

Energie- und Treibhausgasbilanz für die Stadt Wolfhagen

Bilanzjahr 2020



aufgestellt im Dezember 2022

Markus Huntzinger

Abt. Energie- und Stadtentwicklung

Stadt Wolfhagen

Autor:

Markus Huntzinger, Klimaschutzmanager Stadt Wolfhagen

Titelbild:

advars network

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Energie- und Treibhausgasbilanz | 6 |
| 2 | Methodik | 7 |
| 2.1 | Bilanzierungsprinzip | 7 |
| 2.2 | Berücksichtigung von Äquivalenten und Vorketten | 8 |
| 2.3 | Bilanzierungsbereich..... | 8 |
| 2.4 | Unterteilung in fünf Verbrauchssektoren | 8 |
| 2.5 | Basis- und Bilanzjahr..... | 9 |
| 2.6 | Witterungseinflüsse | 9 |
| 2.7 | Bilanzierung Gewerbegebiet Hiddeser Feld..... | 10 |
| 3 | Datengrundlagen | 11 |
| 3.1 | Übersicht Datenquellen..... | 11 |
| 3.2 | Datengüte..... | 13 |
| 4 | Endenergieverbrauch | 15 |
| 5 | Treibhausgasemissionen | 19 |
| 6 | Nutzung erneuerbarer Energien | 23 |
| 6.1 | Erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung..... | 23 |
| 6.2 | Erneuerbare Energien bei der Wärmeerzeugung..... | 24 |
| 7 | Vergleich territorialer Strommix mit Bundesstrommix | 25 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 26 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die Stadt Wolfhagen..... | 13 |
| Tabelle 2: Datengüte der einzelnen Verbrauchssektoren..... | 14 |
| Tabelle 3: Relevante Emissionsfaktoren im stationären Bereich für die Stadt Wolfhagen im Jahr 2018 (in t/MWh)..... | 19 |
| Tabelle 4: Relevante Emissionsfaktoren im Verkehrsbereich für die Stadt Wolfhagen im Jahr 2018 (in g CO ₂ e/Wh)..... | 19 |
| Tabelle 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen von Bundes- mit lokalem Strommix..... | 25 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauch als Zeitreihe | 6 |
| Abbildung 2: Interkommunales Gewerbegebiet Hiddeser Feld | 10 |
| Abbildung 3: Endenergieverbrauch in Wolfhagen nach Energieformen..... | 15 |
| Abbildung 4: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren in Wolfhagen..... | 16 |
| Abbildung 5: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in Wolfhagen..... | 17 |
| Abbildung 6: Endenergieverbrauch unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren.... | 17 |
| Abbildung 7: Vergleich spezifischer Endenergieverbrauch Wolfhagen und Deutschland..... | 18 |
| Abbildung 8: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Energieformen | 20 |
| Abbildung 9: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Verbrauchssektoren | 21 |
| Abbildung 10: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Energieträgern | 21 |
| Abbildung 11: THG-Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern | 22 |
| Abbildung 12: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch gesamt und nach Energieformen | 23 |
| Abbildung 13: Anteil Erneuerbare Energien am Wärmeverbrauch im Jahr 2020 | 24 |
| Abbildung 14: Vergleich territorialer Strommix Wolfhagen mit Bundesstrommix 2020 | 25 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|
| BAFA | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle |
| BISKO | Bilanzierungs-Systematik Kommunal |
| BMUB | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit |
| CNG | Compressed Natural Gas |
| CO ₂ e | CO ₂ -Äquivalente (CO ₂ equivalents) |
| EW | Einwohner |
| GHD | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstiges |
| ifeu | Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH |
| MW | Megawatt |
| MWh | Megawattstunde |
| MWp | Megawatt Peak (Spitzenleistung) |
| t | Tonnen |
| THG | Treibhausgas(e) |

1 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz ist das zentrale Monitoring-Instrument beim kommunalen Klimaschutz. Mit der Bilanz können die Energieverbräuche und Treibhausgas-(THG-)Emissionen den Verursachersektoren (z. B. private Haushalte, Industrie, Verkehr) und Energieträgern (z. B. Strom, Erdgas, Heizöl) zugeordnet und die langfristigen Tendenzen des Energieeinsatzes und der THG-Emissionen aufgezeigt werden. Um eine Bewertung der Wirksamkeit von Klimaschutzmaßnahmen zu ermöglichen, sollte die Bilanz regelmäßig fortgeschrieben werden.

Die im Rahmen des Klimaschutzmanagements der Stadt Wolfhagen erstellte Bilanz bietet die Möglichkeit, den Status quo der auf der Gemarkung der Kommune anfallenden Endenergieverbräuche und THG-Emissionen zu berücksichtigen, und dient dazu, Handlungsschwerpunkte für Klimaschutzmaßnahmen der Stadt zu entwickeln.

Die folgenden Diagramme zeigen zusammengefasst die Treibhausgasemissionen und Endenergieverbräuche der Jahre 2016 bis 2020¹. Während die Emissionen kontinuierlich sinken, ist der Endenergieverbrauch (Ausnahme: 2020) dagegen relativ konstant geblieben. Eine detaillierte Darstellung für das Bilanzjahr 2020 findet sich in den Kapiteln 4 und 5.

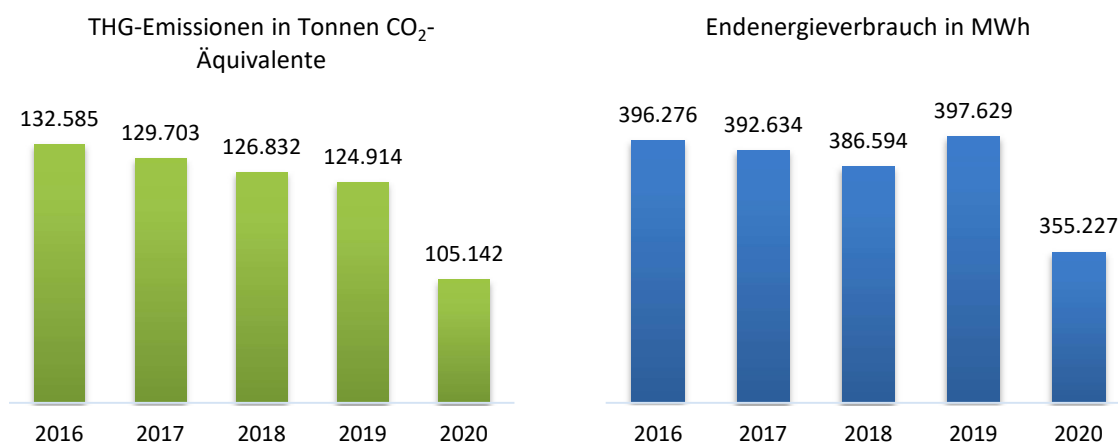


Abbildung 1: Treibhausgasemissionen und Endenergieverbrauch als Zeitreihe

Anmerkung: Die Bilanz für 2020 ist nur eingeschränkt mit denen der Vorjahre vergleichbar. Grund sind die mit der Corona-Pandemie verbundenen Einschränkungen, welche zum Beispiel im Verbrauchssektor „Industrie/verarbeitendes Gewerbe“ im Vergleich zu den Vorjahren zu deutlich geringeren Energieverbräuchen führten.

¹ Bilanziert nach BSKO-Systematik (siehe Kapitel 2)

2 Methodik

Die vorliegende Bilanz folgt der bundesweit angewendeten Bilanzierungs-Systematik kommunal (BISKO). Die BISKO-Systematik wurde im Rahmen des vom BMUB geförderten Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ vom ifeu erstellt. Im Vordergrund standen dabei neben einer methodischen Konsistenz auch die Vergleichbarkeit der Bilanzen sowie die Transparenz der Berechnung und der verwendeten Daten (BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal, 2016).

Für die Erstellung der Bilanz wurde die Bilanzierungssoftware „Klimaschutz-Planer“ verwendet. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit sind die Ergebnisse in den Kapiteln vier bis sieben teilweise gerundet.

Nachfolgend werden die wichtigsten Rahmenbedingungen, die dieser Bilanz zugrunde liegen, beschrieben.

2.1 Bilanzierungsprinzip

Bei der Energie- und THG-Bilanz wurde das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz angewendet, welches im Praxisleitfaden „Kommunaler Klimaschutz“ wie folgt definiert ist: „Es werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Energieverbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die zum Beispiel am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren inklusive des Sektors Mobilität zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren werden die mit dem Endenergieverbrauch verbundenen THG-Emissionen berechnet. Graue Energie (die zum Beispiel in Produkten steckt) und Energie, die außerhalb der Stadtgrenzen benötigt wird (zum Beispiel bei einem Hotelaufenthalt), werden nicht bilanziert“ (Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden, 2018).

Bei der Bilanzierung im Strombereich wird gemäß der BISKO-Systematik der Bundesstrommix (Territorialbilanz BUND) in der offiziellen Bilanz angewendet. Dadurch ergeben sich Differenzen zu dem realen Strommix für Wolfhagen, da der Anteil der erneuerbaren Stromerzeugung auf Wolfhager Gebiet überdurchschnittlich hoch ist. Für die Darstellung der Wirkung der lokalen Anlagen ist deshalb in Kapitel 7 ein Vergleich mit dem regionalen Mix (Territorialbilanz REGIO) dargestellt. Dies entspricht somit auch den **realen Treibhausgasemissionen** auf dem Gebiet der Stadt Wolfhagen.

2.2 Berücksichtigung von Äquivalenten und Vorketten

Bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Kohle oder Erdgas entsteht Kohlendioxid (CO₂), welches aufgrund des hohen Anteils von rund 88 % (Umweltbundesamt, 2018) an den nationalen klimawirksamen Gesamtemissionen auch als Leitindikator bezeichnet wird. Neben CO₂ gibt es weitere Gase, die eine klimaschädigende Wirkung haben, insbesondere Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Um die Wirkung der verschiedenen Treibhausgase vergleichbar zu machen, wird das Treibhauspotenzial dieser Gase entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotenzial (Global Warming Potential) in CO₂-Äquivalente umgerechnet (CO₂ = 1). Bei der zusammenfassenden Betrachtung der drei Klimagase in diesem Bericht sind die THG-Emissionen somit in CO₂-Äquivalenten (CO₂e) angegeben.

Ebenso wurden bei den Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 5) auch energiebedingte Vorketten, die bei der Primärenergiegewinnung, Aufbereitung/Umwandlung und beim Transport von Energieträgern entstehen, berücksichtigt.

2.3 Bilanzierungsbereich

Bilanziert werden nur die **energiebedingten** THG-Emissionen aus den stationären Verbrauchssektoren (private Haushalte, GHD/Sonstige, Industrie, kommunale Einrichtungen) und nicht stationärem Verbrauchssektor (Verkehr). Dies entspricht etwa 85 % der THG-Emissionen in Deutschland (Umweltbundesamt, 2018). Die übrigen (nicht bilanzierten) THG-Emissionen verteilen sich u. a. auf industrielle Prozesse und die Sektoren „Abfall“, „Landnutzung/Forstwirtschaft“ und „Landwirtschaft“.

2.4 Unterteilung in fünf Verbrauchssektoren

Die Energieverbräuche und die daraus resultierenden THG-Emissionen werden fünf verschiedenen Energieverbrauchssektoren zugeordnet:

- Private Haushalte
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Sonstiges (GHD)
- Industrie/verarbeitendes Gewerbe
- Kommunale Einrichtungen
- Verkehr

Private Haushalte: Der Sektor umfasst alle Ein- und Mehrpersonenhaushalte in Wolfhagen. Dazu gehören auch Wohnheime und kommunale Einrichtungen, die dem Zweck Unterkunft bzw. Wohnen dienen.

Industrie: Hierunter fallen Betriebe des verarbeitenden Gewerbes (Industrie und verarbeitendes Handwerk) mit 20 und mehr Beschäftigten. Damit wird der Definition im Rahmen der Energieverbrauchserfassung statistischer Landesämter entsprochen. In Wolfhagen sind dies insbesondere Unternehmen aus den Branchen Getränkeherstellung, Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, Metallherzeugung und -bearbeitung und Herstellung von Glas und Glaswaren.

Kommunale Einrichtungen: Dazu zählen kommunale Verwaltungsgebäude, Schulen und Kindertagesstätten, Infrastruktur-Einrichtungen (z. B. Kläranlagen, Parkhäuser) und die Straßenbeleuchtung der Stadt Wolfhagen. Einrichtungen des Landkreises Kassel sind dem Sektor „GHD“ zugeordnet. Wie oben beschrieben, werden kommunale Gebäude, die dem Nutzungszweck Wohnen dienen, im Sektor „kommunale Einrichtungen“ nicht berücksichtigt.

GHD: In diesen Verbrauchssektor fällt der gesamte Energieverbrauch aller bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und verarbeitendes Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern). Dazu zählen auch das REWE-Logistikzentrum als Handelsunternehmen und eine von VW betriebene Logistikhalle, jeweils angesiedelt im Gewerbegebiet Hiddeser Feld.

Verkehr: Dieser Sektor beinhaltet sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr (inklusive kommunale Flotte). Der Öffentliche Personennahverkehr wird in Wolfhagen durch Linienbusse und Schienenpersonennahverkehr abgedeckt. Der Öffentliche Personenfernverkehr sowie Güterverkehre mit der Bahn spielen eine untergeordnete, Schienenpersonenfernverkehr, Flugverkehr und Binnenschifffahrt überhaupt keine Rolle.

2.5 Basis- und Bilanzjahr

Alle Daten in dieser Bilanz beziehen sich auf das Jahr 2020. Eine vollständige Datensammlung zur Erstellung einer Energie- und THG-Bilanz für Wolfhagen liegt ab dem Jahr 2016 vor, weshalb alle zukünftigen, fortgeschriebenen Bilanzen mit 2016 verglichen werden.

2.6 Witterungseinflüsse

Der Einfluss der Witterung auf den Wärmeverbrauch wurde entsprechend der BSKO-Systematik in der offiziellen Bilanz nicht berücksichtigt. Eine witterungskorrigierte Bilanz ist aber mithilfe der Software „Klimaschutz-Planer“ leicht darstellbar.

2.7 Bilanzierung Gewerbegebiet Hiddeser Feld

Der interkommunale Gewerbe- und Logistikpark „Hiddeser Feld“ liegt sowohl auf dem Gebiet der Stadt Wolfhagen als auch auf dem der Gemeinde Breuna (Wolfhagen 75 %/ Breuna 25 %). Auf dem Gelände haben sich u. a. ein Logistikzentrum der Firma REWE, das Unternehmen Vitaqua (Getränkeherstellung), ein Schnellrestaurant und eine Lkw-Waschanlage angesiedelt. Seit 2017 betreibt der VW-Konzern die Logistikhalle VW Classic Parts.

Entsprechend der oben beschriebenen Aufteilung des Gewerbegebiets werden die Energieverbräuche und die daraus resultierenden THG-Emissionen der Unternehmen mit 75 % für Wolfhagen bilanziert.



Abbildung 2: Interkommunales Gewerbegebiet Hiddeser Feld
Quelle: Stadt Wolfhagen

3 Datengrundlagen

Im Folgenden soll zunächst eine Übersicht der verwendeten Datenquellen gegeben werden, daran schließt sich die auf dieser Grundlage berechnete Datengüte für den Endenergieverbrauch an.

3.1 Übersicht Datenquellen

Leitungsgebundene Energieträger: Die Daten zum Strom- und Erdgasverbrauch und zur Einspeisung der Erneuerbaren Energien innerhalb der Wolfhager Stadtgrenzen wurden durch die regionalen Netzbetreiber zur Verfügung gestellt. Im Falle des Stromnetzbetreibers beinhaltet dies auch die Stromverbräuche der Straßenbeleuchtung, der Wärmepumpen (Umweltwärme) und der Nachtspeicherheizungen.

Lagen die Daten zum Erdgasverbrauch auf Basis ihres Brennwertes vor, wurden diese mit dem Faktor 0,901 auf ihren Heizwert umgerechnet.

Bei dem Stromverbrauch für die Wärmepumpen lag keine explizite Aufteilung auf die Sektoren „Private Haushalte“ und „GHD“ vor, deshalb wurde ein Verhältnis von 80 %/20 % unterstellt. Gleiches gilt für den Heizstrom, hier wurde eine Aufteilung im selben Verhältnis vorgenommen.

Nicht-leitungsgebundene Energieträger: Um die Verbräuche der fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl, Holz, Flüssiggas und Kohle zu ermitteln, wurden für die Sektoren „Private Haushalte“ und „GHD“ von dem Schornsteinfegerhandwerk Wolfhagen Daten zu Anzahl, Art und Leistung der Heizungsanlagen für die Kernstadt und alle Stadtteile (mit Ausnahme von Wenigenhasungen) bereitgestellt. Mittels dieser Daten war es möglich, anhand von angenommenen Vollbenutzungsstunden und Wirkungsgraden der Anlagen die gesamtstädtischen Energieverbräuche der jeweiligen Energieträger zu errechnen. Im Sektor „Industrie/verarbeitendes Gewerbe“ konnten die Daten zu den o. g. Energieträgern, sofern diese genutzt werden, im Rahmen von Betriebsbefragungen erhoben werden. Gleiches gilt für das REWE-Logistikzentrum und VW Classic Parts im Sektor „GHD“.

Fernwärme: Bei den Fernwärmeverbrauchsmengen in diesem Bericht handelt es sich um die in das Wärmenetz der Pommernanlage eingespeisten Wärmemengen. Die eingespeisten Wärmemengen wurden vom Wärmenetzbetreiber Stadtwerke Wolfhagen GmbH, aufgeteilt auf die Sektoren „Industrie“ und „GHD“, zur Verfügung gestellt.

Solarthermie: Zur Erfassung von Daten regenerativer Energieträger wurden Förderdaten seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) verwendet. Mittels dieser Daten konnten z. B. solarthermische Erträge durch Sonnenkollektoren ermittelt werden. Bei der Aufteilung auf die Sektoren „Private Haushalte“ und „GHD“ wurde wiederum ein Verhältnis von 80 %/20 % unterstellt.

Kommunale Einrichtungen: Die Strom- und Wärmeverbräuche der kommunalen Gebäude wurden vom Liegenschaftsamt der Stadt Wolfhagen bereitgestellt. Die Fahrleistung der kommunalen Flotte wurde über entsprechende Fahrtenbücher ermittelt, Betriebszeiten von Baumaschinen konnten hierbei nicht berücksichtigt werden.

Datenquellen im Verkehrsbereich: Daten zu den Fahrleistungen in den Fahrzeugkategorien MZR (motorisierte Zweiräder), Pkw, LNF (leichte Nutzfahrzeuge), Lkw und Bus stammen vom Umweltbundesamt und sind in der Software „Klimaschutz-Planer“ bereits hinterlegt.

Daten zur Fahrleistung der Linienbusse in Wolfhagen wurden vom Nordhessischen VerkehrsVerbund (NVV) übermittelt.

Der Deutschen Bahn AG liegt eine streckenfeine Erhebung der Zugbewegungen in Wolfhagen vor, differenziert nach Zuggattungen im Personen- und Güterverkehr. Daraus konnten die Fahrleistungen berechnet werden.

Tabelle 1 enthält eine Übersicht der verfügbaren Daten sowie Angaben zur Datenquelle und zur jeweiligen Datengüte.

Tabelle 1: Übersicht zur Datengrundlage der Energie-/THG-Bilanz für die Stadt Wolfhagen
 Quelle: Eigene Darstellung

| Bezeichnung | Datenquelle | Datengüte ² |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|
| Gesamtstädtischer Stromverbrauch | Stromnetzbetreiber: Stadtwerke Wolfhagen GmbH | A |
| Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien | Stromnetzbetreiber: Stadtwerke Wolfhagen GmbH | A |
| Gesamtstädtischer Erdgasverbrauch | Gasnetzbetreiber: Energie Waldeck-Frankenberg GmbH | A |
| Fernwärmeverbrauch Pommernanlage | Wärmenetz-Betreiber: Stadtwerke Wolfhagen GmbH | A |
| Verbrauch an fossilen, nicht-leitungsgebundenen Energieträgern Heizöl, Holz, Flüssiggas und Kohle | Schornsteinfegerhandwerk (Sektor „Private Haushalte“, „GHD“) | B |
| | Betriebsbefragungen (Sektor „Industrie“) | A |
| Energieverbräuche der kommunalen Gebäude | Stadtverwaltung Wolfhagen | A |
| Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung | Stromnetzbetreiber: Stadtwerke Wolfhagen GmbH | A |
| Wärmeerträge durch Solarthermie | Geförderte Kollektor-Fläche (BAFA) | B |
| Umweltwärme | Stromnetzbetreiber: Stadtwerke Wolfhagen GmbH | B |
| Fahrleistungen der kommunalen Flotte | Stadtverwaltung Wolfhagen | A |
| Fahrleistung Linienbus im Kommunengebiet | Nordhessischer Verkehrsverbund (NVV) | B |
| Straßenverkehrsmittel (LNF, Lkw, MZR, Pkw, RBus) ³ | Software-Tool GRETA (Umweltbundesamt) | B |
| Schienerverkehr | Deutsche Bahn AG | A |

Statistische Basisdaten wie der Bevölkerungsstand, die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, Flächen, Anzahl der Haushalte und Baujahr der Gebäude konnten entweder über eigene Erhebungen ermittelt werden oder waren bereits im „Klimaschutz-Planer“ hinterlegt. Datenquellen sind hier der Zensus 2011 bzw. die Agentur für Arbeit.

3.2 Datengüte

Die Datengüte ist ein Maßstab für die Aussagekraft einer Energie- und THG-Bilanz. Ziel bei Erstellung der Bilanz für Wolfhagen war es daher, eine möglichst hohe Datengüte zu

² Die Datengüte ist in Kapitel 3.2 beschrieben.

³ LNF = Leichte Nutzfahrzeuge, Lkw = Lastkraftwagen >3,5 t, MZR = Motorisierte Zweiräder, Pkw = Personenkraftwagen, RBus = Reise-/Fernbusse

erreichen. Datengüte beschreibt hier nicht die Qualität der Daten, sondern bewertet die Aussagekraft und Belastbarkeit der Ergebnisse der Bilanz.

Die in Tabelle 2 aufgeführte Datengüte orientiert sich an der Empfehlung aus dem Praxisleitfaden „Kommunaler Klimaschutz“ (Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden, 2018) und ist wie folgt definiert:

- Datengüte A (Regionale Primärdaten) -> Faktor 1
- Datengüte B (Hochrechnung regionaler Primärdaten) -> Faktor 0,5
- Datengüte C (Regionale Kennwerte und Statistiken) -> Faktor 0,25
- Datengüte D (Bundesweite Kennzahlen) -> Faktor 0

Mithilfe der Faktoren (Wertung der Datengüte) und dem Anteil der jeweiligen Energieträger bzw. zusammengefasst der Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch kann die Datengüte ermittelt werden.

*Tabelle 2: Datengüte der einzelnen Verbrauchssektoren
Quelle: Eigene Berechnung*

| Verbrauchssektor | Anteil Energieverbrauch am Gesamtverbrauch | Datengüte |
|-------------------------|--------------------------------------------|-------------|
| Private Haushalte | 37,6 % | 0,70 |
| GHD | 12,1 % | 0,80 |
| Industrie | 6,6 % | 1,00 |
| Kommunale Einrichtungen | 1,2 % | 1,00 |
| Verkehr | 42,5 % | 0,50 |
| Gesamt | 100 % | 0,65 |

In Summe errechnet sich für die Gesamtbilanz eine Datengüte von 0,65 (sehr gut = 1; sehr schlecht = 0). Damit kann die Bilanz als belastbar eingeschätzt werden (Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden, 2018).

4 Endenergieverbrauch

Gemäß dem gewählten und in Kapitel 2.1 beschriebenen Bilanzierungsprinzip wird zur Berechnung der THG-Emissionen zunächst der Endenergieverbrauch ermittelt. Endenergie ist hierbei definiert als der nach Energiewandlungs- und Übertragungsverlusten übrig gebliebene Teil der Primärenergie, die den Hausanschluss des Energienutzers passiert hat.

Der Endenergieverbrauch in Wolfhagen über alle Verbrauchssektoren lag im Jahr 2020 bei 355.230 MWh und damit weit unter dem Wert von 2019 (392.270 MWh)⁴. Mit 44 bzw. 43 % ist der Anteil der Energieformen „Wärme“ und „Kraftstoffe/Verkehr“ in etwa gleich groß, auf die Energieform „Strom“ entfällt nur ein Anteil von ca. 13 %.

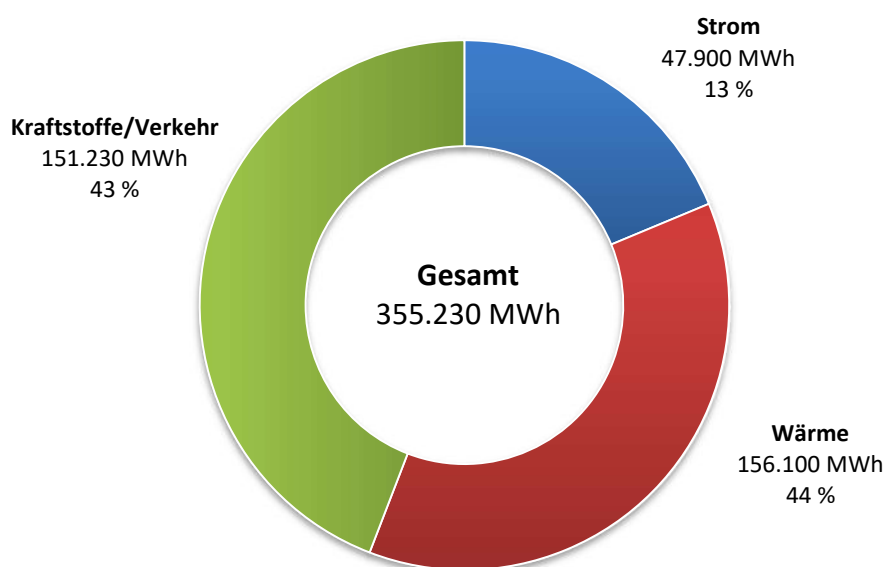


Abbildung 3: Endenergieverbrauch in Wolfhagen nach Energieformen

Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die einzelnen Sektoren ist der Verkehrssektor der Sektor mit den höchsten Verbrauchswerten, gefolgt von den privaten Haushalten. Im Vergleich mit Gesamtdeutschland (28,3 %) entspricht der Endenergieverbrauch der Industrie in Wolfhagen mit 6,6 % weniger als ein Viertel (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., 2020) und zeigt auf, dass die Stadt nach wie vor landwirtschaftlich geprägt ist. Der Anteil des Energieverbrauchs für die kommunalen Einrichtungen (kommunale Liegenschaften, Infrastruktur und Straßenbeleuchtung) liegt

⁴ Siehe „Anmerkung“ in Kapitel 1

bei etwa 1,2 % des gesamten Energieverbrauchs im Wolfhager Stadtgebiet. Auch der absolute Verbrauch von 4.296 MWh sinkt dabei erfreulicherweise im Zeitverlauf (2016 = 5.103 MWh).

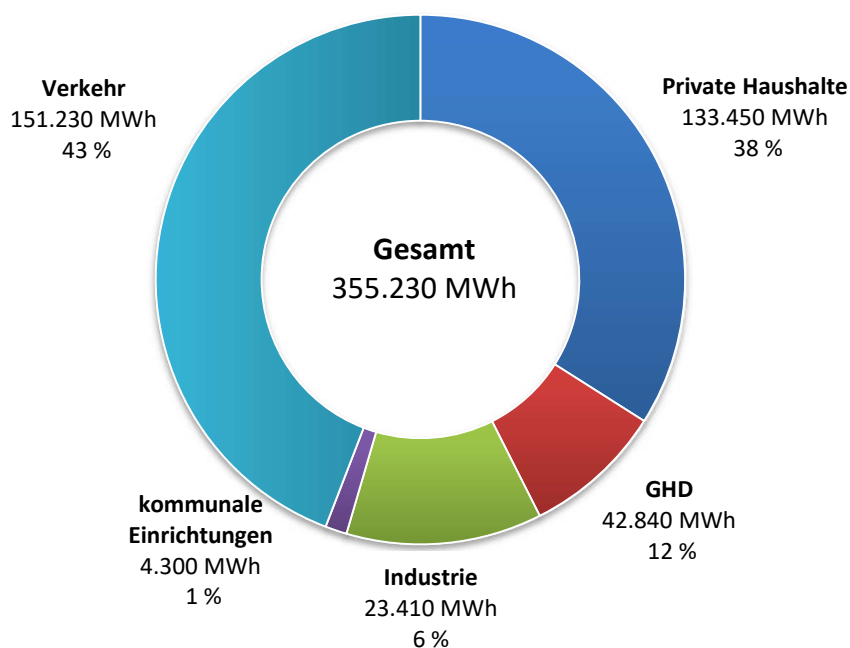


Abbildung 4: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren in Wolfhagen
Quelle: Eigene Darstellung

Die nächsten beiden Abbildungen zeigen die Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern. Insgesamt betrachtet haben die Kraftstoffe (Benzin und Diesel) mit rund 43 % nach wie vor den größten Anteil und verharren damit in etwa auf Vorjahresniveau. Erdgas und Heizöl kommen zusammen auf 34 %, gefolgt von Strom mit 13 % und Biomasse und Fernwärme mit ca. 5 % bzw. 1 %. Die sonstigen Energieträger⁵ haben einen Anteil von zusammen rund 4 % (Abbildung 5).

Anhand von Abbildung 6 wird deutlich, dass bei den privaten Haushalten im Bereich der Wärmeenergieträger noch das Heizöl dominiert, während die kommunalen Liegenschaften überwiegend mit Erdgas beheizt werden. Im Verkehrssektor dominiert noch der Energieträger Diesel, mit Strom oder Biokraftstoffen betriebene Fahrzeuge nehmen nach wie vor eine untergeordnete Rolle ein, auch wenn deren Anteil in den letzten Jahren stark zugenommen hat.

⁵ Flüssiggas, Solarthermie, Umweltwärme, Biogas, Kohle und biogene Kraftstoffe

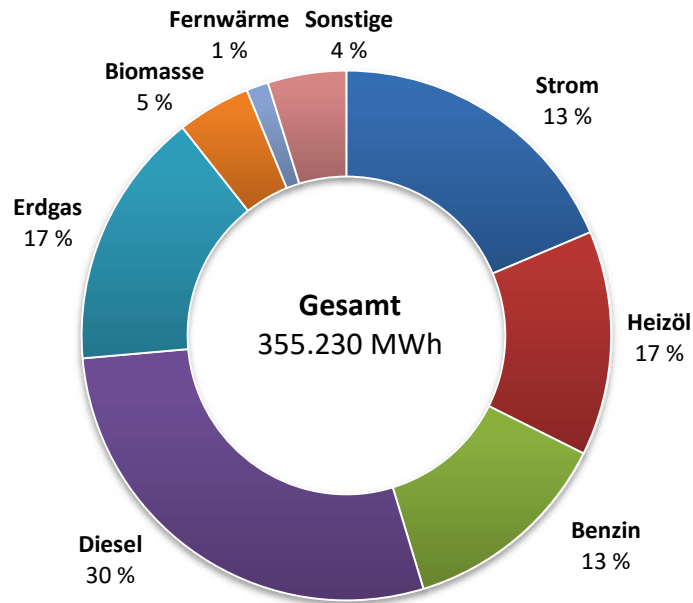


Abbildung 5: Endenergieverbrauch nach Energieträgern in Wolfhagen
Quelle: Eigene Darstellung

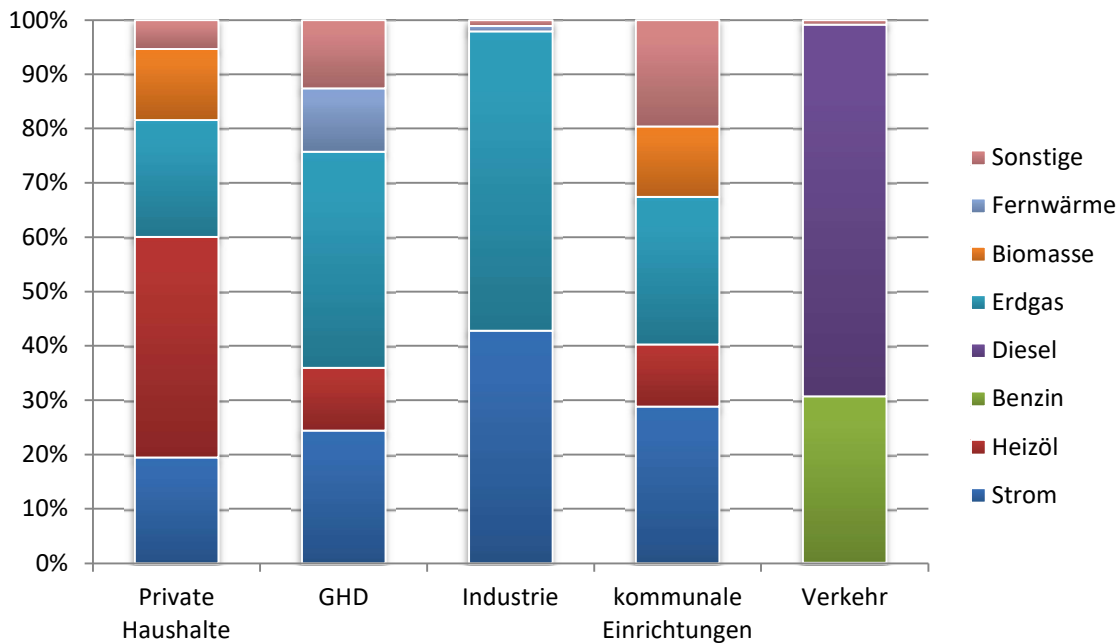


Abbildung 6: Endenergieverbrauch unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren
Quelle: Eigene Darstellung

Der spezifische Endenergieverbrauch liegt dabei mit 27,2 MWh pro Einwohner in Wolfhagen etwas niedriger als im Bundesdurchschnitt mit 30,9 MWh

(Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., 2020). Hauptgrund ist der geringe Anteil der Industrie im Verhältnis zu Gesamtdeutschland. Dahingegen ist der Energieverbrauch im Sektor „Verkehr“ in der Flächenkommune Wolfhagen u. a. aufgrund des größeren Anteils des Individualverkehrs etwas höher als im Bundesdurchschnitt.

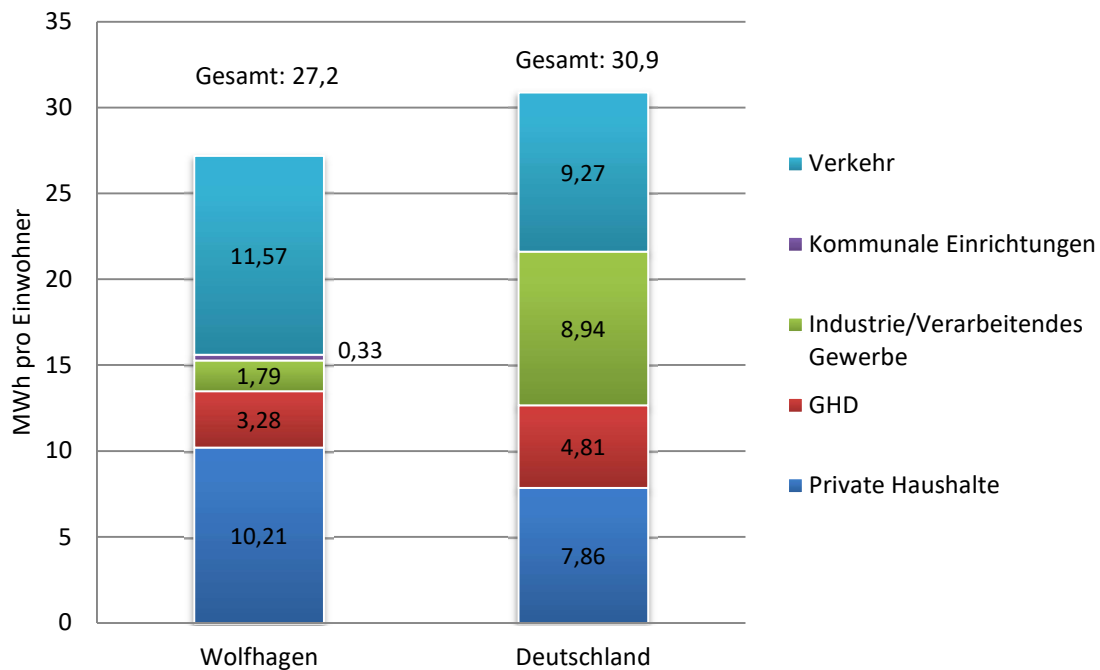


Abbildung 7: Vergleich spezifischer Endenergieverbrauch Wolfhagen und Deutschland
 Quelle: Eigene Darstellung und (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., 2020)

5 Treibhausgasemissionen

Zur Berechnung der Treibhausgasemissionen (inkl. Äquivalente und Vorketten) wird der in Kapitel 4 ermittelte Endenergieverbrauch mithilfe spezifischer Emissionsfaktoren multipliziert. Die in der Software „Klimaschutz-Planer“ für das Jahr 2020 verwendeten Emissionsfaktoren sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 3: Relevante Emissionsfaktoren im stationären Bereich für die Stadt Wolfhagen im Jahr 2020 (in t/MWh)
Quelle: Klimaschutz-Planer

| Bezeichnung | Emissionsfaktoren | Quelle |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Photovoltaik zur Stromerzeugung | 0,04 | Gemis 4.94 |
| Windkraft zur Stromerzeugung | 0,01 | Gemis 4.94 |
| Biomasse zur Stromerzeugung | 0,02514 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Strom | 0,429 | ifeu |
| Lokaler Emissionsfaktor Strom | 0,059662 | Klimaschutz-Planer |
| Emissionsfaktor Heizstrom | 0,429 | ifeu |
| Lokaler Emissionsfaktor Heizstrom | 0,059662 | Klimaschutz-Planer |
| Emissionsfaktor Erdgas | 0,247 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Erdgas für Industrie | 0,247 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Fernwärme | 0,260 | ifeu |
| Emissionsfaktor Heizöl | 0,318 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Heizöl für Industrie | 0,318 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Flüssiggas | 0,276 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Solarthermie | 0,025 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Biomasse | 0,022 | Gemis 4.94 |
| Emissionsfaktor Umweltwärme | 0,134062 | ifeu |
| Emissionsfaktor Biogas | 0,11 | Umweltbundesamt |

Für die Berechnung der Treibhausgasemissionen (inkl. Äquivalente und Vorketten) im Verkehrsbereich wurden die nachfolgend aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Tabelle 4: Relevante Emissionsfaktoren im Verkehrsbereich für die Stadt Wolfhagen im Jahr 2020 (in g CO₂e/Wh)
Quelle: Klimaschutz-Planer

| Bezeichnung | Emissionsfaktoren | Quelle |
|---------------------------------------|-------------------|--------|
| Emissionsfaktor öffentlicher Strommix | 0,429 | ifeu |
| Emissionsfaktor fossiles Benzin | 0,322117 | ifeu |
| Emissionsfaktor fossiler Diesel | 0,326789 | ifeu |

Die energiebedingten THG-Emissionen in Wolfhagen lagen im Jahr 2020 gemäß der BSKO-Systematik (Bundesstrommix) bei insgesamt 105.140 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Dies entspricht einem THG-Ausstoß von 8,04 Tonnen pro Kopf und liegt damit unter dem bundesdeutschen Vergleichswert von 9,08 Tonnen CO₂-Äquivalenten

(Umweltbundesamt, 2020). Wird allerdings mit dem tatsächlichen, regionalen Strommix gerechnet (vgl. Kapitel 7), beträgt der Pro-Kopf-Ausstoß in Wolfhagen nur noch 6,7 Tonnen CO₂-Äquivalente.

Analog zur Darstellung des Endenergieverbrauchs in Kapitel 4 soll zunächst die Verteilung der THG-Emissionen nach Energieformen aufgezeigt werden, danach folgen die Übersichten nach Verbrauchssektoren und Energieträgern.

Während der prozentuale Anteil bei den Kraftstoffen mit ca. 44 % an den gesamten THG-Emissionen nahezu identisch mit dem Anteil am Endenergieverbrauch ist, ist der Anteil im Bereich Strom deutlich höher. Dies resultiert aus dem höheren Emissionsfaktor (Bundesstrommix) im Vergleich zu den Emissionsfaktoren der anderen Energieträger in den Bereichen Wärme und Verkehr (vgl. Tabellen 3 und 4).

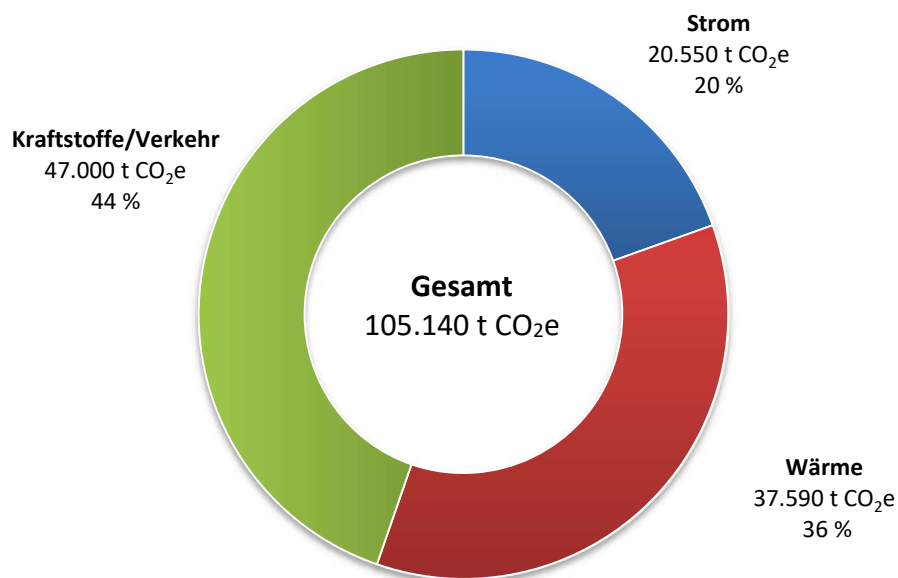


Abbildung 8: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Energieformen

Quelle: Eigene Darstellung

Bei Betrachtung der Verbrauchssektoren wird deutlich, dass der Verkehrssektor auch emissionsseitig den größten Anteil einnimmt. Im Sektor „Industrie“ ist der prozentuale Anteil bei den THG-Emissionen im Vergleich zum Energieverbrauch höher, weil dort überwiegend der Energieträger „Strom“ genutzt wird.

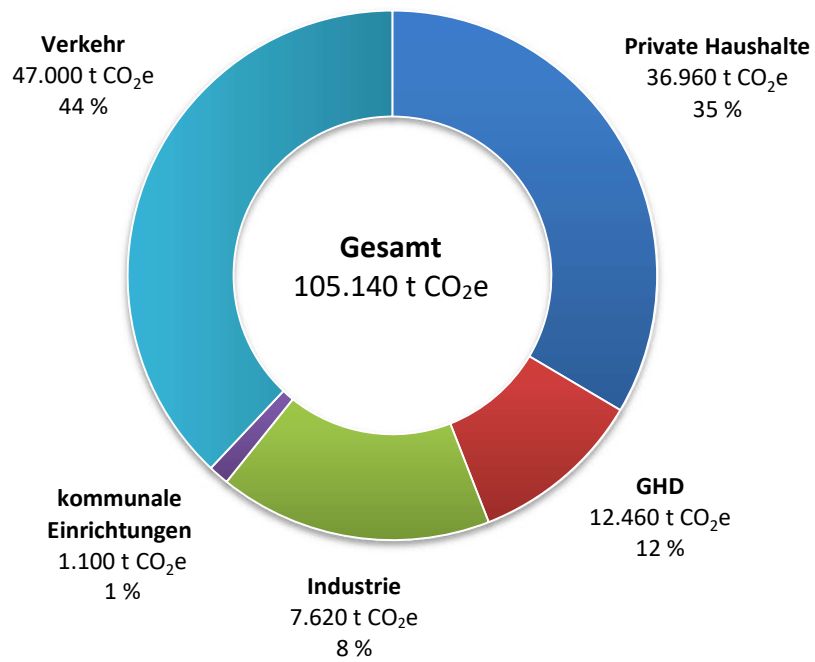


Abbildung 9: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Verbrauchssektoren
Quelle: Eigene Darstellung

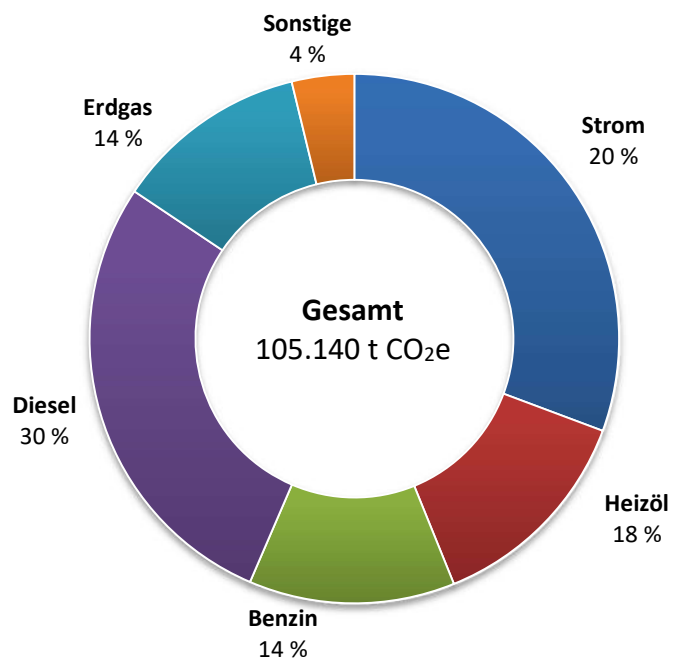


Abbildung 10: THG-Emissionen in Wolfhagen nach Energieträgern
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 11 fasst die THG-Emissionen, aufgeteilt nach Verbrauchssektoren und Energieträgern, zusammen.

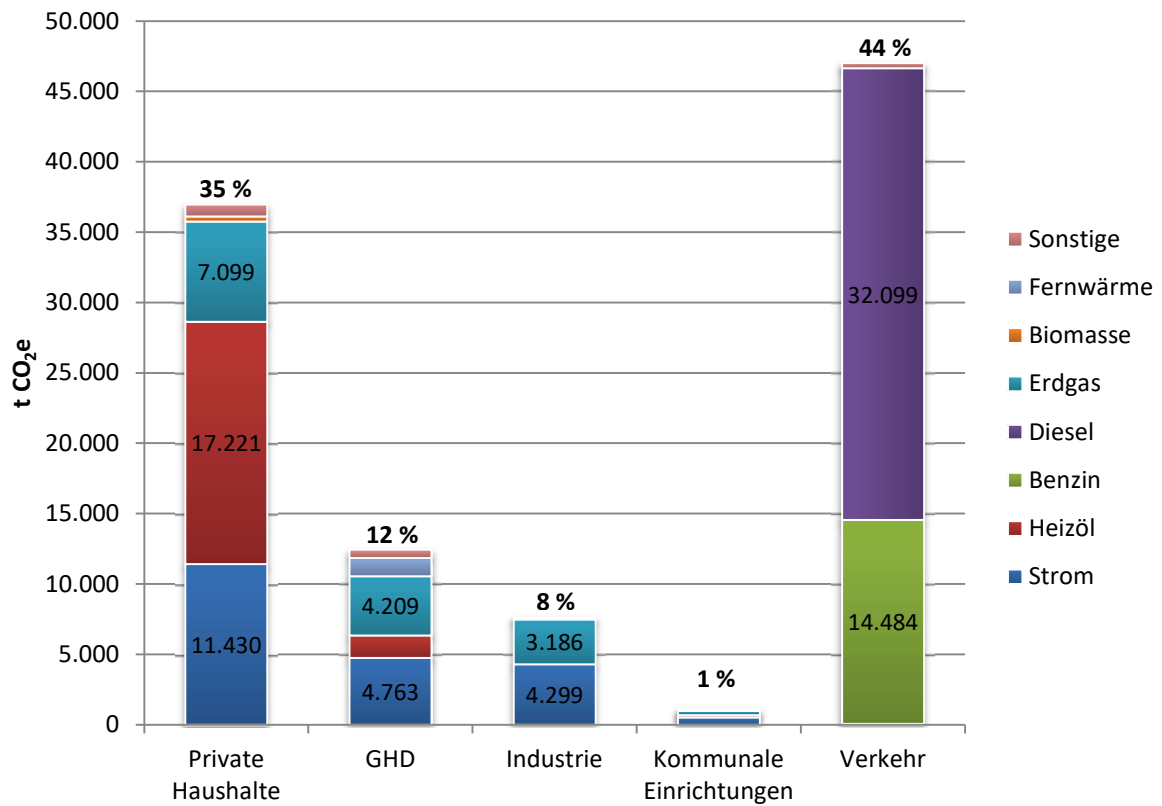


Abbildung 11: THG-Emissionen nach Verbrauchssektoren und Energieträgern
Quelle: Eigene Darstellung

6 Nutzung erneuerbarer Energien

Im Jahr 2020 wurde deutlich mehr erneuerbarer Strom erzeugt als insgesamt verbraucht wurde, die Quote liegt weit über 100 %. Abbildung 12 zeigt einen Vergleich bei den einzelnen Energieformen. Aufgrund des (noch) geringen Anteils bei den erneuerbaren Kraftstoffen⁶ wird diese Energieform nachfolgend nicht weiter betrachtet.

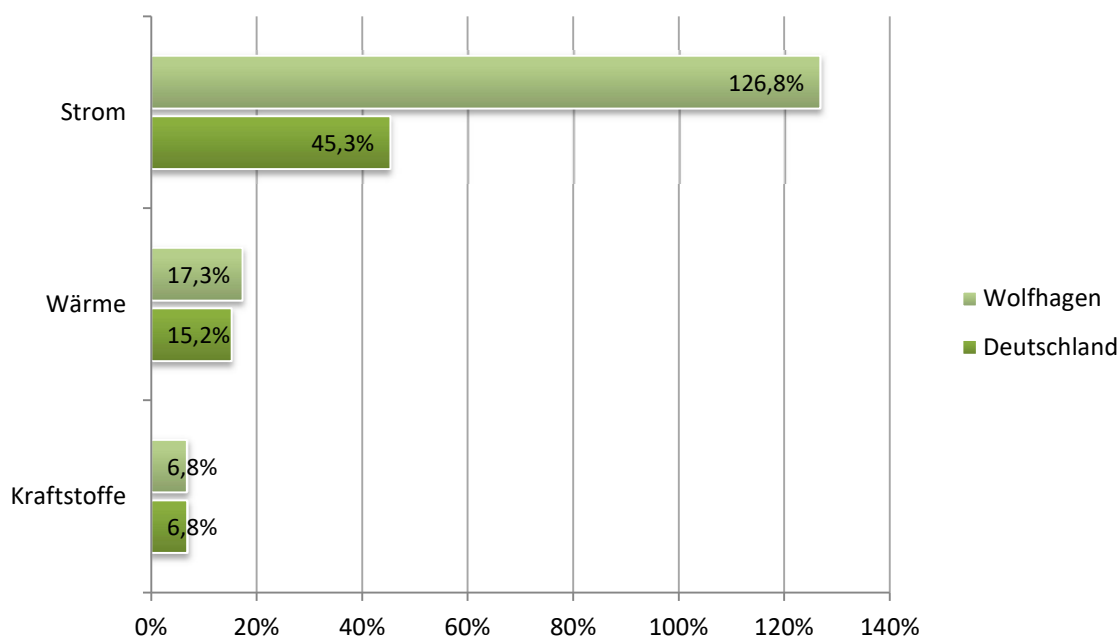


Abbildung 12: Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch gesamt und nach Energieformen
Quelle: Eigene Darstellung und (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., 2020)

6.1 Erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung

Die erneuerbare Stromerzeugung in Wolfhagen erfolgt im Wesentlichen durch zwei Windparks mit einer Gesamtleistung von 20 MW, Photovoltaik-Anlagen mit einer installierten Leistung von rund 22,4 MWp (davon zwei große PV-Parks) und einer Biogasanlage mit einer Leistung von 1,06 MW. Die eingespeiste Strommenge betrug im Jahr 2020 62.118 MWh⁷. Dies entspricht einem Anteil von über 126 % am gesamtstädtischen Stromverbrauch von knapp 49.000 MWh (ohne Verkehr) und liegt damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 45,3 % (AGEE-Stat, 2020).

⁶ Biobenzin, CNG bio (komprimiertes Erdgas), Diesel biogen und Strom

⁷ Für den Windpark „Altenstädt-Balhorn-Istha“ lagen von den 11 Windkraftanlagen nur Daten für die 7 größten Anlagen vor. Die tatsächliche Einspeisemenge ist dementsprechend noch etwas höher als angegeben.

Berücksichtigt werden muss dabei allerdings auch, dass der Stromverbrauch insgesamt deutlich unter den Werten der Vorjahre lag (siehe auch „Anmerkung“ in Kapitel 1).

6.2 Erneuerbare Energien bei der Wärmeerzeugung

Im Vergleich zur Stromerzeugung ist der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung mit gut 17 % deutlich geringer. Diese Quote liegt über dem Bundesdurchschnitt von 15,2 % (AGEE-Stat, 2020). Der Großteil des Wärmeverbrauchs wird nach wie vor durch konventionelle Energien wie Heizöl und Erdgas gedeckt.

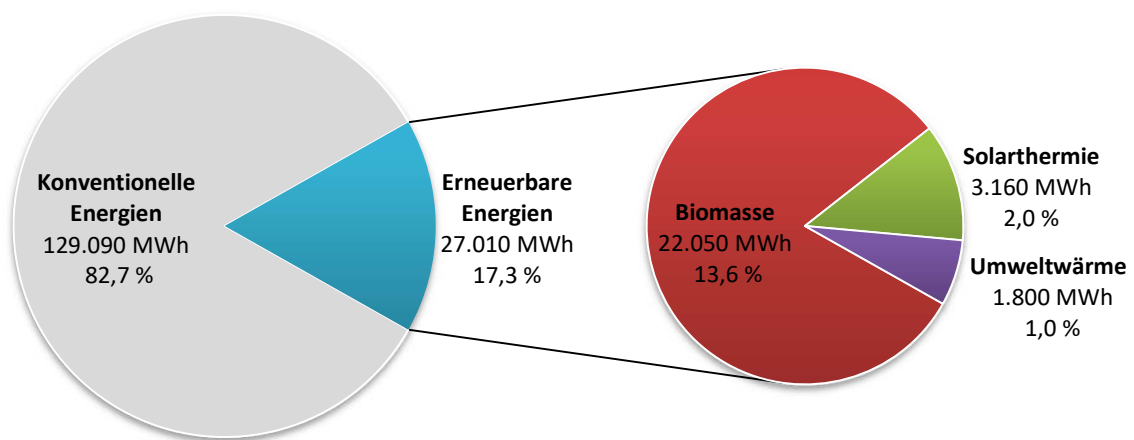


Abbildung 13: Anteil Erneuerbare Energien am Wärmeverbrauch im Jahr 2020

Quelle: Eigene Darstellung

7 Vergleich territorialer Strommix mit Bundesstrommix

In Ergänzung zu der offiziellen Bilanz zeigt dieses Kapitel einen Vergleich des regionalen (Wolfhager) Strommix mit dem der BSKO-Systematik entsprechenden Bundesstrommix.

Die regionale Energieversorgungsstruktur in Wolfhagen mit einem hohen Anteil an Erneuerbaren Energien (verbunden mit geringen Emissionsfaktoren – vgl. Tabelle 3) bei der Stromerzeugung führen zu THG-Einsparungen von **18.168 Tonnen CO₂e** pro Jahr, verglichen mit dem Bundesstrommix.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Einsparungen in den einzelnen Sektoren einander gegenüber. Abbildung 14 zeigt den Vergleich der offiziellen Bilanz (Territorialmix BUND) mit dem territorialen Strommix Wolfhagen. Die THG-Einsparungen in Höhe von rund 18.168 Tonnen CO₂e reduzieren somit die gesamtstädtischen 105.140 Tonnen CO₂e (Bilanzierung gemäß BSKO-Systematik) um diesen Betrag auf reale Treibhausgasemissionen von **86.972 Tonnen CO₂e** auf dem Gebiet der Stadt Wolfhagen.

Tabelle 5: Vergleich der Treibhausgasemissionen von Bundes- mit lokalem Strommix

Quelle: Klimaschutz-Planer

| Sektor | Bundesmix [t CO ₂ e] | Lokaler Mix [t CO ₂ e] |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Private Haushalte | 11.430 | 1.590 |
| GHD | 4.762 | 662 |
| Industrie | 4.300 | 598 |
| Kommunale Einrichtungen | 532 | 74 |
| Verkehr | 79 | 11 |
| Gesamt | 21.103 | 2.935 |

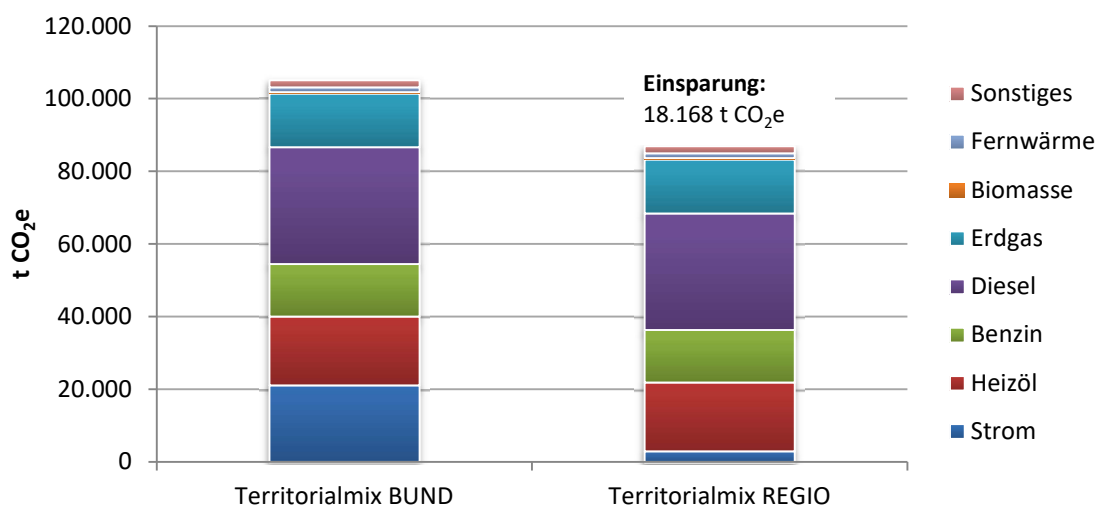


Abbildung 14: Vergleich territorialer Strommix Wolfhagen mit Bundesstrommix 2020

Quelle: Eigene Darstellung

8 Literaturverzeichnis

(2016). In H. Hertle, F. Dünnebeil, B. Gugel, E. Rechsteiner, & C. Reinhard, *BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal* (S. 3). Heidelberg.

(2018). In H. Hertle, F. Dünnebeil, E. Rechsteiner, & B. Gugel, *Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden* (S. 198). Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Hrsg.).

(2018). In H. Hertle, F. Dünnebeil, E. Rechsteiner, & B. Gugel, *Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden* (S. 209). Heidelberg: ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.

AGEE-Stat. (2020). *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*. BMWi.

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (2020). *Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2020*. Münster: AGEB.

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. (2020). *Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland 1990 bis 2020*. Berlin: DIW Berlin.

Hänel, H.-D., Rösemann, C., Dämmgen, U., Döring, U., Wulf, S., Eurich-Menden, B., . . . Osterburg, B. (2018). *Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2016*. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Umweltbundesamt. (Januar 2018). *Energiebedingte Emissionen*. Abgerufen am 21. Februar 2019 von Energiebedingte Emissionen: www.umweltbundesamt.de

Umweltbundesamt. (Januar 2018). *Treibhausgas-Emissionen in Deutschland*. Abgerufen am 21. Februar 2019 von Treibhausgas-Emissionen in Deutschland: www.umweltbundesamt.de

Umweltbundesamt. (Januar 2020). *Energiebedingte Emissionen*. Von Energiebedingte Emissionen: www.umweltbundesamt.de abgerufen