

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE



Stadt

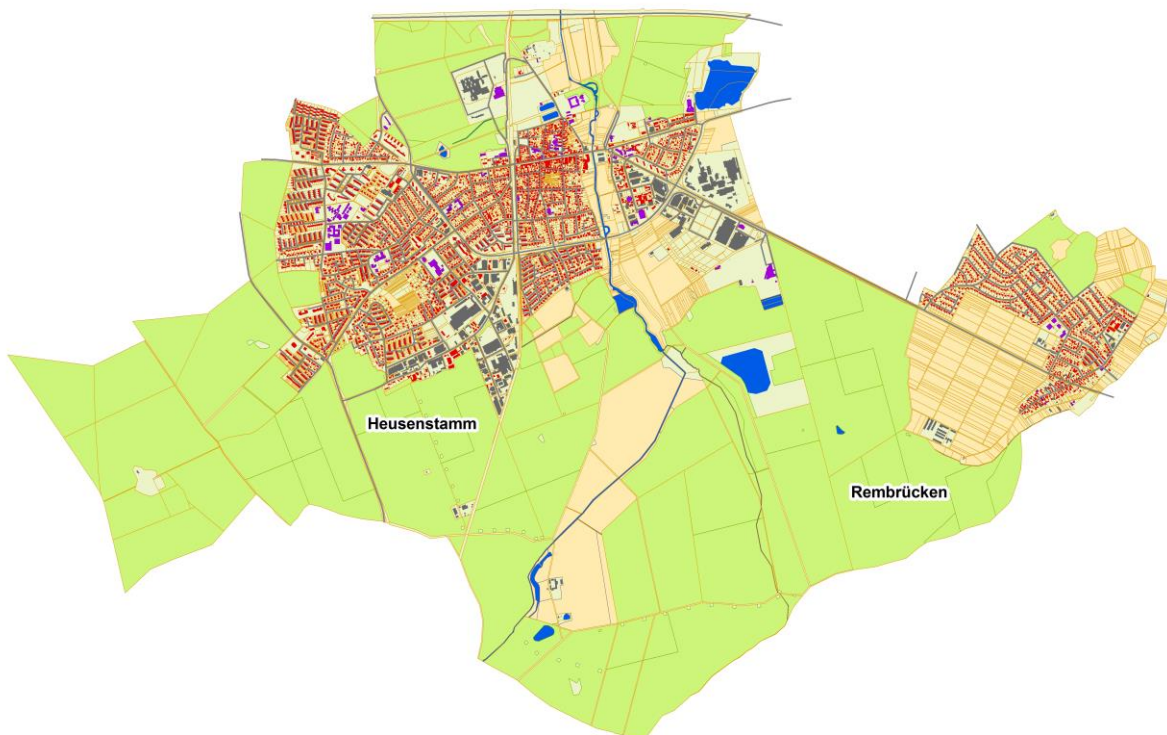
HEUSENSTAMM

Zu Hause im Leben.

Integriertes Klimaschutzkonzept 2023

der Stadt Heusenstamm

Aktualisierung des
Integrierten Klimaschutzkonzepts der
Stadt Heusenstamm aus 2017



Heusenstamm, Februar 2023

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE



Bearbeitung
Stadtverwaltung Heusenstamm
Lukas Welge
Klimaschutzmanager

Fachliche und konzeptionelle Beratung

COOPERATIVE Infrastruktur und Umwelt GbR

Am Seegärtchen 23

64354 Reinheim

Tel.: 06162 / 9117-434

www.cooperative.de

Heusenstamm, Februar 2023

Inhaltsverzeichnis

1.	Integriertes Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2022	1
2.	Grundlagen und generelle Zielsetzungen	2
3.	Die Stadt Heusenstamm	5
3.1	Strukturdaten der Stadt (Stand 2015)	5
3.2	Stadtentwicklung (Stand 2015)	7
3.3	Altersstruktur der Bebauung (Stand 2015)	8
3.4	Bebauungsdichte (Stand 2015)	9
4.	Energiebedarf (Stand 2015)	10
4.1	Wohnen und Kleingewerbe (Stand 2015)	10
4.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, Stand 2015)	10
4.3	Städtische Liegenschaften (Stand 2022)	11
4.4	Öffentliche Einrichtungen (Schulen; kirchliche Einrichtungen, Stand 2015)	13
4.5	Städtische Fahrzeuge und Geräte (Stand 2022)	14
4.6	Straßenbeleuchtung & Verkehrssignalanlagen	14
4.7	Abwasserbeseitigung	14
4.8	Verkehr und Mobilität (Stand 2015)	16
5.	Energie- und Emissionskataster 2015	17
5.1	Energiekataster 2015	17
5.2	Emissionskataster 2015	19
6.	Potenzialanalyse 2030/2050	20
6.1	Energieeinsparpotenziale	20
6.1.1	Private Liegenschaften (Stand 2015)	20
6.1.2	Städtische Liegenschaften (Stand 2015)	22
6.1.3	Städtische Fahrzeuge und Geräte (Stand 2022)	22
6.1.4	Straßenbeleuchtung (Stand 2022)	23
6.1.5	Abwasser (Stand 2022)	23
6.1.6	Verkehr und Mobilität (Stand 2015)	23
6.2	Verfügbare Potenziale Erneuerbarer Energien (Stand 2015)	24
6.2.1	Solarthermie und Photovoltaik (Stand 2015)	24
6.2.2	Geothermie (Stand 2015)	24

6.2.3	Biomasse (Stand 2015)	27
6.2.4	Nutzung der Abwasserwärme (Stand 2015)	28
6.2.5	Abwärmenutzung aus betrieblichen Prozessen (Stand 2015)	29
6.2.6	Produktionsabwärme (Stand 2015)	29
6.2.7	Kraft-Wärme-Kopplung (Stand 2015)	29
6.2.8	Wind (Stand 2015)	30
7.	Ziel-Szenario 2030/2050 (Stand 2015)	31
8.	Maßnahmen zur Umsetzung (Stand 2015)	33
8.1	Energiewirtschaftliche Maßnahmen (Stand 2015)	36
8.2	Maßnahmen zur Reduzierung der Anlagenverluste (Stand 2015)	37
9.	Maßnahmenkatalog und Priorisierung der Maßnahmen	37
10.	Organisation der Umsetzung	39
10.3	Aktivitäten der Stadt	39
10.4	Informationsangebote für Bürgerinnen und Energieberatung	40
10.5	Neubaugebietsplanung	41
10.6	Informations-, Beratungs- und Partizipationskonzept	42
11.	Literaturverzeichnis	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieverbrauch in Deutschland.	3
Abbildung 2: Übersichtsplan der Stadt Heusenstamm	5
Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung in Heusenstamm (1580 – 2014)	7
Abbildung 4: Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfs der Wohngebäude	7
Abbildung 5: Bebauungsentwicklung Kernstadt Heusenstamm	8
Abbildung 6: Bebauungsentwicklung Stadtteil Rembrücken	9
Abbildung 7: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude sowie des Fuhrparks der Stadt Heusenstamm in 2021.	11
Abbildung 8: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude, der Straßenbeleuchtung sowie des Fuhrparks der Stadt Heusenstamm in 2021.	12
Abbildung 9: Luftbild Kläranlage Heusenstamm	14
Abbildung 10: Energiekennwerte von Wohngebäuden	21
Abbildung 11: Standortbewertung der Nutzung oberflächennaher Erdwärme.	26
Abbildung 12: Struktur der Bebauung in der Kernstadt Heusenstamm	27
Abbildung 13: Wärmetauscher in Abwasserkanal	28
Abbildung 14: Energie-Szenario 2030/2050	33
Abbildung 15: Emissions-Szenario 2030/2050	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Eckdaten der Stadt Heusenstamm (Stand 2014) [5]	6
Tabelle 2:	Energieverbrauch und Energieträger der Schulen in Heusenstamm [15]	13
Tabelle 3:	Energiedaten der kirchlichen Einrichtungen in Heusenstamm [14]	13
Tabelle 4:	Energiekataster Heusenstamm 2015	18
Tabelle 5:	Anteile der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch/-erzeugung aufgeschlüsselt nach Nutzergruppen	18
Tabelle 6:	Emissionskataster Heusenstamm 2015	19
Tabelle 7:	Ziel-Szenario 2030/2050	31
Tabelle 8:	Energiekataster Zielsetzungen 2030/2050.	32
Tabelle 9:	Emissionskataster Zielsetzungen 2030/2050	32
Tabelle 10:	Emissionsminderungspotenziale (CO ₂ -Äquivalente) nach unterschiedlichen Nutzergruppen	35
Tabelle 11:	Anteilige Emissionsminderungspotenziale (CO ₂ -Äquivalente) zur Erreichung des Ziel-Szenarios (50 % Treibhausgaseinsparung) nach unterschiedlichen Nutzergruppen	35

1. Integriertes Klimaschutzkonzept Heusenstamm 2022

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept Heusenstamm ist eine Aktualisierung des Integrierten Klimaschutzkonzepts der Stadt Heusenstamm 2030/2050 aus dem Jahr 2017 [1]. Das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz fordert alle 5 Jahre eine Aktualisierung des Klimaschutzkonzepts, um es auf dem aktuellen Stand zu halten und ggf. neue Maßnahmen in das Konzept aufzunehmen. Weiterhin wird zur Beantragung von Fördermitteln über die Kommunalrichtlinie des Landes Hessen ein Klimaschutzkonzept benötigt, das nicht älter als 5 Jahre ist [2].

Das vorliegende Klimaschutzkonzept wurde in einem geringen Umfang aktualisiert, da eine vollständige und umfassende Aktualisierung bzw. Fortschreibung deutlich über ein Jahr dauern würde und durch die Beauftragung externe Dienstleister mit hohen Kosten verbunden wäre. In dem gesamten Zeitraum der Fortschreibung könnte die Stadt Heusenstamm keine neuen Fördermittel beantragen. In Anbetracht der dauerhaft angespannten Haushaltssituation der Stadt Heusenstamm und der dadurch bedingten Notwendigkeit für Finanzierungshilfen, ist eine umfassende Aktualisierung nicht zielführend und auch nicht nötig. Die Aktualisierung beschränkt sich deswegen auf die Erfassung und Visualisierung des Energieverbrauchs der städtischen/öffentlichen Gebäude, Geräte und Fahrzeuge sowie die Überarbeitung des Maßnahmenkatalogs. Teilweise wurden anschauliche Grafiken eingefügt und verfügbare Energieverbrauchsdaten aktualisiert.

Der Maßnahmenkatalog ist das Kernstück des Klimaschutzkonzepts. Er stellt einen verbindlichen Fahrplan für zukünftige Klimaschutzprojekte dar und gibt einen Überblick, in welchen Bereichen bereits Maßnahmen umgesetzt wurden und wo noch Handlungsbedarf besteht. Das Layout der einzelnen Maßnahmenkarteikarten wurde angepasst und um die Zeile „Umsetzung“ ergänzt, sodass der aktuelle Stand der einzelnen Maßnahmen abgelesen werden kann.

Das Klimaschutzkonzept und der Maßnahmenkatalog sollen in Abständen von jeweils 5 Jahren aktualisiert werden und so fortwährend weiterentwickelt und an die aktuellen Geschehnisse und den Stand der Technik angepasst werden.

2. Grundlagen und generelle Zielsetzungen

Der hohe Verbrauch fossiler Energieressourcen (Erdgas, Öl, Kohle) führt zu globalen Veränderungen, wie dem Rückgang bzw. dem Abschmelzen von Eisschilden und Gletschern sowie dem Anstieg der globalen Mitteltemperatur. Auch Heusenstamm ist von regionalen Klimaveränderungen wie dem vermehrten Auftreten von Extremwetterereignissen betroffen. Dazu gehören Starkregenereignisse mit Überflutungen, Hitzeperioden und Dürren.

Wirksamer Klimaschutz durch Reduzierung der CO₂ Emissionen (Mitigation) und die Anpassung an die unausweichlichen Klimaveränderungen (Adaptation) sind zwei der wichtigsten Handlungsfelder von Städten, insbesondere aber auch von Bevölkerung und Wirtschaft. Seit 2010 ist Heusenstamm Mitglied im Bündnis „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“ und hat sich damit verpflichtet Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen umzusetzen und sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen. Das Land Hessen plant bis zum Jahr 2050 seine Treibhausgasemissionen um mindestens 90 % im Vergleich zum Jahr 1990 zu reduzieren. Diese Ziele stehen im Einklang mit nationalen und europäischen Klimaschutzzielen [3]. Auch das integrierte Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm steht im Einklang mit diesen Reduktionszielen.

Ein Blick auf die nationalen Daten in den Sektoren Stromerzeugung, Wärme und Verkehr zeigt, dass die bisherigen Anstrengungen intensiviert werden müssen, um die angestrebten Ziele zu erreichen.

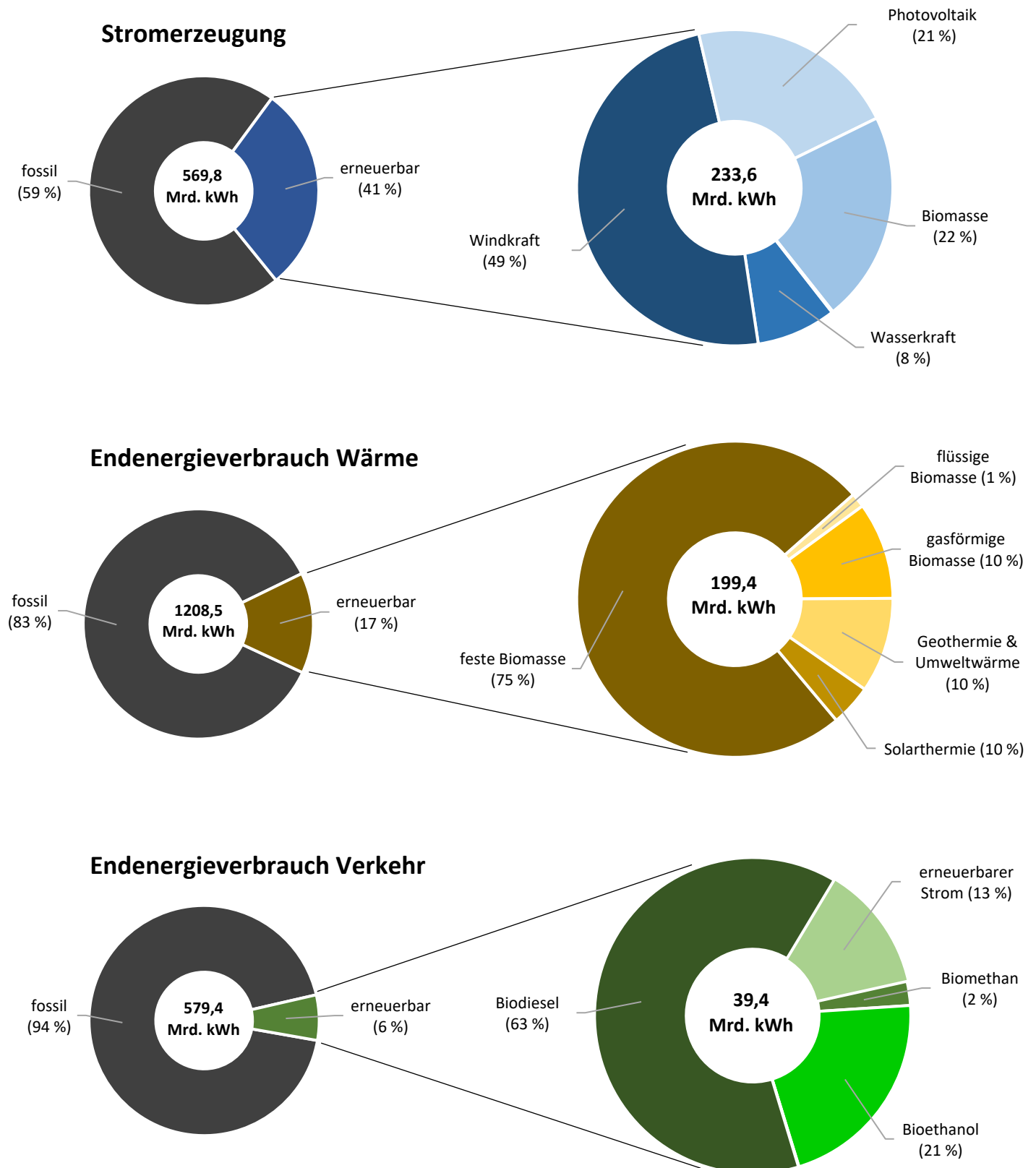


Abbildung 1: Energieverbrauch in Deutschland. Anteil fossiler und erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung sowie dem Endenergieverbrauch im Wärme- bzw. Verkehrssektor im Jahr 2021 in Deutschland (linke Kreisdiagramme). Die rechten Kreisdiagramme zeigen die Anteile der Energieträger innerhalb der erneuerbaren Energien für die Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Innerhalb der Kreisdiagramme ist der Gesamtverbrauch bzw. die Gesamterzeugung in Milliarden Kilowattstunden angegeben. [24]

Abbildung 1 zeigt die Anteile fossiler und erneuerbarer Energien (EE) an der Stromerzeugung bzw. am Endenergieverbrauch im Wärme- und Verkehrssektor im Jahr 2021. Bei der Stromerzeugung haben die EE einen Anteil von 41 %. Der erneuerbare Strom stammt fast zur Hälfte aus Windkraft und zu annähernd gleich großen Teilen aus Photovoltaik und Biomasse. Wasserkraft macht in Deutschland nur einen kleinen Teil (8 %) des erneuerbaren Stroms aus. Deutlich geringer ist der Anteil der EE am Wärmeverbrauch (17 %), wobei gleichzeitig mehr als doppelt so viel Wärmeenergie (1208,5 Mrd. kWh) verbraucht wird. Der größte Anteil der erneuerbaren Wärmeenergie stammt aus fester Biomasse wie Scheitholz, Holzpellets und Klärschlamm. Zukunftsweisende emissionsarme Technologien wie Geothermie, Umweltwärme und Solarthermie hatten 2021 einen Anteil von 20 %. Im Verkehrssektor haben EE nur einen Anteil von 6 %. Biodiesel hat mit 63 % den größten Anteil bei den EE im Verkehrssektor, während erneuerbarer Strom im Jahr 2021 nur 13 % des Endenergieverbrauchs ausmachte. [4]

In den letzten Jahren ist der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung von 3,4 % in 1990 auf 41,1 % im Jahr 2021 stark angestiegen. Im Wärmesektor ist im gleichen Zeitraum ein Anstieg von 2,1 % auf 16,5 % zu verzeichnen und auch im Verkehrssektor stieg der Anteil der EE von 0 % auf 6,8 %. Allerdings sind die Anteile der EE am Gesamtenergieverbrauch im Wärme- und Verkehrssektor deutlich geringer als im Stromsektor und seit 2010 hat ihr Anteil bei Wärme und Verkehr nur um wenige Prozentpunkte zugenommen. [4] Da Energieversorgung und Verkehr für den Großteil der Treibhausgasemissionen verantwortlich sind und die EE hier noch einen eher geringen Anteil aufweisen, müssen zukünftig die Anstrengungen enorm intensiviert werden, um die angestrebten Treibhausgasreduktionsziele zu erreichen. Auch Kommunen wie Heusenstamm müssen ihren Beitrag leisten und die Anstrengungen und Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen deutlich verstärken.

3. Die Stadt Heusenstamm

3.1 Strukturdaten der Stadt (Stand 2015)

Die Stadt Heusenstamm mit den Stadtteilen Heusenstamm und Rembrücken liegt im Landkreis Offenbach (Abbildung 2). Sie hat 18.496 Einwohner (Kernstadt Heusenstamm: 16.348 Einwohner; Stadtteil Rembrücken: 2.148 Einwohner), 6.336 sozialversicherungspflichtige Arbeitsplätze und eine Fläche von 19,03 km² (Stand 2014) [5].

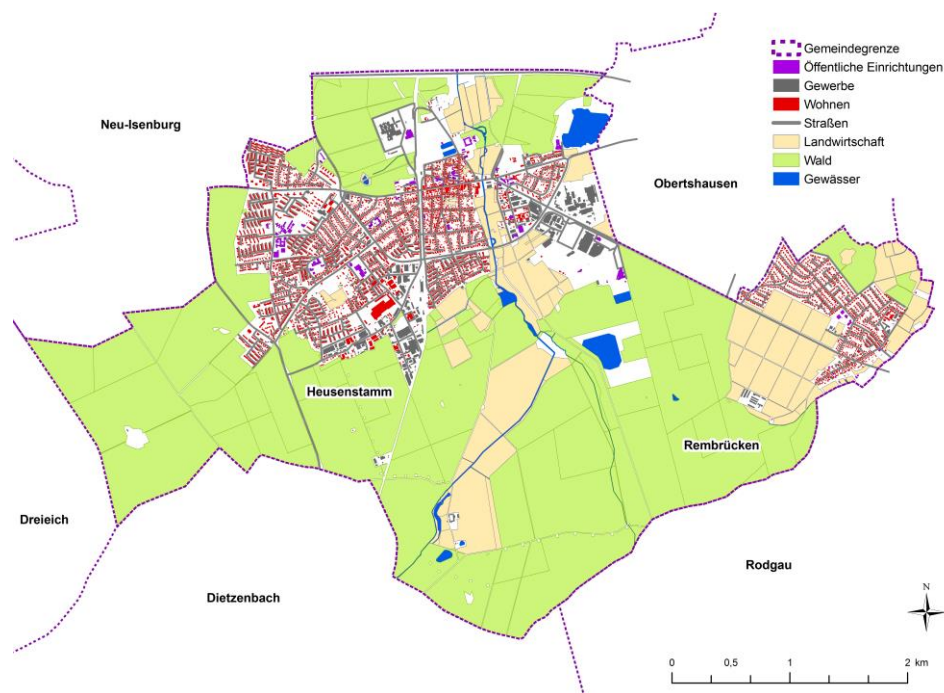


Abbildung 2: Übersichtsplan der Stadt Heusenstamm

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 m² (Tabelle 1) [5].

Tabelle 1: Eckdaten der Stadt Heusenstamm (Stand 2014) [5]

Bevölkerung		
Bevölkerung insgesamt (2014)	18.496	Einwohner
davon:		
Stadtteil Heusenstamm	16.348	Einwohner
Stadtteil Rembrücken (2005)	2.148	Einwohner
Gebäudebestand		
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 ²
Spezifische Wohnfläche	49	m ² /Einwohner
Spezifische Fläche der Wohnung	99	m ² /Wohnung
Beschäftigte, Arbeitsplätze und Pendler		
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort	6.336	Arbeitnehmer
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort	5.207	Arbeitnehmer
davon beschäftigt im Bereich:		
Land- und Fortswirtschaft (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
Gemarkungsfläche	1.903	ha
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
Landwirtschaftliche Struktur (Angaben der Betriebe; ausgewählte Merkmale)		
Haupterwerbsbetriebe	2	Betriebe
Großvieheinheiten	344	GV

3.2 Stadtentwicklung (Stand 2015)

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 (Abbildung 3) [5, 6].

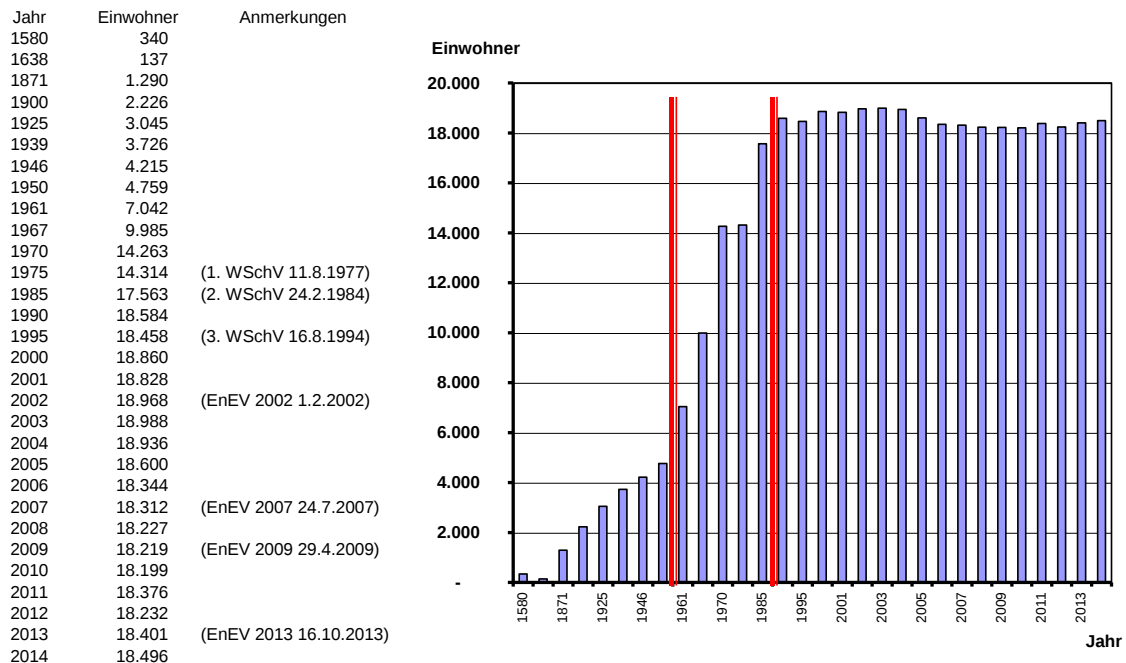


Abbildung 3: Bevölkerungsentwicklung in Heusenstamm (1580 – 2014)

Wie in Abbildung 3 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 (Abbildung 4).

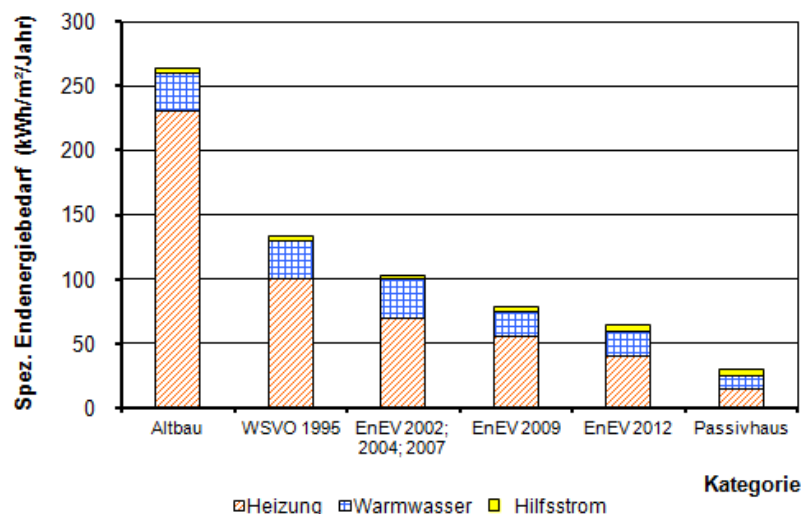


Abbildung 4: Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfs der Wohngebäude

3.3 Altersstruktur der Bebauung (Stand 2015)

Die siedlungsstrukturellen Gegebenheiten wurden auf der Grundlage der Bebauungsentwicklung im Stadtgebiet typisiert. Damit ergeben sich die grundlegenden energierelevanten Merkmale der Siedlungsstruktur (Abbildung 5 und Abbildung 6). Die Altersstruktur der Bebauung in den abgegrenzten Blöcken ist weitgehend identisch [7].

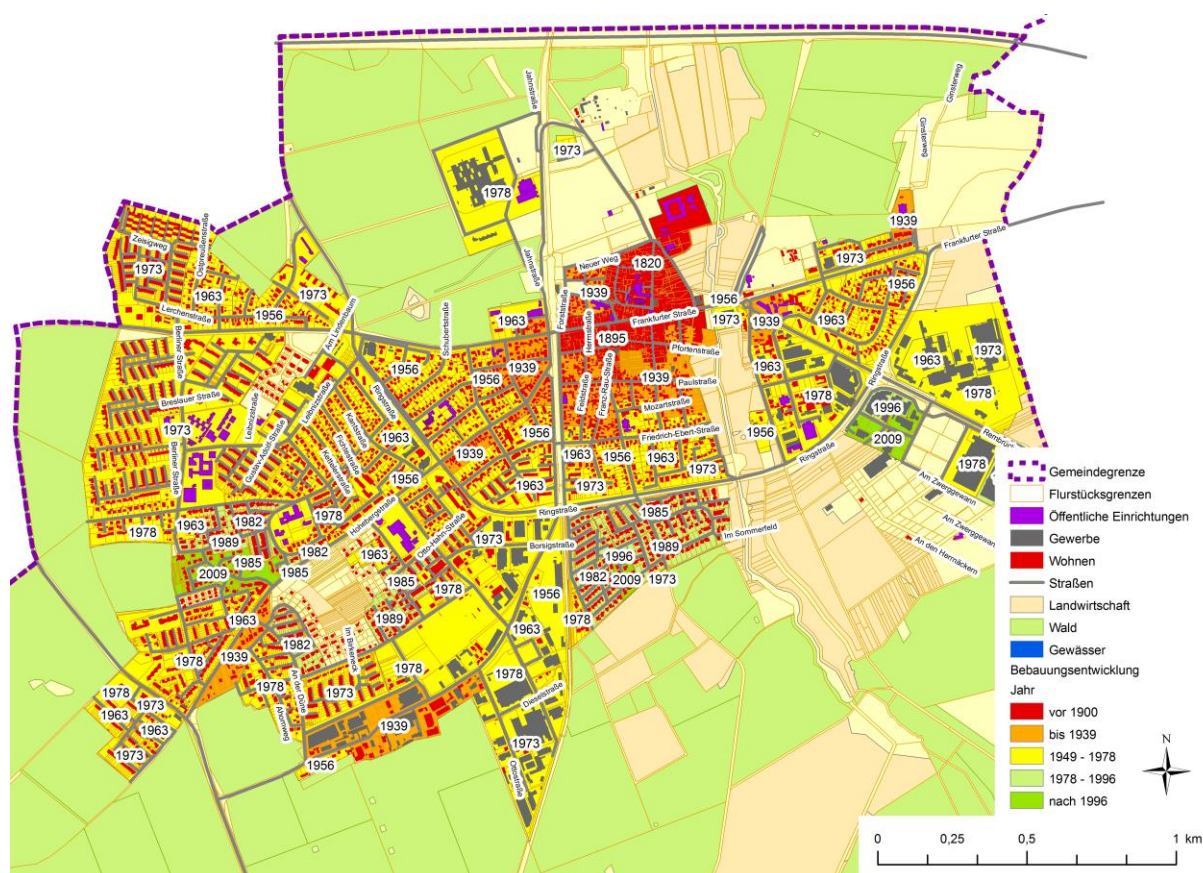


Abbildung 5: Bebauungsentwicklung Kernstadt Heusenstamm

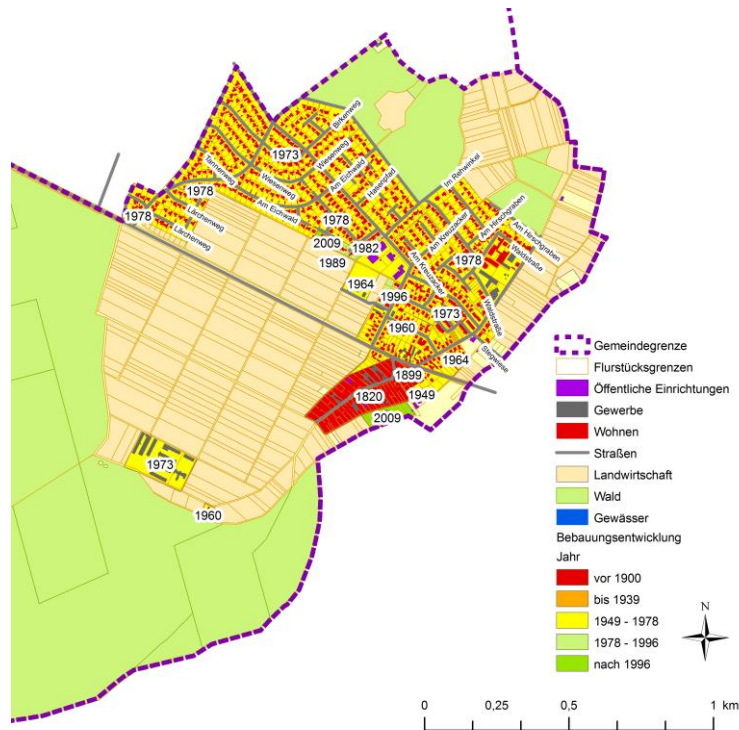


Abbildung 6: Bebauungsentwicklung Stadtteil Rembrücken

3.4 Bebauungsdichte (Stand 2015)

Die Bebauungsdichte wird angegeben als Geschossflächenzahl (GFZ) und als Grundflächenzahl (GRZ). Die Bebauungsdichte liefert Anhaltspunkte für das verfügbare Potenzial Erneuerbarer Energien. Die Geschossflächenzahl der Wohngebiete GFZ_{Wohnen} (Bruttogrundfläche (BGF) / Bruttowohngebietsfläche) liegt durchschnittlich bei etwa 0,6; teilweise liegt sie jedoch deutlich höher. Die GRZ_{Wohnen} (Überbaute / Bruttowohngebietsfläche) liegt in weiten Bereichen bei 0,4 [8]. Die Grundfläche der Wohngebäude (einschließlich Nebengebäude) beträgt bei einer durchschnittlichen GRZ von 0,4 rund 900.000 m². Sie ist i.d.R. aus konstruktiven Gründen (Dachneigung; Einbauten) jedoch nur teilweise energetisch nutzbar.

4. Energiebedarf (Stand 2015)

Bei der Ermittlung des Energiebedarfs werden folgende Nutzergruppen 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
- Abwasserbeseitigung
- Verkehr und Mobilität

Die zentralen Daten und Informationen des Energiebedarfs wurden auf der Grundlage der Angaben der örtlichen Versorgungsunternehmen MAINGAU Energie GmbH (Erdgas) [9] und der Energieversorgung Offenbach AG (Fernwärme; Strom) [10] sowie Angaben der Stadt (Städtische Liegenschaften, Städtische Fahrzeuge und Geräte, Straßenbeleuchtung, Abwasserbeseitigung) [11] berechnet. Ergänzend wurden die Angaben von Bezirksschornsteinfegern ausgewertet und die städtebaulichen Merkmale der Bebauung analysiert.

4.1 Wohnen und Kleingewerbe (Stand 2015)

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/m². Dieser relativ hohe Wert ist mit dem großen Anteil der Wohngebäude aus dem Zeitraum von 1950 – 1980 zu begründen. In diesen Bereich ergeben sich die vorrangigen Wärmeeinsparpotenziale.

4.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD, Stand 2015)

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 (Stand 2022)

Die kommunalen nicht Wohngebäude und Anlagen hatten im Jahr 2021 einen Energieverbrauch von insgesamt 7,42 GWh (7.421.940 kWh). Erdgas hatte mit 4.009.752 kWh den größten Anteil am Endenergieverbrauch, gefolgt von Strom mit 3.186.219 kWh (Abbildung 7). Erdgas dient größtenteils der Gebäudeheizung, wobei im Rathaus und im Kultur- und Sportzentrum Martinsee mittels eines Blockheizkraftwerks in den kalten/kühlen Monaten auch Strom erzeugt wird. Die gesamte Fernwärme wird zur Beheizung des Schwimmbads genutzt, hier wurden 880.540 kWh verbraucht. Heizöl wird nur durch die Kläranlage genutzt, der Verbrauch lag 2021 bei 48.568 kWh. Die Fahrzeuge des städtischen Fuhrparks haben 286.598 kWh Kraftstoff, überwiegend Diesel, verbraucht. Der Verbrauch der Straßenbeleuchtung von rund 990.000 kWh ist in Abbildung 7 nicht enthalten, weswegen der Gesamtverbrauch niedriger ist als in Abbildung 8. [12]

Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2021

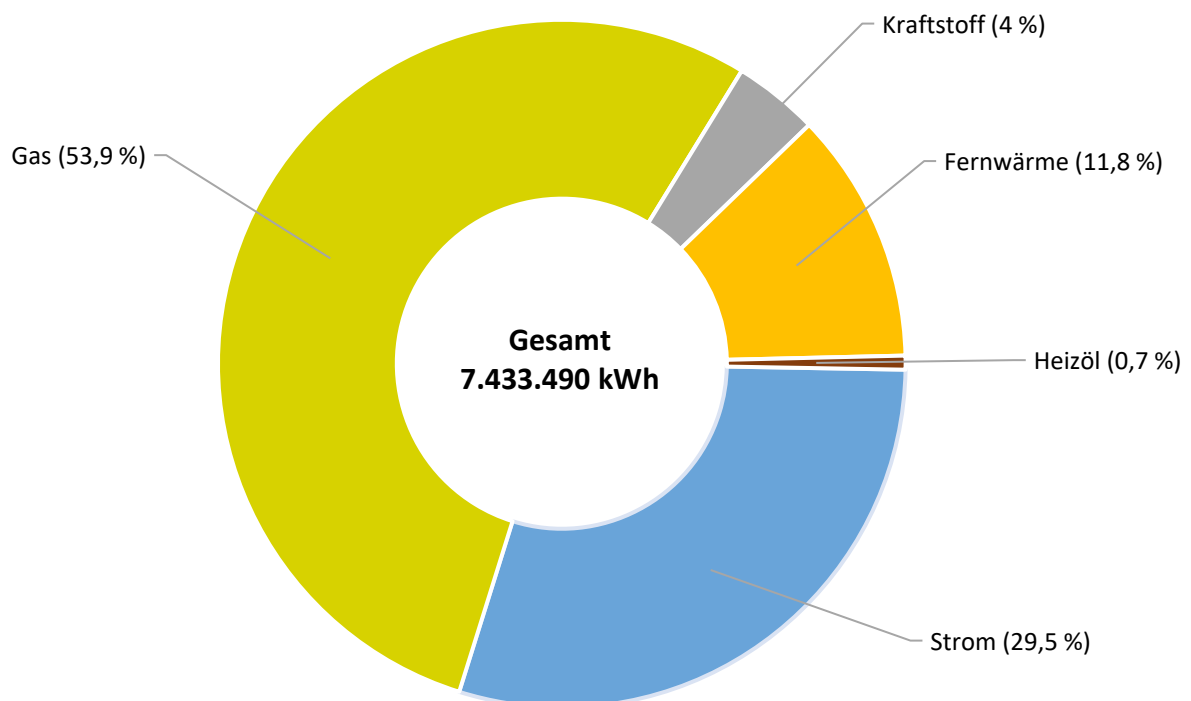


Abbildung 7: Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude sowie des Fuhrparks der Stadt Heusenstamm in 2021. Diesel und Benzin wurde als Kraftstoff zusammengefasst, wobei fast ausschließlich Diesel verbraucht wurden. Im Innenkreis ist der Jahresgesamtverbrauch angegeben. [12]

Abbildung 8 zeigt den Endenergieverbrauch aus 2021 aufgeschlüsselt nach Sektoren. Die meiste Energie (2.640.794 kWh) wurde von der Allgemeinen Verwaltung verbraucht. Dazu zählen Bauhof, Feuerwehren, Friedhöfe sowie das Rathaus. Die Abwasserbeseitigung, Kultur / Sport und das Schwimmbad mit Sauna haben einen ähnlich hohen Energieverbrauch von rund 1,3 Mio. kWh, wobei das Schwimmbad thematisch zu Kultur / Sport dazuzählt. Als sehr großer Verbraucher wurde es hier allerdings extra dargestellt. Die Abwasserbeseitigung umfasst die Kläranlage und die Pump- und Hebeanlagen im Stadtgebiet. Zum Sektor Kultur / Sport zählen unter anderem das Kultur- und Sportzentrum Martinsee, die Stadtbücherei, das Haus der Stadtgeschichte, der Saal für Vereine und das Jugendzentrum. Im Sektor Sozialwesen sind die städtischen Kindertageseinrichtungen sowie Geflüchteten- und Obdachlosenunterkünfte zusammengefasst. Hier wurden rund 680.000 kWh verbraucht. Straßenbeleuchtung und Verkehrssignalanlagen haben in 2021 fast 990.000 kWh Strom verbraucht, was einem Anteil von fast 12 % des Gesamtverbrauchs entspricht [12].

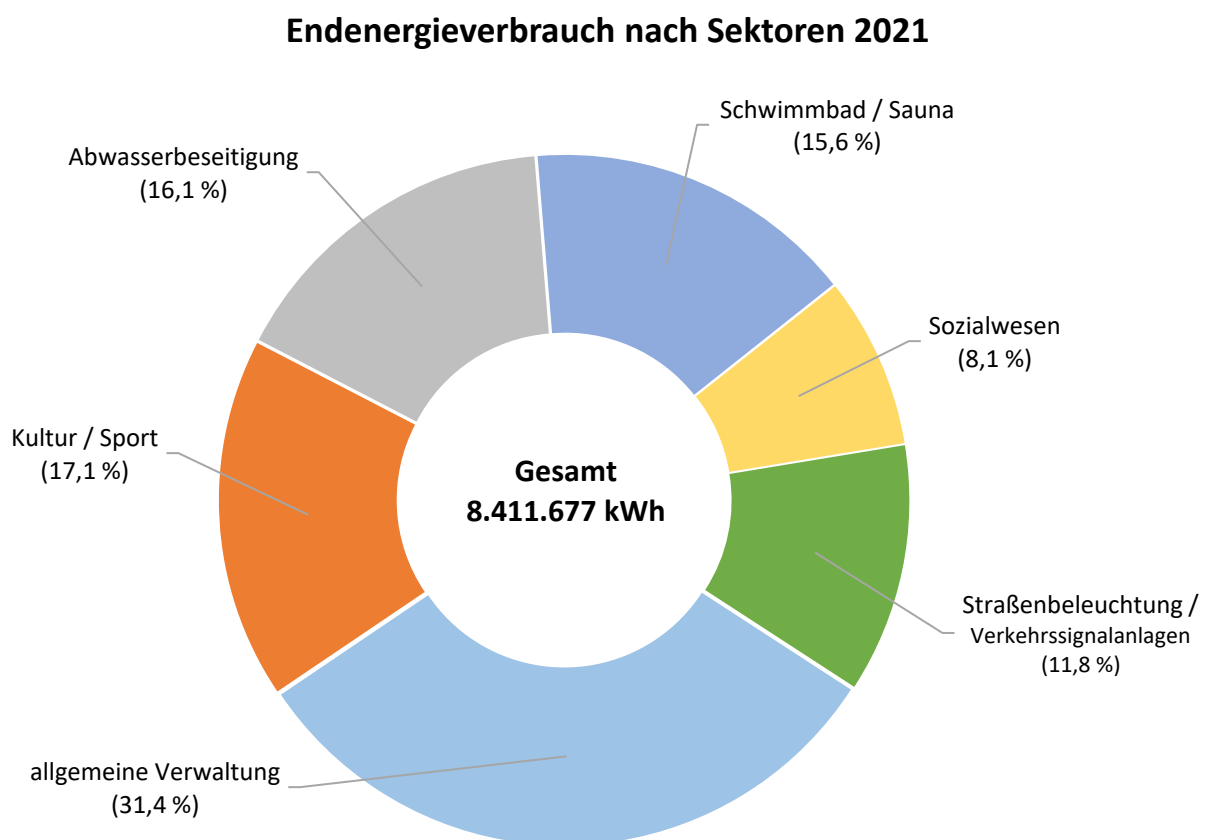


Abbildung 8: Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude, der Straßenbeleuchtung sowie des Fuhrparks der Stadt Heusenstamm in 2021 [12].

4.4 Öffentliche Einrichtungen (Schulen; kirchliche Einrichtungen, Stand 2015)

Der Wärme- und Strombedarf der Schulen und der kirchlichen Einrichtungen wurde durch die Befragung der Träger dieser Einrichtungen ermittelt oder, sofern keine aktuellen Daten verfügbar waren, hochgerechnet [13] [14]. Zusammen ergeben sich ein Wärmebedarf von rund 4.500 MWh/Jahr und ein Strombedarf von 1000 MWh/Jahr (Tabelle 2 und Tabelle 3).

Tabelle 2: Energieverbrauch und Energieträger der Schulen in Heusenstamm [15]

Liegenschaft		Energieversorgung				
Nr.	Bezeichnung	Energie-träger	Endenergieverbrauch Heizung/Warmwasser		Stromverbrauch	
			kWh/Jahr		kWh/Jahr	
			2011	2015	2011	2015
	Schulen		2.317.005	2.299.457	522.789	395.844
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 3: Energiedaten der kirchlichen Einrichtungen in Heusenstamm [14]

Liegenschaft		Energieversorgung				
Nr.	Bezeichnung	Energie-träger	Endenergie-verbrauch Heizung/ Warmwasser	Heiz-energie-kosten	Strom-verbrauch	Strom-kosten
			kWh/Jahr	€/Jahr	kWh/Jahr	€/Jahr
	Kirchliche Einrichtungen		2.174.590	117.593	576.617	127.440
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					
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 (Stand 2022)

Der Treibstoffverbrauch (Diesel; Benzin) der städtischen Fahrzeuge und Geräte beträgt derzeit rund 32.000 Liter. Die Angaben beruhen teilweise auf Schätzungen [12].

4.6 Straßenbeleuchtung & Verkehrssignalanlagen

Die Straßenbeleuchtung in Heusenstamm umfasst derzeit etwa 2.900 Leuchten. Bis zum Ende des Jahres 2022 werden alle Leuchten im Rahmen eines geförderten Projekts auf LED umgerüstet. Im Jahr 2021 haben Verkehrssignalanlagen und Straßenbeleuchtung rund 989.000 kWh Strom verbraucht, was Energiekosten von mehr als 197.000 € entspricht. Durch die Umstellung auf LED werden rund 60 % Strom und Energiekosten eingespart [12].

4.7 Abwasserbeseitigung

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 Schmutzwassermenge beträgt 1 Mio. m³. Das Abwasser wird mechanisch, biologisch und chemisch gereinigt. Die Anlage verfügt über eine Phosphatfällung, Stickstoffelimination, Schlammfäulung und -entwässerung. Das geklärte Abwasser wird in das Fließgewässer Bieber eingeleitet (Abbildung 9) [12].



Abbildung 9: Luftbild Kläranlage Heusenstamm

Des Weiteren werden 14 Regenrückhaltebecken bzw. Hebeanlagen im Stadtgebiet von Heusenstamm betrieben, wovon 13 Anlagen einen Energiebezug haben. 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. [12]

Das Gesamteinzugsgebiet der Kläranlage umfasst ca. 440 ha und wird überwiegend im Mischsystem über ein ca. 96 Kilometer langes Kanalnetz entwässert. Im Gewerbegebiet Nieder-Röder-Weg werden Schmutz- und Regenwasser getrennt abgeleitet (Trennkanalisation), (Stand 2014). [12]

Der Stromverbrauch der Kläranlage Heusenstamm (ohne Außenstellen) lag bei 1.225.979 kWh im Jahr 2021. Die Außenstellen haben im Jahr 2021 rund 7682 kWh Strom verbraucht, wobei vier Hebeanlagen an der Straßenbeleuchtung angeschlossen sind und somit eine getrennte Erfassung des Stromverbrauchs nicht möglich ist. In der Vergangenheit wurde aus unterschiedlichen Gründen wenig in die Energieoptimierung der Kläranlage investiert. Pumpen, Gebläse und andere technische Komponenten sind veraltet und weisen einen sehr hohen Energieverbrauch auf. Aktuell wird dieser Investitionsstau maßgeblich durch den Kläranlagenleiter beseitigt und Maßnahmen zur Energieoptimierung ergriffen. Zeitnah werden Energieoptimierungsmaßnahmen im Bereich der Belüftung und der Umwälzung durchgeführt sowie erneuerbare Energien genutzt. Diese ersten Maßnahmen werden den Energieverbrauch der Kläranlage bereits deutlich reduzieren. Weitere Energieoptimierungsmaßnahmen sind in der Planung. [12]

2021 wurden auf der Kläranlage 148.225 m³ Klärgas erzeugt, davon wurden 122.781 m³ vor Ort zur Beheizung genutzt und 25.444 m³ abgefackelt [12].

4.8 Verkehr und Mobilität (Stand 2015)

Heusenstamm liegt an der S-Bahn nach Offenbach und Frankfurt. Die Stadt ist über die A3 an das überregionale Straßennetz angebunden. Das lokale Radverkehrsnetz ist Teil des Radverkehrsnetzes des Landkreises Offenbach. Seit August 2022 verfügt die Stadt Heusenstamm über einen ehrenamtlichen Radverkehrsbeauftragten. Er ist Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger und wirkt bei Maßnahmen zur Verbesserung des Radverkehrs in Heusenstamm mit.

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. (Stand 2015).

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 unterschiedliche Prinzipien abgeschätzt werden [16]:

- dem 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.);
- dem Territorialprinzip: Danach werden der Treibstoffverbrauch für die Fahrleistungen abgeschätzt, die unmittelbar ortsbezogen in Heusenstamm auftreten.

Die Ergebnisse der beiden Prinzipien sind sehr unterschiedlich. Bezogen auf den Verkehr werden beim Verursacherprinzip alle Verkehrsleistungen, die global von der Wirtschaft und der Bevölkerung der Stadt verursacht werden, erfasst. 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 CO₂-Bilanz liefert, um so aussagekräftiger wird die mit Hilfe des Bilanzierungstools ECoRegion der Firma ECOSPEED erstellte Bilanz. Für Kommunen wird zur Vergleichbarkeit ein einheitlicher Standard für kommunale Energie- und Treibhausgasbilanzen mit der Abkürzung

BISKO (Bilanzierungssystematik Kommunal) verwendet. Nach BISKO ist die Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip vorgeschrieben.

Die im Energie- und Emissionskataster berechneten Daten stammen aus dem integrierten Klimaschutzkonzept von 2017 und beruhen auf den dort gemachten Annahmen [1].

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 (Tabelle 4 und Tabelle 5). Im Jahr 2021 betrug der Stromverbrauch inkl. Heizstrom 56.158 MWh.

Der Heizölverbrauch der Wohngebäude wird aus dem spezifischen Erdgasverbrauch abgeleitet. Es wird davon ausgegangen, dass teileräumlich 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

Die Fernwärmeversorgung der Wohngebäude in Höhe von 4.668 MWh/Jahr wurde dagegen nicht erfasst.

Tabelle 4: Energiekataster Heusenstamm 2015

Nutzergruppe	Energieverbrauch/-erzeugung									
	Erd-gas	Heiz-öl	Fern-wärme	Heiz-strom	Erneuer-bare Energien Wärme ²⁾	Summe Heizung; Warm-wasser	Treib-stoffe ³⁾	"Normal"-Strom (2014)	Erneuer-bare Energien Strom ^{2*)}	Verbrauch gesamt ¹⁾
	MWh/Jahr						MWh/Jahr			
Summe	128.671	55.042	12.865	302	5.638	202.517	155.424	61.234	3.197	422.372
* 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

¹⁾ 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.

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

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

Tabelle 5: Anteile der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch/-erzeugung aufgeschlüsselt nach Nutzergruppen

Nutzergruppe	Energieverbrauch/-erzeugung									
	Erd-gas	Heiz-öl	Fern-wärme	Heiz-strom	Erneuer-bare Energien Wärme ²⁾	Summe Heizung; Warm-wasser	Treibstoff	"Normal"-Strom	Erneuer-bare Energien Strom ^{2*)}	Verbrauch gesamt ²⁾
	Anteile gesamt (%)									
Summe	30,5	13,0	3,0	0,1	1,3	47,9	36,8	14,5	0,8	100,0
* 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

Städtische Liegenschaften (Stand 2022)

Für das Jahr 2021 wurde der Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften, Fahrzeuge und Geräte sowie der Straßenbeleuchtung bzw. Verkehrssignalanlagen erfasst. Bei den Liegenschaften handelt es sich um etwa 26 beheizte Gebäude sowie 13 unbeheizte Energieverbraucher, die fast ausschließlich durch die im Stadtgebiet verteilten Pump- und Hebeanlagen der Abwasserbeseitigung repräsentiert werden. Der Gesamtenergieverbrauch lag 2021 bei 8,4 GWh (8.411.677 Mrd. kWh). Abbildung 8 zeigt den Energieverbrauch aufgeschlüsselt nach Sektoren bzw. Energieträgern.

5.2 Emissionskataster 2015

Der Umfang der klimarelevanten Emissionen, die als CO₂-Äquivalente ausgewiesen werden, ergibt sich aus dem Energieverbrauch, den eingesetzten Energieträgern und der Struktur der Energieversorgung.

Die CO₂-Emissionen betrugen 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 (Tabelle 6).

Tabelle 6: Emissionskataster Heusenstamm 2015

Nutzergruppe	Emissionen (CO ₂ -Äquivalente)			
	Gesamt t/Jahr	Heizung; Warm- wasser	Treib- stoffe t/Jahr	Strom
Summe	134.930	51.250	48.959	34.722
* 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 CO₂-Äquivalente:

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

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 Erneuerbarer Energien sowie an den internationalen und nationalen Zielvorgaben (Abschnitt 2).

Zur Verringerung der klimarelevanten Emissionen kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- Baulicher Wärmeschutz (Private Gebäude und städtische Liegenschaften)
- Verringerung des Stromverbrauchs durch Modernisierung (Warmwasserbereitung; Heizung; Beleuchtung; Elektrogeräte)
- Verringerung des Treibstoffverbrauchs (Diesel; Benzin) von Fahrzeugen durch Hybride oder vollelektrische Fahrzeuge
- Verringerung des Treibstoffverbrauchs von Geräten durch Elektrifizierung
- Verbesserung der Energie-Effizienz (Wärme; Strom) durch Reduzierung von Anlagenverlusten (Heizungsanlagen; Warmwasserbereitung; Abwasserbehandlung)
- Umstellung der Heizungen (Wärmeversorgung, Warmwasserbereitung) von Strom, Gas und Heizöl auf moderne Heizsysteme wie Wärmepumpen ggf. gekoppelt mit erneuerbaren Energien (Photovoltaik; Solarthermie, Abwärme, Geothermie)
- Nutzung erneuerbarer Energien (Photovoltaik; Solarthermie, Abwärme, Geothermie)
- Optimierung der Heizsysteme durch hydraulischen Abgleich und moderne Heizungspumpen

6.1 Energieeinsparpotenziale

6.1.1 Private Liegenschaften (Stand 2015)

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 10 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 nähern sich dem Passivhaus-Standard.

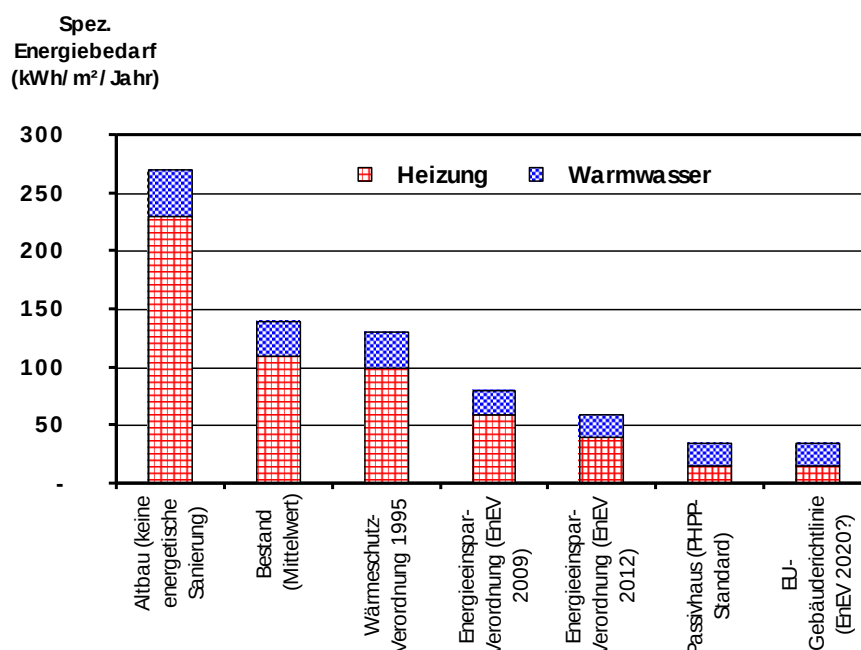


Abbildung 10: Energiekennwerte von Wohngebäuden

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 m² Bruttogrundfläche (BGF) mit einem Wärmebedarf von insgesamt rund 143.262 MWh/Jahr und einem spezifischen Energiebedarf der sanierungsbedürftigen Gebäude von teilweise über 250 kWh/m² BGF ergibt sich mit einer Verringerung des spezifischen Energiebedarfs um 40 % eine jährliche Sanierungsrate von 3 % des Gebäudebestandes bis 2030/2050 (ca. 27.000 m²) ein Energieeinsparpotenzial von insgesamt rund 57.000 MWh.

In Verbindung mit einer Erhöhung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen, dem vollständigen Ersatz der Strom-, Öl- und teilweise Gasheizungen durch moderne Heizsysteme und erneuerbare Energiequellen 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 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 Stromheizungen, die Warmwasserbereitung mit Strom und die Haushaltsgeräte (Waschmaschinen; Spülmaschinen; Trockner etc.).

6.1.2 Städtische Liegenschaften (Stand 2015)

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 (Stand 2022)

Der Handlungsbedarf und das verfügbare Handlungspotenzial zur Verringerung der CO₂-Emissionen im Bereich der stadteigenen Fahrzeuge sind eher gering. Der Kraftstoffverbrauch ist aufgrund der relativ geringen Fahrleistungen der Fahrzeuge und der Benutzungsdauer der Geräte gering. Dennoch ist sich die Stadt bewusst, dass sie - und damit auch die städtischen Fahrzeuge - 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 (Stand 2022)

Bis zum Ende des Jahres 2022 werden alle Leuchten im Rahmen eines geförderten Projekts auf LED umgerüstet. Durch die Umstellung auf LED werden jährlich rund 60 % Strom eingespart was rund 593.000 kWh entspricht.

6.1.5 Abwasser (Stand 2022)

Der Stromverbrauch der Kläranlage Heusenstamm (Abwasserableitung und -behandlung) betrug im Jahr 2021 rund 1.225 MWh. Aktuell sind mehrere Energieoptimierungsmaßnahmen in der Umsetzung. So werden alte energieintensive Anlagen im Bereich der Belüftung und der Umwälzung ausgetauscht. Weiterhin wird auf den Dächern der Betriebsgebäude eine Photovoltaikanlage installiert. Weitere Energieoptimierungsmaßnahmen wie die vollständige Nutzung des anfallenden Klärgases sind in Planung. Die genauen Energieeinsparungen können nicht genau abgeschätzt werden, es wird aber im Bereich von wenigen Hunderttausend Kilowattstunden sein.

6.1.6 Verkehr und Mobilität (Stand 2015)

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 Einrichtungen 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 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 (Stand 2015)

Die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung betrug 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 7).

6.2.1 Solarthermie und Photovoltaik (Stand 2015)

Die Nutzung der Sonnenenergie kann durch Umwandlung der Strahlungsenergie in Strom (Photovoltaik) oder in Wärme (Solarthermie) erfolgen. Mit Photovoltaikanlagen können jährlich etwa 125 kWh/Jahr/m² erzeugt werden. Solarthermiekollektoren haben eine durchschnittliche Wärmeerzeugung von 350 kWh/Jahr/m².

Die Dachflächen in Heusenstamm, die für eine solare Energienutzung geeignet sind, betragen insgesamt rund 250.000 m². Davon wurden im Jahr 2015 rund 7.200 m² genutzt (Solarthermie: 2.331 m²; Photovoltaik: 4.850 m²). Die Nutzung von Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung beträgt jährlich etwa 3.000 MWh, das sind rund 2 % des Wärmebedarfs. Die installierte Leistung der Photovoltaikanlagen betrug im Jahr 2021 in Heusenstamm 2515,21 kWp. Pro kWp werden jährlich ca. 1000 kWh Strom erzeugt.

Auf der Grundlage eines Dachflächenkatasters, das durch Auswertung der digitalen Flurkarte der Stadt Heusenstamm erstellt wurde, ergibt sich eine Größe der Dachflächen > 100 m² von 250.000 m² mit einem nutzbaren „Solarpotenzial“ von rund 12.500 MWh/Jahr. Teilt man dieses Potenzial 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 (Stand 2015).

6.2.2 Geothermie (Stand 2015)

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. [17] 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, die in der Regel paarweise gebündelt als U-förmige Kunststoffroherschleifen installiert werden. Diese sind mit einer Wärmeträgerflüssigkeit (Sole) gefüllt, welches die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Oberfläche zur Wärmepumpe transportiert. 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. [17]

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm beträgt insgesamt rund 861 MWh/Jahr [18]. Die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Bedingungen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in den bebauten Ortslagen von Heusenstamm sind unterschiedlich. In den Ortslagen der Kernstadt liegen hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstige Verhältnisse vor, während in der Ortslage von Rembrücken ungünstige hydrogeologische und wasserwirtschaftlich Bedingungen gegeben sind (Abbildung 11) [19].

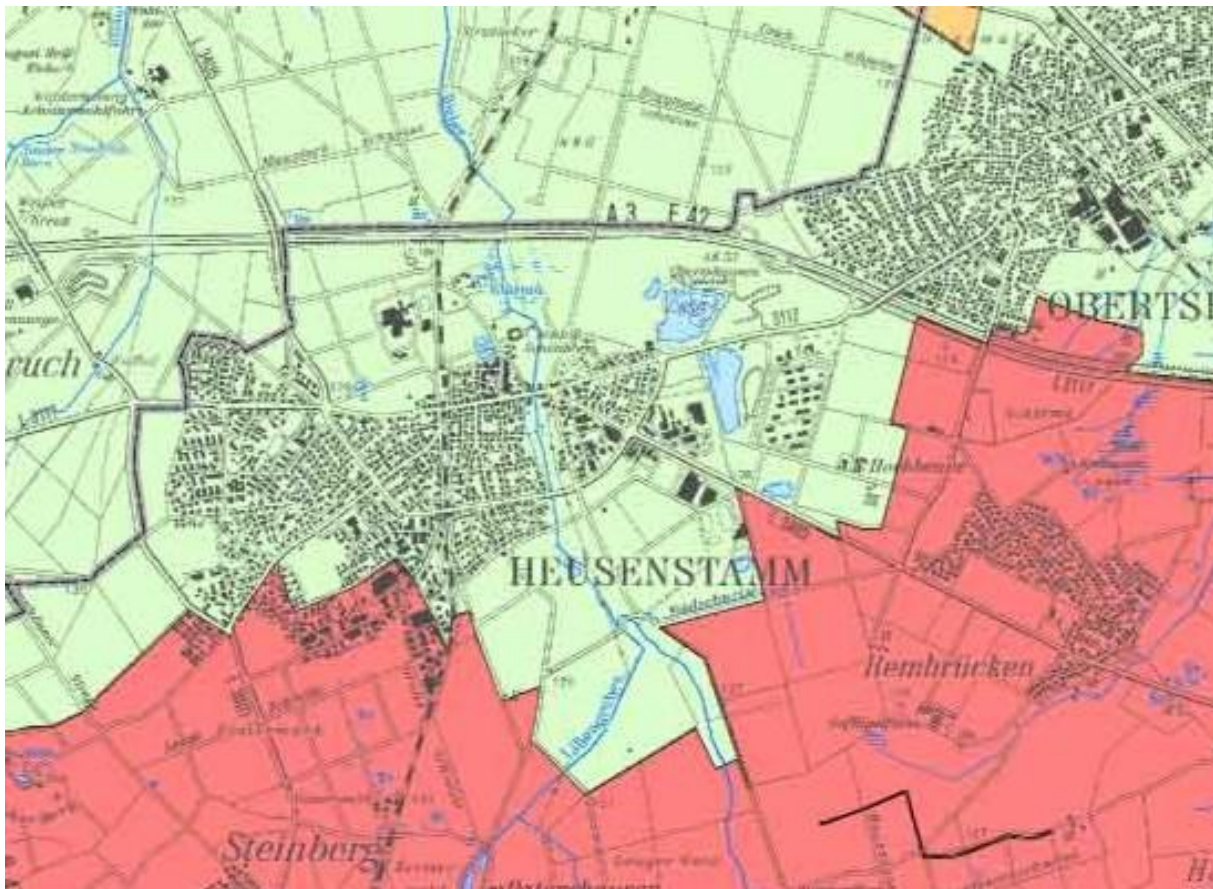


Abbildung 11: Standortbewertung der Nutzung oberflächennaher Erdwärme [19].

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 [20], ist die Nutzung von Geothermie ausgeschlossen. Aufgrund der hohen Bebauungsdichte in den verbleibenden Wohngebieten der Kernstadt (Abbildung 12) ist das nutzbare Energiepotenzial der Geothermie sehr 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 [21].

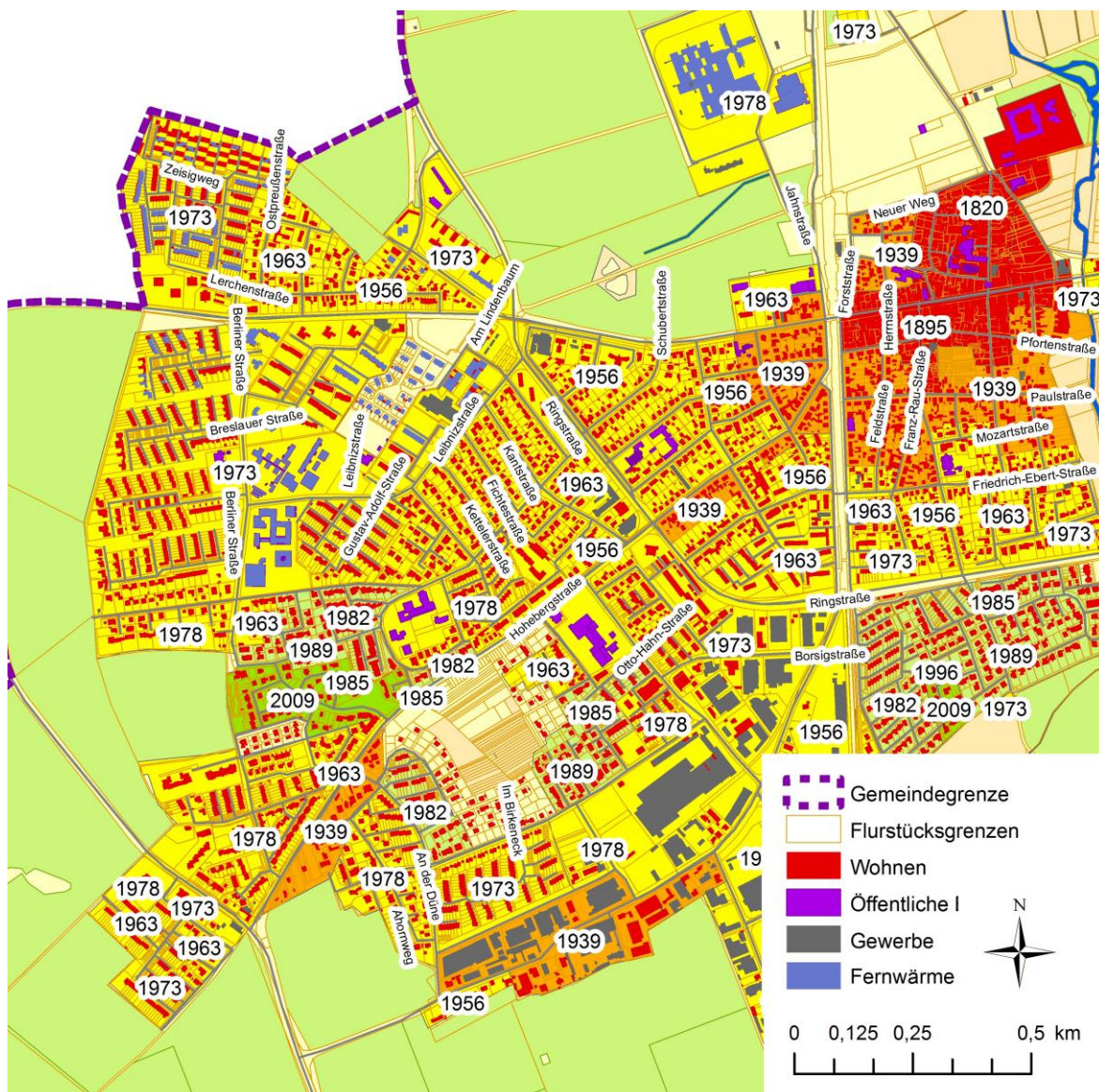


Abbildung 12: Struktur der Bebauung in der Kernstadt Heusenstamm

6.2.3 Biomasse (Stand 2015)

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 RegionFrankfurtRhein-Main des Planungsverbands sind Energiekennzahlen mit Potenzialberechnungen für jede Stadt zu finden. Diese Eckwerte der Verbandskommunen können

bei der Bioenergie stark variieren. Um das reale Potenzial der energetischen Nutzung von Biomasse in Heusenstamm zu ermitteln sind weitere Untersuchungen notwendig.

6.2.4 Nutzung der Abwasserwärme (Stand 2015)

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.

Ziele der Abwasserwärmenutzung sind

- die Substitution fossiler Energieträger wie Erdgas und Heizöl,
- das hohe Energiepotential des Abwassers zu nutzen
- die Steigerung der regionalen Wertschöpfung

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) oder in einem Abwasserkanal mit größeren Abflussmengen (Hauptkanal) und der stetige Wärmebedarf in der Nähe der Erfassung. Die Erfassung der Wärme erfolgt über Wärmetauscher, die im Abwasserkanal installiert werden (Abbildung 13). Sie wird durch Wärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben.



Abbildung 13: Wärmetauscher in
Abwasserkanal

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 °C Abkühlung entspricht 2,3 kWh/m³ [22]. An der Kläranlage Heusenstamm fielen im Jahr 2015 durchschnittlich 3.908 m³ Abwasser pro Tag an, dies entspricht ca. 163 m³/h. Das theoretische Wärmepotenzial im Abwasser in Heusenstamm beläuft sich somit auf ca. 375 kW (163 m³/h Schmutz- und Mischwasser * 2,3 kWh/m³). 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 CO₂-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.

6.2.5 Abwärmenutzung aus betrieblichen Prozessen (Stand 2015)

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 (Stand 2015)

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 (Stand 2015)

Der energetische, ökologische und wirtschaftliche Vorteil der Kraft-Wärme-Kopplung besteht in der Vermeidung von Energieverlusten bei der Stromerzeugung. Bei einer Stromerzeugung von 500 MWh/Jahr in einem Kondensationskraftwerk (ohne Abwärmenutzung) und einer Wärmeversorgung von 450 MWh/Jahr, ergibt sich bezogen auf den Brennstoffeinsatz von 2000 MWh/Jahr für die Wärme- und Stromerzeugung ein Gesamtverlust von 1.050 MWh/Jahr (52,5 %). Demgegenüber ergibt sich bei einer kombinierten Wärme- und Stromerzeugung (Kraft-Wärme-

Kopplung) bei einer Brennstoffenergie von 1200 MWh/Jahr nur ein Verlust von 250 MWh/Jahr (20,8 %) bei gleicher Endenergie. Allerdings sind mit Erdgas betriebene BHKW keine umweltfreundliche Strom- und Wärmequelle, da hier fossile Energieträger als Brennstoff dienen. Umweltfreundliche, mit Biogas betriebene, BHKW sind in ihrer Einsatzmöglichkeit allerdings sehr begrenzt. Biogas ist nur an sehr wenigen Standorten in Heusenstamm, wie beispielsweise bei der Kläranlage, verfügbar.

Grundsätzlich geeignet für eine Nahwärmeversorgung sind Ortsteile mit einer hohen Wärmebedarfsdichte ($> 100 \text{ kWh/m}^2$ Siedlungsfläche), einem möglichst ganzjährigen Wärmebedarf (Prozesswärme) und einer überwiegenden Wärmeversorgung mit Heizöl sowie geringen Energie-Einsparpotenzialen.

6.2.8 Wind (Stand 2015)

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

7. Ziel-Szenario 2030/2050 (Stand 2015)

Grundlegende Zielsetzung der zukünftigen Klimaschutzmaßnahmen ist die Verringerung der CO₂-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 7 ist das Ziel-Szenario mit den Maßnahmen aufgeführt, die zur Zielerreichung im Zeitrahmen bis 2030/2050 umgesetzt werden müssen.

Tabelle 7: Ziel-Szenario 2030/2050

Zielsetzung 2030/2050		Verringerung der CO₂-Emissionen um 50 %	
			
Maßnahmen		Anteile 2030/2050	Stand 2030/2050
Wärmeversorgung:			
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:		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:			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

Die Werte aus Abbildung 8 und Abbildung 9 stellen ein mögliches Szenario dar, um das Ziel der Treibhausgaseinsparung von 50 % bis 2030 im Vergleich zu 2015 zu erreichen. Schlussendlich müssen die kumulierten Energieverbräuche bzw. Treibhausgasemissionen über alle Nutzergruppen hinweg so weit sinken, dass eine Verringerung des Treibhausgasausstoßes um 50 % erreicht wird.

Tabelle 8: Energiekataster Zielsetzungen 2030/2050. Die Einheit des Energieverbrauchs pro Jahr ist in MWh/Jahr und nicht wie angegeben in kWh/Jahr.

Nutzergruppe	Energieverbrauch								
	Erdgas	Heizöl	Fernwärme	Heizstrom	Erneuerbare Energien Wärme **)	Summe Heizung; Warmwasser	Treibstoffe	"Normal"-Strom	Verbrauch gesamt
	kWh/Jahr						kWh/Jahr		
Summe	72.906	6.076	18.227	7	24.302	121.510	77.712	36.922	240.734
* Wohnen und Kleingewerbe	50.917	5.140	6.614	-	9.335	72.006	-	22.091	94.097
* Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	15.440	730	7.595	-	379	24.144	-	7.769	31.913
* Industrie	5.485	214	-	-	-	5.699	-	4.927	10.626
* Städtische Liegenschaften (o. Wohngebäude)	1.977	-	2.159	-	14.588	18.724	-	2.167	20.891
* Öffentliche Einrichtungen (Schulen; Kirchen)	1.664	25	1.859	-	-	3.548	-	586	4.134
* Städtische Fahrzeuge und Geräte	-	-	-	-	-	-	86	-	86
* Straßenbeleuchtung	-	-	-	-	-	-	-	594	594
* Abwasserbeseitigung	-	-	-	-	-	-	-	767	767
* Verkehr	-	-	-	-	-	-	77.626	-	77.626

Tabelle 9: Emissionskataster Zielsetzungen 2030/2050

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

Spezifische CO₂-Äquivalente:

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

8. Maßnahmen zur Umsetzung (Stand 2015)

Die Energie- und Klimaschutzziele der Stadt Heusenstamm werden aus der Energieversorgungsstruktur, den klimarelevanten Emissionen (CO₂-Äquivalente) und dem Veränderungspotenzial der Energieversorgung bis 2030/2050 in den verschiedenen Bereichen abgeleitet, das in dem Szenario energie- und klimarelevanter Maßnahmen ermittelt wurde (Abbildung 14 und Abbildung 15).

	Energiebedarf			
	Summe	Heizung	Treibstoffe	Strom
Stand 2015	419.175	202.517	155.424	61.234
Szenario 2030/2050	236.144	121.510	77.712	36.922

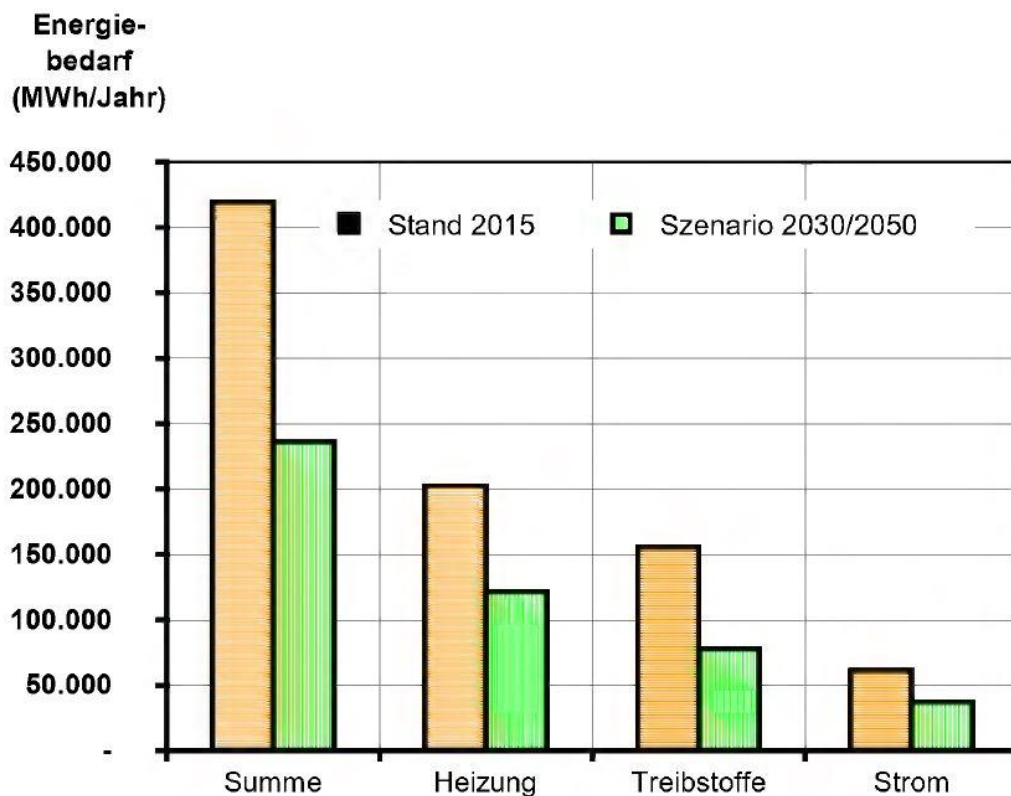


Abbildung 14: Energie-Szenario 2030/2050

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

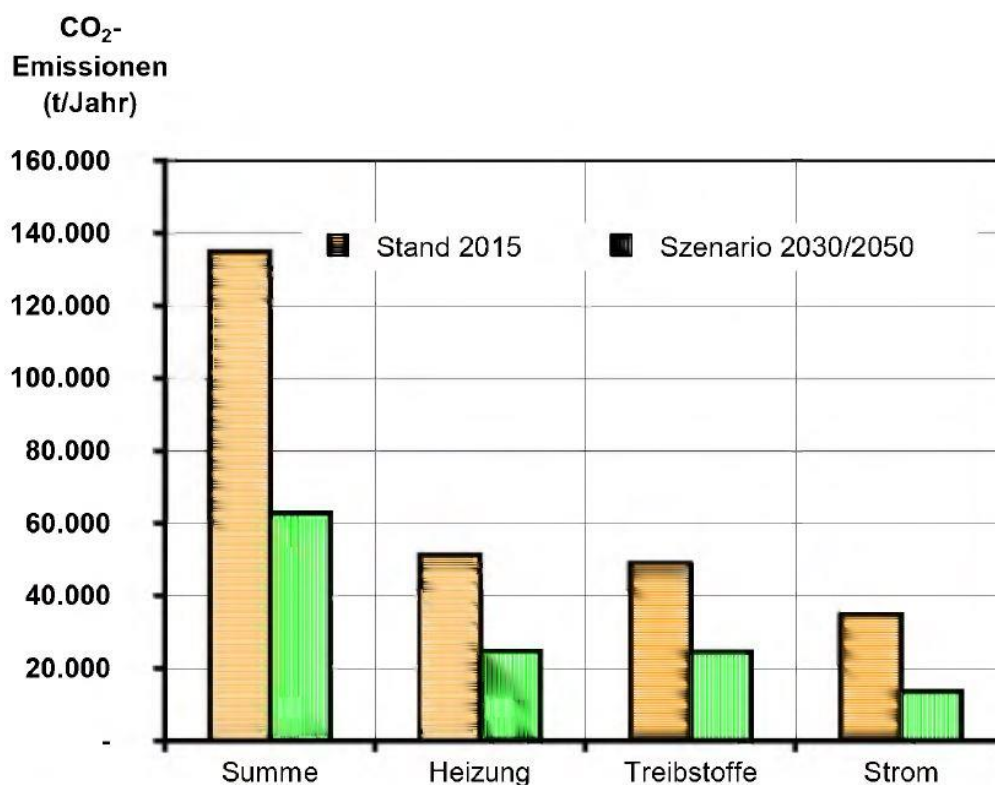


Abbildung 15: Emissions-Szenario 2030/2050

Die klimarelevanten Emissionen (CO₂-Äquivalente) in Heusenstamm betrugen 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 10 und Tabelle 11 sind die Emissionsminderungspotenziale in den unterschiedlichen Nutzergruppen 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 10: Emissionsminderungspotenziale (CO₂-Äquivalente) nach unterschiedlichen Nutzergruppen

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

Tabelle 11: Anteilige Emissionsminderungspotenziale (CO₂-Äquivalente) zur Erreichung des Ziel-Szenarios (50 % Treibhausgaseinsparung) nach unterschiedlichen Nutzergruppen

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

Ausgehend von der Struktur der Energieversorgung, den Potenzialen der Energieeinsparung, der Nutzung erneuerbarer Energien und den möglichen Veränderungen der Wärmeversorgung werden folgende generelle Energie- und Klimaschutzziele für die Stadt Heusenstamm bis 2030 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 auf 35 % des Heizenergiebedarfs
- Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energie von 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), der Verringerung der Heizungsanlagenverluste und der Nutzung erneuerbarer um rund 75 % verringern. Die Emissionseinsparung bei der Stromversorgung ergibt sich durch die Stromeinsparung sowie die Stromerzeugung durch erneuerbare Energien.

8.1 Energiewirtschaftliche Maßnahmen (Stand 2015)

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, Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen fortlaufend zu erfassen, die Informationen über die Möglichkeiten der Energieeinsparung zu verbessern und eine Energieberatung der privaten Hauseigentümer zu fördern.

8.2 Maßnahmen zur Reduzierung der Anlagenverluste (Stand 2015)

Die Maßnahmen zur Reduzierung der Anlagenverluste in der 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 %.

9. Maßnahmenkatalog und Priorisierung der Maßnahmen

Der Maßnahmenkatalog ist das Herzstück des Klimaschutzkonzepts. Er stellt eine verbindliche Zielsetzung für die Umsetzung energie- und klimarelevanter Maßnahmen bis 2030 in Heusenstamm dar und ist an zukünftige Gegebenheiten anzupassen sowie fortzuschreiben. Der Maßnahmenkatalog ist ein dynamisches Dokument. Durch den technischen Fortschritt und die zunehmende Verschärfung des Klimawandels können neue Maßnahmen sinnvoll und notwendig sein.

Ist die Stadt Heusenstamm nicht selbst Träger der Maßnahmen, wie z.B. bei der Sanierung privater Gebäude, dann kann sie auch außerhalb ihres unmittelbaren Entscheidungsbereiches private Investitionsentscheidungen zur Energieeinsparung anstoßen und beispielsweise Beratung oder Förderung vermitteln. Die Umsetzung von Maßnahmen konzentriert sich allerdings auf städtische Gebäude, da die Stadt Heusenstamm eine Vorbildfunktion hat, ihre Glaubwürdigkeit wahren muss und Maßnahmen in städtischen Gebäuden durch die Eigentumsverhältnisse einfacher umzusetzen sind. Die genaue Berechnung der Kosten von Einzelmaßnahmen ist im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzepts nicht möglich und erforderlich.

Im Maßnahmenkatalog sind die Maßnahmen nach Prioritäten eingestuft:

A = Hohe Priorität

B = Mittlere Priorität

C = geringe Priorität

Die Priorisierung der Maßnahmen erfolgt nach folgenden Kriterien:

- hohes Einsparpotenzial von Treibhausgasen, Energie und Ressourcen
- hohe Förderung durch Land, Bund oder anderen Fördermittelgeber
- lange Vorbereitung und Umsetzung
- Wirtschaftlichkeit bzw. Kosten-Nutzen Verhältnis über einen Zeitraum von mind. 15 Jahren

Je mehr Kriterien die Maßnahme erfüllt, desto höher sollte ihre Priorität liegen. Allerdings ist das nicht immer einfach festzustellen und abzuschätzen, da beispielsweise sich verändernde Energie- und Rohstoffpreise die Wirtschaft einer Maßnahme über 15 Jahre stark verändern. Weiterhin kann beispielsweise das Einsparpotenzial von Informationskampagnen nur schwer abgeschätzt werden, wobei diese eher kostengünstig umgesetzt werden können, was sich wiederum positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt.

Bauliche Maßnahmen, vor allem in der energetischen Gebäudesanierung, erfordern oft hohe Investitionen, einen langen Zeitraum für Organisation und Planung und sind oft an Erneuerungszyklen gebunden. Sind diese Maßnahmen langfristig wirtschaftlich und bieten ein hohes Energieeinsparpotenzial, sollte zeitnah mit der Umsetzung begonnen werden.

Das integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept umfasst ein Maßnahmenbündel, mit dem die festgelegten Zielsetzungen erreicht werden können, sofern die Maßnahmen im angestrebten Zeitraum umgesetzt werden.

10. 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.

Der Klimaschutzmanager nimmt die zentrale Position bei der Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts ein. Er initiiert Projekte in Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachdiensten und betreut sie teilweise hauptverantwortlich, wobei er auf die Unterstützung und Auskunft der Fachdienste angewiesen ist. Er vernetzt die beteiligten Akteure und führt Magistratsbeschlüsse herbei. Er beantragt Fördermittel, sodass die Finanzierung von Maßnahmen gesichert ist. Trotzdem ist der Klimaschutzmanager nicht alleine für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen verantwortlich. Jeder Fachdienst muss bei Planungs- und Entscheidungsprozessen den Klimaschutz mitberücksichtigen und bei Bedarf den Klimaschutzmanager einbinden.

10.3 Aktivitäten der Stadt

Die Aktivitäten der Stadt umfassen

- die Umsetzung der Maßnahmen in den Maßnahmenbereichen stadteigene Liegenschaften, stadteigene Fahrzeuge und Geräte, Abwasser, Verkehr und Mobilität
- die konzeptionelle Vorarbeit der Umsetzung auf der Grundlage des integrierten Klimaschutzkonzepts
- die Information und Beratung der politischen Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit
- die Kooperation mit den örtlichen Energieversorgern, benachbarten Kommunen und anderen Maßnahmenträgern
- das Monitoring der Umsetzung mit dem Nachweis der erzielten Wirkungen
- die Fortschreibung des integrierten Klimaschutzkonzeptes

10.4 Informationsangebote für Bürgerinnen und Energieberatung

Die Stadt Heusenstamm unterstützt organisatorisch den Service eines Energieberatungsstützpunkts der Verbraucherzentrale Hessen. Hier können Bürgerinnen und Bürger Energieberatungen buchen. Zudem werden auf der Homepage der Stadt Informationen zu Energiesparthemen und erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Allerdings ist die Fülle der Informationen unter anderem aus zeitlichen Gründen gering. Eine Ausweitung des Informationsangebots ist nicht nötig, da auf den Internetseiten der Verbraucherzentralen sehr gut aufbereitete Informationen zu allen energietechnischen Themen existieren und fortwährend aktualisiert werden. Eine weitere fortwährende Erstellung von Informationsmaterial führt nur zur Dopplung von Informationen und übersteigt außerdem die Expertise der städtischen Beschäftigten. Bürgerinnen und Bürger, die Fragen rund um das Thema Energieeffizienz und erneuerbare Energien haben, werden an die Angebote der Verbraucherzentralen verwiesen. Regelmäßige Informationsveranstaltungen zu Energie-, Klimaschutz- und Umweltthemen mit externen unabhängigen Experten, werden durch die Stadt organisiert werden.

10.5 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 von Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien
- die Schaffung der Möglichkeit einer umweltfreundlichen Wärmeversorgung
- die Minimierung des motorisierten Individual-Verkehrs

Die Stadt Heusenstamm beabsichtigt, alle Möglichkeiten zur weitergehenden Energieeinsparung und zur Verringerung der CO₂-Emissionen in Neubaugebieten auszuschöpfen. Dazu gehören die baurechtlichen Festsetzungen, Abstimmungen mit den örtlichen Energieversorgern und privatrechtliche Vereinbarungen.

Nach §1, Abs.5, Satz 2 Baugesetzbuch (BauGB) [23] sollen Bauleitpläne den Klimaschutz und die Klimaanpassung fördern. Nach § 9, Abs. 1, Satz 23 b BauGB können in den Bebauungsplänen Gebiete festgesetzt werden, in denen bei Errichtung von Gebäuden technische Maßnahmen für die Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien getroffen werden müssen.

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. Nach §11, Abs.1, Satz 4 und 5 BauGB können die „Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien“ privatrechtlich vereinbart werden. Darüber hinaus können u.a. auch Niedrigenergiebauweisen und die Art der Heizungsanlage, z.B. Wärmepumpe vereinbart werden und „Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden“ gestellt werden. Um die bestmögliche Umsetzung aller genannten Gesichtspunkte zu erreichen, muss der Klimaschutzmanager durch den zuständigen Fachdienst in die Planungsphase neuer Baugebiete und in die Erstellung von Bauleitplänen und Bebauungsplänen eingebunden werden.

10.6 Informations-, Beratungs- und Partizipationskonzept

Die Information und Beteiligung der Öffentlichkeit sowie der politischen und fachlichen Entscheidungsträger am Umsetzungsprozess soll zur Akzeptanz des integrierten Energie- und Klimaschutzkonzepts beitragen. Durch eine gesteigerte Akzeptanz können Klimaschutzziele schneller erreicht werden. Die Information und Beteiligung der Öffentlichkeit ermöglicht die Vorbildwirkung der Klimaschutzmaßnahmen und hilft die Entscheidungen der Stadt zu begründen und zu erklären.

Zur Umsetzung der vorgesehenen Maßnahmen werden von der Stadt Heusenstamm durch den Klimaschutzmanager folgende Ebenen eingebunden:

Politische Entscheidungsträger: Die politischen Entscheidungsträger sowie der Stadtverwaltung werden laufend über den Stand und die Ergebnisse der Umsetzung informiert.

Fachliche Entscheidungsträger: Für die Einbindung der fachlichen Entscheidungsträger werden Fachgespräche durchgeführt.

Allgemeine Öffentlichkeit: Die Information und Beteiligung der „allgemeinen Öffentlichkeit“ (Bürger*innen; gesellschaftlich relevante Gruppen) erfolgt durch Pressemeldungen und Informationsveranstaltungen.

11. Literaturverzeichnis

- [1] Stadtverwaltung Heusenstamm, „Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Heusenstamm 2030/2050,“ Heusenstamm, 2017.
- [2] HMUKLV - Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: „Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten sowie von kommunalen Informationsinitiativen,“ Wiesbaden, 2019.
- [3] K. L. u. V. Hessisches Ministerium für Umwelt, „Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025,“ Wiesbaden, 2017. Online verfügbar: umwelt.hessen.de/infomaterial/Integrierter-Klimaschutzplan-Hessen-2025, abgerufen am: 11.01.23
- [4] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), „Erneuerbare Energien in Deutschland - Daten zur Entwicklung im Jahr 2021,“ Dessau-Roßlau, 2022.
- [5] Hessisches Statistisches Landesamt, „Hessische Gemeindestatistik 2015 - Ausgewählte Strukturdaten aus Bevölkerung und Wirtschaft 2015,“ Wiesbaden, 2016.
- [6] Hessisches Statistisches Landesamt, „Historisches Gemeindeverzeichnis für Hessen. Heft 1. Die Bevölkerung der Gemeinden 1843 bis 1967,“ Wiesbaden, 1968.
- [7] Planungsverband Ballungsraum Frankfurt / Rhein-Main, „Bebauungsentwicklung Heusenstamm,“ Frankfurt am Main, 2016.
- [8] Stadt Heusenstamm, „Bebauungspläne“. Online verfügbar unter: [//buergergis.kreis-offenbach.de/apps/bplan/index.htm](http://buergergis.kreis-offenbach.de/apps/bplan/index.htm), zuletzt abgerufen: 12.01.23
- [9] Maingau Energie, „Daten und Informationen zur Gasversorgung in Heusenstamm,“ Obertshausen 2016.
- [10] Energieversorgung Offenbach AG (EVO), „Daten und Informationen zur Strom- und Fernwärmeversorgung in Heusenstamm,“ 2016.
- [11] Stadt Heusenstamm, „Daten zur Abwasserbeseitigung, zu den städtischen Liegenschaften, Fahrzeugen und Geräten sowie zur Straßenbeleuchtung,“ Heusenstamm 2016.
- [12] Stadt Heusenstamm, Daten zum Endenergieverbrauch nach Energieträgern und Sektoren sowie Geräten, städtischen Fahrzeugen und der Abwasserbeseitigung, Heusenstamm, 2022.
- [13] HOCHTIEF PPP Schulpartner GmbH & Co KG, „Energieverbrauch der Schulen in Heusenstamm,“ Heusenstamm, 2015.
- [14] S. Service, Klimaschutz-Teilkonzept des Bistums Mainz, Göttingen, 2013.

- [15] HOCHTIEF PPP Schulpartner GmbH & Co KG, „Energieverbrauch der Schulen in Heusenstamm,“ Heusenstamm, 2015.
- [16] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor, Heidelberg, 2014.
- [17] HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Erdwärmenutzung in Hessen, Wiesbaden, 2017.
- [18] HLNUG - Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Heusenstamm, Wiesbaden, 2016.
- [19] HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Hydrologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen - Kreis Offenbach.
- [20] Stadt Heusenstamm, Gestaltungssatzung i. d. F. v. 16. April 1999.
- [21] HLUG - Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Hessen - Zahlen und Kenngrößen, Wiesbaden, 2009.
- [22] J. Knies, „Durch Raumanalysen das energetische Potenzial von Abwasser heben. Wasser und,“ Bd. Wasser und Abfall (17), Nr. Heft 1 + 2, 2015.
- [23] BauGB - Baugesetzbuch i. d. F. v. 03.11.2017. Online verfügbar: www.gesetze-im-internet.de/bbaug/. zuletzt abgerufen: 18.10.2022
- [24] UBA – Umweltbundesamt, „Erneuerbare Energien in Deutschland - Daten zur Entwicklung im Jahr 2021“, Dessau-Roßlau, 2022. Online verfügbar: www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-0, zuletzt abgerufen: 16.01.23