

CO₂-Bilanz 1990 - 2009

Stadt Essen
Umweltamt

Oktober 2012



STADT
ESSEN

CO₂-Bilanz 1990 - 2009

Inhalt

1.	Ausgangssituation	2
2.	Rahmenbedingungen	3
3.	Bilanzierungsmethode	3
4.	Vorgehensweise	5
5.	Systemgrenzen	5
5.1	Großverbraucher	6
5.2	Witterung	6
5.3	Konjunktur	7
6.	Datengrundlage	7
7.	Bilanzergebnisse	8
7.1	End- und Primärenergie	8
7.2	CO ₂ -Emissionen	11
8.	Betrachtung der Großverbraucher	15
9.	Fazit	16
	Quellen	17
	Impressum	17

Anhang

1.	Abbildungsverzeichnis	19
2.	Tabellen	20

CO₂-Bilanz 1990 - 2009

1. Ausgangssituation

Die natürliche Umwelt wird auf vielfältige Weise durch den Menschen beeinflusst. Seit Entwicklung der Landwirtschaft vor ca. 7 - 11.000 Jahren (Neolithische Revolution) hat der Mensch mit der Entwicklung der Agrar- und Weidewirtschaft begonnen, den Boden und das Wasser zu verändern. Die heutigen Industriegesellschaften haben durch hohen Rohstoffumsatz große Mengen an Gasen und Aerosolen in die Atmosphäre entlassen und die globalen Emissionen steigen jährlich weiter.

Das „Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)¹“ hat die Entwicklung des globalen Klimas erforscht und die zu erwartenden Folgen einer globalen Erwärmung der Erdatmosphäre dargestellt². Die Erde unterliegt natürlichen Klimaschwankungen, die sich erdgeschichtlich in einem teilweise extremen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten geäußert haben. Seit ca. 3 Jahrzehnten wird eine über die natürlichen Prozesse hinausgehende Erhöhung der mittleren Lufttemperatur in Bodennähe beobachtet. Als Ursache für die zunehmende Erwärmung sind große Mengen von durch den Menschen in die Atmosphäre freigesetzte Stoffe identifiziert worden. Man spricht daher vom anthropogenen (vom Menschen verursachten) Treibhauseffekt. Diese beschleunigte Erwärmung kann für große Teile der Weltbevölkerung zu extremen Veränderungen der Lebensbedingungen führen

Als besonders klimarelevant gelten in erster Linie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Sie werden aus vielfältigen Quellen emittiert und entstehen z.B. bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, bei Produktionsprozessen oder in der Vieh- und Landwirtschaft. Die Staaten der EU haben die Bedeutung des Klimawandels und seiner Folgen erkannt und sich 1997 mit Unterzeichnung des Kyoto-Protokolls erstmals verpflichtet, ihre Klimagasemissionen schrittweise zu reduzieren. Es folgte eine Reihe von Selbstverpflichtungen der Bundesregierung zur Begrenzung der nationalen Emissionen, die bis heute zu umfassenden Handlungsprogrammen auf Bund-, Länder- und kommunaler Ebene geführt haben.

Die Stadt Essen hat ihre Ziele zur Reduzierung der eigenen CO₂-Emissionen durch ihre Mitgliedschaft im „Klimabündnis europäischer Städte“³, durch Teilnahme am

¹ IPCC: Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaveränderungen; ein von den Regierungen unabhängiges wissenschaftliches Gremium, bei dem Wissenschaftler der ganzen Welt mitwirken.

² IPCC: SC|NAT, UBA 2007: Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4)

³ Ziel ist die kontinuierliche Verminderung der CO₂-Emissionen alle fünf Jahre um zehn Prozent zu reduzieren. Einen wesentlichen Meilenstein stellt die Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (Basisjahr 1990) bis spätestens 2030 dar.

European Energie Award (eea)⁴ und durch Beitritt zum „Konvent der Bürgermeister“⁵ konkretisiert.

Um die gesteckten Ziele zu erreichen, wurde 2009 das „Integrierte Energie- und Klimakonzept der Stadt Essen (IEKK)“ mit einem breiten Spektrum an Maßnahmen zur Verringerung von Schadstoff- und Klimagasemissionen erarbeitet. Mit diesem Konzept hat die Stadt Essen die nationale Zielmarke einer CO₂-Emissionsminderung um 40% bis 2020 gegenüber 1990 übernommen. Die Maßnahmen werden von der „Klima|werk|stadt|essen“ koordiniert und mit zahlreichen Akteuren in Wirtschaft und Forschung umgesetzt und weiterentwickelt.

2. Rahmenbedingungen

Die Darstellung der gemeinsamen Effekte aller Maßnahmen des IEKK und der Nachweis zur Erreichung von Klimaschutzziele soll mit Hilfe einer CO₂-Bilanz geführt werden. Zu diesem Zweck hat das Land Nordrhein-Westfalen allen Kommunen das Online-Tool **ECORegion** des Softwareherstellers **ECOSPEED AG** Zürich⁶ zur Verfügung gestellt. Das Programm wird inzwischen von mehr als 800 Gemeinden und Landkreisen in Deutschland eingesetzt und entwickelt sich zu einer Standardlösung, die auch in der Schweiz und in Italien zahlreiche Anwendung findet.

Von allen Klimagasen macht Kohlendioxid den größten Anteil aus und wird daher als Leitkomponente betrachtet. Der überwiegende Teil des anthropogenen CO₂ entsteht bei Verbrennungsprozessen. Man spricht hier von den sogenannten „**energiebedingten Emissionen**“. Diese sind in der vorliegenden Bilanzierung dargestellt. CO₂-Emissionen aus Produktionsprozessen, ebenso wie Methan und Lachgas werden nicht einbezogen. Letztgenannte Komponenten besitzen eine sehr hohe Klimawirksamkeit, das bedeutet, dass sie wesentlich zur Klimaerwärmung beitragen. Ihre Quellstärke lässt sich derzeit jedoch nicht hinreichend genau bestimmen. Nach Schätzung des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden liegt der Anteil der prozessbedingten CO₂-Emissionen bei ca. 10 Prozent des energetisch verursachten Ausstoßes.

Die vorliegende Berechnung von CO₂ –Emissionen bezieht sich auf das Stadtgebiet von Essen und basiert auf der Erhebung von Struktur- und Verbrauchsdaten der Wirtschaft, der Verwaltung, der privaten Haushalte und dem Sektor Verkehr. Die der Kalkulation zugrunde liegenden Daten stehen teilweise erst mit einer Verzögerung von bis zu zwei Jahren zur Verfügung. Daher beschreibt die vorliegende CO₂-Bilanz die Entwicklung der Jahre 1990 bis 2009.

⁴ EEA: Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren, mit dem Potentiale der nachhaltigen Energiepolitik und des Klimaschutzes identifiziert und genutzt werden können. Energie- und Klimaschutzaktivitäten werden erfasst, bewertet, geplant und gesteuert.

⁵ Die Unterzeichner des Konvents verpflichten sich, die energiepolitischen Vorgaben der Europäischen Union zur Reduzierung der CO₂-Emissionen (um 20%) bis zum Jahr 2020 zu übertreffen. Die Stadt Essen strebt eine Verringerung um 40% an.

⁶ <http://www.ecospeed.ch/>

3. Bilanzierungsmethode

Die Abschätzung von CO₂-Emissionen für die Stadt Essen erfolgt grundsätzlich nach dem **Verursacherprinzip**. Es werden alle bekannten CO₂-Emissionen von im Stadtgebiet angesiedelten Haushalten, Wirtschaftsbetrieben und Fahrzeugen dargestellt, die von diesen global, d.h. auch außerhalb ihres Territoriums, verursacht werden.

Da Primärenergieträger auf dem Weltmarkt gehandelt werden, bieten sich diese als verfügbare Größe für die Berechnung der bereitgestellten Energie (Endenergie) nach Sektoren an. Das Produkt aus Energiemenge (kWh) und Emissionsfaktor je Energieträger für Gas, Öl, Kohle, Braunkohle u.a. (g CO₂/kWh) ergibt den hierdurch erzeugten CO₂-Ausstoß.

Das Klimabündnis europäischer Städte und der European Energy Award (eea) verlangen eine Betrachtung nach dem Ansatz des „Life Cycle Assessment (LCA)“. Bei dieser Methode wird zusätzlich die **Primärenergie** bilanziert. Sie beinhaltet neben der Endenergie auch den Aufwand aller Vorketten für die Energiebereitstellung, wie Förderung, Aufbereitung, Transport und Verluste. Dies wird durch Einführung eines Primärenergiefaktors bewerkstelligt.

Der **Primärenergiefaktor** gibt an, welcher Aufwand für die Bereitstellung einer vom Abnehmer konsumierten Endenergiemenge geleistet werden muss. Die Klimawirksamkeit eines Energieträgers wird ganz wesentlich durch diesen Faktor beeinflusst. Für Erdgas (Tab.1) wird er mit 1,17, für Strom mit 2,58 angesetzt (ECOSPEED). Um beispielsweise für die Endverbraucher eine kWh Strom für Beleuchtung, Heizung oder Kraft bereitzustellen, muss der Versorger ein energetisches Äquivalent von 2,58 kWh aufwenden. Der Primärenergiefaktor beschreibt den energetischen Gesamtaufwand. Sein Wert ist daher grundsätzlich größer als 1. Anders verhält es sich mit der Fernwärme. Die Fernwärmeschiene Ruhr

Tab.1: Primärenergiefaktoren im Vergleich 1990 und 2009

Energieträger	1990	2009
Strom	2,76	2,58
Heizöl EL	1,20	1,20
Benzin	1,26	1,26
Diesel	1,20	1,20
Kerosin	1,17	1,17
Erdgas	1,17	1,17
Fernwärme	0,46	0,12
Holz	1,32	1,32
Umweltwärme	0,70	0,70
Sonnenkollektoren	1,34	1,34
Biogase	1,90	1,90
Abfall	1,26	1,26
Flüssiggas	1,17	1,17
Braunkohle	1,24	1,24
Steinkohle	1,40	1,40

Quelle: ECORegion, ECOSPEED

wird unter Einsatz der Kraft-Wärmekopplung (KWK) von Steinkohle-, Öl- und Müllheizkraftwerken bedient. Müll besteht aus entsorgten Konsumartikeln, die über die Produktionskette bereits bilanziert wurden. Durch die thermische Verwertung kommt es zu einer Energierückgewinnung, die sich mindernd auf den Primär-energiefaktor und später auf die Emissionsberechnung auswirkt.

Der Primärenergiefaktor verringert sich, wenn effizientere Kraftwerke eingesetzt werden oder wenn der Einsatz von erneuerbaren Energien zunimmt.

4. Vorgehensweise

Im ersten Arbeitsschritt wird eine „**Startbilanz**“ berechnet. Ihr liegen die Essener Einwohner- und Beschäftigtenzahlen zugrunde. Mit pro Kopf ermittelten durchschnittlichen Verbrauchsdaten kann der Gesamtenergieverbrauch der innerhalb einer Stadt wohnenden und arbeitenden Menschen abgeschätzt und als CO₂-Größe dargestellt werden. Die Pro-Kopf-Daten (Mineralölverbrauch, Fahr- und Transportleistungen, produzierte Güter u.a.) werden aus Summenwerten auf Bundesebene ermittelt und auf die Einheit pro Einwohner/in oder pro Beschäftigte/r je Branche umgerechnet.

Hieraus ergibt sich ein erster Wert für vom Stadtgebiet ausgehende Gesamtemissionen. Dieser bildet nicht den realistischen CO₂-Ausstoß ab, sondern stellt einen **Referenzwert** dar, der für Städte mit einer Struktur und Größenordnung von Essen angenommen werden muss.

Diese Berechnung liefert aufgrund ihrer statistischen Unsicherheiten keine hinreichend genauen Anhaltspunkte für die Wirkung konkreter Klimaschutzmaßnahmen. Um eine höhere Aussagegenauigkeit zu erreichen, wird in einem zweiten Schritt die sogenannte „**Endbilanz**“ berechnet. An die Stelle der aus Bundeskenngrößen ermittelten Verbräuche treten hier konkrete Verbrauchsdaten der Energieversorger für die Bereiche Haushalte, Industrie, Gewerbe, kommunale Gebäude und Infrastruktur, sowie Verkehr. Die Daten sind mit dem Raumbezug Stadt jedoch nicht in allen Fällen verfügbar. Diese Lücken werden von **ECOREgion** aus den bundesweit erhobenen Kenngrößen der Startbilanz ergänzt.

Aus der Bilanz können die Entwicklungen des Verbrauchs an **End- oder Primärenergie** und die hierdurch erzeugten **CO₂-Emissionen**, ausgedrückt in **Absolutwerten** oder als spezifische Größe **pro Einwohner**, abgelesen werden. Es ist eine Darstellung nach **Sektoren** (Wirtschaft, Verkehr, Haushalte, öffentliche Verwaltung) oder für die einzelnen **Energieträger** möglich.

5. Systemgrenzen

Bei der Bewertung der Bilanzierungsergebnisse muss berücksichtigt werden, dass gemessen an der Komplexität der realen Bedingungen und bedingt durch die relativ begrenzte Datenbasis, nur ein vereinfachtes Emissionsmodell eingesetzt werden kann. Der CO₂-Ausstoß wird ausschließlich aus dem Verbrauch der Primärenergieträger abgeleitet.

ECORegion erfasst den Konsum von „Endenergie“. Die Berechnung nach dem LCA-Ansatz wird durch die Anwendung eines Primärenergiefaktors (3. Bilanzierungsmethode) möglich. Nicht energetische Emissionen (z.B. Industrie, Lösemittel, Landwirtschaft, Abfall) und chemische Prozesse in der Atmosphäre bleiben unberücksichtigt.

Des Weiteren wird auf folgende Besonderheiten hingewiesen:

5.1 Großverbraucher

Große Industrieunternehmen haben aufgrund ihres hohen Anteils am Energieverbrauch einen deutlichen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Hier bestehen Sonderverträge mit verschiedenen Energieversorgern, deren Liefermengen zurzeit noch nicht vollständig bekannt sind. Großbetriebe, wie z.B. die Glashütte oder die Essener Krankenhäuser mit regionaler Bedeutung, können mit dem verfügbaren Rechenmodell nicht einzeln abgebildet werden. Ihre Emissionsanteile fließen grundsätzlich über die Darstellung der lokalen Stromlieferungen in die Gesamtberechnung ein. Eine Ausnahme bildet die Firma **TRIMET AG** (Aluminiumproduktion) in Essen-Vogelheim. Dieser Betrieb wird mit seinem Verbrauch aus zwei Gründen nicht in der Gesamtübersicht berücksichtigt und nur für einzelne Jahre beispielhaft mitberechnet:

1. Der Stromverbrauch der Gesamtstadt lag in den Jahren 1990 bis 2009 zwischen 4.264 bis 5.645 GWh. Mit Mengen von 940 bis 2.524 GWh erreichte der Energiebedarf der Aluminiumproduktion seit 1990 einen Anteil von bis zu 45 % pro Jahr am Gesamtstrombedarf, hat also einen erheblichen Einfluss auf das Bilanzergebnis. Im Jahr 2009 wurde deutlich, dass sich konjunkturelle Schwankungen durch Einbrüche des Strombedarfs der Aluminiumhütte um bis zu 50 % massiv auf den Endenergieverbrauch auswirken können. Derartige Effekte führen zu starken Ausschlägen bei den Gesamtemissionen. Durch Einrechnung des TRIMET-Stromverbrauchs würde die Bilanz in Bezug auf alle übrigen Sektoren deutlich an Aussagekraft verlieren.
2. Die Aluminiumprodukte leisten andererseits einen relativ großen Beitrag zur Energieeffizienz (z.B. im Fahrzeug-, Flugzeug- und Hochbau) und werden weltweit gehandelt. Es entspricht daher nicht dem Verursacherprinzip (siehe 3. Bilanzierungsmethode), wenn der Energieaufwand der TRIMET AG der Stadt Essen zugerechnet wird.

5.2 Witterung

Der Energieverbrauch wird deutlich durch die Ausprägung der jahreszeitlichen Temperaturen beeinflusst. Langanhaltende kalte Perioden erzeugen einen überdurchschnittlichen Wärmebedarf. Bei außergewöhnlich langen Hitzeperioden steigt der Energiebedarf für Kühlung. Bei den privaten Haushalten und im tertiären Sektor (Dienstleistungen) dürfte dieser Effekt am stärksten ausgeprägt sein. Die Auflösung der verfügbaren Energieverbrauchsdaten lässt eine differenzierte

Betrachtung dieses Phänomens jedoch nicht zu. Eine Witterungsbereinigung der CO₂-Bilanz ist daher nicht erfolgt.

5.3 Konjunktur

Die Entwicklung des Wirtschaftsraums Essen fließt durch die nach Branchen aufgeschlüsselten Beschäftigten in die Bilanz ein. Eine dynamische Wirtschaftsentwicklung kann den Witterungseinfluss zusätzlich überlagern. Es fehlt zurzeit noch ein Indikatorsystem, das als Interpretationshilfe für die schwankenden CO₂-Jahreswerte herangezogen werden kann.

6. Datengrundlage

Die Übermittlung des Verbrauchs **leitungsgebundener** Energieträger durch die Energieversorgungsunternehmen (EVUs) stellt die zuverlässigste Quelle der CO₂-Bilanz dar. Die Bilanzergebnisse stützen sich zu **48,8%** auf konkrete Daten über Erdgas-, Strom- und Fernwärmelieferungen. Es handelt sich dabei jedoch um abgerechnete Energiemengen. Nicht **abgerechnete Leistungen** (Deputate) und **Leistungsverluste** bleiben unberücksichtigt.

Ca. **51,1 %** der dargestellten Energieleistung werden aus **bundesweit erhobenen Mittelwerten** ergänzt. Es handelt sich dabei um nicht leitungsgebundene Energieträger und Kraftstoffe, wie Heizöl, Flüssiggas, Steinkohle, Braunkohle, Holz und dem Kraftstoff-Mix (z.B. Benzin, Diesel, Flüssiggas, Erdgas). Eine Differenzierung bei den Kenngrößen nach Ballungsräumen (urbane Verdichtung, hohe Energiedichte, kurze Weg, erhöhte Effizienz) und Umland (lange Wege, geringe Wärmegewinne) erfolgt nicht. Die Stadt Essen weist als „Hauptstadt der Speicherstromheizung“ einen überproportional hohen Anteil an Nachtspeicherheizungen auf. Es wird davon ausgegangen, dass der aus Bundeskennzahlen vorliegende Heizölverbrauch überschätzt wird. Es ist geplant, aus dem Emissionskataster für Essen ein Korrekturmodell zu erarbeiten, das aber für diese Bilanz noch nicht vorliegt.

Die **Abgrenzung der Energielieferungen** ist für ein Bilanzierungsjahr nicht vollständig möglich. Die Energieabrechnung basiert auf Verbrauchsablesungen der EVUs. Diese erfolgen über das Jahr verteilt, sehr häufig zum Ende einer Heizperiode (April/Mai). Die in den Geschäftsberichten veröffentlichten Verbrauchsdaten werden vom jeweiligen Abrechnungszeitpunkt bis zum Jahresende hochgerechnet. Es muss davon ausgegangen werden, dass sich extreme Ausprägungen der Jahreszeiten (kalte Winter, heiße Sommer) überwiegend in zwei aufeinanderfolgenden Bilanzierungsjahren abbilden.

Informationen von RWE zum Einsatz **erneuerbarer Energien**, z.B. über den hohen Anteil an Wasserkraft oder den geringeren Beitrag des Atomstroms lassen sich nicht quantifizieren und können daher nicht in die Berechnung einfließen. Durch die Liberalisierung des Strommarktes ist es nicht möglich, den Energieträger-Mix aller am Essener Strommarkt vertretenen EVUs zu bestimmen. Der Anteil der erneuerbaren Energien wird daher aus den Bundeskenngrößen abgeleitet.

7. Bilanzergebnisse

7.1. End- und Primärenergie

Der **Endenergieverbrauch** hat sich in Essen **von 16.891 GWh 1990** um 2.064 auf **14.827 GWh 2009** verringert. Das entspricht einer Reduzierung um **12,22%**. Bezieht man die Vorketten der Energiebereitstellung in die Betrachtung mit ein (LCA-Ansatz), so lag der **Primärenergieverbrauch** der Stadt Essen zwischen **25.004 GWh in 1990** und **21.374 GWh** im Jahr **2009**. In diesen 19 Jahren ist der Primärenergiebedarf in Essen um knapp 3.630 GWh pro Jahr (**14,5%**) gesunken.

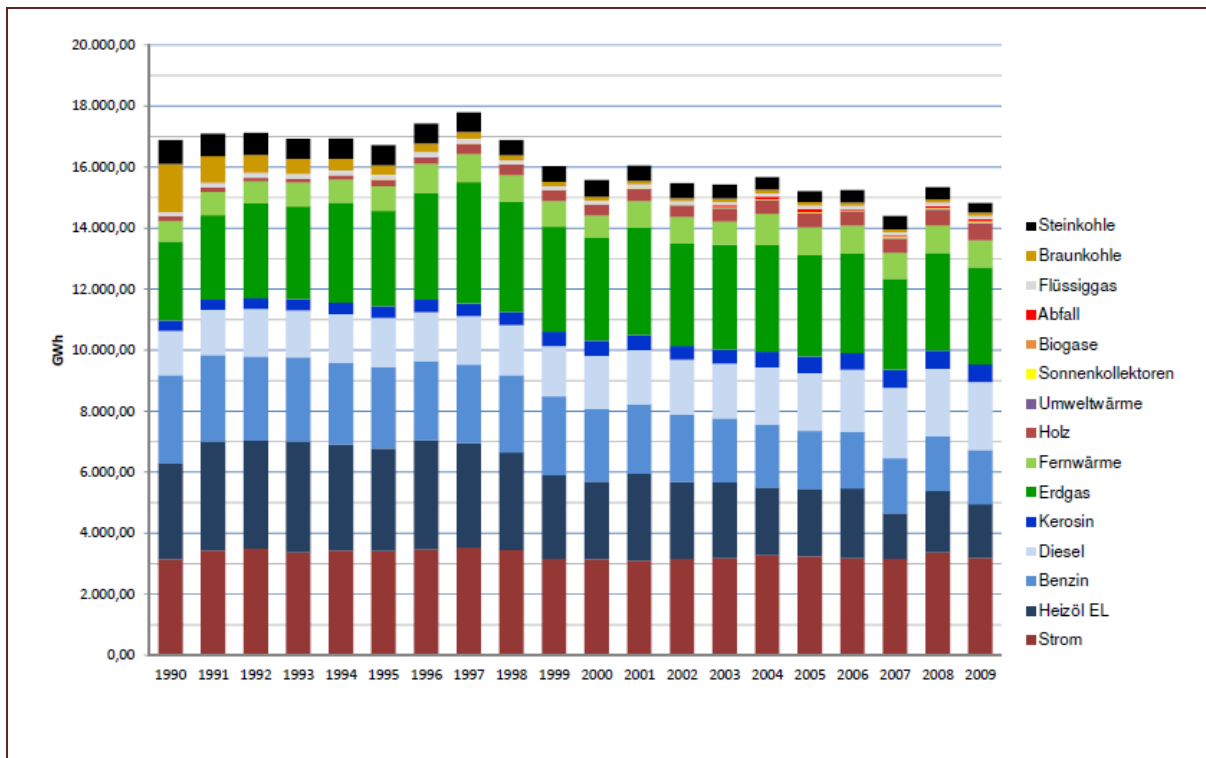
Der Rückgang des **Primärenergieverbrauchs** (LCA) ist höher, als die Verringerung des **Endenergieverbrauchs**. Als Ursache für diese Abweichung bieten sich zwei Erklärungen an. Einerseits wurde der Verbrauch von Energieträgern mit ungünstigem Primärenergiefaktor (Tab.1: Braun- und Steinkohle) substituiert und andererseits hat sich der der Primärenergiefaktor für einzelne Energieträger verbessert (Tab.1: Strom und Fernwärme).

Der **Stromverbrauch** hat in den Jahren 1990 bis 2009 um 59 GWh zugenommen (Abb.3). Der Primärenergieumsatz ist im gleichen Zeitraum um 421 GWh zurückgegangen (Abb.4). Hier spiegelt sich die Senkung des Primärenergiefaktors (Tab.1) von 2,76 (1990) auf 2,58 (2009) wider. Bei der **Fernwärme** ist dieser Effekt auch zu beobachten. Die Endenergieabgabe ist im vorgenannten Zeitraum um 222 GWh gestiegen, der Verbrauch ist nach LCA (Primärenergie) aber um 201 GWh zurückgegangen. Hier zeigt sich deutlich der Einfluss des Primärenergiefaktors, der zwischen 1990 und 2009 von 0,48 auf 0,12 zurückgegangen ist. Diese systemischen Veränderungen haben einen großen Einfluss auf die CO₂-Emission (s. 7.2: CO₂-Emissionen).

Abbildung 3 macht die **Veränderungen auf dem Energiemarkt** in Essen seit dem Jahr 1990 sichtbar. Der Verbrauch von **Heizöl, Benzin, Braun- und Steinkohle** ist, dem Bundestrend folgend, deutlich zurückgegangen. Bezogen auf den Raumwärmemarkt weisen **Erdgas, Fernwärme und Holz** mit jeweils 579, 222 und 498 GWh/a die größten Zuwachsraten beim Endenergieverbrauch auf. Die Energiegewinnung mit Hilfe von **Umweltwärme, Sonnenenergie, Biogasnutzung und Abfall** gewinnt seit dem Jahr 2000 allmählich an Dynamik. Im Sektor Verkehr ist 2009 ein jährlicher Mehrbedarf in Höhe von 919 GWh bei **Diesel** und 247 GWh bei **Kerosin** zu beobachten.

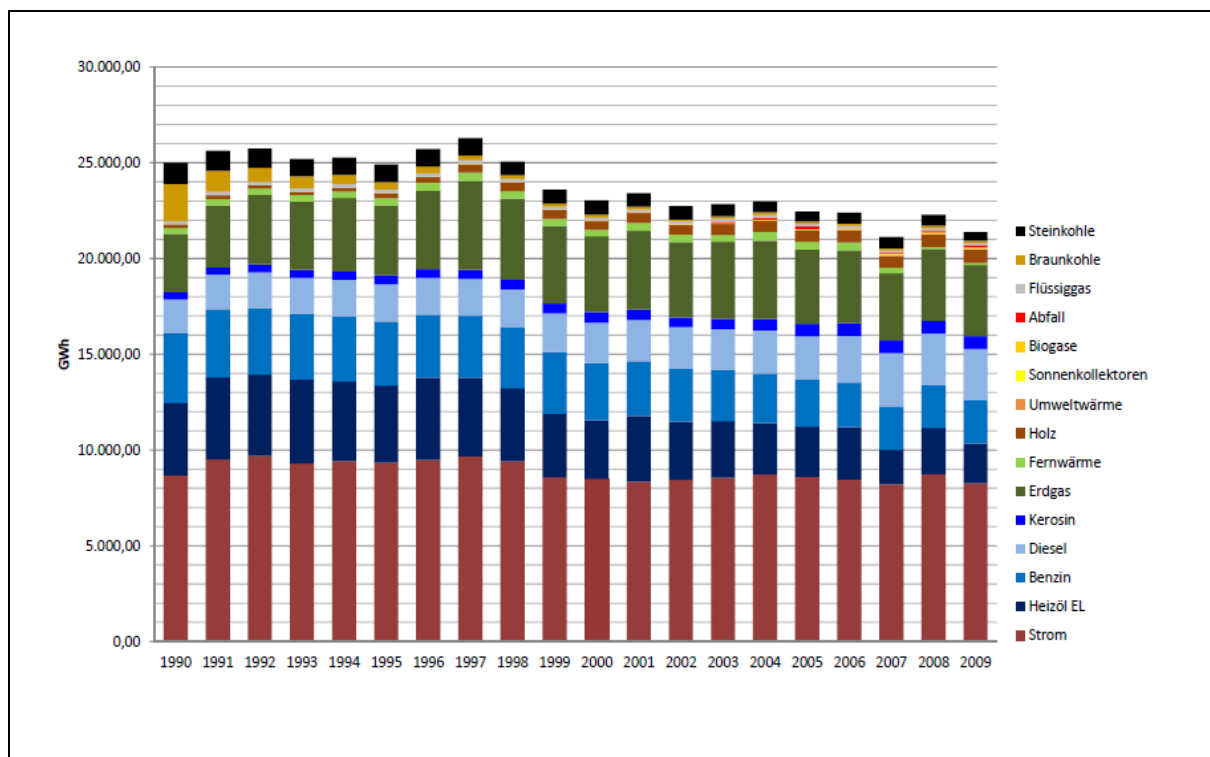
Der Verbrauch an **Heizöl, Benzin, Braun- und Steinkohle** ist im Betrachtungszeitraum deutlich gesunken.

Abb.1: Endenergieeinsatz, 1990 – 2009 (GWh)



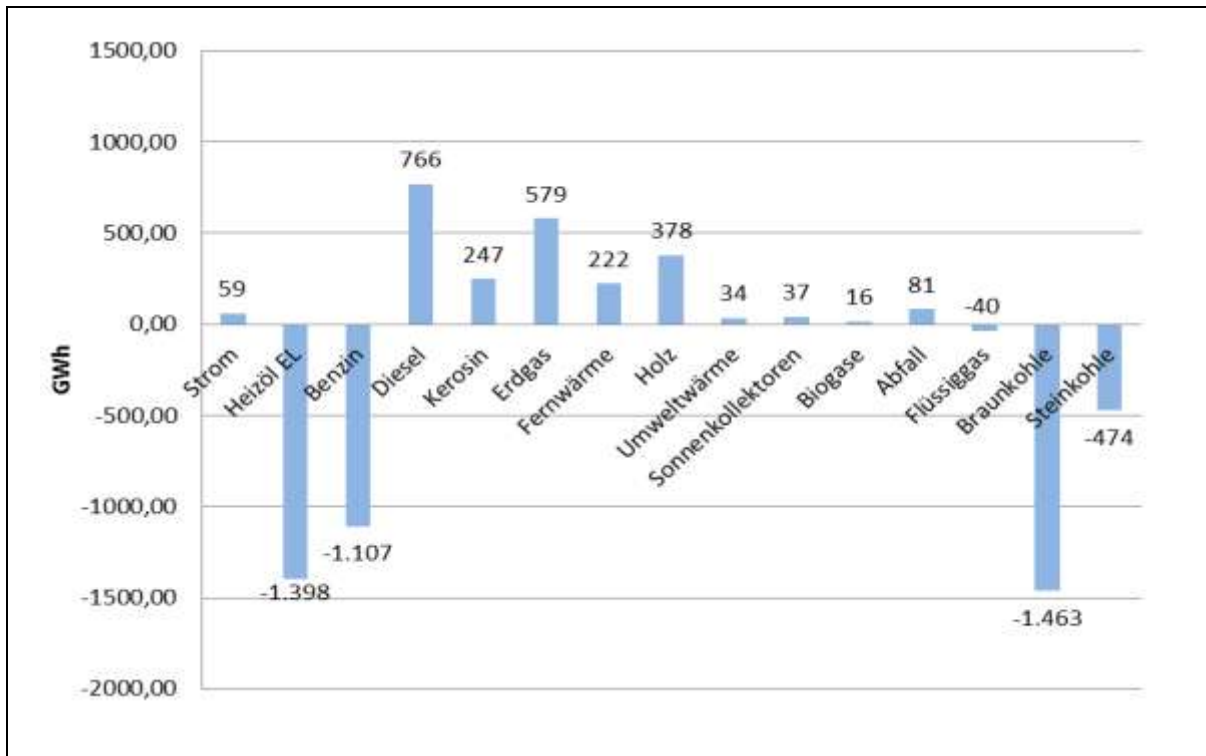
Gesamtenergie ohne Vorketten

Abb.2: Primärenergieeinsatz, 1990 – 2009 (GWh)



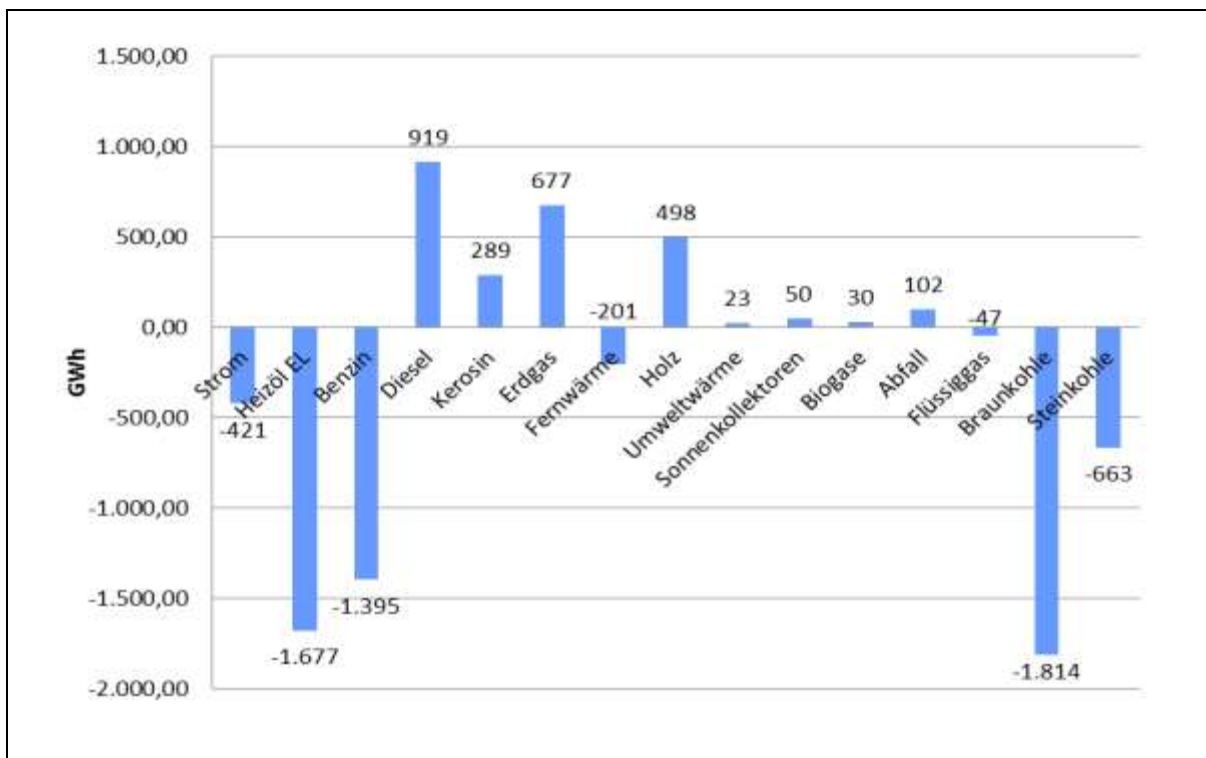
Gesamtenergie einschließlich der Vorketten (LCA)

Abb.3: Endenergieeinsatz, Veränderungen 1990 – 2009 (GWh)



Endenergie ohne Vorketten

Abb.4: Primärenergieeinsatz, Veränderungen 1990 – 2009 (GWh)



Gesamtenergie einschließlich der Vorketten (LCA)

7.2. CO₂-Emissionen

Vom Essener Stadtgebiet sind im Jahr 2009 bei Anwendung des LCA-Ansatzes insgesamt **4,77 Mio. t CO₂** ausgegangen (Abb.5). In 1990 waren es noch **6,22 Mio. t CO₂**. Dies entspricht einer Verringerung der Jahresemissionen um **1,45 Mio. t CO₂ (23,3%)** und einer Minderung von jährlich **76.316 t CO₂ (1,22%)** bezogen auf den Referenzwert 1990. Die Stadt Essen liegt hiermit deutlich über dem Landestrend. In Nordrhein-Westfalen wurden die CO₂-Emissionen in diesem Zeitraum um **21,0%** reduziert⁷.

Im Jahr 1990 wurden **9,92 t CO₂ pro Einwohner** erzeugt. Im Jahr 2009 waren es noch **8,28 t CO₂ pro Kopf**. Damit liegt die Stadt Essen um **2,42 t (-22,6%)** weit unter dem nordrheinwestfälischen Mittelwert von **10,7 t CO₂ pro Einwohner**⁸ und unterschreitet auch den Bundeswert von **9,6 t CO₂ pro Einwohner**⁹ um **1,32 t (-13,7%)** deutlich.

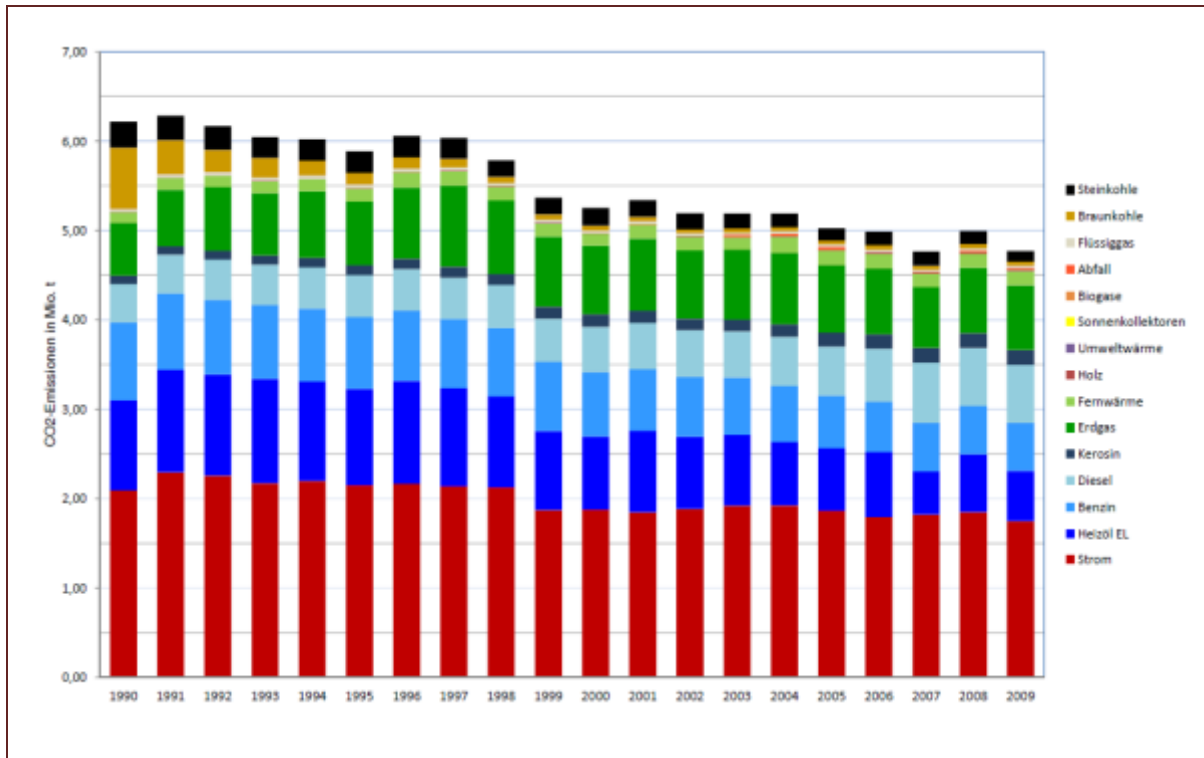
Den größten Verursacheranteil an der ausgestoßenen CO₂-Menge macht der **Stromverbrauch** mit **36,7 %** aus. Die Energieträger **Benzin (11,3%)**, **Erdgas (15,2%)**, **Diesel (13,6%)** und **Heizöl (11,7%)** folgen mit Abstand (Abb.7). Der Heizölverbrauch wurde aus Bundeskennzahlen abgeleitet. Aktuelle Daten zu Heizungsanlagen in Essen lassen vermuten, dass die Emissionen aus Heizöl überschätzt werden (6. Datengrundlage). Dies wird bei der Fortschreibung der Bilanz überprüft.

⁷ Information und Technik NRW, Düsseldorf, 2011

⁸ ebda.

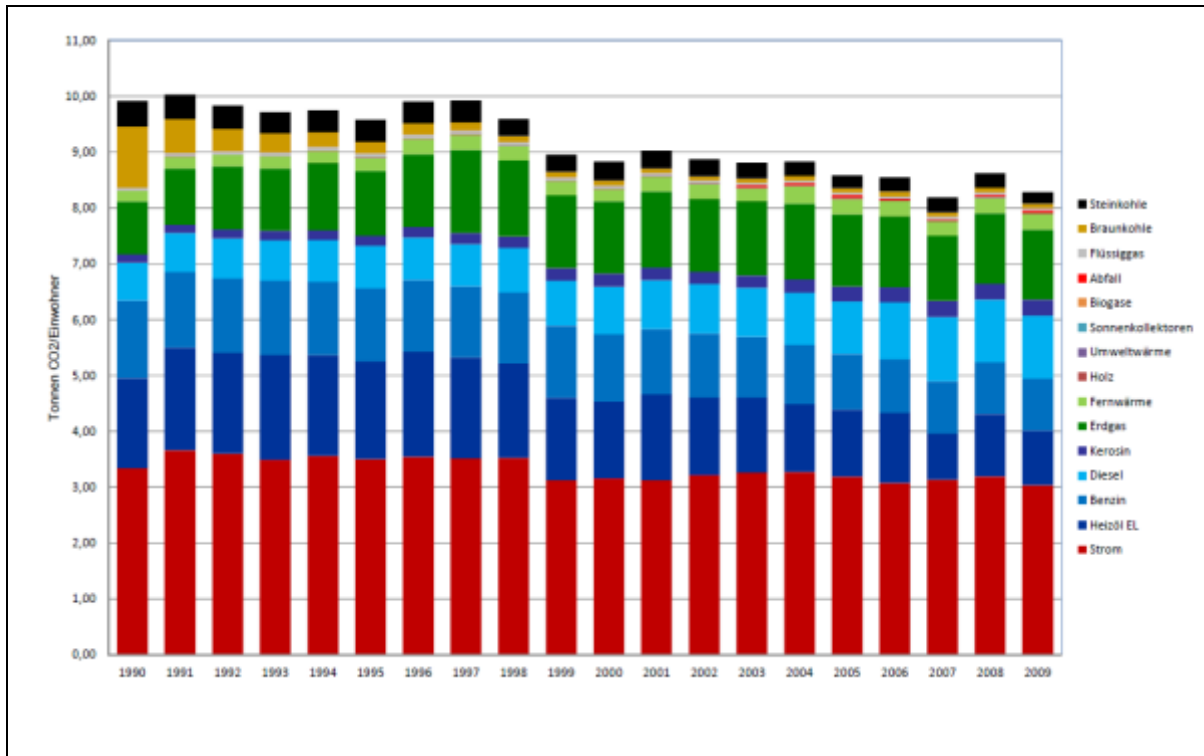
⁹ Bundesamt für Statistik, Wiesbaden, 2011

Abb.5: CO₂-Emissionen 1990 – 2009 (Mio. t/a)



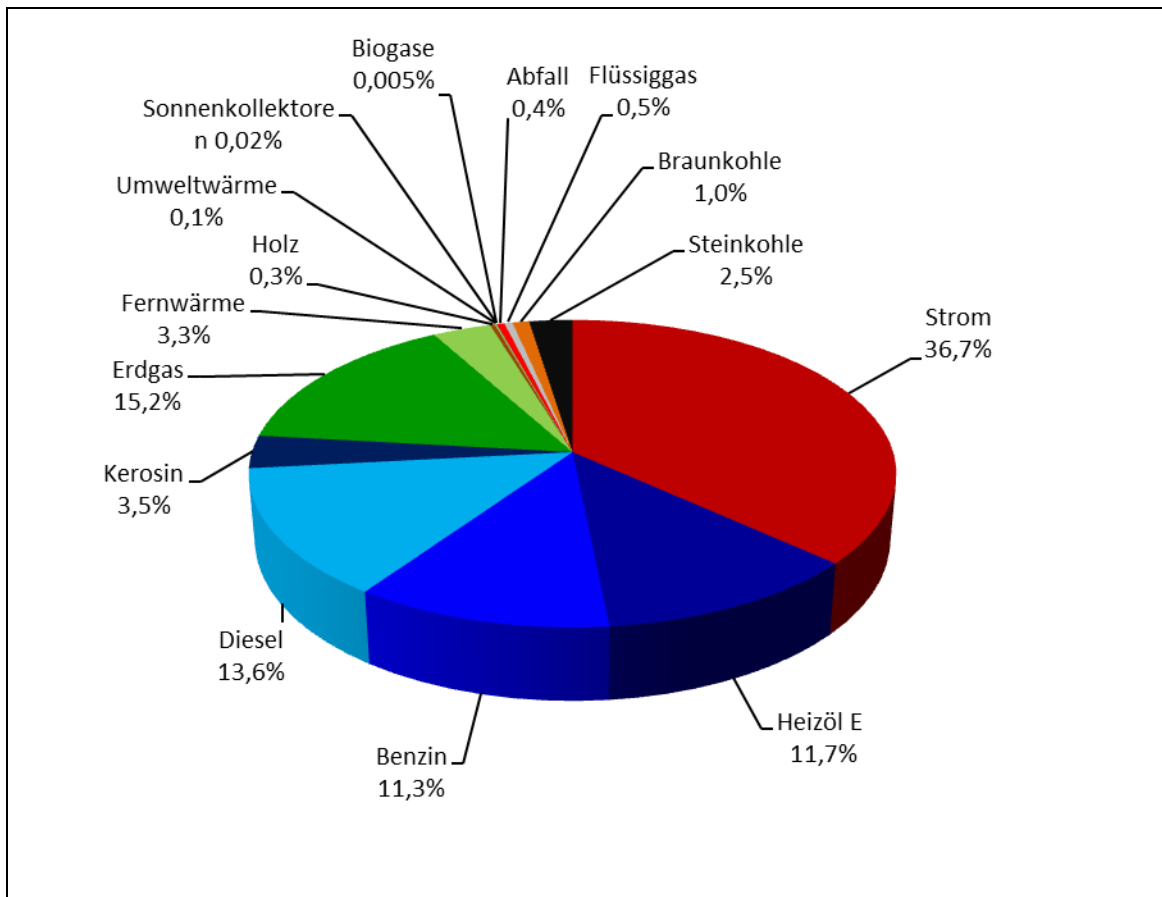
Gesamtemissionen mit Vorketten (LCA)

Abb.6: CO₂-Emissionen pro Kopf 1990 – 2009 (t/Einwohner und Jahr)



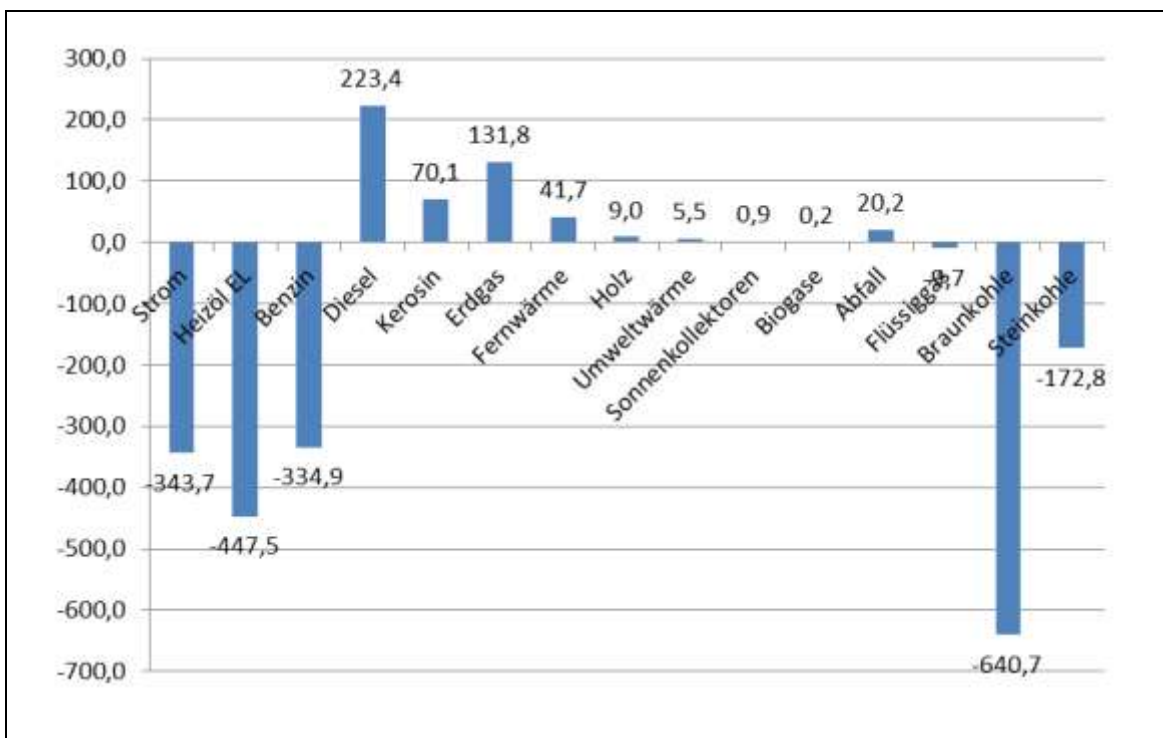
Gesamtemissionen mit Vorketten (LCA)

Abb.7: CO₂-Emissionen nach Energieträgern 2009 (Anteile in %)



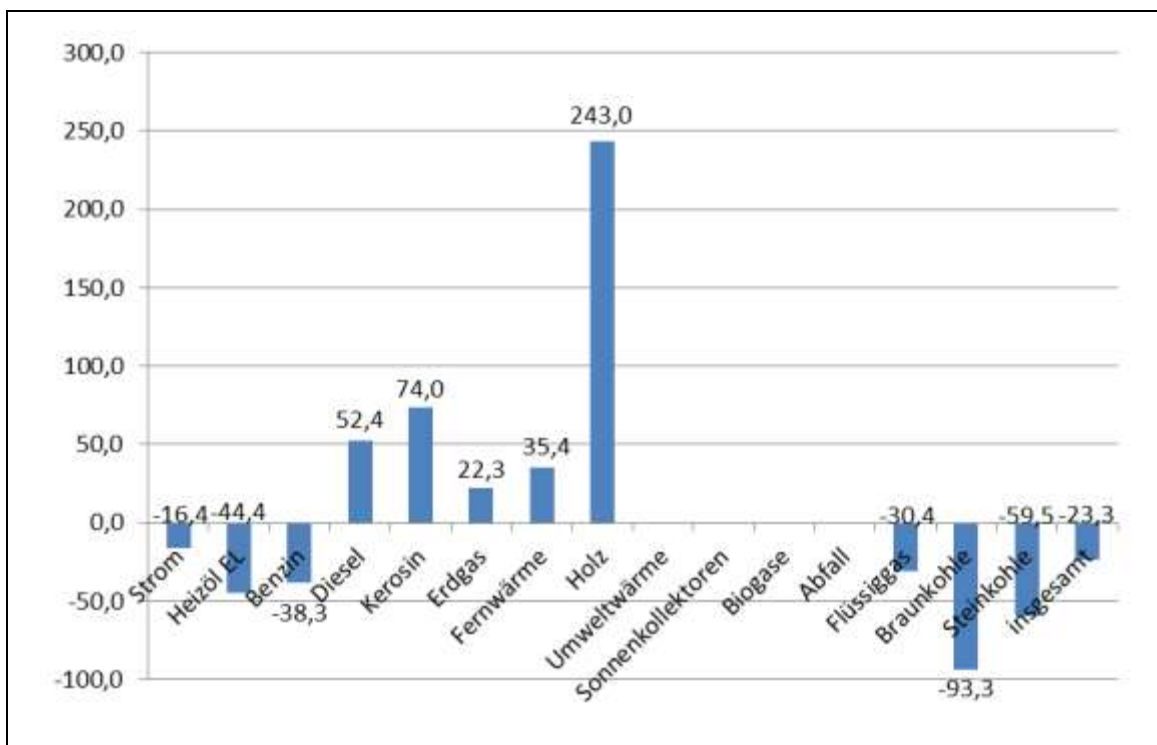
Gesamtemissionen mit Vorketten (LCA)

Abb.8: Veränderung der CO₂-Emissionen nach Energieträgern 1990 - 2009 (t/a)



Gesamtemissionen mit Vorketten (LCA)

Abb.9: Veränderung der CO₂-Emissionen nach Energieträgern 1990 - 2009 (in Prozent)



Gesamtemissionen mit Vorketten (LCA)

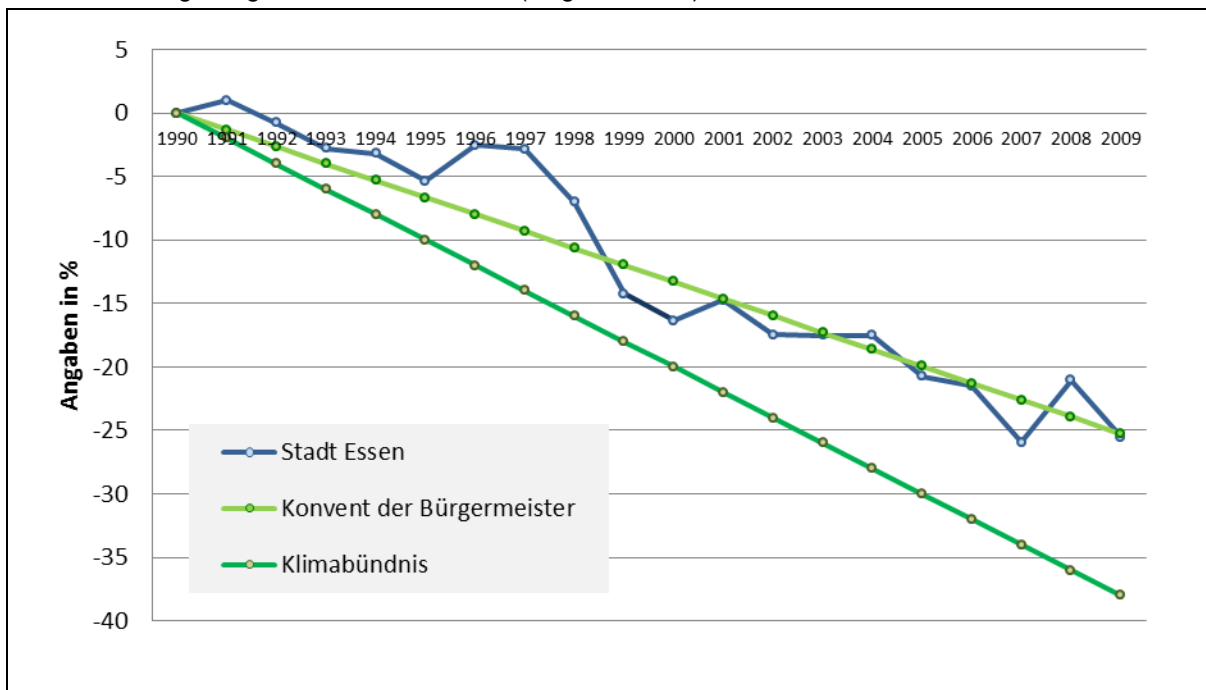
In Abbildung 9 sind die Veränderungen des CO₂-Ausstosses pro Energieträger dargestellt. Die Emissionen aus der Nutzung von **Braunkohle (-93,3%)**, **Steinkohle (-59,5%)**, **Strom (-16,4%)**, **Heizöl (-44,4%)**, **Benzin (-38,3%)**, **Flüssiggas (-30,4%)** sind rückläufig. Es ist absehbar, dass diese Daten im Laufe der Zeit genauer bestimmt werden können und daher noch leichte Verschiebungen zu erwarten sind. Die Emissionen durch Verbrauch der Energieträger **Holz (+243%)**, **Kerosin (+74%)**, **Diesel (+52,4%)** und **Fernwärme (+35,4%)** haben zugenommen. Daten zum Verbrauch von Holz, Kerosin und Diesel stehen für Essen nicht zur Verfügung. Diese Größen werden mit Hilfe des **bundesweiten** Pro-Kopf-Verbrauchs ermittelt. Durch die zunehmende Reisetätigkeit der Bundesbevölkerung ist, dem Verursacherprinzip nach, den Essener Bürgerinnen und Bürgern ein entsprechender Anteil zuzurechnen. Aussagen über einen lokalen Verbrauch (z.B. des Kerosins) können hieraus nicht abgeleitet werden. Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes um 1,45 Mio t CO₂ gegenüber 1990 ist einerseits durch Verringerung des Gesamtenergieverbrauchs (Energieeffizienz, wirtschaftliche Effekte, wie z.B. Tertiärisierung u.a.) zu erklären, ist aber ganz wesentlich durch die **Substitution** von Kohle und Öl beschleunigt worden. Die zunehmende Versorgung des Stadtgebietes mit Fernwärme trägt wesentlich dazu bei, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren.

Die Stadt Essen strebt mit ihrer Selbstverpflichtung die Minderungsziele des Klimabündnisses und des Konvent der Bürgermeister an. Abbildung 10 beschreibt die Verringerung der jährlichen CO₂-Emissionen in Prozentpunkten für den Zeitraum 1990 – 2009 im Vergleich mit den beiden vorgenannten Zielvorgaben.

Um die Ziele des Klimabündnisses zu erreichen, ist eine Verringerung der CO₂-Emissionen um 10% in 5 Jahren notwendig. Das entspricht im Mittel einer jährlichen Reduktion des CO₂-Ausstoßes um 2% bis zum Jahr 2020. Die Stadt Essen hat dem Konvent der Bürgermeister gegenüber erklärt, ihre Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2020 um 40% zu senken. Dies entspricht einer jährlichen CO₂-Einsparung von 1,33%, jeweils bezogen auf das Vorjahr.

In Abbildung 10 ist die Verringerung der Essener CO₂-Emissionen im Vergleich dargestellt. Während das gegenüber dem Konvent der Bürgermeister erklärte Ziel in 2009 leicht unterschritten wurde, verfehlt die Stadt die Vorgaben des Klimabündnisses europäischer Städte um ca. 12%.

Abb.10: Verringerung der CO₂-Emissionen (Angaben in %)



Minderung in Prozent, jeweils bezogen auf das Vorjahr

8. Betrachtungen zu Großverbrauchern

Berücksichtigt man den Stromverbrauch z.B. der Firma **TRIMET AG** bei der Betrachtung der Endenergie, so ist jährlich mit einem zusätzlichen Bedarf von im Mittel (1990 – 2009) ca. 2.100 GWh End- und 5.419 GWh Primärenergie (nach LCA) zu rechnen. Der Energieverbrauch der Gesamtstadt erhöht sich in diesem Falle um gut 20%.

Aluminium wird mit dem emissionsseitig ungünstigen Energieträger Strom produziert. Die mit dem LCA-Ansatz ermittelten Emissionen der Stadt erreichten 1990 incl. der TRIMET AG insgesamt 7,69 Mio. t und lagen 2009 bei 5,44 Mio. t. Dieser Wirtschaftszweig ist mit 19,1% (1990) und 12,3% (2009) an den Gesamtemissionen der Stadt Essen beteiligt. Die Aluminiumproduktion hebt die Pro-Kopf-Emission für

Essen für 2009 von 8,28 t auf 9,45 t/a an. Aus den in Kapitel 5.1 genannten Gründen wurde dieses Unternehmen nicht mit bilanziert.

9. Fazit

Der vom Essener Stadtgebiet ausgehende CO₂-Ausstoß hat sich zwischen 1990 und 2009 von **6,22 Mio. t CO₂** um **1,45 Mio. t CO₂ (-23,3%)** auf **4,77 Mio. t CO₂** verringert.

Im Jahr 2009 erzeugte die Essener Bevölkerung **8,28 t CO₂ pro Kopf**. Damit liegt die Stadt Essen um **2,42 t (-22,6%)** unter dem nordrhein-westfälischen Mittelwert von **10,7 t CO₂ pro Einwohner¹⁰** und unterschreitet auch den Bundeswert von **9,6 t CO₂ pro Einwohner¹¹** um **1,32 t (-13,7%)** deutlich.

Bezieht man die Emissionen der **Aluminiumhütte** in die Betrachtung des Jahres 2009 mit ein, so lag die Essener CO₂-Emission pro-Kopf mit **9,45 t** ebenfalls unter dem Bundes- und Landesdurchschnitt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Aluminiumindustrie 2009 aufgrund der Wirtschaftskrise nur etwa 50% der regulären Strommenge verbraucht hat.

Den **größten Anteil** an der ausgestoßenen CO₂-Menge erreicht der **Stromverbrauch**. Die Energieträger Heizöl, Benzin und Erdgas folgen mit Abstand. Dem **Zuwachs** an Emissionen durch **Erdgas** steht eine **Reduzierung** aus dem Verbrauch von **Erdöl und Kohle** entgegen. Auch die zunehmende Versorgung des Stadtgebietes mit **Fernwärme** trägt dazu bei, den Ausstoß emissionsintensiver Energieträger zu kompensieren.

Bei der Darstellung von Klimaschutzeffekten konkreter Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass sich diese in der Gesamtbilanz nur als geringfügige Veränderungen der Gesamtsituation zeigen werden. Die einzelnen Projekte werden hinsichtlich ihrer Wirkung im Bilanzbericht IEKK einzeln betrachtet.

Essen, 1.10.2012

¹⁰ ebda.

¹¹ Bundesamt für Statistik, Wiesbaden, 2011

Quellen:

1. IPCC: <http://www.de-ipcc.de/>
2. IPCC: SC|NAT, UBA (Hrsg.): Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4), Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger, Bern/Wien/Berlin, September 2007.
3. <http://www.klimabuendnis.org/>
4. Europäische Umweltagentur: <http://www.eea.europa.eu/de>
5. Konvent der Bürgermeister: <http://www.konventderbuergermeister.eu/>
6. *ECOSPEED*, Software für Klimaschutz, *ECOSPEED AG*, Drahtzugstrasse 18 CH-8008 Zürich, <http://ecospeed.ch/>, Telefon +41/44/3889500.
- 7./8. Information und Technik Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Statistische Berichte, Energiebilanz und CO₂-Bilanz in Nordrhein-Westfalen, <http://www.it.nrw.de>, Düsseldorf, November 2011.
9. Bundesamt für Statistik: Umweltnutzung und Wirtschaft. Bericht zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR). Wiesbaden. 2011.

Impressum:

Herausgeber: Stadt Essen
Der Oberbürgermeister
Umweltamt
45121 Essen
E-Mail: info@umweltamt.essen.de

Berechnung: Thomas Dobrick
Tel. 0201/88-59213
E-Mail: thomas.dobrick@umweltamt.essen.de

Essen, Oktober 2010

Anhang

1. Verzeichnis der Abbildungen

2. Tabellen

Anhang 1: Verzeichnis der Abbildungen

Abb.1:	Endenergieeinsatz, 1990 – 2009 (GWh)	9
Abb.2:	Primärenergieeinsatz, 1990 – 2009 (GWh)	9
Abb.3:	Endenergieeinsatz, Veränderungen 1990 – 2009 (GWh)	10
Abb.4:	Primärenergieeinsatz, Veränderungen 1990 – 2009 (GWh)	10
Abb.5:	CO ₂ -Emissionen 1990 – 2009 (Mio. t/a)	12
Abb.6:	CO ₂ -Emissionen pro Kopf 1990 – 2009 (t/Einwohner und Jahr)	12
Abb.7:	CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern 2009 (Anteil in %)	13
Abb.8:	Veränderung der CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern 1990 - 2009 (t/a)	13
Abb.9:	Veränderung der CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern 1990 - 2009 (in Prozent)	14
Abb.10:	Verringerung der CO ₂ -Emissionen (Angaben in %)	15

Anhang 2: Tabellen

2.a. CO₂-Emissionen 1990 – 1999, gesamt (1.000 t/a)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Strom	2.094,42	2.297,87	2.256,67	2.173,06	2.199,65	2.152,74	2.169,55	2.140,98	2.126,19	1.873,70
Heizöl EL	1.007,75	1.147,32	1.134,38	1.167,06	1.113,64	1.075,87	1.149,12	1.095,68	1.020,76	882,27
Benzin	873,52	852,31	834,83	828,24	811,50	804,97	784,59	776,41	765,86	776,51
Diesel	426,26	435,98	451,05	451,61	464,16	470,13	467,15	462,80	481,13	483,61
Kerosin	94,76	93,36	101,59	104,86	106,57	111,30	115,51	120,89	122,84	132,73
Erdgas	591,88	629,61	707,15	692,88	747,24	711,69	793,95	905,13	822,34	783,85
Fernwärme	117,93	133,95	126,55	136,06	131,66	143,10	170,03	162,81	151,72	147,68
Holz	3,72	3,42	3,07	3,03	3,59	4,93	4,88	7,85	8,22	8,37
Umweltwärme	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	2,24	2,24	2,33	2,19
Sonnenkollektoren	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,08	0,11	0,12
Biogase	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Abfall	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flüssiggas	31,72	37,62	39,20	39,72	39,65	38,50	41,07	38,10	33,89	31,07
Braunkohle	686,68	381,64	251,28	215,14	163,13	131,05	122,79	90,13	67,83	61,12
Steinkohle	290,41	273,30	264,42	235,19	240,73	243,25	237,53	236,45	182,84	185,06
insgesamt	6.219,04	6.286,37	6.170,20	6.046,86	6.021,51	5.889,72	6.058,47	6.039,54	5.786,05	5.368,29

Basis Primärenergie, LCA

Anhang 2: Tabellen

2.b. CO₂-Emissionen 2000 – 2009, gesamt (1.000 t/a)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Strom	1.879,30	1.847,92	1.884,76	1.922,89	1.925,67	1.867,35	1.796,10	1.824,00	1.851,57	1.750,69
Heizöl EL	816,85	913,76	810,39	793,01	713,15	701,63	730,63	480,31	645,32	560,21
Benzin	719,62	688,23	671,53	638,66	624,12	583,69	558,23	545,69	540,35	538,61
Diesel	507,36	519,43	520,22	518,70	548,19	552,82	595,25	672,12	649,54	649,61
Kerosin	140,94	135,53	127,29	131,02	142,70	155,02	159,31	165,75	165,51	164,91
Erdgas	768,80	802,86	765,55	783,93	795,99	755,59	739,43	681,10	729,14	723,72
Fernwärme	127,79	154,19	152,78	132,54	181,47	159,29	160,70	148,56	159,19	159,63
Holz	8,33	9,40	9,07	10,54	10,78	11,07	11,33	11,36	11,61	12,74
Umweltwärme	1,85	1,85	1,82	2,01	1,88	2,07	2,29	2,80	5,48	5,49
Sonnenkollektoren	0,22	0,34	0,40	0,44	0,50	0,56	0,65	0,74	0,82	0,94
Biogase	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,42	0,38	0,23
Abfall	0,00	0,00	0,00	17,91	21,26	29,37	9,02	8,45	17,01	20,23
Flüssiggas	30,88	31,37	27,44	27,12	26,57	26,37	25,23	23,66	24,09	22,07
Braunkohle	52,05	49,50	43,51	47,66	48,87	45,95	48,29	43,78	49,89	45,94
Steinkohle	199,54	186,03	178,73	166,02	150,20	133,93	148,90	156,99	146,88	117,66
insgesamt	5.253,52	5.340,40	5.193,49	5.192,48	5.191,40	5.024,76	4.985,40	4.765,72	4.996,79	4.772,68

Anhang 2: Tabellen

2.c. CO₂-Emissionen 1990 – 2009 (t/Einwohner)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Strom	3,341	3,665	3,598	3,492	3,560	3,501	3,546	3,517	3,525	3,125	3,157	3,122	3,219	3,262	3,274	3,190	3,080	3,133	3,194	3,038
Heizöl EL	1,607	1,830	1,808	1,875	1,802	1,750	1,878	1,800	1,692	1,472	1,372	1,544	1,384	1,345	1,213	1,198	1,253	0,825	1,113	0,972
Benzin	1,393	1,359	1,331	1,331	1,313	1,309	1,282	1,275	1,270	1,295	1,209	1,163	1,147	1,083	1,061	0,997	0,957	0,937	0,932	0,935
Diesel	0,680	0,695	0,719	0,726	0,751	0,765	0,764	0,760	0,798	0,807	0,852	0,878	0,889	0,880	0,932	0,944	1,021	1,155	1,120	1,127
Kerosin	0,151	0,149	0,162	0,168	0,172	0,181	0,189	0,199	0,204	0,221	0,237	0,229	0,217	0,222	0,243	0,265	0,273	0,285	0,285	0,286
Erdgas	0,944	1,004	1,127	1,113	1,209	1,157	1,298	1,487	1,363	1,307	1,292	1,356	1,308	1,330	1,354	1,291	1,268	1,170	1,258	1,256
Fernwärme	0,188	0,214	0,202	0,219	0,213	0,233	0,278	0,267	0,252	0,246	0,215	0,261	0,261	0,225	0,309	0,272	0,276	0,255	0,275	0,277
Holz	0,006	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,008	0,013	0,014	0,014	0,014	0,016	0,015	0,018	0,018	0,019	0,019	0,020	0,020	0,022
Umweltwärme	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,009	0,010
Sonnenkollektoren	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
Biogase	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
Abfall	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,036	0,050	0,015	0,015	0,029	0,035
Flüssiggas	0,051	0,060	0,062	0,064	0,064	0,063	0,067	0,063	0,056	0,052	0,052	0,053	0,047	0,046	0,045	0,045	0,043	0,041	0,042	0,038
Braunkohle	1,095	0,609	0,401	0,346	0,264	0,213	0,201	0,148	0,112	0,102	0,087	0,084	0,074	0,081	0,083	0,078	0,083	0,075	0,086	0,080
Steinkohle	0,463	0,436	0,422	0,378	0,390	0,396	0,388	0,388	0,303	0,309	0,335	0,314	0,305	0,282	0,255	0,229	0,255	0,270	0,253	0,204
insgesamt	9,919	10,026	9,837	9,716	9,744	9,579	9,902	9,922	9,592	8,954	8,826	9,023	8,870	8,808	8,828	8,583	8,548	8,187	8,619	8,282

Basis Primärenergie, LCA

Anhang 2: Tabellen

2.d. CO₂-Emissionen, Vergleich 1990 / 2009 (1.000 t/a)

	1990		2009		1990 - 2009 Veränderung in %
	absolut	in %	2009	in %	
Strom	2.094,42	33,68	1.750,69	36,68	-16,4
Heizöl EL	1.007,75	16,20	560,21	11,74	-44,4
Benzin	873,52	14,05	538,61	11,29	-38,3
Diesel	426,26	6,85	649,61	13,61	52,4
Kerosin	94,76	1,52	164,91	3,46	74,0
Erdgas	591,88	9,52	723,72	15,16	22,3
Fernwärme	117,93	1,90	159,63	3,34	35,4
Holz	3,72	0,06	12,74	0,27	243,0
Umweltwärme	0,00	0,00	5,49	0,12	
Sonnenkollektoren	0,00	0,00	0,94	0,02	
Biogase	0,00	0,00	0,23	0,00	
Abfall	0,00	0,00	20,23	0,42	
Flüssiggas	31,72	0,51	22,07	0,46	-30,4
Braunkohle	686,68	11,04	45,94	0,96	-93,3
Steinkohle	290,41	4,67	117,66	2,47	-59,5
insgesamt	6.219,04	100,00	4.772,68	100,00	-23,3

Basis Primärenergie, LCA