

# e&u energiebüro

## gmbh

Markgrafenstr. 3 33602 Bielefeld

Telefon: 0521/17 31 44

Fax: 0521/17 32 94

E-Mail: <u>info@eundu-online.de</u> Internet: www.eundu-online.de

# Integriertes Klimaschutzkonzept Werther

Teil 1: CO<sub>2</sub>-Bilanz 2011

Bearbeiter:

Michael Brieden-Segler

Claudia Reckefuß

Katrin Dittmann

Klima Rlima

Bielefeld, den 15.03.2013





### Inhalt

1	Einle	eitung	3
2	Vorg	gehensweise zur Bilanzierung	5
3	Zusa	ammenfassung	7
4	Aus	gangsdaten	. 11
	4.1	Stadtgebiet und Flächennutzung	. 11
	4.2	Statistische Strukturdaten	. 12
	4.3	Wohngebäude	. 12
	4.4	Feuerungsanlagen	. 15
	4.5	Verkehr	. 19
	4.6	Wirtschaftsstruktur	. 20
5	Enei	rgiebedarf in Werther	. 21
	5.1	Versorgungsstruktur	. 21
	5.2	Energieverbrauch gesamt	. 21
	5.3	Erneuerbare Energien	. 24
	5.4	Kraft-Wärme-Kopplung	. 26
	5.5	Energieverbrauch nach Sektoren	. 27
	5.6	Wirtschaftliche Effekte des Energieverbrauchs	. 32
6	CO <sub>2</sub> -	-Bilanz	. 33
	6.1	CO <sub>2</sub> -Bilanz nach Energieträgern	. 34
	6.2	Gutschrift für erneuerbare Stromerzeugung	. 36
	6.3	Bilanz nach Sektoren	. 36
	6.4	Bilanzierung ECO/Region	. 39
	6.5	Bewertung	. 40
7	Anh	ang	. 42
	7.1	Grundlagen der Berechnung	. 42
	7.2	Quellen	. 46
	7.3	Bisherige Aktivitäten	. 47



#### 1 Einleitung

Am 31.1.beauftragte die Stadt Werther die e&u energiebüro gmbh mit der Erarbeitung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes für das Gemeindegebiet. Themen sind

- die Bestandsaufnahme (CO<sub>2</sub>-Bilanz)
- Maßnahmenvorschläge zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Bewertung der Vorschläge und Erarbeitung eines Zeitrasters zur Umsetzung der Vorschläge.

Basis sollen die in Werther entstehenden und hier beeinflussbaren Emissionen sein.

Der vorliegende Teil 1 des Konzeptes beinhaltet die CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2011. Sie bildet die Ausgangsbasis für die Entwicklung von Maßnahmen. Die Bilanz erfolgt nach den Methoden der Bilanzierung, die die e&u energiebüro gmbh für das Städtenetzwerk ICLEI erstellt hat und die auf schnell verfügbaren statistischen Daten beruht. Die Stadt Werther benötigt die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Rahmen ihrer vorausschauenden kommunalen Umweltpolitik.

Eine CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für frühere Jahre als 2011 ist auf Grund der vorhandenen Datenlage nicht möglich. Einerseits sind die benötigten Daten – insbesondere Daten über Heizungsanlagen – nicht mehr verfügbar. Andererseits haben sich Strukturveränderungen ergeben, so dass ein Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Jahre nicht sinnvoll ist. Aus diesen Gründen wurde nur das Jahr 2011 untersucht.

Der Teil 2 des Klimaschutzkonzeptes enthält Maßnahmenvorschläge, wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden können. Diese Maßnahmenvorschläge werden hinsichtlich ihrer Effektivität und der hierfür anfallenden Kosten bewertet.

Verzichtet wird in dem vorliegenden Bericht auf allgemeine Ausführungen zum Treibhauseffekt oder Diskussionen zum Klimaschutz auf Weltebene, in Europa oder auf nationaler Ebene. Hierzu existieren genügend Ausarbeitungen, so dass diese hier nicht noch einmal referiert werden müssen.

Die Stadt Werther hat seit längeren Jahren zahlreiche Aktivitäten zum kommunalen Klimaschutz geleistet.

Mit dem hier vorliegenden integrierten Klimaschutzkonzept beabsichtigt die Stadt Werther, ihre Bürgerinnen und Bürger in den Prozess des kommunalen Klimaschutzes einzubeziehen. Aus diesem Grunde wird das Klimaschutzkonzept beteiligungsorientiert erstellt. Neben einem begleitenden Arbeitskreis werden in mehreren Workshops verschiedene Teilbereiche diskutiert. Zudem werden Einzelinterviews mit Personen und Institutionen geführt.



Das integrierte Klimaschutzkonzept für die Stadt Werther wird gefördert durch die "Klimaschutzinitiative" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.



#### 2 Vorgehensweise zur Bilanzierung

CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben sich, wenn fossile Energieträger verbrannt werden. Die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Herausarbeitung der Verursacher dieser Emissionen stützt sich daher wesentlich auf die Ermittlung des Bedarfs an Energieträgern, wie z. B. Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, Holz, Fernwärme, Strom, Benzin. Die Zuordnung der Verbräuche zu den einzelnen Verbrauchern (Haushalte, Industrie, Kleinverbraucher, Verkehr) erfolgt über statistische Daten.

Ziel der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung ist es, mit Hilfe von leicht verfügbaren Daten ein fortschreibbares Instrument zur CO<sub>2</sub>-Bilanzierung zur Verfügung zu haben.

Grundlagen für die Untersuchung waren daher im Wesentlichen:

Verfügbare statistische Daten der Stadt Werther

Statistische Daten von IT.NRW

Daten der Bezirksschornsteinfegermeister bzgl. der überwachungspflichtigen Feuerungsanlagen

Informationen der Stadtwerke Werther.

Ziel des integrierten Klimaschutzkonzeptes ist es, örtlich relevante Maßnahmen zur CO2-Reduktion zu entwickeln. Berücksichtigt werden in dieser Untersuchung daher nur die örtlichen CO2-Emissionen. Überregionale Emissionen, wie z. B. Fernreisen, Transitverkehr, allgemeiner Konsum etc., bleiben ebenso unberücksichtigt wie Güter, die in anderen Städten produziert werden. Im Gegenzug wird der Energiebedarf für die in Werther produzierten Güter und Dienstleistungen berücksichtigt.

Die Bilanzen werden sowohl nach Energieträgern als auch nach Sektoren berechnet. Die Ergebnisse sind sowohl absolut als auch witterungsbereinigt dargestellt. Dies ist erforderlich, da das Jahr 2011 wärmer war als ein Durchschnittsjahr.

Ziel dieser Systematik ist es, örtliche Handlungsoptionen herauszufinden und damit Strategien für einen kommunalen Klimaschutz zu entwickeln. Das Rechentool ist daher so aufgebaut, dass Variationsrechnungen möglich sind, d.h. Varianten für eine CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategie entwickelt werden können. Zudem kann nach einem überschaubaren Zeitraum ohne größeren Aufwand eine Überprüfung der Effektivität der getroffenen Maßnahmen erfolgen.

Der Kreis Gütersloh hat auf Basis des Rechenprogramms Eco/Region-light eine Bilanzierung für die Vorjahre vorgenommen. Hierbei sind allerdings nur teilweise örtliche Daten eingeflossen, so dass diese Bilanz nur bedingt aussagekräftig für die realen Verhältnisse in



der Stadt Werther ist. Trotzdem wurde parallel auch das Rechentool des Kreises für das Jahr 2011 ergänzt, auch wenn die Ergebnisse voneinander abweichen.

Im Berichtsteil findet sich nachfolgend die Darstellung der Ergebnisse. Eine Dokumentation und die Herleitung der Rechengänge finden sich im Anhang.

Der hier vorliegende Teil 1 des Klimaschutzkonzeptes enthält die Bestandsaufnahme sowie die CO<sub>2</sub>-Bilanz. Der Teil 2 beinhaltet die möglichen Maßnahmen sowie deren Bewertung.



#### 3 Zusammenfassung

Die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Werther ergibt sich aus den für die verschiedenen Anwendungsbereiche eingesetzten Energieträgern. Zu betrachten sind hierbei insbesondere die witterungsbereinigten Emissionen, da in Zukunft eine Entwicklung der Emissionen überprüft werden soll.

Insgesamt betrugen 2011 die örtlichen verbrauchsbezogenen  $CO_2$ -Emissionen in Werther 57.931 Tonnen. Dies entspricht einem spezifischen Wert von 5,06 Tonnen pro Einwohner. Hiervon müssen als Gutschrift die durch erneuerbare Stromerzeugung vermiedenen  $CO_2$ -Emissionen abgezogen werden. Damit ergibt sich ein effektiver Wert von 55.145 t bzw. 4,81 t/EW.

CO₂ Emissionen 2011	t/a	t/EW
verbrauchsbezogen	57.931	5,06
Gutschrift	2.786	0,24
effektive Emissionen	55.145	4,81

Tabelle 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Gutschrift für erneuerbare Stromerzeugung

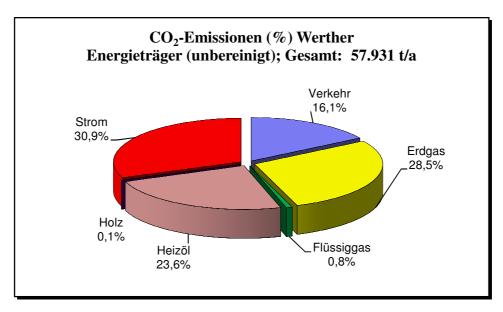


Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern

Die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch Strom verursacht, gefolgt von Erdgas und Heizöl. Auf Grund des spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors für Strom ist der Anteil von Strom an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen von ähnlich hoher Bedeutung wie Erdgas und Heizöl, obwohl der Anteil von Strom am Endenergiebedarf nur (ohne Verkehr) 30,3 % beträgt.

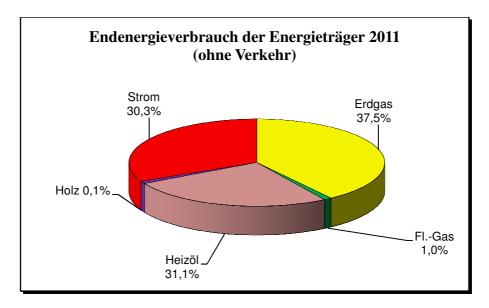


Abbildung 2: Endenergiebedarf nach Energieträgern (%)

Betrachtet man die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Verbrauchssektoren, zeigt sich eine Dominanz von den Haushalten mit 46,7 %, gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und der Industrie mit 37,2 %.

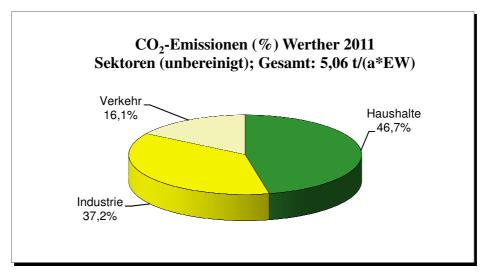


Abbildung 3: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren 2011

Da der Anteil der Haushalte an den CO<sub>2</sub>-Emissionen den größten Teil ausmacht, ist die Struktur der Wohngebäude von Bedeutung.

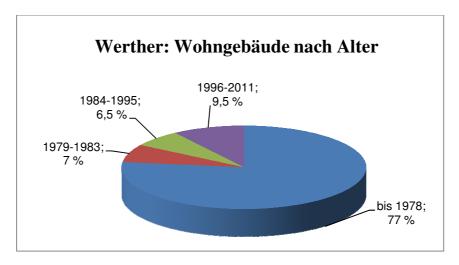


Abbildung 4: Wohngebäude nach Altersklassen

77 % der Wohngebäude wurden bis 1978 errichtet und haben damit, sofern sie nicht nachträglich saniert wurden, einen hohen Nachholbedarf bzgl. der energetischen Sanierung.

Ca. 85 % der Wohngebäude sind Ein- und Zweifamilienhäuser. Da der größte Teil der Wohngebäude älter als 30 Jahre ist, ergibt sich ohnehin ein erheblicher Sanierungsbedarf. Hier besteht ein Ansatzpunkt für Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung.

Die Datenerhebung der Bezirksschornsteinfeger bzgl. der Feuerungsanlagen zeigt, dass Ölheizungen im Durchschnitt 16,0 Jahre alt sind, während das Durchschnittsalter von Gasheizungen 12,8 Jahre beträgt.

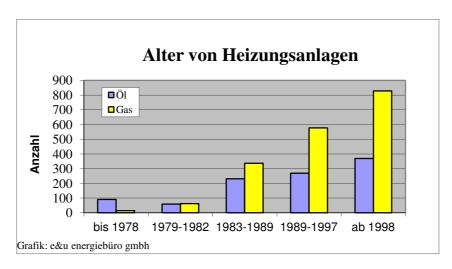
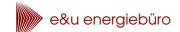


Abbildung 5: Alter von Heizungsanlagen

Ein Sanierungsbedarf ist daher eher bei Öl- als bei Gasheizungen gegeben.



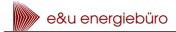
Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien spielen in Werther eine größere Rolle, insbesondere Biogas- und Photovoltaikanlagen. Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung spielen in Werther bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Insgesamt ergeben sich verschiedene Ansatzpunkte für CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen. Insbesondere sind hier zu nennen:

- die Verringerung des Energiebedarfs, z. B. durch die Wärmedämmung von Gebäuden, Einsparung von Strom oder die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs
- die Effizenzsteigerungen im Bereich Gewerbe/Handel/Dienstleistung/Industrie
- die Erneuerung von Heizungsanlagen, insbesondere bei Ölheizungen; hier kann auf CO<sub>2</sub>-arme Energieträger umgestellt werden
- der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung sowohl als Nahwärmeinseln als auch durch schrittweise Erschließung flächendeckender Wärmenetze
- der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien für Strom und Wärmeanwendungen.

Eine detaillierte Erarbeitung und Bewertung verschiedener Maßnahmen erfolgt in Teil 2 des Klimaschutzkonzeptes.

Energieverbrauch bedeutet einen erheblichen Kaufkraftabfluss aus Werther, da die Wertschöpfung für Energieträger nicht vor Ort stattfindet. Dieser Kaufkraftabfluss beträgt ca. 18,7 Mio. € pro Jahr. Klimaschutzmaßnahmen stärken daher die Wirtschaftskraft der Gemeinde.



#### 4 Ausgangsdaten

#### 4.1 Stadtgebiet und Flächennutzung

Insgesamt hat Werther 11.453 Einwohner mit Hauptwohnsitz<sup>1</sup>.

Die Gesamtfläche der Stadt Werther beträgt 35,3 km². Diese teilt sich wie folgt auf:

Flächennutzung	Fläche (km²)	Anteil (%)	NRW (%)
Gebäude- und Freifläche	3,9	11,1	12,8
Verkehrsfläche	1,8	5,1	7,0
Wald	5,8	16,3	25,6
Gewässer	0,2	0,7	2,0
Landwirtschaft	22,8	64,6	49,1
sonstige	0,8	2,2	3,5
Gesamtfläche	35,3	100,0	100,0

**Tabelle 2: Flächennutzung in Werther 2011**<sup>2</sup>

Dominierend sind die landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Anteil der Waldflächen ist wesentlich geringer als im Landesdurchschnitt.

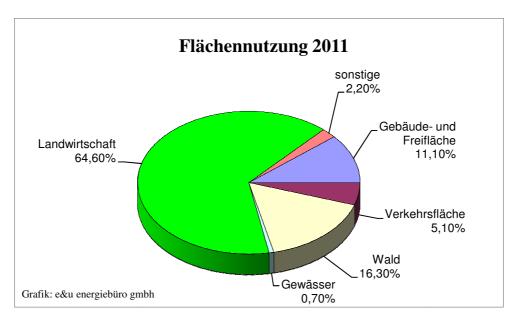
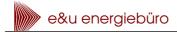


Abbildung 6: Flächennutzung in Werther 2011

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Quelle: IT.NRW

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Quelle: IT.NRW



#### 4.2 Statistische Strukturdaten

Ausgangsbasis für die Berechnung sind statistische Daten der Stadt Werther sowie Angaben von IT NRW. Die Daten sind in der unten stehenden Tabelle dargestellt. Die Quellen für die Daten sind im Anhang angegeben.

Strukturdaten Wohnen		2011
Einwohnerzahl		11.453
Spezifische Einwohnerzahl	EW/km²	311
Wohnungen gesamt		4.774
Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH)		2.115
Mehrfamilienhäuser (MFH)		385
Wohngebäude		2.500
Wohnfläche/Person	m²/P	39
Heizenergieverbrauch/qm	kWh/m²	168,9
Heizenergieverbrauch bereinigt	kWh/m²	199,0
Stromverbrauch pro Haushalt	kWh/a	4.099
Wohnungen pro Wohngebäude		1,92
Personen pro Wohnung		2,40
Stromverbrauch pro Person	kWh/P	1.708

Tabelle 3: Strukturdaten Wohnen der Stadt Werther

Über die Nichtwohngebäude gibt es keine verfügbaren statistischen Daten.

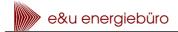
Werther ist – im Gegensatz zum Trend in fast allen anderen Gemeinden in der Region – eine nicht schrumpfende Gemeinde.

Das Jahr 2011 war gemessen am langjährigen bundesdeutschen Durchschnitt wärmer. Aus diesem Grunde wurden die Heizenergieverbräuche witterungsbereinigt auf den bundesdeutschen Durchschnittswert des langjährigen Temperaturmittels<sup>3</sup>.

#### 4.3 Wohngebäude

In Werther dominieren mit 84,6 % die Ein- und Zweifamilienhäuser am Wohngebäudebestand.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Quelle: Deutscher Wetterdienst 2011



Wohngebäude	2011	1995	1983	1978
alle	2.500	2.262	2.099	1.925
EZFH	2.115	1.933		
MFH	385	329		
Anteil EZFH	84,6	85,5	k. A.	k. A.

Tabelle 4: Wohngebäudebestand in Werther<sup>4</sup>

Man kann davon ausgehen, dass Gebäude, die 1983 oder früher errichtet wurden, energetisch sanierungsbedürftig sind. Der Anteil dieser Altersklasse beträgt 84 % aller Wohngebäude. Damit ergibt sich in Werther ein hohes energetisches Sanierungspotenzial.

Anteile	Absolut	%
bis 1978	1.925	77,0
1979-1983	174	7,0
1984-1995	163	6,5
1996-2011	238	9,5
Summe	2.500	100,0

Tabelle 5: Wohngebäude nach Alter

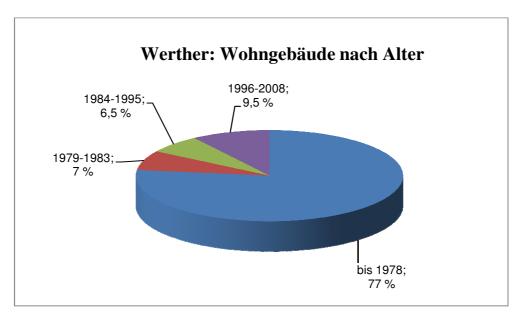


Abbildung 7: Wohngebäude nach Altersklassen

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Quellen: Stadt Werther, IT.NRW



Die Wohnfläche verteilt sich wie folgt auf Ein- und Zweifamilienhäuser bzw. Mehrfamilienhäuser:

Gebäudetyp	Fläche [m²]
EZFH	284.700
MFH	167.719
Summe	452.419

Tabelle 6: Wohnfläche nach Gebäudetypen<sup>5</sup>

Anteile	Gebäude	Fläche
EZFH	84,6	62,9
MFH	15,4	37,1

Tabelle 7: Gebäude- und Wohnflächenanteile von Wohngebäuden in %

Hieraus folgt, dass auch für die Energieverbräuche die Ein- und Zweifamilienhäuser eine dominierende Rolle spielen.

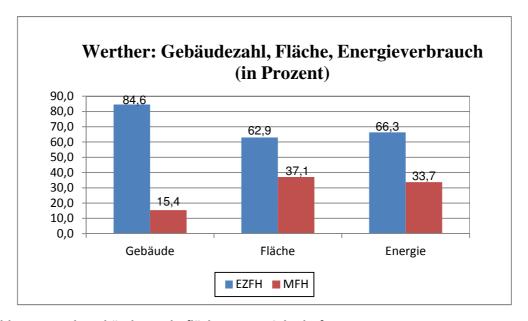


Abbildung 8: Wohngebäude, Wohnflächen, Energiebedarf

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Quelle: IT.NRW; eigene Berechnungen



#### 4.4 Feuerungsanlagen

Die im Stadtgebiet Werther tätigen Bezirksschornsteinfegermeister hatten für den Kreis Gütersloh bereits die Daten für die überwachungspflichtigen Heizungsanlagen des Jahres 2010 zur Verfügung gestellt. Um eine weitere aufwändige Erhebung für 2011 zu vermeiden, werden diese auch für 2011 zu Grunde gelegt; die Abweichungen der beiden Jahre dürften vernachlässigbar sein.

Die Angaben sind differenziert nach Energieträger, Leistung sowie Alter der Heizungsanlagen.

Öl		Leistungsklassen [kW]								
Alter	4 -11	11-25	25-50	50-100	100-300	300-600	600-1000	>1000	Summe	Leistung
bis 1978	0	3	58	24	6	0	0	0	91	57,5
1979-1982	0	7	45	6	1	0	0	0	59	41,8
1983-1989	0	46	166	12	7	0	0	0	231	40,5
1989-1997	1	83	161	18	6	0	0	0	269	37,5
ab 1998	2	185	156	19	5	2	0	0	369	33,9
Summe	3	324	586	79	25	2	0	0	1.019	38,9

Tabelle 8: Überwachungspflichtige Ölfeuerungsanlagen 2010

Gas		Leistungsklassen [kW]								
Alter	4-11	11-25	25-50	50-100	100-300	300-600	600-1000	>1000	Summe	Leistung
bis 1978	0	2	5	4	4	0	0	0	15	88,2
1979-1982	0	19	32	6	5	0	0	0	62	48,3
1983-1989	41	175	89	25	6	0	0	0	336	29,4
1989-1997	60	315	123	56	20	0	3	0	577	37,0
ab 1998	33	559	162	48	20	4	2	0	828	33,1
Summe	134	1.070	411	139	55	4	5	0	1.818	34,6

Tabelle 9: Überwachungspflichtige Gasfeuerungsanlagen 2010

Flüssiggas	Leistungsklassen [kW]									
Alter	4-11	11-25	25-50	50-100	100-300	300-600	600-1000	>1000	Summe	Leistung
bis 1978	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
1979-1982	3	5	0	0	0	0	0	0	8	14,3
1983-1989	1	20	1	0	0	0	0	0	22	18,4
1989-1997	1	27	5	1	0	0	0	0	34	22,3
ab 1998	0	3	6	0	0	0	0	0	9	31,0
Summe	5	55	12	1	0	0	0	0	73	21,3

Tabelle 9: Überwachungspflichtige Flüssiggasfeuerungsanlagen 2010

An der Anzahl der Kessel wird die Bedeutung von Erdgas gegenüber Heizöl deutlich. Flüssiggaskessel haben einen sehr kleinen Anteil.

Holz HHS		Leistungsklassen [kW]								
Alter	<15	15-25	25-50	50-<100	100-<300	300-<600	600<1000	> 1000	Summe	Leistung
Anz. Holzheiz.	16	1	7	5	1	1	0	0	31	46,2
Anz. Kohleheiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Summe	16	1	7	5	1	1	0	0	31	46,2

Tabelle 10: Überwachungspflichtige Holz- und Kohlefeuerungsanlagen 2010



Altersklassen	Gas	Öl	FlGas	Holz	Summe	Anteil
bis 1978	15	91	0		106	3,60
1979-1982	62	59	8		129	4,39
1983-1989	336	231	22		589	20,03
1989-1997	577	269	34		880	29,92
ab 1998	828	369	9		1.206	41,01
Summe	1.818	1.019	73	31	2.941	100,00
Anteil	61,82	34,65	2,48	1,05	100,00	

Tabelle 11: Anteile der Kessel nach Alter und Brennstoffen

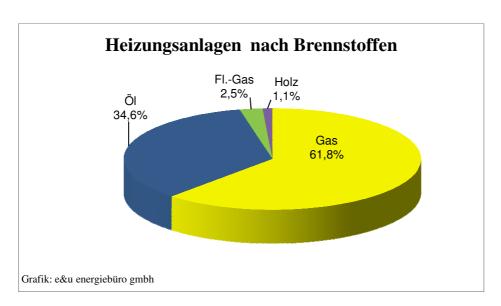


Abbildung 9: Heizungsanlagen nach Brennstoffen

Der mit Abstand größte Anteil der Gaskessel hat eine Leistung von weniger als 25 kW. Hier spiegelt sich die Dominanz der Ein- und Zweifamilienhäuser an der Gebäudestruktur wider.

Bei Gaskesseln liegt die mittlere Leistung bei 34,6 kW und bei Ölkesseln bei 38,9 kW. Hier drückt sich die Dominanz der Gaskessel insbesondere im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser aus.

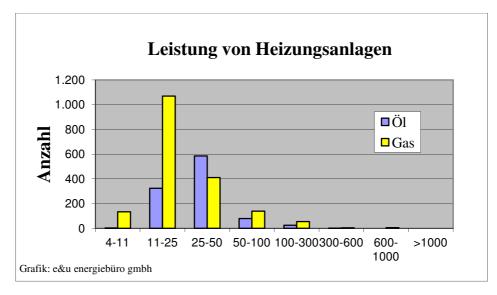


Abbildung 10: Gas- und Ölanlagen nach Leistungsklassen

Je älter die Heizungsanlagen sind, desto schlechter ist ihr Jahresnutzungsgrad. Heizungsanlagen erreichen eine technische Lebensdauer von 20 Jahren. Durch die Umrüstung veralteter Kessel ergibt sich ein erhebliches CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial. Ein besonders hohes Einsparpotenzial liegt bei Kesseln, die vor 1978 errichtet wurden.

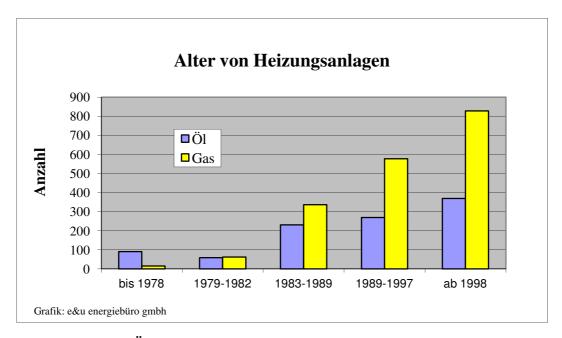


Abbildung 11: Gas- und Ölanlagen nach Alter

Im Durchschnitt sind Gaskessel 12,8 Jahre alt und Ölkessel 16,0 Jahre. Bei Ölkesseln ergibt sich somit ein höherer Sanierungsbedarf als bei Gaskesseln. Die durchschnittliche jährliche Sanierungsquote von Heizkesseln liegt bei 3 % pro Jahr.

Bei den Kesseln, die vor 1978 errichtet wurden, gibt es mehr Öl- als Gaskessel. Insgesamt wurden 106 Kessel und damit 3,6 % der Kessel vor 1978 errichtet. 28,2 % der Kessel sind mehr als 20 Jahre alt und damit sanierungswürdig.

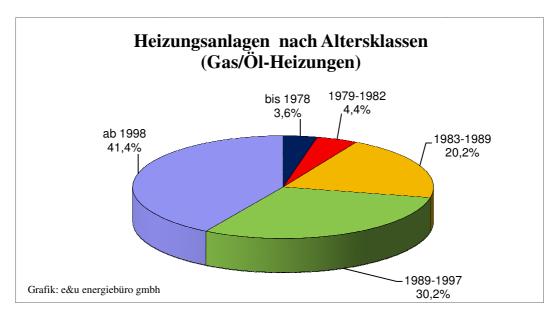


Abbildung 12: Heizungsanlagen nach Altersklassen

Neben diesen Anlagen existieren in Werther außerdem 73 Flüssiggaskessel und 31 Holzheizungen. Hier dominieren die kleinen Leistungsklassen.

Nicht enthalten sind kleine Einzelöfen, die es in Werther wie auch in anderen Städten zahlreich geben dürfte. Diese werden insbesondere von "Brennholzsammlern" betrieben, die damit einen Großteil des im Wald noch vorhandenen Restholzes verarbeiten dürften.

Die Zahl der Elektroheizungen ist nicht erfasst; aus dem geringen Heizstromverbrauch in Werther ergibt sich aber, dass elektrische Speicherheizungen keine nennenswerte Rolle spielen. Die Anzahl der Wärmepumpen beträgt ca. 60, dies geht aus den Verträgen im Wärmepumpentarif hervor. Der Stromverbrauch betrug für diese Wärmepumpen ungefähr 480 MWh, dies entspricht etwa einem Drittel des Heizstroms.



#### 4.5 Verkehr

Im Bereich des örtlichen Verkehrs sind die durch motorisierten Individualverkehr zurückgelegten innerörtlichen Fahrten berücksichtigt. Über ÖPNV-nutzer lagen keine Angaben vor.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Individualverkehrs können über die Anzahl der angemeldeten Fahrzeuge abgeschätzt werden.

Verkehr (Anzahl der Fahrzeuge)	2011
PKW	6.391
PKW / 1000 Einwohner Werther	558
PKW / 1000 Einwohner BRD	633 <sup>6</sup>
Fahrgäste ÖPNV (Mio. Fahrgäste)	k.A.
Fahrten pro Einwohner	k.A.

Tabelle 12: Statistische Daten Verkehr 31.12.2011

Damit ist die PKW-Dichte kleiner als im Bundesdurchschnitt.

In Werther gibt es einen Auspendlerüberschuss. 2.732 Einpendlern standen 2011 5.398 Auspendler gegenüber.

Berufspendler	
Einpendler	2.732
Auspendler	5.398
Saldo	-2.666

Tabelle 13: Ein- und Auspendler 2011<sup>7</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Quelle: Kraftfahrtsbundesamt www.kba.de vom 05.09.2012

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Quelle: IT.NRW



#### 4.6 Wirtschaftsstruktur

2011 gab es in Werther insgesamt 2.694 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Die Beschäftigungsstruktur in Werther ist geprägt von dem produzierenden Gewerbe. Insgesamt arbeiteten 48,6 % der sozialversichert Beschäftigten in diesem Bereich.

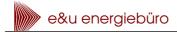
Beschäftigungsstruktur	Werther		NRW
	abs.	%	%
Produzierendes Gewerbe	1.309	48,6	29,7
Land, Forstwirtschaft, Fischerei	67	2,5	0,5
Handel, Gastgewerbe, Verkehr	515	19,1	23
sonstige Dienstleistungen	803	29,8	46,9
Summe	2.694	100	100,1
SozVersAnteil		23,52	32,61

Tabelle 10: Beschäftigungsstruktur<sup>8</sup>

Der Anteil der sozialversichert Beschäftigten ist wesentlich geringer als im Landesdurchschnitt. Dies korrespondiert damit, dass deutlich mehr Personen auspendeln als einpendeln, ihren Arbeitsplatz also außerhalb des Stadtgebiets haben.<sup>9</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Quelle: IT.NRW

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Vgl. Kap. 4.5



#### 5 Energiebedarf in Werther

#### 5.1 Versorgungsstruktur

Netzbetreiber für Gas ist die RWE und für Strom die EWG.

#### 5.2 Energieverbrauch gesamt

Aus den Angaben der Gas- und Stromversorger ergeben sich die nachfolgend dargestellten an Endkunden gelieferte Energieverbräuche für das Jahr 2011.

Energieverbrauch 2011 <sup>10</sup>	Mio. kWh/a	
	absolut	bereinigt
Erdgas (ohne Wärmeerzeugung)	67,40	75,48
Flüssiggas	1,65	1,85
Heizöl	43,37	48,58
Holz	1,60	1,80
Wärme (aus Erdgas)	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00
Strom	53,81	54,00
Summe	167,84	181,71

Tabelle 11: Energieverbrauch nach Energieträgern 2011 absolut und witterungsbereinigt

Dargestellt sind die Verbräuche absolut und witterungsbereinigt. Das Jahr 2011 war ein verhältnismäßig warmes Jahr.

Mit der Liberalisierung des Strommarktes 1998 stimmen Stromabsatz und Stadtgebiet bei örtlichen kommunalen Versorgern nicht mehr überein. Einerseits wird teilweise Strom nach außerhalb des Stadtgebietes geliefert, andererseits beziehen Kunden im Versorgungsgebiet des Netzbetreibers Strom von Drittanbietern. Bei Strom ist nur der Absatz berücksichtigt, der innerhalb des Stadtgebietes erfolgt. Gleiches gilt für Erdgas.

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> Die Angaben beziehen sich auf den unteren Heizwert H<sub>i</sub>.

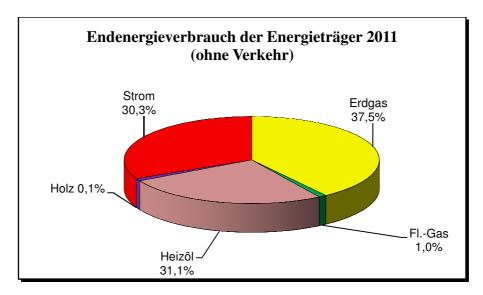


Abbildung 13: Endenergiebedarf nach Endenergieträgern 2011 (unbereinigt)

Betrachtet man die Energieträger, die zur Beheizung und Warmwasserbereitung eingesetzt werden, so ist Erdgas der bedeutendste Energieträger gefolgt von Heizöl. Alle übrigen Brennstoffe spielen eine untergeordnete Rolle.

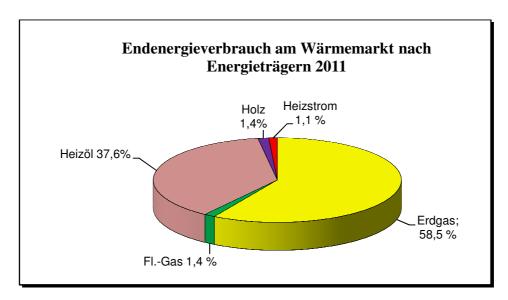


Abbildung 14: Endenergiebedarf am Wärmemarkt (%)



#### 5.2.1 Strom

Insgesamt wurden 2011 in Werther 53,81 Mio. kWh Strom an Endkunden abgegeben.

Strom	Mio. kWh
Tarif	23,09
Heizstrom	1,28
Sondervertrag	28,81
Beleuchtung	0,61
Eigenverbrauch	0,02
Summe Abgabe	53,81

**Tabelle 12: Stromabgabe gesamt** 

Auffällig ist der geringe Anteil des Heizstroms in Werther. Vom Heizstrom entfällt etwa ein Drittel auf Wärmepumpen, da diese verstärkt in den Neubaugebieten eingesetzt werden und dort das überwiegende Heizsystem darstellen.

Der Tarifstrom umfasst ca. 42 % des gesamten Stromverbrauchs.

Unter Sondervertragskunden sind alle Kunden enthalten, die keine Tarifkunden sind und keinen Heizstrom beziehen. Es handelt sich somit um Industriekunden sowie größeres Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Dieser Anteil liegt bei ca. 53 %.

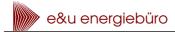
Anteile am Energieverbrauch	Werther	Deutschland
Wärmemarkt	67,95	71,83
Strom	32,05	28,17

Tabelle 13: Anteile am Endenergiebedarf (in %)

Die Verteilung des Energieverbrauchs in Werther weicht relativ stark von der Verteilung in Deutschland ab. Dies zeigt, dass dem Gewerbe in Werther eine große Bedeutung zukommt.

#### 5.2.2 Erdgas

Insgesamt wurden 2011 in Werther 67,40 GWh Erdgas an Endkunden abgegeben.



Erdgas	GWh/a
Heizgas/Tarif	50,56
Sondervertrag	7,54
Sonstige	9,30
Summe	67,40

Tabelle 14: Erdgasabgabe gesamt

Der Gaseinsatz für BHKW ist hier enthalten.

Seitens der Gasversorger werden die Energieangaben bzgl. Erdgas auf Basis des oberen Heizwertes  $H_s$  gemacht. Um eine Vergleichbarkeit verschiedener Energieträger zu erreichen, wurde der Gasverbrauch auf den unteren Heizwert  $H_i$  mit dem Faktor  $H_i$ =0,9\*  $H_s$  umgerechnet.

#### 5.2.3 Fernwärme

In Werther gibt es keine Fernwärme.

#### 5.2.4 Heizöl

Über Heizölverbräuche gibt es keine Statistiken. Die Abschätzung der Verbräuche der einzelnen Sektoren erfolgt daher über die Feuerungsanlagen gemäß der Aufstellung der Bezirksschornsteinfegermeister sowie den sich daraus ergebenden Vollbetriebsstunden. Für den Heizölverbrauch errechnen sich hieraus 43,37 GWh.

#### 5.3 Erneuerbare Energien

Bereits heute werden erneuerbare Energien in Werther genutzt.

#### 5.3.1 Wind

Im Stadtgebiet gibt es bisher keine Windkraftanlage.

#### 5.3.2 Wasser

Im Stadtgebiet gibt es keine Wasserkraftanlage.



#### 5.3.3 Solare Strahlungsenergie (Strom)

Im Gemeindegebiet wurden 2011 insgesamt 1.892 MWh Strom aus Photovoltaikanlagen erzeugt. Die Gesamtleistung der 183 Anlagen betrug 2011 2.597 kW $_{\rm p}$ . Dies ist viel und entspricht einer Leistung von 226,8 W/Einwohner (NRW: 155,6 kW $_{\rm p}$ ). Die durchschnittliche Anlagengröße betrug demnach 14 kW $_{\rm p}$ . Damit würde Werther auf Platz 35 der Solarbundesliga in NRW liegen.

#### 5.3.4 Biomasse (Stromerzeugung)

Es existieren drei Anlagen zur Stromerzeugung durch KWK mit einer Gesamtleistung von  $1.658~\mathrm{kW_{el}}$ . Die ins Netz eingespeiste Strommenge betrug 2011 insgesamt  $4.915~\mathrm{MWh}$ . Die ist gemessen ab der elektrischen Leistung der Anlagen wenig; die Ursache ist, dass eine Anlage erst Ende 2011 ans Netz gegangen ist. Man kann bei Biogasanlagen von einer Vollbenutzungsstundenzahl von  $8.000~\mathrm{h}$  ausgehen kann.  $2~\mathrm{weitere}$  Kleinanlagen à  $3~\mathrm{kW_{el}}$  Leistung wurden  $2011~\mathrm{stillgelegt}$ .

#### 5.3.5 Solarthermische Anlagen

Über die Anzahl und Fläche solarthermischer Anlagen liegen keine Angaben vor.

#### 5.3.6 Umweltwärme

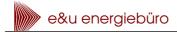
Über die Anzahl der Verträge im Wärmepumpentarif kann abgeschätzt werden, dass im Jahr 2011 ca. 63 Wärmepumpen in der Stadt Werther betrieben worden sind. Der Verbrauch betrug ungefähr 480.000 kWh.

#### 5.3.7 Biomasse (Wärmeerzeugung)

Die Nutzung von Biomasse zur Wärmeerzeugung kann in Biogasanlagen erfolgen oder durch die Nutzung von Restholz.

Die Mengen an Holzeinsatz zur Wärmeerzeugung wurden oben bereits dargestellt. Aus dem Bestand der Holzfeuerungen auf Basis von Stückholz errechnet sich ein jährlicher Holzeinsatz von 1,6 GWh; dies entspricht ca. 400 fm Holz<sup>11</sup>. Zu diesen Mengen sind noch die Kleinmengen hinzuzurechnen, die als Brennholz dem Wald von Privatpersonen entnommen und in Einzelöfen verfeuert werden.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Grundlage dieser Abschätzung ist ein Jahresnutzungsgrad von 75 %.



Erfahrungsgemäß kann aus 1 ha Wald ca. 1,5 fm Holz zur Energiegewinnung genutzt werden. Dies entspricht einer Menge von 870 fm. Legt man die allgemeinen Erfahrungen mit "Brennholzsammlern" zu Grunde, so dürfte das Potenzial zur Restholznutzung aus dem Wald in Werther noch nicht vollständig ausgeschöpft sein.

#### 5.3.8 Gesamtsumme erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung

Bereits heute wird in Werther Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt.

Stromquelle	Mio. kWh 2011	Anteil
Biomasse (5 Anlagen, 1.658 MW)	4,915	9,12
Photovoltaik (183 Anlagen; 2.597 MW)	1,892	3,51
Summe	6,807	12,63

Tabelle 15: Strombereitstellung durch erneuerbare Energien incl. Eigenverbrauch

Damit wurden 2011 derzeit knapp 13 % des Strombedarfs durch Anlagen erzeugt, die in Werther stehen. Rechnet man die Ende 2011 ans Netz gegangene Biogasanlage mit einer kompletten Jahreserzeugung sowie die bis Ende 2012 errichteten PV-Anlagen hinzu, so liegt der Anteil bei fast 30 %.

Auf Grund der Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist davon auszugehen, dass der durch Photovoltaik erzeugte Strom komplett ins Netz eingespeist wurde. Dies ändert sich erst seit Mitte 2012.

#### 5.4 Kraft-Wärme-Kopplung

Insgesamt gibt es 17 KWK-Anlagen, die nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) gefördert werden.

Anlagentyp (ohne Biomasse)	Mio. kWh	Anteil (%)
KWK (nach KWKG) 17 Anlagen, 80 kW	0,163	0,3
Summe	0,163	0,3

Tabelle 16: KWK-Anlagen

Bei den durch das KWKG geförderten 17 Anlagen handelt es sich mit 82 % überwiegend um Anlagen mit einer Leistung von 5,5 kW elektrischer Leistung. Dementsprechend be-

trägt die Gesamtleistung von den durch das KWKG geförderten Anlagen lediglich 163 MW elektrischer Leistung. Da die Vollbenutzungsstundenzahl aber nur bei ca. 2.042 h/a liegt, beträgt der Anteil dieser 17 Anlagen lediglich 0,3 % des Stromverbrauchs in Werther.

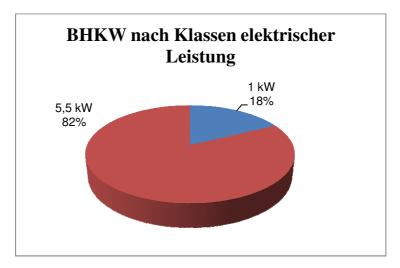


Abbildung 15: Durch das KWKG geförderte BHKW

#### 5.5 Energieverbrauch nach Sektoren

Der Energieverbrauch kann mit Hilfe der oben genannten statistischen Daten auf die einzelnen Sektoren aufgeteilt werden. Unterschieden werden die Sektoren

- Haushalte
- Industrie/Gewerbe/Handel/Dienstleistung
- Verkehr.

Unter Industrie wird das verarbeitende Gewerbe verstanden. Zu Gewerbe, Handel und Dienstleistung zählen alle Verbraucher, die nicht zu den Haushalten oder der Industrie zu zählen sind. Hierzu gehören somit neben dem Handwerk auch Handel, Verwaltung oder Einrichtungen des Gesundheitswesens.

Grundsätzlich ist die Trennung zwischen den Sektoren – insbesondere zwischen Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistung - mit Unsicherheiten behaftet, da eine exakte Verbrauchsermittlung nicht vorliegt. So sind oft im selben Gebäude Wohnungen und Gewerbe untergebracht, die über eine Heizungsanlage versorgt werden. Auch die Trennung der von den Versorgern angegebenen Verbräuche der Sondervertragskunden in Industrie und Gewerbe/Handel/Dienstleistung ist nicht eindeutig. Daher wurden folgende Annahmen getroffen:

 Der Wärmeverbrauch der Haushalte ergibt sich aus den spezifischen Verbräuchen je m² Wohnfläche. Von den Gas-Tarifkunden wurden diese abgezogen, der Rest



wurde dem Sektor Industrie/Gewerbe/Handel/Dienstleistung zugeschlagen. Analog wurde beim Tarifstrom verfahren. Durch dieses Verfahren kann der Energieverbrauch der Haushalte gut abgeschätzt werden.

- Der Gas- und Stromverbrauch der Industrie und des Bereichs Gewerbe/Handel/Dienstleistung wurden zusammengefasst.
- Die Holzfeuerungen wurden bei Anlagen bis zu 50 kW den Haushalten zugeordnet, größere Anlagen dem Bereich Gewerbe.

#### 5.5.1 Verbrauch gesamt nach Sektoren

Die Anteile der einzelnen Energieträger in den Verbrauchssektoren sind unterschiedlich.

Energieverbrauch nach Sektoren	Haushalte	Ind./GHD	Summe
Erdgas	40,45	26,95	67,40
Flüssiggas	1,65	0,00	1,65
Heizöl	30,92	12,45	43,37
Holz	0,34	1,26	1,60
Wärme	0,00	0,00	0,00
Kohle	0	0,00	0
Strom	20,85	32,94	53,79
Summe	94,21	73,61	167,82

Tabelle 17: Energieverbrauch 2011 nach Sektoren (in Mio. kWh)

Bei den Brennstoffen fallen die Haushalte wesentlich stärker ins Gewicht als Industrie/Gewerbe/Handel/Dienstleistung. Dagegen überwiegt beim Stromverbrauch die Bedeutung von Handel, Gewerbe, Dienstleistung sowie der Industrie.

#### 5.5.2 Haushalte

Die Beheizung der Haushalte erfolgt überwiegend mit Erdgas, aber auch Heizöl spielt mit ca. 40 % des Energiebedarfs eine wichtige Rolle.

Haushalte Heizung	Energieverbrauch		
	Mio. kWh/a	%	
Erdgas	42,28	55,29	
Flüssiggas	1,65	2,16	
Heizöl	30,92	40,43	
Nah-/Fernwärme	0,00	0,00	
Heizstrom	1,28	1,67	
Holz	0,34	0,45	
Summe	76,48	100,00	

**Tabelle 18: Heizenergieverbrauch Haushalt** 

Legt man die oben dargestellten Gebäudeflächen für Ein- und Zweifamilienhäuser zu Grunde, so ist ermittelbar, wie hoch der Energieverbrauch für Beheizung in welchem Gebäudetyp ist.

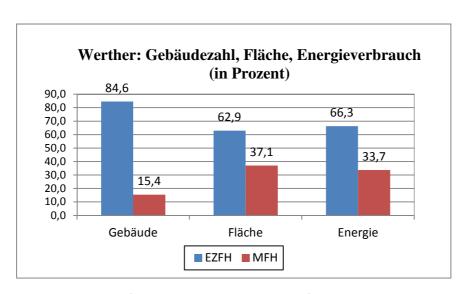
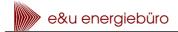


Abbildung 16: Gebäude, Wohnfläche und Energieverbrauch für Heizung von Wohngebäuden

Betrachtet man die Ein- und Zweifamilienhäuser und die Mehrfamilienhäuser getrennt, so ergibt sich, dass zwei Drittel des gesamten Energieverbrauchs der Wohngebäude für Heizung und Warmwasserversorgung auf die Ein- und Zweifamilienhäuser entfällt.

#### 5.5.3 Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Die Sektoren Industrie, Handel, Gewerbe, Dienstleistung sind zusammengefasst dargestellt, da eine Differenzierung nicht sinnvoll ist. Damit ergeben sich die nachfolgenden Anteile am Endenergiebedarf.



Industrie, Gewerbe, Han- del, Dienstleistungen	Energieverbra	auch
	Mio. kWh/a	%
Erdgas (ohne Wärmeerz.)	26,95	36,6
Flüssiggas	0,00	0,0
Heizöl	12,45	16,9
Holz	1,26	1,7
Wärme	0,00	0,00
Kohle	0,00	0,00
Strom	32,94	44,8
Summe	73,61	100,00

Tabelle 19: Endenergiebedarf Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistung

In diesem Sektor fällt ein nicht unerheblicher Anteil des Energiebedarfs für Prozessenergie an.

#### 5.5.4 Verkehr

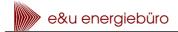
Im Bereich des Verkehrs wurden nur der örtliche Verkehr und hier der motorisierte Individualverkehr sowie der ÖPNV berücksichtigt. Dieser kann über die Anzahl der vorhandenen PKW abgeschätzt werden. Bei überörtlichem Verkehr gibt es für die Stadt Werther keine Handlungsoptionen, so dass eine Mitbilanzierung nicht sachgerecht ist. Über die LKW-Fahrten liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor.

#### 5.5.5 Städtischer Energieverbrauch

Die Stadt Werther selbst betreibt verschiedene Gebäude, wie z. B. Schulen, das Rathaus, Kindergärten, Betriebsgebäude, Sportheime und Wohngebäude. Hinzu kommt die Straßenbeleuchtung. Auch die Bereiche Abwasser und Abfall müssen berücksichtigt werden.

#### 5.5.5.1 Energieverbrauch öffentlicher Gebäude

Aus dem 6. Energiebericht der Stadt Werther ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Verbräuche.



Energieverbrauch Stadt Werther	Wärme	Strom
Städtische Gebäude	1.343	285
Übergangswohnheime	119	10
Beleuchtung		261
Summe	1.462	556

Tabelle 20: Energieverbräuche (unbereinigt) städtische Liegenschaften (in MWh)

Durch vielfältige Maßnahmen konnten die Wärme- und Stromverbräuche in den letzten Jahren reduziert werden. Dies zeigt sich insbesondere an der Entwicklung der Energieverbräuche<sup>12</sup>.

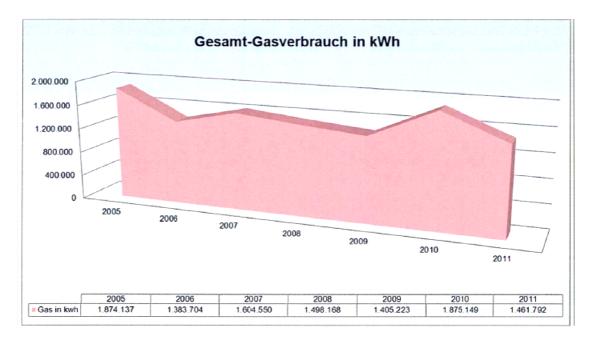


Abbildung 17: Gesamt-Gasverbrauch (unbereingt) der Jahre 2005 – 2011 in kWh

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Stadt Werther; 6. Energiebericht S. 4 ff.

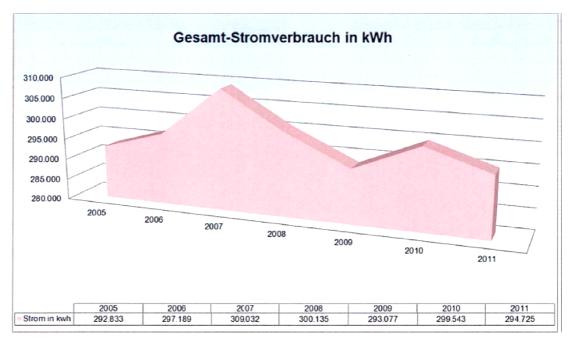


Abbildung 18: Gesamt-Stromverbrauch der Jahre 2005 – 2011 in kWh

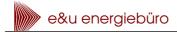
#### 5.6 Wirtschaftliche Effekte des Energieverbrauchs

Der Energieverbrauch verursacht einen Abfluss von Geldern aus Werther, da die Erzeugung der Energieträger bis auf Ausnahmen nicht in Werther stattfindet. Legt man einen mittleren Wärmepreis von 7 ct/kWh zu Grunde sowie einen Strompreis von 20 ct/kWh, so beträgt der Kaufkraftabfluss durch Energieverbrauch aus Werther 18,74 Mio. € pro Jahr. Nur ein kleiner Teil dieser Summe fließt über die EWG wieder in die Stadt zurück.

Energieart	Mio. kWh/a	Mio. €/a
Strom (20 ct/kWh)	53,79	10,76
Wärmeenergie (7 ct/kWh)	114,03	7,98
Summe	2.053,53	18,74

Tabelle 21: Kaufkraftabfluss durch Energieverbrauch

Dieses Geld könnte zum großen Teil in Werther verbleiben, denn viele Maßnahmen zum Klimaschutz sind wirtschaftlich. Zudem werden hierdurch Arbeitsplätze vor Ort geschaffen bzw. erhalten.



#### 6 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Aus den in Kapitel 5 dargestellten Energieverbräuchen für das Jahr 2011 können nun die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet werden. Dabei werden die jeweiligen Verbräuche mit spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren je kWh Energieträger bewertet<sup>13</sup>. Basis hierfür bildet das Programm GEMIS 4.8.

In die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren gehen nicht nur die bei der Verbrennung der Energieträger direkt freigesetzten CO<sub>2</sub>-Emissionen ein, sondern auch Emissionen durch vorgelagerte Prozessketten. Hierzu zählen z. B.

- Umwandlungsverluste
- Transportverluste durch Druckerhöhungsstationen oder LKW
- Verluste bei der Gewinnung der Energieträger.

Zudem werden nicht nur die reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, sondern die äquivalenten Emissionen. Hierunter werden auch klimarelevante Emissionen von anderen Gasen verstanden, wie z. B. Methan oder Lachgas, die in Zusammenhang mit dem Energieverbrauch freigesetzt werden. Damit werden alle klimarelevanten Emissionen berücksichtigt.

Mit Hilfe der in Kapitel 5 dargestellten Daten errechnet sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Stadtgebiet Werther.

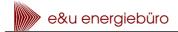
Die absoluten CO<sub>2</sub>-Emissionen lagen im Jahr 2011 bei 57.931 Tonnen. Dies entspricht einem spezifischen Wert von 5,06 t/Einwohner.

CO <sub>2</sub> - Emissionen	2011	bereinigt
absolut (t/a)	57.931	61.674
spezifisch (t/EW*a)	5,06	5,38

Tabelle 22: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Werther 2011

Das Jahr 2011 war wärmer als das langjährige Durchschnittsjahr. Berücksichtigt man dies und normiert die  $CO_2$ -Emissionen auf die langjährige Durchschnittstemperatur in Deutschland, so ergeben sich  $CO_2$ -Emissionen von 61.674 Tonnen sowie ein spezifischer Wert von 5,38 t/Einwohner.

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> Zu den einzelnen Emissionsfaktoren vgl. Anhang



Von diesen auf den Endenergieverbrauch bezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen müssen aber noch die Emissionen abgezogen werden, die durch Anlagen erneuerbarer Energien vermieden werden, da der dort erzeugte Strom ins allgemeine Stromnetz eingespeist wird. Berücksichtigt man diese als Gutschrift, so ergeben sich niedrigere Emissionen. Durch erneuerbare Stromerzeugung in Werther konnten somit 4,53 % der verbrauchsbezogenen Emissionen vermieden werden.

CO <sub>2</sub> -Emissionen 2011	t/a	t/EW
verbrauchsbezogen	57.931	5,06
Gutschrift	6.058	0,53
effektive Emissionen	51.873	4,53

Tabelle 23: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Gutschrift für erneuerbare Stromerzeugung

Bundesweit lagen die spezifischen äquivalenten  $CO_2$ -Emissionen 2011 bei insgesamt 10,2 t/EW. <sup>14</sup> Berücksichtigt werden muss hierbei, dass die überörtlichen  $CO_2$ -Emissionen, wie z. B. überörtlicher Verkehr, landwirtschaftliche Prozesse oder Industrieproduktion außerhalb des Gemeindegebiets, in der vorliegenden Bilanz für Werther nicht enthalten sind.

#### 6.1 CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Energieträgern

Von den Energieträgern hatte 2011 Strom mit 30,9 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen den größten Anteil an den Emissionen in Werther, gefolgt von Erdgas mit 28,5 % und Heizöl mit 23,6 %. Der hohe Anteil von Erdgas, das geringere spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht als Heizöl, beruht auf dem vergleichsweise hohen Anteil von Erdgas am Wärmemarkt.

Trotz des eher geringen Anteils des Heizöls am Wärmemarkt ergeben sich für Heizöl auf Grund der höheren spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen relativ bedeutende Emissionen.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie; Energiedaten; Berlin, 02.11.2012

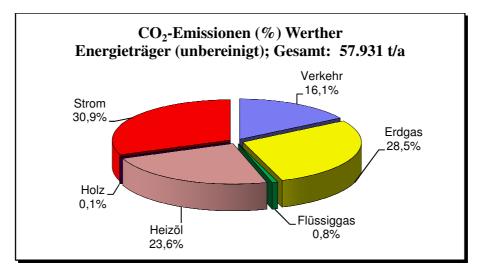


Abbildung 19: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Energieträgern (Anteile)

Durch die Witterungsbereinigung verschieben sich die Anteile geringfügig. Witterungsbereinigt erhöhen sich die auf die Beheizung entfallenden Anteile am Energieverbrauch.

Energieträger		CO <sub>2</sub> unbereinigt		CO <sub>2</sub> w	itterungsb	ereinigt	
	CO <sub>2</sub>	absolut	pro EW	%	absolut	pro EW	%
Verkehr	t/a	9.346	0,82	16,1	9.346	0,82	15,2
Erdgas	t/a	16.512	1,44	28,5	18.494	1,61	30,0
Flüssiggas	t/a	443	0,04	0,8	496	0,04	0,8
Heizöl	t/a	13.663	1,19	23,6	15.302	1,34	24,8
Holz	t/a	40	0,00	0,1	45	0,00	0,1
Wärme	t/a	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Kohle	t/a	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0
Strom	t/a	17.927	1,57	30,9	17.991	1,57	29,2
Summe	t/a	57.931	5,06	100,0	61.674	5,38	100,0

Tabelle 24: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Energieträgern

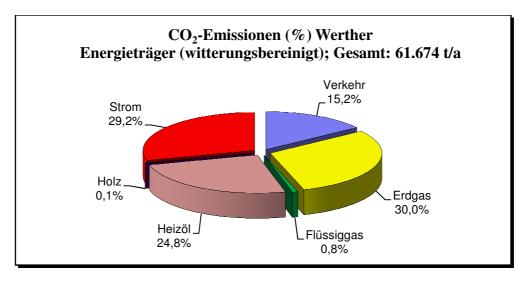


Abbildung 20: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Energieträgern (witterungsbereinigt)

#### 6.2 Gutschrift für erneuerbare Stromerzeugung

Die Anlagen, die in Werther aus erneuerbaren Energien Strom erzeugen, speisen diesen vollständig ins Stromnetz ein. Hierfür muss eine Gutschrift erfolgen, die von den verbrauchsbezogenen Emissionen abgezogen werden.

	GWh/a	t/a	t/EW	%
Biogas	4.915	-1.927	-0,17	-3,33
PV	1.892	-859	-0,08	-1,48
Summe	15.156	-6.058	-0,53	-4,81

Tabelle 25: Gutschrift für erneuerbare Stromerzeugung

Insgesamt beträgt die Gutschrift aus erneuerbarer Energieerzeugung 4,81 % der verbrauchsbezogenen Emissionen.

#### 6.3 Bilanz nach Sektoren

Die Daten für die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Werther im Jahr 2011 sind in der Tabelle 26 enthalten. Den größten Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen haben die Haushalte, den niedrigsten der Verkehr. Beim Verkehr dominiert der motorisierte Individualverkehr (MIV). Zu beachten sind die oben genannten Rahmenbedingungen zur Abgrenzung der Sektoren (vgl. Kap. 5.5).

Gesamtergebnis		unbereinigt			,	witterungs	bereinigt
nach Sektoren	CO <sub>2</sub>	absolut	pro EW	%	absolut	pro EW	%
Haushalte	t/a	27.047	2,36	46,7	29.511	2,58	47,9
Industrie/GHD	t/a	21.532	1,88	37,2	22.798	1,99	37,0
Summe	t/a	48.579	4,24	83,9	52.309	4,57	84,8
Verkehr MIV	t/a	9.146	0,80	15,8	9.146	0,80	14,8
Verkehr ÖPNV	t/a	200	0,02	0,3	200	0,02	0,3
Summe Verkehr	t/a	9.346	0,82	16,1	9.346	0,82	15,2

Tabelle 26: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Sektoren

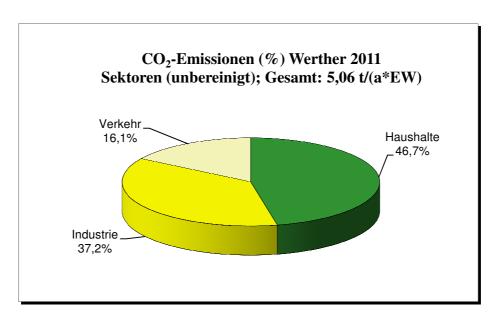


Abbildung 21: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Sektoren (unbereinigt)

Witterungsbereinigt ergibt sich nur eine geringfügige Verschiebung der Anteile.

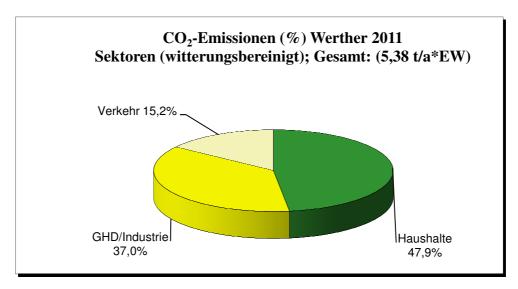
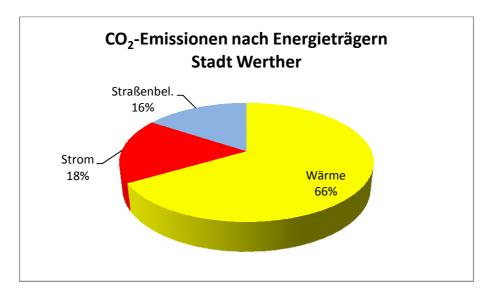
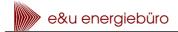


Abbildung 22: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2011 nach Sektoren (witterungsbereinigt)

Die Liegenschaften der Stadt selbst verursachen nur einen sehr kleinen Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Werther.



Der Anteil der öffentlichen Einrichtungen, inklusive der Übergangswohnheime, an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Werther beträgt damit nur 0,8 %.



#### 6.4 Bilanzierung ECO/Region

Seitens des Kreises Gütersloh liegt eine Bilanzierung für die einzelnen kreisangehörigen Städte mit dem vom Land zur Verfügung gestellten Programms ECO/Region light vor. Dieses weicht nicht unerheblich von dieser hier erstellten detaillierten Bilanz ab.

Hierfür gibt es mehrere Gründe. Der wesentliche ist, das ECO/Region light mit vereinfachten Annahmen arbeitet, die in der Regeln von den örtlichen Daten abweichen, da sie aus bundesweiten Durchschnittswerten ermittelt werden. Hierzu zählen z. B.

- Witterungsbereinigung: eine Witterungsbereinigung ist mit dem Programm ECO/Region light nicht möglich
- Verkehr: ECO/Region legt für den Verkehr alle Verkehrsbewegungen in Deutschland zu Grunde wie z.B. Flugverkehr oder Fernverkehr; diese sind aber für ein örtliches Klimaschutzkonzept nicht von Bedeutung;
- Gewerbe: Der Energieverbrauch von Gewerbe wird nicht auf Basis der realen Verbräuche sondern auf Basis der Beschäftigten und bundestypischen Verbräuchen ermittelt;
- *spez. Heizenergieverbrauch:* Gebäude: hierfür liegen regionaltypische Daten vor, während ECO/Region light mit Bundesdaten arbeitet.

Um effiziente CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen zu entwickeln ist eine möglichst genaue Ermittlung und Bilanzierung der örtlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen erforderlich.



#### 6.5 Bewertung

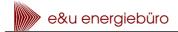
Aus der vorliegenden Analyse können erste Hinweise für Ansatzpunkte zur Minderung der  $CO_2$ -Emissionen abgeleitet werden. Eine ausführliche Entwicklung von Maßnahmen erfolgt im Teil 2 dieser Untersuchung.

- Die Haushalte verursachen witterungsbereinigt mit 47,9 % den größten Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen. An zweiter Stelle kommen mit 37,0 % Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und die Industrie. Sollen die anvisierten CO<sub>2</sub>-Minderungsziele erreicht werden, so sind in beiden Sektoren signifikante Einsparungen erforderlich.
- Örtlicher Verkehr hat nur einen untergeordneten Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen. Trotzdem sind hier Verbesserungen möglich.
- Von den eingesetzten Energieträgern verursachen Strom und Erdgas den größten Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Mittelfristig dürfte eine nennenswerte Verbrauchssenkung beim Stromverbrauch unrealistisch sein. Zwar sinken sowohl beim Gewerbe als auch bei den Privathaushalten die spezifischen Stromverbräuche; neue Anwendungen und Geräte sowie ein anzunehmendes Produktionswachstum konterkarieren diese spezifischen Einsparungen aber. Ziel sollte es sein, ein Stromverbrauchswachstum zu verhindern.
- Eine Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Strom ist vor allem durch eine weitere Verringerung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen möglich. Ansatzpunkte sind hier der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien.
- Der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung an der Strombereitstellung in Werther ist gering. Möglichkeiten sind der Aufbau von Wärmeinseln sowie der Einsatz von objektbezogenen BHKW in Gebäuden mit mittlerem und höherem Wärmebedarf.
- Der Anteil erneuerbarer Energien an der Strom- und Wärmeerzeugung ist durch die Biogasanlagen bereits hoch aber noch ausbaufähig. Hier sind insbesondere Photovoltaik und Wind zu entwickeln.
- Die Wohngebäude sind im Wesentlichen vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung 1978 gebaut worden. Daher ergibt sich hier ein nicht zu unterschätzender Sanierungsbedarf.
- Neben der Verbrauchsminderung ist eine Veränderung des Energieträgermixes im Wärmemarkt erforderlich. Es sollte eine Umstellung auf CO<sub>2</sub>-arme und erneuerba-



re Energieträger, z. B. durch Umstellung von Ölheizungen auf holzbefeuerte Anlagen oder Erdgas erfolgen.

- Hohe Effizienz von Heizungsanlagen kann durch Sanierungen mit der besten Kesseltechnik, angepasste Heizleistungen und den Umstieg auf CO<sub>2</sub>-arme Energieträger erreicht werden.
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der stadteigenen Liegenschaften sind mit 0,8 % an den Emissionen in Werther sehr gering.



#### 7 Anhang

#### 7.1 Grundlagen der Berechnung

#### 7.1.1 Wirkungsgrad von Heizungsanlagen (zu Kap.4.4)

Die Bezirksschornsteinfegermeister haben die ihnen vorliegenden Daten der überwachungspflichtigen Heizungsanlagen für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt. Die Angaben sind differenziert nach

- Energieträger (Gas, Heizöl, Festbrennstoffe)
- Alter der Anlagen
- Leistungsklassen der Anlagen.

Aus diesen Daten lassen sich mit Hilfe von überschlägigen Jahresnutzungsgraden Energieverbräuche der jeweiligen Leistungs- und Altersklassen ermitteln. Die Grunddaten sind enthalten in Recknagel/Sprenger, S. 911ff.

#### 7.1.2 Heizenergieverbrauch von Wohngebäuden (zu Kap. 4.3)

Über den Energieverbrauch von Wohngebäuden veröffentlicht die Techem AG jährlich eine ausführliche Dokumentation (vgl. Quellenhinweis). Hier sind die spezifischen Energieverbräuche von Wohngebäuden nach Größenklassen für verschiedene Städte bzgl. Postleitzahlbereichen aufgeführt. Für die Stadt Werther liegen keine separaten Daten vor. Hier sind die Daten der Stadt Gütersloh für die Bilanz zu Grunde gelegt worden.

Die Techem AG wertet die Gebäude aus, in denen sie eine Heizkostenabrechnung erstellt. Dieses sind aber wesentlich größere Gebäude. Kleinere Gebäude, wie sie wesentlich in Werther vorkommen, haben einen höheren spezifischen Energieverbrauch als größere. Aus der Studie der Techem AG ergibt sich eine Gewichtung nach Gebäudegröße. Der spezifische Energieverbrauch wurde daher an die Gebäudestruktur in Werther angepasst.



#### 7.1.3 CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (zu Kap. 6)

Kohlendioxid ist ein Gas, welches bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger entsteht, indem der Kohlenstoff des Energieträgers sich mit dem Sauerstoff der Verbrennungsluft verbindet. Damit ist die Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen direkt abhängig von der eingesetzten Brennstoffmenge.

Klimarelevant sind aber nicht nur die unmittelbar verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Verbrennung in der Feuerungsanlage entstehen. Diese umfassen lediglich die örtlichen Emissionen. Zusätzlich müssen weitere klimarelevante Aspekte berücksichtigt werden.

Vorgelagerten Emissionen: Hierunter fallen etwa die Emissionen, die durch den Energieaufwand an fossilen Energieträgern bei Transport (z. B. Tankwagen, Druckerhöhungsstationen, Übertragungsleitungen), Energieumwandlungen (Kraftwerke, Raffinerien) oder Energiegewinnung (Bergbau, Holzrücken, Holzpelletproduktion) verursacht werden.

*Materialaufwand*: Um Energie bereit zu stellen, muss auch der Aufwand berücksichtigt werden, der zur Herstellung von Energieumwandlungssystemen erforderlich ist. Hierzu zählen z.B. die Siliziumproduktion für Solarzellen, die Stahlerzeugung für Windanlagen oder der Energieaufwand zur Herstellung eines Kraftwerks.

CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen: Im Rahmen der Energienutzung werden auch weitere Spurengase freigesetzt, die ebenfalls in die Atmosphäre entweichen und dort zum Treibhauseffekt beitragen. Hierzu zählen z. B. Methan oder Lachgas. Die Klimarelevanz dieser Gase ist teilweise höher als die von CO<sub>2</sub>. Im Rahmen der CO<sub>2</sub>-Bilanz für Werther wurden die äquivalenten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu Grunde gelegt.

Die in Werther verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben sich rechnerisch, indem der örtliche Energieverbrauch verschiedener Energieträger (kWh) mit einem Emissionsfaktor (g/kWh) multipliziert wird. In diesem Emissionsfaktor sind sowohl die Emissionen der vorgelagerten Prozessketten als auch die äquivalenten Emissionen berücksichtigt. Zu beachten ist, dass die Emissionsfaktoren auf den unteren Heizwert H<sub>i</sub> bezogen sind. Die vom Gasversorger angegebenen Gasverbräuche müssen daher auf den unteren Heizwert umgerechnet werden.

Die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren erfolgt mit dem EDV-Programm GEMIS 4.8. Folgende Faktoren werden dabei berücksichtigt.

Treibhausgase [g/kWh]	CO <sub>2</sub> - Äquivalent
Stromnetz-lokal BRD	579
Import-Steinkohle-Kraftwerk	849
Erdgas-BHKW 50 kW	404
Erdgas-BHKW 500 kW	377
Atomkraftwerk (AKW)	29
Wasser-Kraftwerk > 10 MW	21
Wind Park onshore	23
Wind Park offshore	22
Solar-PV (monokristallin)	123
Solar-PV (polykristallin)	59
Geothermie (ORC)	92
Deponiegas-GM	3
Klärgas-BHKW	4
Biogas-Gülle-BHKW	62
Biogas-Mais-BHKW	201
Rapsöl-BHKW	325
(Alt)Holz-Kraftwerk	18

Tabelle 27: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren Strom

Als Emissionsfaktor für Strom wurde der bundesdeutsche Durchschnittswert angenommen, da keine Daten über die Stromlieferanten vorlagen.

Treibhausgase [g/kWh]	CO <sub>2</sub> - Äquivalent
Erdgas HH/KV	253
Öl-leicht HH/KV	321
Benzin	269
Diesel	216

Tabelle 28: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren fossile Energieträger (endenergiebezogen)



Für erneuerbare Energien können folgende Emissionsfaktoren angesetzt werden:

Treibhausgase [g/kWh]	CO₂- Äquivalent
Holz-Stücke-Hzg 100%	17
Holz-Hackschnitzel-Hzg 10 kW 100%	26
Holz- Hackschnitzel -Hzg 50 kW 100%	26
Holz-Pellet-Hzg 10 kW 100%	29
Holz-Pellet-Hzg 50 kW 100%	29
Stroh-Vergaser-Hzg 145 kW 100%	9
Biogas-Aufbereitung Endenergie	150
Holz-HS-HW 1 MW 100%	22
Holz-HS-HW 5 MW 100%	21
Stroh-Ballen-HW 5 MW 100%	20
Miscanthus-HW 5 MW 100%	31
Solar-Kollektor Cu Warmwasser 100%	45
Solar-Kollektor Vakuum Warmwasser 100%	26
Geothermie-HW 100%	20

Tabelle 29: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, erneuerbare Energieträger (endenergiebezogen)

Treibhausgase [g/1000 P*km]	CO₂- Äquivalent
Pkw-Diesel-klein	159.836
Pkw-Diesel-mittel-	216.199
Pkw-Diesel-groß	276.520
Pkw-Otto-klein	211.487
Pkw-Otto-mittel	269.924
Pkw-Otto-groß	346.440
Bus-Linie	65.586
Bus-Reise	51.089
Straßen/U-Bahn	62.780
Zug-Nahverkehr-elektrisch	80.706
Zug-Nahverkehr-Diesel	96.558
Zug-Fernverkehr-elektrisch	14.133
Flugzeug-Inland	205.879
Flugzeug-international	140.589

Tabelle 30: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren, Personenverkehr

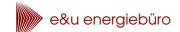


#### 7.2 Quellen

Die für diese Untersuchung verwandten Daten stammen aus folgenden Quellen:

Inhalt	Quelle
Örtliche Strukturdaten, bisherige Aktivitäten	Stadt Werther; IT.NRW
Energieverbrauch und Daten zu	EWG
Erzeugungsanlagen	
Spezifischer Heizenergieverbrauch	Techem AG
Überwachungspflichtige Heizungsanlagen 2010	Erhebung der Wertheraner
	Bezirksschornsteinfegermeister
Zulassungszahlen MIV	IT.NRW

- 1. Techem AG; Energiekennwerte; Eschborn 2012
- Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.7; Darmstadt
   2011
- 3. Deutscher Wetterdienst 2012; www.dwd.de
- 4. IT.NRW; Die Gemeinden Nordrhein-Westfalen; Düsseldorf 2012
- 5. Recknagel/Sprenger; Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 09/10; München 2009
- 6. DIW; Mobilität in Deutschland; Berlin 2008
- 7. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; Energiedaten; 19.4.2012
- 8. www.solarbundesliga.de



#### 7.3 Bisherige Aktivitäten

In Werther sind bisher zahlreiche Maßnahmen für den Klimaschutz durchgeführt worden. Insbesondere die Kooperation mit dem Kreis Gütersloh ist intensiv. Nachfolgend findet sich eine nach Bereichen sortierte Übersicht. Die Daten wurden von der Stadt Werther zur Verfügung gestellt.

Zielgruppe	Maßnahmen
Kommunale Gebäude	<ul> <li>Seit 1999 wurden zahlreiche ener- getische Sanierungen in Schulge- bäuden, Turnhallen und Verwal- tungsgebäuden durchgeführt</li> </ul>
Erneuerbare Energien	- Solardachkataster
Nutzer kommunaler Gebäude	- Elektroauto für die Stadtverwaltung von der EWG
Gewerbe	-
Bürgerinnen und Bürger	<ul> <li>Kostenlose Energieberatung (AltbauNeu)</li> <li>Klimaschutzpreis der RWE</li> <li>Thermografieaktionen</li> <li>Energiespartipps</li> <li>CarSharing</li> <li>2 Elektrotankstellen</li> </ul>

#### EWG:

- Zwei Stromtankstellen (seit 2011 am Hotel/Restaurant Bergfrieden und seit 2012 neben dem Rathaus)
- Seit November 2011 fahren Mitarbeiter der Stadtverwaltung einen von der EWG zur Verfügung gestellten Citroen C-Zero (Elektroauto)
- Zusammenschluss von mehreren Energieversorgern in OWL zu E-Motion (Übersicht über Elektro-Tankstellen, Radwanderführer)