

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



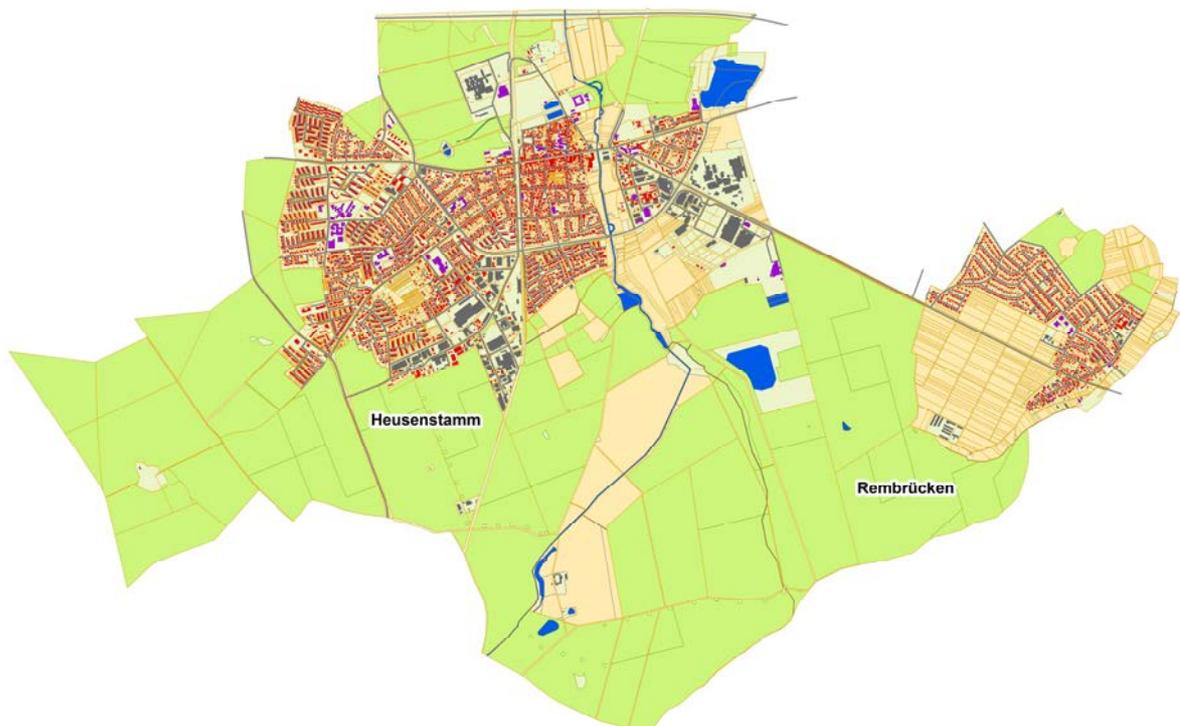
NATIONALE  
KLIMASCHUTZ  
INITIATIVE



Stadt  
**HEUSENSTAMM**  
Zu Hause im Leben.

Integriertes Klimaschutzkonzept  
der Stadt Heusenstamm  
2030/2050

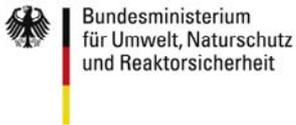
Fortschreibung des  
Integrierten Klimaschutzkonzepts der  
Stadt Heusenstamm aus 2013



Heusenstamm, 18. April 2017



GEFÖRDERT DURCH:



## Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm 2030/2050

Fortschreibung des  
Integrierten Klimaschutzkonzepts  
Stadt Heusenstamm vom 13. November 2013

Bearbeitung  
Stadtverwaltung Heusenstamm  
Projektgruppe Klimaschutz  
Leitung Hans-Peter Löw

Fachliche und konzeptionelle Beratung  
**COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt** GbR  
Am Seegärtchen 23  
64354 Reinheim  
06162 / 9117 – 434  
[www.cooperative.de](http://www.cooperative.de)  
Jörg Felmeden  
Sandra Landau  
Bernhard Michel

Heusenstamm, den 18. April 2017



## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Integriertes Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2030/2050</b>               | <b>3</b>  |
| <b>2. Grundlagen und generelle energiewirtschaftliche Zielsetzungen</b>       | <b>5</b>  |
| <b>3. Die Stadt Heusenstamm</b>   | <b>10</b> |
| 3.1 Strukturdaten der Stadt   | 10        |
| 3.2 Stadtentwicklung  | 12        |
| 3.3 Altersstruktur der Bebauung   | 13        |
| 3.4 Bebauungsdichte   | 14        |
| <b>4. Energiebedarf</b>   | <b>15</b> |
| 4.1 Wohnen und Kleingewerbe   | 15        |
| 4.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)                                   | 15        |
| 4.3 Städtische Liegenschaften   | 15        |
| 4.4 Öffentliche Einrichtungen (Schulen; kirchliche und soziale Einrichtungen) | 17        |
| 4.5 Städtische Fahrzeuge und Geräte   | 18        |
| 4.6 Straßenbeleuchtung  | 18        |
| 4.7 Abwasser  | 19        |
| 4.8 Verkehr und Mobilität   | 22        |
| <b>5. Energie- und Emissionskataster 2015</b>                                 | <b>24</b> |
| 5.1 Energiekataster 2015  | 24        |
| 5.2 Emissionskataster 2015  | 26        |
| <b>6. Potenzialanalyse 2030/2050</b>  | <b>27</b> |
| 6.1 Energieeinsparpotenziale  | 27        |
| 6.1.1 Private Liegenschaften (Wohnen, Kleingewerbe, GHD)                      | 27        |
| 6.1.2 Städtische Liegenschaften und öffentliche Einrichtungen                 | 29        |
| 6.1.3 Städtische Fahrzeuge und Geräte   | 29        |
| 6.1.4 Straßenbeleuchtung  | 30        |
| 6.1.5 Abwasser  | 30        |
| 6.1.6 Verkehr und Mobilität   | 31        |
| 6.2 Verfügbare Potenziale Erneuerbarer Energien                               | 32        |
| 6.2.1 Solarthermie und Photovoltaik   | 32        |
| 6.2.2 Geothermie  | 33        |
| 6.2.3 Biomasse  | 37        |
| 6.2.4 Nutzung der Abwasserwärme   | 39        |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 6.2.5      | Abwärmenutzung aus betrieblichen Prozessen                | 40        |
| 6.2.6      | Produktionsabwärme  | 40        |
| 6.2.7      | Kraft-Wärme-Kopplung                                      | 40        |
| 6.2.8      | Wind  | 41        |
| <b>7.</b>  | <b>Ziel-Szenario 2030/2050</b>                            | <b>42</b> |
| <b>8.</b>  | <b>Maßnahmen zur Umsetzung</b>                            | <b>44</b> |
| 8.1        | Energiewirtschaftliche Maßnahmen                          | 47        |
| 8.2        | Maßnahmen zur Verbesserung der Energie-Effizienz          | 48        |
| 8.2.1      | Reduzierung der Anlagenverluste                           | 48        |
| 8.2.2      | Verdichtung der Erdgasversorgung                          | 48        |
| <b>9.</b>  | <b>Maßnahmenkatalog</b>                                   | <b>49</b> |
| <b>10.</b> | <b>Umsetzung und Kommunikation</b>                        | <b>52</b> |
| 10.1       | Priorisierung der Maßnahmen                               | 53        |
| 10.2       | Organisation der Umsetzung                                | 53        |
| 10.3       | Aktivitäten der Stadt                                     | 54        |
| 10.4       | Konzept einer kommunalen Energie- und Klimaschutzberatung | 55        |
| 10.5       | Ansatzpunkte für ein kommunales Förderprogramm            | 57        |
| 10.6       | Neubaugebietsplanung                                      | 58        |
| 10.7       | Informations-, Beratungs- und Partizipationskonzept       | 59        |
| 10.8       | Monitoring-Konzept  | 62        |
| <b>11.</b> | <b>Quellen und Literatur</b>                              | <b>63</b> |
| <b>12.</b> | <b>Anhang: Maßnahmenkatalog</b>                           | <b>66</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Übersichtsplan der Stadt Heusenstamm [31]                                | 10 |
| Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung [26][27]   | 12 |
| Abbildung 3: Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfs der Wohngebäude                | 12 |
| Abbildung 4: Bebauungsentwicklung Kernstadt Heusenstamm [41]                          | 13 |
| Abbildung 5: Bebauungsentwicklung Stadtteil Rembrücken [41]                           | 14 |
| Abbildung 6: Luftbild Kläranlage Heusenstamm  | 19 |
| Abbildung 7: Kanalnetz [29]   | 20 |
| Abbildung 8: Energiekennwerte von Wohngebäuden  | 28 |
| Abbildung 9: Spezifischer Stromverbrauch in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren [13] | 30 |
| Abbildung 10: Photovoltaik- und BHKW-Anlagen in Heusenstamm                           | 33 |
| Abbildung 11: Standortbewertung der Nutzung oberflächennaher Erdwärme [23]            | 35 |
| Abbildung 12: Struktur der Bebauung in der Kernstadt Heusenstamm                      | 36 |
| Abbildung 13: Energiebilanz einer getrennten Wärme- und Stromerzeugung                | 41 |
| Abbildung 14: Energiebilanz der Kraft-Wärme-Kopplung                                  | 41 |
| Abbildung 15: Energie-Szenario 2030/2050  | 44 |
| Abbildung 16: Emissions-Szenario 2030/2050  | 45 |
| Abbildung 17: Ausschnitte aus dem „Energie-Wegweiser“ (Beispiel)                      | 56 |

## Tabellenverzeichnis

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabelle 1:  | Primärenergieverbrauch in Deutschland [1]                             | 5  |
| Tabelle 2:  | Struktur des Endenergieverbrauchs der Haushalte in Deutschland [1]    | 6  |
| Tabelle 3:  | Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien (EE) in Deutschland [6] | 7  |
| Tabelle 4:  | Eckdaten der Stadt Heusenstamm; Stand: 2014 [26]                      | 11 |
| Tabelle 5:  | Energieversorgung der städtischen Liegenschaften [29]                 | 16 |
| Tabelle 6:  | Schulen [33]  | 17 |
| Tabelle 7:  | Kirchliche und soziale Einrichtungen [45]                             | 17 |
| Tabelle 8:  | Struktur der Straßenbeleuchtung 2015 [29]                             | 18 |
| Tabelle 9:  | Energieverbrauch der Kläranlage in 2015 [29]                          | 20 |
| Tabelle 10: | Installierte Leistungen Abwasserbeseitigung – Strom [29]              | 21 |
| Tabelle 11: | Energiekataster Heusenstamm 2015                                      | 25 |
| Tabelle 12: | Anteile der Energieträger   | 25 |
| Tabelle 13: | Emissionskataster Heusenstamm 2015                                    | 26 |
| Tabelle 14: | Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm [20]           | 34 |
| Tabelle 15: | Ziel-Szenario 2030/2050   | 42 |
| Tabelle 16: | Energiekataster 2030/2050   | 43 |
| Tabelle 17: | Emissionskataster 2030/2050   | 43 |
| Tabelle 18: | Emissionsminderungspotenziale   | 46 |
| Tabelle 19: | Anteile der Emissionsminderungspotenziale                             | 46 |
| Tabelle 20: | Maßnahmenkatalog - bitte neue Tabelle aus separatem Word-Dokument     | 50 |
| Tabelle 21: | Klimaschutz-Teilkonzepte  | 51 |
| Tabelle 22: | Vorschlag für einen Förderkatalog                                     | 57 |

## Einleitung

Die Stadt Heusenstamm hat 2010 mit der Unterzeichnung der Charta der 100 hessischen Klimakommunen den Anfang gemacht und arbeitet seitdem an einer einheitlichen Konzeption für den Klimaschutz. Das Integrierte Klimaschutzkonzept aus dem Jahre 2013, das nach wie vor Gültigkeit hat, wurde überarbeitet und hat den Titel ‚Integriertes Klimaschutzkonzept 2030 / 2050‘. Auf diesem Weg will die Stadt sich den Zugang zu Bundes- und Landesförderungen uneingeschränkt offen halten. Sowohl in den Bereichen Hochbau, der Stadtplanung, der Abwasserreinigung, bis zu den städtischen Grün- und Parkanlagen und der Stadtentwicklung. Überall sind Klimaschutzmaßnahmen möglich, wenn es z.B. um den Ausbau der Erneuerbaren Energien, die energetische Altbausanierung oder die Beschaffung energiesparender, umweltfreundlicher Maschinen und moderner Fahrzeuge geht.

Wie ein Mosaik werden Projekte der Stadtplanung, Verkehrsplanung, der Grünplanung aber auch Energie-Beratungsleistungen, umweltpädagogische Veranstaltungen oder die Förderung des Radverkehrs verstreut über die Verwaltung von verschiedenen Verantwortlichen betreut. Das Integrierte Klimaschutzkonzept ordnet unterschiedliche Handlungsfelder und verknüpft sie, setzt Prioritäten. Dabei geht es letztendlich auch darum, Verbräuche und die erzielten Einsparungen zu erfassen und in eine CO<sub>2</sub>-Bilanz zu bringen.

Für energiewirtschaftlich besonders lohnenswerte Vorhaben gibt es die Möglichkeit, objektbezogene Untersuchungen zu beauftragen und diese sogenannten Klimaschutz-Teilkonzepte fördern zu lassen. Sie sind jetzt erstmals aufgenommen. Neu ist auch, dass das Land Hessen seit 2016 Maßnahmen fördert, die Teil einer Klimaanpassungsstrategie sind und generell in Zukunft stärkeren Schutz vor den Folgen des Klimawandels bewirken sollen. Hierunter fallen sog. nichtenergetisch exakt messbare Bereiche, wie die Erhaltung von Natur und Landschaft. Die ökologisch nachhaltige Bewirtschaftung des Stadtwalds, wie wir sie heute schon kennen, aber auch die Verbesserung der Qualität innerstädtischer Grünflächen helfen, den Klimawandel erträglicher zu machen, schützen uns sozusagen vor den Folgen. Letztlich dient alles, was wir unter dem vorsorgenden Boden und Gewässerschutz verstehen, auch der Schonung der natürlichen Ressourcen und der Stärkung der Widerstandskraft der Ökosysteme. Diese sollen stabiler werden und Wetterextreme verkraften. Dies geschieht mit Hilfe einer hohen Biodiversität.

Es geht aber auch generell um Ressourcenschutz im Stadtgebiet wie auch im Außenbereich (Forst, Landwirtschaft, Gewässer, Auen, usw.). Nachhaltigkeit wird in Heusenstamm schon sehr lange ernst genommen. Eingriffe in den Naturhaushalt und damit auch in den Landschaftswasserhaushalt sind reglementiert.

Das hier vorliegende überarbeitete Konzept hilft, Rangfolgen zu erkennen und die unterschiedlichen Maßnahmenbereiche zu ordnen und verständlich zu machen, auch für die Bürgerinnen und Bürger. Sowohl für den energiewirtschaftlich-technischen Bereich wie auch für Klimaanpassungsmaßnahmen können Fördermittel beantragt werden. Beides zu koordinieren und in einer Übersicht darzustellen und zur Umsetzung zu bringen, darauf zielt das Gesamtkonzept für den Klimaschutz ab.

## 1. Integriertes Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2030/2050

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2030/2050 ist eine Fortschreibung des Integrierten Klimaschutzkonzepts Heusenstamm aus dem Jahr 2013 [36]. In den Kapiteln 4 ff. wird an entsprechenden Stellen auf das bestehende Konzept aus 2013 verwiesen, sofern sich diesbezüglich in der Fortschreibung signifikante Veränderungen, z.B. beim Energiebedarf, ergeben haben.

Wie in der Einleitung beschrieben, soll das Integrierte Klimaschutzkonzept Wege aufzeigen, wie durch Energieeinsparung, durch einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energiequellen und durch eine effiziente Energienutzung ein Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung und zur Verringerung der Emission von „Treibhausgasen“ geleistet werden kann.

Der Bund und die Länder, Hessen sowie die Region (Regionalverband Ballungsraum Frankfurt RheinMain) stellen eigene Klimaschutzpläne und Energiekonzepte auf. In Hessen sind gesetzlich verbindliche Regelungen geplant. Heusenstamm ist, wie alle anderen Städte und Gemeinden des Planungsverbandes, eingebunden in diese Abstimmungsprozesse. Es ist besonders für kleinere Kommunen möglich, mit eigenen Daten ihre Energiekataster und Potenzialanalysen zu erarbeiten, insbesondere wenn diese von den bundesweit statistisch errechneten Werten, mit denen der Regionalverband und die Großstädte arbeiten, abweichen. Der Zeitpunkt ist günstig, mit einem Heusenstammer Klimaschutzkonzept zur Aufklärung beizutragen und dabei auch abstrakte Zusammenhänge anschaulich zu machen und bei der Umsetzung mit gutem Beispiel voranzugehen. Effiziente Energieversorgung und ein nachhaltiger Klimaschutz machen Innovationen und Investitionen erforderlich.

Auch die Einbeziehung der Heusenstammer Gewerbetreibenden ist anzustreben. Das Integrierte Klimaschutzkonzept Heusenstamm wurde in seiner Entstehungsphase 2011 bis 2012 unter Mitwirkung kommunaler Entscheidungsträger und von Bürgern sowie der Wirtschaft und der regionalen Energieversorger ausgearbeitet. Bei der Erstellung werden die bereits durchgeführten energie- und klimaschutzrelevanten Aktivitäten und die anvisierten Zielsetzungen der Stadt berücksichtigt. Wichtige Erfahrungen wurden gemacht.

Sind einzelne Maßnahmen noch nicht umgesetzt bzw. in der Planungsphase, werden sie in das überarbeitete Konzept aufgenommen. Das Gros der Vorschläge und Maßnahmen wurde redaktionell überarbeitet und neu gegliedert.

Das Integrierte Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2030/2050 ist das Leitbild, das die energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Entscheidungen der Stadt abbildet und langfristig Planungssicherheit gibt. Es soll dazu beitragen, der Stadt, wenn es um öffentliche Liegenschaften geht, wirtschaftliche Einsparpotenziale zu identifizieren. Es sollen Wege zur nachhaltigen Entlastung des städtischen Haushalts aufgezeigt werden. Es geht aber auch um die Gewerbebetriebe und privaten Haushalte. Letztendlich soll jeder Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz mess-, kontrollier- und fortschreibbar sein.

Die Festlegung der Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele der Energieversorgung erfolgt auf der Grundlage der Analyse und Bewertung des IST-Zustands. Der voraussichtliche Umsetzungszeitraum des Konzepts beträgt ca. 20 bis 30 Jahre.

## 2. Grundlagen und generelle energiewirtschaftliche Zielsetzungen

Die Sicherstellung einer wirtschaftlichen Energieversorgung und ein nachhaltiger Klimaschutz gehören zu den zentralen Aufgaben der Kommunen. Der Primärenergieverbrauch in Deutschland ist seit Beginn der 1990er Jahre rückläufig. Er ist zwischen 1990 und 2014 von 4.140 TWh/Jahr auf 3.648 TWh/Jahr um 11,8 % zurückgegangen. Bis auf Erdgas ist der Einsatz aller konventionellen Primärenergieträger seither zurückgegangen. Dagegen nehmen die Erneuerbaren Energien zu. Ihr Anteil stieg, besonders seit dem Jahr 2000, kontinuierlich von 3 % auf 11 % an (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Primärenergieverbrauch in Deutschland [1]

| Energieträger        | Primärenergieverbrauch (TWh/Jahr) |              |              |              |              |              |
|----------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | 1990                              | 1995         | 2000         | 2005         | 2010         | 2014         |
| Steinkohle           | 641                               | 572          | 561          | 502          | 476          | 479          |
| Braunkohle           | 889                               | 482          | 431          | 443          | 420          | 437          |
| Mineralöle           | 1.452                             | 1.580        | 1.527        | 1.435        | 1.301        | 1.254        |
| Gase                 | 640                               | 781          | 832          | 906          | 884          | 747          |
| Erdgas, Erdölgas     | 637                               | 777          | 829          | 903          | 881          | 743          |
| Kernenergie          | 463                               | 467          | 514          | 494          | 426          | 294          |
| Erneuerbare Energien | 55                                | 76           | 116          | 214          | 393          | 413          |
| Sonst. Energieträger | 0                                 | 0            | 16           | 59           | 68           | 58           |
| <b>Insgesamt</b>     | <b>4.140</b>                      | <b>3.964</b> | <b>4.000</b> | <b>4.044</b> | <b>3.949</b> | <b>3.648</b> |

| Energieträger        | Anteile (%) |            |            |            |            |            |
|----------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                      | 1990        | 1995       | 2000       | 2005       | 2010       | 2014       |
| Steinkohle           | 15          | 14         | 14         | 12         | 12         | 13         |
| Braunkohle           | 21          | 12         | 11         | 11         | 11         | 12         |
| Mineralöle           | 35          | 40         | 38         | 35         | 33         | 34         |
| Gase                 | 15          | 20         | 21         | 22         | 22         | 20         |
| Erdgas, Erdölgas     | 15          | 20         | 21         | 22         | 22         | 20         |
| Kernenergie          | 11          | 12         | 13         | 12         | 11         | 8          |
| Erneuerbare Energien | 1           | 2          | 3          | 5          | 10         | 11         |
| Sonst. Energieträger | 0           | 0          | 0          | 1          | 2          | 2          |
| <b>Insgesamt</b>     | <b>100</b>  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Der Endenergieverbrauch ist im Zeitraum von 1995 bis 2014 von 3.356 TWh/Jahr auf 3.113 TWh/Jahr um 7,2 % zurückgegangen. Während der Energieverbrauch in den Sektoren Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe (Industrie) leicht zugenommen hat, hat er in den privaten Haushalten um 16,7 % und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) um 17,9 % abgenommen. Im Verkehr hat der Treibstoffverbrauch stagniert [1].

Der Endenergieverbrauch eines typischen Haushalts in Deutschland beträgt derzeit (2014) 15.694 kWh/Jahr, davon wird der größte Teil (6.247 kWh/Jahr; 40 %) in Form von Erdgas genutzt. Der Anteil der Raumwärme beträgt mit 11.041 kWh/Jahr rund 70 % (s. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Struktur des Endenergieverbrauchs der Haushalte in Deutschland [1]**

| Lfd. Nr.                        | Energieträger und Anwendungsbereiche | Maßeinheit | 2000              | 2005          | 2010          | 2013          | 2014 <sup>1)</sup> |
|---------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| <b>Nach Energieträgern</b>      |                                      |            |                   |               |               |               |                    |
| 1                               | Mineralöl.....                       | kWh        | 6 192             | 4 489         | 3 517         | 3 198         | 2 949              |
| 2                               | Gas.....                             | kWh        | 7 877             | 7 083         | 6 361         | 6 569         | 6 247              |
| 3                               | Strom.....                           | kWh        | 3 513             | 3 621         | 3 470         | 3 390         | 3 260              |
| 4                               | Fernwärme.....                       | kWh        | 1 056             | 1 075         | 1 141         | 1 216         | 1 179              |
| 5                               | Kohle.....                           | kWh        | 389               | 227           | 323           | 187           | 161                |
| 6                               | Sonstiges.....                       | kWh        | 1 328             | 1 368         | 1 901         | 2 102         | 1 899              |
| 7                               | <b>Insgesamt.....</b>                | <b>kWh</b> | <b>20 356</b>     | <b>17 863</b> | <b>16 715</b> | <b>16 661</b> | <b>15 694</b>      |
| <b>Nach Anwendungsbereichen</b> |                                      |            |                   |               |               |               |                    |
| 8                               | Raumwärme.....                       | kWh        | 15 683            | 13 028        | 11 767        | 11 735        | 11 041             |
| 9                               | Warmwasser 2).....                   | kWh        | 2 047             | 2 040         | 2 108         | 2 111         | 1 951              |
| 10                              | Sonstige Prozesswärme 3).....        | kWh        | 950               | 1 033         | 1 036         | 1 045         | 981                |
| 11                              | Mechanische Energie 4).....          | kWh        | 1 367             | 1 442         | 1 482         | 1 449         | 1 418              |
| 12                              | Beleuchtung.....                     | kWh        | 308               | 320           | 320           | 320           | 303                |
| 13                              | <b>Insgesamt.....</b>                | <b>kWh</b> | <b>20 356</b>     | <b>17 863</b> | <b>16 715</b> | <b>16 661</b> | <b>15 694</b>      |
| <b>Nach Energieträgern</b>      |                                      |            |                   |               |               |               |                    |
|                                 |                                      |            | <b>Anteile(%)</b> |               |               |               |                    |
| 14                              | Mineralöl.....                       | %          | 30                | 25            | 21            | 19            | 19                 |
| 15                              | Gas.....                             | %          | 39                | 40            | 38            | 39            | 40                 |
| 16                              | Strom.....                           | %          | 17                | 20            | 21            | 20            | 21                 |
| 17                              | Fernwärme.....                       | %          | 5                 | 6             | 7             | 7             | 8                  |
| 18                              | Kohle.....                           | %          | 2                 | 1             | 2             | 1             | 1                  |
| 19                              | Sonstiges.....                       | %          | 7                 | 8             | 11            | 13            | 12                 |
| 20                              | <b>Insgesamt.....</b>                | <b>%</b>   | <b>100</b>        | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>         |
| <b>Nach Anwendungsbereichen</b> |                                      |            |                   |               |               |               |                    |
| 21                              | Raumwärme.....                       | %          | 77                | 73            | 70            | 70            | 70                 |
| 22                              | Warmwasser 2).....                   | %          | 10                | 11            | 13            | 13            | 12                 |
| 23                              | Sonstige Prozesswärme 3).....        | %          | 5                 | 6             | 6             | 6             | 6                  |
| 24                              | Mechanische Energie 4).....          | %          | 7                 | 8             | 9             | 9             | 9                  |
| 25                              | Beleuchtung.....                     | %          | 2                 | 2             | 2             | 2             | 2                  |
| 26                              | <b>Insgesamt.....</b>                | <b>%</b>   | <b>100</b>        | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>    | <b>100</b>         |

1) Vorläufige Ergebnisse.

2) z.B. für Duschen.

3) Insbesondere Kochen, einschl. Warmwasser für Geschirrspüler und Waschmaschinen.

4) Elektrogeräte, einschl. Kühlen und Gefrieren, Geräte für Kommunikation und Unterhaltung.

5) Wie Energiebilanz, jedoch ohne Energieverbrauch für Gewerbeflächen von Selbständigenhaushalten.

6) Jahresdurchschnittswerte, ab 2011 Haushalte auf Basis von Zensus 2011.

Seit 1990 hat die Nutzung Erneuerbarer Energien Deutschland bis 2015 von 32 TWh/Jahr auf 155 TWh/Jahr deutlich zugenommen (s. Tabelle 3). Davon werden rund 61,8 TWh/Jahr (40 %) in Form von biogenen Festbrennstoffen (Holz) zur Wärmeerzeugung in den Haushalten genutzt.

Die energetische Nutzung der Biomasse hat mit insgesamt rund 100 TWh/Jahr (65 %) den größten Anteil der Erneuerbaren Energien bei der Wärmeerzeugung. Die Wärmeerzeugung aus Solarthermie und Geothermie sind dagegen mit zusammen etwa 19 TWh/Jahr (ca. 12 %) relativ gering [6].

**Tabelle 3: Entwicklung der Nutzung Erneuerbarer Energien (EE) in Deutschland [6]**

| <b>Endenergie (GWh)</b>                       | 1990          | 1995          | 2000          | 2005           | 2010           | 2015           |
|---|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| biogene Festbrennstoffe - Holz (Haushalte) 1) | 25.355        | 25.448        | 45.834        | 52.400         | 70.690         | 61.800         |
| biogene Festbrennstoffe - Holz (GHD) 2)       | -             | -             | -             | 10.614         | 12.397         | 9.900          |
| biogene Festbrennstoffe - Holz (Industrie) 3) | 2.909         | 2.909         | 3.898         | 21.052         | 27.909         | 26.530         |
| biogene Festbrennstoffe - Holz (HW/HKW) 4)    | 1             | 30            | 324           | 2.031          | 4.040          | 6.005          |
| biogene flüssige Brennstoffe                  | -             | -             | 8             | 709            | 3.189          | 2.013          |
| Biogas und Biomethan                          | -             | -             | -             | 820            | 8.004          | 15.980         |
| Klärgas                                       | -             | -             | -             | 1.888          | 1.702          | 1.979          |
| Deponiegas                                    | -             | -             | -             | 266            | 129            | 110            |
| biogene gasförmige Brennstoffe                | -             | -             | 1.355         | -              | -              | -              |
| biogener Anteil des Abfalls 5)                | 2.308         | 2.308         | 3.548         | 7.199          | 7.260          | 11.624         |
| Solarthermie                                  | 130           | 440           | 1.290         | 3.030          | 5.630          | 7.810          |
| tiefe Geothermie 6)                           | 100           | 100           | 113           | 501            | 673            | 1.058          |
| oberflächennahe Geothermie, Umweltwärme 7)    | 1.577         | 1.605         | 1.695         | 2.258          | 6.179          | 10.350         |
| <b>Gesamt</b>                                 | <b>32.380</b> | <b>32.840</b> | <b>58.065</b> | <b>102.768</b> | <b>147.802</b> | <b>155.159</b> |

1) bis 2009 nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB);

2010 bis 2013 nach Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) sowie forsfa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH; 2014/2015 vorläufige Schätzung ZSW

2) nach Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut;

2014/2015 vorläufige Schätzung Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

3) Industrie = Bergbau, Gewinnung von Steinen und Erden sowie Verarbeitenden Gewerbes, ab 2013 inkl. Klärschlamm

4) Heizwerke und Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung, ab 2013 inkl. Klärschlamm

5) biogener Anteil mit 50% angesetzt, ab 2008 nur Siedlungsabfälle

6) vor 2003 sind balneologische Anlagen nicht berücksichtigt

7) Internationales Geothermiezentrum Bochum (GZB), durch Wärmepumpen nutzbar gemachte erneuerbare Wärme; 2014/2015 Fortschreibung ZSW

Die globalen Folgen des hohen Energieverbrauchs sind neben dem Verbrauch der fossilen Energieressourcen (Erdgas; Öl) sowie der Kosten und volkswirtschaftlichen Auswirkungen auch eine weltweite Veränderung des Klimas. Klimaschutz ist daher eines der wichtigsten Handlungsfelder des Bundes, der Länder, der Städte und Gemeinden, insbesondere aber auch der Bevölkerung und der Wirtschaft, um die Klimaveränderungen zu begrenzen.

Die generellen Zielsetzungen von integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepten konzentrieren sich auf die Verringerung klimarelevanter Emissionen durch die Verringerung des Energiebedarfs und durch den Einsatz Erneuerbarer Energiequellen bei der Wärmeversorgung und Stromerzeugung. Das Klimabündnis deutscher Städte und Gemeinden formuliert beispielsweise solche Zielgrößen für seine Mitgliedskommunen. Angestrebt wird danach eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes alle fünf Jahre um 10 %. Langfristig soll eine Verminderung der Treibhausgasemissionen auf das nachhaltige Niveau von 2,5 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Einwohner und Jahr erreicht werden. Zur Zeit sind dies noch 10,88 Tonnen pro Jahr.

Die Europäische Union (EU) hat sich 2008 auf eine integrierte Strategie im Bereich Energie und Klimaschutz bis 2020 geeinigt [16]:

- Senkung der Treibhausgasemissionen um 20 %;
- Verringerung des Energieverbrauchs um 20 % durch bessere Energieeffizienz;
- Deckung von 20 % unseres Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen (derzeit ca. 8,5 %).

Im Jahr 2010 ist die novellierte EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in Kraft getreten [17]. Ab 2020 sollen alle Neubauten in der EU fast keine Energie mehr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung („Fast-Nullenergie-Gebäude“) benötigen. Neubauten von Behörden sollen bereits ab 2019 diese Anforderung erfüllen. Der nahezu äußerst geringfügige Energiebedarf sollte möglichst durch Energie aus Erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe des Gebäudes erzeugt wird, gedeckt werden.

Im Energiekonzept der Bundesregierung 2011 [7] sind folgende Energie- und Klimaschutzziele für die Bundesrepublik Deutschland festgelegt:

Reduzierung die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990

- bis 2020 um 40 %
- bis 2050 um mindestens 95 %

Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch:

- bis 2020 um 35 %
- bis 2050 um 60 %

Entwicklung des Anteils der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch:

- bis 2020 um 35 %
- bis 2050 um 80 %

Der Primärenergieverbrauch soll gegenüber 2008 sinken:

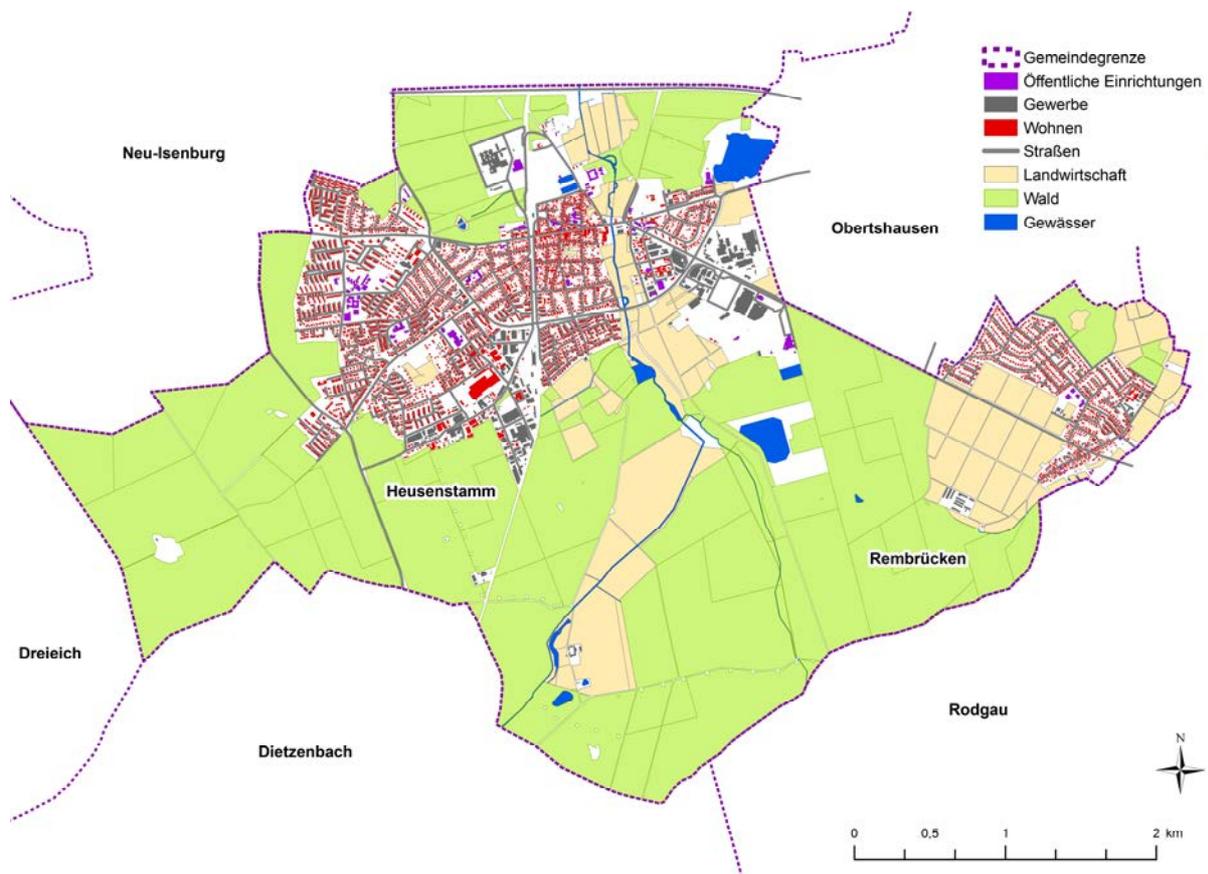
- bis 2020 um 20 %
- bis 2050 um 50 %

Bis 2020 soll der Stromverbrauch gegenüber 2008 in einer Größenordnung von 10 % und bis 2050 von 25 % vermindert werden. Der Wärmebedarf des Gebäudebestandes soll bis 2020 um 20 % sinken. Bis 2050 sollen alle Gebäude in Deutschland nahezu klimaneutral sein, das heißt, dass sie die benötigte Energie nur aus Erneuerbaren Energien beziehen. Im Verkehrsbereich soll der Endenergieverbrauch bis 2020 um rund 10 % und bis 2050 um rund 40 % gegenüber 2005 zurückgehen.

### 3. Die Stadt Heusenstamm

#### 3.1 Strukturdaten der Stadt

Die Stadt Heusenstamm mit den Stadtteilen Heusenstamm und Rembrücken liegt im Landkreis Offenbach (s. Abbildung 1). Sie hat 18.496 Einwohner (Kernstadt Heusenstamm: 16.348 Einwohner; Stadtteil Rembrücken: 2.148 Einwohner), 6.336 sozialversicherungspflichtigen Arbeitsplätze und eine Fläche von 19,03 km<sup>2</sup> [26].



**Abbildung 1: Übersichtsplan der Stadt Heusenstamm [31]**

Der weitaus größte Teil der Arbeitsplätze (4.172 AP; 65 %) befindet sich im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Rund 25 % der Stadtfläche (480 ha) sind Siedlungs- und Verkehrsfläche. Lediglich 12 % der Gemarkungsfläche (243 ha) werden landwirtschaftlich, überwiegend als Ackerland (175 ha), genutzt. Die Waldfläche ist mit 1.081 ha (56 %) relativ groß. Die Bruttofläche der Wohngebiete beträgt 224 ha, die Bruttofläche der Gewerbegebiete 29 ha. Die Wohnfläche beträgt insgesamt 900.000 m<sup>2</sup> (s. Tabelle 4) [26].

Tabelle 4: Eckdaten der Stadt Heusenstamm; Stand: 2014 [26]

|  |              |                           |
|--|--------------|---------------------------|
| <b>Bevölkerung</b>   |              |                           |
| Bevölkerung insgesamt (2014)   | 18.496       | Einwohner                 |
| davon:   |              |                           |
| Stadtteil Heusenstamm  | 16.348       | Einwohner                 |
| Stadtteil Rembrücken (2005)  | 2.148        | Einwohner                 |
| <b>Gebäudebestand</b>  |              |                           |
| Gebäude insgesamt  | 4.777        | Adressen                  |
| Wohngebäude  | 4.279        | Adressen                  |
| Gewerbebetriebe  | 216          | Adressen                  |
| Öffentliche Einrichtungen  | 282          | Adressen                  |
| Wohnungen (in Wohn und Nicht-Wohngebäuden)                                       | 9.046        |                           |
| Wohnfläche (in Wohn und Nicht-Wohngebäuden)                                      | 899.000      | m <sup>2</sup>            |
| Spezifische Wohnfläche   | 49           | m <sup>2</sup> /Einwohner |
| Spezifische Fläche der Wohnung   | 99           | m <sup>2</sup> /Wohnung   |
| <b>Beschäftigte, Arbeitsplätze und Pendler</b>                                   |              |                           |
| Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort                             | 6.336        | Arbeitnehmer              |
| Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort                          | 5.207        | Arbeitnehmer              |
| davon beschäftigt im Bereich:  |              |                           |
| Land- und Fortwirtschaft (Angaben der Betriebe)                                  | k.a.         | Arbeitsplätze             |
| Produzierendes Gewerbe (Industrie)   | 1.035        | Arbeitsplätze             |
| Gewerbe, Handel; Dienstleistungen (GHD)  | 4.172        | Arbeitsplätze             |
| Einpendler   | 4.390        | Beschäftigte              |
| Auspendler   | 5.533        | Beschäftigte              |
| Pendlersaldo   | - 1.143      | Auspendler                |
| <b>Gemarkungsfläche</b>  | <b>1.903</b> | <b>ha</b>                 |
| davon:   |              |                           |
| Gebäude- und Freifläche  | 334          | ha                        |
| Wohngebietsfläche  | 224          | ha                        |
| Gewerbegebietsfläche   | 29           | ha                        |
| Sonstige Flächen   | 42           | ha                        |
| Verkehrsfläche   | 146          | ha                        |
| Landwirtschaftlich genutzte Fläche   | 243          | ha                        |
| davon:   |              |                           |
| Dauergrünland  | 68           | ha                        |
| Ackerland  | 175          | ha                        |
| davon:   |              |                           |
| Getreide   | 68           | ha                        |
| Triticale; Gerste; Hafer   | 95           | ha                        |
| Winterraps   | 12           | ha                        |
| Sonstige Nutzung   | -            | ha                        |
| Landwirtschaftliche Betriebe   | 5            |                           |
| Großvieheinheiten  | 344          | GVE                       |
| Waldfläche   | 1.081        | ha                        |
| Sonstige Flächen   | 99           | ha                        |
| <b>Landwirtschaftliche Struktur (Angaben der Betriebe; ausgewählte Merkmale)</b> |              |                           |
| Haupterwerbsbetriebe   | 2            | Betriebe                  |
| Großvieheinheiten  | 344          | GV                        |

### 3.2 Stadtentwicklung

Die Anzahl der Einwohner der Stadt Heusenstamm ist im Zeitraum von 1871 bis 1990 von 1.290 auf 18.584 Einwohner stetig angestiegen; seit 1990 stagniert sie (s. Abbildung 2).[26][27].

| Jahr | Einwohner | Anmerkungen            |
|------|-----------|------------------------|
| 1580 | 340       |                        |
| 1638 | 137       |                        |
| 1871 | 1.290     |                        |
| 1900 | 2.226     |                        |
| 1925 | 3.045     |                        |
| 1939 | 3.726     |                        |
| 1946 | 4.215     |                        |
| 1950 | 4.759     |                        |
| 1961 | 7.042     |                        |
| 1967 | 9.985     |                        |
| 1970 | 14.263    |                        |
| 1975 | 14.314    | (1. WSchV 11.8.1977)   |
| 1985 | 17.563    | (2. WSchV 24.2.1984)   |
| 1990 | 18.584    |                        |
| 1995 | 18.458    | (3. WSchV 16.8.1994)   |
| 2000 | 18.860    |                        |
| 2001 | 18.828    |                        |
| 2002 | 18.968    | (EnEV 2002 1.2.2002)   |
| 2003 | 18.988    |                        |
| 2004 | 18.936    |                        |
| 2005 | 18.600    |                        |
| 2006 | 18.344    |                        |
| 2007 | 18.312    | (EnEV 2007 24.7.2007)  |
| 2008 | 18.227    |                        |
| 2009 | 18.219    | (EnEV 2009 29.4.2009)  |
| 2010 | 18.199    |                        |
| 2011 | 18.376    |                        |
| 2012 | 18.232    |                        |
| 2013 | 18.401    | (EnEV 2013 16.10.2013) |
| 2014 | 18.496    |                        |

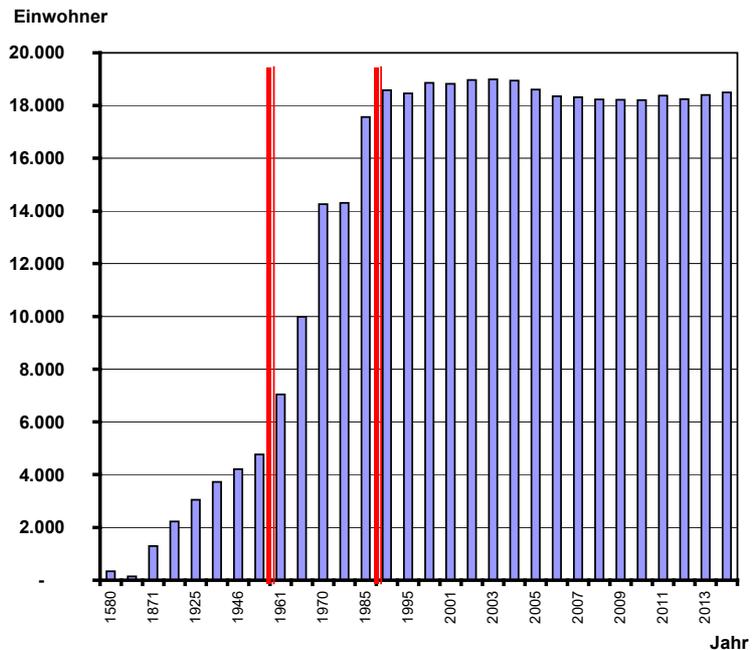


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung [26][27]

Wie in der Abbildung 2 vermerkt (rote Linien), hat die Zahl der Einwohner und damit der Wohnungen gerade in einem Zeitraum zugenommen, in dem die bauphysikalische Qualität der Gebäude (Wärmeschutz) sehr gering war und deshalb ein hoher spezifischer Wärmebedarf vorliegt (s. Abbildung 3).

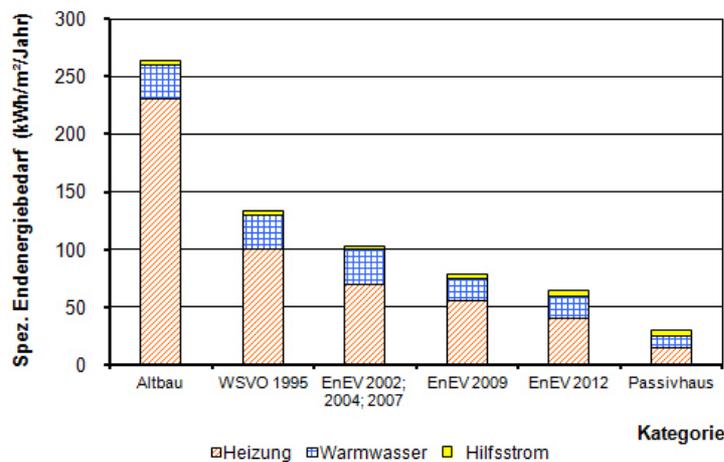


Abbildung 3: Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfs der Wohngebäude

### 3.3 Altersstruktur der Bebauung

Die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten wurden auf der Grundlage der Bebauungsentwicklung im Stadtgebiet typisiert; damit ergeben sich die grundlegenden energierelevanten Merkmale der Siedlungsstruktur (s. Abbildung 4 und Abbildung 5). Die Altersstruktur der Bebauung in den abgegrenzten Blöcken ist weitgehend identisch [41].

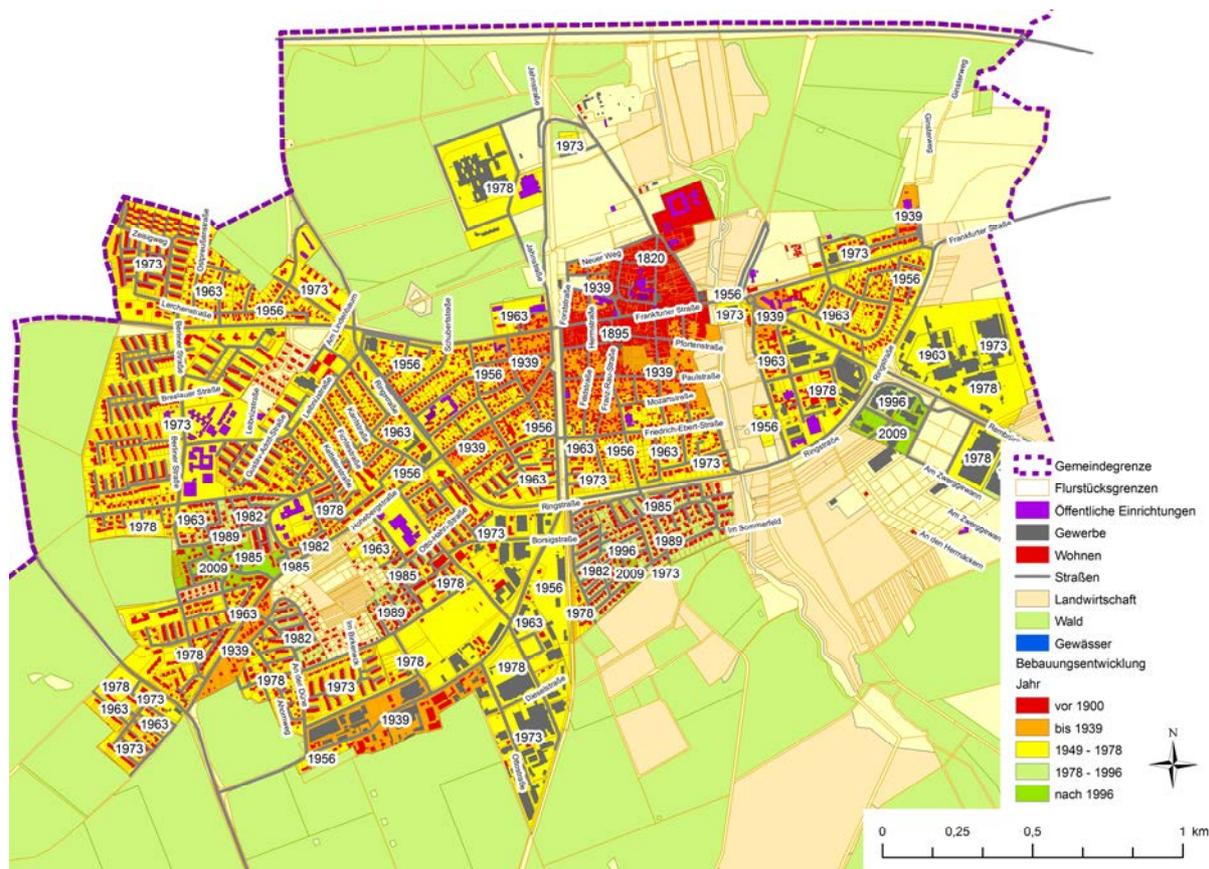


Abbildung 4: Bebauungsentwicklung Kernstadt Heusenstamm [41]

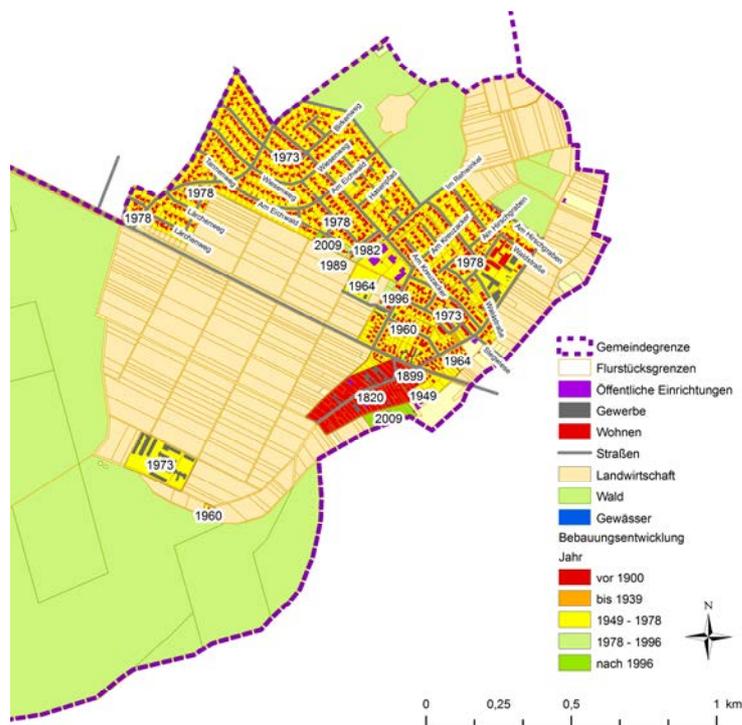


Abbildung 5: Bauentwicklung Stadtteil Rembrücken [41]

### 3.4 Bauungsdichte

Die Bauungsdichte wird angegeben als Geschossflächenzahl (GFZ) und als Grundflächenzahl (GRZ). Die Bauungsdichte liefert Anhaltspunkte für das verfügbare Potenzial Erneuerbarer Energie. Die Geschossflächenzahl der Wohngebiete  $GFZ_{\text{Wohnen}}$  (Bruttogrundfläche (BGF) / Bruttowohngebietsfläche) liegt durchschnittlich bei etwa 0,6; teilweise liegt sie jedoch deutlich höher. Die  $GRZ_{\text{Wohnen}}$  (Überbaute / Bruttowohngebietsfläche) liegt in weiten Bereichen bei 0,4 [28].

Die Grundfläche der Wohngebäude (einschließlich Nebengebäude) beträgt bei einer durchschnittlichen GRZ von 0,4 rund 900.000 m<sup>2</sup>. Sie ist i.d.R. aus konstruktiven Gründen (Dachneigung; Einbauten) jedoch nur teilweise energetisch nutzbar.

## 4. Energiebedarf

Bei der Ermittlung des Energiebedarfs werden folgende Gruppen unterschieden:

- Wohnen und Kleingewerbe (Mischnutzung),
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD),
- Städtische Liegenschaften (Verwaltung, Kulturelle Einrichtungen, Kindergärten; Feuerwehren),
- Öffentliche Einrichtungen (Schulen; kirchliche Einrichtungen),
- Städtische Fahrzeuge und Geräte,
- Straßenbeleuchtung,
- Abwasser sowie
- Verkehr und Mobilität.

Die zentralen Daten und Informationen des Energiebedarfs wurden auf der Grundlage der Angaben der örtlichen Versorgungsunternehmen MAINGAU Energie GmbH (Erdgas) [39] und der Energieversorgung Offenbach AG (Fernwärme; Strom) [15] sowie Angaben der Stadt (Städtische Liegenschaften, Städtische Fahrzeuge und Geräte, Straßenbeleuchtung, Abwasser) [29] berechnet. Ergänzend wurden die Angaben von Bezirksschornsteinfegern ausgewertet und die städtebaulichen Merkmale der Bebauung analysiert.

### 4.1 Wohnen und Kleingewerbe

Die privaten Gebäude (Wohnen; Kleingewerbe) haben einen Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser von 142.401 MWh/Jahr und einen Stromverbrauch („Normalstrom“ ohne Heizstrom) von 36.638 MWh/Jahr. Das sind 71 % (Heizung) bzw. 59 % (Strom) des gesamten örtlichen Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr). Der durchschnittliche spezifische Wärmebedarf liegt unter Berücksichtigung des Kleingewerbes (Annahme: 25 % des Gebäudebestands) bei rund 200 kWh/m<sup>2</sup>. Dieser relativ hohe Wert ist mit dem großen Anteil der Wohngebäude aus dem Zeitraum von 1950 bis 1980 zu begründen. In diesen Bereich ergeben sich die vorrangigen Wärmeeinsparpotenziale.

### 4.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

Der Wärmebedarf der Gebäude von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen liegt bei 39.310 MWh/Jahr. Der Stromverbrauch beträgt 13.491 kWh/Jahr.

### 4.3 Städtische Liegenschaften

Die Gebäude der kommunalen Liegenschaften (einschließlich Wohngebäude in städtischem Eigentum) hatten im Jahr 2015 einen Heizenergieverbrauch von zusammen rund 5.000 MWh/Jahr und einen Stromverbrauch von rund 2.500 MWh/Jahr [29].

Tabelle 5: Energieversorgung der städtischen Liegenschaften [29]

| Liegenschaft                     |   |                              | Energieversorgung                          |  |   |
|----------------------------------|---|------------------------------|--|--|---|
|                                  |   |                              | Energie-träger<br>(Heizung;<br>Warmwasser) | Endenergie-<br>verbrauch<br>Heizung/<br>Warmwasser<br>kWh/Jahr | Strom-<br>verbrauch/<br>Strom-<br>erzeugung<br>kWh/Jahr |
| Nr.                              | Bezeichnung   | Adresse                      |  |  | 2015  |
| <b>Öffentliche Einrichtungen</b> |   |                              |  | <b>3.838.538</b>   | <b>2.292.406</b>  |
| 1                                | Schloss-Rathaus mit hinterem Schloss                | Im Herrngarten 1-3           | Erdgas (BHKW)                              | 701.421  | 103.371   |
|                                  |   |                              | Erdgas zur Stromerzeugung                  |  | 764.450   |
| 2                                | Kultur- und Sportzentrum Martinsee                  | Martinseestraße 2            | Erdgas (BHKW)                              | 306.325  | 98.665  |
|                                  |   |                              | Erdgas zur Stromerzeugung                  |  | 410.363   |
| 3                                | Sportplatz Rembrücken                               | Bindingweg                   | Erdgas                                     | 79.257   |   |
| 4a                               | Schwimmbad  | Jahnstraße 50                | Fernwärme                                  | 1.523.760  | 558.681   |
| 4b                               | Sauna   | Jahnstraße 50                |  |  | 74.634  |
| 5                                | DLRG Gebäude  | Jahnstraße 30                | Erdgas                                     | 18.937   | 633.315   |
| 6                                | Kläranlage Heusenstamm                              | Schloßstr. 61                |  |  | 1.271.737   |
| 7                                | Pumpwerk Rembrücke                                  | Waldstr.                     |  |  | 62.122  |
| 8                                | Friedhofsgebäude Heusenstamm                        | Friedhofsweg                 | Erdgas                                     | 86.675   | 11.045  |
| 9                                | Friedhofsgebäude Rembrücken                         | Friedhofsstraße 19           |  |  | 5.651   |
| 10                               | Alte Schule in Rembrücken                           | Hauptstraße 23               | Erdgas                                     | 27.526   | 2.764   |
| 11                               | Haus der Literatur / Haus der Musik (Altes Rathaus) | Schlossstraße 10             | Erdgas                                     | 79.787   | 7.784   |
| 12                               | Haus der Stadtgeschichte                            | Schlossstraße 20a/Eckgasse 5 | Erdgas                                     | 36.236   | 705   |
| 13                               | Feuerwehr Rembrücken/Haus der Begegnung             | Obertshäuser Straße 30       | Erdgas                                     | 81.903   | 21.958  |
| 14                               | Kindertagesstätte Rembrücken                        | Obertshäuser Straße 32       | Erdgas                                     | 75.978   | 22.737  |
| 15                               | Kindertagesstätte Murnel                            | Wernher-von-Braun-Straße 11  | Erdgas                                     | 111.830  | 9.745   |
| 16                               | Kindertagesstätte Wiesenborn                        | Wiesenbornweg 15             | Erdgas                                     | 132.483  | 17.513  |
| 17                               | Torbau  | Schloßstr.1                  | Erdgas                                     | 27.832   | 47.486  |
| 18                               | Jugendzentrum (JUJZ)                                | Rembrücker Str. 3            | Erdgas                                     | 50.433   |   |
| 19                               | Feuerwehr Heusenstamm / Saal für Vereine            | Rembrücker Straße 2-4        | Erdgas                                     | 168.694  | 38.290  |
| 20                               | Bauhof (entfällt ab 2017; Neubau Am Zwerggewann)    | Rembrücker Straße 8          | Erdgas                                     | 329.461  | 29.593  |
| <b>Städtische Wohngebäude</b>    |   |                              |  | <b>1.123.277</b>   | <b>157.556</b>  |
| 21                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Bahnhofplatz 7               |  |  | 1.151   |
| 22                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Bahnhofplatz 8               | Erdgas                                     | 40.798   | 24.152  |
| 23                               | Wohngebäude und Gewerbe                             | Bahnhofplatz 7a              | Erdgas                                     | 37.783   |   |
| 24                               | Wohngebäude und Gewerbe                             | Eisenbahnstraße 11           | Erdgas                                     | 200.178  | 6.752   |
| 25                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Frankfurter Straße 23        | Erdgas                                     | 45.977   |   |
| 26                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Franz-Rau-Straße 8           | Erdgas                                     | 37.381   | 871   |
| 27                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Franz-Rau-Straße 11          | Erdgas                                     | 37.933   | 71  |
| 28                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Franz-Rau-Straße 13          | Erdgas                                     | 16.591   | 79  |
| 29                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Franz-Rau-Straße 15          |  |  |   |
| 30                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Franz-Rau-Straße 17          | Erdgas                                     | 37.263   | 27.183  |
| 31                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Friedenstraße 17             | Erdgas                                     | 1.297  | 55  |
| 32                               | Wohngebäude (DHH)                                   | Friedenstraße 19             | Erdgas                                     | 25.732   | 11  |
| 33                               | Schloßmühle (MFH)                                   | Im Herrngarten 2             | Erdgas                                     | 16.455   | 192   |
| 34                               | Notunterkunft                                       | Industriestraße 19           |  |  | 41.786  |
| 35                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Kirchstr. 4                  | Erdgas                                     | 24.418   |   |
| 36                               | Wohngebäude (MFH)                                   | Niederröder Weg 2            | Erdgas                                     | 20.975   | 8.820   |
| 37                               | Wohngebäude (MFH)                                   | Ostendstraße 8-10            | Erdgas                                     | 74.846   | 1.066   |
| 38                               | Wohngebäude (MFH)                                   | Ostendstraße 16              | Erdgas                                     | 101.609  | 1.379   |
| 39                               | Wohngebäude (MFH)                                   | Schlesierweg 7/9             | Erdgas                                     | 125.372  | 564   |
| 40                               | Wohnung   | Schlossstraße 16             | Erdgas                                     | 10.185   |   |
| 41                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schlossstraße 18             | Erdgas                                     | 34.475   |   |
| 42                               | Wohngebäude (2FH)                                   | Schlossstraße 33-35          | Erdgas                                     | 24.614   |   |
| 43                               | Wohngebäude (2FH)                                   | Schlossstraße 37-39          | Erdgas                                     | 32.152   |   |
| 44                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schlossstraße 49             | Erdgas                                     | 35.658   | 3.538   |
| 51                               | Wohngebäude (EFH) (entfällt in Zukunft)             | Schlossstraße 49a            |  |  |   |
| 52                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schlossstraße 63             |  |  |   |
| 53                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schlossstraße 65             |  |  |   |
| 54                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schlossstraße 67             |  |  |   |
| 55                               | Wohngebäude (EFH)                                   | Schönbornstraße 16           | Erdgas                                     | 59.356   | 741   |
| 56                               | Wohngebäude (MFH)                                   | Sudentenstraße 14            | Erdgas                                     | 82.229   | 504   |
| 57                               | Altes Feuerwehrhaus - Wohngebäude                   | Rembrückerstraße 2-4         |  |  |   |

#### 4.4 Öffentliche Einrichtungen (Schulen; kirchliche und soziale Einrichtungen)

Der Wärme- und Strombedarf der Schulen sowie der kirchlichen und sozialen Einrichtungen wurde durch die Befragung der Träger dieser Einrichtungen ermittelt oder, sofern keine aktuellen Daten verfügbar waren, hochgerechnet [33][45]. Zusammen ergeben sich ein Wärmebedarf von rund 4.500 MWh/Jahr und ein Strombedarf von 500 MWh/Jahr (s Tabelle 6 und Tabelle 7).

Tabelle 6: Schulen [33]

| Liegenschaft   |  | Energieversorgung |   |                  |                            |                |
|----------------|--|-------------------|---|------------------|----------------------------|----------------|
| Nr.            | Bezeichnung                                      | Energie-träger    | Endenergieverbrauch<br>Heizung/Warmwasser<br>kWh/Jahr |                  | Stromverbrauch<br>kWh/Jahr |                |
|                |  |                   | 2011  | 2015             | 2011                       | 2015           |
| <b>Schulen</b> |  |                   | <b>2.317.005</b>                                      | <b>2.299.457</b> | <b>522.789</b>             | <b>395.844</b> |
| 1              | Adolf-Reichwein-Gymnasium                        | Fernwärme         | 698.092   | 714.572          | 187.078                    | 151.940        |
| 2              | Adolf - Reichwein - Schule Haupt- und Realschule | Fernwärme         | 579.419   | 597.410          | 92.644                     | 83.123         |
| 3              | Adalbert-Stifter-Schule Grundschule              | Gas               | 182.518   | 177.807          | 41.301                     | 37.351         |
| 4              | Otto-Hahn-Schule - Grundschule                   | Gas               | 413.094   | 382.656          | 115.478                    | 46.240         |
| 5              | Schule am Goldberg                               | Gas               | 226.216   | 220.694          | 49.977                     | 48.552         |
| 6              | Matthias-Claudius-Schule - Grundschule           | Gas               | 217.666   | 206.318          | 36.311                     | 28.638         |

Tabelle 7: Kirchliche und soziale Einrichtungen [45]

| Liegenschaft                    |                                     | Energieversorgung |  |                             |                     |                  |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------|--|-----------------------------|---------------------|------------------|
| Nr.                             | Bezeichnung                         | Energie-träger    | Endenergie-<br>verbrauch<br>Heizung/<br>Warmwasser | Heiz-<br>energie-<br>kosten | Strom-<br>verbrauch | Strom-<br>kosten |
|                                 |                                     |                   | kWh/Jahr   | €/Jahr                      | kWh/Jahr            | €/Jahr           |
| <b>Kirchliche Einrichtungen</b> |                                     |                   | <b>2.174.590</b>                                   | <b>117.593</b>              | <b>576.617</b>      | <b>127.440</b>   |
| 1                               | Pfarrkirche Mariä Opferung          | Erdgas            | 18.116   | 1.252                       | 2.610               | 574              |
| 2                               | Pfarrheim Mariä Opferung            | Erdgas            | 13.574   | 985                         | 2.189               | 503              |
| 3                               | Pfarrhaus St. Cäcilia               | Erdgas            | 99.925   | 4.783                       | 6.507               | 1.186            |
| 4                               | Kindertagesstätte St. Cäcilia       | Erdgas            | 220.928  | 10.439                      | 20.339              | 4.661            |
| 5                               | Pfarrkirche St. Cäcilia             | Erdgas            | 220.928  | 10.439                      | 20.339              | 4.661            |
| 6                               | Pfarrkirche Maria Himmelskron       | Heizöl            | 25.559   | 1.897                       | 4.468               | 784              |
| 7                               | Pfarrhaus Maria Himmelskron         | Heizöl            | 10.327   | 921                         | 3.148               | 779              |
| 8                               | Pfarrheim Maria Himmelskron         | Erdgas            | 79.803   | 5.072                       | 8.919               | 2.091            |
| 9                               | Kindertagesstätte Arche Noah        | Heizöl            | 188.684  | 14.495                      | 8.070               | 1.901            |
| 10                              | Kindertagesstätte Maria Himmelskron | Erdgas            | 108.934  | 7.130                       | 6.479               | 1.655            |
| 11                              | Ev. Kirche                          | Erdgas            | 18.116   | 1.252                       | 2.610               | 574              |
| 12                              | Freie ev. Kirche                    | Erdgas            | 18.116   | 1.252                       | 2.610               | 574              |
| 13                              | Ev. Gemeindehaus                    | Erdgas            | 13.574   | 985                         | 2.189               | 503              |
| 14                              | Ev. Kindertagesstätte               | Erdgas            | 108.934  | 7.130                       | 6.479               | 1.655            |
| 15                              | AWO-Seniorenresidenz                | Erdgas            | 1.250.000  | 60.000                      | 500.000             | 110.000          |

#### 4.5 Städtische Fahrzeuge und Geräte

Der Treibstoffverbrauch (Diesel; Benzin) der städtischen Fahrzeuge und Geräte beträgt derzeit rund 47.000 Liter. Darin enthalten sind nicht die Fahrzeuge der Freiwilligen Feuerwehren. Die jährlichen Kosten des Treibstoffs liegen in einer Größenordnung von 62.500 € [29].

#### 4.6 Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung (einschließlich Lichtsignalanlagen) umfasst derzeit 2.337 Leuchten (Stand 2011: 2.2.75 Leuchten) mit einer installierten Lampenleistung (Volllast) von insgesamt 208,9 kW.

Der Stromverbrauch beträgt 984 MWh/Jahr. 535 Leuchten (23 % aller Leuchten) sind mit Quecksilberdampf-Hochdrucklampen ausgestattet; sie haben eine installierte Leistung von 88,8 kW (43 % aller Leuchten) und einen Stromverbrauch von 459 MWh/Jahr (47 % der gesamten Strassenbeleuchtung).

Das Alter aller Quecksilberdampf-Hochdrucklampen ist größer als 25 Jahre. Dagegen haben die 1.398 Natriumdampf-Hochdrucklampen (60 % aller Leuchten) einen Stromverbrauch von lediglich 462 MWh/Jahr (47 % der gesamten Straßenbeleuchtung).

Die 100 LED-Lampen (Licht-Emitternde-Dioden, Stand 2011: 33 LED-Lampen) haben mit einer installierten Leistung von insgesamt 2,8 kW (1 % aller Leuchten) einen Stromverbrauch von 11 MWh/Jahr; das sind weniger als 0,1 % des Stromverbrauchs der gesamten Straßenbeleuchtung in Heusenstamm (s. Tabelle 8) [29].

**Tabelle 8: Struktur der Straßenbeleuchtung 2015 [29]**

| Leuchtmittel<br>Bezeichnung      | Anzahl<br>Leuchten | Leistung<br>Volllast<br>[W] | Leistung<br>Teillast<br>[W] | Strom-<br>verbrauch<br>[MWh/Jahr] |
|----------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Quecksilberdampf-Hochdrucklampen | 535                | 88.880                      | 43.200                      | 459                               |
| Kompakt-Leuchtstofflampen        | 304                | 10.170                      | 4.698                       | 52                                |
| Licht-emittierende Dioden (LED)  | 100                | 2.800                       |                             | 11                                |
| Natriumdampf-Hochdrucklampen     | 1.398              | 107.019                     | 24.260                      | 462                               |
| <b>Summe</b>                     | <b>2.337</b>       | <b>208.869</b>              | <b>72.158</b>               | <b>984</b>                        |

#### 4.7 Abwasser

Die Kläranlage Heusenstamm behandelt das Abwasser der Stadtteile Heusenstamm und Rembrücken und ist auf eine Ausbaustufe von 40.000 Einwohnerwerten (EW) ausgelegt. Die jährlich maximal anfallende Jahresschmutzwassermenge liegt in der Größenordnung von 1 Mio. m<sup>3</sup>. Das Abwasser wird mechanisch, biologisch und chemisch gereinigt. Die Anlage verfügt über eine Phosphatfällung, Stickstoffelimination, Schlammfäulung und -entwässerung. Das geklärte Abwasser wird in den Vorfluter Bieber eingeleitet (s. Abbildung 6) [29].



**Abbildung 6: Luftbild Kläranlage Heusenstamm**

Des Weiteren werden mehrere Regenrückhaltebecken und Pumpstationen im Stadtgebiet von Heusenstamm betrieben. Auf dem Hofgut Patershausen wurde 1989 eine Kleinbelebungsanlage errichtet, die das dort anfallende Abwasser mechanisch-biologisch reinigt. Seit 2006 ist in Rembrücken ein Retentionsbodenfilter in Betrieb, der zur weitergehenden Behandlung des dort anfallenden Mischwassers (Schmutz- und Regenwasser) dient.

Das Gesamteinzugsgebiet der Kläranlage umfasst ca. 440 ha und wird überwiegend im Mischsystem über ein ca. 96 Kilometer langes Kanalnetz entwässert (s. Abbildung 7). Im Gewerbegebiet Nieder-Röder-Weg werden Schmutz- und Regenwasser getrennt abgeleitet (Trennsystem) [29].

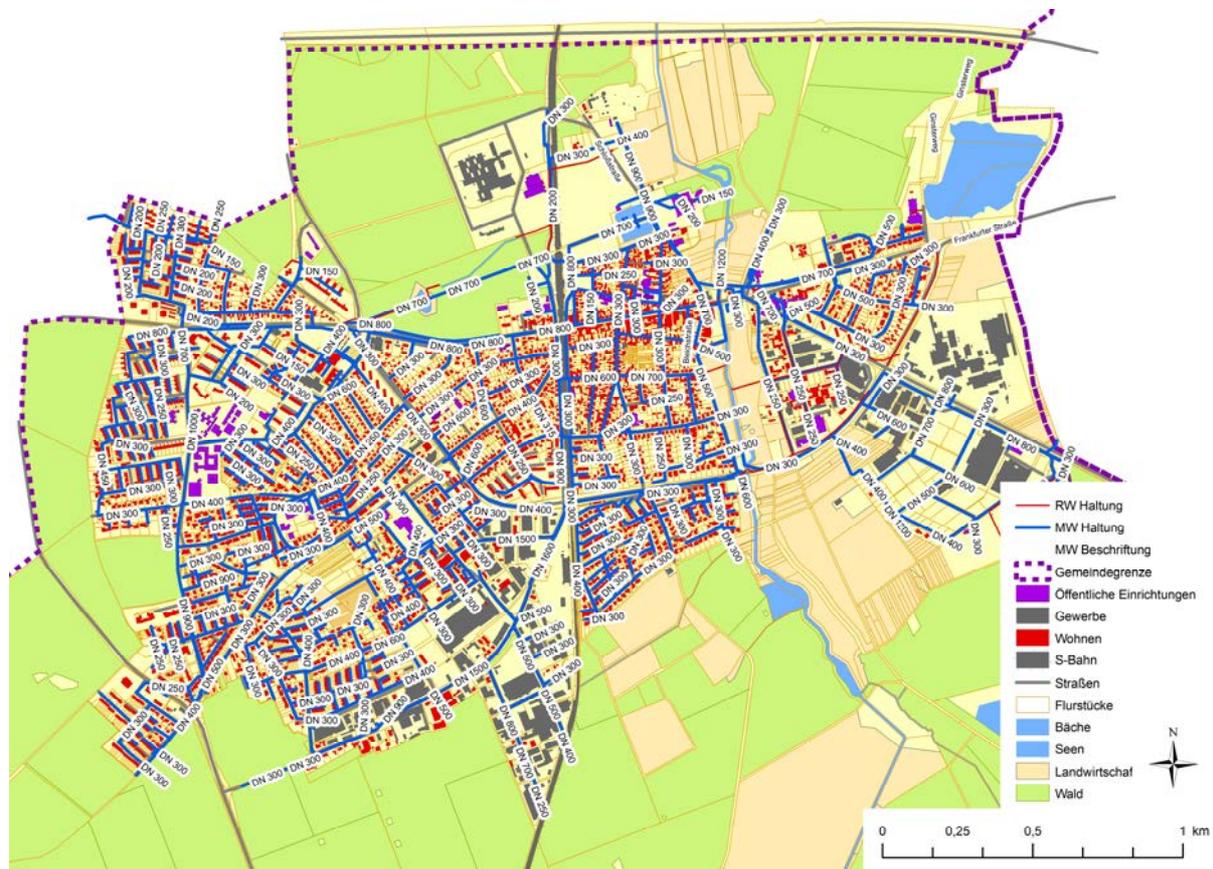


Abbildung 7: Kanalnetz [29]

Der Stromverbrauch der Kläranlage Heusenstamm (Abwasserableitung und -behandlung) betrug im Jahr 2015 laut Jahresbericht gemäß hessischer Eigenkontrollverordnung 1.271,9 MWh/a (s. Tabelle 9), mit Spannbreiten von monatlich 89 MWh/Monat (September) bis 126 MWh/Monat (Januar).

Tabelle 9: Energieverbrauch der Kläranlage in 2015 [29]

| Abwasserableitung/-behandlung |                                       |   |                                    |                         |
|-------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------|
| Bezeichnung                   | Jahresverbrauch<br>Hochtarif<br>(kWh) | Jahresverbrauch<br>Niedertarif<br>(kWh) | Jahresverbrauch<br>gesamt<br>(kWh) | Strom<br>bezug<br>(kWh) |
| Stromverbrauch                | 712.300                               | 559.600                                 | 1.271.900                          | <b>1.271.737</b>        |

In Tabelle 10 sind die installierten Leistungen für verschiedene Verbrauchsbereiche zusammen gefasst.

**Tabelle 10: Installierte Leistungen Abwasserbeseitigung – Strom [29]**

| <b>Verbrauchsbereiche</b>  | <b>Installierte Leistung (kW)</b> | <b>Installierte Leistung (%)</b> |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Abwasserbehandlung</b>  |                                   |                                  |
| Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung  | 170                               | 22                               |
| Mechanisch-biologische Abwasserreinigung   | 287                               | 36                               |
| Schlammbehandlung  | 99                                | 13                               |
| Infrastruktur (Kellernetztrennanlage, Warte/Leitstand, Labor, Umkleide und Küche, Werkstatt) | 86                                | 11                               |
| Elektro-Heizungen  | 70                                | 9                                |
| Kleinkläranlage Patershausen   | 1                                 | 0                                |
| <b>Abwasserableitung</b>   |                                   |                                  |
| Hebeanlage Bastenwald  | 8                                 | 1                                |
| Rohwasserpumpwerke, RUB 90, RBF Rembrücken   | 68                                | 9                                |
| <b>Gesamt</b>  | <b>789</b>                        | <b>100</b>                       |

Laut dem Erläuterungsbericht „Verfahrenstechnische und energetische Optimierung der Kläranlage Heusenstamm“ [32] stellen die Belüftung und Umwälzung der Belebungsbecken die größten Verbrauchsstellen dar, gefolgt von den Rücklaufschlamm-, Rezirkulations- und Zulaufpumpen sowie der Schlamm entwässerung. Der Anteil der Belebung allein macht ca. 62 % des gesamten Energieverbrauchs der Kläranlage aus.

Hinsichtlich des Gasanfalls und der -verwertung wurden auf der Kläranlage Heusenstamm laut EKVO-Bericht in 2015 143.217 m<sup>3</sup> Klärgas erzeugt, wovon 55.161 m<sup>3</sup> (38,5 %) auf der Kläranlage genutzt wurden. Zusätzlich wurden 4.708 l Heizöl verbraucht und 196 Betriebsstunden einer Zusatzheizung dokumentiert. Die restlichen 61,5 % Klärgas wurden ungenutzt abgefackelt. Gemäß Analyse im März 2012 [32] weist das Klärgas einen Heizwert von ca. 5,8 kWh/m<sup>3</sup> auf, bei einem Methangehalt von ca. 62 Vol.-%.

#### 4.8 Verkehr und Mobilität

Heusenstamm liegt an der S-Bahn nach Offenbach und Frankfurt. Die Stadt ist über die A 3 an das überregionale Straßennetz angebunden. Das lokale Radnetz ist Teil des Radnetzes des Landkreises Offenbach. Die lokalen Rad- und Fußwegeverbindungen im Stadtgebiet sind bereits Teil eines Radverkehrs-konzepts und werden sukzessive barrierefrei ausgebaut; sie verlaufen nur teilweise getrennt von den Straßen [25].

Die Pendlerbilanz ist für die Abschätzung des täglichen Verkehrsaufkommens von besonderer Bedeutung. Die Zahl der Arbeitspendler beträgt insgesamt rund 4.390 Einpendler und 5.533 Auspendler. Die Auspendler arbeiten größtenteils im Ballungsraum Rhein-Main (Frankfurt am Main; Offenbach). Die Einpendler kommen größtenteils aus den umliegenden Gemeinden. Ein großer Teil der Pendler benutzt trotz guter Bus- und Bahnverbindungen den eigenen Pkw.

Ein Energie- und Klimakataster für den Verkehrsbereich kann nur näherungsweise erstellt werden, da das spezifische Verkehrsaufkommen und die Aufteilung nach Verkehrsarten (Fußgänger- und Radverkehr; motorisierter Individualverkehr; Öffentlicher Personennahverkehr) nicht bekannt sind. Deswegen muss hier von Annahmen ausgegangen werden, die auf Literaturangaben und eigenen Beobachtungen beruhen. Der Energiebedarf (Treibstoffverbrauch) kann nach zwei unterschiedlichen Prinzipien abgeschätzt werden [34]:

- **Verursacherprinzip:** Danach werden alle Verkehrsleistungen abgeschätzt, die durch die Bevölkerung und die Wirtschaft von Heusenstamm weltweit verursacht werden (z.B. auch Urlaubsreisen; Transport von Produkten etc.);
- **Territorialprinzip:** Danach werden der Treibstoffverbrauch für die Fahrleistungen abgeschätzt, die unmittelbar ortsbezogen in Heusenstamm auftreten.

Die Ergebnisse der beiden Prinzipien sind sehr unterschiedlich.

Im Integrierten Klimaschutzkonzept 2013 [36] wurde auf der Grundlage des Verursacherprinzips ein Treibstoffverbrauch von 183.544 MWh/Jahr ermittelt. Damit werden alle Verkehrsleistungen, die global von der Wirtschaft und der Bevölkerung der Stadt verursacht werden, erfasst. Dieser Wert wird dem Energie- und Emissionskataster 2015 zugrunde gelegt [11][14][34].

Der Kraftstoffverbrauch nach dem Territorialprinzip wird auf der Grundlage statistischer Daten zum Fahrzeugbestand und Mobilitätsverhalten abgeschätzt [34][36][44].

Zur Abschätzung der ortsbezogenen Fahrleistungen werden folgende Anteile zugrunde gelegt:

- Urlaubs- und Freizeitverkehr 5 %
- Berufs- und Ausbildungsverkehr 5 %
- Einkaufen 10 %
- Bringen/Holen von Personen 5 %

Bei einer durchschnittlichen Verkehrsleistung im Personenverkehr in Deutschland von rund 12.000 km/Einwohner/Jahr ergibt sich eine jährliche Fahrstrecke in Heusenstamm von rund 220 Mio. km. Legt man einen durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauch von 8 Liter/100 km zugrunde, ergibt sich ein jährlicher Kraftstoffverbrauch in Heusenstamm für den motorisierten Individualverkehr von rund 41.200 MWh.

Die Datenbasis ist bei allen Berechnungen und Bilanzierungen letztendlich entscheidend. Je konkreter eine Stadt eigene belastbare Daten vorlegen kann und damit nach dem sogenannten ‚bottom-up‘-Prinzip Verbrauchswerte für die kommunale CO<sub>2</sub>-Bilanz liefert, um so aussagekräftiger wird diese mit Hilfe des heute bei den meisten Kommunen angewandten Bilanzierungstools ECO-Region der Firma ECOSPEED erstellte Bilanz. Aus Gründen der Vergleichbarkeit und den Empfehlungen des Klimabündnisses wird der höhere Wert aus dem Verursacherprinzip für das Programm ECO-Region genommen. Dies entspricht auch der derzeitigen Verkehrssituation im Ballungsraum Frankfurt RheinMain, wo durch den Ausbau des Öffentlichen Personennahverkehrs Anreize für Pendler zum Umstieg auf ein umweltfreundlicheres Verkehrsmittel geschaffen und Einsparpotenziale erzielt werden.

Heusenstamm ist, wie im Bundesdurchschnitt erkennbar, gleichermaßen mit betroffen, da es um die Klimabilanz des deutschen Verkehrssektors schlecht steht, wie die jährlich fortgeschriebene Klimabilanz des Bundes zeigt. Während der Treibhausgas-Ausstoß seit 1990 insgesamt um 30 % zurückging, waren es im Sektor Mobilität nur zwei Prozent. Bei einer durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emission pro Kopf in Deutschland von 10,88 Tonnen im Jahr entfallen 0,85 t auf den Flugverkehr, 0,11 t auf den Öffentlichen Verkehr und 1,56 t auf Privatfahrzeuge.

## 5. Energie- und Emissionskataster 2015

### 5.1 Energiekataster 2015

Die Daten und Informationen zur Erstellung des Energiekatasters beruhen auf den pauschalen Angaben der örtlichen Energieversorgungsunternehmen zur Erdgas- und Stromversorgung an die Verbraucher in Heusenstamm, der örtlichen Bestandsaufnahme der Bebauungsstruktur, den Daten und Informationen der Stadt zu den städtischen Liegenschaften und den städtischen Fahrzeugen und Geräten. Der Treibstoffverbrauch wurde auf der Grundlage statistischer Daten zum Verkehr abgeschätzt.

Der Energieverbrauch betrug im Jahr 2015 insgesamt 422.372 MWh. Davon entfielen 202.517 MWh (47,9 %) auf die Wärmeversorgung (Heizung; Warmwasser), 61.234 MWh (14,5 %) auf „Normal“-Strom (ohne Heizstrom) und 155.424 MWh (36,8 %) auf Treibstoffe. Der Energiebedarf der Wohngebäude (einschl. Kleingewerbe) hat mit 179.899 MWh einen Anteil von 42,6 % des gesamten Wärme- und Strombedarfs (ohne Treibstoffe) in Höhe von 266.948 MWh/Jahr (s. Tabelle 11 und Tabelle 12).

Der Heizölverbrauch der Wohngebäude wird aus dem spezifischen Erdgasverbrauch abgeleitet. Es wird davon ausgegangen, dass teilträumlich ein vergleichbarer spezifischer Wärmebedarf der Gebäude unabhängig davon besteht, ob sie mit Erdgas oder Heizöl geheizt werden. Aus dem Verhältnis der Anzahl der Gebäude, die mit Erdgas und Fernwärme geheizt werden, in Bezug auf die Gesamtzahl der Gebäude ergibt sich der Heizölverbrauch der verbleibenden Gebäude, die nicht mit Erdgas oder Fernwärme geheizt werden:

- Anzahl der Wohngebäude (insgesamt): 4.279
- Anzahl der Wohngebäude mit Erdgasanschluss: 3.000
- Anzahl der Wohngebäude mit Fernwärmeanschluss: 118
- Anzahl der Wohngebäude (Heizöl): 1.161

Gegenüber dem Integrierten Klimaschutzkonzept (IKS) 2013 [36] ergeben sich damit, insbesondere hinsichtlich des Heizölverbrauchs, erhebliche Unterschiede. Diese Unterschiede sind mit den unterschiedlichen Informationsgrundlagen zu begründen. Das IKS 2013 beruht auf den Angaben der Kaminkehrer zu den vorhandenen Heizungsanlagen. Erfahrungsgemäß sind insbesondere ältere Heizungsanlagen i.d.R. erheblich überdimensioniert, so dass bei einer Energiebedarfsberechnung auf der Grundlage der installierten Leistungen für das Heizöl deutlich zu hohe Werte berechnet werden. Die Fernwärmeversorgung der Wohngebäude in Höhe von 4.668 MWh/Jahr wurde dagegen nicht erfasst.

Tabelle 11: Energiekataster Heusenstamm 2015

| Nutzergruppe                                   | Energieverbrauch/-erzeugung |               |                |                |   |                                      |                                |                              |   |                                   |
|--|-----------------------------|---------------|----------------|----------------|---|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|
|  | Erd-<br>gas                 | Heiz-<br>öl   | Fern-<br>wärme | Heiz-<br>strom | Erneuer-<br>bare<br>Energien<br>Wärme <sup>2)</sup> | Summe<br>Heizung;<br>Warm-<br>wasser | Treib-<br>stoffe <sup>3)</sup> | "Normal"-<br>Strom<br>(2014) | Erneuer-<br>bare<br>Energien<br>Strom <sup>**</sup> | Verbrauch<br>gesamt <sup>1)</sup> |
|  | MWh/Jahr                    |               |                |                |   |                                      | MWh/Jahr                       |                              |   |                                   |
| <b>Summe</b>                                   | <b>128.671</b>              | <b>55.042</b> | <b>12.865</b>  | <b>302</b>     | <b>5.638</b>  | <b>202.517</b>                       | <b>155.424</b>                 | <b>61.234</b>                | <b>3.197</b>  | <b>422.372</b>                    |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | 89.863                      | 46.565        | 4.668          | -              | 2.166   | 143.262                              | -                              | 36.638                       | 1.154   | 179.899                           |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | 27.250                      | 6.612         | 5.361          | -              | 88  | 39.310                               | -                              | 12.885                       | 69  | 52.196                            |
| * Industrie                                    | 6.760                       | 1.640         | -              | -              | -   | 8.401                                | -                              | 4.889                        | -   | 13.290                            |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | 3.490                       | -             | 1.524          | -              | 3.384   | 8.397                                | -                              | 3.594                        | 1.974   | 11.991                            |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | 2.937                       | 225           | 1.312          | -              | -   | 4.474                                | -                              | 972                          | -   | 5.447                             |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | -                           | -             | -              | -              | -   | -                                    | 172                            | -                            | -   | 172                               |
| * Straßenbeleuchtung                           | -                           | -             | -              | -              | -   | -                                    | -                              | 984                          | -   | 984                               |
| * Abwasserbeseitigung                          | -                           | -             | -              | 302            | -   | 302                                  | -                              | 1.272                        | -   | 1.574                             |
| * Verkehr (Mobilität)                          | -                           | -             | -              | -              | -   | -                                    | 155.252                        | -                            | -   | 155.252                           |

<sup>1)</sup> Bei einem Energieverbrauch (ohne Verkehr) von **266.087 MWh/Jahr** ergeben sich bei mittleren spezifischen Kosten für Wärme und Strom (ohne Treibstoffe) von ca. 120 €/MWh jährliche Energiekosten von insgesamt rund **31,9 Mio. €**. In diesen Kosten sind alle Verbraucher (ohne Verkehr) enthalten.

<sup>2)</sup> Grundlagen: Angaben der Kaminkehrer (Holz), installierte Kollektorflächen, Geothermieanlagen und Wärmeerzeugung aus BHKW

<sup>3)</sup> Die Berechnung des Treibstoffverbrauchs des Verkehrs erfolgt nach dem "Verursacherprinzip" [14][31]; nach der Berechnung nach dem "Territorialprinzip" [31] ergibt sich mit 41.200 WWh/Jahr ein deutlich niedrigerer Wert

Tabelle 12: Anteile der Energieträger

| Nutzergruppe                                   | Energieverbrauch/-erzeugung |             |                |                |   |                                      |             |                    |   |                                   |
|--|-----------------------------|-------------|----------------|----------------|---|--------------------------------------|-------------|--------------------|---|-----------------------------------|
|  | Erd-<br>gas                 | Heiz-<br>öl | Fern-<br>wärme | Heiz-<br>strom | Erneuer-<br>bare<br>Energien<br>Wärme <sup>**</sup> | Summe<br>Heizung;<br>Warm-<br>wasser | Treibstoff  | "Normal"-<br>Strom | Erneuer-<br>bare<br>Energien<br>Strom <sup>**</sup> | Verbrauch<br>gesamt <sup>*)</sup> |
|  | Anteile gesamt (%)          |             |                |                |   |                                      |             |                    |   |                                   |
| <b>Summe</b>                                   | <b>30,5</b>                 | <b>13,0</b> | <b>3,0</b>     | <b>0,1</b>     | <b>1,3</b>  | <b>47,9</b>                          | <b>36,8</b> | <b>14,5</b>        | <b>0,8</b>  | <b>100,0</b>                      |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | 21,3                        | 11,0        | 1,1            | -              | 0,5   | 33,9                                 | -           | 8,7                | 0,3   | 42,6                              |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | 6,5                         | 1,6         | 1,3            | -              | 0,0   | 9,3                                  | -           | 3,1                | 0,0   | 12,4                              |
| * Industrie                                    | 1,6                         | 0,4         | -              | -              | -   | 2,0                                  | -           | 1,2                | -   | 3,1                               |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | 0,8                         | -           | 0,4            | -              | 0,8   | 2,0                                  | -           | 0,9                | 0,5   | 2,8                               |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | 0,7                         | 0,1         | 0,3            | -              | -   | 1,1                                  | -           | 0,2                | -   | 1,3                               |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | -                           | -           | -              | -              | -   | -                                    | 0,0         | -                  | -   | 0,0                               |
| * Straßenbeleuchtung                           | -                           | -           | -              | -              | -   | -                                    | -           | 0,2                | -   | 0,2                               |
| * Abwasserbeseitigung                          | -                           | -           | -              | 0,1            | -   | 0,1                                  | -           | 0,3                | -   | 0,4                               |
| * Verkehr                                      | -                           | -           | -              | -              | -   | -                                    | 36,8        | -                  | -   | 36,8                              |

## 5.2 Emissionskataster 2015

Der Umfang der klimarelevanten Emissionen, die als CO<sub>2</sub>-Äquivalente ausgewiesen werden, ergibt sich aus dem Energieverbrauch, den eingesetzten Energieträgern und der Struktur der Energieversorgung.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen im Jahr 2015 insgesamt 134.930 t. Davon entfielen 51.250 t (37,9 %) auf die Wärmeversorgung (Heizung; Warmwasser), 34.722 t (25,7 %) auf Strom (ohne Heizstrom) und 48.959 t (36,2 %) auf Treibstoffe (s. Tabelle 13).

Tabelle 13: Emissionskataster Heusenstamm 2015

| Nutzergruppe                                   | Emissionen (CO <sub>2</sub> -Äquivalente) |                             |                            |               |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|---------------|
|  | Gesamt<br>t/Jahr                          | Heizung;<br>Warm-<br>wasser | Treib-<br>stoffe<br>t/Jahr | Strom         |
| <b>Summe</b>                                   | <b>134.930</b>                            | <b>51.250</b>               | <b>48.959</b>              | <b>34.722</b> |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | 57.553                                    | 36.956                      | -                          | 20.597        |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | 16.851                                    | 9.641                       | -                          | 7.210         |
| * Industrie                                    | 4.878                                     | 2.145                       | -                          | 2.733         |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | 3.349                                     | 1.141                       | -                          | 2.208         |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | 1.741                                     | 1.198                       | -                          | 544           |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | 54  | -                           | 54                         | -             |
| * Straßenbeleuchtung                           | 550                                       | -                           | -                          | 550           |
| * Abwasserbeseitigung                          | 1.049                                     | 169                         | -                          | 880           |
| * Verkehr (Mobilität)                          | 48.904                                    | -                           | 48.904                     | -             |

### Spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalente:

|  |      |                       |
|--|------|-----------------------|
| Erdgas   | 244  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Heizöl   | 302  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Wärme aus erneuerbaren Energien (Holz; Pellets)          | 40   | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Solarthermie; Umweltwärme                                | -    | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Wärme aus KWK-Anlagen und erneuerbaren Energien (> 70 %) | - 79 | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Wärme aus MHKW   | 189  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Strom-Wärmepumpe   | 185  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Strom-mix (2013)   | 559  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Strom aus Photovoltaik-Anlagen                           | 101  | kg/MWh <sub>end</sub> |
| Treibstoffe  | 315  | kg/MWh <sub>end</sub> |

## 6. Potenzialanalyse 2030/2050

Die energiewirtschaftlichen Ziele der Stadt Heusenstamm bis zum Jahr 2030/2050 orientieren sich an den örtlichen Gegebenheiten und den örtlich verfügbaren Potenzialen für Erneuerbare Energien sowie an den internationalen und nationalen Zielvorgaben (s. Abschnitt 2).

Zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

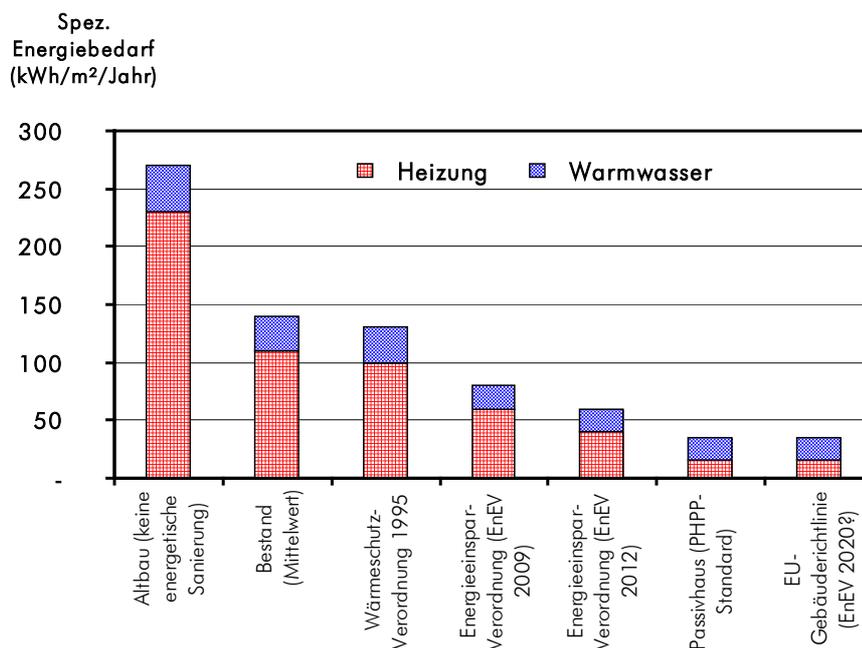
- [1] Verringerung des Energiebedarfs (Wärme; Strom; Treibstoffe) durch
  - Baulichen Wärmeschutz (Private Gebäude und städtische Liegenschaften)
  - Verringerung des Stromverbrauchs (Warmwasserbereitung; Heizung; Beleuchtung; Elektrogeräte)
  - Verringerung des Treibstoffverbrauchs (Diesel; Benzin)
- [2] Verbesserung der Energie-Effizienz (Wärme; Strom) durch
  - Reduzierung von Anlagenverlusten (Heizungsanlagen; Warmwasserbereitung; Abwasserbehandlung)
  - Verdichtung der Erdgasversorgung
  - Verringerung von Energieumwandlungsverlusten (Kraft-Wärme-Kopplung)
- [3] Verringerung des Verbrauchs fossiler Energieträger durch
  - Ersatz von Strom (Wärmeversorgung; Warmwasserbereitung) durch Erdgas und Einsatz Erneuerbarer Energiequellen (Windkraft; Photovoltaik; Kraft-Wärme-Kopplung)
  - Ersatz von Heizöl durch Erdgas und Einsatz Erneuerbarer Energiequellen (Biomasse; Solarthermie; Abwärme; Geothermie)

### 6.1 Energieeinsparpotenziale

#### 6.1.1 Private Liegenschaften (Wohnen, Kleingewerbe, GHD)

Das Schwergewicht der energie- und klimarelevanten Maßnahmen in Heusenstamm liegt im Bereich der Wärme- und Stromversorgung der privaten Liegenschaften. Durch baulichen Wärmeschutz, durch die Optimierung der Heizungsanlagen und durch die Nutzung Erneuerbarer Energien kann ein beachtlicher Teil des Energieverbrauchs eingespart werden. Durch Wärmeschutzmaßnahmen können die klimarelevanten Emissionen bis 2030/2050 voraussichtlich um schätzungsweise 40 % verringert werden, wenn es gelingt, die privaten Hauseigentümer und die Gewerbebetriebe über die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Energieeinsparung zu informieren und zu Investitionen zur Energieeinsparung zu motivieren.

Die Schwerpunkte der möglichen Einsparungen befinden sich in den ursprünglichen Ortskernen der Bebauung vor 1945 sowie den Gebieten, die im Zeitraum von 1945 bis 1976 bebaut wurden. In der Abbildung 8 sind die Energiekennwerte von Wohngebäuden in Abhängigkeit von ihrem Baualter zur Orientierung dargestellt. Danach besteht insbesondere im Altbaubereich ein erhebliches Energieeinsparpotenzial, sofern die Gebäude nicht bereits energetisch saniert sind. Die langfristigen energie- und klimarelevanten Zielsetzungen (vgl. Abschnitt 2) nähern sich dem Passivhaus-Standard.



**Abbildung 8: Energiekennwerte von Wohngebäuden**

Wegen der großen Bedeutung der privaten Liegenschaften in Bezug auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen sind eine kommunale Energieberatung in Zusammenarbeit mit den örtlichen Energieversorgern und den örtlichen und regionalen Fachbetrieben sowie die Förderung von energie- und klimarelevanten Maßnahmen vorgesehen.

Der bauliche Wärmeschutz und die Reduzierung von Heizungsanlagenverlusten bilden den Kern der Maßnahmen zur Verringerung des Energiebedarfs der privaten Liegenschaften. Bei einem Bestand von rund 900.000 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche (BGF) mit einem Wärmebedarf von insgesamt rund 143.262 MWh/Jahr und einem spezifischen Energiebedarf der sanierungsbedürftigen Gebäude von teilweise über 250 kWh/m<sup>2</sup> BGF ergibt sich mit einer Verringerung des spezifischen Energiebedarfs um 40 % und einer jährlichen Sanierungsrate von 3 % des Gebäudebestandes bis 2030 / 2050 (ca. 27.000 m<sup>2</sup>) ein Energieeinsparpotenzial von insgesamt rund 57.000 MWh.

In Verbindung mit einer Erhöhung der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen, dem vollständigen Ersatz der Stromheizungen durch Erdgas oder Erneuerbare Energiequellen und der Verdichtung der Erdgasanschlüsse zum Ersatz von Heizöl wird die Reduzierung der Treibhausgasemissionen aus der Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung um 50 % bis 2030/2050 erreichbar.

Die Verringerung des Stromverbrauchs bis 2030/2050 um 40 % ist durch den vollständigen Ersatz von ggf. noch vorhandenen Stromheizungen, die Verringerung des Warmwasserbedarfs durch wassersparende Armaturen und Haushaltsgeräte sowie durch die Verringerung des Stromverbrauchs der Elektrogeräte erreichbar.

Der Verbrauch an Heizstrom in Heusenstamm ist sehr gering. Die Maßnahmen zur Verringerung des Stromverbrauchs konzentrieren sich auf die Warmwasserbereitung mit Strom und die Haushaltsgeräte (Waschmaschinen; Spülmaschinen; Trockner etc.).

#### **6.1.2 Städtische Liegenschaften und öffentliche Einrichtungen**

Der Schwerpunkte der energie- und klimarelevanten Maßnahmen in den kommunalen Liegenschaften ist der bauliche Wärmeschutz. Sie konzentrieren sich auf die Gebäude und Einrichtungen mit einem vergleichsweise hohen spezifischen Wärme-, Strom- und/oder Wasserbedarf. Dazu gehören vorrangig die Objekte, die gegenüber dem nutzungsspezifischen Vergleichskennwert einen relativ hohen spezifischen Verbrauch aufweisen.

Das Wärmeeinsparpotenzial der städtischen Liegenschaften, die bis 2030/2050 zu realisieren sind, liegt in einer Größenordnung von 30 % (2.500 MWh/Jahr).

#### **6.1.3 Städtische Fahrzeuge und Geräte**

Der aktuelle Handlungsbedarf und das verfügbare Handlungspotenzial zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich der stadt eigenen Fahrzeuge sind gering. Der Kraftstoffverbrauch ist aufgrund der relativ geringen Fahrleistungen der Fahrzeuge und Benutzungsdauer der Geräte gering. Dennoch ist sich die Stadt bewusst, dass sie - und damit auch bei städtischen Fahrzeugen - eine Vorbildfunktion einnimmt. Bei der Beschaffung neuer Fahrzeuge sollen daher alternative Antriebskonzepte bereits ab der nächsten Anschaffung intensiv unter dem genannten Gesichtspunkt sowie unter Einbindung der städtischen Gremien betrachtet werden. Gleiches gilt für die Beschaffung von Geräten.

### 6.1.4 Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung in Heusenstamm, die in den letzten Jahren auf LED umgestellt wurde (55 Leuchten), weist einen vergleichsweise geringen spezifischen Energiebedarf auf. Eine weitere Energie- und Kosteneinsparung durch den Ersatz der Leuchtmittel durch LED-Lampen ist erst nach Ende der Nutzungsdauer der übrigen vorhandenen Lampen möglich. Eine vordringliche Maßnahme zur Vorbereitung geeigneter Maßnahmen ist die Fortschreibung des Katasters der Straßenbeleuchtung zur Erstellung eines Austausch- und Regelungskonzeptes. Diese Möglichkeiten werden geprüft.

Das Stromeinsparpotenzial der Straßenbeleuchtung bis 2030/2050 beträgt rund 700 MWh/Jahr (75 % des derzeitigen Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung).

### 6.1.5 Abwasser

Der Stromverbrauch der Kläranlage Heusenstamm (Abwasserableitung und -behandlung) betrug im Jahr 2015 ca. 1.300 MWh. Bezogen auf den aus der mittleren CSB-Belastung hergeleiteten Einwohnerwert (ca. 27.900 Einwohner) ergibt sich ein spezifischer Gesamtstromverbrauch der Kläranlage von ca. 47 kWh/(E\*a).

Zur ersten Orientierung wird dieser Wert mit den zugehörigen Unterschreitungshäufigkeiten in Relation gesetzt, die auf Datenmaterial aus dem Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen der DWA beruhen [13]. Bei den Kennzahlen zum elektrischen Energieverbrauch weisen Daten mit einer höheren Unterschreitungshäufigkeit (> 50 % der Anlagen) mit großer Wahrscheinlichkeit auf ein energetisches Optimierungspotenzial hin.

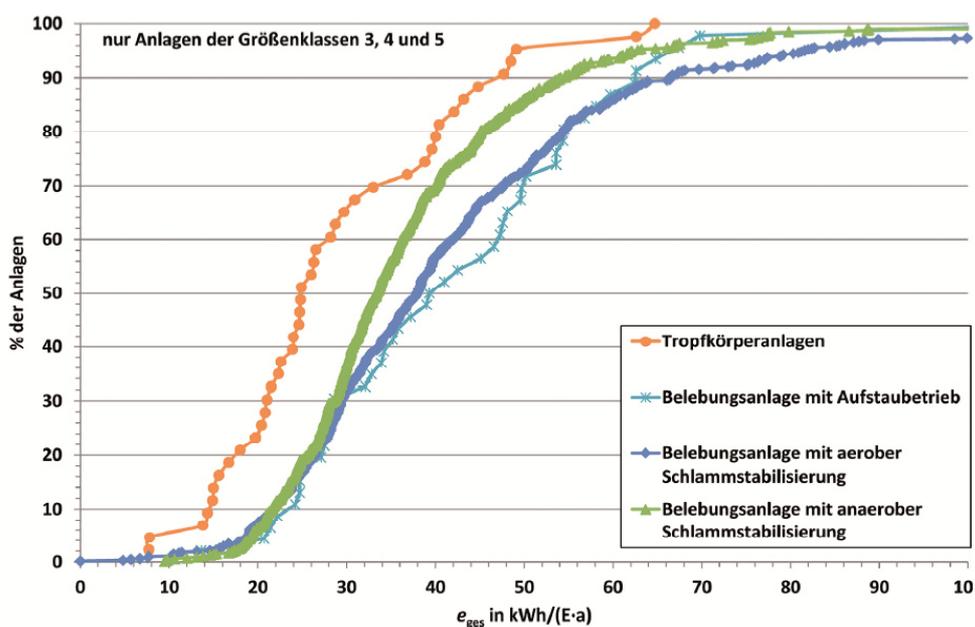


Abbildung 9: Spezifischer Stromverbrauch in Abhängigkeit vom Reinigungsverfahren [13]

Der spezifische Energieverbrauch der Kläranlage Heusenstamm liegt ca. 15 kWh/(E\*a) über dem mittleren spezifischen Gesamtstromverbrauch von ca. 32 kWh(E\*a) vergleichbarer Kläranlagen (Größenklasse 4, Belebungsanlage mit anaerober Schlammstabilisierung). Dies entspricht einem Einsparpotenzial von ca. 32 %, das vorwiegend in der Belüftung und Umwälzung der Belebungsbecken und den Pumpanlagen zu finden ist [32].

#### **6.1.6 Verkehr und Mobilität**

Die Verringerung des Energieverbrauchs und der klimarelevanten Emissionen, die von der Stadt beeinflusst werden kann, konzentriert sich vorrangig auf eine Verbesserung der Bedingungen für den Rad- und Fußgängerverkehr durch Ausweisung und Ausbau innerörtlicher gesicherter und barrierefreier Wege, die Erhaltung und Ergänzung von öffentlichen und privaten Dienstleistungseinrichtungen in den ursprünglichen Ortskernen sowie die Verbesserung des innerörtlichen und regionalen ÖPNV-Angebotes. Damit soll erreicht werden, dass das innerörtliche und regionale Verkehrsaufkommen reduziert wird.

Durch die Einrichtung von „Elektrotankstellen“ für e-Kfz und e-Bikes in Verbindung mit privilegierten Stellplätzen an zentralen Standorten soll die Nutzung von e-Kfz und e-Bikes im Stadtgebiet, was am Bahnhof schon realisiert wurde, bevorzugt und beschleunigt werden.

Der größte Teil der Treibstoffeinsparung wird voraussichtlich jedoch durch die Veränderung der Fahrzeugtechnik erreicht werden. Es wird davon ausgegangen, dass bis 2030/2050 die benzin- und dieselbetriebenen Fahrzeuge weitgehend durch innovative Antriebstechnologien ersetzt sind. Es wird mit einem Energieeinsparpotenzial von 50 % (20.000 MWh/Jahr) gerechnet.

## 6.2 Verfügbare Potenziale Erneuerbarer Energien

Die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung beträgt derzeit 5.638 MWh/Jahr; das sind rund 2,8 % des Wärmebedarfs. Davon hat die Biomasse (Holz) einen hohen Anteil. Das Potenzial Erneuerbarer Energien zur Wärme und Stromversorgung in Heusenstamm bis 2030/2050 beträgt insgesamt 35.700 MWh/Jahr (Wärme: 21.200 MWh/Jahr; Strom: 13.500 MWh/Jahr) (s. Tabelle 15). Die verfügbaren Potenziale aus Erneuerbaren Energien werden im Zuge der Erstellung eines Klimaschutzteilkonzepts „Erneuerbare Energien“ und als Ergänzung dazu in einem Klimaschutzteilkonzept zur „Klimaanpassungsstrategie“ sorgfältig geprüft und angepasst.

### 6.2.1 Solarthermie und Photovoltaik

Die Nutzung der Sonnenenergie kann durch Umwandlung der Strahlungsenergie in Strom (Photovoltaik-Anlagen) oder in Wärme (Sonnenkollektoren) erfolgen. Mit Photovoltaik-Anlagen können jährlich etwa 125 kWh/Jahr/m<sup>2</sup> erzeugt werden. Sonnenkollektoren haben eine durchschnittliche Wärmeerzeugung von 350 kWh/Jahr/m<sup>2</sup>.

Insgesamt 118 Photovoltaik-Anlagen (s. Abbildung 10) produzieren derzeit jährlich rund 3.200 MWh Strom; das sind etwa 5 % des jährlichen Stromverbrauchs.

Die Dachflächen in Heusenstamm, die für eine solare Energienutzung geeignet sind, betragen insgesamt rund 250.000 m<sup>2</sup>. Davon werden derzeit rund 7.200 m<sup>2</sup> genutzt (Kollektoren: 2.331 m<sup>2</sup>; Photovoltaik: 4.850 m<sup>2</sup>). Die Nutzung von Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung beträgt derzeit jährlich etwa 3.000 MWh, das sind rund 2 % des Wärmebedarfs.

Auf der Grundlage eines Dachflächenkatasters, das durch Auswertung der digitalen Flurkarte der Stadt Heusenstamm erstellt wurde, ergibt sich eine Größe der Dachflächen > 100 m<sup>2</sup> von 250.000 m<sup>2</sup> mit einem nutzbaren „Solarpotenzial“ von rund 12.500 MWh/Jahr. Teilt man dieses Potenzial wie im Bestand auf (Wärme: 35 %; Strom: 65 %), ergibt sich ein Wärmepotenzial von rund 4.500 MWh/Jahr und ein Strompotenzial von 8.100 MWh/Jahr.

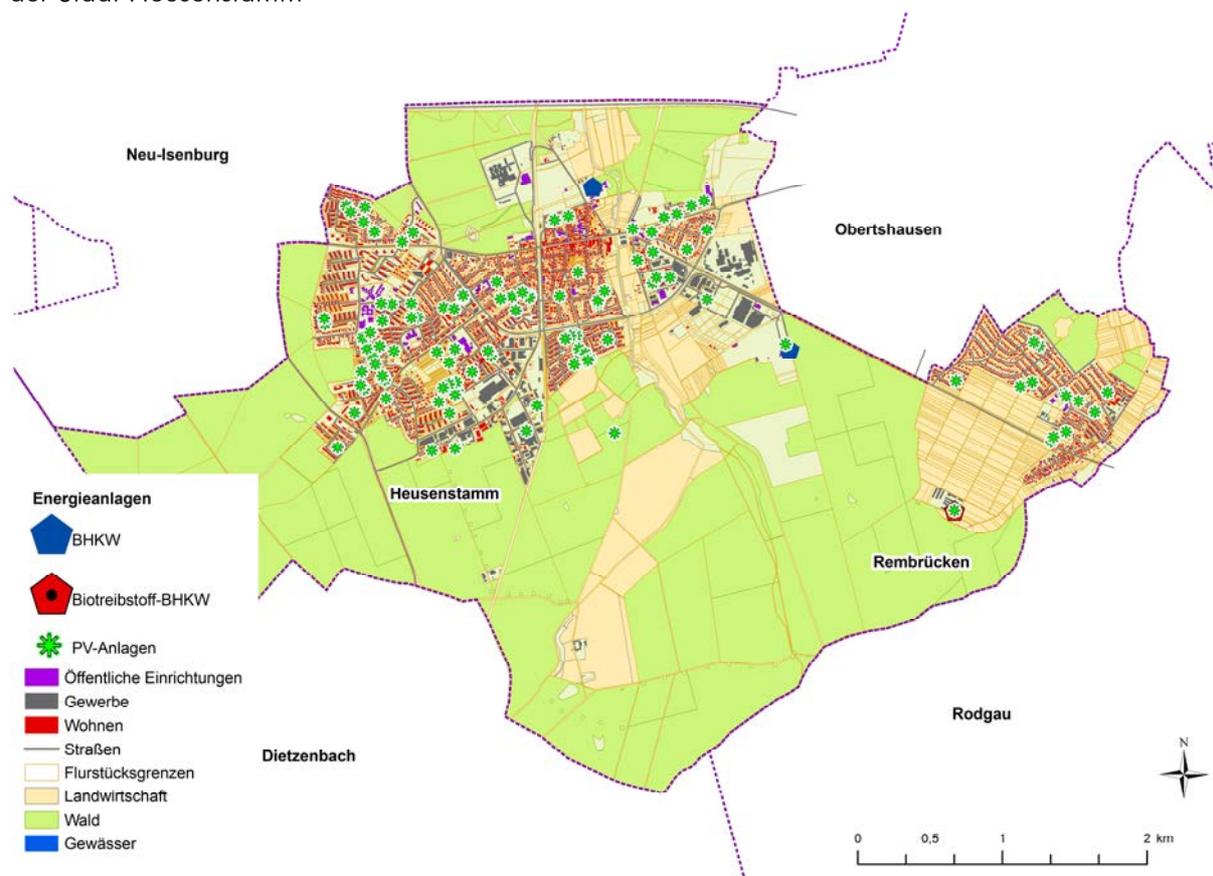


Abbildung 10: Photovoltaik- und BHKW-Anlagen in Heusenstamm

### 6.2.2 Geothermie

Die Nutzung der Geothermie lässt sich unterscheiden in die „tiefe“ Geothermie und in die oberflächennahe „flache“ Geothermie. Der Oberrheingraben ist die einzige geologische Struktur in Hessen, in der wegen eines erhöhten geothermischen Gradienten eine Nutzung der Geothermie für die Stromerzeugung wirtschaftlich aussichtsreich sein könnte. Die Nutzung der Tiefengeothermie ist in Heusenstamm nicht möglich.

Die oberflächennahe Geothermie dient zur Bereitstellung von Niedertemperaturwärme zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung. Dabei handelt es sich um einen Entzug der geothermischen Energie aus dem oberflächennahen Bereich der Erde (Tiefen bis 150 m), z.B. mit Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden [21].

Erdwärmekollektoren werden horizontal in geringer Tiefe (üblicherweise 0,8 bis 1,6 Meter, maximal bis zu 2 Meter) verlegt und gewinnen die von der Sonne eingestrahlte Wärmeenergie. Dafür ist ein relativ hoher Flächenbedarf erforderlich, der je nach Bodenbeschaffenheit das bis zu zweifache der zu beheizenden Fläche betragen kann. Nur wenn genügend Fläche zur Verfügung steht, ist der Einsatz von Erdwärmekollektoren möglich.

Erdwärmesonden sind senkrechte, meist 30 bis 100 Meter lange Sonden. Der geringe Flächenbedarf und die Erschließung eines unterhalb des Einflussbereichs der Sonneneinstrahlung liegenden und damit jahreszeitlich konstanten Temperaturniveaus sind zwei entscheidende Vorteile bei dem Einsatz von Erdwärmesonden. Sie werden in Heizsystemen unterschiedlicher Größe eingesetzt, angefangen bei der Beheizung kleinerer Wohngebäude bis hin zu ganzen Wohnanlagen [21].



Die derzeitige Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm beträgt insgesamt rund 861 MWh/Jahr [20]. In der Tabelle 14 sind die derzeit vorhandenen Anlagen aufgeführt.

Tabelle 14: Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm [20]

| Lfd. Nr.  | Zulassung Jahr            | Gemeinde    | Gemarkung   | Anzahl Bohrungen | Gesamt-länge (m) | Bohr-tiefe (m) | Heiz-leistung (kW) | Jahres-betriebs-stunden | Energie-erzeugung (kWh/Jahr) |
|-----------|---------------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------------|--------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1         | 2004                      | Heusenstamm | Rembrücken  | 3                | 180              | 60             | 14                 |                         | 30.293                       |
| 2         | 2005                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 114              | 38             |                    |                         | 32.857                       |
| 3         | 2005                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 5                | 460              | 92             |                    |                         | 32.857                       |
| 4         | 2006                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 261              | 87             | 16                 |                         | 34.773                       |
| 5         | 2006                      | Heusenstamm | Rembrücken  | 2                | 184              | 92             | 12                 |                         | 24.853                       |
| 6         | 2006                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 198              | 99             |                    |                         | 32.857                       |
| 7         | 2007                      | Heusenstamm | Rembrücken  | 5                | 500              | 100            | 32                 |                         | 69.120                       |
| 8         | 2007                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 270              | 90             |                    |                         | 32.857                       |
| 9         | 2009                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 210              | 70             |                    |                         | 32.857                       |
| 10        | 2010                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 7                | 840              | 120            | 35                 |                         | 75.093                       |
| 11        | 2010                      | Heusenstamm | Rembrücken  | 2                | 200              | 100            | 6                  | 2.200                   | 11.947                       |
| 12        | 2011                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 6                | 594              | 99             | 27                 |                         | 56.533                       |
| 13        | 2011                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 6                | 510              | 85             | 27                 |                         | 57.600                       |
| 14        | 2012                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 300              | 100            | 10                 | 2.200                   | 21.760                       |
| 15        | 2012                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 1                | 120              | 120            | 8                  | 2.100                   | 16.427                       |
| 16        | 2012                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 1                | 120              | 120            | 7                  | 2.000                   | 15.787                       |
| 17        | 2013                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 255              | 85             |                    |                         | 32.857                       |
| 18        | 2013                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 180              | 90             | 10                 | 2.000                   | 21.120                       |
| 19        | 2014                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 180              | 90             | 10                 | 2.200                   | 20.480                       |
| 20        | 2014                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 240              | 120            | 11                 | 2.100                   | 24.491                       |
| 21        | 2014                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 170              | 85             | 8                  | 2.200                   | 16.640                       |
| 22        | 2014                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 300              | 100            |                    |                         | 32.857                       |
| 23        | 2014                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 2                | 180              | 90             |                    |                         | 32.857                       |
| 24        | 2016                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 3                | 360              | 120            | 14                 | 2.200                   | 28.800                       |
| <b>24</b> | <b>Summe / Mittelwert</b> |             |             | <b>3</b>         | <b>289</b>       | <b>94</b>      | <b>15</b>          | <b>2.133</b>            | <b>788.576</b>               |

**Brunnen**

|          |                           |             |             |          |          |           |           |              |               |
|----------|---------------------------|-------------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| 1        | 2010                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 1        | 1        | 11        | 16        | 2.200        | 35.200        |
| 2        | 2010                      | Heusenstamm | Heusenstamm | 1        | 1        | 12        | 17        | 2.200        | 37.400        |
| <b>2</b> | <b>Summe / Mittelwert</b> |             |             | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>12</b> | <b>17</b> | <b>2.200</b> | <b>72.600</b> |

Die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Bedingungen für die zusätzliche Nutzung der oberflächennahen Geothermie in den bebauten Ortslagen von Heusenstamm sind unterschiedlich. In den Ortslagen der Kernstadt liegen hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstige Verhält-

nisse vor, während in der Ortslage von Rembrücken ungünstige hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Bedingungen gegeben sind (s. Abbildung 11) [23].

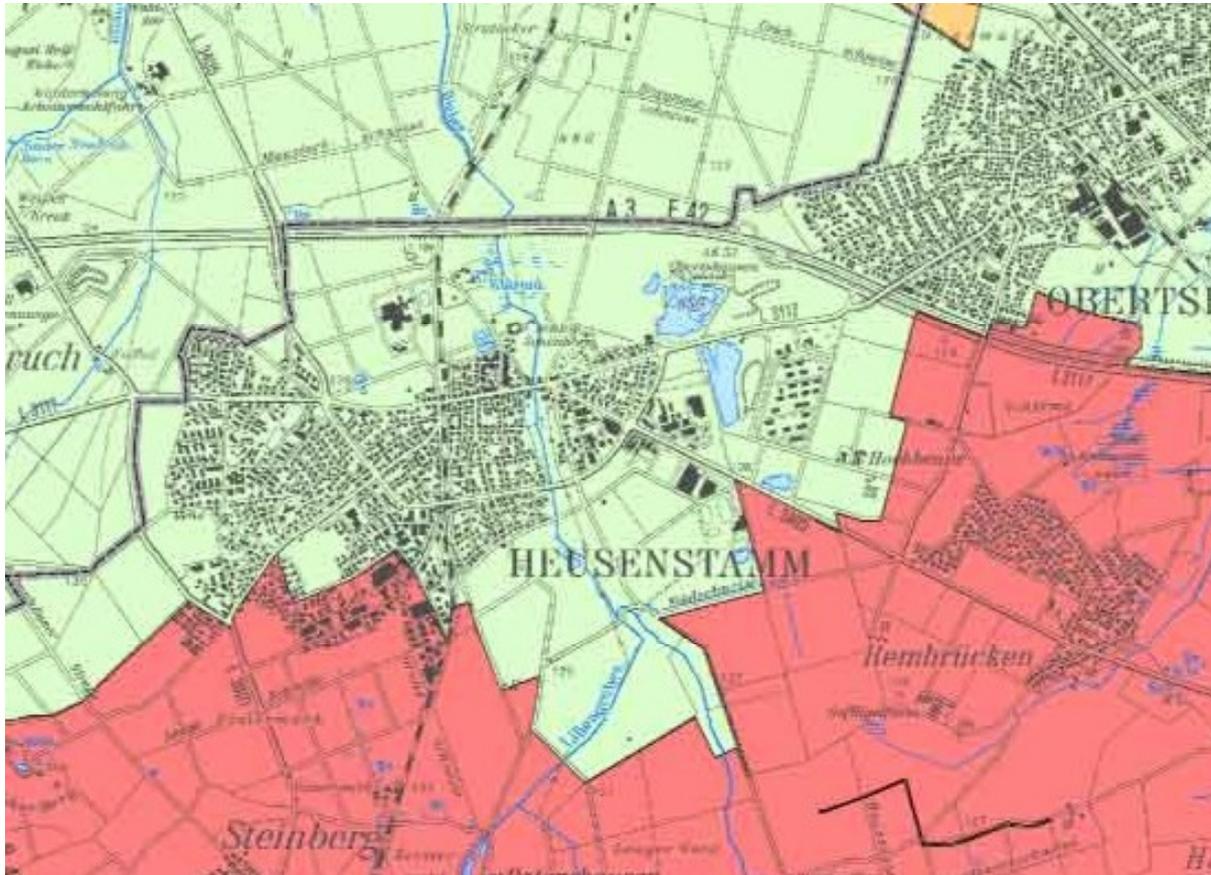


Abbildung 11: Standortbewertung der Nutzung oberflächennaher Erdwärme [23]

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist insbesondere in dünn besiedelten Bereichen mit einer geringen Wärmedichte (Ein- und Zweifamilienhäuser) zweckmäßig. In den Gebieten, die durch Fernwärme erschlossen sind, und im Geltungsbereich der Gestaltungssatzung [30] ist die Nutzung von Geothermie ausgeschlossen. Aufgrund der hohen Bebauungsdichte in den verbleibenden Wohngebieten der Kernstadt (s. Abbildung 12) ist das zusätzlich nutzbare Energiepotenzial der oberflächennahen Geothermie gering. Es wird auf eine Größenordnung von maximal 24 MWh/Jahr geschätzt. Dabei wird von einer durchschnittlichen Heizleistung einer Erdwärmesondenanlage von 10 kW und einer mittleren Vollbenutzungsdauer von 2.200 Stunden/Jahr ausgegangen [24].

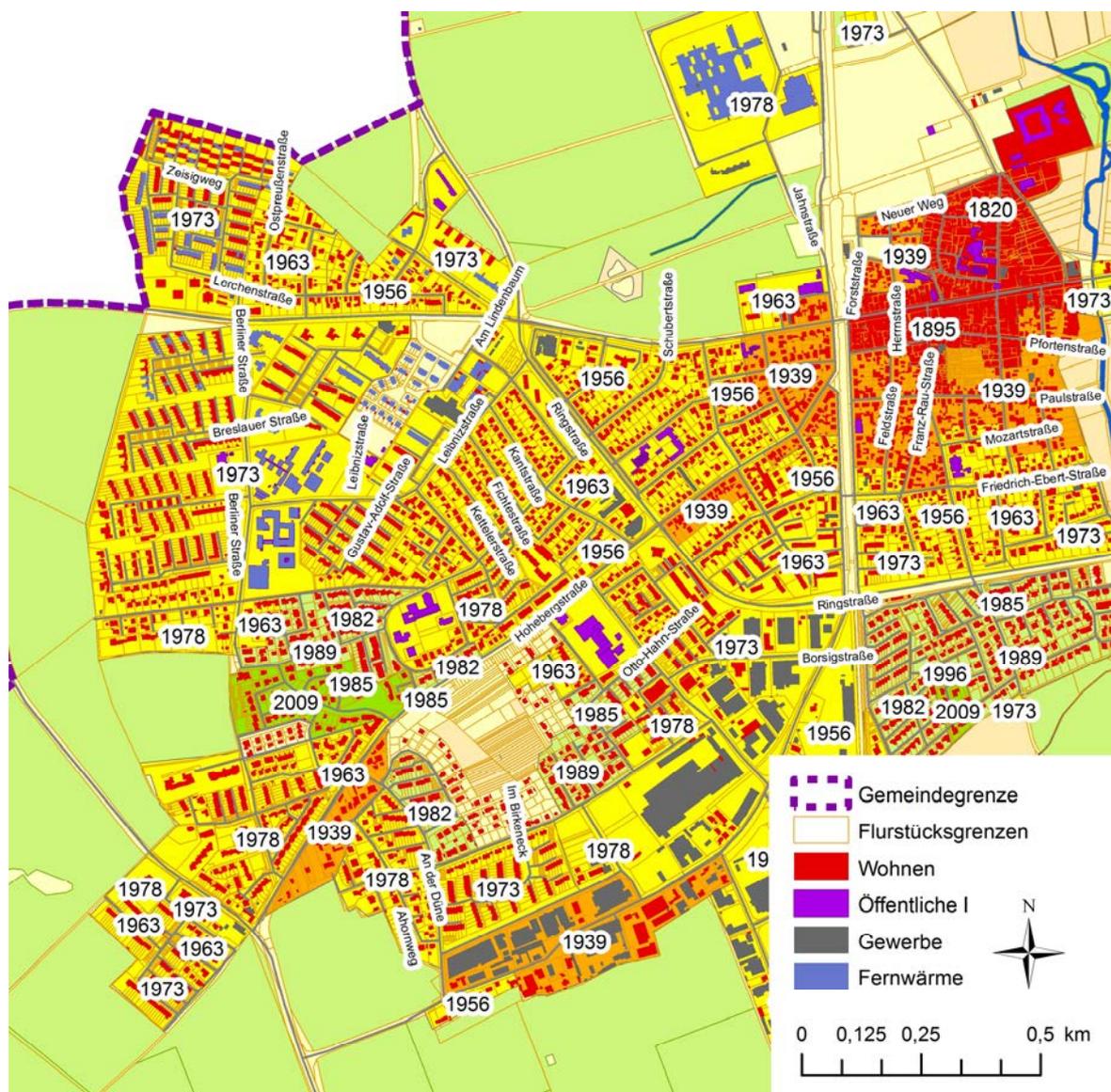


Abbildung 12: Struktur der Bebauung in der Kernstadt Heusenstamm

### 6.2.3 Biomasse

Das beispielsweise vom Regionalen Planungsverband für die Städte ermittelte, theoretische Potenzial energetisch nutzbarer Biomasse basiert zunächst auf statistischen Bundesdurchschnittswerten. Ergänzend wurden vom Land wissenschaftliche Studien in Auftrag gegeben, um für die Region und das Land Gesamtkalkulationen zu ermitteln. Im neuen Klima-Energie-Portal RegionFrankfurtRheinmain des Planungsverbands sind Energiekennzahlen mit Potenzialberechnungen für jede Stadt zu finden. Diese Eckwerte der Verbandskommunen können bei der Bioenergie stark variieren. Um zu vertretbaren, mit den städtischen Gremien und der Öffentlichkeit abgestimmten Zielgrößen zu gelangen, wird die Bioenergiegewinnung mit Hilfe eines zusätzlichen Klimaschutz-Teilkonzeptes untersucht und auf die Heusenstammer Situation bezogen.

#### 6.2.3.1 Klimaanpassung, Forst- und Landwirtschaft

Bioenergiepotenziale weichen unter Umständen stark von den regional bzw. überregional bekannten Größenordnungen ab.

Die Städte haben im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung auch starke Einflussmöglichkeiten und können über eigene Ziele und Leitbilder den Rahmen abstecken, wenn es um die Forst- und Landwirtschaft geht. Dazu gehören eigene Datenermittlungen und Potenzialberechnungen. Die Sondersituation kleiner Kommunen im hochverdichteten Ballungsraum in der Nähe der Großstädte Frankfurt und Offenbach kommt der Natur und der Landschaft in Randbereichen der Großstädte ein anderer Stellenwert zu als weitab in ländlichen Regionen. Geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen stärken langfristig die Ressourcen Boden und Wasser und sichern den Wert der öffentlichen Güter, doch sie sind nicht geeignet, Bioenergiepotenziale zu quantifizieren und damit die Regionale Energiebilanz aufzubessern. Hier gibt es einen Zielkonflikt.

Im Kreis Offenbach, südöstlich von Frankfurt und Offenbach (im Naturraum östliche Untermainebene), befinden sich aufgrund der geologisch bedingten weniger ertragreichen, zum Teil sandigen Böden nur geringe Potenziale. Anders ist es in der Wetterau oder anderen Hohertragsstandorten, wo vergleichsweise hohe Energiemengen aus Biomasse in Biogasanlagen gewonnen werden. Dagegen haben die Freiflächen der Feldflure und die Waldgebiete der östlichen Untermainebene große Bedeutung für die Wasserwirtschaft (Grundwassergewinnung), die Naherholung und die Biodiversität. Die Stadt Heusenstamm und das Forstamt Langen haben im Stadtwald Heusenstamm beispielsweise aufgrund von prioritären Naturschutzmaßnahmen etwa 10 % Forstflächen stillgelegt, d.h. aus der Nutzung herausgenommen. Ähnlich sieht es in der Landwirtschaft aus, wo noch größere Anteile für Naturschutzzwecke aus der Produktion genommen wurden. Intensiver Anbau von

Energiepflanzen steht hier in Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungs- und Futtermittelpflanzen. Dennoch werden nachwachsende Rohstoffe kleinflächig in der Feldgemarkung angebaut. Dagegen sind die Bio-Energiepotenziale aus Grünabfällen aus der klassischen Abfallverwertung durchaus für die Region voll anrechenbar und können bedenkenlos in die regionale Potenzialberechnung aufgenommen werden.

Eine sorgfältige Untersuchung der Potenziale von Bioenergie aus Biomasse wird im Rahmen der Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes künftig vertieft bearbeitet werden, ein Klimaschutz-Teilkonzept soll die offenen Fragen klären. Das gilt auch für die Forstwirtschaft.

Die Waldfläche im Stadtgebiet beträgt 1.081 ha. Unter Fachleuten ist umstritten, ob die derzeitige Nutzung von Holz um rund 100 MWh/Jahr vergrößert werden kann oder eben weitaus geringer. Das Energieholzpotenzial des Stadtwalds Heusenstamm, so wurde geschätzt, liegt weit unter dem Landesdurchschnitt bei ca. 0,5 Erntefestmeter pro Hektar und Jahr.

Auch wirtschaftlich ist der Stadtwald Heusenstamm kein ertragreicher Standort, die Stadt erzielt nur schwache Deckungsbeiträge von etwa 200,-- EUR /ha und Jahr. Das sind 120.000 EUR pro Jahr Einnahmen. Mit diesem Erlös lässt sich eine naturschutzgerechte, ökologisch-nachhaltige Waldbewirtschaftung finanzieren. Rohstoffnutzung, beispielsweise als Bauholz, hat Vorrang vor der Energiegewinnung durch thermische Verwertung (Kaminholz). Durch die PEFC- und FSC-Zertifizierung des Stadtwalds sind hier Qualitätssicherungssysteme eingebaut. Dennoch muss die Stadt hier mit eigenen Zahlen realistische Werte für die Bioenergie-Potenzialberechnungen der Region liefern. Potenzialberechnungen, die aus Bundesdurchschnittswerten statistisch ermittelt wurden und z.B. über das Regionale Energiekonzept aufgrund der ehrgeizigen Ziele (100 % Erneuerbare Energien bis 2050) übernommen wurden, setzen in der Regel höher Werte an.

Ähnlich verhält es sich mit der Landwirtschaft. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche von 243 ha wird derzeit für eine energetische Nutzung in Form von Biogas nur begrenzt genutzt (ca. 12 ha „Winterraps“); eine zusätzliche energetische Nutzung von landwirtschaftlichen Produkten ist nur in einem sehr begrenzten Umfang vorgesehen. Durch energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial kann die energetische Biomassenutzung ergänzt werden. Sie sollen im regionalen Verbund mobilisiert werden.

#### 6.2.4 Nutzung der Abwasserwärme

Etwa 20 % des Wärmebedarfs der Gebäude besteht aus der Warmwasserbereitung; das sind in Heusenstamm schätzungsweise 40.000 MWh/Jahr. Der größte Teil des warmen Wassers wird nach der Nutzung (Körperpflege; Wäschewaschen; Geschirrspülen) als „warmes“ Abwasser in die Kanalisation abgeleitet. Die Wärme wird in der Regel ungenutzt an die Umwelt abgegeben und geht für eine Nutzung verloren. Neuere Erkenntnisse gehen davon aus, dass die „Abwasserwärme“ auch unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit zurückgewonnen und genutzt werden kann [36]. In einem Leitfa- den für Ingenieure und Planer der Deutschen Bundesstif- tung Umwelt [8] sind die fachlichen Grundsätze darge- stellt.



Ziele der Abwasserwärmenutzung sind

- die Substitution fossiler Energieträger wie Erdgas und Heizöl,
- das hohe Energiepotential des Abwassers zu nutzen,
- die regionale Wertschöpfung zu steigern und
- den Wert der Immobilien zu erhalten.

Voraussetzung für die Erfassung und Nutzung der Abwärme aus dem Abwasser sind die stetige Verfügbarkeit einer ausreichenden Menge, z.B. in einem Einzelobjekt, in dem der Warmwasserverbrauch groß ist (z.B. Sportanlage; Heil- und Pflegeeinrichtung) oder in einem Abwasserkanal mit grösseren Abflussmengen (Hauptkanal), und der stetige Wärmebedarf in der Nähe der Fassung. Die Erfassung der Wärme erfolgt über Wärmetauscher. Sie wird durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben.



Für eine stadtweite Planung kann das theoretische Potenzial herangezogen werden, um eine installierbare Anlagenkapazität als erste, unkritische Größenordnung aufzuzeigen. Der spezifische, nutzbare Wärmeinhalt des Abwassers bei 2 K Abkühlung entspricht 2,3 kWh/m<sup>3</sup> [38]. An der Kläranlage Heusenstamm fielen im Jahr 2015 durchschnittlich 3.908 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag an, dies entspricht ca. 163 m<sup>3</sup>/h. Das theoretische Wärmepotenzial im Abwasser in Heusenstamm beläuft sich

somit auf ca. 375 kW (163 m<sup>3</sup>/h Schmutz- und Mischwasser \* 2,3 kWh/m<sup>3</sup>). Werden abwasserseitig ein mittlerer Durchfluss bei Trockenwetter von 10 L/s und eine Nennweite von 800 mm als Mindestgrößen für einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmerückgewinnung aus Abwasser angesetzt, kommen in Heusenstamm ca. 180 Kanalhaltungen für weiterführende Untersuchung in Frage.

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Nutzung von Wärme aus Abwasser ein Baustein einer kommunalen Gesamtstrategie zur Senkung des Primärenergiebedarfs sein und zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beitragen kann. Um eine strategische Erschließung der Energiequelle zu ermöglichen, ist die Konkretisierung des theoretischen Potenzials unter Berücksichtigung raumbezogener, energetischer und technisch-organisatorischer Randbedingungen erforderlich.

Eine kommende Herausforderung wird neben der Wärmegewinnung auch die Kühlung durch Abwasser sein. Abwasser stellt ein ideales Medium dar, um große Energiemengen aus überhitzten Stadtzentren abzutransportieren. Der Anwendungsbereich für die energetische Nutzung von Abwasser wird hierdurch erweitert, um wirtschaftlich sinnvolle Einsatzorte und Anschlusspunkte strategisch erschließen zu können. Diesbezüglich wird ein entsprechendes Klimaschutzteilkonzept „Heizen und Kühlen mit Abwasser“ empfohlen.

### **6.2.5 Abwärmenutzung aus betrieblichen Prozessen**

Die Vermeidung von Abwärme (Energieverluste) in den Betrieben hat i.d.R. Vorrang vor der Abwärmenutzung durch Dritte. Voraussetzung für die Abwärmenutzung aus betrieblichen Prozessen durch Dritte ist die gesicherte Verfügbarkeit von Abwärme und ein ausreichender Wärmebedarf in der Umgebung.

### **6.2.6 Produktionsabwärme**

Die Nutzung von Produktionsabwärme aus Betrieben ist in der Regel innerbetrieblich technisch und wirtschaftlich vorteilhaft. Deswegen ist keine Abwärmenutzung verfügbar.

### **6.2.7 Kraft-Wärme-Kopplung**

Der energetische, ökologische und wirtschaftliche Vorteil der Kraft-Wärme-Kopplung besteht in der Vermeidung von Energieverlusten bei der Stromerzeugung. In den folgenden Übersichten sind die schematischen Energiebilanzen für den Fall eines jährlichen Wärmebedarfs von 450 MWh mit einer getrennten Wärme- und Stromerzeugung (s. Abbildung 13) und einer kombinierten Wärme- und Stromerzeugung in einem BHKW (s. Abbildung 14) dargestellt.

Im Fall einer Wärmeversorgung mit BHKW (Kraft-Wärme-Kopplung) ergibt sich dabei eine Stromerzeugung rund 500 MWh/Jahr. Geht man davon aus, dass die entsprechende Stromerzeugung (500 MWh/Jahr) in einem Kondensationskraftwerk (ohne Abwärmenutzung) erfolgt, ergibt sich be-

zogen auf den Brennstoffeinsatz für die Wärme- und Stromerzeugung ein Gesamtverlust von 1.020 MWh/Jahr (110 %). Demgegenüber ergibt sich bei einer kombinierten Wärme- und Stromerzeugung (Kraft-Wärme-Kopplung) in dem Beispiel nur ein Verlust von 250 MWh/Jahr (26 %) bei gleicher Endenergie.

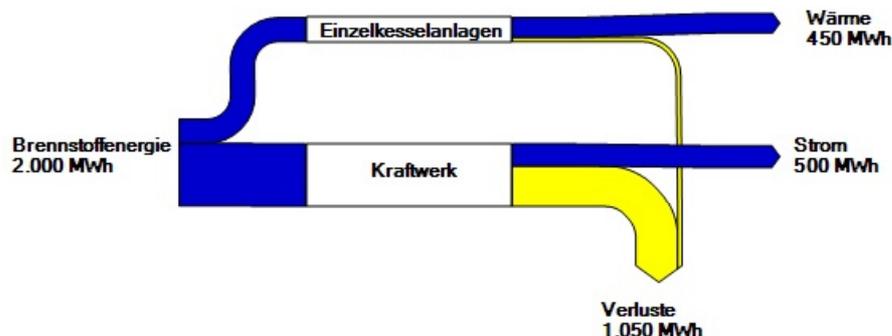


Abbildung 13: Energiebilanz einer getrennten Wärme- und Stromerzeugung

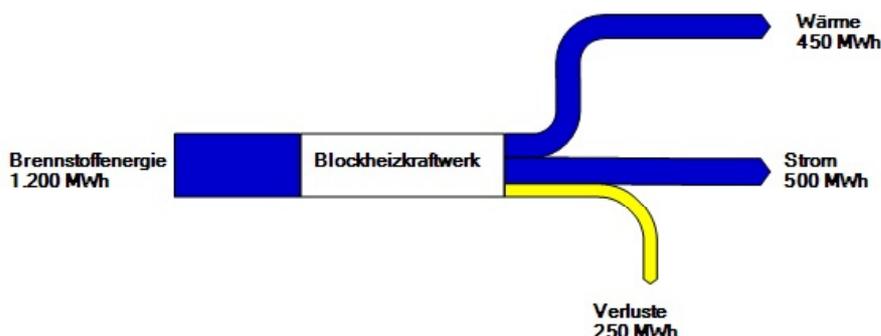


Abbildung 14: Energiebilanz der Kraft-Wärme-Kopplung

Ein wirtschaftlicher und energieeffizienter Ausbau der Nahwärmeversorgung auf der Basis der Kraft-Wärme-Kopplung ist abhängig von der Struktur der Wärmeversorgung. Geeignet für eine Nahwärmeversorgung sind Ortsteile mit einer hohen Wärmebedarfsdichte ( $> 100 \text{ kWh/m}^2$  Siedlungsfläche), einem möglichst ganzjährigen Wärmebedarf (Prozesswärme) und einer überwiegenen Wärmeversorgung mit Heizöl sowie geringen Energie-Einsparpotenzialen.

### 6.2.8 Wind

Die Nutzung von Windenergieanlagen zur Stromerzeugung ist im Stadtgebiet nicht möglich.

## 7. Ziel-Szenario 2030/2050

Grundlegende Zielsetzung der zukünftigen Klimaschutzmaßnahmen ist die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 %. Dazu sind eine Verringerung des Wärmebedarfs um 40 %, des Strombedarfs um 40 % und des Treibstoffbedarfs um 50 % sowie ein Anstieg der Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung erforderlich.

In der Tabelle 15 ist das Ziel-Szenario mit den Maßnahmen aufgeführt, die zur Zielerreichung im Zeitrahmen bis 2030/2050 umgesetzt werden müssen.

Tabelle 15: Ziel-Szenario 2030/2050

### Zielsetzung 2030/2050

### Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 50 %



#### Maßnahmen

#### Wärmeversorgung:

##### Verringerung des Heizenergiebedarfs (gesamt) um

|   | Anteile 2030/2050 | Stand 2030/2050  |
|---|-------------------|------------------|
| Verringerung des Heizenergiebedarfs (gesamt) um | 40 %              | 121.510 MWh/Jahr |
| Anteil Erdgas                                   | 60 %              | 72.906 MWh/Jahr  |
| Anteil Heizöl                                   | 5 %               | 6.076 MWh/Jahr   |
| Anteil Fernwärme                                | 15 %              | 18.227 MWh/Jahr  |
| Anteil erneuerbarer Energien                    | 10 %              | 12.151 MWh/Jahr  |
| Anteil aus Kraft-Wärme-Kopplung                 | 10 %              | 12.151 MWh/Jahr  |
| Anteil Heizstrom                                | - %               | - MWh/Jahr       |

#### Stromversorgung:

##### Verringerung des Stromverbrauchs um

#### Stromerzeugung aus

|                                     | Anteile 2030/2050 | Stand 2030/2050 |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|
| Verringerung des Stromverbrauchs um | 40 %              | 36.922 MWh/Jahr |
| Stromerzeugung aus                  |                   |                 |
| Strom-mix                           | 50 %              | 18.461 MWh/Jahr |
| Windkraft                           | - %               | - MWh/Jahr      |
| Kraft-Wärme-Kopplung                | 30 %              | 11.077 MWh/Jahr |
| Photovoltaik                        | 20 %              | 7.384 MWh/Jahr  |
| Wasserkraft                         | - %               | - MWh/Jahr      |

#### Treibstoffverbrauch:

##### Verringerung des Treibstoffverbrauchs um

#### davon aus

|   | Anteile 2030/2050 | Stand 2030/2050 |
|---|-------------------|-----------------|
| Verringerung des Treibstoffverbrauchs um      | 50 %              | 77.712 MWh/Jahr |
| davon aus                                     |                   |                 |
| E-Mobilität                                   | 50 %              | 38.856 MWh/Jahr |
| Modal-split (Fußgänger- und Radverkehr; ÖPNV) | 50 %              | 38.856 MWh/Jahr |

Das Energie- und das Emissionskataster 2030/2050 beruhen auf diesen spezifischen Zielsetzungen (s. Tabelle 16 und Tabelle 17). Die erforderlichen Maßnahmen (s. Abschnitt 8) leiten sich daraus ab.

Tabelle 16: Energiekataster 2030/2050

| Nutzergruppe                                   | Energieverbrauch |              |               |           |                                 |                           |               |                |                  |
|--|------------------|--------------|---------------|-----------|---------------------------------|---------------------------|---------------|----------------|------------------|
|  | Erdgas           | Heizöl       | Fernwärme     | Heizstrom | Erneuerbare Energien Wärme (**) | Summe Heizung; Warmwasser | Treibstoffe   | "Normal"-Strom | Verbrauch gesamt |
|  | kWh/Jahr         |              |               |           |                                 |                           | kWh/Jahr      |                |                  |
| <b>Summe</b>                                   | <b>72.906</b>    | <b>6.076</b> | <b>18.227</b> | -         | <b>24.302</b>                   | <b>121.510</b>            | <b>77.712</b> | <b>36.922</b>  | <b>240.734</b>   |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | 50.917           | 5.140        | 6.614         | -         | 9.335                           | <b>72.006</b>             | -             | 22.091         | <b>94.097</b>    |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | 15.440           | 730          | 7.595         | -         | 379                             | <b>24.144</b>             | -             | 7.769          | <b>31.913</b>    |
| * Industrie                                    | 5.485            | 214          | -             | -         | -                               | <b>5.699</b>              | -             | 4.927          | <b>10.626</b>    |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | 1.977            | -            | 2.159         | -         | 14.588                          | <b>18.724</b>             | -             | 2.167          | <b>20.891</b>    |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | 1.664            | 25           | 1.859         | -         | -                               | <b>3.548</b>              | -             | 586            | <b>4.134</b>     |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | -                | -            | -             | -         | -                               | -                         | 86            | -              | <b>86</b>        |
| * Straßenbeleuchtung                           | -                | -            | -             | -         | -                               | -                         | -             | 594            | <b>594</b>       |
| * Abwasserbeseitigung                          | -                | -            | -             | -         | -                               | -                         | -             | 767            | <b>767</b>       |
| * Verkehr                                      | -                | -            | -             | -         | -                               | -                         | 77.626        | -              | <b>77.626</b>    |

Tabelle 17: Emissionskataster 2030/2050

| Nutzergruppe                                   | Emissionen (CO <sub>2</sub> -Äquivalente) |                        |                       |               |
|--|---|------------------------|-----------------------|---------------|
|  | Gesamt<br>t/Jahr                          | Heizung;<br>Warmwasser | Treibstoffe<br>t/Jahr | Strom         |
| <b>Summe</b>                                   | <b>62.786</b>                             | <b>24.691</b>          | <b>24.479</b>         | <b>13.615</b> |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | <b>23.329</b>                             | 15.597                 | -                     | 7.732         |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | <b>8.127</b>                              | 5.408                  | -                     | 2.719         |
| * Industrie                                    | <b>3.127</b>                              | 1.403                  | -                     | 1.724         |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | <b>2.042</b>                              | 1.284                  | -                     | 758           |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | <b>1.204</b>                              | 999                    | -                     | 205           |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | <b>27</b>                                 | -                      | 27                    | -             |
| * Straßenbeleuchtung                           | <b>208</b>                                | -                      | -                     | 208           |
| * Abwasserbeseitigung                          | <b>268</b>                                | -                      | -                     | 268           |
| * Verkehr (Mobilität)                          | <b>24.452</b>                             | -                      | 24.452                | -             |

**Spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalente:**

|  |     |                                 |
|--|-----|---------------------------------|
| Erdgas   | 244 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Heizöl   | 302 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Wärme aus erneuerbaren Energien (Holz; Pellets)          | 40  | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Solarthermie; Umweltwärme                                | -   | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Wärme aus KWK-Anlagen und erneuerbaren Energien (> 70 %) | -   | <b>79</b> kg/MWh <sub>end</sub> |
| Wärme aus MHKW   | 189 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Strom-Wärmepumpe   | 185 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Strom-mix  | 350 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Strom aus Photovoltaik-Anlagen                           | 101 | kg/MWh <sub>end</sub>           |
| Treibstoffe  | 315 | kg/MWh <sub>end</sub>           |

Im Emissionskataster 2030/2050 ist die Verringerung der spezifischen Emissionen des Strom-Mix, die sich aus dem höheren Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung ergeben, berücksichtigt.

## 8. Maßnahmen zur Umsetzung

Die Energie- und Klimaschutzziele der Stadt Heusenstamm werden aus der derzeitigen Energieversorgungsstruktur, den aktuellen klimarelevanten Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) und dem Veränderungspotenzial der Energieversorgung bis 2030/2050 in den verschiedenen Bereichen abgeleitet, das in dem Szenario energie- und klimarelevanter Maßnahmen ermittelt wurde (s. Abbildung 15 und Abbildung 16).

|                           | Energiebedarf  |         |             |        |
|---------------------------|----------------|---------|-------------|--------|
|                           | Summe          | Heizung | Treibstoffe | Strom  |
| <b>Stand 2015</b>         | <b>419.175</b> | 202.517 | 155.424     | 61.234 |
| <b>Szenario 2030/2050</b> | <b>236.144</b> | 121.510 | 77.712      | 36.922 |

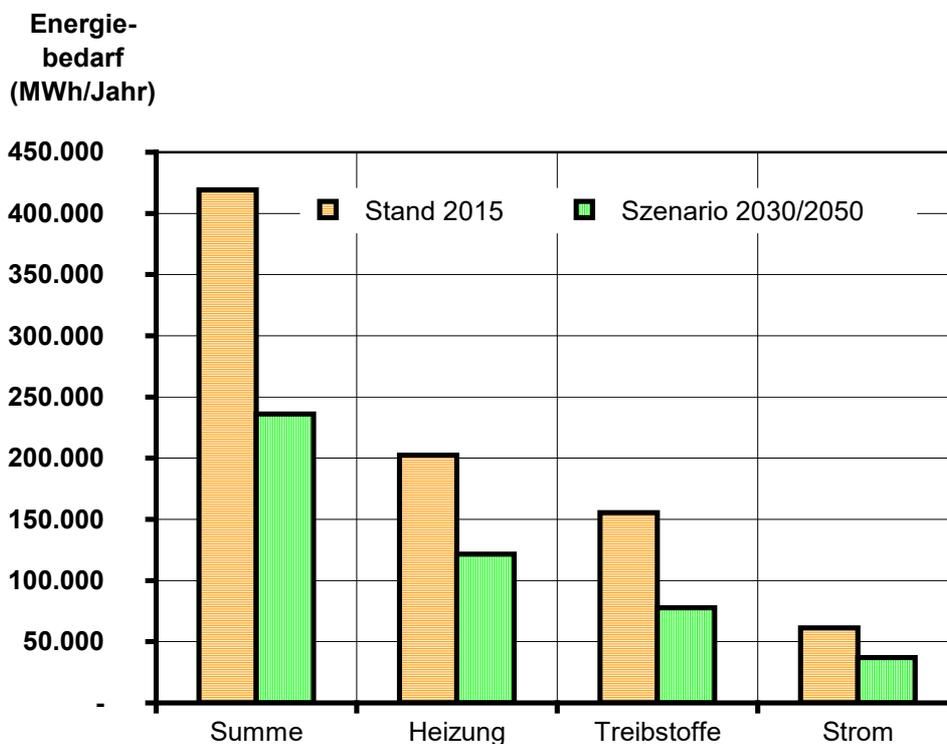
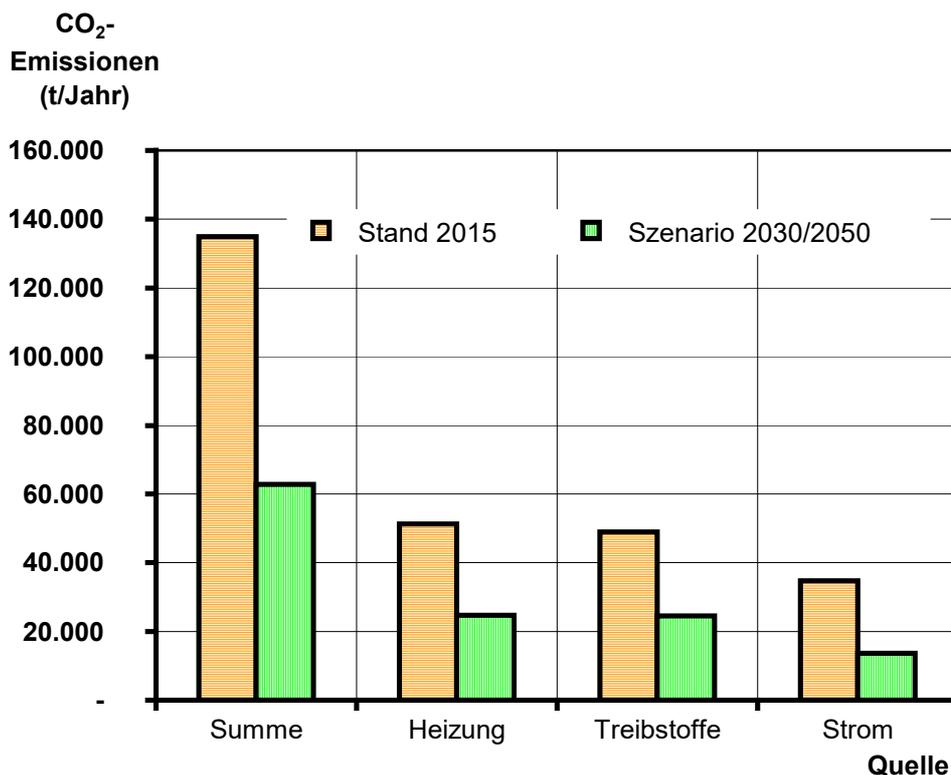


Abbildung 15: Energie-Szenario 2030/2050

|                           | Emissionen (CO <sub>2</sub> -Äquivalente) |         |             |        |
|---------------------------|---|---------|-------------|--------|
|                           | Summe                                     | Heizung | Treibstoffe | Strom  |
| <b>Stand 2015</b>         | <b>134.930</b>                            | 51.250  | 48.959      | 34.722 |
| <b>Szenario 2030/2050</b> | <b>62.786</b>                             | 24.691  | 24.479      | 13.615 |



**Abbildung 16: Emissions-Szenario 2030/2050**

Die klimarelevanten Emissionen (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) in Heusenstamm betragen derzeit insgesamt 99.362 t/Jahr. Der größte Teil davon entfällt auf die Gebäudeheizung (50.835 t/Jahr). Die Verringerung des Heizenergiebedarfs und die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Stromerzeugung stehen daher im Zentrum der energie- und klimarelevanten Maßnahmen.

In den Tabelle 18 und der Tabelle 19 sind die bereichsspezifischen Emissionsminderungspotenziale aufgeführt. Danach liegen die größten Potenziale mit 34.364 t/Jahr (48 %) im Bereich Wohnen und Kleingewerbe und mit 24.452 t/Jahr (34 %) im Verkehrsbereich.

Tabelle 18: Emissionsminderungspotenziale

| Nutzergruppe                                   | CO <sub>2</sub> -Äquivalente |                             |                            |               |
|--|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
|  | Gesamt<br>t/Jahr             | Heizung;<br>Warm-<br>wasser | Treib-<br>stoffe<br>t/Jahr | Strom         |
| <b>Summe</b>                                   | <b>72.145</b>                | <b>26.559</b>               | <b>24.479</b>              | <b>21.106</b> |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | <b>34.225</b>                | 21.359                      | -                          | 12.865        |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | <b>8.724</b>                 | 4.233                       | -                          | 4.490         |
| * Industrie                                    | <b>1.751</b>                 | 742                         | -                          | 1.009         |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | <b>1.307</b>                 | 143                         | -                          | 1.450         |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | <b>537</b>                   | 199                         | -                          | 338           |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | <b>27</b>                    | -                           | 27                         | -             |
| * Straßenbeleuchtung                           | <b>343</b>                   | -                           | -                          | 343           |
| * Abwasserbeseitigung                          | <b>780</b>                   | 169                         | -                          | 611           |
| * Verkehr (Mobilität)                          | <b>24.452</b>                | -                           | 24.452                     | -             |

Tabelle 19: Anteile der Emissionsminderungspotenziale

| Nutzergruppe                                   | Anteil (%)       |                             |                            |           |
|--|------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------|
|  | Gesamt<br>t/Jahr | Heizung;<br>Warm-<br>wasser | Treib-<br>stoffe<br>t/Jahr | Strom     |
| <b>Summe</b>                                   | <b>100</b>       | <b>37</b>                   | <b>34</b>                  | <b>29</b> |
| * Wohnen und Kleingewerbe                      | <b>47</b>        | 30                          | -                          | 18        |
| * Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)      | <b>12</b>        | 6                           | -                          | 6         |
| * Industrie                                    | <b>2</b>         | 1                           | -                          | 1         |
| * Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)   | <b>2</b>         | 0                           | -                          | 2         |
| * Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen) | <b>1</b>         | 0                           | -                          | 0         |
| * Städtische Fahrzeuge und Geräte              | <b>0</b>         | -                           | 0                          | -         |
| * Straßenbeleuchtung                           | <b>0</b>         | -                           | -                          | 0         |
| * Abwasserbeseitigung                          | <b>1</b>         | 0                           | -                          | 1         |
| * Verkehr                                      | <b>34</b>        | -                           | 34                         | -         |

Ausgehend von der derzeitigen Struktur der Energieversorgung, den Potenzialen der Energieeinsparung, der Nutzung Erneuerbarer Energien und den möglichen Veränderungen der Struktur der Energieversorgung werden folgende generelle Energie- und Klimaschutzziele für die Stadt Heusenstamm bis 2030/2050 angestrebt.

**Reduzierung der Treibhausgasemissionen  
von 134.896 auf 62.681 t/Jahr durch:**

- Verringerung des Heizenergiebedarfs um 40 %
- Verringerung des Heizölverbrauchs auf 5 %
- Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien, der Fernwärme und der Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung auf 35 % des Heizenergiebedarfs
- Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energie auf 50 % des Strombedarfs
- Vollständiger Ersatz der Stromheizungen
- Verringerung des Stromverbrauchs um 40 %
- Verringerung des Treibstoffverbrauchs um 50 %

Die aufgeführten Ziele können nur durch ein Bündel von Maßnahmen erreicht werden, die sich ergänzen. Die Emissionen aus der Gebäudeheizung werden sich durch Wärmeschutzmaßnahmen an den Gebäuden (Wärmedämmung), die Verringerung der Heizungsanlagenverluste und die Nutzung Erneuerbarer Energien sowie der Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung um rund 75 % verringern.

Bei der Stromversorgung ergibt sich durch die Stromeinsparung sowie die Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen und Photovoltaik-Anlagen in Höhe von 18.000 MWh/Jahr eine Emissionsminderung von rund 15.000 t/Jahr (s. Abbildung 16).

### **8.1 Energiewirtschaftliche Maßnahmen**

Die energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Heusenstamm sollen von der Stadt in Kooperation mit den örtlichen Energieversorgern im Hinblick auf Maßnahmen zur Energieeinsparung in privaten und öffentlichen Gebäuden aktiv beeinflusst und gestaltet werden. Insbesondere die Energieeinsparung (Wärme; Strom) kann zu einer deutlichen Verringerung der klimarelevanten Emissionen beitragen. Dazu beabsichtigt die Stadt, das im Rahmen des vorliegenden Konzepts erstellte Energie- und Emissionskataster fortzuschreiben, die Informationen über die Möglichkeiten der Energieeinsparung zu verbessern und eine Energieberatung der privaten Hauseigentümer zu fördern.

Zur Finanzierung von energiesparenden Maßnahmen in städtischen Liegenschaften werden Contractingmodelle geprüft.

## **8.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Energie-Effizienz**

Die Maßnahmen zur Verbesserung der Energie-Effizienz umfassen die Reduzierung der Anlagenverluste, die Verdichtung der Erdgasversorgung und die Verringerung der Energieumwandlungsverluste der Stromerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung.

### **8.2.1 Reduzierung der Anlagenverluste**

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Anlagenverluste zur Wärmeversorgung sind breit gefächert und i.d.R. mit relativ geringen Kosten verbunden. Dazu gehören

- die Anpassung der Kesselleistung an den tatsächlichen Wärmebedarf,
- die Prüfung und Erneuerung der Heizungspumpen und
- der hydraulische Abgleich der vorhandenen Verteilung.

Die Energieeinsparpotenziale, die durch diese Maßnahmen erzielt werden können, liegen in einer Größenordnung von bis zu 30 %.

Die Stadt wird die Maßnahmen zur Identifikation geeigneter Maßnahmen (s. Abschnitt 10.5) fördern.

### **8.2.2 Verdichtung der Erdgasversorgung**

Mit der Verdichtung der Erdgasversorgung werden wirtschaftliche, energetische und ökologische Zielsetzungen verfolgt. Einerseits trägt sie dazu bei, dass das vorhandene Erdgasnetz besser ausgelastet wird, andererseits ermöglicht die Erdgasversorgung die dezentrale Mobilisierung von Erneuerbaren Energien, z.B. in Kombination mit der solaren Brauchwassererwärmung und verringert gegenüber der Verbrennung von Heizöl die klimarelevanten Emissionen.

## 9. Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog umfasst die Ansatzpunkte zum Klimaschutz in der Stadt Heusenstamm. Er stellt eine verbindliche Zielsetzung für die Umsetzung energie- und klimarelevanter Maßnahmen bis 2030 in Heusenstamm dar, die auf der Grundlage von Monitoring-Ergebnissen fortgeschrieben und modifiziert wird.

Ist die Stadt Heusenstamm nicht selbst Träger der Maßnahmen, wie z.B. bei der Sanierung städtischer Liegenschaften, dann kann sie auch außerhalb ihres unmittelbaren Entscheidungsbereiches private Investitionsentscheidungen zur Energieeinsparung anstoßen und beispielsweise Beratung oder Förderung vermitteln.

Effektive Energieberatung ist insbesondere beim verstärkten Einsatz von Erneuerbaren Energiequellen hilfreich. Strukturelle Verbesserungsmaßnahmen, wie beispielsweise die Verdichtung des Versorgungsnetzes für die Erdgasversorgung, sind mit dem Netzbetreiber und dem Energieversorgungsunternehmen zu verhandeln und können z.B. auch Teil des Regionalen Energiekonzeptes sein. Besonders auf regionaler Ebene können die Handlungsfelder Klimaanpassungsstrategie, Energie, Verkehrsplanung, regionale Wertschöpfung eine wichtige Rolle spielen.

Im nachfolgenden Maßnahmenkatalog sind die Maßnahmen nach Prioritäten eingestuft:

Hohe Priorität – kurzfristige Umsetzung (3 – 5 Jahre)

Mittlere Priorität – mittelfristige Umsetzung (5 – 10 Jahre)

Geringe Priorität bzw. längerfristige Konzeption, Vorbereitung und Umsetzung > 10 Jahre.

Kurzfristige Teilkonzepte sollten in einem Zeitraum von 1 – 2 Jahren durchgeführt werden.

Ein Teil der Maßnahmen erfordert erhebliche Investitionen wie

- die Energie- und Wassereinsparmaßnahmen in den kommunalen Liegenschaften.

Ein großer Teil der Maßnahmen ist jedoch nur gering investiv; er konzentriert sich auf beratende, strukturelle und konzeptionelle Ansätze:

- die Verbraucherinformation,
- die (kommunale) Energieberatung und
- die Organisation der Zusammenarbeit mit den örtlichen Versorgungsunternehmen und anderen potenziellen Maßnahmenträgern.

Komplexe Maßnahmen, wie die Nutzung Erneuerbarer Energiequellen (Biomasse) und der Aufbau von Nahwärmeversorgungen in den zentralen Ortsbereichen mit einem hohen Energiebedarf, werden erst mittelfristig konzeptionell vorbereitet, da die Potenziale (z.B. bei der Bioenergie im Landschaftsraum) niedrig sind.

Dabei sind auch die unterschiedlichen Möglichkeiten der Trägerschaft und Finanzierung der Maßnahmen, beispielsweise von Contracting-Lösungen, zu prüfen und zu bewerten.

Die mittel- und langfristigen Maßnahmen betreffen Maßnahmen erfordern in der Regel einen längeren Zeitraum für die Organisation und Planungsvorbereitung oder sind an die Erneuerungszyklen von Gebäuden, Anlagen und Geräten gebunden.

**Tabelle 20: Maßnahmenkatalog - bitte neue Tabelle aus separatem Word-Dokument**

| Nr. | Bereich  | Kurzbeschreibung  |
|-----|--|---|
| 1   | Energie- und Klimaschutzmanagement               | Koordination Projektgruppe Klimaschutz (FB Bauamt)<br>zusätzl. Anlaufstelle (ggf. interkommunal)<br>hier: Klimananager (gefördert d.PTJ):<br>* Fortschreibung des Energie- und Klimakatasters<br>* Vorbereitung der Umsetzung von Maßnahmen<br>* Organisation von Beteiligungsprozessen   |
| 2   | Energiewirtschaftliche Maßnahmen                 | Energie-Contracting u. a. Kooperationen mit Versorgungsunternehmen (Maingau Energie; EVO/ ENO) und Hessen-Energie GmbH<br>Energieberatung privater Wohngebäude<br>* Nutzung Erneuerbarer Energien<br>* Optimierung Heizungsanlagen<br>* Wärmeschutzmaßnahmen  |
| 3   | Stadtplanung                                     | * Nachhaltige Bauleitplanung (Neubau; Nachverdichtung)<br>* Kommunales Förderprogramm Energieeinsparung<br>* Leitfaden Stadtverträgliche Wärmeschutzmaßnahmen<br>* Leitfaden Stadtverträgliche Nutzung Erneuerbarer Energien  |
| 4   | Land- und Forstwirtschaft; Grün- und Freiflächen | * Umweltverträgliche Nutzung Erneuerbarer Energien  |
| 5   | Mobilisierung Erneuerbarer Energien              | * Biomasse<br>* Sonnenenergie (Sonnenkollektoren; PV-Anlagen)<br>* Klärgas (Wärme- und Stromerzeugung)  |
| 6   | Energieeinsparung in städtische Liegenschaften   | * Kultur- und Sportzentrum Martinsee (Flutlicht; Wärmerückgewinnung Duschwasser)<br>* Schwimmbad/Sauna (Wärmerückgewinnung Schwallwasser; Duschwasser)<br>* Beleuchtung in städtischen Liegenschaften<br>* ausgewählte Wohngebäude (u.a. Sudetenstr. 14; Schlesierweg 7/9)  |
| 7   | Energetische Optimierung Abwasserbeseitigung     | * Verfahrensoptimierung<br>* Stromerzeugung mit Klärgas<br>* Energetische Nutzung des Abwasser (Wärme; Kälte)   |
| 8   | Verkehr und Mobilität                            | Kommunales Mobilitätsmanagement<br>* Leitbild energiesparende Mobilität<br>* Förderung Radverkehr (Lückenschluss; Barrierefreiheit)<br>* Regionale Einbindung (ARGE Nahmobilität)<br>* Ausbau Ladestationen für Elektrofahrzeuge  |
| 9   | Maßnahmen zur Klimaanpassung                     | * Flächenentsiegelung an ausgewählten Orten des Stadtgebiets<br>* Stadtgrün / zusätzliche Grünflächen zur Beschattung / Baumbestand<br>* Offenlegung d. verrohrten Zulaufs mit Grundwasser aus der Wassergewinnung des ZWO zur Bieber (Neuanlage Graben f. Biotopstabilisierung Stadtwald)<br>* Versickerung und Nutzung von Niederschlagswasser<br>* Rückhaltung von Niederschlagswasser<br>* natürliche CO <sub>2</sub> -Senken in der Landschaft (Aueböden, Torf, Moore, Altholzinseln, neue Grünbestände u.a.) entwickeln, neu aufbauen.<br>* Grundwasserbrunnen f. Beregnung v. Sportanlagen - Reinigung und Rückführung v. Oberflächenwasser über Bodenfilter in Naturkreislauf |

Von besonderem Gewicht der Maßnahmen sind die Energie- und Stromeinsparmaßnahmen in den städtischen Liegenschaften. Dagegen ist das Energieeinsparpotenzial im städtischen Fuhrpark und bei den Geräten sowie bei der Straßenbeleuchtung begrenzt. Hier werden bei der Ersatzbeschaffung der spezifische Energiebedarf (Kraftstoff- und Stromverbrauch) berücksichtigt. Die sonstigen Maßnahmenbereiche der kommunalen Energiewirtschaft mit der Energieeinsparung, der Nutzung Erneuerbarer Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung sowie der Organisation der Maßnahmen (Energie- und Klimaschutzmanagement; Zusammenarbeit mit den örtlichen Energieversorgungsunternehmen und anderen Maßnahmenträgern) stellen Schlüsselstellen für die erfolgreiche Umsetzung einer effizienten Energieversorgung und eines nachhaltigen Klimaschutzes dar.

**Tabelle 21: Klimaschutz-Teilkonzepte**

| Lfd. Nr.                                       | Bezeichnung   | Kurzbeschreibung  | Voraussichtliche Kosten (€)                     |
|--|---|---|---|
| <b>Kurzfristige Teilkonzepte (1 - 2 Jahre)</b> |   |   |   |
| 1  | <b>Teilkonzept Energetische Optimierung in städtischen Liegenschaften</b> | Kultur- und Sportzentrum Martinsee:<br>* Flutlichtanlage<br>* Beleuchtung von Hallen und Umkleieräume<br>* Gaststätte mit Kühlanlagen<br>* Wärmerückgewinnung Duschwasser   | 30.000  |
|  |   | Hallenbad/Sauna:<br>* Beleuchtung der Hallen und Umkleieräume<br>* Energieeinsparung Sauna<br>* Wärmerückgewinnung Dusch- und Schwallwasser   |   |
| 2  | <b>Teilkonzept Abwasserbehandlung</b>                                     | * Energetische Optimierung der Kläranlage;<br>* Ersatz des Strombezugs durch Klärgasnutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung und Vermeidung der Klärgasemissionen  | 30.000  |
| <b>Mittelfristige Maßnahmen (3 - 5 Jahre)</b>  |   |   |   |
| 1  | <b>Klimaschutzmanagement</b>  | Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle für alle Fragen des Klimaschutzes:<br>* Vorbereitung der Umsetzung von Maßnahmen<br>* Organisation des Beteiligungsprozesses aller Akteure<br>* Weiterentwicklung des Klimaschutzkonzepts                          |   |
| 2  | <b>Teilkonzept Wärme</b>  | Identifikation von Wärmeeinsparpotenzialen in öffentlichen und privaten Gebäuden und Einrichtungen  |   |
| 3  | <b>Teilkonzept Straßenbeleuchtung</b>                                     | Erstellung eines Lichtkonzepts zur Verbesserung der Straßenbeleuchtung und Stromeinsparung durch Ersatz der Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und der Kompakt-Leuchtstofflampen durch LED  |   |
| 4  | <b>Teilkonzept Licht in den städtischen Liegenschaften</b>                | Erstellung eines Lichtkonzeptes zur Identifikation und Umsetzung von Stromeinsparpotenzialen in städtischen Liegenschaften und Einrichtungen  |   |
| <b>Langfristige Maßnahmen (6 - 10 Jahre)</b>   |   |   |   |
| 1  | <b>Teilkonzept Klimaangepassung</b>                                       | Ertüchtigung der Grünbestände in der Stadt (StadtNatur / Stadtgrün), Standortbedingungen Bäume, Umstellung Pflegemaßnahmen / Nutzpflanzenbau, Förderung der Biodiversität, Entsiegelungsmaßnahmen, Dach- und Fassadenbegrünung, Regenrückhaltevorrichtungen | für Projektstart IV. Quartal 2017: 5.000.-- EUR |
| 2  |   | Humus- und Grünabfallwirtschaft/ Beratungsschiene zur Förderung der Eigenkompostierung in Privathaushalten / Bürgerinformationen / Einrichtung Musterkompostanlage am Friedhofslagerplatz / Kompostkurse (Kooperationspartner Obst- und Gartenbauvereine)   |   |
| 3  |   | Kleinlandwirtschaft - Nutzgärten, Streubesitz l.d.w. Grundstücke/ Vereinsförderung privater Gartenbaubereich (Nichtenwerbsgartenbau)  |   |
| 4  |   | Land- und Forstwirtschaft - Potenziale für CO <sub>2</sub> -Senken schaffen (pflanzenbaulich, Humusaufbau in Böden u.a.) - Gesamtkonzept f. Bewirtschaftung Feldgemarkung Acker/ Grünland und Stadtwald Heusenstamm (Außenbereich)                          |   |

## 10. Umsetzung und Kommunikation

Die Formulierung von Umsetzungsinstrumenten beruht auf dem Maßnahmenkatalog sowie einer Abschätzung der wirtschaftlichen Bedingungen von Einzelmaßnahmen.

Es wird davon ausgegangen, dass alle Maßnahmenvorschläge einer Wirtschaftlichkeitsbewertung Stand halten. Das bedeutet, dass die Kapital- und zusätzlichen Betriebskosten in der Größenordnung der eingesparten Energiekosten liegen. Die Berechnung der Kosten von Einzelmaßnahmen ist im Rahmen der Erstellung des Energie- und Klimaschutzkonzepts nicht möglich und erforderlich. Die zeitliche Priorisierung der Maßnahmen erfolgt auf der Grundlage der Abschätzung der relativen Bedeutung der Maßnahmen sowie dem Energie- und Emissionsverminderungspotenzial.

Das integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept umfasst ein Maßnahmenbündel, mit dem die festgelegten Zielsetzungen erreicht werden können. Es wird davon ausgegangen, dass die zukünftigen Energiekosten, die aus den Kapital- und zusätzlichen Betriebskosten der Maßnahmen einerseits und den reduzierten Energiekosten andererseits bestehen, für das vorgeschlagene Maßnahmenbündel etwa in der Größenordnung der Kosten ohne Durchführung der Maßnahmen liegen (Status quo).

Der Beitrag der Maßnahmen zur regionalen Wertschöpfung ergibt sich aus der Energieeinsparung. Sie beruht vorrangig auf den eingesparten Kosten der fossilen Energieträger (Erdgas- und Heizölimporte) und der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort. Diese Aspekte stellen neben der Verringerung der klimarelevanten Emissionen den Kern der Begründung des Konzepts dar und fließen in die Priorisierung der Maßnahmen ein.

Neben der zeitlichen Priorität der Maßnahmen, die sich aus ihrer Wirtschaftlichkeit und Bedeutung ergibt, sind die organisatorischen Aspekte der Umsetzung zu beachten. Sie stehen im Zusammenhang mit den Aktivitäten der Stadt, die neben der Umsetzung der Maßnahmen in den städtischen Maßnahmenbereichen (Liegenschaften; Straßenbeleuchtung; Beschaffung) die konzeptionelle Vorarbeit, die Information, Beteiligung und Beratung der Bürger sowie die Förderung ausgewählter Maßnahmen) auch die Kooperation mit den örtlichen Energieversorgern und anderen Maßnahmenträgern umfasst.

## 10.1 Priorisierung der Maßnahmen

Die Umsetzung des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen in Verbindung mit einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung umfasst folgende Ansatzpunkte:

- Verringerung des Energiebedarfs durch konzeptionelle und bauliche Maßnahmen;
- Verbesserung der Effizienz der Energienutzung durch Reduzierung von Umwandlungsverlusten;
- Ersatz fossiler Energieträger durch Erneuerbare Energiequellen;
- Ersatz von Stromheizungen in den privaten Liegenschaften durch Erdgas oder Erneuerbare Energiequellen;
- Verringerung des Nutzungsanteils von Heizöl durch Verdichtung der Erdgasanschlüsse oder Nutzung Erneuerbarer Energiequellen.

Die Umsetzungspriorität einzelner Maßnahmen ergibt sich aus

- der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen (Verhältnis von Aufwand und Ertrag; Beitrag zur regionalen Wertschöpfung),
- dem Umfang der Energieeinsparung und Emissionsverminderung (Bedeutung; Dringlichkeit) und
- den Umsetzungsbedingungen (Organisation; Zeitaufwand; Restriktionen).

Bei der Priorisierung ist zu berücksichtigen, dass die Stadt Heusenstamm nur einen geringen Teil der Maßnahmen selbst umsetzt. Der weitaus größte Teil der Maßnahmen wird von privaten Maßnahmenträgern durchgeführt werden. In diesen Fällen gibt die Priorisierung die Dringlichkeit und die Bedeutung der Aktivitäten der Stadt an.

## 10.2 Organisation der Umsetzung

Eine sachgerechte Organisation ist die Voraussetzung für die Umsetzung der komplexen Aufgabenstellungen der Energieversorgung und des Klimaschutzes. Das betrifft

- die interne Organisation der Stadt (Politische Gremien; Verwaltung),
- die Kommunikation zwischen den Beteiligten bei der Entscheidungsfindung, der Planung und der Finanzierung von Maßnahmen sowie
- die Information und Beteiligung der Öffentlichkeit.

Die interne Organisation der Stadt wird an die komplexen Aufgabenstellungen angepasst. Zur Verbesserung der Abläufe der Information der politischen Entscheidungsträger und der

Abläufe der politischen Entscheidungsprozesse würden die energie- und klimarelevanten Fragestellungen als Sachgebiet idealerweise von einem Klimaschutzmanager/eine Klimaschutzmanagerin betreut und damit die Fachdienste entlastet. Dennoch bleibt die Vorbereitung der Beschlussfassung für Bürgermeister, Magistrat und Stadtverordnetenversammlung für alle energie- und klimarelevanten Maßnahmen in der Verantwortung der Projektgruppe Klimaschutz und damit bei den einzelnen

Fachdiensten. Diese bringen ‚ihre‘ Maßnahmen in den Verwaltungsablauf ein, schaffen die haushaltsrechtlichen Voraussetzungen (produktbezogen). Der FD Umwelt steht koordinierend zur Seite.

Die energie- und klimarelevanten Maßnahmen der Stadt umfassen die Bereiche Stadtplanung, Städtische Liegenschaften und öffentliche Einrichtungen, Grünanlagen/ Forst/ Gewässer, Beschaffungswesen (städtische Fahrzeuge und Geräte), Straßenbeleuchtung, Abwasser, Verkehr und Mobilität sowie Umsetzung und Kommunikation, ebenso das Beachten der regionalen Ebene. Um die im integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept formulierten Ziele zu erreichen, ist eine organisatorische Anpassung vorgesehen, so dass die gesamte Breite der Aufgaben sachgerecht bearbeitet werden kann.

Die Sicherstellung einer produktiven Kommunikation zwischen den Beteiligten bei der Entscheidungsfindung, der Planung und der Finanzierung von Maßnahmen erfordert ein Gremium aus ausgewählten Vertretern politischer, administrativer und fachlicher Institutionen sowie von Bürgern, die beispielsweise im Klimabündnis tätig sind. Es ist beratend tätig.

### 10.3 Aktivitäten der Stadt

Die Aktivitäten der Stadt umfassen

- die Umsetzung der Maßnahmen in den Maßnahmenbereichen Städtische Liegenschaften, Städtische Fahrzeuge und Geräte, Straßenbeleuchtung, Abwasser, Verkehr und Mobilität,
- die konzeptionelle Vorarbeit der Umsetzung auf der Grundlage des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts,
- die Information und Beratung der politischen Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit,
- die Förderung ausgewählter Maßnahmen,
- die Kooperation mit den örtlichen Energieversorgern, benachbarten Kommunen, dem Main-Kinzig-Kreis und anderen Maßnahmenträgern,
- das Monitoring der Umsetzung mit dem Nachweis der erzielten Wirkungen und
- die Fortschreibung des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts.

Die Umsetzung energie- und klimarelevanter Maßnahmen in den städtischen Liegenschaften, der Straßenbeleuchtung sowie den städtischen Fahrzeugen und Geräten sind aufgrund des technischen Fortschritts und der Weiterentwicklung der gesetzlichen Regelungen (Vergaberecht, Baurecht, Haushaltsrecht usw.) Pflichtaufgaben der Städte. Zusätzlich wünschenswerte Aktivitäten sind freiwillige Leistungen. Bei Personalknappheit übersteigen diese manchmal zeitlich und organisatorisch die Möglichkeiten der Verwaltung.

Für die Umsetzung sämtlicher genannten Aktivitäten sowie der zukünftigen Fortsetzung des Energie- und Klimaschutzmanagements wäre die Verstärkung des Personals durch einen Klimaschutzmanager, eine Klimaschutzmanagerin ein entscheidender Schritt.

#### 10.4 Konzept einer kommunalen Energie- und Klimaschutzberatung

Die von der Stadt Heusenstamm organisatorisch unterstützte Energieberatung beschränkt sich derzeit auf den Service eines Energieberatungsstützpunkts der Verbraucherzentrale Hessen. Hier ist mehr möglich, sofern es echten Bedarf an einem kommunalen Engagement im Bereich der Energieberatung gibt.

Mit Hilfe des regionalen Netzwerks Rhein-Main der Klima-Kommunen ist eine Anbindung an die aktuellen öffentlichen wie auch privaten Energieberatungsdienstleistungsangebote der Region möglich. Inwieweit die Herausgabe eigener Informationen zur Ergänzung der Energie- und Klimaschutzberatung der Haushalte und Betriebe notwendig ist, muss zunächst über eine Bedarfsanalyse mittels Befragung überprüft werden. Die Beschleunigung der Umsetzung von energie- und klimarelevanten Maßnahmen ist das Ziel. Hauseigentümer und Mieter, vor allem die Gewerbetreibenden müssen sich effektiv über die Möglichkeiten und Bedingungen einer kostengünstigen und zukunftsweisenden Energieversorgung und nachhaltigen Klimaschutz jederzeit informieren können.

Dazu gehören fachlich gesicherte Auskünfte über

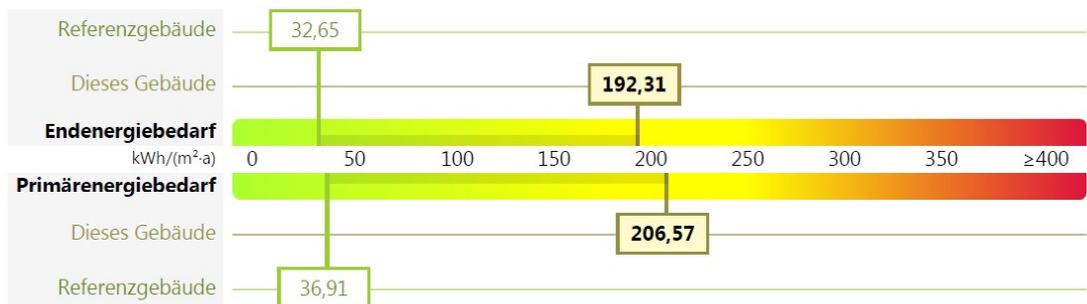
- die Energie- und Kosteneinsparpotenziale durch baulichen Wärmeschutz (Wärmedämmung),
- die Energiesparpotenziale durch Anpassung der Heizungsanlage an den Wärmebedarf,
- die technischen und wirtschaftlichen Bedingungen und Anforderungen der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen (Solarthermie; Geothermie; Biomasse; Wärmepumpen),
- die Möglichkeiten zur Stromeinsparung und
- Förderprogramme.

Ein weiteres Ziel ist es, unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden, vorhandene Schwachstellen aufzuspüren und zu beseitigen und damit Energiekosten zu sparen.

Generell zeigt eine Energie- und Klimaschutzberatung auf der Grundlage der energetischen Bestandsaufnahme vor Ort nachhaltige Energieeinsparpotenziale auf und liefert individuelle Informationen für eine erfolgreiche Umsetzung effizienter Energiesparmaßnahmen und Sanierungsvorhaben. Sämtliche energierelevanten Bereiche des Wohngebäudes (Gebäudehüllen, Heizungsanlagen, Warmwasserbereitung, Beleuchtungen, Energieträger etc.) werden auf Einsparmöglichkeiten hin untersucht.

In der Regel werden die Ergebnisse der Energieberatung in einem Ergebnisbericht („Energie-Wegweiser“; s. Abbildung 17) dokumentiert, der den Hausbesitzern grundlegende Entscheidungshilfen bei der Umsetzung notwendiger Maßnahmen zur Energieeinsparung an die Hand gibt. Es ist eine notwendige Grundlage für die Förderungen energierelevanter Maßnahmen.

### Gesamtbewertung des Gebäudes



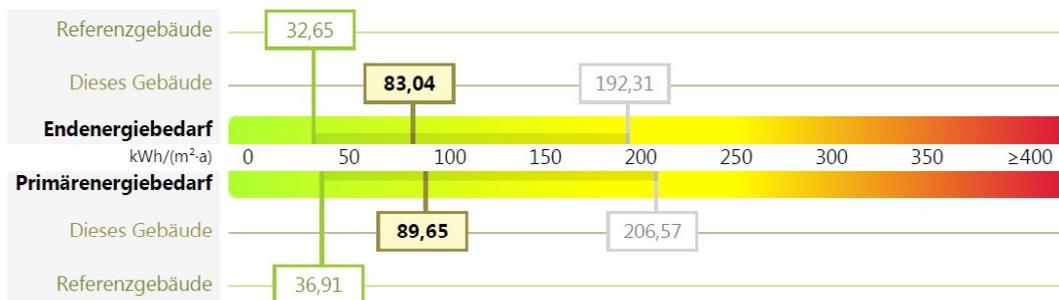
#### Außenwanddämmung



Außenwand 10 cm Dämmung mit WLG030

|   |   |
|---|---|
| Energieeinsparung:                                  | 31% oder 44.688 kWh/Jahr  |
| Kosten Dämmmaßnahme                                 | 117.193 € (Schätzung)   |
| Wirtschaftlichkeit:<br>(Amortisation und Effizienz) | Die Verbesserungsmaßnahme wird sich 20 Jahren rentieren, pro eingesparter kWh müssen 2,62 € aufgebracht werden. |

### Energiebedarf nach Durchführung aller Maßnahmen



Der berechnete Energiebedarf beträgt zur Zeit absolut 143.340 kWh pro Jahr, das entspricht 192 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr (grau dargestellt). Bei Einsatz aller angegebenen Verbesserungsmaßnahmen könnte der Bedarf auf 61.892 kWh pro Jahr bzw. 83 kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr reduziert werden (gelb dargestellt). Das entspräche einer Verbesserung um 57%.

Abbildung 17: Ausschnitte aus dem „Energie-Wegweiser“ (Beispiel)

## 10.5 Ansatzpunkte für ein kommunales Förderprogramm

Ein kommunales Förderprogramm basiert idealerweise auf den Ergebnissen der Energieberatungen. Ansatzpunkte für ein kommunales Förderprogramm für eine zukunftsweisende Energieversorgung und einen nachhaltigen Klimaschutz in Heusenstamm ergeben sich aus den Zentralen Zielsetzungen der Energieversorgung und des Klimaschutzes:

- Verringerung des Energiebedarfs;
- Verringerung des Anteils fossiler Energieträger;
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen;
- Sicherstellung einer kostengünstigen Energieversorgung.

Die Förderung bewirkt auf Grundlage der gesetzlichen Maßgaben eine schnellere Umsetzung aller weitergehenden Maßnahmen zur Umsetzung einer „rationellen“ Energieversorgung für bestehende Wohngebäude entsprechend der oben genannten Ziele.

Das untenstehende Modell konzentriert sie sich auf die Maßnahmen zur Information der Verbraucher und der Identifikation geeigneter Maßnahmen. Der Förderkatalog umfasst die in der Tabelle 22 genannten Positionen. Es gibt aber auch noch viele andere Möglichkeiten.

**Tabelle 22: Vorschlag für einen Förderkatalog**

| Nr. | Gerät/Maßnahme                                   | Förderkriterien          | Förderbetrag (€)              | Anforderungen                                    |
|-----|--|--------------------------|-------------------------------|--|
| 1   | Vor-Ort-Energieberatung                          | Vorlage Beratungsbericht | 25 % der Kosten/<br>max 100 € | Nachweis der Maßnahmen                           |
| 2   | Thermografische Untersuchung (Wärmebildaufnahme) | Vorlage Bericht          | 25 % der Kosten/<br>max 100 € | nach<br>DIN 54162/EN 473                         |
| 3   | Blower-Door-Test (Prüfung der Luftdichtigkeit)   | Vorlage Bericht          | 25 % der Kosten/<br>max 100 € | nach<br>DIN EN 13829:2001-02                     |
| 4   | Strom-Check;<br>Stromspar-Beratung               | Vorlage Beratungsbericht | 50 % der Kosten/<br>max 50 €  | Nachweis der geeigneten Maßnahmen                |
| 5   | Hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage        | Bericht nach DIN 18 380  | 50 % der Kosten/<br>max 50 €  | Durchführung Fachbetrieb Sanitär, Heizung, Klima |
| 6   | Pumpen-Check (Heizungsanlage)                    | Vorlage Beratungsbericht | 50 % der Kosten/<br>max 50 €  | Durchführung Fachbetrieb Sanitär, Heizung, Klima |

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Energie- und Klimaschutzberatung werden die möglichen förderfähigen Maßnahmen identifiziert. Grundlagen der Prüfung der Fördervoraussetzung sind das Ergebnis der Energie- und Klimaschutzberatung, der Energieausweis gemäß EnEV für das bestehende Gebäude und der rechnerische Nachweis der energetischen Wirkungen der vorgesehenen Maßnahmen in Form einer Energie- und Klimaschutzbilanz.

## 10.6 Neubaugebietsplanung

Die Neubauplanung umfasst die städtebauliche Planung (Bauleitplanung) und die Objektplanung. Beide Bereiche haben einen erheblichen energie- und klimarelevanten Einfluss. Eine energieeffiziente Stadtplanung umfasst

- die Wärmeverlustsenkung durch kompakte Gebäude,
- die Sicherung von passiven Solargewinnen,
- die Schaffung der Voraussetzungen für die Nutzung Erneuerbarer Energiequellen,
- die Schaffung der Möglichkeit einer effizienten Wärmeversorgung und daneben auch
- die Minimierung des motorisierten Individual-Verkehrs.

Mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) [48] und dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) [19] werden gebäudebezogenen Standards gesetzt, die im Neubau und im Fall wesentlicher Modernisierung beachtet werden müssen. Die EnEV verknüpft die Wärmedämmung der Gebäudehülle mit dem Energieverbrauch zur Bereitstellung von Heizwärme und Warmwasser. Das Niedrigenergiehaus wird als Standard für Neubauten vorgeschrieben. Ziel der EnEV ist es, den Primärenergiebedarf für Heizung und Warmwasser um 30 % zu senken. Das EEWärmeG soll den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung ausweiten. Wenn bei Neubauten Erneuerbare Energien, Abwärme oder Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nicht bis zu einem Deckungsanteil von 50 % genutzt werden, müssen die Anforderungswerte der EnEV 2014 [48] bezüglich Energieeinsparung um mindestens 15 % unterschritten werden.

Die Stadt Heusenstamm beabsichtigt, alle Möglichkeiten zur weitergehenden Energieeinsparung und zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Neubaugebieten auszuschöpfen. Dazu gehören die baurechtlichen Festsetzungen, Abstimmungen mit den örtlichen Energieversorgern und privatrechtliche Vereinbarungen.

Nach Baugesetzbuch (BauGB) [9] sind die energetischen Belange planungsrelevant. Mit dem BauGB wurden die Nutzung Erneuerbarer Energien und nachhaltige, d.h., auch energiesparende Bauweisen explizit als Belang in die Bauleitplanung eingeführt. Nach §1, Abs.5, Satz 2 BauGB [9] können die Kommunen auf den „Allgemeinen Klimaschutz“ und die Energieeffizienz zielende Regelungen treffen. Damit sind Umweltbelange nicht nur in Verfolgung städtebaulicher Zielsetzungen im Rahmen der Abwägung zu berücksichtigen, sondern sie können den städtebaulichen Zielen und Zwecken der Bauleitplanung hinzutreten, d.h., nach § 9 BauGB [9] zulässige städtebauliche Festsetzungen eigenständig begründen.

Das Erschließungssystem, der Grundstückszuschnitt und die Grundstücksgröße bestimmen die Anschlussdichte und damit die Voraussetzungen und Wirtschaftlichkeit der Erschließung, der Energie-

und Wärmeversorgung. Der Katalog der aus städtebaulichen Gründen möglichen Festsetzungen wurde um Gebiete, in denen „bei der Errichtung von Gebäuden bestimmte bauliche Maßnahmen für den Einsatz erneuerbarer Energien wie insbesondere Solarenergie getroffen werden müssen“ ergänzt. Ein erhöhter baulicher Wärmeschutz kann jedoch nur privatrechtlich, z.B. in städtebaulichen Verträgen oder in Kaufverträgen für kommunales Wohnbauland, vereinbart, nicht jedoch planungsrechtlich verbindlich im Bebauungsplan festgesetzt werden.

Der Städtebauliche Vertrag bietet einen gegenüber der Bauleitplanung erweiterten Rahmen für energetische Festsetzungen. Hierin können „die Nutzung von Netzen und Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung sowie von Solaranlagen für Wärme, - Kälte- und Elektrizitätsversorgung“ privatrechtlich vereinbart werden. Darüber hinausgehend können u.a. auch Niedrigenergiebauweisen und die Art der Heizungsanlage, z.B. allgemein Brennwerttechnik oder ein Anschluss- und Nutzungsgebot für Kraft-Wärme-Kopplung, vereinbart werden. Um die bestmögliche Umsetzung aller genannten Gesichtspunkte zu erreichen, sollen diese von einem einzustellenden Klimaschutzmanagers/einer einzustellenden Klimaschutzmanagerin koordiniert werden. Diese werden zudem schon in der Planungsphase neuer Baugebiete beteiligt.

### 10.7 Informations-, Beratungs- und Partizipationskonzept

Die Information und Beteiligung der politischen und fachlichen Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit an der Zielfindung und der Vorbereitung der Umsetzung soll zur Akzeptanz des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts beitragen und

- die Zielvorgabe zum Klimaschutz,
- die Kommunikation der Ergebnisse, Maßnahmenvorschläge und Umsetzungsstrategien,
- die Entscheidungen der Stadt begründen und
- die Vorbildwirkung der Umsetzung privater und öffentlicher Maßnahmen

wirksam unterstützen. Zur Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen werden von der Stadt Heusenstamm durch den Klimaschutzmanager/die Klimaschutzmanagerin folgende Ebenen eingebunden:

**Politische Entscheidungsträger:** Die politischen Entscheidungsträger (Stadtvorstand; Stadtvertreter) sowie der Stadtverwaltung werden laufend über den Fortgang und die Ergebnisse der Umsetzung informiert. Sie entscheiden auf der Grundlage von Zwischenergebnissen (Monitoring) über das weitere Vorgehen.

**Fachliche Entscheidungsträger:** Für die Einbindung der fachlichen Entscheidungsträger werden Fachgespräche mit unterschiedlichen Themenstellungen und Beteiligten durchgeführt. Teilnehmer an den „Integrierten Fach-

gesprächen“ sind ausgewählte Vertreter der Kommunalverwaltung, von Fachverwaltungen, von örtlichen Versorgungsunternehmen sowie von gesellschaftlichen Gruppen (Stichwort: Heusenstammer Klimabündnis).

Allgemeine Öffentlichkeit: Die Information und Beteiligung der „allgemeinen Öffentlichkeit“ (Bürger; gesellschaftlich relevante Gruppen) erfolgt durch Presseveröffentlichungen und Bürgerversammlungen. Darüber hinaus werden kurze, allgemeinverständliche Informationen und Presseberichte erstellt.

Von besonderer Bedeutung sind die Information und die Beteiligung der Öffentlichkeit, der politischen Entscheidungsträger und der örtlichen Versorgungsunternehmen. Sie werden im Rahmen der Umsetzung von Maßnahmen informiert und bei der Fortschreibung des Energie- und Klimaschutzkonzepts einbezogen. Es sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

[1] Pressemitteilungen

Schwerpunkte der Pressemitteilungen sind generelle energie- und klimarelevante Informationen und die spezifischen Zielsetzungen des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts Heusenstamm. Im weiteren Verlauf der Umsetzung der Maßnahmen wird die Öffentlichkeit regelmäßig über den Fortgang und die erzielten Ergebnisse über die Presse informiert.

[2] Bürgerinformationen

Zur Information der Bürger finden Bürgerversammlungen statt, in denen die Ergebnisse des Konzepts vorgestellt und erörtert werden. Im Rahmen der Informationen über die Umsetzung des Konzepts werden Einzelthemen, die für die privaten Haushalte von besonderem Interesse sind, aufgegriffen und behandelt. Dazu gehören vor allem:

- Informationen über die Möglichkeiten der Energieeinsparung in Wohngebäuden,
- Informationen über die Nutzung Erneuerbarer Energiequellen sowie
- Informationen zur Energieberatung und zur Förderung von energie- und klimarelevanten Maßnahmen in der Stadt.

[3] Information und Beteiligung der politischen Entscheidungsträger

Die Information und Beteiligung der politischen Entscheidungsträger an der Vorbereitung der Umsetzung erfolgt über den Magistrat und die Institutionen der Stadtvertretung. Die Beschlüsse der zuständigen Gremien werden im Rahmen der Umsetzung und Fortschreibung übernommen.

[4] Abstimmung und Zusammenarbeit mit den örtlichen Energieversorgern

Träger der kommunalen Energieversorgung in Heusenstamm sind die Maingau Energie GmbH (Erdgas; Strom) und die Energieversorgung Offenbach AG (EVO). Sie wurden in die Erstellung des Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts einbezogen. Die Abstimmung und Zusammenarbeit mit den örtlichen Energieversorgern bildet einen Kern der Umsetzung des Energie- und Klimaschutzkonzepts. Es ist vorgesehen, das Energiekataster auf der Grundlage der Daten und Informationen der Energieversorger im Rahmen des Monitoring fortzuschreiben.

Über die Fortschreibung des Energiekatasters hinaus ist eine fachliche Zusammenarbeit der Stadt mit den Energieversorgern unerlässlich. Sie umfasst

- die Energieberatung der Verbraucher,
- die Konzeption und Durchführung von Maßnahmen zur Energieeinsparung in städtischen Gebäuden und Einrichtungen,
- Maßnahmen zur Mobilisierung von Erneuerbaren Energiequellen sowie
- die Umsetzung von Maßnahmen zur Stromeinsparung bei der Straßenbeleuchtung in der Stadt.

Zusätzlich zur Zusammenarbeit mit den örtlichen Energieversorgern werden Ansatzpunkte zur kommunalen Kooperation im Landkreis sowie mit privaten Trägern von energie- und klimarelevanten Maßnahmen geprüft.

#### [5] Integrierte Fachgespräche

Zur Vorbereitung der Umsetzung des Energie- und Klimaschutzkonzepts sind „Integrierte Fachgespräche“ zu verschiedenen Themen und mit unterschiedlichen Teilnehmern vorgesehen:

- Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen und Zielsetzungen  
Teilnehmer: Stadt Heusenstamm; örtliche Energieversorger (Maingau Energie; EVO)
- Erneuerbare Energiequellen
- Private Liegenschaften
- Städtische Liegenschaften; Straßenbeleuchtung
- Verkehr und Mobilität.

Sie dienen dazu,

- die Ergebnisse des Konzepts fortzuschreiben,
- den Informationsstand der Maßnahmen- und Entscheidungsträger sowie den Informationsfluss zwischen ihnen zu verbessern,
- die Möglichkeiten und Restriktionen weiterer Ansatzpunkte zur Energieeinsparung und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zu identifizieren und zu entwickeln,
- den Maßnahmenkatalog fortzuschreiben und
- Ansätze für die Umsetzung der Maßnahmen vorzubereiten.

Die Gesprächsergebnisse sollen Hinweise liefern zu den Bedingungen der Umsetzung energie- und klimarelevanter Maßnahmen, insbesondere zu folgenden Aspekten:

- Energieeinsparung in den kommunalen Liegenschaften
- Kooperation mit den örtlichen Energieversorgern
- Energieeinsparung bei der Straßenbeleuchtung
- Ansatzpunkte zur Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MV)
- Nutzung der Potenziale örtlich verfügbarer Erneuerbarer Energien.

## 10.8 Monitoring-Konzept

Zur Erfassung, Überwachung und Fortschreibung der festgelegten Ziele wird ein Monitoring eingerichtet. Korrespondierend mit der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung kann dies ein zentrales Element sein, um anhand von Ergebnisvergleichen Schlussfolgerungen für die Umsetzung und Fortschreibung von Maßnahmen und auch deren Erfolg ziehen zu können.

Wie die CO<sub>2</sub>-Bilanzierung, die jede Kommune mit Hilfe der auf dem Markt erhältlichen Software erstellen sollte, ist das Monitoring sehr aufwändig, aber sinnvoll.

Die Funktion des Monitoring besteht darin, bei einer beobachteten Entwicklung steuernd einzugreifen, sofern diese nicht den gewünschten Verlauf nimmt bzw. bestimmte Schwellenwerte unter- bzw. überschritten sind. Das Monitoring-Konzept orientiert sich am Informationsbedarf und an den verfügbaren Informationsquellen.

Der Informationsbedarf ergibt sich aus den formulierten Energie- und Klimaschutzzielen für die Stadt Heusenstamm bis 2030:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen um rund 50 %
- Erhöhung der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen (plus Fernwärme und Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung) auf 35 % des Heizenergiebedarfs und auf 50 % des Strombedarfs
- Verringerung des Heizenergiebedarfs und des Stromverbrauchs um je 40 % Sanierungsrate für Gebäude: 3 %/Jahr des Gebäudebestands
- Verringerung Endenergieverbrauch im Verkehrsbereich / beim Treibstoffverbrauch um 50 %.

Es bietet sich an, die Datenerfassung und die Erstellung von Energie- und Emissionsbilanz im Monitoring entsprechend der Bestandsaufnahme nach den Teilbereichen

- Private Liegenschaften,
- Städtische Liegenschaften,
- Städtische Fahrzeuge und Geräte,
- Straßenbeleuchtung,
- Abwasser,
- Verkehr und Mobilität

und nach Energieträgern und Versorgungsstrukturen

- Erdgas,
- Heizöl,
- Strom,
- Kraft-Wärme-Kopplung,
- Erneuerbare Energiequellen

aufzuschlüsseln. Damit sind die Verfügbarkeit der Daten und Informationen sowie die Vergleichbarkeit der Ergebnisse gewährleistet.

## 11. Quellen und Literatur

- [1] Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2014. Berlin, August 2015
- [2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin, Februar 2015
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen (Kommunalrichtlinie) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative vom 22. Juni 2016
- [4] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten: Gesamtausgabe Stand: Mai 2016
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin, 28. September 2010
- [6] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie/Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin, Februar 2016
- [7] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin, 2012
- [8] Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU): Energie aus Kanalabwasser - Leitfaden für Ingenieure und Planer
- [9] Baugesetzbuch (BauGB) i.d.F.v. 22. Juli 2011 (BGBl. I S. 1509)
- [10] COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt: eigene Daten
- [11] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW): Mobilität in Deutschland. Berlin, 2004
- [12] Deutsches Institut für Urbanistik - difu (Hrsg.): Klimaschutz in Kommunen – Praxisleitfaden. Berlin, 2011
- [13] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) e.V.: Energiecheck und Energieanalyse. Instrumente zur Energieoptimierung von Abwasseranlagen. Arbeitsblatt DWA-A 216. Hennef, 2013
- [14] ECOSPEED AG: ECOSpeed region. Zürich 2016
- [15] Energieversorgung Offenbach AG (EVO): Daten und Informationen zur Strom- und Fernwärmeversorgung in Heusenstamm. Offenbach, 2016
- [16] Europäische Kommission: ClimateAction – Energie für eine Welt im Wandel.  
[http://ec.europa.eu/climateaction/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/climateaction/index_de.htm)
- [17] Europäische Kommission: Europäische Richtlinie für energieeffiziente Gebäude (EU-Gebäuderichtlinie). Brüssel 2010
- [18] Felmeden, J., Michel, B. et.al.: Öko-Effizienz kommunaler Wasser-Infrastrukturen – Bilanzierung und Bewertung bestehender und alternativer Systeme. Berlin, 2010 (netWORKS-paper Heft 26) [www.networks-group.de](http://www.networks-group.de)
- [19] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG) i.d.F.v. 21.7.2011

- [20] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm. Wiesbaden, 2016
- [21] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Erdwärmennutzung in Hessen. Wiesbaden 2007
- [22] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Erdwärmennutzung in Hessen - Leitfaden für Erdwärme - Sondenanlagen zum Heizen und Kühlen. Wiesbaden 2011
- [23] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Hydrologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen – Kreis Offenbach
- [24] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG): Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Hessen – Zahlen und Kenngrößen. Wiesbaden 2009
- [25] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung: Radroutenplaner Hessen. <http://www.radroutenplaner.hessen.de/>
- [26] Hessisches Statistisches Landesamt: Hessische Gemeindestatistik 2015 - Ausgewählte Strukturdaten aus Bevölkerung und Wirtschaft 2015. Wiesbaden, Februar 2016
- [27] Hessisches Statistisches Landesamt: Historisches Gemeindeverzeichnis für Hessen. Heft 1: Die Bevölkerung der Gemeinden 1843 bis 1967. Wiesbaden, März 1968
- [28] Heusenstamm: Bebauungspläne
- [29] Heusenstamm: Daten zur Abwasserbeseitigung, zu den städtischen Liegenschaften, Fahrzeugen und Geräten sowie zur Straßenbeleuchtung. Heusenstamm, 2016
- [30] Heusenstamm: Gestaltungssatzung i.d.F.v. 16. April 1999
- [31] Heusenstamm: shapefiles, 2016
- [32] HIFU – Harzer Ingenieure für Umwelttechnik: Verfahrenstechnische und energetische Optimierung der Kläranlage Heusenstamm. Erläuterungsbericht. Clausthal-Zellerfeld, 2012
- [33] HOCHTIEF PPP Schulpartner GmbH & Co. KG: Energieverbrauch der Schulen in Heusenstamm. Heusenstamm, 2015
- [34] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH: Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor. Heidelberg, April 2014
- [35] Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Kumulierter Energieaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen. Darmstadt, 2009
- [36] Katreniok Ingenieurgesellschaft mbH: Integriertes kommunales Klimaschutzkonzept Heusenstamm. Wehrheim, 13. November 2013
- [37] Kluge, Th. und Libbe, J. (Hrsg.): Transformationsmanagement für eine nachhaltige Wasserwirtschaft – Eine Entscheidungshilfe für kommunale Entscheidungsträger. Frankfurt/Berlin, 2010
- [38] Knies, J.: Durch Raumanalysen das energetische Potenzial von Abwasser heben. Wasser und Abfall (17), Heft 1+2, 2015
- [39] Maingau Energie: Daten und Informationen zur Gasversorgung in Heusenstamm. Obertshausen, 2016
- [40] Öko-Institut e.V.: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS). [www.gemis.de](http://www.gemis.de)

- [41] Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main: Bebauungsentwicklung Heusenstamm - shapefiles. Frankfurt am Main, 2016
- [42] Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main: Energiesteckbrief Heusenstamm. Frankfurt am Main, 9. März 2015
- [43] Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main: Regionaler Flächennutzungsplan. Frankfurt am Main, 17. Dezember 2010
- [44] Shell: Pkw-Szenarien bis 2030 – Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität. Hamburg, 2009
- [45] SolarDATA Service: Klimaschutz-Teilkonzept des Bistums Mainz. Göttingen, 16. Dezember 2013
- [46] Umweltbundesamt (UBA): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strom-Mix 1990-2010 und erste Schätzungen 2011. Dessau-Roßlau, April 2012
- [47] Verkehrsclub Deutschland (VCD): Klimawandel und Verkehr – Informationen und Lösungswege. Berlin, März 2007
- [48] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2014) i.d.F.v. 18. November 2013
- [49] Witzenhausen-Institut GmbH/Pöyry Environment GmbH: Biomassepotenzialstudie Hessen 2009. [www.biomasse-hessen.de](http://www.biomasse-hessen.de)

## 12. Anhang: Maßnahmenkatalog