Endenergiebilanz 1990-2018

Europäische Metropolregion Nürnberg

NÜRNBERG

metropolregion nürnberg
KOMMEN. STAUNEN. BLEIBEN.

Volksbanken Raiffeisenbanken

ENERGIEAGENTUR nordbayern

Auftraggeberin:
Stadt Nürnberg

Nürnberg, Januar 2020

Diese Studie wurde erstellt von:
Nicola Polterauer, Wolfgang Seitz, Erich Maurer

ENERGIEAGENTUR nordbayern GmbH
Fürther Straße 244 a
90429 Nürnberg
Fon: 0911/ 99 43 96-0
Fax: 0911/ 99 43 96-6
E-Mail: nuernberg@ea-nb.de
www.energieagentur-nordbayern.de

in Kooperation mit:
Stadt Nürnberg
Referat für Umwelt und Gesundheit
Dr. Peter Pluschke, Dr. Susanne Sprößer, Wolfgang Müller

Endenergiebilanz Europäische Metropolregion 1990 – 2018 – Fortschreibung

1. Endenergieverbrauch ... 6
2. Leitungsgebundene Energieträger ... 10
2.1. Strom ... 10
2.2. Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger ... 12
2.3. Gas ... 15
2.4. Fernwärme ... 17
3. Nicht-leitungsgebundene Energieträger ... 20
3.1. Heizöl ... 20
3.2. Kohle ... 21
3.3. Erneuerbare Wärme ... 22
4. Stromerzeugung und Wärmeverbrauch aus Erneuerbaren Energien ... 23
5. Kraft-Wärme-Kopplung ... 24
5.1. Grundsätzliches zur Bilanzierung der Kraft-Wärme-Kopplung in der EMN ... 24
5.2. Situation der Kraft-Wärme-Kopplung in der EMN ... 25
6. Endenergiebedarf Wohngebäude ... 27
6.1. Altersstruktur Wohnfläche ... 27
6.2. Entwicklung Heizwärmebedarf ... 27
6.3. Entwicklung Endenergiebedarf ... 28
6.4. Entwicklung spezifischer Endenergiebedarf und Emissionen ... 29
6.5. Analyse Nichtwohngebäude ... 30
6.6. Entwicklung Gebäudebestand ... 30
6.7. Nutzungsarten Nichtwohngebäude ... 31
6.8. Energiebedarf und Einsparungspotenzial Nichtwohngebäude ... 32
7. Verkehr ... 33
7.1. Verkehrsarten Endenergie und THG-Emissionen 2018 ... 33
7.2. Endenergie - Anteile Verkehrsarten ... 33
7.3. THG-Emissionen - Anteile Verkehrsarten ... 34
7.4. Personen-/ Güterverkehr Endenergie und THG-Emissionen 2018 ... 35
7.5. Personenverkehr ... 35
7.6. Güterverkehr ... 36
8. Landwirtschaft ... 38

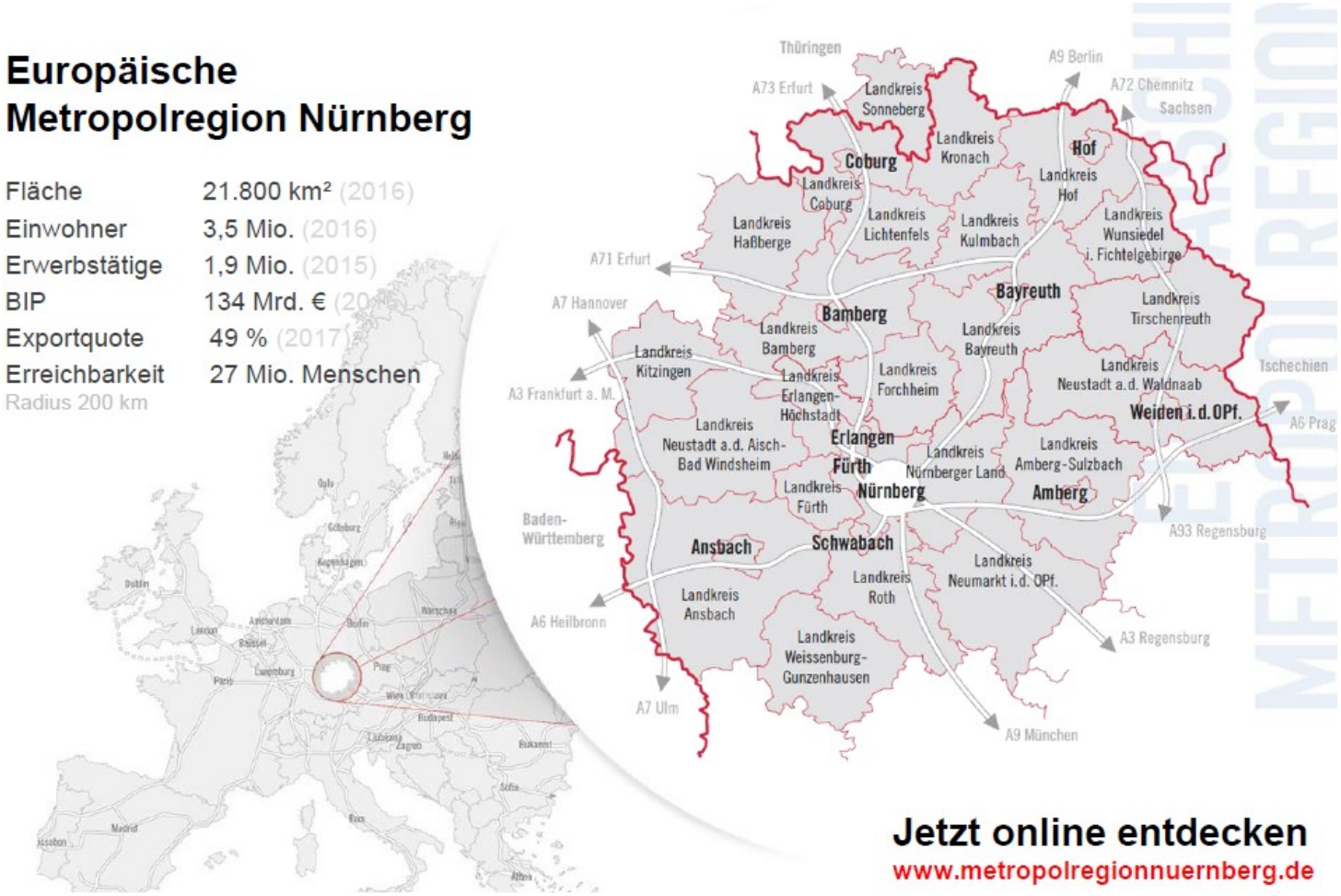
ANHANG ... 39

Abkürzungsverzeichnis ... 40

Einheiten ... 41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Entwicklung relevanter Parameter EMN 1990-2018 6
Abbildung 2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern (ohne Verkehr) 6
Abbildung 3 Endenergieverbrauch inkl. Verkehr 2018 7
Abbildung 4 Entwicklung THG ohne Verkehr 8
Abbildung 5 Gegenüberstellung Endenergie und THG 2018 inkl. Verkehr 8
Abbildung 6 Entwicklung Endenergie, THG pro Einwohner 9
Abbildung 7 Stromverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 10
Abbildung 8 Stromverbrauch 2018 sektorale Aufteilung 11
Abbildung 9 Stromverbrauch und Emissionen pro Kopf 12
Abbildung 10 Erzeugung EE Strom 1990-2018 13
Abbildung 11 Anteile Stromerzeugung (Arbeit) EE 2017 14
Abbildung 12 Anteile Stromerzeugung (Arbeit) EE 2018 14
Abbildung 13 Gasverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 15
Abbildung 14 Gasverbrauch 2018 sektorale Aufteilung 16
Abbildung 15 Gasverbrauch und Emissionen pro Kopf 17
Abbildung 16 Fernwärmeverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 BISKO Standard 18
Abbildung 17 Fernwärmeverbrauch und Emissionen pro Kopf BISKO Standard 19
Abbildung 18 Heizölverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 20
Abbildung 19 Heizölverbrauch und Emissionen pro Kopf 21
Abbildung 20 Kohleverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 21
Abbildung 21 EE Wärmeverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 22
Abbildung 22 EE Wärmeverbrauch und Emissionen pro Kopf 22
Abbildung 23 Gegenüberstellung EE Strom und Wärme 23
Abbildung 24 KWK-Quote in der EMN, Anteil fossiler und erneuerbarer KWK 25
Abbildung 25 Altersstruktur Wohnfläche 27
Abbildung 26 Heizwärmebedarf und Wohnfläche 27
Abbildung 27 Endenergiebedarf, THG Emissionen Sektor Wohnen 28
Abbildung 28 Endenergiebedarf, THG Emissionen pro m² Wohnfläche 29
Abbildung 29 Baufertigstellung Wohn- und Nichtwohngebäude 1991 - 2018 30
Abbildung 30 Baufertigstellung Wohn- und Nutzfläche; 30
Abbildung 31 Nutzungsarten Nichtwohngebäude 31
Abbildung 32 spezifischer Energiebedarf und Einsparpotenzial Nichtwohngebäude 32
Abbildung 33 Endenergie, THG-Emissionen Verkehrsarten 33
Abbildung 34 Endenergiebedarf, Anteile Verkehrsarten 34
Abbildung 35 THG-Emissionen, Anteile Verkehrsarten 34
Abbildung 36 Endenergie, THG-Emissionen Personenverkehr/ Güterverkehr 35
Abbildung 37 Endenergie Personenverkehr Verkehrsarten 35
Abbildung 38 Verkehrsleistung Personenverkehr Verkehrsarten 36
Abbildung 39 Endenergie Güterverkehr Verkehrsarten 36
Abbildung 40 Transportleistung Güterverkehr Verkehrsarten 37
Abbildung 41 THG-Emissionen Landwirtschaft 38


Europäische
Metropolregion Nürnberg
Fläche 21.800 km² (2016)
Einwohner 3,5 Mio. (2016)
Erwerbstätige 1,9 Mio. (2015)
BIP 134 Mrd. € (20
Exportquote 49 % (2017)
Erreichbarkeit 27 Mio. Menschen
Radius 200 km
Thüringen
A9 Berlin
A73 Erfurt
A72 Chemnitz
Sachsen
Landkreis Sonneberg
Landkreis Kronach
Coburg
Hof
Landkreis Coburg
Landkreis Hof
Landkreis Haßberge
Landkreis Lichtenfels
Landkreis Kulmbach
Landkreis Wunsiedel i. Fichtelgebirge
A71 Erfurt
Bayreuth
A7 Hannover
Bamberg
Landkreis Tirschenreuth
Landkreis Bamberg
Landkreis Bayreuth
Landkreis Kitzingen
Landkreis Forchheim
Tschechien
A3 Frankfurt a. M.
Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab
Landkreis Erlangen-Höchstadt
Weiden i.d.OPf.
A6 Prag
Landkreis Neustadt a.d. Aisch-Bad Windsheim
Erlangen
Landkreis Nürnberger Land
Landkreis Amberg-Sulzbach
Fürth
Nürnberg
Amberg
Landkreis Fürth
Baden-Württemberg
A93 Regensburg
Ansbach
Schwabach
Landkreis Neumarkt i.d. OPf.
Landkreis Roth
Landkreis Ansbach
A6 Heilbronn
A3 Regensburg
Landkreis Weissenburg-Gunzenhausen
A7 Ulm
A9 München
Jetzt online entdecken
www.metropolregionnuernberg.de

1. Endenergieverbrauch

Die Aktualisierung der Endenergiebilanz der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) schreibt die Bilanz von 1990 bis 2018 fort. Dabei wurden die Ist-Daten für die leitungsgebundenen Energieträger Strom, Erdgas und Fernwärme abgefragt. Aufgrund der Komplexität in der Datenerfassung der über 600 kommunalen Gebietskörperschaften und über 100 abzufragenden Energiedienstleistungsunternehmen wurden die Werte aus dem Jahr 2017 und 2018 gemeinsam abgefragt und bei Bedarf angepasst.

Folgende Graphik zeigt eine Zusammenfassung der wichtigsten Einflussgrößen auf den Endenergieverbrauch und die Treibhausgas-Emissionen (THG):

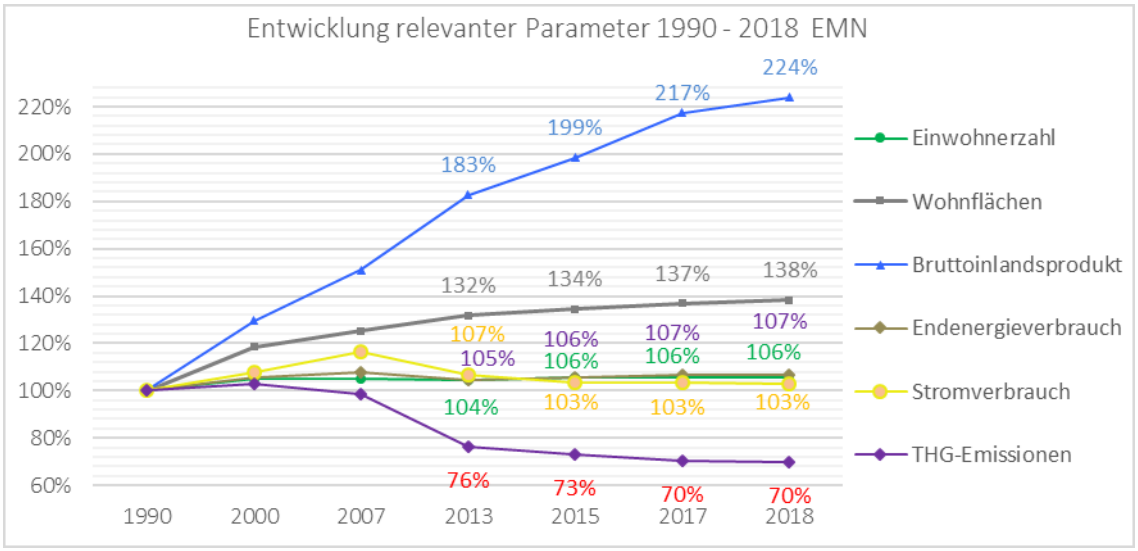


Abbildung 1 Entwicklung relevanter Parameter EMN 1990-2018

Von 2015 bis 2018 ist die Einwohnerzahl nahezu identisch, das BIP (Bruttoinlandsprodukt) ist hingegen im selben Zeitraum um 7%-Punkte angestiegen. Die Wohnfläche hat sich geringfügig von 137% auf 138% (Basis 1990) erhöht. Somit sind viele Parameter, die i.d.R. zu einer Steigerung des Energieverbrauchs führen, in der EMN angestiegen. Demgegenüber sind jedoch die THG-Emissionen seit 1990 um 30% gefallen. Dieser Rückgang lässt sich auch in den letzten Jahren beobachten.

Der Endenergieverbrauch ist allerdings in den letzten Jahren nahezu identisch geblieben und wird in nachfolgender Grafik genauer dargestellt. Im Anschluss daran wird der Rückgang der THG-Emissionen und insbesondere deren Ursachen genauer betrachtet.

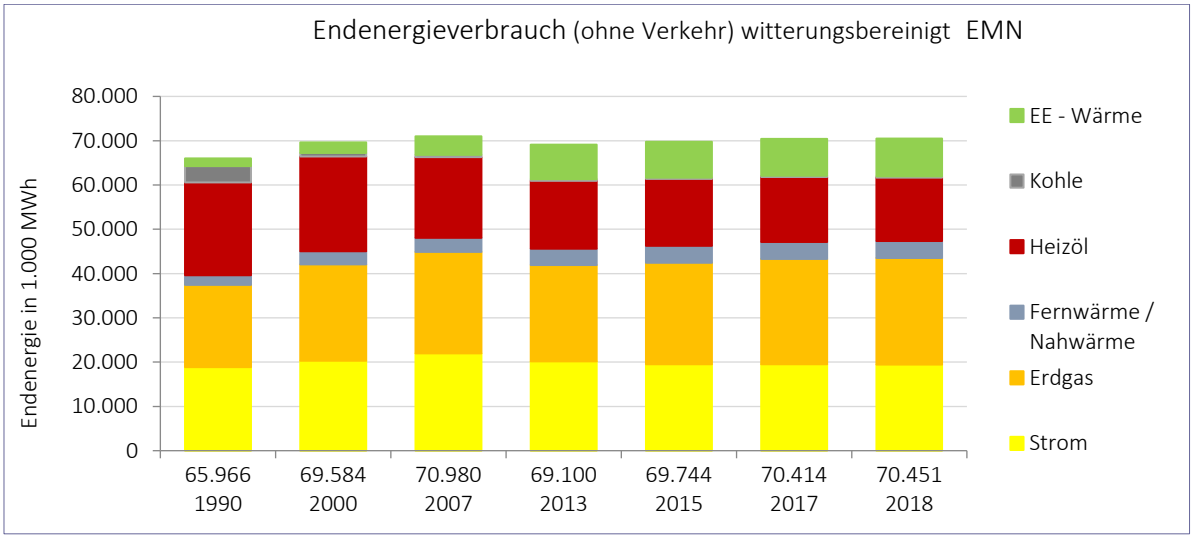


Abbildung 2 Endenergieverbrauch nach Energieträgern (ohne Verkehr)

Von 1990 bis 2018 ist ein Anstieg des Endenergieverbrauchs zu verzeichnen. Der Endenergieverbrauch erreichte im Jahr 2007 seinen höchsten Wert im Betrachtungszeitraum mit 70.980 GWh. Im Zeitraum von 2007 bis 2013 ist ein Rückgang zu erkennen, danach wieder ein leichter Anstieg bis 2018. Betrachtet man den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2018, ist der Endenergieverbrauch von 65.966 GWh auf 70.451 GWh angestiegen. Dies entspricht einem Anstieg in Höhe von 6,7 %. In den Jahren 2017 und 2018 hat sich nahezu keine Veränderung ergeben.

Zieht man den Endenergieverbrauch für den Sektor Verkehr hinzu, stellt sich die Verteilung des Endenergieverbrauches im Jahr 2018 folgendermaßen dar:

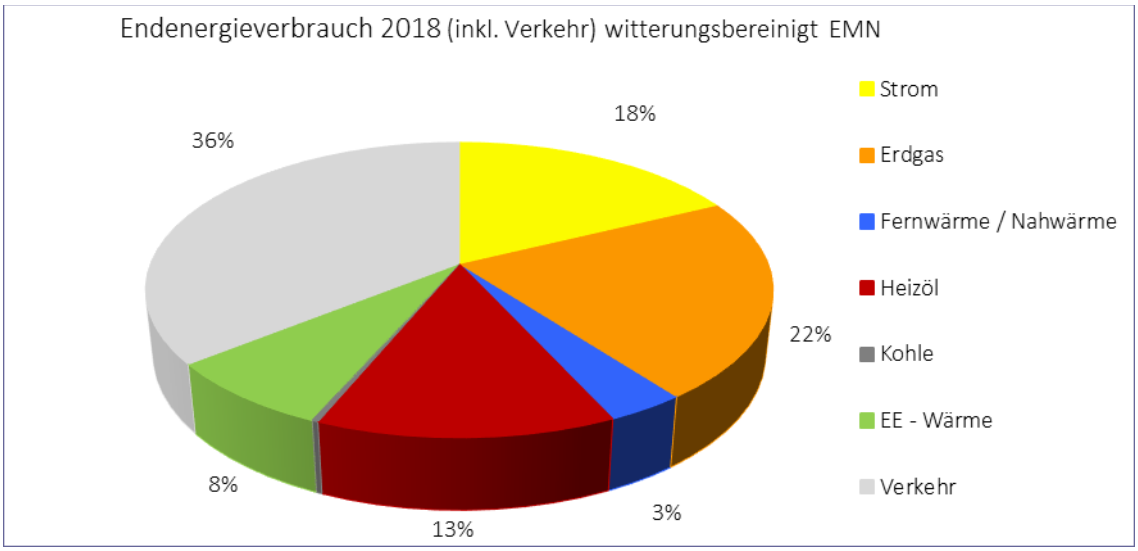


Abbildung 3 Endenergieverbrauch inkl. Verkehr 2018

Berechnet man den bilanzierten Verkehrssektor mit ein, liegt der Endenergieverbrauch bei ca. 109.657 GWh. Dies entspricht einem Endenergieverbrauch für das Jahr 2018 von 31,1 Megawattstunden je Einwohner. (Zum Vergleich BRD: 30,1 MWh/Einwohner im Jahr[1]).

Die Bilanzierung mittels Stromgutschrift im Kraft-Wärme-Kopplungsprozess (KWK-Prozess) (Fernwärme und dezentrale KWK) wurde in dieser Bilanzierung erstmalig durch die sogenannte BISKO Systematik ersetzt.[2] Daher wurden auch in dieser Bilanz der KWK/Fernwärme keine CO_2-Gutschriften für den bereitgestellten Strom angerechnet, sondern auf die beiden Koppelprodukte Wärme und Strom aufgeteilt (nähere Informationen hierzu finden sich im Kapitel zur KWK).

In der letzten Bilanzierung wurden neben den Kohlenstoffdioxid-Emissionen auch die sogenannten Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) bilanziert. Hierunter versteht man:

Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), und Lachgas (N_2O), die fluorierten Treibhausgase (F-Gase): wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), und Schwefelhexafluorid (SF_6). Ab 2018 wird auch Stickstofftrifluorid (NF_3) einberechnet. Diese wurden für die Bilanzierung normiert, so dass die Emissionen der einzelnen Gase auf die Klimawirksamkeit der entsprechenden Menge von CO_2 hochgerechnet wurde. Man bezeichnet diese als CO_2 Äquivalente (CO_2e).[3]

[1] Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990-2018, Im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bearbeitet von: Energy Environment Forecast, Berlin August 2019

[2] „BISKO – Bilanzierungs-Systematik Kommunal“: standardisierter Instrumentenansatz zur Bilanzierung, Potenzialermittlung und Szenarienentwicklung der kommunalen Treibhausgasbilanzen

[3] Definition der THGs im Anhang

In der aktuell vorliegenden Bilanzierung wurde auf die Doppelbetrachtung verzichtet und nur noch die Treibhausgase dargestellt. Die Entwicklung der THG-Emissionen in der EMN stellt sich folgendermaßen dar.

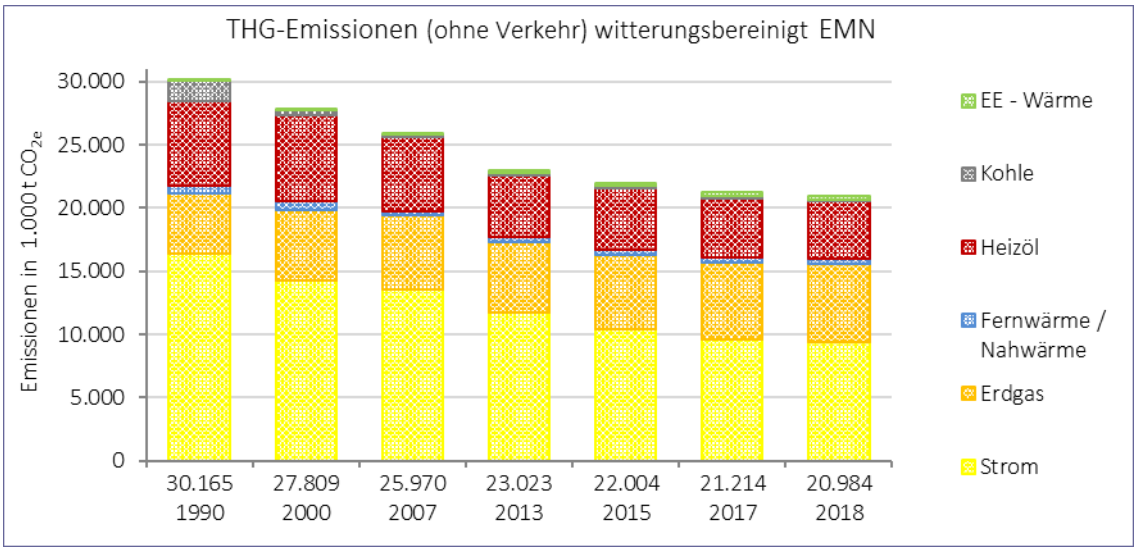


Abbildung 4 Entwicklung THG ohne Verkehr

Anders als bei der Endenergie ist beim Ausstoß an THG im kompletten Betrachtungszeitraum ein Rückgang zu verzeichnen. So lagen die THG-Emissionen im Jahr 1990 bei 30.165.000 Tonnen und erreichen im Jahr 2018 einen Wert in Höhe von 20.984.000 Tonnen. Dies entspricht einer Reduktion in Höhe von knapp über 30 % und führt dazu, dass die Zielwerte für 2020 aus der EMN (nach THG) bereits 2018 erreicht worden sind. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass bei der Umstellung auf THG- Emissionen im Gegensatz zu den CO_2-Emissionen deutlich höhere Reduktionwerte für den Emissionsfaktor Strom verwendet wurden.

Diese Darstellung des Jahres 2018 stellt dem Endenergieverbrauch die THG-Emissionen gegenüber.

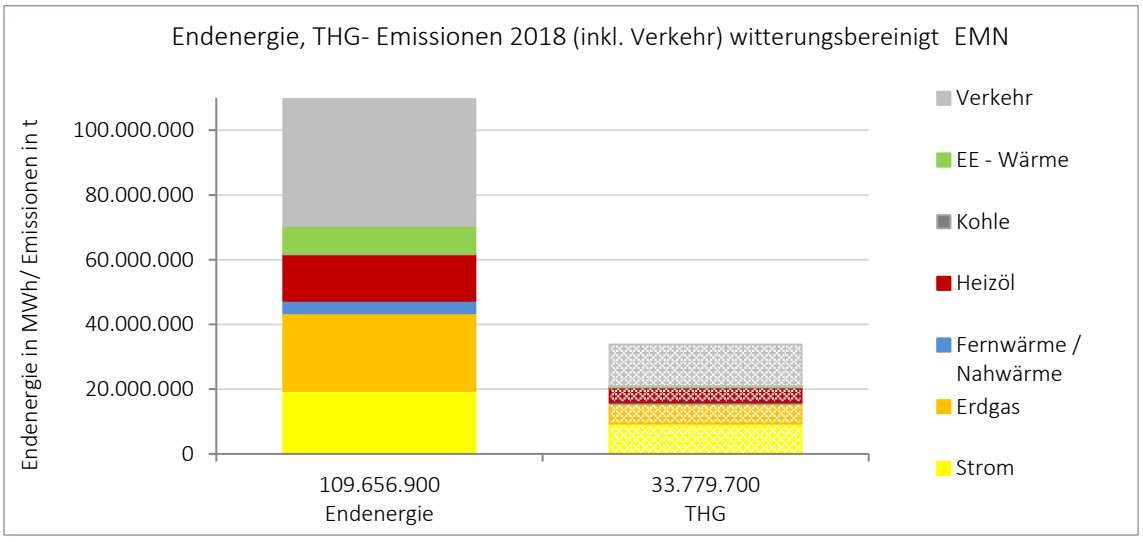


Abbildung 5 Gegenüberstellung Endenergie und THG 2018 inkl. Verkehr

Inklusive Verkehr lag der Endenergieverbrauch 2018 bei 109.656.900 MWh und die THG-Emissionen bei knapp über 33.780.000 Tonnen CO_2e.

Rechnet man diese Zahlen auf die Einwohner in der EMN um, ergibt sich im Zeitverlauf folgendes Bild:

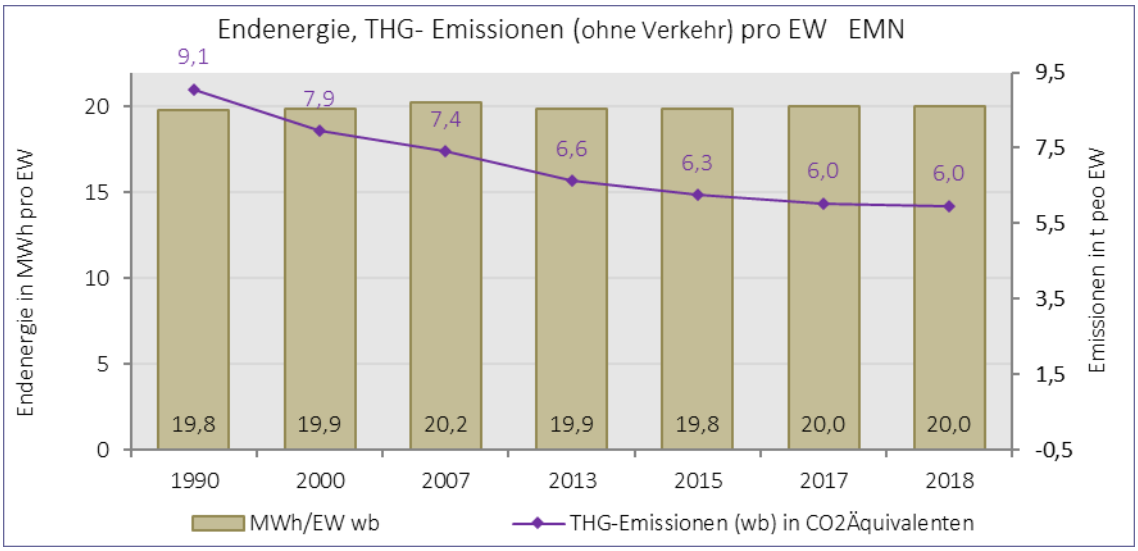


Abbildung 6 Entwicklung Endenergie, THG pro Einwohner

Während der Endenergieverbrauch pro Einwohner zwischen 1990 und 2007 angestiegen ist, lag der Wert im Jahr 2018 auf nahezu dem gleichen Niveau wie 1990. Somit konnte der Anstieg zwischen 1990 und 2007 durch den Rückgang von 2007 bis 2018 wieder ausgeglichen werden. Die Emissionen pro Einwohner hingegen sind im kompletten Betrachtungszeitraum gefallen und erreichten im Jahr 2018 eine Reduktion in Höhe von 34 % (CO_2e) auf Basis 1990.

In Deutschland lag der Wert im Jahr 2018 für energiebedingte CO_2-Emissionen (nicht witterungsbereinigt) pro Kopf bei 8,6 t.[4] Der Vergleich der Deutschlanddaten mit den Daten aus der EMN ist nur eingeschränkt möglich, da die deutschen Daten u.U. mit anderen Emissionskoeffizienten berechnet wurden und keine Witterungsbereinigung enthalten.

[4] Statista GmbH, Hamburg, (Stand 2019)

2. Leitungsgebundene Energieträger

Zu den leitungsgebundenen Energieträgern zählen Strom, Gas und Fernwärme, wobei in dieser Studie nicht zwischen Nah- und Fernwärme unterschieden wird. Im Rahmen dieser Studie wurden alle Energieversorgungsunternehmen in der EMN angeschrieben und die jeweiligen Verbrauchsdaten für alle drei leitungsgebundenen Energieträger abgefragt.

Aufgrund der Wichtigkeit des leitungsgebundenen Energieträgers Strom wird auf diesen zuerst eingegangen. Dabei ist zu beachten, dass die Stromproduktion in konventionellen Kraftwerken in der EMN nicht bilanziert wird, wenn sie nicht im KWK-Prozess bereitgestellt wurden. Somit wurden die konventionellen Kraftwerke und der Strombezug außerhalb der EMN gleichwertig behandelt. Nachfolgend wird die Entwicklung der elektrischen Energie/Strom seit 1990 und die Entwicklung seit der letzten Bilanzierung im Jahr 2015 dargestellt.

2.1. Strom

Der Stromverbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen in der EMN haben sich nach Rückmeldung der über 100 Energieversorgungsunternehmen folgendermaßen entwickelt:

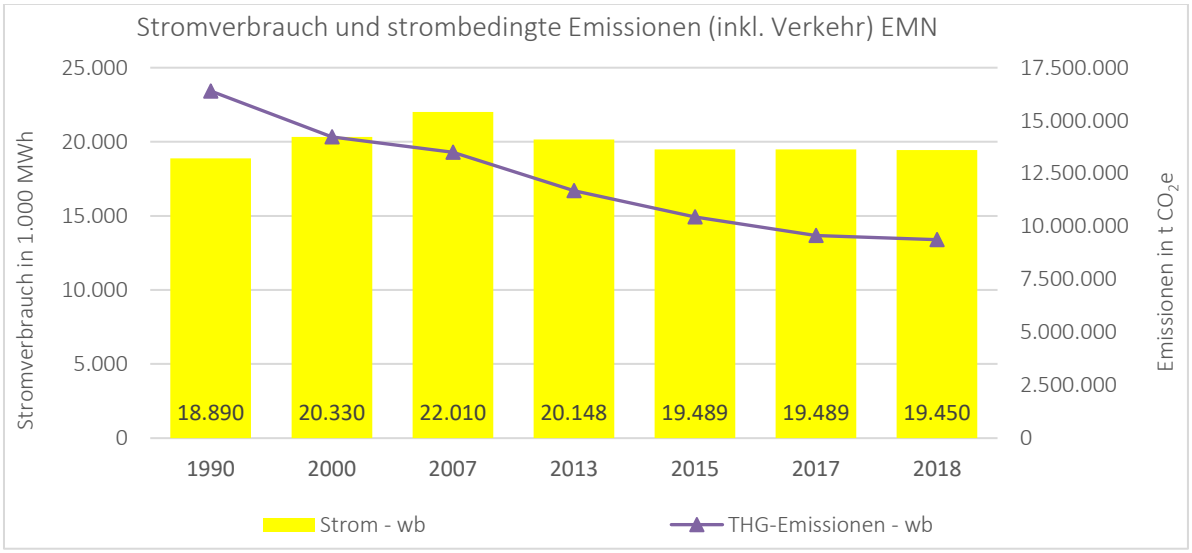


Abbildung 7 Stromverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018

Der Stromverbrauch in der EMN ist zwischen 1990 und 2007 deutlich angestiegen und hat im Jahr 2007 einen Spitzenwert von über 22.000 Gigawattstunden (GWh) erreicht. Danach ist ein Rückgang zu verzeichnen. So ist im Zeitraum von 2007 und 2018 der Stromverbrauch um 11,6 % zurückgegangen. Somit zeigen sich deutliche Fortschritte in den letzten Jahren, die allerdings durch den Anstieg von 1990 bis 2007 kompensiert wurden. Im kompletten Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2018 ist ein Anstieg des Stromverbrauchs um 2,96 % zu verzeichnen.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass in der vorletzten Bilanz für das Jahr 2013 die Werte aufgrund einer genaueren Datenerhebung angepasst werden konnten. So werden seit 2013 die Durchleitungen von den abgefragten Netzbetreibern korrigiert. Dadurch konnten Doppelzählungen vermieden werden. Zudem wird seit der Bilanzierung im Jahr 2013 der Selbstverbrauch von Anlagen aus Biogas/Biomasse zum Gesamtstromverbrauch hinzugerechnet. Für den Eigenverbrauch von Anlagenbetreibern anderer erneuerbaren Energieträger (z.B. Photovoltaikanlagen) liegen keine belastbaren Zahlen vor, so dass dieser Stromverbrauch nicht eingerechnet werden kann, den Gesamtstromverbrauch in der EMN aber nur unwesentlich erhöhen dürfte.

Neben dem absoluten Verbrauch von Strom ist für die Bilanzierung die Entwicklung der Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) für den Energieträger Strom von großem Interesse. Es zeigt sich, dass im Gegensatz zum Stromverbrauch die THG-bedingten Emissionen seit 1990 nahezu permanent zurückgehen. Ausnahme ist auch hier das Jahr 2007, in dem der Abwärtstrend sich abschwächt. Nach 2007 ist der Rückgang wieder höher. Bezogen auf das Jahr 1990 konnte im Jahr 2018 ein Rückgang in Höhe von knapp 43 % erreicht werden. Da der absolute Stromverbrauch um 3% ansteigt, ist diese Reduktion auf die Verbesserung des spezifischen Emissionsfaktors für Strom zurückzuführen. Diese Reduktion ist vor allem auf den erheblichen Ausbau der erneuerbaren Energien im Bundesgebiet (und in der EMN) zurückzuführen. So konnte im Bundesdurchschnitt für das Jahr 2018 ein Anteil erneuerbarer Stromerzeugung in Höhe von 40,7% erreicht werden. Diese Verbesserung schlägt auf die Emissionsbilanz der EMN durch und sorgt für die Reduktion der THG-Emissionen.

Nachfolgende Grafik zeigt, wie sich die sektorale Aufteilung für den leitungsgebundenen Energieträger Strom darstellt:

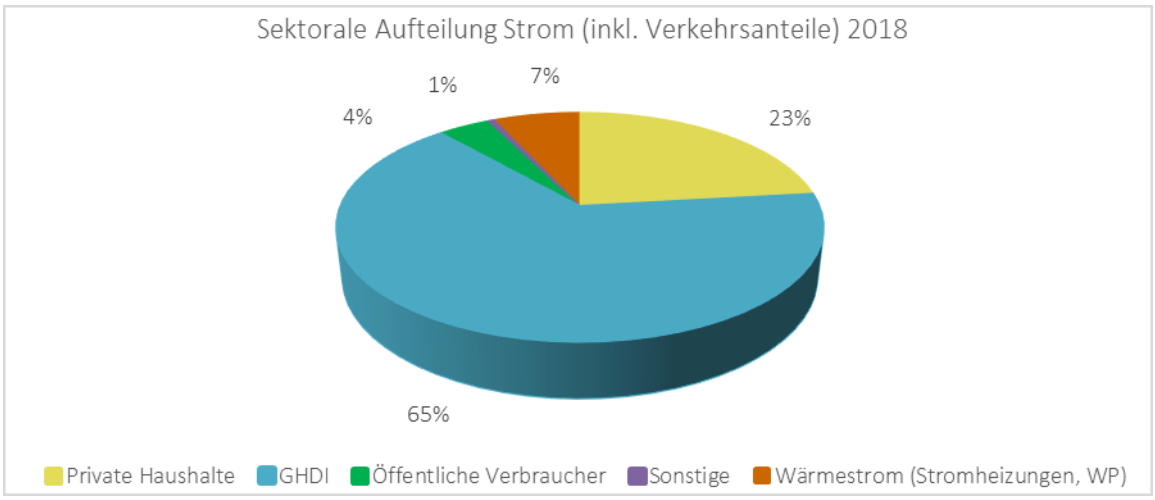


Abbildung 8 Stromverbrauch 2018 sektorale Aufteilung

Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie (GHDI) stellt mit 65 % den größten Anteil am Stromverbrauch dar. Somit profitiert dieser Sektor auch am deutlichsten von der Reduktion des THG-Koeffizienten. Danach kommen die privaten Haushalte mit einem deutlich geringeren Wert in Höhe von 23%. Unter „Sonstige“ sind neben Landwirtschaft und anteilig Elektroverkehr auch der Selbstverbrauch von Biomasse/Biogas enthalten. Die heizwärmebezogenen Anteile nehmen 7% ein und wurden witterungsbereinigt.

Neben den absoluten Werten des Stromverbrauchs und der THG-Emissionen sind auch die spezifischen Werte pro Einwohner sehr interessant. Nachfolgende Grafik stellt diese Entwicklung dar:

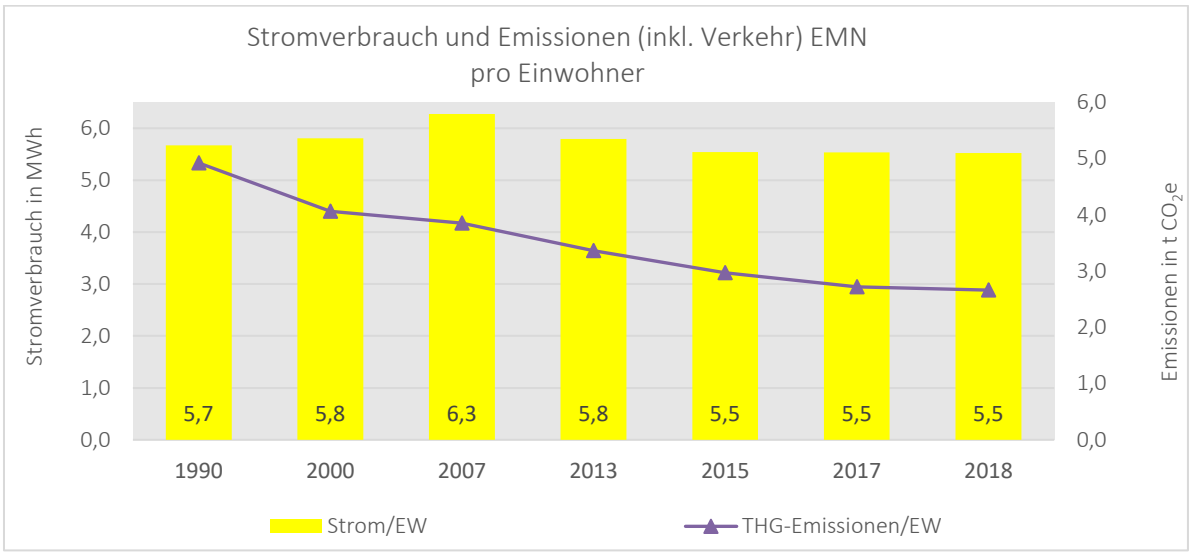


Abbildung 9 Stromverbrauch und Emissionen pro Kopf

Die Emissionen des Stroms sind ständigen Schwankungen unterworfen, abhängig davon, wie der Strom bereitgestellt wird. Für diese Studie wurde der bundesdeutsche Strom-Mix mit seinen entsprechenden Emissionskoeffizienten zur Berechnung herangezogen. Im Jahr 2018 hat rechnerisch jeder Einwohner der EMN 5,5 MWh Strom verbraucht und dabei knapp 2,7 Tonnen CO_2e -Emissionen verursacht.

2.2. Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger

Wie bereits erläutert, sind für die Darstellung des Stromverbrauchs die lokalen konventionellen Kraftwerke und der „importierte“ Strom zusammengefasst. Die in der EMN bereitgestellten erneuerbaren Energien wurde allerdings einzeln bilanziert, auch wenn die resultierende Strombereitstellung in den deutschen Strom-Mix einbezogen wird. Mit dieser Darstellung der regionalen EE-Anlagen ist erkennbar, welcher Anteil des in der EMN benötigten Stromes, durch eigene in der EMN betriebene EE-Anlagen zur Verfügung gestellt werden kann. Dies ist wichtig, da in Bayern und in der EMN erhebliche konventionelle Kraftwerkskapazitäten abgeschaltet wurden oder in Kürze abgeschaltet werden. Für eine regionale Versorgung und Netzstabilität ist die regionale Bereitstellung mit erneuerbaren Energien von zentraler Bedeutung.

Neben dem Gesamtanteil an erneuerbaren Energien ist der daraus entstehende Strom-Mix entscheidend, da Wind, Sonne, Wasser und Biomasse in der zukünftigen, auf erneuerbaren Energien basierenden Stromversorgung unterschieden werden. So kann zum Beispiel eine rein auf Photovoltaik (PV) basierte Stromversorgung im Winter zu Problemen führen, da PV den Produktionspeak im Sommer aufweist und im Winter ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen ist. Gerade im Winter werden aber die Wärmepumpen Strom für Raumwärme und Warmwasser benötigen. Somit ist in der EMN auf einen ausgewogenen Energiemix bei den erneuerbaren Energien zu achten.

Die Emissionen aus der Bereitstellung von erneuerbarem Strom in der EMN werden durch den Emissionsfaktor des deutschen Strom-Mix abgebildet und der EMN nicht zugeschrieben. Würden die Werte in die EMN Bilanz eingerechnet werden, würden sie doppelt berücksichtigt werden.

In nachfolgender Bilanz wird die Entwicklung der erneuerbaren Energien über die Jahre aufgezeigt:

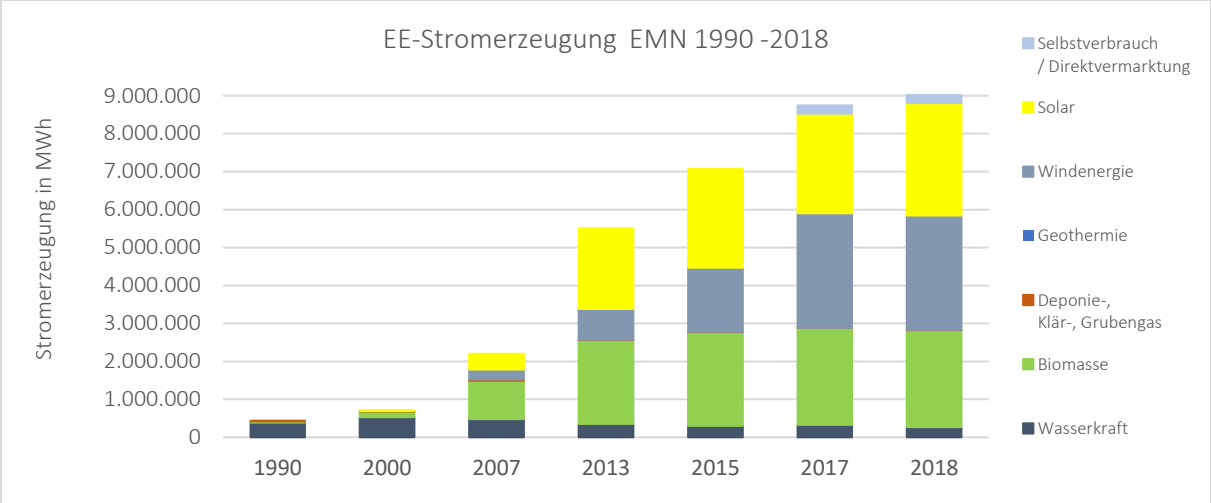


Abbildung 10 Erzeugung EE Strom 1990-2018

Knapp über 9.000.000 MWh wurden in der ENM im Jahr 2018 regenerativ bereitgestellt. Vergleicht man diesen Wert mit dem EMN-Stromverbrauch im Jahr 2018, zeigt sich ein bilanzieller EE-Anteil in Höhe von 46,4% erneuerbarem Strom. Somit konnte in der EMN im Jahr 2018 nahezu jede zweite Kilowattstunde regional und erneuerbar bereitgestellt werden (bilanziell). Dieser Wert liegt über dem Bundesdurchschnitt in Höhe von 40,7%. Das bedeutet einen deutlichen Anstieg zum letzten Bilanzierungsjahr 2015 und zeigt eine positive Entwicklung in Richtung regional und regenerativ erzeugten Stroms auf. Allerdings hat sich dieser positive Trend im Jahr 2017 und 2018 deutlich abgeschwächt. Der Grund dafür ist in der aktuellen Gesetzeslage im Bund und in Bayern in Bezug auf den Einsatz von Windkraft zu sehen. Auch für das Jahr 2019 ist eine Stagnation anzunehmen, da keine neuen Windkraftanlagen entstehen.

Die dargestellten Werte beinhalten im Jahr 2018 auch die sogenannte Direktvermarktung, soweit die Angaben gemäß Veröffentlichungspflicht von den Energiedienstleistungsunternehmen erfassbar waren. Da nicht alle Energieversorger die Abfrage beantwortet haben, wurden in der aktuellen Bilanzierung die Werte für die eingespeisten Strommengen zum Teil über die installierten Leistungen hochgerechnet.

Neben dem prozentualen Anteil und der absoluten Einspeisemenge der erneuerbaren Energiebereitstellung ist die Verteilung auf die unterschiedlichen Energieträger von entscheidender Bedeutung für das Gelingen der Energiewende.

Daher wird in den zwei nachfolgenden Grafiken die erneuerbare Stromerzeugung je Energieträger für die Jahre 2017 und 2018 dargestellt:

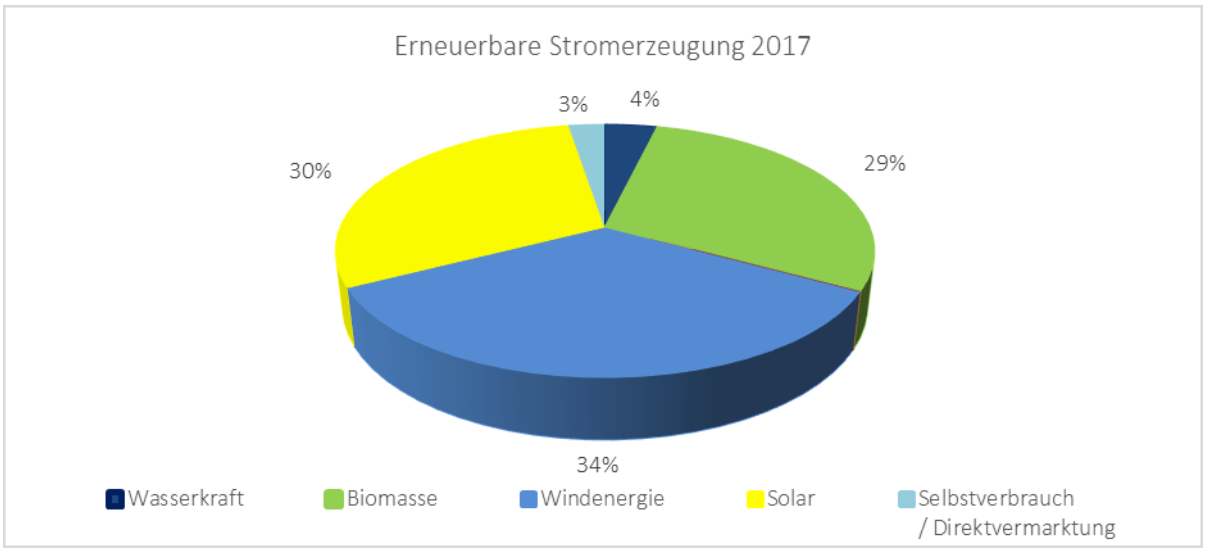


Abbildung 11 Anteile Stromerzeugung (Arbeit) EE 2017

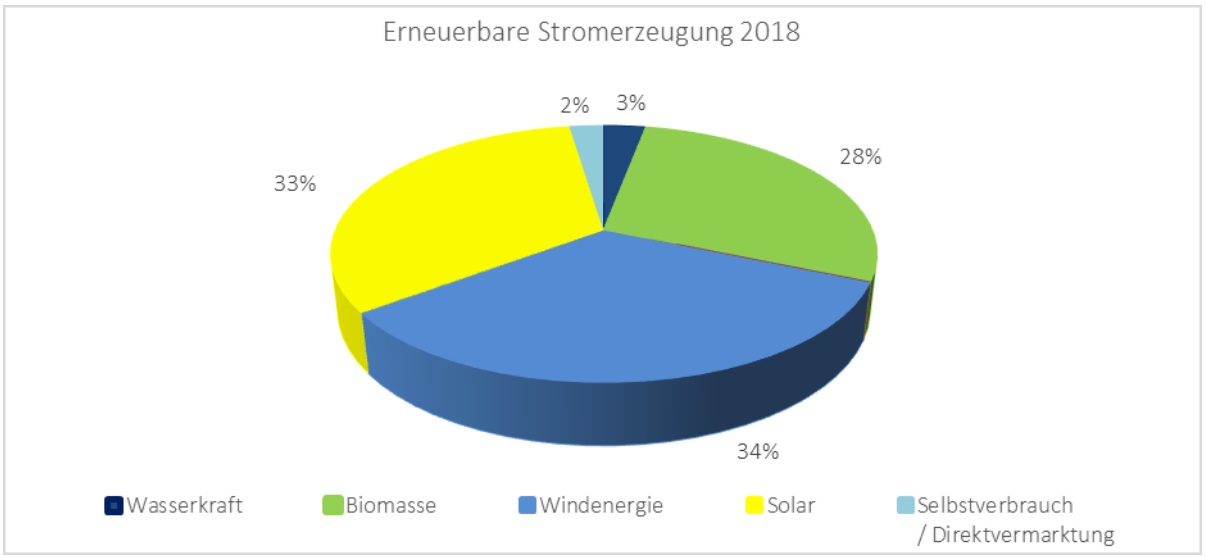


Abbildung 12 Anteile Stromerzeugung (Arbeit) EE 2018

Im Vergleich zu Bayern ist in der EMN ein hoher Windkraftanteil zu verzeichnen, der sogar höhere Werte als die PV erreicht. Im Vergleich zwischen den Jahren 2017 und 2018 ist aber zu erkennen, dass der Ausbau der Windkraft nicht weiter vorankommt. Hier muss die EMN gegensteuern, auch wenn die bayerische und Bundesgesetzgebung schwierige Randbedingungen setzt. Da im Jahr 2019 der Ausbau der Windkraft nahezu zum Erliegen kam, ist davon auszugehen, dass die PV bereits 2019 einen höheren Anteil als die Windkraft erreichen wird. Dies ist ungünstig, da die Windkraft eine gleichmäßigere Produktion im Jahresverlauf zur Verfügung stellt, während PV naturgemäß den Produktionsschwerpunkt im Sommer aufweist. In der EMN gibt es Gebiete, die einen sehr hohen Stromanteil durch Windkraft zur Verfügung stellen, wohingegen in anderen Gebietskörperschaften der EMN ein hoher Nachholbedarf besteht. Es ist die Aufgabe der bayerischen Staatsregierung und der Bundesgesetzgebung dafür zu sorgen, dass der für die Energiewende wichtige Ausbau der Windkraft wieder vorangetrieben wird.

In den beiden Grafiken können zwei weitere Gruppen von erneuerbaren Technologien unterschieden werden, die energiewirtschaftlich unterschiedlich zu bewerten sind. Die volatilen, in ihrer

Leistungsbereitstellung weniger planbaren Formen Photovoltaik (Solar bzw. PV) und Windkraft haben in der EMN einen Anteil von 64% (2017) und 67% (2018). Die plan- und teilweise auch steuerbaren, residuallastfähigen Technologien wie Biomasse und Wasserkraft erreichen 33% (2017) und 31% (2018). Der leichte Rückgang dieser residuallastfähigen Energiebereitstellung kann gerade bei der Wasserkraft auch in dem sehr ungewöhnlich heißen Sommer im Jahr 2018 gesehen werden. Die ebenfalls residuallastfähigen Deponie-, Klär- und Grubengas- Kraftwerke spielen, wie in den vorherigen Bilanzen, eine mengenmäßig sehr untergeordnete Rolle.

2.3. Gas

Neben dem leitungsgebundenen Energieträger Strom nimmt der leitungsgebundene Energieträger Erdgas einen sehr großen Stellenwert in der Bilanz ein. Erdgas wird derzeit für die Wärme- und Strombereitstellung eingesetzt und kann im Rahmen des Energiewendeprozesses eine wichtige Übergangsrolle einnehmen. Die Strombereitstellung mit Erdgas wird in den nachfolgenden Zahlen zur Endenergie nicht erfasst. Diese Verbrauchswerte sind im Energieträger Strom enthalten und werden für die EMN nicht extra bilanziert. Sie sind im gesamtdeutschen Stromemissionsmix eingerechnet.

Die Erdgasversorgung stellt mit Aquiferspeichern und dem Versorgungsnetz eine Speicherinfrastruktur zur Verfügung, die mit „grünem Erdgas“ (Power to Gas) auch eine Zukunftsoption darstellt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Verbrauch und die THG-Emissionen des (noch fossilen) Erdgases in der EMN von 1990 bis 2018 auf. Wie bereits erläutert, wird hier Erdgas bilanziert, das hauptsächlich Wärme bereitstellt. Daher wurde eine Witterungsbereinigung durchgeführt, um die Einflüsse von überduchschnittlich warmen oder kalten Jahren herauszurechnen. Das bei der Witterungsbereinigung als Basis dienende “langjährige Mittel” wird aus den Klimadaten zwischen 1970 und 2018 ermittelt. Da die Temperaturen in den letzten Jahren deutlich angestiegen sind und davon auszugehen ist, dass dieser Trend weiter anhält, erzeugt die Witterungsbereinigung tendenziell zu hohe Verbrauchswerte, und ist in der aktuellen Systematik zu hinterfragen. Folgende Werte haben sich ergeben:

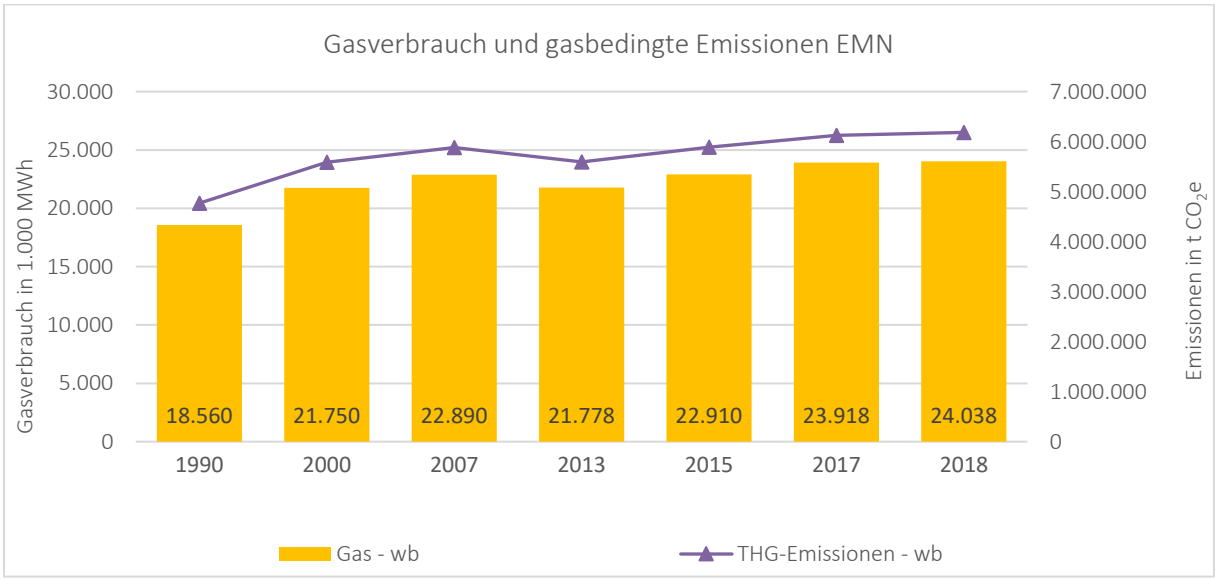


Abbildung 13 Gasverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018

Der Gasverbrauch steigt nahezu kontinuierlich im kompletten Betrachtungszeitraum an. Nur zwischen den Jahren 2007 und 2013 ist ein Rückgang zu erkennen, der mit der Wirtschaftskrise in diesen Jahren einher geht. In den letzten Jahren zwischen 2015 und 2018 ist der Gasverbrauch um knapp 5 %

angestiegen. Betrachtet man den kompletten Zeitraum von 1990 bis 2018 betrug der Anstieg über 29,5 % auf knapp über 24 Terawattstunden. Dieser deutliche Anstieg des fossilen Energieträgers Gas ist emissionsseitig nicht unbedingt nachteilig, da hauptsächlich andere fossile Energieträger mit schlechterer Emissionsbilanz (v.a. Heizöl) verdrängt wurden.

Die relevanten Treibhausgas-Emissionen sind nahezu ähnlich angestiegen da sich, anders als beim Energieträger Strom, die spezifischen Emissionswerte nur geringfügig über die Jahre verändert haben. Somit ergibt sich auch für die Betrachtung der THG-Emissionen zwischen 1990 bis 2018 ein Anstieg in Höhe von 29,6% auf 6.184.600 Tonnen. In der Bilanzierung von 2013 wurden erstmals die Werte aufgrund einer genaueren Datengrundlage angepasst und eventuelle Doppelzählungen ausgeschlossen. Dies wurde auch in der vorliegenden Bilanzierung für 2017 und 2018 beibehalten.

Der höhere Gasverbrauch ist in den Sektoren GHDI und Öffentlichen Verbrauchern zu verzeichnen. Der Gasverbrauch der privaten Haushalte ist nahezu konstant geblieben, da hier effizientere Gebäudestandards einen stärkeren Einfluss haben als bei den Gebäuden im Sektor GHDI. Auch sind die Produktionsprozesse zu berücksichtigen.

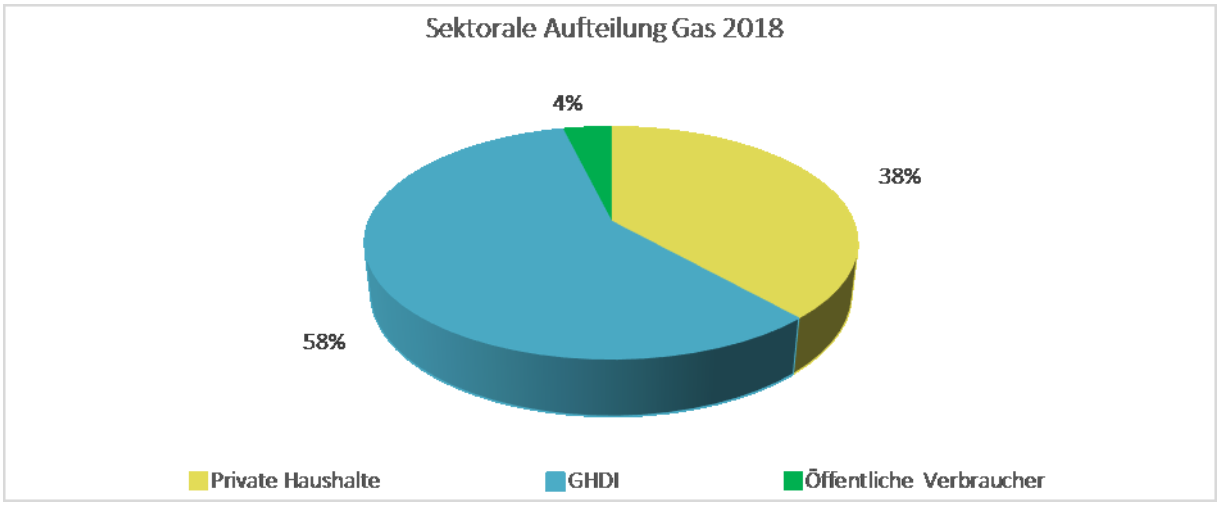


Abbildung 14 Gasverbrauch 2018 sektorale Aufteilung

Beim Gasverbrauch hat der Sektor GHDI einen vergleichbar hohen Anteil wie bei Strom. Der Wert liegt für das Jahr 2018 bei 58 %, der Anteil der privaten Haushalte ist mit 38 % höher als in der Strombilanz. Dabei wurden die heizwärmebezogenen Anteile witterungsbereinigt.

Neben dem absoluten Wert ist in der EMN-Bilanz auch der pro Kopf Wert zu betrachten. Nachfolgende Grafik stellt dies dar:

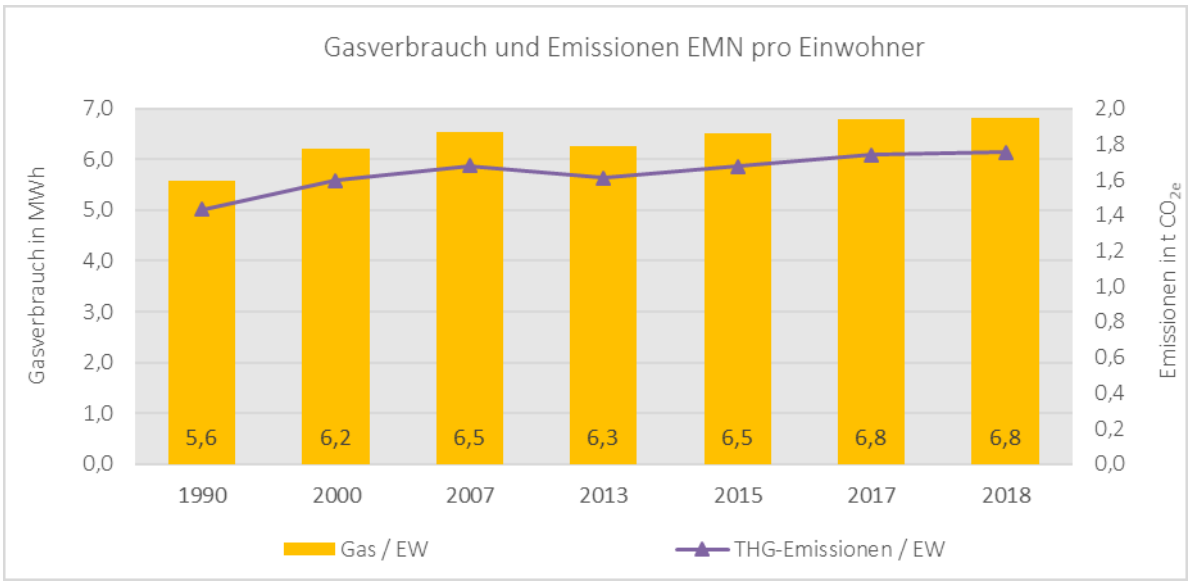


Abbildung 15 Gasverbrauch und Emissionen pro Kopf

Im Jahr 2018 hat rechnerisch jeder Einwohner der EMN 6,8 MWh Gas verbraucht und dabei knapp über 1,8 Tonnen CO_2e -Treibhausgasemissionen verursacht.

2.4. Fernwärme

Fernwärme sind in dieser Studie alle Wärmeversorgungssysteme, die mehr als ein Haus versorgen. Der Begriff Nahwärme als Bezeichnung kleinerer dezentraler Wärmeversorgungsnetze wird nicht verwendet. In der EMN spielt die Fernwärme, vermehrt auch in kleineren Ortsnetzen eine große Rolle (teilweise als Nahwärmnetze bezeichnet). Dominiert wird die Entwicklung von den großen zentralen Wärmenetzen in Bamberg, Coburg, Erlangen und Nürnberg. Aber auch weitere größere Städte, wie zum Beispiel Fürth und mittelgroße Städte wie Treuchtlingen bauen aktuell größere Wärmenetze auf.

Da eine Unterteilung in Fern- und Nahwärme in diesem Bericht nicht erfolgt, gilt jede Form der Wärmenutzung über das einzelne Gebäude hinaus als Fernwärme, selbst wenn nur der Nachbar angeschlossen sein sollte. Diese Mikronetze sind allerdings statistisch nicht erfasst und werden daher aufgrund der erfassten Fernwärmeentwicklung hochgerechnet. Das größte Fernwärmenetz in der EMN liegt in der Stadt Nürnberg und deckt ca. 25% des Wärmebedarfs über das zentrale Netz ab. Fernwärme ist für das Erreichen einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung wichtig, um den angenommenen Zuwachs und zusätzlichen Strombedarf der dezentralen Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung auszugleichen. Dies wird in Zukunft zu einem vermehrten Strombedarf in den kalten Monaten (Januar, Februar) und zu Stromspitzen führen. Je mehr Fernwärmenetze (idealerweise mit KWK) in Zukunft existieren, desto geringer wird dieser Strompeak ausfallen. Da in der EMN in vielen Fernwärmenetzen KWK installiert ist, kann in Zukunft das Stromnetz entlastet werden. Politisch wichtig ist somit ein klares Bekenntnis zur Fernwärme, idealerweise mit KWK.

Die Fernwärme wird sowohl auf Basis fossiler als auch erneuerbarer Energieträger bereitgestellt. Die Umstellung auf erneuerbare Fernwärme wird dabei eine sehr wichtige Zukunftsaufgabe darstellen.

In folgenden Städten in der EMN finden sich größere Netze, wobei die Fernwärmenutzung in Nürnberg eine herausragende Größenordnung darstellt:

- Nürnberg
- Fürth
- Erlangen
- Coburg
- Bamberg

Insgesamt sind die großen zentralen Wärmenetze in den Städten für knapp die Hälfte der gesamten Fernwärmenutzung in der EMN verantwortlich. Als Primärenergieträger wird hauptsächlich der fossile Energieträger Erdgas eingesetzt, vereinzelt findet auch noch Steinkohle Verwendung (Erlangen). Da Steinkohle einen deutlich höheren Emissionswert als Erdgas aufweist, wäre eine Umstellung auf Erdgas oder Erneuerbare sehr zu empfehlen. Die bereits im Jahr 2019 höheren Zertifikatpreise werden diese Entwicklung unterstützen.

Sehr positiv ist, dass in vielen kleineren Wärmenetzen in der EMN Biomethan und feste Biomasse zum Einsatz kommen. Die Nutzung der Abwärme aus der Müllverbrennung als Energieträger ist in größeren Netzen in Nürnberg (10%), Bamberg und Coburg im Einsatz.

In Summe zeigt sich für die Fernwärme in der EMN folgendes Gesamtbild:

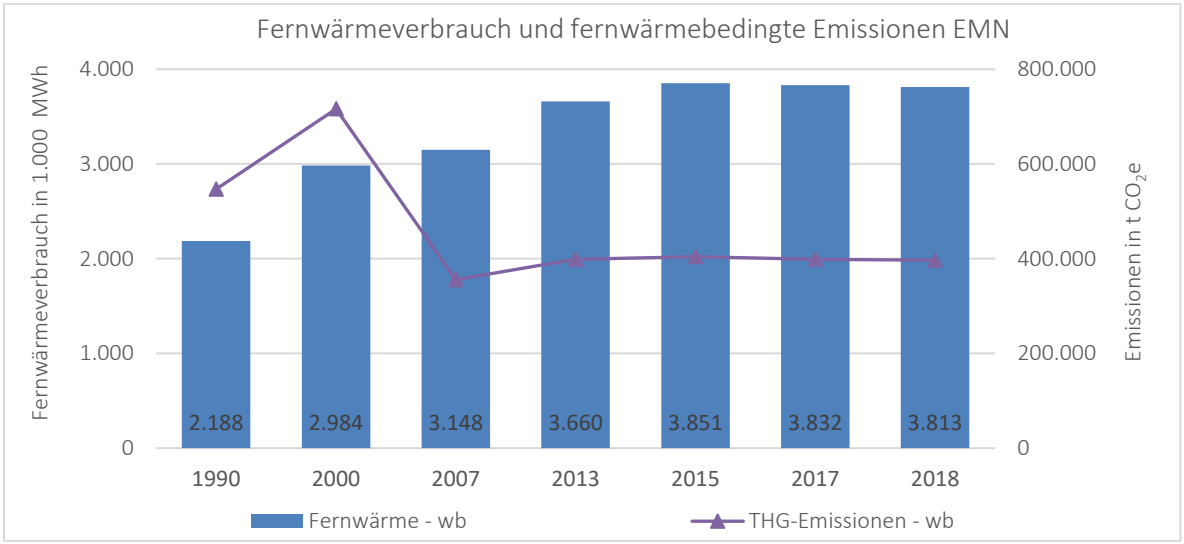


Abbildung 16 Fernwärmeverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018 BISKO Standard

Die Entwicklung der Fernwärmenutzung in der EMN weist seit 1990 ein konstantes Wachstum auf. Da gleichzeitig die stetig stattfindende Sanierungstätigkeit im Gebäudesektor zu einer Reduzierung des Fernwärmeverbrauchs führt, muss dieser Rückgang ausgeglichen werden. Auf Nachfrage bei den großen Wärmenetzbetreibern wird hier vor allem die Nachverdichtung angegeben, die diesen Rückgang ausgleichen kann. Durch diese Erweiterung der bestehenden Netze und neue Fernwärmenetze, vor allem im ländlichen Raum, ergeben sich in Summe die obigen Zahlen.

Ausgehend von 2,2 Millionen Megawattstunden im Jahr 1990 konnte bis zum aktuell bilanzierten Jahr 2018 mit 3,813 Millionen Megawattstunden eine Steigerung um 74 % erreicht werden. Vergleicht man die Jahre 2015 und 2018, ist ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Dies muss nicht auf einen Rückgang der Wärmenetze zurückzuführen sein, da der Witterungsfaktor für die Raumwärmebereitstellung für das Jahr 2018 sehr hoch ausgefallen ist und daher für die aktuelle Darstellung korrigiert wurde. Sollte die Entwicklung zu extrem warmen Jahren anhalten, ist die Korrektur mittels Witterungsbereinigung in seiner jetzigen Systematik zu hinterfragen.

Die Bilanzierung der THG-Emissionen der Fernwärme wurde aufgrund der veränderten Bilanzierungsvorschrift durch Einführung des BISKO-Standards angepasst. Da der Fernwärme nicht mehr die volle Stromgutschrift des KWK-Prozesses zugeschrieben wurde, werden im Unterschied zu den vorherigen Bilanzierungen keine negativen Werte erreicht. Die Fernwärme ist durch den Einsatz der KWK zwar immer noch sehr effizient und zukunftsweisend, allerdings wurde das in den bilanzierten Werten abgemildert. In Summe ergibt sich im BISKO-Standard ein vergleichbarer Gesamteffekt, da dem Strom ein günstigerer lokaler Stromkoeffizient zugeordnet wurde. Somit führt der BISKO-Standard zu einer (bilanziellen) Emissionsverschlechterung bei der Fernwärme bei einer entsprechenden Verbesserung bei den Stromemissionen. Die THG-Emissionen im Jahr 1990 von 547.000 Tonnen fallen nach BISKO-Standard auf 396.600 Tonnen im Jahr 2018. Dieser Rückgang der Emissionen um knapp 28% steht einem Anstieg des Fernwärmeabsatzes um 74% gegenüber. Dies zeigt die erheblichen Effizienzanstrengungen und die Effekte der durchgeführten Brennstoffwechsel, die in diesem Zeitraum stattgefunden haben. Besonders hervorzuheben ist dabei die Umstellung der Fernwärme in Nürnberg zwischen 2000 und 2007 von Steinkohle auf Erdgas, die auch mit einer Effizienzsteigerung im Erzeugungsprozess (GuD) einherging. So konnte der Wärmeabsatz im Jahr 2007 trotz erheblicher Emissionsreduktion gesteigert werden

Da ein Großteil der Fernwärme auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) basiert, wird dieser Bereich in einem eigenen Kapitel KWK detaillierter dargestellt.

Betrachtet man die Entwicklung pro Einwohner in der EMN, ergeben sich folgende Zahlen:

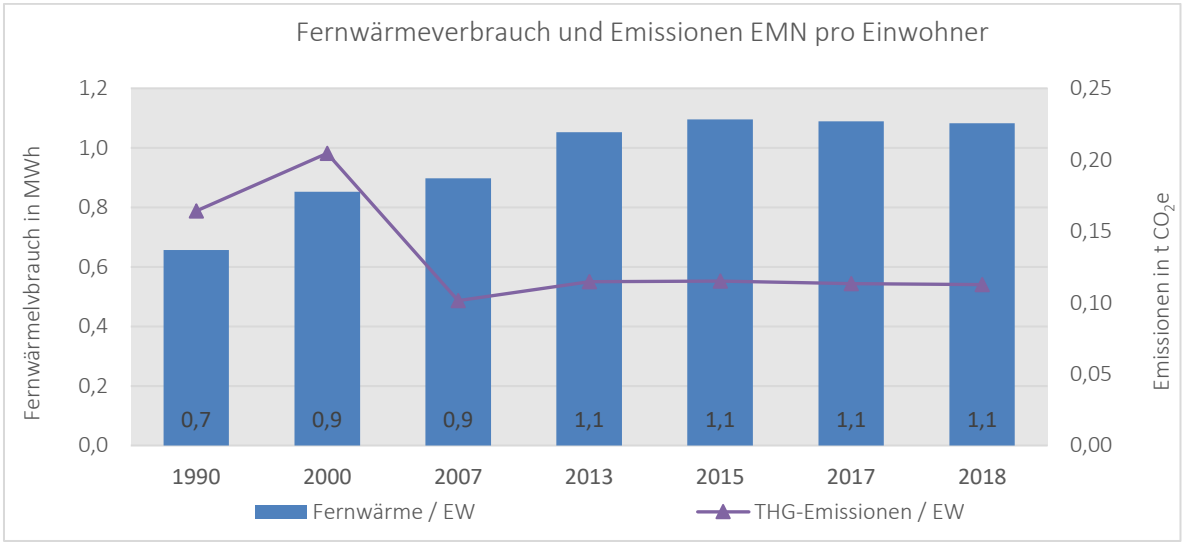


Abbildung 17 Fernwärmeverbrauch und Emissionen pro Kopf BISKO Standard

Die Abbildung zeigt deutlich die erreichten Effizienz- und Brennstoffwechseleffekte, die in der dargestellten Zeitreihe pro Einwohner erreicht werden konnten. So ist der spezifische Wärmeabsatz von 0,7 MWh pro Kopf im Jahr 1990 auf 1,1 MWh pro Einwohner im Jahr 2018 angestiegen. Gleichzeitig sind die spezifischen Emissionen pro Einwohner von 0,16 Tonnen auf 0,11 Tonnen gefallen. Die minimalen Veränderungen zwischen 2015 und 2018 sind je Einwohner nicht zu erkennen.

3. Nicht-leitungsgebundene Energieträger

Zu den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern zählen Heizöl, Kohle und Erneuerbare Energien (Wärme).

3.1. Heizöl

Der nichtleitungsgebundene Energieträger Heizöl stellt in der EMN immer noch einen erheblichen Anteil dar. Selbst in Großstädten wie Nürnberg, in der neben Erdgas und der Fernwärme zwei leitungsgebundene Energieträger zur Verfügung stehen, sind noch ca. 4.000 Einzelanlagen im Einsatz. Für ländliche Gebiete mit einer fehlenden Erdgas- und Fernwärmeversorgung spielt das Heizöl immer noch eine große Rolle. Nachfolgende Grafik zeigt die Entwicklung des Heizölverbrauchs von 1990 bis 2018:

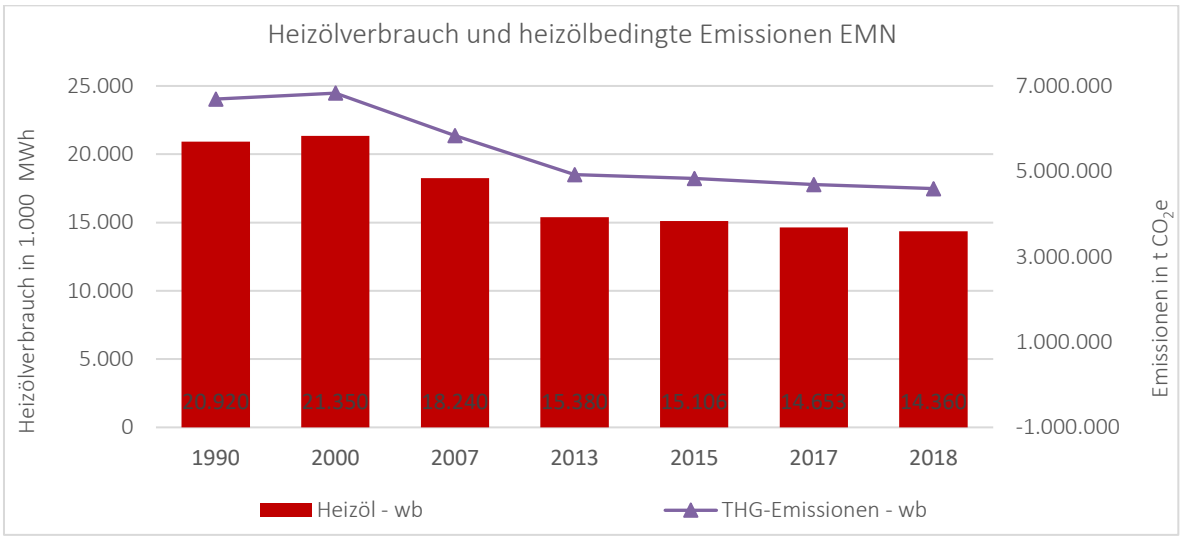


Abbildung 18 Heizölverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018

Insgesamt konnte zwischen 1990 und 2018 ein Rückgang des Heizölverbrauchs um knapp 32 % verzeichnet werden. Zwischen 2015 und 2018 ist der Heizölverbrauch nahezu nicht mehr zurückgegangen und beträgt im Jahr 2018 14.360 GWh. Dies kann den günstigen Bezugspreisen geschuldet sein, ist aber eine Entwicklung in der EMN, die verändert werden sollte. Damit hat Heizöl immer noch einen Anteil von über 20% der Endenergie (ohne Verkehr) in der EMN. Das Verbot von Heizölheizungen im Neubau ab 2026 im Rahmen des Klimaschutzgesetzes der Bundesregierung kann für einen verstärkten Rückgang sorgen.

Eine sektorale Aufteilung kann hier nur näherungsweise erfolgen. Dabei entfällt etwa $^2/_3$ des Verbrauches auf die privaten Haushalte, 20 % auf GHDI und der Rest auf Öffentliche/Sonstige Verbraucher.

Betrachtet man neben den absoluten Verbrauchs- und Emissionswerten die spezifischen Zahlen pro Einwohner, ergibt sich nachfolgendes Bild:

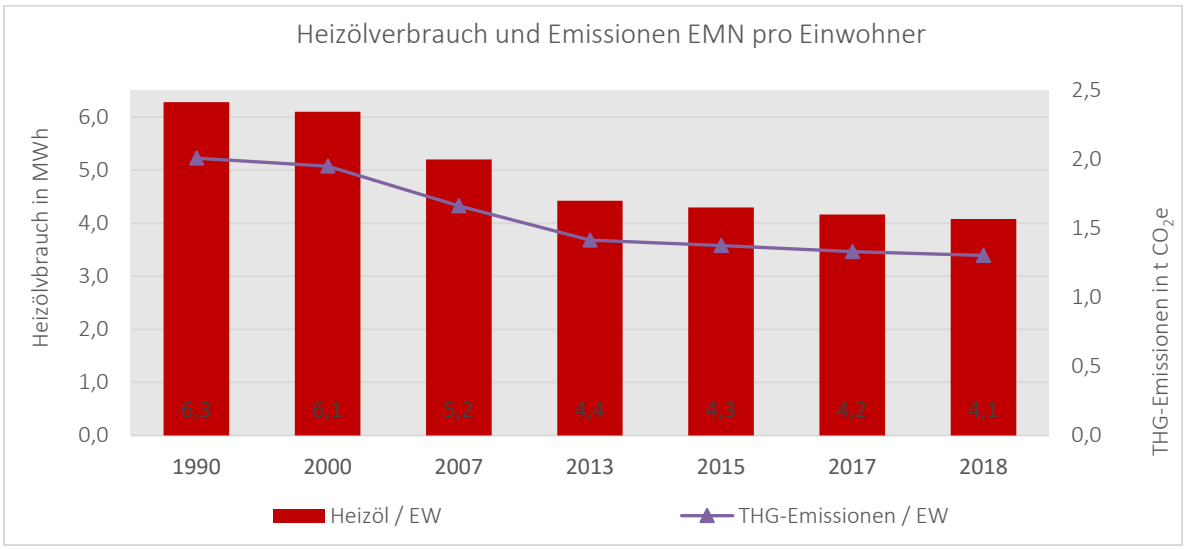


Abbildung 19 Heizölverbrauch und Emissionen pro Kopf

Der Pro-Kopf-Verbrauch je Einwohner der EMN entspricht liegt 2018 bei 4,1 MWh Heizöl, was zu THG-Emissionen in Höhe von 1,3 Tonnen pro EW führt. Seit 2013 hat kein erkennbarer Rückgang mehr stattgefunden. Ein Verbot von Anlagen im Neubau ab 2026 und eine geänderte Förderkulisse sollte in Zukunft zu einem deutlichen Rückgang des Heizölverbrauchs in der in der EMN führen.

3.2. Kohle

Nachfolgende Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf des Kohleverbrauchs und der kohlebedingten Emissionen:

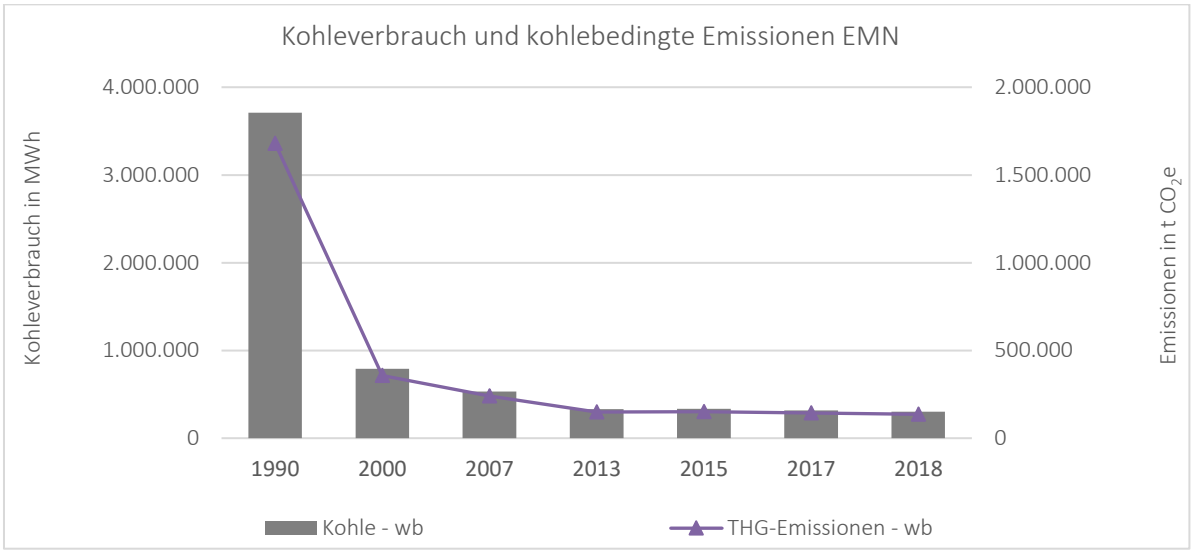


Abbildung 20 Kohleverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018

Zwischen 2013 und 2018 ist der Kohleverbrauch nahezu gleichgeblieben, befindet sich aber auf einem sehr niedrigen Niveau. Die erheblichen Reduktionen im Bereich des Energieträgers Kohle wurden in den Jahren von 1990 bis 2000 erreicht. In Summe werden 300.600 MWh pro Jahr verbraucht, was zu THG-

Emissionen in Höhe von 136.200 Tonnen führt. Pro Einwohner entstehen somit in der EMN ca. 0,45 Tonnen Treibhausgasemissionen in CO_2e.

3.3. Erneuerbare Wärme

Neben der Entwicklung der erneuerbaren Strombereitstellung ist die Produktion von erneuerbarer Wärme sehr wichtig. Dazu zählen feste Biomasse, oberflächennahe Geothermie bzw. Wärmepumpen sowie Solarthermie. Die Abwärmenutzung von Biogasanlagen wird in der Fernwärme bilanziert. Nachfolgende Grafik stellt diese Zahlen in Summe dar:

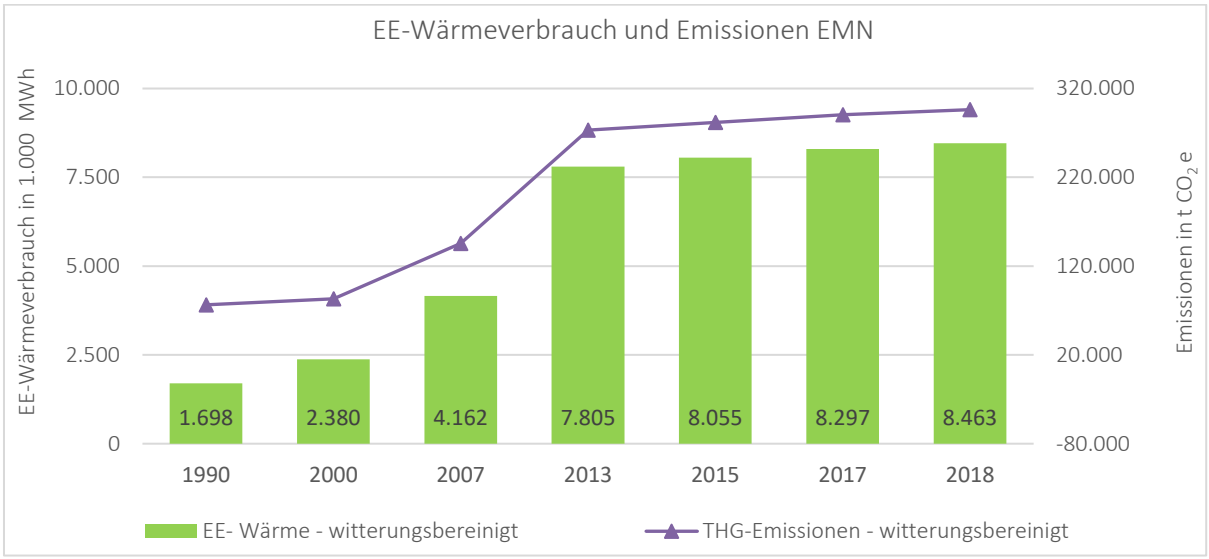


Abbildung 21 EE Wärmeverbrauch und Emissionen EMN 1990-2018

Zwischen 1990 und 2018 ist der Verbrauch an Erneuerbaren Energien zur Wärmeproduktion in der EMN um knapp 500 % angestiegen. In den Jahren 2015 bis 2018 ist allerdings nur noch ein Anstieg um knapp über 2 % zu verzeichnen gewesen. Auch zwischen 2013 und 2018 sind keine allzu großen Zuwächse erzielt worden.

Nachfolgende Darstellung stellt diese Werte einwohnerspezifisch dar:

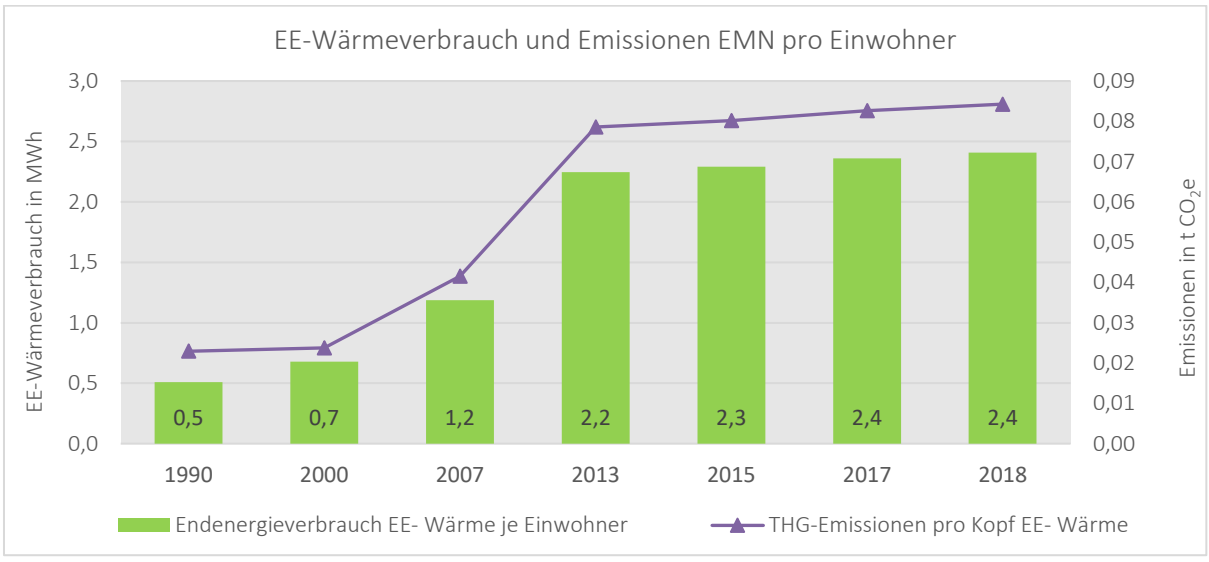


Abbildung 22 EE Wärmeverbrauch und Emissionen pro Kopf

Da die Emissionen bei erneuerbaren Energieträgern viel geringer sind als bei fossilen Energieträgern, hat sich der deren Zuwachs positiv auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen ausgewirkt. Allerdings zeigt auch diese Grafik deutlich, dass seit 2013 keine dynamische Entwicklung zu erkennen ist.

Bei einem rechnerischen Verbrauch in der EMN von ca. 2,4 MWh Erneuerbare Energien pro Einwohner im Jahr 2018 werden 0,08 t CO_2e pro Einwohner emittiert.

4. Stromerzeugung und Wärmeverbrauch aus Erneuerbaren Energien

Für eine nachhaltige und zukunftsweisende Versorgung mit Energie ist die Umstellung auf eine Versorgung mit erneuerbaren Energien in allen Bereichen entscheidend. Daher wird in diesem Kapitel die Gegenüberstellung der EE-basierten Strom- und Wärmebereitstellung dargestellt:

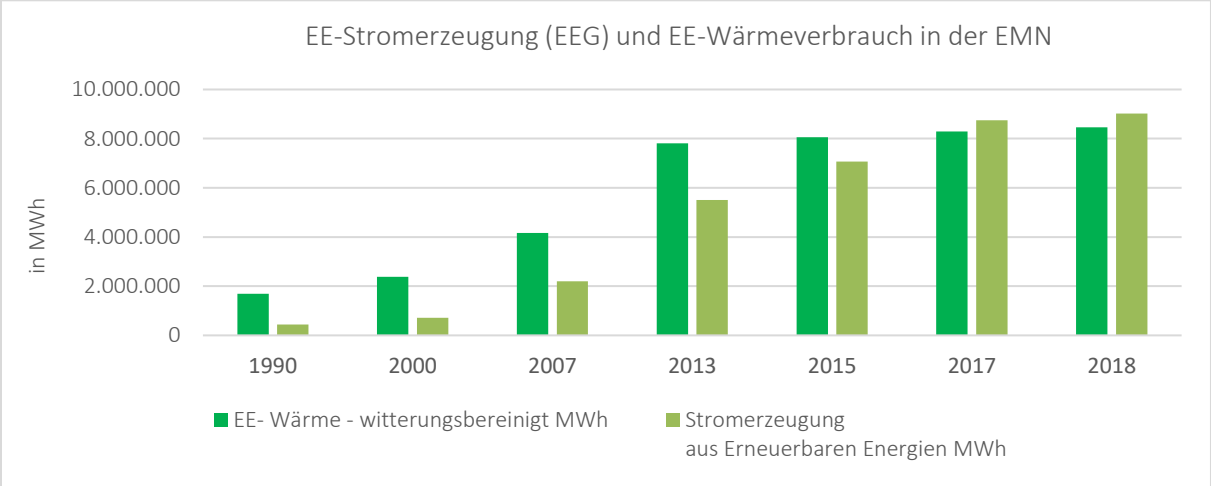


Abbildung 23 Gegenüberstellung EE Strom und Wärme

Während die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien im Jahr 1990 noch keine große Rolle gespielt hat und die Wärmebereitstellung dominierte, zeigt sich in den Jahren bis 2018 ein immer ausgeglicheneres Bild. Im Jahr 2017 wird erstmalig mehr EE-Strom als EE-Wärme bereitgestellt. Auch wenn die gesamte Betrachtungsreihe von 1990 bis 2018 ein positives Bild zeigt, stimmt es bedenklich, dass seit 2017 sowohl im Wärme- als auch Strombereich keine nennenswerte Entwicklung zu verzeichnen ist. Hier muss es Aufgabe der politischen Entscheidungsträger in der EMN sein, den Ausbau des erneuerbaren Stroms und der Wärmebereitstellung wieder anzukurbeln, auch wenn die nationalen und bayerischen Rahmenbedingungen dazu aktuell nicht optimal sind.

5. Kraft-Wärme-Kopplung

Die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) nutzen einen Primärenergieträger (in der EMN meistens Erd- oder Biogas) und wandeln diesen mit Nutzungsgraden zwischen 85 % und 95 % gleichzeitig in elektrische Energie und Wärme um. KWK ist für die Ausgestaltung der vor uns liegenden Energiewende ein sehr wichtiges Instrument in der nationalen und kommunalen Klimaschutzpolitik, weil die KWK als Residuallast zum Ausbau der fluktuierenden Erneuerbaren Energien sehr gut einsatzbar ist. Die Kraft-Wärme-Kopplung ist in vielen Wärmenetzen in der EMN im Einsatz und vor allem in den großen Netzen der Städte werden erhebliche Strommengen bereitgestellt.

5.1. Grundsätzliches zur Bilanzierung der Kraft-Wärme-Kopplung in der EMN

In der aktuellen Bilanzierung wird im KWK-Prozess für die bereitgestellte elektrische Energie keine THG-Gutschrift berücksichtigt. Im BISKO-Standard wird bei der Bilanzierung von Koppelprodukten bei KWK-Prozessen die exergetische Methode angewandt. Dabei werden die THG-Emissionen den Produkten Strom und Wärme gemäß ihrer Wertigkeit zugeordnet. Daraus ergibt sich ein lokaler Emissionsfaktor für die Fernwärme und ein lokaler Emissionsfaktor für Strom, der ausgehend vom bundesdeutschen Strom-Mix berechnet wird. Bei der Gesamtbetrachtung der resultierenden Emissionen ergeben sich im Vergleich mit der Gutschriftmethode die gleichen Werte.

Des Weiteren wird, wie bereits im Bericht für das Bilanzjahr 2013, die gesamte KWK (fossil und erneuerbar) in den Bereichen Fernwärme und erneuerbare Wärme berücksichtigt. Dies ist u.a. damit begründbar, da Fernwärme zu großen Teilen in fossilen KWK-Anlagen (z.B. GuD-Anlagen) bzw. erneuerbaren KWK-Anlagen (z.B. Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerken) erzeugt wird.

Da die KWK einerseits nach zentralem oder dezentralem Einsatzzweck (Betrachtung nach der „Energieabgabe“), andererseits nach fossilen oder erneuerbaren Brennstoffen („Brennstoffbetrachtung“) differenziert werden kann, ist eine aufgeschlüsselte Darstellung in der Endenergiebilanz in einer Position nicht möglich.

Der im KWK Prozess verwendete Primärenergieträger Erdgas ist in der Position Erdgas enthalten, da ein Herausrechnen aus der Position infolge der vorherrschenden Datenlage zwar für den Erdgaseinsatz der großen Fernwärmekraftwerke, aber nicht für die vielen kleinen KWK-Anlagen mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Oberste Priorität in der Bilanzierung hat die Vermeidung von Doppelzählungen und die Gefahr, dass Energiemengen in der Endenergiebilanz vergessen werden.

5.2. Situation der Kraft-Wärme-Kopplung in der EMN

Für die Kontinuität in der Darstellung wurde die KWK-Quote der EMN auch weiterhin als das Verhältnis der in KWK bereitgestellten elektrischen Energie (KWK-Bruttostromerzeugung) zum gesamten elektrischen Energiebedarf in der EMN definiert.[5] Die Daten wurden aufgrund von Erhebungen und Daten des bayerischen Landesamtes für Statistik ermittelt. Dabei wurde berücksichtigt, dass nur noch in einem einzelnen Stadtwerk maßgebliche Nutzung von kohlebasierten Brennstoffen stattfindet. Gerade bei GHDI, die vereinzelt auf kohlebasierte KWK gesetzt haben, findet aufgrund der aktuellen Diskussionen über den Klimawandel ein Umdenken zu emissionsfreundlicheren Energieträgern statt.

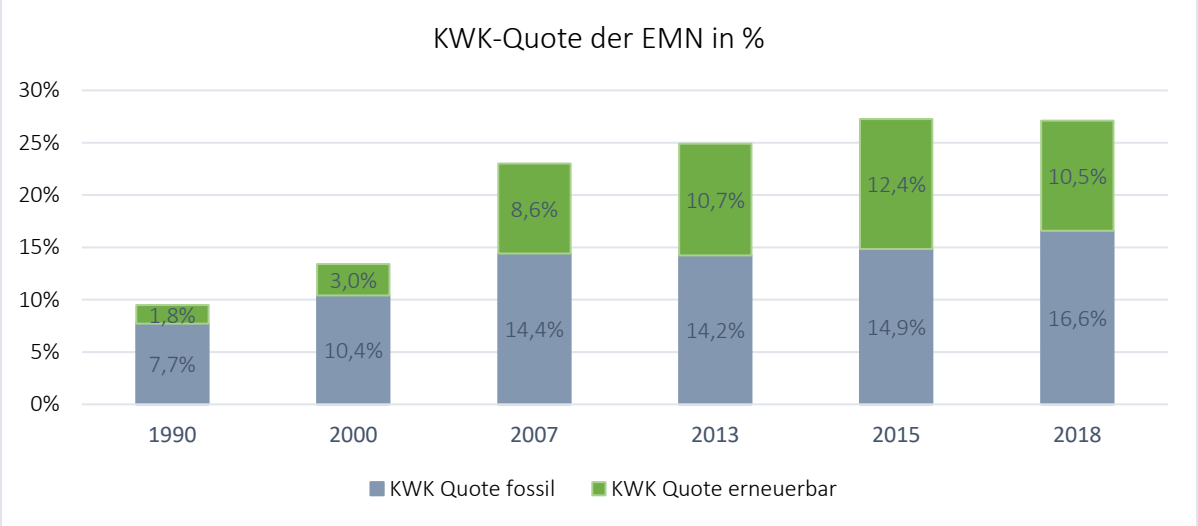


Abbildung 24 KWK-Quote in der EMN, Anteil fossiler und erneuerbarer KWK

Die KWK-Quote hat sich auf Basis des Jahres 1990 positiv entwickelt. So beträgt die KWK-Quote für das aktuelle Bilanzierungsjahr 2018 27,1 % Prozent, wobei sich der Abstand zwischen erneuerbarer und fossiler KWK wieder erhöht hat. Die fossile KWK konnte im Zeitraum 2015 bis 2018 zulegen, die erneuerbare KWK ist zurückgegangen. So stellt die KWK auf Basis der erneuerbaren Energieträger (Biogas, Biomasse) im Jahr 2018 bilanziell nur noch 10,5 % des Stromverbrauchs in der EMN bereit. Die Bereitstellung von fossilem KWK-Strom ist allerdings auf 16,6% angestiegen. Da der günstige Erdgaspreis einen wirtschaftlichen Einsatz der KWK ermöglicht, ist die positive Entwicklung der fossilen KWK nicht überraschend. Der Rückgang der erneuerbaren KWK ist gerade im Hinblick auf eine immer stärkere Nutzung von erneuerbaren Energieträgern und der Bedeutung von zuverlässigen und flexibel einsetzbaren KWK-Anlagen keine optimale Entwicklung und könnte auf einen Rückgang von Biogasanlagen zurückzuführen sein. Die Biogasanlagen sind dabei auf die Einspeisung der elektrischen Energie nach EEG angewiesen, deren Nachfolgeregelung noch völlig offen ist. Ohne eine Stromeinspeisung mit entsprechender Vergütung können diese Anlagen nicht wirtschaftlich betrieben werden.

Es existieren aktuell noch eine Vielzahl von Biogasanlagen, die keine vernünftige Wärmenutzung vorweisen. Es muss die Zielsetzung in der EMN sein, diese Anlagen zu erkennen und eine dienliche Wärmelieferung aufzubauen. Oft sind in der Nähe von Biogasanlagen Wärmesenken, die versorgt werden können. Setzt man voraus, dass diese Anlagen identifiziert und eine Wärmelieferung aufgebaut werden kann, kann die KWK-Quote mittels erneuerbarer Energie wieder ansteigen.

[5] Die KWK-Quote (BRD) ist allgemein als Quotient aus KWK-Bruttostromerzeugung und gesamter Bruttostromerzeugung definiert (Im Jahr 2016 in BRD ca. 19,5%). Bei der Definition der KWK-Quote (EMN) der EMN wird im Nenner anstatt der gesamten Bruttostromerzeugung der gesamte Stromverbrauch in der EMN verwendet.

Für eine langfristig positive Entwicklung der EE-KWK ist eine angepasste und auskömmliche Vergütungsregelung für die Biogasanlagen wichtig. Da diese Anlagen zuverlässig und planbar erneuerbare Wärme und Strom bereitstellen, ist aus energiewirtschaftlicher Sicht eine Weiternutzung auch nach Auslaufen der aktuellen EEG-Vergütung sinnvoll. Hier wird der Gesetzgeber Regelungen finden müssen. Neben den vielen Biogasanlagen sind auch einzelne Großanlagen zu erwähnen, wie das Biomasseheizkraftwerk im Nürnberger Fernwärmenetz.

Die fossile KWK wird immer noch dominiert durch die öffentliche Fernwärmeerzeugung in den großen Heizkraftwerken Nürnberg und Erlangen. Aber auch kleinere Netze werden in vielen weiteren Städten betrieben, wie zum Beispiel in der Stadt Fürth. In der Fernwärme der Stadt Nürnberg sind mit einem großen Hackschnitzelheizkraftwerk und der als erneuerbar bilanzierten Müllverbrennung Anteile erneuerbarer KWK integriert. Auch die großen Fernwärmenetze aus Coburg und Bamberg nutzen diese Form der erneuerbaren KWK.

Insgesamt zeigt die KWK in der EMN eine positive Entwicklung über den Betrachtungszeitraum. Die sogenannte KWK-Quote liegt bei 27,1% (2018) am Bruttostromverbrauch der EMN.

Im Bund kann nur auf KWK-Daten aus dem Jahr 2016 zurückgegriffen werden. Nach diesen Zahlen lag die KWK-Strombereitstellung bei 117,2 TWh und der Jahresstromverbrauch bei 528 TWh. Dies führt zu einer KWK-Quote für das Jahr 2016 in Höhe von 22,2%[6].

[6] https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/kraft-waerme-kopplung-kwk#textpart-6

6. Endenergiebedarf Wohngebäude

6.1. Altersstruktur Wohnfläche

Die Altersstruktur der Wohnfläche in der EMN bildet die Basis zur Berechnung des Heizwärmebedarfes und der Emissionen des Sektors Wohnen und wird in nachfolgender Grafik dargestellt:

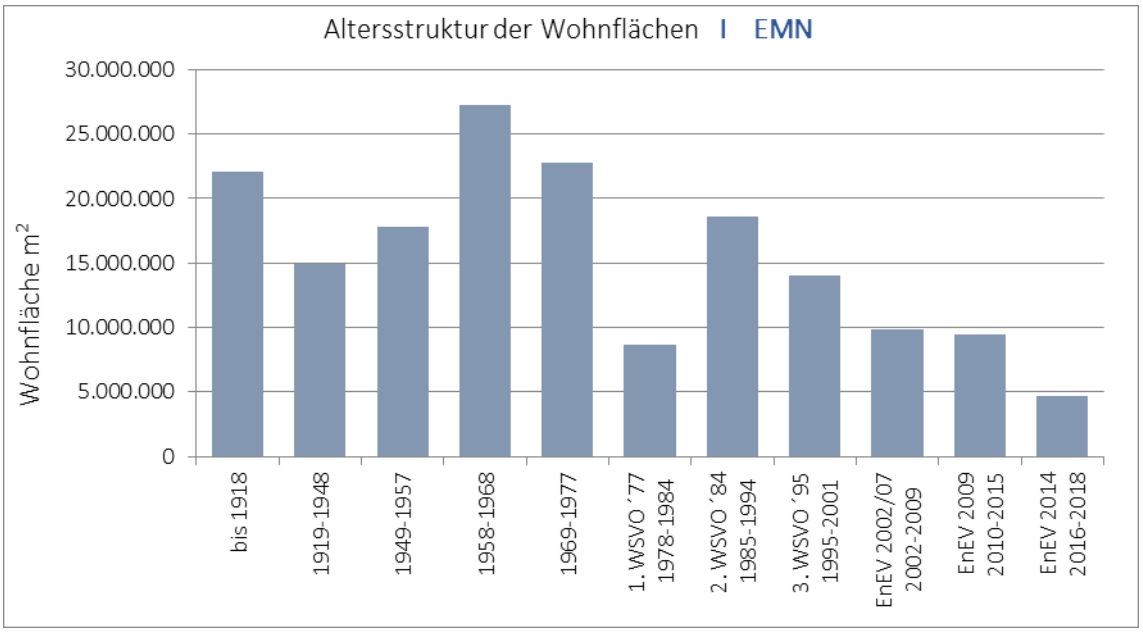


Abbildung 25 Altersstruktur Wohnfläche

In der EMN wurde 66,8 % der Wohnfläche bis 1977 und damit vor Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung errichtet. Da diese Gebäude ohne Anforderungen an die Energieeffizienz erbaut wurden, sind hier die Einsparpotenziale durch energetische Sanierungen sehr hoch.

6.2. Entwicklung Heizwärmebedarf

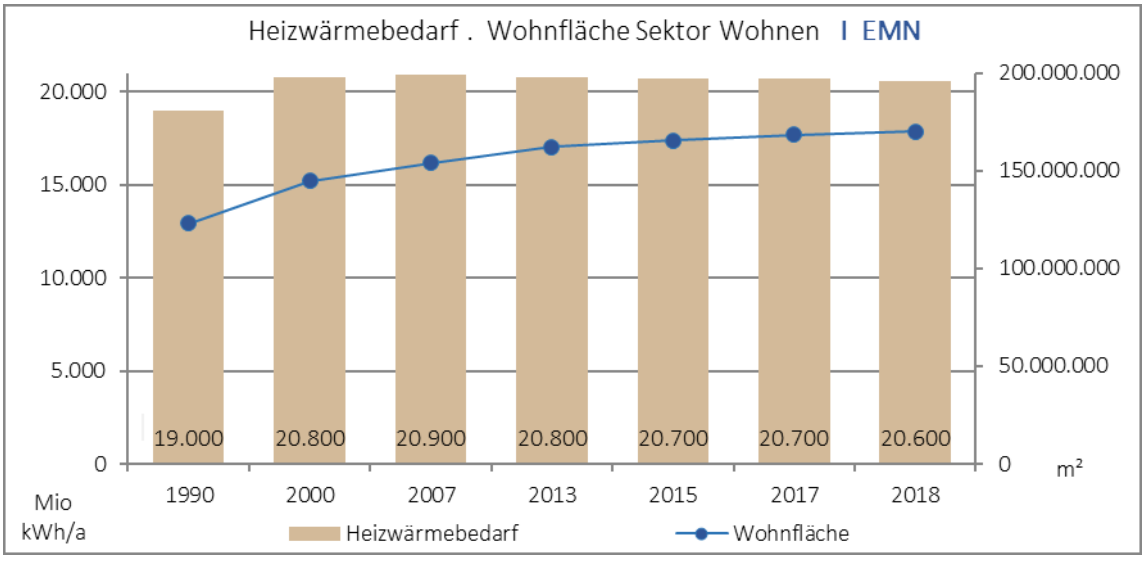


Abbildung 26 Heizwärmebedarf und Wohnfläche

Die Wohnfläche in der EMN hat von 1990 bis 2018 um 38,3 % von 123.054.000 m² auf 170.128.000 m² zugenommen. Der Heizenergiebedarf stieg von 1990 bis 2007 um 9,8 % und geht ab dann, trotz eines weiteren Zuwachses an Wohnfläche, leicht zurück.

6.3. Entwicklung Endenergiebedarf

Für den Sektor Wohnen wurde auf Basis der aktuellen Datenlage (Wohnflächen, Einwohner) eine neue Simulation der Entwicklung des Heizwärme- und Warmwasserbedarfes in der EMN durchgeführt. Dabei wurden die zugrunde gelegten Sanierungsraten neu justiert. Die Sanierungsraten wurden für die EMN auf 0,6 % zu Beginn des Betrachtungszeitraums und 0,9 % zum Ende des Betrachtungszeitraums angesetzt. Die Bedeutung des Leerstandes von Wohnraum hat sich für das Jahr 2018 deutlich reduziert.

Nachfolgend ist die Entwicklung des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen dargestellt:

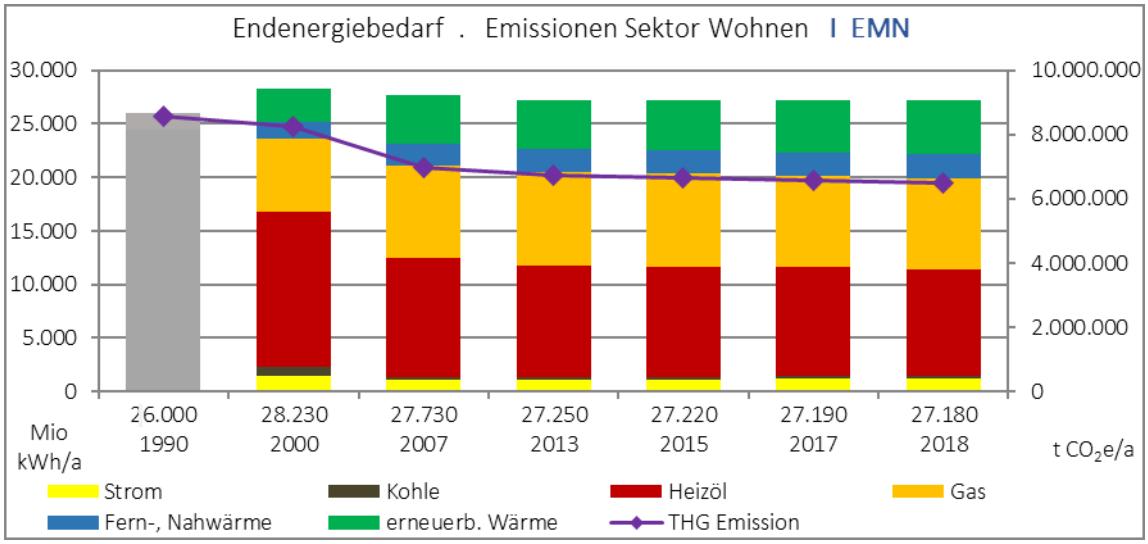


Abbildung 27 Endenergiebedarf, THG Emissionen Sektor Wohnen

Es zeigt sich ein deutlicher Anstieg des Endenergiebedarfes (Heizwärme- und Warmwasserbedarf) von 1990 bis 2000 um 8,6 %. Ab dann verringert sich der Energiebedarf kontinuierlich. 2018 lag der Endenergiebedarf um 4,5 % über den Werten von 1990.

Gleichzeitig verringerten sich durch den gestiegenen Anteil der erneuerbaren Energien und der regenerativen Fernwärme an der Wärmebereitstellung die THG-Emissionen von 1990 bis 2018 um 24,2 %. Diese Entwicklung findet bereits ab 1990 statt. Mit der Reduktion des Endenergieverbrauchs ab 2000 reduzieren sich die Emissionen stärker. Ab 2013 bleibt der Energiebedarf nahezu stabil und die THG-Emissionen gehen weiter leicht zurück.

6.4. Entwicklung spezifischer Endenergiebedarf und Emissionen

Nachfolgend sind die spezifischen Entwicklungen pro Quadratmeter Wohnfläche dargestellt:

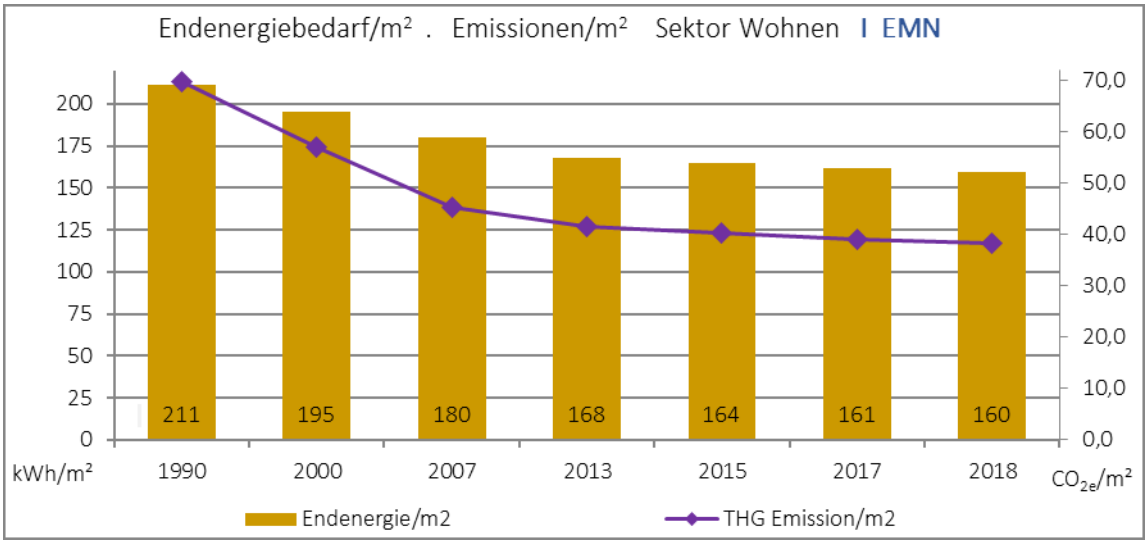


Abbildung 28 Endenergiebedarf, THG Emissionen pro m² Wohnfläche

Der Endenergiebedarf pro m² Wohnfläche hat sich seit 1990 um 24,2 % verringert, die Emissionen haben im gleichen Zeitraum um 45,1 % abgenommen. Betrachtet man die Entwicklung zwischen 2015 bis 2018, so konnte eine Reduzierung des Endenergiebedarfs um 2,9 % auf durchschnittlich 159,7 kWh/m² und der Emissionen um 4,9 % auf 35,3 kg/m² erreicht werden.

6.5. Analyse Nichtwohngebäude

Der Bestand der Nichtwohngebäude ist statistisch deutlich weniger detailliert erfasst als der Bestand der Wohngebäude. Zudem ist die Struktur der Nichtwohngebäude wesentlich heterogener. So sind darunter neben Lager- oder Garagengebäuden, die teilweise keinen oder kaum Energieverbrauch aufweisen auch Gebäude aus dem Fertigungsbereich oder Gesundheitswesen, die sehr hohe Anforderungen an das Innenklima haben können. Eine Berechnung des Energieverbrauchs an Hand einiger Parameter wie im Sektor Wohnen ist daher nicht möglich. So kann lediglich eine Abschätzung über die Größenordnung des Nichtwohngebäudebestandes und dem daraus resultierenden Energiebedarf erfolgen.

6.6. Entwicklung Gebäudebestand

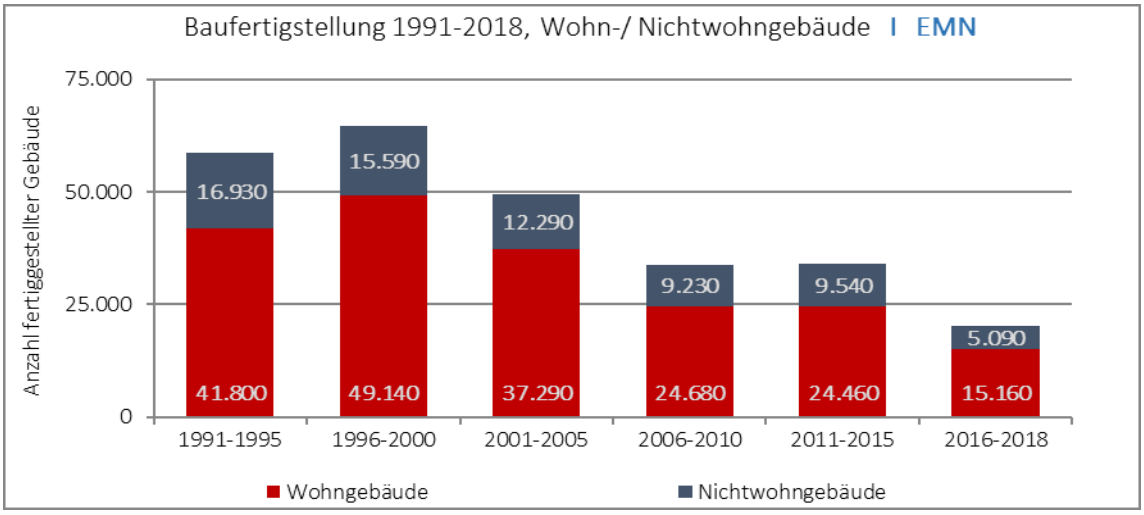


Abbildung 29 Baufertigstellung Wohn- und Nichtwohngebäude 1991 - 2018

Statistische Angaben über den aktuellen Bestand von Nichtwohngebäuden sind in den relevanten Statistikportalen nicht verfügbar. Anhand der Baufertigstellung von 1991 bis 2018, auch im Vergleich mit den Wohngebäuden, kann jedoch eine grobe Einschätzung getroffen werden. So wurden von 1991 bis 2018 ca. 192.500 Wohngebäude und 68.700 Nichtwohngebäude errichtet, dies entspricht einem Anteil von 73,7 % Wohngebäude und 26,3 % Nichtwohngebäude. Die Baufertigstellungen sind in den letzten 10 Jahren deutlich niedriger als in den Jahren davor.

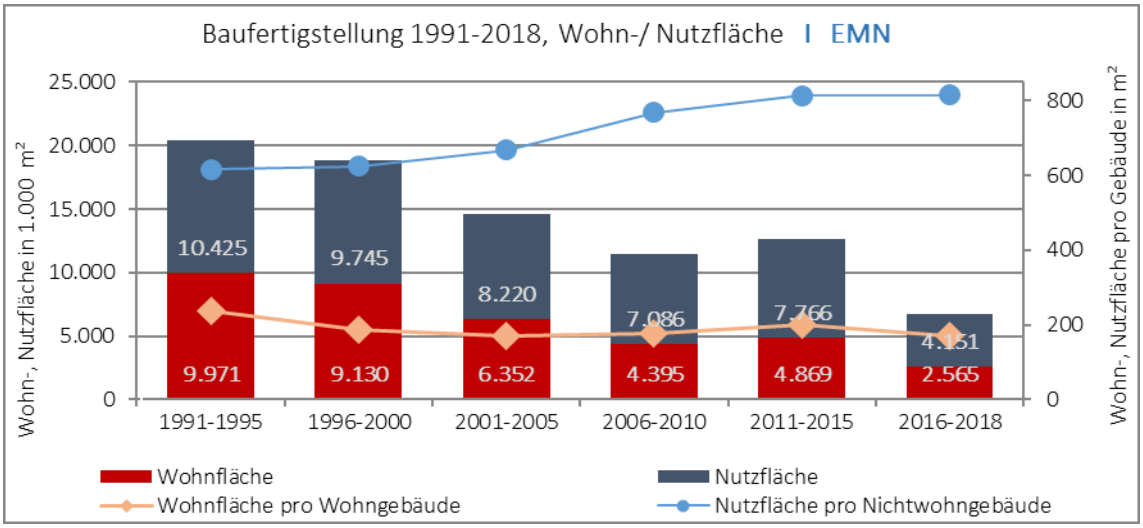


Abbildung 30 Baufertigstellung Wohn- und Nutzfläche;

Die Gebäudestruktur der Nichtwohn- und der Wohngebäude unterscheidet sich deutlich. So beträgt die durchschnittliche Gebäudegröße, über die letzten 25 Jahre, bei den Nichtwohngebäuden 690 m² gegenüber 193 m² bei den Wohngebäuden. Auch wurden deutlich mehr Nutzflächen (47.393.000 m²) als Wohnflächen (37.280.600 m²) fertiggestellt. Da jedoch bei den Nichtwohngebäuden von einem höheren Gebäudeabgang pro Jahr als bei den Wohngebäuden ausgegangen werden kann (ca.- 1,3 % zu 0,3 %), relativiert sich der Zuwachs an Gebäudefläche beim Nichtwohnen etwas.

6.7. Nutzungsarten Nichtwohngebäude

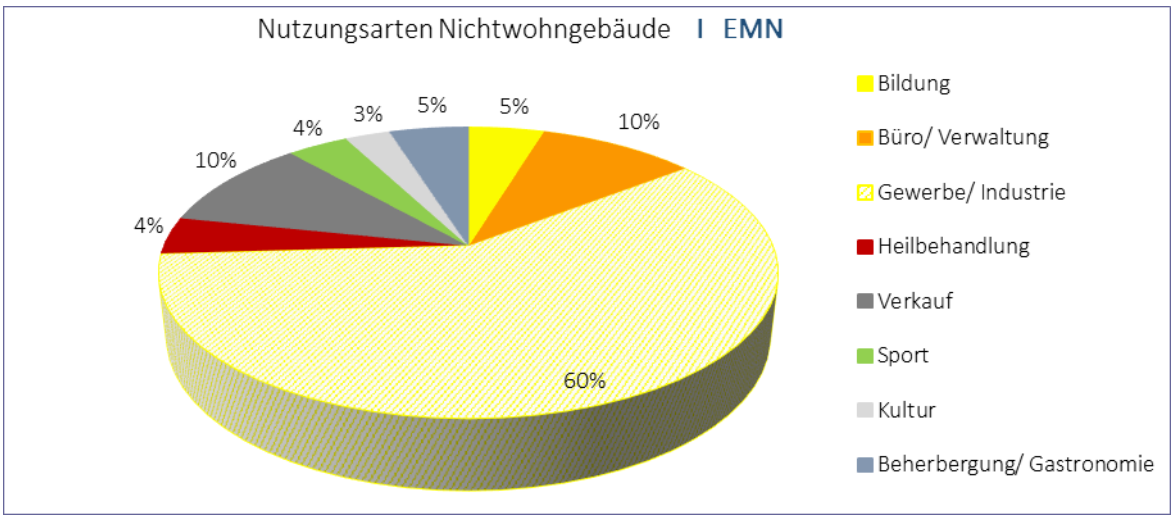


Abbildung 31 Nutzungsarten Nichtwohngebäude

Die überwiegende Nutzung im Bereich der Nichtwohngebäude entfällt mit ca. 60 % auf Gewerbe und Industrie, gefolgt von Büro/Verwaltung und Verkaufsflächen mit jeweils 10 %. Die weiteren Nutzungen wie Bildung, Heilbehandlung, Sport, Kultur und Beherbergung/ Gastronomie haben Anteile zwischen 3 und 5 %. Lagerflächen, die meist geringer beheizt und zum Teil auch unbeheizt sind, haben bei der Industrie einen Anteil von knapp 10 % und im Gewerbe - diesem Bereich sind die Speditionen zugeordnet - einen Anteil von 30 %.

6.8. Energiebedarf und Einsparungspotenzial Nichtwohngebäude

Der Energiebedarf von beheizten Nichtwohngebäuden ist stark abhängig von der spezifischen Nutzung. Dennoch ist er in der Regel deutlich höher als der von Wohngebäuden. Das Einsparpotenzial liegt bei (unsanierten) Gebäuden, die vor 1983 errichtet wurden, im Bereich von 60-70 % und bei unsanierten Gebäuden ab Baujahr 1984 im Bereich von 30-40 %. Dies entspricht nicht in allen Fällen dem Reduktionspotenzial beim Energieverbrauch, da speziell bei Produktionsgebäuden der Energiebedarf oft durch Abwärmenutzung gedeckt werden kann. Darüber hinaus liegt die Sanierungsrate bei Nichtwohngebäuden im gewerblichen Bereich aufgrund der erhöhten Anforderungen an die Amortisation von Maßnahmen, deutlich niedriger als im Wohnungsbau.

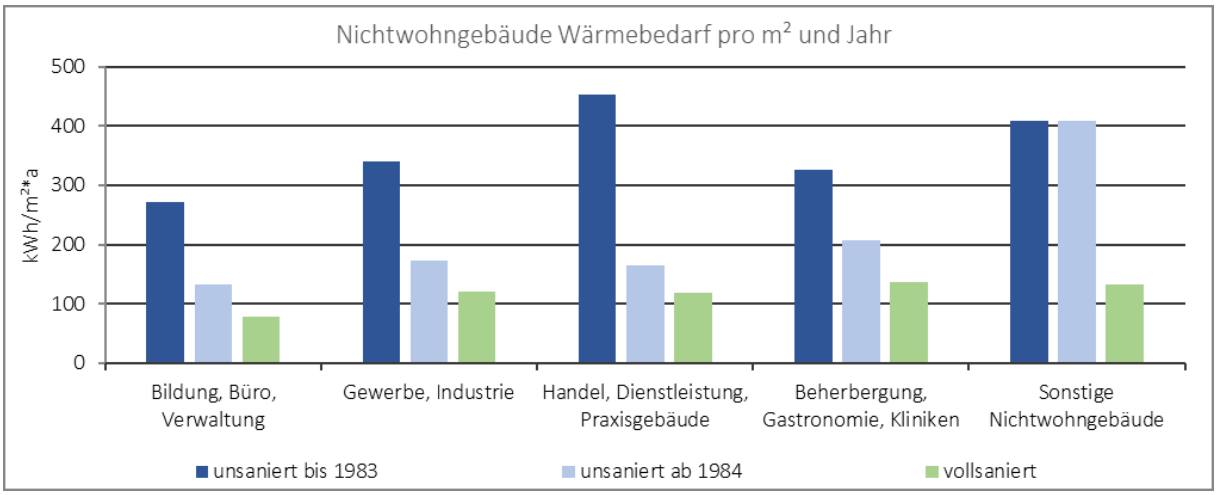


Abbildung 32 spezifischer ***Energiebedarf und Einsparpotenzial Nichtwohngebäude***

In der obigen Darstellung ist der Wärmebedarf unterschiedlicher Gebäudezustände sowie Nutzungsprofile dargestellt. Dies bildet die Grundlage für die Abschätzungen in diesem Bereich.

7. Verkehr

7.1. Verkehrsarten Endenergie und THG-Emissionen 2018

Der Verkehr wurde bisher nur für 2015 bilanziert. Es kann deshalb keine Entwicklung des Energiebedarfs und der Emissionen ab 1990 dargestellt werden.

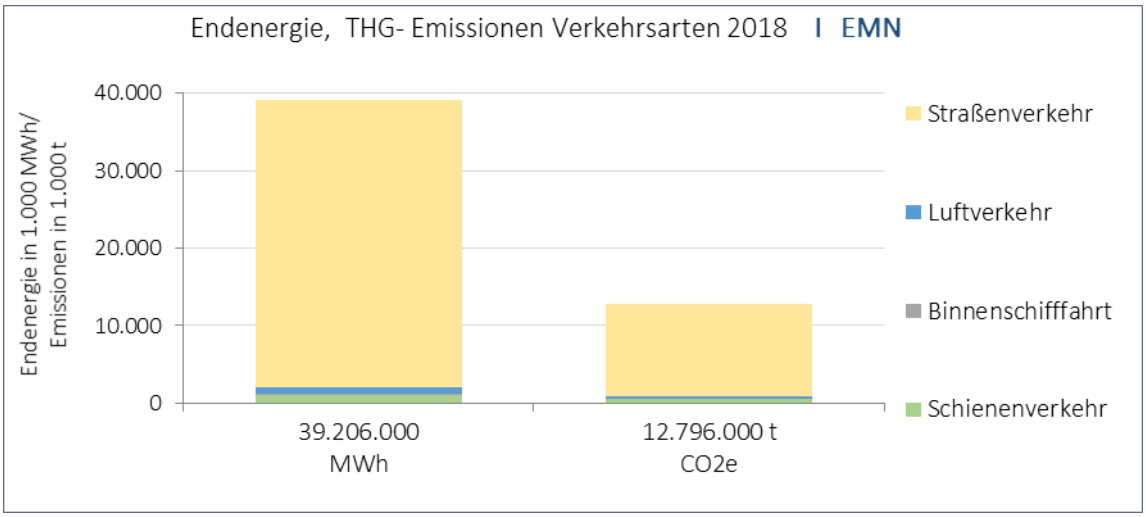


Abbildung 33 Endenergie, THG-Emissionen Verkehrsarten

Der Sektor Verkehr in der EMN hatte im Jahr 2018 einen Energieverbrauch von 39.206.000 MWh. Zum Einsatz kamen überwiegend fossile Treibstoffe. Dies führte zu 12.796.000 Tonnen Treibhausgasemissionen. Der Energieverbrauch und die daraus resultierenden Emissionen für 2015 wurden aus den Bayerischen Energieszenarien 2050 und der Verkehrsprognose Bayern 2025 regionalisiert und unter Berücksichtigung der aktuellen Entwicklung abgeleitet. Die Fortschreibung 2018 erfolgte unter Einbeziehung von regionalen bzw. von Bayern- und Deutschlandwerten. Insgesamt ergibt sich ein Zuwachs beim Energieverbrauch von knapp 5% und ein Zuwachs der Emissionen von etwas mehr als 4%.

7.2. Endenergie - Anteile Verkehrsarten

Der Personenverkehr wurde über die Einwohner anteilig aus den Werten der Regierungsbezirke ermittelt. Beim Güterverkehr wurde unterschieden zwischen Binnen- und Transitverkehr. Der Anteil des Binnenverkehrs wurde über den Anteil der EMN an der Bruttowertschöpfung der jeweiligen Regierungsbezirke berechnet, der Transitverkehr wurde anteilig über die Länge der jeweiligen Hauptverkehrsachsen (Straßen, Schienenverkehr, Schifffahrt) in der EMN angesetzt.

Der Flugverkehr wurde anteilig aus den Starts und Landungen am Flughafen Nürnberg (Albrecht Dürer Airport Nürnberg) ermittelt.

Nachfolgende Grafik zeigt die Ergebnisse:

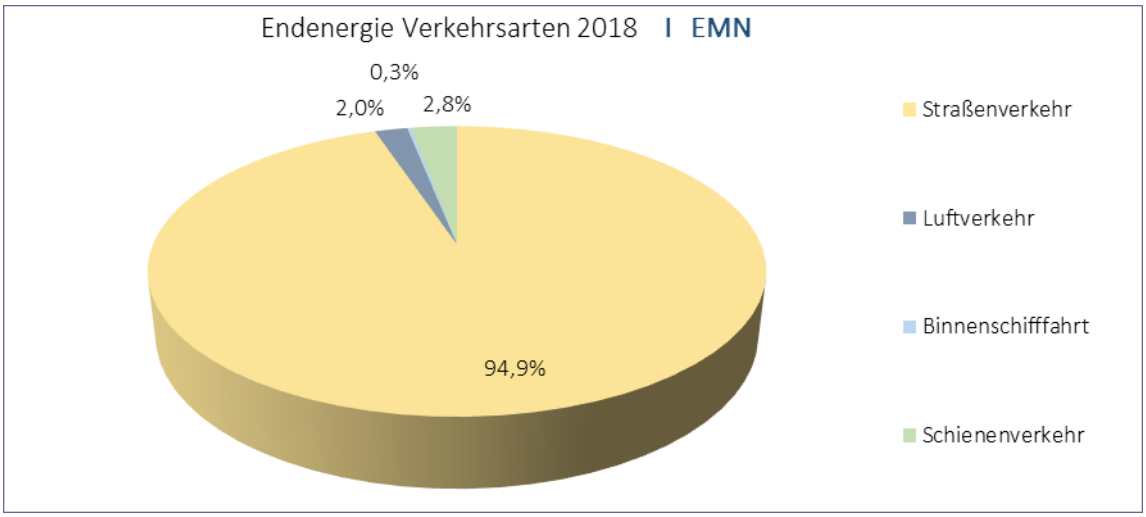


Abbildung 34 Endenergiebedarf, Anteile Verkehrsarten

Die Anteile für den Endenergiebedarf der einzelnen Verkehrsarten haben sich seit 2015 nur geringfügig verändert. Der Anteil des Flugverkehres ist minimal höher, der Anteil von Straßenverkehr und Schienenverkehr minimal geringer. Die dominierende Verkehrsart bleibt beim Energiebedarf der Straßenverkehr mit fast 95%.

7.3. THG-Emissionen - Anteile Verkehrsarten

Neben dem Endenergiebedarf der einzelnen Verkehrsarten sind die daraus folgenden THG-Emissionen von Interesse.

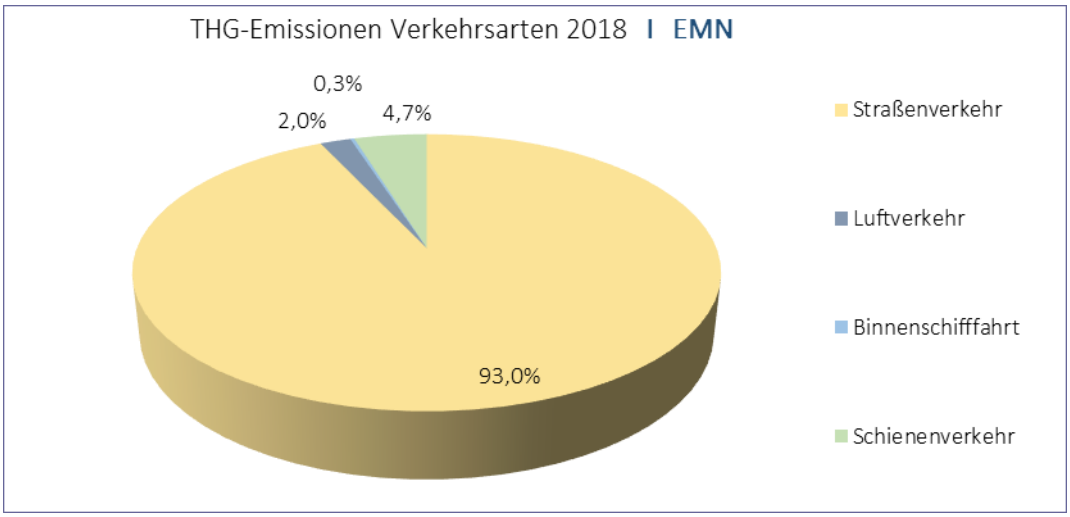


Abbildung 35 THG-Emissionen, Anteile Verkehrsarten

Die Anteile der einzelnen Verkehrsarten bei den Emissionen entsprechen in etwa der Verteilung bei der Endenergie. Die einzige nennenswerte Verschiebung ergibt sich beim Schienenverkehr. Der Anteil des Schienenverkehrs an den Emissionen ist aufgrund des höheren Emissionsfaktors des Stroms, der den fast alleinigen Energieträger beim Schienenverkehr darstellt, höher. Durch die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom schwächt sich dieser Aspekt jedoch immer weiter ab.

7.4. Personen-/ Güterverkehr Endenergie und THG-Emissionen 2018

Neben den Verkehrsarten ist auch zu unterscheiden, ob es sich bei den relevanten Zahlen um eine Transportleistung von Personen oder Gütern handelt. Auch hier werden neben der Endenergie die THG-Emissionen für das Jahr 2018 dargestellt.

Bevor eine Aufteilung auf die unterschiedlichen Mobilitätsformen erfolgt, werden die absoluten Werte für Endenergie und THG-Emissionen dargestellt. Aufgrund der erstmaligen Bilanzierung ab 2015 ist eine Darstellung als langfristige Zeitreihe nicht möglich.

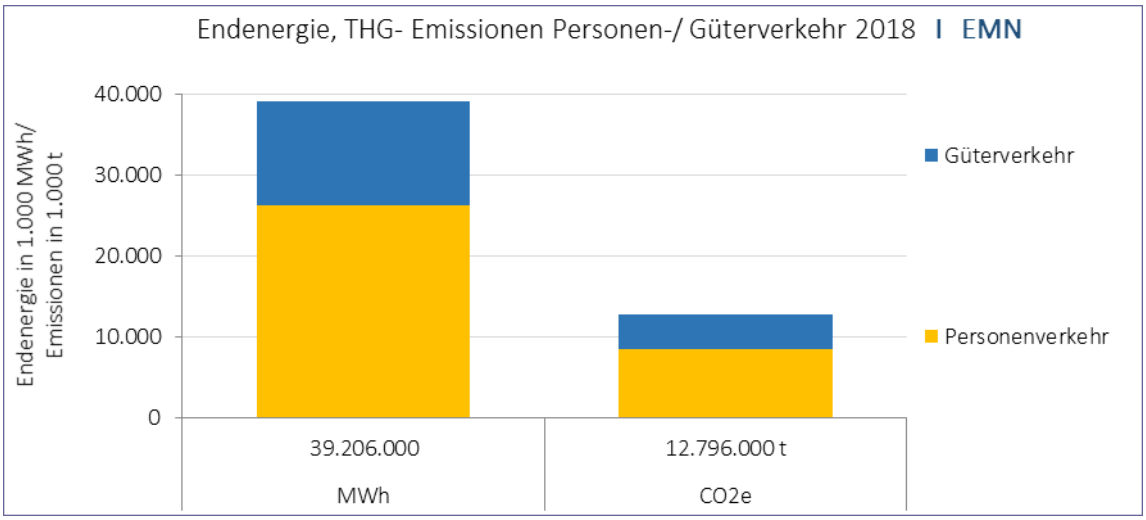


Abbildung 36 Endenergie, THG-Emissionen Personenverkehr/ Güterverkehr

Der Energiebedarf des Personenverkehrs liegt bei knapp 70 % des Verkehr-Endenergieverbrauchs und ist damit doppelt so hoch wie die im Güterverkehr benötigte Energie. Dieses Verhältnis ergibt sich auch beim Vergleich der THG-Emissionen.

7.5. Personenverkehr

Nachfolgend wird die Aufteilung der Endenergie auf die verschiedenen Mobilitätsformen dargestellt:

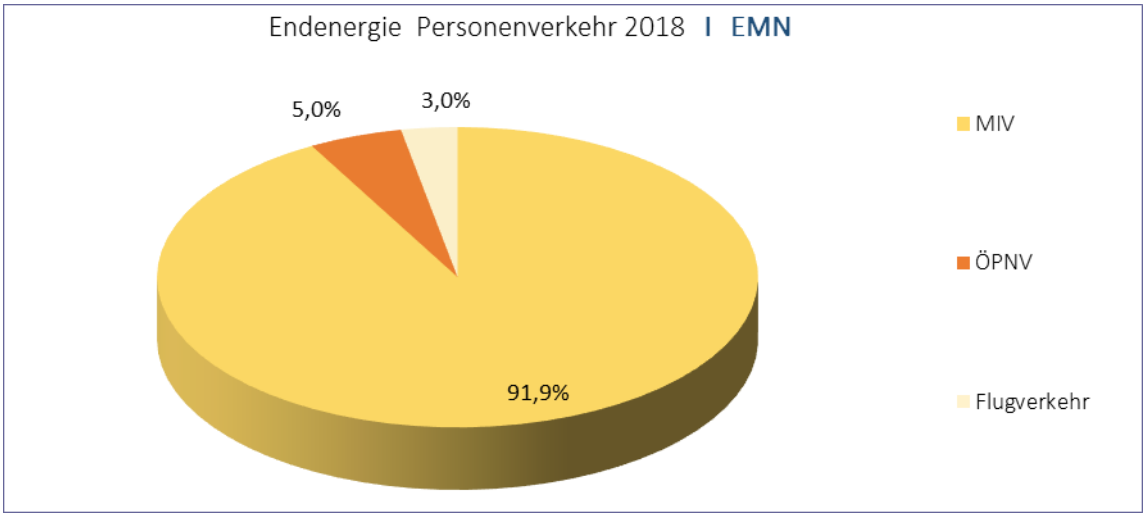


Abbildung 37 Endenergie Personenverkehr Verkehrsarten

Der Großteil des Energieverbrauchs für den Personenverkehr entfällt mit fast 92% auf den motorisierten Individualverkehr (mIV). Dies bedeutet, dass auch in den urbanen Gebieten der EMN der mIV mit großem Abstand der wichtigste Verkehrsträger ist.

Die Verkehrsleistung - also die zurückgelegten Personenkilometer- stellt sich folgendermaßen dar:

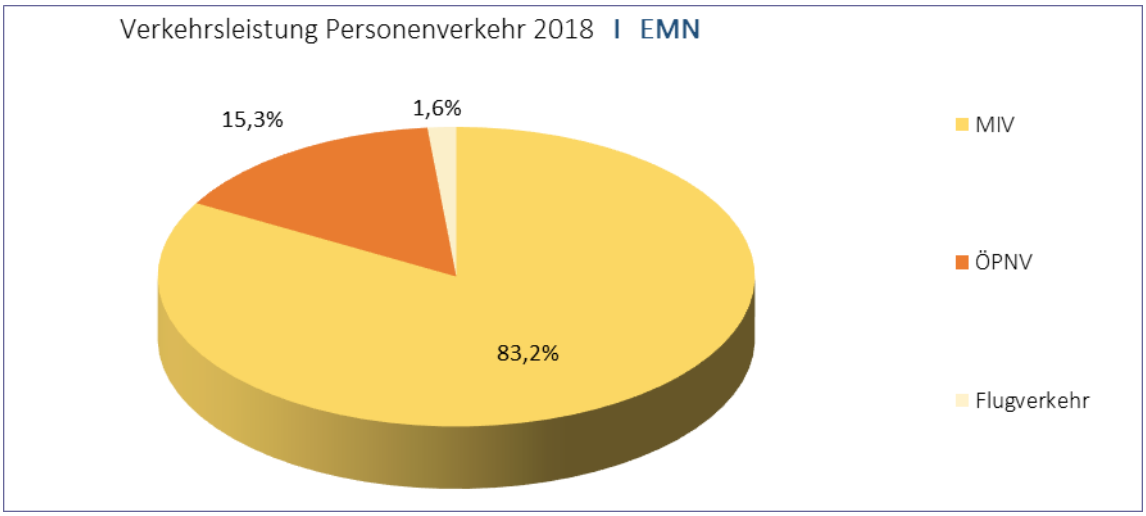


Abbildung 38 Verkehrsleistung Personenverkehr Verkehrsarten

Der motorisierte Individualverkehr in der EMN ist verantwortlich für knapp 92% des Energiebedarfs, wobei die relevante Verkehrsleistung (Personenkilometer) lediglich 83 % beträgt. Beim Flugverkehr beträgt der Energiebedarf 3,0 % zu 1,6 % Verkehrsleistung, während beim ÖPNV (öffentlicher Personen Nahverkehr) der Anteil an der Verkehrsleistung mit 15,35 % deutlich höher ist als der Anteil am Energiebedarf mit 5,0 %. Auch deshalb ist ein deutlicher Ausbau des effizienten ÖPNV geboten.

7.6. Güterverkehr

Der Güterverkehr ist für 30% des Verkehr-Energiebedarfs in der EMN verantwortlich. Er verteilt sich auf die drei Verkehrsarten Straßengüterverkehr, Schienengüterverkehr und Binnenschifffahrt. Die Anteile der drei Verkehrsarten sind seit 2015 relativ konstant geblieben.

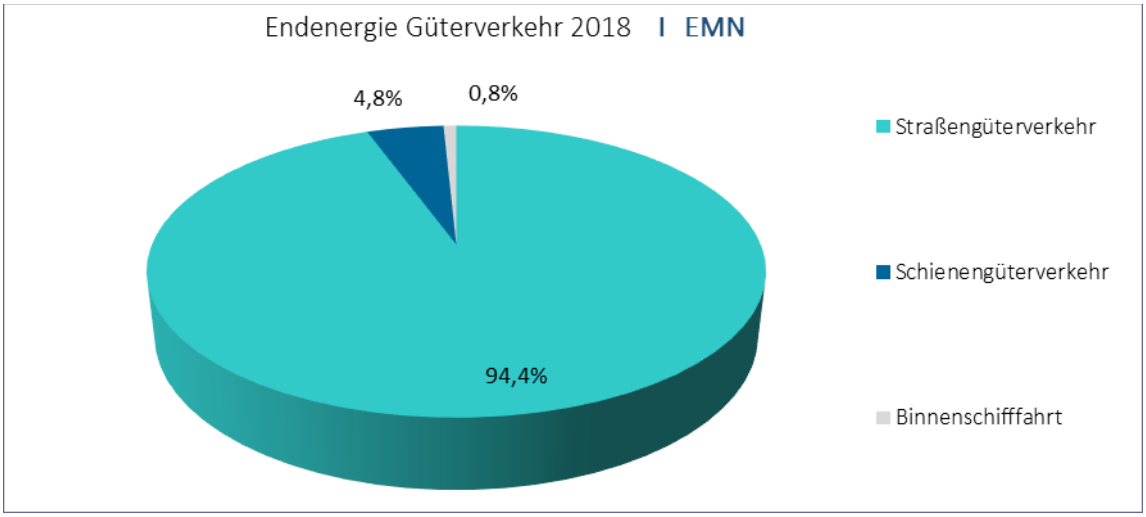


Abbildung 39 Endenergie Güterverkehr Verkehrsarten

Wie beim Personenverkehr kann auch beim Güterverkehr neben dem Endenergieverbrauch der Anteil an der Transportleistung – in Tonnenkilometern- untersucht werden:

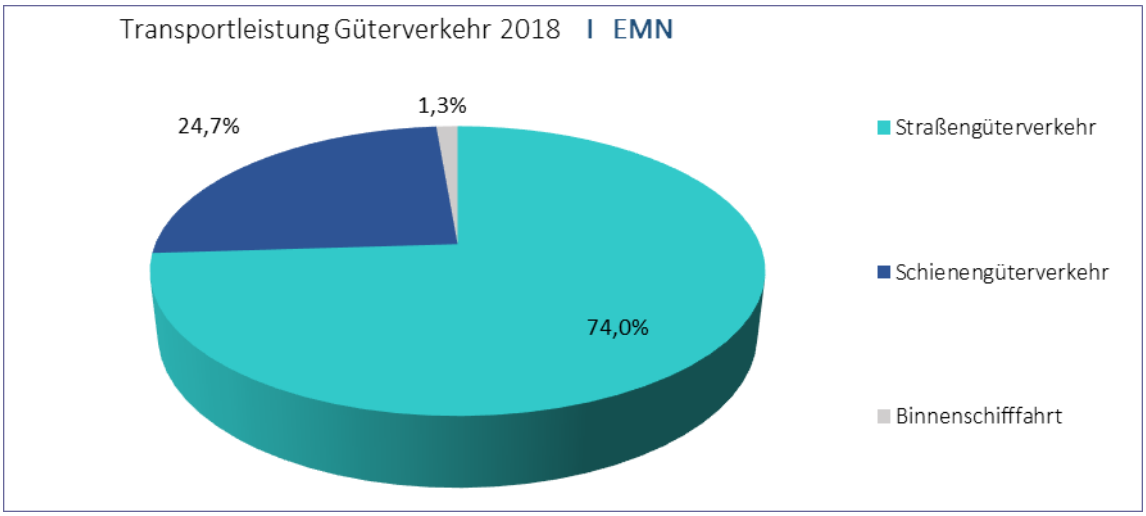


Abbildung 40 Transportleistung Güterverkehr Verkehrsarten

Den größten Anteil am Energieverbrauch des Güterverkehrs hat der Straßengüterverkehr mit 94,4 % bei einem Anteil an der Transportleistung (Tonnenkilometer) von lediglich 74,0 %. Bei der Binnenschifffahrt beträgt der Energiebedarf 0,8 % bei einem Anteil an der Transportleistung von 1,3 %. Das mit Abstand beste Verhältnis gibt es beim Schienengüterverkehr. Hier beträgt der Anteil an der Transportleistung 24,7 % bei einem Anteil am Energiebedarf von lediglich 4,8 %.

Ebenso wie beim Personenverkehr ist auch beim Güterverkehr der Straßenverkehr der dominierende Verkehrsträger. Auch wenn sich das Verhältnis zu Gunsten des Schienenverkehrs seit 2015 minimal verbessert hat, sind hier keinerlei Anzeichen einer Verkehrswende zu erkennen.

8. Landwirtschaft

In der Landwirtschaft entstehen durch die Viehhaltung, Bodenbearbeitung und Viehzucht nicht unbeträchtliche Mengen an THG-Emissionen, vor allem die sehr klimaschädlichen Gase Lachgas und Methan.

Die Emissionen, die aus dem Energieverbrauch (Heizenergie, Energie aus dem Maschineneinsatz, Beleuchtung, Verkehr etc.) resultieren, sind im Sektor GHDI enthalten. Die nachfolgende Grafik stellt somit die nicht-energetischen Emissionen der Landwirtschaft dar. Sie wurden anteilig unter Berücksichtigung der Großvieheinheiten, der Ackerflächen sowie der angebauten Fruchtarten und Fruchtfolgen der EMN aus Deutschlandwerten (Klimaschutzszenario 2050; Öko-Institut; Fraunhofer ISI) ermittelt.

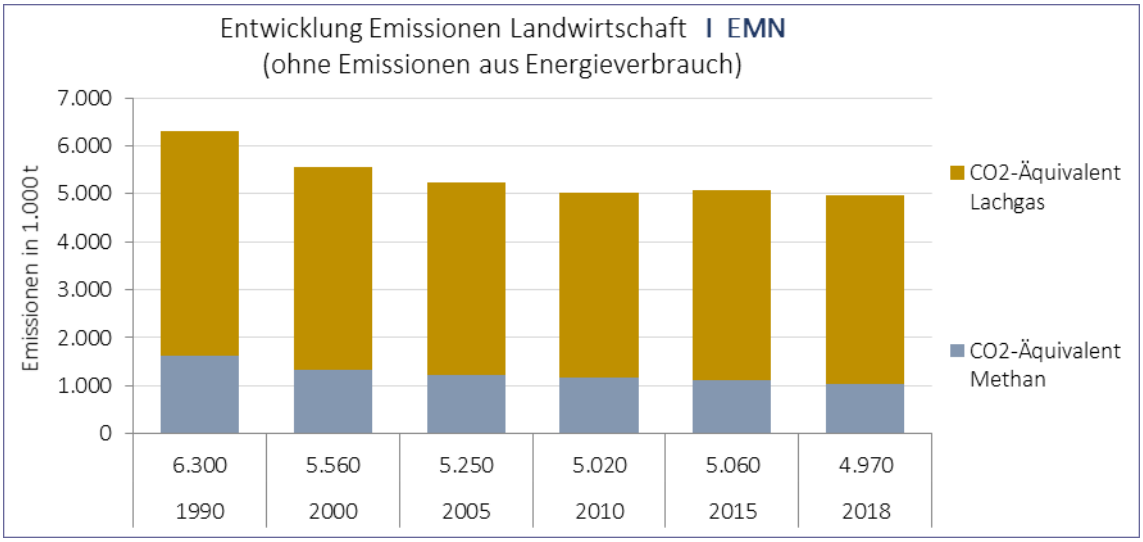


Abbildung 41 THG-Emissionen Landwirtschaft

Von 1990 bis 2018 reduzierten sich die Lachgasemissionen um 15,4 % und die Methanemissionen um 37,0 %. Die Verringerung ist vor allem auf die Reduktion der Viehbestände von Wiederkäuern (Rinder, Schafe) zurückzuführen. Neben den Methanemissionen aus der Fermentation der Wiederkäuer gehen bei geringeren Viehbeständen auch die Lachgasemissionen aus der Nutzung des Wirtschaftsdüngers zurück. Zusätzliche Effekte bei der Reduktion der nicht-energetischen Emissionen haben ein effizienterer Einsatz von Düngemitteln und der Anstieg des Anteils der ökologischen Landwirtschaft.

Da die Emissionen der Treibhausgase Lachgas und Methan unterschiedlich klimawirksam sind, wurden zum Zwecke der Vergleichbarkeit auch diese Emissionen in CO_2-Äquvivalente umgerechnet. Insgesamt ergab sich einen Rückgang der nicht-energetischen THG-Emissionen der Landwirtschaft zwischen 1990 und 2018 um 21,0 %.

Die nicht-energetischen THG-Emissionen aus der Landwirtschaft betrugen knapp 15 % der energetischen Emissionen der EMN.

ANHANG

Exkurs zur Definition der Treibhausgase[7]:

Im Jahr 2018 entfallen in Deutschland 87,8% Prozent der Freisetzung von Treibhausgasen auf Kohlendioxid, 6,2 Prozent auf Methan, 4,3 Prozent auf Lachgas und 1,7 Prozent auf die F-Gase.

Kohlendioxid (CO_2)

Kohlendioxid ist ein geruch- und farbloses Gas, dessen durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre 120 Jahre beträgt. Anthropogenes Kohlendioxid entsteht unter anderem bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) und macht den Großteil des vom Menschen zusätzlich verursachten Treibhauseffektes aus. Quellen sind vor allem die Strom- und Wärmeerzeugung, Haushalte und Kleinverbraucher, der Verkehr und die industrielle Produktion.

Methan (CH_4)

Methan ist ein geruch- und farbloses, hochentzündliches Gas. Die durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre beträgt neun bis 15 Jahre und somit wesentlich geringer als CO_2. Trotzdem macht es einen substanziellen Teil des menschgemachten Treibhauseffektes aus, denn das Gas ist 25-mal so wirksam wie Kohlendioxid. Methan entsteht immer dort, wo organisches Material unter Luftausschluss abgebaut wird. In Deutschland vor allem in der Land- und Forstwirtschaft, insbesondere bei der Massentierhaltung. Eine weitere Quelle sind Klärwerke und Mülldeponien.

Lachgas (Distickstoffoxid, N_2O)

Lachgas ist ein farbloses, süßlich riechendes Gas. Die durchschnittliche Verweildauer in der Atmosphäre beträgt 114 Jahre. Es gelangt vor allem über stickstoffhaltigen Dünger und die Massentierhaltung in die Atmosphäre, denn es entsteht immer dann, wenn Mikroorganismen stickstoffhaltige Verbindungen im Boden abbauen. In der Industrie entsteht es vor allem bei chemischen Prozessen (u.a. der Düngemittelproduktion und der Kunststoffindustrie). Das Gas kommt in der Atmosphäre zwar nur in Spuren vor, ist aber 298-mal so wirksam wie CO_2 und macht daher einen auf die Menge bezogen überproportionalen Teil des anthropogenen Treibhauseffektes aus.

F-Gase (HFKW, FKW, SF_6, NF_3)

Viele fluorierte Kohlenwasserstoffverbindungen (F-Gase) sind selbst im Vergleich zu Methan und Lachgas extrem treibhauswirksam. Auch ihre Verweildauer in der Atmosphäre ist enorm lang. Im Gegensatz zu den übrigen Treibhausgasen kommen Fluorkohlenwasserstoffe in der Natur nicht vor. F-Gase werden produziert um als Treibgas, Kühl- und Löschmittel oder Bestandteil von Schallschutzscheiben (insbesondere SF_6) eingesetzt zu werden. Emissionen können im Wesentlichen durch Vermeidung, sachgerechte Entsorgung und durch Wiederverwendung gemindert werden.

[7] www.bundesumweltamt.de

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BISKO	„BISKO – Bilanzierungs-Systematik Kommunal“: standardisierter Instrumentenansatz zu Bilanzierung, Potenzialermittlung und Szenarienentwicklung der kommunalen Treibhausgasbilanzen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CH_4	Methan
CO_2	Kohlendioxid
CO_{2e}	Kohlendioxidemissionsäquivalente (-> Einheit der THG)
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EMN	Europäische Metropolregion Nürnberg
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GHDI	Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie
GuD	Gas- und Dampfturbinentechnologie
HKW	Heizkraftwerk
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
N_2O	Lachgas (Distickstoffoxid)
ÖPNV	öffentlicher Personen-Nahverkehr
PEV	Primärenergieverbrauch
RW	Raumwärme
THG	Treibhausgase
WSVO	Wärmeschutzverordnung
WW	Warmwasser

Einheiten

TWh	Terawattstunde
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kg / kWh_{el}	Kilogramm pro Kilowattstunde elektrisch
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh/m²/a	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kWh_{el}	Kilowattstunde elektrisch
kW_{Peak}	Kilowattpeak
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
pro EW	Pro Einwohner
t	Tonne
t CO_2	Tonnen CO_2-Emission
t CO_2e	Tonnen CO_2-Äquivalent-Emission
°C	Grad Celsius