

# CO<sub>2</sub>-Bilanz Stadt Warendorf

Gesamtbilanz für die Jahre 2013 – 2018

---

Teilbilanz für die städtischen Liegenschaften  
und Betriebe 2019

---

# CO<sub>2</sub>-Bilanz Stadt Warendorf

---

## Inhaltsverzeichnis

|  |   |
|--|---|
| <b>EINFÜHRUNG CO<sub>2</sub>-BILANZEN</b> .....                                      | <b>2</b>                                  |
| Unterschiedliche Zielsetzungen bei CO <sub>2</sub> -Bilanz und Energiebilanz .....   | 2   |
| Anwendungsbereiche von CO <sub>2</sub> -Bilanzierungen .....                         | 3   |
| Hinweise zum Verständnis der CO <sub>2</sub> -Bilanzierungen .....                   | 4   |
| Datengrundlagen .....  | 5   |
| Interpretation von CO <sub>2</sub> -Bilanzen .....                                   | 6   |
| <br>   |   |
| <b>CO<sub>2</sub>-GESAMTBILANZ STADTGEBIET WARENDORF (2013 – 2018)</b> .....         | <b>7</b>                                  |
| Entwicklung Endenergieverbrauch .....  | 7   |
| Bedeutung einzelner Energieträger .....  | 10  |
| Erneuerbare Energien .....   | 13  |
| Entwicklung der THG-Emissionen .....   | 13  |
| <br>   |   |
| <b>ZUSAMMENFASSUNG GESAMTBILANZ STADT WARENDORF</b> .....                            | <b>17</b>                                 |
| <br>   |   |
| <b>CO<sub>2</sub>-TEILBILANZ STÄDTISCHE LIEGENSCHAFTEN UND BETRIEBE (2019)</b> ..... | <b>18</b>                                 |
| Elemente der Bilanzierung .....  | 18  |
| Die Gebäude der städtischen Verwaltung .....   | 18  |
| Fahrzeuge in städtischer Verwaltung .....  | 19  |
| Verteilung der Energieverbräuche über alle Bereiche .....                            | 19  |
| Energieverbräuche bei der städtischen Verwaltung .....                               | 19  |
| Energieverbräuche bei Abwasserbetrieb und Stadtwerken .....                          | 19  |
| Datenverfügbarkeit .....   | 20  |
| Datenauswertung .....  | 20  |
| Gesamtenergieverbrauch .....   | 21  |
| Gesamtemissionen .....   | 21  |
| Tendenzen / Konsequenzen .....   | 22  |
| <br>   |   |
| <b>ANHANG</b> .....  | <b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b> |

Eine erste systematische CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz der Stadt Warendorf wurde im Jahr 2013 für das Jahr 2011 erstellt. Anlass war die zeitgleiche Erstellung eines Klimaschutzkonzepts<sup>1</sup> für die Stadt Warendorf. Die Gesamtbilanz war dabei der Ausgangspunkt für die Formulierung von Zielsetzungen und Maßnahmen zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Warendorf.

Die vorliegende *CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz* umfasst die energiebezogenen Emissionen aus allen Sektoren (Industrie / Gewerbe / Handel / Dienstleistungen / Haushalt / Verkehr) für den Zeitraum 2013 – 2018<sup>2</sup>. Die Daten aus den gleichen Datenquellen wie 2013 wurden mit der derselben Software (ECOREgion) in vergleichbarer Systematik verarbeitet. So konnte als Zusatzergebnis eine Zeitreihe für den Endenergieverbrauch über insgesamt 16 Jahre (2003 – 2018) erstellt werden<sup>3</sup> (s. Abb. 5).

In dem zweiten Teil der hier vorliegenden Bilanzierung werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf Basis der Energieverbräuche aus den drei städtischen Bereichen Verwaltung, Stadtwerke und Abwasserbetrieb für das Jahr 2019 als *CO<sub>2</sub>-Teilbilanz* dargestellt.

Die Teilbilanz wurde von der Stadt Warendorf in Eigenleistung erstellt, die Gesamtbilanz mit Unterstützung des Planungsbüros *energielenker beratungs gmbh*.

## Einführung CO<sub>2</sub>-Bilanzen

Bilanzierungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbräuche sind wichtige Grundlagen für das Energiemanagement und die Klimaschutzarbeit in einer Kommune. Sie sind daher auch häufig Bestandteil von Klimaschutzkonzepten und Voraussetzungen für Fördermaßnahmen.

### *Unterschiedliche Zielsetzungen bei CO<sub>2</sub>-Bilanz und Energiebilanz*

Für eine Energiebilanz werden die Energieverbräuche nach Sektoren, Verbrauchern, Verbrauchsorten oder räumlichen Einheiten - gegliedert nach Energieträgern - erfasst. Die Daten der Energieverbräuche stammen zu meist aus Messungen bzw. Abrechnungen und sind Liefer- oder Verbrauchsdaten (s. Abb. 4 zur Datengüte). Für eine Planung und Bewertung in einem aktiven Energiemanagement werden die Verbrauchsdaten mit wirtschaftlichen und technische Faktoren (Energiekosten / Unterhaltskosten / steuerliche Abschreibung / Nutzungskomfort / Versorgungssicherheit usw.) verknüpft.

Die CO<sub>2</sub>-Teilbilanz für die städtischen Verwaltung und Betriebe in Warendorf baut auf der Energiebilanz auf. Für die Bewertung kommen zu den o.g. Faktoren noch die Emissionsfaktoren hinzu. Die Emissionsfaktoren (s. Abb. 3) beziehen energiestrategische Einflüsse und die Umweltauswirkungen mit ein. So wird bspw. die energetische Versorgung eines Gebäudes bei gleichem Energieverbrauch in Abhängigkeit vom Energieträger bzgl. der Emissionen sehr unterschiedlich zu bewerten sein (z.B. eine Pellet- statt Erdgasheizung in einem Einfamilienhaus erzeugt bei ähnlichen Kosten anrechenbare CO<sub>2</sub>-Emissionen von 0,62 t/a statt 6,17 t/a, also eine Reduzierung um 90%.)

Die unterschiedliche Zielrichtung bzw. die Anwendungsbereiche der Bilanzen macht auch die sog. „Witterungsvereinigung“ deutlich. Während für die CO<sub>2</sub>-Bilanz die tatsächlichen Emissionen der Gebäudeheizungen relevant sind, ist es bei einer Energiebilanz wichtig, den Einfluss kalter oder warmer Jahre auf den Energieverbrauch be-

---

<sup>1</sup> Integriertes Klimaschutzkonzept Warendorf Teil 1: CO<sub>2</sub>-Bilanz für 2011 / Teil 2: Endbericht (Gefördert im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative NKI)

<sup>2</sup> Die Daten für das Jahr 2019 waren zum Erstellungszeitraum noch nicht vollständig verfügbar

<sup>3</sup> Die Werte für die Jahre vor 2013 beruhen ausschließlich auf Bundeskennzahlen und sind daher als Näherungswerte mit eingeschränkter Interpretierbarkeit zu verstehen (sog. Startbilanz)

reinigen zu können. So können die vom Energiemanagement steuerbaren Faktoren im Jahresvergleich analysiert werden. Bei CO<sub>2</sub>-Bilanzen stehen eher Betrachtungszeiträume von mindestens 3-5 Jahren im Fokus, um über mehrjährige Trends die Entwicklungen fundierter bewerten zu können.

### Anwendungsbereiche von CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen

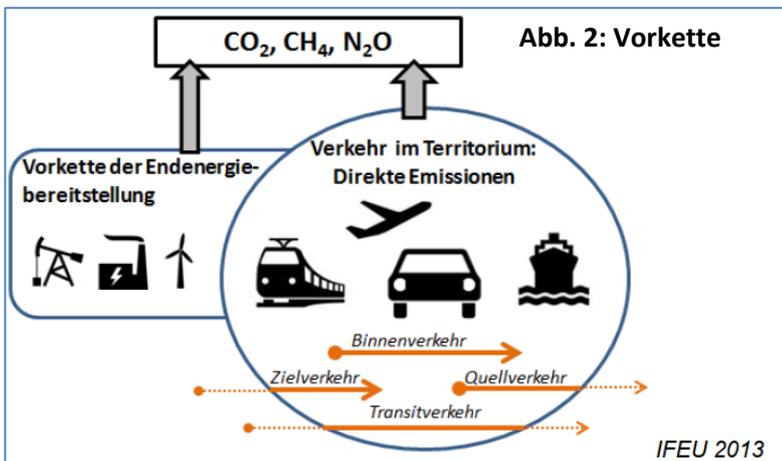
CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen werden nicht nur für Kommunen, sondern auch für weitere Anwendungsbereiche erstellt:

- **Staaten, Länder oder Kommunen**



Für räumlich abgegrenzte Bereiche (z.B. Staaten oder Kommunen) wird zumeist nach dem *Territorialprinzip* bilanziert. Es werden nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen einbezogen, die innerhalb der jeweiligen Gebietsgrenzen produziert werden (Quellenbilanz). Diese Bilanzierungssystematik wird z.B. international für die Nationalen Treibhausgasbilanzen genutzt. Bei den Kommunen in Deutschland wird nach dem sog. *BISKO*<sup>4</sup>-Standard gearbeitet. Für

den Bereich Strom geht in die sog. *endenergiebasierte Territorialbilanz* der an den Stromzählern der Endverbraucher gemessene Stromverbrauch<sup>5</sup> in die Bilanz ein, um Verzerrungen in der Kommunalbilanz durch Emissionen aus Großkraftwerken zu vermeiden. Ebenso wird beim Verkehrssektor mit dem *BISKO*-Standard die Fahrleistung innerhalb der Gebietsgrenzen einbezogen (s. Abb. 2: Vorkette).



Die sog. *Graue Energie*<sup>6</sup>, die als indirekte Emissionen in den Produkten selbst steckt, wird hier nicht einbezogen. Bei den Verbrauchssektoren Haushalt, Industrie sowie Gewerbe / Handel / Dienstleistungen lassen sich der Energiebezug und damit die Emissionen direkt zuordnen. Die Emissionen werden mit für jeden Energieträger spezifischen Faktoren berechnet. Dabei kommen die sog. *LCA*<sup>7</sup>-Faktoren zum Einsatz, die auch die energetische Vorkette (u.a. Energiegewinnung und Transport; s. Abb. 2) einbeziehen.

<sup>4</sup> BISKO – Bilanzierungs-Systematik-Kommunal

<sup>5</sup> Der Endverbraucher verursacht den Verbrauch und damit die Emissionen, allerdings an anderer Stelle (Verursacherbilanz)

<sup>6</sup> Als *graue Energie* wird die Energiemenge bezeichnet, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigt wird. Dabei werden auch alle Vorprodukte bis zur Rohstoffgewinnung berücksichtigt und der Energieeinsatz aller angewandten Produktionsprozesse addiert (WIKIPEDIA)

<sup>7</sup> LCA – Life Cycle Assessment

- **Unternehmen**

Für die Bilanzierung bei Unternehmen wird der *corporate carbon footprint* (CCF) erstellt. Dabei werden alle Geschäftstätigkeiten des Unternehmens hinsichtlich ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen einbezogen.

- **Personen**

Für die Bilanzierung bei Personen wird der *carbon footprint* (CO<sub>2</sub>-Fußabdruck) genutzt. Dabei wird dann nicht nur der Energieeinsatz für Wohnen, Haushalt und Auto, sondern der gesamte persönliche Konsum (Mobilität, öffentliche Dienstleistungen, Ernährung, Kauf von Produkten) einbezogen. Damit wird auch die *Graue Energie* berücksichtigt, die in den konsumierten Produkten steckt (s. Abb. A5 im Anhang).

Der *ökologische Fußabdruck* geht noch über den carbon footprint hinaus, weil auch biologische Kapazitäten dazu zählen.

- **Produkte**

Für die Bilanzierung bei Produkten (*product carbon footprint* - PCF) werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen der gesamten Produktionskette (über die LCA-Faktoren) mit Berücksichtigung der Grauen Energie aus Vorprodukten / Transport / Lagerung bis hin zur Entsorgung berechnet.

### Hinweise zum Verständnis der CO<sub>2</sub>-Bilanzierungen

#### Anwendung der Emissionsfaktoren

Es macht einen erheblichen Unterschied aus, ob bei einer CO<sub>2</sub>-Bilanzierung die Produktionsvorkette (z.B. gemäß LCA-Ansatz) bis zur Bereitstellung als Endenergie beim Endverbraucher berücksichtigt wird oder ob nur die direkten Emissionen am Verbrauchsort betrachtet werden. Für Erdgas bedeutet dies bspw. einen Unterschied beim Emissionsfaktor von 0,202 zu 0,247 kg/KWh (ein Plus an Emissionen von rund einem Viertel).

Bei regenerativen Energien sind es 0 g/KWh bei den direkten Emissionen, unter Berücksichtigung der energetischen Vorkette sind es 0,025 kg/KWh<sup>8</sup>.

**Abb. 3: Emissionsfaktoren je Energieträger - LCA-Energie für das Jahr 2019 (ifeu 2019)**

| Energieträger     | [gCO <sub>2e</sub> /KWh] | Energieträger           | [gCO <sub>2e</sub> /KWh] |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Strom             | 554                      | Flüssiggas              | 276                      |
| Heizöl            | 318                      | Braunkohle              | 411                      |
| Erdgas            | 247                      | Steinkohle              | 438                      |
| Holz              | 22                       | Heizstrom               | 554                      |
| Umweltwärme       | 173                      | Sonstige erneuerbare    | 25                       |
| Sonnenkollektoren | 25                       | Sonstige konventionelle | 330                      |
| Biogase           | 110                      | Benzin                  | 314                      |
| Abfall            | 27                       | Diesel                  | 325                      |
| Kerosin           | 322                      | Biobenzin + Biodiesel   | 149                      |

<sup>8</sup> IWU 2020: Kumulierter Energieaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und –versorgungen

- **CO<sub>2</sub>-Äquivalente**  
Bei einer CO<sub>2</sub>-Bilanz werden alle sonstigen Treibhausgase (z.B. auch Methan oder Lachgas) als sog. „CO<sub>2</sub>-Äquivalente“ (CO<sub>2</sub>e) einbezogen. Die Klimawirksamkeit der Treibhausgase ist sehr unterschiedlich (s. Abb. A3 im Anhang). Methan hat ein 28faches Treibhauspotenzial, Lachgas (Distickstoffmonoxid) sogar ein 265faches von CO<sub>2</sub>.
- **Bildung Emissionsfaktoren**  
Nur selten können tatsächlich gemessene Emissionsfaktoren für Produkte oder Lieferketten und Transport bei einer Emissionsbilanzierung genutzt werden. Zumeist werden empirisch ermittelte Werte verwendet. Diese werden über spezielle Studien gewonnen. Sie werden dann in den gängigen Software-Anwendungen zur Bilanzierung (z.B. Klimaschutz-Planer / GEMIS) zur Verfügung gestellt.
- **Bilanzierungssystematik**  
Für Vergleiche über einen bestimmten Zeitraum oder für ein Benchmarking muss die Systematik der Bilanzierung übereinstimmen. Bilanzierungsergebnisse aus unterschiedlichen Systematiken können deutlich voneinander abweichen, ohne dass die Systematiken jeweils falsch sind (s. Abb. 5). Zu jeder Bilanzierungssystematik gehört eine klare und eindeutige Darlegung der Methodik.  
Viele Kommunen in NRW, auch im Kreis Warendorf, stellen in 2020 auf eine neue Bilanzierungssoftware um.
- **Energetisch bedingte Emissionen**  
Die energetisch bedingten Emissionen machen rund 80% der gesamten Treibhausgasemissionen aus. Die nicht energetischen Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft sowie Abfall und Abwasser sind auf lokaler Ebene kaum zu erfassen und sind daher– wie auch bei der hier vorliegenden Bilanz - nicht Bestandteil kommunaler CO<sub>2</sub>-Bilanzen, die mit marktüblicher Software erstellt werden (s. Abb. A1 und A6 im Anhang).

### **Datengrundlagen**

Die sog. *Datengüte* ist das Bewertungskriterium für die Qualität der Datengrundlagen zur Berechnung der Energie- oder CO<sub>2</sub>-Bilanz. Erst die Verfügbarkeit lokaler, gemessener Daten zum Energieverbrauch und den Anteilen verschiedener Energieträger, zur Anlagentechnik oder der Nutzung lokaler regenerativer Energien verschaffen der kommunalen Bilanz eine hohe Detaillierung und Aussagequalität, wie sie mit der Ableitung aus Bundeskennzahlen nicht erreicht werden kann (s. Abb. 4).

| <b>Abb. 4: Datengüte - Datenerhebung im Rahmen der Energie- und THG-Bilanzierung 2013 - 2018</b> |                       |  |   |
|--|-----------------------|--|---|
| <b>Energieträger</b>   | <b>Quelle</b>         | <b>Energieträger</b>                                     | <b>Quelle</b>                             |
| <b>Strom</b>   | Innogy und WEV        | <b>Erdgas</b>  | Innogy und WEV                            |
| <b>Braunkohle</b>  | -                     | <b>Wärmepumpen (Stromanteil)</b>                         | Innogy und WEV                            |
| <b>Heizstrom</b>   | Innogy und WEV        | <b>Heizöl</b>  | Schornsteinfegerdaten                     |
| <b>Flüssiggas</b>  | Schornsteinfegerdaten | <b>Biomasse (Holz)</b>                                   | Schornsteinfegerdaten                     |
| <b>Steinkohle</b>  | -                     | <b>Fernwärme/ Nahwärme</b>                               | -   |
| <b>Benzin</b>  | Bundeskenntzahlen     | <b>Sonnenkollektoren (Solarthermie)</b>                  | Solaratlas (Energieagentur NRW)           |
| <b>Diesel</b>  | Bundeskenntzahlen     | <b>Biogase</b>   | Startbilanz EcoRegion (Bundeskenntzahlen) |
| <b>Kerosin</b>   | -                     | <b>Klärgas</b>   | -   |
| <b>Biodiesel/ -Benzin</b>  | Bundeskenntzahlen     | <b>Erneuerbare Stromproduktion (auf dem Stadtgebiet)</b> | Innogy und WEV                            |

### *Interpretation von CO<sub>2</sub>-Bilanzen*

Aus den o.g. Fakten und Hinweisen wird deutlich, dass bei der vertieften Interpretation von CO<sub>2</sub>-Bilanzen fachliches Hintergrundwissen sowie Kenntnisse des Umfeldes erforderlich sind, um sich teilweise überlagernde Entwicklungen erkennen und bewerten zu können. Interpretationen zu sehr kurzen Zeiträumen oder in großer Detaillierung sind entsprechend vorsichtig zu betrachten.

Die CO<sub>2</sub>-Bilanzen sind ein Mittel der Trendanalyse. Das Augenmerk liegt auf einer mehrjährigen Trendentwicklung. Mengenmäßig kleinteilige Entwicklungen, z.B. einzelne Klimaschutzaktivitäten, sind aus der Gesamtbilanz einer Kommune zumeist nicht zu identifizieren. Die Gründe liegen in den überlagernden großen Prozessen (Witterung / Konjunktur usw.) wie auch in der Verwendung der Bundeskenntzahlen (s. Abb. 4), die mangels verfügbarer Alternativen für eine reduzierte Datengüte bzw. fehlende Anpassung an die kommunale Situation bei den kommunalen Gesamtbilanzen sorgt.

Die kommunalen Gesamtbilanzen unterliegen auch stark den jährlichen Witterungsschwankungen (vor allem beim Sektor Haushalte) sowie bundesweiten oder globalen Entwicklungen und Trends (z.B. Abschaltung fossiler Kraftwerke, Konsumverhalten, konjunkturelle Entwicklungen usw.). Die Bilanzen für 2020 werden bspw. deutlich von der Corona-Zeit geprägt werden.

Aus einer kommunalen Teilbilanz (speziell aus der Energiebilanz, s.o.) lässt sich hingegen auf mittelfristiger Ebene die Steuerungswirkung von Klimaschutz- und Energieaktivitäten der städtischen Einheiten ablesen. Entscheidend dafür ist die Verfügbarkeit lokaler, gemessener Daten mit hoher Datengüte.

## CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz Stadtgebiet Warendorf (2013 – 2018)

Die vorliegende CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz für die Stadt Warendorf bezieht alle energiebedingten CO<sub>2</sub>e<sup>9</sup>-Emissionen im Stadtgebiet ein (endenergiebasiertes Territorialprinzip, s.o.). Die wesentlichen Datengrundlagen stammen aus den Bundeskennzahlen, die mittels der Bevölkerungszahlen, den Beschäftigten nach Branchen, den zugelassenen Fahrzeugen bzw. dem Straßennetz usw. für das Stadtgebiet Warendorf interpoliert werden. (s. Abb. 4). Ergänzt wird dies von lokalen Daten des Energieversorgers (leitungsgebundene Energieträger Strom und Gas sowie regenerativ erzeugte Energiemengen) und der Schornsteinfeger zu Heizungsanlagen.

Nicht enthalten sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen von sonstigen Ressourcen bzw. Produkten (Graue Energie s.o.; die Produktion erfolgt außerhalb des Stadtgebietes) und die Emissionen der Landwirtschaft.

Die Gesamtbilanzen von Kommunen in Deutschland werden weitgehend nach dem einheitlichen BSKO-Standard erstellt. Damit ist ein Vergleich (Benchmarking) unter Kommunen möglich und es können die Bilanzen von Kommunen zu einer kreisweiten Bilanz summiert werden (wie z.B. beim Kreis Warendorf).

Die Gesamtbilanz für die Jahre 2013-2018 wurde vom Planungsbüro *energielenker beratung gmbh* aus Greven im Auftrag der Stadt Warendorf mit Hilfe der Software *ECORegion* erstellt. Für die weitere Nutzung werden die Daten anschließend in die „neue Software“ *Klimaschutz-Planer*<sup>10</sup> transferiert.

Ergänzend wurden die Endenergieverbräuche für die Jahre 2010-2012 aus der kommunalen Bilanzierung von 2013 (*e&u Energiebüro GmbH 2013*) aufbereitet, so dass beim Energieverbrauch zusätzlich die Jahre von 2010 – 2018 in einheitlicher Systematik für eine Trendentwicklung betrachtet werden können.

### Entwicklung Endenergieverbrauch

Für die Sektoren Industrie / Verkehr / Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) zeigt die nachfolgende Abb. 5 beim Endenergieverbrauch in Warendorf einen Rückgang, beim Sektor Haushalte stagniert die Entwicklung. Bei den Haushalten sind die witterungsbedingten Schwankungen aus kalten bzw. warmen Wintern gut zu erkennen.

In der Summe über alle Sektoren ist ein Rückgang von knapp 7% von 815.515 MWh auf 758.937 MWh im Zeitraum 2010 – 2018 zu verzeichnen.

Diese Entwicklungen weichen in allen Bereichen von den bundesweiten Trends ab!

Der bundesweite Trend für diesen Zeitraum zeigt nämlich deutliche Zuwächse besonders beim Verkehr und etwas geringe Anstiege bei der Industrie. Bei den GHD ist der Trend gleichbleibend, während bei den Haushalten hingegen der Endenergieverbrauch bundesweit seit einigen Jahren abnimmt (s. Abb. 6 aus BMWI<sup>11</sup> –2019).

Es sind bei der Interpretation der Trendentwicklung auch gegenläufige Entwicklungen zu berücksichtigen. So gibt es bei den Haushalten zunehmend Gebäude- und Heizungssanierungen sowie energieeffiziente Neubauten, die den Energieverbrauch senken. Auf der anderen Seite gibt es insbesondere in Städten mehr kleinere Haushalte und damit mehr Fläche pro Bewohner, was den Verbrauch tendenziell erhöht.

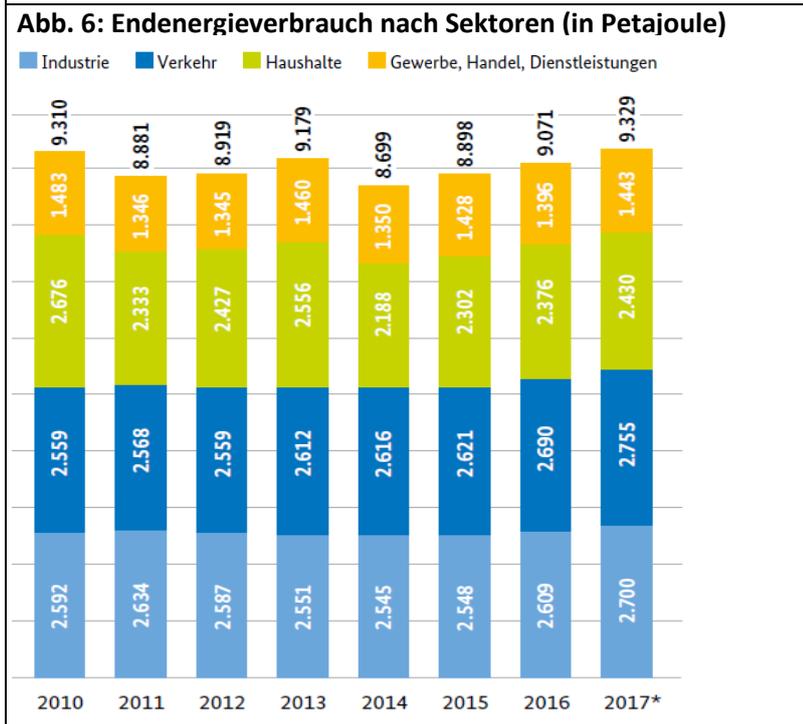
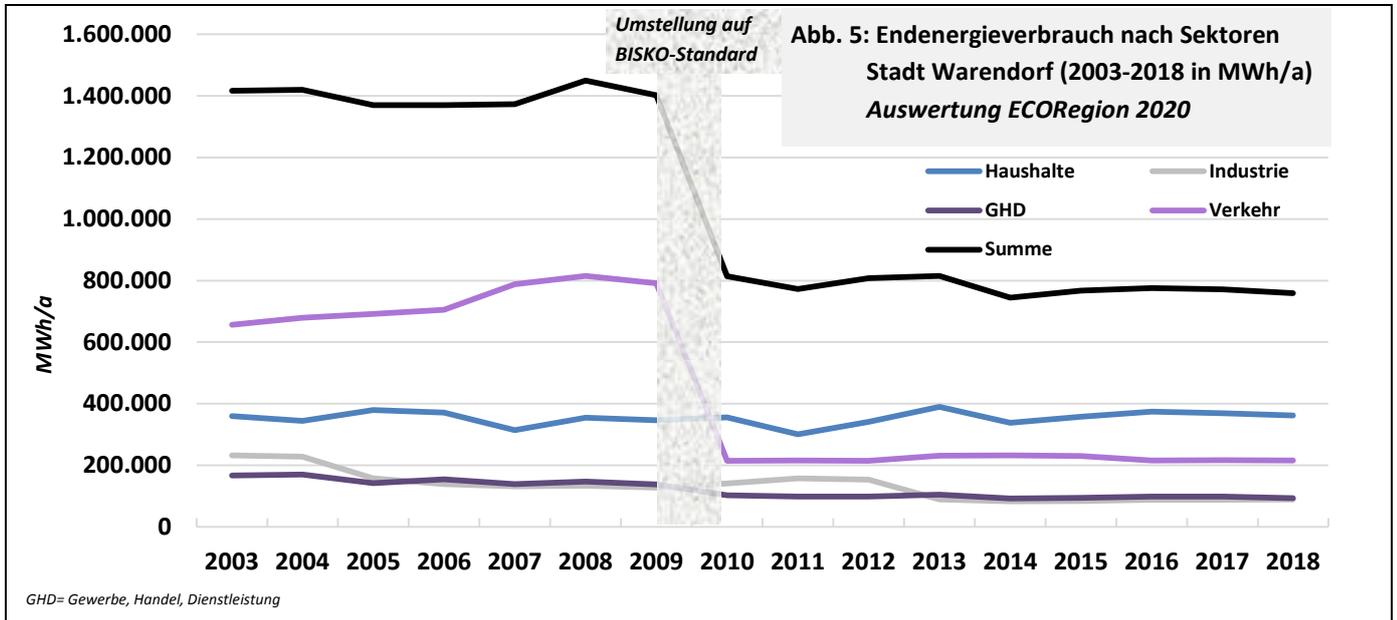
Beim Verkehr sorgt das zunehmende Gewicht der Fahrzeuge in Verbindung mit umfangreicher Zusatzausstattung dafür, dass die technischen Entwicklungen zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs kompensiert werden (ein sog. Reboundeffekt).

<sup>9</sup> CO<sub>2</sub>e ist das Kürzel für CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Einbeziehung aller Treibhausgase)

<sup>10</sup> Es wird im Kreis Warendorf zukünftig mit der Software *Klimaschutz-Planer* bilanziert. Diese wird vom Land NRW den Kommunen über Lizenzen kostenlos zur Verfügung gestellt

<sup>11</sup> – BMWI 2019: Energieeffizienz in Zahlen Entwicklungen und Trends in Deutschland 2019

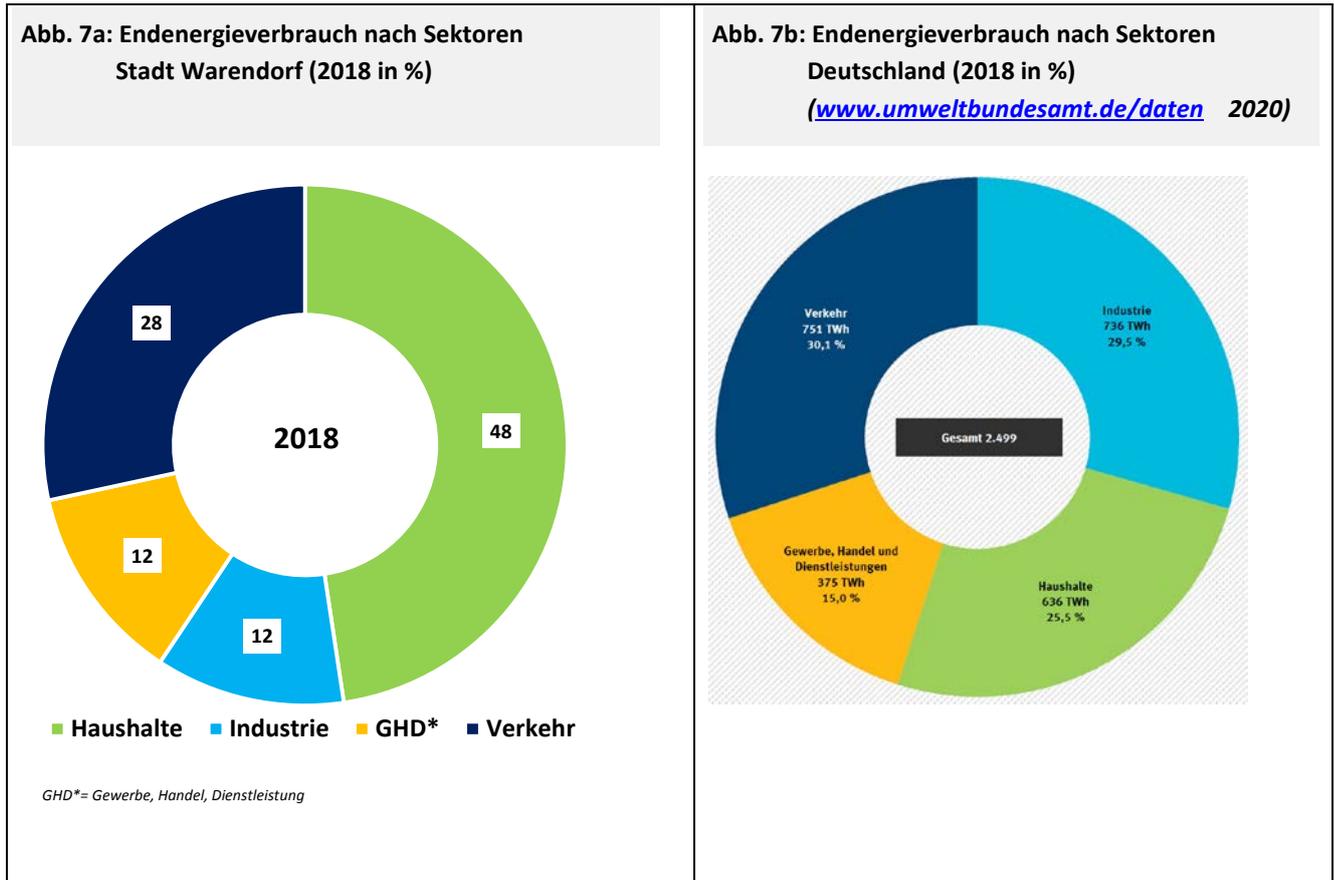
Einsparungen beim Endenergieverbrauch beruhen bei allen Sektoren auf einer erhöhten Energieeffizienz durch technische Entwicklungen oder energiebewussteres Verhalten. Bei den Sektoren GHD und Industrie ist dies vor allem den wirtschaftlichen Vorteilen durch Kosteneinsparungen geschuldet.



Der Endenergieverbrauch in Deutschland liegt pro Person und Jahr bei rund 30.000 KWh<sup>12</sup>. Für Warendorf lässt sich aus der Gesamtbilanz ein deutlich geringerer Wert für 2018 von rund 20.000 KWh pro Person ermitteln.

**Beispiel zur Dimension**  
Der Gesamtausstoß von einer Milliarde t CO<sub>2</sub> / a in Deutschland bedeuten rund 11 t pro Person und Jahr. Diese 11 t als persönliche Bilanz sind mit einem Flug nach Sydney und zurück oder 110.000 km mit einem durchschnittlichen PKW oder der Beheizung eines Mehrfamilienhauses mit Erdgas über ein Jahr bereits verbraucht.  
9.329 Petajoule (s. Abb. 6) entsprechen 2.591.388.888.888 KWh oder 2.591.389 GWh

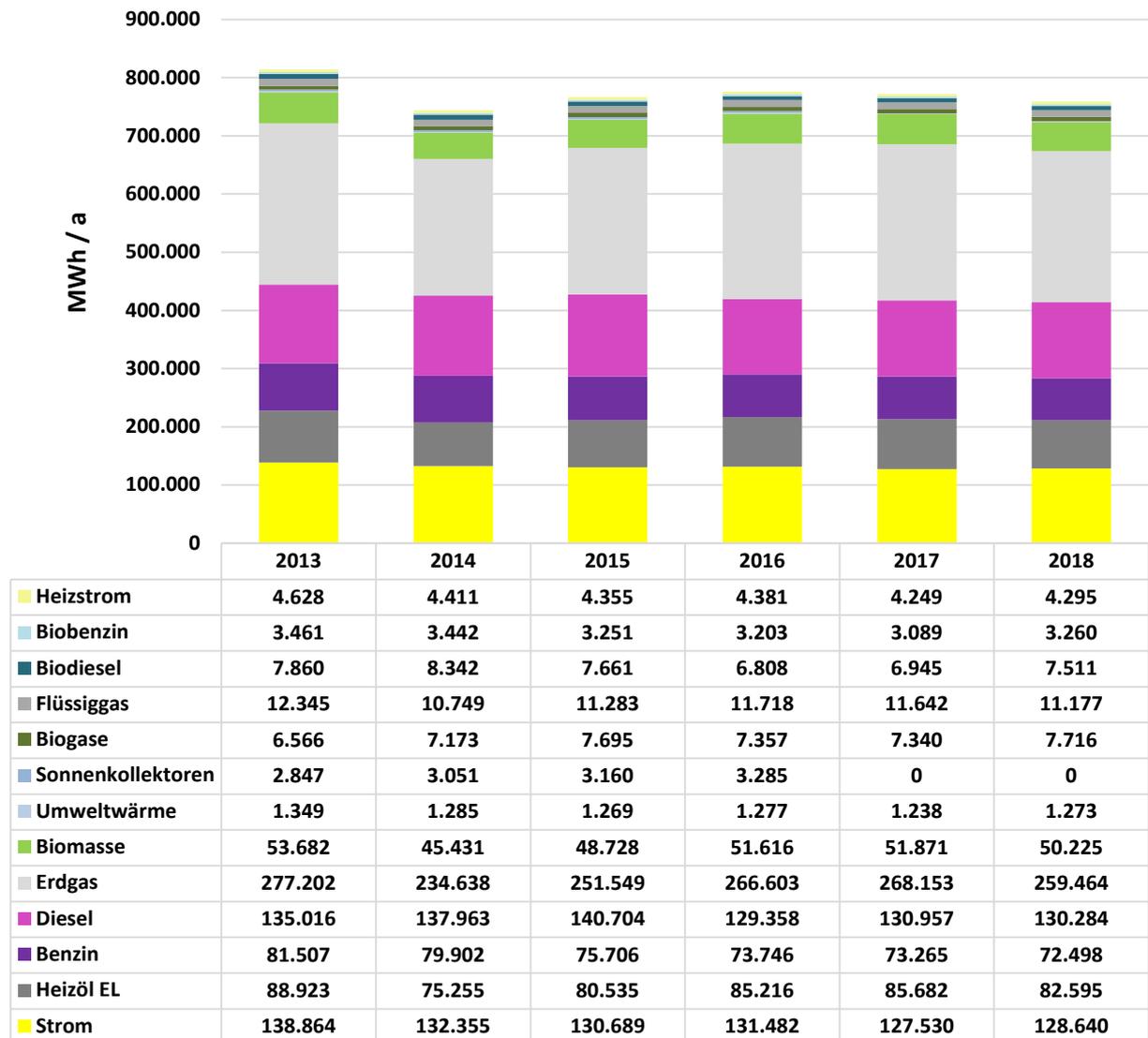
<sup>12</sup> Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB)



Aus dem Vergleich der Abb. 7a und 7b werden die Unterschiede bei den einzelnen Sektoren sehr deutlich. In Warendorf nimmt der Endenergieverbrauch der Haushalte einen sehr viel höheren Stellenwert ein als auf Bundesebene. Der Anteil der Industrie hingegen ist signifikant geringer. Die Abbildungen. A4a-c im Anhang zeigen ergänzend den Endenergieverbrauch Gebäude und Infrastruktur nach Sektoren und Energieträgern.

**Abb. 8: Endenergieverbrauch nach Sektoren Stadt Warendorf (2013-2018 in MWh/a)**

| Sektoren     | 2013           | 2014           | 2015           | 2016           | 2017           | 2018           |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Haushalte    | 389.883        | 337.551        | 358.107        | 374.538        | 368.897        | 361.514        |
| Industrie    | 89.515         | 82.372         | 84.132         | 88.141         | 88.216         | 88.621         |
| GHD*         | 104.487        | 91.907         | 94.595         | 97.958         | 98.422         | 93.187         |
| Verkehr      | 230.706        | 232.538        | 230.114        | 215.411        | 216.425        | 215.615        |
| <b>Summe</b> | <b>814.591</b> | <b>744.369</b> | <b>766.949</b> | <b>776.048</b> | <b>771.960</b> | <b>758.937</b> |

**Abb. 9: Endenergieverbrauch Stadt Warendorf nach Energieträgern (2013-2018 in MWh/a)**


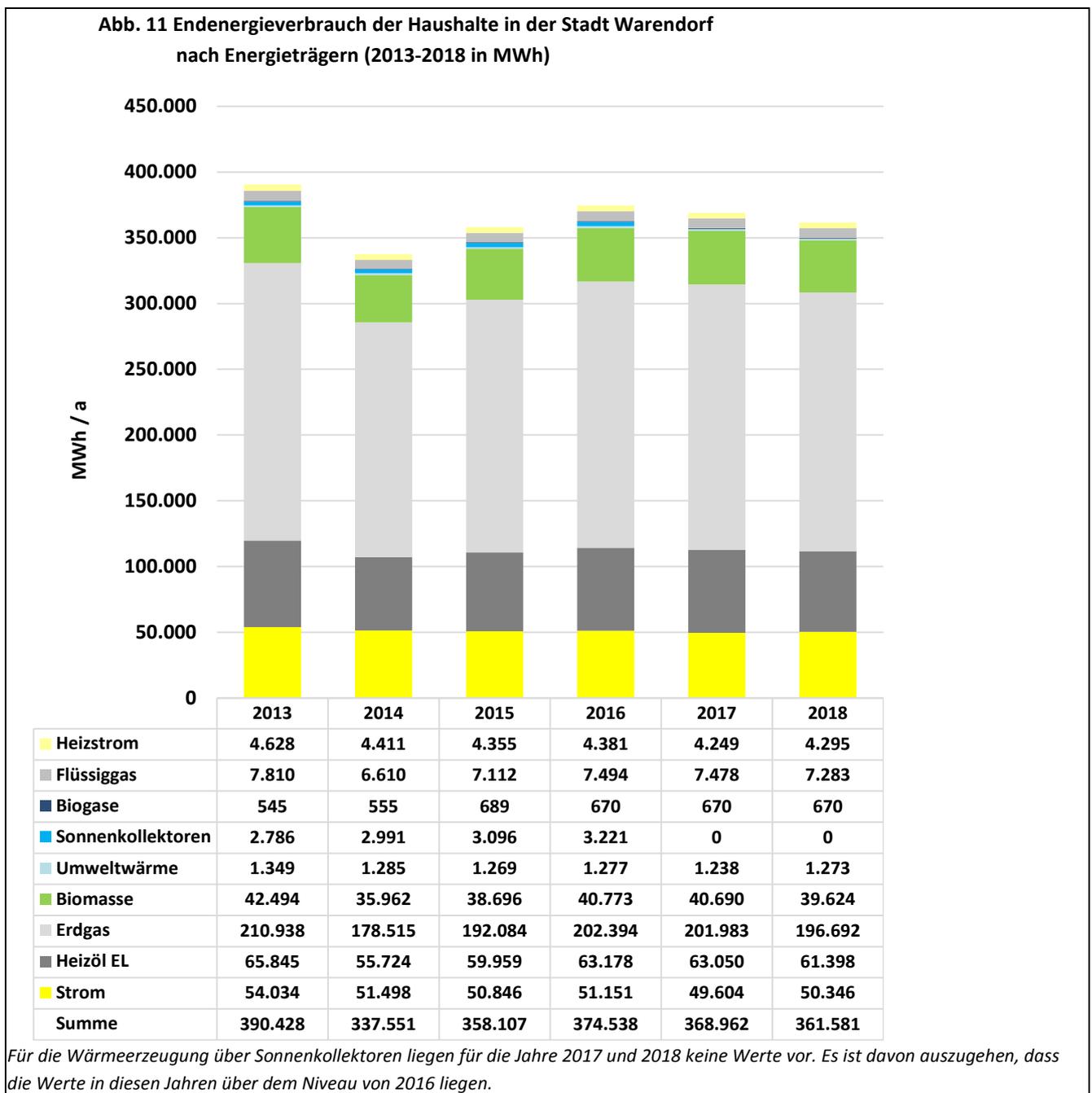
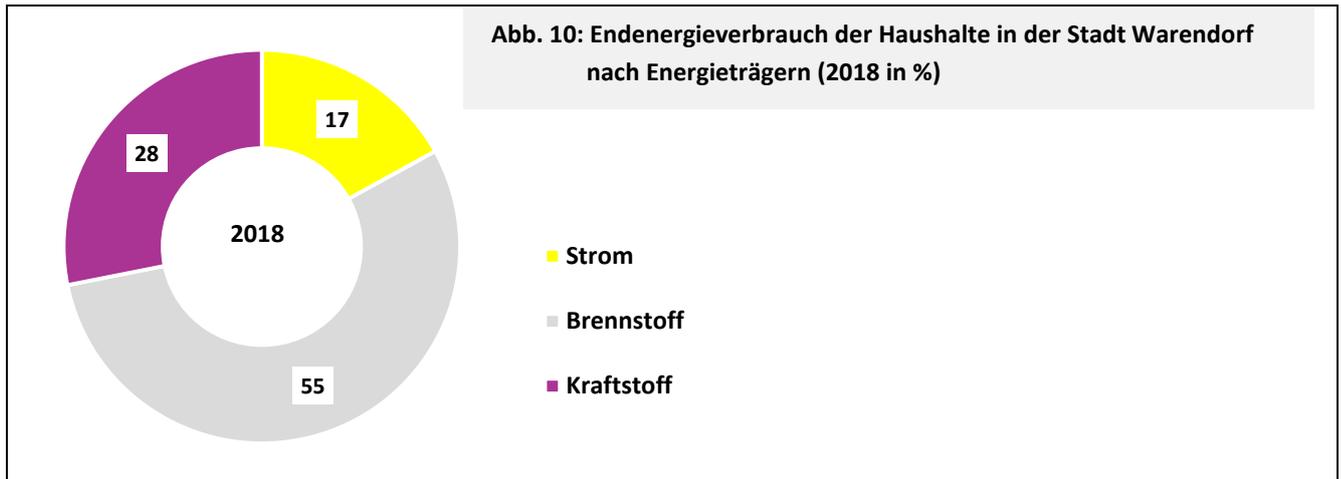
Für die Wärmeerzeugung über Sonnenkollektoren liegen für die Jahre 2017 und 2018 keine Werte vor. Es ist davon auszugehen, dass die Werte in diesen Jahren über dem Niveau von 2016 liegen.

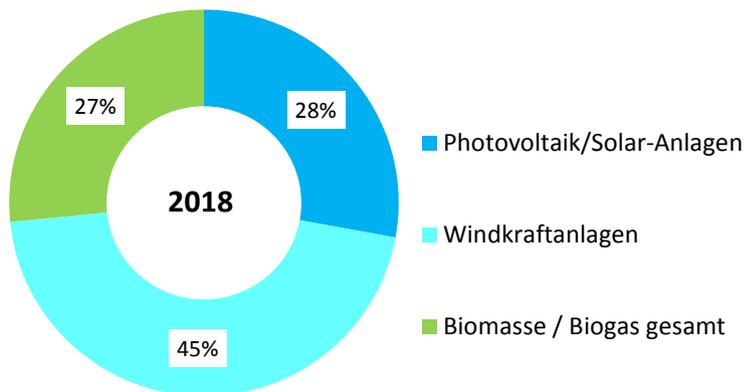
### Bedeutung einzelner Energieträger

Die Abb. 9 zeigt einen Rückgang bei allen Energieträgern (außer Biogas) für den Zeitraum 2013-2018, nicht nur bei den fossilen Energieträgern. Eine Ausnahme stellt die Nutzung von Solarwärme über Kollektoren dar, wobei mit den fehlenden Zahlen für 2017/2018 der eindeutige Beleg über die Fortentwicklung des Trends von 2013 – 2016 fehlt.

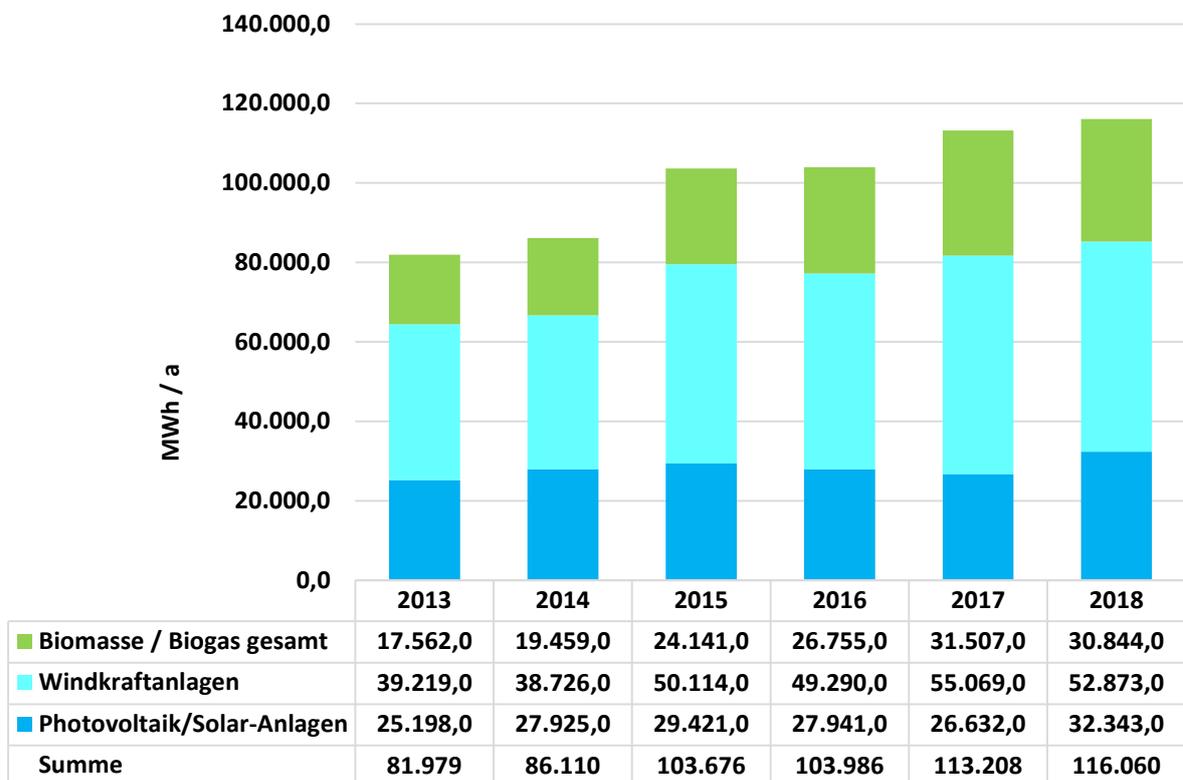
Den größten Anteil aller Energieträger hat das Erdgas mit seinem gut ausgebauten Netz. Dahinter rangieren die Kraftstoffe Benzin/Diesel, gefolgt vom Strom. Heizöl nimmt aufgrund der hohen Erdgasanteile bei den Haushalten in Verbindung mit den vergleichsweise geringen Verbräuchen aus der Industrie eine nachgeordnete Bedeutung ein. Bemerkenswert ist der konstant hohe Anteil der Biomassenutzung.

Abb. 10 und 11 verdeutlichen die Bedeutung der Brennstoffnutzung für die Wärmeerzeugung (Heizung / Warmwasser) in den Haushalten, vornehmlich mit Gas. Insgesamt ist auch hier ein Rückgang bei allen Energieträgern (Ausnahme Solarkollektoren s.o.) zu verzeichnen.



**Abb. 12: Einspeisemengen im Stadtgebiet Warendorf für Strom aus Erneuerbaren Energien (2018 in %)**

**Abb. 13: Anteile für Strom im Stadtgebiet Warendorf aus Erneuerbaren Energien (2013-2018 in MWh/a und in %)**

|                                      | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Summe Erneuerbare Energien           | 81.979     | 86.110     | 103.676    | 103.986    | 113.208    | 116.060    |
| <b>Anteil EE am Stromverbrauch</b>   | <b>59%</b> | <b>65%</b> | <b>79%</b> | <b>79%</b> | <b>89%</b> | <b>90%</b> |
| Stromverbrauch gesamt                | 138.864,4  | 132.355,3  | 130.689,1  | 131.481,8  | 127.530,1  | 128.640,2  |
| <b>Anteil EE am Energieverbrauch</b> | <b>10%</b> | <b>12%</b> | <b>14%</b> | <b>13%</b> | <b>15%</b> | <b>15%</b> |
| Endenergieverbrauch gesamt           | 814.591    | 744.369    | 766.949    | 776.048    | 771.960    | 758.937    |

**Abb. 14: Einspeisung Strom im Stadtgebiet Warendorf aus Erneuerbaren Energien (2013-2018 in MWh/a)**


## Erneuerbare Energien

Die energetische Nutzung von Biomasse sowie die solare Nutzung über PV-Anlagen liegen anteilig in Warendorf im Jahr 2018 bei je rund einem Viertel, während die Windkraft fast die Hälfte der in das Stromnetz eingespeisten EEG-Mengen stellt. Die Abb. 13 und 14 machen deutlich, dass bei einem Rückgang des Stromverbrauchs insgesamt in Warendorf alle Erneuerbaren Energien in der Menge zulegen konnten und damit bei den prozentualen Anteilen am Stromverbrauch im Zeitraum von 2013 – 2018 von 59% auf bemerkenswerte 90% gestiegen sind (Steigerung zu 2013 beträgt 50%)!

| <b>Abb. 15: Vergleich zwischen NRW und Stadt Warendorf zur Nutzung Erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung (Einspeisung gemäß EEG)</b> |                |
|---|----------------|
| <b>EEG-Stromerzeugung pro Kopf 2017</b>   |                |
| NRW – 995 KWh   | WAF – 2979 KWh |
| <b>Anteil Erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch Strom 2016</b>  |                |
| NRW – 18,8 %  | WAF – 79 %     |
| <b>PV-Anlagen – installierte Leistung in KW pro Kopf 2019</b>   |                |
| NRW – 0,3 KW  | WAF – 1 KW     |
| <b>Anzahl der PV-Anlagen pro Kopf</b>   |                |
| NRW – 0,04  | WAF – 0,07     |
| <b>Windkraft-Anlagen – installierte Leistung in KW pro Kopf 2019</b>  |                |
| NRW – 0,34  | WAF – 1,1      |
| <b>Biomasse-Anlagen – installierte Leistung in KW pro Kopf 2019 (für Stromerzeugung)</b>  |                |
| NRW – 0,05  | WAF – 0,11     |

Die Ab. 15 belegt die Unterschiede zwischen der NRW-Landesebene und der Stadt Warendorf bei der Nutzung erneuerbarer Energien sehr deutlich. Bei Wind- und Solarenergie ist es ungefähr die dreifache installierte Leistung. Entsprechend ist auch der jährliche Stromertrag pro Kopf in Warendorf dreimal so hoch!

Gleichzeitig zeigt Abb. 13 aber auch, dass der hohe Anteil nur für den Stromverbrauch gilt. Insgesamt ist wegen des geringen Anteils der Erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung (s. Abb. A7 im Anhang) die anteilige Entwicklung beim Gesamtenergieverbrauch mit einer Steigerung von 10% auf 15% etwas verhaltener (Steigerung beträgt 50% von 2013 zu 2018 bei einer Rate von 1 % jährlich).

In dieser Bilanz sind die direkt beim Erzeuger genutzten Mengen an regenerativ erzeugtem Strom (der sog. Eigenverbrauch) nicht enthalten. Dieser Anteil ist tendenziell steigend, da die sinkenden Einspeisevergütungen die Eigennutzung immer attraktiver machen. Eine seriöse Abschätzung kann für das Stadtgebiet Warendorf nicht geleistet werden.

## Entwicklung der THG-Emissionen

Aufgrund des Wechsels in der Bilanzierungssystematik können die THG<sup>13</sup>-Emissionen für die Jahre 2010 – 2012 nicht wie beim Endenergieverbrauch in die Trendanalyse einbezogen werden. Hier stehen die Ergebnisse von 2013-2018 zur Verfügung.

<sup>13</sup> THG - Treibhausgas

Bezogen auf den Zeitraum 2013-2018 ist der Endenergieverbrauch über alle Sektoren in Warendorf um knapp 7% zurückgegangen (s. Abb. 5). Bei den THG-Emissionen ist der Rückgang mit 11,6% deutlich höher (s. Abb. 17 und 18). Diese Abnahme findet in allen Sektoren auf ähnlichem Niveau statt.

Gründe für den Emissionsrückgang sind neben der vor allem effizienzbedingten Abnahme des Energieverbrauchs der zunehmende Einsatz regenerativer Energien, vor allem durch die Einspeisung in das Stromnetz. (Rückgang der Emissionen beim Strom: - 21%).

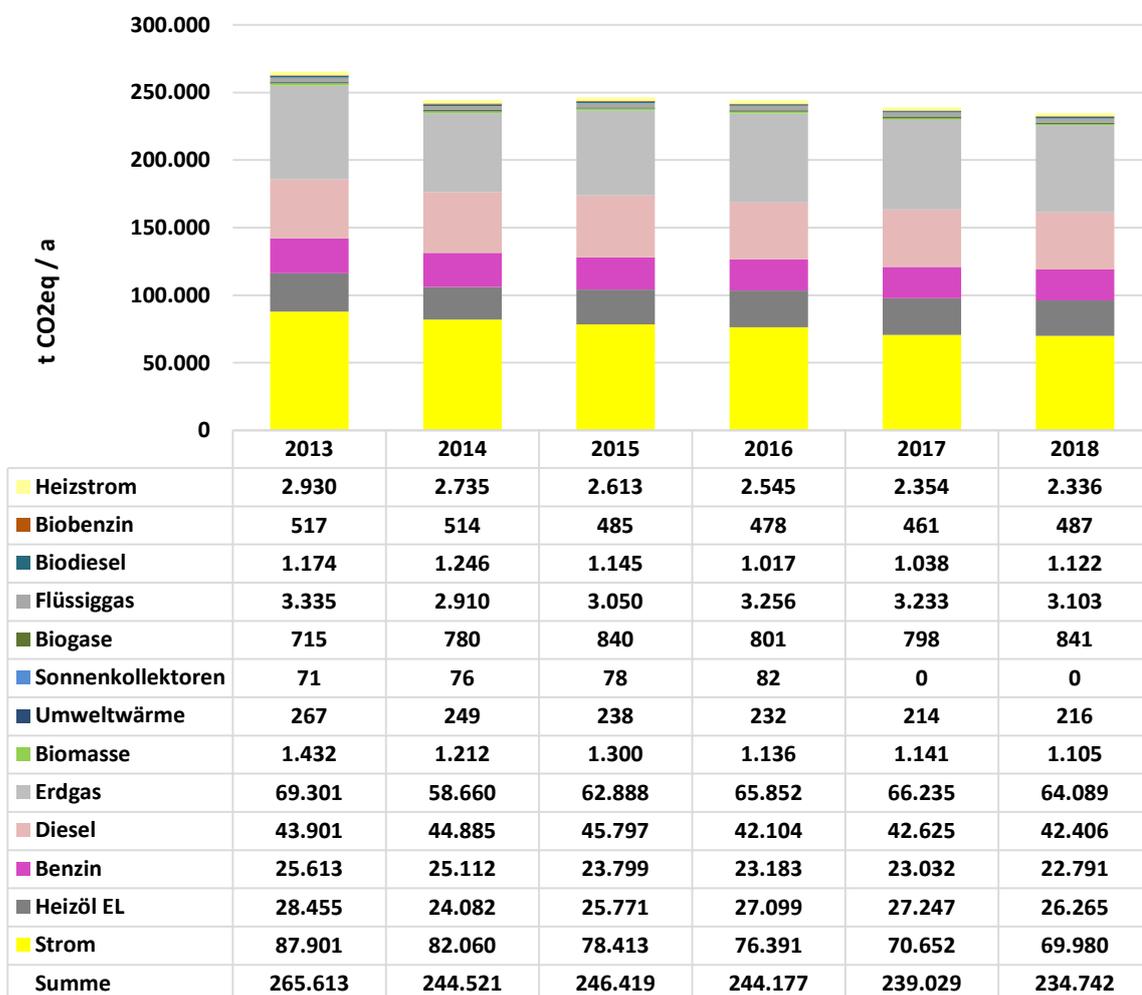


Die mengenmäßige Verteilung nach Sektoren beim Endenergieverbrauch (s. Abb. 7a) spiegelt sich proportional bei den Treibhausgasemissionen nach Sektoren wider (s. Abb. 15). Haushalt und Verkehr dominieren in Warendorf in der Bilanz. Die quantitative Reduzierung der Emissionen im Verlaufe der Jahre 2013 – 2018 um 11,6% zeigt Abb. 16. Die Abb. 17 gibt einen Blick auf die Emissionsverteilung nach Energieträgern. Auch hier zeigen sich es über alle Energieträger hinweg Rückgänge, allen voran beim Strom.

| <b>Abb. 17: Treibhausgasemissionen gesamt im Stadtgebiet Warendorf nach Sektoren (in t CO<sub>2eq</sub> / a)</b> |             |             |             |             |             |             |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Auswertung ECORegion 2020</i>   |             |             |             |             |             |             |
| Sektoren   | 2013        | 2014        | 2015        | 2016        | 2017        | 2018        |
| <b>Haushalte</b>   | 114.490     | 100.230     | 103.648     | 105.697     | 103.020     | 101.002     |
| <b>Industrie</b>   | 43.277      | 39.818      | 38.888      | 38.837      | 36.872      | 36.500      |
| <b>GHD*</b>  | 35.939      | 32.017      | 31.975      | 32.218      | 31.375      | 29.845      |
| <b>Verkehr</b>   | 72.016      | 72.575      | 72.024      | 67.425      | 67.763      | 67.395      |
| <b>Summe</b>   | 265.722     | 244.641     | 246.536     | 244.177     | 239.029     | 234.742     |
| <b>Einwohner</b>   | 37.899      | 37.899      | 38.059      | 37.966      | 38.133      | 38.106      |
| <b>THG - pro Einwohner</b>   | <b>7,01</b> | <b>6,45</b> | <b>6,47</b> | <b>6,43</b> | <b>6,26</b> | <b>6,16</b> |

Ergänzend einige Zahlen zu Erneuerbaren Energien aus dem Energieatlas NRW für 2019:

- Nutzung der Geothermie mit 255 Wärmepumpen mit einem (geschätzten) Ertrag von 2,4 GWh
- Ertrag (geschätzt) aus Solarkollektoren mit 3,3 GWh

**Abb. 18: Treibhausgasemissionen gesamt im Stadtgebiet Warendorf nach Energieträgern (in t CO<sub>2eq</sub> / a)**


Die nachfolgenden Abb. 19 und 20 belegen die überragende Rolle der Energiewirtschaft bei der Emissionsbilanzierung. Über 40 % der THG-Reduzierungen seit 1990 kommen aus der Energiewirtschaft, der Beitrag der Haushalte ist entsprechend deutlich geringer (8 %).

Abb. 19: Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (1990-2019 in 1.000 t CO<sub>2</sub>eq)

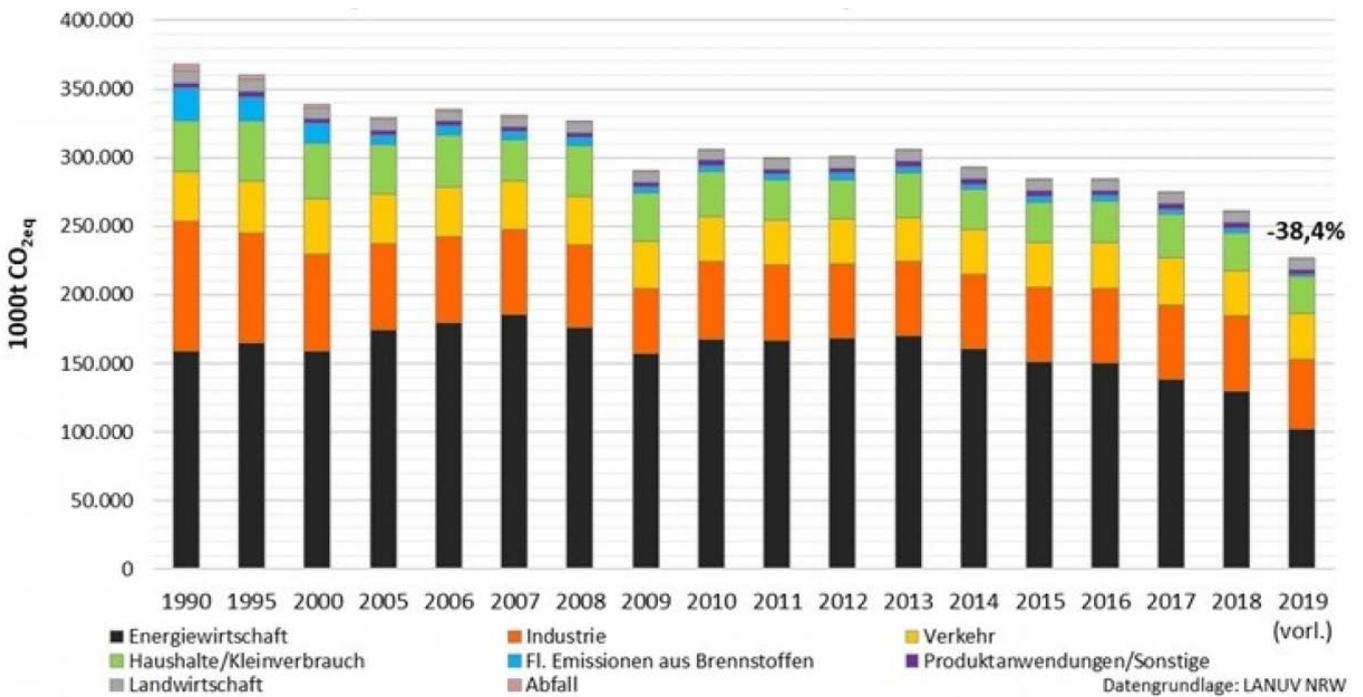
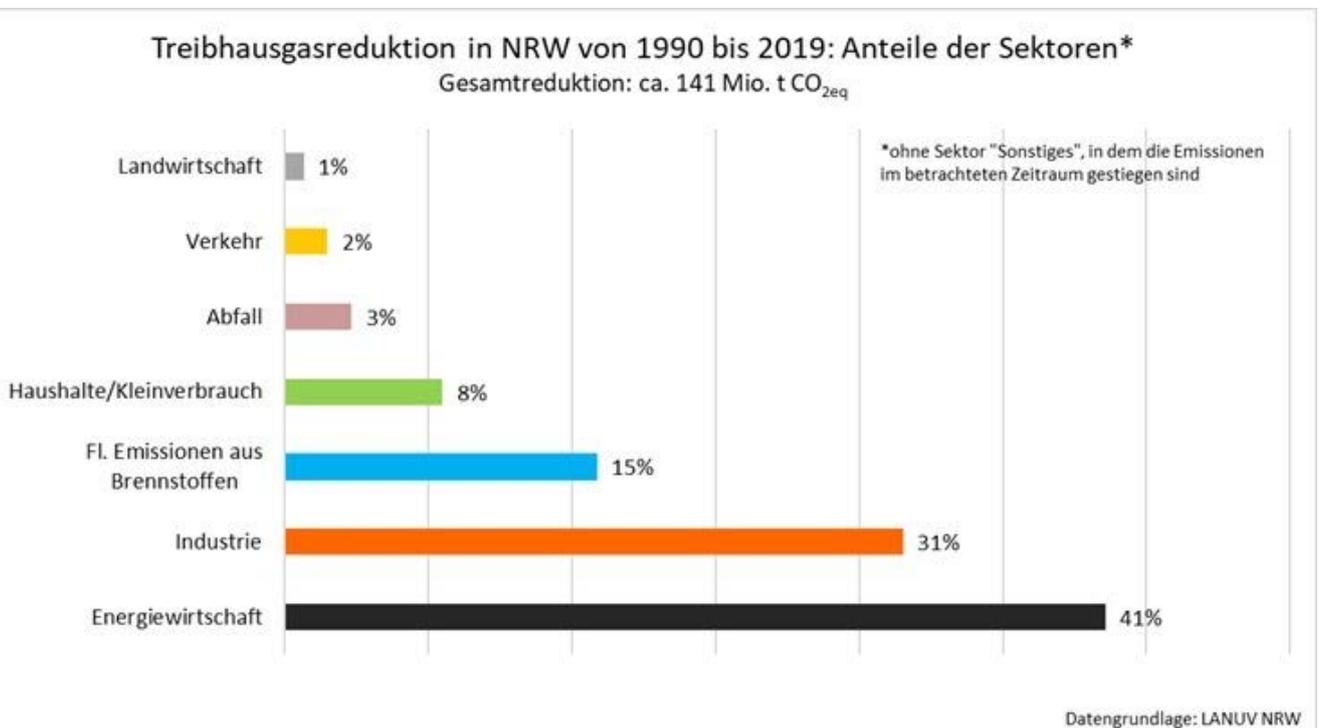
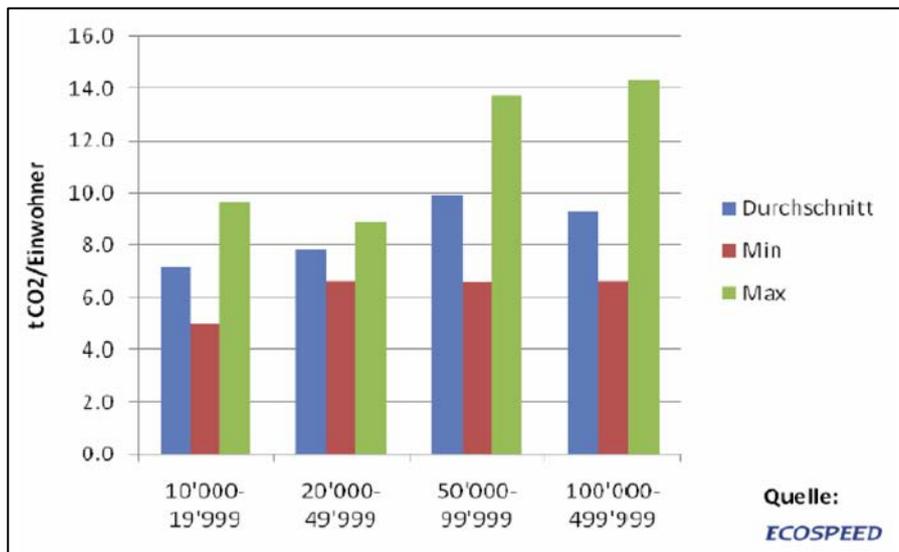


Abb. 20: Treibhausgasemissionen in NRW nach Sektoren (1990-2019 in %)



## Zusammenfassung Gesamtbilanz Stadt Warendorf

Die Gesamtbilanz stellt für den Zeitraum 2013-2018 den Endenergieverbrauch und die damit verbundenen THG-Emissionen in Warendorf dar. Klar erkennbare Trends sind der Rückgang des Energieverbrauchs über alle Sektoren um rund 7% und die damit einher gehende THG-Reduktion um rund 11% (s. Abb. 17).



**Abb. 21: THG-Emissionen pro Kopf in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl**

Umgerechnet auf die Vergleichsgröße „THG-Emissionen pro Einwohner“ sind es in Warendorf 6,16 t/a (2018). Ein Rückgang von 0,85 t/a im Vergleich zu 2013. Die Stadt Warendorf liegt im Vergleich zu Städten gleicher Größenordnung in einem sehr guten Bereich. Damit wird das Zwischenziel (15 % weniger CO<sub>2</sub> bis 2020) aus dem Klimaschutzkonzept von 2013

voraussichtlich erreicht. Das Ziel für 2022 mit 25% wird hingegen schwieriger zu erreichen sein. Die Ziele zu erneuerbaren Energien sind - insbesondere im Strombereich - bereits mehr als erfüllt (s. Abb. 21).

Für diese Entwicklung sind Effekte auf überregionaler wie auch lokaler Ebene verantwortlich:

Auf überregionaler Ebene wirken sich die großen Veränderungen bei der Energiewirtschaft in NRW aus. Besonders bei den Emissionen machen sich die Abschaltungen bei Kohlekraftwerken, Effizienzverbesserungen und die Zunahme der Erneuerbaren Energien (auch bei den Energieversorgern) bemerkbar.

Auf lokaler Ebene sind es ebenfalls Effizienzverbesserungen (z.B. bei Heizungsanlagen) sowie die starke Zunahme des Anteils Erneuerbarer Energien (private Anlagen), die zum Rückgang des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen beitragen. Hierbei sind die steigenden Anteile der Eigennutzung (z.B. bei PV-Anlagen) noch nicht einmal berücksichtigt, da diese aktuell nicht erfasst werden.

Durch den (im Vergleich zum bundesweiten Wert) sehr hohen Anteil des Sektors Haushalt sowie auch des Verkehrs schlagen die bundesweit erkennbaren THG-Reduktionen bei der Industrie in der Bilanz für Warendorf nicht in gleicher Weise durch. Entsprechend ist bei geringerem Aufkommen auch das Reduktionspotenzial nicht so hoch wie auf Bundesebene.

Für die weiteren Energieeinsparungen und die lokale THG-Reduktion zur Erreichung der Klimaschutzziele in Warendorf rücken damit die Sektoren Haushalt und Verkehr in den Vordergrund. Bei den Haushalten ist es der Bereich Wärmeenergie (Gebäudebeheizung / Gebäudedämmung / Einsatz erneuerbare Wärmeenergien) sowie die Nutzung von REG-Anlagen zur Stromproduktion. Beim Verkehr stehen emissionsarme Verkehrsträger (Fahrrad / ÖPNV / Elektromobilität usw.) als Reduktionspotenziale im Vordergrund.

## CO<sub>2</sub>-Teilbilanz städtische Liegenschaften und Betriebe (2019)

### *Elemente der Bilanzierung*

Die Teilbilanz erfasst die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die durch den Energieeinsatz für den laufenden Betrieb der Stadtverwaltung mit allen Liegenschaften sowie den Betrieb der städtischen Beteiligungsgesellschaften (Stadtwerke und Abwasserbetrieb) verursacht werden. Dazu zählen vor allem die Beheizung der Gebäude, der Energieeinsatz für technische Anlagen (z.B. Pumpen, Straßenleuchten) sowie die Treibstoffe für Fahrzeuge. Nicht enthalten sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen von sonstigen Ressourcen bzw. Produkten (s.o. zu *Grauer Energie*). Ebenfalls nicht enthalten sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die private Dienstleister im öffentlichen Auftrag verursachen (z.B. bei Müllabfuhr, Wertstoffsammlung oder Straßenreinigung).

Diese Teilbilanz ist in der Gesamtbilanz der Stadt Warendorf (s. Teil 1) vollständig enthalten. Der Anteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Teilbilanz an den Gesamtemissionen in Warendorf liegt unter 2 Prozent.

Bei den kommunalen (Teil)Bilanzen für die städtischen Energieverbräuche bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen ist eine Bewertung über einen interkommunalen Vergleich aufgrund verschiedener Systematiken und Aufgabengebiete schwierig. So wird die Vergabe kommunaler Dienstleistungen an private Anbieter nicht in jeder Kommune gleich gehandhabt bzw. bilanziert. Nicht jede Kommune hat eigene Stadtwerke für Energie- oder Entsorgungsleistungen.

Die Teilbilanz für das Jahr 2019 wurde von der Stadt Warendorf in Eigenleistung erstellt.

### *Die Gebäude der städtischen Verwaltung*

Je nach Betrachtungsansatz (Wirtschaft und Finanzen, Energieversorgung, Personal usw.) werden die städtischen Gebäudeeinheiten unterschiedlichen Gebäudekomplexen, Gebäuden, Gebäudeteilen, Nutzerbereichen, Zählerbereichen oder Kostenstellen zugeordnet.

Für die Gebäudewirtschaft steht die Unterhaltung und Versorgung sowie die Art der Nutzung der Gebäudeeinheiten im Vordergrund. Dazu erfolgt eine Unterteilung in drei Gruppen:

#### **A Schulen**

Bei den Schulen hat es im Laufe der Jahre etliche Veränderungen gegeben, so dass viele Schulstandorte jetzt anderen Schulformen zugeordnet sind oder dass bspw. Grundschulstandorte zusammengefasst wurden. Zu den großen Schuleinheiten zählen die Gesamtschule, das Laurentianum sowie die Marienschule, z.T. mit mehreren Standorten und Gebäudekomplexen. Auch bei den acht Grund- und Förderschulen gibt es Aufteilungen auf mehrere Standorte.

#### **B Verwaltungs- und Dienstgebäude**

Hierzu zählen die fünf Verwaltungsstandorte, die sechs Feuerwachen sowie der Baubetriebshof und der Friedhof Warendorf.

#### **C Sonstige**

Zu den sonstigen technisch und energetisch von der Gebäudewirtschaft betreuten Gebäude(komplexen) zählen u.a. die KITA, VHS, HOT, Theater am Wall usw. sowie auch kleinere Einheiten wie Brunnen und E-Ladesäulen.

Weitere Schulen wie die Realschule oder auch sonstige öffentliche Standorte wie das Haus der Familie werden nicht von der städtischen Verwaltung, sondern von externen Trägern unterhalten.

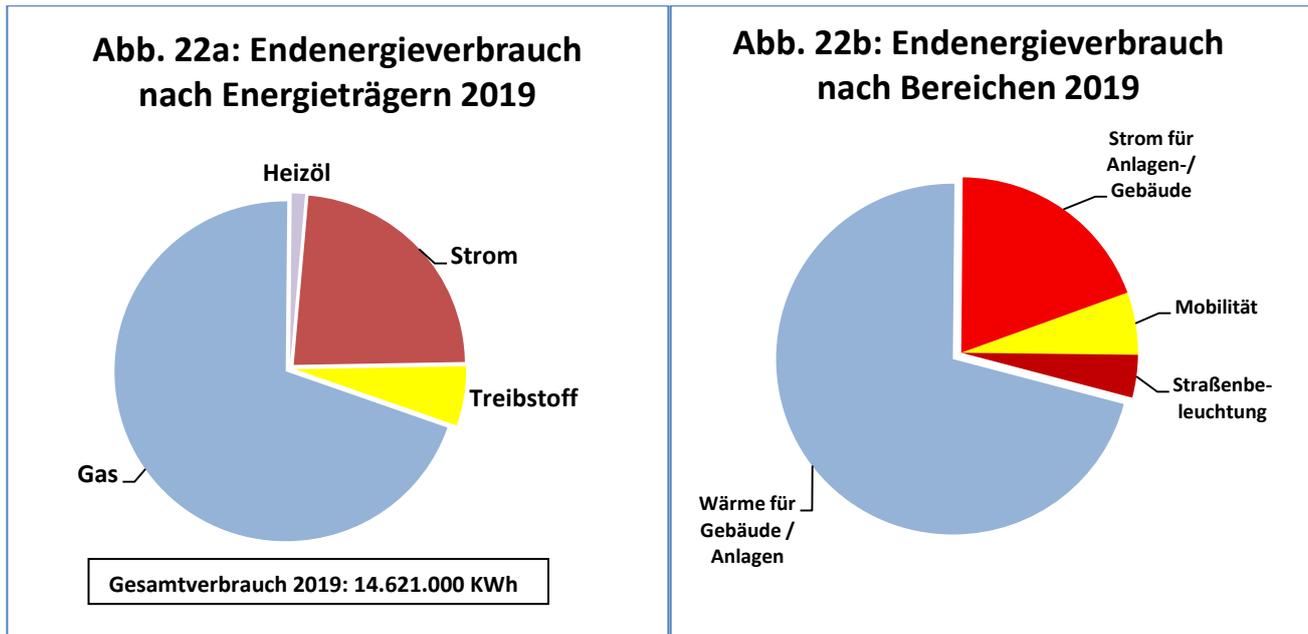
Die städtischen Wohn- und Übergangsheime sowie Sozialwohnungen werden von der Stadt unterhalten, die Energiekosten werden teilweise über Gebühren auf die Bewohner umgelegt. Diese Einheiten dürfen daher in der energetischen und der CO<sub>2</sub>-Bilanz nicht erfasst werden, die Verbräuche sind den Mieter / Nutzern zuzuordnen.

### Fahrzeuge in städtischer Verwaltung

Die größten Fahrzeugsparks unterhalten der städtische Baubetriebshof und die Feuerwehr, darunter überwiegend Einsatz- und Nutzfahrzeuge. Die übrigen PKW-Dienstfahrzeuge verteilen sich auf die verschiedenen Verwaltungsstandorte, ergänzt durch u.a. durch E-Bikes.

### Verteilung der Energieverbräuche über alle Bereiche

Die drei wesentlichen energetischen Einsatzbereiche sind Gebäudebeheizung, Anlagenbetrieb und Mobilität. Die Einsatzbereiche korrespondieren eng mit den eingesetzten Energieträgern. Bei den Gebäudeheizungen ist es nahezu ausschließlich Erdgas, der Anlagenbetrieb (inkl. Straßenbeleuchtung) nutzt vornehmlich Strom und die Mobilität erfolgt vorwiegend mit den Treibstoffen Benzin und Diesel (s. Abb. 22a und b).



### Energieverbräuche bei der städtischen Verwaltung

Die Hauptenergieverbraucher bei den Einheiten in städtischer Verwaltung sind die großen weiterführenden Schulen, danach die Straßenbeleuchtung und die großen Verwaltungsstandorte des Rathauses, die (Grund)Schulen und der städtische Bauhof. Abschließend folgen noch die vielen kleinen Einheiten wie Feuerwehrgerätehäuser, Sportplätze und Hausmeisterwohnungen bis hin zum „Schlusslicht“, einer E-Bike-Ladestation.

Die Ausgaben für Energie betragen für die von der Stadtverwaltung betreuten Liegenschaften (inkl. Fahrzeuge) in 2019 rund 1,46 Mio EURO. Das entspricht einem durchschnittlichen Preis von 13,3 Cent für jede Kilowattstunde gekaufter Energie (rund 11.000.000 kWh) als Strom, Gas, Heizöl oder Treibstoff. Anteilig an den laufenden Ausgaben der Stadt Warendorf sind es rund 2,5%.

Im Jahr 2009 lagen die Ausgaben bei rund 1,1 Mio € für 10,2 Mio kWh Energie (ohne Treibstoffe für Fahrzeuge). Es sind die bei einem Vergleich die Veränderungen im Gebäudebestand zu berücksichtigen.

### Energieverbräuche bei Abwasserbetrieb und Stadtwerken

Bei den Abwasserbetrieben steht die Kläranlage sowohl bei Verbrauch wie auch Eigenproduktion (von Strom) im Mittelpunkt. Die einzelnen Außenstandorte wie Pumpstationen sind deutlich kleinere Verbrauchseinheiten. Ähnlich bei den Stadtwerken mit den großen Hauptverbrauchern Bäder einschließlich Eigenproduktion, Verwaltungsgebäude und Wasserwerk sowie einigen kleineren Verbrauchseinheiten.

Bei beiden städtischen Betrieben führt die Nutzung regenerativer Energien (Solar / Wasserkraft / Klärgas) zur Eigenproduktion von Strom bzw. Wärme zur Reduzierung der laufenden Energiekosten durch eingesparte

Brennstoffkosten. Dem stehen die vorherigen Investitionen in die Erzeugungsanlagen und ggf. erhöhte Betriebsaufwendungen gegenüber.

### *Datenverfügbarkeit*

- **Stadtwerke / Abwasserbetrieb**

Bei den Stadtwerken und dem Abwasserbetrieb liegen die Verbrauchsdaten zu Gebäuden, Anlagen und Fahrzeugen zentral vor

- **Stadtverwaltung Gebäude und Anlagen**

Die Erfassung der verschiedenen Gebäude- bzw. Anlagenenergiedaten erfolgt vornehmlich bei der Gebäudewirtschaft (SG65), ein spezieller Teilbereich (Heime, Wohnungen) wird vom Sachgebiet Soziales (SG50) betreut. Die Verbrauchswerte der Heime und Wohnungen (SG50) werden nicht einbezogen in die CO<sub>2</sub>-Teilbilanz der städtischen Liegenschaften. Die Verbräuche sind den jeweiligen Mietern/Nutzern zuzuordnen. Die technische Betreuung liegt zentral bei der Gebäudewirtschaft.

Die Daten zur Wärmeenergieerzeugung (Gasverbrauch) und zur Gebäudetechnik (Strom) liegen für 2019 vollständig vor.

#### **Fahrzeuge**

Die Fahrzeuge der Verwaltung werden durch die jeweilige Sachgebieten betreut. Quantitative Schwerpunkte sind der Baubetriebshof und die Feuerwehr. Die Treibstoffverbräuche liegen als Angaben in Liter (Benzin / Diesel) vor. Der Stromverbrauch für die E-Fahrzeuge (PKW, Nutzfahrzeuge und Fahrräder) ist im Gesamtstromverbrauch enthalten und wird nicht gesondert erfasst.

Die Dienstfahrten mit den Stadtteilautos sind einbezogen (Berechnung über angegebene Fahrtkilometer)

Die dienstlich veranlassten Fahrten mit Privat-PKW und dem ÖPNV sind einbezogen (Berechnung über angegebene Fahrtkilometer bzw. Fahrtkostenabrechnungen).

#### **Straßenbeleuchtung**

Die Betreuung der Straßenbeleuchtung in Warendorf führen die Stadtwerke im Auftrag der Verwaltung durch.

Die Daten liegen für 2019 vollständig vor.

### *Datenauswertung*

Die vorliegenden Daten zu den Energieverbräuchen wurden auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Für die Prüfung der Plausibilität wurden statistische Kennwerte wie beispielsweise der spezifische Heizbedarf (in kWh / (qm / a)) für Schul- bzw. Verwaltungsgebäude genutzt.

Aus den geprüften Energieverbräuchen wurden anhand der Emissionsfaktoren die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet.

**Abb.23: Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen 2019 (mit LCA-Faktoren)**

|   | Verwaltung                           | Stadt-<br>werke* | Abwasser-<br>betriebe | Verwaltung  | Stadt-<br>werke * | Abwasser-<br>betriebe | Summe<br>CO <sub>2</sub> -Emissionen |
|---|--------------------------------------|------------------|-----------------------|---|-------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|   | Energie in KWh bzw. Liter Treibstoff |                  |                       | CO <sub>2</sub> -Emission in kg                           |                   |                       |                                      |
| <b>Fahrzeuge</b>                                  |                                      |                  |                       |   |                   |                       |                                      |
| - Ökostrom  | 10.000**                             | 1.580            | 3.000**               | 250   | 40                | 75                    | 365                                  |
| - Verbrenner                                      | 90.182 Liter                         | 2.686 Liter      | 2.756 Liter           | 288.582   | 7.908             | 8.114                 | 304.604                              |
| - sonstige Fahrten                                |                                      |                  |                       | 14.715  |                   |                       | 14.715                               |
| <b>Ökostrom</b>                                   | 933.279                              | 1.002.000        | 1.039.190             | 23.332  | 25.050            | 25.980                | 74.362                               |
| <b>Gas</b>  | 9.062.000                            | 1.480.000        | 208.963               | 2.238.314   | 365.560           | 51.614                | 2.655.488                            |
| <b>Heizöl für<br/>Gebäude / Anlagen</b>           |                                      |                  | 191.816               |   |                   | 60.997                | 60.997                               |
| <b>Straßenbeleuchtung<br/>Ökostrom</b>            | 606.000                              |                  |                       | 15.150  | --                | --                    | 15.150                               |
| <b>Summe (gerundet)</b>                           | 11 Mio KWh                           | 3 Mio KWh        | 2 Mio KWh             |   |                   |                       |                                      |
| * berechnet aus Werten von 2018      ** geschätzt |                                      |                  |                       | <b>mit LCA-Faktoren Summe 3.125.681 kg CO<sub>2</sub></b> |                   |                       |                                      |
| <b>15.446.676 KWh***</b>                          |                                      |                  |                       | <b>bzw. 3.126</b>   |                   |                       |                                      |
| *** inkl. Treibstoffe, umgerechnet in KWh         |                                      |                  |                       |   |                   |                       |                                      |

### Gesamtenergieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch über alle Bereiche beträgt im Jahr 2019 rund 15.446.676 KWh. Das entspricht dem Gesamtenergiebedarf für das Wohnen von ca. 1.000 Haushalten (bei einem Bundesdurchschnitt von ca. 16.000 KWh für das Wohnen [ohne Mobilität]).

Unter Einbeziehung des eigenproduzierten Stroms liegen die Stadtwerke bei einem Jahresverbrauch von 2,8 Mio KWh, die Abwasserbetriebe bei rund 1,7 Mio KWh. Dies macht zusammen weniger als die Hälfte als der Summe für die von der Verwaltung betreuten Liegenschaften / Fahrzeuge mit rund 11 Mio KWh.

### Gesamtemissionen

Die resultierenden Emissionen über alle Bereiche ergeben 3.125.681 kg CO<sub>2</sub> (s. Abb. 23; unter Einbeziehung der LCA-Faktoren aus der energetischen Vorkette).

Wenn nur die direkten Emissionen betrachtet werden, wären es 2.461.535 kg CO<sub>2</sub> (s. Abb. A2 im Anhang).

## Verteilung Emissionen

Über 85% der Emissionen werden durch den Einsatz von Erdgas (vornehmlich für die Gebäudeheizung der Schul- und Verwaltungsgebäude) verursacht, weniger als 1% durch Heizöl. Die restlichen Emissionen sind vor allem dem Bereich Mobilität mit kommunalen Fahrzeugen bzw. dienstlichen Fahrten zuzuordnen.

## Regenerative Energien und Ökostrom

Die Nutzung regenerativer Energien trägt in sehr erheblichem Maße zur Reduzierung der Emissionen bei. Das sind einerseits der von den Stadtwerken Warendorf bezogene, zertifizierte Ökostrom sowie auch die Stromerzeugung mit eigenen Anlagen. Die 3.592.049 KWh aus zertifiziertem Ökostrom decken 100% des Strombedarfs und tragen zu einer bilanziellen Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 1.440 t<sup>14</sup> bei. Dazu kommt der eigenproduzierte und –genutzte (Öko)Strom mit 1.137.000 KWh mit einer Emissionseinsparung von 455 t CO<sub>2</sub>.

## Emissionen Mobilität

Die mit den fossilen Treibstoffen Benzin und Diesel betriebenen PKW / Nutzfahrzeuge hatten in 2019 einen Anteil von rund 97%, die mit Ökostrom betriebenen PKW, Nutzfahrzeuge und E-Bikes einen ca. 3%igen Anteil am Energieverbrauch für die Mobilität (von insgesamt 770.000 KWh) für Fahrzeuge.

Der Mobilitätsanteil am gesamten Endenergieverbrauch beläuft sich auf knapp 5%.

Bei den Emissionen ist der Anteil der Mobilität doppelt so hoch (10% statt 5%) wie beim Endenergieverbrauch, weil hier kaum regenerative Energien bzw. Ökostrom zum Einsatz kommen.

## Tendenzen / Konsequenzen

### Verwaltung

In allen Bereichen der städtischen Verwaltung sind im Laufe der letzten 25 Jahre verschiedene energetische Optimierungen vorgenommen worden. Der Energiebericht der Gebäudewirtschaft von 2006 zeigt für die Jahre ab 1998 erhebliche Einsparerfolge bzgl. Energie und Emissionen bei den städtischen Gebäuden. Für die Folgejahre bis 2018 liegt keine Energiebilanz vor.

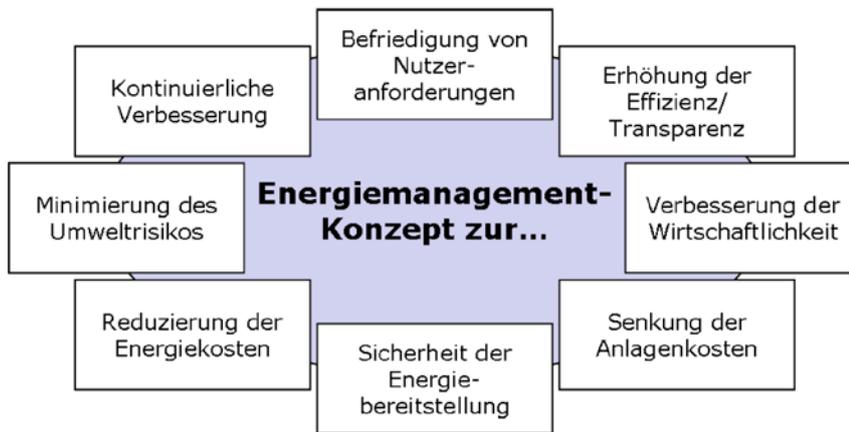
Aus dem Energiebericht 2006 sind im Zeitraum 1998-2006 für die Heizwärme Einsparungen von rund 35% sichtbar, beim Strom ist eher eine Stagnation erkennbar. Nach dem zunächst folgenden Rückgang der Einsparungen aufgrund von Flächenzuwachsen bei den Gebäuden und mehr eingesetzten Geräten (vor allem PC mit Zubehör) wurde danach durch weitere Einsparmaßnahmen das Verbrauchsniveau beim Strom von 1998 wieder erreicht.

Die Energiekosten bei der Stadtverwaltung sind seit 2006 von rund 800.000 € auf rund 1.400.000 € in 2019 gestiegen. Gleichzeitig blieb der Energieverbrauch (Strom / Beheizung) auf etwa gleichem Niveau, trotz Flächenzuwachsen und erhöhter Technikausstattung. Dies zeigt angesichts der allgemeinen Preisentwicklungen (Verdopplung der Preise von Strom und Erdgas seit 1996; s. auch Abb. A8 im Anhang), dass bisher erfolgreiche Arbeit zur Eindämmung der Kostenentwicklung geleistet wurde.

Gleichzeitig zeigt diese Entwicklung den Bedarf an einer Weiterentwicklung des bestehenden Energiemanagements. Gezielte Reaktionen auf besondere Ansprüche in Corona-Zeiten, auf kurzfristige Nutzungsänderungen in Schulen, an ein kontinuierliches Fehlermanagement im Anlagenbetrieb oder ein effizientes Kostenmanagement können nur auf Basis konsistenter Daten erfolgen. Insbesondere hier sind Investitionen in das Controlling erforderlich (smart metering und Fachpersonal) Energiemanagement ist eine Daueraufgabe mit permanentem Anpassungsbedarf (s. Abb. 24 aus Klimaschutz-Teilkonzept 2013).

---

<sup>14</sup> Wenn Emissionen in Höhe von 0,401 kg/KWh (Deutscher Strommix 2019) angesetzt werden



**Abb. 24: Ziele eines Energiemanagements**

Die jüngere Entwicklung mit der Zielvorgabe CO<sub>2</sub>-Neutralität für die städtischen Gebäude bis 2030 wird im Zuge der turnusmäßig anstehenden Sanierungen, insbesondere bei den Heizungsanlagen, schrittweise zu weiteren Emissionsreduzierungen beim Gebäudebestand führen. Planbare Erneuerungen von Heizsystemen werden als klimaneutrale Systeme geplant. Nur bei unverhältnismäßigen Aufwendungen sind Übergangslösungen (z.B. Brennstoffzelle im Historischen Rathaus) im Hinblick auf das Ziel für 2030 denkbar. Auch ist die Ausstattung mit PV-Anlagen auf geeigneten öffentlichen Dächern seit 2020 eine Pflichtprüfung in Deutschland geworden und somit Bestandteil der Planungen im Gebäude- und Energiebereich.

Bei der Mobilität ist die Entwicklung erst am Anfang. Einige wenige E-PKW und E-Bikes können bisher nur einen geringen Beitrag zur emissionsarmen Mobilität leisten. Der sehr hohe Anteil von speziellen Nutzfahrzeugen des Bauhofs und der Feuerwehr am Gesamtbestand von Fahrzeugen steht der Entwicklung entgegen. Diese speziellen Fahrzeuge sind nur sehr schwer durch emissionsarme Fahrzeuge zu ersetzen, da das Angebotsspektrum sehr klein und die Beschaffungskosten entsprechend hoch sind. Umso wichtiger ist es, die vorhandenen Einsparpotenziale bei den PKW zu nutzen und die weiteren Möglichkeiten emissionsarmer Mobilitäts-elemente wie Fahrräder stärker einzubeziehen.

### **Abwasserbetriebe**

Die Abwasserbetriebe benötigen ihre Energiemengen vor allem im stationären Dauerbetrieb der Anlagen. Der dazu eingesetzte Strom ist als Ökostrom nahezu emissionsfrei, zusätzlich wird durch die Eigenerzeugung mittels BHKW und PV-Anlage ein weiterer erheblicher Anteil des Energiebedarfs gedeckt. Die Aufwendungen zur Hebung weiterer Einsparpotenziale ist mit proportional steigenden Aufwendungen bzw. Investitionen verbunden, der spezifische Preis pro eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> steigt entsprechend.

### **Stadtwerke**

Die Stadtwerke haben mit dem Einsatz von Ökostrom, emissionsarmen Fahrzeugen, PV-Anlagen und effizienter Technik ebenfalls eine Vielzahl von „low hanging fruits“ geerntet. Auch hier sind weitere Fortschritte aufwendiger und mit höheren spezifischen Reduktionskosten pro Tonne CO<sub>2</sub> verbunden.

Insgesamt sind aus der Analyse des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen eine Vielzahl erfolgreicher Maßnahmen abzulesen. Viele große Energieverbraucher wurden optimiert. Über 20% des gesamten Energiebedarfs von 15,4 Mio KWh wird aus Erneuerbaren Energien gedeckt. Um den Weg weiterhin erfolgreich zu beschreiten, müssen

- Energieeinsparungen Priorität haben. Das gilt auch für den Fall, dass Ökostrom eingespart werden soll.
- Sanierungen an bestehenden Gebäuden, Neubauten oder auch Neuanschaffungen von Fahrzeugen dem Ziel der *Klimaneutralität 2030* folgen.
- auch bei besonderen Situationen und Anforderungen Optionen auf den Einsatz Erneuerbarer Energien gewahrt bleiben (Beispiel Brennstoffzelle für historisches Rathaus).
- die besonderen Anforderungen an Technik und Personal beim Energiemanagement beachtet werden.
- die optimalen Nutzungen und Belegungen von Gebäuden, speziell bei Verwaltung und Schulen, in die Betrachtung einbezogen werden.
- die Bemühungen im Bereich emissionsarme Mobilität konsequent verstärkt werden.
- die Potenziale bei der Verhaltenssteuerung der Gebäudenutzer gehoben werden (s. auch Abb. 25).

**Abb. 25: Geringinvestive Optimierungspotenziale im Bestand**

