ENERGIEBERICHT 2015
FÜR DIE STADT GIESSEN

MIT ENERGIE. FÜR DIE REGION.

Stadtwerke Gießen
SWG

Energiebericht für die Stadt Gießen 2015

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	4
Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie	5
Erklärung des Primärenergiefaktors	6
Energetische Ziele der Bundesregierung	8
Was sind 2 Tonnen CO_2	9
Stadt Gießen	10
Energieverbrauch in der Stadt 1990 bis 2015	13
Spezifischer Energieverbrauch pro Einwohner	14
Primärenergieverbrauch pro Einwohner	15
Stromverbrauch nach Energieträgern	16
Spezifischer Stromverbrauch pro Einwohner	18
Einspeisung ins regionale Wärmenetz der Stadtwerke Gießen AG	19
Regionale Stromerzeugung in Gießen	20
EEG-Anlagenzubau	22
Treibhausgasbilanz von Gießen 1990 bis 2015	23
Spezifische Treibhausgasemissionen pro Einwohner	24
Vermiedene Emissionen	25
Vergleich zum Vorjahr und Fazit	26
Gießener Grünstrom	28
Strategie der Stadtwerke Gießen AG als Beitrag zur Zielerreichung	28

Vorwort

Energie ist ein wichtiges, wertvolles Gut. Wir, die Stadt Gießen, die Stadtwerke Gießen und nicht zuletzt die Bürgerinnen und Bürger der Stadt sind gehalten, mit diesem Gut so sorgsam wie möglich umzugehen. Sparsamkeit und Effizienz sind die wirksamsten Mittel für einen solch sorgsamen Umgang.
Wie wir damit umgehen, welche Ergebnisse für die Stadt Gießen vorzuweisen sind, das sehen Sie, verehrte Leserinnen und Leser, in diesem Energiebericht. Bereits seit fünf Jahren erstellen ihn die Stadtwerke Gießen für das gesamte Stadtgebiet Gießen. Seit 2014 in leicht veränderter, den neuen energiepolitischen Zielen der Bundesrepublik angepasster Form.

Das große Schlagwort dieser Zeit heißt: Energiewende. Deren Bilanz sieht aber bislang eher durchwachsen, denn erfolgreich aus. Der Ausbau der erneuerbaren Energien schreitet voran, vor allem Solar und Windkraft. Im Jahr 2015 deckt Deutschland mit 30 % bereits etwa ein Drittel aus erneuerbaren Energien. In 2012 waren es noch 22 %.
Damit überholten Sonne, Wind, Wasser und Biomasse erstmals die Braunkohle als Energieträger. Das Ziel für 2020 liegt bei 35 % und scheint in greifbarer Nähe. Diesen Teil des Vorgehens darf man ruhigen Gewissens als Erfolg werten.

Auf der Sollseite steht der Ausstoß an Treibhausgasen. Er nimmt zu! Trotz des starken Ausbaus der erneuerbaren Energie stößt unsere Volkswirtschaft mehr Treibhausgase aus denn je. Der Grund: Zusammen mit den erneuerbaren Energien erlebt auch die Stromerzeugung aus heimischer Braunkohle einen ungewollten Aufschwung. Die Rede ist vom „Energiewende-Paradoxon“.

Die Strategie zur Reduktion der Treibhausgase

Energie sparen, optimal nutzen, klimaneutral erzeugen.
Energie zu sparen ist die mit Abstand kostengünstigste Methode weniger Treibhausgase auszustoßen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Verbraucher konsequent beraten und betreut werden. Dieser Aufgabe widmen sich die Stadtwerke Gießen mit ihren Mitarbeitern in dem Kundenzentrum am Marktplatz. Hier findet jeder SWG-Kunde umfassende Informationen rund ums Energiesparen. Auch das Heranführen von Kinder-

gartenkindern, Schülern und Lehrern ist ein wesentliches Handlungsfeld unserer Beratung.
Des Weiteren werden in unserem Haus durch ein kontinuierliches Energiemonitoring Verbräuche erfasst, analysiert und Energiesparmaßnahmen aller Art realisiert.

Unserer Auffassung nach werden wir geraume Zeit nicht umhinkommen, zu einem Teil Strom und Wärme aus fossilen Rohstoffen zu erzeugen. Unser erklärtes Ziel ist dabei, die im Brennstoff gebundene Energie möglichst hocheffizient und optimal für diesen Zweck zu nutzen. Energieeffizienz ist der Schwerpunkt, dem sich unsere Ingenieure gemeinsam mit der Technischen Hochschule Mittelhessen ständig widmen.

Der dritte Ansatz versucht, möglichst überhaupt keine Treibhausgase mehr bei der Energieerzeugung auszustoßen, wie bei Solar- und Windstrom oder in einem Kreislauf wieder aus der Atmosphäre zu entziehen, zum Beispiel der Energiegewinnung aus Holz, biologischen Abfällen oder Klärschlamm. Auch diese Themen werden bei uns im Rahmen unserer Forschungs- und Entwicklungsbestrebungen bearbeitet.

Zusammenfassung

Die Bemühungen der Bürgerinnen und Bürger, der Stadt Gießen sowie der konsequente Ausbau der hocheffizienten Wandlungsanlagen wie z.B. KWK-Anlagen der Stadtwerke Gießen AG spiegeln die erreichten Verbesserungen in allen Bereichen wieder.

Die Primärenergieeinsparung in Gießen liegt im Jahr 2015 bei 17,3%. Das Ziel der Bundesregierung von einer Einsparung von 20% bis 2020 ist damit bereits jetzt schon nahezu erreicht.

Die CO_2-Emissionen, bezogen auf das Referenzjahr 1990, konnten bis 2015 um ca. -29 % reduziert werden. Das Ziel von 40 % Einsparung zu erreichen, bedeutet noch weitere Anstrengungen in effiziente Energiewandlung und Einsparungen an fossilen Brennstoffen zu unternehmen.

Matthias Funk Jens Schmidt

Einleitung

Dieser Bericht wurde unter Zuhilfenahme der Software EcoSpeed erstellt. Sämtliche Daten stammen aus dem Controlling der Stadtwerke Gießen AG oder aus dem Arbeitskreis für Erneuerbare Energien des Regierungspräsidiums Mittelhessen, dem wiederum die Daten vom hessischen Landesamt für Statistik zur Verfügung gestellt worden sind. Dieser Arbeitskreis setzt sich aus Vertretern der Landkreise Gießen, Marburg-Biedenkopf, des Lahn-Dill-Kreises, des Vogelsbergkreises und des Landkreises Limburg-Weilburg sowie der Städte Gießen, Marburg und Wetzlar und des Regierungspräsidiums Gießen zusammen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Ergebnisse und Darstellungen nicht witterungsbereinigt sind und somit der Einfluss des Wetters bei dem Vergleich mit Referenzjahren eine große Rolle spielt.

Ziel des Berichtes ist es, den Endenergiebedarf in der Stadt Gießen seit 1990 zu betrachten und mit den umweltpolitischen Zielen der Bundesrepublik Deutschland zu vergleichen. Weiterhin soll die Entwicklung der Treibhausgasemissionen mit den Zielen für 2020 abgeglichen werden.

Es kann durch Änderungen von Kennzahlen und Erkenntnisse, die erst nach Fertigstellung des vorigen Berichtes erlangt wurden, zu geringen Abweichungen gegenüber dem Vorjahresbericht kommen.

Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie

Im Verlaufe des Energieberichtes für die Stadt Gießen wird häufiger die Rede von den Energieformen Primärenergie, Endenergie und Nutzenergie sein. Folgende Abbildung soll diese kurz erläutern.

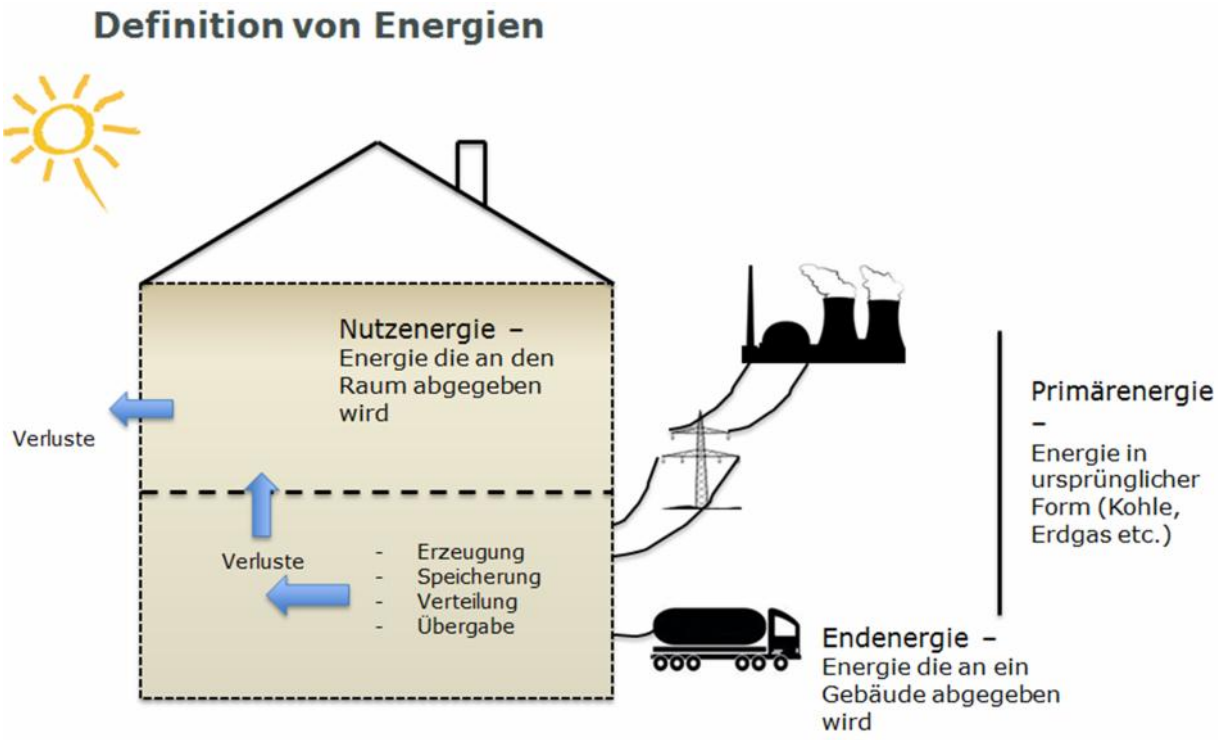


Abbildung 1: Definition der Energiearten

Primärenergie ist die Energie, die ein Brennstoff in sich trägt, wenn er in seiner ursprünglichen Form vorhanden ist. Braunkohle unter Tage oder Erdgas in einer unterirdischen Lagerstätte sind demnach eine Primärenergie.

Endenergie hingegen ist der Teil der Energie, der von der Primärenergie übrig bleibt, wenn Übertragungs- und Energiewandlungsverluste abgezogen wurden und der Brennstoff den Hausanschluss des Verbrauchers passiert hat.

Als Nutzenergie beschreibt man die Energie, die nach Umwandlung und Übertragung dem Kunden zur Verfügung steht. Hier ist zum Beispiel die Wärme zum Heizen von Räumen zu nennen.

Erklärung des Primärenergiefaktors

Der Primärenergiefaktor berücksichtigt den Energieverlust bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung eines Energieträgers. Daraus lassen sich die Energieeffizienz und der schonende Umgang mit Ressourcen in einem Wärmenetz als geschlossenes System ablesen. Je umweltschonender die Energieform und ihre Wandlung, desto niedriger ist der Primärenergiefaktor. Der Primärenergiefaktor ist somit eine zentrale Rechengröße bei der Ermittlung des Energiebedarfs.

Der Primärenergiefaktor f_P gibt an, wie viel Primärenergie je nach Energieträger für eine gegebene Menge Endenergie benötigt wird.

f_P = Primärenergie/Endenergie oder Primärenergie = f_P * Endenergie

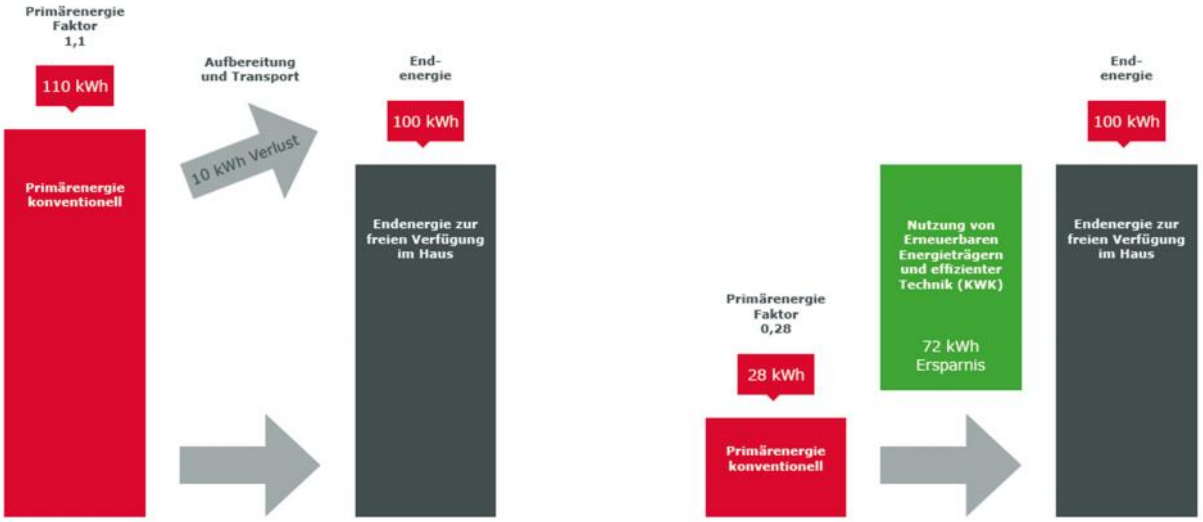


Abbildung 2: Vergleich des Primärenergiefaktors eines konventionellen Energieträgers (z.B. Heizöl) und dem Primärenergiefaktor des Wärmenetzes in der Stadt Gießen

Der Primärenergiefaktor der Stadtwerke Gießen in der Stadt Gießen lag 2015 bei 0,28. Folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Primärenergiefaktors seit 2009 und zeigt die Maßnahmen auf, die zu seiner Verbesserung geführt haben.

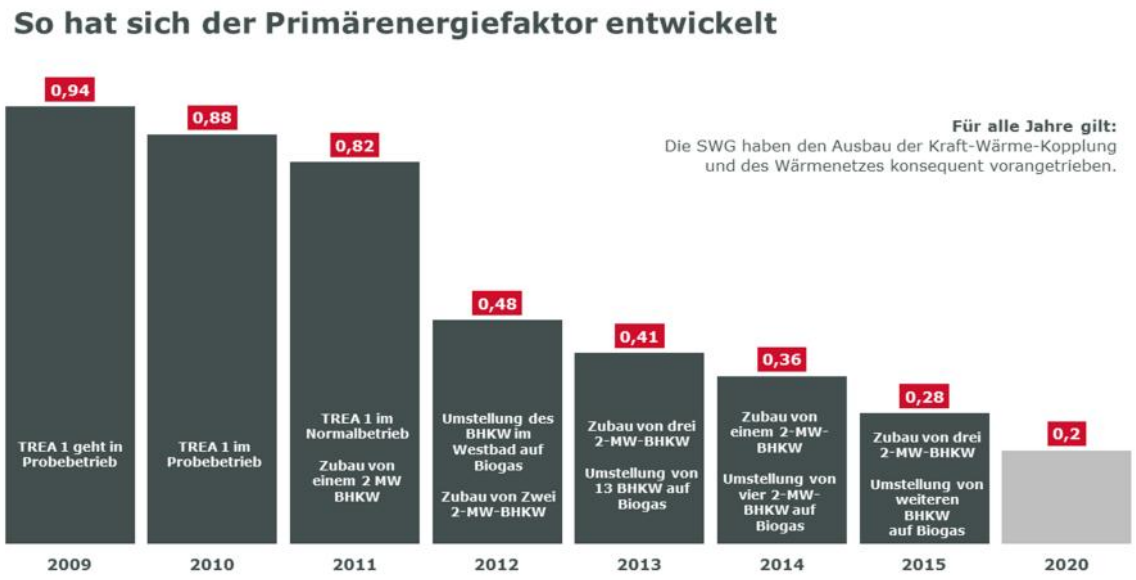


Abbildung 3: Entwicklung des Primärenergiefaktors im Wärmenetz der Stadt Gießen seit 2009 unter Berücksichtigung zukünftiger Entwicklungen

Setzt man den Primärenergiefaktor der Stadt Gießen in Vergleich mit Primärenergiefaktoren gemäß DIN 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden - so erhält man folgende Darstellung.

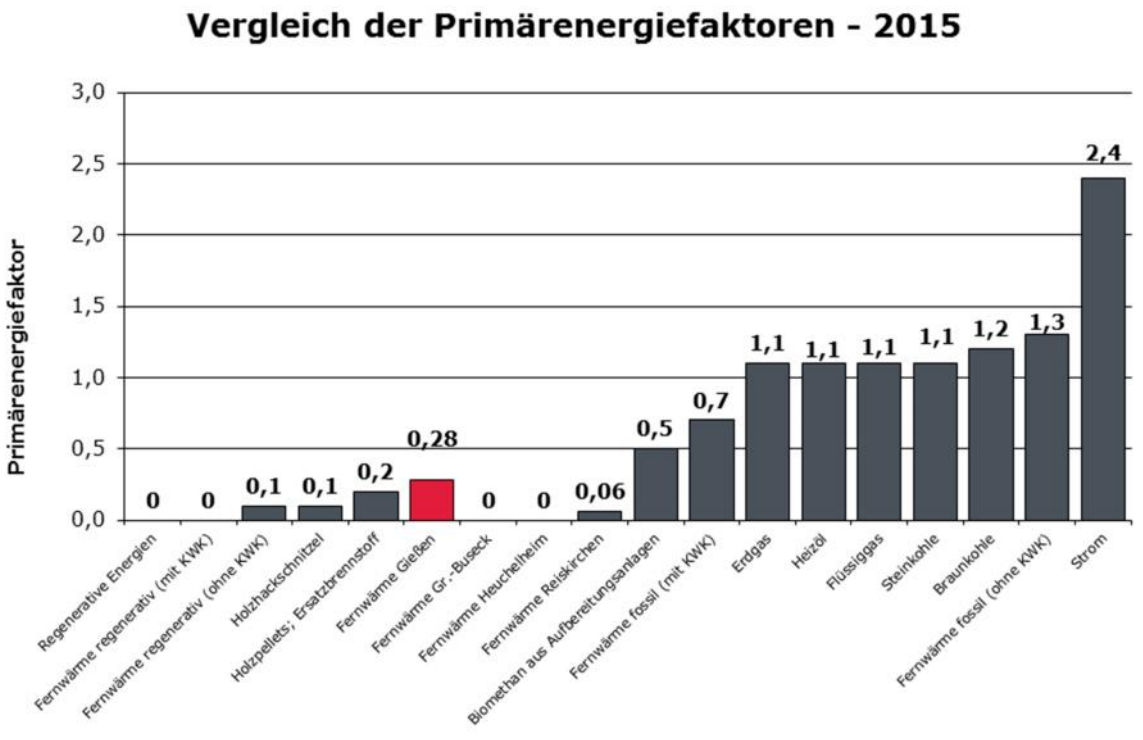


Abbildung 4: Primärenergiefaktor des Gießener Wärmenetzes im Vergleich zu anderen Energieträgern

Energetische Ziele der Bundesregierung

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich dazu entschlossen die Energieerzeugung, die Energieeffizienz und den Energietransport grundlegend zu ändern. Im Zuge der Energiewende hat sich die Bundesrepublik einige Ziele gesetzt, die durch verschiedene Gesetze umgesetzt werden sollen. Zu nennen sind hier unter anderem das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG).

Die wichtigsten Ziele der Bundesrepublik werden in folgender Tabelle kurz dargestellt:

	KLIMA	ERNEUERBARE ENERGIEN		EFFIZIENZ			
	THG (ggb.1990)	Anteil Strom	Anteil gesamt	Primär-energie	Strom	Energie-produktivität	Gebäudesanierung
2020	- 40 %	35 %	18 %	- 20 %	- 10 %	Anstieg um 2,1 % p.a.	**Verdopplung der Rate:** 1 % auf 2 %; Heizwärme – 20 % bis 2020; Primärenergie – 80 % bis 2050 ggb. 2008
2030	- 55 %	50 %	30 %	↓	↓		
2040	- 70 %	65 %	45 %				
2050	- 80 bis – 95 %	80 %	60 %	- 50 %	- 25 %		

Quelle: Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft", April 2014

Kurzfristig ist bis zum Jahr 2020 eine Einsparung von Treibhausgasen (THG) um 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu erreichen. Der Anteil erneuerbarer Energien (EE) am Strombedarf soll bei 35 % liegen und der erneuerbare Anteil am Gesamtenergieverbrauch bei 18 %. Im Hinblick auf die Effizienz soll der Primärenergiebedarf um 20 % gegenüber dem Referenzjahr 2008 sinken.

Was sind 2 Tonnen CO_2?

Ein ganz wesentlicher Teil der Klimaschutzpolitik der Bundesrepublik Deutschland sind die Einsparungsziele, die Treibhausgasemissionen betreffen. Treibhausgase sind: neben dem CO_2 vor allem Methan (Erdgas), Stickoxide und Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Diese Gase sind unterschiedlich klimawirksam. Um die Angaben zu vereinheitlichen, werden sie — relativ zur Wirksamkeit — in äquivalente Mengen von CO_2 umgerechnet. Man spricht dann von CO_{2e}-Emissionen (e steht für Englisch „equivalent“). Über die in dieser Studie verwendeten Faktoren sind die wesentlichen Treibhausgase abgedeckt.

Da die Einheit Tonnen CO_{2e} –Äquivalent oft schwierig greifbar ist, zeigt folgende Grafik einen Vergleich, welche Situationen eine Emission von 2 Tonnen CO_{2e}-Äquivalent nach sich ziehen.

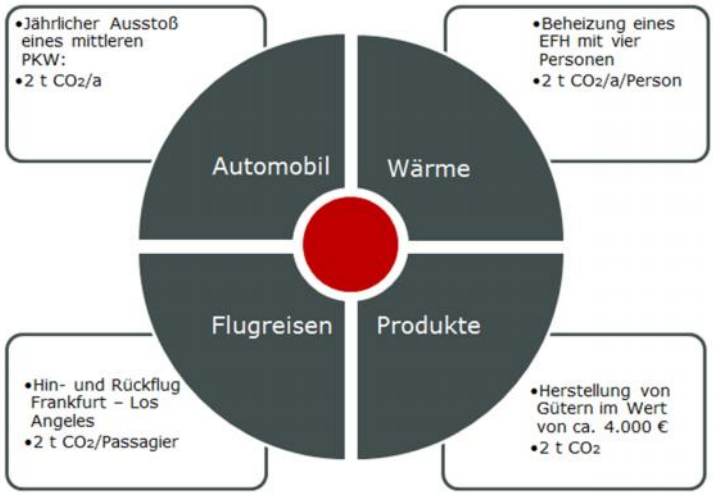


Abbildung 5: Was sind 2 Tonnen Kohlendioxid?

Der jährliche Ausstoß an Kohlendioxid für einen mittleren PKW entspricht dann 2 t, wenn man eine jährliche Fahrleistung von 14.000 km á 140 g CO_2/km annimmt. Zwischen Frankfurt und Los Angeles liegt eine Flugstrecke von 9.300 km – bei einem Kerosinverbrauch von 4 L pro 100 km und Passagier. Die doppelte Strecke entspricht unter Annahme einer Emission von etwa 2,5 kg CO_2/L und Passagier eine Emission von 2 Tonnen pro Passagier für den Hin- und Rückflug. Ein Einfamilienhaus mit vier Personen hat einen durchschnittlichen Heizölverbrauch von 3.000 Litern pro Jahr. Dies entspricht etwa einem Energieinhalt von 30.000 kWh/a. Bei der Annahme von 0,25 kg

CO_2 Emission pro kWh entspricht dies etwa 8 Tonnen im Jahr für einen 4 Personenhaushalt.

Stadt Gießen

Die Universitätsstadt Gießen ist mit knapp 84.400 Einwohnern die siebtgrößte Stadt in Hessen und erstreckt sich über eine Fläche von ca. 72,5 km².

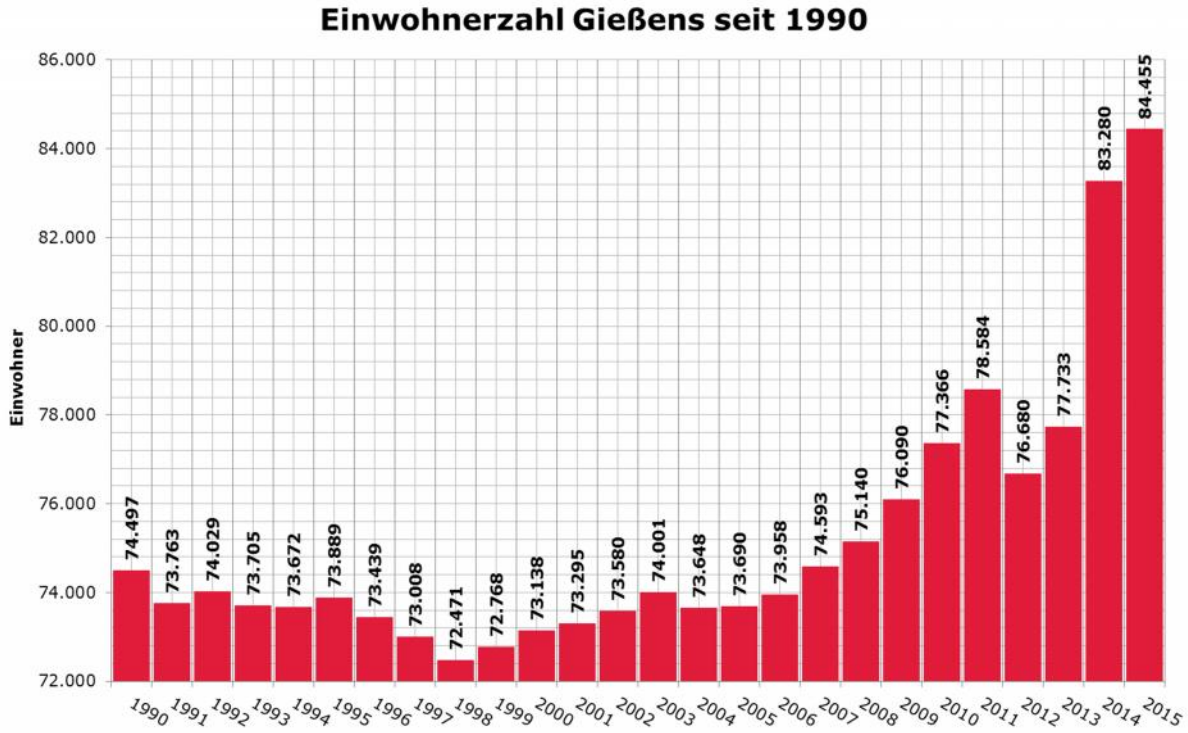


Abbildung 6: Einwohnerzahl von Gießen in den Jahren von 1990 bis 2015

In den Jahren seit 1990 ist Gießen ständig gewachsen. Lag die Einwohnerzahl 1990 noch bei ca. 74.500, so ist sie im Jahr 2015 auf 84.455 gestiegen.

Nicht nur mit dem Sitz des Regierungspräsidiums Gießen in Gießen ist die Stadt zentraler Punkt Mittelhessens. Weiterhin befinden sich in der Stadt die Justus-Liebig-Universität, die Technische Hochschule Mittelhessen, eine Verwaltungs- und Wirtschaftsakademie, die freie Theologische Hochschule Gießen und eine Abteilung der Hessischen Hochschule für Polizei und Verwaltung sowie die Hessische Erstaufnahmeeinrichtung für Flüchtlinge.

Abbildung 7: Die Stadt Gießen inklusive ihrer Stadtteile

Neben der Kernstadt gehören fünf weitere Stadtteile zum Stadtgebiet von Gießen. Das sind neben den Stadtteilen Wieseck im Nordosten und Kleinlinden im Südwesten noch die Stadtteile Allendorf an der Lahn und Lützellinden im Südwesten und Rödgen im Osten des Stadtgebietes.

Für weitere Betrachtungen im Verlauf dieses Berichtes ist es wichtig, einen Blick auf die klimatischen Bedingungen der Stadt zu werfen. Das Klima in Gießen gehört zu den feucht-gemäßigten Gebieten Deutschlands. Folgende Diagramme zeigen die monatlichen Durchschnittstemperaturen und –niederschläge.

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		
Max. Temperatur (°C)	3	4	9	13	18	21	23	23	19	14	7	4	Ø	13,2
Min. Temperatur (°C)	−2	−2	1	4	8	11	13	13	10	6	2	−1	Ø	5,3
Niederschlag (mm)	47	42	49	46	65	66	58	59	49	51	60	62	Σ	654
Sonnenstunden (h/d)	1,2	2,3	3,5	5,1	6,5	6,5	6,9	6,3	4,6	3,1	1,4	1,1	Ø	4,1
Regentage (d)	17	14	12	14	13	13	15	14	12	14	16	16	Σ	170
Luftfeuchtigkeit (%)	84	80	75	69	68	69	68	71	77	82	85	85	Ø	76,1

Abbildung 8: Monatliche Durchschnittstemperaturen und -niederschläge für Gießen (Quelle: wetterkontor.de; Datenerhebung zwischen 1961 und 2015)

Der kälteste Monat ist in der Regel der Januar, während der wärmste Monat meist der Juli ist. Folgendes Diagramm zeigt die Jahresdurchschnittstemperaturen in Gießen seit 1990.

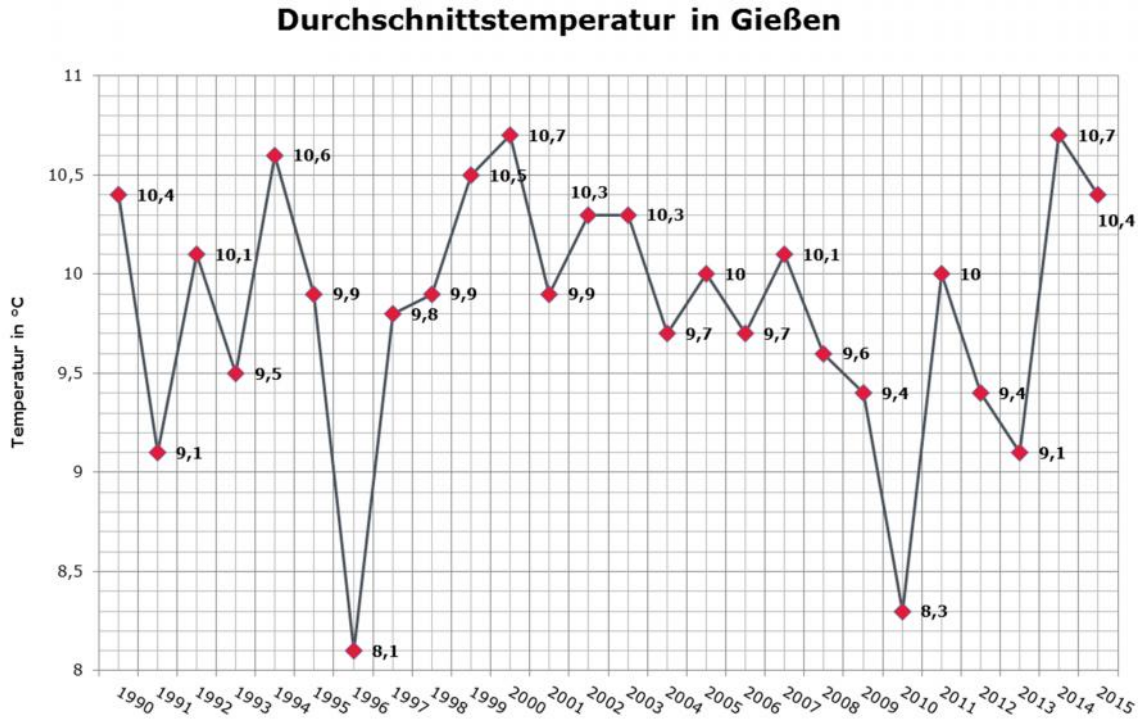


Abbildung 9: Jahresdurchschnittstemperaturen seit 1990 (Quelle: wetterkontor.de)

Hier ist zu sehen, dass die Jahre 1996 mit 8,1 °C im Schnitt und 2010 mit 8,3 °C im Schnitt die kältesten waren. Besonders warm waren die Jahre 1993, 1999 und 2014.

Endenergieverbrauch in der Stadt 1990 bis 2015

Das nachfolgende Diagramm zeigt die Endenergieverbrauchssituation für die Stadt Gießen seit 1990. Blau dargestellt ist die Fernwärme, die im Wärmenetz der Stadt Gießen an die Kunden geliefert worden ist (Diese wurde aus den Brennstoffen Erdgas, Abfall, Biomethan, Holz und zu geringen Teilen mit Heizöl erzeugt. Der erneuerbare Anteil ist hier stetig gestiegen. Die Brennstoffe für die Erzeugung der Fernwärme sind in diesem Diagramm nicht dargestellt). Die geringe Menge an Holz entspricht der Menge, die in Einzelfeuerstätten in privaten Haushalten eingesetzt worden sind. Diese Daten stammen aus der Auswertung der Schornsteinfegerdaten durch den Landkreis Gießen.

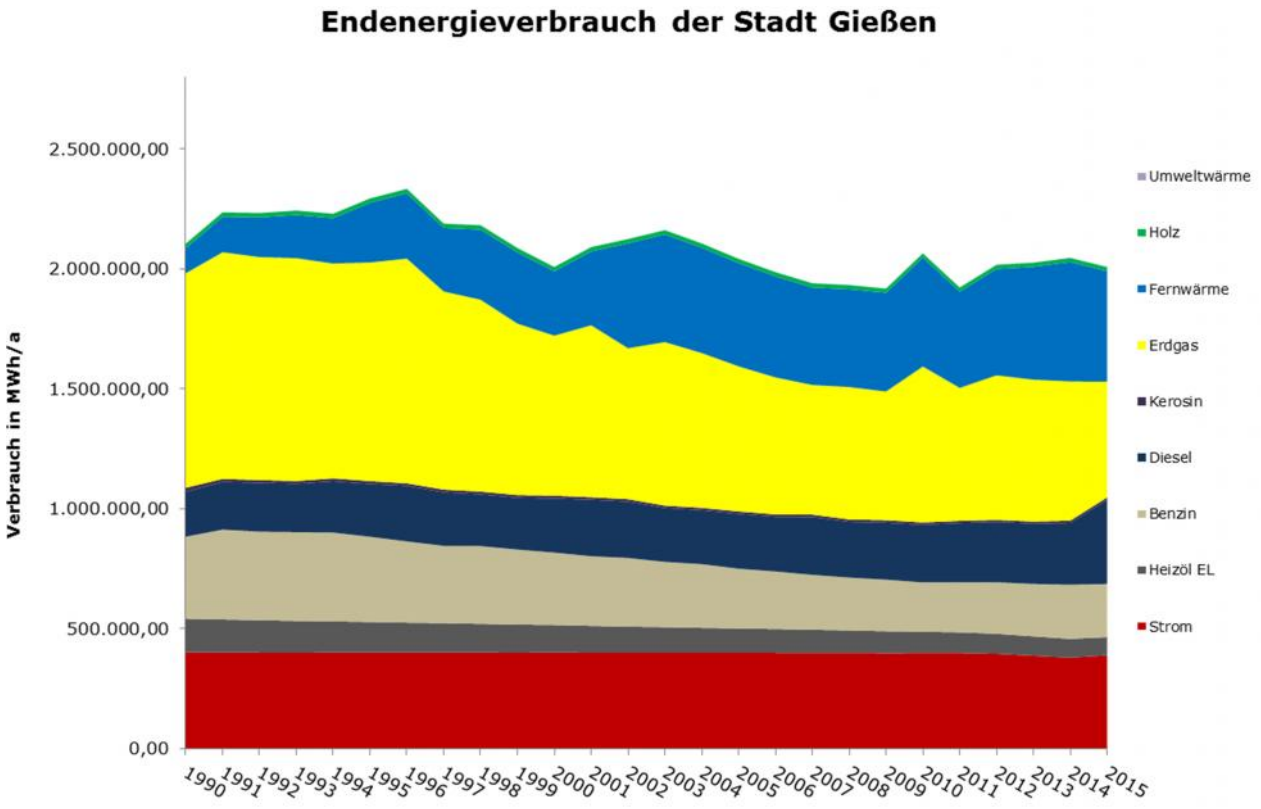


Abbildung 10: Endenergieverbrauch in der Stadt Gießen zwischen 1990 und 2015 aufgeteilt nach Energieträgern

Es ist deutlich zu erkennen, dass der Energieverbrauch im Laufe der Zeit nur leicht gesunken ist. Die stark wachsende Einwohnerzahl der letzten Jahre relativiert dies allerdings. Der Anteil der eingesetzten Energieträger hat sich in diesem Zeitraum deutlich von den fossilen Brennstoffen (Erdgas und Heizöl EL) in Richtung der deutlich effizienteren und klimaneutraleren Fernwärme verschoben. Auffällig ist, dass der

Stromverbrauch in Gießen relativ konstant verläuft und erst in den Jahren nach 2010 eine Absenkung des Verbrauches deutlich wird.
In den Jahren 1996 und 2010 sind deutliche Maxima des Verbrauches zu erkennen. Dies waren, wie in Abbildung 9 zu sehen ist, die kältesten Jahre im betrachteten Zeitraum und daher auch besonders heizintensiv.

Spezifischer Endenergieverbrauch pro Einwohner

Abbildung 9 zeigt, dass die Endenergieverbräuche für Gießen in Summe seit 1990 bis 2015 nur geringfügig gesunken sind. Betrachtet man jedoch spezifisch den Endenergieverbrauch pro Einwohner, so wird eine deutliche Absenkung der Verbräuche erkennbar.

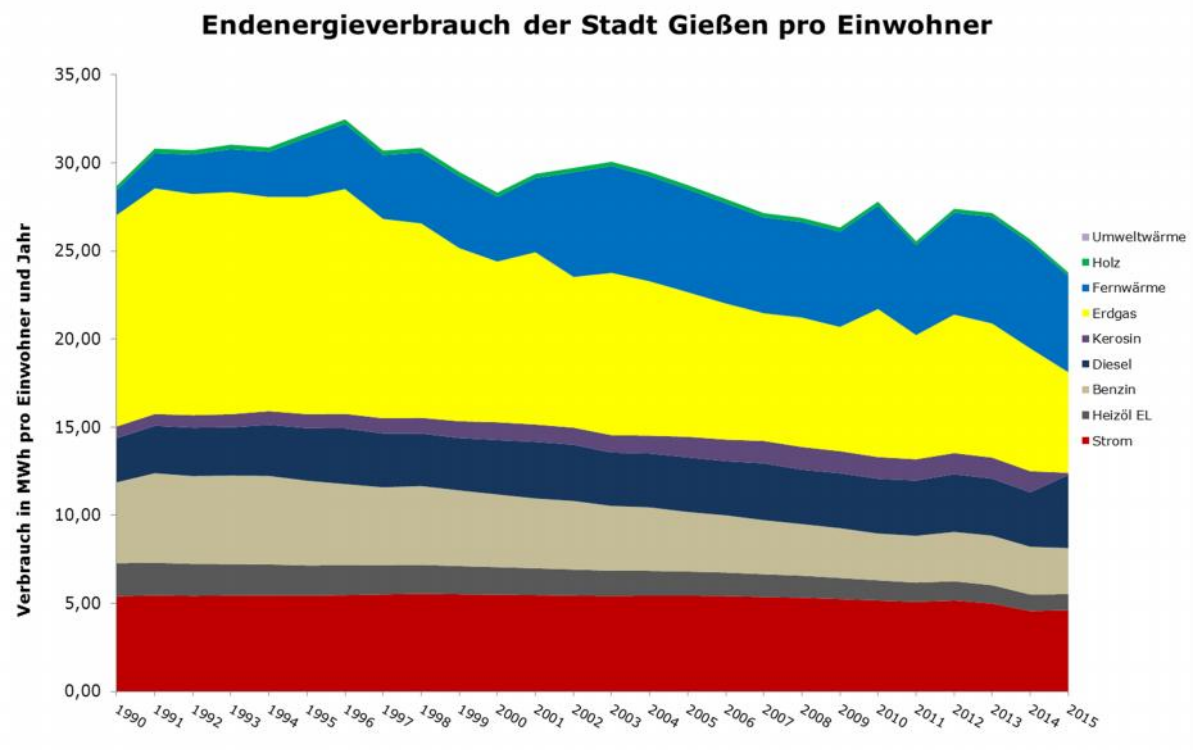


Abbildung 11: Endenergieverbrauch in der Stadt Gießen von 1990 bis 2015 pro Einwohner

In Abbildung 11 wird deutlich, dass der Endenergieverbrauch pro Kopf und Jahr anfänglich bei 29 MWh (zwischenzeitlich sogar bei 32,5 MWh) lag. Im Jahr 2014 lag dieser nur noch bei 25,6 MWh pro Einwohner jährlich. 2015 sind es nur noch 23,8 MWh pro Kopf. Auch die Aufteilung der Energieträger lässt eine deutliche Verschiebung von

fossilen Brennstoffen in Richtung der Fernwärme (wird nur zu 36 % aus fossilen Brennstoffen erzeugt) erkennen. Pro Kopf werden im Jahr 2015 also bereits 17,1 % weniger Energie verbraucht als 1990 – im Vergleich zum Vorjahr 2014 wurden weitere 2,8 MWh pro Kopf weniger verbraucht. Gleichzeitig lag der Anteil der Fernwärme am Pro-Kopf-Verbrauch 1990 bei 5 % und 2015 bereits bei 23 %. Die positiven Effekte der Fernwärme werden in der Treibhausgasbilanz ab Seite 20 ersichtlich. Die Ersparnis von 5 MWh pro Kopf seit 1990 entspricht der Energiemenge, die in 500 Litern Heizöl vorhanden ist[1].

Primärenergieverbrauch in der Stadt Gießen pro Einwohner

Da sich die Ziele der Bundesregierung jeweils auf den Primärenergieverbrauch (also inkl. Vorkette) beziehen und nicht auf den Endenergieverbrauch, wie in den beiden vorangegangenen Darstellungen, wird der Endenergiebedarf, wie eingangs beschrieben, mit dem jeweiligen Primärenergiefaktor multipliziert.

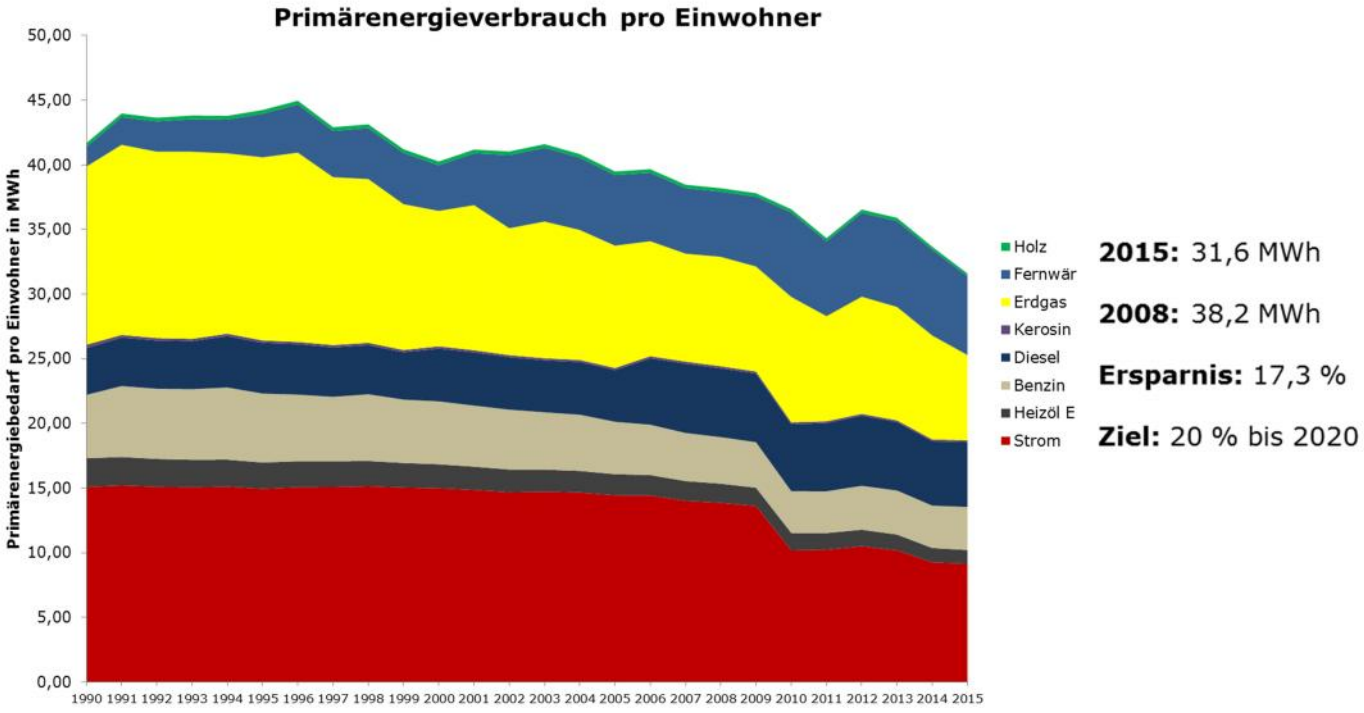


Abbildung 12: Primärenergieverbrauch pro Einwohner

Im Jahr 2015 liegt der Pro-Kopf-Primärenergieverbrauch bei 31,6 MWh im Jahr. Im Vergleichsjahr 2008 liegt dieser noch bei knapp 38,2 MWh im Jahr. Dies entspricht

[1] Ein Liter Heizöl trägt etwa 10 kWh Energie mit sich.

einer Einsparung bzw. Effizienzsteigerung von ca. 17,3 %. Bis zum Jahr 2020 sollen hier 20 % weniger an Primärenergie im Vergleich zum Jahr 2008 verbraucht werden. Besonders großen Einfluss auf diese Effizienzsteigerung haben die Entwicklung des Primärenergiefaktors der Gießener Fernwärme (dargestellt in Abbildung 3) und die Entwicklung des Faktors für Strom. Beide sind in den letzten Jahren deutlich gesunken.

Stromverbrauch in der Stadt Gießen nach Energieträgern

Unter Zuhilfenahme der jeweiligen Statistik der AG Energiebilanzen e.V. wurde der Stromverbrauch in Gießen den einzelnen Energieträgern zugeordnet, die für die Erzeugung des Stroms eingesetzt worden sind.

Abbildung 12 zeigt den Einsatz an Brennstoffen für die Stromerzeugung für das Jahr 2015.

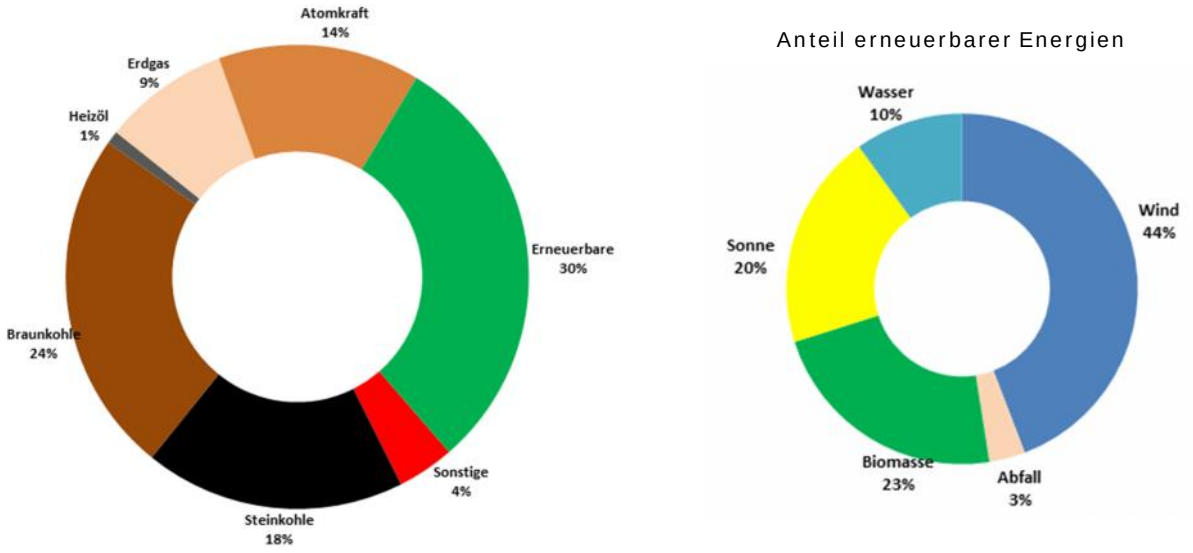


Abbildung 13: Brennstoffmix der Bruttostromerzeugung in Deutschland 2015 (gesamt 652 TWh), Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. 2016

Der Anteil Erneuerbarer Energien lag im Jahr 2015 bei rund 30 %. Die Bundesregierung gibt als Ziel für das Jahr 2020 einen Anteil von 35 % als Ziel vor.

Der Gesamtstromverbrauch in Gießen, aufgeteilt auf den Brennstoffmix, der im jeweiligen Jahr für die Bundesrepublik Deutschland ermittelt worden ist, wird in der nächsten Abbildung dargestellt.

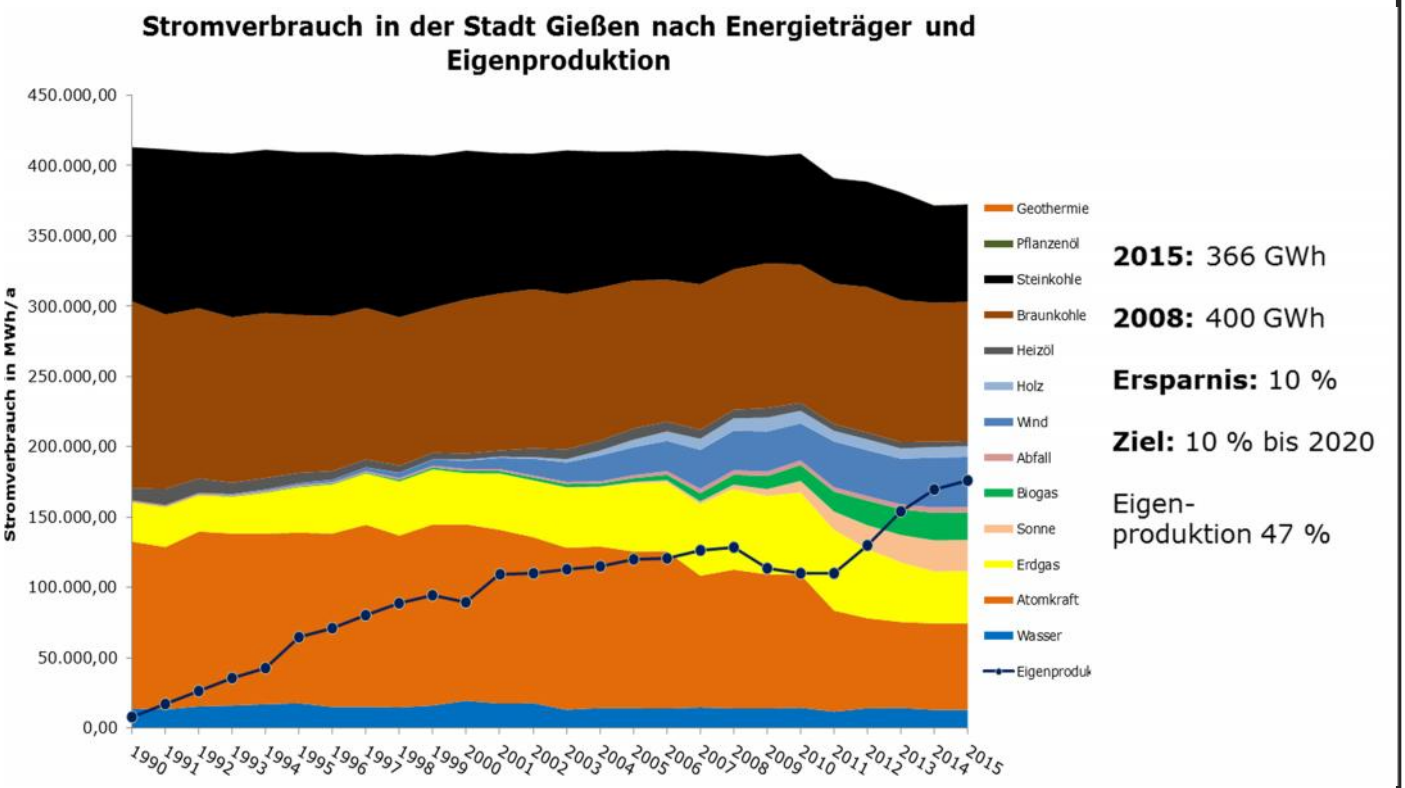


Abbildung 14: Stromverbrauch der Stadt Gießen aufgeteilt nach Energieträgern

Der Anteil an Erneuerbaren Energien (EE) an der Stromerzeugung nimmt seit Ende der Neunzigerjahre deutlich zu. In Gießen liegt im Jahr 2015 die Summe der Erneuerbaren Energieträger bei 30 %. Besonders der Anteil an Steinkohle und Atomkraft nimmt stetig ab. Mit ca. 400.000 MWh im Jahr 1990/2008 und ca. 366.000 MWh im Jahr 2015 ist der Gesamtverbrauch an Strom im Betrachtungszeitraum um etwa 10 % gesunken (sowohl im Vergleich mit 1990 als auch zu 2008).

Für das Jahr 2020 gibt die Bundesregierung als Ziel eine Effizienzsteigerung bzw. Stromverbrauchsminderung von 10 % gegenüber dem Wert aus 2008 vor. Dieses Ziel wurde in Gießen damit schon im Jahr 2015 erreicht

Spezifischer Stromverbrauch pro Einwohner

Da Gießen, wie eingangs bereits beschrieben, kontinuierlich wächst, ist es interessant den spezifischen Stromverbrauch pro Einwohner in Gießen zu betrachten. Abbildung 14 zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs pro Kopf seit 1990.

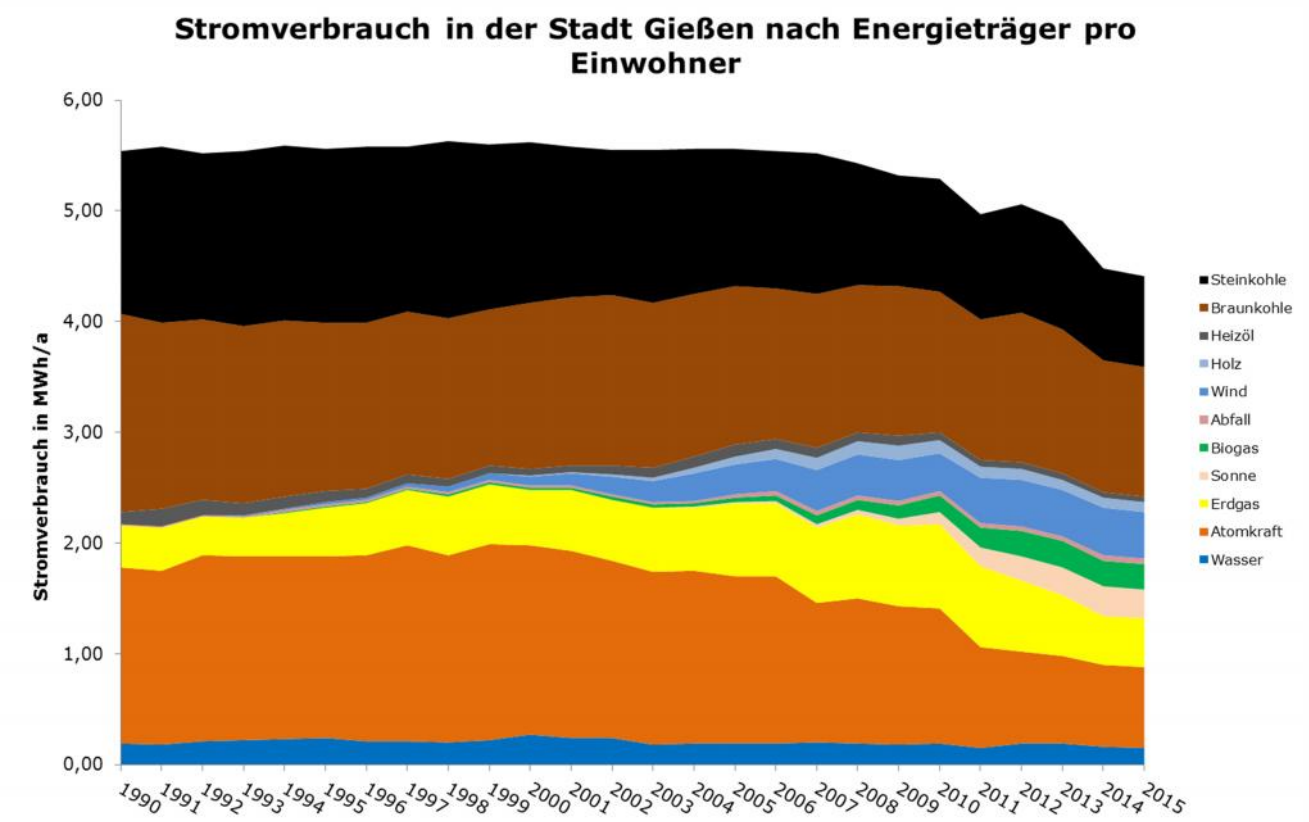


Abbildung 15: Stromverbrauch pro Einwohner seit 1990

Der spezifische Stromverbrauch pro Einwohner lag 1990 noch bei 5,4 MWh pro Jahr. Im Vergleichsjahr 2008 lag der Wert nicht wesentlich niedriger bei 5,3 MWh pro Jahr. Im Jahr 2015 nur noch bei 4,4 MWh pro Jahr. Stromeinsparung zusammen mit Bevölkerungswachstum führt im Vergleich zum Basisjahr 2008 zu einem um 25% verminderten Stromverbrauch. Auch hier ist eine deutliche Einsparung an fossilen Energieträgern zu erkennen.

Einspeisung ins regionale Wärmenetz der Stadtwerke Gießen AG

Im Folgenden wird die Wärmeerzeugung im Netz der Stadtwerke Gießen seit 1990 betrachtet. Inselnetze, die außerhalb des Stadtgebietes liegen, sind in dem Bericht nicht berücksichtigt. Abbildung 15 zeigt den Verlauf der Netzeinspeisung und die Energieträger, die genutzt wurden, um diese Wärme zu erzeugen.

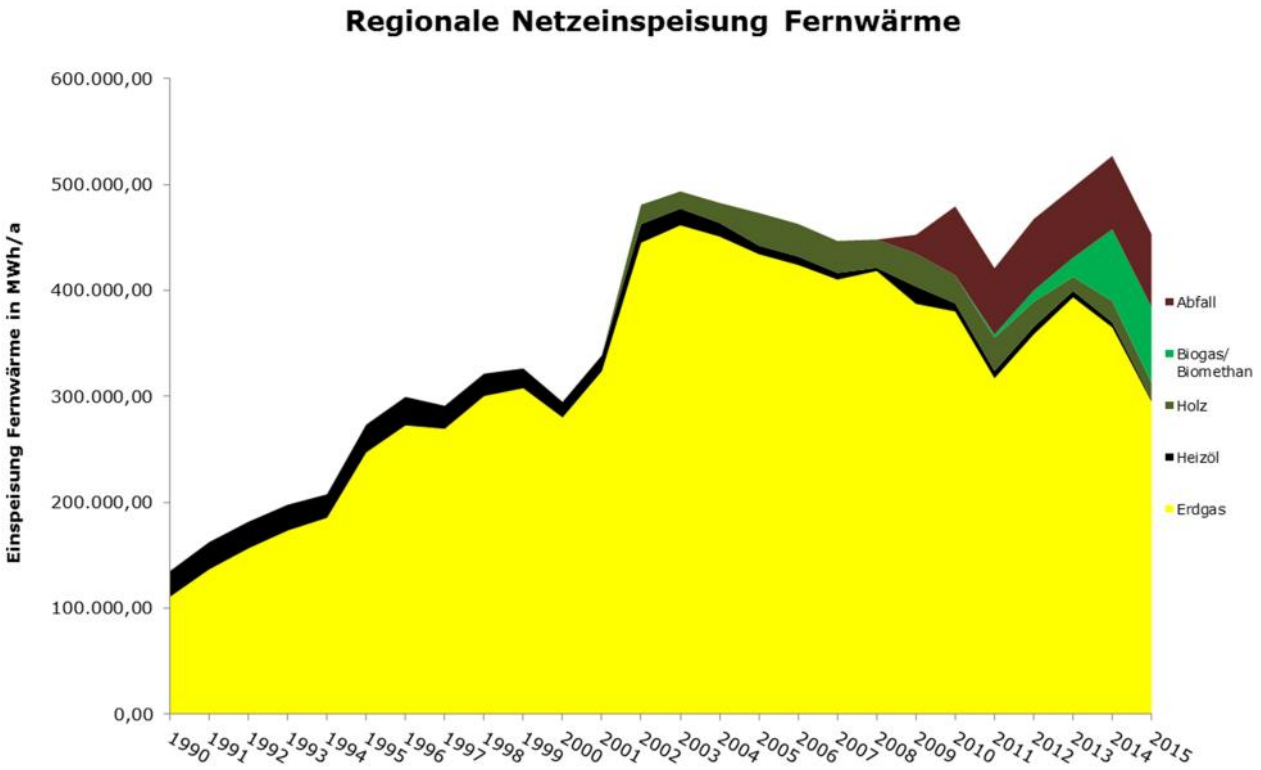


Abbildung 16: Regionale Wärmeeinspeisung in die Wärmenetze der Stadt Gießen

Während 1990 noch 120.000 MWh Wärme erzeugt und in das regionale Netz eingespeist wurden, waren es 2015 ca. 450.000 MWh. Diese Steigerung lässt sich mit dem kontinuierlichen Ausbau des Wärmenetzes und des Erzeugungsparks im Stadtgebiet erklären. Jährliche Schwankungen kommen hier durch die unterschiedliche Witterung zustande. Besonders auffällig ist der sprunghafte Anstieg im Jahr 2002. In diesem Jahr wurde durch die Inbetriebnahme des ersten Holzheizwerks der Stadtwerke Gießen AG mit der Diversifizierung der Brennstoffe für die Wärmeerzeugung begonnen. Im Jahr 2009 wurde durch die Inbetriebnahme der TREA I Ersatzbrennstoff in den Brennstoffmix mit aufgenommen. Seit 2011 wird konsequent und vermehrt Biomethan in den Blockheizkraftwerken der Stadtwerke Gießen eingesetzt. 2015 ist der regenerative Anteil an der Wärmeerzeugung bereits bei 34 % angelangt. Durch den Ausbau der Biomethannutzung und der zu erwartenden Inbetriebnahme der TREA II wird die-

ser Anteil in den nächsten Jahren weiter wachsen. Der Anteil an Heizöl EL wurde dagegen mit der Zeit deutlich reduziert: War Heizöl im Jahr 1990 noch mit 18 % an der Erzeugung beteiligt, liegt sein Anteil an der Netzeinspeisung im Jahr 2015 nur noch bei 0,5 %.

Regionale Stromerzeugung in Gießen

Auch in Gießen wird Strom selbst produziert. Hauptquellen für regional erzeugten Strom sind Erdgas und Biomethan als Brennstoffe für die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen der Stadtwerke Gießen AG und die Photovoltaikanlagen auf den Dächern in Gießen. Die Stromerzeugung durch Wasserkraft ist in Gießen so gering, dass sie auf dem Diagramm nicht ersichtlich ist. Sie liegt im Jahr 2015 bei 13,7 MWh von insgesamt ca. 150.000 MWh erzeugtem Strom in der Stadt Gießen.

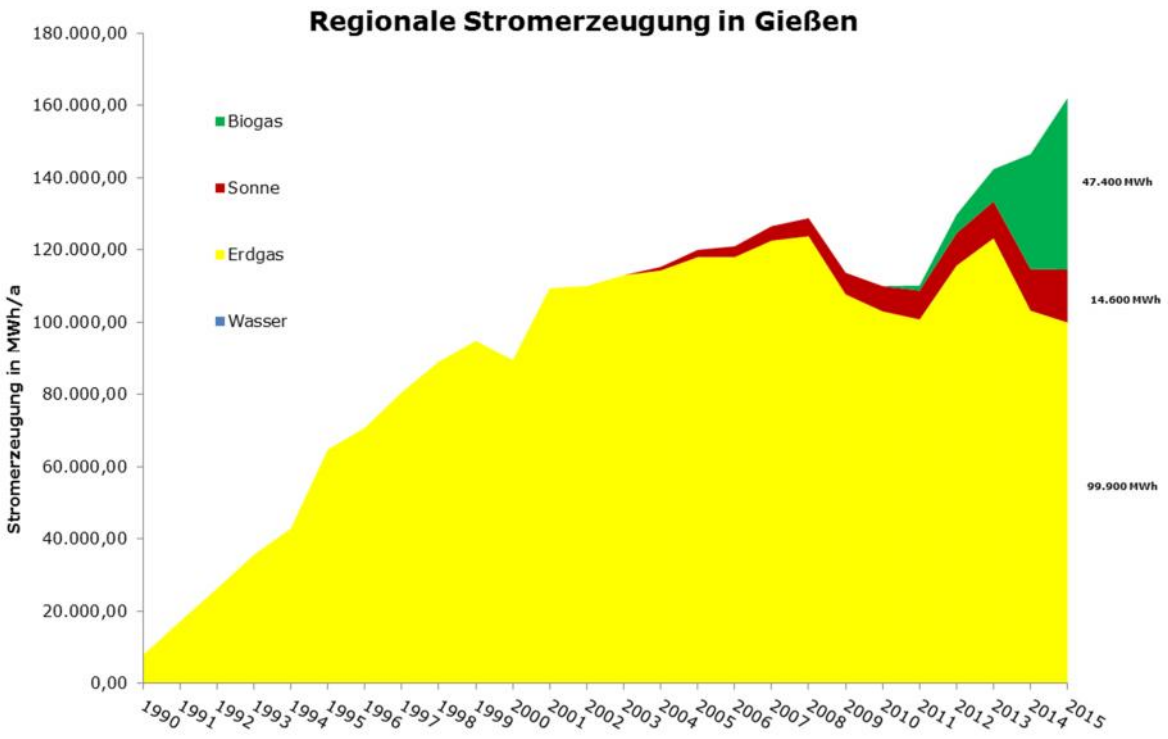


Abbildung 17: Regionale Stromerzeugung in Gießen

Von den ca. 150.000 MWh regional erzeugtem Strom wurden im Jahr 2015 47.500 MWh aus Biomethan, 15.000 MWh aus Sonnenenergie und 13,7 MWh aus Wasserkraft „produziert“. Der regenerative Anteil an der Erzeugung in der Stadt Gießen liegt demnach im Jahr 2015 bei 38 %, deutlich höher als der Anteil am Bundesstrommix. Auch hier ist die Tendenz weiter steigend.

Bei der Betrachtung des Verhältnisses zwischen Stromverbrauch und Stromproduktion ergibt sich die folgende Abbildung 17.

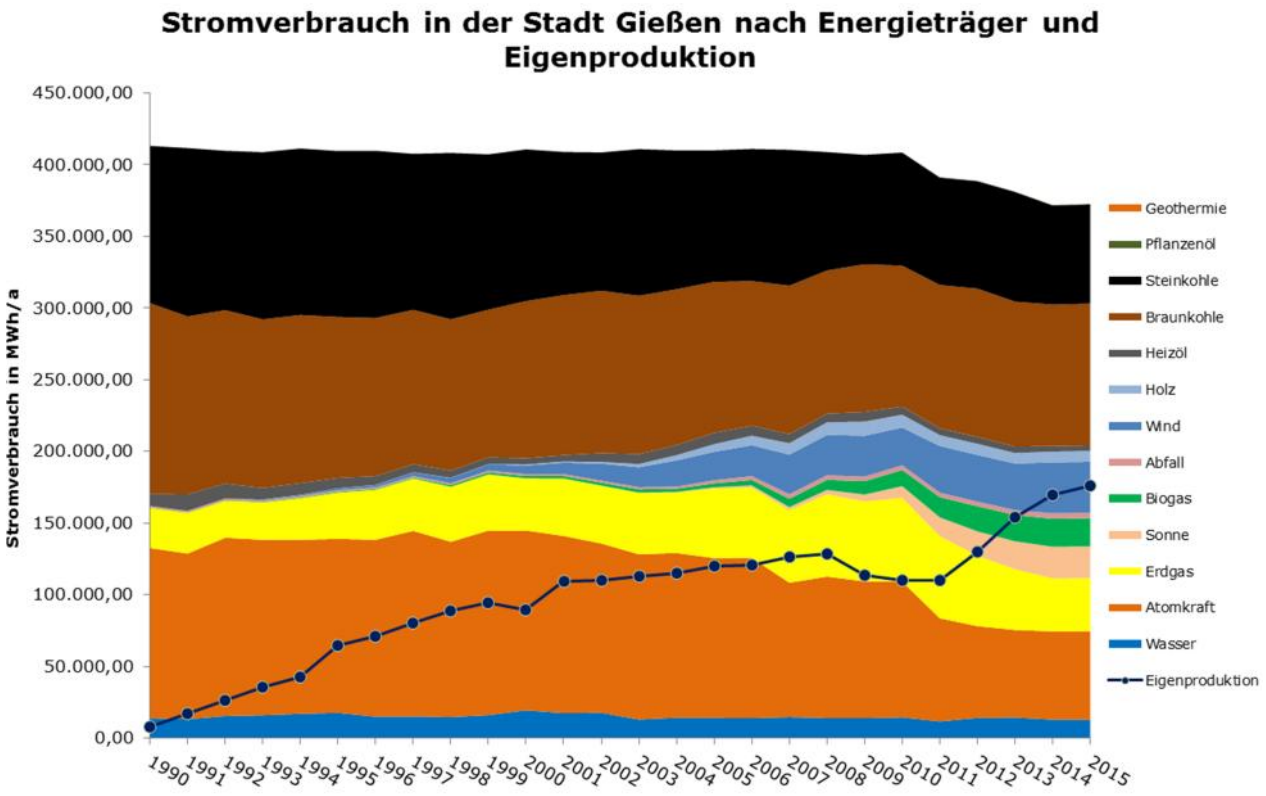


Abbildung 18: Stromverbrauch und Stromproduktion in Gießen

Im Jahr 1990 lag der Anteil an eigenproduziertem Strom noch unter 2 %. Bei einem Bedarf von insgesamt 403.193 MWh wurden damals 7.853 MWh im Stadtgebiet durch Erdgas erzeugt. Diese Erzeugung stammte ausschließlich aus KWK-Anlagen der Stadtwerke Gießen AG.

Im Jahr 2015 ist der Anteil insgesamt auf über 47 % gestiegen. Die gesamte Stromproduktion in der Stadt Gießen liegt bei ca. 150.000 MWh (alle Energiearten) und der Bedarf nur noch bei 366.929 MWh. Die Steigerung des Anteils an eigenproduziertem Strom ist auf den konsequenten Ausbau des Gießener Wärmenetzes zurückzuführen, der zum großen Teil aus einem Zubau bei den Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen resultiert.

Ausbau an EEG-Anlagen um die Ziele der Bundesrepublik erreichen zu können

In diesem Teil wird hypothetisch untersucht, welcher Zubau an EEG-Anlagen (und Erzeugung aus diesen) nötig ist, um die Ziele bis 2030 zu erreichen. Bis ins Jahr 2020 ist das Ziel, 35 % des Strombedarfs regional und aus erneuerbaren Energien zu decken. Dies war in Gießen bereits im Jahr 2015 erreicht worden. Bis ins Jahr 2030 sollen 50 % des Strombedarfs durch erneuerbare Energien erzeugt werden. Bei einem gleichbleibenden Bedarf von 366,9 GWh entsprechen 50% 183,5 GWh. Die Erzeugung aus KWK und EEG-Anlagen in Gießen liegt 2015 bei ca. 63 GWh – es sind also 120,5 GWh erzeugter Strom zusätzlich nötig, um das 50 %-Ziel zu erreichen. Bei dieser Betrachtung ist eine weitere Effizienzsteigerung des Nutzerverhaltens nicht berücksichtigt worden. Folgende Grafik zeigt, wie viele Photovoltaik-, Windkraft- und KWK/ Biomethan- Anlagen nötig sind, um das Ziel zu erreichen.

Abbildung 19: Benötigter EEG Zubau um das Ziel 2030 zu erreichen

Trifft man verschiedene Annahmen, so ergeben sich die in Abbildung 19 dargestellten Anlagenkonfigurationen. Hier dargestellt ist beispielsweise, dass unter der Annahme von 2.500 Vollbenutzungsstunden für ein Windrad 16 Windräder der 3 Megawattklasse notwendig wären, um in Gießen das Ziel für die Stromerzeugung 2030 zu erreichen. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit für ein BHKW von 5.000 Stunden im Jahr wären ca. zwölf 2 Megawatt BHKW notwendig, um diesen Bedarf zu decken. Möchte man den Bedarf an Photovoltaikfläche berechnen, so nimmt man die durchschnittliche Benutzungszeit von 900 h/a in Deutschland an. Hierdurch erhält man die benötigte Leistung von 134 MW PV-Fläche. Nach derzeitigem Stand der Technik benötigt man ca. 8 m² Fläche, um 1 kW Leistung bereitstellen zu können. Demzufolge müssten in Gießen et-

wa 1.072.000 m² PV-Fläche geschaffen werden, um den Strombedarf soweit durch EEG-Strom zu decken, damit die Zielerreichung erfolgreich ist.

Treibhausgasbilanz von Gießen

Nachfolgend wird die Treibhausgasemissionsbilanz der Stadt Gießen betrachtet. Sämtliche Emissionen beziehen sich hier auf die Primärenergie. Die Bundesregierung hat sich für das Jahr 2020 eine Einsparung an Treibhausgas (THG)-Emissionen in Höhe von 40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 als Ziel gesetzt. Treibhausgase werden im Folgenden in CO_2 –Äquivalenten angegeben. Diese beinhalten allerdings auch Methan (Erdgas), Stickoxide und Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Es werden nicht ausschließlich die Emissionen aus der Verbrennung, sondern komplette Lebenszyklen eines Energieträgers betrachtet.

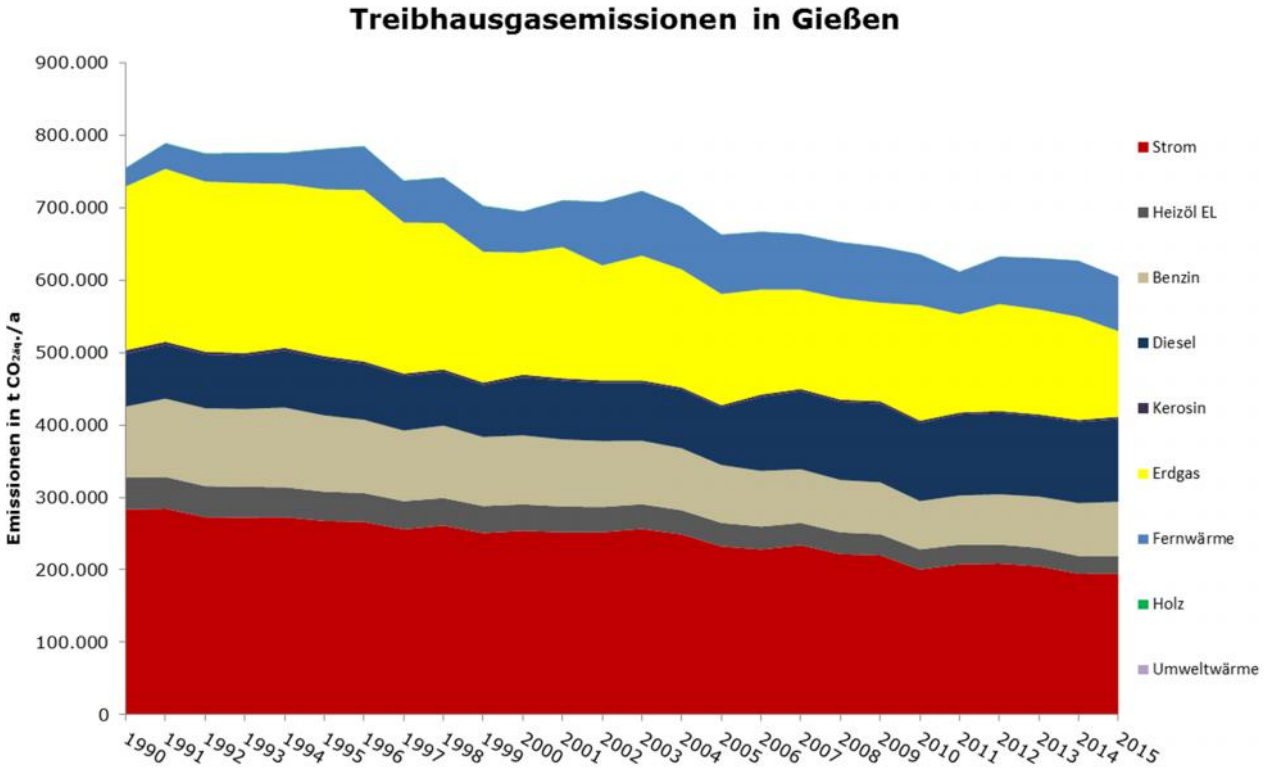


Abbildung 20: THG-Emissionen der Stadt Gießen seit 1990 auf Basis der Energieverbrauchsdaten

Abbildung 20 zeigt, dass die THG-Emissionen 1990 bei 755.504 Tonnen CO_2-Äquivalent lagen. 2015 wurden 605.336 Tonnen emittiert. Dies ist eine Verminderung der THG-Emissionen um ca. 20 % im Stadtgebiet Gießens. Bis 2020 müssen weitere 20 % eingespart werden, um den Zielwert von 460.000 Tonnen zu erreichen. Die bisherige Ersparnis von 150.168 Tonnen entspricht den Emissionen von ca. 75.000 mitt-

leren Personenkraftwagen pro Jahr, 75.000 beheizten Einfamilienhäusern, 75.000 Passagieren, die von Frankfurt nach Los Angeles fliegen, oder Gütern im Wert von 277 Mio. Euro[2].

Spezifische Treibhausgasemissionen pro Einwohner

Auch bei der spezifischen Betrachtung der THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Gießen wird eine Einsparung deutlich. Abbildung 21 zeigt diese nach Energieträgern aufgeteilt.

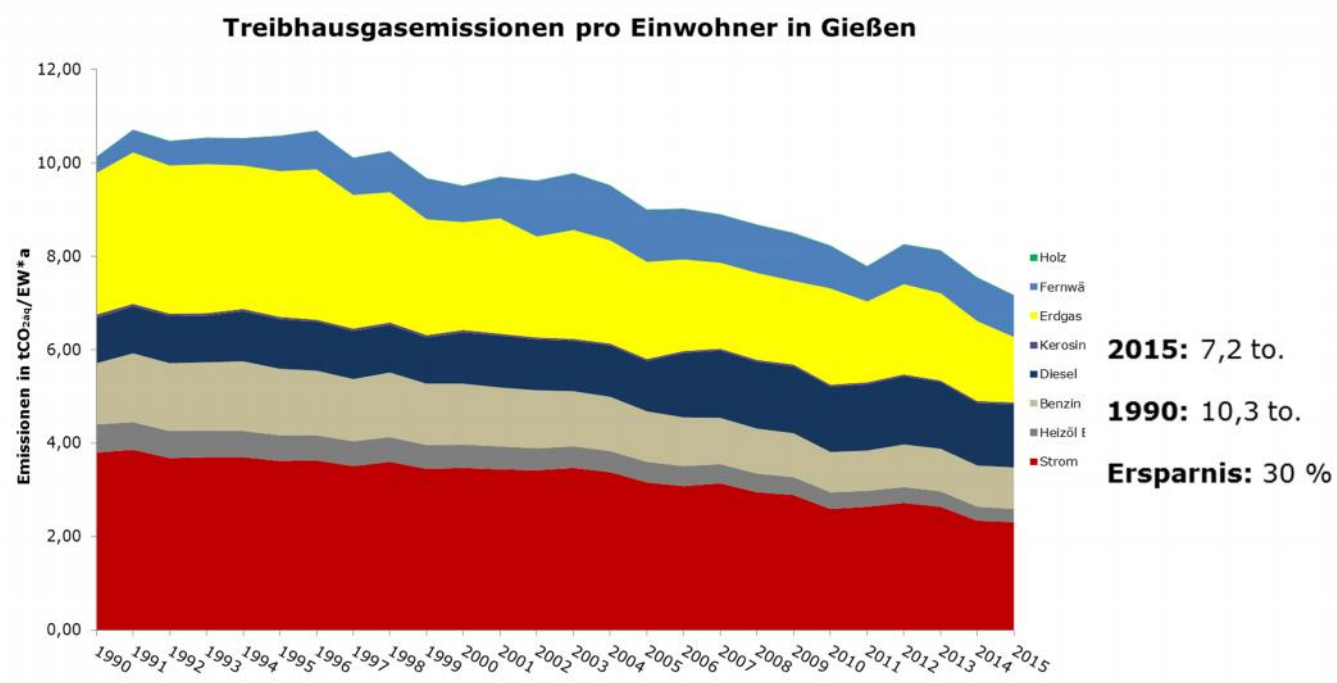


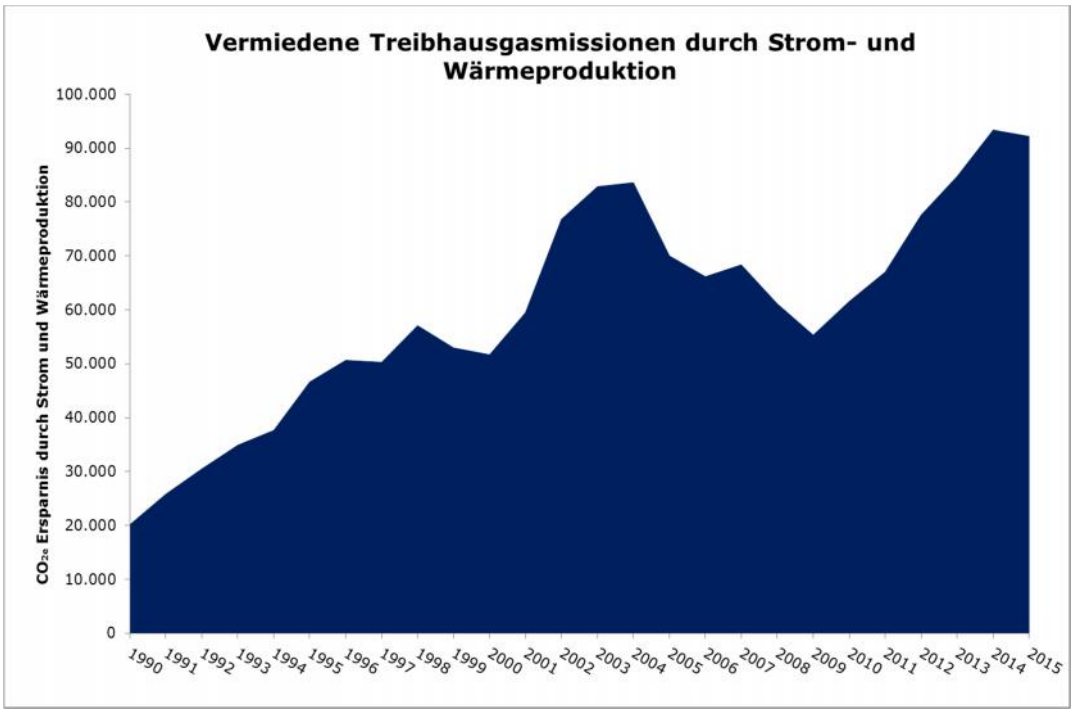
Abbildung 21: Spezifische THG-Emissionen pro Einwohner in CO_2-Äquivalenten

1990 emittierte jeder Bewohner Gießens pro Jahr ca. 10,3 Tonnen klimaschädliche Treibhausgase in CO_2-Äquivalenten. 2015 sind dies nur noch 7,2 Tonnen pro Kopf. Dies entspricht einer rechnerischen Einsparung von ca. 30 % pro Gießener Bürger.

[2] Quelle: Was sind 2 t/CO_2 ? Fachhochschule Dortmund; 2 Tonnen CO_2 werden durch einen mittleren PKW (14.000 km/a), durch ein EFH mit 4 Personen (3.000 L Heizöl pro Jahr), durch einen Passagier von Frankfurt nach Los Angeles (4 L Kerosin pro 100 km je Passagier) und durch die Produktion von Gütern (TV, Fahrrad oder Sportausrüstung) im Wert von 4.000 € emittiert.

Vermiedene Treibhausgasemissionen durch Strom- und Wärmeproduktion

Durch die dezentrale und gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme werden THG-Emissionen eingespart, da in Gießen zu einem gewissen Teil auf Strom aus konventionellen Kraftwerken und Wärme aus Einzelfeuerungsstätten verzichtet werden kann. Auch der konsequente Umstieg von fossilen auf regional verfügbare und nachwachsende Brennstoffe spart Emissionen ein. Abbildung 22 zeigt die Einsparung an Emissionen durch die Anlagen der Stadtwerke Gießen.



2015: 92.170 Tonnen

2008: 61.100 Tonnen

Steigerung: rd. 50%

Abbildung 22: THG-Einsparung durch die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken und die Diversifizierung der Brennstoffe hin zu Erneuerbaren und regionalen Energieträgern

Im Jahr 1990 wurden durch die regionale Strom- und Wärmeerzeugung in Gießen 20.130 Tonnen Treibhausgase (als CO_2-Äquivalent, CO_{2e}) weniger emittiert, als bei der kompletten Produktion dieser Energien in konventionellen Kraftwerken und Kesselanlagen entstanden wären. Dieser Wert liegt 2015 bei 92.200 Tonnen CO_{2e}. Das ist mehr als eine Vervierfachung im Betrachtungszeitraum. Der konsequente Ausbau des Wärmenetzes der Stadtwerke Gießen und der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Brennstoffen ist hier Erfolgsgarant. Die Ersparnis von 92.200 Tonnen-CO_{2e} im Jahr 2014 entspricht 46.100 mittleren Personenkraftwagen pro Jahr, 46.100

beheizten Einfamilienhäusern, 46.100 Passagieren, die von Frankfurt nach Los Angeles fliegen, oder Gütern im Wert von etwa 186 Mio. Euro[3] zu produzieren.

Vergleich zum Vorjahr und Fazit

Abschließend ist zu sagen, dass die Stadt Gießen auf einem guten Weg ist, die Ziele der Bundesrepublik bis 2020 zu erreichen. Beim Primärenergieverbrauch pro Kopf liegt Gießen 2015 mit 31,6 MWh 17,3 % unter dem Wert des Referenzjahres 2008. Besonders der Einsatz von Fernwärme mit dem guten Primärenergiefaktor von 0,28 wirkt sich positiv auf diese Entwicklung aus. Abbildung 25 zeigt die Entwicklung zwischen 2014 und 2015 sowie das Referenzjahr 2008 und das Ziel für die Primärenergieersparnis.

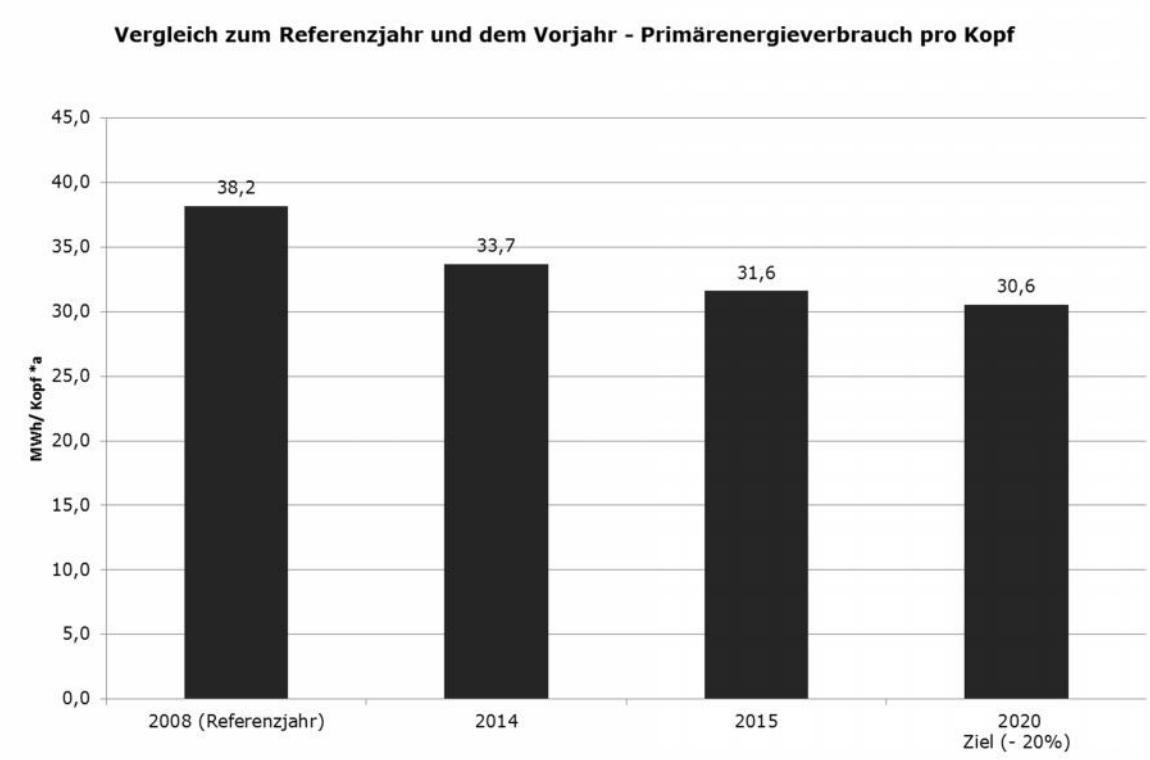


Abbildung 25: Vergleich 2014, 2015, Referenzjahr und Zieljahr 2020

[3] Quelle: Was sind 2 t/CO_2 ? Fachhochschule Dortmund ; 2 Tonnen CO_2 werden durch einen mittleren PKW (14.000 km/a), durch ein EFH mit 4 Personen (3.000 L Heizöl pro Jahr), durch einen Passagier von Frankfurt nach Los Angeles (4 L Kerosin pro 100 km je Passagier) und durch die Produktion von Gütern (TV, Fahrrad oder Sportausrüstung) im Wert von 4.000 € emittiert.

Bei den Treibhausgasemissionen pro Kopf 2015, bezogen auf den Primärenergieverbrauch in Gießen, liegt die Pro-Kopf-Emission um 28,7 % unter denen des Basisjahres 1990. Bis zum Jahr 2020 soll hier eine Einsparung von 40 % stehen, dies entspräche einem Wert von 6,1 t pro Kopf.

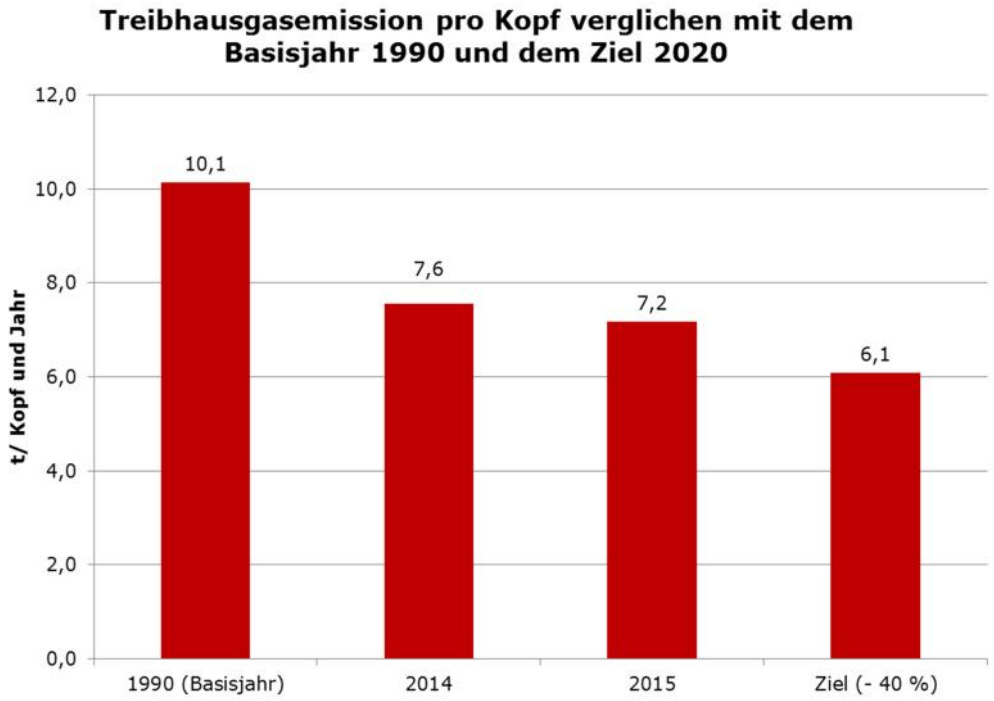


Abbildung 26: Vergleich 2014, 2015, Referenzjahr und Ziel

Den Stromverbrauch pro Kopf möchte die Bundesrepublik bis 2020 um 10 % senken. Hier erreicht die Stadt Gießen im Jahr 2015 gegenüber 2008 bereits eine Einsparung von ca. 19 % und hat das Ziel schon fast um das Doppelte überboten.

Durch die weiteren Ausbaustrategien der Stadtwerke Gießen AG gerade im Hinblick auf den Einsatz von regenerativen Brennstoffen aus der Region und den Einsatz der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren eine weitere Verbesserung gegenüber den Referenzjahren eintreten wird.

Gießener Grünstrom

Den in ihren eigenen Anlagen erzeugten Strom vermarkten die Stadtwerke Gießen (SWG) unter dem Markennamen Gießener Grünstrom. Mit diesem Namen wird der große Anteil der regionalen und regenerativen Erzeugung unterstrichen.

Abbildung 21: Logo Gießener Grünstrom

Denn rund 40 % des Gießener Grünstroms stammen aus eigenen Anlagen in der Region, die restlichen rund 60 % kaufen die SWG in Form von Ökostrom (Qualitäts-Zertifikat: TÜV Süd EE) aus Wasserkraft zu. Für 2020 peilt das Unternehmen die 50 %-Marke für die Eigenerzeugung beim Gießener Grünstrom an. Die SWG-Haushalts- und Gewerbekunden erhalten Gießener Grünstrom ganz automatisch - ohne extra Aufwand und ohne einen Cent Zusatzkosten.

Strategie der Stadtwerke Gießen als Beitrag zur Zielerreichung

Eine umwelt- und klimafreundliche Energieerzeugung in Mittelhessen treiben die Stadtwerke Gießen nicht erst seit der Energiewende, sondern schon seit Jahrzehnten voran. Denn vor mehr als 30 Jahren nahmen die SWG das erste Blockheizkraftwerk (BHKW) in Betrieb, das nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Mittlerweile sind es mehr als 110 KWK-Anlagen, die über die gesamte Stadt Gießen und die Umgebung verteilt sind, und ihre Zahl wächst ständig.

Abbildung 22: Bildliche Darstellung der Unternehmensstrategie »SWG2020«

Die Eigenerzeugung von Wärme und Strom ist in der Unternehmensstrategie »SWG2020« verankert. Als Ziele haben die SWG hier die Diversifizierung der eingesetzten Brennstoffe, den Ausbau des Kraftwerkparks und die kontinuierliche Steigerung des Anteils der erneuerbaren Brennstoffe formuliert. Als konkrete Projektbeispiele aus dem Jahr 2014 sind die Inbetriebnahme der Biogasanlage Heuchelheim, der Genehmigungsantrag zur Errichtung und zum Betrieb der TREA II und der Baubeginn von zwei weiteren Erzeugungsanlagen zu nennen.

Mit dieser Strategie tragen die Stadtwerke Gießen wesentlich dazu bei, dass die Ziele der Energiewende hier vor Ort umgesetzt werden.

Glossar

Endenergie	Endenergie ist die Energie, die von Endverbrauchern in Form von Energieträgern bezogen wird. Zu den Endverbrauchern gehören die Haushalte, die Industrie, die Dienstleistungsunternehmen und der Verkehr. Zur Endenergie zählt auch die Energie, welche von den Endverbrauchern selbst aus erneuerbarer Energie, z. B. mit Sonnenkollektoren, Solarzellen oder Erdsonden erzeugt wird.
Primärenergie	Primärenergie ist Energie in ihrer Rohform, bevor sie transportiert oder umgeformt wird: Rohöl, Erdgas, Kohle und Uran in geologischen Lagerstätten, Holz im Wald, die potenzielle Energie des Wassers, die Solarstrahlung sowie die kinetische Energie des Windes. Um die Primärenergie in nutzbare Endenergie umzuwandeln, braucht es Energie für Gewinnung, Umformung und Transport.
Treibhausgase	Treibhausgase sind neben dem CO_2 vor allem Methan (Erdgas), Stickoxide und Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Diese Gase sind unterschiedlich klimawirksam. Um die Angaben zu vereinheitlichen, werden sie — relativ zur Wirksamkeit — in äquivalente Mengen von CO_2 umgerechnet. Man spricht dann von CO_{2e}-Emissionen (e steht für Englisch „equivalent“). Über die in dieser Studie verwendeten Faktoren sind die wesentlichen Treibhausgase abgedeckt.
Lebenszyklus (Ökobilanz)	Eine Lebenszyklusanalyse (englisch Life Cycle Assessment, LCA), auch bekannt als Ökobilanz, ist eine systematische Analyse der Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebensweges („von der Wiege bis zur Bahre“) oder bis zu einem bestimmten Zeitpunkt der Verarbeitung („von der Wiege bis zum Fabriktor“). Die in dieser Studie verwendeten Primärenergie- und CO_{2e}-Emissionsfaktoren wurden nach dieser Ökobilanzmethode erhoben und beinhalten alle Prozesse von der „Wiege“ bis zum Endverbraucher.

Quellen

[1] Ergebnisse aus der Auswertung der Schornsteinfegerdaten Landkreis Gießen, Peter Momper, 2014

[2] Städtevergleich Schweiz-Deutschland zu Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen pro Person, EcoSpeed, 2014

[3] Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990-2010, AG Energiebilanzen e.V., Berlin, 2011

[4] Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger“ Deutschland, AG Energiebilanzen e.V., Berlin, 2011

[5] Fahrzeugdaten der Stadt Gießen, Hessisches Statistisches Landesministerium, 2015

[6] Erwerbstätige in der Stadt Gießen, Hessisches Statistisches Landesministerium, 2015

[7] Zeitenreihe zur Entwicklung der erneuerbaren Energien Deutschland 1990-2014, AG Energiebilanzen e.V., Berlin, 2015

[8] Stromerzeugung nach Energieträgern (Strommix) Deutschland 1990-2014, AG Energiebilanzen e.V., Berlin, 2015

[9] Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2012, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2014

[10] Empfehlungen zur Methodik der komm. Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, IFEU GmbH, Heidelberg, 2014

[11] www.umweltbundesamt.de

Verfasser:

Stadtwerke Gießen AG
Lahnstraße 31
35398 Gießen