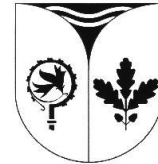


# Stadt Schwentidental

## Der Bürgermeister



<b>Beratungsart:</b>	<b>x</b>	<b>öffentlich</b>		<b>nicht öffentlich</b>
----------------------	----------	-------------------	--	-------------------------

<b>Sachstandsmitteilung</b>	<b>Nr.:</b>	<b>013/2022</b>	<b>Datum:</b>	<b>13.01.2022</b>
-----------------------------	-------------	-----------------	---------------	-------------------

<b>Empfänger:</b>			
Nr.	-	Stadtvertretung / Fachausschuss	Sitzungstag
1		Ausschuss für Jugend, Sport und Soziales	
2		Ausschuss für Schule, Kultur, Paten- und Partnerschaften	
3	x	Ausschuss für Umwelt, Verkehr, öff. Sicherheit u. Kleingartenwesen	31.01.2022
4		Ausschuss für Bauwesen	
5		Ausschuss für Stadtentwicklung, Wirtschaft und Finanzen	
6		Hauptausschuss	
7	x	Stadtvertretung	Zur Info

<b>Schluss- und Mitzeichnungen:</b>			
gez. Th. Haß	gez. Hansen		
Bürgermeister	Büroleiterin	Amtsleitung	Sachbearbeitung

### Modifiziertes Klimaschutzkonzept der Stadt Schwentidental

Nach Vorstellung des Klimaschutzkonzeptes in der Sitzung des UVöSK am 29.03.2021, in der dem Konzept grundsätzlich zugestimmt wurde, beauftragte man die Verwaltung, dieses Konzept nochmals zu überarbeiten.

Hierzu sollten eine Reihe von Änderungen (Maßnahmen und Ziele) eingearbeitet werden, die im damaligen Protokoll festgehalten wurden. Dies ist geschehen.  
Es sollten einige Sachverhalte nochmals mit den SWS abgestimmt und korrekt dargestellt werden. Dies ist geschehen.

Eine inhaltliche Weiterentwicklung konnte jedoch nicht umgesetzt werden, da hierzu die personellen Kapazitäten in der Verwaltung nicht (mehr) vorhanden sind bzw. eine solche intensive Überarbeitung alternativ nur durch ein Fachbüro geleistet werden kann, wobei gemäß eines Kostenvoranschlages Haushaltsmittel im fünfstelligen Bereich zur Verfügung gestellt werden müssten.

- Ende der Sachstandsmitteilung -

## Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Schwentinental



Förderkennzeichen: 03K11653

**ESN**  
ENERGIE  
SYSTEME  
NORD

**ipp**  
**ESN**  
Power  
Engineering

Beschlossen durch die  
Stadtvertretung am 22. April 2021

Stadt Schwentinental  
Der Bürgermeister  
gez.  
(Thomas Haß)

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	9
1.1 Stadt Schwentinental .....	9
1.2 Politischer Beschluss und Ziele.....	11
1.3 Akteure und Bereiche .....	12
1.3.1 Öffentliche Hand.....	12
1.3.2 Stadtwerke Schwentinental .....	13
1.3.3 Wirtschaft .....	13
1.3.4 Private Haushalte .....	14
1.3.5 Verkehr.....	15
2. Energie- und THG-Bilanz.....	16
2.1 Emissionsfaktoren.....	17
2.2 ENERGIE- UND THG-BILANZ IM STATIONÄREN BEREICH .....	20
2.2.1 Leitungsgebundene Energieversorgung .....	20
2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieversorgung .....	21
2.2.3 Energiebilanz.....	23
2.2.4 Zielwerte.....	24
2.2.5 ANTEIL ERNEUERBARE ENERGIEN .....	26
2.3.1 ERMITTLUNG DER VERKEHRSMENGEN.....	27
2.3.2 ENERGIEVERBRAUCHS- UND THG-FAKTOREN .....	36
2.3.3 ERGEBNISSE .....	37
2.3.4 MODAL-SPLIT .....	37
2.4 RETROSPEKTIVE IN DAS JAHR 1990 .....	39
2.4.1 STATIONÄRER BEREICH .....	40
2.4.2 VERKEHR.....	42
3. Potenzialanalyse .....	48
3.1 Energieeinsparung durch Gebäudesanierung .....	49
3.2 Wärmenetze .....	53
3.2.1 Potenzielle Gebiete für Wärmenetze .....	53
3.2.2Entwicklung des Wärmebedarfs .....	58
3.2.3 Technische Versorgungslösungen.....	60
3.2.4 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE .....	62
3.2.5 Anlagendimensionierung und Energiebilanzen .....	64
3.2.6 INVESTITIONSSCHÄTZUNG.....	67
3.2.7 WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNG .....	71
3.2.8 CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN UND PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH.....	75

3.3 ENTWICKLUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ .....	77
3.4 UMSTELLUNG AUF ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER.....	82
3.5 REDUZIERUNG ENDEENERGIEBEDARF DER KOMMUNENEIGENEN GEBÄUDE...	88
3.6 POTENTIALE IM VERKEHRSBEREICH .....	92
4. Szenarien .....	94
4.1 Stationärer Bereich .....	94
4.2 Verkehr .....	95
4.3 Bevölkerungsprognose .....	96
4.4 Basis-Szenario.....	97
4.5 Klimaschutz-Szenario .....	100
5. Ziele .....	104
6. Maßnahmenkatalog.....	108
6.1 Handlungsfelder.....	110
6.2 Maßnahmenkatalog – Ein Überblick.....	112
6.3 Maßnahmenbeschreibungen.....	113
7. Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes.....	127
7.1 Gesamtkoordination und Bürgerbeteiligung .....	127
7.2 Finanzierung .....	128
7.3 Straßenbeleuchtung.....	128
7.4 Beschaffungswesen.....	129
7.5 Erneuerbare Energien.....	130
7.6 Eigene Liegenschaften.....	131
7.7 Mobilitätswende .....	132
7.8 IT-Infrastruktur .....	133
8 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit .....	134
9 Monitoring und Controlling.....	140
9.1 Rahmenbedingungen für das Monitoring .....	142
9.2 Rhythmus der Überprüfung der Ziele des Konzeptes.....	145
9.3 Überwachung der Maßnahmen.....	146
10. Fazit .....	147

# **Erklärung zur Gleichbehandlung von Mann und Frau**

Bei der Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Schwentimental wurde wissentlich auf eine geschlechtergerechte Sprache verzichtet. Der nachfolgende Hinweis soll als Erklärung dienen:

Der Stadt Schwentimental ist die Gleichberechtigung von Mann und Frau sehr wichtig. Eine Benachteiligung eines Geschlechtes aufgrund der gewählten Form von Hauptwörtern ist nicht beabsichtigt. Die entsprechende Wahl wurde zur besseren Lesbarkeit des Klimaschutzkonzeptes gewählt. Das Klimaschutzkonzept der Stadt Schwentimental soll alle Akteure in der Stadt Schwentimental gleichermaßen ansprechen.

# Abkürzungsverzeichnis

<b><u>Abkürzung</u></b>	<b><u>Bezeichnung</u></b>
B76	Bundesstraße 76
BHKW	Blockheizkraftwerk
DB	Deutsche Bahn AG
EE	Erneuerbare Energien
EW	Einwohner
Fzg-km	Fahrzeugkilometer
GEG	Gebäudeenergiegesetz
ha	Hektar
KSK	Klimaschutzkonzept
KSM	Klimaschutzmanager
KVG	Kieler Verkehrsgesellschaft mbH
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LNFz	Leichtes Nutzfahrzeug
MIV	Motorisierter Individualverkehr
n.Chr.	nach Christus
OT	Ortsteil
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
ÖPSV	Öffentlicher Personenstraßenverkehr
Pkm	Personenkilometer
PtG	Power-to-Gas
PtL	Power-to-Liquid
PVT	Photovoltaisch-Thermischer Kollektor
RB	Regionalbahn
RE	Regionalexpress
SWS	Stadtwerke Schwentinental GmbH
THG	Treibhausgas
Tkm	Tonnenkilometer
VKP	Verkehrsbetriebe Kreis Plön GmbH

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einwohnerentwicklung Stadt Schwentinental .....	10
Abbildung 2: Flächenaufteilung Stadt Schwentinental .....	10
Abbildung 3: Bundesdurchschnittliche Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren im Straßenverkehr .....	18
Abbildung 4: Bundesdurchschnittliche Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren für den ÖPNV .....	19
Abbildung 5: Verteilung Energieträger .....	26
Abbildung 6: Anteil erneuerbare Energien am Deutschen Strommix (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISW, 2020) .....	27
Abbildung 7: Verteilung der Fahrleistung nach Ortslage .....	32
Abbildung 8: Übersicht Buslinien im Stadtgebiet Schwentinental (KVG, 2021) .....	33
Abbildung 9: Ergebnisse für den Verkehrssektor 2019 .....	37
Abbildung 10: Anteilige Verkehrsleistung nach Fahrzeugkategorie im motorisierten Straßenverkehr .....	38
Abbildung 11: Modal Split "Kieler Nachbargemeinden" (Masterplan Mobilität, KielRegion GmbH) .....	38
Abbildung 12: Energiebedarf in 1990 verteilt nach Energieträgern .....	41
Abbildung 13: Gesamtergebnis THG-Bilanz 1990 .....	45
Abbildung 14: THG-Bilanz im Jahresvergleich .....	46
Abbildung 15: Entwicklung CO <sub>2</sub> -Emissionen bei 1% Sanierungsrate .....	51
Abbildung 16: Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen (3%-Sanierungsrate) .....	52
Abbildung 17: Wärme-flächendichte Ortsteil Klausdorf [MWh/ha] .....	54
Abbildung 18: Wärme-flächendichte Ortsteil Raisdorf [MWh/ha] .....	57
Abbildung 19: Lastenkennlinie der zentralen Wärmeerzeugung Klausdorf-Kammerkoppel ..	60
Abbildung 20: Energieeffizienzlandkarte (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015) .....	78
Abbildung 21: CO <sub>2</sub> -Emissionen im Basis-Szenario .....	98
Abbildung 22: Basis-Szenario Verkehr Endenergie .....	98
Abbildung 23: Basis-Szenario Verkehr CO <sub>2</sub> -Äquivalente (t) .....	99
Abbildung 24: CO <sub>2</sub> -Emissionen im Klimaschutz-Szenario .....	101
Abbildung 25: Klimaschutz-Szenario Verkehr Endenergie .....	102
Abbildung 26: Klimaschutz-Szenario Verkehr CO <sub>2</sub> -Äquivalente (t) .....	102

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsfaktoren in CO <sub>2</sub> -Äquivalenten (ifeu, 2019) .....	17
Tabelle 2: Leitungsgebundener Energieverbrauche in Schwentinental .....	20
Tabelle 3: Leitungsgebundene Energiebedarfe nach Sektoren [kWh] .....	20
Tabelle 4: Verteilung der Energieträger nach Sektoren (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020) .....	21
Tabelle 5: Verteilung der Energieträger nach Sektoren ohne unrelevante Energieträger .....	22
Tabelle 6: abgeleitete Energiebedarfe private Haushalte [kWh] .....	22
Tabelle 7: abgeleitete Energiebedarfe Wirtschaft [kWh] .....	22
Tabelle 8: abgeleitete Energiebedarfe GHD-kommunal [kWh] .....	23
Tabelle 9: Energiebilanz Stadt Schwentinental .....	23
Tabelle 10: CO <sub>2</sub> -Emissionen in Schwentinental .....	24
Tabelle 11: Energiebedarf und Emission pro Einwohner differenziert nach Energieträgern ..	24
Tabelle 12: Energiebedarf und Emissionen pro Einwohner differenziert nach Sektoren .....	25
Tabelle 13: Energiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten differenziert nach Energieträgern .....	25
Tabelle 14: Energiebedarf und CO <sub>2</sub> - Emissionen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten differenziert nach Sektoren .....	26
Tabelle 15: Zusammenfassung der Verkehrszählung [ <sup>1</sup> = eigene Messung] .....	28
Tabelle 16: Bundesmittlere Aufteilung der Fahrleistung nach Fahrzeugkategorien .....	29
Tabelle 17: Verkehrsaufkommen nach Fahrzeugklasse .....	29
Tabelle 18: KfZ-Daten und Fakten zu Schwentinental (KBA, 2016) .....	30
Tabelle 19: Verkehrsaktivität Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr .....	30
Tabelle 20: Anzahl zugelassener Fhz. in Schwentinental 2016 .....	31
Tabelle 21: Durchschnittliche Jahresfahrleistung in km nach Fahrzeugarten (KBA) .....	31
Tabelle 22: Verkehrsaufkommen im Binnenverkehr .....	32
Tabelle 23: Übersicht Buslinien und Streckenlängen [ <sup>1</sup> =vereinfachte Bezeichnung anhand der nächstgelegenen Haltestelle im Stadtgebiet] .....	34
Tabelle 24: Ermittlung der Jahresfahrleistung (Auszug) .....	34
Tabelle 25: Fahrplanleistung DB Regio AG in Schwentinental .....	35
Tabelle 26: Querschnittsbesetzung Streckenabschnitt Raisdorf (2019) .....	35
Tabelle 27: Endenergieverbrauch und THG-Emissionen im Straßenverkehr Schwentinental 2019 .....	36
Tabelle 28: Endenergieverbrauch und THG-Emissionen im ÖPNV Schwentinental .....	37
Tabelle 29: Retrospektive 1990 Energiebedarfe [kWh] .....	41
Tabelle 30: CO <sub>2</sub> -Emissionen in 1990 [t] .....	42
Tabelle 31: Fahrzeugbestand Schwentinental 1990 .....	43
Tabelle 32: Verkehrsaufkommen Quell-, Ziel-, und Durchgangsverkehr 1990 .....	43
Tabelle 33: Verkehrsaufkommen Binnenverkehr 1990 .....	44
Tabelle 34: Endenergieverbrauch und THG- Emissionen 1990 .....	45
Tabelle 35: Gesamtergebnis THG-Bilanz 1990 .....	45
Tabelle 36: Anteile Raumwärme und Warmwasser am Gesamtenergiebedarf (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020) .....	50
Tabelle 37: Kosten Gebäudesanierung (Dr. Klein, 2021) .....	52
Tabelle 38: Netzwärmebedarf .....	59
Tabelle 39: Energiewirtschaftliche Ansätze .....	63
Tabelle 40: KWK Bonus am Beispiel Klausdorf-Kammerkoppel .....	64
Tabelle 41: Energiebilanzen .....	66



Tabelle 42: Investitionen.....	70
Tabelle 43: Wärmegestehungskosten .....	74
Tabelle 44: CO <sub>2</sub> -Emissionen zentrale Wärmebereitstellung.....	76
Tabelle 45: Primärenergiefaktoren.....	77
Tabelle 46: Primärenergiebedarf zentrale Wärmebereitstellung .....	77
Tabelle 47: Regenerative Energiequellen.....	85
Tabelle 48: Vergleich Brennstoffpreise (Heizung.de, 2020) brutto .....	87
Tabelle 49: "Umweltfreundlicher Alltagsverkehr" (Umweltbundesamt, 2020) .....	93
Tabelle 50: Klimaziele der Bunderegierung (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015) .....	94
Tabelle 51: Potenzialannahmen zur Berechnung der Szenarien .....	94
Tabelle 52: Energieminderung im Verkehrssektor .....	95
Tabelle 53: Änderung der Verkehrsleistung im Klimaschutz-Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario (Alltagsmobilität)(Umweltbundesamt, 2016).....	100
Tabelle 54: Klimaschutzmaßnahmen Stadt Schwentinental .....	112
Tabelle 55: Maßnahme -S1- .....	115
Tabelle 56: Maßnahme -B1- .....	115
Tabelle 57: Maßnahme -E1- .....	118
Tabelle 58: Maßnahme -L1- .....	120
Tabelle 59: Maßnahme -M1- .....	122
Tabelle 60: Maßnahme -M2- .....	124
Tabelle 61: Maßnahme -I1- .....	125

## 1. Einleitung

### 1.1 Stadt Schwentinental

Die Stadt Schwentinental ist eine sehr junge Stadt. Die Gründung der Stadt Schwentinental liegt im Jahre 2008 und wurde durch die Fusion der ehemaligen Gemeinden Klausdorf und Raisdorf ermöglicht. Das Stadtrecht wurde der Stadt Schwentinental am 01. März 2008 durch den damaligen Ministerpräsidenten Peter Harry Carstensen übergeben. Die ehemaligen Gemeinden Klausdorf und Raisdorf hingegen blicken auf eine wesentlich ältere Geschichte zurück. Urkundliche Erwähnungen der zwei Ortsteile reichen bis in das Jahr 1224 n. Chr. für den Ort Raisdorf zurück. Die Stadt Schwentinental liegt im östlichen Hügelland in unmittelbarer Nähe zur Landeshauptstadt Kiel. Das Stadtgebiet umfasst eine Fläche von 1.781,69 ha und ist Heimat für 13.869 Einwohner [EW] am 18.10.2019. Aus diesen Werten lässt sich eine Einwohnerdichte von 778 EW/km<sup>2</sup> ermitteln.

Im Vergleich zum Jahr 1990, welches für das Ziel der Treibhausgaseinsparung der Stadt Schwentinental als Basisjahr gewertet wird, bedeutet dies einen Anstieg der Bevölkerung um 1.414 Einwohner, bzw. einen Bevölkerungszuwachs von 11,35 %.

Nachfolgende Abbildung 1 soll darstellen, wie die Entwicklung der Bevölkerung im heutigen Stadtgebiet seit dem Jahr 1990 verlaufen ist. Die höchste Einwohnerzahl im Stadtgebiet wurde im Jahr 2019 registriert.

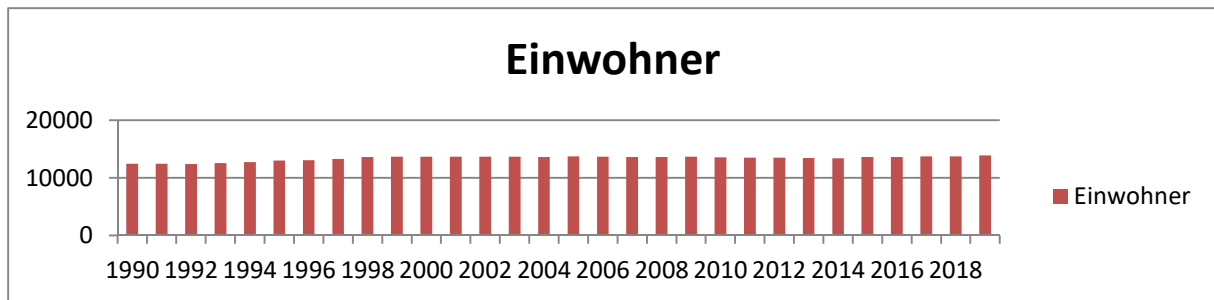


Abbildung 1: Einwohnerentwicklung Stadt Schwentinental

Die nachfolgende Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Verteilung unterschiedlicher Nutzungsarten des Stadtgebietes. Trotz der direkten Nachbarschaft zur Landeshauptstadt Kiel weist die Stadt Schwentinental einen hohen Anteil landwirtschaftlicher Flächen sowie Waldflächen auf. Der für den Verkehr und die Besiedelung erforderliche Anteil der verfügbaren Fläche liegt nur rund bei  $\frac{1}{3}$  der Gesamtfläche der Stadt Schwentinental.

Durch den hohen Anteil unversiegelter, zum großen Teil landwirtschaftlich genutzter Fläche können sich für den Klimaschutz in der Stadt Schwentinental weitere Probleme, aber auch Chancen, neben den typischen klimarelevanten Anforderungen einer Stadt ergeben.

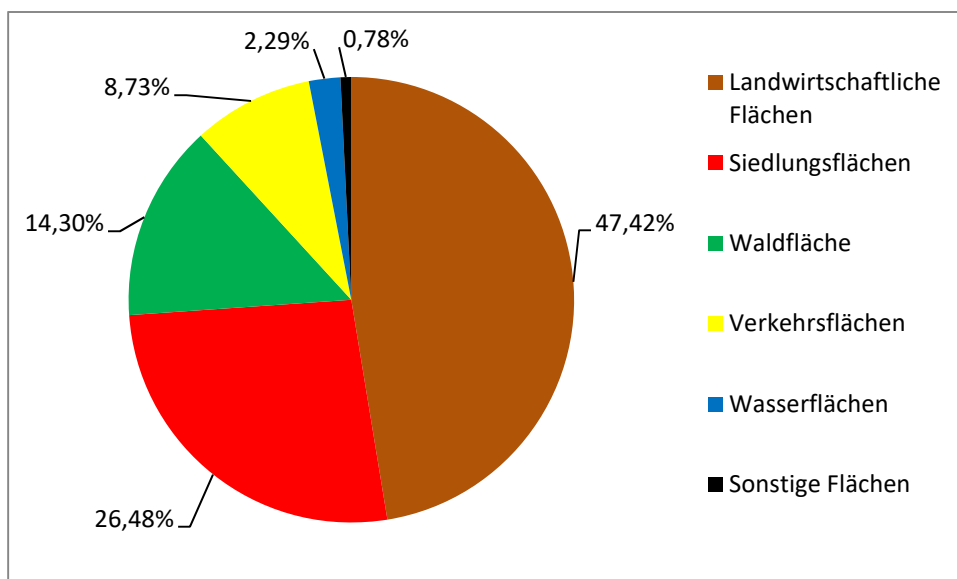


Abbildung 2: Flächenaufteilung Stadt Schwentinental

## 1.2 Politischer Beschluss und Ziele

Die Stadt Schwentinental ist bestrebt, die klimafreundliche Stadtentwicklung in den Ortsteilen Klausdorf und Raisdorf voranzutreiben. Der weltweite Klimawandel wird für die Stadt Schwentinental in Zukunft ein spürbares Problem werden, wenn der nach dem Stand der Wissenschaft prognostizierte Meeresspiegelanstieg eintritt. Der Klimawandel als globales Problem veranlasste die Stadtvertretung der Stadt Schwentinental im Jahre 2018, sich erstmalig mit den Möglichkeiten der Einstellung eines Klimaschutzmanagers [KSM] für die Stadt zu befassen. Im Zuge der Diskussion in der Stadtvertretung wurde die Einstellung eines KSM einstimmig von allen politischen Fraktionen der Stadtvertretung beschlossen. Durch den Wunsch einer mit Bundesmitteln geförderten Klimaschutzstelle rückte die Erstellung eines KSK als zunächst zentrale Aufgabe in den Fokus.

Das nachfolgende KSK soll die Ziele der Stadt Kiel bei der Einsparung von Treibhausgasen darstellen und mögliche Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung aufzeigen. Um die gewünschten Ziele erreichen zu können, setzt die Stadt Schwentinental auf eine Beteiligung aller relevanten Akteure, wie beispielsweise Verwaltung, Bürger und Unternehmen. Die Leitung der Klimaschutzbemühungen wird in der Stadt Schwentinental von der neu geschaffenen Stelle des KSM zentral geleitet.

Das KSK soll im Wesentlichen dazu führen,

- städtische Liegenschaften energetisch zu sanieren und auf diese Weise einen klimaschonenden Energieeinsatz zu ermöglichen,
- den Einsatz erneuerbarer Energien [EE] zu fordern und zu fördern,
- die städtische Bauleitplanung auf die Anforderungen des Klimawandels zu überprüfen und auszulegen,

- die Einwohner sowie alle Immobilieneigentümer der Stadt in Fragen der Energieeinsparung zu beraten, zu begleiten und zu unterstützen,
- eine Grundlage für eine breit gefächerte Öffentlichkeitsarbeit zu besitzen,
- alle lokalen Akteure zu vernetzen und Synergien zu schaffen, um auf diesem Wege eine Einsparung von mindestens 80 % THG-Emissionen bis zum Jahre 2050 zu erreichen und auf diesem Wege bei der Einhaltung der Ziele der Bundesregierung zu unterstützen.

## **1.3 Akteure und Bereiche**

### **1.3.1 Öffentliche Hand**

Die Stadt Schwentinental hat im Zuge des Klimaschutzes eine Vorbildfunktion für die weiteren Akteure im Stadtgebiet. Das Einfordern von Klimaschutzmaßnahmen anderer Akteure kann nur dann glaubhaft vermittelt werden, wenn die öffentliche Hand mit Projekten verschiedener Art vorweg geht. Eine besondere Eignung stellen für diesen Bereich sogenannte Leuchtturmprojekte dar. Bei diesen Projekten handelt es sich um Vorhaben mit einer besonderen Strahlkraft, teilweise auch überregionaler Dimension. Aber auch weniger prestigeträchtige Vorhaben der öffentlichen Hand können einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Besonders im Bereich der energetischen Sanierung der städtischen Liegenschaften kann die Stadt Schwentinental ihre Vorbildfunktion zeigen und auf diesem Wege nicht nur klimaschädliche THG einsparen, sondern gegebenenfalls auch noch finanzielle Einsparungen im Betrieb der Liegenschaften verzeichnen. Auch mit Blick auf die Arbeitsabläufe der städtischen Verwaltung und den städtischen Bauhof sind verschiedene Maßnahmen und Investitionen für die

Erreichung der Ziele des KSK notwendig. Für den Erfolg eines KSK der Stadt Schwentimental und das Erreichen des Zieles der Minderung der THG im Stadtgebiet, haben kommunale Maßnahmen eine existenzielle Bedeutung mit Vorbildcharakter.

### 1.3.2 Stadtwerke Schwentimental

Neben der Stadt Schwentimental kommt auch den Stadtwerken Schwentimental [SWS] eine herausragende Rolle in den Klimaschutzbemühungen des Klimaschutzkonzeptes zu. Die SWS befinden sich zu 100% in kommunaler Hand und sind neben einem Strom- und Gasversorger für das gesamte Stadtgebiet auch Leitungsträger für die Strom- und Gasleitungen sowie Wasserleitungen im OT Ralsdorf. Weiterhin befindet sich das Freibad Schwentimental, eine viel besuchte, energiehungrige Einrichtung, in der Hand der Stadtwerke. Die SWS haben bereits erste Ladesäulen für die E-Mobilität im Stadtgebiet aufgestellt und sind weiterhin bestrebt, dieses Angebot auszubauen.

Weiterhin setzen die Stadtwerke auf den Einsatz mehrerer energieeffizienter Blockheizkraftwerke [BHKW], mit deren Hilfe Wärme und gleichzeitig Strom produziert werden kann und ein höherer Wirkungsgrad im Vergleich zu konventionellen Gasheizungen ermöglicht wird.

### 1.3.3 Wirtschaft

Die Stadt Schwentimental verfügt über eine Vielzahl von größeren und kleineren Unternehmen im Stadtgebiet. Im Branchenregister der Stadt sind zum Stand 31.12.2018 1.274 Betriebe eingetragen. Überregionale Bekanntheit genießt vor allen Dingen das Gewerbegebiet Ostseepark, direkt an der Bundesstraße 76. Hierbei handelt es sich um ein vor allem

mit Einzelhandelsbetrieben bestücktes Gewerbegebiet von rund 45 ha Fläche. Neben dem genannten Ostseepark befinden sich noch weitere Gewerbegebiete im Stadtgebiet. Bei den Zielen des Klimaschutzes wird es von großer Bedeutung sein, die Akteure der Wirtschaft mit in die Planungen einzubeziehen und Synergien zwischen den einzelnen Betrieben aufzuzeigen und zu nutzen. Auf diesem Wege soll mit dem Ziel der wirtschaftlich attraktiven Vernetzung von Unternehmen eine erkennbare Einsparung von THG resultieren.

#### 1.3.4 Private Haushalte

Neben den oben genannten gewerblich genutzten Flächen im Stadtgebiet ist im Besonderen der OT Klausdorf durch Wohnungsbau geprägt. Aber auch im OT Raisdorf gibt es große Wohngebiete und verschiedene Quartiere mit einer in der Bauform begründeten hohen Bevölkerungsdichte. Die Implementierung von Maßnahmen für eine nachhaltige Energie- und Wärmeversorgung für diese Bereiche muss im Zuge des Klimaschutzes betrachtet werden. Viele der in der Stadt Schwentimental errichteten Wohngebäude wurden in den 1970er Jahren errichtet, wodurch sich ein erhöhter Wärme- und Energiebedarf für diese Gebäude gegenüber modernen Häusern vermuten lässt. Zur Erreichung der Ziele des KSK der Stadt Schwentimental wird es von großer Bedeutung sein, die privaten Haushalte für Maßnahmen zu gewinnen, welche dem Klimaschutz dienlich sind. Hierbei darf nicht nur der Aspekt der energetischen Sanierung der Wohnbebauung eine Rolle spielen, es müssen weiterhin auch realistische Maßnahmen festgelegt werden, welche ein sich änderndes Mobilitäts- und Konsumverhalten der Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwentimental begünstigen und unterstützen.

### 1.3.5 Verkehr

Durch das Stadtgebiet Schwentinental verlaufen unterschiedliche Verkehrslinien mit überregionaler Bedeutung. Zwei Bundesstraßen, eine Landesstraße, sowie die Bahntrasse zwischen den beiden Schleswig-Holsteinischen Großstädten Kiel und Lübeck verlaufen durch das Stadtgebiet. Weiterhin stellt der Ostseepark im OT Raisdorf mit seinem hohen Verkehrsaufkommen eine besondere Anforderung an die Verkehrsführung. Auch das Aufkommen an Berufspendlern in den Morgen- und Abendstunden in Richtung der Landeshauptstadt Kiel ist im Rahmen des Klimaschutzes auf zukunftsfähige Alternativlösungen zum derzeit vorherrschenden Individualverkehr zu prüfen. Hierbei spielt der Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs [ÖPNV] eine zentrale Rolle.



## **2. Energie- und THG-Bilanz**

Die Energie- und Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) soll im Wesentlichen Aufschluss geben, wie hoch der Bedarf der unterschiedlichen Energieträger ist und wie diese auf die unterschiedlichen Sektoren verteilt sind.

Für die Erstellung der THG-Bilanz wird nach dem BSKO-Standard gearbeitet. Beim BSKO-Standard wird nach dem Ansatz einer endenergiebasierten Territorialbilanz gerechnet. Per Definition werden bei einer endenergiebasierten Territorialbilanz „alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie (Energie, die z.B. am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt und den verschiedenen Verbrauchssektoren zugeordnet. Über spezifische Emissionsfaktoren werden dann die THG-Emissionen berechnet. Graue Energie<sup>1</sup> wird nicht bilanziert.“ (ifeu, 2019).

---

<sup>1</sup> Graue Energie bezeichnet die Energie, die bei der Herstellung von Gütern benötigt wird

## 2.1 Emissionsfaktoren

Um diese Emissionen zu berechnen, liegt folgende Grundagentabelle mit den Emissionen vor. Die verwendeten Quellen sind entsprechend beschrieben.

Tabelle 1: Emissionsfaktoren in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (ifeu, 2019)

Energieträger	Emissionsfaktoren [t/MWh]	Quelle	Genaue Prozessbezeichnung
Erdgas	0,247	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,318	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,025	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,276	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Ab 2015: Flüssiggas (LPG)-Heizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,438	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Kohle Brikett Heizung DE(Endenergie)
Braunkohle	0,411	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,024	Gemis 4.94, GEmis 5.0	Solarkollektor Flach DE
Fernwärme	0,27	Berechnung ifeu	Fernwärme aus Kohle-KWK
Sonstige EE-Energieträger	0,025	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar
Sonstige konventionelle Energieträger	0,025	ifeu (Annahme)	individuell veränderbar
Strom	0,401	Umweltbundesamt	

Für die Berechnung von Endenergieverbrauch und THG-Emissionen des Verkehrs werden weitere spezifische Emissionsfaktoren benötigt. In Deutschland liegen mit dem Modell TREMOD harmonisierte und regelmäßig aktualisierte Energieverbrauchs- und Emissionsfaktoren für alle motorisierten Verkehrsmittel in Deutschland vor, die, wie vom Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ empfohlen, angewendet werden.

### **STRAßENVERKEHR**

Abbildung 3 zeigt die bundesdurchschnittlichen Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren im Straßenverkehr nach TREMOD.

Kfz-Kategorie	Straßen-kategorie	Endenergie kWh/Fz-km			THG-Emission g CO <sub>2</sub> -Äqu./Fz-km		
		2010	2015	2020	2010	2015	2020
Motorisierte Zweiräder	Autobahnen	0,55	0,54	0,51	168	165	151
	Außerortsstraßen	0,36	0,36	0,35	110	109	104
	Innerortsstraßen	0,31	0,33	0,32	96	100	94
Pkw	Autobahnen	0,73	0,69	0,64	227	213	192
	Außerortsstraßen	0,57	0,54	0,51	175	167	152
	Innerortsstraßen	0,83	0,78	0,74	256	244	221
Leichte Nutzfahrzeuge	Autobahnen	0,90	0,85	0,78	279	269	237
	Außerortsstraßen	0,72	0,68	0,62	222	214	189
	Innerortsstraßen	0,86	0,82	0,75	268	257	226
Lkw > 3,5t	Autobahnen	2,74	2,74	2,67	855	868	808
	Außerortsstraßen	2,50	2,51	2,44	781	795	741
	Innerortsstraßen	2,73	2,73	2,64	852	864	800
Linienbus	Autobahnen	2,70	2,80	2,68	835	879	808
	Außerortsstraßen	3,29	3,44	3,31	1.018	1.080	1.000
	Innerortsstraßen	4,33	4,44	4,24	1.341	1.394	1.281
Reise- und Fernlinienbus	Autobahnen	2,81	2,84	2,70	877	897	818
	Außerortsstraßen	2,79	2,85	2,75	869	901	835
	Innerortsstraßen	4,08	4,11	3,91	1.273	1.301	1.186

Quelle: TREMOD, alle THG-Emissionsangaben inkl. energetische Vorkette

Abbildung 3: Bundesdurchschnittliche Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren im Straßenverkehr

## ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Abbildung 4 zeigt die bundesdurchschnittlichen Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren im Öffentlichen Personennahverkehr nach TREMOD. (Link, et al., 2018)

	Endenergieverbrauch						THG-Emission					
	kWh/Pkm			kWh/Platz-km			g/Pkm			g/Platz-km		
	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Linienbus	0,26	0,24	0,22	0,051	0,050	0,046	79	73	66	15,6	15,0	13,7
Straßen-, Stadt- und U-Bahnen	0,12	0,11	0,10	0,021	0,020	0,019	74	65	39	13,7	12,0	7,2
Schienenpersonnennahverkehr	0,15	0,13	0,12	0,038	0,037	0,034	80	64	43	20,0	18,0	12,0

Quelle: TREMOD, alle Angaben inkl. energetische Vorkette

Abbildung 4: Bundesdurchschnittliche Endenergieverbrauchs- und THG-Emissionsfaktoren für den ÖPNV

## 2.2 ENERGIE- UND THG-BILANZ IM STATIONÄREN BEREICH

### 2.2.1 Leitungsgebundene Energieversorgung

Im Rahmen des Projektes wurden durch den zuständigen Netzbetreiber, die Stadtwerke Schwentinental, Daten zu leitungsgebundenen Verbrauchern zur Verfügung gestellt. Dies beinhaltet die Verbrauchsdaten von Strom, Gas und Wärme, straßenweise aufsummiert.

Aus diesen Daten geht hervor, dass im Jahr 2019 folgende leitungsgebundene Verbraucher erfasst wurden:

Tabelle 2: Leitungsgebundener Energieverbrauche in Schwentinental

ENERGIETRÄGER	ERFASSTER VERBRAUCH
GAS	99.433 MWh
WÄRME	4.783 MWh
STROM	52.035 MWh

Durch die Begehung von Schwentinental wurden den unterschiedlichen Sektoren pro Straße auch sektorenweise Anteile am Energieverbrauch zugeordnet. Diese Anteile beruhen auf Erfahrungswerten aus vergangenen Projekten. Hieraus ergibt sich eine Verteilung wie in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 3: Leitungsgebundene Energiebedarfe nach Sektoren [kWh]

	PRIVATE HAUSHALTE	WIRTSCHAFT PRIMÄR	WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	GHD UND KOMMUNAL	SUMME
GAS	58.958.538	1.092.581	5.767.177	33.614.704	99.433.001
WÄRME	2.384.810	0	0	2.398.506	4.783.315
STROM	23.973.013	660.261	10.034.804	17.367.274	52.035.352

Zu den Energiebedarfen in Schwentinental wurden keine weiteren belastbaren Zahlen zur Verfügung gestellt, wie Energiebedarfe der kommuneneigenen Liegenschaften oder Ähnlichem. Dies ist auch auf

mehrmalige Nachfrage nicht geschehen, sodass sich die weiteren Betrachtungen auf Studien und Erfahrungswerten stützen müssen.

### 2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieversorgung

Für die nicht leitungsgebundene Energieversorgung muss auf Kennwerte der Bundesrepublik Deutschland zurückgegriffen werden. Hier liegt eine Quelle des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vor, die zugrunde gelegt wird.

Tabelle 4: Verteilung der Energieträger nach Sektoren (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020)

ENERGIETRÄGER	PRIVATE HAUSHALTE		INDUSTRIE		GHD	
STEINKOHLE	2 PJ	0%	332 PJ	10%	0 PJ	0%
BRAUNKOHLE	12 PJ	0%	72 PJ	2%	0 PJ	0%
ERNEUERBARE	338 PJ	10%	111 PJ	3%	122 PJ	7%
HEIZÖLSCHWER		0%	10 PJ	0%		0%
HEIZÖLLEICHT	443 PJ	13%	34 PJ	1%	167 PJ	10%
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE	43 PJ	1%	53 PJ	2%	135 PJ	8%
GAS	926 PJ	28%	884 PJ	27%	368 PJ	22%
DARUNTER NATURGAS	926 PJ	28%	786 PJ	24%	368 PJ	22%
FERNWÄRME	183 PJ	6%	182 PJ	5%	24 PJ	1%
STROM	451 PJ	14%	785 PJ	24%	527 PJ	31%
SONSTIGE		0%	73 PJ	2%		0%
INSGESAMT	3.324 PJ	100%	3.322 PJ	100%	1.711 PJ	100%

Da die leitungsgebundenen Energiebedarfe im Stadtgebiet bekannt sind, kann von diesen auf die nichtleitungsgebundenen Verbraucher ein Rückschluss gezogen werden.

Gänzlich in dieser Betrachtung vernachlässigt sind die Energieträger Steinkohle, Braunkohle und Heizöl sowie Sonstige, da in Schwentimental nur kleine Industrie/Wirtschaft ansässig ist, die ggf. ihren Energiebedarf aus einem BHKW decken. Daraus ergibt sich die Verteilung wie folgt:



Tabelle 5: Verteilung der Energieträger nach Sektoren ohne unrelevante Energieträger

ENERGIETRÄGER	PRIVATE HAUSHALTE		INDUSTRIE		GHD	
ERNEUERBARE	338 PJ	10%	111 PJ	4%	122 PJ	7%
HEIZÖLLEICHT	443 PJ	13%	34 PJ	1%	167 PJ	10%
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE	43 PJ	1%	53 PJ	2%	135 PJ	8%
GAS	926 PJ	28%	884 PJ	31%	368 PJ	22%
DARUNTER NATURGAS	926 PJ	28%	786 PJ	28%	368 PJ	22%
FERNWÄRME	183 PJ	6%	182 PJ	6%	24 PJ	1%
STROM	451 PJ	14%	785 PJ	28%	527 PJ	31%
INSGESAMT	3.310 PJ	100%	2.834 PJ	100%	1.711 PJ	100%

Hieraus werden die Verbräuche der nicht leitungsgebundenen Energieträger abgeleitet. Referenz ist hierbei jeweils der Gasbedarf.

Tabelle 6: abgeleitete Energiebedarfe private Haushalte [kWh]

	LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARF	RELATIVER ANTEIL GEM. BMWI	NICHT LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARFE
ERNEUERBARE		10%	21.056.621
HEIZÖL		13%	27.373.607
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE		1%	2.105.662
GAS	58.958.538	28%	
DARUNTER NATURGAS		28%	58.958.538
WÄRME	2.384.810	6%	
STROM	23.973.013	14%	

Tabelle 7: abgeleitete Energiebedarfe Wirtschaft [kWh]

	LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARF		RELATIVER ANTEIL GEM. BMWI	NICHT LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARFE	
	Wirtschaft primär	Wirtschaft sekundär		Wirtschaft primär	Wirtschaft sekundär
ERNEUERBARE			4%	132.434	699.052
HEIZÖL			1%	33.109	174.763
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE			2%	66.217	349.526
GAS	1.092.581	5.767.177	33%	0	0
DARUNTER NATURGAS			30%	993.256	5.242.889
WÄRME	0	0	6%		
STROM	660.261	10.034.804	30%		

Tabelle 8: abgeleitete Energiebedarfe GHD-kommunal [kWh]

	LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARF	RELATIVER ANTEIL GEM. BMWI	NICHT LEITUNGSGEBUNDENE ENERGIEBEDARFE
ERNEUERBARE		7%	10.695.588
HEIZÖL		10%	15.279.411
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE		8%	12.223.529
GAS	33.614.704	22%	
DARUNTER NATURGAS		22%	33.614.704
WÄRME	2.398.506	1%	
STROM	17.367.274	31%	

### 2.2.3 Energiebilanz

Aus diesen Tabellen ergibt sich folgende Energiebilanz für das Stadtgebiet Schwentimental. Die genauen Berechnungen können in der zugehörigen Excel-Datei eingesehen werden.

Tabelle 9: Energiebilanz Stadt Schwentimental

	PRIVATE HAUSHALTE	WIRTSCHAFT PRIMÄR	WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	GHD- KOMMUNAL	ERGEBNIS
ERNEUERBARE	21.056.621	132.434	699.052	10.695.588	32.583.694
HEIZÖL	27.373.607	33.109	174.763	15.279.411	42.860.889
ÜBRIGE MINERALÖL- PRODUKTE	2.105.662	66.217	349.526	12.223.529	14.744.934
GAS	58.958.538	1.092.581	5.767.177	33.614.704	99.433.001
DARUNTER NATURGAS	58.958.538	993.256	5.242.889	33.614.704	98.809.387
WÄRME	2.384.810	0	0	2.398.506	4.783.315
STROM	23.973.013	660.261	10.034.804	17.367.274	52.035.352
ERGEBNIS	135.852.250	1.984.602	17.025.322	91.579.011	246.441.186

Multipliziert mit den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren können die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Stadt Schwentimental berechnet werden (vgl. Tabelle 10)



Tabelle 10: CO<sub>2</sub>-Emissionen in Schwentinental

	CO <sub>2</sub> -EMISSIONS-FAKTOR	PRIVATE HAUSHALTE	WIRTSCHAFT PRIMÄR	WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	GHD-KOMMUNAL	ERGEBNIS
<b>ERNEUERBARE</b>	0,025 t/MWh	526 t	3 t	17 t	267 t	<b>815 t</b>
<b>HEIZÖL</b>	0,318 t/MWh	8.705 t	11 t	56 t	4.859 t	<b>13.630 t</b>
<b>ÜBRIGE MINERAL-ÖLPRODUKTE</b>	0,318 t/MWh	670 t	21 t	111 t	3.887 t	<b>4.689 t</b>
<b>GAS</b>	0,247 t/MWh	14.563 t	270 t	1.424 t	8.303 t	<b>24.560 t</b>
<b>DARUNTER NATURGAS</b>	0,247 t/MWh	14.563 t	245 t	1.295 t	8.303 t	<b>24.406 t</b>
<b>WÄRME</b>	0,270 t/MWh	644 t	0 t	0 t	648 t	<b>1.291 t</b>
<b>STROM</b>	0,401 t/MWh	9.613 t	265 t	4.024 t	6.964 t	<b>20.866 t</b>
<b>ERGEBNIS</b>		<b>34.721 t</b>	<b>570 t</b>	<b>5.633 t</b>	<b>24.928 t</b>	<b>65.851 t</b>

Aus diesen Berechnungen können nun die geforderten Zahlen abgeleitet werden.

#### 2.2.4 Zielwerte

Tabelle 11 zeigt eine Übersicht über die Kennzahlen Energiebedarf pro Einwohner und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner, differenziert nach den unterschiedlichen Energieträgern.

Tabelle 11: Energiebedarf und Emission pro Einwohner differenziert nach Energieträgern

PRO EINWOHNER	ENERGIEBEDARF	CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN
<b>ERNEUERBARE</b>	2.368 kWh/EW	0,06 t/EW
<b>HEIZÖL</b>	3.114 kWh/EW	0,99 t/EW
<b>ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE</b>	1.071 kWh/EW	0,34 t/EW
<b>GAS</b>	7.225 kWh/EW	1,78 t/EW
<b>DARUNTER NATURGAS</b>	7.180 kWh/EW	1,77 t/EW
<b>WÄRME</b>	348 kWh/EW	0,09 t/EW
<b>STROM</b>	3.781 kWh/EW	1,52 t/EW
<b>ERGEBNIS</b>	<b>25.087 kWh/EW</b>	<b>4,78 t/EW</b>

Tabelle 12 zeigt die Kennzahlen (Emissionen und Energiebedarf) und gliedert diese in die Sektoren auf.

**Tabelle 12: Energiebedarf und Emissionen pro Einwohner differenziert nach Sektoren**

PRO EINWOHNER	ENERGIEBEDARF	CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN
PRIVATE HAUSHALTE	9.872 kWh/EW	2,52 t/EW
WIRTSCHAFT PRIMÄR	144 kWh/EW	0,04 t/EW
WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	1.237 kWh/EW	0,41 t/EW
GHD-KOMMUNAL	6.654 kWh/EW	1,81 t/EW

Der Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen inklusive der kommunalen Liegenschaften ist ebenfalls in Tabelle 12 dargestellt. Eine Differenzierung nach Verwaltungsgebäuden, sowie kommunalen Schulen und Kindertagesstätten kann nicht dargestellt werden, da hierzu die nötigen Daten nicht vorliegen. Kommunale Gebäude mit dem Zweck „Wohnen“ sind hierbei nicht enthalten, sondern im Sektor „private Haushalte“ abgebildet.

## DARSTELLUNG PRO SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIGEN

Gemäß der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit, 2019) sind in Schwentinental 4.991 Einwohner sozialversicherungspflichtig beschäftigt.

**Tabelle 13: Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten differenziert nach Energieträgern**

	ENERGIEBEDARF	CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN
ERNEUERBARE	6.528 kWh/soz.Besch.	0,16 kWh/soz.Besch.
HEIZÖL	8.588 kWh/soz.Besch.	2,73 kWh/soz.Besch.
ÜBRIGE MINERALÖLPRODUKTE	2.954 kWh/soz.Besch.	0,94 kWh/soz.Besch.
GAS	19.922 kWh/soz.Besch.	4,92 kWh/soz.Besch.
DARUNTER NATURGAS	19.798 kWh/soz.Besch.	4,89 kWh/soz.Besch.
WÄRME	958 kWh/soz.Besch.	0,26 kWh/soz.Besch.
STROM	10.426 kWh/soz.Besch.	4,18 kWh/soz.Besch.
ERGEBNIS	69.174,63 kWh/soz.Besch.	18,08 kWh/soz.Besch.

Tabelle 14: Energiebedarf und CO<sub>2</sub>- Emissionen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten differenziert nach Sektoren

	ENERGIEBEDARF	CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN
PRIVATE HAUSHALTE	27.219,45 kWh/soz.Besch.	6,96 kWh/soz.Besch.
WIRTSCHAFT PRIMÄR	397,64 kWh/soz.Besch.	0,11 kWh/soz.Besch.
WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	3.411,20 kWh/soz.Besch.	1,13 kWh/soz.Besch.
GHD-KOMMUNAL	18.348,83 kWh/soz.Besch.	4,99 kWh/soz.Besch.

### 2.2.5 ANTEIL ERNEUERBARE ENERGIEN

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Energieträger am gesamten Energiebedarf in Schwentinental.

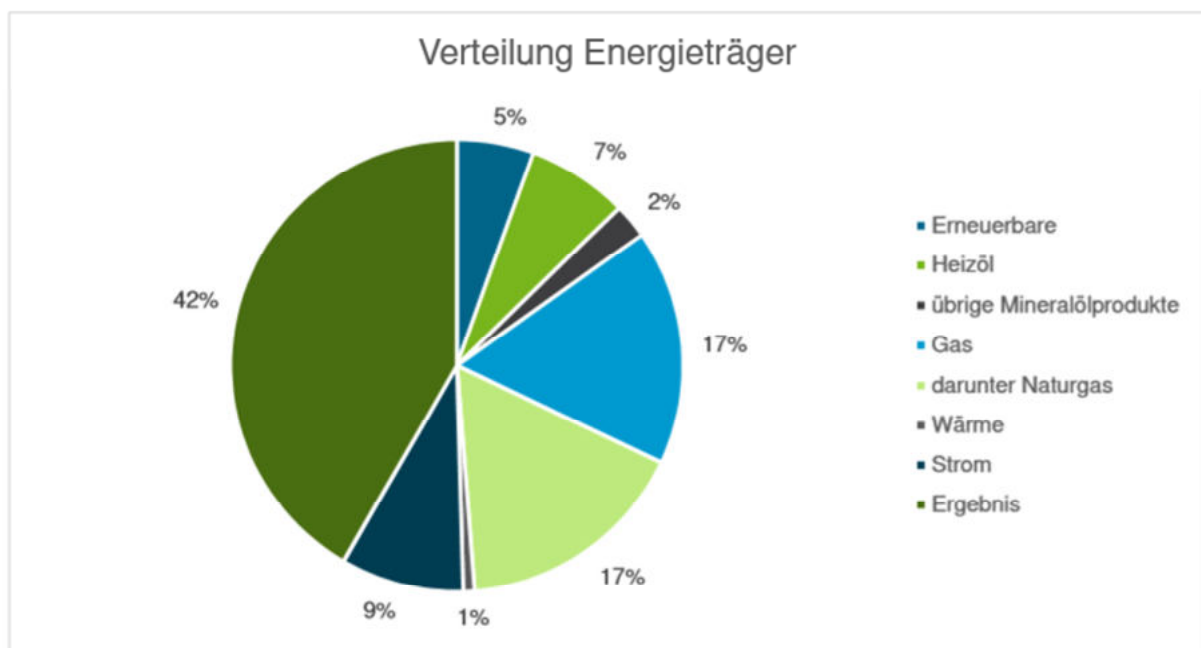


Abbildung 5: Verteilung Energieträger

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Energieversorgung in Schwentinental beträgt gem. Abbildung 5 13%.

Hinzugerechnet werden muss der Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix Deutschland. Dieser hat sich im Vergleich zum Jahr 2018 im Jahr 2019 um 6% auf 48% erhöht. Damit ist der Anteil der erneuerbaren Energien im Jahr 2019 höher gewesen, als der fossile Anteil. (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2020)

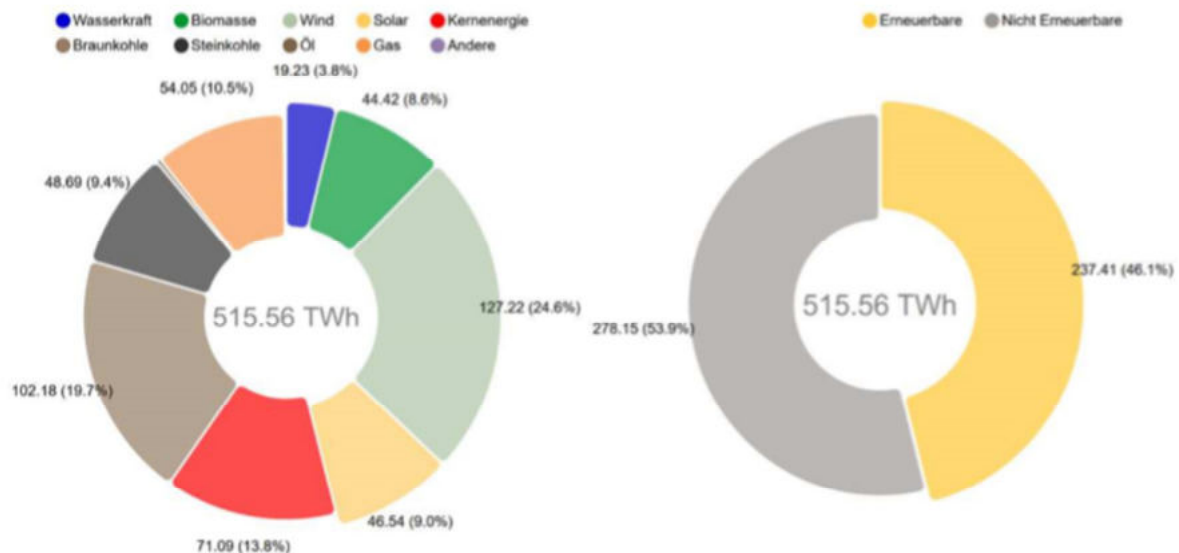


Abbildung 6: Anteil erneuerbare Energien am Deutschen Strommix (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISW, 2020)

Hieraus folgt, dass von den 21% Stromanteil im Energiemix von Schwentinental 46% regenerativer Anteil enthalten sind. Das bedeutet, dass der regenerative Energieanteil in Schwentinental 23% (etwa 56.500 MWh) beträgt.

### 2.3.1 ERMITTLUNG DER VERKEHRSMENGEN

Folgende motorisierten Verkehrsmittel im Territorium der Stadt Schwentinental sind in der THG-Bilanz erfasst:

- Straßenverkehr, differenziert nach Fahrzeugkategorien:
  - Krafträder
  - PKW (inklusive Elektro- und Hybridautos)
  - Leichte Nutzfahrzeuge < 3,5 t
  - Schwerverkehr > 3,5 to Straßenkategorie
  - Innerorts
  - Landes- bzw. Bundesstraße (L52, B76, B202)
- Öffentlicher Personennahverkehr
  - Linienbusse der KVG und VKP
- Bahn
  - Personenverkehr
- Kein Bestandteil der THG-Bilanz sind die folgenden Verkehrsmittel:
  - Ein schienenbezogener Güterverkehr findet nicht statt.
  - Ein Flughafen ist nicht vorhanden.

### 2.3.1.1 STRAßENVERKEHR

Für die Emissionsberechnungen im Straßenverkehr ist eine Differenzierung der Fahrleistungen nach Fahrzeugkategorien und Straßenart notwendig. Dies sollte möglichst anhand lokaler Verkehrsdaten geschehen. Sofern keine differenzierten lokalen Daten vorliegen, müssen weitergehende Differenzierungen anhand von Durchschnittswerten abgeschätzt werden. Die Verkehrsaktivität im Straßenverkehr im Territorium Schwentimental ist maßgeblich, wenn auch nicht ausschließlich, von der B76, der B202 und L52 geprägt. Die Verkehrsleistung dieser Schnellstraßen, die im Folgenden unter Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr aufgeschlüsselt wird, muss um den innerorts stattfindenden Binnenverkehr ergänzt werden. Aus der Gesamtmenge ergibt sich die Jahresfahrleistung in Fz-km für den Straßenverkehr.

#### 2.3.1.1.1 QUELL-, ZIEL- UND DURCHGANGSVERKEHR

Eine Verkehrszählung mit Bestimmung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) aus der „Stadt Schwentimental Lärmaktionsplanung 2018“ für die B76, B202 und L52 liegt vor. Tabelle 15 fasst die Ergebnisse zusammen und gibt eine Übersicht der durchschnittlichen Verkehrsstärke in Kfz/24h (beide Richtungen). Die Daten wurden um die entsprechenden Streckenlängen ergänzt

Tabelle 15: Zusammenfassung der Verkehrszählung [<sup>1</sup>= eigene Messung]

Starßenbezeichnung	Abschnitt	Verkehrsstärke (KfZ/Tag)	Streckenlänge <sup>1</sup>
B76	3-10	28.757	3,8 km
B76	19-35	38.984	4,5 km
B202	1	9.077	0,1 km
B202	2-6	14.208	1,2 km
L52		9.781	3,2 km

<sup>1</sup>

Eine weitere Differenzierung nach Fahrzeugkategorien liegt nicht vor, so dass eine Abschätzung anhand von bundesweiten Durchschnittswerten nach Maßgabe des Praxisleitfadens „Klimaschutz in Kommunen“ erfolgt. (Link, et al., 2018) Für die Bundes- sowie Landesstraßen wird der Charakteristika wegen eine Verteilung nach der Kategorie „Außerortstraßen“ vorgenommen.

**Tabelle 16: Bundesmittlere Aufteilung der Fahrleistung nach Fahrzeugkategorien**

Fahrzeugkategorie	Autobahn	Außerortstraßen	Innerortstraßen
Anteile des Schwerverkehrs > 3,5 t im Straßenverkehr	14,8%	6,2%	4,1%
Fahrleistungsaufteilung im Leichtverkehr < 3,5 t	85,2%	93,8%	95,9%
davon MIV (Pkw, Zweiräder)	93,8%	96,0%	92,5%
davon LNfz (Lieferwagen etc )	6,2%	4,0%	7,5%

Quelle: TREMOD, Praxisleitfaden "Klimaschutz in Kommunen"

Aus der Produktsumme der Anzahl der Fahrzeuge je Kategorie und des zugehörigen Streckenanteils ergibt sich ein Verkehrsaufkommen nach Tabelle 17.

**Tabelle 17: Verkehrsaufkommen nach Fahrzeugklasse**

Fahrzeugklasse	Verkehrsaufkommen	Einheit
Schwerverkehrs > 3,5 t im Straßenverkehr	20632,39	Fhz-km/Tag
MIV (Pkw, Zweiräder)	299676	Fhz-km/Tag
LNfz (Lieferwagen etc )	12488,08	Fhz-km/Tag

Für eine weitere Differenzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) wird als Näherung eine Verteilung entsprechend der in Schwentinental zugelassenen Fahrzeuge je Fahrzeugkategorie vorgenommen. Der bundesdurchschnittliche Elektrofahrzeuganteil von ca. 0,17 % (2019) sowie Hybridfahrzeuganteil von ca. 0,7 % (2019) sind direkt mit eingeflossen (KBA, 2019).



Tabelle 18: Kfz-Daten und Fakten zu Schwentinental (KBA,2016)

Fahrzeugtyp	2016	Anteil 2016	2019
Krafträder	676	6,8%	709
PKW (privat)	7732	78,1%	8037
PKW (Gewerbe)	692	7,0%	726
Elektroauto	n.A.	-	15
Hybrid	n.A.	-	63
LKW	540	5,5%	567
Zugmaschinen	122	1,2%	128
Land und Forst	95	1,0%	100
Anzahl Busse	44	0,4%	46
<b>Gesamt</b>	<b>9.901</b>		<b>10.391</b>

Auf das Jahr 2019 gerechnet (365 Tage) ergibt sich folgend eine Verkehrsaktivität im Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr nach Tabelle 19.

Tabelle 19: Verkehrsaktivität Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr

Fahrzeugkategorie	Fhz-km/tag	Anzahl Tage	Fhz-km
MIV	297.220	365	108.485.241
PKW	274.959	365	100.359.977
Elektrofhz.	0,0016	365	0,6
Hybridfhz.	0,0066	365	2,4
Krafträder	22.261	365	8.125.264
LNFz	12.488	365	4.558.149
Schwerverkehr	20.632	365	7.530.822

#### 2.3.1.1.2 BINNENVERKEHR

In Ergänzung zum Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr wird der Anteil der Jahresfahrleistung, der für innörtliche Wege wie Besorgungen, Arbeitswege etc. und Wege zu den Bundes- und Landesstraßen aufkommt, an dieser Stelle als Binnenverkehr bestimmt. Auf Ebene der innerörtlichen Straßen liegen keine Verkehrszählungen oder -daten vor, so dass für eine Abschätzung bundesdurchschnittliche Daten herangezogen werden:

1. Anzahl zugelassener Fahrzeuge in Schwentinental (KBA, 2016)

Tabelle 20: Anzahl zugelassener Fhz. in Schwentinental 2016

Fahrzeugtyp	2016	Anteil 2016	2019
Krafträder	676	6,8%	709
PKW (privat)	7732	78,1%	8037
PKW (Gewerbe)	692	7,0%	726
Elektroauto	n.A.	-	15
Hybrid	n.A.	-	63
LKW	540	5,5%	567
Zugmaschinen	122	1,2%	128
Land und Forst	95	1,0%	100
Anzahl Busse	44	0,4%	46
<b>Gesamt</b>	<b>9.901</b>		<b>10.391</b>

Die Daten aus dem Jahr 2016 wurden anteilsgleich auf 2019 hochgerechnet und um den bundesdurchschnittlichen Anteil von Elektro- und Hybridfahrzeugen (0,17% und 0,7% der PKW) ergänzt.

## 2. Durchschnittliche Jahresfahrleistung in km nach Fahrzeugarten (KBA, 2020)

Tabelle 21: Durchschnittliche Jahresfahrleistung in km nach Fahrzeugarten (KBA)

Fahrzeugart	2019
Krafträder	2218 km/Jahr
Personenkraftwagen	13602 km/Jahr
Lastkraftwagen bis 3,5 t zGM	19343 km/Jahr
Lastkraftwagen über 3,5 bis 7,5 t zGM	16896 km/Jahr
Lastkraftwagen über 7,5 t zGM	38158 km/Jahr
Lastkraftwagen zusammen	21000 km/Jahr
Land-/forstwirtschaftliche Zugmaschinen	339 km/Jahr
Sattelzugmaschinen	93136 km/Jahr
Sonstige Zugmaschinen	3956 km/Jahr
Zugmaschinen zusammen	9350 km/Jahr
Kraftomnibusse	57036 km/Jahr
Sonstige Kraftfahrzeuge	8247 km/Jahr
Kraftfahrzeuge insgesamt	12976 km/Jahr

## 3. Verteilung der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr in Deutschland nach Ortslage (Statista, 2020)



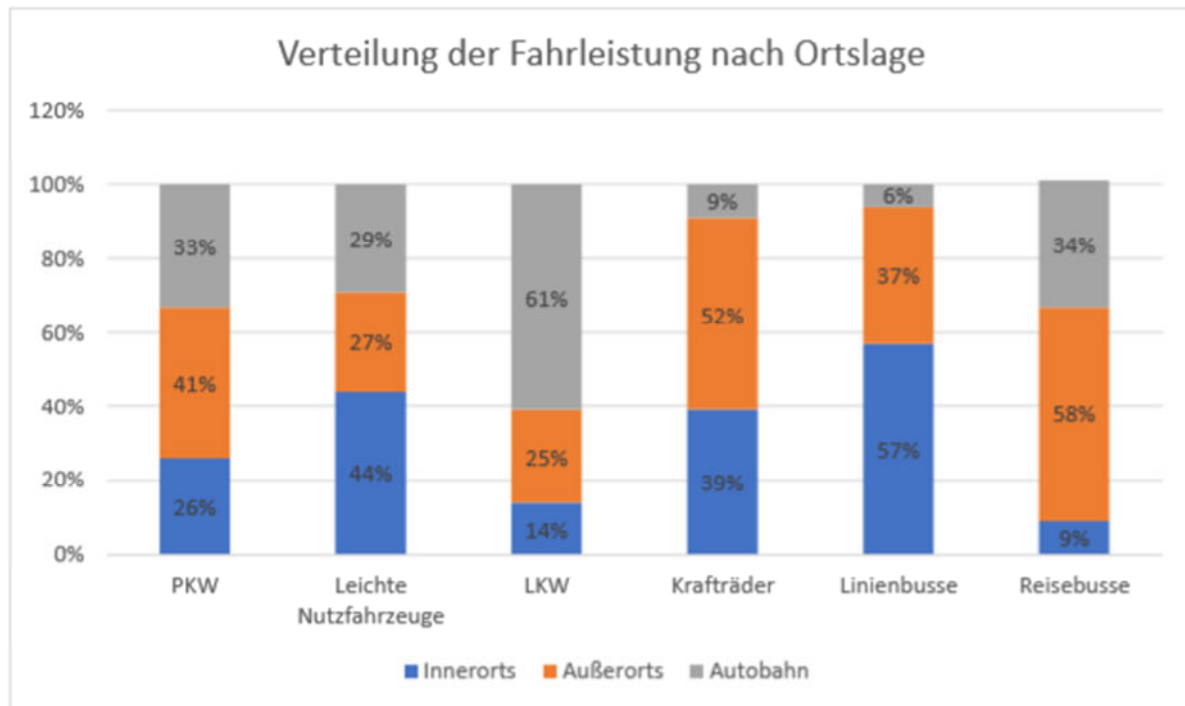


Abbildung 7: Verteilung der Fahrleistung nach Ortslage

Aus der Verschneidung der dargestellten Quellen ergibt sich eine innörtliche Verkehrsaktivität für Schwentinental nach Tabelle 22.

Tabelle 22: Verkehrsaufkommen im Binnenverkehr

Fahrzeugklasse	Gesamtfahrleistung (km)	Anteil innorts	Fahrleistung innerorts (km)	Fahrzeuganzahl	Fhz-km
PKW	13.602	26%	3.537	8685	30.714.601
Elektrofhz.	13.602	26%	3.537	15	53.048
Hybridfhz.	13.602	26%	3.537	63	222.801
Krafträder	2.218	39%	865	709	613.698
LNFz	19.343	44%	8.511	567	4.823.389
Schwerverkehr	16.896	14%	2.365	274	647.939

### 2.3.1.2 ÖFFENTLICHER PERSONENSTRAßENVERKEHR (ÖPSV)

Im Stadtgebiet Schwentinental sind Linienbusse auf den Linien 2, 22, 300, 302, 303 sowie 310/315 unterwegs. Abbildung 8 gibt dazu einen Überblick.

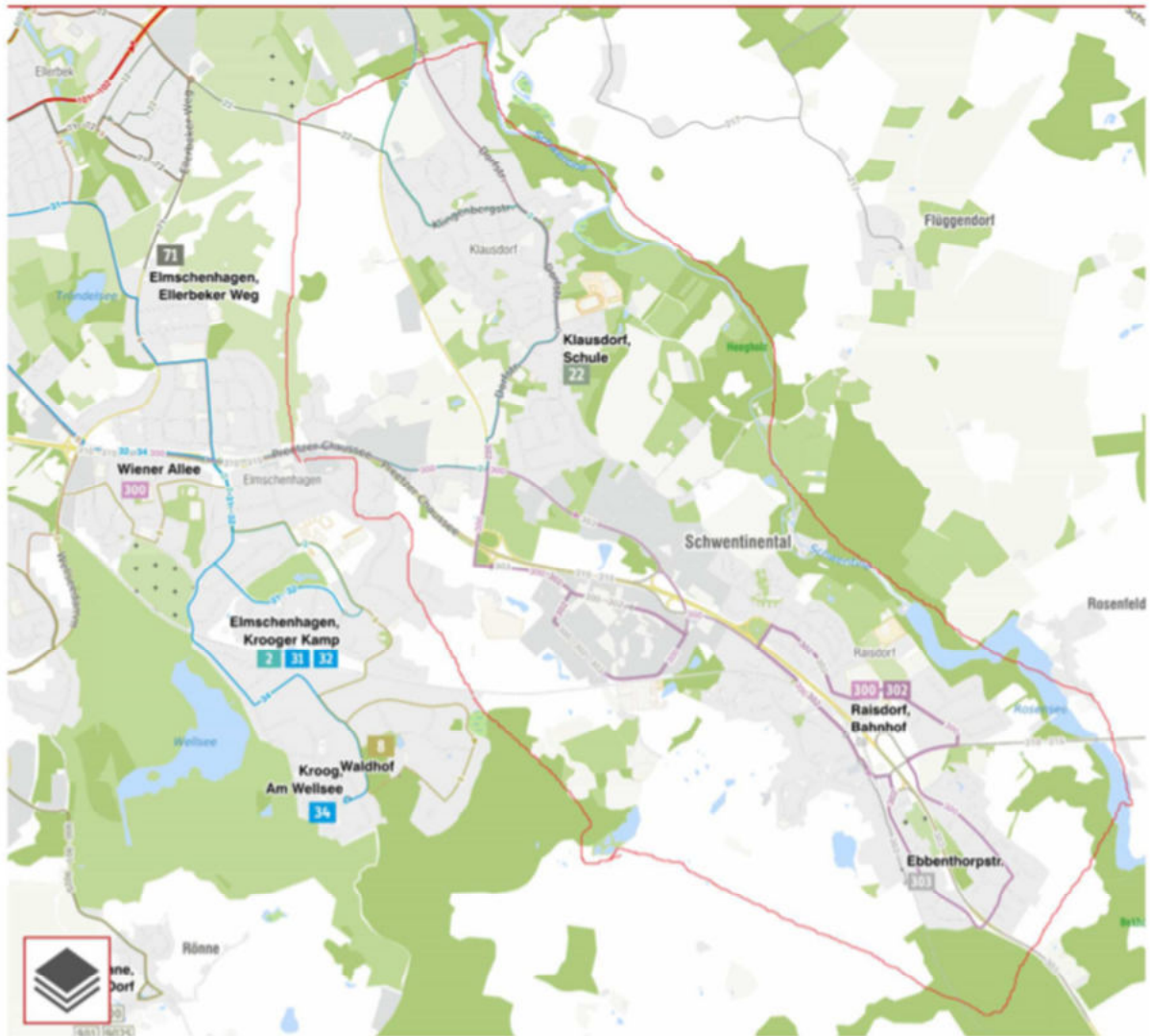


Abbildung 8: Übersicht Buslinien im Stadtgebiet Schwentinental (KVG, 2021)

Für die zu ermittelnde Jahresfahrleistung in Fz-km ist jeweils nur der Streckenanteil innerhalb des Territorium Schwentinental relevant (endenergiebasiertes Territorialprinzip). Die Streckenabschnitte (in km) wurden aus Kartenmaterialien ermittelt (vgl. Tabelle 23).

**Tabelle 23: Übersicht Buslinien und Streckenlängen** [<sup>1</sup>=vereinfachte Bezeichnung anhand der nächstgelegenen Haltestelle im Stadtgebiet]

Linie	Von <sup>1</sup>	Bis <sup>1</sup>	Strecke im Territorium (km)
2	Klosterweg	Rundweg	4,87
22	Klausdorf, Schule	Ostfriedhof	2,01
300	Klosterweg	Raisdorf, Bhf	9,7
302	Klausdorf Feldkamp	Raisdorf, Bhf	7,7
303	Raisdorf, Weinbergsiedlung	Raisdorf, Bhf	11,3
310 / 315	Schwentinebrücke	Klosterweg	5,5

Für kommunenspezifische Angaben zum Verkehrsleistungsangebot des Öffentlichen Personenstraßenverkehrs (ÖPSV) in der Stadt Schwentinental wurden die im Gebiet tätigen Verkehrsgesellschaften KVG Kieler Verkehrsgesellschaft mbH (KVG) und die Verkehrsbetriebe Kreis Plön GmbH (VKP) für Informationen zur Jahresleistung angefragt. Die VKP hat Busumlaufpläne aller Fahrten im Jahr 2019 der von Ihnen betriebenen Linien (300, 302, 303 sowie 310/315) bereitgestellt, auf deren Basis eine Auswertung der Fahrleistung in km im Jahr 2019 erfolgt. Die Umläufe der von der KVG betriebenen Linien (2 und 22) wurden durch eine Sichtung und Auswertung von öffentlichen Fahrplänen um die entsprechenden Daten ergänzt.

**Tabelle 24: Ermittlung der Jahresfahrleistung (Auszug)**

Linie	Fahrtnr.	Betreiber	Abfahrt	Starthaltestelle	Ankunft	Endhaltestelle	Tagesart	Fahrttyp	Anz. Tage	Fahrtlänge (m)	Fahrt (km)	Jahresleistung (km)
300	30002	kvp	05:52:00	Kiel ZOB	06:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30004	kvp	06:52:00	Kiel ZOB	07:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30006	kvp	07:52:00	Kiel ZOB	08:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30008	kvp	08:52:00	Kiel ZOB	09:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30010	kvp	09:52:00	Kiel ZOB	10:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30012	kvp	10:52:00	Kiel ZOB	11:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30014	kvp	11:52:00	Kiel ZOB	12:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30016	kvp	12:52:00	Kiel ZOB	13:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30018	kvp	13:52:00	Kiel ZOB	14:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30020	kvp	14:52:00	Kiel ZOB	15:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30022	kvp	15:52:00	Kiel ZOB	16:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10
300	30024	kvp	16:52:00	Kiel ZOB	17:36:00	Raisd,Bahnhof	MF - montags bis freitags	L	253	9700	9,7	2.454,10

Tabelle 24 zeigt einen Auszug der aufgenommenen Daten, die vollständige Tabelle mit 611 Datensätzen befindet sich auf den Servern der Stadt Schwentinental. Die Auswertung ergibt eine Jahresfahrleistung von insgesamt 1.229.818 Fz-km für den Bereich ÖPSV.

### 2.3.1.3 BAHNVERKEHR

Schwentinental ist durch die Regionalbahn (RB) 84 und den Regionalexpress (RE) 83 der DB Regio AG mit Halt in Ralsdorf an den Personenschienenverkehr angebunden. Das im Territorium liegende Streckennetz beläuft sich auf ca. 3,48 km (eine Richtung). Einen regelmäßigen Güterverkehr gibt es nicht.

Eine Auswertung der Fahrpläne der DB Regio AG ergibt die Jahresleistung für den Personenschienenverkehr nach Tabelle 25.

Tabelle 25: Fahrplanleistung DB Regio AG in Schwentinental

Linie	Betreiber	Start	Ende	Tagesart	Tage im Jahr	Fahrtlänge (m)	Fahrt (km)	Häufigkeit	Jahresleistung (km)
RB 84	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-Fr	251	3482	3,482	4	3.496
RB 84	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-So	355	3482	3,482	16	19.778
RB 84	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Fr-So	155	3482	3,482	1	540
RB 84	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-Do	200	3482	3,482	1	696
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Mo-Fr	251	3482	3,482	4	3.496
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Mo-So	355	3482	3,482	15	18.542
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Sa	52	3482	3,482	1	181
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Fr	51	3482	3,482	1	178
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Sa-Do	304	3482	3,482	1	1.059
RB 84	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Sonderfahrt	1	3482	3,482	1	3
RE 83	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-Fr	251	3482	3,482	2	1.748
RE 83	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-So	355	3482	3,482	13	16.069
RE 83	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Fr-So	155	3482	3,482	1	540
RE 83	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Mo-Do	200	3482	3,482	1	696
RE 83	DB Regio AG	Kiel	Lübeck	Sonderfahrt	1	3482	3,482	2	7
RE 83	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Mo-Fr	251	3482	3,482	4	3.496
RE 83	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Mo-So	355	3482	3,482	12	14.833
RE 83	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Fr-So	155	3482	3,482	1	540
RE 83	DB Regio AG	Lübeck	Kiel	Mo-Do	200	3482	3,482	1	696
								<b>Summe</b>	<b>86.594</b>

Es ergibt sich eine Jahresfahrleistung von insgesamt 86.594 km für den Bereich ÖPNV. Die Querschnittsbesetzung pro Tag (Mo-So) im Jahr 2019 liegt im RB 84 bei 4.399, im RE 83 bei 4.985 Personen.

Tabelle 26: Querschnittsbesetzung Streckenabschnitt Ralsdorf (2019)

Fahrleistung im Jahr 2019 RB 84	47.968	km
Fahrleistung im Jahr 2019 RE 83	38.626	km
Querschnittsbesetzung pro Tag (Mo-So) RB 84	4.399	Pers.
Querschnittsbesetzung pro Tag (Mo-So) RE 83	4.985	Pers.
<b>Personen-km</b>	<b>403.561.115</b>	<b>Pers.-km.</b>



In Folge ergibt sich eine Jahresfahrleistung von insgesamt 403.561.115 Personenkilometer für den Bereich Bahn.

### 2.3.2 ENERGIEVERBRAUCHS- UND THG-FAKTOREN

Die Ergebnisse der ermittelten Verkehrsmengen werden über die in bereits dargestellten Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet.

#### 2.3.2.1 STRAßENVERKEHR

Für den Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr (B76, B202, L52) werden die Faktoren für Außerortsstraßen angelegt, für den Binnenverkehr die Innerortstraßen. Zusammen mit den oben dargestellten Verkehrsaktivitäten (Fz-km) ergeben sich für Schwentinental im Jahr 2019 der Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen nach Tabelle 27.

Tabelle 27: Endenergieverbrauch und THG-Emissionen im Straßenverkehr Schwentinental 2019

Kategorie	Bezeichnung	Verkehrsaktivität Fhz-km	Endenergie		THG-Emission	
			kWh/Fz-km	GWh	g CO <sub>2</sub> -Äqu./Fz-km	t CO <sub>2</sub> -Äqu.
Quell-, Ziel-, Durchgangsverkehr	PKW	100.359.977	0,51	51,18	152	7.780
	E-Auto	0,6	0,20	0,0000001	-	-
	Hybrid	2,4	0,45	0,0000011	140	0,00015
	Krafträder	8.125.263,9	0,35	2,84	104	296
	LNfz	4.558.149,2	0,62	2,83	189	534
	Schwerverkehr	7.530.822,4	2,44	18,38	741	13.616
Binnenverkehr	PKW	30.714.601	0,74	22,73	221	5.023
	E-Auto	53.048	0,20	0,01	-	-
	Hybrid	222.801	0,45	0,10	140	14
	Krafträder	613.698	0,32	0,20	94	18
	LNfz	4.823.389	0,75	3,62	226	818
	Schwerverkehr	647.939	2,64	1,71	800	1.368
Summe				104	Summe	29.467

#### 2.3.2.2 ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Zusammen mit den oben ermittelten Daten zur Verkehrsaktivität in Fz-km bzw. Pkm im ÖPNV und den beschriebenen Emissionsfaktoren ergeben sich die folgenden Endenergieverbräuche und THG-Emissionen für Schwentinental im Jahr 2019 im ÖPNV.

Tabelle 28: Endenergieverbrauch und THG-Emissionen im ÖPNV Schwentinental

Kategorie	Bezeichnung	Verkehrsaktivität		Endenergie			THG-Emission		
		Fhz-km	Pkm	kWh/Fz-km	kWh/Pkm	GWh	g CO <sub>2</sub> -Äqu./Fz-km	g/Pkm	t CO <sub>2</sub> -Äqu.
ÖPSV	Linienbus	586.225	-	4	-	2,49	1.281	-	3.184
Bahnverkehr	Personenverkehr	-	403.561.115	-	0,12	48,43	-	43	2.082

### 2.3.3 ERGEBNISSE

In Summe ergibt sich für Schwentinental für das Jahr 2019 nach dem endenergiebasierten Territorialprinzip die folgende THG-Bilanz.

Kategorie	Bezeichnung	Endenergie	THG-Emission	THG-Emission
		GWh	t CO <sub>2</sub> -Äqu.	Anteil
Kfz	PKW	74	12.817	32%
	Krafträder	26	5.319	13%
LKW	LNFz	6	1.352	3%
	Schwerverkehr	20	14.984	38%
ÖPNV	Linienbus	2	3.184	8%
	Personenverkehr	48	2.082	5%
Summe		177	39.738	



Abbildung 9: Ergebnisse für den Verkehrssektor 2019

Der Schwerverkehr beschreibt mit ca. 38 % den größten Anteil an THG-Emissionen in Schwentinental, direkt gefolgt vom PKW mit 32 %. Hier liegen folglich die größten Hebel, um Treibhausgase zukünftig zu senken. In Kapitel 3 werden die Potentiale und Möglichkeiten im Einflussbereich der Kommune aufgreifen und Hinweise für mögliche zukünftige Maßnahmen geben.

### 2.3.4 MODAL-SPLIT

Eine Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel, nämlich für solche, für die zuvor eine THG-Bilanz hergeleitet wurde, zeigen die Ergebnisse aus Kapitel 2.3.1. Die

ermittelten Fahrleistungen (Fz-km) der Fahrzeugkategorien im motorisierten Straßenverkehr sind prozentual in Abbildung 10 dargestellt.



Abbildung 10: Anteilige Verkehrsleistung nach Fahrzeugkategorie im motorisierten Straßenverkehr

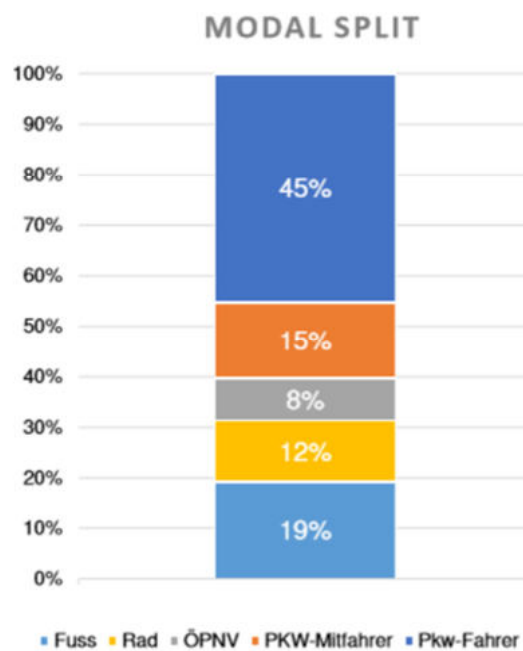


Abbildung 11: Modal Split "Kieler Nachbargemeinden (Masterplan Mobilität, KielRegion GmbH)

Ein vollständiger Modal Split jedoch, der die vollständige Wegeleistung insbesondere auch in den Bereichen Rad und Fuß umfasst, kann ohne eine durch die Stadt erfolgte Erhebung (Umfrage, etc.) der genutzten Wege nicht kommunenspezifisch berechnet werden. Eine Berechnung,

die auf Landes- oder Bundesstatistiken zum Mobilitätsverhalten von Personen zurückgreifen muss, liefert keine belastbaren Ergebnisse zum Ableiten von Maßnahme für die lokale Situation.

Im Masterplan Mobilität der KielRegion wurde im Jahr 2013 durch die TU Dresden eine Umfrage in über 4.000 Haushalten zum Mobilitätsverhalten durchgeführt (Landeshauptstadt Kiel, Kreis Plön, Kreis Rendsburg-Eckernförde, NAH.SH, 2017). Auf Grundlage dieser Befragung wurden Auswertungen in der Region durchgeführt. Da der Wohnort der Befragten erfasst wurde, sind die Ergebnisse räumlich differenziert dargestellt und der Gebietstyp "Kieler Nachbargemeinden" lässt sich auf Schwentinental anwenden. Aufgrund der hohen Datengüte und der guten räumlichen Differenzierung sei an dieser Stelle auf die Ergebnisse aus der Datenerhebung im Masterplan Mobilität Kiel verwiesen (vgl. Abbildung 11).

#### **2.4 RETROSPEKTIVE IN DAS JAHR 1990**

Um die Werte aus dem Jahr 2019 mit früheren Werten vergleichen zu können, wird der aktuelle Energieverbrauch in das Jahr 1990 zurückgerechnet. Die Erstellung früherer Bilanzen bzw. eine Rückrechnung anhand aktueller Werte ist jedoch mit einigen Schwierigkeiten verbunden. Es liegen keine Daten in der benötigten Form bzw. nicht in einheitlicher Methodik vor, gleichwohl war Schwentinental zu dem Zeitpunkt 1990 noch in den beiden Dörfern Klausdorf und Raisdorf verwaltet. Der Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ empfiehlt bei einer Retrospektive zu einem Bezugsjahr, in dem Daten nicht in der benötigten Form bzw. nicht in einheitlicher Methodik vorliegen, nur eine überschlägige Berechnung durchzuführen und darauf deutlich in der Emissionsberichterstattung hinzuweisen.



#### 2.4.1 STATIONÄRER BEREICH

Im Bereich der leitungsgebundenen Energieversorgung für die privaten Haushalte wurden zunächst alle Straßenzüge, die im Jahr 1990 noch nicht existierten aus der Bilanz herausgenommen. Dies ist in Abstimmung mit dem Bauamt Schwentimental durchgeführt worden. Des Weiteren wurde eine Sanierungsquote von einem Prozent angenommen. Aufgrund des Gebäudeenergiegesetzes (§72) müssen Heizungen bei einem Eigentümerwechsel oder Vermietung nach 30 Jahren ausgetauscht werden. So wird davon ausgegangen, dass in diesem Zuge bisher 80% der in 1990 bestehenden Heizungsanlagen ausgetauscht wurden. Bestehende Heizungsanlagen in 1990 wurden mit einem Wirkungsgrad von 82 % angenommen, Heizungsanlagen in 2019 mit einem Wirkungsgrad von 95 %.

Bei den nicht leitungsgebundenen Energieträgern im Bereich der privaten Haushalte wurde mit den gleichen Ansätzen verfahren, allerdings ist hier nicht bekannt, wie groß der Anteil der Gebäude ist, die zu diesem Zeitpunkt existierten. Hier wurde davon ausgegangen, dass neuere Gebäude an das bestehende Gasnetz angeschlossen, oder mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Dadurch wurde ein hoher Anteil (90 %) der in 2019 genutzten Erneuerbaren Energien dem Öl in 1990 zugeordnet.

Für alle Energieträger wurde ein weiterer Punkt in der Bilanz angepasst. Der Wärmebedarf der Wärmekunden aus 2019 wurde für 1990 50:50 dem Öl und Gas zugeordnet, da dies die großen Anteile des Wärmesektors waren. Die Sanierungswerte und Heizungsgrade im Bereich der privaten Haushalte sind wie oben angenommen.

Für die Bereiche Wirtschaft, sowohl primär als auch sekundär, und GHD-Kommunal wurde die Energieeffizienz (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020) angesetzt. Hierfür wurden verschiedene Faktoren zugrunde gelegt, die im Anhang eingesehen werden können.

Tabelle 29: Retrospektive 1990 Energiebedarfe [kWh]

	PRIVATE HAUSHALTE	WIRTSCHAFT PRIMÄR	WIRTSCHAFT SEKUNDÄR	GHD- KOMMUNAL	ERGEBNIS
ERNEUERBARE	2.810.014	18.394	97.091	1.655.664	4.581.162
HEIZÖL	71.454.026	211.527	1.116.541	40.356.699	113.138.792
ÜBRIGE MINERALÖL- PRODUKTE	2.105.662	91.968	485.453	18.921.871	21.604.954
GAS	74.349.995	1.528.086	8.065.982	49.222.390	133.166.453
WÄRME	0	0	0	0	0
STROM	20.912.005	827.395	12.574.943	26.168.233	60.482.576
ERGEBNIS	171.631.702	2.677.369	22.340.009	136.324.856	332.973.937

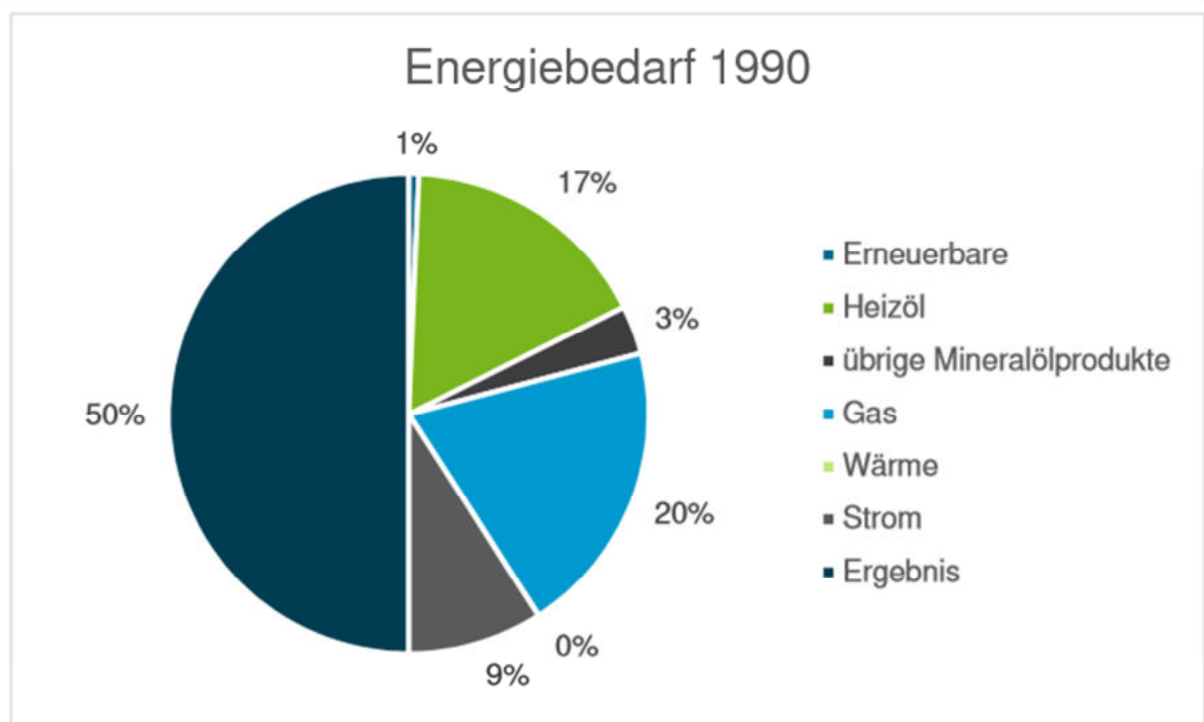


Abbildung 12: Energiebedarf in 1990 verteilt nach Energieträgern

Demnach betrug der Energiebedarf in 1990 ca. 333 GWh. Umgerechnet in CO<sub>2</sub> entspricht dies 100.100 t CO<sub>2</sub>.

Tabelle 30: CO<sub>2</sub>-Emissionen in 1990 [t]

	CO <sub>2</sub>	PRIVATE HAUSHALTE	WIRT- SCHAFT PRIMÄR	WIRT- SCHAFT SEKUNDÄR	GHD- KOMMUNAL	ERGEBNIS
ERNEUERBARE	0,025 t/MWh	70,3	0,5	2,4	41,4	114,5
HEIZÖL	0,318 t/MWh	22.722,4	67,3	355,1	12.833,4	35.978,1
ÜBRIGE MINERALÖL- PRODUKTE	0,318 t/MWh	669,6	29,2	154,4	6.017,2	6.870,4
GAS	0,247 t/MWh	18.364,4	377,4	1.992,3	12.157,9	32.892,1
WÄRME	0,270 t/MWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
STROM	0,401 t/MWh	8.385,7	331,8	5.042,6	10.493,5	24.253,5
ERGEBNIS		50.212,4	806,2	7.546,7	41.543,4	100.108,7

## 2.4.2 VERKEHR

Die Ermittlung der THG-Emissionen für den Verkehr erfolgt grundsätzlich gemäß der dargestellten Methodik für das Jahr 2019, weshalb an dieser Stelle auf eine wiederholte vertiefende Herleitung verzichtet wird. Gleichwohl wird nachfolgend auf die veränderten Eingangsdaten und die, sofern notwendig, getroffenen Annahmen hingewiesen. Die detaillierten Berechnungen finden sich in der beigefügten Berechnungsdatei.

### 2.4.2.1 ERMITTLUNG DER VERKEHRSMENGEN QUELL-, ZIEL- UND DURCHGANGSVERKEHR

Die Fahrzeuganzahl war 1990 geringer als 2019. Über eine Aufstellung des bundesweiten Fahrzeugbestands im Jahr 2019 und 1990 wurde der Gesamtfahrzeugbestand für Schwentinental im Jahr 1990 rechnerisch ermittelt. Die prozentuale Verteilung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird vereinfacht analog den Ausführungen zum Jahr 2019 beibehalten. Elektro- und Hybridfahrzeuge gab es 1990 nicht.

Tabelle 31: Fahrzeugbestand Schwentintal 1990

Fahrzeugtyp	2019	1990
Krafträder	709	443
PKW (privat)	8037	5.062
PKW (Gewerbe)	726	453
Elektroauto	15	-
Hybrid	63	-
LKW	567	354
Zugmaschinen	128	80
Land und Forst	100	62
Anzahl Busse	46	29
<b>Gesamt</b>	<b>10.391</b>	<b>6.482</b>

Der Fahrzeugbestand in Schwentintal betrug 1990 gegenüber 2019 nur 62 %. Entsprechend wurde angenommen, dass die Verkehrsaktivität im Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehr, die auf der Verkehrszählung der B76, B202 und L52 beruht, 38 % weniger Fahrzeuge pro Tag 1990 bedeuten. So ergibt sich eine Verkehrsaktivität in diesem Bereich nach Tabelle 32.

Tabelle 32: Verkehrsaufkommen Quell-, Ziel-, und Durchgangsverkehr 1990

Fahrzeugkategorie	Fhz-km/Tag	Tage	Fhz-km
MIV	116.617	365	42.565.094
PKW	107.749	365	39.328.276
Krafträder	8.868	365	3.236.818
LNfz	7.788	365	2.842.536
Schwerverkehr	12.871	365	4.698.010

## BINNENVERKEHR

Für den Binnenverkehr sind neben den zuvor gezeigten Fahrzeugbestandszahlen im Jahr 1990 die durchschnittliche Gesamtfahrleistung jeder Fahrzeugkategorie zur Berechnung der THG-Emissionen notwendig. Eine Analyse der Fahrleistung von Pkw in Deutschland von 1990 bis 2019 in Milliarden Kilometern zeigt jedoch, dass die Fahrleistung parallel zum Fahrzeugbestand zugenommen hat. Damit wird angenommen, dass sich die Fahrleistung 1990 nicht wesentlich von der für das Jahr 2019 dargestellten durchschnittlichen

Gesamtfahrleistung unterscheidet. Tabelle 33 zeigt das resultierende Verkehrsaufkommen für den Binnenverkehr im Jahr 1990.

**Tabelle 33: Verkehrsaufkommen Binnenverkehr 1990**

Kategorie	Anteil innerorts	Gesamtfahrleistung (km)	Fhz.-Anzahl	Fhz-km
PKW	26%	3537	5.515	19.504.622
Kraftträder	39%	865	443	382.839
LNfz	44%	5985	354	2.115.886
Schwerverkehr	14%	2708	171	462.738

## **ÖPSV (ÖFFENTLICHER PERSONENSTRAßENVERKEHR)**

Nach Angaben des Kraftfahrtbundesamtes gab es 1990 87 % Kraftomnibusse gegenüber dem Jahr 2019 (KBA, 2020). Die Jahresleistung für den Linienbusverkehr wurde entsprechend auf 87 % der Gesamtfahrleistung von 586.225 Fz-km auf 512.334 Fz-km reduziert.

## **BAHNVERKEHR**

Die Personen-Verkehrsleistung der Eisenbahn in Deutschland ist nach Angaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen im Zeitraum von 1980 bis 2019 auf einem konstant ähnlichen Niveau (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, 2020). Die für das Jahr 2019 ermittelten 403.561.115 Pers-km werden entsprechend unverändert angesetzt.

Für die Energieverbrauchs- und THG-Faktoren werden erneut die Faktoren gemäß des Praxisleitfadens „Klimaschutz in Kommunen“ herangezogen. Der Trend der vorhandenen Zeitreihe wird in das Jahr 1990 linear fortgeschrieben und alle Faktoren ermittelt. Tabelle 34 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Tabelle 34: Endenergieverbrauch und THG- Emissionen 1990

Kategorie	Bezeichnung	Verkehrsaktivität		Endenergie			THG-Emission		
		Fhz-km	Pkm	kWh/Fz-km	kWh/Pkm	GWh	g CO <sub>2</sub> -Äqu./Fz-km	g/Pkm	t CO <sub>2</sub> -Äqu.
Quell-, Ziel-, Durchgangsverkehr	PKW	39.328.276	-	0,56	-	22,04	225	-	4.959
	Kraftträder	3.236.818	-	0,38	-	1,24	120	-	149
	LNfz	2.842.536	-	0,68	-	1,94	295	-	571
	Schwerverkehr	4.698.010	-	3,64	-	17,11	880	-	15.056
Binnenverkehr	PKW	19.504.622	-	0,81	-	15,86	330	-	5.234
	Kraftträder	382.839	-	0,32	-	0,12	105	-	13
	LNfz	2.115.886	-	0,75	-	1,59	360	-	571
	Schwerverkehr	462.738	-	2,64	-	1,22	965	-	1.179
ÖPSV	Linienbus	512.334	-	5	-	2,336	1.912	-	5.111
	Personenverkehr	-	403.561.115	-	0,21	84,748	-	64	5.424
	Summe					148		Summe	38.268

Die verschiedenen Teilbereiche aufsummiert ergeben die THG-Bilanz für den Verkehrssektor 1990.

Tabelle 35: Gesamtergebnis THG-Bilanz 1990

Kategorie	Bezeichnung	Endenergie	THG-Emissionen
		GWh	t CO <sub>2</sub> -Äqu.
KFZ	PKW	38	10.193
	Kraftträder	1	162
LKW	LNfz	4	1.143
	Schwerverkehr	18	16.235
ÖPSV	Linienbus	2	5.111
	Personenverkehr	85	5.424
	Güterverkehr	-	-
Summe		148	38.268

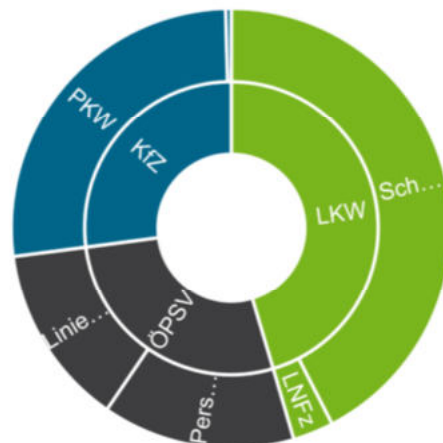


Abbildung 13: Gesamtergebnis THG-Bilanz 1990

Bei der durchgeführten Retrospektive handelt es sich, das sei an dieser Stelle nochmals betont, gemäß den Empfehlungen des Praxisleitfadens „Klimaschutz in Kommunen“ um eine überschlägige Rechnung. Abbildung 14 zeigt den Jahresvergleich beider Bilanzen.

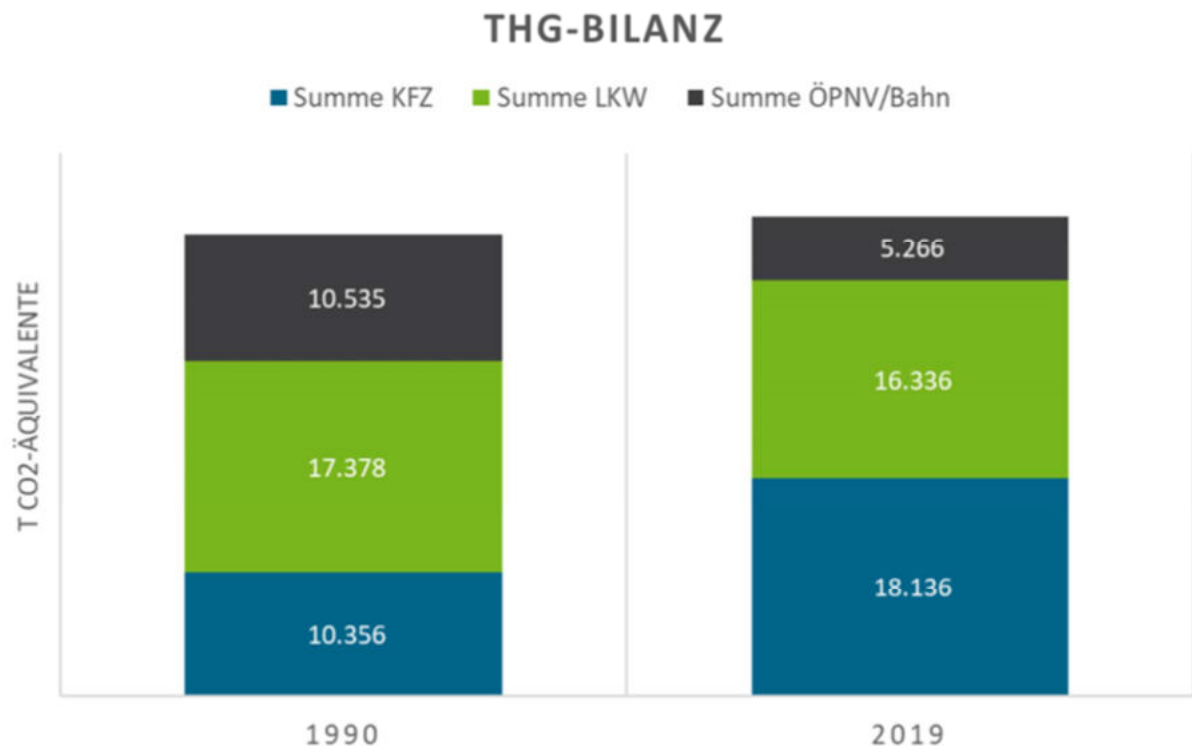


Abbildung 14: THG-Bilanz im Jahresvergleich

Im Jahresvergleich wird deutlich, dass die Gesamtmenge der emittierten CO<sub>2</sub>-Äquivalente von 1990 bis 2019 mit ca. 38.200 t zu 39.700 t auf einem ähnlichen Niveau verbleibt, sogar leicht zunimmt. Eine wesentliche Veränderung ergibt sich jedoch vor allem aus der Zusammensetzung der Emissionsbeiträge der einzelnen Sektoren.

Den ÖPNV zunächst ausgenommen werden die durch effizientere und saubere Technologien erreichten Verbesserungen der spezifischen Endenergie bzw. THG-Emissionsfaktoren erzielten Einsparungen durch die steigende Anzahl an Bestandsfahrzeugen wieder aufgehoben. Während sich im Sektor Schwerlastverkehr die Effekte bezogen auf die absolute Emissionsmenge im Stadtgebiet Schwentinental nahezu ausgleichen, ergibt sich im Sektor Kfz ein überproportionaler Effekt, der zur knappen Verdopplung der Emissionen in diesem Bereich führt.

Diese Beobachtung deckt sich mit den jüngsten Untersuchungen des Umweltbundesamtes zu Emissionen im Verkehr. Dort heißt es, dass Fahrzeuge heute im Schnitt klima- und umweltverträglicher unterwegs sind, was insbesondere an Abgasvorschriften und verbesserten Kraftstoffqualitäten liegt. Das Mehr an PKW-Verkehr hebt den Fortschritt jedoch auf. So ist im Bundesschnitt der Verkehr im Vergleich 2016 zu 1990 insgesamt sogar um 2,2 % gestiegen.

Der Sektor ÖPNV profitiert mit Blick auf die Emissionsbilanz in Schwentinental im Gegensatz zum Individualverkehr, da die erzielten Effizienzsteigerungen aufgrund der größeren Beförderungskapazitäten zunächst zu keinem starken Fahrzeugzuwachs führen. Der ÖPNV konnte so in Schwentinental rund die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 einsparen. Den größeren Anteil der Einsparung (ca. 61 %) entfällt hierbei auf den Personenschienenverkehr, ca. 39 % auf den Linienverkehr.



### 3. Potenzialanalyse

Aufbauend auf den Informationen aus der Energie- und Treibhausgasbilanzierung wird eine Potenzialanalyse inkl. Folgeszenarien für die Stadt Schwentinental erstellt. Mit Hilfe der Potenzialanalyse werden CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale und Entwicklungsmöglichkeiten der Stadt aus verschiedenen Blickwinkeln aufgezeigt. Hierbei werden sowohl technische als auch wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt, um das theoretische und umsetzbare Potenzial aufzuzeigen. Betrachtet werden dabei die Bereiche Energieeinsparung, Effizienzsteigerung, Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Wärmenetze, sowie die Nutzung von erneuerbaren Energien. Bei der Erstellung soll die Vorbildwirkung der Kommune mit einfließen.

Die zu betrachtenden Potenziale beinhalten u.a.

- Einsparpotenziale im Bereich der energetischen Gebäudesanierung
- die Erhöhung der Energieeffizienz sowohl bei Anlagentechnik, als auch bei Gebäuden und Fahrzeugen
- eine primärenergieeinsparende Energiewandlung, z. B. durch KWK
- Energieträgerumstellung, z. B. auf erneuerbare Energien
- die Reduktion der Nachfrage nach Energiedienstleistungen der Kommune
- Veränderte Verkehrsmittelwahl (Verkehrsverlagerung) und Wahl näher gelegener Fahrtziele

### 3.1 Energieeinsparung durch Gebäudesanierung

Der Gebäudebereich ist mit rund 40 % größter Energieverbraucher in Deutschland und macht 30 % des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes hierzulande aus. Dem Gebäudesektor kommt damit bei der Umsetzung der Energiewende und dem Erreichen der Klimaschutzziele eine Schlüsselstellung zu. Rund 65 % der Fassaden in Deutschland sind ungedämmt und weitere 20 % entsprechen nicht dem Stand der Technik. Dazu sind 70 % der Anlagentechnik in Deutschland nicht auf dem Stand der Technik und damit zu einem großen Teil dringend sanierungsbedürftig. Mehr als 80 % der Wohngebäude wurden vor der Einführung der dritten Wärmeschutzverordnung von 1995 errichtet. Zwei Drittel dieser Gebäude bedürfen zudem einer energetischen Sanierung.

Der Gebäudebestand ist derzeit immer noch von Stillstand geprägt. Die Sanierungsquote stagniert seit langem konstant bei rund einem Prozent pro Jahr. Zur Erreichung der gesteckten Ziele muss die Sanierungsquote auf über drei Prozent steigen. Untersuchungen zeigen, dass mehr als 75 % der privaten Gebäudeeigentümer nicht einmal grob über den energetischen Zustand ihres Gebäudes informiert sind. Bei bereits erfolgten Sanierungen haben nur 18 % der Gebäudeeigentümer eine Energieberatung in Anspruch genommen. Eine Vielzahl dieser Sanierungen sind daher nicht optimal vollzogen worden. Im Durchschnitt wurden nur 30 % des Einsparpotenzials gehoben. Der Energieverbrauch von Bestandsgebäuden kann durch eine ganzheitliche energetische Sanierung von Gebäudehülle und Gebäudetechnik um rund 80 % gesenkt werden. (BDI, 2021)

Diese Zahlen zeigen, dass alleine bei der Sanierung von Gebäuden ein hoher Handlungsbedarf und hohe Energieeinsparungen zu erzielen sind. Im Folgenden werden zwei unterschiedliche Sanierungsquoten

betrachtet und die Auswirkungen hinsichtlich Endenergieverbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen beleuchtet.

Dies ist zum einen für das Basis-Szenario die aktuelle Sanierungsrate von 1 %, zum anderen werden 3 % angenommen, sodass fast alle Gebäude bis 2050 vollständig saniert würden.

Die verschiedenen Sektoren werden getrennt betrachtet, da die Einsparungen durch Sanierung der Gebäudehülle unterschiedlich ausfallen. Bei Wohngebäuden ist der Wärmeanteil am Energieverbrauch deutlich höher als im Wirtschaftssektor da hier viel Energie für den Betrieb und weniger für die Beheizung der Gebäude benötigt wird (vgl. Tabelle 36).

**Tabelle 36: Anteile Raumwärme und Warmwasser am Gesamtenergiebedarf (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020)**

	PRIVATE HAUSHALTE	WIRTSCHAFT PRIMÄR	WIRTSCHAFT PRIMÄR	GHD- KOMMUNAL
<b>AKTUELLER ANTEIL RAUMWÄRME</b>	68%	5,80%	5,80%	43,70%
<b>ANTEIL WARMWASSER</b>	16%	0,70%	0,70%	5,30%

Tabelle 36 zeigt einen Überblick über die verwendeten Schlüssel zur Zuteilung der Energiebedarfe hinsichtlich Raumwärme und Warmwasser. Die 80 % Einsparungen durch Sanierung beziehen sich nämlich nur auf den Anteil der Raumwärme.

Diese Anteile wurden auf alle Energieträger hochgerechnet. Der Strom wurde dabei allerdings komplett ausgenommen, da dieser im Bereich der Raumwärme nur einen kleinen Anteil von unter 2 % ausmacht (vgl. (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020)).

Abbildung 15 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 1 % Sanierungsrate. Bei den privaten Haushalten sinken die Emissionen bis

2050 um etwa 4 %, bei der primären und sekundären Wirtschaft hingegen um maximal 3 %, sodass im Mittel die Emissionen bei 1 % Sanierungsrate um 4 % sinken. Hier ist deutlicher Verbesserungsbedarf.

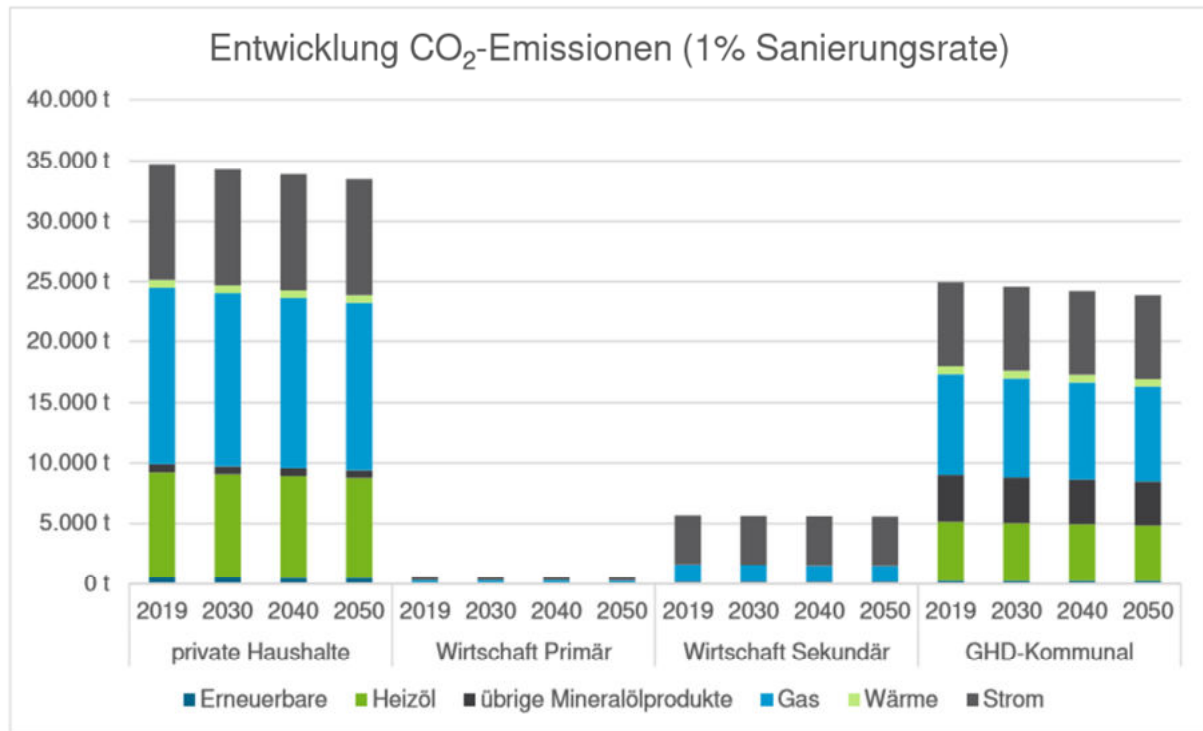


Abbildung 15: Entwicklung CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 1% Sanierungsrate

Der Verbesserungsbedarf kann mit einer Sanierungsquote von 3 % angesteuert werden. Hier wird ein großer Anteil der Gebäude bis 2050 durchsanziert. Daraus ergibt sich ein anderes Bild (vgl. Abbildung 15).

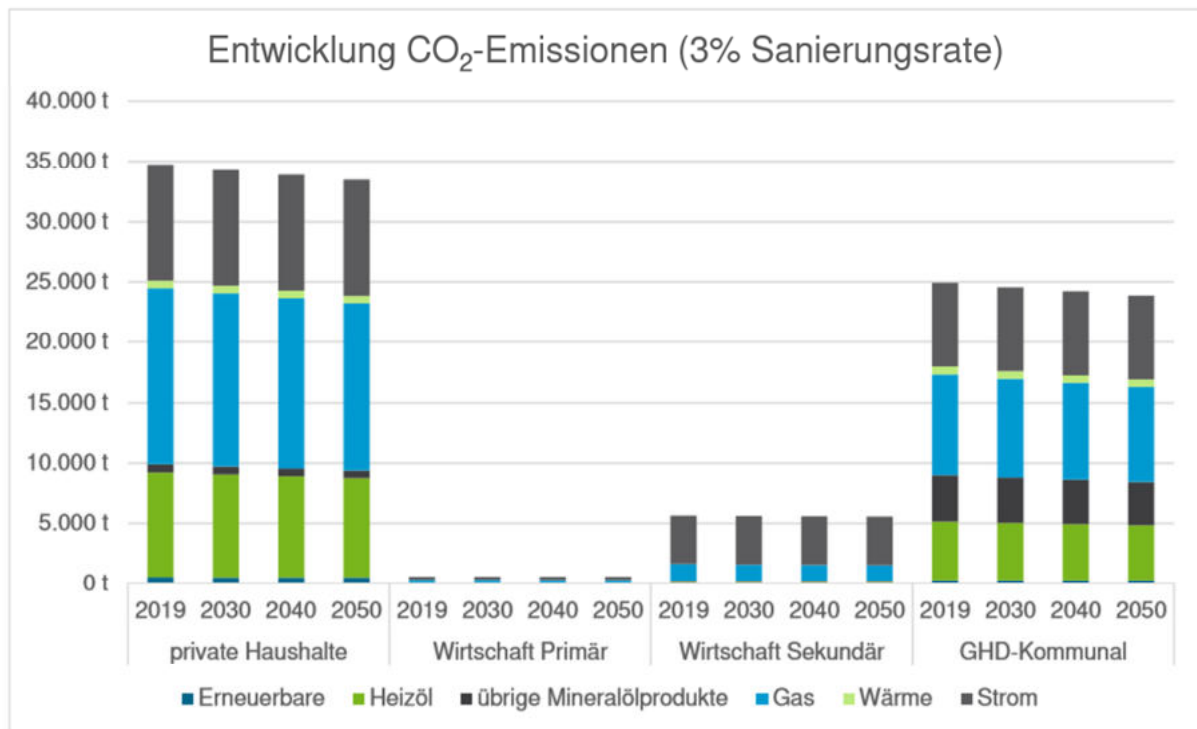


Abbildung 16: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen (3%-Sanierungsrate)

Bei einer Sanierungsrate von 3 % sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Schwentimental um 11 % im Sektor der privaten Haushalte, im Sektor GHD-Kommunal hingegen um 13 %. Im Mittel ergibt sich so eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 11%.

Wirtschaftliche Gesichtspunkte:

Eine umfassende Gebäudesanierung spart wie oben erwähnt viel Energie, ist aber auch relativ teuer.

Tabelle 37: Kosten Gebäudesanierung (Dr. Klein, 2021)

BEREICH	KOSTEN
HEIZUNG	Ab 12.000 Euro
ELEKTRIK	3-5 % des Immobilienwertes
WASSERLEITUNGEN	Ab 25 € pro Meter
AUFSTIEGENDE FEUCHTIGKEIT	Ab 12.000 Euro
DACH SANIEREN	Ca. 60 € pro Quadratmeter
FASSADENDÄMMUNG	Ab 210 € pro Quadratmeter
FENSTER	Ab 1.000 € pro Stück
KELLERDECKE DÄMMEN	80 bis 100 € pro Quadratmeter

Tabelle 37 zeigt einen Überblick über die Kosten einer umfassenden

Gebäudesanierung, aufgeteilt nach Bauteilen. Unerlässlich für eine Reduzierung des Wärmebedarfes sind natürlich die Sanierung des Daches, eine Fassaden- und Kellerdeckendämmung sowie der Austausch der Fenster. Auch ein Schutz gegen die aufsteigende Feuchtigkeit hilft, den Wärmebedarf zu verringern.

Ein weiterer Schritt im Bereich der Endenergieeinsparung bringt der Austausch der Heizung. Hier sollte bei einer umfassenden Gebäudesanierung eine Umstellung auf Flächenheizung in Erwägung gezogen werden, da hier geringere Vorlauftemperaturen benötigt werden, sodass auch andere Technologien wie Wärmepumpen in Frage kommen.

Alle anderen Kostenpunkte haben keinen großen Einfluss auf die Einsparung von CO<sub>2</sub> Emissionen und die Reduzierung der Endenergie.

## **3.2 Wärmenetze**

### **3.2.1 Potenzielle Gebiete für Wärmenetze**

Einen großen Beitrag zur Energie- und Treibhausgaseinsparung können Wärmenetze leisten, da hier die Wärme von meist einer Heizzentrale an viele Endnutzer verteilt wird. Ein Vorteil ist, dass so ein Technologiewechsel einen großen Beitrag zum Klimaschutz bilden kann. So könnte ein Wärmenetz, welches jetzt verlegt werden würde, zunächst mit einer KWK-Anlage betrieben werden. In einem späteren Schritt könnte diese KWK-Anlage nach Ende der Nutzungsdauer durch eine komplett regenerative Technologie ersetzt werden.

Um mögliche Gebiete für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung zu ermitteln, wurde die Wärme-flächendichte für sämtliche Gebiete in



Schwentinental berechnet. Die Wärme­flächendichte berechnet sich aus der Summe der Gasverbräuche einer Straße geteilt durch die versorgte Fläche. Die Ergebnisse dieser Berechnung sind auf den folgenden Karten dargestellt.

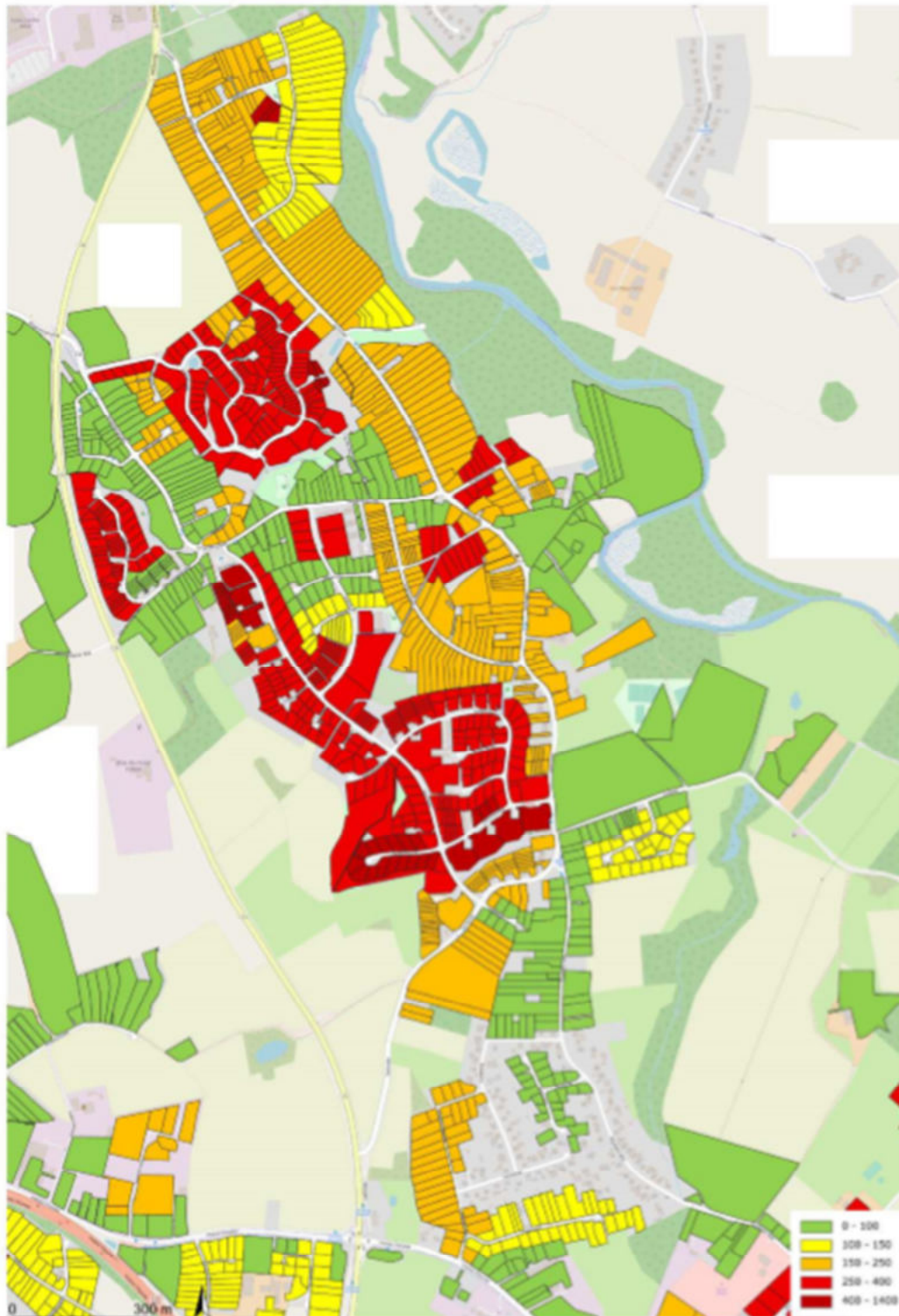


Abbildung 17: Wärme­flächendichte Ortsteil Klausdorf [MWh/ha]

Abbildung 17 zeigt die Wärme-flächendichte im Ortsteil Klausdorf. Hier sind drei größere Gebiete zu erkennen, in denen eine nähere Betrachtung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit sinnvoll wäre. Das Land Schleswig-Holstein sagt, dass ab einer Wärme-flächendichte von 150 MWh/ha eine genauere Betrachtung sinnvoll ist. In Abbildung 17 ist den roten Flächen bereits eine Wärme-flächendichte von mehr als 250 MWh/ha zugeordnet.

Dies ist zum einen das Baugebiet Unterstkoppel, welches in den 1990er Jahren erschlossen und Gebäude errichtet wurden, welches eine Wärme-flächendichte von mehr als 250 MWh/ha aufweist. Ein weiteres kleines Gebiet ist die Kammerkoppel, erbaut 1989 bis 1994, geprägt durch viele Reihenhäuser auch mit einer Wärme-flächendichte von mehr als 250 MWh/ha. Wenn hier eine nähere Betrachtung stattfindet, sollten die Reihenhäuser im vorgelagerten Oberstkoppler Weg mit betrachtet werden, da in den Reihenhäusern trotz der geringen berechneten Wärme-flächendichte trotzdem mit einer hohen Wärmeabnahme zu rechnen ist.

In den beiden oben genannten Gebieten sollte eine Betrachtung zeitnah erfolgen. Viele der Gebäude sind fast 30 Jahre alt, haben aber teilweise noch die erste Heizung, sodass in naher Zukunft Heizungswechsel anstehen, bei denen eventuell sinnvoll ist, diese durch eine Wärmelieferung zu ersetzen.

Ein anderes großes Gebiet mit einer hohen Wärme-flächendichte in Klausdorf ist das Gebiet Südring, Ruschsehn, Seebrookswiese und Seebrooksberg. Dieses Gebiet ist durch einige Mehrfamilienhäuser, welche z.T. durch Wohnungsbaugenossenschaften verwaltet werden,



Reihenhäuser und auch Einfamilienhäuser geprägt. Im Seebrooksberg haben die Stadtwerke Schwentinental ihren Hauptsitz, die bereits ein BHKW hier betreiben, sodass hier ein Ausgangspunkt für ein Wärmenetz gegeben sein könnte. Zusätzlich könnte noch ein Anschluss der Schule inkl. kleiner Schwimmhalle in Erwägung gezogen werden. Hier wird allerdings auch schon ein BHKW betrieben. In diesem Gebiet liegt die Wärme-flächendichte bei mehr als 250 MWh/ha und z.T. auch mehr als 400 MWh/ha.

Bei diesem Gebiet sollte eventuell auch die Schulstraße mit überprüft werden. Die Schulstraße hat zwar nur eine Wärme-flächendichte von mehr als 150 MWh/ha, allerdings ist die Schulstraße eine der ältesten Straßen in Klausdorf, sodass hier davon auszugehen ist, dass viele Häuser noch mit Ölheizungen versorgt werden, was nicht in der Berechnung der Wärme-flächendichte berücksichtigt wird, da diese nur auf Basis der vorliegenden Gas-Daten berechnet wird.

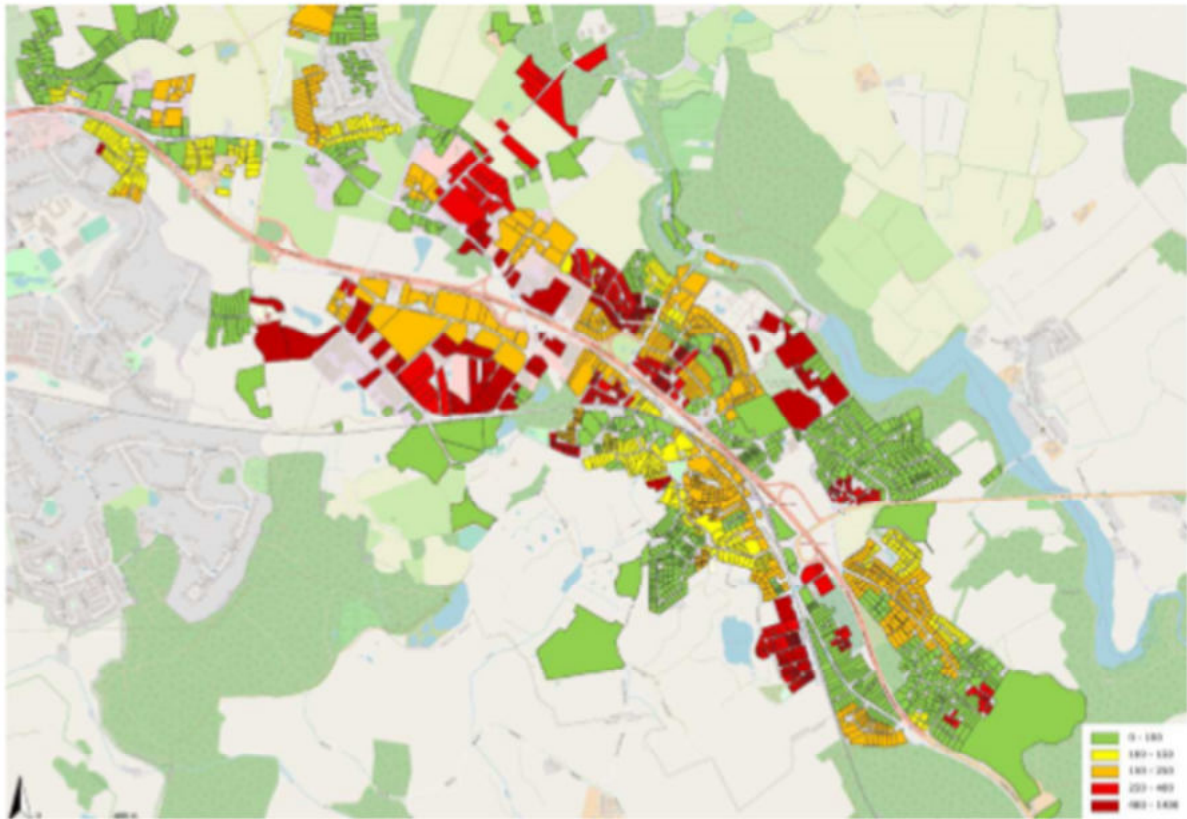


Abbildung 18: Wärmeflächendichte Ortsteil Raisdorf [MW/ha]

Im Ortsteil Raisdorf sind die Gebiete mit einer hohen Wärmeflächendichte nicht so klar verteilt, wie in Klausdorf, dennoch sind einige Gebiete zu erkennen. Als ein Gebiet kann der Ostseepark Schwentinental erkannt werden. Wie hier ein Wärmenetz errichtet werden kann, ist an dieser Stelle zu aufwendig und sollte separat überprüft werden.

Ein weiteres Gebiet ist der Wasserwerksweg mit einer Wärmeflächendichte von mehr als 250 MW/ha. Bei einer Begehung des Gebietes zeigt sich aber, dass hier viele kleine Gewerbebetriebe ansässig sind, sowie ein großer Hersteller von Hydraulik-Komponenten, der bereits ein eigenes BHKW betreibt, sodass ein Wärmenetz hier auf den ersten Blick als unwirtschaftlich erscheint, da die Leitungslängen sehr lang werden würden.

Das Gebiet Ahornallee, Kastanienstraße, Eichenweg, Erenkamp hat ebenfalls eine Wärme­flächendichte von mehr als 250 MWh/ha, sodass eine genauere Betrachtung sich als wirtschaftlich interessant zeigen könnte. Allerdings sollte bei den ersten Betrachtungen der Erenkamp vernachlässigt werden, da dieses Gebiet erst im 2016/2017 erschlossen wurde.

Vom Sankt-Annen-Weg gehen vier Straßen ab, die alle eine hohe Wärme­flächendichte von mehr als 250 MWh/ha aufweisen. Diese sowie das Haus St. Anna könnten ein wirtschaftliches Wärmenetz abgeben. Dies sollte näher untersucht werden.

Vom Rathaus der Stadt Schwentinental könnte unter dem Gesichtspunkt der Vorbildfunktion der Stadt eventuell ebenfalls ein Wärmenetz betrachtet werden. Südlich vom Rathaus ist ein kleines Gebiet mit einer Wärme­flächendichte von mehr als 250 MWh/ha, sodass hier auch eine nähere Betrachtung in Erwägung gezogen werden sollte.

Aus diesen Betrachtungen wurden je Ortsteil drei Gebiete ausgewählt, die im Folgenden näher betrachtet werden.

### **3.2.2 Entwicklung des Wärmebedarfs**

Als Planungsgrundlage kann unter Berücksichtigung eines Kesselwirkungsgrades von 87 % gemäß Gasverbrauch ein Wärmebedarf zum Beheizen und für die Warmwasseraufbereitung ermittelt werden. Der Anteil Gas an der Erzeugung von Raumwärme wird näherungsweise mit 70 % angenommen. Eine Division des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs durch eine geeignete Vollbetriebsstundenzahl ergibt den Wärmeleistungsbedarf. Die Verluste durch die Verteilung der Wärme über ein Wärmenetz werden anhand der Trassenlänge und der

spezifischen Verlustleistung ermittelt. Unter Berücksichtigung einer Bedarfsminderung durch Gleichzeiteffekte ergibt sich der Netzleistungsbedarf. Die Ergebnisse der Wärmebedarfsermittlung sind in Tabelle 38 aufgeführt.

Tabelle 38: Netzwärmebedarf

STADTTEIL	STRASSE	GAS- VERBRAUCH	TRASSEN -LÄNGE	NETZWÄRME- BEDARF	NETZLEISTUNGS- BEDARF
Klausdorf	Kammerkoppel	1.343.841 kWh	1.160 m	1.215.280 kWh	426 kW
Klausdorf	Unterstkoppel	3.937.903 kWh	3.072 m	3.518.184 kWh	1.244 kW
Klausdorf	Mitte	7.401.090 kWh	4.869 m	6.493.376 kWh	2.324 kW
Raisdorf	St. Anna	3.024.873 kWh	1.807 m	2.629.839 kWh	947 kW
Raisdorf	Im Jörn	607.363 kWh	675 m	569.064 kWh	195 kW
Raisdorf	Rathaus	1.448.738 kWh	1.484m	1.455.400 kWh	507 kW

Zur Erläuterung wird die Entwicklung des Wärmebedarfs im Folgenden anhand eines konkreten Gebietes, das für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet ist, näher beschrieben.

Die benötigte jährliche Wärmemenge aller betrachteten Gebäude im Stadtteil Klausdorf in der Straße Kammerkoppel liegt bei etwa 1.063 MWh. Durch die Verteilung würde eine Wärmemenge von 152 MWh pro Jahr verloren gehen, die dem potenziellen Wärmenetz zusätzlich zugeführt werden muss. Die Wärmeverluste wurden hierbei exemplarisch für ein gut gedämmtes und zu empfehlendes Netz aus getrenntem Vor- und Rücklauf und sogenannten Twin-Rohren mit gemeinsamem Vor -und Rücklauf in einem Mantel und gemeinsamer Isolierung betrachtet. Die Verluste betragen bei einer Anschlussdichte von 1,0 MWh/(a·m) in etwa 12,5 %. Somit muss dem potenziellen Wärmenetz unter Einbezug aller Übertragungsverluste eine jährliche Wärmemenge von etwa 1.215 MWh zugeführt werden.

Die entsprechende Lastkennlinie ist in Abbildung 19 dargestellt und ergibt sich aus der Stapelung der einzelnen Lastkennlinien für Raumwärme, Warmwasser und Netzverluste. Der Leistungsbedarf für

die Verteilung der Wärme wird ganzjährig als konstant angenommen. Eine im Jahresverlauf geringfügige Änderung der Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf wie auch der Temperatur des Erdreichs um die Nahwärmeleitungen herum wird vernachlässigt. Die Lastkennlinie für Raumwärme kann bei Unterstellung einer näherungsweisen linearen Abhängigkeit von Außentemperatur und Raumwärmebedarf hinreichend genau konstruiert werden. Die Lastkennlinie für die Warmwasseraufbereitung spiegelt einen sich wiederholenden wöchentlichen Verlauf wieder, der typisch für den heutigen Warmwasserverbrauch ist.

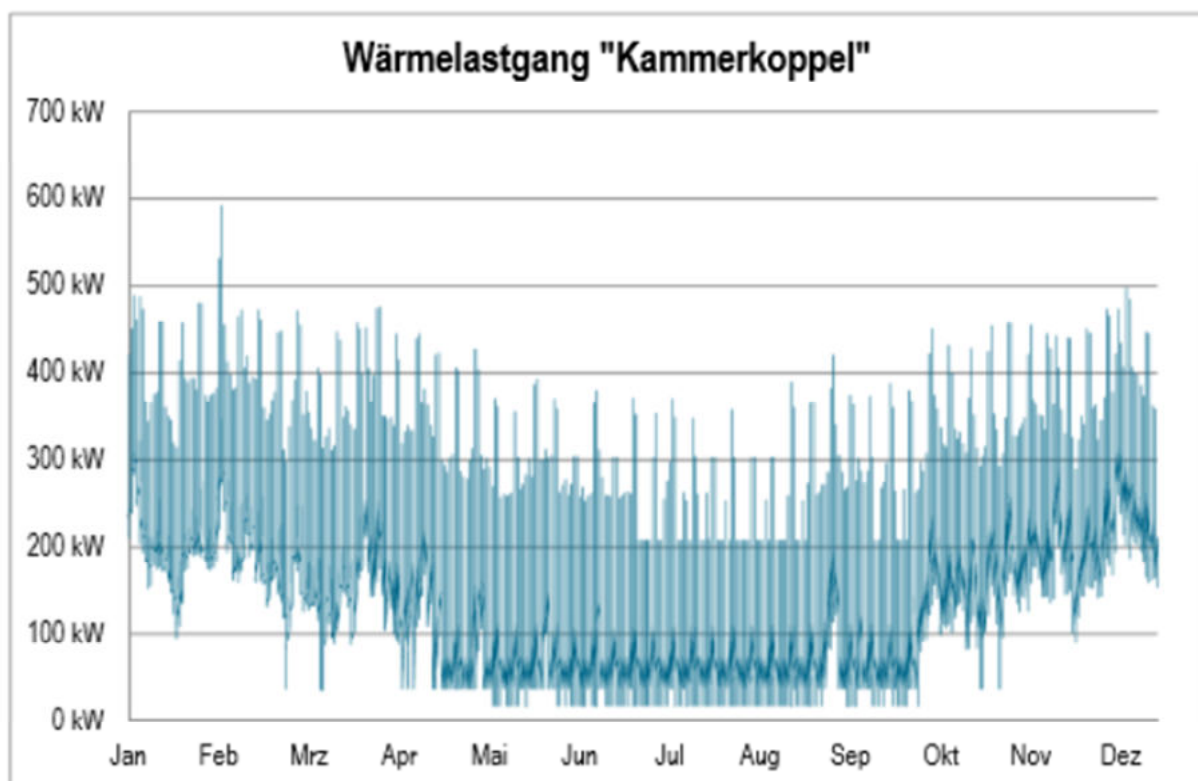


Abbildung 19: Lastenkennlinie der zentralen Wärmeerzeugung Klausdorf-Kammerkoppel

### 3.2.3 Technische Versorgungslösungen

Für die zentrale Wärmeversorgung werden zwei verschiedene technische Ansätze mit unterschiedlichen Energieträgern betrachtet, deren Wahl durch die grundsätzlichen Überlegungen der ökologischen Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit geprägt wurden.

### Variante 1: Blockheizkraftwerk

Eine Versorgungsvariante sieht die zentrale Wärmebereitstellung mittels eines BHKW vor, das aus technischen und wirtschaftlichen Gründen zur Deckung der Wärmegrundlast eingesetzt und wärmegeführt betrieben wird. Die Spitzenlasten, die zum Beispiel an kalten Tagen entstehen, werden durch einen Brennwert-(BW-)Erdgaskessel gedeckt, welcher die Wärmeleistung des gesamten Quartiers bereitstellen könnte, so dass er auch die Besicherung für den temporären Ausfall des BHKW darstellt. Ein Speicher sorgt für eine Zwischenpufferung von überschüssiger Wärme zur späteren Nutzung. Die benötigte Hilfsenergie zum Betrieb des Nahwärmesystems wird primär durch die im BHKW erzeugte elektrische Arbeit gedeckt. Im Falle eines Stillstands des BHKW muss für den Weiterbetrieb der restlichen Erzeugerkomponenten Strom von außerhalb bezogen werden. Die überschüssige Strommenge des BHKW wird gegen Vergütung in das öffentliche Stromnetz eingespeist.

### Variante 2: Biomassekessel / Solarthermie

Die andere Versorgungsvariante basiert auf der zentralen Wärmebereitstellung auf Basis von Holzpellets und Solarthermie. Das hybride Wärmeerzeugersystem wird durch einen Holzpellet Heizkessel gebildet, der durch eine solarthermische Freiflächenanlage unterstützt wird. Die Solaranlage speist ihre solare Wärme dabei vorrangig ein und hilft so, den Verbrauch an Holzpellets durch eine möglichst vollständige Deckung des Wärmebedarfs im Sommer und in der Übergangszeit zu reduzieren. Das wirkt sich wiederum positiv auf Nutzungsgrad, Lebensdauer und Emissionen aus. Ein Speicher puffert sowohl die gewonnene Wärme aus der Solaranlage wie auch die aus dem Holzpellet-Heizkessel für eine spätere Nutzung. Zur Besicherung der Wärmeversorgung und zur Spitzenlastabdeckung wird ebenfalls ein BW-

Erdgaskessel geplant, welcher die Wärmeleistung des gesamten Quartiers bereitstellen könnte. Die Vorratshaltung an Holzpellets wird durch einen maßgeschneiderten Bunker gewährleistet. Der Strom zum Betrieb der Gesamtanlage wird aus dem öffentlichen Netz bezogen.

#### 3.2.4 ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE ANSÄTZE

Um die im nächsten Schritt untersuchten Szenarien wirtschaftlich bewerten zu können, wurden die energiewirtschaftlich relevanten Rahmenparameter definiert. Tabelle 39 gewährt einen Überblick über die energiewirtschaftlichen Ansätze, die der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Grunde gelegt wurden.

Neben einem Kapitalzins von 2 % p.a. wurden Kosten für Energieeinkauf, Wartung und Instandhaltung sowie eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung von 65 €/t festgelegt, wie sie aufgrund des sukzessiven Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Bepreisung in 2026 möglich ist (Bundesregierung, 2021). Die Ansätze für Wartungs- und Reparaturkosten wurden bei den Herstellern angefragt oder stammen aus vergleichbaren Projekten.

Auf Seiten der Gutschriften wurden die Erdgassteuerrückerstattung und der KWK-Index in Höhe von 2,99 ct/kWh (Q4 2019 – Q3 2020) angenommen. Hinzu kommen der KWK-Bonus sowie die vermiedenen Strombezugskosten, die durch den Eigenverbrauch (Netzpumpen) anstelle des Bezugs aus dem öffentlichen Netz eingespart werden. Aufgrund der Stromnutzung vor Ort sind keine Netznutzungsentgelte, Konzessionsabgaben und Stromsteuer, sondern nur eine reduzierte EEG-Umlage in Höhe von 40 % des regulären Umlagesatzes auf den Eigenstromverbrauch zu entrichten.



Tabelle 39: Energiewirtschaftliche Ansätze

Energiewirtschaftliche Ansätze			
Kapitalzinssatz	ca.	2,00%	
Wartung/Reparatur/Versicherung/Betrieb			
Erdgaskessel	ca.	3,00%	je Jahr v.d.Inv.
Pelletkessel	ca.	5,00%	je Jahr v.d.Inv.
Solarthermie	ca.	1,00%	je Jahr v.d.Inv.
Trasse und Bautechnik	ca.	1,00%	je Jahr v.d.Inv.
Anlagentechnik und Installation	ca.	2,50%	je Jahr v.d.Inv.
Versicherung/Sonstiges	ca.	1,00%	je Jahr v.d.Inv.
Energie- und Hilfsstoffkosten			
Arbeitspreis Strom	ca.	15,50	ct/kWh <sub>el</sub>
Arbeitspreis Pellets	ca.	195,99	€/t
Arbeitspreis Erdgas	ca.	3,52	ct/kWh <sub>th</sub>
EEG-Umlage	ca.	6,50	ct/kWh <sub>el</sub>
CO <sub>2</sub> -Preis	ca.	65,00	€/t CO <sub>2</sub>
Gutschriften			
KWK-Index (Mittelwert Q4 2019 - Q3 2020)	ca.	2,99	ct/kWh <sub>el</sub>
KWK-Zuschlag (bis 50 kW <sub>el</sub> )	2020	16,00	ct/kWh <sub>el</sub>
Energiesteuerrückerstattung Erdgas-BHKW	2020	0,55	ct/kWh <sub>th</sub>
mit $H_o/H_i$	1,1	0,61	ct/kWh <sub>th</sub>

Alle Preise und Ansätze sind NETTO!

Die Rahmenbedingungen der KWK-Vergütung nach dem KWKG 2020 wirken sich auf die Betriebsweise und Dimensionierung der BHKW-Anlage aus. Das Vergütungsmodell sieht eine Unterscheidung zwischen

- Eigenstrom i.S.v. Kraftwerkseigenverbrauch (Anlagenstrom, Netzpumpen etc.), der nur für KWK-Anlagen von einer Leistung < 100 kW<sub>el</sub> gefördert wird,
- Stromlieferung an Dritte bzw. in ein geschlossenes Verteilernetz, die nicht in voller Höhe gefördert wird und
- Stromnetzeinspeisung, die in voller Höhe vergütet wird,

vor. Ferner wird diese Förderung nunmehr auf 3.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr begrenzt, was zur Folge haben wird, dass ein Anlagenbetrieb oberhalb dieser Stundenzahl unter nicht wirtschaftlich idealen Bedingungen ablaufe. Energiewirtschaftliche Ziele,

die mit dem Betrieb von KWK-Anlagen verfolgt werden, wie z. B. ein geringer Primärenergiefaktor oder ein bestimmter KWK-Anteil im Netz, können demnach bei wirtschaftlicher Betriebsweise nur noch mit Anlagen erbracht werden, die bis zu 3.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr laufen und die danach im Zweifelsfall abgeschaltet werden.

Tabelle 40: KWK Bonus am Beispiel Klausdorf-Kammerkoppel

KWK-Bonus			Dimension
1. BHKW (KWKG 2020)			
installierte Leistung	ca.	140	kW <sub>e</sub>
Förderdauer	ca.	30.000	Stunden
davon Eigennutzung	ca.	0	Stunden
davon Netzeinspeisung	ca.	30.000	Stunden
Netzeinspeisung			
bis 50 kW	8,00 ct/kWh el	120.000	€/Förderdauer
bis 100 kW	6,00 ct/kWh el	90.000	€/Förderdauer
bis 250 kW	5,00 ct/kWh el	60.000	€/Förderdauer
bis 2.000 kW	4,40 ct/kWh el	0	€/Förderdauer
über 2.000 kW	3,40 ct/kWh el	0	€/Förderdauer
Summe KWK-Bonus	ca.	270.000	€/Förderdauer
mittlerer KWK-Bonus	10 Jahre	27.000	€/Jahr
spez. KWK-Bonus	ca.	9,0	€/Std.

Für die BHKW in den untersuchten Versorgungsvarianten wurden unter der fördertechnischen Voraussetzung eines KWK-Anteils im Netz von mindestens 75 % möglichst niedrige Laufzeiten von minimal 3.500 Jahresvollbenutzungsstunden angenommen. Der KWK-Bonus wurde im Rahmen der Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit unter Annahme eines Zeitraumes von 10 Jahren als Einnahme in jährlich gleichbleibender Höhe berücksichtigt.

### 3.2.5 Anlagendimensionierung und Energiebilanzen

Ein potenzielles Wärmenetz am Beispiel des Stadtteils Klausdorf in der Straße Kammerkoppel benötigt eine jährliche Wärmemenge von etwa 1.215 MWh bei einer Netzwärmeleistung von 426 kW. Eine

solarthermische Freiflächenanlage könnte etwa 10 % des jährlichen Netzwärmebedarfs decken. Der solare Deckungsanteil bezogen auf den Sommerwärmebedarf erreicht einen Wert von 105 %. Damit ergibt sich eine leichte Überdeckung, d. h. im Sommer wird zeitweise mehr Wärme produziert als benötigt. Dies führt nicht zu einer ineffizienten Fahrweise. Die für diese Zwecke erforderliche Kollektorfläche beträgt etwa 642 m<sup>2</sup>. Die nötige Freifläche muss sich aufgrund von leitungsgebundenen Wärmeverlusten in unmittelbarer Nähe zur Heizzentrale befinden.

Die Erzeugung von Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung ist gemäß der Gesetzesänderung im KWKG 2020 aufgrund der Einschränkung der jährlichen Förderung - wenn möglich - auf 3.500 Vollbetriebsstunden zu limitieren. Da die Bundesregierung Wärmenetze mit einer KWK Wärmeabdeckung von mindestens 75 % investiv fördert, eignet sich eine KWK-Anlage mit einer Leistung von 140 kW<sub>el</sub> und 212 kW<sub>th</sub> am besten, welche bei einer jährlichen Laufzeit von 4.380 Stunden etwa 76 % des Netzwärmebedarfs decken könnte.

Um den Wärmebedarf in einem ausreichenden Maß, d. h. mindestens in der Grundlast, abdecken zu können, eignet sich alternativ auch ein Holzpellet-Heizkessel mit einer thermischen Leistung von 270 kW<sub>th</sub>. Dieser deckt mit Einbindung einer solarthermischen Freiflächenanlage etwa 78 % des Netzwärmebedarfs ab.

Die Ergebnisse der Energiebilanzen sind in Tabelle 41 zusammengefasst.

Tabelle 41: Energiebilanzen

Energiebilanz		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Dimension
		Klausdorf - Kammerkoppel		Klausdorf - Unterskoppel		Klausdorf - Mähw.		Ralsdorf - St. Anna		Ralsdorf - im Jörn		Ralsdorf - Raltaus										
Summe Wärmebedarf	CJ.	1.062.856	1.062.856	3.114.523	3.114.523	5.653.589	5.653.589	2.392.400	2.392.400	480.369	480.369	1.260.402	1.260.402								kW <sub>th,D</sub>	
Anschlussleistung	CJ.	409	409	1.198	1.198	2.251	2.251	920	920	185	185	485	485								kW <sub>th</sub>	
Wärmebedarf Raumheizung	70%	743.999	743.999	2.180.166	2.180.166	4.097.513	4.097.513	1.674.680	1.674.680	336.236	336.236	882.282	882.282								kW <sub>th,D</sub>	
Wärmebedarf Warmwasser	30%	318.857	318.857	934.357	934.357	1.756.077	1.756.077	717.720	717.720	144.111	144.111	378.121	378.121								kW <sub>th,D</sub>	
Tagesstrahlungsge	CJ.	1.160	1.160	3.072	3.072	4.869	4.869	1.807	1.807	675	675	1.484	1.484								m	
Verlustleistung	15 W/m²	17	17	46	46	73	73	27	27	10	10	22	22								kW <sub>th</sub>	
Wärmebedarf Netzverluste	87,60 W/m²	152.424	152.424	403.661	403.661	639.787	639.787	237.440	237.440	88.695	88.695	194.998	194.998								kW <sub>th,D</sub>	
Netzstrombedarf	CJ.	1.215.280	1.215.280	3.518.184	3.518.184	6.493.376	6.493.376	2.629.839	2.629.839	569.064	569.064	1.455.400	1.455.400								kW <sub>th,D</sub>	
Netzstrombedarf	CJ.	426	426	1.244	1.244	2.324	2.324	947	947	195	195	507	507								kW <sub>th</sub>	
Strombedarf Netzpumpe	1,5%	18.229	18.229	52.773	52.773	97.401	97.401	39.448	39.448	8.536	8.536	21.831	21.831								kW <sub>th,D</sub>	
<b>BHKW</b>																						
elektrische Leistung	CJ.	140		460		900		460		50		140									kW <sub>el</sub>	
thermische Leistung	CJ.	212		493		986		493		102		212									kW <sub>th</sub>	
Brennstoffleistung	CJ.	364		1.089		2.178		1.089		158		364									kW <sub>th</sub>	
Verbrennungsstunden	CJ.	4.383		5.540		5.337		4.055		4.175		5.372									Std.	
erzeugte elektrische Arbeit	CJ.	622.720		2.525.860		4.884.300		1.855.350		211.600		763.140									kW <sub>el,h</sub>	
erzeugte thermische Arbeit	CJ.	929.238		2.730.993		5.282.653		1.999.286		425.811		1.138.784									kW <sub>th,h</sub>	
Brennstoffbedarf	CJ.	1.683.148		6.032.085		11.623.673		4.415.926		659.485		2.062.704									t	
Deckungsanteil	CJ.	76%		78%		81%		76%		75%		76%									kW <sub>th</sub>	
<b>Speicher</b>																						
Speicherkapazität	2,98t	18,3		42,5		84,9		42,5		8,8		18,3									m³	
Speicherrapazität	CJ.	424		986		1972		986		204		424									kW <sub>th</sub>	
<b>Puffersessel</b>																						
thermische Leistung	CJ.	270		540		1.080		540		135		270									kW <sub>th</sub>	
Verbrennungsstunden	CJ.	3.523		4.667		4.531		3.661		3.289		4.121									kW <sub>th</sub>	
erzeugte thermische Arbeit	CJ.	951.085		2.519.961		4.893.547		2.084.950		439.986		1.112.508									kW <sub>th</sub>	
Wirkungsgrad	CJ.	85%		85%		85%		85%		85%		85%									kW <sub>th</sub>	
Brennstoffbedarf	CJ.	1.118.924		2.964.648		5.787.685		2.452.883		517.631		1.308.961									kW <sub>th</sub>	
Brennstoffbedarf	CJ.	228		605		1.175		501		106		257									t	
Wärmeabdeckung	CJ.	78%		72%		76%		79%		77%		76%									kW <sub>th</sub>	
<b>Speicher</b>																						
Speicherkapazität	2,98t	23,3		46,5		93,0		46,5		11,8		23,3									m³	
Speicherrapazität	CJ.	540		1.080		2.160		1.080		270		540									kW <sub>th</sub>	
<b>Solarthermie</b>																						
Brennstoffelektrische pro Modul	CJ.	4,34		4,34		4,34		4,34		4,34		4,34									m²	
Kollektorspezifische pro Modul	CJ.	4,30		4,30		4,30		4,30		4,30		4,30									m²	
Anzahl Kollektoren	CJ.	66		200		300		110		35		60									500kK	
installierte Kollektorspezifische	CJ.	321		868		1.282		543		173		395									m²	
benötigte Dachfläche	2,0	642		1.976		2.964		1.087		111.036		780.315									m²	
nutzbare solare Energie	CJ.	128.440		395.200		592.800		217.360		69.180		158.080									kW <sub>th</sub>	
Solarer Deckungsanteil Sommer	CJ.	105%		105%		105%		105%		105%		105%									kW <sub>th</sub>	
Wärmeabdeckung	CJ.	10%		11%		9%		8%		12%		10%									kW <sub>th</sub>	
<b>Speicher</b>																						
Speicherkapazität	75 l/m²	24,1		74,1		111,2		42,8		13,0		29,6									m³	
Speicherrapazität	CJ.	559		1.721		2.581		946		301		688									kW <sub>th</sub>	
<b>Erdgasessel</b>																						
installierte thermische Leistung	CJ.	460		460		1.300		1.300		220		520									kW <sub>th</sub>	
erzeugte thermische Arbeit	CJ.	286.042		141.038		787.191		620.963		143.253		316.616									kW <sub>th</sub>	
Wirkungsgrad	CJ.	93%		93%		93%		93%		93%		93%									kW <sub>th</sub>	
Brennstoffbedarf	CJ.	307.572		151.654		846.442		667.691		154.036		340.448									kW <sub>th</sub>	
Wärmeabdeckung	CJ.	24%		12%		22%		18%		25%		15%									kW <sub>th</sub>	

Der Spitzenlastkessel sollte im Störfall die gesamte Wärmespitzenlast von 426 kW decken können. Unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsaspekten und einer ausreichenden Leistungsreserve ist der Einbau eines BW-Erdgaskessels mit einer thermischen Leistung von 460 kW sinnvoll.

### 3.2.6 INVESTITIONSSCHÄTZUNG

Für die Ermittlung der Investitionskosten wurden, soweit für die jeweilige Variante zutreffend, Ausgaben für Solarthermie-, BHKW-, Biomasse- und Kesselanlage, Anlagentechnik und Installation sowie Infrastrukturmaßnahmen kalkuliert. Den angesetzten Ausgaben für Solarthermie-, Biomasseanlagen und BHKW-Module wurden aktuelle Richtpreisangebote zu Grunde gelegt. Ausgaben für Kessel, periphere Anlagentechnik, Installationsleistungen und Genehmigungen sowie Infrastruktur basieren auf Erfahrungswerten der IPP ESN wurden auf die projektspezifischen Gegebenheiten abgestimmt.

Die Aufstellung der Investitionskosten ist Tabelle 42 zu entnehmen. Auf die in den einzelnen Ausgabenkategorien ermittelten Zwischensummen wurde ein spezifischer Aufschlag für Unvorhergesehenes und für Planungsleistungen addiert, um einer für die Konzeptphase angemessenen konservativen Investitionskalkulation Rechnung zu tragen.

Die Investitionen gehen als jährlich gleichbleibende Zahlung in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein. Die kapitalgebundenen Kosten orientieren sich an der Nutzungsdauer der technischen Anlagen gemäß VDI-Richtlinie 2067 - Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen.

(Bundesregierung, 2021) Folgende Abschreibungszeiträume wurden angenommen:

- BHKW-Anlage: 10 Jahre
- Kesselanlage: 20 Jahre
- Solarthermie-Anlage: 20 Jahre
- Anlagentechnik und Installation: 20 Jahre
- Wärmenetz: 40 Jahre

Um die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich zu verbessern, können in der Regel Fördermittel auf Landes- und Bundesebene in Form von zinsgünstigen Krediten und direkten Zuschüssen in Anspruch genommen werden. Die staatliche Förderung erfolgt nach den Richtlinien für die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die die bestehenden Programme zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Gebäudebereich - darunter das Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP) - ersetzt.

Über das KfW-Programm 271 „Erneuerbare Energien - Premium“ kann eine Förderung für Investitionen in Solarkollektoranlagen, Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse und Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden, abgerufen werden. Zu den zuwendungsfähigen Investitionen gehören hierbei neben den Kosten für die Wärmeerzeugungsanlage alle finanziellen Aufwendungen für Pumpen, Rohrleitungen, Wärmetauscher, Wärmespeicher sowie der Elektro-, Mess-, Steuerungs- und Regeleinrichtung (KfW, 2021).

Mit der Stromvergütung für KWK-Anlagen und der Förderung von Wärme- und Kältespeicher sieht das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz auch eine investive Förderung für Wärme- und Kältenetze vor. Dafür

muss die Versorgung zu mindestens 75 % aus KWK-Wärme erfolgen. Zudem muss an das Netz mindestens ein Abnehmer angeschlossen sein, der nicht Eigentümer oder Betreiber der eingespeisten KWK-Anlage ist (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021).

Neben den bereits genannten Förderprogrammen, welche sich dadurch auszeichnen, dass sie bei Einhaltung der technischen und organisatorischen Vorgaben durch den Fördermittelgeber im Rahmen der Verfügbarkeit von Haushaltsmitteln gesichert zur Verfügung stehen, gibt es weitere investive Förderprogramme, bei denen die Mittel im Bewerbungsverfahren vergeben werden. Da diese Förderprogramme nicht gesichert zur Verfügung stehen, wurden sie in den nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht berücksichtigt.



Tabelle 42: Investitionen

Investitionen	Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Variante 1		Variante 2		Dimension
	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	
BHKW	Zwischensumme	ca.	204.175	0	402.663	0	805.326	0	402.663	0	105.542	0	204.175	0	105.542	0	€
	Unterangeseheres	5%	10.209	0	20.133	0	40.266	0	20.133	0	5.277	0	10.209	0	5.277	0	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	21.438	0	42.280	0	84.559	0	42.280	0	11.082	0	21.438	0	11.082	0	€
	Investition BHKW	ca.	235.822	0	465.076	0	930.152	0	465.076	0	121.901	0	235.822	0	121.901	0	€
Pelletkessel	Zwischensumme	ca.	131.900	0	263.800	0	527.600	0	263.800	0	65.950	0	131.900	0	65.950	0	€
	Unterangeseheres	5%	6.595	0	13.190	0	26.380	0	13.190	0	3.298	0	6.595	0	3.298	0	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	13.850	0	27.699	0	55.398	0	27.699	0	6.925	0	13.850	0	6.925	0	€
	Investition Pelletkessel	ca.	152.345	0	304.689	0	609.378	0	304.689	0	76.172	0	152.345	0	76.172	0	€
Solarthermie	Zwischensumme	ca.	111.146	0	323.957	0	647.914	0	323.957	0	59.284	0	111.146	0	59.284	0	€
	Unterangeseheres	5%	5.557	0	16.198	0	32.396	0	16.198	0	2.960	0	5.557	0	2.960	0	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	11.670	0	34.016	0	68.032	0	34.016	0	6.216	0	11.670	0	6.216	0	€
	Investition Solarthermie	ca.	128.374	0	371.171	0	742.342	0	371.171	0	68.380	0	128.374	0	68.380	0	€
Erdgasessel	Zwischensumme	ca.	34.000	80.000	160.000	160.000	320.000	320.000	160.000	160.000	32.000	32.000	64.000	64.000	32.000	32.000	€
	Unterangeseheres	5%	1.700	4.000	8.000	8.000	16.000	16.000	8.000	8.000	800	800	1.600	1.600	800	800	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	3.570	8.000	16.000	16.000	32.000	32.000	16.000	16.000	1.600	1.600	3.200	3.200	1.600	1.600	€
	Investition Erdgasessel	ca.	39.270	92.000	184.000	184.000	368.000	368.000	184.000	184.000	20.790	20.790	41.580	41.580	20.790	20.790	€
Anlagentechnik und Installation	Zwischensumme	ca.	98.500	122.000	157.000	157.000	314.000	314.000	157.000	157.000	65.500	65.500	98.500	98.500	65.500	65.500	€
	Unterangeseheres	5%	4.925	6.100	9.850	9.850	19.700	19.700	9.850	9.850	3.275	3.275	4.000	4.000	3.275	3.275	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	10.343	12.810	20.585	20.585	41.170	41.170	20.585	20.585	6.553	6.553	8.400	10.343	6.553	8.400	€
	Investition Anlagentechnik und Installation	ca.	113.768	140.910	227.535	227.535	455.070	455.070	227.535	227.535	75.653	75.653	92.400	113.768	75.653	92.400	€
Trasse und Bautechnik	Zwischensumme	ca.	658.400	1.093.760	1.556.280	1.556.280	3.112.560	3.112.560	1.556.280	1.556.280	410.750	410.750	658.400	658.400	410.750	410.750	€
	Unterangeseheres	5%	32.920	54.688	79.754	79.754	159.508	159.508	79.754	79.754	20.538	20.538	32.920	32.920	20.538	20.538	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	69.132	114.845	167.504	167.504	335.008	335.008	167.504	167.504	41.071	41.071	69.132	69.132	41.071	41.071	€
	Investition Trasse und Bautechnik	ca.	760.452	1.263.293	1.803.538	1.803.538	3.607.076	3.607.076	1.803.538	1.803.538	452.859	452.859	760.452	760.452	452.859	452.859	€
Investitionssumme (netto)	Zwischensumme	ca.	1.194.208	1.961.679	2.841.343	2.841.343	5.682.686	5.682.686	2.841.343	2.841.343	658.071	658.071	1.194.208	1.194.208	658.071	658.071	€
	Unterangeseheres	5%	51.697	84.921	123.002	123.002	246.004	246.004	123.002	123.002	30.790	30.790	51.697	51.697	30.790	30.790	€
	Planung, Gutachten etc.	10%	108.554	178.534	268.504	268.504	537.008	537.008	268.504	268.504	64.512	64.512	108.554	108.554	64.512	64.512	€
	Investitionssumme (brutto)	ca.	1.354.359	2.224.734	3.232.849	3.232.849	6.465.700	6.465.700	3.232.849	3.232.849	753.373	753.373	1.354.359	1.354.359	753.373	753.373	€

### 3.2.7 WIRTSCHAFTLICHKEITSRECHNUNG

Für die untersuchten Gebiete und ihre zentralen Versorgungsvarianten wurde auf Basis der Investitionsschätzungen und der Energiebilanzen eine statische Wirtschaftlichkeitsberechnung anhand der Ein- und Auszahlungen in den Kategorien Kapitalkosten, Betriebs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Energiebezugskosten und Gutschriften durchgeführt. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erfolgt über die Berechnung der Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems.

Von den Erkenntnissen der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausgehend lässt sich grundsätzlich festhalten, dass die Wärmegestehungskosten der zentralen Versorgungsvarianten in den untersuchten Gebieten angesichts der unvermeidbaren Planungsunsicherheiten und möglichen Schwankungen in einer vergleichbaren Größenordnung liegen. Allerdings birgt die Wärme aus der KWK-Anlage trotz des günstigen Brennstoffpreises für Holzpellets und der Einführung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch für Emittenten, die nicht dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, das größte wirtschaftliche Potenzial zur zentralen Wärmebereitstellung. Dies liegt in den Fördermöglichkeiten über das KWK-Gesetz und der Rückerstattung der Energiesteuer begründet.

Betrachtet man die zentrale BHKW-Wärmelösung am Beispiel des Stadtteils Klausdorf in der Straße Kammerkoppel, ergeben sich Wärmegestehungskosten von 94 €/MWh. Im Vergleich der Energieträger sind die Wärmegestehungskosten des Wärmeerzeugersystems bestehend aus Holzpellet-Heizkessel, Solarthermieanlage und gasbefeuertem Spitzenlastkessel mit 102 €/MWh um etwa 9 % höher.

Die wirtschaftlichen Ergebnisse gelten zunächst unter den Annahmen derzeitiger Energiepreise. Zusätzlich beginnt in 2021 die Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Da die Investition in ein neues Erzeugungssystem eine langfristige ist, floss in die Wirtschaftlichkeitsrechnungen auch schon die CO<sub>2</sub>-Bepreisung ein, die ab 2026 möglich ist. Die Entwicklung über 2026 hinaus ist bisher nicht festgelegt. Mit einer weiter steigenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung steigt auch die Vorteilhaftigkeit des biogenen Wärmeerzeugersystems. Zudem sorgt die Integration einer Solarthermieanlage für eine Stabilität der Wärmegestehungskosten, da der solare Deckungsanteil keine Brennstoffkosten verursacht und auch von nach 2026 ggf. weiter steigenden CO<sub>2</sub>-Kosten nicht betroffen ist.

Die langfristige Entwicklung ist mit Unsicherheiten verbunden. So wird der Austausch von Erdgas- oder Erdöl- gegen Pelletheizungen derzeit stark gefördert. Dies kann dazu führen, dass die Nachfrage nach Pellets und damit auch der Preis stark ansteigen. Ebenso ist es denkbar, dass die Anbieter von Erdgas zur Vermeidung eines stärkeren Nachfragerückgangs versuchen, die Mehrkosten durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung zumindest teilweise durch Preisnachlässe zu kompensieren. Angesichts der klimabedingten Steuerungsnotwendigkeit in Richtung eines Ausstiegs aus fossilen Energieträgern wird jedoch eher damit gerechnet, dass die Kosten von Erdgasnutzungen langfristig stärker ansteigen.

Alternativ wäre es denkbar, für den Spitzenlastkessel und ggf. das BHKW statt Erdgas Biogas oder langfristig „grünen“ Wasserstoff einzusetzen. Biogas wäre schon heute bilanziell verfügbar; sein Einsatz würde zu Erhöhungen der Wärmepreise führen - bei gleichzeitiger CO<sub>2</sub>-

Minderungen. Die Pelletheizung und das BHKW würden also unter Klimagesichtspunkten in etwa gleichauf liegen.

Tabelle 43: Wärmegestehungskosten

Wirtschaftlichkeit		BHKW + Pelletkessel + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Pelletkessel + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Pelletkessel + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Pelletkessel + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	BHKW + Pelletkessel + Erdgasessel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgasessel	Dimension
Strombezug Mikrenergie	ca.	8.973	18.229	18.958	52.773	37.059	97.401	20.661	39.448	4.412	8.595	kWh <sub>th</sub>
Stromgegenbrauch	ca.	9.296	0	33.814	0	60.342	0	18.566	0	4.124	0	kWh <sub>th</sub>
Stromerzeugung BHKW	ca.	594.782	0	2.416.260	0	4.677.429	0	1.781.120	0	201.128	0	kWh <sub>th</sub>
Brennstoffbezug BHKW	ca.	1.683.148	0	6.032.085	0	11.623.673	0	4.415.926	0	659.495	0	kWh <sub>th</sub>
Brennstoffbezug Kessel	ca.	307.572	151.654	846.442	667.691	1.324.137	1.110.982	678.805	362.965	154.096	68.418	kWh <sub>th</sub>
Brennstoffbezug Pelletkessel	ca.	0	228	0	505	0	1.175	0	501	0	106	t
erzeugte Wärmemenge	ca.	1.215.280	1.215.280	3.518.184	3.518.184	6.493.376	6.493.376	2.629.839	2.629.839	599.064	599.064	kWh <sub>th</sub>
erzeugte Wärmemenge Erdgasen	ca.	1.062.856	1.062.856	3.114.523	3.114.523	5.853.589	5.853.589	2.392.400	2.392.400	480.369	480.369	kWh <sub>th</sub>
Anzahl der Wert für CO <sub>2</sub> -Bepreisung	ca.	490	37	1.692	164	3.185	273	1.253	89	200	17	tCO <sub>2</sub>
Investitionen												
BHKW-Anlage	ca.	235.822	0	465.076	0	590.152	0	465.076	0	121.901	0	€
Pelletkessel	ca.	0	152.345	0	304.689	0	609.378	0	304.689	0	76.172	€
Solarthermieanlage	ca.	0	128.374	0	374.171	0	580.593	0	223.198	0	68.380	€
Trosse und Budechnik	ca.	534.534	760.452	1.263.293	1.842.548	1.959.769	2.963.511	781.138	1.126.622	349.676	474.418	€
Kesselanlage	ca.	39.270	39.270	92.400	92.400	184.800	184.800	92.400	92.400	20.790	20.790	€
Anlagen- und Isolationskosten	ca.	92.400	113.768	140.910	227.535	281.820	528.990	140.910	227.535	75.653	69.878	€
Investitionssumme (netto)	ca.	902.026	1.194.208	1.961.679	2.841.343	3.356.541	4.867.272	1.479.524	1.974.443	548.079	709.636	€
Kapitalkosten												
BHKW-Anlage	10 Jahre	26.283	0	51.775	0	103.551	0	51.775	0	13.571	0	€
Pelletkessel	20 Jahre	0	9.317	0	18.634	0	37.268	0	18.634	0	4.658	€
Solarthermieanlage	20 Jahre	0	7.851	0	22.883	0	35.507	0	13.650	0	4.182	€
Kesselanlage	25 Jahre	2.011	2.011	4.733	4.733	9.466	9.466	4.733	4.733	1.065	1.065	€
Anlagen- und Isolationskosten	25 Jahre	4.733	5.827	7.217	11.654	14.435	27.095	7.217	11.654	3.875	3.579	€
Trosse und Budechnik	40 Jahre	19.540	27.799	46.181	67.366	71.641	108.333	28.555	41.184	12.783	17.343	€
Jährliche Kapitalkosten	ca.	28.265	19.179	56.508	46.250	113.016	82.240	56.508	37.017	14.636	9.905	€
Wartungskosten												
BHKW-Anlage	ca.	6.951	0	13.823	0	26.637	0	10.120	0	2.922	0	€
Pelletkessel	ca.	0	8.022	0	16.044	0	32.089	0	16.044	0	4.011	€
Solarthermieanlage	ca.	0	2.025	0	5.501	0	9.157	0	3.520	0	1.078	€
Anlagen- und Isolationskosten	ca.	2.310	2.844	3.523	5.688	7.046	13.225	3.523	5.688	1.891	1.747	€
Kesselanlage	ca.	1.178	1.178	2.772	2.772	5.544	5.544	2.772	2.772	624	624	€
Trosse und Budechnik	ca.	7.897	8.301	19.391	20.269	30.309	32.557	11.787	12.350	4.982	5.149	€
Wartungsfürsorgekosten	ca.	9.020	11.942	19.617	28.413	33.565	48.673	14.795	19.744	5.680	7.096	€
Jährliche Wartungskosten	ca.	27.387	34.312	59.126	79.048	103.101	141.244	42.996	60.120	16.099	19.706	€
Energiekosten												
Anlagenstrom	ca.	1.391	2.826	2.939	8.180	5.744	15.097	3.237	6.114	684	1.323	€
Anlagenstrom Erdgas	ca.	70.073	5.338	242.124	23.503	455.763	39.107	179.335	12.776	28.636	2.408	€
Anlagenstrom Pellet	ca.	0	44.755	0	118.580	0	230.292	0	98.110	0	20.704	€
EEG-Umlage zur Eigenstrom	40%	241	0	879	0	1.569	0	483	0	107	0	€
CO <sub>2</sub> -Kosten	ca.	31.832	2.425	109.908	10.676	207.035	17.765	81.465	5.804	13.006	1.094	€
Jährliche Energiekosten	ca.	103.536	55.343	355.930	160.939	670.111	302.260	264.519	122.805	42.436	25.530	€
Gütekoeffizienten												
KWK-Index	ca.	17.778	0	72.222	0	139.808	0	53.238	0	6.012	0	€
KWK-Zuschlag	ca.	31.500	0	81.550	0	163.100	0	81.550	0	28.000	0	€
Energieerzeugerkosten	ca.	10.183	0	36.494	0	70.323	0	26.716	0	3.990	0	€
Jährliche Gütekoeffizienten	ca.	59.461	0	190.266	0	373.232	0	161.504	0	38.002	0	€
Wärmegestehungskosten	ca.	99.697	100.834	281.297	286.277	512.997	525.744	202.519	219.941	35.169	55.141	€
spezifische Wärmegestehungskosten	ca.	9,4	10,2	9,0	9,2	8,8	9,0	8,5	9,2	7,3	11,5	ct/kWh <sub>th</sub>



### 3.2.8 CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN UND PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH

Auf Basis der CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aus Tabelle 1 wurden für die untersuchten Gebiete und ihre zentralen Versorgungsvarianten die CO<sub>2</sub>-Bilanzen erstellt.

Der Brennstoff wird in KWK-Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion eingesetzt. Unter Berücksichtigung geltender Bilanzierungsregeln sind Emissionen, die bei der Erzeugung von KWK-Strom und KWK-Wärme anfallen, bilanziell zu trennen. (AGFW, 2021) Dafür wurde die Carnot-Methode (Exergie-Methode) angewandt. Der jeweilig angegebene Allokationsfaktor weist aus, wie viel Prozent des eingesetzten Brennstoffes zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt wird.

Durch den erhöhten Gaseinsatz bei der kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme durch ein BHKW wird lokal mehr CO<sub>2</sub> emittiert, als bei einer konventionellen Erdgasheizung. Da die CO<sub>2</sub>-Emissionen allerdings auf die Kuppelprodukte aufgeteilt werden und sowohl die Quantität der nutzbaren Energie als auch die Qualität der Energieumwandlung beurteilt wird, ergeben sich bilanziell CO<sub>2</sub>-Emissionen, die deutlich unter denen einer konventionellen Erdgasheizung liegen. Vereinfacht ausgedrückt werden durch die Stromproduktion des BHKW an anderer Stelle mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden als hier lokal freigesetzt werden.

Aus Sicht der Umwelt werden bei der Verbrennung von Holzpellets und der Umwandlung von Sonnen- in Wärmeenergie nur die beim Herstellungs- und Veredelungsprozess sowie die beim Transport entstandenen Emissionen freigesetzt. Bei einer Umsetzung der biogenen Wärmeerzeugersysteme (Pelletkessel) und Solarthermie ergeben sich

somit im Vergleich zu den BHKW-Wärmelösungen Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen von etwa 50 %. Tabelle 44 zeigt die CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Versorgungsvarianten in den untersuchten Gebieten.

Tabelle 44: CO<sub>2</sub>-Emissionen zentrale Wärmebereitstellung

STADTEIL	VERSORGUNGSVARIANTE	CO <sub>2</sub> -EMISSIONEN
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	153 t CO <sub>2</sub>
Kammerkoppel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	72 t CO <sub>2</sub>
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	478 t CO <sub>2</sub>
Unterstkoppel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	260 t CO <sub>2</sub>
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	844 t CO <sub>2</sub>
Mitte	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	454 t CO <sub>2</sub>
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	365 t CO <sub>2</sub>
St. Anna	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	165 t CO <sub>2</sub>
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	69 t CO <sub>2</sub>
Im Jörn	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	33 t CO <sub>2</sub>
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	179 t CO <sub>2</sub>
Rathaus	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	92 t CO <sub>2</sub>

Der Primärenergiebedarf der einzelnen Versorgungsvarianten ergibt sich aus dem Nutzwärmebedarf multipliziert mit dem berechneten Primärenergiefaktor (vgl. Tabelle 45). Hier zeigt sich, dass der Einsatz einer KWK-basierten Wärmeversorgung den geringeren Primärenergiebedarf zur Folge hat. Hierbei ist insbesondere die primärenergetische Gutschrift resultierend aus der Verdrängung von konventionellem Strom ein entscheidender Faktor. Aufgrund des Einspeiseprivilegs von Strom aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen und Hocheffizienzanlagen (KWK) ist KWK-Strom dem Wärmesystem bilanziell gutzuschreiben. Die Bewertung dessen mit dem Faktor 2,8 für den Strom-Verdrängungsmix sorgt für enorme Gutschriften und einen günstigen Primärenergiefaktor. Dementsprechend weisen die KWK-Varianten deutlich günstigere Primärenergiefaktoren auf als Versorgungslösungen mit Biomassekesselanlagen (Holzpellets). Dabei wirkt sich die Einbindung einer solarthermischen Anlage begünstigend aus.



Tabelle 45: Primärenergiefaktoren

ENERGIETRÄGER	PRIMÄRENERGIEFAKTOR
ERDGAS	1,1
HOLZ	0,2
STROM	2,8

Tabelle 46: Primärenergiebedarf zentrale Wärmebereitstellung

STADTEIL	VERSORGUNGSVARIANTE	PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	549.526 kWh ( $P_F=0,45$ )
Kammerkoppel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	441.646 kWh ( $P_F=0,36$ )
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	853.935 kWh ( $P_F=0,24$ )
Unterstkoppel	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	1.475.153 kWh ( $P_F=0,42$ )
Klausdorf	BHKW + Erdgaskessel	1.249.553 kWh ( $P_F=0,19$ )
Mitte	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	2.646.319 kWh ( $P_F=0,41$ )
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	675.526 kWh ( $P_F=0,26$ )
St. Anna	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	1.000.291 kWh ( $P_F=0,38$ )
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	344.079 kWh ( $P_F=0,60$ )
Im Jörn	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	202.687 kWh ( $P_F=0,36$ )
Raisdorf	BHKW + Erdgaskessel	631.905 kWh ( $P_F=0,43$ )
Rathaus	Solarthermie + Pelletkessel + Erdgaskessel	550.384 kWh ( $P_F=0,38$ )

### 3.3 ENTWICKLUNG DER ENERGIEEFFIZIENZ

Auf den ersten Blick sind die Potenziale zur Energieeinsparung sehr groß. Hier gilt es aber zu unterscheiden zwischen theoretischen, technischen und wirtschaftlichen Potenzialen. Spricht man von den „Energieeinsparpotenzialen“, ist meist das technische Potenzial gemeint. Es beschreibt den Teil des theoretischen, maximal möglichen Potenzials, der unter gegebenen technischen Rahmenbedingungen nutzbar ist. Analysen gehen davon aus, dass in Deutschland langfristig bis zu 50 % des derzeitigen Energieverbrauchs vermieden werden können, ohne auf Energiedienstleistungen wie Wärme, Transport oder Beleuchtung zu verzichten.

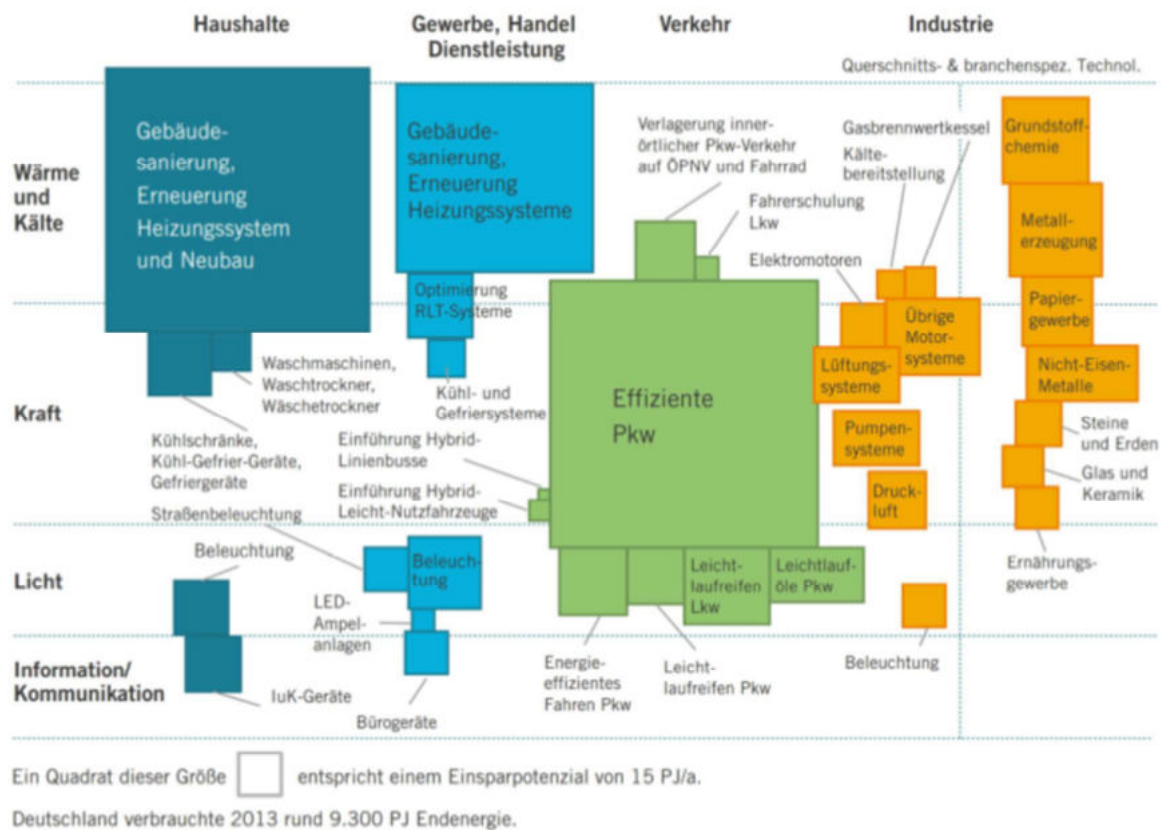


Abbildung 20: Energieeffizienzlandkarte (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015)

Die Fläche der Effizienzquadrate steht für die Größe des Einsparpotenzials. Die Landkarte zeigt: Die größten „Effizienzschätze“ sind durch die energetische Modernisierung im Gebäudebestand und die rasche Einführung sparsamerer Fahrzeuge zu heben. Aber auch bei elektrischen Haushaltsgeräten und in der Industrie sind noch erhebliche Einsparungen möglich. Die kleinteilige Effizienzlandkarte signalisiert allerdings auch: Die Einsparpotenziale verteilen sich auf sehr viele unterschiedliche Bereiche.

Energieeffizienzpotenziale zu erschließen ist oft einfacher gesagt als getan. Es gibt verschiedene Hürden, die es zu meistern gilt. Energieeffizienzmaßnahmen erfordern Investitionen. Auch wenn diese Investitionen über ihre Lebensdauer ein Mehrfaches an Energiekosten einsparen, stehen diejenigen vor Schwierigkeiten, die zu wenig Eigenkapital haben, keinen Kredit aufnehmen wollen oder können – etwa

weil sie zu alt sind. Viele Menschen verschieben hohe Anfangsinvestitionen, während sie andere Ausgaben mit einem unmittelbaren Nutzen vorziehen (z.B. neues Badezimmer, Auto, große Reise).

Ein weiteres Hemmnis: Sowohl in vielen privaten Haushalten als auch in den meisten Betrieben stellen die Energiekosten heute nur einen vergleichsweise kleinen Kostenfaktor im Vergleich zu anderen Ausgaben dar. Damit haben Maßnahmen der Energieeffizienz vielfach nur einen geringen Stellenwert, zumal sie – anders als Anlagen, die erneuerbare Energieträger nutzen – oft weder sichtbar noch attraktiv sind. Viele Betriebe führen Einsparmaßnahmen zudem nur dann durch, wenn sie sich innerhalb weniger Jahre amortisieren, d.h. wenn das investierte Kapital schon nach kurzer Zeit durch Einsparungen wieder hereinkommt. Damit fallen viele Effizienzmaßnahmen weg, die jenseits einer kurzen Amortisationszeit eine sehr gute Verzinsung gebracht hätten.

Viele weitere Hemmnisse verhindern im Einzelfall Effizienzmaßnahmen. Oft fehlen fachliche Informationen. Effizienz kann auch mit baulichen Maßnahmen einhergehen – Unannehmlichkeiten wie Dreck und Lärm werden gescheut. Nicht immer profitieren zudem diejenigen, die investieren, von den Effizienzmaßnahmen. Wenn ein Vermieter beispielsweise in eine Wärmedämmung investiert, sinken für den Mieter die Energiekosten. Technische und rechtliche Hemmnisse kommen hinzu. Diese und viele weitere Hemmnisse tragen dazu bei, dass oft nicht das gesamte wirtschaftliche Potenzial zur Energieeinsparung ausgeschöpft wird.

Werden Maßnahmen zur Senkung des Energieeinsatzes ergriffen, so sind diese gelegentlich nicht so erfolgreich wie erwartet oder führen zu gegenteiligen Effekten. Das kann am so genannten „Rebound-Effekt“ liegen. Er wurde erstmalig 1865 von dem englischen Ökonomen William Stanley Jevons formuliert. Dieser hatte beobachtet, dass durch die Einführung der Watt'schen Dampfmaschine, die dreimal effizienter als die Vorgängermaschine war, der britische Kohleverbrauch deutlich angestiegen war. Die kohlebefeuerte Dampfmaschine war durch die Effizienzsteigerung wettbewerbsfähiger zu betreiben, weshalb insgesamt mehr als dreimal so viele neue Maschinen eingesetzt wurden.

Die Höhe des Rebound-Effektes lässt sich kaum bestimmen und vorhersagen. Verschiedene Studien kommen zu dem Schluss, dass die Energieeinsparung durch Effizienzmaßnahmen zwischen 0 und 30 Prozent (typischerweise 10 Prozent) durch Rebound-Effekte gemildert wird (siehe Hinweise am Ende des Kapitels). Sie mindern damit die Wirksamkeit von Einsparmaßnahmen, stellen sie aber keineswegs in Frage.

### ENERGIEEFFIZIENZ IM KONKRETEN

Die Betrachtung der Energieeffizienz von Gebäuden, die einen großen Anteil ausmachen, wurde bereits in Form der Gebäudesanierung betrachtet. Ein weiterer Punkt ist die Energieeffizienz von Stromverbrauchern, sowie die Energieeffizienz von Wärmeversorgungsanlagen und technischen Anlagen im Bereich der Wirtschaft. Auch der Bereich der Wärmeversorgungsanlagen wurde bereits mit betrachtet, auch in Hinblick auf einen Austausch der Heizung. In dem Zuge wurde davon ausgegangen, dass stets effiziente Systeme eingesetzt werden.

Studien zeigen, dass in den vergangenen Jahren viele Stromverbraucher deutlich energieeffizienter geworden sind, allerdings ist der Strombedarf im Vergleich zu 1990 um bis 3 % pro Haushalt gestiegen (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Strom in unserem Alltag einen immer höheren Stellenwert einnimmt, sei es durch Medienkonsum, größerer Wohnflächen oder auch das Elektroauto vor dem Haus, welches durch Strom geladen wird. Dies zeigt, dass auch in der Zukunft nicht mit einem Rückgang des Strombedarfes in privaten Haushalten zu rechnen ist (Rebound-Effekt). Zwar ist davon auszugehen, dass die Stromverbraucher weiterhin energieeffizienter werden, allerdings wird dies vom Nutzerverhalten zum Teil kompensiert.

Bei der Anlagentechnik zu Produktionsstätten oder Verkaufsflächen von Gewerbebetrieben können keine Aussagen getroffen werden, da hier nicht hinreichend bekannt ist, welche Technologien verwendet werden, und diese je nach Unternehmen sehr unterschiedlich ausgestaltet sein können. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass sämtliche Energieverbraucher bei einem notwendigen Austausch auch hinsichtlich der Energieeffizienz bewertet werden sollten. Ist eine energieeffizientere Anlage nur geringfügig teurer, sollte hier im Sinne des Klimaschutzes entschieden werden.

Im Bereich des Basis-Szenarios werden keine Energieeffizienzmaßnahmen berücksichtigt, da diese entweder im Bereich der Gebäudesanierung berücksichtigt werden oder durch den Rebound-Effekt kompensiert werden. Im Klimaschutz-Szenario wird der Stromverbrauch im Sektor GHD-Kommunen um 50 % reduziert, da

knapp 50 % des Strombedarfes im Sektor GHD Kommunen für Beleuchtung genutzt werden. Durch eine Umstellung auf LED-Beleuchtung können etwa 80 % der Energie eingespart werden. Im Bereich Wirtschaft und Industrie hingegen sind es lediglich 4%, sodass der Strombedarf um hier lediglich 3 % verringert werden kann.

### 3.4 UMSTELLUNG AUF ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER

Einen großen Anteil zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in Zukunft erneuerbare Energieträger übernehmen, zumindest teilweise.

So stehen zur Deckung der Energiebedarfe grundsätzlich folgende Optionen zur Verfügung:

- Fossile Biomasse (Erdgas, Erdöl)
- Biomasse (Holz, Stroh, Abfall)
- Gase, die beim Abbau von Biomasse entstehen (Biogas, Biomethan)
- Nutzung der Sonnenenergie

Am 1. November 2020 ist das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) in Kraft getreten, welches in § 72 „Betriebsverbot für Heizkessel, Ölheizungen folgendes besagt:

*(1) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und vor dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben.*

*(2) Eigentümer von Gebäuden dürfen ihre Heizkessel, die mit einem flüssigen oder gasförmigen Brennstoff beschickt werden und ab dem 1. Januar 1991 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nach Einbau oder Aufstellung nicht mehr betreiben.*

*(3) Die Absätze 1 und 2 sind nicht anzuwenden auf*

- 1. Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel sowie*
- 2. heizungstechnische Anlagen, deren Nennleistung weniger als 4 Kilowatt oder mehr als 400 Kilowatt beträgt.*

*(4) Ab dem 1. Januar 2026 dürfen Heizkessel, die mit Heizöl oder mit festem fossilem Brennstoff beschickt werden, zum Zwecke der Inbetriebnahme in ein Gebäude nur eingebaut oder in einem Gebäude nur aufgestellt werden, wenn*

- 1. ein Gebäude so errichtet worden ist oder errichtet wird, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 anteilig durch erneuerbare Energien nach Maßgabe der §§ 34 bis 41 und nicht durch Maßnahmen nach den §§ 42 bis 45 gedeckt wird,*
- 2. ein bestehendes öffentliches Gebäude nach § 52 Absatz 1 so geändert worden ist oder geändert wird, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf anteilig durch erneuerbare Energien nach Maßgabe von § 52 Absatz 3 und 4 gedeckt wird und die Pflicht nach § 52 Absatz 1 nicht durch eine Ersatzmaßnahme nach § 53 erfüllt worden ist oder erfüllt wird,*
- 3. ein bestehendes Gebäude so errichtet oder geändert worden ist oder geändert wird, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf anteilig durch erneuerbare Energien gedeckt wird, oder*
- 4. bei einem bestehenden Gebäude kein Anschluss an ein Gasversorgungsnetz oder an ein Fernwärmeverteilungsnetz hergestellt werden kann, weil kein Gasversorgungsnetz der allgemeinen Versorgung oder kein Verteilungsnetz eines Fernwärmeversorgungsunternehmens am Grundstück anliegt und eine anteilige Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs durch erneuerbare Energien technisch nicht möglich ist oder zu einer unbilligen Härte führt.*

*Die Pflichten nach § 10 Absatz 2 Nummer 3 und nach § 52 Absatz 1 bleiben unberührt.*



*(5) Absatz 4 Satz 1 ist nicht anzuwenden, wenn die Außerbetriebnahme einer mit Heizöl oder mit festem fossilem Brennstoff betriebenen Heizung und der Einbau einer neuen nicht mit Heizöl oder mit festem fossilem Brennstoff betriebenen Heizung im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte führen.*

Das bedeutet, dass in Zukunft nur noch Ölheizungen mit einem regenerativen Hauptanteil, verbaut werden dürfen und der Anteil von Öl an der Wärmeversorgung deutlich sinken wird.

Bisher ist Gas im Gebäudeenergiegesetz (GEG) noch erlaubt, aber auch hier ist denkbar, dass es in Zukunft Anteile von regenerativen Energien geben muss, ähnlich ist es bereits jetzt, dass neue Gebäude gewisse Dämmstandards erfüllen müssen.

Aus den o.g. physikalischen Möglichkeiten ergeben sich folgende technische, regenerative Lösungen:

Tabelle 47: Regenerative Energiequellen

	TECHNISCHE UMSETZUNG	BESCHREIBUNG DER TECHNIK
VERBREN- NUNG VON BIOMASSE	Holzpelletkessel	Es muss ein ausreichend großer Lagerraum und die Möglichkeit der Anlieferung vorhanden sein. Bei der Verbrennung entstehende Rauchgase müssen gereinigt werden. Hoher Wartungs- und Reinigungsaufwand des Kessels.
NUTZUNG DER SONNENERGIE	Solarthermie	Einfache, erprobte technische Lösung, um die Wärme von der Sonne zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung zu nutzen.
	Photovoltaik	Einfache, erprobte technische Lösung, um die Strahlung von der Sonne in Strom umzuwandeln
	Photovoltaisch- Thermischer Kollektor (PVT)	Kombination von Photovoltaik und Solarthermie.
NUTZUNG VON STROM ZUR WÄRME- ERZEUGUNG	Elektro- Wärmepumpe	Nutzung von Umweltwärme und Temperaturhub durch Strom, höherer Wirkungsgrad als eine Gasabsorptionswärmepumpe. Bei Eigenproduktion von Strom, intelligentem Strommanagement und Bezug von Ökostrom ist es vertretbar Strom in dieser Form zum Heizen zu nutzen.
NUTZUNG DER VERSORGUNGSNETZE	Stromversorgung aus dem Netz	Die Bereitstellung von Strom aus großen Kraftwerken und regenerativen Erzeugungsanlagen ist effizienter als die individuelle. Nutzung von Ökostrom aus regenerativen Quellen möglich.
	Fernwärmeversorg ung	Die Bereitstellung von Wärme aus großen Kraftwerken und regenerativen Erzeugungsanlagen ist oft effizienter als die individuelle. Geringerer Platz- und Wartungsaufwand im Gebäude.
	Gasversorgung aus dem Gasnetz	Derzeit keine technische Alternative verfügbar, die in Frage käme. Bezug von Biogas möglich.

Aktuelle Entwicklungen zeigen, dass Heizungen nicht mehr bis zu 30 Jahre halten, sondern oftmals nach bereits 20 Jahren oder noch früher ausgetauscht werden müssen. Aus diesem Grund wird in den folgenden Betrachtungen davon ausgegangen, dass innerhalb von 20 Jahren 80 % aller Heizungen ausgetauscht werden und bis 2050 100% aller Heizungen. Es wird zusätzlich davon ausgegangen, dass Ölheizungen in sanierten Gebäuden bis 2050 gänzlich nicht mehr zum Einsatz kommen. Der Anteil der Ölheizungen wird auf die übrigen Energieträger verteilt.

Im Bereich von Gasen ist zum einen die Nutzung von grünen Gasen als auch die Nutzung von Wasserstoff aus grünem Strom denkbar. Aktuell ist es so, dass lediglich 10 % Wasserstoff im heute vorhandenen Gasnetz vorhanden sein dürfen (Deutscher Bundestag, 2019). Langfristig ist allerdings davon auszugehen, dass es separate Wasserstoffnetze geben wird. Anfänglich werden diese wohl parallel zu Gasnetzen installiert. Gerade in Bereichen, wo Gasleitungen parallel verlaufen, kann eine Leitung zur Wasserstoffleitung umgewidmet werden.

Genaue Zahlen für solche Szenarien sind nicht bekannt, ebenso wie die wirtschaftlichen Kosten für den Verbraucher. Für die Gasnetze wird bis 2050 mit einem Anteil von den genannten 10 % im Erdgasnetz gerechnet.

Der Strombedarf wird in Zukunft, wie bereits mehrfach diskutiert, weiter steigen. Hier ist auch die Regierung dazu angehalten, den Ausbau von erneuerbaren Energien weiter zu fördern, sodass der Strommix Deutschland in Zukunft weiter signifikant sinken wird, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Land deutlich zu senken.

In dem Klimaschutz-Szenario wird davon ausgegangen, dass bis 2050 kein Gas oder Öl mehr verbrannt wird. Sanierete Gebäude werden wahrscheinlich mit Wärmepumpe, grünen Gasen und Biomasse versorgt, sodass hier die Emissionen auch verringert werden. Die Auswirkungen hierzu werden in den Szenarien betrachtet.

## WIRTSCHAFTLICHE GESICHTSPUNKTE

Die Kosten für die Umstellung der Brennstoffe sind unterschiedlich, je nachdem, ob auch eine Flächenheizung verbaut wird, um die Vorlauftemperatur zu senken. Aus diesem Grund werden im Folgenden die Brennstoffpreise miteinander verglichen.

Tabelle 48: Vergleich Brennstoffpreise (Heizung.de, 2020) brutto

BRENNSTOFF	KOSTEN
ERDGAS	6,06 ct/kWh
ERDÖL	6,74 ct/kWh
HOLZPELLETS	5,21 ct/kWh
HOLZHACKSCHNITZEL	2,69 ct/kWh
FERNWÄRME	9,79 ct/kWh

Tabelle 48 zeigt eine Übersicht über die gängigsten Brennstoffe aus dem Jahr 2019 (Heizung.de, 2020). Hierbei fällt auf, dass der Preis für Holzhackschnitzel der geringste ist, allerdings benötigt eine Holzhackschnitzelheizung aufgrund der benötigten Lagermöglichkeit für die Hackschnitzel viel Platz und ist relativ wartungsintensiv. Der höchste Arbeitspreis liegt bei Fernwärme vor. Allerdings ist diese Technologie am wartungsärmsten und benötigt zudem wenig Platz da hier nur eine Übergabestation und ein Warmwasserspeicher benötigt werden. Ein weiterer Punkt, der in dieser Übersicht nicht berücksichtigt wird, ist, dass seit 2021 eine CO<sub>2</sub>-Steuer auf Brennstoffe erhoben wird. Diese beträgt aktuell 25 €/t verursachtem CO<sub>2</sub>. Bis zum Jahr 2026 wird dieser Wert auf 65 €/t ansteigen. Wie hoch dieser Wert nach 2026 sein wird, ist aktuell nicht bekannt. Dies bewirkt aber, dass die Brennstoffkosten emissionsreicher Brennstoffe ansteigen werden. Bis zum Jahr 2026 sind dies für Heizöl 2,09 ct/kWh, für Erdgas 1,6 ct/kWh mehr (brutto). Regenerative Energieträger, wie z.B. Wärme oder Strom aus Sonnenenergie haben keine laufenden Kosten. Hier fallen lediglich einmalige Investitionen an. Zusätzlich fällt auch keine CO<sub>2</sub>-Steuer für Energie aus diesen Technologien an.

### 3.5 REDUZIERUNG ENDEENERGIEBEDARF DER KOMMUNENEIGENEN GEBÄUDE

Zu den kommuneneigenen Gebäuden liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt leider keinerlei Daten vor, sowohl keine Energiebedarfe als auch keine Daten zu den Gebäuden. Dadurch können hierzu keine Aussagen getroffen werden.

Im Folgenden werden geringinvestive Maßnahmen dargestellt, die dazu dienen sollen, die dargestellten technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale zur kurz-, mittel- und langfristigen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Quartier zu heben.

Die Empfehlungen sollen als zentrale Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für eine an der Gesamteffizienz energetischer Maßnahmen ausgerichtete Investitionsplanung dienen.

Die hier vorgestellte Liste von Maßnahmen ist nicht abschließend. Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Umsetzung kurzfristig anzugehen ist, da sie mit wenig Aufwand zu ersten Ergebnissen führt.

Die niederinvestiven Maßnahmen sind kurzfristig umzusetzen. Da sie sich oft bereits nach kurzer Zeit amortisieren, sind sie in der Regel aus sich heraus hochwirtschaftlich. Spätestens im Rahmen der Wartung und Instandhaltung der Immobilien sollten oder müssten sie (zum Teil bestehen gesetzliche Verpflichtungen) durchgeführt werden:

- Austausch Heizungspumpen durch geregelte, hocheffiziente Systeme: Hierbei werden Komponenten verbaut, die bedarfsorientiert eingeregelt werden. Bei niedriger

Wärmeabnahme schalten diese dann runter. Das senkt zum einen den Stromverbrauch der Pumpe, hilft aber auch, die Temperaturspreizung von Vor- und Rücklauf zu erhöhen und die Effizienz der Heizungsanlage insgesamt zu verbessern.

- **Hydraulischer Abgleich:** Der hydraulische Abgleich eines Heizsystems gewährleistet die gleichmäßige Versorgung aller Heizkörper. Dadurch kann Energie eingespart und Komfort und Behaglichkeit für die Nutzer gesteigert werden.
- **Einstellung und Abdichtung von Fenstern und Türen:** Fenster und Türen, die in die Jahre gekommen sind, können sich mitunter verziehen oder die Beschläge arbeiten nicht mehr richtig. Oft sind auch die Dichtungen defekt oder fehlen ganz. Das führt dazu, dass die Fenster und Türen sich nicht mehr einwandfrei öffnen oder schließen lassen und es zu Zugerscheinungen kommt. Durch das Abdichten, Einstellen oder Aufarbeiten kann unkontrollierte Lüftung eingedämmt und die Behaglichkeit durch das Verhindern von Zugluft gesteigert werden.
- **Austausch von Leuchtmitteln gegen LED:** Mittlerweile sind fast alle herkömmlichen Glüh- und Halogenlampen mit niedriger Effizienzklasse verboten. Auf dem Markt sind nahezu ausschließlich effizientere Energiespar- oder LED-Lampen erhältlich. Diese sind ungleich teurer. Meist amortisiert sich deren Anschaffung aber durch die Stromeinsparung und die hohe Haltbarkeit.
- **Installation von Zeitschaltuhren und Bewegungsmeldern:** Um zu verhindern, dass Licht dauerhaft brennt, obwohl es nicht benötigt wird, sollten Bewegungsmelder und / oder Zeitschaltuhren installiert werden. Eine Amortisation stellt sich, in Abhängigkeit

von der Nutzung, über die Stromeinsparung meist relativ schnell ein.

Für nähere Untersuchungen muss ein separates Konzept erstellt werden.

## FÖRDERUNGEN

Zur Sanierung von kommuneneigenen Gebäuden kann auch auf verschiedene Fördertöpfe zurückgegriffen werden. Nachfolgend wird ein Auszug an relevanten Förderwegen aufgeführt. Generell handelt es sich um Momentaufnahmen, die Förderprogramme werden von den Instituten stets aktualisiert und an die momentanen Bedingungen angepasst. Eine genaue Fördermöglichkeit muss zum relevanten Zeitpunkt für jedes Objekt überprüft werden.

### **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)**

Ein relevanter Fördergeber ist die KfW. Diese fördert unter anderem:

- Wärmedämmungen
- Austausch von Fenstern und Türen
- Heizungserneuerung / -optimierung
- Erneuerung/Einbau einer Lüftungsanlage
- Photovoltaikanlagen
- Batteriespeicher
- einbruchhemmende Maßnahmen
- innovative Systeme (bspw. Brennstoffzelle)
- Baubegleitung

Die KfW bietet dabei verschiedene Programme für unterschiedliche Themen an. Diese sind größtenteils auch miteinander kombinierbar. Die Höhe der Förderung richtet sich in der Regel nach den ausgeführten



Maßnahmen, dabei werden Anforderungen an Qualität und Umsetzung an diese gestellt. Ziel ist eine energieeffizientere Ausführung als gesetzlich vorgeschrieben.

### **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**

Das BAFA ist das Instrument des Staates zur Förderung von erneuerbaren Energien. Subventioniert werden zum Beispiel:

- Energieaudits
- Energieberatung
- Heizungsoptimierung / -austausch
- Biomasseanlagen
- Solarthermie
- Wärmepumpe

Ziel ist es, den Absatz erneuerbarer Energien zu stärken und auf diese Weise zu einer besseren Wirtschaftlichkeit beizutragen.

### **Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH)**

Das Land Schleswig-Holstein bietet für kommunale Sanierungsmaßnahmen diverse Finanzierungs- und Förderprogramme an. Mitunter werden diese Programme kurzfristig aufgelegt und sind nur zeitweilig verfügbar. Eine frühzeitige, anlassbezogene Beratung durch das Förderinstitut des Landes empfiehlt sich, da hier auch zu Förderprogrammen des Bundes (u.a. BAFA, KfW) informiert wird.

Über die Energie- und Klimaschutzinitiative (EKI) unterstützt die IB.SH Energieagentur im Auftrag des Landes Schleswig-Holstein Kommunen sowie kommunale Akteure bei der Umsetzung der Energiewende, insbesondere mit Blick auf Energieeinsparung, Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien. Dabei bietet EKI Hilfe bei der

Fördermittel- und Finanzierungsoptimierung und der Projektidentifikation und -begleitung. Die Beratung durch die IB.SH Energieagentur ist kostenlos und unverbindlich und wird vor einer Antragstellung von Förderanträgen zu Energie- und Umweltthemen empfohlen.

### **3.6 POTENTIALE IM VERKEHRSBEREICH**

Eine Verringerung der THG-Emissionen im Verkehr zu erzielen wird grundsätzlich durch zwei verschiedene Hebel erreicht. Zwar könnten auf der einen Seite die THG-Emissionen schon nur alleine dadurch gesenkt werden, dass treibhausgasfreie Kraftstoffe und erneuerbarer Strom zur Bedienung der Verkehrsleistung zur Verfügung stehen. Allerdings stünden hierfür global gesehen nicht genügend Alternativen zur Verfügung (Umweltbundesamt, 2016). Daher sei eine „Energiewende im Verkehr“ nur möglich, wenn zusätzlich der Endenergieverbrauch durch Verkehrsverlagerungen gesenkt wird, folgert das Umweltbundesamt. Die Notwendigkeit hierfür zeigt sich nicht nur in den bundesweiten Erhebungen und Statistiken, sondern auch in den konkreten Ergebnissen für Schwentinental.

Im Handlungsbereich der Kommune liegen hierbei weder die zu erwartenden technischen Effizienzsteigerungen bei Motoren und Antrieben, noch die umweltrelevanten politischen Vorgaben des Bundes, die in den nächsten Jahrzehnten zu einer Verbesserung der THG-Bilanz auch im Territorium Schwentinental führen. Die Stadt Schwentinental kann vielmehr nichttechnische Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -verbesserung anstoßen und damit zur weiteren Verminderung des Energiebedarfs des Sektors Verkehr beitragen.

Nach Angaben des Umweltbundesamtes sind folgende Maßnahmen besonders geeignet, das Klimaziel 2050 zu erreichen:

Tabelle 49: "Umweltfreundlicher Alltagsverkehr" (Umweltbundesamt, 2020)

ZIEL	MAßNAHME
<b>FAHRRAD- UND FUßVERKEHR FÖRDERN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rad- und Radschnellwege (aus-)bauen, mehr Abstellplätze, Beschilderung verbessern</li> <li>• Mehr Platz für den Fußverkehr, Fußverkehrskonzepte fördern</li> </ul>
<b>BUS UND BAHN ATTRAKTIVER GESTALTEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehr Linien, mehr Haltestellen, Direktverbindungen und Expresslinien</li> <li>• Servicequalität und Takt verbessern</li> </ul>
<b>VERKEHR INTELLIGENT VERNETZEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Car-Sharing fördern, z.B. durch bevorzugte Parkplätze</li> <li>• Kombi-Nutzung verschiedener Verkehrsmittel erleichtern</li> </ul>
<b>PRIVATEN PKW-VERKEHR ÖKOLOGISCH LENKEN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parkplätze reduzieren, Parkraumbewirtschaftung ausweiten</li> <li>• Regelgeschwindigkeit innerorts Tempo 30</li> </ul>

## 4. Szenarien

Auf Basis der vorangegangenen Potenzialanalyse werden Szenarien entwickelt, die der Stadt Schwentinental helfen sollen, die THG-Reduktionspotenziale zu erkennen. Zudem sollen die Ziele der Bundesregierung überprüft werden.

Tabelle 50: Klimaziele der Bundesregierung (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015)

	2030	2040	2050
<b>TREIBHAUSGASEMISSIONEN (GEGENÜBER 1990)</b>	mindestens 55%	mindestens 70%	mindestens 80 % - 95%

### 4.1 Stationärer Bereich

Ein Basis-Szenario oder auch Referenz-Szenario berücksichtigt sehr wahrscheinliche Veränderungen und Gegebenheiten von gesetzlichen Regelungen. Im Klimaschutz-Szenario hingegen werden unter Ausschöpfung des erfassten Potenzials die optimalen Annahmen konsequenter Klimaschutzpolitik berücksichtigt.

Abschließend fließen in die Szenarien Betrachtungen Bevölkerungsentwicklungen und geplanter Wohnungsneubau ein, sofern dieser bekannt ist.

Für die verschiedenen Potenziale wurden die Annahmen in Tabelle 51 der Übersicht halber zusammengetragen.

Tabelle 51: Potenzialannahmen zur Berechnung der Szenarien

POTENZIAL	BASIC-SZENARIO	KLIMASCHUTZ-SZENARIO
<b>GEBÄUDESANIERUNG</b>	Sanierungsquote 1%	Sanierungsquote 3%
<b>ENERGIEEFFIZIENZ</b>	Keine Veränderung	Verringerung des Strombedarfes um 50% GHD und 3% Wirtschaft
<b>WÄRMENETZE</b>	Keine Wärmenetze	Umsetzung aller Wärmenetze mit Holz
<b>UMSTELLUNG EE</b>	Kein Öl, 10% H <sub>2</sub> im Gasnetz	Kein Öl und Gas

## 4.2 Verkehr

Die Szenarien im Verkehrsbereich beruhen im Wesentlichen auf den Ergebnissen der Studie „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (Umweltbundesamt, 2016). Die Studie ermittelt in mehreren Szenarien, welche Energieminderungsmengen sich im Verkehrsbereich bezogen auf Deutschland bis ins Jahr 2050 erwarten lassen. Die ermittelte prozentuale Veränderung in den Sektoren Kfz, LKW, ÖPNV und Bus aus einem Referenz-Szenario und einem Klimaschutz-Szenario aus der genannten Studie wird für Schwentinental nachfolgend übernommen (siehe Tabelle 52). Die zu Grunde liegende Parameter sind der Studie zu entnehmen.

Tabelle 52: Energieminderung im Verkehrssektor

Energieminderung im Verkehrssektor	Typ	2030	2040	2050
BASIC-SZENARIO	PKW	12 %	24 %	44 %
	LKW	3 %	8 %	11 %
	Bahn	0 %	0 %	0 %
	ÖPNV	3 %	8 %	11 %
KLIMASCHUTZ-SZENARIO	PKW	19 %	44 %	63 %
	LKW	16 %	26 %	32 %
	Bahn	0 %	0 %	0 %
	ÖPNV	16 %	26 %	32 %

Das Basis-Szenario beschreibt hierbei in welche Richtung sich die Treibhausgasbilanz bis ins Jahr 2050 entwickeln würde, wenn aktuelle Trends und Entwicklungen unter Berücksichtigung der gegenwärtigen politischen Rahmenzielsetzungen fortgeschrieben werden. So wird z.B. angenommen, dass im Jahr 2050 rund 37 % der Fahrleistungen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen elektrisch erbracht werden (Umweltbundesamt, 2016). Es klammert hierbei ein aktives Management zur Verkehrsverlagerung durch die Kommune aus, sondern orientiert sich an den übergeordneten, globalen Veränderungen. Es zeigt damit, welche Veränderungen ohne ein weiteres aktives Handeln der Kommune zu erwarten sind (Status Quo).

Das Klimaschutz-Szenario setzt die Energiewende im Verkehr darauf aufbauend vollständig um. D.h. neben Elektromobilität werden nahezu alle konventionellen Kraftstoffe durch regenerativ erzeugte Kraftstoffe wie Power-to-Gas (PtG, insbesondere bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen) und Power-to-Liquid (PtL, insbesondere bei schweren Lkw) ersetzt, was zu weiteren, deutlich reduzierten Treibhausgasemissionen führt (Umweltbundesamt, 2016). Zusätzlich wird aufgezeigt, welchen Effekt darüber hinaus nichttechnische Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -verbesserung zu einer weiteren Verminderung des Energiebedarfs aus dem Sektor Verkehr beitragen können und gibt damit der Stadt Schwentinental einen Zielkorridor, der im Einfluss des eigenen Handlungsspielraums liegt. Das Klimaschutz-Szenario baut also auf dem Basis-Szenario auf und erweitert dies um eine gesteuerte Verkehrsoptimierung.

#### 4.3 Bevölkerungsprognose

Die künftigen Veränderungen in der Größe und – vor allem – im Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands werden mit Hilfe von Bevölkerungsvorausberechnungen aufgezeigt. Diese zeigen eine Spannbreite der möglichen zukünftigen Entwicklungen ausgehend von der gegenwärtigen Altersstruktur der Bevölkerung und den getroffenen Annahmen zur Entwicklung der Geburtenhäufigkeit, der Lebenserwartung und des Saldos der Wanderungen aus und nach Deutschland. Die aktuelle 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland und die Bundesländer zeigt anhand von mehreren Varianten folgende Entwicklung bis 2060: Die Bevölkerungszahl insgesamt wird voraussichtlich von 83 Millionen im Jahr 2018 mindestens bis 2024 zunehmen und spätestens ab 2040

zurückgehen. Im Jahr 2060 wird sie dann zwischen 74 und 83 Millionen liegen. Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass bis 2050 keine signifikanten Änderungen der Bevölkerungszahlen in Schwentimental den Energiebedarf in 2050 beeinflussen.

#### **4.4 Basis-Szenario**

Im Basis-Szenario wird grundsätzlich von einer Sanierungsquote von 1 % ausgegangen. Diese Daten wurden bereits in der Potenzialanalyse berechnet, die weiteren Betrachtungen basieren auf diesen Berechnungen.

Wie im vorangegangenen Kapitel werden im Basis-Szenario keine Wärmenetze berücksichtigt, da diese bereits einige Klimaanstrengungen für die Stadt bzw. die Stadtwerke Schwentimental bedeuten würde. Auch bei der Energieeffizienz ist keine Änderung zu erwarten. Die Gründe hierfür wurden oben hinreichend diskutiert.

Lediglich eine Umstellung der Energieträger, die auch durch die gesetzlichen Gegebenheiten erzwungen wird, beeinflusst weiterführend das Basis-Szenario.

Im Verkehrsbereich fließen im Referenz-Szenario moderate Entwicklungen gemäß dem gegenwärtigen Trend im Verkehrswesen ein. Das Referenz-Szenario baut hierbei auf aktuellen Verkehrsprognosen auf und beinhaltet alle umweltrelevanten politischen Vorgaben, die bis Mitte 2014 in Kraft getreten sind. Dazu werden zentrale Ergebnisse der Studie „Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050“ (Umweltbundesamt, 2016) aufgegriffen und hier zu Grunde gelegt.



Abbildung 21 zeigt die zu erwartenden Emissionen in den Jahren 2030, 2040 und 2050. Die genauen Berechnungen hierzu können in der zugehörigen Excel-Tabelle eingesehen werden.

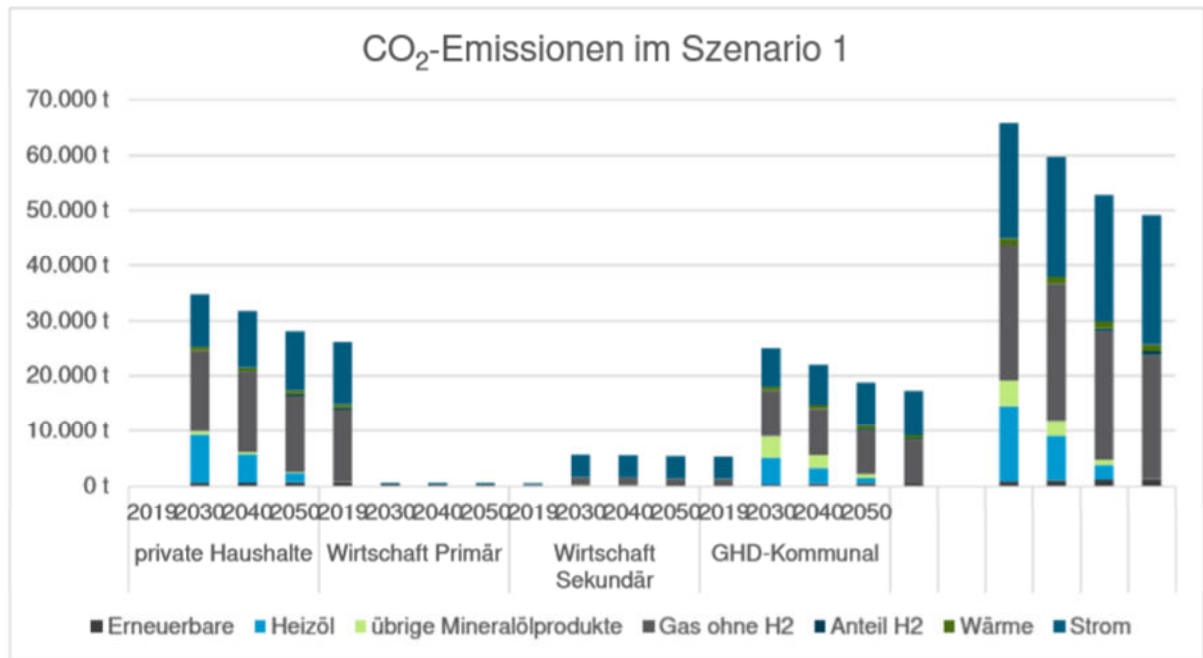


Abbildung 21: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Basis-Szenario

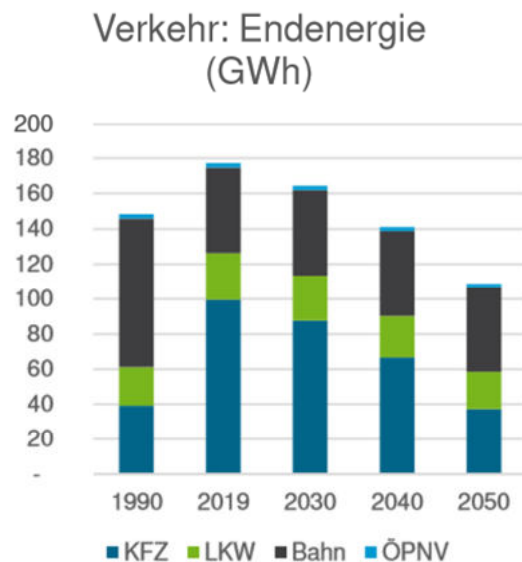


Abbildung 22: Basis-Szenario Verkehr Endenergie

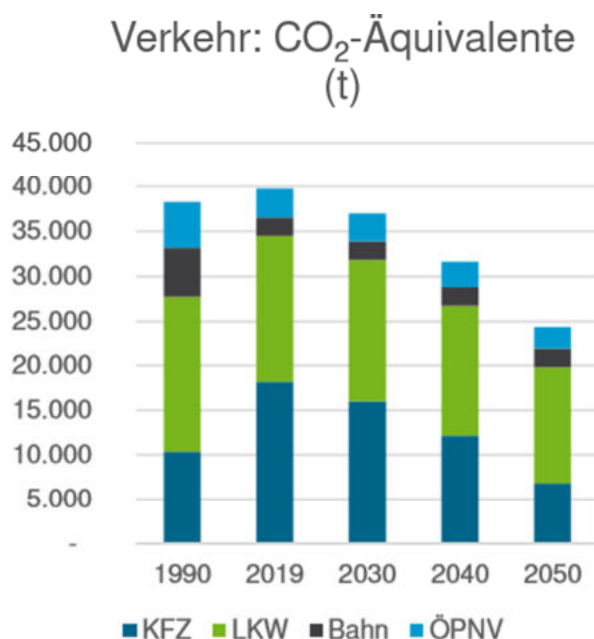


Abbildung 23: Basis-Szenario Verkehr CO<sub>2</sub>-Äquivalente (t)

Im stationären Bereich ist zu erkennen, dass die Emissionen in den einzelnen Sektoren im Basis-Szenario stetig sinken. Insgesamt sinkt der Endenergiebedarf im Vergleich zu 2019 um 10 %, im Vergleich zu 1990 um 33 %. Im Verkehrsbereich haben wir zunächst einen anderen Effekt. Aufgrund der stark zugenommenen Verkehrsleistung steigt der Endenergieverbrauch zunächst von ca. 148 GWh (1990) auf ca. 177 GWh (2019). Zukünftig werden die Emissionen jedoch sukzessive sinken, so dass gegenüber 1990 ca. 27 % und gegenüber 2019 ca. 39 % Endenergie eingespart werden können.

Im Bereich CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die Emissionen zum Referenzjahr 1990 im stationären Bereich um 51 % reduziert, im Verkehrsbereich um ca. 36 %. Insgesamt werden durch das aufgezeigte Basis-Szenario folglich 47 % Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 eingespart.

## 4.5 Klimaschutz-Szenario

Im Klimaschutz-Szenario, oder auch Ziel-Szenario genannt werden alle erfassten Potenziale ausgeschöpft und berechnet, wie hoch die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Endenergieverbrauch in diesem Fall sind.

Die Grundlage hierfür ist zunächst eine Sanierung der Gebäude mit einer Sanierungsrate von 3 %. Im Bereich der Steigerung der Energieeffizienz wird zusätzlich der Strombedarf im Bereich GHD-Kommunal um 50 % und Wirtschaft um 3 % gesenkt. Dies ist auf die Umstellung auf LED-Leuchtstoffmittel zurückzuführen.

Im Anschluss werden alle erfassten Wärmenetze in der regenerativen Variante und die daraus resultierende Energieträgerumstellung erfasst. Die Umstellung der übrigen Energieträger erfolgt so, dass im Jahr 2050 sowohl Öl als auch Gas substituiert werden, 2050 wird unserer Sicht nach der Gas-Anteil voll durch Wasserstoff ersetzt.

Im Verkehrsbereich wird im Klimaschutz-Szenario über die globalen Trends im Referenz-Szenario ein Schwerpunkt auf nichttechnische Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung, -verlagerung und -verbesserung gelegt und aufgezeigt, welche Minderungspotentiale durch ein aktives Handeln in der Kommune erreicht werden kann. Folgende Änderungen der Verkehrsleistung liegen im Klimaschutz-Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario zu Grunde. Weitere Details sind in der Studie des Umweltbundesamtes nachzulesen.

**Tabelle 53: Änderung der Verkehrsleistung im Klimaschutz-Szenario gegenüber dem Referenz-Szenario (Alltagsmobilität)(Umweltbundesamt, 2016)**

Fuß	RAD	MIV	ÖPNV
+18%	+22%	-38%	+38%

Es ergeben sich die folgenden CO<sub>2</sub>-Emissionen:

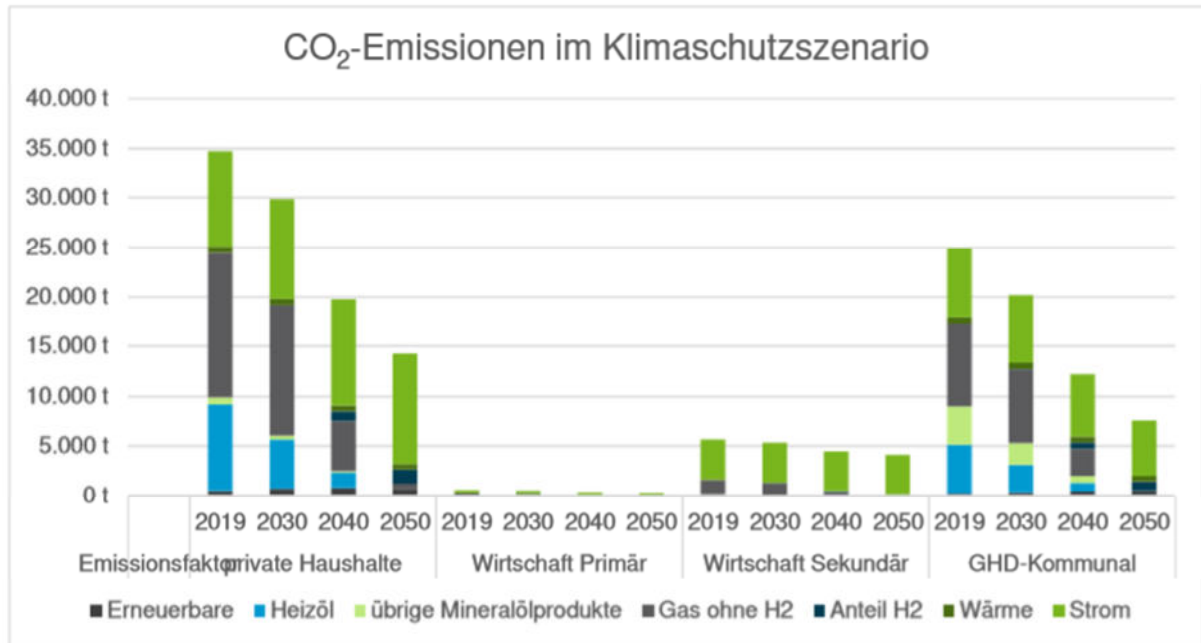


Abbildung 24: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Klimaschutz-Szenario

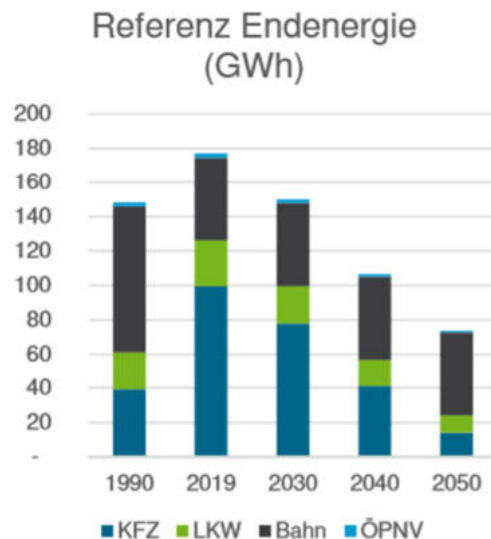


Abbildung 25: Klimaschutz-Szenario Verkehr Endenergie

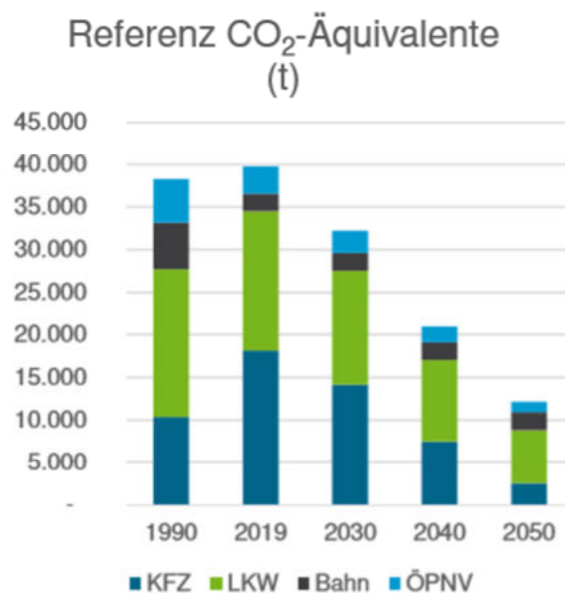


Abbildung 26: Klimaschutz-Szenario Verkehr CO<sub>2</sub>-Äquivalente (t)

Im Klimaschutz-Szenario zeigt sich ein ähnlicher Trend zum Basis-Szenario in deutlich stärkerer Ausprägung. Im stationären Bereich sinken die Emissionen im Vergleich zu 2019 um 29 %, im Vergleich zu 1990 um 48 %. Im Verkehrsbereich wird der Endenergieeinsatz ab 2019 ebenfalls sukzessive sinken, so dass gegenüber 1990 ca. 50 % und gegenüber 2019 ca. 58 % Endenergie eingespart werden kann.

Im Bereich CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die Emissionen im stationären Bereich um 74 % reduziert, im Verkehrsbereich um ca. 68 %. Insgesamt werden durch das aufgezeigte Klimaschutz-Szenario folglich 72 % Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 eingespart. Dies ist noch weit entfernt von den geforderten 85 % bis 95 % der Bundesregierung, sodass weitere über den hier im Bericht dargestellte Maßnahmen zur Zielerreichung nötig sein werden, sofern sich die Rahmenbedingungen nicht deutlich ändern.

## 5. Ziele

1. Der Klimawandel mit seinen feststellbaren Folgen für Mensch und Natur ist eine der großen ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen unserer Zeit. Die Umsetzung von Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Schwentinental kann zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung beitragen. Anhand der Umsetzung dieser Maßnahmen beabsichtigt die Stadt Schwentinental seinen Teil an der Eindämmung des globalen Klimawandels beizusteuern. Der Klimawandel mit seinen feststellbaren Folgen für Mensch und Natur ist eine der großen ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen unserer Zeit.

2. Die Schwerpunkte des Integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Schwentinental werden in sechs verschiedenen Bereichen gesetzt. Aufgrund der unterschiedlichen Handlungsbereiche soll ein breites Spektrum an möglichen Maßnahmen zu einem Erreichen einer möglichst großen CO<sub>2</sub>-Einsparung geboten werden. Die sechs

Schwerpunktbereiche sind:

- Straßenbeleuchtung
- Beschaffungswesen
- Erneuerbare Energien
- Eigene Liegenschaften
- Mobilität
- IT-Infrastruktur

3. Die Rahmenbedingungen der Energiewende erfordern die verstärkte Nutzung regenerativer Energieträger. Die Stadt Schwentinental unterstützt aus diesem Grunde nach politischer Beschlusslage weitere Akteure im Stadtgebiet bei der Nutzung regenerativer Energiequellen,



soweit es in einem rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmen vertretbar ist. Die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Stadtgebiet soll konsequent umgesetzt werden. Auf diesem Wege kann der Ausstoß klimaschädlicher Emissionen stetig weiter reduziert werden. Auch im Bereich der Straßenbeleuchtung könnte in Zusammenarbeit mit den kommunalen Stadtwerken über Möglichkeiten der Versorgung mit regenerativen Energien aus dem Stadtgebiet nachgedacht werden.

4. Durch die eigenen Liegenschaften und der damit verbundenen Rolle als Verbraucher und Dienstleister werden von der Stadt verschiedene Produkte benötigt. Um eine nachhaltige Beschaffung zu gewährleisten, wäre es denkbar, in der Stadt Schwentimental eine Richtlinie für eine nachhaltige öffentliche Beschaffung zu erstellen.

5. Im Bereich der IT-Infrastruktur plant die Stadt Schwentimental in den kommenden Jahren auf den Einsatz stromsparender Geräte zu setzen. Um eine nachhaltige Beschaffung in diesem Bereich zu gewährleisten, ließe sich die o.g. Richtlinie für eine nachhaltige Beschaffung anwenden oder für größere Vorhaben und Planungen frühzeitig der KSM einbinden.

6. Die Stadt Schwentimental beabsichtigt in Kooperation mit weiteren Akteuren (z.B.: den SWS) eine Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien. Hierbei bietet es sich an, als zentralen Bereich insbesondere die eigenen Liegenschaften in den Fokus zu nehmen.

7. Bzgl. der Wohnbebauung gilt in Schwentimental der Grundsatz "Innen- vor Außenentwicklung". Falls dennoch Flächen im Außenbereich zur Erschließung vorgesehen werden, soll dies flächenschonend,

umweltverträglich und möglichst nachhaltig erfolgen. Eine Teilhabe des KSM an künftigen Bauleitplanverfahren wäre dabei denkbar.

8. Um die Attraktivität der Stadt Schwentimental weiter zu steigern, beabsichtigt die Stadt, den bestehenden ÖPNV im Stadtgebiet weiter zu fördern und durch weitere Mobilitätsformen zu erweitern. Hier sei vor allem auf den geplanten zusätzlichen Bahnhaltepunkt im Ostseepark hingewiesen. Insbesondere die Förderung des Radverkehrs im Stadtgebiet wird von der Stadt Schwentimental als zentrale Aufgabe einer Mobilitätswende gesehen. Dazu soll das erstellte Radwegekonzept über die nächsten Jahre sukzessiv umgesetzt werden.

9. Zur Unterstützung der Bevölkerung und der Unternehmen im Stadtgebiet Schwentimental wäre im Hinblick auf eine nachhaltige Energieversorgung und -nutzung ein gemeinsames Vorgehen mit den Stadtwerken Schwentimental und weiteren externen Unterstützern sehr wünschenswert.

10. Die Selbstverwaltung wird darüber entscheiden, ob zur langfristigen Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes die Position des Klimaschutzmanagers in der Stadtverwaltung langfristig integriert wird.

11. Das Erreichen verschiedener Ziele des Klimaschutzkonzeptes kann nur durch eine breite Beteiligung der unterschiedlichen Akteure im Stadtgebiet erreicht werden. Aus diesem Grunde ist eine umfassende Einbindung dieser von zentraler Bedeutung.

12. Zur Wahrung der Aktualität trotz des ständigen Fortschritts in Wissenschaft und Technik, ist es notwendig und beabsichtigt, das Klimaschutzkonzept der Stadt Schwentinental fortzuschreiben.

## 6. Maßnahmenkatalog

Aufgrund der Corona-Pandemie Anfang des Jahres 2020 konnte in der Stadt Schwentimental kein umfassender Beteiligungsprozess der verschiedenen Akteure in der Stadt Schwentimental zur Erstellung des Maßnahmenkataloges durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurden die durchzuführenden Maßnahmen im Rahmen des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes in Abstimmung mit den verschiedenen Fachabteilungen der Stadtverwaltung, sowie dem Bauhof der Stadt Schwentimental bestimmt und festgelegt.

Die Maßnahmen verstehen sich als konkrete Vorschläge für die Klimaschutzaktivitäten der Stadt Schwentimental, stellen jedoch keine abschließende und zwingende Aufzählung dar. Weitere Klimaschutzaktivitäten können und sollen im Laufe der Zeit erkannt, entwickelt und zusätzlich umgesetzt werden, um auf diesem Wege das große Ziel der Bundesregierung für das Jahr 2050 auch in Schwentimental erreichen zu können.

Für die verschiedenen Maßnahmen wurden sogenannte Steckbriefe erstellt. Insgesamt wurden in einem ersten Schritt 12 Maßnahmen entwickelt.

Die Steckbriefe umfassen folgende Inhalte:

- Projekttitle - Der Title sollte ein möglichst griffiger, motivierender Title sein.
- Welches Problem wird gelöst? - Hier wird beschrieben, welche Probleme oder Herausforderungen es zu diesem Themengebiet gibt, die mit der Maßnahme zumindest teilweise überwunden werden können.
- Welche Ziele werden verfolgt? - Beschrieben wird der Zustand nach Umsetzung des Projekts. Vielfach werden hier keine Ziele

formuliert, welche das gesamte Problem lösen. Vielmehr werden Teilziele ausgearbeitet, welche ihren Anteil zur Lösung des Gesamtproblems beitragen.

- Kurzbeschreibung - Beschreibt kurz und prägnant, worum es geht oder wie sich die Projektverantwortlichen den Inhalt vorstellen.
- Erste Schritte - Hier werden möglichst konkret die ersten Schritte, die für die Projektumsetzung erforderlich sind, aufgeführt.
- Verantwortung für die Umsetzung - einzubindende Projektpartner
  - Listet die zu beteiligenden Akteure, darunter auch Teilnehmer der Klimaschutzkonferenzen, auf und regelt die Verantwortlichkeiten.

## 6.1 Handlungsfelder

Eine wesentliche Aufgabe des KSM in der Stadt Schwentinental besteht darin, die Akteure im Klimaschutz sinnvoll zu vernetzen, um so die Projekte voranzubringen. Diese Aufgabe liegt im Verantwortungsbereich der Kommune und wird als übergreifende Maßnahme beschrieben. Als zunächst zu bearbeitende Handlungsfelder wurden die sechs Bereiche „Straßenbeleuchtung“, „Beschaffungswesen“, „erneuerbare Energien“, „eigene Liegenschaften“, „Mobilität“ sowie „IT-Infrastruktur“ festgelegt.

Für den Maßnahmenbereich der Straßenbeleuchtung bietet sich nur wenig Spielraum.

Die Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet Schwentinental ist bereits in der Vergangenheit durch klimafreundlichere Leuchtmittel ausgestattet worden, sodass für diesen Bereich kleinere Maßnahmen angestrebt und umgesetzt werden sollen.

Für den Bereich des Beschaffungswesens sind einige Entwicklungen möglich. Das Thema Nachhaltigkeit bei der Beschaffung wurde in der Vergangenheit nur unterschwellig beachtet. Die Entscheidung zwischen verschiedenen Produkten fiel daher im Wesentlichen auf der Basis der Faktoren Qualität und Preis.

Beim Thema der erneuerbaren Energien wäre eine enge Zusammenarbeit mit den SWS denkbar und erstrebenswert. Die Stadt Schwentinental selber betreibt keinen Ausbau erneuerbarer Energien, derartige Projekte fallen in das Aufgabenfeld der SWS.

Im Bereich der eigenen Liegenschaften gibt es einige Potenziale in der Stadt Schwentinental. Die Stadt verfügt über 3 Schulen, diverse Kindertagesstätten, mehrere Sporthallen und eine Schwimmhalle. Dazu kommen noch Liegenschaften für die kommunale Verwaltung und weitere soziale Einrichtungen. Diese zumeist älteren Gebäude bieten einen großen Spielraum für Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes.

Die Maßnahmen im Bereich Mobilität konzentrieren sich auf Maßnahmen im Radverkehr, Schienenverkehr und Ausbau des ÖPNV-Angebotes.

Die Maßnahmen für den Bereich IT-Infrastruktur wurden im Wesentlichen auf den Bereich der Kernverwaltung der Stadt Schwentimental sowie den Bauhof der Stadt Schwentimental ausgelegt.



## 6.2 Maßnahmenkatalog – Ein Überblick

In der folgenden Übersicht werden die Maßnahmen in den Handlungsfeldern Straßenbeleuchtung, Beschaffungswesen, Erneuerbare Energien, eigene Liegenschaften, Mobilität und IT-Infrastruktur aufgeführt. Für jedes Handlungsfeld sollen zunächst 2 Maßnahmen geplant und ausgeführt werden.

Tabelle 54: Klimaschutzmaßnahmen Stadt Schwentinental

Klimaschutzmaßnahmen der Stadt Schwentinental	
Straßenbeleuchtung	
S 1	Austausch veralteter Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet
Beschaffungswesen	
B 1	Erstellen einer Richtlinie für die nachhaltige Beschaffung durch die Stadt Schwentinental
Erneuerbare Energien	
E 1	Errichtung Solaranlagen auf kommunalen Liegenschaften
Eigene Liegenschaften	
L 1	Energetische Sanierung Verwaltungsgebäude Schwentinental - Austausch Fenster -
Mobilität	
M1	Installation eines Fahrradleihsystems in der Stadt Schwentinental
M2	Errichtung eines Radunterstandes am Verwaltungsgebäude im Ortsteil Raisdorf
IT-Infrastruktur	
I 1	Modernisierung Serverraum -Austausch IT-Komponenten-

### 6.3 Maßnahmenbeschreibungen

Im Laufe der Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes zeigte sich, dass es einer koordinierenden Begleitung der Klimaschutzprozesse in der Stadt Schwentimental bedarf, da die Maßnahmenbereiche und die Akteure zum Teil sehr unterschiedlich sind. Für die Koordinierung der Maßnahmen und der verschiedenen Akteure, welche in der Umsetzung von Nöten sind, ist der Klimaschutzmanager zuständig. Dabei muss klar sein, dass dieser nicht zur Umsetzung der Maßnahmen, sondern vielmehr zur Unterstützung der Akteure wichtig ist. Zudem übernimmt er die bedeutenden Teilaspekte der Öffentlichkeitsarbeit und des Controllings. Der Klimaschutzmanager stellt darüber hinaus für die den Klimaschutz wichtigen Bereiche eine zusätzliche Vernetzungsstelle zu den Nachbarkommunen dar und soll Erfahrungswerte anderer Kommunen auf die Stadt Schwentimental transferieren.

Wichtig für die Stadt Schwentimental ist eine zentrale Anlaufstelle zu allen Klimaschutzfragen. Sprechzeiten für Bürgerinnen und Bürger sind ein wichtiger Aufgabenbereich für den Klimaschutzmanager in der Zukunft. Das Thema des Klimaschutzes wird mehr und mehr auch ein Thema der Privathaushalte und eine lokale Anlaufstelle in der Verwaltung zu Fragen rund um das Thema Klimaschutz ist daher eine wichtige Einrichtung. Wichtig ist, dass eine derartige Anlaufstelle unabhängig ist und eine gute öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz erhält. Aus diesem Grund ist es für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen äußerst hilfreich, die Stelle des Klimaschutzmanagers als Stabsstelle, losgelöst von den Fachämtern, in der Verwaltung integriert zu haben.

Um der Öffentlichkeit immer wieder die Möglichkeit zur Beteiligung zu geben, sollten in Zukunft regelmäßig Klimakonferenzen auf Stadtebene stattfinden. Eine Information der Bürgerinnen und Bürger rund um die

dort besprochenen Themen sowie ein Aufzeigen und Kommunizieren der Fortschritte in den einzelnen Maßnahmen ist ein wichtiges Instrument.

Tabelle 55: Maßnahme -S1-

<b>Handlungsfeld:</b> Straßenbeleuchtung	<b>Maßnahmen-Nr.:</b> S1	<b>Maßnahmen-Typ:</b> Technische Maßnahme	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 1 Woche
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Austausch veralteter Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet				
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch den Austausch veralteter Straßenbeleuchtungen durch moderne Leuchtmittel soll eine weitere Reduzierung des Energiebedarfes im Bereich der Straßenbeleuchtung erreicht werden.				
<b>Ausgangslage:</b> Ein Großteil der Straßenbeleuchtung im Stadtgebiet Schwentinental wurde bereits mit moderner Technik ausgestattet. Lediglich ein geringer Teil der Straßenbeleuchtung müsste modernisiert werden.				
<b>Beschreibung:</b> Die zu erneuernden Leuchtmittel müssten durch eine Fachfirma ersetzt werden, eine verhältnismäßig einfach und zügig durchzuführende Maßnahme				
<b>Initiator:</b> Klimaschutzmanager in Abstimmung mit den Stadtwerken, die SWS sind im Stadtgebiet für die Straßenbeleuchtung zuständig				
<b>Akteure:</b> Stadt Schwentinental, Stadtwerke				
<b>Zielgruppe:</b> -/-				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Bereitstellung Gelder im Nachtragshaushalt 2021 -Beratung mit Stadtwerken Schwentinental Ende 2021 - Beauftragung und Durchführung Ende 2021				
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Alle Straßenbeleuchtungen auf modernem Standard				
<b>Gesamtaufwand:</b> 6.000 Euro				
<b>Finanzierungsansatz:</b> Haushaltsmittel der Stadt Schwentinental				
<b>Energie- und Treibhausgaseinsparung:</b> Durch die Maßnahme würde eine Einsparung von Energie erfolgen, die Einsparpotenziale sind jedoch als gering zu bewerten.				
<b>Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?</b> Bis zu 40% der bei den Laternen anfallenden Energie könnte durch eine Modernisierung eingespart werden.			<b>Welche THG-Einsparungen werden erwartet?</b>	
<b>Wertschöpfung:</b> Die bestehende Infrastruktur der Stadt Schwentinental wird erneuert und aufgewertet				
<b>Flankierende Maßnahmen:</b> -/-				
<b>Hinweise:</b> Bei der Umstellung der Straßenbeleuchtung sollte unbedingt auch auf insektenfreundliche Leuchtmittel geachtet werden, die Akzeptanz in der Bevölkerung ist anzunehmen				

Tabelle 56: Maßnahme -B1-

<b>Handlungsfeld:</b> Beschaffungswesen	<b>Maßnahmen-Nr.:</b> B1	<b>Maßnahmen-Typ:</b> Verwaltungshandeln	<b>Einführung der Maßnahme:</b> Kurzfristig	<b>Dauer der Maßnahme:</b> 1 Jahr
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Erstellen einer Richtlinie für die nachhaltige Beschaffung durch die Stadt				

Schwentinental	
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch die Auferlegung einer Richtlinie für die nachhaltige Beschaffung kann und soll dem Aspekt Klimaschutz bei den Beschaffungen der Stadt Schwentinental in der Zukunft eine gewichtige Rolle zukommen.	
<b>Ausgangslage:</b> Bei der Vergabe von Aufträgen und der Beschaffung von Büromaterialien und weiteren Verbrauchsgegenständen wird lediglich sporadisch auf die Anforderungen des Klimaschutzes geachtet.	
<b>Beschreibung:</b> Einige Kommunen in Schleswig-Holstein führen derzeit eine Richtlinie für die nachhaltige Beschaffung ein. In dieser Richtlinie werden für die verschiedenen Bereiche Anforderungen an Materialien und ein definiteres Veto-Recht der Klimaschutzabteilung eingeführt. Bei vielen Verbrauchsgütern entscheidet heute noch der Preis über die Anschaffung. Insbesondere Lebenszykluskosten werden bei der Beschaffung oft ignoriert. Gerade derartige Kosten können aber unter Umständen dazu führen, dass klimafreundlichere Anschaffungen unter Umständen im Laufe der Zeit die günstigere Variante darstellen. Durch die Einbindung des Klimaschutzmanagers in das Beschaffungswesen über eine Richtlinie kann ein Mehrwert im Klimaschutz erreicht werden.	
<b>Initiator:</b> Klimaschutzmanager und Amt I der Stadtverwaltung	
<b>Akteure:</b> Stadt Schwentinental	
<b>Zielgruppe:</b> Stadtverwaltung, Bauhof, städtische Einrichtungen	
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Erarbeitung einer Rohversion in Abstimmung zwischen Klimaschutzmanager und Amt I der Stadtverwaltung -Koordinationsgespräche zwischen Klimaschutzmanager, Bürgermeister und Büroleitung -Erstellen einer finalen Richtlinie über die nachhaltige Beschaffung in der Stadt Schwentinental - Beschlussfassung der Richtlinie für nachhaltige Beschaffung durch die Gremien der Stadtvertretung	
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Richtlinie für nachhaltige Beschaffung wird von der Stadtvertretung beschlossen	
<b>Gesamtaufwand:</b> Für die Erstellung werden lediglich geringe Kosten angenommen. Die Erarbeitung erfolgt über bestehendes Personal in der Verwaltung	
<b>Finanzierungsansatz:</b> -/-	
<b>Energie- und Treibhausgaseinsparung:</b> Durch nachhaltige Beschaffung ist mit Einsparungen zu rechnen. Eine genaue Bezifferung ist schier unmöglich, es ist nicht absehbar, welche Produkte welche Einsparungspotenziale aufweisen, weiterhin ist nicht absehbar, wie sich der Bedarf an Gütern in der Stadt Schwentinental entwickelt.	
<b>Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?</b> -/-	<b>Welche THG-Einsparungen werden erwartet?</b> -/-
<b>Wertschöpfung:</b> Eine Wertschöpfung in den infrastrukturellen Bereichen der Stadt Schwentinental ist nicht zu erwarten, zunächst höhere Kosten für die Anschaffung von Vermögensgegenständen könnten aber in Teilbereichen zu einer Verringerung von Lebenszykluskosten und damit einer Entlastung des Verwaltungshaushaltes führen.	

<b>Flankierende Maßnahmen:</b>
<b>Hinweise:</b> Die Stadt Neumünster ist derzeit in der Erarbeitung einer solchen Richtlinie. Für die Einführung einer Richtlinie kann und sollte der Kontakt zur Stadt Neumünster gesucht werden

Tabelle 57: Maßnahme -E1-

Handlungsfeld: erneuerbare Energien	Maßnahmen- Nr.: E1	Maßnahmen-Typ: Technische Maßnahme	Einführung der Maßnahme: langfristig	Dauer der Maßnahme: mehrere Jahre
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Errichtung Solaranlagen auf kommunalen Liegenschaften				
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch die Errichtung von Solaranlagen auf den kommunalen Liegenschaften kann und soll ein gewichtiger Anteil des kommunalen Energiebedarfs direkt aus regenerativen Energien bezogen werden.				
<b>Ausgangslage:</b> Die Stadtwerke Schwentinental haben bereits Interesse an der Errichtung von Solaranlagen auf kommunalen Dächern signalisiert, eine finale Umsetzung müsste jedoch im Einzelfall durch die Stadtwerke beschlossen werden. Nicht alle kommunalen Dachflächen sind gleichermaßen geeignet.				
<b>Beschreibung:</b> Die Installation von Solarenergieanlagen auf Dachflächen ist eine gute Möglichkeit der Nutzung regenerativer Energien im Stadtgebiet Schwentinental. Durch die Nutzung von Dachflächen entfällt eine zusätzliche Versiegelung im Stadtgebiet. Bei der Nutzung der Solarenergie bestehen zwei Möglichkeiten. Zum einen die Nutzung zur Erzeugung von Strom, zum anderen die Nutzung zur Erzeugung von Wärme. Insbesondere der Aspekt sollte aus kommunaler Sicht betrachtet werden, wenn die Stadtwerke keine kommerzielle Nutzung wünschen. Bei der Erzeugung von Warmwasser werden hohe Energieverbräuche verzeichnet. Gerade bei Liegenschaften in welchen eine Sanierung oder Modernisierung der Heizungsanlagen anstehen, sollte die Möglichkeit der Nutzung von Solarthermie analysiert werden.				
<b>Initiator:</b> Klimaschutzmanager, Amt III der Stadtverwaltung, Stadtwerke Schwentinental				
<b>Akteure:</b> Stadt Schwentinental, Stadtwerke Schwentinental				
<b>Zielgruppe:</b> -/-				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Gespräche mit den Stadtwerken über die Nutzungsabsichten der einzelnen Gebäudedachflächen, eine Terminierung an dieser Stelle ist schwer, hier ist insbesondere auf die Planungen der Stadtwerke zu achten. -Analyse der Eigenbedarfe für eventuell anstehende Sanierungs- und Modernisierungsarbeiten an den städtischen Liegenschaften, insbesondere auch Ausbaubedarfe. Hierzu sollten alle Ämter der Stadtverwaltung und die Selbstverwaltung eingebunden werden, eine kleine Konzeptionierung ist ratsam - Zustimmung zur Nutzung durch Stadtwerke durch die Stadt Schwentinental -Ggf. Planung von Solarenergieanlagen durch Fachfirmen für die Sanierung/Modernisierung städtischer Liegenschaften				
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Ein Konzept zur Nutzung städtischer Dachflächen in Abstimmung mit den Stadtwerken kann vorgelegt werden. Einzelne Dachflächen werden mit Solarenergieanlagen ausgerüstet				
<b>Gesamtaufwand:</b> Für die Konzeptionierung kann und sollte in erster Linie auf vorhandenes Personal zurückgegriffen werden. Eine Machbarkeitsstudie zu den einzelnen Dachflächen müsste im Einzelfall durchgeführt werden. Die Kosten für die Errichtung durch externe (Stadtwerke) sind mit keinen Kosten für die Stadt Schwentinental verbunden, über eine Pacht der Dachflächen sollte verhandelt werden.				



**Finanzierungsansatz:** Bei der Verpachtung der Flächen an externe Akteure ist mit einer Einnahme zu rechnen. Bei der Installation eigener Solarenergieanlagen für die städtischen Liegenschaften ist zunächst mit erheblichen Kosten zu rechnen, gerade im Hinblick auf die CO<sub>2</sub>-Bepreisung kann eine Investition aber zu einer Einsparung im Verwaltungshaushalt der kommenden Jahre führen.

**Energie- und Treibhausgaseinsparung:** Durch die Erzeugung von Energie durch erneuerbare Energien werden direkt THG-Emissionen eingespart. Die zu erwartenden Einsparungen hängen von den realisierten Solarenergieanlagen ab.

**Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?**  
Eine Energieerzeugung findet statt.

**Welche THG-Einsparungen werden erwartet? -/-**

**Wertschöpfung: -/-**

**Flankierende Maßnahmen:** - Insbesondere bei der Nutzung von Solarthermieanlagen kann in Verbindung mit der Installation von wassersparenden Installationen eine erhebliche Einsparung an benötigter Energie für die Warmwasseraufbereitung erwartet werden.

**Hinweise:** Insbesondere in Bereichen wo ein hoher Warmwasserbedarf mit hohen Verbrauchsmengen (Sportstätten) auftritt sollte eine Planung durch das Amt III zur Modernisierung durchgeführt werden

**Tabelle 58: Maßnahme -L1-**

Handlungsfeld: Eigene Liegenschaften	Maßnahmen- Nr.: L1	Maßnahmen-Typ: Technische Maßnahme	Einführung der Maßnahme: mittelfristig	Dauer der Maßnahme: mehrere Jahre
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Energetische Sanierung Verwaltungsgebäude Schwentinental - Austausch Fenster -				
<p><b>Ziel und Strategie:</b> Durch die energetische Sanierung des Verwaltungsgebäudes Schwentinental in Einzelabschnitten soll eine Reduzierung des Energiebedarfes zur Heizung der Büroräumlichkeiten erfolgen. Es sollten mehrere Einzelmaßnahmen durchgeführt werden. Hierfür ist eine Konzeptionierung durch das Amt III der Stadtverwaltung ratsam.</p>				
<p><b>Ausgangslage:</b> Das Rathaus der Stadt Schwentinental besteht aus einem, von den Stadtwerken Schwentinental gemieteten Neubau, und einem im Eigentum befindlichen Altbau. Im Altbau des Rathauses sind die Räumlichkeiten im Winter oftmals sehr kühl, während es im Sommer in einigen Bereichen zu sehr hohen Temperaturen kommt. Ein hoher Energieaufwand ist notwendig um im Winter für warme Büros zu sorgen und im Sommer mit Hilfe von Ventilatoren ein ertragbares Arbeitsklima zu schaffen.</p>				
<p><b>Beschreibung:</b> Im Altbau des Rathauses Schwentinental sind vorwiegend zweifachverglaste Fenster verbaut. Diese Fenster sind in die Jahre gekommen und stellen eine nur geringfügig isolierende Trennschicht zwischen der Innentemperatur und der Außentemperatur dar. Die Fenster des Rathauses sollten aus energetischer Sicht modernisiert und durch dreifachverglaste Fenster ersetzt werden. Eine Sanierung durch dreifachverglaste Fenster hat es im Stadtgebiet Schwentinental in den Räumlichkeiten der Astrid-Lindgren-Schule im Ortsteil Klausdorf bereits in der Vergangenheit gegeben.</p>				
<b>Initiator:</b> Klimaschutzmanager, Amt III der Stadtverwaltung				
<b>Akteure:</b> Stadtverwaltung Schwentinental				
<b>Zielgruppe:</b> -/-				
<p><b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> - Kostenschätzung der Maßnahme durch die Stadtverwaltung Schwentinental (Hochbau) Ende 2021 - Beratung durch Gremien der Stadtvertretung Schwentinental (inkl. Beschlussfassung und Bereitstellung Gelder für kommende Haushaltsjahre) Ende 2021</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausschreibung und Vergabe der Aufträge</li> <li>- Durchführung der Maßnahme, ggf. in Einzelschritten</li> <li>-</li> </ul>				
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Fenster im Verwaltungsgebäude werden saniert				
<b>Gesamtaufwand:</b> mindestens 100.000 Euro				

**Finanzierungsansatz:** Für die energetische Sanierung von Gebäuden ist die Einwerbung von Zuschüssen zu verfolgen.

**Energie- und Treibhausgaseinsparung:** Die energetische Sanierung der Fenster im Rathausgebäude würde zu einer direkten Einsparung von Energie und daraus folgend zu einer Einsparung von THG-Emissionen führen

**Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?**  
Direkte Einsparung von Energie

**Welche THG-Einsparungen werden erwartet?** -/-

**Wertschöpfung:** Durch die Sanierung der Fenster im Rathaus der Stadt Schwentinental wird der Verkehrswert des Gebäudes gesteigert.

**Flankierende Maßnahmen:** - Die Maßnahme kann und sollte durch die Sanierung des restlichen Gebäudebestandes ergänzt werden. Auch Sanierungsarbeiten an weiteren Bereichen des Rathauses (z.B.: Dachisolierung) können eine weitere Einsparung von Energie begünstigen.

**Hinweise:**

Tabelle 59: Maßnahme -M1-

Handlungsfeld: Mobilität	Maßnahmen- Nr.: M1	Maßnahmen- Typ: Vernetzung	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 2 Jahre
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Installation eines Fahrradleihsystems in der Stadt Schwentinental				
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch die Installation eines Fahrradleihsystems in der Stadt Schwentinental wird eine Reduzierung des MIV im Stadtgebiet, insbesondere im vielbefahrenen Ostseepark, erwartet.				
<b>Ausgangslage:</b> In den Schwentinentaler Nachbarkommunen breitet sich das Fahrradleihsystem Sprottenflotte der KielRegion immer weiter aus. Die Sprottenflotte verzeichnete in den Zeiten von der Corona-Pandemie hohe Nutzerzahlen.				
<b>Beschreibung:</b> Im Stadtgebiet Schwentinental werden insgesamt 5 Stationen der Sprottenflotte installiert				
<b>Initiator:</b> Klimaschutzmanager und KielRegion				
<b>Akteure:</b> Stadt Schwentinental und KielRegion				
<b>Zielgruppe:</b> Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwentinental, Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer der Unternehmen im Stadtgebiet sowie externe Besucher der Schwentinentaler Gewerbegebiete				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Gespräche mit möglichen Investoren/Sponsoren -Bereitstellung Gelder im Nachtragshaushalt 2021 - Beauftragung und Durchführung Ende 2021				
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Zunächst Errichtung einer Sprottenflotte-Station, weitere Stationen in Abstimmung mit der KielRegion				
<b>Gesamtaufwand:</b> 13.500 Euro				
<b>Finanzierungsansatz:</b> Haushaltsmittel der Stadt Schwentinental, Spenden durch Unternehmen aus dem Stadtgebiet				
<b>Energie- und Treibhausgaseinsparung:</b> Durch die Verlagerung von MIV hin zum Radverkehr kann mit einer Reduzierung von THG im Stadtgebiet gerechnet werden. Durch die Errichtung von Sprottenflotte-Standpunkten kann die Attraktivität eines Arbeitsweges per Bahn zusätzlich gesteigert werden.				
<b>Welche Endenergieeinsparungen werden</b>			<b>Welche THG-Einsparungen werden</b>	

<p><b>erwartet?</b> -/-</p>	<p><b>erwartet?</b> Um eine quantitative Aussage treffen zu können, müsste zunächst in einer Pilotphase eine Station errichtet werden und anhand der dort erzielten Nutzerzahlen eine Auswertung der möglichen THG-Einsparung stattfinden.</p>
<p><b>Wertschöpfung:</b> Die Attraktivität des Gewerbestandortes Schwentinental sowie die Mobilitätsangebote im Stadtgebiet für Bürgerinnen und Bürger werden gesteigert.</p>	
<p><b>Flankierende Maßnahmen:</b></p>	
<p><b>Hinweise:</b> In Zukunft wird die KielRegion in ihrem Leihsystem Sprottenflotte auch die Auswahl von E-Leihrädern ermöglichen. Bei der Sponsorenaquise sollte die Möglichkeit der Übernahme von Kosten für E-Leihräder ermittelt werden.</p>	

Tabelle 60: Maßnahme -M2-

Handlungsfeld: Mobilität	Maßnahmen- Nr.: M2	Maßnahmen-Typ: Technische Maßnahme	Einführung der Maßnahme: Kurzfristig	Dauer der Maßnahme: 1 Woche
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Errichtung eines Radunterstandes am Verwaltungsgebäude im Ortsteil Raisdorf				
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch die Errichtung eines Radunterstandes am Verwaltungsgebäude im Ortsteil Raisdorf soll der Radverkehr im Stadtgebiet gefördert werden.				
<b>Ausgangslage:</b> Am Verwaltungsgebäude Schwentinental bestehen derzeit unbedachte Abstellmöglichkeiten für rund 10 Fahrräder.				
<b>Beschreibung:</b> Die Errichtung eines Radunterstandes ist zügig realisierbar. Die Errichtung könnte ggf. durch den Bauhof der Stadt Schwentinental unterstützt werden.				
<b>Initiator:</b> Hochbautechniker der Stadt Schwentinental in enger Abstimmung mit dem Tiefbautechniker				
<b>Akteure:</b> Stadt Schwentinental				
<b>Zielgruppe:</b> Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwentinental, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kommunalverwaltung				
<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Vorstellung eines Radunterstandes im Bauausschuss der Stadt Schwentinental -Bereitstellung Gelder im Haushalt 2022 - Beauftragung und Durchführung 2022				
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Radunterstand ist errichtet				
<b>Gesamtaufwand:</b> 9.000 Euro				
<b>Finanzierungsansatz:</b> Haushaltsmittel der Stadt Schwentinental				
<b>Energie- und Treibhausgaseinsparung:</b> Durch die Verlagerung von MIV hin zum Radverkehr kann mit einer Reduzierung von THG im Stadtgebiet gerechnet werden. Insbesondere bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Stadtverwaltung aus den Stadtgebieten Schwentinental und der benachbarten Stadt Kiel könnte eine solche Maßnahme zu einer Steigerung von nicht motorisiertem Arbeitsverkehr erfolgen.				
<b>Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?</b>			<b>Welche THG-Einsparungen werden erwartet?</b>	

-/-	Eine Ermittlung quantitativer Werte ist schwer realisierbar. Wenn vermutet wird, 5 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an 100 Arbeitstagen im Jahr zu einem fahrradgestützten Arbeitsweg zu bewegen und eine durchschnittliche Entfernung von 5 km Arbeitsweg angenommen wird, können auf diesem Wege rund 5.000 Fahrzeugkilometer pro Jahr verhindert werden.
<b>Wertschöpfung:</b> Die bestehende Infrastruktur der Stadt Schwentinental wird erneuert und aufgewertet, das bestehende Parkplatzproblem am Verwaltungsgebäude könnte entzerrt werden, wodurch ggf. Maßnahmen in diesem Bereich entfallen könnten.	
<b>Flankierende Maßnahmen:</b> Anschaffung eines E-Bikes für Dienstfahrten im Stadtgebiet Schwentinental	
<b>Hinweise:</b> Bei der Auswahl des Unterstandes und des Standortes sollte ggf. frühzeitig eine Möglichkeit zur Ladung von E-Bikes und die Möglichkeit einer abschließbaren Einheit geplant werden.	

**Tabelle 61: Maßnahme -I1-**

Handlungsfeld: IT-Infrastruktur	Maßnahmen- Nr.: I1	Maßnahmen- Typ: Technische Maßnahme	Einführung der Maßnahme: kurzfristig	Dauer der Maßnahme: mehrere Wochen
<b>Maßnahmen-Titel:</b> Modernisierung Serverraum -Austausch IT-Komponenten-				
<b>Ziel und Strategie:</b> Durch den Austausch bestehender IT-Ausstattung im Serverraum sollen veraltete "Stromfresser" durch effizientere, stromsparende Server ersetzt werden. Der Austausch soll durch die IT-Abteilung der Verwaltung betreut werden.				
<b>Ausgangslage:</b> Die Servereinrichtungen der Stadt Schwentinental sind bereits etwas in die Jahre gekommen, eine Aktualisierung ist notwendig				
<b>Beschreibung:</b> Die bestehenden Server der Stadtverwaltung werden durch moderne Exemplare ausgetauscht. Der Austausch muss durchgeführt werden ohne die Arbeitsabläufe in der Verwaltung übermäßig zu belasten.				
<b>Initiator:</b> Digitalisierungsmanager, IT-Abteilung Amt II, Klimaschutzmanager				
<b>Akteure:</b> Stadtverwaltung Schwentinental				
<b>Zielgruppe:</b> -/-				



<b>Handlungsschritte und Zeitplan:</b> -Auswahl neuer Hardware - Bereitstellung Gelder durch Stadtvertretung - Beschaffung und Installation - Ausschreibung und Vergabe der Aufträge -Durchführung der Maßnahme, ggf. in Einzelschritten -	
<b>Erfolgsindikatoren:</b> Serverhardware wurde erneuert.	
<b>Gesamtaufwand:</b> überschaubare Kosten, insbesondere durch Einsparung bei den Lebenszykluskosten	
<b>Finanzierungsansatz:</b> Aus Haushaltsmitteln der Stadt Schwentinental	
<b>Energie- und Treibhausgaseinsparung:</b> Verhältnismäßig geringe Einsparpotenziale	
<b>Welche Endenergieeinsparungen werden erwartet?</b> Gering	<b>Welche THG-Einsparungen werden erwartet?</b> -/-
<b>Wertschöpfung:</b> Durch die Modernisierung der Hardware wird mit geringeren Betriebskosten gerechnet, zusätzlich wird eine Wertsteigerung erzielt.	
<b>Flankierende Maßnahmen:</b>	
<b>Hinweise:</b> -Digitalisierung und Homeoffice sind in Zeiten der Corona-Pandemie auch in der Stadtverwaltung Schwentinental stark in den Fokus gerückt. Eine leistungsstarke Hardware in der Verwaltung ist für die reibungslosen Abläufe im Verwaltungsalltag notwendig.	

## 7. Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes

### 7.1 Gesamtkoordination und Bürgerbeteiligung

Zentraler Akteur für diesen Bereich: Klimaschutzmanager

Mögliche Aufgabenfelder:

- Koordinierung aller betroffenen Personen und Personengruppen in der Stadt Schwentimental in der Umsetzung der Maßnahmen des KSK
- Fachlich-inhaltliche Unterstützung bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes, insbesondere für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadtverwaltung
- Vernetzung von lokalen und regionalen Akteuren, insbesondere die Gewährleistung eines Wissenstransfers unter den verschiedenen Gruppen soll gewährleistet sein
- Der KSM soll in Zukunft die Schnittstelle zwischen Kommunalpolitik, Verwaltung, Bürgerschaft und Organisationen für die Aufgaben des Klimaschutzes in der Stadt Schwentimental darstellen.
- Controlling der Maßnahmen des Integrierten KSK der Stadt Schwentimental und Öffentlichkeitsarbeit in Abstimmung mit dem Bürgermeister der Stadt
- Einbindung der Bürgerschaft in verschiedene Projekte

Strategische Fragestellung:

- Wie hoch ist sein verfügbares Budget und welche Entscheidungsbefugnisse hat er darüber?
- Wie werden seine Aufgaben zukünftig priorisiert?

## 7.2 Finanzierung

Zentraler Akteur für diesen Bereich: Selbstverwaltung der Stadt Schwentinental, Amt für Finanzen, KSM, SWS

Mögliche Aufgabenfelder:

- Bereitstellung von Kapital zur Umsetzung von Maßnahmen im kommunalen Bereich
- Vermittlung einer neutralen Effizienzberatung (Wirtschaft und Haushalte)
- Fördermittelbeantragung
- Aktivierung und Umsetzung von Effizienzmaßnahmen und Anlagenbau

Strategische Fragestellung:

- Welchen finanziellen Raum stellen die kommenden Haushalte für Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung?
- Welche Rolle übernehmen die Stadt Schwentinental und die SWS?

## 7.3 Straßenbeleuchtung

Zentraler Akteur für diesen Bereich: KSM, SWS

Mögliche Aufgabenfelder:

- Bereitstellung von Kapital zur Umsetzung von weiteren Maßnahmen im Bereich der Straßenbeleuchtung
- Fördermittelbeantragung
- Neuanschaffung von effizienter Straßenbeleuchtung für den Radverkehr in der Stadt Schwentinental

Strategische Fragestellung:

- Welche Rolle übernehmen die Stadt Schwentinental und die SWS?
- Welche Maßnahmen können weitergehend in Zukunft angegangen werden?

## 7.4 Beschaffungswesen

Zentraler Akteur für diesen Bereich: Beschaffungsstelle der Stadt Schwentinental, KSM

Mögliche Aufgabenfelder:

- Erstellen einer Richtlinie zur nachhaltigen Beschaffung
- Austausch ineffizienter Maschinen und Geräte
- Gegebenenfalls Anpassung von Verwaltungsabläufen
- Mittelbeantragung
- Umsetzung von Effizienzmaßnahmen im Verwaltungsablauf

Strategische Fragestellung:

- Wie kann in der Arbeit der Stadt Schwentinental zukünftig auf nachhaltige Produkte Wert gelegt werden?
- Wie hoch sind die Mehrkosten für nachhaltige Beschaffung?
- Können durch eine nachhaltige Beschaffung in der Zukunft Kosten eingespart werden?

## 7.5 Erneuerbare Energien

Zentraler Akteur für diesen Bereich: Für den Bereich der erneuerbaren Energien sind die SWS als Akteur von zentraler Bedeutung. Die SWS als 100 ige Tochtergesellschaft der Stadt Schwentimental verfügen über das notwendige Fachpersonal und sollten in Abstimmung mit dem KSM der Stadt sowie mit dem Amt für Stadtentwicklung, Bauwesen und Umwelt die Maßnahmen koordinieren.

Mögliche Aufgabenfelder:

- Initiierung, Realisierung und Ausbau regenerativer Energiequellen im Stadtgebiet.
- Akquise und Betrieb von Anlagen zur Energiegewinnung und Wärmeversorgung auf regenerativer Basis in Schwentimental u. a. über Contracting-Angebote oder Mieten
- Ausbau von lokalen/regionalen Energieanlagen

Strategische Fragestellung:

- Welche Aufgaben übernehmen SWS als zentrale Institution selbst?
- Wie können die Stadtwerke Schwentimental und der KSM der Stadt Schwentimental bei künftigen Projekten noch enger zusammenarbeiten?

## 7.6 Eigene Liegenschaften

Zentraler Akteur für diesen Bereich: KSM, Amt für Stadtentwicklung, Bauwesen und Umwelt

Mögliche Aufgabenfelder:

- Energetische Sanierung der kommunalen Liegenschaften
- Austausch ineffizienter Energieverbraucher
- Fördermittelbeantragung
- Umstieg auf regenerative Energieträger bei der Wärmeversorgung kommunaler Liegenschaften

Strategische Fragestellung:

- Welchen finanziellen Raum stellen die kommenden Haushalte für Klimaschutzmaßnahmen im Bereich der eigenen Liegenschaften zur Verfügung?
- Wie sinnvoll ist eine energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften?
- Welches Einsparpotenzial bieten energetische Sanierungsmaßnahmen?
- Wo lassen sich ineffiziente Energieverbraucher lokalisieren und gegebenenfalls austauschen?
- Welche Rolle können und wollen die SWS bei der energetischen Sanierung, insbesondere im Falle eines Austausches von Heizungsanlagen, übernehmen?

## 7.7 Mobilitätswende

Zentraler Akteur für diesen Bereich: KSM, Bürgeramt, Amt für Stadtentwicklung, Bauwesen und Umwelt

Mögliche Aufgabenfelder:

- Koordination der Umsetzung von Maßnahmen
- Koordination der Planungen der Selbstverwaltung und der Verwaltung der Stadt Schwentimental
- Planung und Koordination neuer Projekte im Zuge einer Mobilitätswende
- Vernetzung der lokalen und überregionalen Akteure
- Öffentlichkeitsarbeit
- Fördermittelbeantragung

Strategische Fragestellung:

- Wie kann eine Mobilitätswende in der Stadt Schwentimental aussehen?
- Welche Haushaltsmittel können in den kommenden Haushalten für Maßnahmen der Mobilitätswende bereitgestellt werden?
- Auf welche Mobilitätsformen soll in der Zukunft verstärkt gebaut werden?
- Welche Interessengruppen im Hinblick auf eine Mobilitätswende müssen seitens der Stadt Schwentimental bedacht werden?
- Können weitere Akteure im Stadtgebiet zusätzliche Mobilitätsformen anbieten?
- Wie kann das bestehende ÖPNV Angebot weiter ausgebaut oder optimiert werden?

## 7.8 IT-Infrastruktur

Zentraler Akteur für diesen Bereich: Amt für Finanzen und IT, KSM

Mögliche Aufgabenfelder:

- Bereitstellung von Kapital zur Umsetzung von Maßnahmen
- Fördermittelbeantragung
- Aktivierung und Umsetzung von Effizienzmaßnahmen
- Ermöglichung von Home-Office Arbeitsplätzen
- Bessere Vernetzung von Außenstellen und Kernverwaltung

Strategische Fragestellung:

- Welchen finanziellen Raum stellen die kommenden Haushalte für Maßnahmen zur Verfügung?
- Wie groß ist der Bedarf an Home-Office Arbeitsplätzen?
- Welche Einsparpotenziale hinsichtlich des Stromverbrauchs sind bei einem Austausch alter Anlagen möglich?
- Können eventuell Dienstfahrten durch eine zunehmende Digitalisierung eingespart werden?
- In welchem Umfang können Besuche des Rathauses durch eine Digitalisierung eingespart werden?



## 8 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes kommt der Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation eine zentrale Rolle zu. Die Stadt Schwentimental hat nur bedingt auf verschiedene Faktoren, welche zum Ausstoß von klimaschädlichen THG führen, Einfluss, weshalb es notwendig ist, eine Person zu installieren welche die verschiedenen Akteure im Stadtgebiet zusammenbringt und koordiniert. Insbesondere im Bereich der Mobilitätswende ist es von zentraler Bedeutung, die Vorzüge einer nachhaltigen Mobilität der breiten Masse aufzuzeigen. Die Installation einer solchen Stelle ist bei den knappen Haushaltskassen der Kommunen in der Bundesrepublik Deutschland jedoch gerade für kleinere Kommunen nicht ohne weiteres realisierbar. Aus diesem Grund hat der Bund beschlossen, die Förderung einer Stelle im kommunalen Stellenplan der Gemeinden und Gemeindeverbände in Deutschland zu fördern. Die Stadt Schwentimental bekommt aus diesem Grund eine Förderung von 65 % der Personalkosten für einen kommunalen „Kümmerer“. Die Aufgabe des Klimaschutzmanagers besteht im Wesentlichen darin, die Themen des Klimaschutzes im Handeln der Stadt, aber auch weiterer Akteure im Stadtgebiet gebührend anzubringen. Eine direkte Einflussnahme auf den CO<sub>2</sub>-Haushalt der Stadt Schwentimental kann die Stadt nur bei den eigenen Liegenschaften direkt veranlassen. Für eine weitere Einflussnahme ist es notwendig, über den eigenen Machtbereich hinaus Einfluss zu nehmen. Eine gute Öffentlichkeitsarbeit ist aus diesem Grunde ein wesentlicher Pfeiler der Klimaschutzaktivitäten in der Stadt Schwentimental.

Die Einsicht in die Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt Schwentimental basiert auf der Qualität der fachlichen Angebote der Kommune. Die Bürgerinnen und Bürger wollen mit Ihren Wünschen,

Hoffnungen, Vorbehalten und Ängsten mit Blick in die Zukunft ernst genommen werden. Es ist bei allen geplanten Maßnahmen wichtig, auf eine Ausgewogenheit zwischen erhofftem Benefit und notwendigem Einsatz zu achten. Ein Verlust der Akzeptanz von Maßnahmen für den Klimaschutz wäre das schier sichere Ende einer erfolgreichen Klimaschutzkampagne. Nur wenn bei allen Akteuren im Stadtgebiet die Akzeptanz für Maßnahmen geschaffen und erhalten wird, kann sich eine Begeisterung für den Klimaschutz entwickeln. Eine solche Begeisterung wiederum ermöglicht weitere, zusätzliche Investitionen. Auf diesem Weg kann in der Stadt Schwentinental eine Spirale der Hoffnung entstehen. Es ist somit, insbesondere in Zeiten angespannter Haushaltssituationen in der Stadt Schwentinental, wichtig, auch auf die finanziellen Chancen und Vorteile von Klimaschutzaktivitäten hinzuweisen und Fördermöglichkeiten auszuschöpfen. Wenn diese Herausforderung angenommen wird und es der Stadt Schwentinental gelingt, die Bürgerinnen und Bürger, die Unternehmerinnen und Unternehmer und alle weiteren Akteure auf dem Weg zur Klimawende mitzunehmen, dann erweisen sich Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit als die Hebel, die das Rad des Klimaschutzes in der Stadt Schwentinental ins Rollen bringen können und sollen.

### Zielgruppe Wirtschaft

Die Verbesserung der Energieeffizienz, die Einsparung sowie der Ersatz fossiler Brennstoffe in Unternehmen, ist eine der Kernaufgaben regionaler Klimaschutzaktivitäten. Im Fokus der kommunalen Klimaschutzaktivitäten stehen vor allem die energieintensiven Betriebe aber auch die Logistikunternehmen (insbesondere im Hinblick auf eine Mobilitätswende), der (Groß-)Handel und die übrigen Gewerbe. Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist es, mehr Unternehmen für ein Engagement im

Klimaschutz zu motivieren und ihnen den Nutzen von Energieeffizienzmaßnahmen darzulegen, aktive Unternehmen bei ihren Entscheidungen und Aktivitäten zu unterstützen und die erreichten Erfolge im Sinne des kommunalen Klimaschutzes zu verbreiten.

### Zielgruppe Bürgerschaft

Da die Möglichkeiten zur Erzeugung regenerativer Energien in der Stadt Schwentimental auf Grund der urbanen Struktur eingeschränkt sind, spielen die gebäudegebundene Energieerzeugung wie auch die Steigerung der Energieeffizienz in den Haushalten eine wichtige Rolle.

Transparenz und Akzeptanz sind Voraussetzung zur Erreichung von Klimaschutzzielen. Hierbei spielt die allgemeine Aufklärungs- und Sensibilisierungsarbeit zum Thema Klimaschutz eine wesentliche Rolle. Im Rahmen dieser Öffentlichkeitsarbeit wird die Bürgerschaft in folgenden Funktionen fokussiert:

- als Endverbraucher
- als Hausbesitzer
- als Nutzer lokaler Dienstleistungen
- als Verkehrsteilnehmer
- als Kleinstinvestor/Betreiber von Energieanlagen

Bei der Ansprache sollte klar herüberkommen, dass beim Klimaschutz die Bürger als bewusste und aufgeklärte Nutzer sowie Erzeuger von Energie, Verkehr, Infrastrukturen und Ressourcen in Maßnahmen mit einbezogen werden. Aufgrund der Corona-Pandemie konnte eine Beteiligung zur Erstellung des Klimaschutzkonzeptes nicht wie ursprünglich vorgesehen stattfinden. Dieses soll zukünftig in ausgeprägter Form erfolgen. Insbesondere im Hinblick auf Fördermöglichkeiten, auch im Sektor der privaten Haushalte, besteht eine große Unwissenheit in der Gesellschaft. Ein Nahebringen der

Möglichkeit von Einsparungen durch positive Klimaschutzaktivitäten wird daher als zentrale Aufgabe für den Klimaschutzmanager in der Stadt Schwentimental gesehen.

Bürger sind bspw. im Rahmen von jährlichen Klimaschutzkonferenzen einzubinden, um somit die nötige Akzeptanz zu fördern und auch neue Maßnahmen identifizieren zu können. Ebenso gilt es, die regelmäßige Vernetzung relevanter Akteure im Rahmen eines Expertengremiums zur Abstimmung laufender Maßnahmen und Entwicklung neuer Maßnahmen fortzuführen.

Eine Zielgruppe mit besonderem Potenzial sind Kinder und Jugendliche. Bewusstseinsbildende Maßnahmen schlagen sich zum einen im eigenen Handeln der Kinder und Jugendlichen nieder, zum anderen beeinflussen sie auch Eltern, Freunde und Bekannte und haben damit einen nicht zu unterschätzenden Multiplikatoreffekt. Darüber hinaus können Spiele oder Arbeitsmaterialien mit Bezug zum Klimaschutz (neu aufgelegt oder bereits bestehend) Verwendung finden. Eine weitere wichtige Säule sind einzelne Aktivitäten, beispielsweise Schülerwettbewerbe, Aktionstage oder Energiesparprojekte in den Schulen.

Projektkommunikation zu laufenden Projekten und Maßnahmen:

Angeichts der hohen Priorität und Sensibilität des Themas ist die Projektkommunikation ein komplexes Unterfangen. Um sich abzustimmen und Synergien zu nutzen, wird empfohlen, für laufende Projekte und Maßnahmen ein Forum zum Austausch und zur weiteren Planung mit den jeweiligen Projektverantwortlichen einzurichten.

Die Maßnahmenverantwortlichen der Stadt Schwentimental müssen bei der Umsetzung immer an die Einbindung bzw. Information der

Öffentlichkeit denken. Daher sollte hier eine Vorstellung der für Öffentlichkeitsarbeit verantwortlichen Person bei den jeweiligen Maßnahmenverantwortlichen erfolgen und ein regelmäßiger Austausch stattfinden. Unter dem Motto „Tue Gutes und rede darüber!“ können konkrete Klimaschutzmaßnahmen und damit einzelne Beiträge zu den Klimaschutzzielen der Stadt Schwentimental bekannter gemacht werden. Je mehr Aktivitäten im Bereich Klimaschutz stattfinden, umso mehr konkrete Ergebnisse in Bezug auf Energieeinsparung, Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Reduzierung werden erreicht. Erfolge zu feiern ist wichtig, um die Motivation der einzelnen Akteure zu erhalten und neue Aktivitäten anzuschließen.

Kommunikationsaufgaben, die eine effektive Verzahnung gewährleisten sollen, brauchen entsprechende Ressourcen. Auf vorhandene Ressourcen und Kooperationen (z. B. zu Agenturen und anderen Pressestellen) sollte zunächst aufgebaut werden und nach Bedarf ergänzt werden. Idealerweise wird die Klimaschutzkommunikation über den Klimaschutzmanager abgewickelt, sollte jedoch proaktiv seitens der Kommunalpolitik unterstützt werden.

Einen allgemeinen Überblick sowie Fortschrittsberichte über Klimaschutzaktivitäten sollten auch über soziale Netzwerke im Internet kommuniziert werden. Es empfiehlt sich der Aufbau einer eigenen Rubrik auf der Internetseite der Stadt Schwentimental auf der über laufende lokale aber auch regionale Klimaschutzaktivitäten und Termine informiert wird und Beteiligungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Besonders junge Menschen lassen sich leichter über die neuen Medien informieren, so sollte neben einem regelmäßigen Newsletter an Interessierte auch über die Nutzung von Web-2.0-Formaten (Facebook, Twitter etc.) nachgedacht werden.

Klimaschutzkampagnen zur Steigerung des Klimabewusstseins in der Bevölkerung:

Ziel von Klimaschutzkampagnen ist es, Bewusstsein für den Umgang mit Energie zu schaffen. Darüber hinaus geht es auch darum, den gesellschaftlichen Stellenwert des Energiesparens zu erhöhen. Es geht also weniger um die Vermittlung energierelevanter Kenntnisse, die unmittelbar umgesetzt werden können. Deshalb müssen Kampagnenaktivitäten durch Hinweise auf weitere Beratungs- und Handlungsmöglichkeiten ergänzt werden. Letztlich geht es darum, die fachlich-argumentativ geprägte Projektkommunikation mit „peripheren Reizen“ zu flankieren; dadurch können vor allem die bisher noch nicht für das Thema Klimaschutz sensibilisierten Menschen erreicht werden.

Präsenz der Kommune auf regionalem Parkett:

Vertreter der Stadt sollten ihre Präsenz auf überregionalem Parkett verstärken, um lokal wirksame Reputationseffekte für den Klimaschutz zu erzielen. Das können aktive Beiträge im Rahmen von Fachveranstaltungen sein oder die Mitwirkung in überörtlichen Gremien und Zusammenschlüssen. Auch die Ausrichtung medienwirksamer Aktivitäten in der Region gehört dazu.

Seitens der Stadt Schwentinental wurde ein erster Schritt in diesem Bereich durch die Entsendung des KSM in die Lenkungsgruppe des Kreises Plön für den Bereich des Wärmekatasters bereits eingeleitet. Aus dieser Aufgabe heraus konnten bereits erste Projekte für den Klimaschutz in der eigenen Liegenschaft „Astrid-Lindgren-Schule“ realisiert werden.

## 9 Monitoring und Controlling

Die Stadt Schwentinental hat im Rahmen der Erarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes das Ziel formuliert, einen angemessenen Teil zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung beizusteuern. Zur Erreichung dieser Ziele plant die Stadt Schwentinental, die von der Regierung für Deutschland formulierten Ziele für das eigene Stadtgebiet zu realisieren. Um diesen Zielen bis 2050 einen Schritt näher zu kommen und ein Zeichen zu setzen, wurden für die Stadt Schwentinental in den 6 bereits genannten Kategorien jeweils 2 konkrete Maßnahmen ausgearbeitet. Diese sollen nun in den kommenden fünf Jahren umgesetzt werden. Damit ist es aber nicht getan! Diese Maßnahmen geben den ersten Anstoß und sollen einen Schneeballeffekt in Schwentinental auslösen. Durch die Aufklärung, Sensibilisierung und Motivation der Bürgerinnen und Bürger und aller weiteren Akteure werden kann sich der positive Effekt des Klimaschutzes immer weiter entwickeln. Diese entwickeln – mit stetiger Unterstützung durch die Verwaltung – sukzessive weitere Klimaschutzmaßnahmen, die anschließend umgesetzt werden.

Wegen der sich stetig ändernden gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und den nicht abschätzbaren Aktivierungspotenzialen sollten die im Klimaschutzkonzept dargestellten Potenziale und die entsprechend formulierten Ziele mittelfristig einer kritischen Überprüfung unterzogen und angepasst werden.

Die wohl wichtigste Aufgabe ist es nun, die erarbeiteten Maßnahmen in der Stadt umzusetzen. Um den Erfolg der Klimaschutzaktivitäten der Stadt zu messen, zu steuern und zu kommunizieren, wird ein Monitoring und Controlling angestrebt.

Nachfolgend werden überwachende Parameter und Rahmenbedingungen aufgeführt, die dem Monitoring von Teilzielen

dienen. Dabei werden Parameter benannt, die den Verlauf des Prozesses zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen überwachen können.



## 9.1 Rahmenbedingungen für das Monitoring

Um den Fortschritt der gesteckten Ziele zu überwachen, sind Monitoring-Parameter notwendig. Mit Hilfe dieser Parameter soll überprüft werden können, ob ein hinreichender Fortschritt in Bezug auf die gesteckten Ziele erreicht wurde oder positive bzw. negative Abweichungen festzustellen sind. Ziel ist es, frühzeitig zu erkennen, ob der Prozessablauf korrigiert werden muss und welche Maßnahmen dafür geeignet sein können. Mit dem vorliegenden Konzept werden für jede geplante Maßnahme Parameter und Vorgehensweise der Zielüberwachung benannt.

### Zielüberprüfung: Maßnahmen „Straßenbeleuchtung“

Das Fortschreiten der Maßnahme ist maßgeblich an einem Indikator festzumachen:

- Verbrauchte Strommenge.

Die verbrauchte Strommenge pro Jahr kann beim Betreiber der Straßenbeleuchtung der Stadt Schwentinental, der SWS jährlich abgefragt werden und den Vorjahren gegenübergestellt werden.

### Zielüberprüfung: Maßnahmen „Beschaffungswesen“

Der Bereich des Beschaffungswesen, hier maßgeblich die Erstellung einer Richtlinie kann anhand eben jeder überprüft werden. Der maßgebliche Indikator für diesen Bereich ist somit:

- Vorliegen einer Richtlinie für nachhaltige Beschaffung
- Umsetzung der Richtlinie

Bei Vorliegen einer Richtlinie für die nachhaltige Beschaffung kann mit Hilfe der Beschaffungsstelle eine Überprüfung zur nachhaltigen

Beschaffung durchgeführt werden. Auf die Beachtung von Labels ist hier im Besonderen zu achten.

#### Zielüberprüfung: Maßnahmen „Erneuerbare Energien“

Der Ausbau der erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung wird durch folgende Indikatoren gekennzeichnet:

- Einspeisung der elektrischen Energiemenge nach dem EEG
- Stromerzeugung für die Eigennutzung nach dem EEG.

Der ins Netz der SWS eingespeiste „Grüne Strom“ wird über die SWS abgefragt und dient als Grundlage für die Ermittlung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet als Grundlage.

#### Zielüberprüfung: Maßnahmen „Eigene Liegenschaften“

Die Überwachung des Fortschritts der Maßnahmen im Bereich der eigenen Liegenschaften beinhaltet folgende Indikatoren:

- Abgeschlossene Bau-/Sanierungsprojekte
- Einsparung Heiz-/Stromkosten

Im Bereich der eigenen Liegenschaften können durch Hilfe des Amtes für Stadtentwicklung, Bauwesen und Umwelt, sowie des Amtes für Kindergärten und Schulen Informationen über den Fortschritt von Bau- und Sanierungsarbeiten erlangt werden, sowie die Auswirkung solcher Maßnahmen auf die Verbrauchswerte für Strom und Heizung.

#### Zielüberprüfung: Maßnahmen „Mobilität“

Für die positiven Entwicklungen von Maßnahmen im Bereich der Mobilität können unterschiedliche Parameter als Grundlage dienen:

- Zugelassene Fahrzeuge im Stadtgebiet

- Evaluierung der Annahme von Leihfahrrädern
- KFZ-Fahrzeugzählungen
- Fahrgastzahlen der Deutschen Bahn [DB]

Die Zahlen im Bereich der Mobilität können über die Anbieter verschiedener Mobilitätsformen sowie dem Kreis Plön abgefragt und evaluiert werden.

Zielüberprüfung: Maßnahmen „IT-Infrastruktur“

Die Aktivitäten im Bereich der IT-Infrastruktur sind im Wesentlichen über zwei Parameter zu definieren.

- Anzahl Dienstreisen
- Stromverbrauch

Anhand der Zahlen bezüglich Dienstreisen lässt sich eine verbesserte IT-Infrastruktur, welche auch für Schulungen, Sitzungen, Seminare und weiteres genutzt werden kann, ablesen. Auch ein verringerter Stromverbrauch im Rathaus der Stadt Schwentinental, sowie in weiteren externen Liegenschaften der Stadt ist messbar.

## 9.2 Rhythmus der Überprüfung der Ziele des Konzeptes

Der Rhythmus für die Überprüfung der Erreichung der Ziele der einzelnen Maßnahmen zu den 6 Themenbereichen dieses Konzeptes kann nicht einheitlich festgelegt werden. Für die Überprüfung der Wirksamkeit können gegebenenfalls feste Intervalle gegeben werden, insbesondere im Bereich der Verbrauchzahlen für Strom und Heizung ist eine regelmäßige Evaluierung der Werte möglich.

Für andere Bereiche wie etwa Sanierungs- und Neubaumaßnahmen muss eine Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen jedoch nach Bedarf erfolgen und nicht strikten zeitlichen Vorgaben folgen.

Mit Blick auf die Maßnahmen im Bereich der nachhaltigen Beschaffung ist es zwingend notwendig, seitens der Beschaffungsstelle der Stadt Schwentinental permanent auf die Einhaltung der sich selbst aufzuerlegenden Regeln zu achten und somit eine permanente Überprüfung durchzuführen.

### 9.3 Überwachung der Maßnahmen

Ein „Controlling-Instrument“ zur Erreichung der Umsetzung von Maßnahmen in der Stadt Schwentimental können die langfristige Institutionalisierung der Stelle des Klimaschutzmanagers und der Ausbau einer entsprechenden Struktur in der Stadt darstellen. Der Klimaschutzmanager wäre der zentrale Ansprechpartner bei der Vorbereitung und Steuerung der einzelnen Maßnahmen aus dem Maßnahmenpaket. Er könnte die Person sein, die dafür sorgt, dass alle Maßnahmen effizient umgesetzt werden. Neben der Vorbereitung aber auch Überprüfung des Zwischenstandes der einzelnen Projekte ist es ebenfalls wichtig, eine Person definiert zu haben, die die Zusammenarbeit aller Beteiligten eines Projektes koordiniert. Darüber hinaus vertritt der Klimaschutzmanager die Stadt Schwentimental in Absprache mit dem Bürgermeister bei Veranstaltungen rund um die Themen Energie und Klimaschutz und ist somit das Gesicht der Klimaschutzkampagne nach außen.

Der Klimaschutzmanager ist dafür verantwortlich (auch hinsichtlich des Fördermittelgebers), dass für jede Maßnahme individuelle Indikatoren festgelegt und (im Gegensatz zur Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz) engmaschig überprüft werden. Diese engmaschige Überprüfung ist insbesondere auch wegen der Berichterstattung über den Fortschritt der Klimaschutzaktivitäten äußerst wichtig.

## 10. Fazit

Die vorangehende Ausarbeitung zeigt den ermittelten Endenergiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2019 sowie eine Retrospektive in das Jahr 1990 für die Stadt Schwentimental. Die Bundesregierung hat das Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2050 um 85 % bis 95 % zu reduzieren. Es wurden verschiedene Potenziale für die Stadt Schwentimental ermittelt, um diese Werte in den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen und kommunale Liegenschaften sowie Verkehr zu erreichen. In der Szenarien-Betrachtung wurden diese miteinander verschnitten, um zu ermitteln, ob durch diese Maßnahmen die Ziele der Bundesregierung erreicht werden können. Bei der Szenarien-Betrachtung wurde zwischen einem Basis-Szenario und einem Klimaschutz-Szenario unterschieden. Das Basis-Szenario umfasst die Potenziale, von denen zu erwarten ist, dass diese nach heutigem Wissen eintreffen werden. Das Klimaschutz-Szenario fasst die darüberhinausgehenden Potenziale zusammen. Im stationären Bereich werden im Basis-Szenario die Ziele der Bundesregierung bei weitem nicht erreicht und auch im Klimaschutz-Szenario ist die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen noch niedriger, als die von der Bundesregierung gesteckten Ziele. Gerade im Bereich des Strombedarfes, der in den vergangenen Jahren eher gestiegen als gesunken ist (Rebound-Effekt), ist Optimierungsbedarf, wobei hier die Emissionen des Strommix-Deutschland seit Jahren stetig sinken. Im Wärmebereich können sich Wärmenetze als sinnvoll erweisen, da hier ein schneller Technologieumstieg für viele Haushalte möglich ist, sollten neue, klimaneutrale Technologien wirtschaftlich werden. Alternativ werden die dezentralen Versorgungsmöglichkeiten stetig klimaneutral werden müssen. Im Verkehrsbereich haben sich in Schwentimental aufgrund der deutlichen Zunahme der Verkehrsleistungen die über die

Jahre durch effizientere Antriebstechnologien gewonnenen Treibhausgaseinsparungen von 1990 zu 2019 wieder aufgehoben. Es bedarf folglich einer deutlichen Trendwende gegenüber dem heutigen Stand, denn die Klimaschutzziele für 2050 sind ambitioniert. Der Weg dorthin erfordert einen frühzeitigen Beginn und anspruchsvolle Meilensteine. Dies bezieht sich im Verkehrsbereich sowohl auf die Durchdringung der Fahrzeugflotten mit alternativen Antrieben als auch auf den Bau und das Schaffen neuer Infrastrukturen zur Verkehrsverlagerung, was längere Planungs- und Vorlaufzeiten voraussetzt. Ohne den schnellen Ausbau der Elektromobilität inklusive der erneuerbaren Energieträger und einer konsequenten Ausrichtung der verkehrspolitischen Weichenstellungen wird nach Angaben des Umweltbundesamtes langfristig keine Treibhausgasneutralität im Verkehr möglich sein. Das Klimaschutz-Szenario hat gezeigt, dass eine Verkehrsoptimierung notwendig und eine deutliche Veränderung des heutigen Modal-Splits anzustreben ist. Die THG-Bilanz ist hierbei ein erster Schritt, der allerdings nur vorbereitet und eines weiteren konsequenten Handelns bedarf. Die Energie- und Treibhausgasbilanz für Schwentinental zeigt, dass erhebliche Anstrengungen zur Zielerreichung der Bundesregierung in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen notwendig sind. Klimaschutz in der Kommune ist folglich kein Selbstläufer, sondern erfordert konsequentes und zielgerichtetes Handeln in allen Sektoren.

# Literaturverzeichnis

AGFW. (11.02.2021). Arbeitsblatt AGFW FW 309 Teil 6. Von

[https://www.agfw.de/index.php?elD=tx\\_securedownloads&p=150&u=0&g=0&t=1613114525&hash=bb8565568473b8270d44bb8d5ef6875274f4f4c2&file=/fileadmin/user\\_upload/Technik\\_u\\_Normung/Erzeugung/Energetische\\_Bewertung/FW\\_309-6\\_Entwurf\\_2020.pdf](https://www.agfw.de/index.php?elD=tx_securedownloads&p=150&u=0&g=0&t=1613114525&hash=bb8565568473b8270d44bb8d5ef6875274f4f4c2&file=/fileadmin/user_upload/Technik_u_Normung/Erzeugung/Energetische_Bewertung/FW_309-6_Entwurf_2020.pdf) abgerufen

BDI. (15.01.2021). Alt, ungedämmt, sanierungsbedürftig: 12 Fakten über Gebäude in Deutschland. Von <https://initiative-energieeffiziente-gebaeude.de/de/zumthema#:~:text=Der%20Geb%C3%A4udebestand%20ist%20derzeit%20immer,auf%20%C3%BCber%20drei%20Prozent%20steigen.> abgerufen

BINE Informationsdienst. (Dezember 2003). basisEnergie 15. Abgerufen am 23.09.2016 von [http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Basis\\_Energie/Basis\\_Energie\\_Nr.\\_1\\_5/Basis\\_15\\_internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Basis_Energie/Basis_Energie_Nr._1_5/Basis_15_internetx.pdf)

Bundesagentur für Arbeit. (2019). Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wohn- und Arbeitsort. 06.30.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (08.02.2021). Wärme- und Kältenetze. Von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft\\_Waerme\\_Kopplung/Waerme\\_Kaeltenetze/waerme\\_kaeltenetze\\_node.html;jsessionid=0F8CD0735A74BEE7FCFDB73CAD9FE28B.2\\_cid378](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Waerme_Kaeltenetze/waerme_kaeltenetze_node.html;jsessionid=0F8CD0735A74BEE7FCFDB73CAD9FE28B.2_cid378), abgerufen

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (Juli 2015). Informationsbroschüre Klimaschutz und Energieeffizienz. Von [https://www.co2online.de/fileadmin/co2/Multimedia/Broschueren\\_und\\_Faltblaetter/co2online-broschuere-energieeffizienz-klimaschutz-2016.pdf](https://www.co2online.de/fileadmin/co2/Multimedia/Broschueren_und_Faltblaetter/co2online-broschuere-energieeffizienz-klimaschutz-2016.pdf) abgerufen

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. (2020). Verkehr in Zahlen. Von [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2020pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2020pdf.pdf?__blob=publicationFile) abgerufen



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (Mai 2017). Ergebnispapier Strom 2030. Von [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030ergebnispapier.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=32](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/strom-2030ergebnispapier.pdf?__blob=publicationFile&v=32) abgerufen

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (23..10.2020). Zahlen und Fakten: Energiedaten; Nationale und internationale Entwicklung. Von <http://www.bmwi.de/Navigation/DE/Themen/energiedaten.html> abgerufen

Bundesregierung. (02 2021). CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Von <https://www.bundesregierung.de/bregde/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008> abgerufen

Bundesregierung. (08.022021). CO<sub>2</sub>-Bepreisung. Von <https://www.bundesregierung.de/bregde/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008> abgerufen

Deutscher Bundestag. (06 2019). Grenzwerte für Wasserstoff (H<sub>2</sub>) in der Erdgasinfrastruktur. Von <https://www.bundestag.de/resource/blob/646488/a89bbd41acf3b90f8a5fbfbc8616df4/W-D-8-066-19-pdf-data.pdf> abgerufen

Dr. Klein. (05.01.2021). Altes Haus sanieren: Kosten und Finanzierung auf einen Blick. Von <https://www.drklein.de/altes-haussanieren.html#:~:text=Experten%20veranschlagen%20die%20Kosten%20f%C3%BCr,w e rden%2C%20ist%20das%20oft%20g%C3%BCnstiger.> abgerufen

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE. (02.01.2020). Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland 2019: Mehr erneuerbare als fossile Energieerzeugung. Von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-undmedien/news/2019/oeffentliche-nettostromerzeugung-in-deutschland2019.html#:~:text=In%20Summe%20produzierten%20die%20erneuerbaren,unter%20dem%20Niveau%20des%20Vorjahres.> abgerufen

Heizung.de. (05 2020). Brennstoffpreise vergleichen in wenigen Schritten. Von <https://heizung.de/heizung/tipps/brennstoffpreise-vergleichen-in-wenigen-schritten/> abgerufen

ifeu. (2019). BSKO: Bilanzierungs-Systematik Kommunal; Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Von [https://www.ifeu.de/wpcontent/uploads/BSKO\\_Methodenpapier\\_kurz\\_ifeu\\_Nov19.pdf](https://www.ifeu.de/wpcontent/uploads/BSKO_Methodenpapier_kurz_ifeu_Nov19.pdf) abgerufen

KBA. (2016). Kfz-Daten und Fakten zu Schwentinental. Von <https://kfzserviceportal.de/schwentinental/#:~:text=In%20Schwentinental%20sind%20rund%207.7%2032,erh%C3%A4lt%20das%20Ortsk%C3%BCrzel%20PL%C3%96%20zugewiesen.> abgerufen

KBA. (2016). Stadt Schwentinental (Kreis: Plön) – Service-Leistungen und mehr. Von <https://kfzserviceportal.de/schwentinental/> abgerufen

KBA. (2019). Elektroautos und Hybridautos: Bestand und Neuzulassungen in Deutschland 2019. Von <https://www.greengear.de/elektroautos-hybridautos-bestand-neuzulassungszahlen-deutschland-2019/> abgerufen

KBA. (2020). Bestand in den Jahren 1960 bis 2020 nach Fahrzeugklassen. Von [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/fz\\_b\\_fzkl\\_aufb\\_archiv/2020/b\\_fzkl\\_zeitreihe.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/fz_b_fzkl_aufb_archiv/2020/b_fzkl_zeitreihe.html) abgerufen

KBA. (2020). Verkehr in Kilometern - Inländerfahrleistung. Von [https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk\\_inlaenderfahrleistung/vk\\_inlaenderfahrleistung\\_inhalt.html?nn=2351536](https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/vk_inlaenderfahrleistung_inhalt.html?nn=2351536) abgerufen

KfW. (09. 02 2021). Erneuerbare Energien - Premium. Von [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/EnergieUmwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/EnergieUmwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/) abgerufen

KVG. (Januar 2021). Netzplan Kiel. Von <https://netzplan-kiel.de/index.php/de/stadtplan> abgerufen

Landeshauptstadt Kiel, Kreis Plön, Kreis Rendsburg-Eckernförde, NAH.SH. (2017). MASTERPLAN MOBILITÄT KielRegion, Kurzfassung. Von [https://www.kielregion.de/fileadmin/user\\_upload/kielregion/documents/masterplanmobilitaet/180309\\_MASTERPLAN\\_MOBILITAET\\_Broschuere.pdf](https://www.kielregion.de/fileadmin/user_upload/kielregion/documents/masterplanmobilitaet/180309_MASTERPLAN_MOBILITAET_Broschuere.pdf) abgerufen

Link, G., Krüger, C., Rösler, C., Bunzel, A., Nagel, A., & Sommer, B. (2018). Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden. 3. aktual. u. erw. Aufl. Berlin.

Stadt Schwentinental. (08. 12 2020). Schwentinental: Stadtportrait. Von <https://www.schwentinental.de/willkommen/stadtportrait> abgerufen

Statista. (2020). Verteilung der Fahrleistung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr in Deutschland nach Ortslage. Deutschland. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/965022/umfrage/verteilung-der-fahrleistungvon-kraftfahrzeugen-nach-ortslage-in-deutschland/> abgerufen

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (08.12.2020). Regionaldaten Schwentinental, Stadt. Von [https://region.statistiknord.de/detail/1111111111111111/1/0/119893/#meine\\_region\\_section\\_13](https://region.statistiknord.de/detail/1111111111111111/1/0/119893/#meine_region_section_13) abgerufen

Umweltbundesamt. (Mai 2016). Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050. Dessau-Roßlau. Von <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimaschutzbeitrag-des-verkehrs-bis-2050> abgerufen

Umweltbundesamt. (2020). Nachhaltige Mobilität. Von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet> abgerufen