



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

Bilanzierung des Energieeinsatzes und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für  
die Jahre 1990 – 2017

## 1. Einleitung

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. Die Stadt Münster ist - nach dem Beschluss zum Masterplan „100% Klimaschutz“ - auf dem Weg zur klimaneutralen Stadt bis zum Jahr 2050. Konkret bedeutet es, 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. Unter der neuen Dachmarke *Münster Klimaschutz 2050* und einem neuen Logo schließt der Masterplan 100% Klimaschutz 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.



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 im Bereich Klimaschutz und Energieverbrauch. Die Anforderungen und Szenarien sind im „Masterplan 100% Klimaschutz für Münster“ ausführlich dargestellt und bewertet.

In den kommenden Jahren 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 Bedeutung des Klimaschutzes steht auf der Agenda. Das Thema *Suffizienz* rückt dabei zunehmend als Ergänzung zur Energieeffizienz in den Fokus, da steigende Energieeffizienz oft ausgelöst durch indirekte und direkte Einkommenszuwächse und steigende Komfortansprüche sog. *Reboundeffekte* verursachen kann. Erzielte Treibhausgasemissionsminderungen konkreter Maßnahmen können indirekt zu neuen Emissionen in anderen Bereichen führen. Beim Kauf neuer Haushaltsgerät wird beispielsweise häufig ein deutlich größeres Neugerät gewählt, da die Effizienzklassen in den vergangenen Jahren stetig gestiegen sind.

Die Energie- und Klimaschutzbilanz der Stadt Münster soll einen Überblick über die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen im Stadtgebiet geben. Die Daten, auf die dabei zurückgegriffen wird, stammen aus verschiedenen Quellen der Stadt Münster und ihrer Tochterunternehmen. Die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen wird auch von politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen außerhalb der Stadt überlagert, sodass eine direkte Überprüfung der Wirksamkeit einzelner Klimaschutzmaßnahmen mit diesem Instrument nur bedingt möglich ist.

## 2. Anmerkungen und Bilanzierungsmethodik

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 BiCO2 (ifeu GmbH, Heidelberg) eingeführt, mit dem seit dem Jahr 2009 eine jährliche Bilanzierung erfolgt. Dazu werden die Endenergieverbräuche aller Akteure der Stadt (Verkehr, Haushalte, Kleinverbraucher, Industrie, etc.) erfasst und ausgewertet.

Der Großteil der Daten zum stationären Endenergieverbrauch (ohne Verkehr) wird von der Stadtwerke Münster GmbH und der münsterNETZ GmbH bereitgestellt. Sie spiegeln den tatsächlichen Endenergieverbrauch weitestgehend wider. Im Bereich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden Vorkette und Äquivalente berücksichtigt und es erfolgt eine Berechnung der Strom- und Fernwärmefaktoren in Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen nach der Exergiemethode. Entsprechend dem Territorialprinzip erfolgt eine Berücksichtigung des lokalen Strommixes.

Dem Territorialprinzip entsprechend wird die Bilanzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Endenergie für den Bereich Verkehr ohne den überregionalen Verkehr erstellt, d.h. Flug-, Bahn-güter-, Fernstraßen-, Binnenschifffahrt- und Schienenfernverkehr bleiben unberücksichtigt. Wichtigste Datengrundlage für den motorisierten Individualverkehr (MIV) bilden die Verkehrserhebungen der Stadt Münster, die etwa alle 8 Jahre statistisch erhoben werden. Der LKW-Verkehr wird entsprechend dem Bundestrend fortgeschrieben. Die Werte für den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) werden aus Fahrgastzahlerhebungen und den Fahrplänen ermittelt, die von der Stadtwerke Münster GmbH mitgeteilt werden.

Eine wichtige Maßnahme im Bereich der erneuerbaren Energien ist der Einsatz von regenerativ erzeugtem Biomethan. Anwendung findet Biomethan als Brennstoffersatz für Erdgas in Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Produktion von Elektrizität und Wärme oder als Kraftstoff für Fahrzeuge. Die Stadtwerke Münster GmbH betreibt seit dem Jahr 2015 einen Großteil der BHKW mit Biomethan. Dieses Biomethan stammt in aller Regel aus Biogasanlagen, die das aufbereitete Biomethan in das Erdgasnetz einspeisen. Die Versorgung mit Biomethan erfolgt in Münster rein bilanziell, sodass es gemäß des Territorialansatzes nicht direkt in CO<sub>2</sub>- und Energiebilanz einfließt. Es findet indirekt Berücksichtigung im bundesweiten Emissionsfaktor für Erdgas, der sich von 252 g/kWh im Jahr 2013 bereits auf 250 g/kWh im Jahr 2017 verbessert hat.

Bei der Energie- und Klimabilanz der Stadt Münster ist zu berücksichtigen, dass die Einflussfaktoren auf die Bilanz sehr vielfältig sind und sich deren Auswirkungen teilweise gegenseitig überlagern. Zudem gibt es eine Reihe von Faktoren, auf die die Stadt Münster nur einen indirekten oder keinen Einfluss hat. In Abbildung 1 sind exemplarisch einige Einflussfaktoren nach der Einflussmöglichkeit der Stadt Münster kategorisiert aufgelistet. Rechts sind die Faktoren dargestellt, die die Stadt Münster und ihre Tochterunternehmen durch ihr Handeln direkt beeinflussen können. Daneben existiert jedoch eine Reihe von nur indirekt zu beeinflussende Faktoren wie zum Beispiel das starke Wachstum der Bevölkerung Münsters oder Übergeordnete Faktoren wie die überregionale Gesetzgebung oder die Gesamtkonjunktur, die allesamt einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Energie- und Klimabilanz haben.

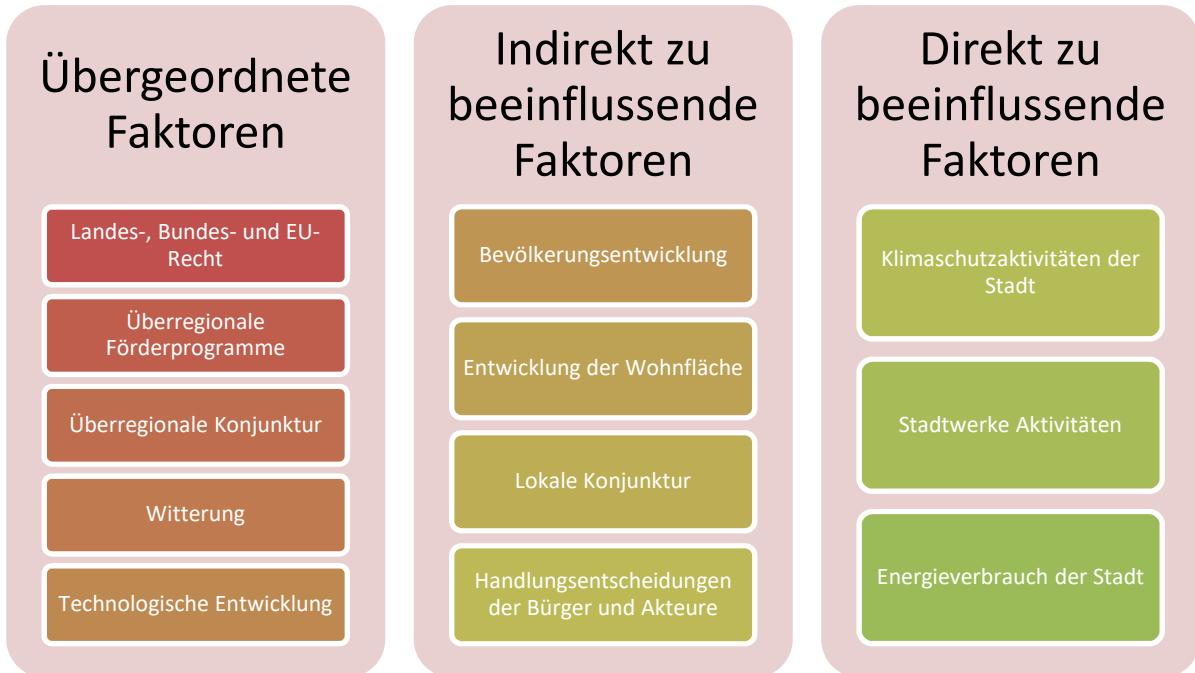


Abbildung 1: Auswahl sich überlagernder Faktoren, die Einfluss auf die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Münster haben

Zur direkten Quantifizierung einzelner Klimaschutzmaßnahmen ist die Energie- und Klimaschutzbilanz aufgrund dieser sich überlagernden Faktoren somit nicht geeignet. Aus den Ergebnissen der Energie- und Klimaschutzbilanz lässt sich jedoch insgesamt die Richtung der allgemeinen Klimaschutzaktivitäten abschätzen und es lassen sich zukünftige Handlungsschwerpunkte und eine Priorisierung der Maßnahmen ableiten.

### 3. Entwicklung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz in Münster

In Kapitel 3 erfolgt ein erster Gesamtüberblick über die Entwicklung der Ergebnisse der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung für die Stadt Münster. Dabei bildet das Jahr 1990 das sogenannte Basisjahr, auf das sich die selbst gesteckten Energie- und Klimaschutzziele beziehen. Die laufend erhobenen Daten lassen sich in die drei Anwendungsbereiche Wärme, Strom und Verkehr unterteilen. Innerhalb dieser Bereiche können die Endenergieverbräuche nach den unterschiedlichen Energieträgern und Nutzergruppen ausgewiesen werden, wodurch die Ergebnisse der Bilanz in Kapitel 5 differenziert analysiert und bewertet werden können.

#### 3.1. CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind in Münster von 2.517 kt im Jahr 1990 auf 1.930 kt im Jahr 2017 gesunken. Gegenüber dem Basisjahr 1990 bedeutet dies eine Reduzierung um 23% bzw. 587 kt CO<sub>2</sub>. Während die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den ersten 15 Jahren bis 2005 insgesamt nur um rund 5% reduziert worden sind, ist in den Jahren 2005 bis 2017 ein deutlicher Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt 18% zu verzeichnen. Zurückzuführen ist diese Entwicklung insbesondere zwischen 2005 und 2010 auf einen deutlichen Rückgang des Wärmeverbrauchs und eine Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom und Fernwärme als Folge des Neubaus des effizienten Gas- und Dampfturbinenkraftwerks (GuD) der Stadtwerke Münster GmbH sowie den Ausbau der erneuerbaren Energien in Münster und bundesweit. Doch auch nach dem Jahr 2010 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen insbesondere im Bereich Strom und Verkehr kontinuierlich gesenkt werden.

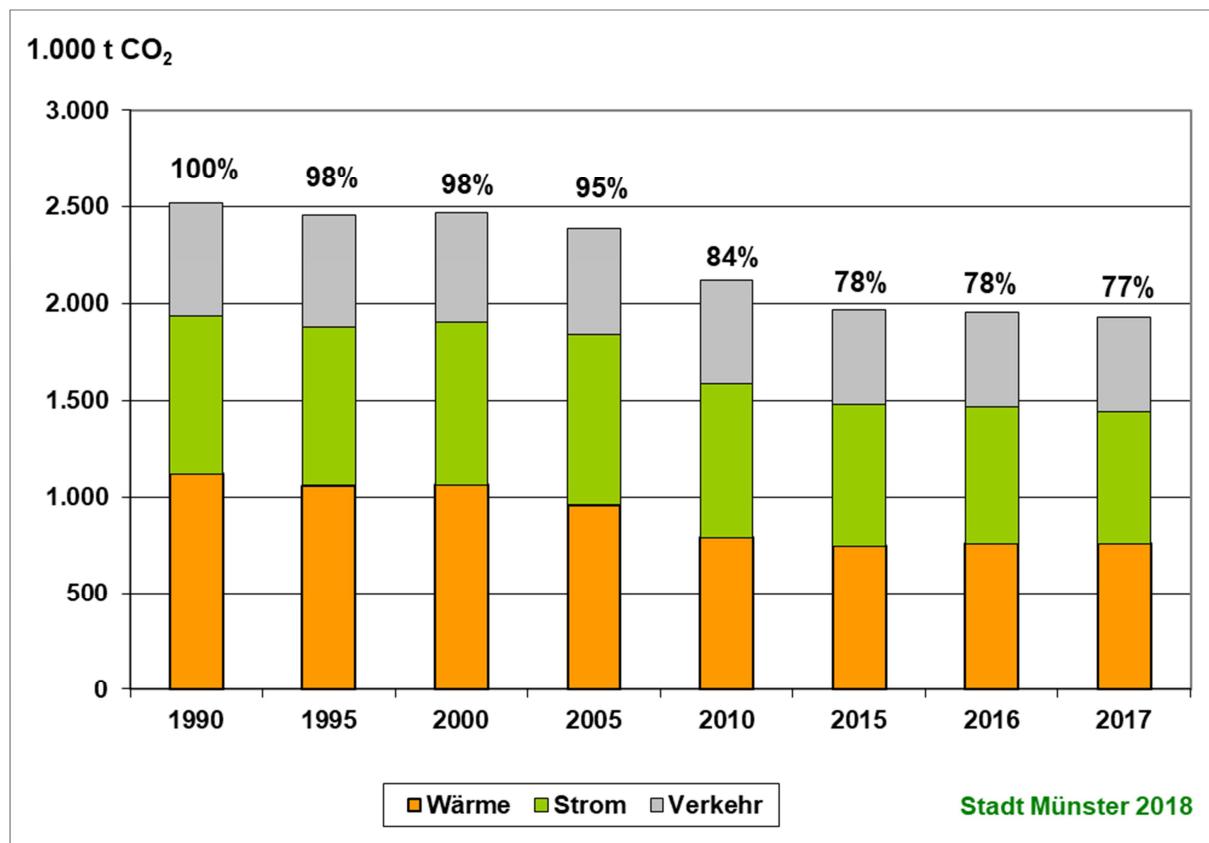


Abbildung 2: Entwicklung der absoluten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster in 1.000 t nach Anwendungsbereich. 100% entsprechen den Emissionen im Basisjahr 1990.

Im Anbetracht der Tatsache, dass in Münster insbesondere seit dem Jahr 2010 ein beachtliches Wachstum stattgefunden hat, ist die kontinuierliche Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ein umso größerer Erfolg.

Betrachtet man das Wachstum im Überblick, wird die Dimension deutlich: Seit 1990 ist die Einwohnerzahl bis 2017 um rund 12% auf nunmehr ca. 310.000 Einwohner angestiegen. Im gleichen Zeitraum hat die Wohnfläche sogar um 44% zugenommen. In einer kontinuierlich wachsenden Stadt wie Münster ist daher der Blick auf die Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner zwingend erforderlich, um zu einer ganzheitlichen Bewertung zu gelangen.

Tabelle 1: Allgemeine Zahlen zur Entwicklung der Stadt Münster. Quelle: Informationsmanagement und Statistikdienststelle der Stadt Münster.

	1990	2000	2010	2015	2016	2017
<b>Wohnberechtigte Bevölkerung</b>	275.150	279.461	285.180	305.235	307.842	309.429
<b>Wohngebäude</b>	40.495	45.679	50.611	55.312	55.947	56.271
<b>Haushalte</b>	122.405	139.060	150.188	166.630	167.767	168.800
<b>Personen/ Haushalt</b>	2,25	2,01	1,90	1,83	1,83	1,83
<b>Wohnfläche (m<sup>2</sup>)</b>	9.385.400	10.743.200	11.484.300	13.148.953	13.373.400	13.488.338
<b>Anzahl PKWs</b>	101.255	116.815	125.479	136.745	138.837	141.100

Bezieht man die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Einwohnerzahlen (CO<sub>2</sub> je Einwohner), so fällt das Ergebnis mit einem Emissionsrückgang von knapp 32% im Zeitraum von 1990 bis 2017 deutlich stärker aus. Bei linearer Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion je Einwohner bis 2020 würde das hochgesteckte Ziel von 40% CO<sub>2</sub>-Reduzierung mit 36% nur knapp verfehlt werden. Als positiv zu bewerten ist dabei insbesondere die Tatsache, dass die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen seit 2006 zunehmend von der Entwicklung der Einwohneranzahl entkoppelt werden konnte. Dies ist ein Zeichen für die Wirksamkeit der Klimaschutzaktivitäten der Stadt Münster und zeigt die Möglichkeiten weiterer CO<sub>2</sub>-Reduktionen trotz Wachstum auf. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass die CO<sub>2</sub>-Reduktion ohne das starke Wachstum deutlich höher ausgefallen wäre.

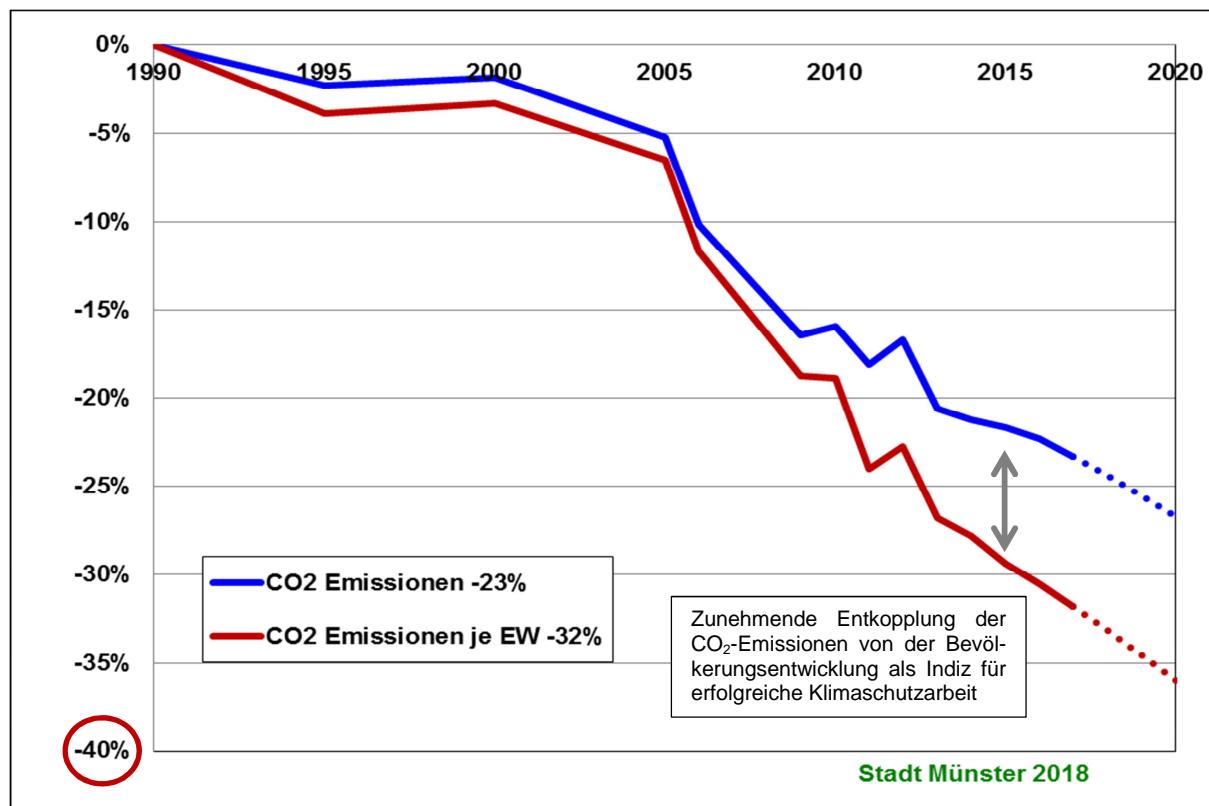


Abbildung 3: Entwicklung der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen (blau) und der CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner (rot) bis 2017 und lineare Fortschreibung bis 2020

Aber auch der Blick auf den Vergleich der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Reduktion je Einwohner in Münster und auf Bundesebene veranschaulicht den positiven Trend der Stadt insbesondere in den letzten zehn Jahren. Zwischen 2005 und 2017 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster besonders durch den Rückgang des Wärmeverbrauchs und wie erwähnt, durch den Neubau des effizienten Gas- und Dampfturbinenkraftwerks (GuD) und durch den Ausbau der erneuerbaren Energien entscheidend gesenkt werden. Insbesondere ab dem Jahr 2010 tragen der Rückgang des Stromverbrauchs bei anhaltendem Ausbau der erneuerbaren Energien und die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs (MIV) dazu bei, dass die spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster stärker sinken als der Bundesdurchschnitt.

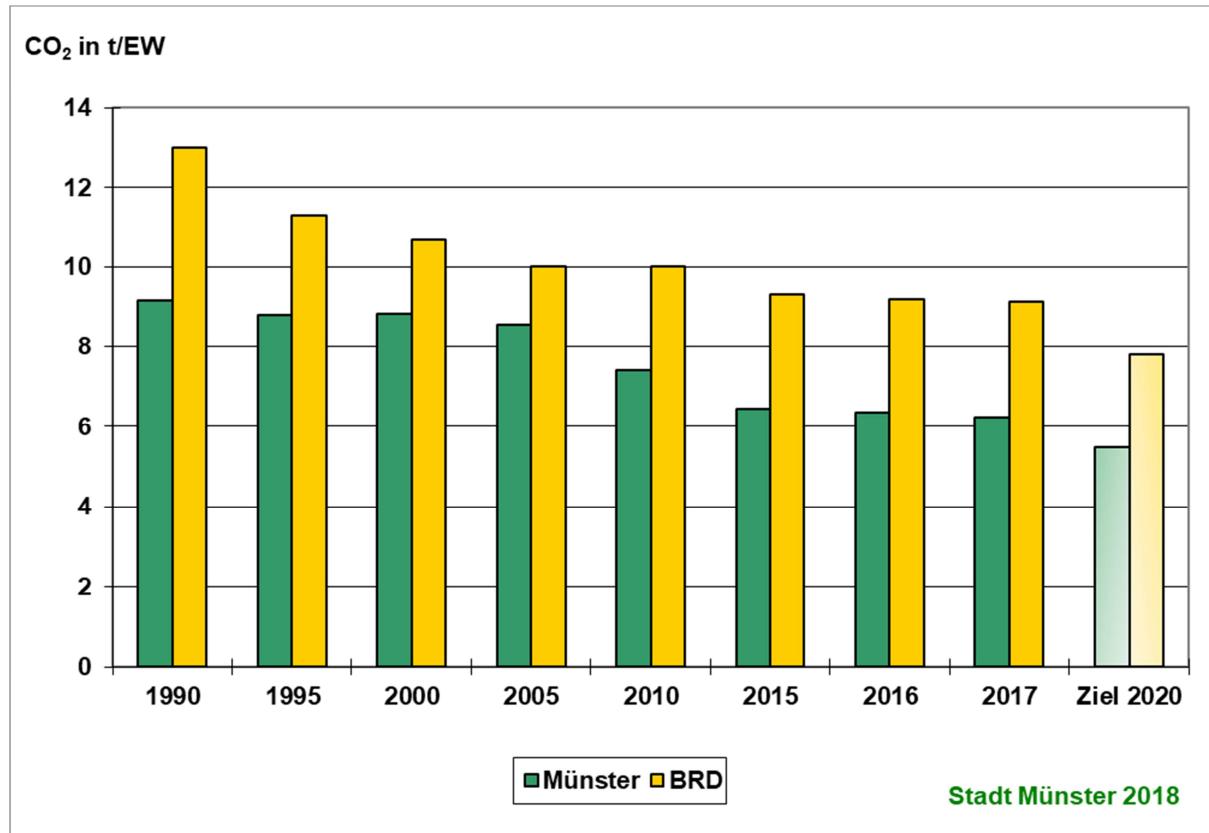


Abbildung 4: Entwicklung der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner in Münster und in der BRD in t/Einwohner

Bei der Gegenüberstellung des CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungsziels für das Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 1990 zeigt sich, dass die im Klimaschutzkonzept 2020 dargestellten technisch-wirtschaftlichen Potenziale allein nur zu einer Reduktion von 30% führen (mittlere Säule der Grafik). Erst durch das zusätzliche Engagement der Bürgerschaft und Maßnahmen auf höheren politischen Ebenen kann das 40%-Ziel erreicht werden.

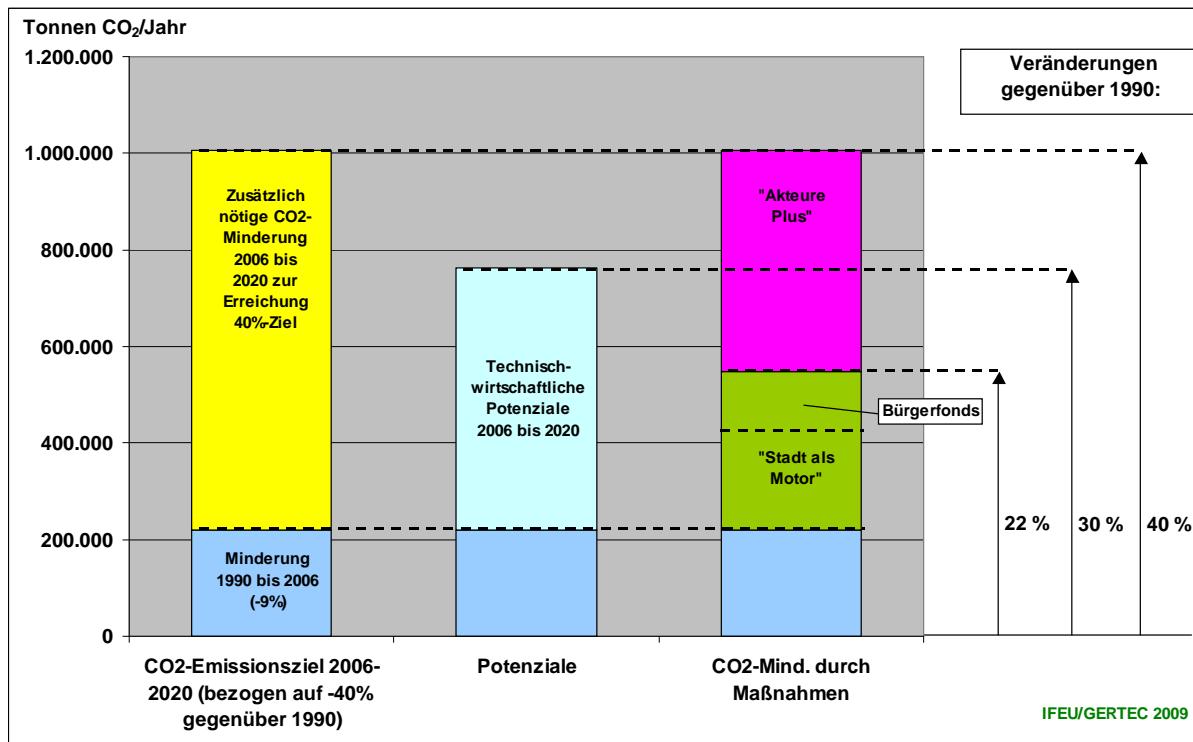


Abbildung 5: Vergleich: Zu erreichende CO<sub>2</sub>-Minderungen für das 40%-Ziel, technisch-wirtschaftliche Potenziale im Rahmen normaler Sanierungs-/Ersatzzyklen und mögliche Beiträge von Maßnahmen, Quelle: Klimaschutzkonzept 2020 der Stadt Münster

Insgesamt kann festgehalten werden, dass das Klimaschutzziel der Stadt Münster für das Jahr 2020 trotz der bisherigen Erfolge äußerst ambitioniert ist. Trotz teilweise ausbleibender unterstützender Maßnahmen externer Akteure wie EU, Bund oder Land insbesondere im Bereich der Gesetzgebung, rückt das 40%-Ziel mit einem Emissionsrückgang je Einwohner von knapp 32% in greifbare Nähe. Zur Zielerreichung ist in den nächsten Jahren allerdings eine noch intensivere Klimaschutzarbeit notwendig.

### 3.2. Endenergieverbrauch

Neben der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs relevant als Maß für die Wirksamkeit von Maßnahmen im Bereich der Energieverbrauchsreduktion und der Energieeffizienz.

Der Gesamtendenergieverbrauch in Münster ist von 6.519 GWh im Jahr 1990 trotz steigender Einwohnerzahlen im Jahr 2017 um 6% auf 6.107 GWh zurückgegangen. Wie Abbildung 6 veranschaulicht, ist der Endenergieverbrauch in Münster zwischen 1990 und 2005 zunächst um +4% angestiegen, wobei die Entwicklung durch einen deutlichen Anstieg des Stromverbrauchs bedingt war. Zwischen den Jahren 2005 und 2010 ist der Endenergieverbrauch vor allem bei den privaten Haushalten und in der Industrie durch einen allgemeinen Rückgang des Energieverbrauchs gesenkt worden. Der leichte Anstieg zwischen den Jahren 2014 und 2016 ist auf einen steigenden Wärmeverbrauch im Bereich Gewerbe und der Industrie zurückzuführen, wohingegen der Wärmebedarf der privaten Haushalte trotz anhaltender Bautätigkeit weiter rückgängig ist.

Etwa seit dem Jahr 2009 scheint sich die Entwicklung des Endenergieverbrauchs von der Entwicklung der Einwohnerzahl zunehmend zu lösen. So wurde der Endenergieverbrauch je Einwohner zwischen den Jahren 1990 und 2017 sogar um 17% gesenkt. Die zunehmende Entkopplung des Endenergieverbrauchs von der Bevölkerungsentwicklung ist wie auch bei der Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen als Hinweis auf die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen zu werten, da der Endenergieverbrauch in Münster ohne das starke Wachstum deutlich stärker gesunken wäre.

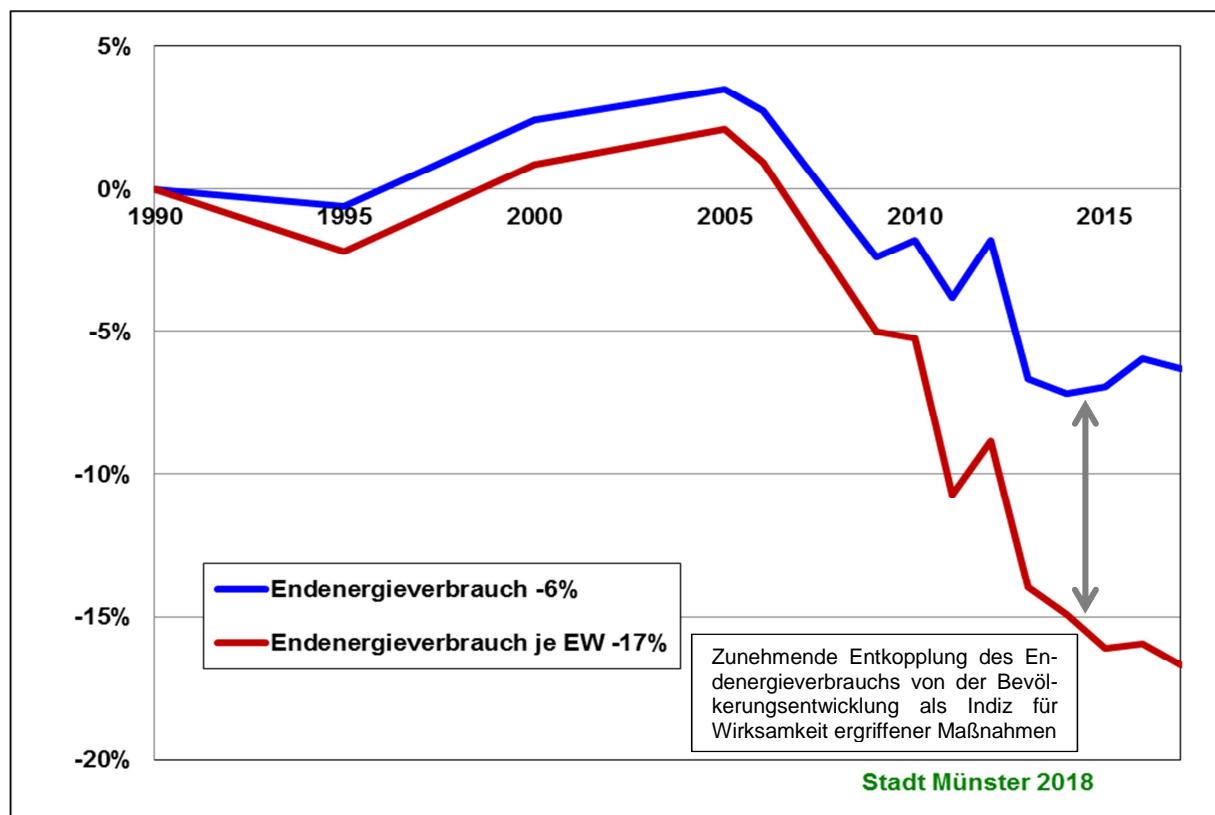


Abbildung 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (blau) und des Endenergieverbrauchs je Einwohner (rot) im Vergleich zum Referenzjahr 1990

## 4. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Anwendungsbereichen

Die Entwicklungen der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz lassen sich nach den drei Anwendungsbereichen Wärme, Strom und Verkehr aufgeteilt darstellen und ermöglichen so eine detaillierte Betrachtung der Veränderungen und Einflussfaktoren auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz in Münster. Im Anschluss daran erfolgt in Kapitel 5 eine Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Emissions- und Endenergieverbrauchsentwicklung nach Sektoren (Haushalte, Gewerbe, Industrie).

Einen wichtigen Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz hat neben dem tatsächlichen Endenergieeinsatz auch die Entwicklung der Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Energieträger. Abbildung 7 macht die Auswirkungen unterschiedlicher Emissionsfaktoren auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz deutlich. Der Bereich Wärme trägt im Jahr 2017 aufgrund der niedrigeren Emissionsfaktoren zu 39% zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei, ist jedoch für 53% des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Der Bereich Strom ist mit 36% Anteil an der CO<sub>2</sub>-Bilanz ähnlich bedeutend wie der Wärmeverbrauch, macht aufgrund der höheren Emissionsfaktoren für Strom jedoch nur 21% des Endenergieverbrauchs aus. Lediglich der Verkehrsbereich trägt sowohl zu etwa einem Viertel zum Endenergieverbrauch als auch zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

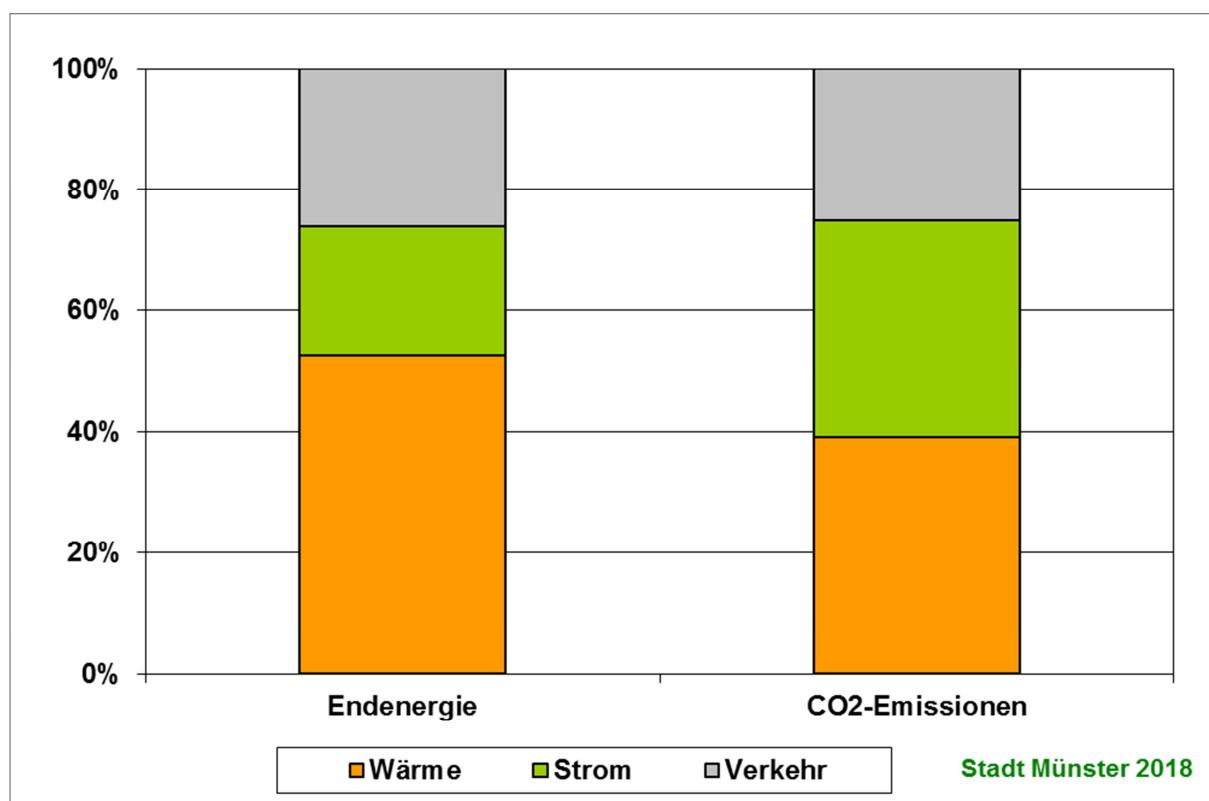


Abbildung 7: Struktur des Endenergieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster in kt/a nach Anwendungsbereich in 2017

Größere Veränderungen der Emissionsfaktoren haben in Münster in den vergangenen Jahren nur bei Strom und Fernwärme stattgefunden. Der lokale Emissionsfaktor für Strom konnte durch den Neubau des GuD-Heizkraftwerkes der Stadtwerke Münster GmbH im Jahr 2005 und der damit verbundenen Verdopplung der lokalen Stromerzeugung zusammen mit dem Ausbau der Erneuerbaren Energien sogar von 854 g/kWh im Jahr 1990 auf 532 g/kWh im Jahr 2017 verbessert werden. Der lokale Emissionsfaktor für Strom setzt sich dabei zusammen aus dem auf dem Stadtgebiet erzeugten und aus dem importierten Strom, für den der bundesweite Emissionsfaktor für Strom angesetzt wird.

Der bundesweite Emissionsfaktor für Strom ist seit 1990 von 739 g/kWh auf 595 g/kWh im Jahr 2011 deutlich gesunken. Bei der Berechnung wird aufgrund fehlender bestätigter Emis-

sionsfaktoren für den Bundesstrommix Deutschland seit 2011 der Wert von 595 g/kWh angesetzt.<sup>2</sup>

Tabelle 2: Entwicklung der Emissionsfaktoren in g CO<sub>2</sub>/kWh

	<b>Lokaler Strommix<sup>1</sup></b>	<b>Fernwärme</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Heizöl</b>	<b>Strommix BRD</b>
<b>1990</b>	854	266	252	321	739
<b>1995</b>	815	266	252	321	683
<b>2000</b>	750	266	252	321	683
<b>2005</b>	660	196	252	321	626
<b>2010</b>	564	124	252	321	595 <sup>2</sup>
<b>2015</b>	556	121	250	321	595 <sup>2</sup>
<b>2016</b>	542	116	250	321	595 <sup>2</sup>
<b>2017</b>	532	121	250	321	595 <sup>2</sup>

Der Neubau des GuD-Heizkraftwerks der Stadtwerke Münster GmbH hatte auch einen erheblichen Einfluss auf den Emissionsfaktor für die örtliche Fernwärme. Durch den Umbau des zuvor kohlebefeuerten Heizkraftwerks zum effizienten und gasbetriebenen GuD-Heizkraftwerk ist zwischen dem Jahr 1990 und dem Jahr 2017 der Emissionsfaktor für Fernwärme in Münster von 266 g/kWh auf 121 g/kWh reduziert worden. Die Schwankungen des Fernwärmefaktors zwischen 2010 bis 2017 sind zum einen auf den Wärmeanteil des Heizkraftwerks 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 Biometan, das ins Erdgasnetz eingespeist wird, konnte in den letzten drei Jahren eine geringfügige Verbesserung des bundesweiten Emissionsfaktors für Erdgas verzeichnet werden.

---

<sup>1</sup> Der lokale Strommix enthält in schwankenden Anteilen Strommix BRD

<sup>2</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).

In Abbildung 8 wird die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Reduktion nach Anwendungsbereichen (Wärme, Strom, Verkehr) unterteilt betrachtet. Es zeigt sich, dass die CO<sub>2</sub>-Reduktion zunächst im Bereich Wärme sehr ausgeprägt war und in den vergangenen zehn Jahren auch in den Bereichen Strom und Verkehr zugenommen hat. Die CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Bereich Wärme gleichen sich durch das starke Bevölkerungswachstum und immer größer werdende Wohnungsflächen in den letzten Jahren aus. Positiv ist hingegen der starke Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Strom, der ohne das deutliche Bevölkerungswachstum noch deutlich stärker ausgefallen wäre. Im Folgenden Abschnitt werden die Entwicklungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Endenergieverbrauchs nach den Anwendungsbereichen Wärme, Strom und Verkehr gesondert betrachtet.

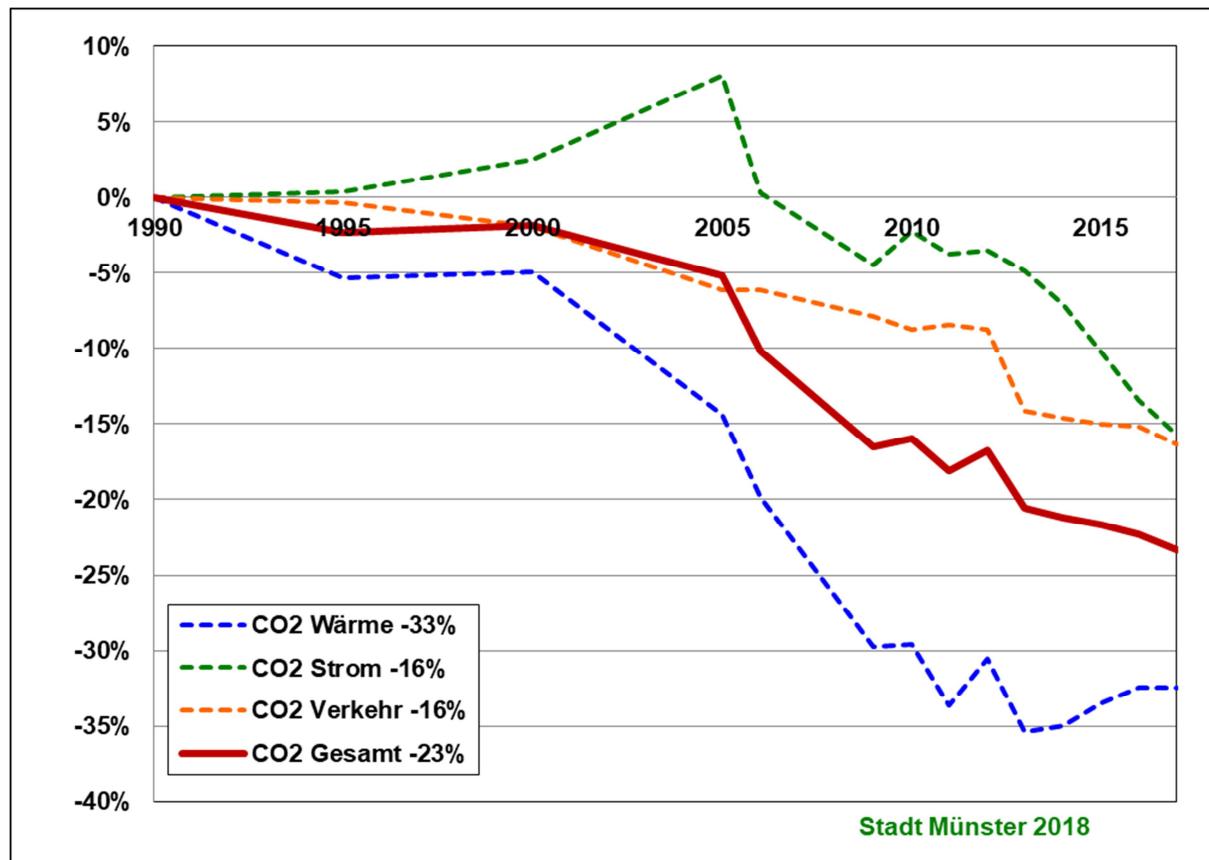


Abbildung 8: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion von 2000 bis 2017 aufgeteilt nach Anwendungsbereichen in Münster im Vergleich zum Basisjahr 1990

#### 4.3. Der Bereich Wärme

Im Bereich Wärme sind die Emissionen trotz eines erheblichen Zuwachses der Anzahl der Wohngebäude (+39%) als auch der Wohnfläche (+44%) in den vergangenen 27 Jahren in Münster um 33% verringert worden. Ausschlaggebend ist hier einerseits die gezielte Ausrichtung der lokalen Klimaschutzaktivitäten auf den strategisch wichtigen Bereich *Bauen und Wohnen* und andererseits die Verbesserung des spezifischen Emissionsfaktors für die Bereitstellung der Fernwärme in Münster, durch den Neubau des GuD-Heizkraftwerkes im Jahr 2005 zuzurechnen. Auch der vermehrte Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) in Münster mit mehr als 50 Anlagen spielt eine wichtige Rolle. Zudem ist der Wärmeverbrauch insbesondere zwischen den Jahren 2000 und 2010 durch Sanierung des Gebäudebestands und höherer Dämmstandards im Neubaubereich deutlich zurückgegangen.

Insgesamt ist der Endenergieeinsatz im Bereich Wärme (witterungsbereinigt) von 1990 bis 2017 um 13% reduziert worden. Dabei sind in Münster der Erdgasabsatz bis ins Jahr 2000 und der Fernwärmeabsatz bis 2005 kontinuierlich angestiegen und schwanken seitdem auf relativ konstantem Niveau. In den letzten Jahren ist beim Erdgas- und Fernwärmeverbrauch ein geringfügiger Anstieg zu verzeichnen, der im Gewerbe und Industriesektor zu verorten ist und in erster Linie auf konjunkturelle Effekte zurückzuführen ist. Insgesamt ist der Erdgasabsatz im Vergleich zum Jahr 1990 um 1% gesenkt worden, während die Fernwärme trotz eines Rückgangs seit 2005 mit einer Zunahme von 21% im Vergleich zum Basisjahr 1990 doch deutlich ausgeweitet worden ist. Verdrängt wurde vor allem Heizstrom und Heizöl, deren Verbrauch um 82% bzw. 43% reduziert worden ist.

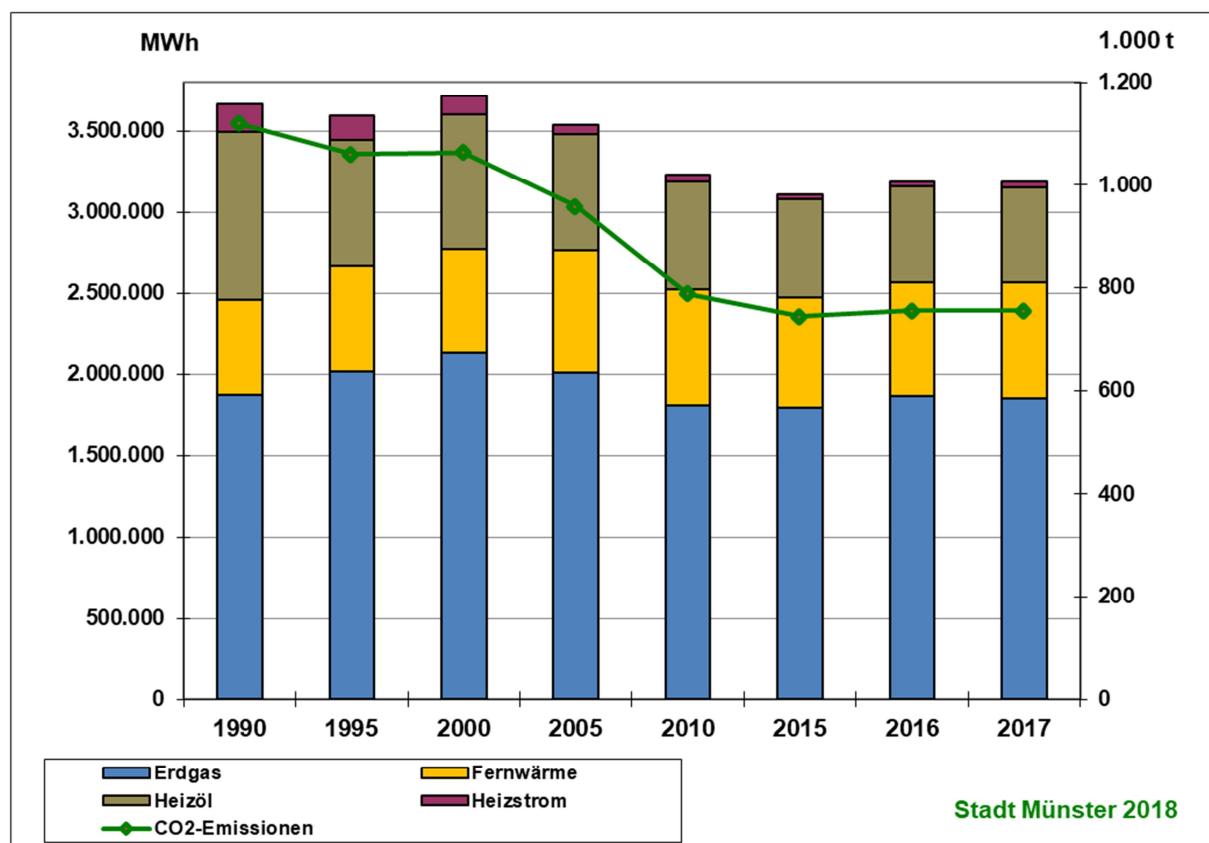


Abbildung 9: Entwicklung des Wärmeenergieverbrauchs (MWh) und wärmebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen (1.000 t) von 1990 bis 2017 in Münster nach Energieträgern.

Betrachtet man die seit 1990 anhaltenden Trends, so stellt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Wärme einen sehr großen Erfolg für die Stadt dar. Bei wachsenden Einwohnerzahlen (+12%) ist ein Zuwachs von bald 16.000 Wohngebäuden (+39%) und einer Wohnfläche von 4,1 Mio. qm (+ 44%) zu verzeichnen,

wodurch die Zahl der Personen pro Wohnung von 2,25 auf 1,83 sank und die Anzahl der Haushalte um 38% zunahm. Trotz dieser Zuwächse ist der Endenergieeinsatz für Heizzwecke in Münster - wie in Abbildung 9 dargestellt – insgesamt 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 Heizanlagenerneuerung, Netzwerke mit Energieberatern und Handwerkern, etc.) in Münster ihre Wirkung zeigen und zur Reduktion beitragen. Das steigende Bewusstsein in der Bevölkerung sowie die stetig steigenden Anforderungen an die Sanierung von Gebäuden durch den Bund beeinflussen die lokalen Aktivitäten positiv und flankieren diese Entwicklung.

Bei Betrachtung des spezifischen Wärmeeinsatzes pro Quadratmeter Wohnfläche in Münster (Abbildung 10), der von 159 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 2005 auf 110 kWh/m<sup>2</sup> im Jahr 2017 zurückgegangen ist (-31%) wird die positive Entwicklung im Bereich Wärmeeffizienz noch deutlicher. Ebenfalls erfreulich ist, dass der flächenspezifische Wärmeverbrauch entgegen dem Bунdestrend in den vergangenen 5 Jahren in Münster relativ konstant gesunken ist.

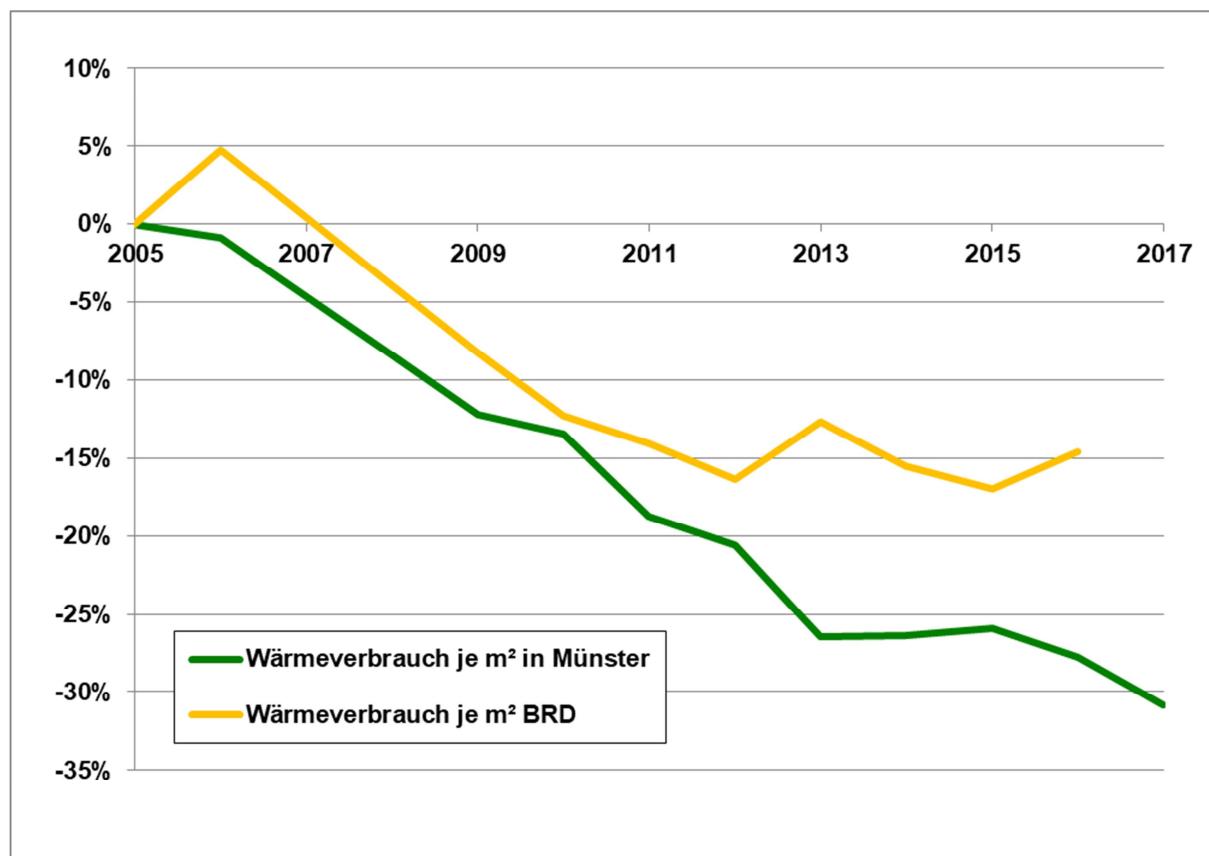


Abbildung 10: Entwicklung des flächenspezifischen Wärmebedarfs in Wohngebäuden in Münster (grün) und im Bundesdurchschnitt (gelb) von 2005 bis 2017

## 4.5. Der Bereich Strom

Der Stromverbrauch hat im Jahr 2017 mit insgesamt 1.330 GWh einen Anteil von 21% am gesamten Endenergieverbrauch und trägt zu etwa 36% zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster bei. Bei Betrachtung der Entwicklung des Stromverbrauchs (Abbildung 11) wird deutlich, dass dieser in nur 10 Jahren zwischen 1995 und 2010 um mehr als ein Drittel angestiegen ist. Dieser deutliche Zuwachs ist mit dem Einzug der EDV-Technik zu begründen. Überlagert wurde diese Entwicklung zudem durch den Trend zu kleineren Haushalten, was neben dem reinen Anstieg der Einwohnerzahl ebenfalls zu einem stetig zunehmenden Stromverbrauch geführt hat.

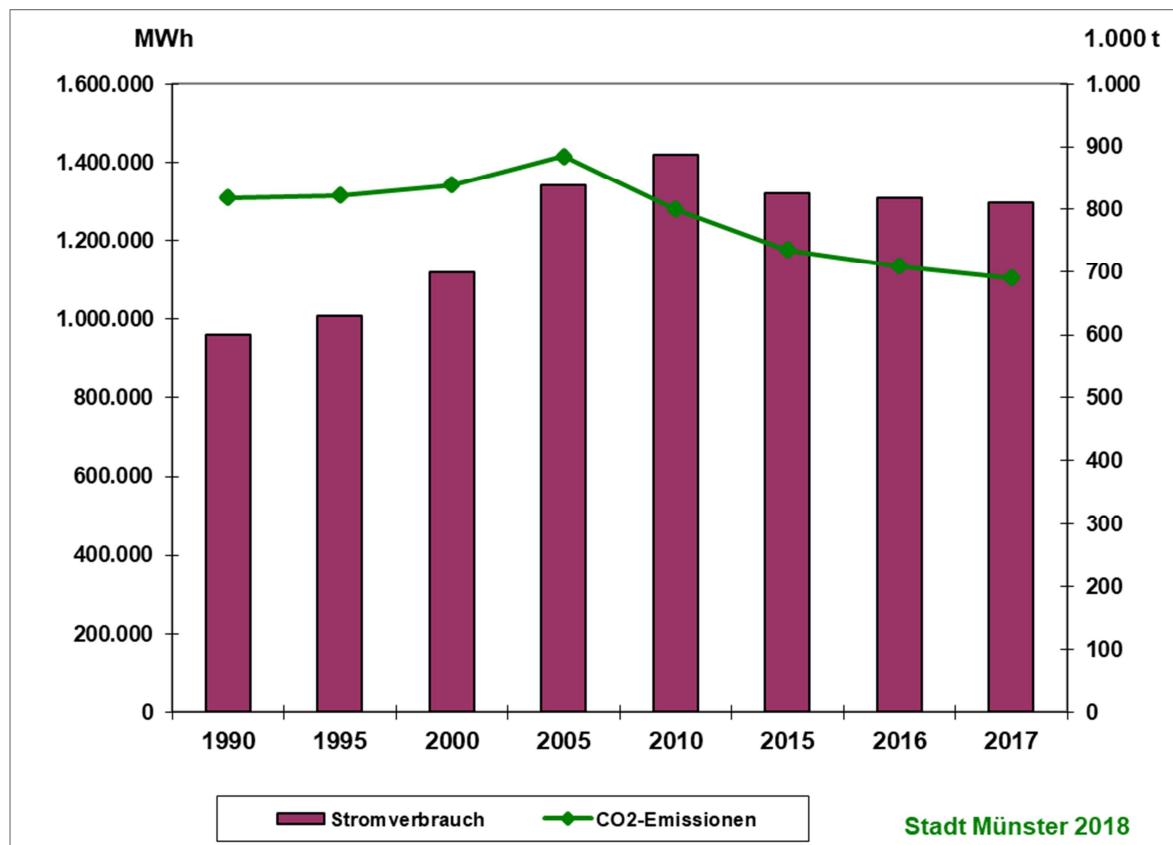


Abbildung 11: Entwicklung des Stromverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Strom in Münster

Ab dem Jahr 2010 ist ein Rückgang des Stromverbrauchs in Münster zu erkennen, der einerseits auf eine Sättigung der Geräteausstattung in den privaten Haushalten und im Gewerbe zurückzuführen ist und andererseits durch bundes- und EU-weite Maßnahmen wie z.B. regulatorische Vorgaben zur Energieeffizienz von Neugeräten und durch den Anstieg der Strompreise zu begründen ist. Aber auch kommunale Klimaschutzmaßnahmen wie beispielsweise der Bürgerpakt für Klimaschutz, das Unternehmernetzwerk „Münsters Allianz für Klimaschutz“, eine intensive Stromsparberatung und die dauerhafte Energieberatung leiteten Verhaltensänderungen ein, die sich bislang trotz anhaltend starkem Bevölkerungswachstum fortsetzen.

Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Strom ist seit dem Jahr 2005 ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Bis zum Jahr 2017 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Basisjahr 1990 bereits um 16% reduziert werden. Dies ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien und der Kraftwärmekopplung in Münster und bundesweit begründet. Während bis in das Jahr 2000 der Emissionsfaktor für den lokalen Strommix in Münster wie auch der des Bundesstrommixes auf einem relativ konstant hohen Niveau lag, ist ab 2005 beim Emissionsfaktor des Strommixes für Münster eine deutliche Reduzierung zu verzeichnen. Hier wirkt sich der Neubau des GuD-Heizkraftwerkes mit einer Verbesserung des Emissionsfaktors von 750 g/kWh in 2000 auf 564 g/kWh im Jahr 2010 deutlich aus. Aber auch der Bundesstrom-

mix erfährt auf Grund des steigenden Einsatzes erneuerbarer Energien eine stetige Verbesserung.

#### 4.6. Der Bereich Verkehr

Die Treibhausgasemissionen des Verkehrs in Münster beliefen sich 1990 auf 579.000 t CO<sub>2</sub> und konnten bis zum Jahr 2017 um 16% auf 484.000 t reduziert werden.

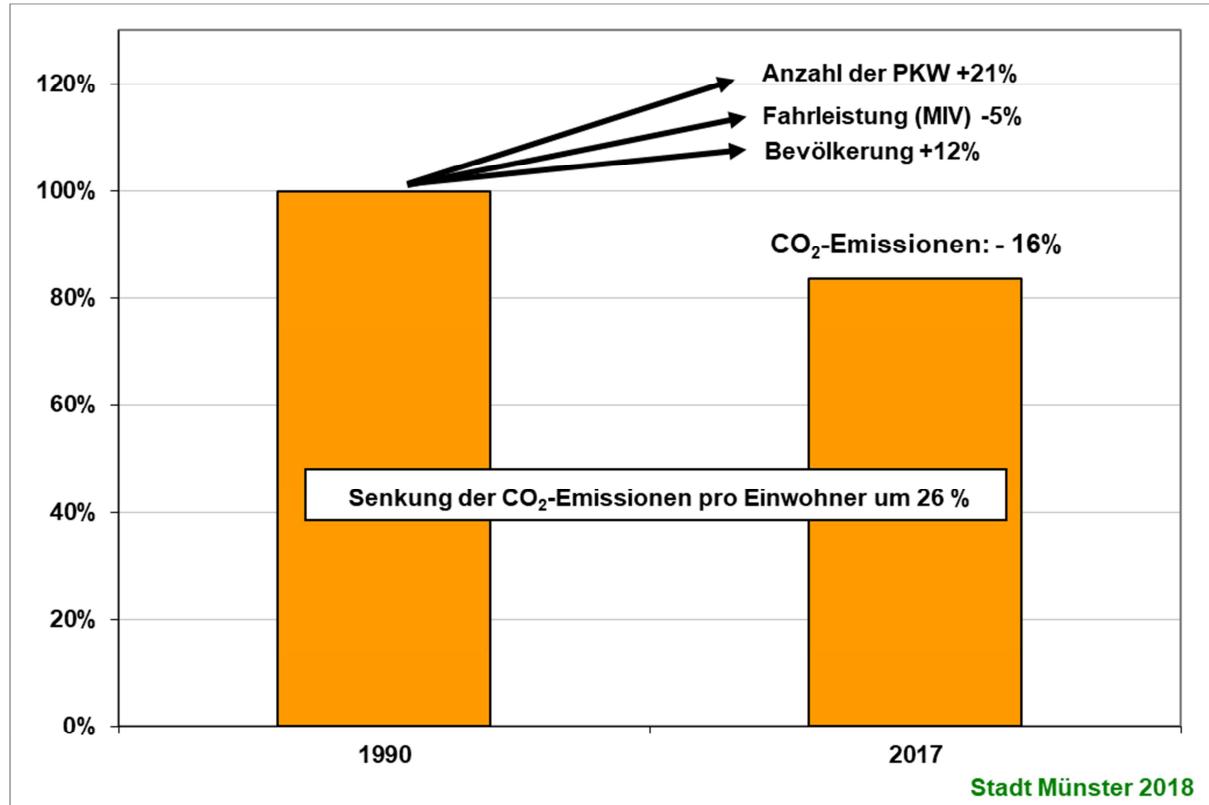


Abbildung 12: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Verkehr 1990 und 2017

Die Entwicklung des Energieverbrauches und der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Verkehr verläuft weitgehend parallel, da nur im geringen Umfang Kraftstoff durch Biodiesel und Bioethanol ersetzt wurde und somit die spezifischen Emissionen des Energieträgermix nahezu gleichgeblieben sind. Die Einsparungen haben überwiegend im motorisierten Individualverkehr (MIV) stattgefunden, indem weniger Fahrten je Fahrzeug anfielen und eine kontinuierliche Verbesserung der Fahrzeugflotte mit geringeren Spritverbräuchen eingesetzt hat. Im Bereich Verkehr ist insgesamt ein geringer Anstieg der Nutzung von Bus und Bahn zu verzeichnen. Bei den MIV-Fahrten ist auffällig, dass der Binnenverkehr deutlich abgenommen hat wohingegen der Regionalverkehr zugenommen hat. Zusammen mit sinkenden spezifischen Verbräuchen der PKW sind so die Emissionen des Personenverkehrs zwischen 1990 und 2017 um 16% kontinuierlich reduziert worden.

Fahrleistung Mio. Pkm	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017
<b>Binnenverkehr</b>							
MIV	649	628	669	658	662	465	466
ÖPNV	131	185	220	205	208	194	224
<b>Summe Binnenverkehr</b>	<b>780</b>	<b>813</b>	<b>889</b>	<b>863</b>	<b>870</b>	<b>659</b>	<b>657</b>
Änderung gegenüber 1990		4%	14%	11%	12%	-15%	-16%
<b>Regionalverkehr</b>							
MIV	793	825	857	978	900	900	908
ÖPNV + SPNV	184	185	195	185	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>	<b>1.094</b>
Änderung gegenüber 1990		3%	7%	19%	11%	11%	12%
<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>	<b>1.751</b>
Änderung gegenüber 1990		4%	10%	15%	11%	-1%	0%
<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>	<b>456</b>

Tabelle 3: Fahrleistung nach Verkehrssektoren 1990 - 2017

Auffällig ist insbesondere die CO<sub>2</sub>- und Endenergieverbrauchsreduktion zwischen den Jahren 2010 und 2015. Der deutliche Sprung der Einsparungen zwischen den Jahren 2010 und 2015 ist eine Folge der Datenerhebung im Jahr 2013, die turnusmäßig alle sieben Jahre erfolgt und bereits 2005 zu einer Verbesserung geführt hat. Gemäß den statistischen Erhebungen ist die Fahrleistung im Binnenverkehr deutlich zurückgegangen und unterstützt damit den positiven Trend der technischen Verbesserung der Kfz-Flotte. Der Trend zu einer nachhaltigen Mobilität ist in Münster nicht nur durch den charakteristischen 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 24% angestiegen ist, jedoch mit 456 PKW pro 1.000 Einwohnern relativ konstant ist. Der Bundeswert lag 2016 bei 555 PKW pro 1.000 Einwohner deutlich höher.

Verkehr	Endenergie		CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1.000 t					
	Jahr	[GWh/a]	in % zu 1990	MIV & Straßengüter	ÖPNV	SPNV	Ge-samt	in % zu 1990
1990	1.870			540	12	26	579	
1995	1.864	-0%		535	15	27	577	-0%
2000	1.835	-2%		516	18	33	568	-2%
2005	1.756	-6%		517	14	13*	543	-6%
2010	1.720	-8%		502	13	12	528	-9%
2015	1.600	-14%		468	13	12	492	-15%
2016	1.598	-15%		467	13	12	491	-15%
2017	1.589	-15%		459	12	11	484	-16%

Tabelle 4: Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Verkehr (\* geänderte Systematik ab 2005)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass trotz stetig gestiegener Einwohnerzahlen (+12%) und einem damit verbundenem Zuwachs bei der Anzahl der PKW (+22%) 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 Radverkehrskonzept 2025, das Einzelhandelskonzept, die Innenentwicklung vor Außenentwicklung, die Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbundes und eine intensive Öffentlichkeitsarbeit ihre positive Wirkung.

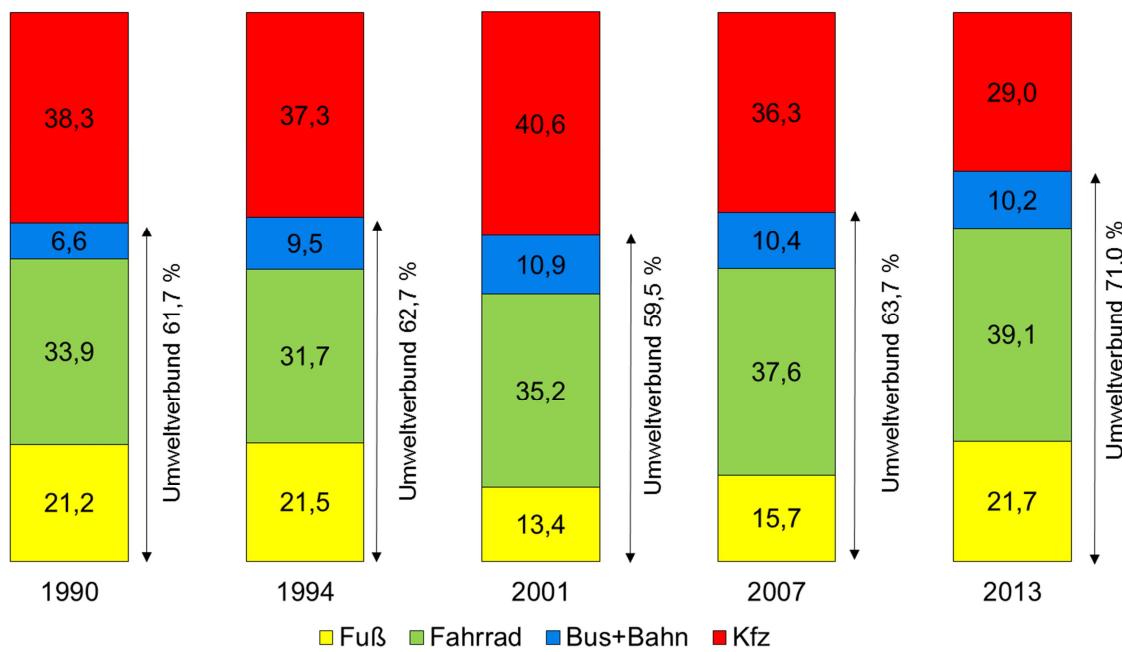


Abbildung 13: Modal-Split von 1990 bis 2013 (Quelle: Amt für Stadtentwicklung/-planung, Verkehrsplanung)

## 5. Endenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren

In den folgenden Abbildungen sind die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verbrauchssektor und nach Energieträgern und anschließend analog dazu der Endenergieverbrauch nach Sektor und Energieträgern dargestellt.

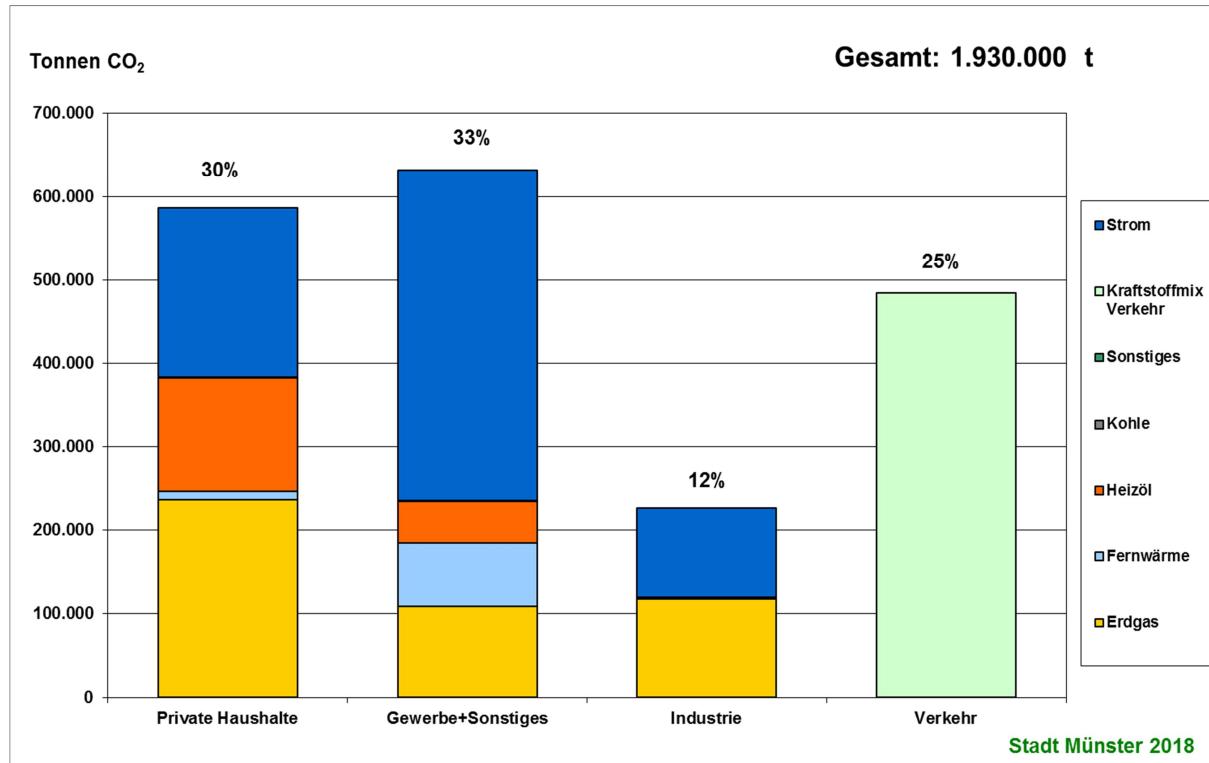


Abbildung 14: CO<sub>2</sub>-Emissionen 2017 nach Verbrauchssektoren und Energieträgern in Münster in t/a

In allen vier Sektoren ist seit 1990 eine deutliche CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt worden. Am höchsten sind sie in den Privaten Haushalten (-28%) ausgefallen, gefolgt vom Bereich Gewerbe und Sonstiges (-24%) und der Industrie (-22%). Im Verkehr konnten die Emissionen im gleichen Zeitraum um 16% gesenkt werden.

Die **privaten Haushalte** weisen sowohl beim Endenergieverbrauch als auch bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen einen Anteil von 30% auf. Dominiert wird der Sektor durch den hohen Anteil am Erdgaseinsatz, gefolgt von Heizöl und Strom. Die Fernwärme spielt bislang bei der Wärmeversorgung der privaten Haushalte nur eine untergeordnete Rolle. Hierbei ist zu beachten, dass sich der Fernwärmeverbrauch der größeren Wohnungsbaugesellschaften im gewerblichen Sektor wiederfindet. Der Stromeinsatz ist mit 21% aus Sicht der sektoralen Treibhausgasemissionen trotzdem nicht zu vernachlässigen, da hier durch den charakteristisch hohen Emissionsfaktor eine größere Bedeutung für die CO<sub>2</sub>-Emissionen resultiert (35% der Emissionen der privaten Haushalte).

Handlungsschwerpunkte sind in diesem Sektor nach wie vor die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden zur Reduzierung des Wärmeeinsatzes für Erdgas und Heizöl sowie der Ausbau des Fernwärmeeinsatzes bei den privaten Haushalten im Fernwärmeeinzugsgebiet und der vermehrte Einsatz erneuerbare Energien zur Wärme- und Stromerzeugung. Zudem spielen in den kommenden Jahren energieeffiziente Neubauten eine entscheidende Rolle beim Endenergieverbrauch, da ansonsten der geplante Zubau von rund 2.000 Wohneinheiten jährlich zu einem massiven Anstieg des Endenergieverbrauchs führen wird. Ein weiterer wichtiger Bereich sind die Stromanwendungen, die über Maßnahmen wie die kommunale Klimaschutzkampagne „Klimamischpoke“ beeinflusst werden können, indem einfache Handlungsempfehlungen zu Verhaltensänderungen im Alltag und einem bewussteren Umgang mit Energie führen, unterstützt durch die gezielte Beratung, Information und Sensibilisierung der Bürger in der Energie- und Umweltberatung und auf weiteren Fachveranstaltungen.

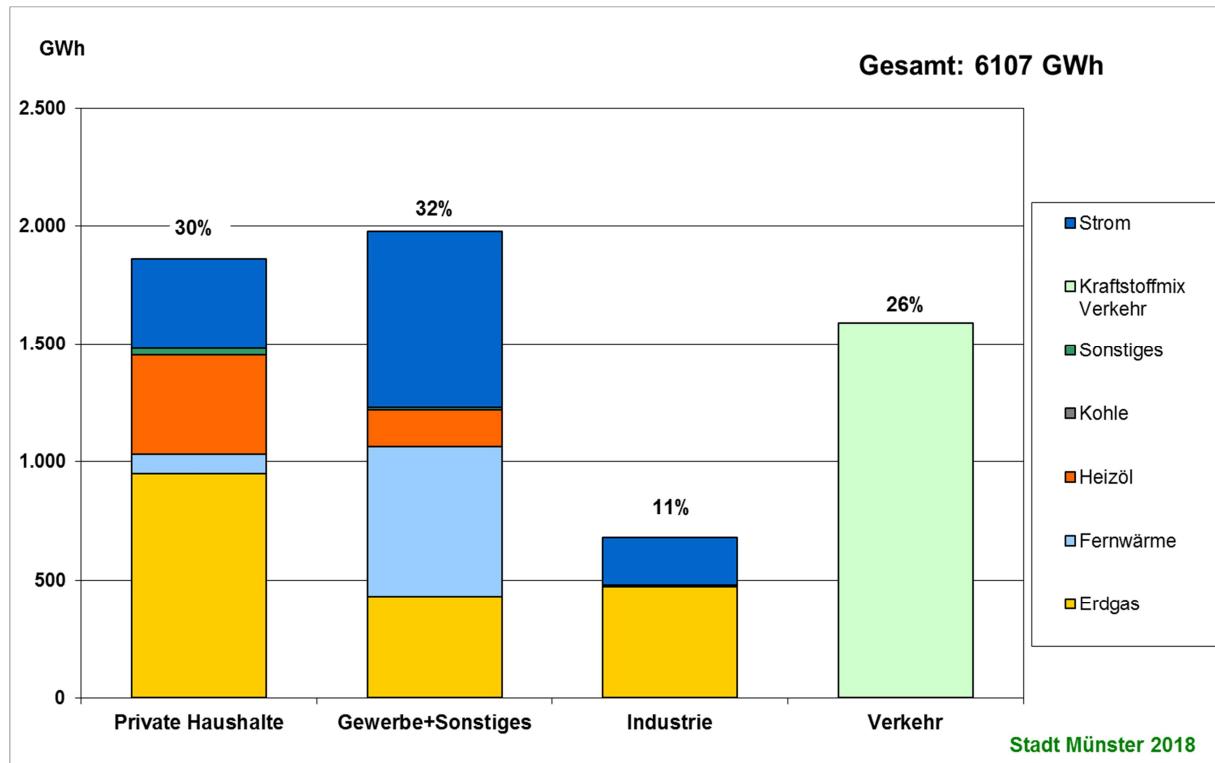


Abbildung 15: Endenergieverbrauch 2017 nach Verbrauchssektoren und Energieträgern in Münster in GWh

Im Sektor **Gewerbe und Sonstiges**, der mit 32% am Endenergieverbrauch und 33% bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen in etwa in der gleichen Größenordnung wie die privaten Haushalte liegt, weist jedoch eine unterschiedliche Charakteristik des Energieeinsatzes und damit der anteiligen Emissionen auf. Hier dominiert neben dem Stromeinsatz die Fernwärme deutlich vor dem Erdgaseinsatz die Endenergieverbrauchsstruktur. Aufgrund der guten Emissionsfaktoren für die Fernwärme wird bei der Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Handlungsschwerpunkt im Bereich Strom für den Gewerbesektor schnell ersichtlich. Der Stromverbrauch macht im Sektor Gewerbe und Sonstiges 38% des Endenergieeinsatzes und sogar 63% der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. 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 diesem Anstieg zu begegnen und im gewerblichen Bereich gezielt Energieverbrauchsreduzierungen zu erreichen, wurde 2011 „Münsters Allianz für Klimaschutz – ein Netzwerk für Unternehmen“ gegründet. Akteure aus Wirtschaft, Institutionen und Verbänden sitzen dabei an einen Tisch. In speziellen Arbeitskreisen entwickeln sie mit Unterstützung externer Experten neue Ideen und Projekte für den Klimaschutz in ihren Betrieben. Mittlerweile nehmen schon mehr als 100 Unternehmen daran teil. Darüber hinaus werden kleine und mittelständische Unternehmen, die sich bislang noch nicht detailliert mit den Themen Energieverbrauch und Klimaschutz beschäftigen im Rahmen der „Startberatung Energieeffizienz“ und der darin enthaltenen kostenlosen Energieberatung animiert und dabei unterstützt, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Unternehmen umzusetzen.

Der Stromverbrauch im Bereich Gewerbe und Sonstiges konnte in den vergangenen Jahren aufgrund der Bemühungen im Bereich Energie und Klimaschutz und steigender Energieeffizienz annähernd konstant gehalten werden. Seit 2011 ist durch den Neubau von Gewerbegebäuden erneut ein steigender Erdgasverbrauch zu verzeichnen, der jedoch noch unter dem Verbrauch im Jahr 2005 liegt.

Der Sektor **Industrie** nimmt mit 11% am Endenergieeinsatz und 12% der 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 70% am Endenergieverbrauch deutlich vor dem Stromeinsatz mit 29%, wobei Heizöl und Fernwärme zu vernachlässigigen sind. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen gleicht sich das Verhältnis von Strom zu Erdgas (47% zu 51%) 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 bedeutenden Bereich dar, in dem auf Grund des guten Standards in Münster im Umweltverbund (ÖPNV und Radverkehr) weitere Reduzierungen nur durch eine deutliche Intensivierung der Aktivitäten zur Eindämmung des mobilen Individualverkehrs bei gleichzeitiger Elektrifizierung des verbleibenden Anteils erreicht werden können. Ausführlichere Erläuterungen zum Verkehrssektor finden sich außerdem in Kapitel 4.6.

## 6. Erneuerbare Energien

Der Einsatz erneuerbarer Energien spielt in Münster bislang sowohl für den Wärme- als auch für den Strombereich eine geringe, wenn auch wachsende Rolle und muss zur Erreichung der Klimaschutzziele weiter intensiviert werden. Die Entwicklungen der letzten Jahre weisen auf einen positiven Trend insbesondere im Bereich erneuerbarer Strom hin. Der Bereich erneuerbare Wärme ist jedoch im Hinblick auf die Ziele des Masterplans in den kommenden Jahren schwerpunktmäßig zu betrachten, da dieser aufgrund komplexerer Anforderungen, deutlich langsamer wächst.

Der Anteil der Erneuerbaren Energien am gesamten Endenergееinsatz beträgt im Jahr 2017 in Münster 5,5% und ist damit zwar vom angestrebten Ziel „20% erneuerbare Energien bis 2020“ noch weit entfernt. Jedoch wird das im Klimaschutzkonzept 2020 technisch-wirtschaftliche ausgewiesene Potenzial von 6% bis 2020 fast erreicht. Die Schwierigkeit der Zielerreichung ist im Klimaschutzkonzept 2020 ausführlich beschrieben worden: 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.

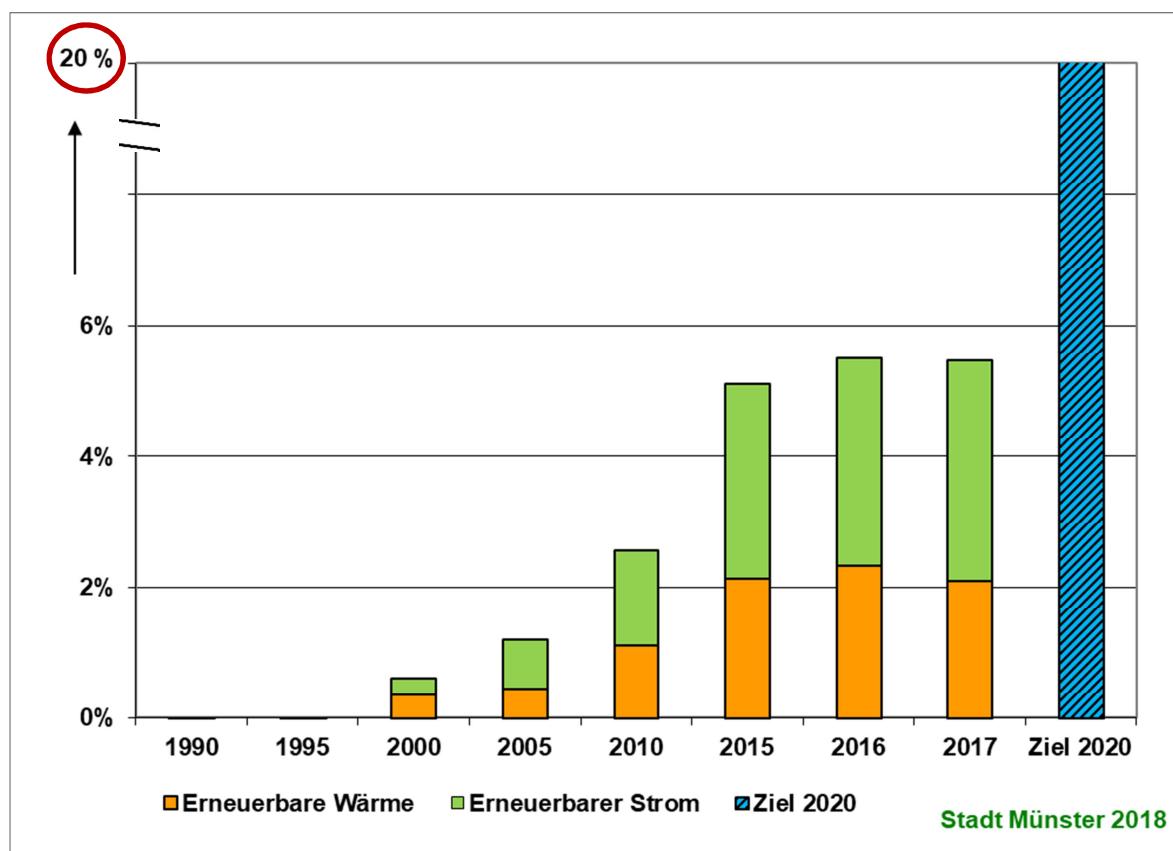


Abbildung 16: Entwicklung des Anteils der Erneuerbaren Energien in Münster am Endenergieverbrauch von 1990 bis 2017

### 6.7. Erneuerbare Wärmeerzeugung

Durch intensive Förderung der erneuerbaren Energien sowie einer verstärkten Öffentlichkeitsarbeit sowohl im kommunalen Bereich als auch bundesweit konnte der Anteil der erneuerbaren Wärme seit 1990 auf 89 GWh/a im Jahr 2017 gesteigert werden und deckt damit nun knapp 3% des Wärmebedarfs in Münster ab.

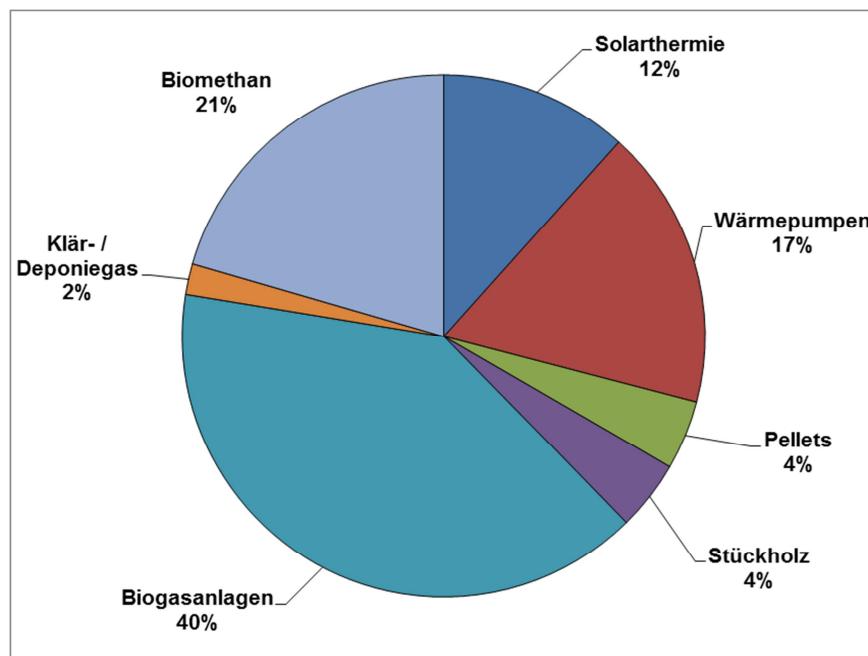


Abbildung 17: Anteil der erneuerbaren Wärmequellen 2017 in Münster (2,8% am Gesamtwärmeverbrauch)

Den mit Abstand größten Anteil an erneuerbarer Wärme liefern die Biogasanlagen, die meist kombiniert Strom und Wärme bereitstellen. Der Ausbau der Biogasanlagen ist seit 2014 jedoch durch die Absenkung der Förderung zum Erliegen gekommen. Der Ausbau der Solarthermie begann bereits in den Jahren ab 1995, hat aber nach einem Schub zwischen den Jahren 2005 und 2013 in den letzten Jahren deutlich an Dynamik eingebüßt. Die Solarkollektorenfläche hat sich nichtdestotrotz von 8.300 qm in 2005 auf mehr als 23.000 qm in 2017 erhöht. Seit etwa 10 Jahren findet zudem ein vermehrter Zubau von Wärmepumpen statt, sodass die Umweltwärme mittlerweile 17% der erneuerbaren Wärme ausmacht. Der Großteil dieser Wärmepumpen nutzt die Erdwärme, jedoch ist von einem weiteren Anteil von Luft-Wasser-Wärmepumpen auszugehen, die jedoch statistisch nicht erfasst sind.

Tabelle 5: Entwicklung der erneuerbaren Wärmeerzeugung seit 1990 in MWh/a

Jahr	Solarthermie	Wärmepumpen	Pellets	Stückholz	Biogasanlagen	Klär-/ Deponiegas	Biomethan
1990	25	43	0	0	0	0	0
1995	349	195	0	0	0	0	0
2000	1.852	348	13	0	0	15.000	0
2005	4.111	500	488	495	1.238	15.000	0
2010	8.827	8.278	2.713	2.370	14.649	15.000	0
2015	10.670	14.890	3.813	3.810	37.829	2.330	21.963
2016	10.945	15.617	3.950	4.034	37.829	1.890	31.864
2017	11.079	16.492	4.075	4.079	37.829	1.798	19.457

## 6.8. Erneuerbare Stromerzeugung

Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch liegt 2017 bei 11,7% und ist damit im Vergleich zum Vorjahr vor allem durch den Neubau weiterer Windkraftanlagen deutlich gestiegen. Insgesamt wurden 2017 fast 150 GWh an fossilen Energieträgern und mehr als 85.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermieden.

Die Solarstromnutzung hat in den Jahren von 2007 bis 2013 dank der gesetzlich geregelten Einspeisevergütung und durch die starke Preisdegression bei den Anlagenkosten einen Schub erfahren. Nach einem deutlichen Rückgang des Photovoltaikzubaus zwischen den Jahren 2013 und 2016 ist für das Jahr 2017 erneut ein ansteigender Zubau zu verzeichnen, der durch den anhaltenden Preisverfall der Photovoltaikkomponenten und städtischer Aktivitäten wie bspw. das Förderprogramm für Photovoltaikanlagen und Batteriespeicher zu begründen ist. Stand Oktober 2018 wurden über das Förderprogramm 63 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt rund 500 kWp gefördert.

Auch die landwirtschaftliche Biomassenutzung in Blockheizkraftwerken (BHKW) hat aufgrund der guten Förderbedingungen des Bundes seit 2005 erheblich zugenommen und nimmt mit fast 45.000 MWh/a einen höheren Anteil als die Photovoltaik ein. Seit dem Jahr 2014 stagniert der Ausbau jedoch und bei den derzeitigen Rahmenbedingungen des Erneuerbare Energien Gesetztes (EEG 2017) ist nicht davon auszugehen, dass ein weiterer nennenswerter Zubau in den nächsten Jahren erfolgen wird. Durch den Rückbau der Bioabfallvergärungsanlage für Bioabfälle (BVA) am Entsorgungszentrum Münster (EZM), die durch eine biologische Behandlungsstufe ersetzt wurde, ist der Anteil der Strom- und auch der Wärmeerzeugung aus Klär- und Deponiegas bei einem insgesamt geringen Anteil seit 2015 deutlich zurückgegangen.

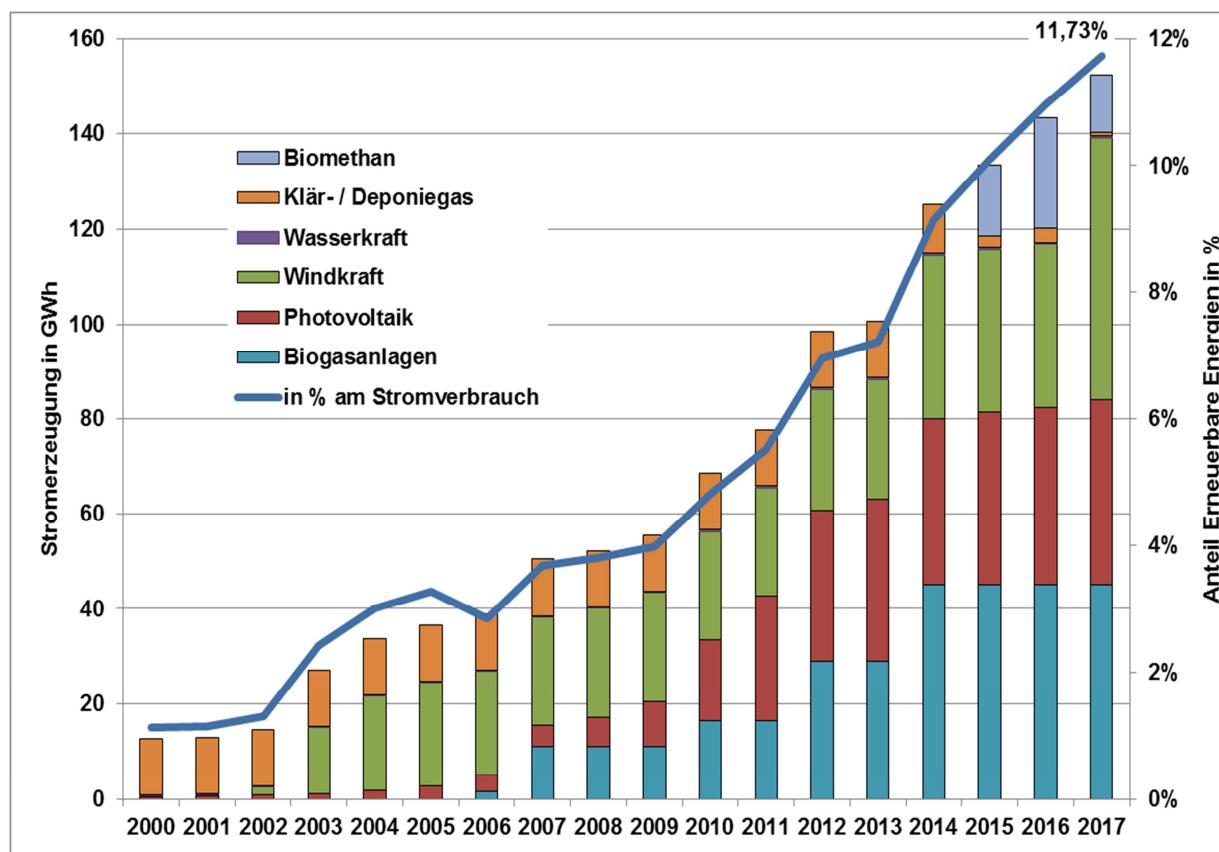


Abbildung 18: Entwicklung der Erneuerbaren Stromerzeugung nach Technologie in Münster in GWh. In Prozent Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch (blaue Linie).

## 7. Zusammenfassung und Ausblick auf Klimaschutz 2050

Zwischen den Jahren 1990 und 2017 konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Münster trotz des starken Wachstums der Stadt um 23% reduziert werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen je Einwohner sind im gleichen Zeitraum mit knapp 32% deutlich stärker gesunken. Das angestrebte Klimaschutzziel von 40% CO<sub>2</sub>-Reduzierung bis 2020 würde somit bei linearer Fortschreibung nur knapp verfehlt. Die kontinuierliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen trotz starken Bevölkerungswachstums ist als Erfolg der jahrzehntelangen intensiven Klimaschutzbemühungen der Stadt Münster zu bewerten.

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 vor eine sehr große Herausforderung und erfordert eine deutliche Intensivierung der bisherigen Aktivitäten im Bereich Klimaschutz und Energieverbrauch. Der Masterplan 100% Klimaschutz baut konsequent auf den bilanziellen und inhaltlichen Klimaschutzzielen des Klimaschutzkonzepts 2020 auf und schreibt diese fort. Eine wichtige Aufgabe des Masterplans ist es, die Maßnahmen des Klimaschutzkonzepts 2020 an die aktuellen Rahmenbedingungen anzupassen und zu intensivieren. Die Anforderungen und Szenarien sind im „Masterplan 100% Klimaschutz für Münster“ ausführlich dargestellt und bewertet. Insbesondere das dynamische Wachstum der Stadt und ihrer Bevölkerung macht eine zusätzliche Kraftanstrengung der Stadtgesellschaft notwendig, die noch weit über das Handlungsprogramm des Klimaschutzkonzepts 2020 hinausgehen muss.

Handlungsschwerpunkte der zukünftigen Klimaschutzarbeit im Bereich der Privaten Haushalte sind nach wie vor die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden zur Reduzierung des Wärmebedarfs aus Erdgas- und Heizölerzeugung sowie der Ausbau des Fernwärmeannteils bei den privaten Haushalten im Fernwärmeeinzugsgebiet und der vermehrte Einsatz erneuerbare Energien zur Wärme- und Stromerzeugung. Zudem spielen in den kommenden Jahren energieeffiziente Neubauten eine entscheidende Rolle, da ansonsten der geplante Zubau von rund 2.000 Wohnseinheiten jährlich zu einem massiven Anstieg des Endenergieverbrauchs führen wird. Ein weiterer wichtiger Bereich sind die Stromanwendungen und das allgemeine Konsumverhalten. Über Maßnahmen wie die kommunale Klimaschutzkampagne „Münsters KlimaMischnuke“ können diese positiv beeinflusst werden. Unterstützt durch die gezielte Beratung der Bürger in der Energie- und Umweltberatung und auf Fachveranstaltungen können einfache Handlungsempfehlungen zu Verhaltensänderungen im Alltag führen.

Um dem Anstieg des Strom- und Wärmebedarfs im Sektor Gewerbe und Sonstiges zu begreifen und im gewerblichen Bereich gezielt Energieverbrauchsreduzierungen zu erreichen, wurde 2011 „Münsters Allianz für Klimaschutz – das Netzwerk der Unternehmen“ gegründet. Mittlerweile nehmen schon mehr als 100 Unternehmen daran teil. Darüber hinaus werden kleine und mittelständische Unternehmen, die sich bislang noch nicht eingehend mit den Themen Energieverbrauch und Klimaschutz beschäftigen im Rahmen der „Startberatung Energieeffizienz“ animiert und dabei unterstützt, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Unternehmen umzusetzen.