



# **Energie- und Klimabilanz der Stadt Münster**

Bilanzierung des Energieeinsatzes und der Treibhausgas-  
Emissionen für die Jahre 1990 – 2015

# Inhaltsverzeichnis

1. Ergebnis der CO <sub>2</sub> -Bilanz 1990 - 2015.....	5
2. Entwicklung der Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanzierung in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr 1990 bis 2015.....	8
2.1 Entwicklungen im Bereich Wärme (Endenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen) .....	10
2.2 Entwicklungen im Bereich Strom (Endenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen) .....	13
2.3 Entwicklungen im Bereich Verkehr (Endenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen) .....	14
2.4 Entwicklungen von Endenergie und CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren .....	16
3. Entwicklung Erneuerbare Energien .....	19
3.1 Einsatz von Biomethan.....	21
4. Fazit und Ausblick .....	21

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Münster in 1.000 t.....	5
Abbildung 2: Prozentuale Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Münster.....	6
Abbildung 3: Entwicklung der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Einwohner in Münster und in der BRD in t/Einwohner.....	7
Abbildung 4: Aufteilung des Endenergieverbrauchs in Münster in GWh/a.....	9
Abbildung 5: Aufteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in Münster in kt/a .....	10
Abbildung 6: Endenergieverbrauch (MWh) und CO <sub>2</sub> -Emissionen (1.000 t) für Wärme in Münster.	11
Abbildung 7: CO <sub>2</sub> -Emissionen für Wärme 1990 und 2015.....	12
Abbildung 8: Entwicklung des Stromverbrauchs und der CO <sub>2</sub> -Emissionen für Strom in Münster...	13
Abbildung 9: CO <sub>2</sub> -Emissionen für Verkehr 1990 und 2015.....	14
Abbildung 10: Endenergieverbrauch 2015 nach Verbrauchssektoren in Münster in GWh (witterungsbereinigt) .....	16
Abbildung 11: CO <sub>2</sub> -Emissionen 2015 nach Verbrauchssektoren in Münster in t/a (incl. Äquivalente) .....	17
Abbildung 12: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in Münster (witterungsbereinigt) .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
Abbildung 14: Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien in Münster am Energieverbrauch.....	20
Abbildung 14: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Verbrauchssektoren in Münster in t/a (incl. Äquivalente).....	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen (1.000 t) in Münster 1990 - 2015.....	5
Tabelle 2: Endenergieverbrauch in Münster in GWh/a .....	8
Tabelle 3: Entwicklung der Emissionsfaktoren in g/kWh.....	8
Tabelle 4: Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) und CO <sub>2</sub> -Emissionen für Wärme nach Energieträgern .....	11
Tabelle 5: Entwicklung von Bevölkerung und Wohnungen in Münster zwischen 1990 und 2015...	12
Tabelle 6: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen für Strom.....	13
Tabelle 7: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen für Verkehr (* geänderte Systematik ab 2005) .....	15
Tabelle 8: Endenergieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren.....	18
Tabelle 9: Erneuerbare Energien in MWh im Wärmemarkt in Münster.....	19
Tabelle 10: Erneuerbare Energien in MWh im Strommarkt in Münster .....	20

## Energie- und Klimabilanz der Stadt Münster

Die erste Energie- und Klimaschutzbilanz wurde für das Jahr 1990 im Endbericht des Beirates für Klima und Energie 1995 veröffentlicht und bis 2010 kontinuierlich in einem 5-Jahreszyklus fortgeschrieben. Im Rahmen der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes 2020 wurde die Systematik überarbeitet und das Bilanzierungssystem BiCO<sub>2</sub> (ifeu GmbH, Heidelberg) eingeführt, mit dem dann eine jährliche Bilanzierung erfolgen kann. Durch eine kontinuierliche Bilanzierung sowohl der Endenergieverbräuche als auch der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist eine Bewertung der in Münster umgesetzten Klimaschutzmaßnahmen möglich.

Die Themen Energieeffizienz und Klimaschutz haben in Münster eine lange Tradition - und das seit mehr als 20 Jahren. Dafür ist Münster über die Stadtgrenzen bekannt und mehrfach ausgezeichnet worden. Neben den Maßnahmen, die bereits seit vielen Jahren die erfolgreiche Klimaschutzpolitik der Stadt Münster ausmachen, sind in den letzten Jahren weitere Maßnahmen insbesondere im gewerblichen Bereich und zum Ausbau der Erneuerbaren Energien angestoßen worden, die zukünftig ebenfalls noch deutlich ausgeweitet werden müssen, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster weiter deutlich zu reduzieren.

Die Stadt Münster ist - nach dem Beschluss zum Masterplan „100% Klimaschutz“ - auf dem Weg zur klimaneutralen Stadt bis zum Jahr 2050. Konkret bedeutet dies, dass sich die Stadt Münster das Ziel gesetzt hat, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um mindestens 95 Prozent gegenüber 1990 zu mindern und gleichzeitig den Endenergieverbrauch zu halbieren. Dabei wird es vor allem darum gehen, den Wärme- und Strombedarf in der Stadt deutlich zu reduzieren und die Energieeffizienz in der Industrie, im Gewerbe und bei den Dienstleistungen zu steigern. Zudem gilt es Wege zu finden, das Verkehrsaufkommen zu reduzieren, die Altbausanierung voranzutreiben und die erneuerbaren Energien weiter auszubauen. Auch eine noch stärkere Sensibilisierung der Stadtgesellschaft für die Belange des Klimaschutzes steht auf der Agenda.

Der Masterplan 100% Klimaschutz schließt unmittelbar an das bisherige Klimaschutzziel der Stadt an, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 um 40 Prozent im Vergleich zu 1990 zu senken und den Anteil erneuerbarer Energien auf 20 Prozent zu erhöhen. Daher lautet das neue Motto für den Klimaschutz in Münster: Münster Klimaschutz 2050.



# 1. Ergebnis der CO<sub>2</sub>-Bilanz 1990 - 2015

Für Münster bildet das Jahr 1990 mit 2.517 kt CO<sub>2</sub>-Emissionen das sogenannte Basisjahr. Dabei stellen die drei Bereiche Wärme, Strom und Verkehr die untersuchten Sektoren dar. Innerhalb dieser Bereiche können die Energieverbräuche nach den unterschiedlichen Energieträgern und Nutzern ausgewiesen werden, wodurch die Ergebnisse der Bilanz in den folgenden Kapiteln differenziert analysiert und bewertet werden können. Zu Beginn die Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung im Überblick.

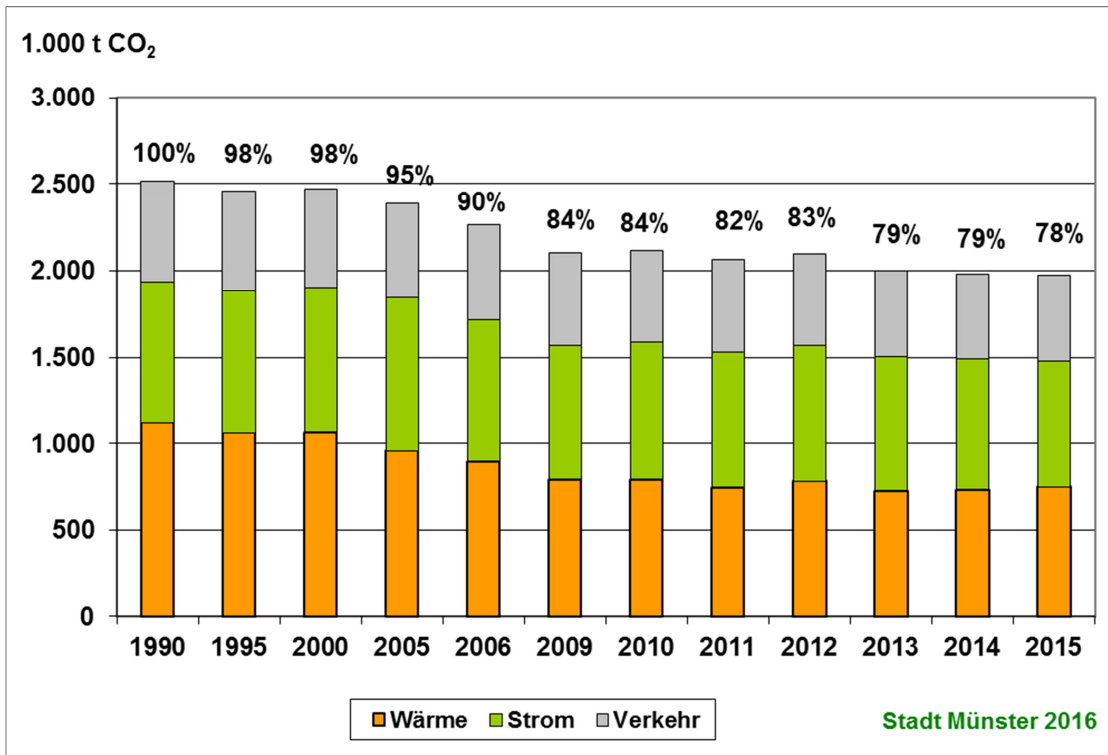


Abbildung 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster in 1.000 t

Insgesamt sind in Münster die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2.517 kt im Jahr 1990 auf 1.971 kt im Jahr 2015 gesunken. Gegenüber dem Basisjahr 1990 bedeutet dies eine Reduzierung um 22% bzw. 546.000 t CO<sub>2</sub>. Während in den ersten Inventurzeiträumen bis 2005 die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster nur um rund 2% bis 5% reduziert worden sind, ist ab 2006 bis heute ein deutlicher Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verzeichnen. Dies kann als beachtlicher Erfolg betrachtet werden, da in diesem Zeitraum in Münster eine wirtschaftliche Entwicklung stattgefunden hat, die in allen Sektoren zu einem deutlichen Wachstum (z.B. Bevölkerungszahl +11%, Wohnfläche +40% Anzahl der PKW's +19%, Ausweisung von Gewerbegebieten in Höhe von 121 ha) geführt hat.

CO <sub>2</sub> – in 1.000 t	Basis 1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	in % zu 1990	Ziel 2020
- Wärme	1.119	1.060	1.064	958	788	742	744	723	727	744	-34%	672
- Strom	819	822	839	885	800	789	790	779	761	735	-10%	491
- Verkehr	579	577	568	543	528	530	528	497	494	492	-15%	347
<b>Gesamt</b>	<b>2.517</b>	<b>2.459</b>	<b>2.471</b>	<b>2.386</b>	<b>2.116</b>	<b>2.061</b>	<b>2.062</b>	<b>1.999</b>	<b>1.983</b>	<b>1.971</b>	<b>- 21,7%</b>	<b>1.510</b>
in % zu 1990		- 2,3%	- 1,8%	- 5,2%	- 15,9%	- 18,1%	- 18,1%	- 20,5%	- 21,2%	- 21,7%		- 40,0%
in t/EW	9,1	8,8	8,8	8,6	7,4	7,0	7,0	6,7	6,6	6,5	- 29,4%	5,5
in % zu 1990	-	- 3,8%	- 3,3%	- 6,5%	- 18,9%	- 24,0%	- 24,0%	- 26,8%	- 27,7%	- 29,4%		- 40,0%
BRD in t/EW	13,0	11,3	10,7	10,0	10,0	9,7	9,8	10,0	9,4	9,3	- 28,5%	7,8

Tabelle 1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (1.000 t) in Münster 1990 - 2015

Unterschiedliche Faktoren und teilweise gegenläufige Entwicklungen nehmen hier einen großen Einfluss, die im Kapitel 2 detailliert betrachtet werden. Hier nun ein erster Überblick.

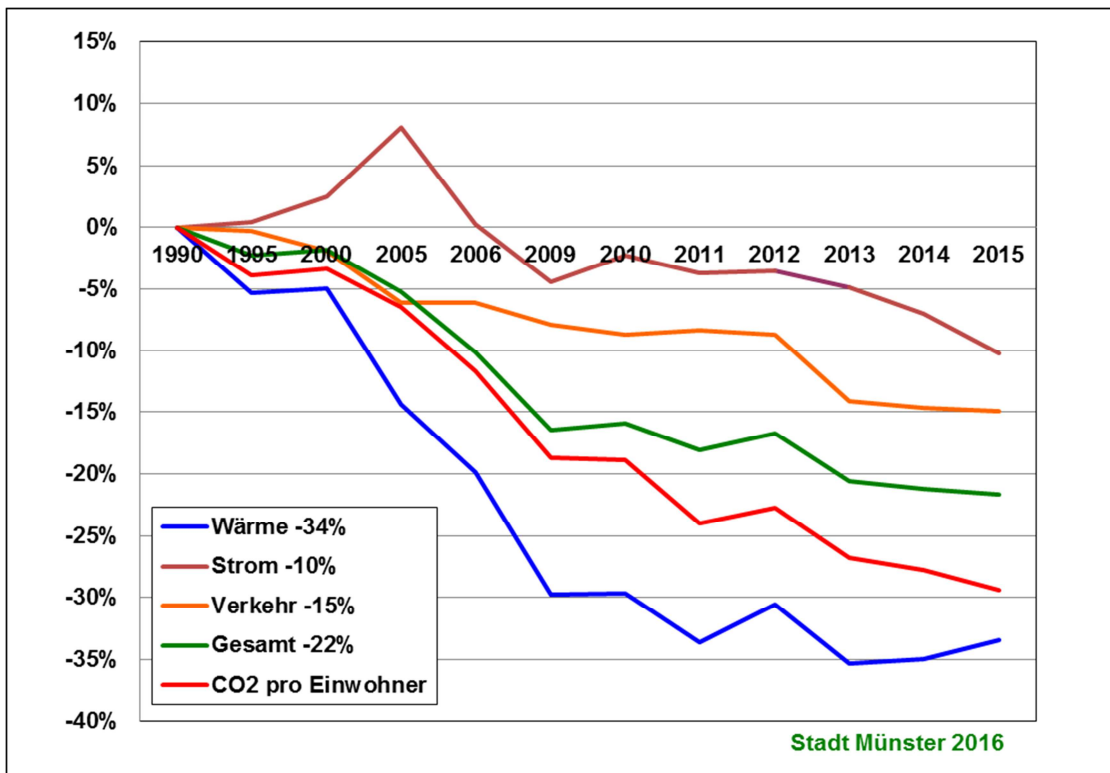


Abbildung 2: Prozentuale Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster

Im Wärmebereich sind die Emissionen trotz eines erheblichen Zuwachses sowohl der Anzahl der Wohngebäude (+37%) als auch der Wohnfläche (+40%) in den letzten 20 Jahren in Münster um 34% verringert worden. Ausschlaggebend ist hier einerseits die gezielte Ausrichtung der Klimaschutzaktivitäten auf den Bereich Bauen und Wohnen, wodurch der Energieverbrauch um 15% (vgl. Tab.2) reduziert werden konnte, und andererseits die Verbesserung der Emissionsfaktoren durch den Neubau des Gas- und Dampfturbinen-Heizkraftwerkes der Stadtwerke Münster (GuD-Anlage) im Jahr 2005 (vgl. Tab. 3).

Bei den Emissionen im Stromsektor ist trotz eines starken Anstieges des Stromverbrauches (um 38%, vgl. Tab. 2) seit 2005 ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Im Jahr 2015 konnten die Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 um 10% reduziert werden, was zum einen auf die erhebliche Verbesserung der Emissionsfaktoren für Strom in Münster wiederum durch den Neubau des Heizkraftwerkes der Stadtwerke Münster GmbH als auch bundesweit durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Kraftwärmekopplung begründet ist. Zum anderen tragen auch hier die städtischen und bundesweiten Klimaschutzbemühungen zur Reduzierung des Stromverbrauches langsam Früchte, da der Anstieg des Stromverbrauches in Münster ab 2010 (+48% seit 1990, vgl. Tab. 6) gestoppt werden konnte und seit dem ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist.

Im Bereich Verkehr ist insgesamt ein geringer Anstieg der Nutzung von Bus und Bahn zu verzeichnen. Zusammen mit sinkenden spezifischen Verbräuchen der PKW sind so die Emissionen des Personenverkehrs zwischen 1990 und 2012 kontinuierlich um 8% reduziert worden. Im Jahr 2013 ist ein Rückgang auf 14% zu verzeichnen. Zurückzuführen ist dieser sprunghafte Rückgang auf die Bilanzierungssystematik im Verkehrsbereich, wo ca. alle 7 Jahre neue Daten erhoben werden. Die weitere geringfügige Senkung auf 15% bis zum Jahr 2015 resultiert aus der Verbesserung im sogenannten Flottenmix (geringere Verbräuchen und besseren Emissionsfaktoren).

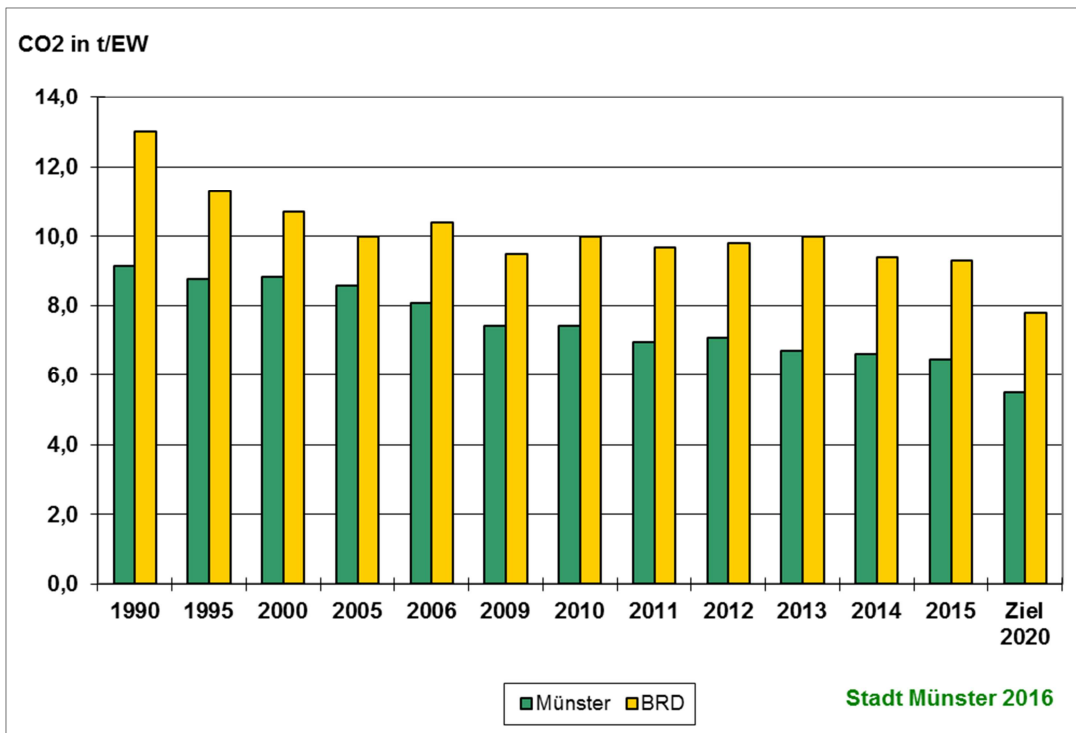


Abbildung 3: Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner in Münster und in der BRD in t/Einwohner

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt liegt Münster mit einem Kennwert von 9,1 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner im Jahr 1990 und 6,5 t CO<sub>2</sub> pro Einwohner in 2015 deutlich unter den Bundeskennwerten, da Münster durch Verwaltung und Dienstleistung und nicht durch Industrie geprägt ist. Insgesamt konnte die Stadt Münster eine CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 29,4% im Rahmen der einwohnerspezifischen Betrachtung erreichen.

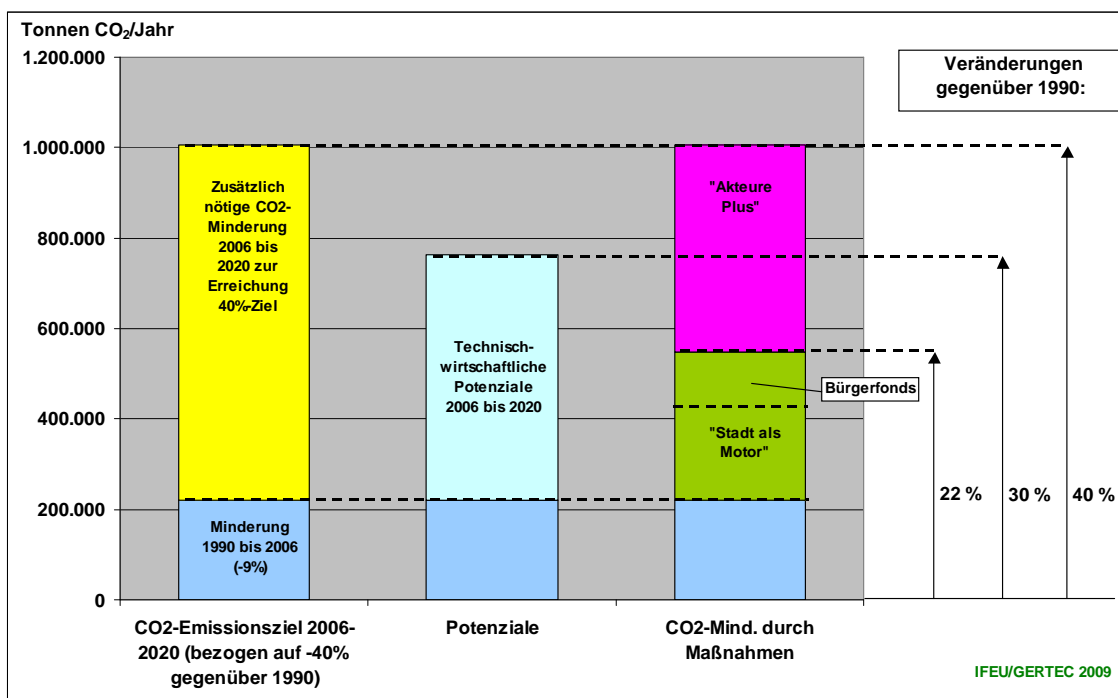


Abbildung 4: Vergleich: Zu erreichende CO<sub>2</sub>-Minderungen für das 40%-Ziel, technisch-wirtschaftliche Potenziale im Rahmen normaler Sanierungs-/Ersatzzyklen und mögliche Beiträge von Maßnahmen, Quelle: Klimaschutzkonzept 2020 der Stadt Münster

Insgesamt muss nachwievor festgehalten werden, dass der ambitionierten Klimaschutzpolitik der Stadt Münster verbrauchssteigernde Trends wie z.B. ein hoher Stromverbrauch, steigende Ein-

wohnerzahlen oder zunehmendes Verkehrsaufkommen in Münster entgegenstanden. Die erreichte Emissionsminderung um 21,7% konnte einerseits auf Grund der in den letzten Jahren stetig verstärkten Klimaschutzaktivität der Stadt Münster aber auch der Unterstützung auf Bundes- und Landesebene erzielt werden. Bezieht man die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Einwohnerzahlen, so fällt die Ergebnis mit einem Rückgang von knapp 30% von 1990 bis 2015 deutlich besser aus. Das hochgesteckte Ziel von 40% CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis 2020 in Münster ist aber noch nicht erreicht. Wie ambitioniert das Klimaschutzziel für die Stadt Münster ist, wurde ja bereits im Klimaschutzkonzept 2020 dargestellt, in dem der Aktionsbereich der „Stadt als Motor“ auf ein Reduktionspotential von 22% CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis 2020 ermittelt wurde. Diesen Ansatz hat Münster im Jahr 2015 erreicht.

## 2. Entwicklung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr 1990 bis 2015

Die Entwicklungen sowohl des Endenergieeinsatzes als auch der CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich in den drei Bereichen (Wärme, Strom und Verkehr) differenziert darstellen und ermöglichen eine detaillierte Betrachtung der Veränderungen und Einflussfaktoren auf die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung in Münster. Innerhalb der Bereiche Wärme und Strom können die Energieverbräuche auch nach den unterschiedlichen Energieträgern ausgewiesen werden, wodurch die Ergebnisse der Bilanz transparenter dargestellt und bewertet werden können.

Bis zum Jahr 2005 ist der Endenergieeinsatz in Münster im Vergleich zum Basisjahr 1990 von 6.519 GWh auf 6.748 GWh (+3,5%) kontinuierlich angestiegen, wobei die Entwicklung durch einen deutlichen Anstieg des Stromverbrauchs bedingt war. Ab 2010 stellte sich im Stromsektor endlich ein gegenläufiger Trend - vornehmlich auf Grund der Sättigung bei der Elektro-Ausstattung im Haushalt und Dienstleistungsbereich (vgl. Kap.2.2) – ein, so dass im Jahr 2015 insgesamt mit einer Reduzierung auf 6.067 GWh ein Rückgang von 6,9% gegenüber 1990 erreicht werden konnte.

Energieverbrauch in GWh	Basis 1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	in % zu 1990
- Wärme	3.690	3.606	3.724	3.650	3.263	3.130	3.268	3.075	3.075	3.146	- 15%
- Strom	959	1.009	1.119	1.341	1.420	1.411	1.415	1.392	1.369	1.321	+ 38%
- Verkehr	1.870	1.864	1.834	1.756	1.720	1.729	1.721	1.618	1.609	1.600	- 14%
<b>Gesamtenergie</b>	<b>6.519</b>	<b>6.479</b>	<b>6.678</b>	<b>6.748</b>	<b>6.404</b>	<b>6.270</b>	<b>6.299</b>	<b>6.085</b>	<b>6.052</b>	<b>6.067</b>	<b>- 6,9%</b>
Änderung 1990 in %		- 0,6%	+2,4%	+3,5%	-1,8%	- 3,8%	- 1,8%	- 6,7%	- 7,2%	- 6,9%	

Tabelle 2: Endenergieverbrauch in Münster in GWh/a

Einen wichtigen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz hat neben dem tatsächlichen Endenergieeinsatz auch die Entwicklung der Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Energieträger. Gravierende Veränderungen haben in Münster bei den Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme stattgefunden.

	1990	1995	2000	2005	2006	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Erdgas</b>	252	252	252	252	252	252	252	252	252	251	250
<b>Erdöl</b>	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321	321
<b>Fernwärme Münster</b>	266	266	266	196	144	124	118	115	123	121	121
<b>Strommix Münster</b>	854	815	750	660	600	564	559	559	560	556	556
<b>Strommix BRD</b>	739	683	683	626	626	595	595	595	595	595	595 <sup>1</sup>

Tabelle 3: Entwicklung der Emissionsfaktoren in g/kWh

Der bundesweite Emissionsfaktor für Strom ist seit 1990 von 739 g/kWh auf 595 g/kWh im Jahr 2015 deutlich gesunken. Hier spiegeln sich insbesondere die Entwicklungen auf Bundesebene im

<sup>1</sup> Der bundesweite Emissionsfaktor für Strom basiert auf dem IFEU-Strommaster, der seit 2010 nicht fortgeführt wird, da das IFEU-Institut an der Entwicklung einer Methodik arbeitet, mit der eine einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht wird (Klimaschutz-Planer).



Rahmen der Sanierung des bundesweiten Kraftwerkparks als auch dem Ausbau der erneuerbaren Energien wider. Der lokale Emissionsfaktor für Strom konnte durch den Neubau der GuD-Anlage der Stadtwerke Münster GmbH im Jahr 2005 und der damit verbundenen Verdopplung der Stromerzeugung in Münster sogar von 854 g/kWh im Jahr 1990 auf 556 g/kWh im Jahr 2015 verbessert werden.

Der Neubau der GuD-Anlage der Stadtwerke Münster GmbH hat auch einen erheblichen Einfluss auf den Emissionsfaktor für die örtliche Fernwärme. Vom kohlebasierten Heizkraftwerk im Jahr 1990 mit 266 g/kWh ist der Emissionsfaktor für Fernwärme in Münster durch die gasbetriebene GuD-Anlage kontinuierlich um mehr als die Hälfte auf einen Wert von 121 g/kWh im Jahr 2015 reduziert worden. Die Schwankungen des Fernwärmefaktors von 2010 bis 2015 sind zum einen auf das Heizkraftwerk der Universität zurückzuführen. Zum anderen weisen sowohl der Erdgaseinsatz als auch die erzeugte Menge an Fernwärme und Ferndampf über die Jahre hinweg eine große Schwankungsbreite auf.

Die Emissionsfaktoren für Erdgas und Heizöl sind bundesweit und damit auch in Münster nahezu konstant geblieben. Lediglich durch den Einsatz von regenerativ erzeugtem Biomethan, das ins Erdgasnetz eingespeist worden ist, konnte in den letzten beiden Jahren eine geringfügige Verbesserung des Emissionsfaktors für Erdgas verzeichnet werden.

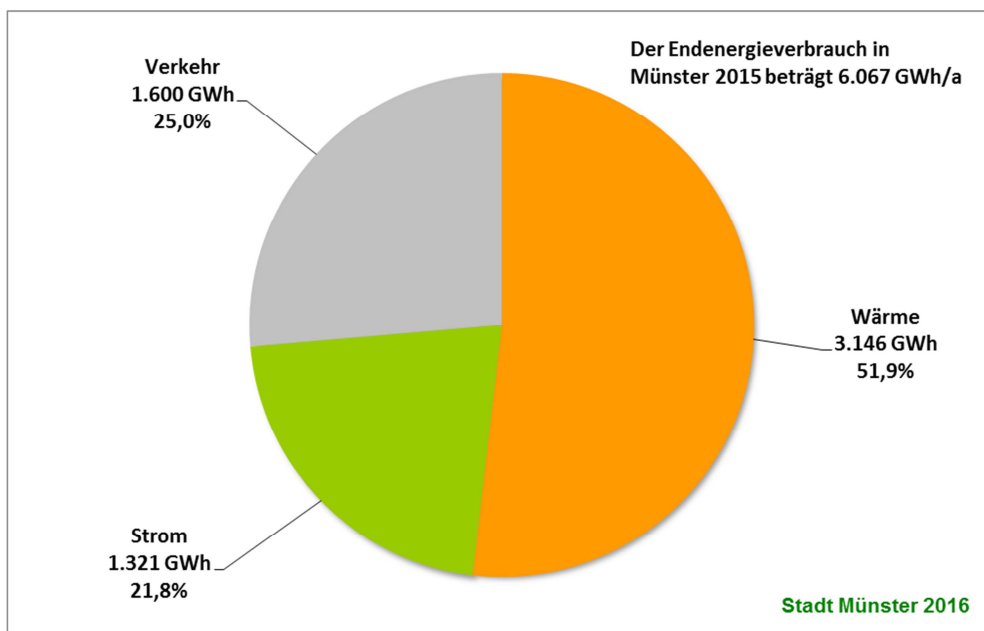


Abbildung 5: Aufteilung des Endenergieverbrauchs in Münster in GWh/a

Bei der Verteilung der Endenergie sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Bereiche Wärme, Strom und Verkehr werden die Auswirkungen der Emissionsfaktoren auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz deutlich. Der Wärmebereich dominiert im Endenergiesektor mit 51,9% die Verteilung, wird aber bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung auf 37,8% auf Grund der guten Emissionsfaktoren für den Wärmesektor zurückgedrängt. Dagegen steigt der Strombereich mit 21,8% bei der Endenergie auf 37,3% in der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung an, weil die Emissionsfaktoren für Strom trotz der Verbesserungen in den letzten Jahren insgesamt deutlich höher sind als im Wärmebereich und somit eine Verschiebung bewirken.

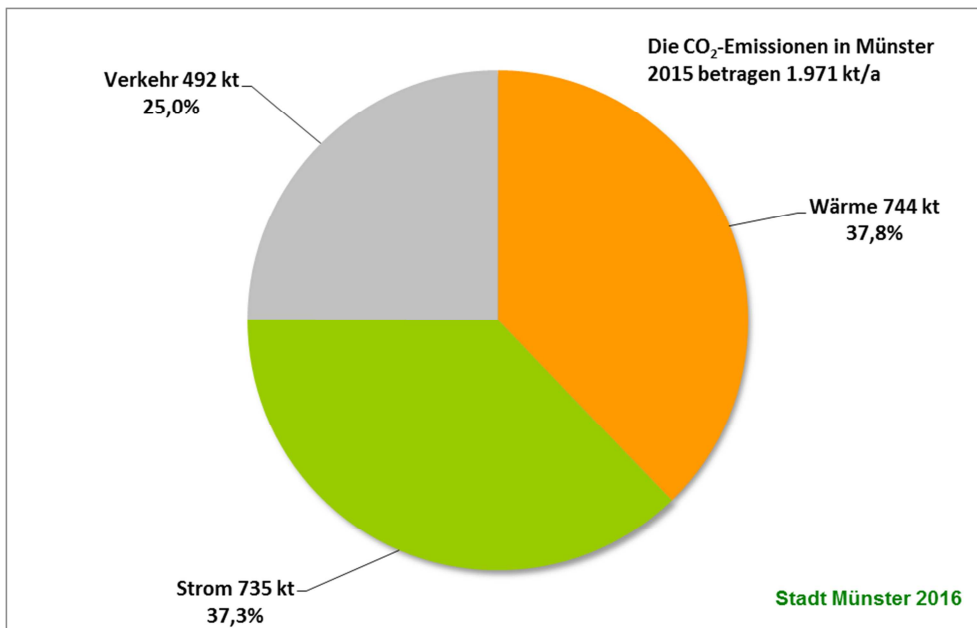


Abbildung 6: Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster in kt/a

Durch die detaillierte Betrachtung in den folgenden Kapiteln wird eine genauere Analyse und Bewertung mehr Transparenz in die Ergebnisse bringen, woraus sich Handlungsoptionen für die weiteren Aktivitäten in der Zukunft ableiten lassen.

## 2.1 Entwicklungen im Bereich Wärme (Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen)

Insgesamt ist im Bereich Wärme der Endenergieeinsatz (witterungsbereinigt) von 1990 bis 2015 um 15% reduziert werden konnten und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 34%. Dabei sind in Münster der Erdgasabsatz bis 2000 und der Fernwärmeabsatz bis 2005 kontinuierlich angestiegen und seitdem leicht rückläufig. Im Jahr 2015 ist beim Erdgas ein geringfügiger Anstieg zu verzeichnen, der hauptsächlich durch einen Anstieg im Sektor Gewerbe bestimmt wird.

Insgesamt ist der Erdgasabsatz um 4% gesenkt worden, während die Fernwärme trotz eines Rückganges seit 2005 mit einer Zunahme von 15% doch deutlich ausgeweitet worden ist. Diese Entwicklungen fanden zu Lasten von Heizstrom und Öl statt, die um 80% bzw. 42% reduziert worden sind. Ausschlaggebend für die rückläufigen Entwicklungen beim Erdgas wie auch bei der Fernwärme sind die intensive Sanierungstätigkeit und die steigende Effizienz der Heizanlagen in Münster, die hier eine nachhaltige Wirkung zeigen. Verdeutlicht wird diese Entwicklung durch die Betrachtung des spezifischen Wärmeeinsatzes pro Quadratmeter Wohnfläche in Münster, der von knapp 400 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 1990 auf 240 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 2015 um 40% zurückgegangen ist.

Endenergie	Gas [MWh/a]	Fernwärme [MWh/a]	Heizstrom [MWh/a]	Heizöl [MWh/a]	Sonstiges [MWh/a]	Gesamt [MWh/a]	in % zu 1990
1990	1.872.022	589.003	172.725	1.030.782	25.522	3.690.054	
1995	2.016.515	645.159	152.824	780.193	11.181	3.605.872	-2%
2000	2.125.904	644.106	115.425	831.315	7.389	3.724.138	1%
2005	2.006.022	756.773	56.279	718.634	112.498	3.650.207	-1%
2010	1.805.351	715.730	43.510	667.769	30.949	3.263.309	-12%
2011	1.795.570	696.458	43.790	556.401	38.036	3.130.255	-15%
2012	1.827.267	713.814	41.282	552.134	28.519	3.163.016	-14%
2013	1.812.761	703.137	38.589	490.648	29.375	3.074.510	-17%
2014	1.707.131	688.936	36.918	604.463	37.173	3.074.620	-17%
2015	1.797.207	676.457	33.990	602.730	35.622	3.146.006	-15%
1990-2015	-4%	+15%	-80%	-42%	+40%	-15%	

CO <sub>2</sub>	1000 t/a	1000 t/a	1000 t/a	1000 t/a	1000 t/a	1000 t/a	
1990	472	157	148	331	11	1.119	
1995	508	172	125	250	5	1.060	-5%
2000	536	171	87	267	3	1.064	-5%
2005	506	149	37	231	36 <sup>2</sup>	958	-14%
2010	455	89	25	214	5	788	-30%
2011	452	82	24	179	5	742	-34%
2012	460	82	23	177	1	744	-34%
2013	457	87	22	157	1	723	-35%
2014	428	83	21	194	1	727	-35%
2015	449	82	19	193	1	744	-34%
1990-2015	-5%	-48%	-87%	-42%	-89%	-34%	

Tabelle 4: Endenergieverbrauch (witterungsbereinigt) und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme nach Energieträgern

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmebereich haben mit einer Reduzierung um 34% gegenüber 1990 eine gravierende Verringerung erfahren. Der bedeutendste Anteil an diesem Einsparerfolg ist der Verbesserung des spezifischen Emissionsfaktors für die Bereitstellung der Fernwärme in Münster (vgl. Tab. 3), durch einen stetig steigenden Erdgasanteil im kohlebetriebenen Heizkraftwerk Hafen bis 2005 und dem dann folgenden Neubau des GuD-Heizkraftwerkes der Stadtwerke Münster GmbH zu zurechnen. Auch der Zubau an Blockheizkraftwerken (BHKW) in Münster mit mehr als 50 Anlagen spielt hier eine wichtige Rolle.

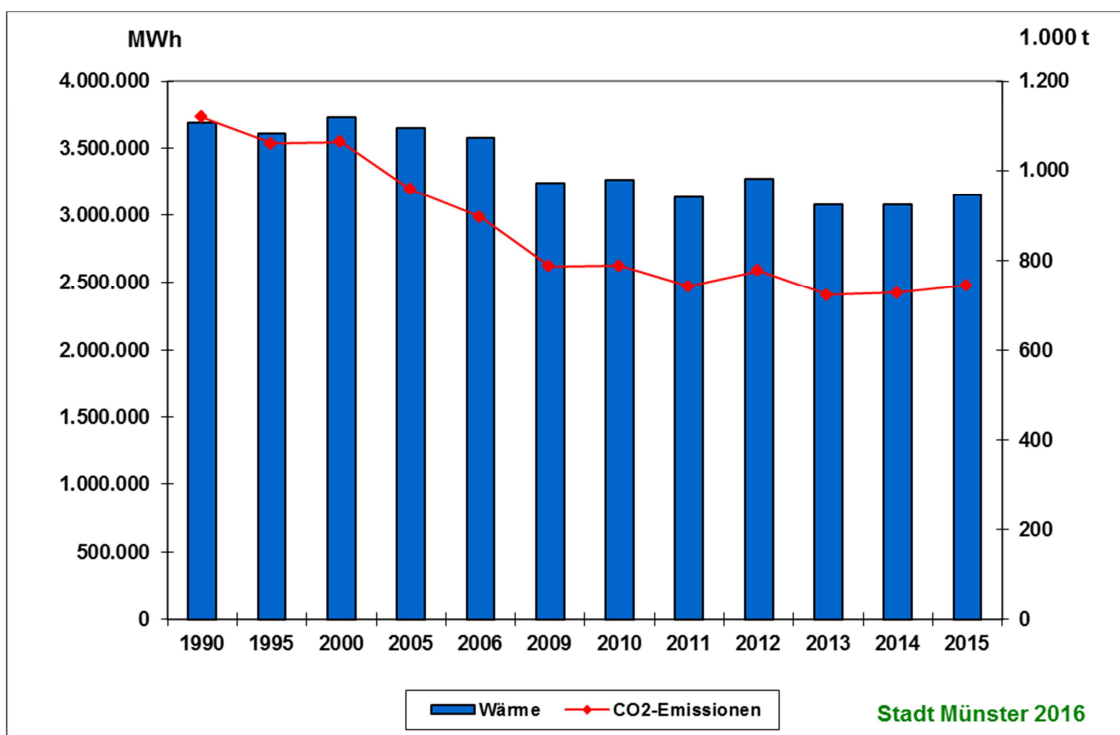


Abbildung 7: Endenergieverbrauch (MWh) und CO<sub>2</sub>-Emissionen (1.000 t) für Wärme in Münster

Betrachtet man die gegenläufigen Trends im Wohnungsmarkt stellt die positive Entwicklung des Endenergieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmemarkt einen sehr großen Erfolg für die Stadt dar. Bei stetig gestiegenen Einwohnerzahlen (+11%) ist ein Zuwachs von fast 15.000 Wohngebäuden (+37%) und einer Wohnfläche von 3,7 Mio. qm (+ 40%) zu verzeichnen, wodurch die

<sup>2</sup> Bei dem Energieträger „Sonstiges“ ist im Jahr 2005 ein Ausreisserwert zu verzeichnen. Hier mussten Daten zugewiesen werden, die nicht eindeutig einem anderen Energieträger zugeordnet werden konnten. Da der Wert im Verhältnis zum Gesamtwärmeeinsatz vernachlässigbar ist, wird dieser an der Stelle nicht weiter bewertet.

Zahl der Personen pro Wohnung von 2,25 auf 1,83 sank und die Anzahl der Haushalte um 36% zunahm. Trotz dieses starken Zuwachses an Wohngebäuden, beheizter Wohnfläche sowie der gestiegenen Zahl der Haushalte ist der Endenergieeinsatz für Heizzwecke in Münster - wie dargestellt – gesunken. Damit wird deutlich, dass die Erfolge einer konsequenten Klimaschutzpolitik mit der Umsetzung energieeffizienter Neubauten sowie umfangreicher Energiespar- und Sanierungsmaßnahmen (Förderprogramm Altbausanierung, Kampagnen zur Gebäudesanierung und Heizanlagenenergieerneuerung, Netzwerke mit Energieberater und Handwerkern, etc.) in Münster ihre Wirkung zeigen.

	Wohnberechtigte Bevölkerung	Wohngebäude	Haushalte	Personen pro Haushalt	Wohnfläche (m <sup>2</sup> )
1990	275.150	40.495	122.405	2,25	9.385.400
1995	279.632	42.923	130.906	2,14	10.036.600
2000	279.461	45.679	139.060	2,01	10.743.200
2005	278.925	48.016	144.160	1,93	11.164.600
2010	285.180	50.611	150.188	1,90	11.484.300
2011	296.440	51.367	159.583	1,86	11.741.000
2012	296.536	53.487	160.654	1,85	12.551.272
2013	298.518	54.411	162.500	1,84	12.724.538
2014	300.267	54.980	163.752	1,83	13.039.779
2015	305.235	55.312	166.630	1,83	13.148.953
1990-2015 in %	+11%	+37%	+36%	-19%	+40%

Tabelle 5: Entwicklung von Bevölkerung und Wohnungen in Münster zwischen 1990 und 2015

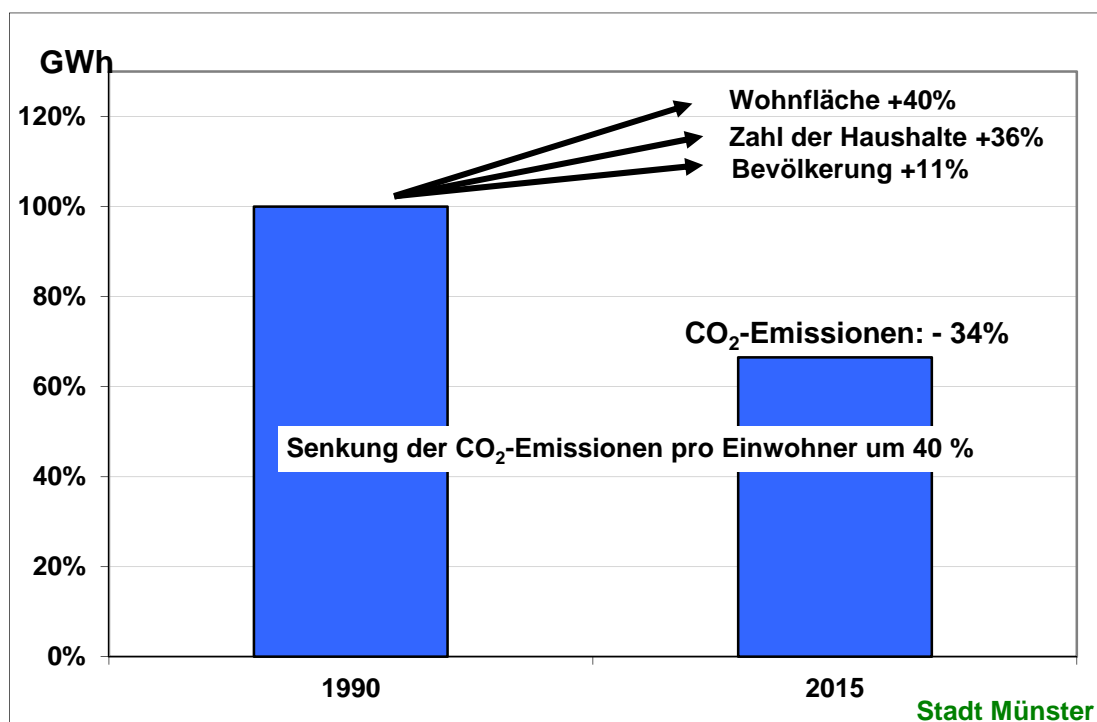


Abbildung 8: CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme 1990 und 2015

Steigende Energiepreise und ein geändertes Nutzerverhalten sowie die stetig steigenden Anforderungen an die Sanierung von Gebäuden durch den Bund unterstützen die lokalen Aktivitäten positiv und flankieren dieses gute Ergebnis.

## 2.2 Entwicklungen im Bereich Strom (Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen)

Der Stromverbrauch hat 2015 mit insgesamt 1.320.838 MWh einen Anteil von 21,8% am gesamten Endenergieeinsatz in Münster. Der Endenergieverbrauch ist nach einer Steigerung um +48% im Jahr 2010 mittlerweile auf +38% zurückgegangen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen weisen nach einem Anstieg um + 8% bis 2005 nunmehr gegenüber 1990 einen Rückgang von - 10% auf.

Strom Jahr	Endenergie		CO <sub>2</sub> -Emissionen	
	[MWh/a]	in % zu 1990	1.000 t	in % zu 1990
1990	959.275	0%	819	0%
1995	1.009.176	5%	822	0,4%
2000	1.119.248	17%	839	2,5%
2005	1.341.608	40%	885	8,1%
2010	1.420.298	48%	800	-2,3%
2011	1.411.197	47%	789	-3,7%
2012	1.414.500	47%	790	-3,5%
2013	1.392.280	45%	779	-4,9%
2014	1.368.591	43%	762	-7,0%
2015	1.320.838	38%	735	-10,3%

Tabelle 6: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Strom

Betrachtet man die Entwicklung des Stromeinsatzes in Münster im Detail wird deutlich, dass bis zum Jahr 2000 der Strom zwar stetig angestiegen ist, der entscheidende Sprung aber erst 2005 mit einem Mehrverbrauch von 200.000 MWh und somit 40% gegenüber 1990 erfolgt ist. Der Anstieg des Stromeinsatzes ist auf die Wirtschaftsstruktur Münsters als Verwaltungsstadt zurückzuführen. Denn gerade im Verwaltungs- und Dienstleistungssektor ist seit 1995 mit dem Einzug der EDV-Technik ein deutlicher Zuwachs in der Stromanwendung zu verzeichnen. Ergänzend hat diese Entwicklung auch in den Haushalten stattgefunden, die durch den Trend zum Singlehaushalt in Münster mit einem Anstieg der Zahl der Haushalte um 36% verbunden ist und somit ebenfalls zu stetig steigenden Stromverbräuchen geführt hat.

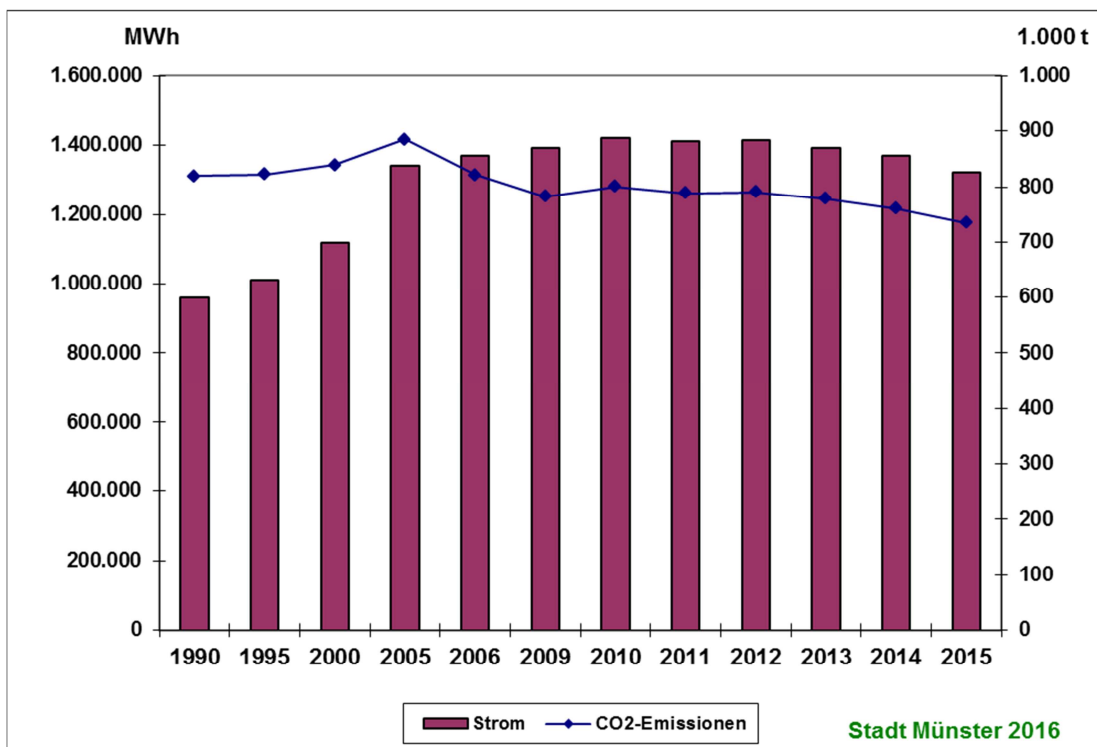


Abbildung 9: Entwicklung des Stromverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Strom in Münster

In den letzten Jahren ist eine erste Stagnation beim Stromverbrauch in Münster zu erkennen, die einerseits auf eine Sättigung der Ausstattung in den Haushalten und im Dienstleistungssektor zurückzuführen ist und andererseits auf bundesweite Maßnahmen wie z.B. sparsamere Geräte und Leuchtmittel, weniger Stand-by-Verbräuche in den Geräten, etc. bedingt ist. Aber auch kommunale Klimaschutzmaßnahmen in Münster wie beispielsweise der Bürgerpakt für Klimaschutz, das Unternehmensnetzwerk „Münsters Allianz für Klimaschutz“, eine intensive Stromsparberatung oder eine dauerhafte Energieberatung führen langsam zu Verhaltensänderungen.

Der spezifische Stromverbrauch liegt in Münster im Jahr 2015 mit 4.327 kWh/Einwohner weit unter dem Bundesdurchschnitt, der mit 7.356 kWh/Einwohner angesetzt wird, wobei auf Bundesebene der Zuwachs in der Stromanwendung mit 6% seit 1990 deutlich defensiver ausgefallen ist als in Münster mit 24%. Auch hier werden die Strukturunterschiede zum Bund sichtbar, denn einerseits ist der höhere spezifische Stromverbrauch auf Bundesebene durch den größeren Anteil der Industrie bedingt, der die Steigerung in den Bereich Haushalt und Dienstleistung abfängt. Andererseits sind im Industriesektor enorme Einsparungen umgesetzt worden.

Die mit dem Stromeinsatz verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in Münster seit 1990 zunächst bis 2005 um + 8% angestiegen, um dann kontinuierlich bis auf -10,3% im Jahr 2015 zu sinken. Die abgeschwächte und moderate Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Stromanwendungen ist durch die positive Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (vgl. Tab. 3) bedingt. Während bis 2000 der Strommix für Münster wie auch der Bundesstrommix auf einem relativ konstanten hohen Niveau lag, ist ab 2005 beim Strommix für Münster eine deutliche Reduzierung zu verzeichnen. Hier wirkt sich der Neubau des GuD-Heizkraftwerkes mit einer Verbesserung des Emissionsfaktors von 854 g/kWh in 1990 auf 556 g/kWh im Jahr 2015 deutlich aus. Zudem ist der Anteil der eigenen Stromerzeugung in Münster von ca. 15% (1990) auf fast 50% seit 2006 angestiegen, wodurch der verbesserte Emissionsfaktor für eine deutlich höhere Strommenge angesetzt werden kann. Aber auch der Bundesstrommix erfährt auf Grund des steigenden Einsatzes erneuerbarer Energien eine stetige Verbesserung (von 739 g/kWh in 1990 auf 595 g/kWh im Jahr 2015).

### 2.3 Entwicklungen im Bereich Verkehr (Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen)

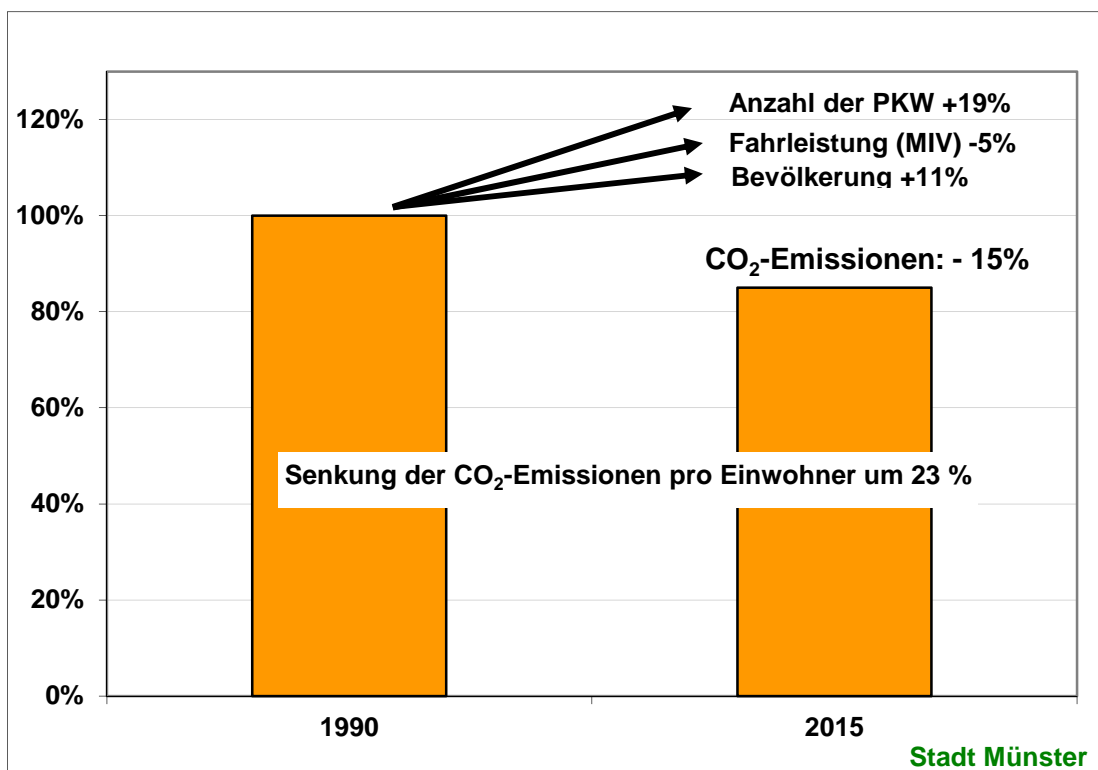


Abbildung 10: CO<sub>2</sub>-Emissionen für Verkehr 1990 und 2015

Entsprechend dem Territorialprinzip der Bilanzierung wird die Emissionsbilanz für den Personenverkehr ohne den überregionalen Verkehr erstellt, d.h. Flug-, Bahngüter-, Fernstraßen- und Schienenfernverkehr bleiben unberücksichtigt. Die Treibhausgasemissionen des Verkehrs in Münster beliefen sich 1990 auf 579.000 t CO<sub>2</sub> und konnten im Jahr 2015 um 15 % auf 492.000 t reduziert werden.

Die Entwicklung des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Verkehr verläuft relativ parallel, wobei die Einsparungen überwiegend im motorisierten Individualverkehr (MIV) stattgefunden haben und dabei durch weniger Fahrten, eine kontinuierliche Verbesserung der Fahrzeugflotte mit geringeren Spritverbräuchen als auch besseren Emissionsfaktoren bedingt sind.

Verkehr	Endenergie		CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1.000 t					
	Jahr	[MWh/a]	in % zu 1990	MIV+Straßen-güter	ÖPNV	SPNV	Gesamt	in % zu 1990
	1990	1.870.138		540	12	26	579	
	1995	1.864.446	-0,3%	535	15	27	577	-0,3%
	2000	1.834.648	-1,9%	516	18	33	568	-1,9%
	2005	1.756.000	-6,1%	517	14	13*	543	-6,2%
	2010	1.720.000	-8,0%	502	13	12	528	-8,7%
	2011	1.729.000	-7,5%	506	13	12	530	-8,4%
	2012	1.721.000	-8,0%	503	13	12	528	-8,7%
	2013	1.618.000	-13,5%	472	13	12	497	-14,1%
	2014	1.609.000	-14,0%	469	13	12	494	-14,6%
	2015	1.600.000	-14,4%	468	13	12	492	-15,0%

Tabelle 7: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Verkehr (\* geänderte Systematik ab 2005)

Der deutliche Sprung der Einsparungen ab 2013 ist eine Folge der Datenerhebung, die turnusmäßig alle sieben Jahre erfolgt und so bereits 2005 zu einer Verbesserung geführt hat. Gemäß den Ergebnissen ist die Fahrleistung im Binnenverkehr deutlich zurückgegangen und unterstützt damit den positiven Trend der technischen Verbesserung der Kfz-Flotte.

Fahrleistung Mio. Pkm	1990	1995	2000	2005	2010	2015
<b>Binnenverkehr</b>						
MIV	649	628	669	658	662	465
ÖPNV	131	185	220	205	208	194
<b>Summe Binnenverkehr</b>	<b>780</b>	<b>813</b>	<b>889</b>	<b>863</b>	<b>870</b>	<b>659</b>
Änderung gegenüber 1990		4%	14%	11%	12%	-15%
<b>Regionalverkehr</b>						
MIV	793	825	857	978	900	900
ÖPNV + SPNV	184	185	195	185	185	185
<b>Summe Regionalverkehr</b>	<b>977</b>	<b>1.010</b>	<b>1.052</b>	<b>1.163</b>	<b>1.085</b>	<b>1.085</b>
Änderung gegenüber 1990		3%	7%	19%	11%	11%
<b>Gesamt</b>	<b>1.757</b>	<b>1.771</b>	<b>1.854</b>	<b>2.026</b>	<b>1.955</b>	<b>1.744</b>
Änderung gegenüber 1990		4%	10%	15%	11%	-1%
<b>PKW-Dichte je 1.000 Einwohner</b>	<b>368</b>	<b>393</b>	<b>418</b>	<b>435</b>	<b>440</b>	<b>448</b>

Tabelle 8: Fahrleistung nach Sektoren 1990 - 2015

Der Trend zu einer veränderten Mobilität ist in Münster nicht nur durch den guten Modal Split im Umweltverbund mit 71% für ÖPNV, Rad- und Fußverkehr zu erkennen, sondern auch an der seit 2005 nur leicht gestiegenen PKW-Dichte, die zwar seit 1990 um 22% angestiegen ist, jedoch mit 448 PKW pro 1.000 Einwohnern relativ konstant ist. Der Bundeswert lag 2015 bei 684 PKW pro 1.000 Einwohner deutlich höher. Auch hier spiegelt sich der gute Modal Split im Umweltverbund in Münster wieder, wobei ausschlaggebend in erster Linie der hohe Radverkehrsanteil mit 39% ist.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass trotz stetig gestiegener Einwohnerzahlen (+11%) und einem damit verbundenem Zuwachs bei der Anzahl der PKW (+18%) die Zahl der durchgeführten Fahrten kontinuierlich abgenommen hat, was durch die positive Entwicklung des Modal Split verdeutlicht wird. Langfristig entfalten die kommunalen Konzepte wie z. B. das Zentrenkonzept, das Einzelhandelskonzept, die Innenentwicklung vor Außenentwicklung, die Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes und eine intensive Öffentlichkeitsarbeit ihre positive Wirkung.

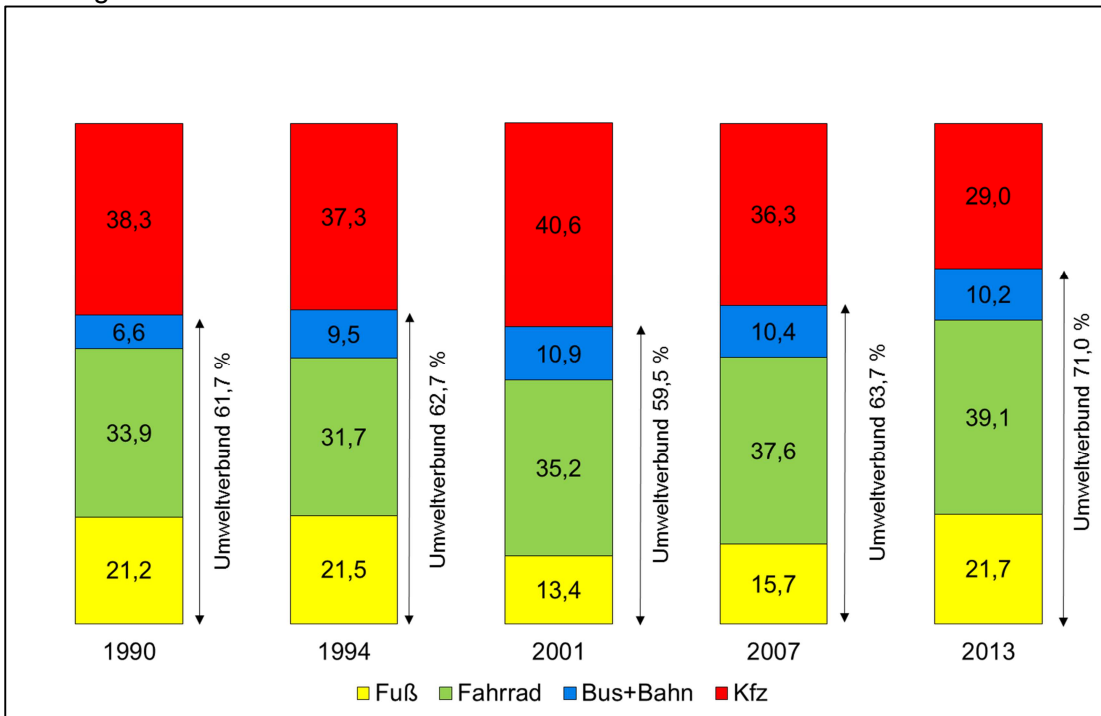


Abbildung 11: Modal-Split von 1990 bis 2013 (Quelle: Amt für Stadtentwicklung/ -planung, Verkehrsplanung)

## 2.4 Entwicklungen von Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

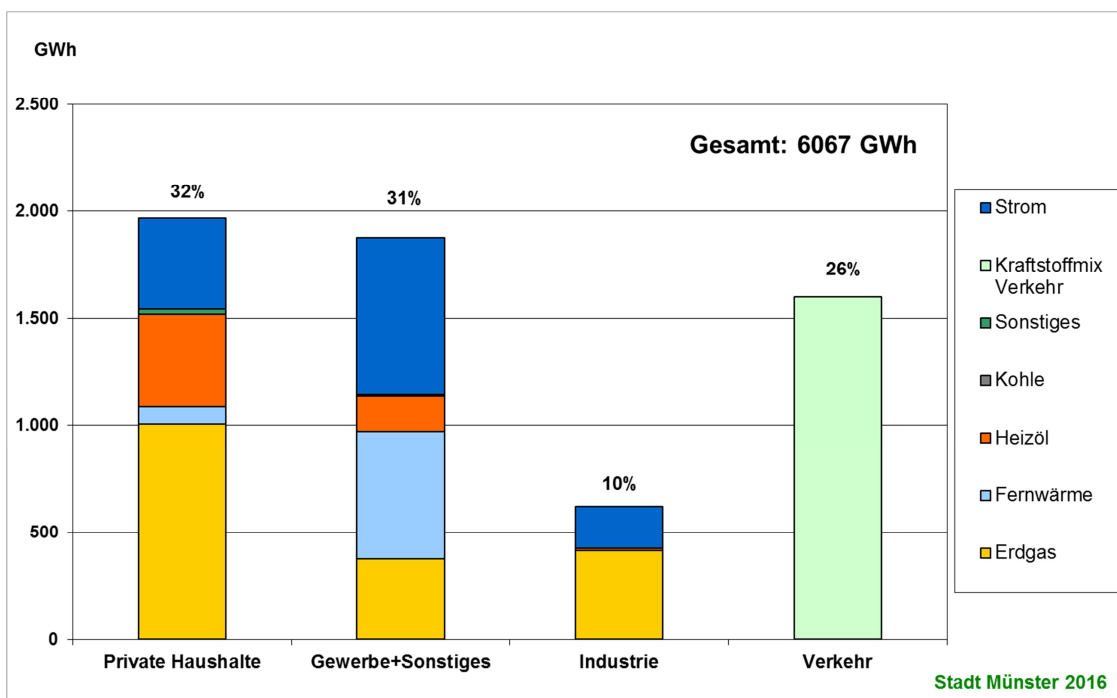


Abbildung 12: Endenergieverbrauch 2015 nach Verbrauchssektoren in Münster in GWh (witterungsbereinigt)



Bei der Betrachtung der Endenergieverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Emissionssituation in den unterschiedlichen Verbrauchssektoren werden die Herausforderungen für den Klimaschutz in Münster in den kommenden Jahren deutlich.

Die privaten Haushalte weisen sowohl beim Endenergieverbrauch als auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen einen Anteil von 32% auf. Dominiert wird der Sektor durch den hohen Anteil am Erdgaseinsatz, während Fernwärme und Heizöl eine untergeordnete Rolle spielen. Der Fernwärmeanteil des Wohnungsbaus bzw. der größeren Wohnungsbaugesellschaften findet sich beim gewerblichen Sektor wieder. Der Stromeinsatz ist mit 22% ebenfalls nicht zu vernachlässigen, da hier durch den hohen Emissionsfaktor eine größere Bedeutung für die CO<sub>2</sub>-Emissionen (37%) resultiert.

Handlungsschwerpunkte sind in diesem Sektor nach wie vor die Altbausanierung zur Reduzierung des Wärmeeinsatzes für Erdgas und Heizöl sowie der Ausbau des Fernwärmeeinsatzes bei den privaten Haushalten. Zudem spielen in den nächsten Jahren energieeffiziente Neubauten eine entscheidende Rolle beim Endenergieverbrauch, da ansonsten der geplante Zubau von jährlich rund 2.000 Wohneinheiten zu einem massiven Anstieg des Endenergieverbrauchs führt. Ein weiterer wichtiger Bereich sind die Stromanwendungen, die über Maßnahmen wie die kommunale Klimaschutzkampagne „Münster packt's! Der Bürgerpakt für Klimaschutz“ durch einfache Handlungsempfehlungen zu Verhaltensänderungen im Alltag führen, unterstützt durch die gezielte Beratung der Bürger in der Energie- und Umweltberatung.

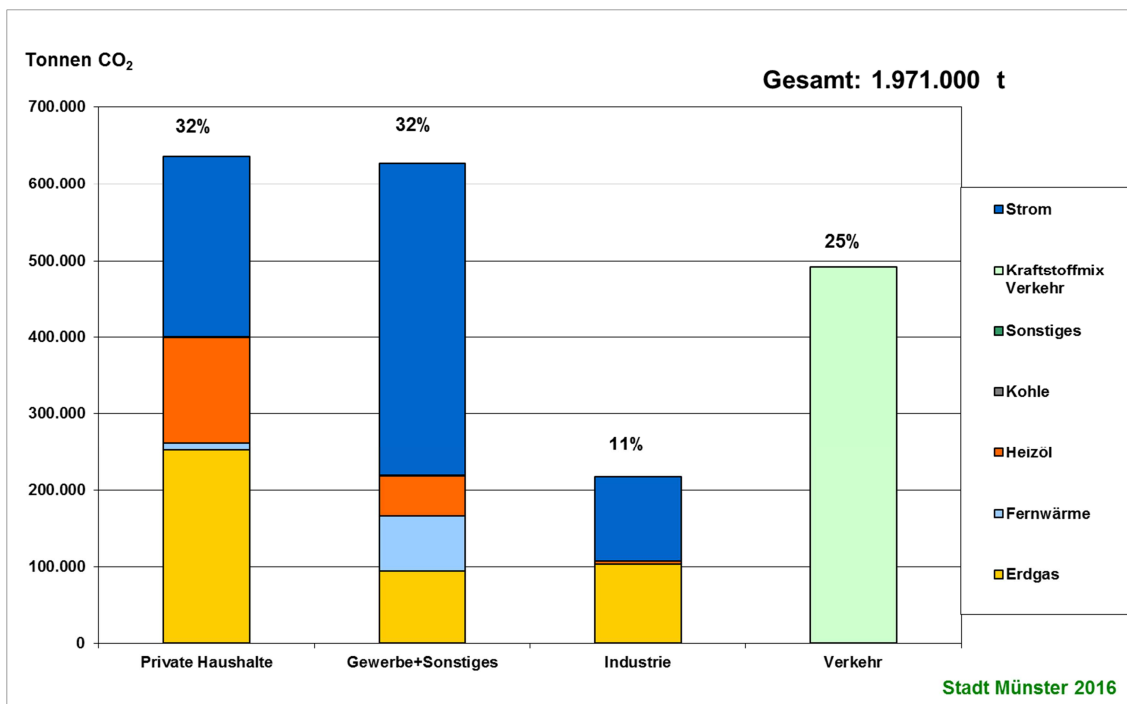


Abbildung 13: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2015 nach Verbrauchssektoren in Münster in t/a (incl. Äquivalente)

Im Sektor Gewerbe und Sonstiges, der mit 31% am Endenergieverbrauch und 32% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer gleich Größenordnung wie die privaten Haushalte liegt, stellt sich die Zusammensetzung des Energieeinsatzes ganz anders dar. Hier dominiert neben dem Strom die Fernwärme deutlich vor dem Erdgaseinsatz die Verbrauchsstruktur in diesem Sektor. Auf Grund der guten Emissionsfaktoren für die Fernwärme wird bei der Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Handlungsschwerpunkt für den Gewerbesektor schnell ersichtlich – der Stromverbrauch, der in diesem Sektor nicht nur 39% des Energieeinsatzes sondern auch 65% der CO<sub>2</sub>-Emissionen ausmacht.

Bedingt ist diese Struktur durch den hohen Anteil an Dienstleistungsunternehmen in Münster, die sowohl einen hohen Raumwärmebedarf haben als auch mit der stetig zunehmenden IT-Ausstattung einen hohen Stromverbrauch aufweisen. Um diesen Anstieg in den Griff zu bekom-

men, ist 2011 „Münsters Allianz für Klimaschutz – ein Netzwerk für Unternehmen“ gegründet worden, um bei den gewerblichen Unternehmen gezielt Verbrauchsreduzierungen zu erzielen. Mittlerweile nehmen schon mehr als 100 Unternehmen daran teil.

Der Sektor Industrie nimmt mit 10% am Endenergieeinsatz und 11% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen eine untergeordnete Rolle in Münster ein, was auch die Struktur der Stadt Münster als Dienstleistungszentrum widerspiegelt. Der Erdgaseinsatz liegt mit 66% am Endenergieverbrauch deutlich vor dem Stromeinsatz mit 32%, wobei Heizöl und Fernwärme zu vernachlässigen sind. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen gleicht sich das Verhältnis auf Grund des höheren Emissionsfaktors für Strom annähernd aus.

Der Verkehrssektor stellt mit 26% am Endenergieverbrauch sowie 25% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen einen wichtigen Bereich dar, in dem auf Grund des guten Standards in Münster im Umweltverbund (ÖPNV und Radverkehr) Reduzierungen nur durch eine deutliche Intensivierung der Aktivitäten zur Eindämmung des Individualverkehrs erreicht werden können.

Betrachtet man nun die Entwicklung des Endenergieverbrauches nochmal in den einzelnen Sektoren so wird deutlich, dass bei den privaten Haushalten, im Gewerbe und in der Industrie die Einsparungen zwar nur gering ausfallen, aber auf Grund der bereits beschriebenen gegenläufigen Trends durch den starken Zuwachs der Wohnfläche aber auch der deutlichen Zunahme an Gewerbeflächen eine positive Bilanz gezogen werden kann. So sind innerhalb der letzten 15 Jahre (2001 bis 2015) insgesamt rd. 121 ha Gewerbe- und Industriefläche erstmals bebaut bzw. genutzt worden und die Wohnfläche ist um 40% gestiegen.

<b>Endenergie</b>	<b>Private Haushalte [MWh/a]</b>	<b>Gewerbe + Sonstiges [MWh/a]</b>	<b>Industrie [MWh/a]</b>	<b>Verkehr [MWh/a]</b>
1990	2.076	1.921	652	1.870
1995	2.061	1.907	647	1.864
2000	2.163	2.001	679	1.835
2005	2.229	2.062	700	1.756
2010	2.036	2.149	500	1.720
2011	1.975	1.906	661	1.729
2012	1.983	1.983	611	1.721
2013	1.939	1.889	638	1.618
2014	1.964	1.849	630	1.609
2015	1.966	1.878	623	1.600
1990-2015	-5,3%	-2,2%	-4,5%	-14,4%
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>1000 t/a</b>	<b>1000 t/a</b>	<b>1000 t/a</b>	<b>1000 t/a</b>
1990	817.325	830.320	290.355	578.597
1995	793.745	806.364	281.978	576.836
2000	802.613	815.374	285.129	567.617
2005	777.192	789.548	276.098	543.000
2010	678.664	726.003	183.359	528.000
2011	652.274	647.461	231.320	530.000
2012	653.871	665.450	214.642	528.000
2013	637.277	642.461	222.752	497.000
2014	642.089	626.591	219.930	497.000
2015	635.449	626.929	216.958	492.000
1990-2015	-22,3%	-24,5%	-25,3%	-15,0%

Tabelle 9: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ergibt sich ein komplett anderes Bild. Dort weisen die Sektoren Private Haushalte, Gewerbe und Sonstiges sowie die Industrie jeweils Einsparungen von 22 bis 25% auf. Der Verkehr fällt dort mit 15% zurück. Hier wird wieder einmal der große Einfluss der Emissionsfaktoren und folglich der Art der Energieerzeugung deutlich.

### 3. Entwicklung Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien spielt in Münster bislang sowohl für den Wärme- als auch für den Strommarkt eine untergeordnete Rolle und muss zur Erreichung der Klimaschutzziele deutlich intensiviert werden. Die Entwicklungen der letzten Jahre setzen bereits ein gutes Zeichen.

Jahr	Solarthermie	Wärmepumpen	Pellets	Stückholz	Biogasanlagen	Deponie-/Klärgas	Gesamt in MWh	in %
1990	25	43	0	0	0	0	68	0,0%
1995	349	195	0	0	0	0	544	0,0%
2000	1.852	348	13	0	0	15.000	17.213	0,5%
2005	4.111	500	488	495	1.238	15.000	21.831	0,6%
2010	8.827	8.278	2.713	2.370	14.649	15.000	51.837	1,6%
2011	9.216	10.265	2.950	2.625	23.904	15.000	63.960	2,0%
2012	9.568	11.815	3.188	3.174	23.904	15.000	66.648	2,1%
2013	10.366	13.278	3.375	3.264	23.904	15.000	69.311	2,3%
2014	10.571	14.040	3.713	3.690	37.829	15.000	84.842	2,8%
2015	10.670	14.890	3.813	3.810	37.829	15.000	86.011	2,7%

Tabelle 10: Erneuerbare Energien in MWh im Wärmemarkt in Münster

Durch intensive Förderung der erneuerbaren Energien sowie einer vermehrten Öffentlichkeitsarbeit sowohl im kommunalen Bereich als auch bundesweit konnte der Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt seit 1990 auf 86.011 MWh/a im Jahr 2015 gesteigert werden und deckt damit nun knapp 3% des Wärmemarktes in Münster ab. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung beträgt bei Ansatz eines mittleren Emissionsfaktors von 219 g/kWh für die Raumwärme in Münster 18.836 t pro Jahr (2,6% der Wärmeemissionen im Jahr 2015). Der Ausbau der Solarenergienutzung im Wärmemarkt begann bereits in den Jahren ab 1995, hat aber in den letzten Jahren noch mal einen deutlichen Schub erfahren. Neben dem Ausbau von Biogasanlagen und der vermehrten Nutzung von Wärmepumpen hat sich die Solarkollektorfläche von 2005 mit 8.300 qm auf mehr als 22.000 qm in 2015 beeindruckend erhöht.

Im Strommarkt übernehmen die erneuerbaren Energien mittlerweile einen Anteil von knapp 10%. Der Aufbau der Windkraftnutzung erfolgte vor mehr als zehn Jahren durch die Ausweisung entsprechender Windkraftvorrangflächen in Münster und konnte in den letzten Jahren nur noch marginal ausgebaut werden. Auf Grund des Ratsbeschlusses zur 65. Änderung des Flächennutzungsplans der Stadt Münster zur Darstellung von Konzentrationszonen für Windenergieanlagen (V/0748/2016) sind nun mehrere neue Konzentrationszonen ausgewiesen worden. Es ist davon auszugehen, dass dort auch in nächster Zeit wieder neue Windkraftanlagen entstehen werden. Anders dagegen die Solarstromnutzung, die sich ab 1999 durch Einführung der sogenannten kostendeckenden Vergütung langsam entwickelte und in den letzten Jahren durch eine starke Preisdegression bei den Anlagenkosten und guten Förderbedingungen einen weiteren deutlichen Schub erfahren hat und 2015 fast 36.000 MWh/a in Münster erreicht hat. Auch die landwirtschaftliche Biomassenutzung in Blockheizkraftwerken (BHKW) hat auf Grund der guten Förderbedingungen des Bundes seit 2005 erheblich zugenommen und nimmt mit fast 45.000 MWh/a einen höheren Anteil als die Photovoltaik ein. Bei den derzeitigen Rahmenbedingungen des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG 2107) ist allerdings nicht davon auszugehen, dass ein weiterer nen-

nenswerter Zubau in nächster Zeit erfolgen wird. Insgesamt werden 2015 fast 130.000 MWh und mehr als 70.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbaren Energien vermieden.

Jahr	Photo-voltaik	Wind-kraft	Wasser-kraft	Biogas-anlagen	Deponie-/Klärgas	Gesamt in MWh	in %
1990	0	63	240	0	0	303	0,0%
1995	32	63	240	0	0	335	0,0%
2000	505	63	240	0	11.850	12.658	1,1%
2005	2.041	21.804	240	0	11.850	35.935	3,2%
2010	8.033	22.815	436	16.417	11.850	59.552	4,2%
2011	16.379	22.815	436	16.417	11.850	67.897	4,8%
2012	25.911	25.368	436	29.059	11.850	92.625	6,6%
2013	30.765	25.368	436	29.059	11.850	97.479	7,0%
2014	32.993	34.406	436	44.952	11.850	124.637	9,1%
2015	35.756	34.406	436	44.952	11.850	127.400	9,7%

Tabelle 11: Erneuerbare Energien in MWh im Strommarkt in Münster

Der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Energieeinsatz beträgt im Jahr 2015 in Münster insgesamt 4,8% und ist damit zwar vom angestrebten Ziel „20% erneuerbare Energien bis 2020“ noch weit entfernt. Jedoch ist das im Klimaschutzkonzept 2020 mit 6% ausgewiesene technisch-wirtschaftlichen Potenziale bis 2020 fast erreicht. Die Schwierigkeit der Zielerreichung ist im Klimaschutzkonzept 2020 (Seite 118 – Kapitel 9) ausführlich beschrieben worden: denn der Endenergieverbrauch müsste um 77% sinken, damit mit den technisch-wirtschaftlichen Maßnahmen bis 2020 der Anteil der erneuerbaren Energien von 20% am Endenergieverbrauch in Münster erlangt wird.

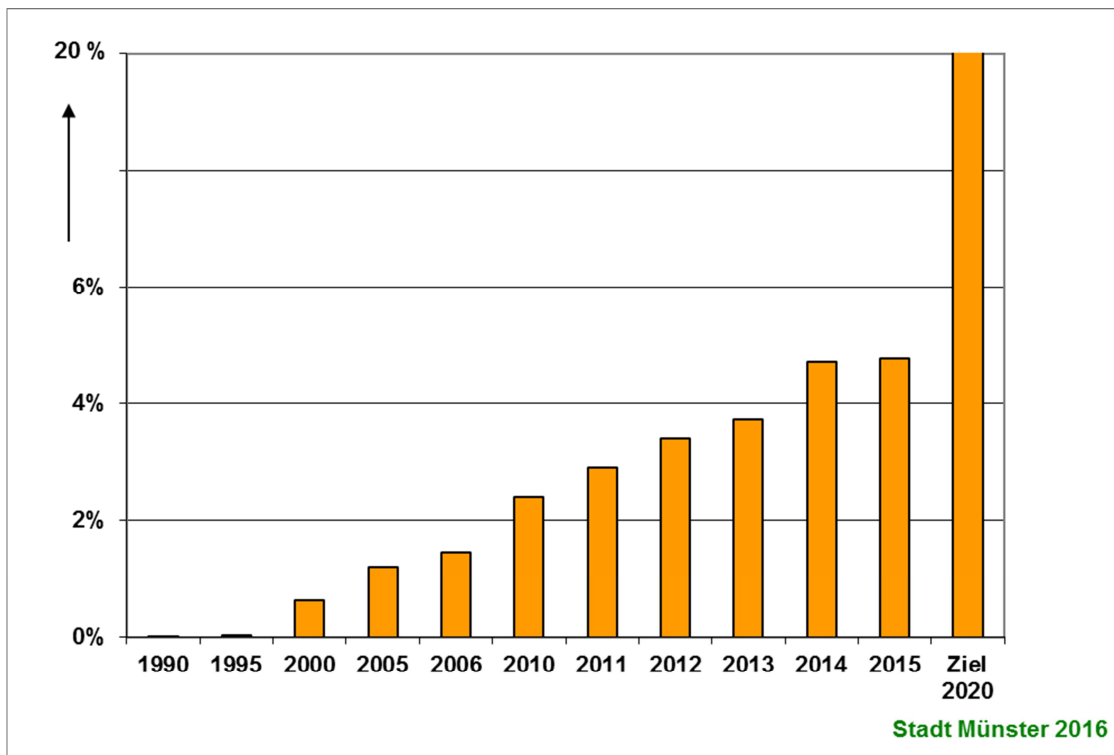


Abbildung 14: Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien in Münster am Endenergieverbrauch

### 3.1 Einsatz von Biomethan

Eine wichtige Maßnahme im Bereich der erneuerbaren Energien ist der Einsatz von regenerativ erzeugtem Biomethan. Anwendung findet Biomethan für die Produktion von Elektrizität und Wärme in Blockheizkraftwerken (BHKW) oder als Treibstoff für Fahrzeuge. Die Einspeisung des Biome-thans erfolgt in der Regel ins Erdgasnetz. Die Stadtwerke Münster GmbH betreibt seit dem Jahr 2015 einen Großteil ihrer BHKW's mit Biomethan. Dieses wurde jedoch nicht auf dem Stadtgebiet Münsters erzeugt, so dass es gemäß des bundesweit gültigen Berechnungsansatzes für die Bilanzierung kommunaler CO<sub>2</sub>-Bilanzen<sup>3</sup> nicht direkt in die Bilanzierung der erneuerbaren Energien einfließen kann. Berücksichtigt wird es jedoch bei der Verbesserung des bundesweiten Emissionsfaktors für Erdgas, der sich von 252 g/kWh im Jahr 2013 bereits auf 250 g/kWh im Jahr 2015 verbessert hat. Insgesamt betreiben die Stadtwerke Münster GmbH 9 BHKW's mit einer elektrischen Leistung von 7,4 MW auf Basis von Biomethan.

### 4. Fazit und Ausblick

Insgesamt kann die Entwicklung der Energie- und Klimaschutzbilanz mit einem Ergebnis von 21,7% CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis 2015 als positiv bewertet werden, wobei das angestrebte Klimaschutzziel mit einer CO<sub>2</sub>-Reduzierung von 40% bis 2020 noch nicht erreicht worden ist. Dabei muss jedoch festgehalten werden, dass der ambitionierten Klimaschutzpolitik der Stadt Münster vielfältige verbrauchssteigernde Trends wie z.B. einem steigenden Stromverbrauch, einem deutlichen Zuwachs der Einwohnerzahlen und damit verbunden der Wohnfläche entgegenstanden.

Wie ambitioniert das Klimaschutzziel für die Stadt Münster ist, wurde bereits im Klimaschutzkonzept 2020 dargestellt, in dem der Aktionsbereich der „Stadt als Motor“ auf ein Reduktionspotential von 22% CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis 2020 ermittelt wurde (vgl. Abb.4). Diesen Ansatz hat Münster im Jahr 2015 erreicht.

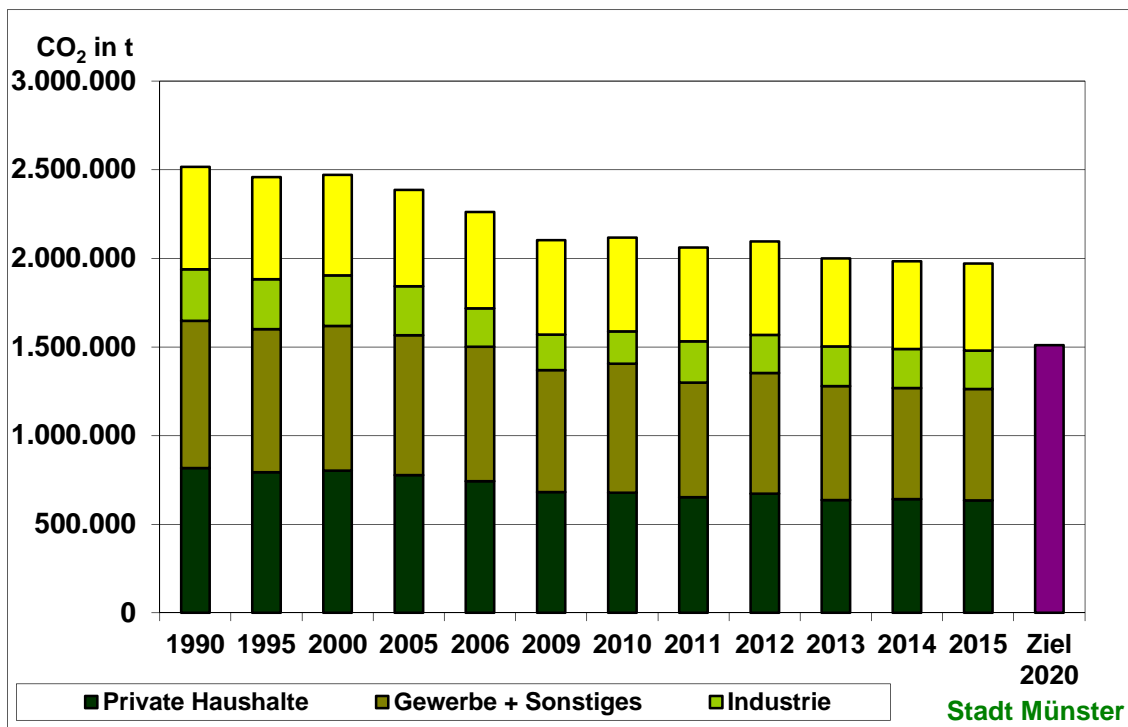


Abbildung 15: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Münster in t/a

<sup>3</sup> BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik Kommunal); Münster als Klimabündnis- und Masterplan Kommune ist an die Berechnungssystematik gebunden

Die Herausforderungen für die Stadt an eine erfolgreiche Klimaschutzarbeit werden bei wachsenden Einwohnerzahlen und geplanten Zuwächsen von ca. 2.000 Wohneinheiten pro Jahr weiter steigen. Geht man beispielsweise davon aus, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf bei 6,5 t stagnieren, so erhöhen sich nur durch die steigende Bevölkerung bis zum Jahr 2020 die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 2.047.000 t und bis zum Jahr 2050 auf 2.285.000 t, wodurch die prozentualen Einsparungen bezogen auf das Jahr 1990 wieder auf -9% sinken würden.

Die Erreichung des angestrebten Klimaschutzzieles im Rahmen des „Masterplans 100% Klimaschutz für Münster“ den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 95 % und den Endenergieverbrauch um 50 % zu senken, stellt die Stadt also vor eine sehr große Herausforderung und erfordert eine deutliche Intensivierung der bisherigen Aktivitäten. Die Anforderungen und Szenarien werden im Masterplan ausführlich dargestellt und bewertet. Der Bericht wird im Herbst 2017 vorgestellt.