblick auf unmittelbar

anstehende Klimaschutzmaßnahmen gibt. Darin enthalten sind Maßnahmen, die sowohl kurzfristig Erfolge messbar machen sollen, wie zum Beispiel die Installation von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Dachflächen, als auch politische Entscheidungsgrundlagen schaffen sollen. Die Sofortmaßnahmen sind nach Handlungsfeldern gruppiert und hinsichtlich Umsetzungsstand (in Umsetzung seit 2008, in Planung, neuer Vorschlag) und Priorität bewertet worden.
Im weiteren Verlauf der Klimaschutzarbeit in Offenbach wird in einem partizipativen Prozess ein systematischer Katalog mit mittel- bis langfristigen Maßnahmen erstellt, der dazu beitragen soll die Klimaschutzziele zu erreichen.

7 Literaturverzeichnis

[1] Alber, Gotelind: Bilanzierung der CO_2-Emissionen. Klima-Bündnis; Frankfurt, 1995.

[2] Allessa Chemie GmbH: Umweltbericht. Frankfurt am Main, 2007.

[3] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2006., Stand 11/2007. http://www.ag-energiebilanzen.de/Auswertungtabellen_1990-2006.pdf

[4] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung: Verkehr in Zahlen 2006/2007. Deutscher Verkehrs-Verlag; Hamburg, 2006.

[5] Deutsche Bahn AG: Energie- und Emissionsberechnung Schienenverkehr in Offenbach. Bahn-Umwelt-Zentrum, schriftliche Mitteilung Thomas Löchter; Berlin, 2008.

[6] Ecospeed SA: www.ecospeed.ch; ECO2Region.

[7] Energieagentur Rhein-Main (EARM): Expertenschätzung zur Verwendung nicht-leitungsgebundener Energieträger in Haushalten. Schriftliche Mitteilung 2009.

[8] EVO Energieversorgung Offenbach AG: Geschäftsbericht 2006/2007. Offenbach am Main, 2007.

[9] Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH: Info-Witterungsbereinigung. http://klimadaten.ages-gmbh.de/ (Stand 09-04-2006).

[10] Hertle, H. & Schächtele K.: CO_2 Bilanz des Bürgers. UBA/Ifeu; Heidelberg, 2007.

[11] ifu -Institut für Umweltinformatik GmbH: Umberto, Software für Prozessoptimierung., Hamburg, 1998.

[12] Klima-Bündnis: Jahresbericht 1998-1999. Frankfurt am Main, 1999.

[13] Kolmetz, S. & Rouvel, R.: Energieverbrauchsstrukturen im Sektor Kleinverbraucher. Abschlussbericht Teilprojekt 5; Forschungszentrum Jülich, 1995.

[14] Neumann, Werner: Richtlinien für die Erstellung von CO_2-Bilanzen. Energiereferat Frankfurt, 2004.

[15] Öko-Institut e.V.: GEMIS 4.2. Freiburg, 2008.

[16] Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main et.al. [Hrsg.]: Mobilität und Verkehr in Stadt und Region. Verkehrsverhalten der Bevölkerung in Rhein-Main und Hessen. Frankfurt, 2005.

[17] Prognos AG: Energiereport III. Schäffer-Poeschel Verlag; Stuttgart, 2000.

[18] Stadt Offenbach: Statistisches Jahrbuch 2005/2006. Arbeitsförderung, Statistik und Integration - Statistik und Wahlen (81.2). Offenbach 2008.

[19] Stadt Offenbach am Main, Personalamt: Personalbericht 2007 Offenbach am Main. Offenbach, 27.06.2007

[20] Statistisches Bundesamt: Verkehr im Überblick. Wiesbaden, 2007.

[21] Statistisches Landesamt Hessen: Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden (Berichtszeitraum 2005 und 2006), Wiesbaden 2008.

[22] Umlandverband Frankfurt: Verkehrsströme in der Region Frankfurt RheinMain. Die Bedeutung einer einheitlichen Datenbasis für die Verkehrsplanung. Als pdf verfügbar unter: www.planungsverband.de; Frankfurt, 1999.

[23] Umweltbundesamt (UBA): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgas-inventar 1990 - 2006. Dessau, 2007.

[24] Umweltbundesamt (UBA): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1; Dessau, 2004.

[25] Umweltbundesamt (UBA): Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020. Forschungsbericht 205 41 104, UBA-FB 001074/1; Dessau, 2007.

[26] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg [Hrsg.]: Kommunales Energie-Management - Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden. Stuttgart, 2005.

8 Anhang

Tabelle 10: Projektgruppe

Stadtverwaltung	
Amt für Umwelt, Energie und Mobilität	Heike Hollerbach
Amt für Umwelt, Energie und Mobilität	Juliane Stroh
Amt für Umwelt, Energie und Mobilität	Dr. Anna-Christine Sander
Amt für Umwelt, Energie und Mobilität	Sabine Swoboda
Amt für Umwelt, Energie und Mobilität	Cora Weiffenbach
Amt für Stadtplanung und Baumanagement	Susanne Schöllkopf
Amt für Stadtplanung und Baumanagement	Wolfram Schendel
Amt für Stadtplanung und Baumanagement	Joachim Bier-Kruse
Amt für Stadtplanung und Baumanagement Verkehrsplanung	Holger Stephan
Wirtschaftsförderung und Liegenschaften	Dietmar Stein
Stadtwerke und EVO	
ESO Offenbacher Dienstleistungsgesellschaft	Christian Loose
EVO Energieversorgung Offenbach AG Innovationsmanagement	Lutz Sierach
EVO Energieversorgung Offenbach AG Innovationsmanagement	Thomas Brandherm
GBM Gebäudemanagement GmbH Offenbach	Ralph Döring
GBM Gebäudemanagement GmbH Offenbach	Axel Finger
GBO Gemeinnützige Baugesellschaft Offenbach mbH	Armin Niedenthal
GBO Gemeinnützige Baugesellschaft Offenbach mbH	Dirk Böttcher
LNO Lokale Nahverkehrsorganisation Geschäftsführung	Dr. Klaus-Michael Ahrend Anja Georgi
LNO Lokale Nahverkehrsorganisation Qualitäts- und Beschwerdemanagement	Klaus Pormetter
Stadtwerke Offenbach Holding, Controlling	Barbara Dymek
Externe	
Architektur und Energie	Andreas Grill
Energieagentur Rhein-Main	Martin Kutschka
Energieagentur Rhein-Main	Udo Walter
Klimabündnis, Europäische Geschäftsstelle Frankfurt	Miguel Morcillo
Verkehrslösungen, Darmstadt	Dr. Volker Blees

8.1 Beschlüsse zum Klimaschutz und zu erneuerbaren Energien der Stadt Offenbach

Im Folgenden werden alle Stadtverordnetenbeschlüsse der Stadt Offenbach chronologisch von 2002 bis 2008 aufgelistet, die für den Bereich „Klima und Energie“ von Bedeutung sind. Die für den Klimaschutz relevantesten Beschlüsse (hervorgehoben) werden im Anschluss an die Tabelle in ihrer textlichen Fassung abgebildet.

Drucksachen - Nummer	Beschluss am	Titel des Stadtverordnetenbeschlusses	Jahr
DS I (A) 409	14.11.2002	Beteiligung am „Europäischen Wettbewerb für nachhaltige Mobilität“	2002
DS I (A) 539	11.9.2004	Radfahren in Offenbach	2003
DS I (A) 677	**17.6.2004**	**Strom aus erneuerbaren Energien für Offenbach**	**2004**
DS I (A) 729/1	**9.12.2004**	**Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien**	**2004**
DS I (A) 859	7.7.2005	Konzept zur Reduktion von Luftschadstoffen	2005
DS I (A) 18	**14.6.2006**	**CO_2 -Gebäudesanierungsprogramm der GBO**	**2006**
DS I (A) 45	**7.9.2006**	**Städtisches Klimaschutzprogramm zur messbaren Reduzierung der CO_2 - Emissionen**	**2006**
DS I (A) 48	**7.9.2006**	**Solarenergie in Offenbach**	**2006**
DS I (A) 137/1	**22.3.2007**	**Bebauungsplanes Nr. 563A (Hafen Offenbach, Mainviertel)**	**2007**
DS I (A) 254	**6.12.2007**	**Ausstattung öffentlicher Dachflächen mit Solaranlagen / Grundsatzbeschluss**	**2007**
DS I (A) 308	19.6.2008	Einrichtung von Solarkraftwerken	2008

Strom aus erneuerbaren Energien für Offenbach

Antrag SPD, B90/Die Grünen und FWG vom 1.6.2004, DS I (A) 677
Az: 000-0002-01/0346#0463/2004
Beschluss vom 14.6.2004

Die Stadtverordnetenversammlung beschließt gegen die Stimmen der Stv.-Fraktion REP wie folgt:
Der Magistrat wird beauftragt zu prüfen und zu berichten, wie durch Nutzung vorhandener und zu schaffender Energieeinsparpotentiale in städtischen Einrichtungen, Gesellschaften, Tochtergesellschaften und Betrieben mit überwiegend städtischer Beteiligung sowie Ämtern und Behörden und für die Beleuchtung öffentlicher Straßen und Plätze bis zum Jahr 2010 der Einsatz von mindestens 50% Strom aus erneuerbaren Energien (Wind, Sonne, Wasser, Erdwärme, Biomasse) erreicht werden kann, ohne dass der Stadt dabei Mehrkosten

entstehen. Dazu sind mit der EVO und anderen möglichen Partnern entsprechende Gespräche zu führen. Gegebenenfalls ist eine Ausschreibung des Ökostromkontingentes zur Ermittlung von Preisvorteilen vorzunehmen.

Kosteneinsparung durch Erneuerbare Energien

Antrag CDU vom 28.9.2004, DS I (A) 729
Az: 000-0002-01/0414#0552/2004
Änderungsantrag SPD, B90/Die Grünen und FWG vom 11.11.2004, DS I (A) 729/1
Az: 000-0002-01/0414#0604/2004
Beschluss vom 9.12.2004

Die Stadtverordnetenversammlung beschließt mit Stimmenmehrheit wie folgt: Der Magistrat der Stadt Offenbach wird beauftragt:

1. Bei allen künftigen öffentlichen Baumaßnahmen (vor allem Neubauten oder wesentlichen Umbauten, der Erneuerung von Heizsystemen und Dächern), die Verwendung von Solarthermie-Anlagen und Fotovoltaikanlagen oder auch andere Formen erneuerbarer Energien nach maximal möglichen baulichen Aspekten zu berücksichtigen. Der Bezug von zertifiziertem Ökostrom ist insbesondere dann vorzusehen, falls eine Fotovoltaik-Anlage nicht sinnvoll installierbar ist.
2. Die Wirtschaftlichkeit der erneuerbaren Energiegewinnung ergibt sich langfristig. Sämtliche Fördermaßnahmen seitens Bund und Land sind auszuschöpfen. Eine Kostenminimierung der Stadt ergibt sich auch durch Contracting, Bürgerbeteiligungsmodelle, Abschreibungen, Kooperationen. Der Magistrat muss Sorge dafür tragen, dass die eintretenden langfristigen Einsparungen oder Einspeisevergütungen zur Unterhaltung und weiteren Förderung genutzt werden.
3. Sofern städtebauliche Gründe (nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 BauGB) vorliegen, ist in künftigen Bebauungsplänen die hauptsächliche Verwendung erneuerbarer Energien sowie Energiespar- und Effizienzmaßnahmen mit Vorgaben als textliche Festsetzungen zu berücksichtigen. Dazu wird ein Energiekonzept erstellt, in dem auf der Grundlage einer Abschätzung des zukünftigen Energiebedarfs der Gebäude (Wärme, Strom), dem Niveau des Wärmedämmstandards, dem Niveau der Stromeffizienz der vorgesehenen Installationen eine Optimierung und Senkung der damit verbundenen Umweltauswirkungen durchgeführt wird.
4. Bei notwendiger Ergänzung der erneuerbaren Energien, z.B. einer solar thermischen Anlage, ist in B-Plangebieten sowie bei öffentlichen Baumaßnahmen möglichst zuzulassen:

a) kraft-wärmegekoppelte Anlagen wie Blockheizkraftwerke (BHKWs) in Nahwärmenetzen,

b) die Versorgung durch Fernwärme, vorzugsweise ebenfalls auf der Basis von Erdgas, auf dessen Einsatz durch Umstellung des EVO-Kraftwerks langfristig hingewirkt werden soll.

c) vorzugsweise Anlagen auf der Basis von erneuerbaren Energien und Erdgas, auf deren Einsatz im Falle der Fernwärme durch Umstellung des EVO-Kraftwerks hingewiesen werden soll.

5. Ein möglicher Erlös aus dem Verkauf von Emissionsrechten der EVO z.B. durch die Umstellung von Kohle auf Erdgas, soll den Magistrat dazu veranlassen sich bei der EVO für die Unterhaltung und zur weiteren Förderung der Nutzung von erneuerbaren Energien in der Stadt Offenbach einzusetzen.

6. Gebäude in ökologisch fortschrittlicher Bauweise (z.B. Passivbauweise) sind von vorgenannten Bestimmungen ausgenommen.

CO_2-Gebäudesanierungsprogramm der GBO Gemeinnützige Baugesellschaft mbH Offenbach a.M.

Antrag Magistratsvorlage Nr. 161/06 vom 31.05.2006, DS I (A) 18
Az: 000-0002-01/0781#1012/2006
Beschluss vom 14.6.2009

Die Stadtverordnetenversammlung **beschließt** mit Stimmenmehrheit wie folgt:

Die GBO Gemeinnützige Baugesellschaft Offenbach a.M. führt im Jahr 2006 für insgesamt 530 Wohnungen in Offenbach am Main ein CO2-Gebäudesanierungsprogramm mit den beigefügt beschriebenen Investitionsmaßnahmen zur CO2-Minderung sowie der ergänzenden Sanierungsarbeiten mit einem Gesamtvolumen von ca. € 14.493.920,-- als Nachtrag zum Wirtschaftsplan der GBO GmbH des Jahres 2006 unter folgenden Bedingungen durch:

1. Die beantragten Kreditmittel werden bei der KfW in der notwendigen Höhe und den genannten Konditionen gewährt.

2. Zur Vermeidung von Kosten und Verwaltungsaufwand stellt die Stadt Offenbach der KfW die zur Sicherung der Kredite notwendigen Ausfallbürgschaften.

3. Zur Vermeidung des Bilanzverlustes wird die Bauerneuerungsrücklage im Jahre 2006 in Höhe der zusätzlichen ergebniswirksamen Investitionen von ca. € 9.386.360,-- aufgelöst.

4. Die Gesellschaft nutzt zur Erzielung von Deckungsbeiträgen die möglichen Mieterhöhungspotentiale.

Städtisches Klimaschutzprogramm zur messbaren Reduzierung der CO_2 - Emissionen

Antrag Magistratsvorlage Nr. 233/06 vom 05.07.2006, DS I (A) 45
Az: 000-0002-01/0818#1054/2006
Beschluss vom 7.9.2006

Die Stadtverordnetenversammlung beschließt mit Stimmenmehrheit wie folgt:

1. Der Entwicklung/Beauftragung eines Klimaschutzprogramms durch den Magistrat der Stadt Offenbach, das die Umsetzung von relevanten Klimaschutzmaßnahmenfeldern enthält und dadurch zu einer messbaren Reduzierung des CO_2-Ausstoßes beiträgt, wird zugestimmt.
2. Im Klimaschutzprogramm sind nachfolgend benannte Bereiche, in denen Maßnahmen zur CO_2-Reduzierung kurzfristig und nachhaltig wirksam werden können, besonders zu berücksichtigen: Attraktivität des ÖPNV, Verkehrssteuerung und Einsatz emissionsarmer Fahrzeugantriebe bzw. Umstieg auf alternative Treibstoffe, Nutzung erneuerbarer

Energien, Förderung und Nutzung energiesparender Bau- und Sanierungsmaßnahmen, Minimierung des Energieverbrauches und Steigerung von Energieeffizienz.

3. Die Stadt Offenbach unterstützt damit die konkreten Ziele des Klimabündnisses zur schrittweisen Reduzierung der CO_2-Emissionen, die auf der diesjährigen Jahreshauptversammlung der Klimabündnisgemeinden beschlossen wurden und folgenden Wortlaut tragen:

   a. „Die Mitglieder des Klima-Bündnisses verpflichten sich zu einer kontinuierlichen Verminderung ihrer Treibhausgas-Emissionen.
   b. Ziel ist, alle 5 Jahre die CO_2-Emissionen um 10 Prozent zu reduzieren.
   c. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 erreicht werden.
   d. Langfristig streben die Klima-Bündnis-Städte und Gemeinden eine Verminderung ihrer Treibhausgas-Emissionen durch Energiesparen, Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 Tonnen CO_2- Äquivalent pro Einwohnerin/Einwohner und Jahr an.
   e. Diese Ziele zu erreichen erfordert jedoch das Zusammenwirken aller Entscheidungsebenen (Europäische Union, Nationalstaat, Regionen, Gemeinde) und können nicht durch Maßnahmen im Entscheidungsbereich der Gemeinden allein erreicht werden.
   f. Um die Entwicklungen ihrer Bemühungen im Klimaschutz zu dokumentieren, werden die Klima-Bündnis-Mitglieder regelmäßig Bericht erstatten."

Solarenergie in Offenbach

Antrag FWG vom 18.08.2006, DS I (A) 48
Az: 000-0002-01/0843#1083/2006
Beschluss vom 7.9.2006

Die Stadtverordnetenversammlung **beschließt** mit Stimmenmehrheit wie folgt:

Der Magistrat möge prüfen und berichten

1.

a) inwiefern auch das Dach des Kickers-Stadions in die Überlegungen zur Ausstattung weiterer Gebäude mit Solarenergie-Modulen einbezogen wird,

b) ob das Modell der Solarenergienutzung auf dem Dach des SC Freiburg auch auf Offenbach übertragen werden kann,
c) ob beabsichtigt ist, mit dem OFC sowie dem vorgesehenen Hotelinvestor (Ausstattung des Hoteldachs mit Solarmodulen) entsprechend in Kontakt zu treten.

2. ob beabsichtigt ist, ggf. die speziellen, zinsvergünstigten Kreditmittel für Umweltprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau sowie beispielsweise das Bundesprogramm „Wärme aus erneuerbaren Energien in der Schule“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für Offenbach in Anspruch zu nehmen.

3. ob vorgesehen ist, die systematische Untersuchung der "Solartauglichkeit" öffentlicher Gebäude wissenschaftlich begleiten zu lassen (z.B. durch die in Freiburg ansässigen Institutionen Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, die Geschäftsstelle des weltweit tätigen Dachverbandes für Solarenergie International Solar Energy Society oder die SolarRegion Freiburg).

4. bis zu welchem Zeitpunkt damit zu rechnen ist, dass EEG und SOH die Prüfung zur Umsetzung weiterer Solarenergieprojekte an öffentlichen Gebäuden abgeschlossen haben und entsprechende Ergebnisse vorliegen.

Bebauungsplan Nr. 563A (Hafen Offenbach, Mainviertel)
Billigung des Planentwurfes

Antrag Magistratsvorlage Nr. 064/07 vom 07.03.2007, DS I (A) 137
Az: 000-0002-01/0952#1230/2007
Ergänzungsantrag SPD, B'90/Die Grünen und FDP vom 22.03.2007, DS I (A) 137/1
Az: 000-0002-01/0952#1246/2007
Beschluss vom 22.3.2007

Die Stv.-Versammlung beschließt mit Stimmenmehrheit wie folgt:

Der Entwurf des Bebauungsplanes Nr. 563A für das Gebiet des Offenbacher Hafens und der Hafeninsel zwischen Goethering, Carl-Ulrich-Brücke und der angrenzenden Bebauung des Nordringes in der Fassung vom 26.02.2007 (Anlagen 1a und 1b) sowie die dazugehörige Begründung mit Umweltbericht (Anlage 2) werden zum Zweck der öffentlichen Auslegung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB gebilligt.

Im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 563A „Hafen Offenbach, Mainviertel" wird eine klima- und umweltschonende Stadtentwicklung realisiert, indem erneuerbare Energien genutzt werden sowie mit Energie- und Wasservorräten schonend umgegangen wird. Zu diesem Zweck müssen Grundstückserwerber und Bauherren mit der Stadt Offenbach vor Abschluss des Grundstückskaufvertrages einen städtebaulichen Vertrag abschließen, in dem sie sich verpflichten:

1. für die Reduzierung des Energiebedarfs der Gebäude durch höhere Wärmedämmstandards zu sorgen. Für 50 Prozent der Bruttogeschossfläche ist Passivhausstandard vorzusehen.

2. der Anschluss an Fernwärmeversorgung oder eine Versorgung an Nahwärme durch ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist zwingend vorzunehmen. Ausgenommen von dieser Regelung sind die Bauherren, die eine Energieversorgung mit erneuerbarer Energie, z.B. durch ein eigenes Blockheizkraftwerk oder einen hocheffizienten Brennwertkessel, bereitstellen.

3. für den weitergehenden Einsatz erneuerbarer Energien durch die die Fernwärme ergänzende Nutzung der Solarthermie vor allem für die Brauchwassererwärmung zu sorgen.

4. in sämtlichen baulichen Ausführungen (Wohn- sowie Bürobauten) die Nutzung von Photovoltaik zu ermöglichen.

Ausstattung öffentlicher Dachflächen mit Solaranlagen / Grundsatzbeschluss

Antrag Magistratsvorlage Nr. 417/07 vom 21.11.2007, DS I (A) 254
Az: 000-0002-01/1098#1431/2007
Beschluss vom 6.12.2007

Die Stadtverordnetenversammlung beschließt mit Stimmenmehrheit wie folgt:

1. Alle geeigneten Dachflächen städtischer Liegenschaften werden mit Fotovoltaikanlagen versehen.
2. Hierfür beauftragt die Stadtverordnetenversammlung die Stadtwerke Offenbach Holding (SOH) auf Grundlage der bestehenden konzeptionellen Vorüberlegungen mit der Umsetzung. Die Errichtung der Solardächer soll durch SOH und private Dritte erfolgen und noch im laufenden Jahr beginnen.
3. Durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen (Einspeisevergütung) und die entsprechende Angebotslage auf dem Markt entstehen keine Belastungen für den städtischen Haushalt. Die Finanzierung erfolgt über zwei unterschiedliche Modelle - zum Teil über die SOH (unter Beteiligung der Bürger) und zum anderen Teil über private Dritte. Verpflichtungen für Planung, Umsetzung, Betreuung oder Rückbau der Anlagen obliegen der SOH bzw. den privaten Dritten.

8.2 Datentabellen Startbilanz

Tabelle 11: Einwohnerzahl der Stadt Offenbach (Stichtag 31.12.)

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Einwohner	114727	115567	116406	116659	118098	118274	117674	117201	116493	117031	117521	116994	117824	118073	118233	118383	116923

Tabelle 12: Anzahl der Beschäftigten in der Stadt Offenbach nach Wirtschaftszweigen

Wirtschaftszweige	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Land-, Forstwirtschaft, Fischerei	158	153	171	168	177	149	160	137	151	136	145	147	134	131	93	94	104
Bergbau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verarbeitendes Gewerbe	20.739	19.775	18.586	17.376	16.131	15.128	14.685	12.996	11.613	11.051	11.602	11.747	11.337	10.823	10.521	10.222	9.886
Energie- u. Wasserversorg.	657	659	663	648	660	703	671	663	705	733	742	756	740	788	724	694	669
Baugewerbe	1.854	2.038	2.083	2.046	1.826	1.827	1.783	1.584	1.596	1.654	1.628	1.683	2.132	1.665	1.589	1.533	1.643
Handel, Instandh. u. Rep. v. Automobilen, Tankstellen	6.794	7.113	7.128	6.603	6.489	6.276	5.950	5.787	6.032	5.988	6.153	6.445	6.228	6.115	6.400	5.902	6.007
Gastgewerbe	654	690	700	701	697	708	716	759	791	830	914	984	985	966	933	960	967
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	2.144	2.167	2.298	2.122	2.098	2.058	3.002	2.185	2.881	2.932	3.017	3.192	2.301	2.391	1.991	1.982	1.885
Kredit- und Versicherungsgewerbe	1.648	1.678	1.646	1.699	1.711	1.631	1.521	2.042	1.919	1.944	3.717	3.927	3.869	3.860	3.669	3.600	3.612
Grundstücks- und Wohnungswesen	6.237	6.579	6.676	6.690	6.650	6.755	6.829	7.237	7.540	8.410	8.622	8.970	8.507	8.544	8.565	8.907	9.303
Öff. Verwaltung, Landesverteidigung, Sozialvers.	4.264	4.239	4.828	4.816	4.803	4.895	4.691	4.190	2.954	3.140	3.061	2.935	2.353	2.650	2.600	2.711	2.456
Unterrichtswesen	967	970	977	1.064	1.114	1.220	1.398	1.326	787	841	900	866	879	898	922	884	913
Gesundheits- und Sozialwesen	4.458	4.703	4.772	4.782	4.754	4.829	4.882	5.173	5.390	5.724	5.735	5.731	5.657	5.621	5.729	5.574	5.571
Öffentliche und private Dienstleistungen	1.232	1.300	1.319	1.322	1.314	1.334	1.349	1.430	1.490	1.495	1.384	1.376	1.364	1.320	1.271	1.252	1.233
Private Haushalte	16	17	17	17	17	17	18	19	20	25	29	31	27	30	31	29	32
Exterrit. Organisationen u. Körperschaften	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 13: Fahrleistung Personenverkehr in Mio Pkm/Jahr (Startbilanz)

Personenverkehr	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Motorrad	10,7	16,7	15,0	14,5	18,6	20,1	21,7	23,0	24,0	26,1	27,5	28,8	25,6	26,5	26,8	27,3	26,9
Personenwagen	796,7	951,2	993,6	1014,5	1139,4	1156,4	1153,7	1150,7	1158,7	1194,1	1182,3	1203,1	1228,7	1225,0	1240,8	1215,4	1203,3
Bus Linienverkehr	39,4	41,7	44,1	46,1	46,9	45,9	44,4	45,1	43,2	44,7	45,7	44,8	46,0	46,0	45,3	45,8	46,9
Straßenbahn/U-Bahn	17,1	17,3	17,6	17,7	17,9	18,0	18,4	18,8	19,1	19,6	20,2	20,4	20,9	21,3	21,6	22,0	22,2
Schienennahverkehr/ S-Bahn	46,8	47,4	48,1	48,5	49,2	49,4	50,5	51,6	52,6	54,2	56,0	56,4	57,8	58,8	59,6	60,5	63,6
Summe	**910,6**	**1074,3**	**1118,4**	**1141,3**	**1272,0**	**1289,8**	**1288,7**	**1289,2**	**1297,5**	**1338,7**	**1331,7**	**1353,5**	**1378,9**	**1377,6**	**1394,1**	**1371,0**	**1363,0**

Tabelle 14: Personenfernverkehr in Mio Pkm/Jahr (Start- und Feinbilanz)

Personenfernverkehr	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Flugverkehr	98,4	96,6	114,6	126,2	139,4	151,7	157,2	165,9	172,9	187,2	202,7	196,0	193,5	199,6	227,3	242,0	252,7
Schienenpersonenfernverkehr	48,9	49,6	50,3	50,7	51,4	51,7	51,5	51,3	51,0	51,3	51,8	50,7	50,4	49,8	49,1	48,4	49,6
Summe	**147,3**	**146,1**	**164,9**	**176,8**	**190,8**	**203,3**	**208,7**	**217,2**	**223,9**	**238,5**	**254,5**	**246,7**	**243,9**	**249,4**	**276,4**	**290,3**	**302,3**

Tabelle 15: Straßengüterverkehr in Mio Fzkm/Jahr (Startbilanz)

Güterverkehr Straße	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Nutzfahrzeuge	20,33	28,51	27,25	25,60	25,51	25,18	25,51	25,02	24,39	27,04	28,33	29,71	28,34	28,23	27,79	27,49	28,51

Tabelle 16: Sonstiger Güterverkehr in Mio tkm/Jahr (Startbilanz)

Sonstiger Güterverkehr	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Schienengüterverkehr	93,28	95,23	95,05	92,55	89,28	86,93	90,88	90,33	91,01	94,37	101,62	107,09	106,78	108,37	108,89	109,86	122,87
Schiffsgüterverkehr	72,51	75,65	77,12	75,61	78,27	78,92	76,38	74,54	75,19	73,72	81,71	81,41	78,09	69,82	74,68	73,80	73,49
Summe	165,79	170,88	172,17	168,16	167,55	165,85	167,26	164,87	166,20	168,09	183,33	188,50	184,86	178,19	183,57	183,66	196,35

Tabelle 17: Spezifischer Verbrauch Personenverkehr pro Fahrzeugkategorie in MJ/km

Personenverkehr	Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Motorrad	**Benzin**	1,07	1,04	1,04	1,06	0,96	0,96	0,97	0,97	1,00	1,02	1,03	1,04	1,06	1,05	1,06	1,04	1,07
Personenwagen	**Benzin**	2,30	2,20	2,17	2,17	1,98	1,97	1,96	1,95	1,93	1,94	1,89	1,87	1,87	1,85	1,86	1,84	1,88
Personenwagen	**Diesel**	2,05	1,97	1,99	1,99	1,77	1,77	1,76	1,75	1,75	1,73	1,72	1,68	1,68	1,68	1,69	1,67	1,73
Bus Linienverkehr	**Diesel**	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53	0,55	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,57	0,55	0,54	0,54	0,53	0,52
Straßenbahn/U-Bahn	**Strom**	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45
Schienennahverkehr/ S-Bahn	**Strom**	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,60	0,58	0,57	0,55	0,53	0,50
Schienennahverkehr/ S-Bahn	**Diesel**	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,53	1,49	1,46	1,42	1,38	1,31	1,24	1,17	1,10	1,03	0,92

Tabelle 18: Spezifischer Verbrauch Personenfernverkehr in MJ/km

Personenfernverkehr	Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Flugverkehr	**Kerosin**	2,09	2,14	2,01	1,92	1,81	1,76	1,77	1,76	1,72	1,74	1,74	1,73	1,68	1,67	1,60	1,64	1,62
Schienenpersonenfernverkehr	**Strom**	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Schienenpersonenfernverkehr	**Diesel**	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,95	0,95	0,96	0,97	0,97	0,97

Tabelle 19: Spezifischer Verbrauch Straßengüterverkehr in MJ/km

Straßengüterverkehr	Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Nutzfahrzeuge	**Benzin**	4,44	4,33	4,30	4,27	4,27	4,27	4,24	4,25	4,18	4,13	4,13	4,14	4,12	4,13	4,14	4,15	4,16
Nutzfahrzeuge	**Diesel**	9,15	9,16	9,06	9,04	8,91	9,02	8,90	8,84	8,81	8,77	8,68	8,57	8,46	8,30	8,36	8,31	8,57

Tabelle 20: Spezifischer Verbrauch sonstiger Güterverkehr in MJ/km

Sonstiger Güterverkehr	Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Schienengüterverkehr	**Strom**	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13
Schienengüterverkehr	**Diesel**	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,36
Schiffsgüterverkehr	**Diesel**	0,41	0,42	0,44	0,44	0,40	0,31	0,29	0,23	0,20	0,17	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15	0,18	0,18

Tabelle 21: Energieverbrauch Verkehr in MWh /Jahr

Fahrzeug-kategorien	Energie-träger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Motorräder	**Benzin**	3.168	4.839	4.325	4.294	4.967	5.369	5.834	6.236	6.652	7.425	7.886	8.282	7.531	7.772	7.908	7.902	7.854
Personen-wagen	**Benzin**	441.176	511.978	523.052	531.821	542.654	545.047	541.880	538.784	539.352	556.992	533.882	531.034	534.780	516.532	516.541	490.462	481.195
	Diesel	60.911	61.273	68.375	73.434	75.396	78.132	77.615	75.420	74.199	76.503	78.751	84.913	94.034	101.183	113.438	118.186	128.941
Linienbusse	**Diesel**	5.957	6.218	6.555	6.837	6.927	6.945	6.962	7.201	6.970	7.179	7.361	7.047	6.985	6.924	6.813	6.710	6.663
Strassenbahn/ U-Bahn	**Strom**	2.219	2.249	2.284	2.299	2.333	2.344	2.393	2.439	2.478	2.548	2.631	2.636	2.683	2.711	2.734	2.760	2.726
Schienennah-verkehr/S-Bahn	**Strom**	5.804	5.882	5.975	6.014	6.102	6.132	6.298	6.456	6.595	6.719	6.971	6.902	6.840	6.842	6.706	6.671	6.549
	Diesel	6.543	6.632	6.736	6.780	6.880	6.913	6.677	6.429	6.162	6.174	5.993	5.525	5.350	4.948	4.717	4.308	4.030
Flug	**Kerosin**	57.124	57.410	63.978	67.292	70.066	74.156	77.313	81.085	82.608	90.497	97.957	94.200	90.288	92.595	101.034	110.222	112.307
Schienenperso-nenfernverkehr	**Strom**	3.178	3.221	3.272	3.293	3.342	3.358	3.411	3.475	3.516	3.615	3.719	3.704	3.709	3.719	3.690	3.701	3.761
	Diesel	1.335	1.353	1.374	1.383	1.404	1.411	1.254	1.100	947	809	675	532	533	398	395	261	263
Nutzfahrzeuge	**Benzin**	20.626	21.071	16.765	14.354	12.787	11.850	11.383	10.554	9.824	9.438	9.546	9.628	8.497	7.889	7.211	6.477	5.833
	Diesel	170.293	172.877	179.486	178.206	171.800	178.030	186.168	185.791	188.151	197.295	213.302	223.215	211.450	206.806	208.511	205.214	205.115
Schienengüter-verkehr	**Strom**	3.831	3.911	3.903	3.801	3.667	3.570	3.691	3.646	3.626	3.686	3.912	4.016	3.897	3.847	3.742	3.666	3.965
	Diesel	1.381	1.409	1.407	1.370	1.321	1.287	1.306	1.161	1.116	1.096	1.104	1.157	1.148	1.156	1.271	1.276	1.483
Schiffsgüter-verkehr	**Diesel**	8.318	8.815	9.389	9.286	8.757	6.732	6.257	4.752	4.253	3.489	3.377	3.329	2.811	2.892	3.189	3.602	3.591

Tabelle 22: CO_2-Emissionen Verkehr in t /Jahr

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Strom	9.781	10.008	9.762	9.731	9.692	9.502	9.688	9.519	9.761	9.614	10.053	10.077	10.066	10.133	9.738	9.546	9.738
Benzin	140.607	162.657	164.548	166.462	169.467	170.029	169.071	168.005	168.082	173.534	166.717	166.000	166.564	160.935	160.774	152.664	149.652
Diesel	74.282	75.401	79.701	80.859	79.457	81.487	83.468	82.189	82.173	85.306	90.560	94.979	93.986	94.568	98.658	99.015	102.085
Kerosin	16.246	16.327	18.195	19.138	19.927	21.090	21.988	23.061	23.494	25.737	27.859	26.790	25.678	26.334	28.734	31.347	31.940

Tabelle 23: CO_2-Emissionen Verkehr in 1000 t /Jahr

Fahrzeug-kategorien	Energie träger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Motorräder	**Benzin**	0,96	1,46	1,31	1,30	1,50	1,62	1,76	1,89	2,01	2,25	2,39	2,50	2,28	2,35	2,39	2,39	2,38
Personenwagen	**Benzin**	133,41	154,82	158,17	160,82	164,10	164,82	163,86	162,93	163,10	168,43	161,45	160,59	161,72	156,20	156,20	148,32	145,51
	Diesel	17,76	17,87	19,94	21,41	21,99	22,78	22,63	21,99	21,64	22,31	22,96	24,76	27,42	29,51	33,08	34,46	37,60
Linienbusse	**Diesel**	1,74	1,81	1,91	1,99	2,02	2,03	2,03	2,10	2,03	2,09	2,15	2,06	2,04	2,02	1,99	1,96	1,94
Straßenbahn/ UBahn	**Strom**	1,44	1,47	1,45	1,45	1,46	1,45	1,47	1,45	1,49	1,48	1,53	1,54	1,58	1,61	1,58	1,57	1,56
Schienennahver kehr/S-Bahn	**Strom**	3,78	3,86	3,78	3,80	3,83	3,78	3,86	3,84	3,97	3,90	4,07	4,03	4,02	4,05	3,87	3,79	3,75
	Diesel	1,91	1,93	1,96	1,98	2,01	2,02	1,95	1,88	1,80	1,80	1,75	1,61	1,56	1,44	1,38	1,26	1,18
Flug	**Kerosin**	16,25	16,33	18,20	19,14	19,93	21,09	21,99	23,06	23,49	25,74	27,86	26,79	25,68	26,33	28,73	31,35	31,94
Schienenperso-nenfernverkehr	**Strom**	2,07	2,11	2,07	2,08	2,10	2,07	2,09	2,07	2,12	2,10	2,17	2,16	2,18	2,20	2,13	2,10	2,15
	Diesel	0,39	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,37	0,32	0,28	0,24	0,20	0,16	0,16	0,12	0,12	0,08	0,08
Nutzfahrzeuge	**Benzin**	6,24	6,37	5,07	4,34	3,87	3,58	3,44	3,19	2,97	2,85	2,89	2,91	2,57	2,39	2,18	1,96	1,76
	Diesel	49,66	50,41	52,34	51,97	50,10	51,91	54,29	54,18	54,87	57,53	62,20	65,09	61,66	60,31	60,80	59,84	59,81
Schienengüter-verkehr	**Strom**	2,49	2,56	2,47	2,40	2,30	2,20	2,26	2,17	2,18	2,14	2,28	2,35	2,29	2,28	2,16	2,08	2,27
	Diesel	0,40	0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,34	0,33	0,32	0,32	0,34	0,34	0,34	0,37	0,37	0,43
Schiffsgüter-verkehr	**Diesel**	2,43	2,57	2,74	2,71	2,55	1,96	1,82	1,39	1,24	1,02	0,99	0,97	0,82	0,84	0,93	1,05	1,05

Tabelle 24: Energieverbrauch Gebäude / Infrastruktur in GWh/Jahr

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Strom	677,7	673,8	664,2	656,6	652,2	658,3	691,3	643,2	610,0	605,0	623,0	647,6	632,8	640,9	642,5	648,1	645,4
Heizöl	680,2	707,2	675,1	686,4	655,6	638,1	655,1	643,1	582,1	511,6	501,4	544,4	485,0	468,8	430,0	407,8	387,3
Erdgas	816,9	843,7	843,3	870,3	868,4	905,2	981,1	906,8	863,4	851,7	878,5	927,2	907,1	944,7	945,6	933,3	909,2
Fernwärme	164,7	161,6	153,5	147,2	142,3	141,8	138,3	120,2	112,5	105,2	104,1	104,4	100,8	109,2	104,5	100,9	97,9
Holz	24,3	15,2	15,4	15,1	21,3	38,0	38,3	62,5	64,5	66,8	67,9	77,3	76,3	79,4	80,5	85,0	88,4
Umweltwärme	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
Sonnenkollektoren	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8
Abfall	0,1	0,1	0,4	1,4	2,4	3,7	6,5	7,4	10,1	12,0	14,2	17,5	17,0	19,0	19,0	20,7	21,1
Braunkohle	173,9	125,7	94,3	84,6	73,6	55,9	55,0	37,0	29,2	25,3	21,3	20,0	15,4	13,9	11,3	10,3	9,7
Steinkohle	242,6	228,7	216,6	205,7	201,8	194,7	189,0	169,4	145,8	139,7	146,2	144,5	138,7	135,6	133,8	129,8	124,8

Tabelle 25: CO_2-Emissionen Gebäude / Infrastruktur in t/Jahr

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Strom	440.941	441.782	420.090	414.712	409.320	406.068	424.092	382.319	367.220	351.104	363.421	378.133	371.836	379.394	370.793	368.296	369.721
Heizöl	217.828	226.463	216.184	219.787	209.947	204.341	209.779	205.927	186.418	163.841	160.573	174.342	155.307	150.128	137.689	130.602	124.022
Erdgas	186.030	192.132	192.027	198.185	197.758	206.122	223.418	206.483	196.606	193.958	200.053	211.150	206.570	215.124	215.328	212.531	207.051
Fernwärme	44.401	43.544	41.369	39.678	38.347	38.229	36.901	31.763	29.425	27.238	26.674	26.486	25.312	27.126	25.956	25.074	24.322
Holz	582	363	368	362	508	908	915	1.494	1.541	1.597	1.624	1.847	1.824	1.897	1.925	2.031	2.113
Sonnenkollektoren	3	4	5	6	7	9	11	11	11	12	13	15	15	17	18	19	19
Braunkohle	76.180	55.067	41.326	37.068	32.246	24.500	24.113	16.217	12.802	11.087	9.330	8.758	6.734	6.095	4.957	4.509	4.232
Steinkohle	88.475	83.402	78.995	75.009	73.599	71.004	68.929	61.773	53.157	50.929	53.300	52.692	50.562	49.448	48.786	47.316	45.502

Tabelle 26: CO_2-Emissionen Haushalte in t/Jahr

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Strom	102.802	109.469	107.743	110.991	110.671	111.754	116.890	110.045	110.530	107.881	108.932	111.415	114.686	118.267	115.971	115.616	116.623
Heizöl	88.717	105.956	105.765	117.760	115.339	114.126	120.635	127.768	118.209	100.435	99.115	113.112	100.429	98.075	88.604	84.562	79.600
Erdgas	53.966	64.201	66.435	75.261	74.938	83.319	97.553	89.516	89.665	88.516	89.030	95.338	93.774	101.164	100.051	96.104	91.108
Fernwärme	16.146	16.978	17.036	17.147	17.507	18.231	17.161	14.543	14.409	13.334	13.342	13.202	13.472	15.950	15.352	15.062	14.604
Holz	582	363	368	362	508	908	915	1.494	1.541	1.597	1.624	1.847	1.824	1.897	1.925	2.031	2.113
Braunkohle	53.298	34.572	23.128	20.900	17.760	11.436	12.095	6.371	4.962	4.476	3.481	3.799	2.960	3.319	2.969	2.970	2.938
Steinkohle	5.187	6.503	5.480	5.375	5.311	5.481	5.178	4.587	3.418	3.726	4.143	4.169	4.203	4.362	4.652	4.073	3.453

Tabelle 27: CO_2-Emissionen Wirtschaft in t/Jahr

	Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Primärer Sektor	**Strom**	288	328	399	436	474	442	597	473	529	458	482	543	504	532	385	408	467
	Heizöl	90	96	113	116	118	105	133	100	102	85	83	86	73	70	48	47	51
	Erdgas	64	74	94	104	115	110	150	124	138	125	132	149	138	146	109	118	134
	Fernwärme	33	35	41	42	43	39	49	36	37	30	29	30	25	24	17	17	18
	Abfall	0	0	0	5	10	13	23	23	30	31	36	44	45	50	39	45	52
	Braunkohle	11	11	12	12	11	9	11	7	7	5	4	3	1	0	0	0	0
	Steinkohle	15	15	17	17	17	14	18	13	13	10	9	9	7	6	3	3	3
Sekundärer Sektor	**Strom**	224.415	215.547	206.705	201.935	202.662	197.811	196.828	175.572	158.096	149.881	161.246	164.132	163.680	164.601	161.418	160.462	159.595
	Heizöl	69.017	61.763	57.813	53.079	50.226	46.703	43.654	37.237	30.498	27.831	27.462	25.695	23.256	21.270	19.448	17.769	16.588
	Erdgas	106.721	100.687	99.043	96.075	96.391	94.811	94.245	86.083	75.929	73.974	78.653	79.373	77.718	77.313	77.350	77.646	76.283
	Fernwärme	13.213	11.829	11.078	10.156	9.581	8.925	8.255	6.971	5.670	5.145	5.019	4.656	4.215	3.792	3.459	3.160	2.958
	Abfall	0	0	88	331	560	784	997	1.128	1.236	1.420	1.698	1.931	2.251	2.327	2.475	2.653	2.760
	Braunkohle	14.732	12.943	11.843	10.632	9.826	8.866	8.032	6.626	5.225	4.523	4.219	3.676	3.032	2.478	1.988	1.539	1.294
	Steinkohle	79.968	73.752	70.805	67.205	66.165	63.534	61.759	55.466	48.204	45.845	47.936	47.343	45.391	44.248	43.426	42.666	41.528
Tertiärer Sektor	**Strom**	113.437	116.437	105.242	101.350	95.513	96.061	109.776	96.229	98.065	92.884	92.761	102.043	92.966	95.994	93.018	91.810	93.036
	Heizöl	60.003	58.649	52.493	48.833	44.263	43.407	45.357	40.821	37.609	35.489	33.914	35.448	31.549	30.713	29.589	28.224	27.782
	Erdgas	25.279	27.171	26.456	26.746	26.314	27.883	31.470	30.761	30.874	31.343	32.238	36.290	34.940	36.502	37.818	38.663	39.527
	Fernwärme	15.010	14.703	13.214	12.333	11.215	11.034	11.436	10.213	9.309	8.728	8.284	8.598	7.600	7.360	7.128	6.836	6.742
	Umweltwärme	18	26	34	41	47	56	68	71	74	79	86	100	99	108	116	122	126
	Sonnenkollek.	3	4	5	6	7	9	11	11	11	12	13	15	15	17	18	19	19
	Abfall	20	22	19	20	20	123	593	693	1.249	1.551	1.811	2.395	1.960	2.362	2.229	2.483	2.455
	Braunkohle	8.139	7.541	6.343	5.524	4.648	4.189	3.975	3.213	2.608	2.083	1.627	1.280	741	297	0	0	0
	Steinkohle	3.305	3.132	2.693	2.412	2.107	1.975	1.975	1.708	1.522	1.348	1.211	1.172	961	832	705	574	518

Tabelle 28: Nationale CO_2-Emissionsfaktoren für LCA Energie in gCO_2/kWh

Energieträger	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Strom	650,63	655,62	632,45	631,57	627,51	616,82	613,46	594,31	601,98	580,26	583,28	583,87	587,59	591,90	577,09	568,27	572,77
Heizöl	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20	320,20
Benzin	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38	302,38
Diesel	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58	291,58
Kerosin	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38	284,38
Erdgas	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70	227,70
Fernwärme	237,44	237,48	237,48	237,48	237,48	237,48	234,06	230,68	227,28	223,86	220,43	217,06	213,69	210,27	210,28	210,28	210,31
Holz	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90	23,90
Kohle	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77	370,77
Umweltwärme	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80	163,80
Sonnenkollektoren	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20
Biogase	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76	14,76
Abfall	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98	249,98
Pflanzenöl	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80	35,80
Biodiesel	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60	86,60
Braunkohle	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00	438,00
Steinkohle	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60	364,60

Stand 02/2009 (Stromfaktoren wurden in ECO2-Region zwischenzeitlich rückwirkend angepasst)

8.3 Datentabellen Feinbilanz

Tabelle 29: Gesamtenergieverbrauch nach Energieträgern in MWh/Jahr (Feinbilanz)

Energieträger	2005	2006
Strom	691.723	708.268
Heizöl	217.800	197.500
Benzin	426.854	416.962
Diesel	293.803	301.581
Kerosin	110.222	112.307
Erdgas	1.231.479	1.143.417
Fernwärme	322.772	313.763
Holz	6.071	6.002
Sonnenkollektoren	6.071	6.002
Pflanzenöl	675	658
Steinkohle	6.071	6.002

Tabelle 30: Gesamt-CO_2-Emissionen in t/Jahr (Feinbilanz)

Energieträger	CO_2-Faktor national		CO_2-Faktor lokal	
	2005	2006	2005	2006
Strom	392.899	405.837	537.498	561.727
Heizöl	69.745	63.245	69.745	63.245
Benzin	129.081	126.089	129.081	126.089
Diesel	85.673	87.941	85.673	87.941
Kerosin	31.347	31.940	31.347	31.940
Erdgas	280.430	260.377	280.430	260.377
Fernwärme	80.182	77.944	119.154	117.388
Holz	145	143	145	143
Sonnenkollektoren	153	151	153	151
Pflanzenöl	24	24	24	24
Steinkohle	2.214	2.189	2.214	2.189

Tabelle 31: Energieverbrauch nach Sektoren in MWh /Jahr

	Haushalte		Industrie		Gewerbe		Verkehr	
Energieträger	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**
Strom	183.028	180.503	260.656	264.072	233.948	246.212	14.092	17.527
Heizöl	154.638	152.608	12.752	14.096	50.410	30.796		
Benzin							426.854	416.962
Diesel							293.803	301.581
Kerosin							110.222	112.307
Erdgas	427.077	418.948	530.986	469.673	273.416	254.796		
Fernwärme	117.521	115.527	5.644	6.403	199.606	191.832		
Holz	5.221	5.162			119	118		
Sonnenkollektoren	5.221	5.162			119	118		
Pflanzenöl							675	658
Steinkohle	5.221	5.162			119	118		

Tabelle 32: CO_2-Emissionen nach Sektoren in t/Jahr pro Einwohner

Sektor	**CO_2-Faktor national**		**CO_2-Faktor lokal**	
	2005	**2006**	**2005**	**2006**
Haushalte	2,38	2,38	2,83	2,87
Industrie	2,32	2,26	2,79	2,78
Gewerbe	1,90	1,90	2,41	2,46
Kommunale Gebäude/ Infrastruktur	0,30	0,30	0,42	0,42
Verkehr	2,15	2,19	2,15	2,19
SUMME	**9,1**	**9,0**	**10,6**	**10,7**

Tabelle 33: CO_2-Emissionen Haushalte in t/Jahr

Energieträger	CO_2-Faktor national		CO_2-Faktor regional	
	2005	**2006**	**2005**	**2006**
Strom	103.947	103.418	142.927	144.208
Heizöl	49.519	48.869	49.519	48.869
Erdgas	97.253	95.402	97.253	95.402
Fernwärme	0	0	43.384	43.222
Holz	125	123	125	123
Sonnenkollektoren	132	130	132	130
Steinkohle	1.904	1.882	1.904	1.882

Tabelle 34: CO_2-Emissionen Industrie und Gewerbe in t/Jahr

Energieträger	Industrie				Gewerbe (inkl. kommunale Einrichtungen)			
	CO_2-Faktor national		CO_2-Faktor lokal		CO_2-Faktor national		CO_2-Faktor lokal	
	2005	**2006**	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**	**2005**	**2006**
Strom	148.053	151.313	203.674	210.907	132.882	141.080	182.804	196.642
Heizöl	4.084	4.514	4.084	4.514	16.142	9.862	16.142	9.862
Erdgas	120.915	106.953	120.915	106.953	62.262	58.022	62.262	58.022
Fernwärme	1.402	1.591	2.084	2.396	49.586	47.654	73.687	71.770
Holz					20	20	20	20
Sonnenkollektoren					21	21	21	21
Steinkohle					310	306	310	306

Tabelle 35: Energieverbrauch kommunaler Gebäude und Infrastruktur in MWh/Jahr

Energieträger	Kommunale Gebäude		Straßenbeleuchtung		sonstige Infrastruktur	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Strom	20.409	21.220	7.687	8.024	8.007	7.654
Heizöl	1.287	998				
Erdgas	14.903	14.510				
Fernwärme	45.429	40.457			1.595	1.418
Holz		309				

Tabelle 36: CO_2-Emissionen kommunaler Gebäude in t/Jahr

Energieträger	CO_2-Faktor national		CO_2-Faktor lokal	
	2005	2006	2005	2006
Strom	11.598	12.154	15.946	16.947
Heizöl	412	320	412	320
Erdgas	3.393	3.304	3.393	3.304
Fernwärme	11.284	10.049	16.769	15.135
Holz		7		7

Tabelle 37: Energieverbrauch motorisierter Verkehr in MWh/Jahr

Fahrzeugkategorien	2005	2006
Motorräder	6.698	6.616
Personenwagen	514.610	514.065
Linienbusse	16.886	16.459
Schienennahverkehr/S-Bahn	10.785	13.360
Flug	110.222	112.307
Schienenpersonenfernverkehr	3.963	4.024
Nutzfahrzeuge	178.863	177.909
Schienengüterverkehr	512	869
Schiffsgüterverkehr	3.108	3.380

Tabelle 38: CO_2-Emissionen des motorisierten Verkehrs in t/Jahr (territorialer Ansatz)

Vergleich verursacherbezogen und territorial (Verkehrsmodell), Bezugsjahr 2005

Fahrzeugkategorien	Verursacherbezogen	Territorial
Personenwagen	154.539	155.719
Nutzfahrzeuge inkl. Linienbusse	56.967	42.584