

CHANCEN FÜR KLIMA, UMWELT UND MENSCHEN

Klimaschutz-Rahmenkonzept der
Stadtwerke Hennigsdorf GmbH
in dem räumlichen Einzugsbereich
der Stadt Hennigsdorf



STADTWERKE
HENNIGSDORF



ISBN 978-3-00-049475-8

AUGUST 2015

Impressum

Bearbeitung

B.A.U.M. Consult GmbH
Fanny-Zobel-Str. 9
12435 Berlin
www.baumgroup.de

Kooperationspartner

Institut für Energietechnik IfE GmbH
an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a
92224 Amberg
www.ifeam.de

Dank

Das vorliegende Klimaschutz-Rahmenkonzept wurde unter Beteiligung und aktiver Mitwirkung zahlreicher Partner erarbeitet. Neben den Mitarbeitern der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH und der von ihr eingesetzten Projektgruppe haben sich die Mitglieder des Aufsichtsrats, Fachleute der Stadtverwaltung Hennigsdorf, von Wohnungsunternehmen, anderen kommunalen Beteiligungen der Stadt sowie wichtige, in der Stadt Hennigsdorf ansässige Unternehmen in den Erarbeitungsprozess aktiv eingebracht. Allen Beteiligten danken wir sehr herzlich für ihre engagierte Mitwirkung.

Auftraggeber

Stadtwerke Hennigsdorf GmbH
Rathenaustraße 4
16761 Hennigsdorf
www.swh-online.de



Datengenauigkeit und Rundung

Bei der Berechnung der Ergebnisse wurde mit der höchst möglichen und sinnvollen Genauigkeit gerechnet. Dadurch entstehen bei auf kWh/MWh genau erhobenen und verrechneten Werten kleinere Abweichungen bei der Summenbildung durch die Rundung auf MWh/GWh. Zudem wurden zur besseren Lesbarkeit im Fließtext Rundungen vorgenommen.

Haftungsausschluss

Wir haben alle in dem hier vorliegenden Klimaschutzkonzept bereitgestellten Informationen nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und geprüft. Es kann jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen übernommen werden.

August 2015

INHALT

Vorbemerkungen	7	1.3.3 Handlungsfeld Flexibilität durch Entkopplung von Stromerzeugung und Energiebereitstellung.....	25
1 Status Quo, Handlungsfelder und Umsetzungsempfehlungen	9	1.3.4 Handlungsfeld klimafreundliche Mobilität.....	25
1.1 Management Summary	9	1.4 Leitideen für den Transformationsprozess.....	30
1.1.1 Ist-Situation	9	1.4.1 Herausforderungen an das künftige Energiesystem.....	30
1.1.2 Handlungsspielräume	10	1.4.2 Handlungsmatrix zur Transformation des Energiesystems in Hennigsdorf	32
1.2 Wo steht Hennigsdorf? – Eine Energie- und CO₂-Bilanz ..	12	2 Sektor Wärme	34
1.2.1 Energiebilanz über alle Nutzungsarten	12	2.1 Ergebnisse der Bestandsanalyse	34
1.2.2 Zusammenhänge zwischen Energie- und Klimabilanz	15	2.1.1 Wärme in den einzelnen Verbrauchergruppen.....	34
1.2.3 Wärmeversorgung verschiedener Verbrauchergruppen und Sektoren.....	15	2.1.2 Erneuerbare Energien Ist-Zustand.....	34
1.2.4 Entwicklung Strom- und Wärmeerzeugung der Stadtwerke .	17	2.2 Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder.....	36
1.2.5 Sektor Verkehr	17	2.3 Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung	40
1.3 Wo können Klimaschutz-Aktivitäten verstärkt werden? Prioritäre Handlungsfelder und Transformationsprozesse	22	3 Sektor Strom	41
1.3.1 Handlungsfeld Gebäudeeffizienz	22	3.1 Ergebnisse der Bestandsanalyse	41
1.3.2 Handlungsfeld klimafreundliche Energieversorgung	24	3.1.1 Strom in den einzelnen Verbrauchergruppen	41
		3.1.2 Erneuerbare Energien Ist-Zustand.....	41

3.2	Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder.....	44	A.1.1	Darstellung des Wärmebedarfs sektoral- und energieträgerspezifisch	69
3.3	Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung	46	A.1.2	Wärmekataster im Ist-Zustand.....	71
4	Sektor Verkehr	47	A.1.3	Weitere Arbeitsmaterialien.....	74
4.1	Ergebnisse der Bestandsanalyse	47	A.1.3.1	Berechnungen zu den Effizienzpotenzialen	74
4.1.1	Konzeptioneller Bestand.....	47	A.1.3.2	Berechnungen zu den EE-Potenzialen (auch Abfall).....	78
4.1.2	Fahrzeugbestand	49	A.1.4	Szenarien zur CO₂-Entwicklung	84
4.1.3	Treibstoffverbrauch und CO ₂ -Emissionen.....	52	A.2	Sektor Strom	87
4.2	Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder.....	57	A.2.1	Darstellung der Stromverbräuche sektoral- und energieträgerspezifisch	87
4.3	Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung	58	A.2.2	Weitere Arbeitsmaterialien.....	87
5	Glossar.....	63	A.2.2.1	Berechnung der Effizienzpotenziale (auch Wasser/Abwasser)	87
5.1	Definition der Verbrauchergruppen.....	63	A.2.2.2	Berechnung der EE-Potenziale.....	92
5.2	Weitere Fachbegriffe	63	A.2.2.3	Stromverbrauch und Abwärmenniveau der Wasserpumpen...	94
A	Anhänge.....	69	A.2.3	Szenarien zur CO₂-Entwicklung	97
A.1	Sektor Wärme	69	A.3	Sektor Verkehr	100

A.3.1	Arbeitsmaterialien.....	100	C	Abbildungsverzeichnis	121
A.3.2	ECOSPEED Region	100	D	Tabellenverzeichnis	124
A.3.2.1	Methodik ECOSPEED Region	100			
A.3.2.2	Methodik der Bilanzierung im Bereich Verkehr.....	101			
A.3.2.3	Datenbasis und Vorgehen in Hennigsdorf	101			
A.3.2.4	Bestands- und Ergebnistabellen im Bereich Verkehr	103			
A.4	Gesamtbilanz.....	115			
A.4.1	Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a	115			
A.4.2	Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a	116			
A.4.3	CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a.....	117			
A.4.4	CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a	118			
A.4.5	Pro-Kopf- CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a)	119			
B	Literaturverzeichnis.....	120			

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BHKW	Blockheizkraftwerk
bsp.	Beispiel
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CH₄	Methan
CO₂	Kohlendioxid
d. h.	das heißt
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
eea	European Energy Award
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEX	European Energy Exchange
EMB	Energie Mark Brandenburg GmbH
etc.	et cetera
FM	Festmeter
GV	Güterverkehr
GWh	Gigawattstunde (1.000 Megawattstunden)
ha	Hektar
i. d. R.	in der Regel
i. H. v.	in Höhe von
inkl.	inklusive
insb.	insbesondere
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
km	Kilometer (1.000 Meter)

kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life-Cycle-Assessment
m	Meter
m²	Quadratmeter
Mio.	Million
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde (1.000 Kilowattstunden)
ÖPNV	Öffentlicher Personenfernverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ORC	Organic-Rankine-Cycle
P2G	Power to Gas
P2H	Power to Heat
PPP	Public Private Partnership
PV	Photovoltaik
rd.	rund
sog.	sogenante/s/n
t	Tonnen
Tsd.	tausend
u. a.	unter anderem
u. a. m.	und andere[s] mehr
v. a.	vor allen/ allem
VEP	Verkehrsentwicklungsplan
z. B.	zum Beispiel

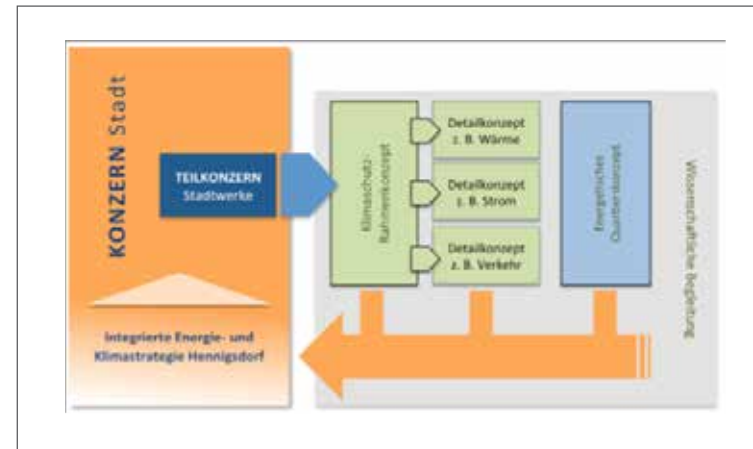
Vorbemerkungen

Das vorliegende Klimaschutz-Rahmenkonzept macht eines deutlich: Für die Ausgangsbedingungen in Hennigsdorf und damit auch für die möglichen Lösungsansätze in puncto Klimaschutz gibt es keine passende Schablone. Die besondere Situation erfordert eine individuelle Herangehensweise, mit der sich Fortschritte langfristig und zugleich nachhaltig organisieren lassen.

Vor diesem Hintergrund hat der Aufsichtsrat der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH im März 2014 die Umsetzung einer Integrierten Energie- und Klimastrategie für das Stadtgebiet beschlossen. Ziel aller damit verbundenen Maßnahmen und Projekte ist neben der zuverlässigen Energieversorgung vor allem die wirkungsvolle Verringerung des Kohlendioxid-Ausstoßes.

Mit innovativen Lösungsansätzen und in partnerschaftlicher Kooperation mit Industriebetrieben und anderen wichtigen Akteuren wollen die Stadtwerke Hennigsdorf beim Klimaschutz eine Vorreiterrolle einnehmen.

In diesem Prozess nimmt das eingerichtete Klima-Kompetenzzentrum eine Schlüsselrolle ein. Es will Aufgaben nicht nur koordinieren und umfassend dokumentieren. Im Fokus steht besonders die fundierte wissenschaftliche Begleitung. Sie wird dabei helfen, die Entwicklung der Integrierten Energie- und Klimastrategie für die Stadt Hennigsdorf als einen Kreislauf zu organisieren, der – wie die Abbildung verdeutlicht – ständig in Bewegung bleibt. Eigene Erfahrungen sollen dabei in der Arbeit ebenso berücksichtigt werden wie die Erkenntnisse anderer und sich verändernde Rahmenbedingungen.



Das vorliegende und im April 2015 von der Stadtverordnetenversammlung beschlossene Klimaschutz- Rahmenkonzept stellt einen wichtigen Schritt auf einem längeren Weg dar. Es erfasst den Ist-Zustand, definiert Handlungsfelder und markiert so u. a. den Ausgangspunkt für die genauere Betrachtung in Form von Detailkonzepten. Sie sollen thematisch relevante Bereiche eingehender untersuchen, um möglichst punktgenaue und praxistaugliche Lösungen zu entwickeln.

Thomas Bethke
Geschäftsführer

1 Status Quo, Handlungsfelder und Umsetzungsempfehlungen

1.1 Management Summary

1.1.1 Ist-Situation

Die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH und zahlreiche andere Akteure haben in den zurückliegenden Jahren vielfältige Bemühungen unternommen, neben der langfristigen Sicherung einer stabilen Fernwärmeversorgung auch einen wirkungsvollen Beitrag zur CO₂-Reduzierung zu leisten. Die dabei erreichten Ergebnisse sind im landes- wie im bundesweiten Vergleich durchaus beispielgebend. Insofern bestehen gute Voraussetzungen für Hennigsdorf, im Bereich des Klimaschutzes weiter voranzukommen und dabei zugleich wichtige Alleinstellungsmerkmale herauszubilden, die auch für die Wahrnehmung der Stadt im Standortwettbewerb von Bedeutung sein können.

Positiv wirkt sich in diesem Zusammenhang aus, dass die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH bereits im vorigen Jahr damit begonnen haben, die Grundlagen für die Entwicklung einer integrierten Energie- und Klimastrategie für die Stadt zu schaffen. Diese Strategie wird als Prozess verstanden, der von einem Klima-Kompetenzzentrum dokumentiert, wissenschaftlich begleitet und zielorientiert an sich verändernde Rahmenbedingungen angepasst wird. Dieser „Hennigsdorfer Weg“, der auch die Kommunikation gewonnener Erkenntnisse einschließt, greift die Besonderheiten der Stadt Hennigsdorf auf und markiert damit bereits ein erstes interessantes Alleinstellungsmerkmal.

Hennigsdorf ist mit 26 Tsd. Einwohnern keine gewöhnliche Kleinstadt oder gar „Schlafstadt“ am Rande Berlins. Hier wird energieintensiv gewirtschaftet. Durch die ansässigen Industriebetriebe und den hohen Anteil an Geschosswohnungsbau (80 % aller Wohnungen, bzw. 70 % des Heizwärmebedarfes der pri-

vaten Haushalte in Hennigsdorf) ähnelt die Kommune vielmehr industriell geprägten und verdichteten Innenstadtlagen. Dank dem sehr gut ausgebauten **Wärmenetz** können der Großteil des achtbar **energetisch sanierten Gebäudebestandes** der Wohnungswirtschaft (80 % aller Wohnungen, bzw. 70 % des Heizwärmebedarfes der privaten Haushalte in Hennigsdorf) und weitere kommunale und gewerbliche Gebäude **klimafreundlich versorgt** werden. Rund die Hälfte der Fernwärme wird durch moderne und hocheffiziente Biomasse- und Biogasheizkraftwerke der Stadtwerke bereitgestellt.¹

Die größten **Industriebetriebe** produzieren oder verarbeiten Metall und **benötigen** dafür **mehr** Energie (insbesondere in Form von Gas (202.000 MWh/a), Strom (511.000 MWh/a) und Fernwärme (33.000 MWh/a)) **als** alle anderen Energienutzungen **Hennigsdorfs zusammen**. Viele Güter werden bewegt und viele Fachkräfte pendeln täglich ein und aus. Somit ist es nicht verwunderlich, dass die **Energiebilanz** (Wärme, Strom, Verkehr) mit 1,25 Mio. MWh per anno **außergewöhnlich hoch** ausfällt. Wird der daraus resultierende jährliche **CO₂-Ausstoß** (rd. 530.700 t CO₂) auf die 25.800 Hennigsdorfer Bürger umgelegt, so entfallen auf jeden rund **21 t CO₂ pro Jahr**. Der Bundesdurchschnitt dagegen liegt bei ca. 9 t CO₂-Ausstoß pro Kopf und Jahr (Statista GmbH, 2015).

Die Stadt Hennigsdorf geht sehr **verantwortungsvoll** mit dieser besonderen Energie-Situation um. Sie hat gemeinsam mit ihren **Stadtwerken** und Unternehmen vor Ort bereits erhebliche Anstrengungen im Bereich **Energieeinsparung** und **Klimaschutz** unternommen. Signifikante Effekte zur CO₂-Einsparung sind in den vergangenen 20 Jahren bereits erreicht worden. Drei der bundesweit herausragenden **Erfolge** seien hier angeführt:

Besonderes Hennigsdorf:

energieintensive Industrie, dichte Wohnbebauung am gut ausgebauten Wärmenetz, sanierte Gebäude, klimafreundliche Wärme- und Stromerzeugung

In Hennigsdorf entstehen mehr als doppelt so viele CO₂-Emissionen pro Kopf wie im Bundesdurchschnitt

¹ Aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung und der dichten Bebauung ist die Nutzung im Bilanzgebiet bereitgestellter erneuerbarer Energiequellen stark eingeschränkt. Ein nachhaltiger Bezug, z. B. von Biomasse, kann auch überregional erfolgen.

Erfolgreicher Klimaschutz

Einsparen durch gedämmte Gebäude

Effiziente Energiebereitstellung durch Wärmenetz

Erneuerbare Strom- und Wärmeproduktion

- **Nahezu vollständige** energetische Sanierung im Bestand der Wohnungswirtschaft (Dämmung der Gebäudehülle) und der kommunalen Liegenschaften
→ jährlicher Einspareffekt ca. 5.400 t CO₂/a
- Konsequenter Ausbau des **Fernwärmenetzes** (80 % Anschlussquote aller Wohnungen) und
- **Ersatz von fossilen Brennstoffen in der Fernwärmeerzeugung** zur Hälfte durch Biomasse und Biometan mit gleichzeitiger Stromauskopplung (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK)
→ jährlicher Einspareffekt ca. 17.400 t CO₂/a

1.1.2 Handlungsspielräume

Weiterer Klimaschutz könnte zusätzlich 57.000 t CO₂-Minderung (10 %) bewirken.

Die Handlungsspielräume für weitere Klimaschutz-Aktivitäten sind aufgrund der bereits vielfältig genutzten Effizienzpotenziale **begrenzt**. In ambitionierten Szenarien kann bis zum Jahr 2030 eine weitere **Reduktion des jährlichen CO₂-Ausstoßes um 10%** angenommen werden. Das bedeutet bis zu weiteren 57.000 t CO₂ jährlich. Diese **Potenziale** können zum großen Teil nur **durch die weiter verstärkte Zusammenarbeit** der lokalen Akteure Stadt, Stadtwerke und Unternehmen sowie auf über-regionaler Ebene in Kooperation mit benachbarten Gemeinden ausgeschöpft werden.

Handlungsoptionen der Stadtverwaltung ...

- ... liegen in erster Linie im praktizierten Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften. Da die wesentlichen Effizienz- und Einsparpotenziale (Gebäude, Beleuchtung, Wasserwirtschaft) schon weitgehend genutzt werden, geht es nun um die **Vorbildwirkung**, denn Klimaschutz muss gelebt werden. Durch offensive Darstellung der jeweiligen Maßnahmen an den öffentlichen Liegenschaften können Bürger für das Thema sensibilisiert und zum Nachahmen angeregt werden.
- Aus Klimaschutzsicht ist insbesondere der **Verkehr** ein bedeutendes Thema. Hier liegen entsprechend eines ambitionierten Szenarios für das Jahr 2030 CO₂-Minderungspotenziale in Höhe von ca. 21.000 t CO₂ jährlich. Verkehrsentwicklungsplan (VEP) und Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK²) der Stadt fassen hierzu bereits die entscheidenden Maßnahmen zur verkehrsträgerübergreifenden Gestaltung der Mobilität auf (Stichwort **Intermodalität**). Stück für Stück werden lokale Maßnahmen zur **Verlagerung auf klimafreundliche Verkehrsträger** umgesetzt (bspw. durch den Ausbau der Radwegeinfrastruktur). Zahlreiche strategisch wichtige Maßnahmen gelingen **nur im engen Zusammenspiel aller regionalen Akteure**. Zur Angebotsverbesserung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) oder dessen Umstellung auf klimafreundliche Antriebe ist daher eine **Taskforce** empfehlenswert, die die regionalen Interessen und Kompetenzen bündelt und konsequent in die regionalen Abstimmungsprozesse einbringt. Wichtig dabei ist die politische Agenda-Setzung der in den vorhandenen Konzepten (VEP, INSEK) bereits erarbeiteten Maßnahmen, um den Umsetzungsprozess zu beschleunigen. Eine umweltfreundliche Verkehrsinfra-

Gelebter Klimaschutz in kommunalen Gebäuden

Nur gemeinsam mit der Region gelingt der Weg zu einer nachhaltigen Mobilität

² INSEK 2010 inkl. der Fortschreibung des INSEK 2013/2014

struktur kann **als imagefördernder Standortfaktor bei Einpendlern und Ansiedlungsinteressierten** genutzt werden.

- Nutzung von **Ökostrom** in kommunalen Liegenschaften sowie der der Stadtwerke mit gemeinsamer Ausschreibung.

Im direkten Zugriffsbereich der Stadtwerke ...

- ... liegt die weitere **Entwicklung des Wärmenetzes**. Da die Erschließung wirtschaftlich geeigneter Quartiere (sog. „Wärmesenken“) bereits umgesetzt ist, konzentrieren sich die Bemühungen auf die weitere Integration klimafreundlicher Wärmequellen. Hier steht die Prüfung der Nutzung **industrieller Abwärme** kurzfristig im Zuge eines **Detailkonzeptes** an.
- In Verbindung mit **Speicherlösungen** (z. B. einem großen **Wärmespeicher**) kann die Wärmeversorgung der Kunden von der Erzeugung zeitlich entkoppelt werden. An der Wärmebereitstellung beteiligte **Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) gewinnen damit Freiheitsgrade** bzw. mehr Flexibilität, um ihren Betrieb in Zeiten zu verlegen, in denen Strom knapp ist und lukrativ vermarktet werden kann.
- **Kooperationen mit der Industrie** sind ein Beitrag, um Win-win-Situationen zu organisieren, die den Zielkonflikt zwischen Wirtschaft und Klimaschutz in konkreten Projekten aufzulösen und daraus Standort- bzw. Wettbewerbsvorteile zu generieren (z. B. CO₂-freie Produktion).
- Die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH kann ihre **Energiedienstleistungen** zunehmend auf spezifische Kundenwünsche ausrichten, wie z. B. die Lieferung von **Kälte**

Wärmenetz mit Speicher als Energiedrehscheibe

oder **CO₂-neutraler Wärme**. Mithin können für den gewerblichen Sektor maßgeschneiderte **umfassende Energieversorgungs-lösungen** weiterentwickelt werden.

- Neben der Versorgung mit Wärme, Gas und Strom sollte auch die bereits praktizierte **Energieberatung** zur Unterstützung beim **Energiesparen** um weitere Services ergänzt werden.
- Der Leitidee einer **Energiedrehscheibe** entsprechend, ist es hilfreich, wenn die Energieinfrastrukturen **Wärmenetz, Stromnetz und Gasnetz in der Hand der Stadtwerke** liegen. Denn: Synergien, die im sogenannten **Querverbund** zwischen den Energiesystemen liegen (Strom ↔ Wärme), können nur erschlossen werden, wenn der Gestaltungsspielraum besteht und notwendigen strategischen Investitionen aus ganzheitlicher Sicht bewertet werden (d. h. jenseits partikularer Konzessions- oder regulationsbedingter Mindestanforderungen).

Stadtwerke als Rundum-Versorger

Netze in einer Hand im Querverbund nutzen

Außerhalb des unmittelbaren Wirkungskreises der Stadtwerke ...

- ... liegen weitere Energieeinsparungen in der **Wohnungswirtschaft**. Neben der in den vergangenen 20 Jahren umgesetzten Dämmung der Gebäudehülle verspricht die Einführung von intelligenten **Energiemanagementsystemen** (z. B. Wohnraumtemperatursteuerung) weitere **Energieeinspareffekte von rund 10%**.³ Hierzu ist aufgrund der guten Zusammenarbeit zwischen Stadt, Stadtwerken und den örtlichen Wohnungs-wirtschaftsunternehmen die **pilothafte Einführung** eines Energiemanagementsystems geplant. Perspektivisch kann die Einführung von Hausautomatisierung (Smart Building) den Komfort der Bewohner auch jenseits des

³ Quelle: <http://www.connected-living.org/projekte/proshape/>

Flexibilitäten
wertschöpfend
nutzen

Energieverbrauchs nachhaltig steigern. Darüber hinaus können die Dachflächen zur Nutzung der Sonnenenergie (Photovoltaik oder Solarthermie) genutzt werden.⁴

- ... kann ein **Lastmanagement** in öffentlichen und gewerblichen Unternehmen (Bsp. Krankenhaus) nachhaltig dazu beitragen, die Strombezugskosten (insb. Netznutzungsentgelte) zu senken. Flexibler Verbrauch kann mittelfristig auf Zeiten mit hohem Angebot an erneuerbaren Energien und niedrigen Bezugskosten verlagert werden. Die Stadtwerke können hier beratend und vermittelnd agieren.
- ... können **Energieeinsparinvestitionen im privaten Wohnungssektor** initiiert werden. Die Ein- und Zweifamilienhäuser machen 20 % des Wohnungsbestandes und ca. ein Drittel des Heizwärmebedarfes aus. Durch die Weiterführung und Intensivierung der Energieberatungsinitiativen der Stadtwerke wird in den westlichen Quartieren mittelbar weiter auf Klimaschutz hingewirkt.

Auf Einsparpotenziale in Haushalten hinwirken

1.2 Wo steht Hennigsdorf? – Eine Energie- und CO₂-Bilanz

Die Energiebilanz der Stadt Hennigsdorf unterscheidet sich aufgrund ihrer industriellen Prägung und verdichteten Bebauung deutlich von der Situation der übrigen Kommunen des Land-

⁴ Insbesondere im Bereich der Wohnungswirtschaft ist zudem mit nicht unerheblichen steuerrechtlichen, mit technischen und finanziellen Hürden bei der Nutzung von Photovoltaikanlagen zu rechnen, wodurch Sonderlösungen notwendig werden.

kreises Oberhavel.⁵ Die Strukturen in Hennigsdorf ähneln vielmehr Innenstadtlagen mit industriell geprägten verdichteten Quartieren. Die Energieverbräuche insbesondere in Form von Strom und Wärme werden dominiert von den erheblichen Energiemengen, die von der energieintensiven Großindustrie für die Produktion von Stahl und die Verarbeitung/Montage von Metall eingesetzt werden.

1.2.1 Energiebilanz über alle Nutzungsarten

Von den 1,25 Mio. MWh/a verbrauchter Endenergie im Jahr 2013 wurden etwa zwei Drittel in der produzierenden Wirtschaft und im Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor eingesetzt (Wirtschaft). Rund 19 % wurden als Treibstoffe im Bereich Verkehr und 11 % als Strom und Wärme in Haushalten bereitgestellt. Mit 2 % spielt der Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften zwar eine untergeordnete Rolle, die Kommune nimmt bei der Erschließung von Energieeffizienz und -einsparpotenzialen jedoch eine wichtige Vorbildfunktion ein. Abbildung 1 zeigt den Endenergieverbrauch im Jahr 2013 nach Verbrauchergruppen.

Energiebilanz über alle Nutzungsarten: Energieintensive Wirtschaft prägt Hennigsdorf

Hervorzuheben ist der hohe Energiebedarf der Hennigsdorfer Wirtschaft, hier insbesondere der großen Industriebetriebe. Deren Anteil ist mit 68 % mehr als doppelt so hoch wie in einer durchschnittlichen bundesdeutschen Kommune (ca. 28 %) (Fraunhofer ISI, 2013). Die Energiesituation in Hennigsdorf ist insofern kaum vergleichbar mit anderen Kommunen Deutschlands.

⁵ Die erheblichen strukturellen Unterschiede treten aus dem überregionalen Klimaschutzkonzept auf Ebene des regionalen Wachstumskerns nicht so deutlich hervor, da dort keine Vollbilanzierung inkl. Großindustrie vorgenommen wurde. Da die Energieflüsse zwischen den Wirtschaftsbetrieben und der kommunalen Versorgung künftig zunehmend synergetisch verbunden werden sollen, kann für die weitere Entwicklung nur ganzheitlich betrachtet und bilanziert werden.

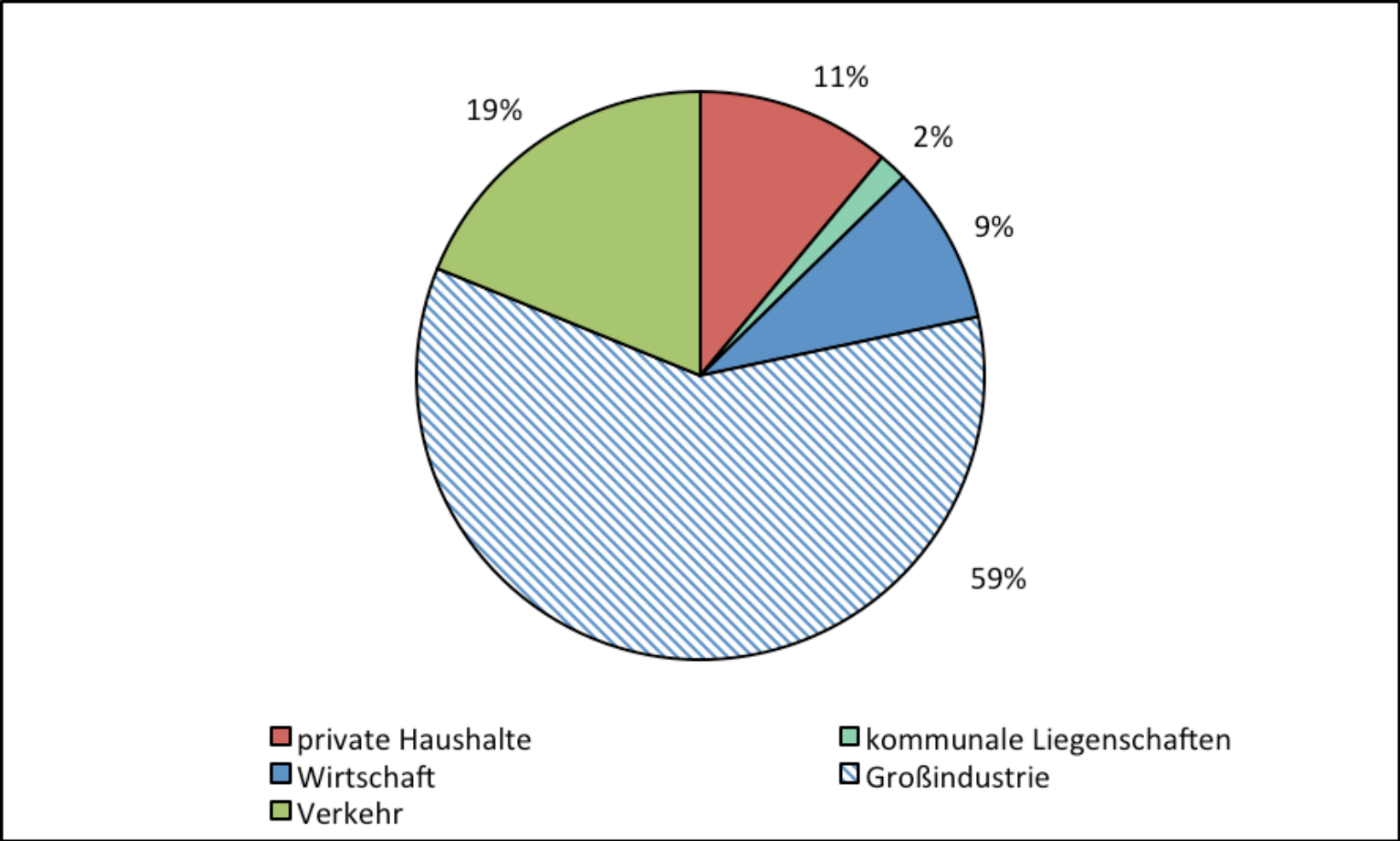


Abbildung 1: Endenergiebedarf im Jahr 2013 nach Sektoren in der Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015)

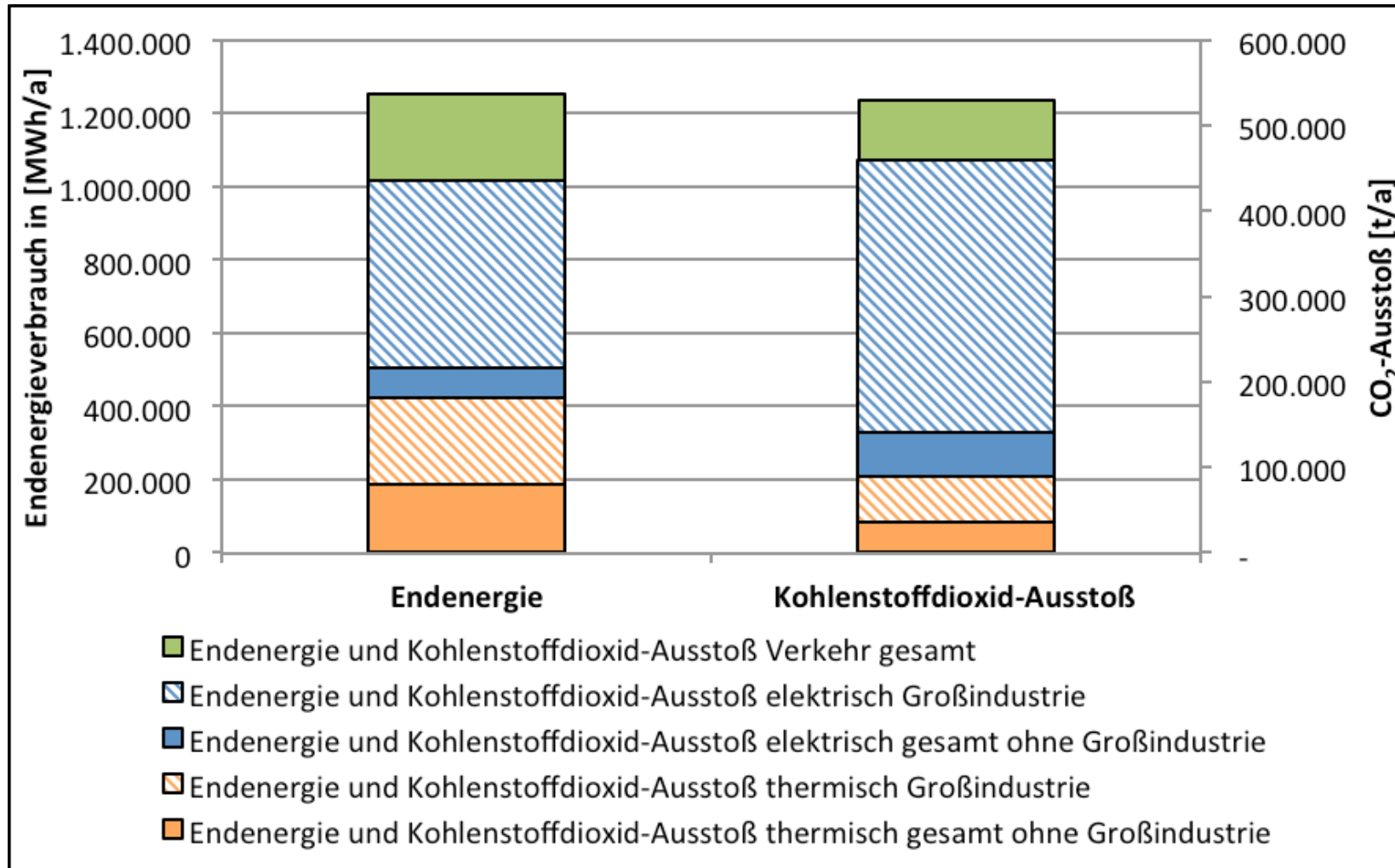


Abbildung 2: Energiebedarf (Endenergie) und CO₂-Ausstoß (inklusive Vorkette) in der Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (inklusive Industriebetriebe) (B.A.U.M./IfE, 2015)

1.2.2 Zusammenhänge zwischen Energie- und Klimabilanz

Als Konsequenz daraus lassen sich auch die überdurchschnittlich hohen Pro-Kopf-Emissionen von 21 t CO₂ pro Einwohner ableiten. Der Bundesdurchschnitt in Deutschland liegt bei rd. 9 t CO₂ pro Einwohner (Statista GmbH, 2015).

Da der außerordentlich hohe Wert von 21 t/a überwiegend auf die energieintensive Wirtschaft in Hennigsdorf zurückzuführen ist (Anteil der großen Industriebetriebe 14,5 t/a), kann davon ausgegangen werden, dass die Klimaschutzbemühungen in den übrigen Sektoren durchaus erfolgreich gewesen sind, auch wenn sich der prozentuale Anteil gering ausnimmt. Hinsichtlich der anzustrebenden Verringerung des CO₂-Ausstoßes müssen sich die künftigen Anstrengungen vor allem darauf konzentrieren, in Kooperation mit der Wirtschaft – hier speziell den großen Industrieunternehmen – zu Energieeinsparungen zu kommen.

In der Abbildung 2 ist der Endenergiebedarf und der CO₂-Ausstoß der Stadt Hennigsdorf aufgeteilt in die drei Nutzungsarten Strom, Wärme, Treibstoffe dargestellt. Aus dem Endenergiebedarf von 1,25 Mio. MWh pro Jahr resultiert ein jährlicher CO₂-Ausstoß von ca. 530.700 Tonnen.

Rund die Hälfte des Endenergiebedarfs geht auf den Stromverbrauch zurück, hierdurch werden knapp 70 % der CO₂-Emissionen verursacht. Knapp ein Drittel des Endenergiebedarfs wird für die Wärmebereitstellung benötigt, wodurch jedoch „nur“ knapp 17 % der CO₂-Emissionen entstehen. Dies begründet sich aus der günstigeren spezifischen CO₂-Last von Wärme, insb. der örtlichen Fernwärmeversorgung und der relativ höheren CO₂-Last von Strom.⁶

⁶ Die CO₂-Emissionen, die bei Kraft-Wärme-Kopplungsprozessen entstehen, werden der Wärmeerzeugung zugeteilt. Für die damit einhergehende Stromproduktion werden CO₂-Gutschriften bei der Bilanzierung berücksichtigt.

Die Anteile der Großindustrie bei der Energienutzung betragen im Bereich Strom ca. 86 % und im Bereich Wärme 56 %. Bei den CO₂-Emissionen aus dem Sektor Wärme beträgt der Großindustrieanteil in Summe rund 60 %.

1.2.3 Wärmeversorgung verschiedener Verbrauchergruppen und Sektoren

Abbildung 3 zeigt die Aufteilung des thermischen Endenergiebedarfs der einzelnen Verbrauchergruppen, aufgeteilt in Fernwärmeversorgung und dezentrale Wärmeerzeugung.

Die grünen Tortenstücke repräsentieren die Aufteilung des Fernwärmeabsatzes in den einzelnen Verbrauchergruppen. Der über Fernwärme versorgte Anteil der Wirtschaft bzw. Großindustrie ist deutlich geringer als im privaten und öffentlichen Sektor.

Die roten Tortenstücke stellen den Endenergiebedarf in Hennigsdorf dar, der in dezentralen Wärmeerzeugern (z. B. Heizkessel, Thermen) genutzt wird. Es wird deutlich, dass insbesondere im Bereich der Wirtschaft und Großindustrie noch erhebliche Anteile über fossile Energieträger – abseits der vorhandenen Fernwärmetrasse – abgedeckt werden.

Mit einem Anschlussgrad von rund 80 % (bei privaten Haushalten) ans Fernwärmenetz können die Gebäude in Hennigsdorf überwiegend mit klimafreundlicher Wärme versorgt werden. Die Hälfte der Fernwärme wird bereits durch Biomasse- und Biomethan-Heizkraftwerke mit geringer Klimabelastung erzeugt, die dabei gleichzeitig auch erneuerbaren Strom produzieren (Abbildung 4). Dieser Umstand belegt die erfolgreiche Strategie der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH in den zurückliegenden Jahren, die Wärmeversorgung auf die Nutzung erneuerbarer Energien umzustellen, dadurch den CO₂-Ausstoß spürbar zu verringern, die Abhängigkeit von den tendenziell steigenden Preisen

Wärmenetz verteilt klimafreundliche Energie

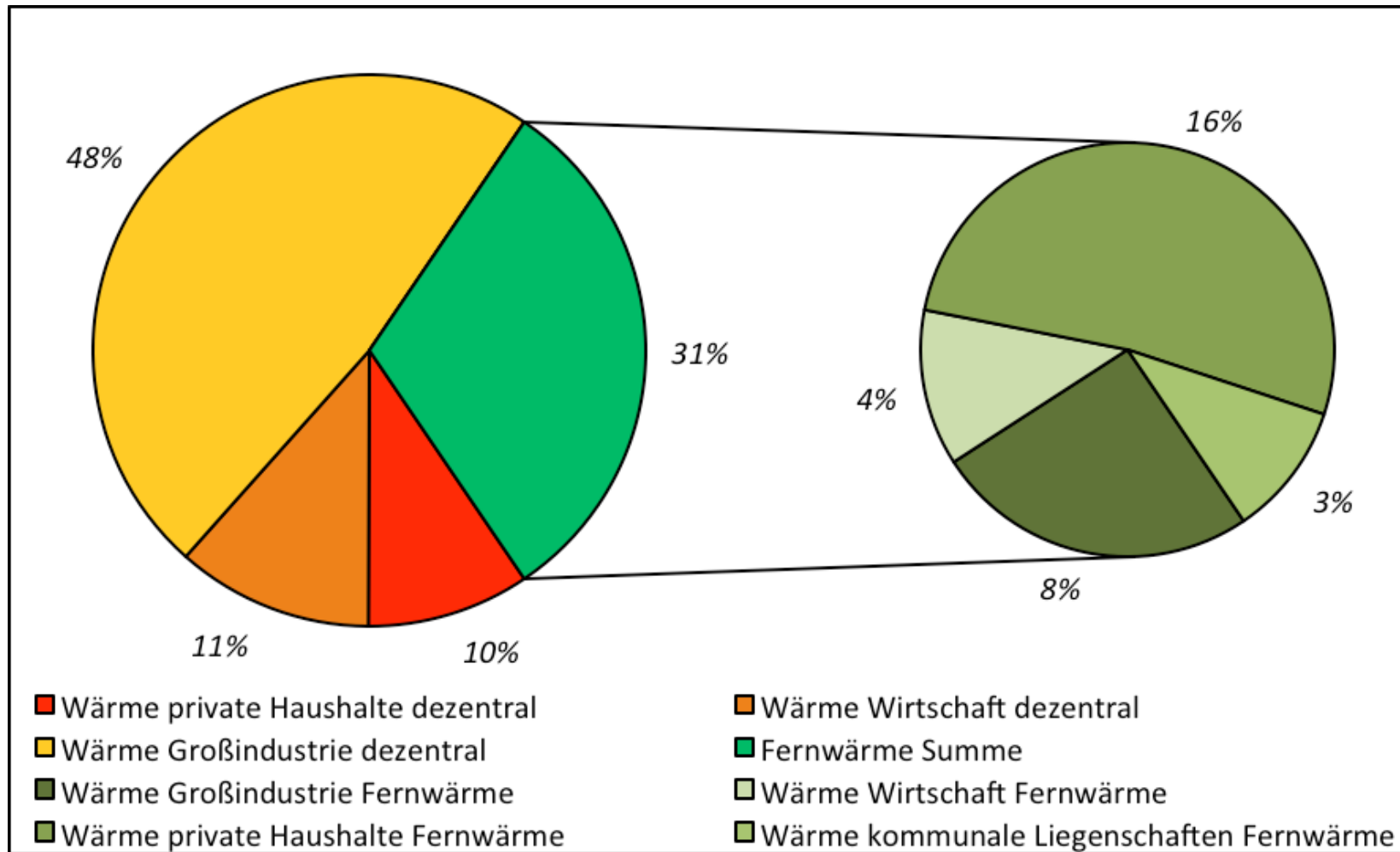


Abbildung 3: Wärmeverbrauch nach Energieträgern für die Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (B.A.U.M./IFE, 2015)

fossiler Energiequellen zu verringern und somit die langfristige Sicherung einer stabilen Versorgung zu bezahlbaren Preisen zu ermöglichen.

Die weitere Ablösung fossiler Energieträger im Energiemix des Fernwärmenetzes kann unter Einbeziehung der Industrie durch Nutzung klimafreundlicher Koppelwärme realisiert werden. Bei Wärmeverbrauchern, die nicht an das Wärmenetz angeschlossen sind, gilt es, durch Mobilisierung von Einsparpotenzialen den Einsatz fossiler Energieträger zu verringern.

1.2.4 Entwicklung Strom- und Wärmeerzeugung der Stadtwerke

Abbildung 5 veranschaulicht die erfolgreiche Umstellung des stadtwerkeigenen Heiz- und Heizkraftwerkparcs auf eine klimafreundliche Erzeugung von Wärme und Strom. Seit 2009 konnten die fossilen Energieträger Kohle und Erdgas zunehmend durch Biomasse ersetzt werden. Mit dem Einsatz der Organic-Rankine-Cycle-Technologie (ORC) können seitdem 10 % der entstehenden Bio-Energie als Strom ausgekoppelt und mit EEG-Vergütung ins Stromnetz eingespeist werden. Seit dem Jahr 2011 wird ein Gas-BHKW mit Biomethan betrieben und stellt somit neben klimafreundlicher Wärme zusätzlich EEG-Strom bereit. Die Stadtwerke produzieren in diesen beiden Kraftwerken mehr als 90 % des in Hennigsdorf aus erneuerbaren Quellen gewonnenen Stroms. Durch diese Maßnahmen ist bei höherem Gesamtertrag von Strom und Wärme der Einsatz von fossilen Energieträgern auf ca. die Hälfte gesunken. Der Klimaeffekt ist eine Senkung des CO₂-Ausstoßes um rund 50 % (das sind rund

17.400 Tonnen jährlich) und die Zugriffsmöglichkeit auf regionale Energieträger.⁷

1.2.5 Sektor Verkehr

Mit rund 15 Tsd. in Hennigsdorf zugelassenen Fahrzeugen bewegt sich die Stadt im Jahr 2013 mit 0,6 Fahrzeugen pro Einwohner im bundesdeutschen Durchschnitt. Im motorisierten Individualverkehr (MIV) sind starke Pendlerbewegungen zu verzeichnen. Insgesamt haben 10.640 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte ihren Arbeitsort in Hennigsdorf, wobei 8.004 Personen zu den Einpendlern zählen. Trotz der hohen Zahl an Einpendlern hat Hennigsdorf auch eine enorm hohe Anzahl an Auspendlern (7.014 Personen) (Bundesagentur für Arbeit, 2014). Die Auspendlerbewegungen sind durch die intensive Verflechtung mit Berlin naheliegender erklärbar, wohingegen die beträchtlichen Einpendlerbewegungen durch die hohe Wirtschafts- und die Arbeitsplatzattraktivität der in Hennigsdorf ansässigen Unternehmen, u. a. der großen Industriebetriebe, begründet liegt. Mit rund 40.000 t CO₂-Ausstoß pro Jahr ist der MIV für den Großteil der Emissionen (57 %) verantwortlich.

Der hohen wirtschaftlichen Aktivität folgend, ergibt sich für den Güterverkehr(GV) ein CO₂-Ausstoß von rund 19.000 t jährlich. Das entspricht rd. einem Viertel (27 %) der verkehrsbedingten Emissionen von Hennigsdorf. Die verkehrsbedingten Emissionen stiegen in den Jahren 2002 bis 2007 zwar leicht an, gingen anschließend aber wieder auf den Ausgangswert von 1999 zurück und halten sich somit annähernd konstant.

Starke Wirtschaft
– viel Verkehr –
gute Konzepte

⁷ Aufgrund der begrenzten Fläche der Stadt stammt der überwiegende Teil der eingesetzten Biomasse aus umliegenden Regionen. Die Stadtwerke gewährleisten eine langfristige Sicherung ausreichender Energieholz-Aufkommen aus Wald und Feld (inkl. Kurzumtrieb) und Biomethan aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen.

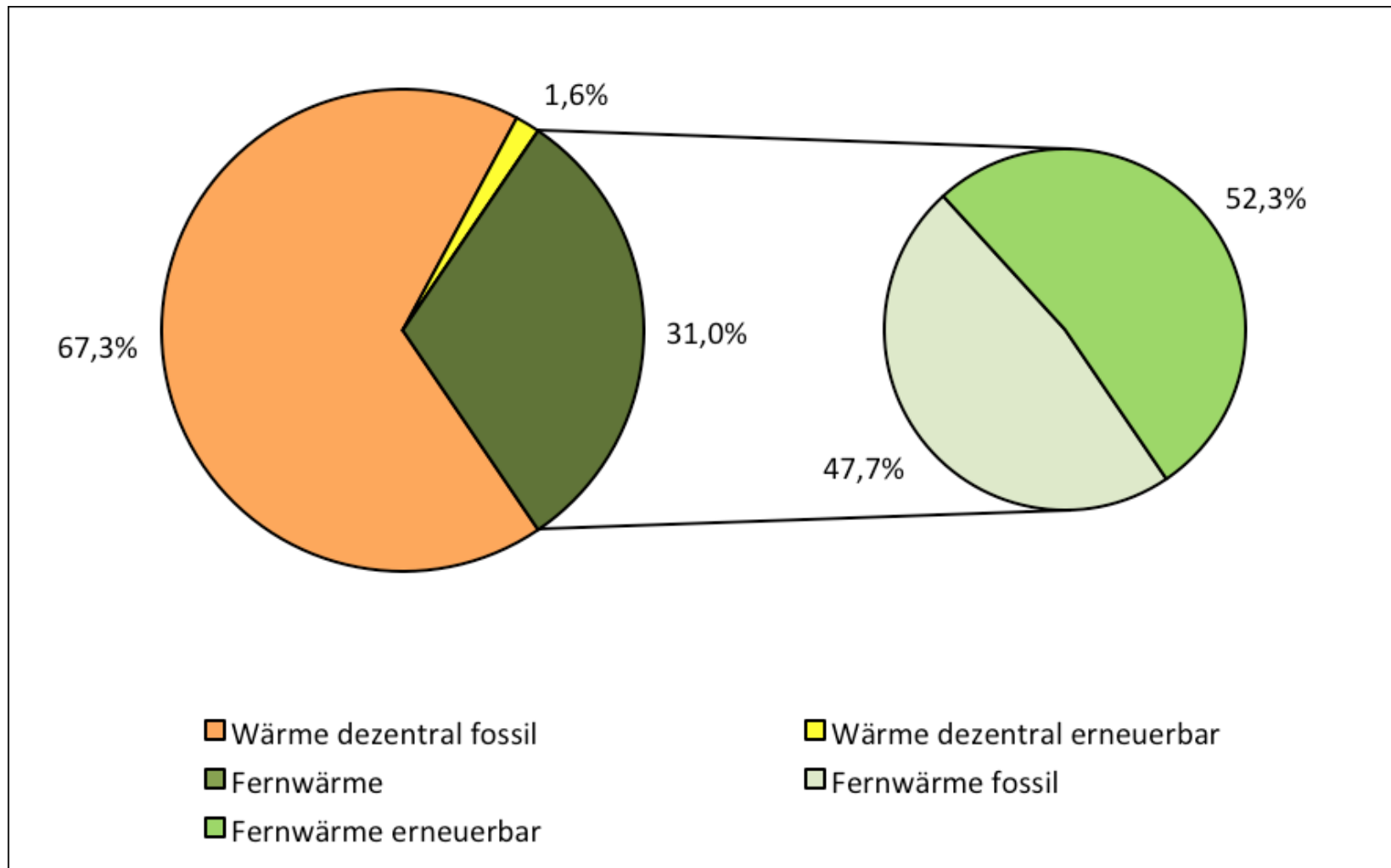


Abbildung 4: Wärmeverbrauch nach Energieträgern für die Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

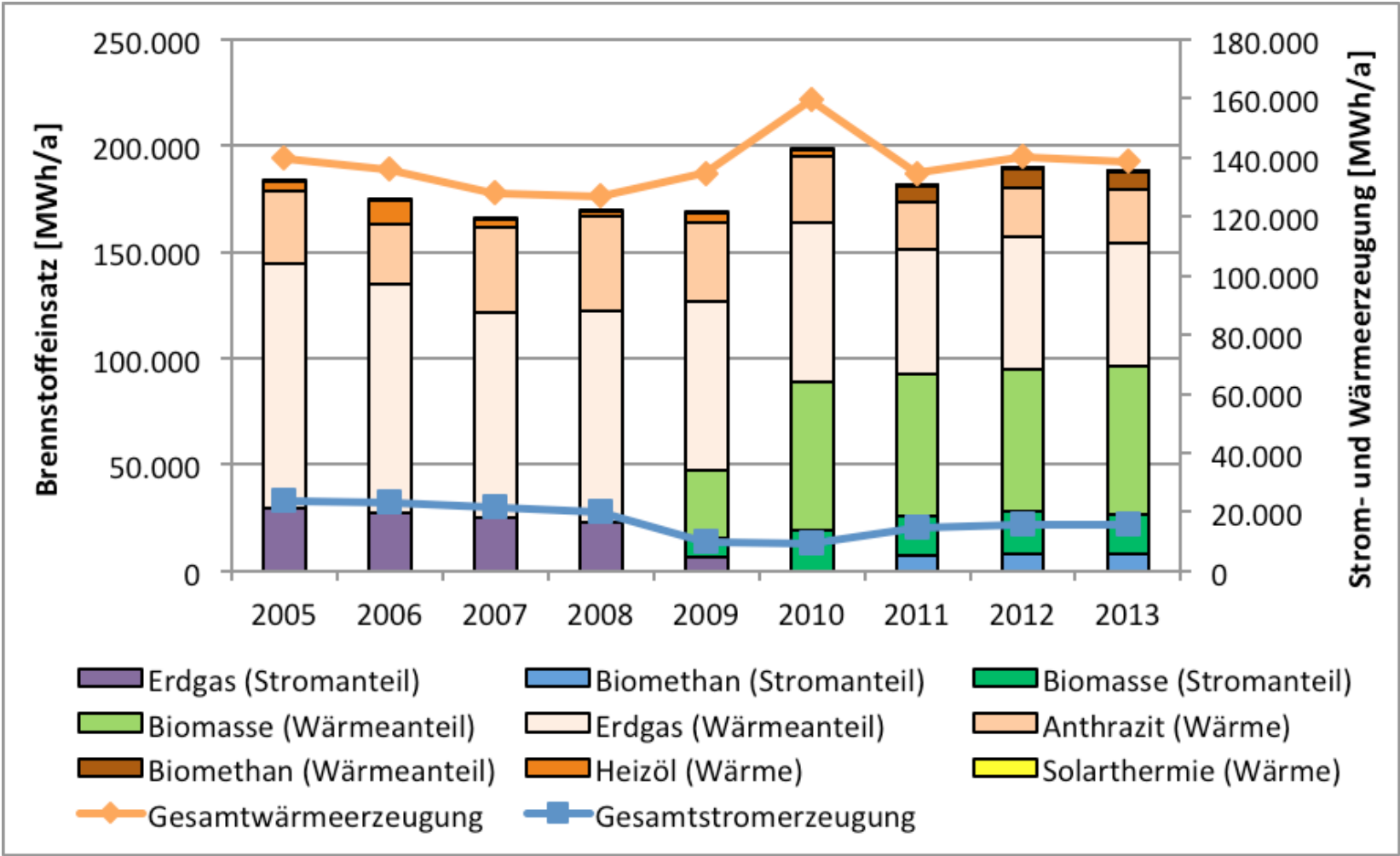


Abbildung 5: Strom und Wärmeproduktion in den Heiz- und Heizkraftwerken der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH (Stadtwerke Hennigsdorf) (B.A.U.M./IfE, 2015)

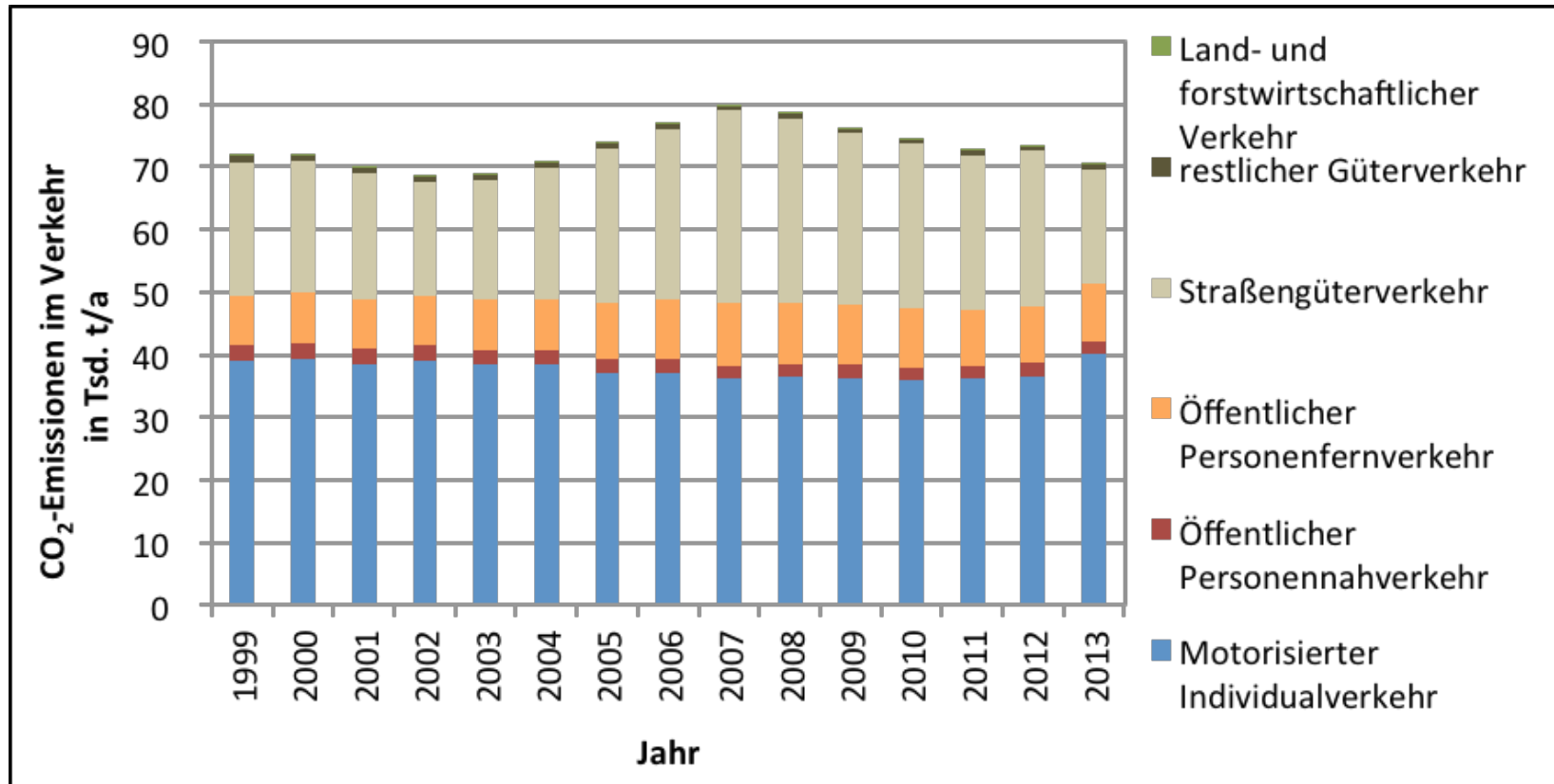


Abbildung 6: CO₂-Emissionen im Verkehr in Hennigsdorf nach Verkehrsarten (1999-2013), (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)

Im Mobilitätssektor sind hohe Verkehrsaufkommen (Güterverkehr und Ein- und Auspendlerbewegungen) durch die starke wirtschaftliche Aktivität bedingt.⁸

Verkehrsentwicklungsplan und Stadtentwicklungskonzept⁹ greifen die Verkehrssituation Hennigsdorfs mit seiner engen Verflechtung zu Berlin bereits umfassend auf. Sie weisen mit zahlreichen Maßnahmenvorschlägen auf die nötige Weiterentwicklung zu mehr nichtmotorisiertem Verkehr (Fuß und Rad) und Verlagerung auf ÖPNV hin (= Modal Shift). Die Stadtverwaltung setzt bereits im Rahmen des kommunalen Handlungsrahmens verschiedene Projekte um. Auszugsweise seien an dieser Stelle folgende effektive, aber noch nicht umgesetzte Maßnahmen aus den erarbeiteten Konzepten genannt:

- Im Falle einer S-Bahndurchbindung nach Velten (welche momentan nicht in Aussicht ist) kann eine Verbesserung des Schienenpersonennahverkehrs (RB 20) durch Taktverdichtung zur Landeshauptstadt Potsdam und einer zusätzlichen S-Bahn-Haltestelle (Hennigsdorf Nord) erzielt werden. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die geplante Durchbindung des Prignitz-Express.
- Verbesserung des städtischen Busverkehrs durch Taktverdichtung benannter Linien (Buslinie 136)¹⁰ und

⁸ Die Bilanz im Bereich Verkehr erfasst den Energieverbrauch einheitlich für alle Verkehrsmittel und Verkehrsarten (auch für den ÖPNV und Güterverkehr) nach dem Verursacherprinzip, d. h. es gehen alle Verbrauchswerte der Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen der Region in die Berechnung ein, auch wenn die zurückgelegten Wegstrecken außerhalb des Gebietes liegen. Die Anwendung des Verursacherprinzips wurde an dieser Stelle dem Territorialprinzip vorgezogen, da auch für die Emissionen außerhalb der Gemeinde sowohl Bürgerinnen und Bürger als auch Unternehmen aus der Region verantwortlich sind. Zudem liegt für den KFZ-Verkehr keine umfassende kommunale Verkehrszählung vor, die Voraussetzung für die Anwendung des Territorialprinzips ist. Dieses Vorgehen wird überdies von der Schweizer Firma ECOSPEED, die die internetbasierte Software zur Berechnung der Energie- und CO₂-Bilanz bereitstellt, empfohlen.

⁹ Neben dem INSEK 2010 ist in die Bewertung auch die laufende Diskussion zum INSEK 2013/2014 eingeflossen.

¹⁰ Dies ist nicht im Nahverkehrsplan des Landkreises Oberhavel enthalten, zuständig ist das LKO.

verbesserte Linienführung zur Anbindung von Wohngebieten (Nieder Neuendorf, Stolpe Süd u. a.) und Arbeitsplatzschwerpunkten (Gewerbegebiete Süd3, 3, Fa. Bombardier u. a.)

- Verbesserung der Intermodalität durch zeitliche Verknüpfung der Bus- und Bahnverbindungen bzw. Optimierung der Zugangsstellen
- Weitere Optimierung der Radverkehrsinfrastruktur z. B. durch benutzerorientierte Radabstellanlagen
- Neben infrastrukturellen Maßnahmen sind auch erforderliche „weiche“ Maßnahmen wie eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit genannt (Stadt Hennigsdorf, 2011)

Auch für den Verkehrsbereich gilt es, differenzierte Handlungsmöglichkeiten zu entwickeln, um den eingangs dargestellten Zielkonflikt zwischen Klimaschutz und wirtschaftlicher Entwicklung konstruktiv zu bearbeiten und zu praktikablen Lösungen zu führen.

1.3 Wo können Klimaschutz-Aktivitäten verstärkt werden? Prioritäre Handlungsfelder und Transformationsprozesse

Zur Senkung der CO₂-Emissionen werden verschiedene Maßnahmen in den Bereichen Effizienz, erneuerbare Energien und Verkehr erarbeitet und die Einsparpotenziale untersucht. Unter Ausschöpfung der strategisch bedeutsamen Maßnahmen errechnet sich nach einem ambitionierten Szenario eine Reduktion der jährlichen CO₂-Emissionen um fünf bis zehn Prozent.

Ausgehend vom derzeitigen CO₂-Ausstoß von ca. 531.000 Tonnen pro Jahr (unter Berücksichtigung der großen Industriebetriebe) kann dieser beispielsweise durch Maßnahmen zur Effizienzsteigerung in den vier Verbrauchergruppen Haushalte, Wirtschaft sowie kommunale Liegenschaften und durch Optimierungsmaßnahmen im Sektor Verkehr auf ca. 486.000 Tonnen pro Jahr gesenkt werden. Weitere Möglichkeiten zur Senkung des CO₂-Ausstoßes bieten sich im Ausbau der erneuerbaren Energien und im weiteren Ausbau und der Optimierung des bestehenden Fernwärmenetzes. Wie in der Abbildung 7 dargestellt, könnte der CO₂-Ausstoß auf ca. 474.000 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Umgerechnet auf jeden Hennigsdorfer Bürger, lägen die Pro-Kopf-Emissionen dann bei 18,5 Tonnen jährlich (-2,5 t/a).

Im Folgenden werden nun die zentralen Handlungsfelder dargestellt, darin die strategisch wichtigen Maßnahmen aufgeführt und die Rolle der Stadt, der Stadtwerke und anderer Akteure bei der Umsetzung adressiert.

Senkung des CO₂-Ausstoßes bis 2030 um 10 % denkbar

1.3.1 Handlungsfeld Gebäudeeffizienz

Der Wärmeverbrauch der Wohngebäude und kommunalen Liegenschaften wurde bereits durch umfangreiche Sanierungsmaßnahmen insb. durch Dämmung der Gebäudehülle erheblich reduziert (allein in der Wohnungswirtschaft ca. 5.400 Tonnen CO₂-Minderung jährlich). Weitere Einspareffekte sind bei einem wirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Verhältnis allenfalls mit der Einführung von Energiemanagement in den Gebäuden zu erwirken (rund 10 %).

- Die **Wohnungswirtschaft** wird die Anstrengungen diesbezüglich anhand von Pilotprojekten intensivieren und die daraus gewonnenen Erfahrungen für die weitere, schrittweise Einführung nutzen.¹¹

Die Kategorie der Ein- und Zweifamilienhäuser (im Westen) macht rund 20 % des Wohngebäudebestandes aus und benötigt derzeit rund ein Drittel des gesamten Raumwärmebedarfes im privaten Sektor. Bei einer realistisch erscheinenden Verdoppelung der Sanierungsquote von derzeit 0,65 % auf 1,3 % pro Jahr (der Bundesdurchschnitt liegt bei rd. 1 % und soll auf 2 % erhöht werden (Bundesregierung, 2010)) können rund 3.100 MWh/a Endenergie eingespart werden, was einer CO₂-Minderung von 700 Tonnen jährlich entspricht. Eine direkte Einflussnahme auf Investitionsentscheidungen privater Hausbesitzer ist nicht möglich.

- Durch die **Stadtwerke** können die Energieberatung zielgruppenorientiert verstärkt werden. Die Sensibilisierung für das Thema Energiesparen kann wirtschaftliche Vorteile für den Nutzer deutlich machen, dessen Ver-

Fokus Wohnungswirtschaft vom sanierten Gebäude zum vernetzten energieintelligenten Quartier

Private Haushalte durch Vorbild und Beratung zum Klimaschutz motivieren

¹¹ Mit der Einführung von Gebäudeautomatisierung (sogenanntes Smart Building) und Komfortsteigerung für die Bewohner, sichert die Wohnungswirtschaft mittelfristig auch die Attraktivität ihres Wohnungsbestandes im Hinblick auf den demografischen Wandel.

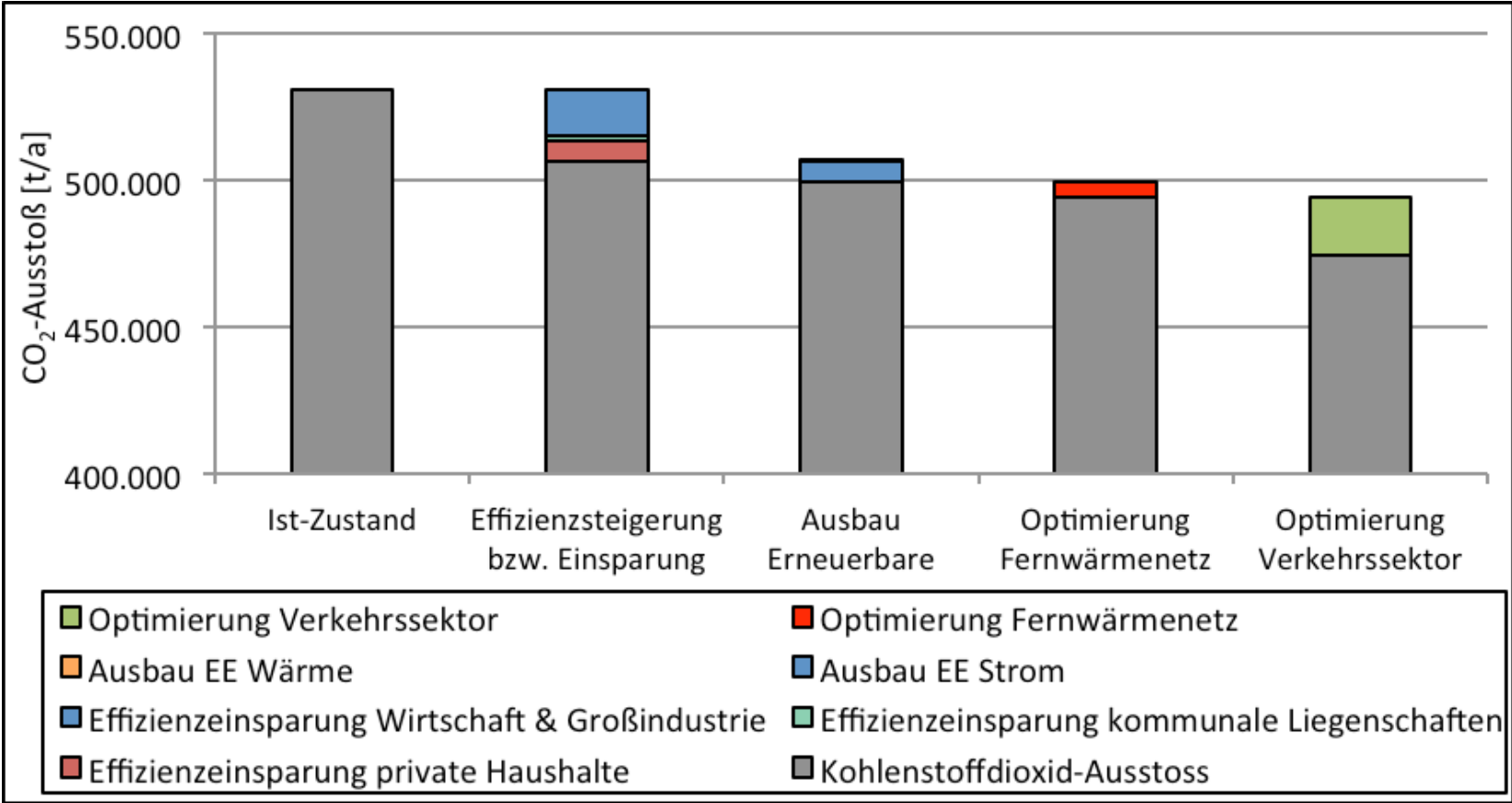


Abbildung 7: Möglichkeiten zur Senkung des CO₂-Ausstoßes (inklusive Industriebetriebe) (B.A.U.M./IfE, 2015)

brauchsverhalten und Investitionsentscheidungen positiv beeinflussen.

- Die **Stadtverwaltung** kann durch einen energiesparenden Umgang in städtischen Gebäuden ihre Vorbildfunktion wahrnehmen und somit positiven Einfluss auf die Bürger nehmen. Das vorbildhafte Verhalten sollte deshalb auch kommuniziert werden. Hierbei bietet es sich an, das Klima-Kompetenzzentrum als den zentralen Kommunikationsakteur in Sachen Klimaschutz zu nutzen.

1.3.2 Handlungsfeld klimafreundliche Energieversorgung

Über das **Fernwärmenetz** kann Wärme an die angeschlossenen Liegenschaften geliefert werden, die bereits zur Hälfte aus klimafreundlicher Bioenergie besteht. Zu den angeschlossenen Kunden gehören mit einer Anschlussquote von 80 % bereits ein Großteil der geeigneten Wohngebäude in Hennigsdorf sowie weitere kommunale und gewerbliche Liegenschaften.

- Die **Stadtwerke** überprüfen kurzfristig auf der Grundlage des hier erarbeiteten Wärmekatasters die Anschlussoptionen für weitere private Haushalte oder gewerbliche Liegenschaften. Um langfristige Investitionen auf nachhaltige Ertragsperspektiven zu stellen, sind bis zum Jahr 2050 in Anbetracht weiterer Effizienzbestrebungen in Haushalten und der Wirtschaft die Absatzperspektiven zu prognostizieren.
- Mittelfristig können die **Stadtwerke** modulare Energieprodukte kundenorientierter gestalten, wenn bspw. die Bereitstellung von Kälte oder die Lieferung vollständig CO₂-neutraler Wärme nachgefragt werden. Die Stadtwerke profilieren sich weiter als innovativer "Maßschneider"

Allianzen zwischen Stadt und Unternehmen als Vorbilder für profitablen Klimaschutz

der" für umfassende Gesamtkonzepte der effizienten und klimafreundlichen Energieversorgung für verschiedenste Kundenbelange. Die Wirtschaft zeigt bereits heute einen sehr verantwortungsvollen Umgang mit Energie. Weitere Effizienzpotenziale im gewerblichen Bereich sollten im Zuge von bilateralen Beispielprojekten ggf. über alternative Finanzierungskonzepte eingeführt werden. Auf den bereits bestehenden Kooperationsrahmenverträgen können mit der Perspektive beiderseitigen wirtschaftlichen Nutzens (Win-win-Situation) sukzessive die energetischen Austauschbeziehungen organisiert werden.

Zur weiteren **Substitution fossiler Energieträger** können weitere klimafreundliche Wärmequellen (bspw. Biomethan) in das Fernwärmenetz integriert werden. Das CO₂-Minderungspotenzial liegt bei maximal ca. 9.400 Tonnen jährlich.

- Die **Stadtwerke** prüfen dazu kurzfristig die Einbindung von Abwärme aus der Großindustrie im Rahmen eines Detailkonzeptes.
- Die **Stadtwerke** beobachten zur Vermeidung von Monostrukturen mittelfristig die wirtschaftliche Eignung weiterer Wärmequellen. Hierzu zählen weitere Abwärmen aus KWK-Prozessen, aber auch die Nutzung von Solar- oder Tiefengeothermie.¹²

Wärmenetz als Sammelschiene für dezentrale Wärmequellen

Sonnenenergie und Geothermie ins System integrieren

¹² Dachflächen bieten große noch nicht ausgeschöpfte Potenziale zur Sonnenenergienutzung (Photovoltaik und Solarthermie), allerdings oft in Verbindung mit schwierigen rechtlichen Rahmenbedingungen (Wohnungswirtschaft). Langfristig ist auch die Erschließung der Erdwärme für das Wärmenetz erfolgsversprechend. Biomasse wird bereits weit über die eigenen im Einzugsgebiet der Stadt befindlichen Aufkommen genutzt. Derzeit engagieren sich die Stadtwerke im Umland für die Anpflanzung von Kurzumtriebsplantagen zur nachhaltigen Sicherung ihrer Biomasseversorgung. Für Wind- und Wasserkraft fehlen geeignete Standorte.

Speicher
schaffen
Flexibilität
zwischen
Strom und
Wärme

1.3.3 Handlungsfeld Flexibilität durch Entkopplung von Stromerzeugung und Energiebereitstellung

Je weiter die Bereitstellung von Wärme vom Zeitpunkt ihrer Entstehung entkoppelt werden kann, umso größere Freiheitsgrade gewinnt die Erzeugungsanlage um in der technisch optimalen oder wirtschaftlich lukrativen Weise betrieben zu werden. Dadurch kann zudem mehr Ab – oder Überschusswärmedargebot zeitunabhängig aufgenommen werden.

Die dafür notwendigen Freiheiten können durch die Erweiterung der **Speicherkapazität** des Fernwärmesystems erreicht werden.

- Die **Stadtwerke** prüfen kurzfristig im Rahmen eines Detailkonzeptes (in Verbindung mit der Integration industrieller Abwärme) die technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit eines Wärmegroßspeichers.
- Die **Stadtwerke** prüfen mittelfristig, inwieweit der Betrieb der BHKW-Anlagen Preisanreize des Strommarktes¹³ durch einen dynamischen fahrplantrauen Einsatz zur Ertragssteigerung aufgreifen soll und welche Vermarktungswege zu erschließen sind.

Weitere **Flexibilitätspotenziale** liegen auf der **Verbrauchsseite** insbesondere im Betrieb elektrischer Anlagen. Hier können durch dynamische Lastverlagerung in Zeiten höheren erneuerbaren Energieangebotes die Strombezugskosten reduziert werden.

¹³ Derzeit eröffnen sich Vermarktungsoptionen an der Strombörse Spotmarkt, EEX, der Regelenergiemärkte. Ggf. werden künftig weitere Geschäftsmodelle denkbar, z. B. zur Verwertung von Windstromüberschüssen durch Power to Heat oder netzdienliche Leistungen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit auf Verteilnetzebene (Spannungsmanagement, Schwarzstartfähigkeit oder die Einbindung in Regionalkraftwerke). Die Errichtung von großen Stromheizungen (sogenannten Power-to-Heat-Anlagen) oder auch Anlagen zur Wandlung von Strom zu Wasserstoff oder Methan werden hingegen nicht verfolgt.

den oder durch aktive Vermarktung als positive oder negative Regelenergie mittels Aggregatoren zusätzliche Erträge erzielt werden.

- Die **Stadtwerke** können diese Flexibilitäten nur mittelbar mobilisieren. Die Potenziale liegen bei größeren gewerblichen und kommunalen Verbrauchern. Die Stadtwerke können die Energieprofile der Kunden analysieren und Flexibilitätspotenziale identifizieren.
- Sofern die **Stadtwerke** auch als Netzbetreiber fungieren, können sich mittelfristig weitere wirkungsvolle Angebote ergeben, in denen Netzkunden Systemdienstleistungen mit dem Netzbetreiber vereinbaren (z. B. Lastbegrenzung, dynamische Lastanpassung oder Blindleistungsbereitstellung, Schaltoptionen).

1.3.4 Handlungsfeld klimafreundliche Mobilität

Ob die ehrgeizigen Klimaschutzziele der Bundesregierung im Bereich der Mobilität gelingen, ist von vielen externen Faktoren abhängig. Dennoch gibt es Handlungsmöglichkeiten auf kommunaler lokaler Ebene, um die Mobilität nachhaltig klimaschonend zu beeinflussen:

- **Vermeiden von Wegen**
- **Verlagern von motorisiertem Verkehr auf Fuß-, Rad- und Öffentlichen Personennahverkehr**
- **Umweltverträgliches Abwickeln des verbleibenden motorisierten Verkehrs mittels klimafreundlicher Verkehrsträger**

Modal Shift als
Schlüssel zur
nachhaltigen Mo-
bilität

In folgenden Szenarien für 2030 (Abbildung 8) sind zukünftige CO₂-Effekte aus überregionalen Entwicklungen (auf lokaler Ebene kaum beeinflussbar) sowie lokal und regional beeinflussbaren Maßnahmen dargestellt. Im Ergebnis wäre dem ambitionierten Szenario nach eine Minderung der CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr um rund 21.000 Tonnen pro Jahr möglich (30 % gegenüber dem Referenzjahr 2013).

Mit einem Gesamtpotenzial im ambitionierten Szenario von rund 21.000 Tonnen jährlich kann der Verkehr als beachtlicher Beitrag zur CO₂-Einsparung in der Stadt Hennigsdorf gelten. Die Bedeutung der Mobilität als bedeutendes Handlungsfeld in Sachen Klimaschutz sollte entsprechend angemessene Berücksichtigung in künftigen Entwicklungsstrategien der Stadt und der politischen Zielsetzung finden.¹⁴ Welche Bedeutung eine konsequente ökologische Verkehrspolitik als Image- und Standortfaktor annehmen kann, zeigen Städte wie Heidelberg, Tübingen oder Münster.

Abbildung 9 und Tabelle 1 zeigt das lokal beeinflussbare CO₂-Minderungspotenzial auf, das durch lokale bzw. regionale Maßnahmen gehoben werden kann. Demnach setzen die Maßnahmen mit den höchsten Effekten beim lokal beeinflussbaren motorisierten Individualverkehr (MIV) an (blau). Wesentliche Anstrengungen sind dabei insbesondere durch Verlagerung des Individualverkehrs (MIV) hin zum Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowie durch die umweltverträgliche Abwicklung des MIV zu leisten.

Der Öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) kann zwar auf lokaler Ebene nur bedingt beeinflusst werden, allerdings steigt der Grad der Einflussnahme durch die Kooperation mit den Nachbarkommunen auf regionaler Ebene (orange). Nach Rücksprache mit den örtlichen ÖPNV-Betreibern sind derzeit keine

wesentlichen Maßnahmen oder Ziele bspw. zur Umstellung der Busflotte auf Biogas oder zur Nutzung von Ökostrom als Antriebskraft der S-Bahn geplant. Die Annahmen im moderaten und ambitionierten Szenario sind deshalb entsprechend zurückhaltend getroffen worden. Durch erhöhte Anstrengungen und politische Willensbekundungen auf regionaler Ebene kann die Stadt Hennigsdorf ihren Einflussbereich auf die ÖPNV-Anbieter jedoch erhöhen. In diesem Sinne zeigt ein drittes Szenario „100 % klimafreundlicher ÖPNV“ den CO₂-Effekt auf, der sich bei einer 100% umweltverträglichen Abwicklung des ÖPNV ergibt. Das CO₂-Minderungspotenzial im ÖPNV ist demnach mehr als doppelt so hoch wie im ambitionierten Szenario.

Die meisten Handlungsansätze befinden sich außerhalb des direkten Zugriffsbereichs der Stadtverwaltung und der Stadtwerke. Sie können aber zum Teil indirekt über Aufklärungs- und Motivationsmaßnahmen beeinflusst werden oder sind z. T. auf überregionaler Ebene zu beeinflussen.

- Die **Stadtverwaltung** kann im Zuge ihrer Stadtentwicklung und städtebaulichen Hinwendung zu einer klimafreundlichen Verkehrsinfrastruktur gestalten (Wegeführung, verkehrsträgerspezifische Planung, Parkraum, Fahrradaspekte, P&R, B&R, Tank- und Lade-Infrastruktur für alternative Antriebe).

¹⁴ Auch relevant für bestimmte Zielgruppen der Stadt Hennigsdorf z. B. Einpendler- Fachkräfte der Biotechnologiebranche.

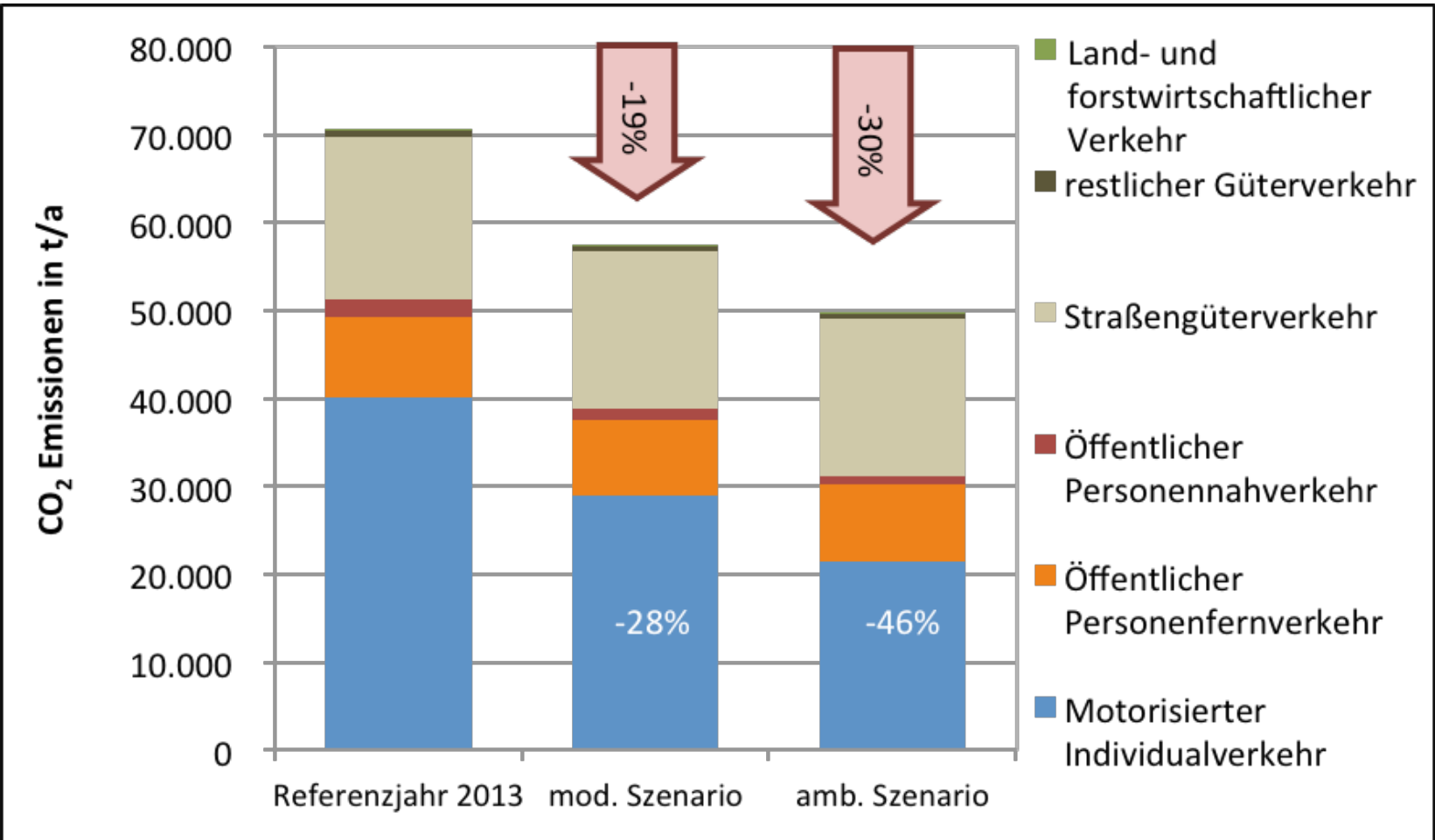


Abbildung 8: Szenario Treibstoffe – CO₂-Emissionen durch die Nutzung von Treibstoffen in den Jahren 2013 und 2030 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)

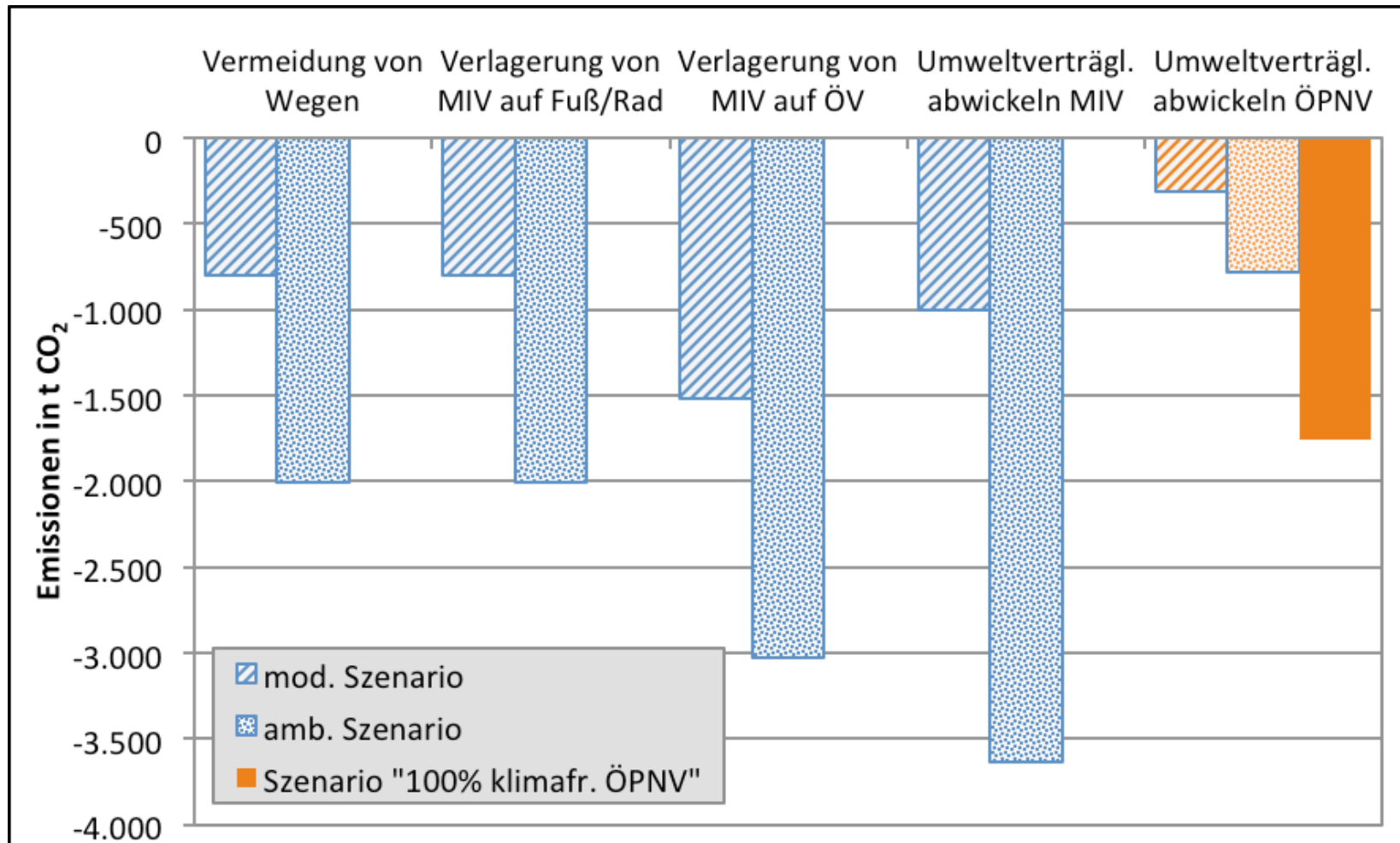


Abbildung 9: Jährliches CO₂-Minderungspotenzial durch lokale und regionale Maßnahmen in Hennigsdorf im Vergleich zu 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

Lokale/Regionale Handlungsmöglichkeit		Moderates Szenario	Ambitioniertes Szenario	Szenario „100% klimafreundlicher ÖPNV“
Vermeiden von Wegen	Annahme	2 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	5 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	vgl. amb. Szenario
	Effekt	803 t CO ₂	2.006 t CO ₂	
Verlagern des MIV auf Fuß- und Radverkehr	Annahme	2 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	5 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	vgl. amb. Szenario
	Effekt	803 t CO ₂	2.006 t CO ₂	
Verlagern des MIV auf den ÖPNV	Annahme	5 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	10 % (Basis: MIV-Fahrleistung 2013)	vgl. amb. Szenario
	Effekt	1.515 t CO ₂	3.029 t CO ₂	
Umweltverträglich Abwickeln des verbleibenden MIV	Annahme	2 % Elektromobilität 2 % Biogasfahrzeuge (Basis: MIV-Treibstoffmix 2013)	10 % Elektromobilität 7 % Biogasfahrzeuge (Basis: MIV-Treibstoffmix 2013)	vgl. amb. Szenario
	Effekt	1.007 t CO ₂	3.634 t CO ₂	
Umweltverträglich Abwickeln des verbleibenden ÖPNV	Annahme	10% Biogasflotte d. Linienbusse 10% Ökostrom bei S-/U-Bahn (Basis: ÖPNV-Treibstoffmix 2013)	20% Biogasflotte d. Linienbusse 50% Ökostrom bei S-/U-Bahn (Basis: ÖPNV-Treibstoffmix 2013)	100% Biogasflotte d. Linienbusse 100% Ökostrom bei S-/U-Bahn (Basis: ÖPNV-Treibstoffmix 2013)
	Effekt	311 t CO ₂	781 t CO ₂	1.760 t CO ₂

Tabelle 1: Lokale und regionale Handlungsmöglichkeiten zur Erschließung von zusätzlichen CO₂-Minderungspotenzialen im lokalen Personenverkehr (B.A.U.M./IFE, 2015)

- Lokale Maßnahmen der Vermeidung von Wegen (Konzept „Stadt der kurzen Wege“) sowie der Verlagerung des MIV auf Fuß- und Radverkehr oder ÖPNV können unabhängig **im Rahmen städtischer Aktivitäten** weiter vorangetrieben werden. Die Stadt kann weiterhin durch Informationskampagnen für klimafreundliches Mobilitätsverhalten werben (z. B. kurze Wege mit dem Rad statt mit dem PKW zurückzulegen) und die Wirtschaft bei der Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagements unterstützen.¹⁵
- Zur Umsetzung zentraler Schlüsselvorhaben im ÖPNV (effektive Maßnahmen sind im Verkehrsentwicklungsplan und Stadtentwicklungskonzept bereits beschrieben) bedarf es konzertierter Aktionen **mit übergeordneten Ebenen**, da diese nicht in der Kompetenz einzelner Kommunen bestellt werden. Dazu sind durch die Stadtverwaltung interdisziplinäre Taskforces zu legitimieren. Hierzu zählt auch die Hinwirkung auf die Umstellung des ÖPNV auf klimafreundliche Antriebe und den Einsatz klimafreundlicher Treibstoffe
- Die **Stadtwerke** können, sofern sie als Stromnetzbetreiber fungieren, den Ausbau einer Lade-Infrastruktur für Elektromobilität vorantreiben und sofern sie als Gasnetzbetreiber fungieren, zusätzliche Gastankstellen im Stadtbereich initiieren. Dies insbesondere, wenn auch der ÖPNV auf Erdgas bzw. Biomethan als Treibstoff zurückgreifen wird.
- Um den Fortschritt der Maßnahmenumsetzung sichtbar zu machen, ist ein regelmäßiges Monitoring und Controlling seitens der **Stadtverwaltung** sinnvoll.

¹⁵ Vgl. www.mobilprofit.de

1.4 Leitideen für den Transformationsprozess

1.4.1 Herausforderungen an das künftige Energiesystem

Das Energiesystem der Zukunft wird durch drei Treiber geprägt:

- Klimaschutz mit Umstellung der Wirtschaftsweise auf geringeren Kohlenstoff-Verbrauch (Dekarbonisierung) und zunehmender Elektrifizierung
- Dezentralisierung mit zunehmender Fluktuation von Erzeugung und Verbrauch
- Energieträgerübergreifende Konvergenz mit zunehmender Automatisierung von Wandlungsprozessen

Angesichts der Endlichkeit fossiler Energieträger sowie auch Biomasse und dem gleichzeitig zunehmenden Angebot erneuerbaren Stroms (Wind, Photovoltaik) werden Energieanwendungen immer weniger von thermischen Prozessen betrieben, sondern zunehmend auf elektrischem Wege versorgt (Mobilität, Wärmeerzeugung). Da das Stromangebot aus erneuerbaren Quellen schwankt, werden vielfältige Wandlungsprozesse zwischen Strom-, Wärme- und Speichersystemen immer bedeutender. Insbesondere auf kommunaler Ebene können aufgrund der Synergien von Stromerzeugung und Koppelwärmenutzung ganzheitliche Energiesysteme angestrebt werden.

Im Schaubild wird deutlich, welche zentrale Managementaufgabe („Energie-Drehscheibe“) hierbei dem Energieversorger mit seiner Netz- und Speicherinfrastruktur zukommt. In Hennigsdorf kann zu Sammel-, Speicher- und Verteilzwecken auf ein weithin ausgebautes Wärme-, Gas- und Stromnetz zurückgegriffen werden. Ebenso befinden sich bereits flexible BHKW im System, die mit entsprechend dynamischer Fahrweise ausgleichend agieren können. Es ist festzustellen, dass die Grundvoraussetzungen für

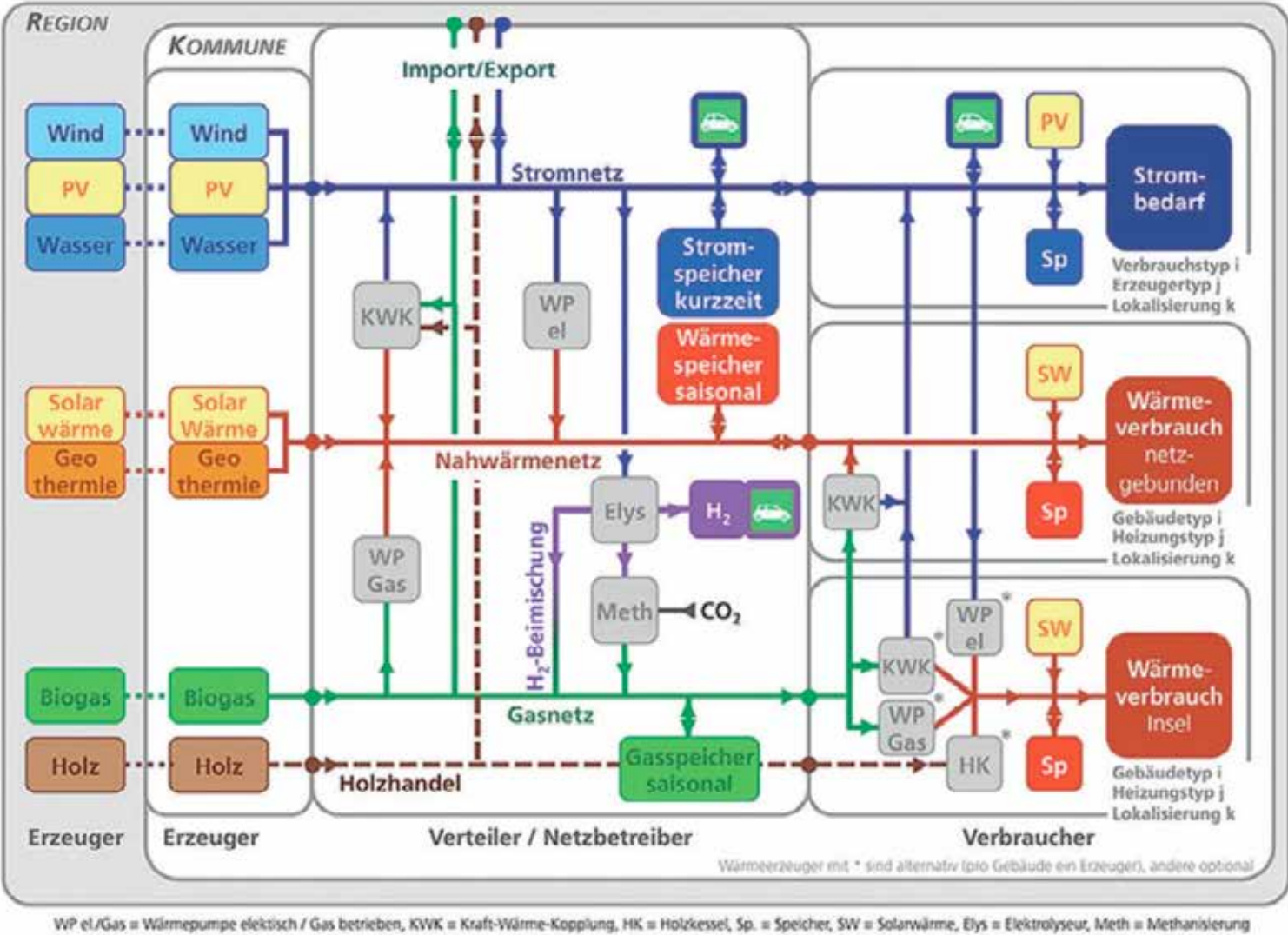


Abbildung 10: Kommunales Energiesystem mit verschiedenen Wandlungsprozessen unter Einsatz erneuerbarer Energiequellen (Fraunhofer ISI, 2013)

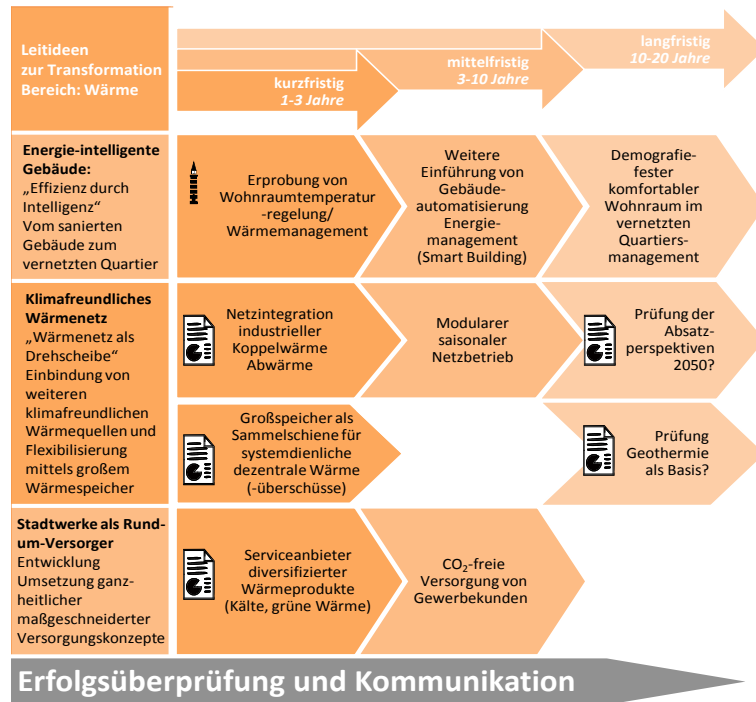


Abbildung 11: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergänge im Sektor Wärme in der Stadt Hennigsdorf (Leuchtturmprojekte und Detailkonzepte siehe Icons) (B.A.U.M./IfE, 2015)

eine erfolgreiche Transformation des Energiesystems im räumlichen Gebiet der Stadt Hennigsdorf hervorragend sind.

Der Leitidee einer **Energie-Drehscheibe** entsprechend, ist es hilfreich, wenn die Energieinfrastrukturen **Wärmenetz, Stromnetz und Gasnetz in einer Hand der Stadtwerke** liegen. Denn Synergien, die im sogenannten **Querverbund** zwischen den Energiesystemen liegen (Strom ↔ Wärme), können nur erschlossen werden, wenn die notwendigen strategischen Investitionen aus ganzheitlicher Sicht bewertet werden. In diesem Kontext greifen die durch Konzessionsvertrag und Anreizregulierung auferlegten Mindestanforderungen an die Infrastrukturentwicklung zu partikular und damit zu kurz. Liegen die Netze in gemeinsamer Hand der Stadtwerke, können darüber hinaus im Interesse der Stadtentwicklung wichtige strategische übergreifende Maßnahmen durchgesetzt werden.

Es gilt diese Potenziale nachhaltig auszubauen und neue Schwerpunkte beim zukünftigen Betrieb insbesondere des Fernwärmenetzes zu setzen: Power-to-Heat-Optionen (inkl. Wärmepumpen) und Wärmegroßspeicher können das System mittelfristig ergänzen.

1.4.2 Handlungsmatrix zur Transformation des Energiesystems in Hennigsdorf

In Abbildung 11, Abbildung 12 und Abbildung 13 sind die für die Stadt Hennigsdorf zentralen Handlungsansätze im Bereich Wärme, Strom und Verkehr entlang von Leitideen beschrieben. Die Handlungsmöglichkeiten sind insbesondere aus Sicht der Stadtwerke und der Stadtverwaltung betrachtet. Die einzelnen Schritte der Transformation sind den verschiedenen Umsetzungszeithorizonten zugeordnet.

Leitbild „Innovatives Denken im Querverbund“

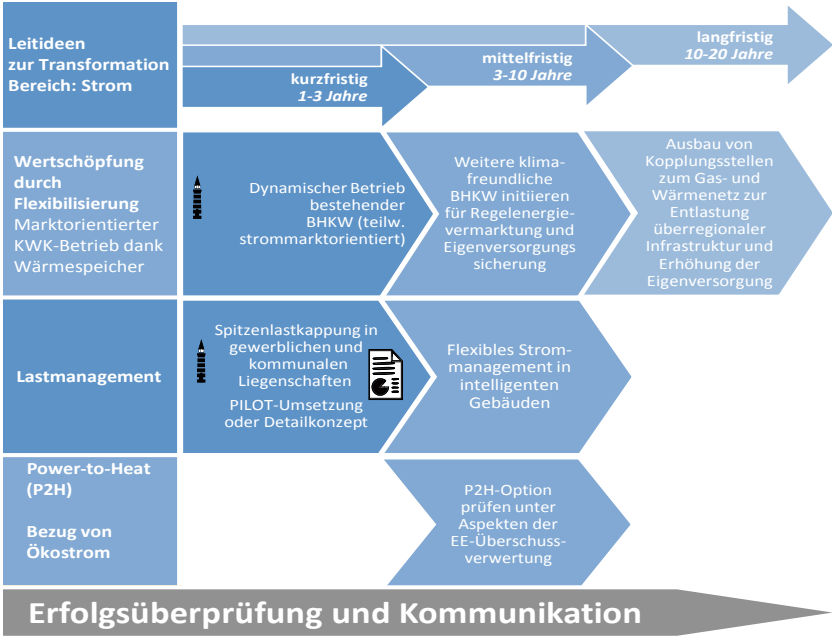


Abbildung 12: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergänge im Sektor Strom in der Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015)

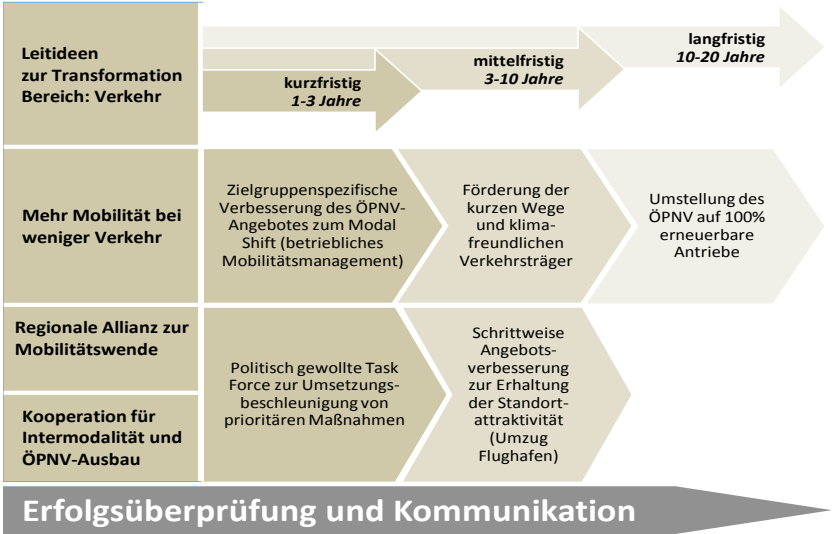


Abbildung 13: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergängen im Sektor Verkehr (B.A.U.M./IfE, 2015)

2 Sektor Wärme

2.1 Ergebnisse der Bestandsanalyse

2.1.1 Wärme in den einzelnen Verbrauchergruppen

Der Energieverbrauch zur Deckung des Wärmebedarfs ist in Hennigsdorf durch die örtliche Wirtschaft und insbesondere durch die Großindustrie geprägt, wie anhand der nachfolgenden Abbildung 14 deutlich wird. In Summe ergibt sich ein Endenergiebedarf zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme von ca. 421.000 Megawattstunden pro Jahr (MWh/a). Bei Endenergie handelt es sich um die Energieträger, die direkt genutzt werden können, wie beispielsweise Fernwärme, Erdgas, Heizöl usw.

Der Endenergiebedarf kann **drei Verbrauchergruppen** zugeordnet werden, die in unterschiedlichem Maße zum Energieverbrauch beitragen:

- In der Verbrauchergruppe der **privaten Haushalte** (in Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern) werden rund 108.000 MWh pro Jahr zu Deckung des Wärmebedarfs benötigt. Davon werden rund 63 % durch die örtliche Fernwärmeversorgung abgedeckt. Der restliche Endenergieverbrauch fällt hauptsächlich abseits der vorhandenen Fernwärmetrasse, insbesondere in den Wohngebieten mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung an und wird über dezentrale Heizkessel und Thermen bereitgestellt.
- Die **kommunalen Liegenschaften** (Stadt, Stadtwerke und Landkreis) zeichnen sich für weitere ca. 14.000 MWh Endenergieverbrauch verantwortlich. Alle Liegenschaften werden von den örtlichen Stadtwerken über die Fernwärmetrasse oder dezentrale Energielösungen ver-

sorgt und wurden in den vergangenen 20 Jahren saniert. Die kommunalen Liegenschaften verbrauchen lediglich drei Prozent der gesamten Endenergie zur Wärmebereitstellung in Hennigsdorf, haben aber aufgrund ihrer Vorbildfunktion für die Bürger eine wichtige Funktion, auch aus energetischer Sicht.

- Den größten Bedarf an thermischer Endenergie weisen die Betriebe und Unternehmen in der dritten Verbrauchergruppe **Wirtschaft** auf, wobei die Unterkategorie der **Großindustrie** in Hennigsdorf den Endenergieverbrauch dominiert.

In der Wirtschaft werden 71 Prozent pro Jahr (%/a) des gesamten thermischen Endenergiebedarfs in Hennigsdorf verbraucht. Hierbei zeichnet sich die Großindustrie wiederum für 79 %/a verantwortlich.

In der nachfolgenden Abbildung 14 ist der thermische Endenergieverbrauch in Hennigsdorf für das Jahr 2013 in den einzelnen Verbrauchergruppen vergleichend dargestellt.

2.1.2 Erneuerbare Energien Ist-Zustand

Von den rund 421.000 MWh Endenergie pro Jahr, die zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in Hennigsdorf derzeit benötigt werden, konnten im Jahr 2013 rund **18 Prozent durch erneuerbare Energien abgedeckt** werden. Hierbei ist insbesondere der hohe Anteil regenerativer Energiequellen an der örtlichen Fernwärmeversorgung hervorzuheben:

Mit 68.000 MWh wird bereits **über die Hälfte der gesamten erzeugten Fernwärme über erneuerbare Energieträger** (Solarthermie und Biomasse) abgedeckt. Der Großteil dieser regenerativ erzeugten Wärme wird über das örtliche Biomasseheiz-

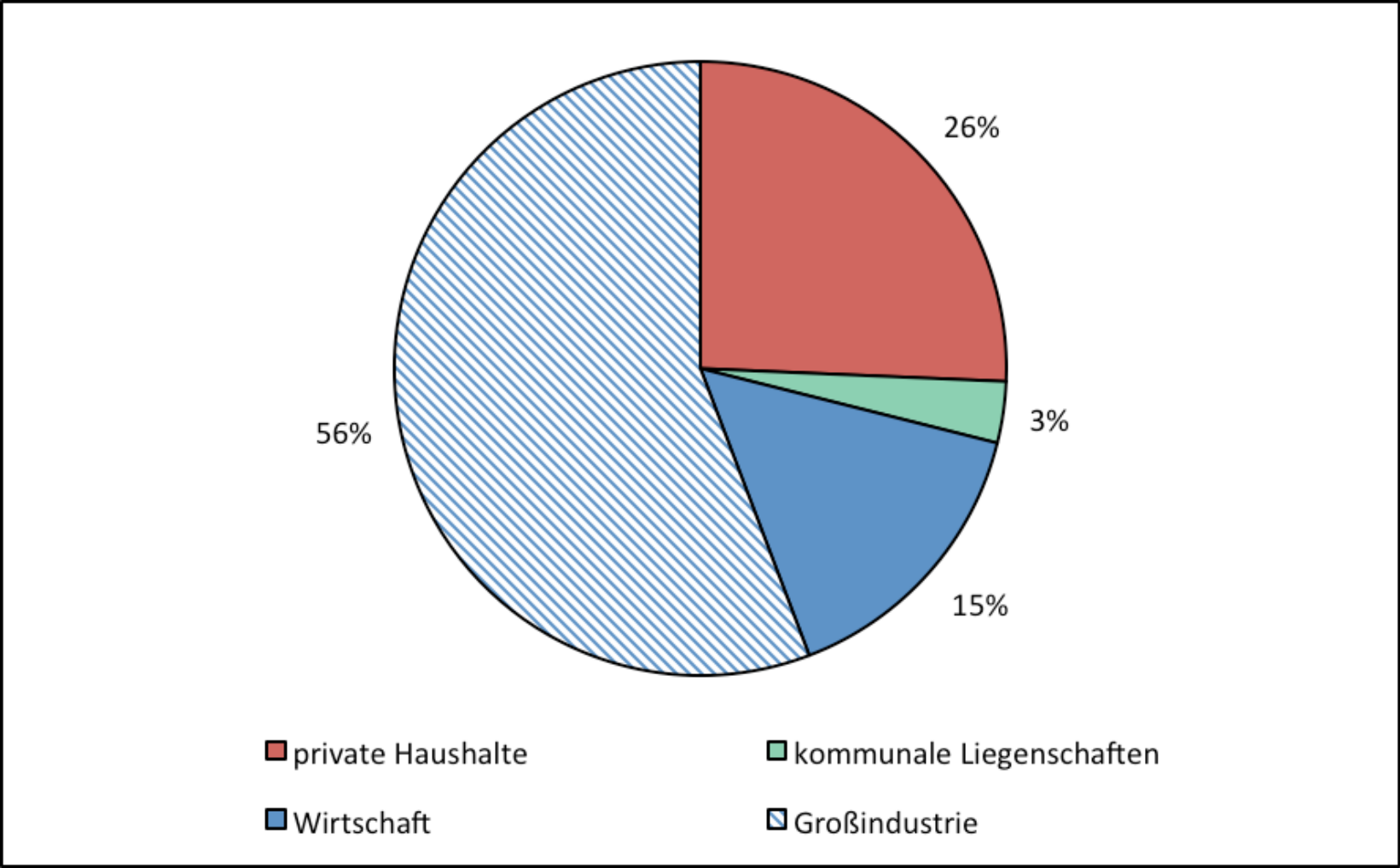


Abbildung 14: Verteilung des thermischen Endenergieverbrauchs auf die einzelnen Verbrauchergruppen in Hennigsdorf für das Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

kraftwerk bereitgestellt, welches neben der Wärme auch Strom produziert und in das öffentliche Stromnetz einspeist.

Darüber hinaus werden auch in den Wohngebieten abseits des Fernwärmenetzes erneuerbare Energieträger zur Beheizung und Warmwasserbereitung genutzt, allerdings in deutlich geringerem Umfang. In Heizkesseln, die rund 800 Wohneinheiten versorgen, werden pro Jahr rund 6.730 Megawattstunden Endenergie in Form von Holzpellets verbraucht. Private Solarthermieanlagen – vor allem auf Ein- und Zweifamilienhäusern – stellen weitere 210 MWh/a an thermischer Energie bereit.

In der nachfolgenden Abbildung ist der Anteil erneuerbarer Energieträger im Sektor Wärme für das Jahr 2013 in Hennigsdorf dargestellt. Dabei wird zwischen fernwärmeversorgten Gebieten und dezentraler Erzeugung abseits der Fernwärmetrasse unterschieden.

2.2 Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder

Anhand der ermittelten Zahlen wird deutlich, dass sich die Stadt Hennigsdorf bereits auf einem guten Weg zu mehr Klimaschutz im Bereich der Wärmeversorgung befindet und die intensiven Bemühungen der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH und anderer lokaler Akteure – so z. B. der Hennigsdorfer Wohnungsbau-gesellschaft mbH (HWB) und der Wohnungsgenossenschaft Hennigsdorf eG (WGH) – in den vergangenen Jahren zu vielfach bemerkenswerten Fortschritten geführt haben. Trotzdem sollten auch in Zukunft weitere Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen umgesetzt werden. Im Rahmen der Potenzialanalyse sind Reserven im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz und beim Ausbau der Erneuerbaren Energien erkennbar geworden. Die wichtigsten Erkenntnisse sind in den nachfolgenden Abschnitten detailliert erläutert.

Energieeinsparung und Effizienzsteigerung

In den vergangenen 20 Jahren wurden insbesondere im Bereich der Wohnungswirtschaft umfangreiche energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, die zu jährlichen Kohlendioxid-einsparungen in Höhe von rund 5.400 Tonnen führten. Aufgrund dieser Maßnahmen erfüllt der Großteil der Wohnungen in Hennigsdorf einen guten energetischen Standard.

Aus diesem Grund ist nur von geringen Einspareffekten durch weitere Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebereich auszugehen. Da primäres Ziel beim Klimaschutz die Verringerung des Endenergieverbrauchs ist, bietet sich für das Stadtgebiet Hennigsdorf ein zweigleisiges Vorgehen an:

- **Gebäude in privatem Besitz:** Fortführung und weitere Intensivierung der Beratungsleistungen für die Bürger und Aufbau diversifizierter Energiedienstleistungen über die Stadtwerke als Energieexperten.
- **Gebäude der Wohnungswirtschaft:** Durch die gute Zusammenarbeit der Stadtwerke mit den mit den großen Wohnungsunternehmen HWB und WGH erscheint der Einstieg in die Gebäudeautomatisierung zur Verbesserung des Energiemanagements aussichtsreich. Mit einem ersten Objektpaar soll bereits kurzfristig begonnen werden. Basierend auf diesen Erfahrungen sollten sukzessive weitere folgen. Die Ausstattung von Gebäuden mit intelligenter Heizungssteuerung (Wohnraumtemperaturregelung) kann als niedriginvestive Maßnahme mit hohen Einspareffekten bis zu 20 % von Mieter und Vermieter im Rahmen der Modernisierungsumlage getragen werden. Mit dem Einbau entsprechender Sensorik und Regelungstechnik sind erste Smart Home / Smart Building Infrastrukturen verfügbar, auf die weitere Services zur Komfortsteigerung in der Wohnung aufsetzen können.

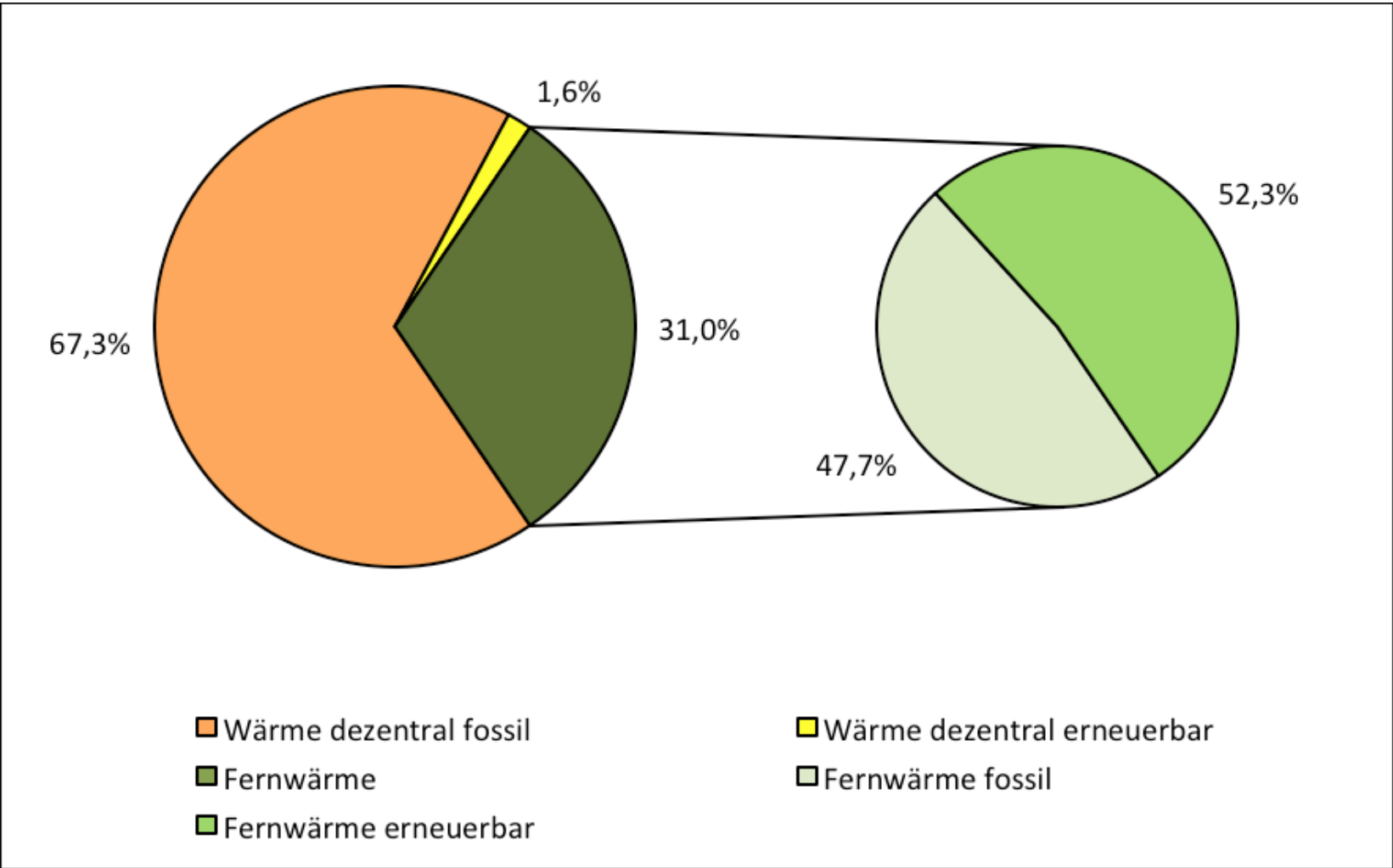


Abbildung 15: Anteil der erneuerbaren Energien im Sektor Wärme im Jahr 2014 (B.A.U.M./IfE, 2015)

In beiden Fällen ist das Nutzerverhalten der unterschiedlichen Bewohner das entscheidende Kriterium, um Energieeinsparungen zu erzielen. Hierauf kann lediglich über wiederholte, öffentlichkeitswirksame Informationskampagnen Einfluss genommen werden. Deshalb sollten die bereits durchgeführten Anstrengungen in diesem Bereich auch in Zukunft fortgeführt werden. Die Zielstellung besteht darin, über die Sensibilisierung der Verbraucher für Energieeinsparmöglichkeiten – auch in Verbindung mit finanziellen Vorteilen – eine schrittweise Verhaltensänderung im privaten Bereich zu bewirken, die ihren Niederschlag z. B. auch im beruflichen Bereich findet.

Parallel zu diesen Handlungssträngen im Bereich der privaten Haushalte bietet sich die Entwicklung von diversifizierten Mehrwertdiensten¹⁶ über die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH an. Dies können Dienstleistungen und Produkte sein, aus denen sich für die Kunden der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH – neben den klassischen Produkten Strom, Wärme, Licht – ein zusätzlicher Nutzen z. B. für die Bereiche Komfort, Sicherheit oder Gesundheit ergeben. Diese ermöglichen es, Energieeinsparung und Klimaschutz voranzubringen und die örtlichen Bewohner und die regionale Wirtschaft zu stärken.

Neben der Energieberatung (insbesondere auch für kleine und mittlere Unternehmen) kann ein weiterer Schwerpunkt die Unterstützung bei der Einführung von Energiemanagementsystemen sein. Dass diese Strategie nachhaltige Erfolgchancen für alle Beteiligten bietet, wird bereits an der guten Zusammenarbeit zwischen den Stadtwerken Hennigsdorf und der Wohnungswirtschaft (Hausmeisterschulungen, Optimierung der vorhandenen Heizungsanlagen, etc.) sowie der örtlichen Großindustrie (integrierte Energielösungen, Optimierung der vorhandenen Heizungsanlagen, etc.) deutlich. Diese erfolgreiche Form

¹⁶ Dies können Dienstleistungen und Produkte sein, aus denen sich für die Kunden der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH – neben den klassischen Produkten Strom, Wärme, Licht – zusätzlicher Nutzen z. B. für die Bereiche Komfort, Sicherheit oder Gesundheit ergeben.

der Zusammenarbeit auf der Basis gegenseitigen Nutzens sollte fortgesetzt werden.

Bei der Umsetzung aller Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung ist von einer Einsparung in Höhe von 42.000 MWh/a bzw. 7.600 Tonnen CO₂ pro Jahr auszugehen.

Optimierung Fernwärmeversorgung und Ausbau Erneuerbarer Energien

Das vorhandene Fernwärmenetz wurde in den vergangenen Jahren umfassend erweitert und verdichtet, was zu einer Verringerung der Leitungsverluste und einer verbesserten Energiebilanz führt. Der Ausbau des Fernwärmenetzes in Wohngebieten mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung erscheint zum gegebenen Zeitpunkt ökonomisch nicht sinnvoll, im Gegensatz zur weiteren Verdichtung entlang der bestehenden Fernwärmetrasse. Es ist zu prüfen, ob zukünftig dezentrale Insel- oder Arealnetze abseits der Fernwärmetrassen wirtschaftlich sinnvoll zu betreiben sind, wobei die sich ändernden rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt werden müssen.

Weitere wichtige Schritte zu mehr Klimaschutz wurden in den letzten Jahren insbesondere von den Stadtwerken Hennigsdorf unternommen. So wurden ein Biomethan-Blockheizkraftwerk und ein Biomasse-Heizkraftwerk in Betrieb genommen und der Anteil der Fernwärme aus regenerativen Quellen auf über 50 Prozent erhöht. Gleichzeitig werden jährlich rund 16.000 MWh regenerativen Stroms erzeugt.

Es gilt, diese Strategie weiter fortzuführen und die Nutzung erneuerbarer Energieformen und insbesondere auch der industriellen Abwärme weiter zu intensivieren. Mittelfristig ist abzuwägen, ob in die Wärmeerzeugungsstruktur des Fernwärmenetzes ein Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplungs-Kapazitäten (insb. im

Heizwerk Zentrum) oder die Integration von industrieller Abwärme ökonomisch sinnvoll ist. Beide Maßnahmen versprechen erhebliche Kohlendioxidminderungspotenziale und sollten im Rahmen eines Detailkonzepts vergleichend betrachtet werden. Hierbei muss dem Ausbau der thermischen Speicherstruktur im Netzgebiet eine besondere Bedeutung zugewiesen werden, um die jetzt schon mögliche zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch künftig auch saisonal versetzt, also mit einem größeren Abstand und in größeren Mengen realisieren zu können.

Zudem sollte die Erzeugerstruktur im Fernwärmenetz in Zukunft noch flexibler gestaltet werden, um auf die Herausforderungen der zukünftigen Energieversorgung in Deutschland vorbereitet zu sein. Die Gesamtsituation des Energiemarkts in Deutschland führt zu höheren Anforderungen an die Flexibilität der vorhandenen Erzeuger und Verbraucher. Aufgrund der vorhandenen Infrastruktur (Fernwärmenetz) erscheint eine Flexibilisierung des vorhandenen Wärmeerzeugerparks und ggf. ein Ausbau (z. B. Power-to-Heat) unter Leitung der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH bereits kurz- und mittelfristig sinnvoll. Im gegenwärtigen Strommarkt ist die Vermarktung der vorhandenen Bioenergiekraftwerke über die sog. Direktvermarktung und im öffentlichen Regelenergiemarkt vielversprechend. Es bietet sich an, in diesem Geschäftsfeld erste Betriebserfahrungen zu sammeln, um für die langfristige Zukunft (z. B. Lastmanagement in öffentlichen und gewerblich genutzten Gebäuden) gut gerüstet zu sein. Durch die Installation eines großen Wärmespeichers können erhebliche Freiheitsgrade erschlossen werden, um die BHKW zunehmend strommarktorientiert (und weniger wärmegeführt) betreiben zu können.

Über den Betrachtungszeitraum dieses Konzepts bis 2030 hinaus müssen Zukunftsszenarien für den weiteren Betrieb des vorhandenen Wärmenetzes und Absatzperspektiven im Jahr 2050 und darüber hinaus entwickelt werden. Mittel- bis langfristig ist

im Sinnbild einer Sammelschiene die Integration weiterer klimafreundlicher Wärmequellen denkbar, wie etwa die Erschließung von Tiefengeothermie. Hierbei kommt dem Fernwärmenetz eine sehr wichtige Aufgabe zu, da die Potenziale zur Nutzung von regenerativen Energiequellen im privaten Bereich aufgrund der örtlichen Restriktionen stark limitiert sind.

Es bietet sich an, bereits frühzeitig verschiedene Optionen zu prüfen, unterschiedliche Szenarien zu entwickeln und vergleichend darzustellen. Die Auswirkungen der zukünftigen Entwicklungen (fluktuierende Stromerzeugung durch erneuerbare Energien, Stromüberschüsse, geringerer Wärmebedarf der Gebäude...) müssen entsprechend Berücksichtigung finden, sodass der erfolgreiche und ökologische Betrieb des Fernwärmenetzes auch auf langfristige Sicht weiter gewährleistet ist. So kann beispielsweise auch ein abschnittsweiser oder saisonaler Betrieb des Wärmenetzes zusätzliche Möglichkeiten eröffnen, um verschiedene Wärmetemperaturniveaus oder auch Kälte zu liefern. Im Sinne von kundenorientierter Produktdiversifizierung können so verschiedenste Kundeninteressen bedient werden. Schon heute zeigen Gewerbekunden Interesse an klimaneutralen Wärmeprodukten.

Bei der Umsetzung aller Maßnahmen im Bereich der Optimierung des Fernwärmenetzes und dem Ausbau der Erneuerbaren Energien ist von einer Einsparung in Höhe von 3.400 Tonnen CO₂ pro Jahr auszugehen.

2.3 Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung

- **Kurzfristig** sollte mit der Erstellung eines **Detaillkonzepts zur industriellen Abwärmenutzung** begonnen werden, da in diesem Bereich erhebliche CO₂-Minderungspotenziale zu erwarten sind. Darüber hinaus muss eine Möglichkeit entwickelt werden, um diskontinuierlich anfallende Abwärme konstant über den Tag verteilt in das Fernwärmenetz einspeisen zu können. Hierfür sind verschiedene thermische **(Groß-) Speichersysteme** hinsichtlich ihrer technischen Eignung und Wirtschaftlichkeit zu untersuchen.
- Nachdem sich die Firma Bombardier am Standort Hennigsdorf das Ziel gesetzt hat, die Energieversorgung bis zum Jahr 2020 CO₂-frei zu gestalten, müssen sich die Stadtwerke als gegenwärtiger Wärmeversorger **kurz- bis mittelfristig** mit der Lösungsfindung beschäftigen. Aus diesem Grund sollte zeitnah ein **detailliertes Konzept zur Strategieentwicklung bis 2020** entwickelt werden, welches verschiedene technische Lösungen und Geschäftsmodelle vergleichend untersucht.
- **Langfristig**, über das Jahr 2020 bzw. 2030 hinausblickend, sollte bereits frühzeitig mit Planungen hinsichtlich zukünftiger Herausforderungen mit einem Ausblick auf 2050 begonnen werden. Aufgrund der derzeitigen Situation in Hennigsdorf ist nur mit wenigen Änderungen hinsichtlich der Wärme- und Stromerzeugung im Fernwärmenetz bis 2030 zu rechnen. Auch im Bereich der Wohnungswirtschaft sind bis zum Jahr 2030 nur wenige Maßnahmen zu erwarten. Nach 2030 bis 2050 sind allerdings sowohl auf der Erzeugerseite, als auch auf der Verbraucherseite Veränderungen zu erwarten. So ist ab 2030 aufgrund der Zeitspanne seit den Sanierungen in den 1990er Jahren wieder mit verstärkten

Sanierungsmaßnahmen im Bereich der Wohnungswirtschaft zu rechnen, wodurch der Wärmebedarf und somit die Auslastung des bestehenden Fernwärmenetzes abnimmt. Diese Herausforderung ist im Hinblick auf die Erzeugerseite und Fahrweise des Fernwärmenetzes frühzeitig anhand eines **Detaillkonzepts „Fernwärme in Hennigsdorf – 2050“** auf verschiedenste Lösungen hin zu untersuchen.

3 Sektor Strom

3.1 Ergebnisse der Bestandsanalyse

3.1.1 Strom in den einzelnen Verbrauchergruppen

Beim Stromverbrauch in Hennigsdorf ergibt sich ein ähnliches Bild, wie beim thermischen Endenergiebedarf: Auch der Stromverbrauch ist durch die örtliche Großindustrie geprägt, wobei die Verhältnisse noch deutlicher sind, als im Sektor Wärme, wie aus Abbildung 16 hervorgeht. Der jährliche Gesamtstromverbrauch im Stadtgebiet belief sich 2013 auf rund 597.000 MWh pro Jahr.

Der Stromverbrauch kann, analog zu Kapitel 2, den drei Verbrauchergruppen in Hennigsdorf zugeteilt werden:

- Der Anteil der **privaten Haushalte** (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser) am Gesamtstromverbrauch beläuft sich auf rund fünf Prozent pro Jahr.
- Im Bereich der **kommunalen Liegenschaften** (Stadt, Stadtwerke, Landkreis und öffentliche Ver- und Entsorgung) wurden 2013 rund 6.800 MWh Strom verbraucht, wobei sich folgende Verbrauchsschwerpunkte identifizieren lassen:
 - Stadtwerke Hennigsdorf GmbH: 2.600 MWh
 - Straßenbeleuchtung: 1.100 MWh
 - Wasser- und Abwasseranlagen: 1.200 MWh

Die restlichen rund 1.900 MWh werden in den vielen kommunalen und öffentlichen Liegenschaften im Stadtgebiet verbraucht.

Mehr als 90 Prozent des gesamten Stromverbrauchs in Hennigsdorf fallen in der Wirtschaft an, wobei die Großindustrie mit 511.000 MWh im Jahr 2013 den dominierenden Faktor beim

Stromverbrauch darstellt.

In Abbildung 16 ist die Verteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Verbrauchergruppen für das Stadtgebiet Hennigsdorf im Jahr 2013 vergleichend dargestellt.

3.1.2 Erneuerbare Energien Ist-Zustand

Von den 597.000 Megawattstunden Strom, die jährlich in Hennigsdorf benötigt werden, sind im Jahr 2013 rund 17.600 MWh durch örtliche erneuerbare Energien gedeckt worden. Dies entspricht bilanziell einem Anteil von rund drei Prozent. Die restlichen ca. 97 % werden über die öffentliche Stromversorgung und damit dem sog. „Deutschen Strommix“ (aus z. B. Kernkraft-, Braun- und Steinkohlekraftwerken aber auch aus überregionalen erneuerbaren Energien) gedeckt.

Auch im Sektor Strom ist die aktive Rolle der Stadtwerke bei der Hinwendung zur Nutzung von erneuerbaren Energiequellen hervorzuheben. Fast 16.000 MWh regenerativen Stroms wurden 2013 in den beiden Bioenergie-Kraftwerken der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH erzeugt. Dies entspricht mehr als 90 Prozent des gesamten produzierten Stroms in Hennigsdorf. Die restlichen rund 1.600 MWh des örtlich produzierten Stromes wurden von 92 dezentralen Photovoltaik-Aufdachanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 1,9 Megawatt erzeugt. Die bis zum Jahr 2001 größte installierte PV-Anlage mit rund 20 kWp installierter Leistung wurde durch die BBG mbH, eine kommunale Schwestergesellschaft der Stadtwerke, initiiert und bis heute auf dem Gewerbehof betrieben.

In Abbildung 17 sind der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch 2013, sowie die Verteilung der vorhandenen regenerativen Energieformen in Hennigsdorf dargestellt.

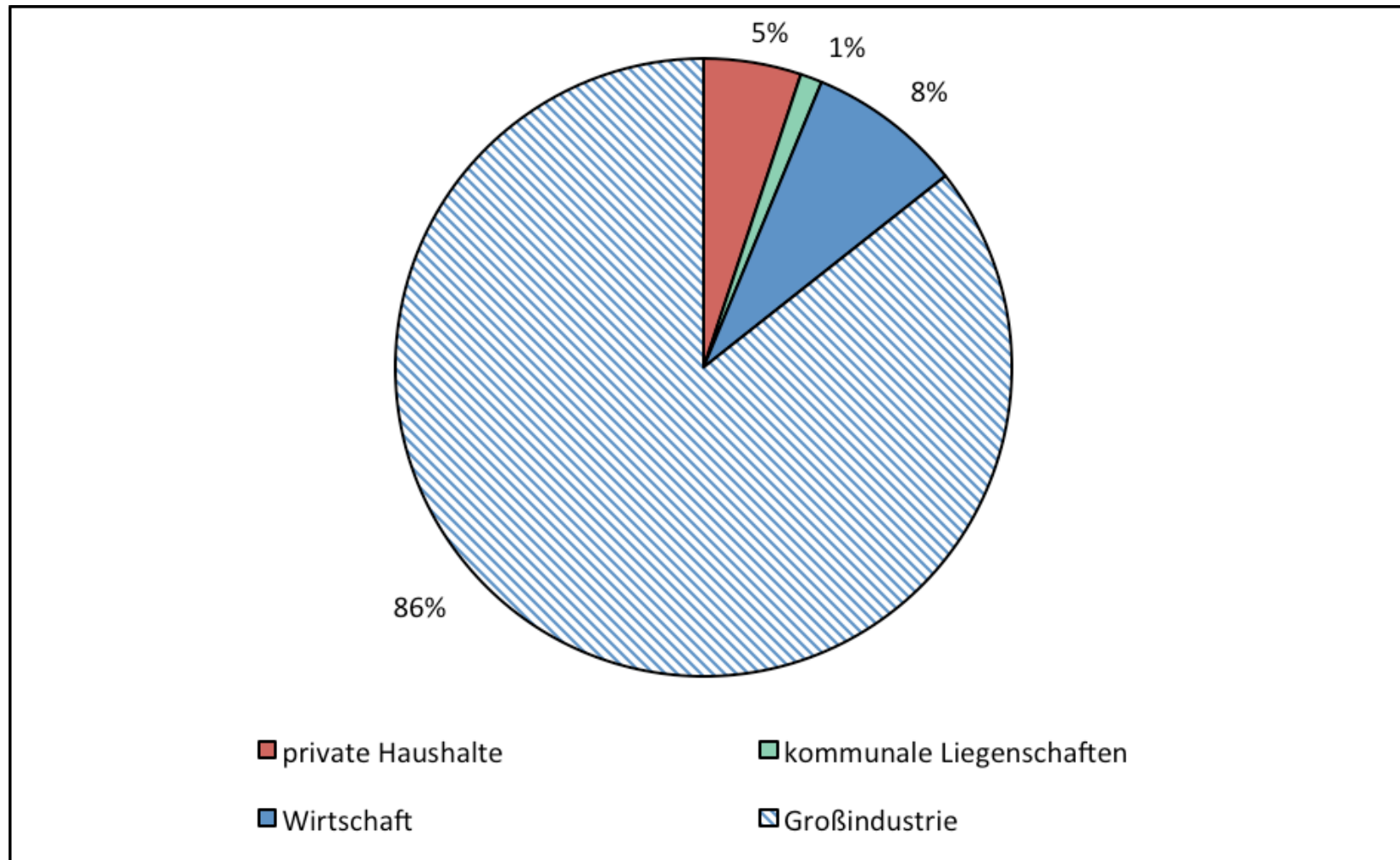


Abbildung 16: Verteilung des Stromverbrauchs auf die einzelnen Verbrauchergruppen in Hennigsdorf für das Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

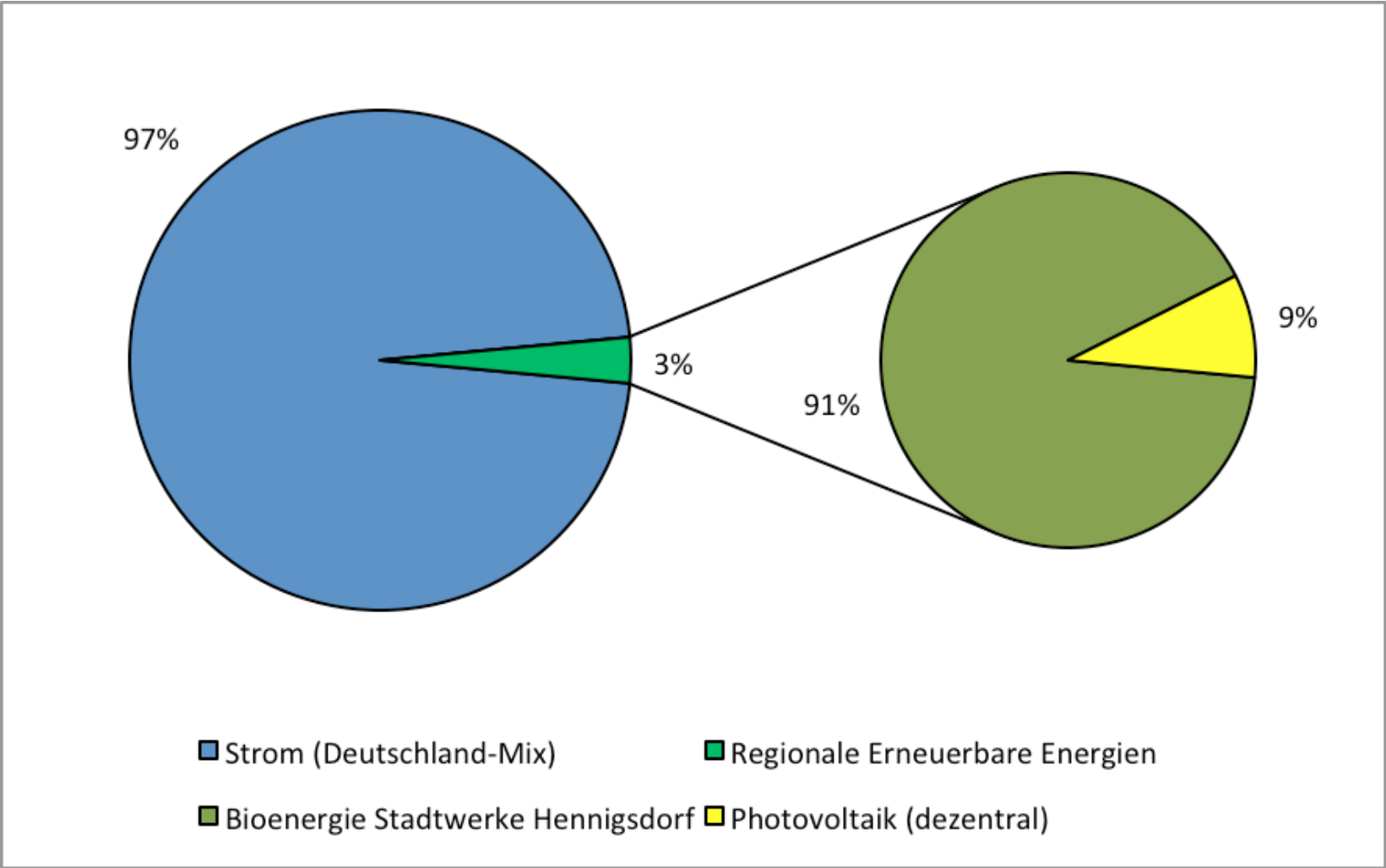


Abbildung 17: Anteil und Aufteilung der Erneuerbaren Energien im Sektor Strom am Ist-Zustand (B.A.U.M./IfE, 2015)

3.2 Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder

Aufgrund des hohen absoluten Stromverbrauchs in Hennigsdorf, insbesondere aufgrund der örtlichen Großindustrie, und den limitierenden Rahmenbedingungen für die Nutzung erneuerbarer Energien ist der relative Anteil der lokal erzeugten erneuerbaren Energien am Stromverbrauch mit 3 Prozent verhältnismäßig gering (Bundesdurchschnitt 23,4 %; (BMWi, 2015)).

Trotzdem besteht auch in Zukunft die Möglichkeit, aktiv Klimaschutz zu betreiben! Im Rahmen der Analyse haben sich Potenziale im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz und beim Ausbau der Erneuerbaren Energien ergeben. Die wichtigsten Erkenntnisse sind in den nachfolgenden Abschnitten detailliert erläutert.

Energieeinsparung und Effizienzsteigerung

Die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH kann bisherige und künftige Ergebnisse nutzen, um moderne, energieeffiziente Technologien und vorbildliche Handlungsweisen beim Klimaschutz wirkungsvoll zu kommunizieren. So wurde beispielsweise bereits frühzeitig die Straßenbeleuchtung auf „Gelblicht“ (Natriumdampflampen) umgestellt, was zu deutlichen Energieeinsparungen geführt hat, aber eine erneute Umrüstung auf LED-Beleuchtung derzeit wirtschaftlich nicht interessant erscheinen lässt. Bei Neuananschaffungen sollte jedoch weiterhin konsequent auf moderne Beleuchtungstechnologien gesetzt werden.

Mit ungefähr 1.200 MWh/a ist der Wasser-Sektor ein verhältnismäßig kleiner Verbraucher. Da im Versorgungsnetz bereits Druckmesspunkte angeordnet sind, nach denen die Pumpen drehzahl geregelt werden, gibt es in diesem Bereich keine brauchbaren Anknüpfungspunkte für Effizienzverbesserungen im größeren Stil.

Über diese Maßnahmen hinaus kann eine Intensivierung der Klimaschutzbemühungen insbesondere durch die verstärkte Information von Bürgern und Betrieben zum Thema Energie erfolgen, wobei hierbei die Restriktionen des individuellen Nutzerverhaltens zu akzeptieren sind. Es gilt, die bereits durchgeführten und laufenden Maßnahmen der Stadtwerke fortzuführen und ggf. um neue Angebote zu ergänzen.

Der von der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH eingeschlagene Weg sollte weiter beschritten werden, den Bürgern und Gewerbetreibenden verschiedene Dienstleistungsprodukte anzubieten, die es ermöglichen Energieeinsparung und Klimaschutz mit neutraler, fachlicher Unterstützung zu intensivieren. Die bisherigen Aktivitäten haben gezeigt, dass beispielsweise Energieberatungen und gemeinsame Arbeitsgruppen mit anderen Akteuren und Partnern nachhaltige Erfolge erzielen können.

Darüber hinaus kann der Auf- und Ausbau eines sogenannten Energiemanagementsystems, insbesondere im gewerblichen Bereich, von den Stadtwerken unterstützt werden und somit den Grundstein für eine langfristige, nachhaltige Senkung des Energieverbrauchs in den Betrieben darstellen. Im Lichte der aktuellen, durch die EU-Vorgaben initiierte Energieeffizienzrichtlinie, wonach alle Energielieferanten Effizienzmaßnahmen bei ihren Kunden erwirken sollen, können diese Energieberatungen neben Kosteneinsparungen auch wichtige Kundenbindungseffekte zu den Stadtwerken bewirken.

Bei der Umsetzung aller Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung ist von einer Einsparung in Höhe von 26.000 MWh/a bzw. 16.400 Tonnen CO₂ pro Jahr auszugehen.

Optimierung Fernwärmeversorgung und Ausbau erneuerbarer Energien

Die räumliche Ausdehnung des Stadtgebiets ist mit 3.130 ha verhältnismäßig klein und sehr dicht bebaut, wodurch die örtlichen Potenziale insbesondere für Bioenergie und Windkraft stark limitiert sind. Somit ergeben sich kurz- und mittelfristig lediglich begrenzte Ausbaupotenziale im Bereich der Photovoltaik (Aufdachanlagen) sowohl auf privaten Wohngebäuden, als auch auf Gebäuden der Wohnungswirtschaft. Insbesondere im Bereich der Wohnungswirtschaft ist zudem mit nicht unerheblichen steuerrechtlichen, technischen und finanziellen Hürden bei der Nutzung von Photovoltaikanlagen zu rechnen, wodurch Sonderlösungen notwendig werden. Mittel- bis langfristig sind Geschäftsmodelle zu prüfen, z. B. in Zusammenarbeit der Stadtwerke mit der Wohnungswirtschaft, um z. B. „Mieterstrom“ in Verbindung mit einer Photovoltaik-Aufdachanlage anbieten zu können.

Die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH haben den Ausbau der erneuerbaren Energien im Stadtgebiet in den zurückliegenden Jahren deutlich forciert und fossile Brennstoffe in der Fernwärmeerzeugung in großem Umfang substituiert. So wurden in den zurückliegenden Jahren ein Biomethan-Blockheizkraftwerk und ein Biomasse-Heizkraftwerk mit in Summe rund 3.700 kW elektrischer Anschlussleistung in Betrieb genommen. Mit diesen beiden Kraftwerken können pro Jahr rund 16.000 MWh regenerativen Stroms erzeugt und mehr als 50 Prozent der Fernwärme „erneuerbar“ bereit gestellt werden.

Das benötigte Biomethan und der Biomasse-Brennstoff werden vorwiegend aus umliegenden Regionen bezogen, um die Transportwege insb. bei der Biomasse auf ein Minimum zu reduzieren. Die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH unternimmt bereits seit Jahren erhebliche Anstrengungen, um die langfristige Verfügbarkeit der benötigten Biomasse bzw. von Biogas zu gewährleisten, in-

dem sie langfristige Kooperationen eingehen. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der co:bios Energie GmbH und anderen Partnern beteiligen sich die Stadtwerke zudem an einem Pilotprojekt, das sich mit der Erzeugung von Biomasse auf sogenannten Kurzumtriebplantagen befasst und perspektivisch die Verbesserung einer nachhaltigen Eigenversorgung zum Ziel hat.

Mit dem Biomethan-Blockheizkraftwerk und dem Biomasse-Heizkraftwerk produzieren die Stadtwerke mehr als 90 %, des gesamten, regenerativ erzeugten Stroms in Hennigsdorf und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. So liegen die durchschnittlichen jährlichen Kohlendioxidemissionen der Fernwärmeversorgung durch diese Maßnahmen (inkl. einer Reduktion der Kohleverfeuerung) in den Jahren 2011 bis 2013 um rund 17.400 Tonnen unter dem Mittelwert der Jahre 2006 bis 2008. Der jährliche CO₂-Ausstoß konnte somit um rund die Hälfte reduziert werden.

Kurz- bis mittelfristig sollte das Potenzial zur Nutzung industrieller Abwärme hinsichtlich der technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen detailliert untersucht werden. Dabei gilt es, neben der Wärmeeinspeisung in das vorhandene Fernwärmenetz auch die Möglichkeit der Stromerzeugung aus Abwärme detailliert zu prüfen, um auf diese Weise fossile Brennstoffe zu substituieren.

In Zukunft gilt es, die vorhanden Anlagen Strom- und Wärmeerzeugung flexibler zu betreiben, um den Herausforderungen des Gesamtenergiesystems in Deutschland gewachsen zu sein. Beide Kraftwerke werden ausschließlich wärmegeführt betrieben, sodass ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht wird. Um diese Betriebsweise auch in Zukunft – bei einer flexibleren Fahrweise der Kraftwerke – einhalten zu können, ist mittel- und langfristig der Ausbau der Speicherinfrastruktur (thermische (Groß-)Speicher) vorstellbar und sollte im Rahmen eines Detailkonzepts geprüft werden.

Kurzfristig erscheint der Einstieg in die „Direktvermarktung“ der beiden regenerativen Kraftwerke sowie die Bereitstellung von Regelenergie denkbar. Nachdem erste Betriebserfahrungen gesammelt werden konnten, kann mittelfristig die Integration einer Stromheizung in das Fernwärmenetz (Power-to-Heat) zum Ausgleich von überregionalen Stromüberschüssen aus Erneuerbaren Energien geprüft werden. Hierbei ist die Entwicklung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Neben der Flexibilisierung des vorhandenen Kraftwerkparks der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH ist mittel- bis langfristig auch der Ausbau hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung in Form von Blockheizkraftwerken und erneuerbarer Energien (z. B. Tiefengeothermie) denkbar. Durch den weiteren Ausbau dieser Erzeugungsarten können aktiver Klimaschutz betrieben und die regionale Wertschöpfung gesteigert werden. Hierbei sind Wechselwirkungen mit den vorhandenen Bioenergiekraftwerken und einer möglichen Abwärmenutzung im Bereich der Industrie zu berücksichtigen.

Bei der Umsetzung aller Maßnahmen im Bereich der Optimierung der Fernwärmeversorgung und dem Ausbau der Erneuerbaren Energien ist von einer Einsparung in Höhe von 8.800 Tonnen CO₂ pro Jahr auszugehen.

3.3 Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung

- **Kurzfristig** sollte mit der Erstellung eines **Detaillkonzepts zur industriellen Abwärmenutzung** begonnen werden, da in diesem Bereich erhebliche CO₂-Minderungspotenziale zu erwarten sind. Dabei sollten neben der Potenzialanalyse auf der thermischen Seite auch die Möglichkeiten hinsichtlich der Stromerzeugung mittels einer ORC-Anlage umfassend geprüft werden.
- Durch die bereits jetzt absehbare zunehmende Flexibilisierung des Energiemarktes erscheint **kurz- bis mittelfristig die Intensivierung der Aktivitäten im Bereich der Regelenergie** sinnvoll. Auf diese Weise können frühzeitig weitere Erfahrungen in diesem Bereich aggregiert und mittel- bzw. langfristig, z. B. für die Ausarbeitung neuer Angebote im Bereich Power-to-Heat, genutzt werden. Hier bietet sich aufgrund der sehr guten Voraussetzungen mit den bestehenden Kraftwerken, Wärmespeichern und dem Fernwärmenetz ein geringinvestives **Pilotprojekt** an. Neben der Entwicklung dieser neuen spartenübergreifenden Angebote kann über diese Maßnahme auch die weitere Substitution von fossilen Brennstoffen (Erdgas/Kohle) vorangetrieben werden.
- **Mittelfristig** sollte in attraktiven Quartieren abseits des bestehenden Fernwärmenetzes der **Aufbau von dezentralen Wärme- und Kältenetzen** – sog. Arealnetzen – geprüft werden. So bieten sich nach derzeitigem Stand die Mehrfamilienhausbebauung der Waldrandsiedlung und das co:bios Technologiezentrum für diese Projekte an. Bei diesen „Wärme- und Kälteinseln“ können verschiedene Geschäfts- und Betriebsmodelle vergleichend untersucht werden. Außerdem können Erfahrungen hinsichtlich der Auswirkungen und Zusammenhänge bei gekoppelten Strom-, Wärme- und Kältetarifen gesammelt werden. Auf diese Weise kann der Einstieg in einen möglichen Stromvertrieb in Verbindung mit der örtlichen Erzeugung gesammelt werden. Auch in diesem Bereich bietet sich die Durchführung eines **Pilotprojekts** an.
- Zudem sollte **mittel- bis langfristig** neben der Prüfung industrieller Abwärmenutzung, auch der **Ausbau der hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplung** (insb. als Ersatzinvestition im Heizwerk Zentrum) untersucht werden. Dabei ist zu beachten, dass sowohl die Kraft-Wär-

me-Kopplung als auch die industrielle Abwärmenutzung im Bereich der Mittellast der Wärmeerzeugung anzusiedeln sind und sich somit eine Konkurrenzsituation ergibt. Generell ist die Abwärmenutzung aus ökologischer Sicht der Eigenerzeugung vorzuziehen.

4 Sektor Verkehr

4.1 Ergebnisse der Bestandsanalyse

4.1.1 Konzeptioneller Bestand

Für das Stadtgebiet Hennigsdorf gibt es bereits zahlreiche Konzepte und Gutachten, die sich direkt oder indirekt mit dem Thema Verkehr befassen. Viele davon sind Ende der 1990er Jahre im Rahmen der EXPO-2000 zu einzelnen spezifischen Themenfeldern erstellt worden und inzwischen veraltet. Im Jahr 2010 wurde ein umfassender Verkehrsentwicklungsplan erstellt, der alle bisher einzeln bearbeiteten Bausteine integriert und aufeinander abstimmt sowie neue Themenfelder ergänzt. Dieser löst nun alle älteren Konzepte ab (Stadt Hennigsdorf, 2011).

Neben dem Verkehrsentwicklungsplan gibt es weitere Konzepte mit Schnittstellen zum Thema „Klimaschutz im Verkehrsbereich“. In Tabelle 2 sind die relevanten Konzepte und Gutachten dargestellt und auf Ihre Umsetzungsqualität bewertet. Für die Beurteilung der Qualität wurden Telefoninterviews mit der zuständigen Stelle in der Stadtverwaltung und mit den Ansprechpartnern der ÖPNV-Anbieter durchgeführt. Die wesentlichen Stärken (+) und Schwächen (-) sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Strategische/ planerische Ebene	Konzeptionelle Qualität	Umsetzungsqualität
Verkehrsentwicklungs-konzept 2010 (VEP) (Stadt Hennigsdorf, 2011)	+ umfasst alle relevanten Bereiche (MIV, ÖPNV, Rad, Intermodalität) + zeigt umfassende planerische Maßnahmen auf	– ÖPNV-Maßnahmen „auf Eis oder lange Bank“ geschoben (Finanzierung, nicht im Einflussbereich der Stadtverwaltung Hennigsdorf, Organisation, Priorisierung) + Maßnahmen im Radverkehr weitestgehend umgesetzt – Umsetzung von Maßnahmen aus der Lärmaktionsplanung schwierig aufgrund differierender Grenz- und Auslösewerte für Maßnahmen
Fortschreibung INSEK 2013/2014 (Stadt Hennigsdorf, 2011) (Stadt Hennigsdorf, 2015)	+ zeigt konkrete Maßnahmen für Radwegenetz auf + Konkretisierung im Fahrradabstellanlagen/-systeme, Pflege, Fahrradverleihsystem, Informationssysteme?	+ Abgleich mit VEP-Maßnahmen im INSEK – Wer steuert den zukünftigen Umsetzungsprozess? – Fokus auf Klimaschutz ausreichend?

Strategische/ planerische Ebene	Konzeptionelle Qualität	Umsetzungsqualität
Radverkehrskonzept 1997/99 durch VEP, Kapitel VII abgelöst (Stadt Hennigsdorf, 1997) (Stadt Hennigsdorf, 2011)	+ zeigt konkrete Maßnahmen für Radwegenetz auf + Konkretisierung im Fahrradabstellanlagen/-systeme, Pflege, Fahrradverleihsystem, Informationssysteme?	+ partielle Umsetzung meist im Zusammenhang mit „größeren“ Maßnahmen – Ladenhüter, wie z. B. Fahrradleihstation, bleiben auf der Strecke + Prioritätensetzung bei der Bereitstellung von Haushaltsmitteln, z.B. Errichtung von Querungsanlagen – Unterhaltung der bestehenden Radwegeinfrastruktur
Klimaschutzkonzept RWK O-H-V (2010) (Stadt Hennigsdorf, 2010)	+ Zeigt Zielszenario bis 2015 für Diesel/Benzin auf – Mobilitätsmaßnahmen sind „nur“ im „Ideenspeicher“!	+ Etablierung einer Klimaschutzmanagerin für den RWK – Verbindlichkeit der Zielsetzung für Hennigsdorf? – Abstimmungsprozesse mit Klimaschutzkompetenzzentrum?

Tabelle 2: Relevante Konzepte mit Bewertung auf ihre jeweilige Qualität (B.A.U.M./IfE, 2015)

Resümierend ist festzuhalten, dass der Stadt Hennigsdorf bereits sehr gute und umfassende Konzepte rund um das Themenfeld „Klimaschutz im Verkehrsbereich“ vorliegen. Neben den klassischen Aspekten der straßenbezogenen Verkehrsplanung sind die intermodalen Zusammenhänge mit ÖPNV, Fuß- und Radverkehr aufgedeckt. Die Klimarelevanz ist in den Konzepten allerdings nur partiell aufgezeigt. Aus der Sicht des Klimaschutzes ist die Betrachtung CO₂-freundlicher Mobilitätslösungen allerdings eine wichtige Grundlage. Die Infrastruktur und Angebotsqualität sind entscheidend für die Verlagerungspotenziale vom PKW-Verkehr zu klimafreundlicheren Verkehrsträgern (sog. Modalshift, siehe Glossar)

Hervorzuheben sind die zahlreichen konkreten Maßnahmen, die für eine nachhaltige Verkehrsentwicklung bereits im Verkehrsentwicklungskonzept abgeleitet wurden und beispielsweise aktuell mit der Fortschreibung des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes (INSEK) wieder aufgegriffen und systematisch bearbeitet werden. Allerdings zeigen sich auf der Umsetzungsebene deutliche Hürden, insb. bei den Maßnahmen, die nicht im Alleingang, sondern in Kooperation mit den Nachbarkommunen und den ÖPNV-Anbietern umgesetzt werden müssen. Aber auch investive Maßnahmen, die zwar auf städtischer Ebene umgesetzt werden können, aber angesichts der Haushaltsplanung nicht priorisiert werden, bleiben vorerst unbearbeitet.

4.1.2 Fahrzeugbestand

Als Grundlage für die Berechnung des Treibstoffverbrauchs (Endenergie) bzw. der CO₂-Emissionen im Verkehr dienen die zugelassenen Fahrzeuge nach Fahrzeugtypen der Stadt Hennigsdorf. Dabei werden die zugelassenen Fahrzeuge mit einem in der Onlinesoftware ECOSPEED Regionsmart DE hinterlegten Faktor für die landesdurchschnittliche Fahrleistung pro Fahr-

zeug multipliziert (vgl. Kapitel A.3.2.2 Methodik der Bilanzierung im Bereich Verkehr).¹⁷

Abbildung 18 zeigt den Fahrzeugbestand in Hennigsdorf nach Fahrzeugtypen im Referenzjahr 2013. Demnach machen Personenkraftwagen mit rund 85 % den größten Anteil an den insgesamt zugelassenen Fahrzeugen aus. 9 % der Fahrzeuge sind Krafträder (Motorräder), 6 % sind Lastkraftwagen, und weniger als 1 % sind Zugmaschinen (große LKW) sowie land- und forstwirtschaftliche Maschinen. Bei insgesamt 15.374 Fahrzeugen und einer Einwohnerzahl von 25.800 ergibt sich für Hennigsdorf für das Jahr 2013 ein spezifischer Wert von 0,60 Fahrzeugen pro Einwohner (Abbildung 19). Dieser Wert liegt nur knapp unter dem brandenburgischen (0,66 Fahrzeuge pro Einwohner) und bundesweiten Durchschnitt (0,65 Fahrzeuge pro Einwohner) (Kraftfahrt-Bundesamt, 2007-2013) (Kraftfahrt-Bundesamt, 1993-2006). Seit 1999 ist die Kfz-Dichte in Hennigsdorf von einem Ausgangswert von 0,51 Fahrzeugen pro Einwohner um ca. 13 % kontinuierlich gestiegen.

¹⁷ Die CO₂-Bilanz im Sektor Verkehr bildet nicht die tatsächlich im Stadtgebiet entstehenden Treibhausgasemissionen des Verkehrsgeschehens nach dem Territorialprinzip (Verbrauch auf Territorium) ab. Den Kommunen wird empfohlen die Bilanzierungsgrenzen für Verkehr nach dem Verursacherprinzip (Verbrauch durch Territorium) zu bemessen, also die treibstoffbedingten CO₂-Emissionen die durch Hennigsdorfer Bürger und Bürgerinnen sowie der Wirtschaft (auch außerhalb des Stadtgebietes) verursacht werden. Damit wird sichergestellt, dass auch Emissionen die nicht einem Territorium direkt zugeordnet werden können (Flug-, Bahnverkehr, Lebensmitteltransport), in den CO₂-Bilanzen der Kommunen berücksichtigt werden. So werden bspw. Emissionen für den öffentlichen Fernverkehr proportional zu den Einwohnerzahlen auf alle Kommunen umgewälzt – auch wenn sich innerhalb der Gebietskörperschaftsgrenzen kein ICE-Halt oder Flughafen befindet. Zudem wird gewährleistet, dass keine Emissionen doppelt (einmal bei der Kommune, zu der das Fahrzeug zählt, und ein zweites Mal bei der Kommune, durch die das Fahrzeug hindurch fährt) oder unvollständig bilanziert werden. Entsprechend dem Verursacherprinzip richten sich Klimaschutzmaßnahmen an Zielgruppen vor Ort, auf die auch tatsächlich über kommunale Maßnahmen Einfluss genommen werden kann.

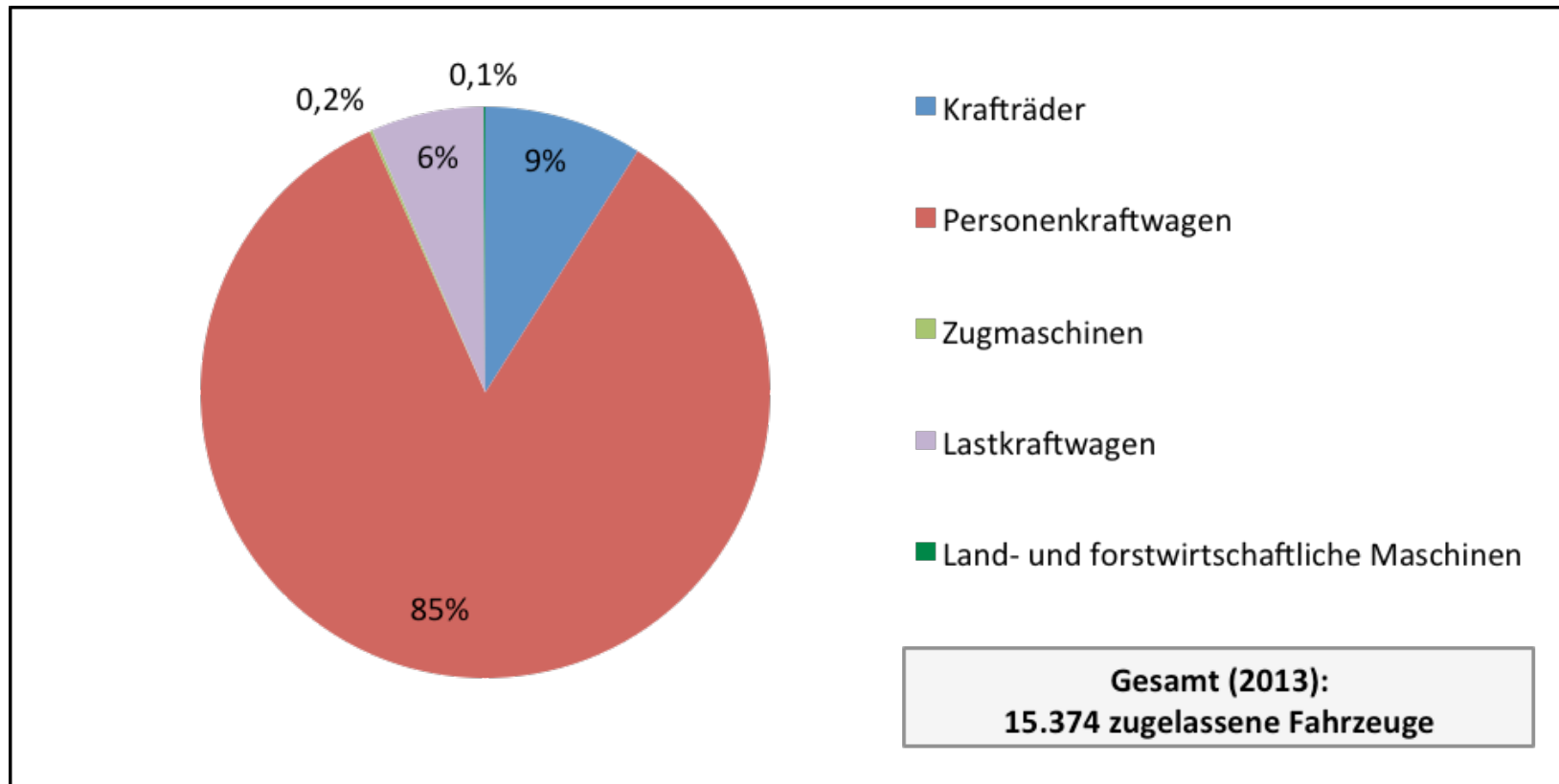


Abbildung 18: Zugelassene Fahrzeuge in Hennigsdorf im Jahr 2013 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (Kraftfahrt-Bundesamt, 1993-2006) (Kraftfahrt-Bundesamt, 2007-2013) (B.A.U.M./IfE, 2015)

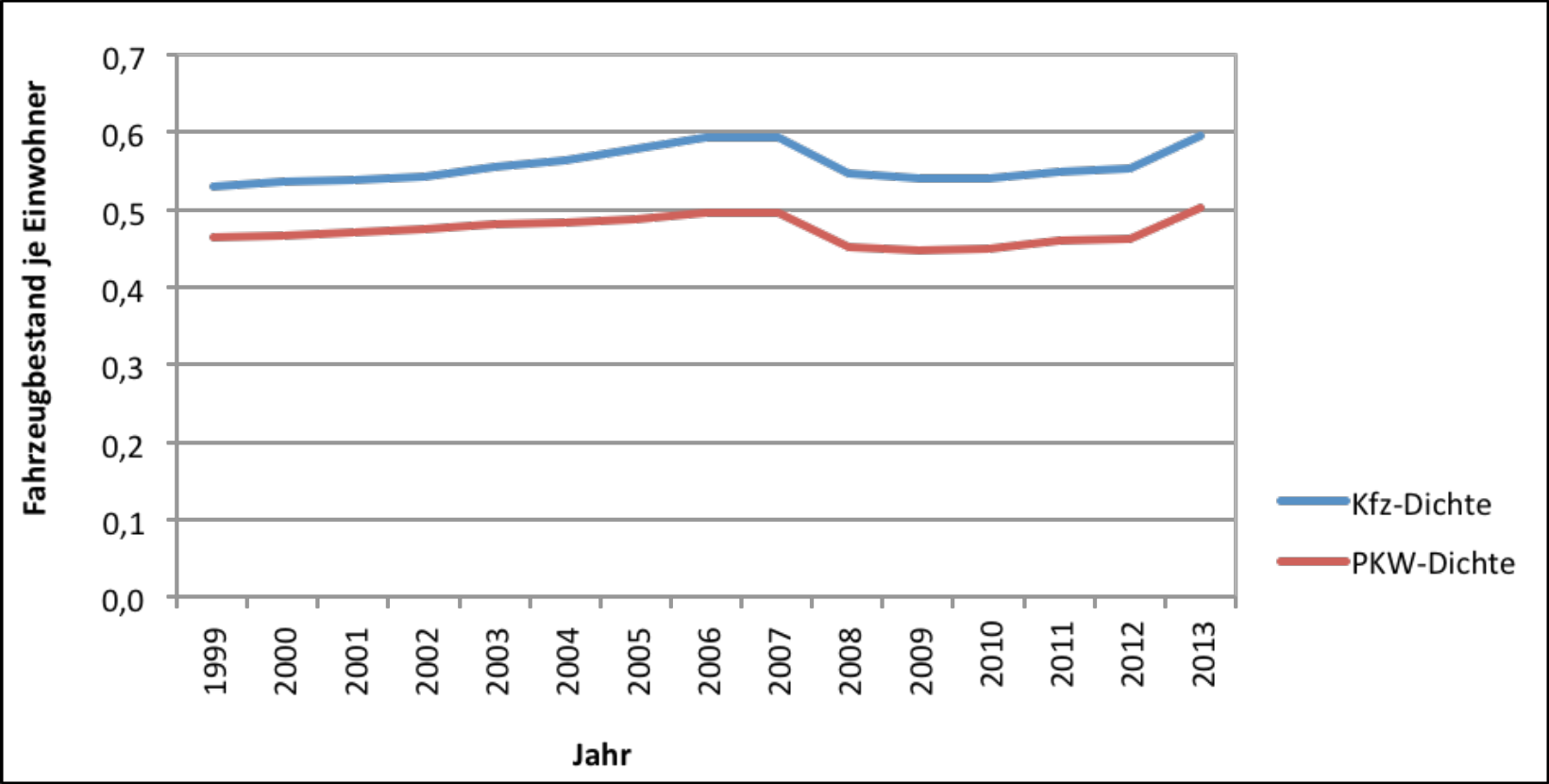


Abbildung 19: Kfz- und PKW-Dichte in Hennigsdorf (1999–2013, Stichtag 31.12.) (Kraftfahrt-Bundesamt, 2007-2013) (Kraftfahrt-Bundesamt, 1993-2006) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Die vermeintliche Abnahme des PKW- bzw. Kfz-Bestandes nach 2007 ist der veränderten Statistik geschuldet und nicht Ausdruck eines veränderten Mobilitätsverhaltens.

4.1.3 Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen

Auf Basis der Einwohnerzahl, der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und der gemeldeten Fahrzeuge nach Fahrzeugart wurde mit der Onlinesoftware ECOSPEED Region die Energie- und CO₂-Bilanz für Strom, Wärme und Treibstoffe erstellt. Für die genauere Analyse des Sektors Verkehr wurden die Treibstoffverbräuche nach Verkehr- und Treibstoffarten extrahiert.

Für das Jahr 2013 ist der motorisierte Individualverkehr für mehr als die Hälfte (57 %) des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor (i.H.v. 236 GWh/a) verantwortlich. Der Straßengüterverkehr nimmt mit 27 % den zweitgrößten Anteil ein, gefolgt vom öffentlichen Personenfernverkehr mit 13 %. Der öffentliche Personennahverkehr (2 %), der restliche Güterverkehr (1 %) sowie der land- und forstwirtschaftliche Verkehr haben nur einen geringen Anteil am Treibstoffverbrauch (Abbildung 20).

Abbildung 21 zeigt die Entwicklung des Treibstoffverbrauchs rückwirkend bis zum Jahr 1999 nach Verkehrsarten. Der gesamte Treibstoffverbrauch ist gemessen am Basisjahr 1999 bis zum Referenzjahr 2013 um nur 1 % (rd. 44.606 t CO₂) zurückgegangen. Allerdings sind in den Jahren 2002 bis 2007 ein leichter Anstieg und anschließend wieder eine rückläufige Tendenz festzustellen: Dies ist überwiegend auf den Straßengüterverkehr zurückzuführen. Während relativ der Öffentliche Personenfernverkehr, darunter Flugverkehr, Personenschiffahrt und Schienenpersonenfernverkehr, mit 20 % (rd. 5.215 MWh/a) am stärksten zugenommen hat, ist absolut der höchste Anstieg von rd. 4.106 MWh/a (rd. 3 %) beim MIV zu verzeichnen. Alle

anderen Verkehrsarten sind rückläufig, wodurch die Zunahmen von ÖPFV und MIV wieder relativiert werden.

CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs

Auf Basis der Endenergie und der in ECOSPEED Region hinterlegten CO₂-Faktoren für die verschiedenen Treibstoffarten ergibt sich die CO₂-Bilanz für Hennigsdorf. Im Jahr 2013 verteilten sich die CO₂-Emissionen im Bereich Verkehr annähernd analog zum Treibstoffverbrauch (Abbildung 22). Demnach werden die meisten CO₂-Emissionen durch den MIV verursacht.

Bei der rückwirkenden Betrachtung der CO₂-Emissionen bis zum Jahr 1999, ist ein geringfügiger Rückgang von rd. 2 % festzustellen (Abbildung 23). Analog des Treibstoffverbrauchs sind die höchsten Zunahmen im ÖPFV und im MIV zu verzeichnen, wobei absolut gesehen hier der ÖPFV (1.415 t CO₂) gegenüber dem MIV (938 t CO₂) dominiert. Dies ist u. a. auf die gesteigerte Fahrzeugeffizienz oder das Biokraftstoffquotengesetz zurückzuführen. In allen anderen Verkehrsarten sind Rückläufe zu verzeichnen, die absolut höchsten sind im Straßengüterverkehr (-2.908 t CO₂) festzustellen.

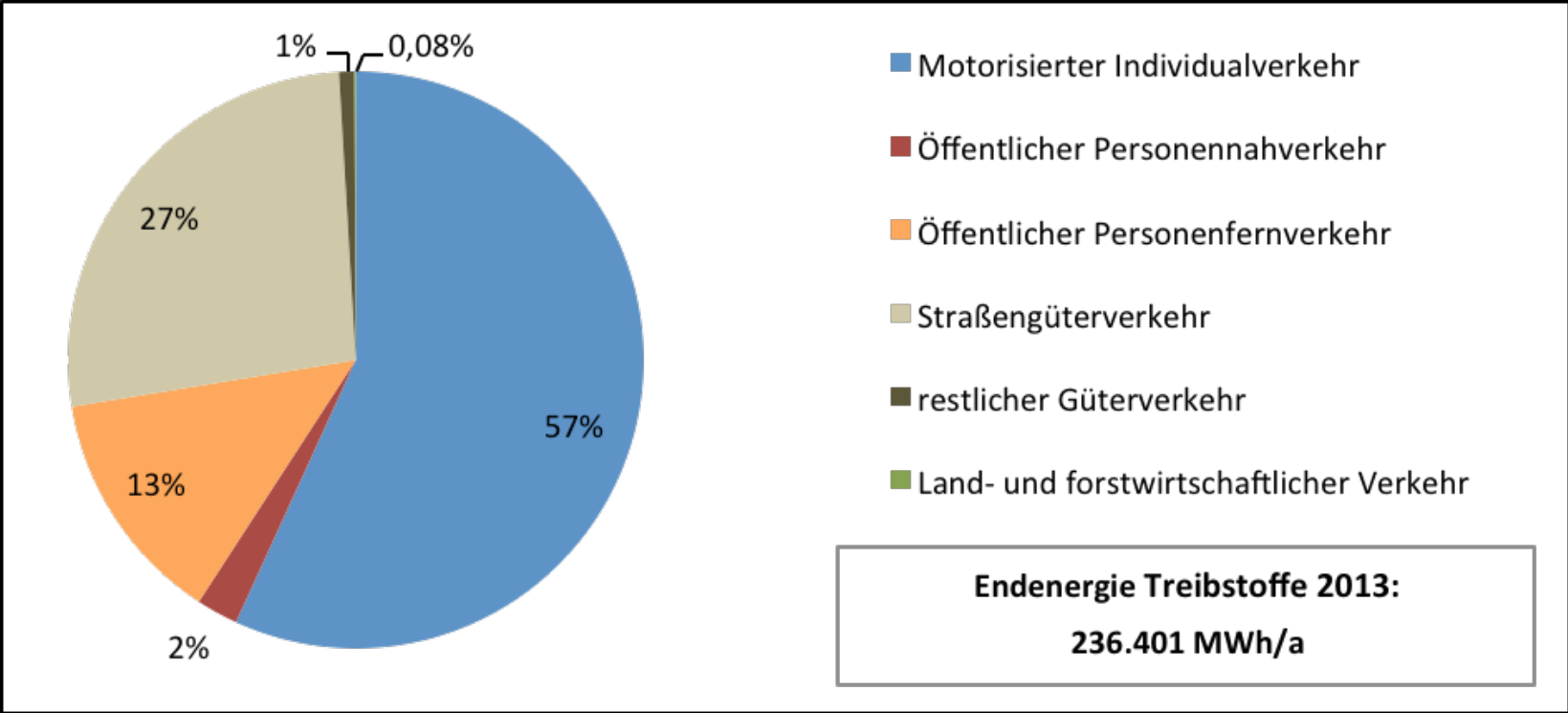


Abbildung 20: Endenergie im Verkehr im Jahr 2013 nach Verkehrsarten (B.A.U.M./IfE, 2015)

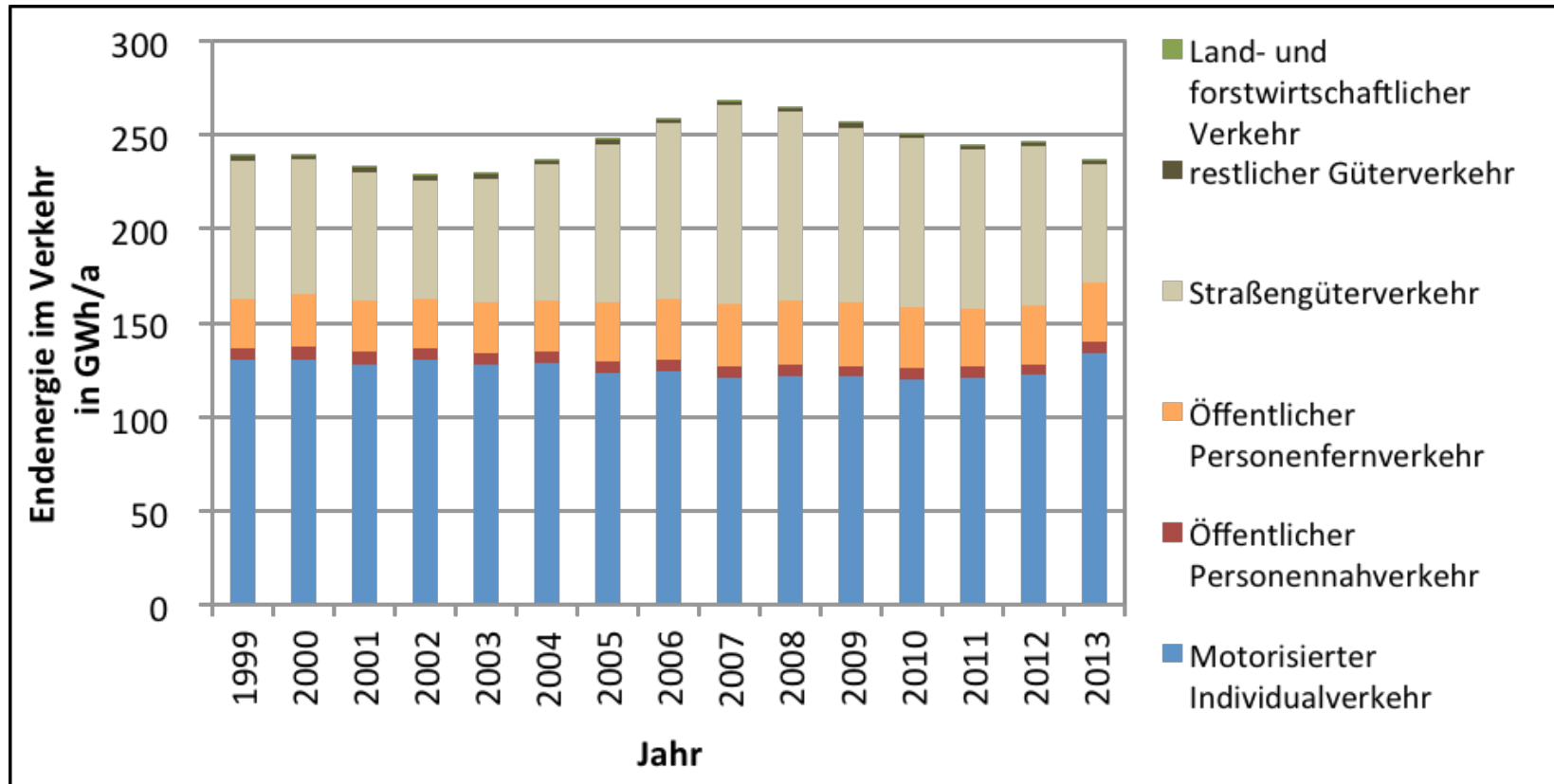


Abbildung 21: Entwicklung der Endenergie nach Verkehrsarten 1999 – 2013 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015)

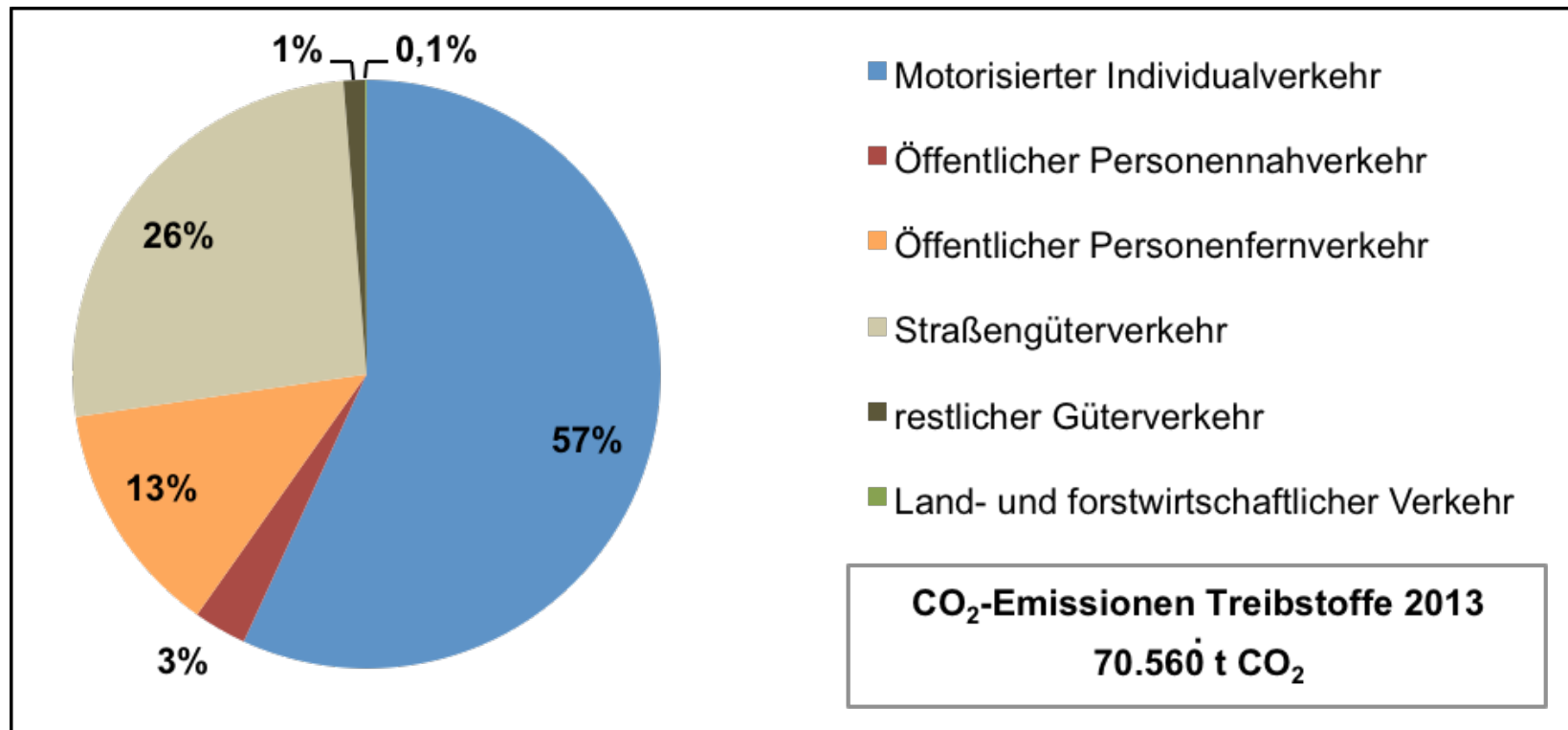


Abbildung 22: CO₂-Emissionen im Verkehr im Jahr 2013 nach Verkehrsarten in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015)

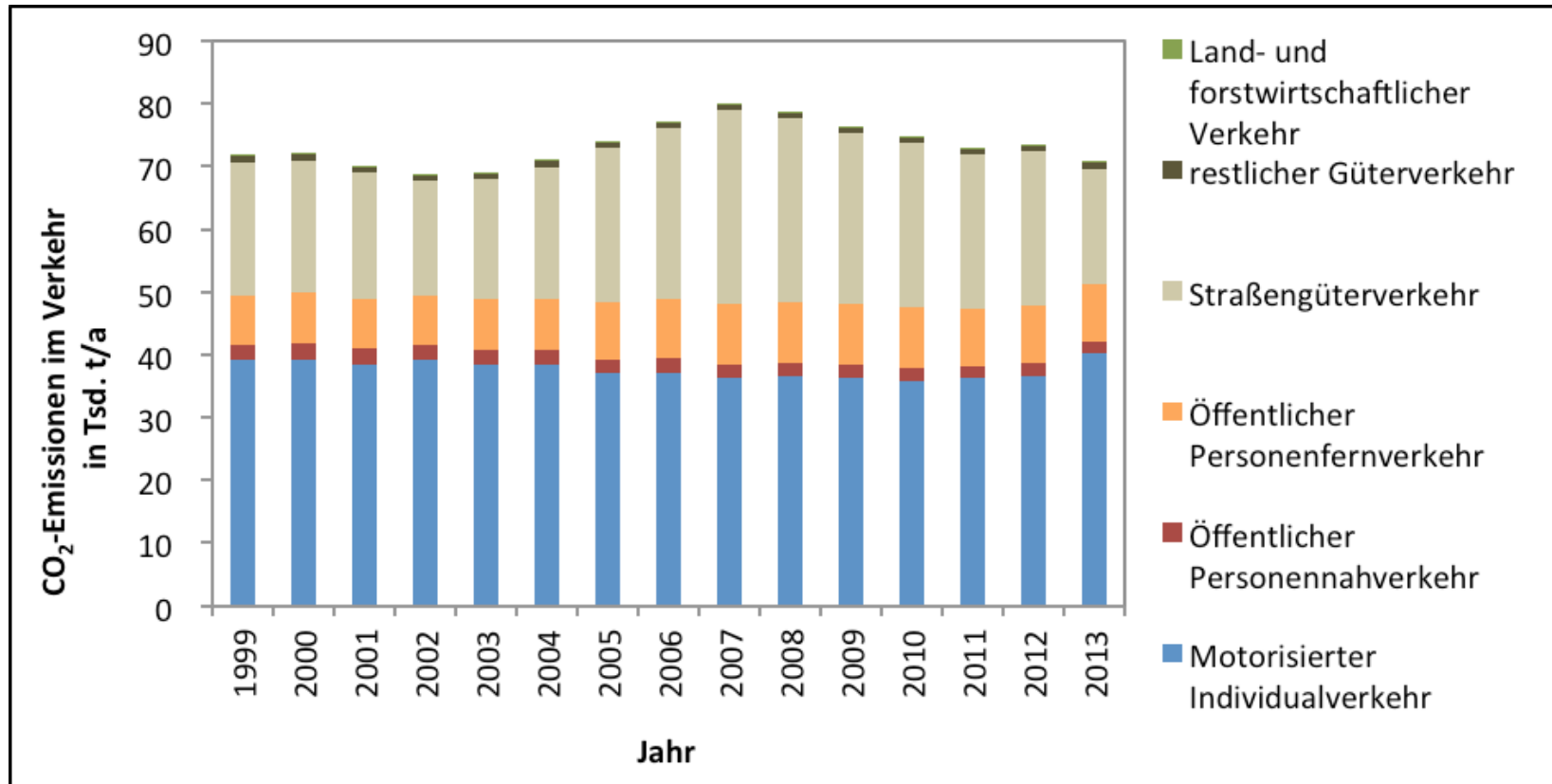


Abbildung 23: CO₂-Emissionen im Verkehr in Hennigsdorf nach Verkehrsarten (1999-2013) (ECOSPEED Region, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

4.2 Potenzialanalyse: Entwicklungspfade und prioritäre Handlungsfelder

Das Mobilitätsbedürfnis der Gesellschaft aber auch die Transportleistung von Gütern ist in den vergangenen Jahren bundesweit sukzessive gestiegen. Auch zukünftig ist mit einer Steigerung des Verkehrsaufkommens zu rechnen. Gleichzeitig kann von einer Steigerung der Umweltverträglichkeit in der Verkehrsabwicklung ausgegangen werden. In Deutschland sinkt der zukünftige Endenergieverbrauch im motorisierten Verkehr laut mehrerer Studien bis zum Jahr 2030 um maximal 10 % (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) - Institut für Verkehrsforschung, 2013).

Diese Prognosen beruhen einerseits auf Annahmen in Bezug auf überregionale Anstrengungen wie Leichtbau, effizientere Motoren, Range-Extender oder die Beimischung biogener Treibstoffe zu Diesel und Benzin. Es müssen aber auch gezielte Anstrengungen auf lokaler Ebene wie Informationskampagnen, Ausbau des ÖPNV-Angebots, betriebliches Mobilitätsmanagement u. a. m. unternommen werden um den erhöhten Treibstoffverbrauch in Folge der zunehmenden Fahrleistung annähernd konstant zu halten.

Überregionalen Entwicklungen (ob positive oder negative Folgen für den Klimaschutz) sind auf lokaler Ebene kaum beeinflussbar. Ebenfalls ist der Güterverkehr wegen seiner Struktur und seines wirtschaftlichen Zwecks und der ÖPFV (u. a. Umlagen aus dem Energieverbrauch des Flugverkehrs) lokal in der Regel nicht zu beeinflussen. Unter dem Motto „Mehr Mobilität bei weniger CO₂-Emissionen“ sind auf lokaler Ebene drei wesentliche Hebel verfügbar:

Vermeiden – Verlagern – Klimafreundlich abwickeln

Tabelle 3 zeigt die Einsparpotenziale im Individual- und öffentlichen Verkehr auf.

Verkehrsart/ Maßnahme	Treibstoffeinsparung	Zusätzliche CO ₂ -Reduktion
Motorisierter Individualverkehr	Ersatzbeschaffung klimafreundlicher PKW zur Senkung des spezifischen Verbrauchs pro km (Leichtbau, Elektroautos, effizientere Motoren, etc.)	verträglich abwickeln durch Einsatz klimafreundlicher Treibstoffe (Biotreibstoffe, Biomethan, Ökostrom)
	weniger MIV durch Verlagerung auf ÖPNV, Fuß- und Radverkehr	
	weniger MIV durch Vermeidung (kurze Wege, höhere Auslastung, Verzicht, virtueller Ersatz von Dienstreisen, Home Office)	
Öffentlicher Personenahverkehr	höhere Auslastung zur Senkung des spezifischen Verbrauchs pro Personenkilometer bei Ersatzbeschaffung: Effizienzkriterien beim Vergabeverfahren	verträglich abwickeln durch Einsatz klimafreundlicher Treibstoffe (Biotreibstoffe, Biomethan, Ökostrom)

Tabelle 3: Einsparpotenziale im Verkehr durch regional beeinflussbare Maßnahmen, (B.A.U.M./IfE, 2015)

Basierend auf dem Treibstoffverbrauch im Referenzjahr 2013 wurden Potenziale, die durch lokale Anstrengungen gehoben werden können angenommen, aber auch überregionale Tendenzen berücksichtigt. Daraus resultieren ein ambitioniertes und ein zurückhaltendes Szenario für den zukünftigen Treibstoffverbrauch im Stadtgebiet Hennigsdorf im Jahr 2030 (Abbildung 24). Im ambitionierten Szenario wird von wesentlich erhöhten Anstrengungen auf der lokalen Ebene ausgegangen. Die bundesweiten Trends sind in beiden Szenarien gleich. Die Unterschiede zwischen den beiden Szenarien ergeben sich aus unterschiedlich hohen Anstrengungen auf lokaler Ebene (Tabelle 1 in Kapitel 1.4).

Sowohl relativ als auch absolut liegen die höchsten Einsparpotenziale von 17.000 MWh/a bis knapp 40.000 MWh/a beim MIV.

Die Klimaschutzrelevante Wirkung zeigt sich im Sektor Verkehr allerdings erst bei der Betrachtung der CO₂-Emissionen. Basierend auf den Treibstoff-Szenarien, den Annahmen zum überregionalen und regional beeinflussten Treibstoffmix der Verkehrsarten und den Annahmen zu künftigen CO₂-Faktoren ergeben sich die CO₂-Emissionen-Szenarien im Sektor Verkehr (Abbildung 25).

Bis zum Szenarijahrenjahr 2030 kann bei allen Verkehrsarten von einer Reduktion der CO₂-Emissionen ausgegangen werden. Absolut gesehen sind die höchsten Potenziale zwischen 11.196 t CO₂/a (28 %) und 18.628 t CO₂/a (46 %) beim MIV zu erschließen. Es folgt der ÖPNV mit 847 t CO₂/a (41 %) bis 1.024 t CO₂/a (50 %) CO₂-Minderungspotenzial; relativ gesehen sind hier die höchsten Erfolge zu erzielen. Die gesamten durch Treibstoffverbrauch verursachten CO₂-Emissionen können im Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2013 zwischen 19 % und 30 % gesenkt werden.

Die wesentlichen Hebel auf lokaler Ebene sind der Abbildung 26 dargestellt und in Kapitel 1.3.4 näher erläutert.

4.3 Empfehlungen zur weiteren Bearbeitung

Generell sind für Klimaschutzmaßnahmen im Verkehrssektor drei parallele Strategien möglich, um klimafreundliche CO₂-Reduktionen zu erzielen:

1. Vermeiden von Wegen durch eine Stadtplanung, die kurze Wege präferiert bzw. Arbeitgeber die bspw. Homeoffice im Dienstleistungssektor ermöglichen,
2. verlagern des motorisierten Individualverkehrs hin zum Umweltverbund (nichtmotorisierte Mobilität wie Rad- und Fußverkehr sowie öffentlicher Personennahverkehr) und
3. die Förderung und Verbreitung klimafreundlicher Verkehrsmittel durch effizientere Motoren und eine veränderte Treibstoffwahl (Erdgas, Biotreibstoffe, Grünstrom für Elektromobilität etc.)

Dabei sind lediglich die beiden erstgenannten Strategien des Verlagerens und Vermeidens durch eine Kommune direkt zu beeinflussen,¹⁸ wohingegen bei den klimafreundlichen Verkehrsmitteln lediglich eine Vorbildwirkung seitens der kommunalen Akteure realistisch und wichtig ist.

Auf konzeptioneller Ebene ist die Stadt Hennigsdorf bereits gut aufgestellt. Mit dem umfassenden Verkehrsentwicklungsplan (VEP) sowie der Fortschreibung des integrierten Stadtentwicklungskonzepts (INSEK) sind viele klimafreundliche Maßnahmen in den Bereichen Motorisierter Individualverkehr, Rad- und Fußverkehr und Öffentlicher Personennahverkehr beschrieben. Der Fokus zukünftiger Klimaschutzbemühungen im Bereich Verkehr

¹⁸ Bzgl. kurzer Wege ergeben sich Querbezüge zur demografie-festen Entwicklung / Sanierung des zentrumsnahen Gebäudebestandes der Wohnungswirtschaft, der auch unter dem Aspekt der Wärmeversorgung und Hausautomatisierung strategisch attraktiv weiterentwickelt werden sollte.

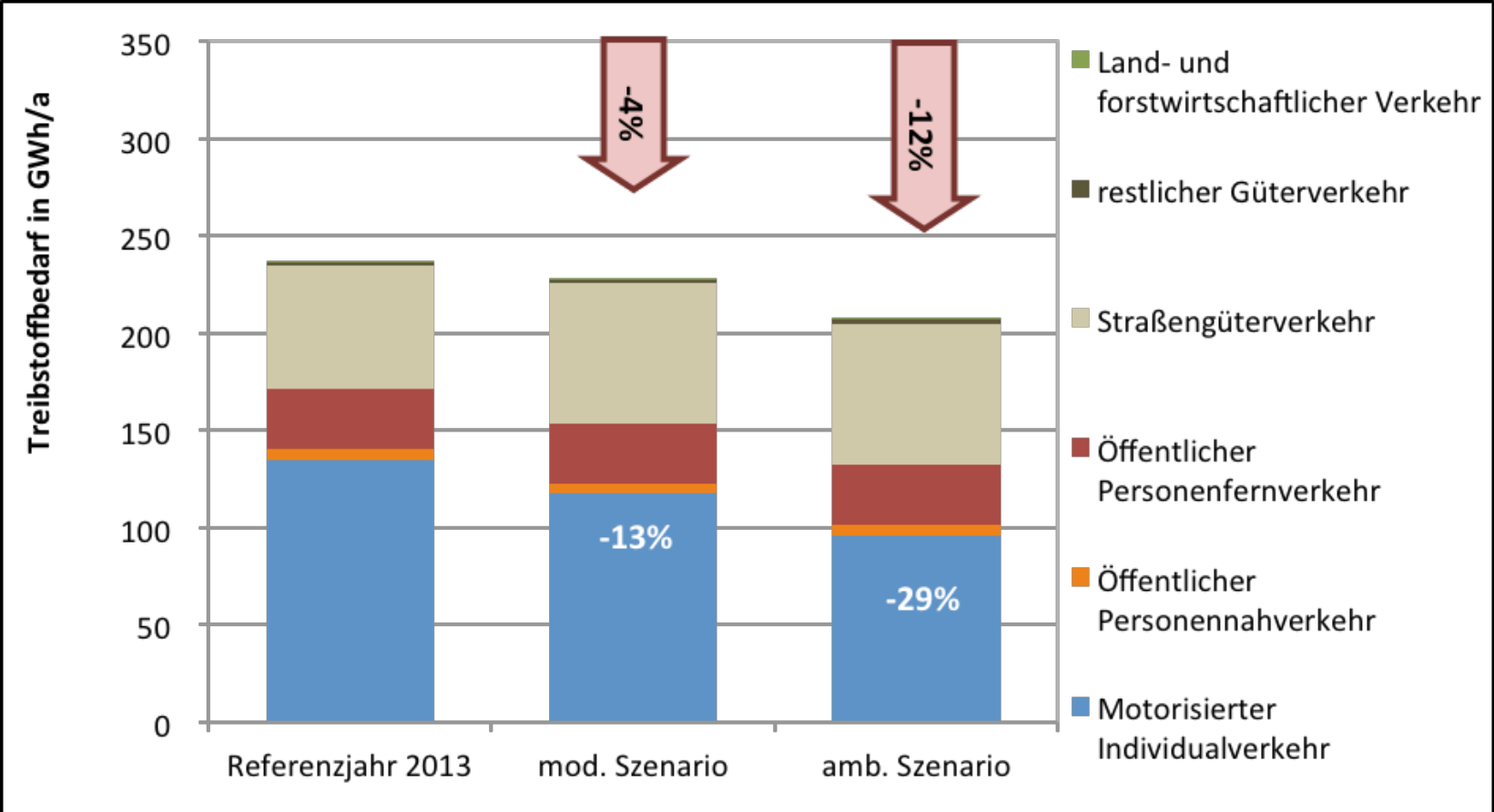


Abbildung 24: Treibstoff-Szenarien nach Verkehrsarten und Einsparpotenzial (gesamt und MIV) bis zum Szenarijahren 2030 für die Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)

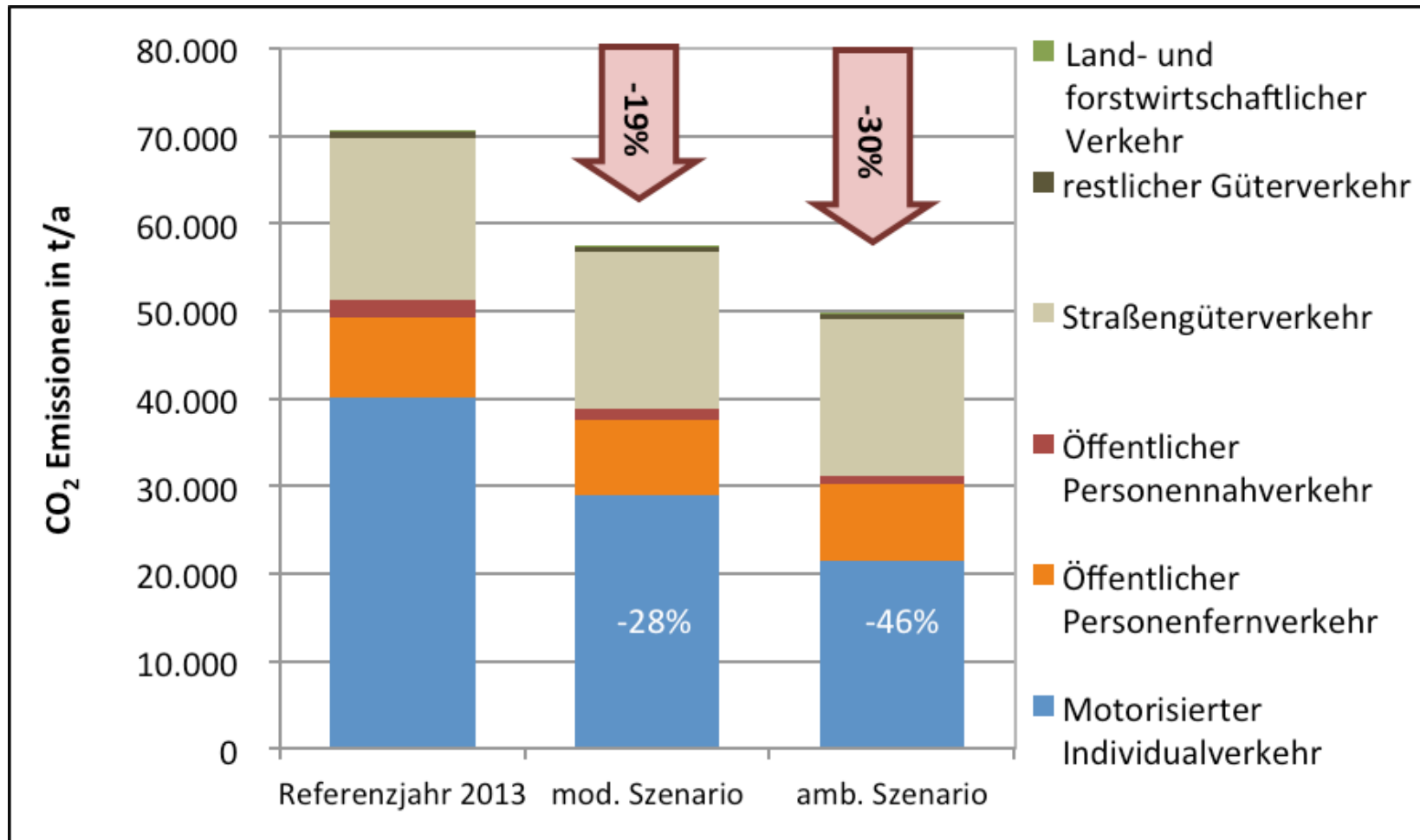


Abbildung 25: CO₂-Szenario durch die Nutzung von Treibstoffen in den Jahren 2013 und 2030 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)

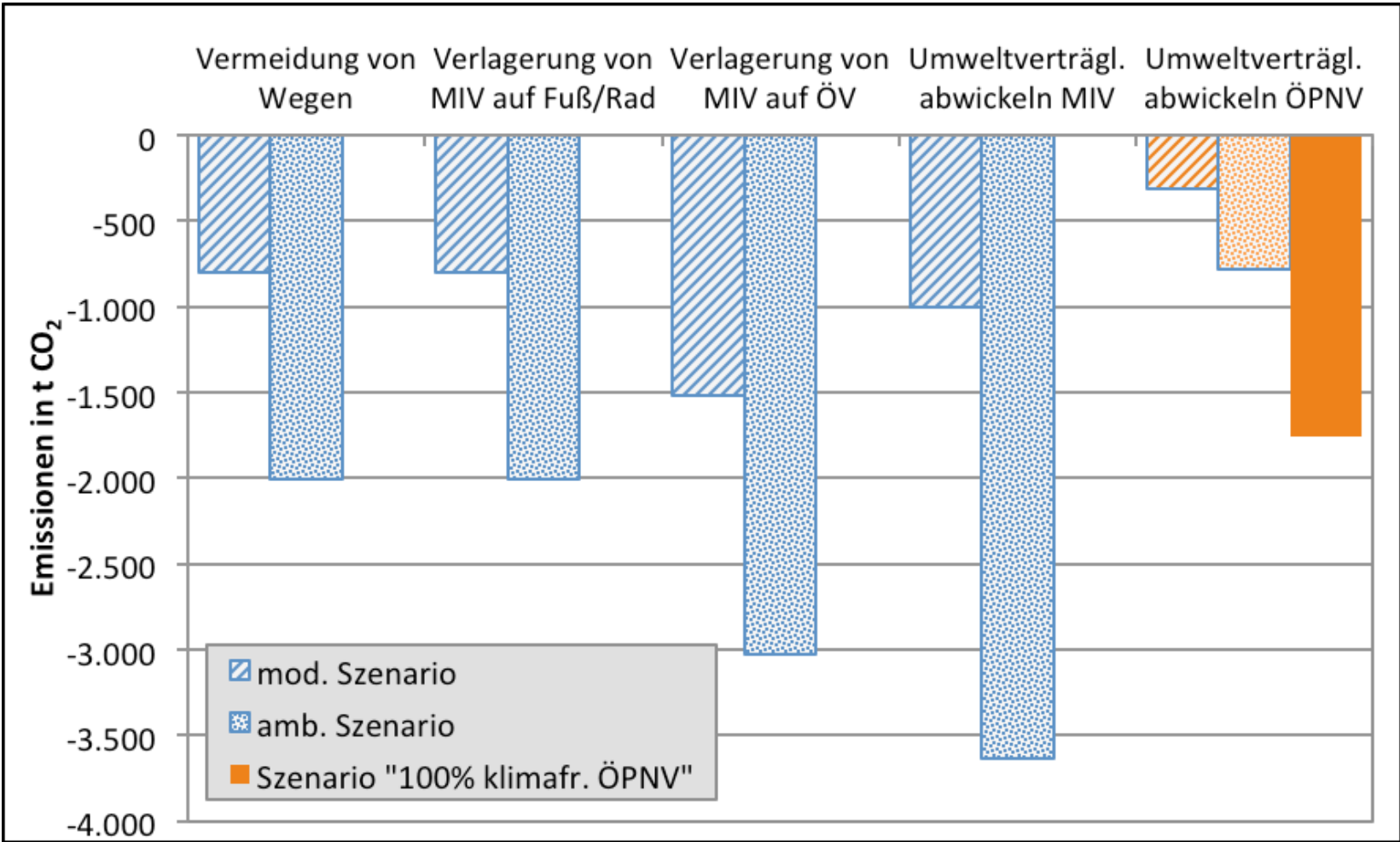


Abbildung 26: Jährliches CO₂-Minderungspotenzial durch lokale und regionale Maßnahmen in Hennigsdorf im Vergleich zu 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

sollte sich deshalb auf die Verbesserung und **Beschleunigung des Umsetzungsprozesses**, auf übergeordnete Querschnittsthemen wie Intermodalität sowie weiche und flexible Maßnahmen wie Information, Sensibilisierung, optimiertes Nutzerverhalten und das allgemeine Verkehrsmanagement konzentrieren.

Die nächsten anstehenden Schritte sind daher im Bereich der **politischen Priorisierung intermodaler Verkehrslösungen** und der konsequenten Verfolgung strategisch wichtiger Schlüsselprojekte zu suchen. Zudem ist eine Konvergenz der Mobilitätsentwicklung auf Regionsebene anzustreben. Für die Optimierung entlang von Verkehrsträgerzuständigkeiten kann das **Einsetzen von interdisziplinären Taskforces** zur abgestimmten Umsetzung der geplanten Maßnahmen sinnvoll sein. Diese Taskforces sollten auf Grundlage politischer Mandate zuständigkeitsübergreifend das Entwicklungsinteresse der Stadt Hennigsdorf im Fokus haben und sich auf überregionaler und interkommunaler Ebene geeignete Partner (strategische Allianzen mit Nachbargemeinden, Landkreis und auf Ebene des RWK) aufbauen. Auch sollte das Handlungsfeld „Mobilitätswende“ im **Klimaschutz-Leitbild des INSEK** konkretisiert und mit quantitativen Zielen hinterlegt werden. Somit kann die Relevanz des Klimaschutzes im Verkehrsbereich verdeutlicht und für die Verwaltung und andere Akteure eine Orientierung für ihre (klimaschutzrelevanten) Aktivitäten geboten werden.

Da der **PKW als häufigstes Verkehrsmittel** diese Rolle perspektivisch behalten wird, sind vor allem im Bereich des MIV die oben genannten Maßnahmen des Verlagerens vom MIV auf den ÖPNV, des Vermeidens des MIV durch Anreize und die Substitution durch klimafreundliche Verkehrsmittel in Erwägung zu ziehen. Diese Maßnahmen sind aufgrund der hohen Anzahl an Ein- und Auspendlern bestmöglich in Kooperation mit den umliegenden Gemeinden (und Landkreisen) zu gestalten. Hierbei kann die Einrichtung interkommunaler Taskforces zu bestimmten Themenschwerpunkten (z. B. Optimierung und Ausbau des ÖPNV, Kauf umweltfreundlicher Busse etc.) hilfreich sein. Dies beinhaltet

zunächst die Kooperation auf der Ebene des Landkreises Oberhavel sowie des regionalen Wachstumskerns Oranienburg – Hennigsdorf – Velten. Generell ist für eine beschleunigte Umsetzung auf der strategischen Ebene der Aufbau langfristiger Strukturen sinnvoll. Grundlage hierfür kann ein **Verkehrs-Klimaschutzteilkonzept auf der Ebene des gesamten Landkreises** oder des Regionalen Wirtschaftskerns sein.

Neben den einzubindenden politischen Akteuren ist auch auf eine verstärkte Einbindung der wirtschaftlichen Akteure hinzuwirken – auch bei der zielgruppenorientierten Auslegung des ÖPNV-Angebotes (z. B. Job-Tickets). Aufgrund der überdurchschnittlich hohen Anzahl an Ein- und Auspendlern ist es wichtig, in Kooperation mit den Betrieben insb. in Gewerbegebieten das ÖPNV-Angebot zielgerichtet zu verbessern und auszubauen und allgemein einen klimafreundlichen Umgang mit Dienstreisen, Fuhrparks und Mitarbeitermobilität anzuregen. Dies ist v. a. bei den Großbetrieben und Gewerbegebieten durch ein betriebliches Mobilitätsmanagement systematisch umzusetzen. Die bisherige partnerschaftliche Zusammenarbeit der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH mit Akteuren im Bereich der Wirtschaft kann als Ansatzpunkt dienen, bei unternehmensinternen Entscheidungen, die von außen nicht gesteuert werden können, beratend Unterstützung zu geben.

Neben der strategischen Ausrichtung und der Weiterverfolgung der technischen und planerischen Lösungen des INSEK und VEP sollten auch verstärkt „weiche“ Maßnahmen zur Sensibilisierung konkreter Zielgruppen angestrebt werden (Mobilitätserziehung an Schulen für Kinder und Eltern, Förderung der Seniorenmobilität etc.).

Schließlich ist für die Ermittlung des Erfolgs der umzusetzenden Maßnahmen die Installation eines Monitoring- und Controlling-Prozesses für die Mobilitätswende in Hennigsdorf notwendig. Dadurch kann der Erfolg der (Klimaschutz-) Aktivitäten im Verkehr gemessen, gesteuert und adäquat kommuniziert werden.

5 Glossar

5.1 Definition der Verbrauchergruppen

Private Haushalte

Als „privaten Haushalt“ bezeichnet man im ökonomischen Sinne eine aus mindestens einer Person bestehende, systemunabhängige Wirtschaftseinheit, die sich auf die Sicherung der Bedarfsdeckung ausrichtet. Im Rahmen dieser Studie umfasst die Verbrauchergruppe private Haushalte alle Wohngebäude im Betrachtungsgebiet und somit den Energiebedarf aller Einwohner in ihrer Wohnung oder in ihrem Eigenheim.

Kommunale Liegenschaften

Die Ermittlung des Endenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ erfolgt über aktuelle Daten, die seitens der Kommunalverwaltung und der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH zur Verfügung gestellt wurden. Wirtschaft (inkl. Großindustrie)

Dieser Verbrauchergruppe werden neben den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ und „Kommunale Liegenschaften“ die übrigen Abnehmer bzw. Verbraucher und der entsprechend zugehörige Energieverbrauch zugeordnet.

5.2 Weitere Fachbegriffe

Absatzprinzip

Beim Absatzprinzip wird der Verbrauch bilanziert, welcher direkt auf den Absatz des untersuchten Territoriums zurückzuführen ist.

BHKW

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) ist eine Anlage zur gleichzeitigen Umwandlung des eingesetzten Brennstoffes in Strom und Wärme, die vorzugsweise am Ort des Wärmeverbrauchs betrieben oder an ein Nahwärmenetz angebunden wird. Das Prinzip der gleichzeitigen Bereitstellung von Strom und Wärme nennt sich Kraft-Wärme-Kopplung. Die meisten BHKW werden mit Brennstoffen wie Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Biomethan oder Pflanzenöl betrieben.

Biomethan

Biomethan wird auch als Bioerdgas bezeichnet. Dabei handelt es sich um Biogas welches durch technische Verfahren auf Erdgasqualität aufbereitet und in das öffentliche Erdgasnetz eingespeist wird. Biomethan kann somit (bilanziell) über jeden Erdgasanschluss bezogen werden.

Contracting

Unter Contracting wird die vertragliche Übertragung der letzten Energieumwandlungsstufe auf einen Energiedienstleister verstanden: Der Energiedienstleister (Contractor) übernimmt es,

anstelle des Betriebsinhabers (Industrie oder Gewerbe) oder des Eigentümers oder Generalmieters (Immobilienwirtschaft) die Endenergie (Strom, Fernwärme) oder die entsprechenden Energieträger (Gas, Öl, Pellets, ...) in die als Nutzenergie bezeichnete, verwendungsgerechte Energieform (Wärme für Raumheizung/Warmwasserbereitung, Prozesswärme beziehungsweise -kälte für industrielle Verfahren, Licht, Strömungsenergie wie Druckluft, Kälte zur Klimatisierung, ...) umzuwandeln.¹⁹

Demografiefeste Gebäudeentwicklung

Auch in Hennigsdorf ist im Zuge der demografischen Entwicklung mit einem weiteren Anstieg des Durchschnittsalters der Bevölkerung zu rechnen. Mithin steigt der Komfort-Anspruch in den Wohnungen. Zum Teil kann dieser durch Hausautomatisierung gedeckt werden, in dem zusätzliche Services von zu Hause aus organisierbar sind (smart building), bis hin zum betreuten Wohnen. Das Energiemanagement ist dabei ein Aspekt.

EEX - European Energy Exchange

Der größte organisierte Marktplatz für den freien Handel mit in Deutschland produziertem Strom. Sein Sitz ist in Leipzig (European Energy Exchange, kurz: EEX).

Endenergie

Die vorliegenden Bilanzierungen der Energieverbrauchswerte geben den jeweiligen Energieverbrauch der Region als Endenergie an. Im Gegensatz zur Primärenergiebilanzierung erfasst die Endenergiebilanzierung den gesamten Energiekonsum nach

Energieträgern beim Endverbraucher. Verbrauchswerte gehen demnach ab Steckdose, Zapfsäule, Öltank, Gashahn etc. in die Berechnung ein. Der Energieverbrauch der Bereitstellungskette (Umwandlung und Vertrieb der Energie) wird dabei nicht berücksichtigt.

EnEV

EnEV ist die Abkürzung für Energieeinsparverordnung. Diese Verordnung gibt die wärmetechnischen Standards für Gebäude vor. Die EnEV muss sowohl bei Neubauten als auch bei Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Erneuerbare Energien

Als erneuerbare Energien werden Energieformen bezeichnet, die im Rahmen des menschlichen Zeithorizonts ständig nachwachsen oder sich immer wieder erneuern. Dazu zählen insbesondere die Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft, Biomasse und Erdwärme.

Fernwärmenetz

Ein Fernwärmenetz ist ein Rohrleitungsnetz für die Versorgung mit Fernwärme. Fernwärme wiederum bezeichnet die Wärmeversorgung mittels Warmwasser zur Wärmeversorgung von Gebäuden. Diese thermische Energie wird über wärmeisolierte Rohrsysteme zu den Wärmeabnehmern transportiert. Die Erzeugung von Fernwärme erfolgt in Heizzentralen, die Erzeugungsfabrik spielt hierbei zunächst keine Rolle.

¹⁹ <http://www.zvei.org/Verband/Fachverbaende/Energietechnik/Seiten/Definition-Contracting.aspx>

Gebäudeautomatisierung/ Energiemanagement in Gebäuden

Gebäudeautomatisierungen und ein gelungenes Energiemanagement in Gebäuden ermöglichen die Steuerung der Energieverbräuche, sowie den Anteil der im Gebäude selbst erzeugten bzw. gespeicherten und zusätzlich gelieferten Energie.

Job-Ticket

Sondertarife für Arbeitnehmer- Monats- oder Jahres-ÖPNV-Karten. Diese können ggf. vom Arbeitgeber zusätzlich subventioniert werden.

Kurzumtriebsplantagen

Das Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern mit schnellen Wachstumsphasen dient der Produktion von Holz als nachwachsender Rohstoff. Plantagen, die ausschließlich für die Energieerzeugung errichtet werden, bezeichnet man als Kurzumtriebsplantagen bzw. Energiewald.

LCA - Life Cycle Assessment

Die LCA-Methode (= Lebenszyklusanalyse), auch bekannt als Ökobilanz, ist eine systematische Bilanzierung des gesamten Lebensweges eines Produktes. Dabei werden alle Anteile der Vorkettenaufwendungen mitbilanziert (sog. graue Energie). Dadurch können der Energieeinsatz sowie die Emission aus der gesamten Vorkette mit berücksichtigt werden.

MIV - Motorisierter Individualverkehr

Der motorisierte Individualverkehr umfasst die individuelle Nutzung von PKWs und (100 %) motorisierten Zweirädern.

Modal Shift

Modal Shift bezeichnet die Verlagerung der Personenverkehre vom MIV zu den Verkehrsarten des Umweltverbundes (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr).

Modal Split

Die Aufteilung der Personen-Verkehrsaktivitäten auf die verschiedenen beteiligten Verkehrsträger Fuß- und Radverkehr, motorisierter Individualverkehr (MIV) und öffentlicher Personenverkehr.

ÖPFV - Öffentlicher Personenfernverkehr

Öffentlicher Personenfernverkehr ist die überregionale Beförderung von Personen mit Fahrzeugen des Straßen-, Schienen-, Schiffs- und Flugverkehrs.

ÖPNV - Öffentlicher Personennahverkehr

Öffentlicher Personennahverkehr ist die Beförderung von Personen im Berufs-, Ausbildungs-, Einkaufs- und sonstigen alltäglichen Verkehr mit Fahrzeugen des Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehrs (Fähren) im Linienverkehr im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr.

ORC - Organic-Rankine-Cycle-Technologie

Der Organic Rankine Cycle (ORC) ist ein Verfahren, das hauptsächlich Abwärme nutzt, um mithilfe eines Verdampfungsprozesses Strom zu erzeugen. Als Arbeitsmittel werden organische Flüssigkeiten mit einer niedrigen Verdampfungstemperatur verwendet. Das Verfahren kommt vor allem dann zum Einsatz, wenn das zur Verfügung stehende Temperaturniveau der Wärmequelle zu niedrig für den Betrieb einer von Wasserdampf angetriebenen Turbine ist.

Passivhaus

Unter Passivhaus wird ein Gebäude verstanden, welches einen überdurchschnittlichen Dämmstandard aufweist. In der vorliegenden Studie wird sich auf die Definition des Passivhausinstituts Darmstadt gestützt, welches als Vorgabe einen maximalen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m² ansetzt (Energiegehalt von rund 1,5 l Heizöl).

Pelletkessel

Ein Pelletkessel ist ein Heizkessel, welcher als Brennstoff Holzpellets nutzt. Holzpellets sind Presslinge aus Sägespänen und Holzschnitzeln.

Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie mittels Solarzellen. Mehrere Solarzellen können Solarmodulen zusammengefügt werden, welche durch den sogenannten photoelektrischen Effekt Gleichstrom erzeugen. Dieser Gleichstrom kann direkt genutzt,

in Akkumulatoren gespeichert oder in Stromnetze eingespeist werden. Vor der Einspeisung in das öffentliche Stromnetz muss die erzeugte Gleichspannung von einem Wechselrichter umgewandelt werden. Eine Photovoltaikanlage ist daher der Überbegriff für die verschiedenen benötigten Bauteile wie den Solarmodulen, dem Wechselrichter und den Stromleitungen mit Montagesystem.

Potenzialbegriff

Für die Darstellung von zur Verfügung stehenden „Energienmengen“ wird grundsätzlich der Begriff Potenzial verwendet. Es werden verschiedene Potenzialbegriffe gebraucht. Unterschieden werden kann zwischen den theoretischen, den technischen, den wirtschaftlichen und den erschließbaren Potenzialen.

Da die wirtschaftlichen und insbesondere die erschließbaren Potenziale erheblich von den sich im Allgemeinen schnell ändernden energiewirtschaftlichen und –politischen Randbedingungen abhängig sind, wird auf diese Potenziale bei den folgenden Ausführungen zu den jeweiligen Optionen zur Nutzung regenerativer Energien nicht detailliert eingegangen. Daher werden technische Potenziale erhoben, die je nach den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine Umsetzung interessant sind oder möglicherweise zukünftig interessant werden.

P2G - Power to Gas

Bezeichnet den Energiewandlungsprozess von Strom zu gasförmigen Energieträgern wie Wasserstoff oder Methan. Strom dient zur Wasserstoffelektrolyse. Wasserstoff kann mit CO₂ weiter zu Methan (CH₄) verarbeitet werden. Diese Wandlungsprozesse sind mit erheblichen Energieverlusten verbunden (Effizienz liegt unter 40 %). Die Einsatzgebiete liegen langfristig in der saiso-

nalen Speicherung bzw. Ferntransport von Stromüberschüssen oder in einer höherwertigen Nutzung des klimaneutralen chemischen Energieträgers.

P2H - Power to Heat

Bezeichnet Energiewandlungsprozesse von Strom zu Wärme. Dazu zählen Stromheizungen und Wärmepumpen. In Zeiten von Stromüberschüssen, wie sie bei zunehmender Installation von Windkraft und Photovoltaik zu erwarten sind, gewinnt diese Option wieder an Attraktivität. Ambivalente Anlagen verfügen künftig über zwei Optionen zur Wärmebereitstellung, die kurzfristig auf ein entsprechendes Stromüberschussdargebot reagieren können und somit als Ausgleichsmechanismus im Stromsystem systemdienlich eingesetzt werden kann.

PPP - Public Private Partnership

Hierunter sind Geschäftsmodelle gemeint, in denen die kommunale Seite mit privaten Unternehmen in gemeinsamen Projekten tätig ist.

Regelenergiemärkte

Sowohl der Stromverbrauch als auch die Stromerzeugung sind im Tagesverlauf nicht konstant. Um einen stabilen Netzbetrieb aufrecht zu erhalten, müssen diese Schwankungen ausgeglichen werden. Dies geschieht mit der so genannten Regelenergie. Diese wird von den Übertragungsnetzbetreibern an den Regelenergiemärkten (Internetplattform) ausgeschrieben.

RGV

Restlicher Güterverkehr

Schwarzstartfähigkeit

Als Schwarzstart wird das Anfahren eines Kraftwerks bezeichnet, wenn dies unabhängig vom Stromnetz geschieht. Eine schwarzstartfähige Anlage kann somit auch zur Notstromversorgung dienen wenn die Versorgung aus dem öffentlichen Stromnetz ausfällt.

SGV

Straßengüterverkehr

Solarthermie

Solarthermie meint die Zurverfügungstellung der thermischen Sonnenenergie für technische Zwecke wie z. B. die Gebäudebeheizung, Prozesswärmeerzeugung oder die Brauchwassererwärmung.

Spotmarkt

Der Spotmarkt dient der Optimierung des Erzeugungs- und Absatzportfolios von Produkten mit kürzerer Laufzeit, in der Regel für den folgenden Tag. Da Strom ökonomisch nicht speicherbar ist, dient der Spotmarkt als Handelsort für kurzfristigen, lieferbaren Strom. Der zentraleuropäische Spotmarkt für Energie, European Power Exchange (kurz EPEX Spot) hat seinen Sitz in Paris. Längerfristige Lieferverträge werden auf dem Terminmarkt geschlossen.

Strombörse

Handelsplattform für Strom, ähnlich der „Aktien Börse“.

Smart Building

Smart buildings zeichnen sich durch energieeffiziente Gebäudetechniken aus, die eine intelligente Energie- und Kostennutzung ermöglichen, indem sie ihren Stromverbrauch selbstständig dem schwankenden Angebot aus erneuerbarer Energiequellen anpassen.

Territorialprinzip

Beim Territorialprinzip wird der Verbrauch bilanziert, der direkt auf dem Territorium des untersuchten Territoriums stattfindet. Die Stadt Hennigsdorf wird als eigenständiges, territorial unabhängiges Gebiet betrachtet. Das bedeutet, dass Wechselwirkungen nach außen zwar benannt, nicht jedoch beziffert werden können. Dies kommt vor allem bei der Potenzialbetrachtung erneuerbarer Energien und bei der Verkehrsbetrachtung zum Tragen.

Verursacherprinzip

Beim Verursacherprinzip wird der Verbrauch bilanziert, der durch die Akteure innerhalb des untersuchten Territoriums stattfindet. Für den Verkehrssektor bedeutet dies, dass alle Verbrauchswerte der Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen der Region in die Berechnung eingehen, auch wenn die zurückgelegten Wegstrecken außerhalb des Gebietes liegen.

Wärmekataster

Das Wärmekataster zeigt auf, in welchen Straßen, bezogen auf deren Länge ein hoher bzw. ein niedriger Wärmebedarf vorliegt und stellt die Wärmebelegung straßenzugsweise dar. Das Wärmekataster dient zur Lokalisierung von Bereichen in denen eine Erweiterung des Wärmenetzes bzw. der Aufbau eines Wärmenetzes sinnvoll erscheint. Das Wärmekataster gibt keinerlei Wertung hinsichtlich der energetischen Qualität der einzelnen Gebäude ab.

A Anhänge

A.1 Sektor Wärme

A.1.1 Darstellung des Wärmebedarfs sektoral- und energieträgerspezifisch

Erdgas:

Das lokale Erdgasnetz wird von der Energie Mark Brandenburg GmbH (EMB) betrieben. Für die Erstellung des Klimaschutzrahmenkonzepts der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH stehen die Erdgasabsatzdaten des Jahres 2013 zur Verfügung.

Insgesamt beträgt der jährliche Erdgasverbrauch im Betrachtungsgebiet im Jahr 2013 rund 337.000 MWh_{Hi}. Davon wurden ca. 61.000 MWh_{Hi} von den Stadtwerken Hennigsdorf für die Bereitstellung der Fernwärme benötigt. Der überwiegende Anteil des Erdgasbedarfs ist mit rund 250.000 MWh_{Hi} pro Jahr dem Sektor „Wirtschaft“ zuzuordnen, wovon 80 % der Großindustrie zuzuschreiben sind.²⁰

Heizöl:

Der Gesamtendenergieeinsatz an Heizöl im Betrachtungsgebiet beläuft sich auf rund 4.500 MWh pro Jahr (entspricht rund 450.000 l Heizöl). Davon wurden 2013 lediglich rd. 133 MWh von den Stadtwerken Hennigsdorf für die Bereitstellung der Fernwärme (Spitzenlastkessel) benötigt, der Rest wurde in privaten Wohngebäuden zur Wärmeerzeugung genutzt. Dies wurde anhand der zur Verfügung gestellten Daten aus dem iKSK RWK O-H-V aus dem Jahr 2010 berechnet. Aufgrund der vorhande-

²⁰ Daten erhalten von Energie Mark Brandenburg GmbH; Riva Stahl GmbH, Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

nen Datengrundlage und dem gut ausgebauten Erdgasnetz wird angenommen, dass in der Verbrauchgruppe Wirtschaft keinerlei Heizölverbrauch vorliegt.²¹

Fernwärme:

Der Fernwärmeabsatz in der Stadt Hennigsdorf beläuft sich auf rund 130.700 MWh im Jahr 2013. Dies wurde anhand der zur Verfügung gestellten Daten der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH ermittelt.²²

Biomasse:

Der Biomasseverbrauch (Holz) in der Stadt Hennigsdorf teilt sich einerseits auf den Verbrauch der Biomasse-ORC-Anlage der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH in Höhe von ca. 88.500 MWh/a und andererseits auf ca. 800 über Pelletkessel versorgte Wohneinheiten auf, die jährlich rund 6.700 MWh benötigen. In Summe wurden in der Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 ca. 95.200 MWh Biomasse eingesetzt.²³

Kohle:

In der Stadt Hennigsdorf wurden im Jahr 2013 rund 28.500 MWh an Kohle eingesetzt. Davon wurden ca. 25.200 MWh von den Stadtwerken Hennigsdorf für die Bereitstellung der Fernwärme eingesetzt, die restlichen ca. 3.200 MWh wurden in privaten Liegenschaften benötigt. Dies wurde anhand der zur Verfügung

²¹ Daten erhalten von iKSK RWK O-H-V; Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

²² Daten erhalten von Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

²³ Daten erhalten von Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

gestellten Daten aus dem iKSK RWK O-H-V aus dem Jahr 2010 berechnet und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Aufgrund der vorhandenen Datengrundlage und dem gut ausgebauten Erdgasnetz wird angenommen, dass in der Verbrauchgruppe Wirtschaft keinerlei Kohleverbrauch vorliegt.²⁴

Solarthermie:

In Summe sind in der Stadt Hennigsdorf 74 Solarthermieanlagen installiert. Eine große Anlage mit einer Wärmeerzeugung von ca. 217 MWh/a wird von den Stadtwerken Hennigsdorf im sog.

²⁴ Daten erhalten von iKSK RWK O-H-V; Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

„Cohnschen Viertel“ betrieben. Die übrigen Solarthermieanlagen (im Mittel rund 8 m² Kollektorfläche pro Anlage) weisen in Summe einen jährlichen Ertrag von ca. 210 MWh auf. Es ist davon auszugehen, dass diese Solarthermieanlagen ausschließlich auf privaten Wohngebäuden installiert sind und zur Warmwassererzeugung bzw. Heizungsunterstützung genutzt werden.²⁵

In der nachfolgenden Abbildung 27 ist der Endenergieverbrauch im Sektor Wärme aufgeteilt auf die verschiedenen Energieträger und Verbrauchergruppen dargestellt. Es wird deutlich, dass die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas und Fernwärme dominieren.

²⁵ Daten erhalten von Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; BAFA; Angaben basieren auf eigener Berechnung

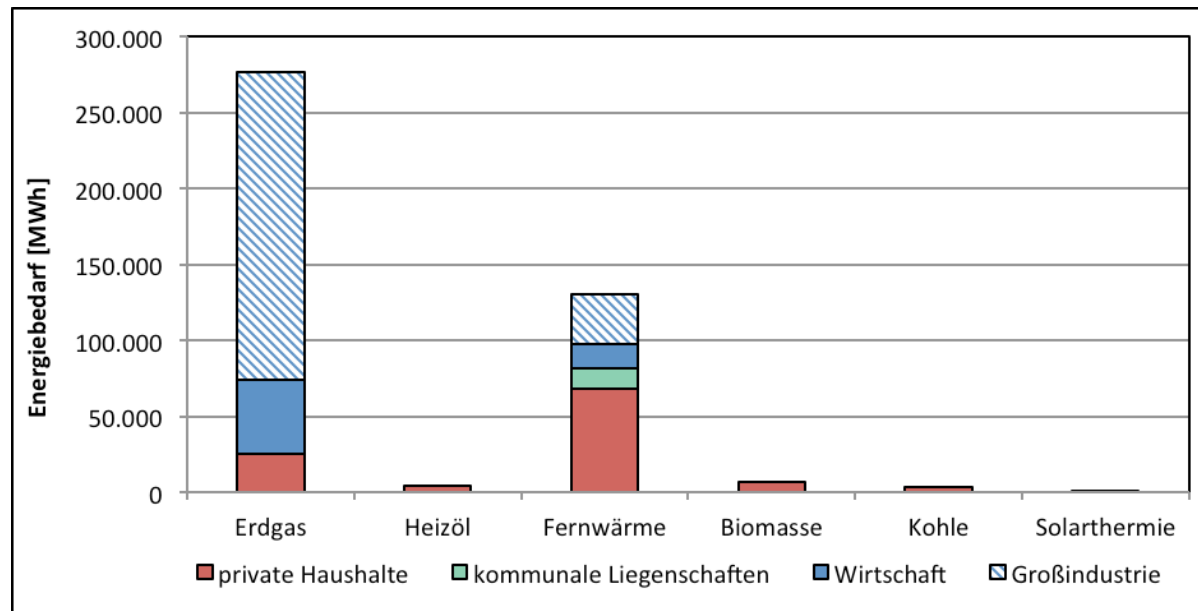


Abbildung 27: Aufteilung des Endenergieeinsatzes 2013 in Hennigsdorf auf die Energieträger und Verbrauchergruppen (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.1.2 Wärmekataster im Ist-Zustand

Als eines der zentralen Elemente des Klimaschutzrahmenkonzepts wurde aus den Daten zum energetischen Ist-Zustand für das Stadtgebiet Hennigsdorf im Betrachtungsgebiet ein straßenspezifisches Wärmekataster erarbeitet. Das Wärmekataster zeigt auf, in welchen Straßenzügen welcher spezifische Wärmebedarf vorliegt, gibt dabei aber keinerlei Wertung hinsichtlich des Sanierungsstandes der entsprechenden Gebäude ab. Wichtigstes Hilfsmittel hierfür ist die sogenannte Wärmebelegung, mittels derer angegeben wird, wie viele Kilowattstunden Nutzwärme pro Meter Trasse und Jahr abgesetzt werden können. Je höher die Wärmebelegung, desto „dichter“ ist das Netz, desto mehr Wärme wird, bezogen auf die Länge, abgesetzt. Je höher die Wärmebelegung, desto niedriger ist der prozentuale Wärmeverlust und desto wirtschaftlicher lässt sich ein Wärmenetz betreiben. Eine konkrete Aussage hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes bedarf dennoch in jedem Fall einer fundierten Einzelprüfung.

Die Wärmebelegungsdichte für die jeweilige Straße wurde durch Division des Wärmebedarfs durch die Trassenlänge des Wärmenetzes ermittelt, die zur Erschließung der Wärmeabnehmer erforderlich ist. Die Trassenlänge ergibt sich aus der Länge der betrachteten Straße. Hausanschlussleitungen werden nicht berücksichtigt.

Um die Höhe der spezifischen Wärmebelegung grafisch kenntlich zu machen, wird eine farbliche Abstufung vorgenommen, wie aus der nachfolgenden Tabelle 4 ersichtlich ist.

spezifische Wärmebelegung	Farbe
< 1499 kWh/m*a	keine Einfärbung
1500 - 2499 kWh/m*a	gelbe Einfärbung
2500 - 3499 kWh/m*a	orange Einfärbung
> 3500 kWh/m*a	rote Einfärbung

Tabelle 4: Abstufung der Wärmebelegung und Einfärbung im Wärmekataster (B.A.U.M./IfE, 2015)

Für die Ausarbeitung des Wärmekatasters sind eine Reihe von Daten notwendig, die zusammengeführt werden müssen, um ein ausdrucksstarkes Wärmekataster zu erhalten. Für die Erstellung des Wärmekatasters Hennigsdorf liegen keine Kaminkehrerdaten vor, welche genaue Informationen über Anzahl, Leistung (kW) und Brennstoffart (Heizöl, Flüssiggas, etc.) der Heizkessel, bezogen auf jede Straße, im Bilanzgebiet geben. Es konnte aber auf die Fernwärmeabsatzwerte der „kommunalen Liegenschaften“ und der „Wirtschaft“ zurückgegriffen werden. Die übrigen Liegenschaften (private Haushalte) wurden, basierend auf den zur Verfügung gestellten GIS-Daten, über die jeweilige beheizte Gebäudefläche und einem spezifischen Wärmebedarf von ca. 120 kWh/(m_{WF}²-a) errechnet. Der mittlere spezifische Wärmebedarf wurde anhand der historischen Gebäudestruktur und des spezifischen Heiz- und Warmwasserverbrauchs der einzelnen Baualterklassen in Hennigsdorf ermittelt.

Ist- Zustand:

In der nachfolgenden Abbildung 28 ist das Wärmekataster für die Stadt Hennigsdorf bei einer Anschlussdichte von 100 % dargestellt. Die Anschlussdichte beschreibt den prozentualen Anteil von angenommenen Anschließern zu maximal möglichen Anschließern an einem Wärmenetz in einer Straße. Bei einer An-

schlussdichte von 100 % beteiligen sich somit alle an einer Straße gelegenen Gebäude am Wärmeverbund.

Ein Wärmekataster ist hilfreich, um festzustellen, in welchen Straßen, bezogen auf die Straßenlänge, ein besonders hoher Wärmebedarf vorhanden ist. Diese Straßen sind für die Prüfung von Netzerweiterungsmöglichkeiten des bestehenden Fernwärmenetzes von besonderem Interesse. Zudem ist in einem Wärmekataster auf einen Blick ersichtlich, ob bei anstehenden Straßensanierungen (z. B. Wasserleitungen, Asphaltierung, etc.) der Aufbau eines Nahwärmeverbundes oder der Ausbau der Fernwärmetrasse mit in Betracht gezogen werden soll.

Es wird deutlich, dass das bestehende Fernwärmenetz im Stadtgebiet Hennigsdorf bereits einen großen Teil der Straßen mit hoher Wärmebelegungsdichte abdeckt und der Trassenverlauf somit sehr gut gewählt wurde. Aufgrund der gut gewählten Trassenführung beläuft sich der Wärmeverlust im Fernwärmenetz im Jahr 2013, bezogen auf die Gesamtwärmeerzeugung, auf lediglich knapp 8 %. Ein Ausbau des Wärmenetzes in die von Ein- und Zweifamilienhäusern dominierten Wohngebiete erscheint zum gegebenen Zeitpunkt aus ökonomischer Sicht nicht sinnvoll. Dies wird durch ein Pilotprojekt der Stadtwerke Hennigsdorf „Am Papenberger Forst“ verdeutlicht. In diesem kleinen Nahwärmenetz beläuft sich der mittlere Wärmeverlust über die Dauer eines Jahres auf rund 50 %.

Fernab des Fernwärmenetzes bietet sich anhand des Wärmekatasters lediglich ein weiterer Standort an, der hinsichtlich eines dezentralen Wärmenetzes oder Arealnetzes geprüft werden kann. So werden an der Waldrandsiedlung Wärmebelegungsdichten erreicht, die den Betrieb eines Wärmenetzes sinnvoll erscheinen lassen. Zudem sollte geprüft werden, ob eine Verbindung zur Schule am Waidmannsweg ökonomisch sinnvoll ist. Bei dieser Insellösung müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen genau beachtet und evtl. neue Geschäftsmodelle (z. B. „Mie-

terstrom“ in Verbindung mit einer KWK-Anlage) geprüft werden.

Ausblick 2050:

Da in Abstimmung mit den örtlichen Akteuren im Betrachtungszeitraum des Klimaschutz-Rahmenkonzepts (bis 2030) von nur sehr geringen Sanierungsaktivitäten (insbesondere in der Wohnungswirtschaft) auszugehen ist, wird kein Wärmekataster für 2030 erstellt. Stattdessen wird ein überschlägig ermittelter Ausblick für das Jahr 2050 dargestellt. Dieses Vorgehen ist für das vorhandene Fernwärmenetz von großer Bedeutung, um auf die Herausforderungen der Zukunft (abnehmender Wärmebedarf) vorbereitet zu sein. Im Rahmen dieses Ausblicks wird angenommen, dass alle Wohngebäude bis zum Jahr 2050 auf Passivhausstandard ($15 \text{ kWh}/(\text{m}_{\text{WF}}^2 \cdot \text{a})$ Heizenergie und $12,5 \text{ kWh}/(\text{m}_{\text{WF}}^2 \cdot \text{a})$ Trinkwarmwasser) saniert werden und der Gesamtwärmebedarf im vorhandenen Fernwärmenetz drastisch reduziert wird. Die exakten Fernwärmeabsatzdaten der „kommunalen Liegenschaften“ und der „Wirtschaft“ werden in dieser vereinfachten Betrachtung als konstant angenommen.

Die Kriterien für die Einfärbung der einzelnen Straßenzüge wird beibehalten, vgl. Tabelle 4. In der nachfolgenden Abbildung 29 ist das Wärmekataster für die Stadt Hennigsdorf im Jahr 2050 bei einer Anschlussdichte von 100 % dargestellt.

Anhand der beiden Darstellungen wird deutlich, dass im Zukunftsszenario aufgrund des spezifisch geringeren Wärmebedarfs in den Wohngebäuden die Wärmebelegungsdichten abnehmen. Es ist ersichtlich, dass trotz des geringeren Wärmebedarfs ein Großteil der Straßenzüge mit bestehender Fernwärmeversorgung auch in Zukunft eine hohe Wärmebelegungsdichte ($> 1.500 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$) aufweisen. Insbesondere in den Quartieren mit weniger dichter Bebauung, z. B. im Bereich der Paul-Schreier-Straße oder der Waldrandsiedlung, fällt die Wärmebelegungsdichte unter den Wert von $1.500 \text{ kWh}/(\text{m} \cdot \text{a})$.

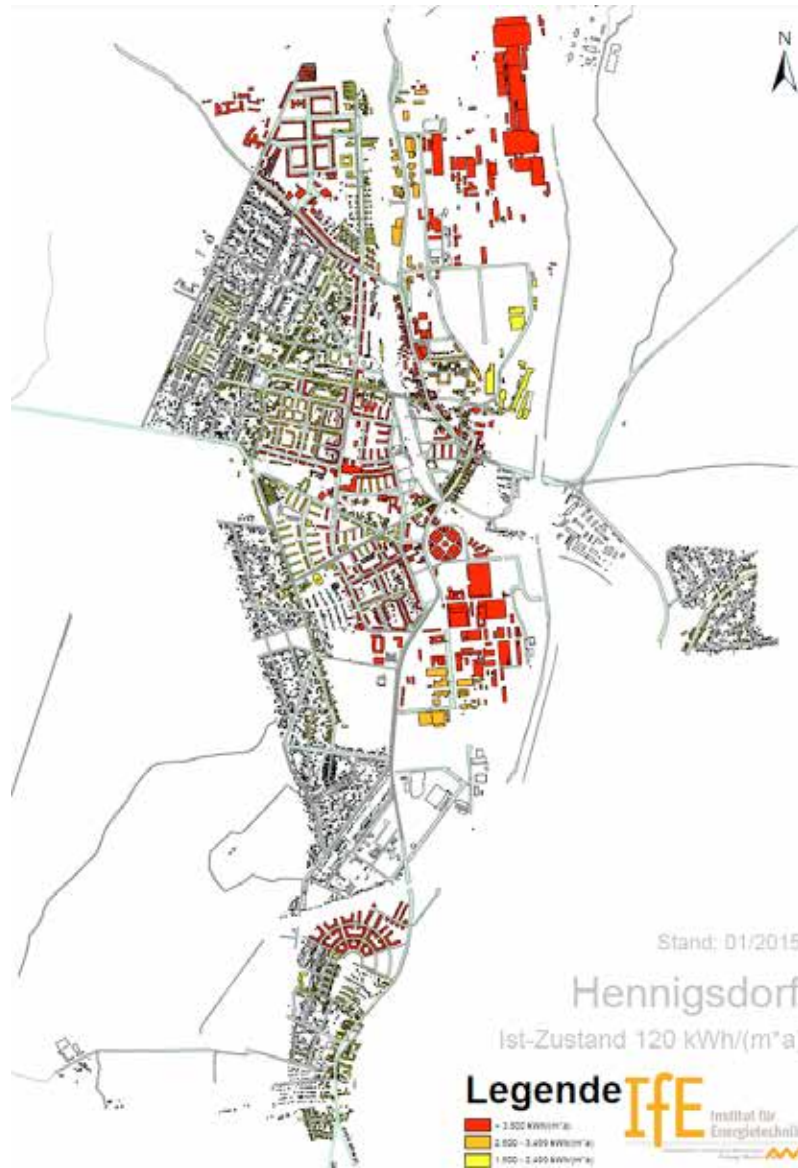


Abbildung 28: Wärmekataster der Stadt Hennigsdorf für das Jahr 2013 und einer Anschlussdichte von 100 % (B.A.U.M./IfE, 2015)

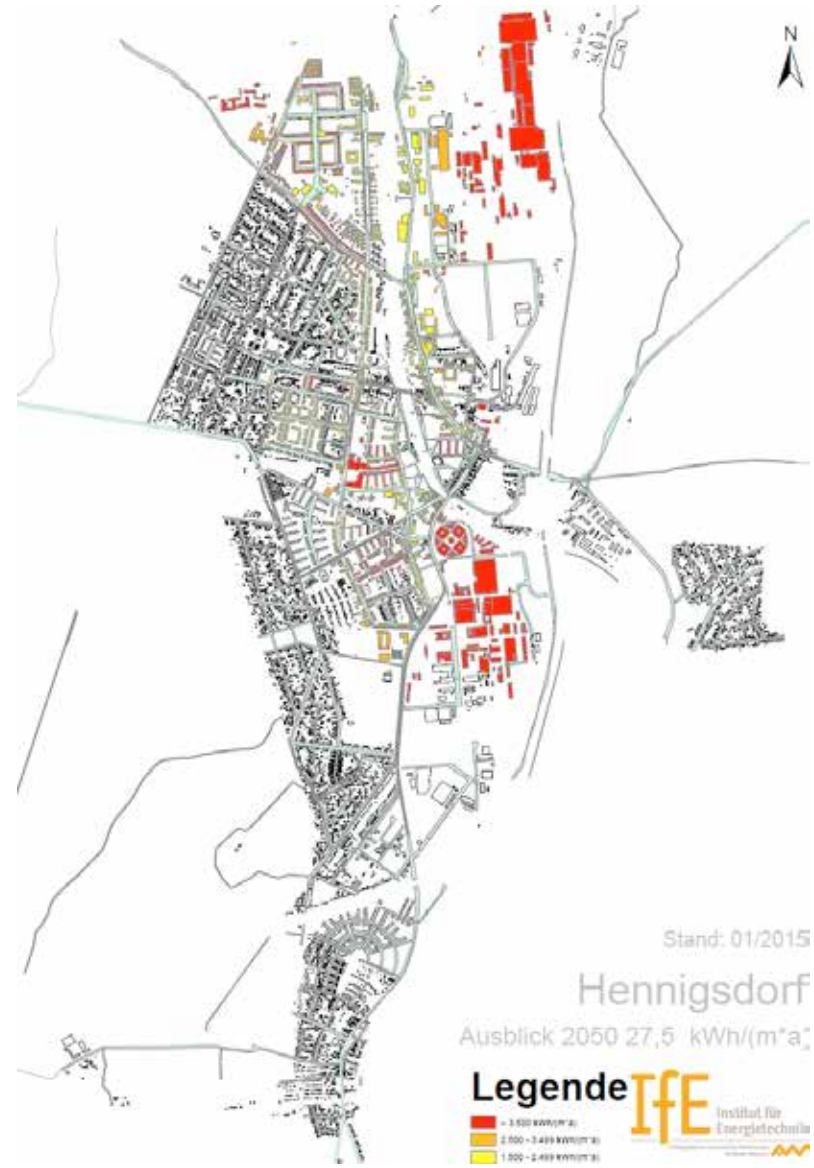


Abbildung 29: Wärmekataster der Stadt Hennigsdorf für das Jahr 2050 und einer Anschlussdichte von 100 % (B.A.U.M./IfE, 2015)

Dies macht deutlich, dass frühzeitig mit den Planungen für den Netzbetrieb 2050 begonnen werden muss, um auch in Zukunft einen ökonomischen und ökologischen Betrieb sicherstellen zu können. So kann beispielsweise auch ein abschnittsweiser oder saisonaler Betrieb des Wärmenetzes zusätzliche Möglichkeiten eröffnen, um verschiedene Wärmetemperaturniveaus oder auch Kälte zu liefern. Im Sinne von kundenorientierter Produktdiversifizierung können so verschiedenste Kundeninteressen bedient werden. Aus diesem Grund sollten im Rahmen eines Detailkonzepts verschiedene innovative Netzbetriebsstrategien ermittelt und untersucht werden, vgl. Kapitel 2.

A.1.3 Weitere Arbeitsmaterialien

A.1.3.1 Berechnungen zu den Effizienzpotenzialen

Bei der Betrachtung von Potenzialen muss einerseits zwischen den Einsparpotenzialen bzw. Effizienzsteigerungsmöglichkeiten und andererseits zwischen Ausbaupotenzialen erneuerbarer Energien unterschieden werden. Einsparpotenziale und Effizienzsteigerungsmöglichkeiten sollten in jedem Fall primär angegangen werden, da nicht benötigte Energie gar nicht erst bereitgestellt werden muss.

Innerhalb jeder Verbrauchergruppe müssen die Effizienzsteigerungen und Energieeinsparpotenziale differenziert nach den Sektoren Wärme und Strom betrachtet werden.

Private Haushalte:

Im Stadtgebiet Hennigsdorf wurde, insbesondere im Bereich der Wohnungswirtschaft, in den vergangenen Jahren bereits sehr viel saniert. Dementsprechend sind die weiteren Einsparpotenziale im Bereich der Gebäudesanierung bis zum Jahr 2030 begrenzt. Trotzdem sollen – z. B. durch die Ausstattung der

Wohnungen mit einer intelligenten Heizungssteuerung – weitere Energieeinsparungen erreicht werden. Zu Beginn dieser Maßnahmen sollten einzelne Technologien hinsichtlich ihres tatsächlichen Einsparpotenzials anhand eines Pilotprojekts vergleichend untersucht werden. Basierend auf Literaturwerten ist von Einsparungen von rund 10 %/a auszugehen.

Ausgehend vom derzeitigen Endenergiebedarf der privaten Haushalte in Mehrfamilienhäusern mit ca. 84.800 MWh ergibt sich bei einer jährlichen Heizenergieeinsparung von 10 % ein Einsparpotenzial von ca. 8.500 MWh/a oder einem eingesparten CO₂-Ausstoß von rund 1.400 t pro Jahr, wenn alle Mehrfamilienhäuser der Wohnungswirtschaft bis 2030 mit einer intelligenten Heizungssteuerung ausgestattet werden. Dieses Einsparpotenzial ist entscheidend vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig, weswegen eine entsprechende Bürgerinformation erfolgen sollte.

Im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser sollte die Bürgerinformation zum Thema „energetische Sanierung“ weiter fortgeführt werden, um weitere Potenziale in diesem Bereich zu erschließen. In den weniger dicht bebauten Wohngebieten im Stadtwesten, welche rund 20 % der gesamten Wohnungen in Hennigsdorf darstellen, fällt rund ein Drittel des thermischen Endenergiebedarfs in der Verbrauchergruppe der privaten Haushalte an. Dementsprechend ist anzustreben, mit öffentlichkeitswirksamen Kampagnen, die derzeitige Sanierungsrate von rund 0,65 % pro Jahr auf 1,3 % anzuheben. Ausgehend vom Gebäudebestand und der Gebäudealtersstruktur wird das energetische Einsparpotenzial berechnet. Für den Gebäudebestand und somit die vorhandene Wohnfläche wird der maximale Wärmebedarf vorgegeben. Es wird ab dem Jahr 2014 mit einer mittleren Sanierungsrate von 1,3 % pro Jahr auf den EnEV 2014 Standard gerechnet. Die Betrachtung wird hierbei bis zum Jahr 2030 durchgeführt. Dieses Szenario stellt eine ehrgeizige Aufgabe dar. Die mittlere Sanierungsrate in Deutschland liegt derzeit bei rund

1 % (Bundesregierung, 2010).

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Ein- und Zweifamilienhausbebauung, abseits der Fernwärmetrasse in Hennigsdorf durch eine EnEV 2014 Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von 1,3 % in den nächsten 17 Jahren um rund 3.100 MWh gesenkt werden. Dies entspricht einer Kohlendioxideinsparung von rund 700 t.

Kommunale Liegenschaften:

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Nur auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit einer direkten Ansprache der Akteure. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und zum Mitwirken bei der Reduktion der CO₂-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei auf mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Selbstverpflichtung aus Überzeugung in die Notwendigkeit des Handelns
- Vorbildfunktion für alle Bürger
- Wirtschaftliche Motivation

Zudem können die Aktivitäten, die dem Klimawandel und seinen Herausforderungen eine aktive Handlungsbereitschaft und eine klare Zielsetzung entgegensetzen auch Vorteile im Zusammenhang mit privaten und unternehmerischen Standortentscheidungen hervorrufen.

Die kommunalen Liegenschaften in Hennigsdorf weisen bereits einen guten energetischen Standard auf, was auf die Sanierungsmaßnahmen in den vergangenen Jahren zurückzuführen ist. In Abstimmung mit dem Auftraggeber ist innerhalb des Be-

trachtungszeitraums nicht von weiteren Sanierungsmaßnahmen auszugehen. Durch die Optimierung des Nutzerverhaltens kann ein geringes Einsparpotenzial von rund 5 % bzw. ca. 700 MWh/a oder ein eingesparter CO₂-Ausstoß von rund 100 t pro Jahr erreicht werden.

Wirtschaft inkl. Großindustrie:

- Großindustrie

Insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung wurden in den letzten Jahren im Sektor Großindustrie zum Teil deutliche Energieeinsparungen erzielt. Diese Maßnahmen sollen in Zukunft durch ein Energiemanagementsystem, gezielte Mitarbeiterschulungen und eine witterungsgesteuerte Heizungsversorgung weiter ergänzt werden. Darüber hinaus sollen der Gasverbrauch gesenkt und im Zusammenhang mit anderen Vorgaben (z. B. EU-Energieeffizienzrichtlinie) weitere Einsparmaßnahmen umgesetzt werden.

Bei verschiedenen Gesprächsterminen in den unterschiedlichen Betrieben wurden weiterhin konkrete Einsparpotentiale durch technische Optimierungen identifiziert und im Rahmen dieses Konzepts berücksichtigt. Beispielhaft kann eine Effizienzmaßnahme in der Stahlindustrie genannt werden: Dabei ist geplant eine der sogenannte Stranggussanlagen in den Wärmetransport zum Walzwerk einzubinden: So soll das Auskühlen der Knüppel auf dem Kühlbett eliminiert werden, wodurch die Knüppel mit 800°C anstelle von 300°C weiterverarbeitet werden können und erhebliche Energieeinsparungen erzielbar sind. Basierend auf dieser Beispiel-Maßnahme ist von einer Endenergieeinsparung von 2.500 MWh/a bzw. einer CO₂-Einsparung in Höhe von rund 600 t pro Jahr auszugehen.

Im Bereich der Großindustrie können durch verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Summe rund 28.900 MWh/a Endenergie Wärme eingespart werden.

Neben der Verringerung des Energieverbrauchs, wie oben beschrieben, stellt auch die Umstellung der Energieversorgung (z. B. regenerative Energien, Kraft-Wärme-Kopplung) eine Möglichkeit zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes dar. Beispielsweise plant ein Fernwärme-kunde aus dem Sektor Großindustrie bis zum Jahr 2020 komplett CO₂-neutral zu produzieren. Nachdem die Stadtwerke bereits auf dem Sektor der Energiedienstleistungen und integrierten Energielösungen tätig sind, ist eine Strategieentwicklung zur CO₂-neutralen Versorgung der Firmengebäude im Rahmen eines Detailkonzepts empfehlenswert.

- Wirtschaft

Bei den Einsparpotenzialen im Bereich der Wirtschaft sind im Rahmen dieses Konzepts aufgrund der Datenbasis nur eingeschränkt Aussagen möglich. Beim thermischen Energiebedarf in dieser Verbrauchergruppe ist, in Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie, von einer jährlichen Energieeinsparung von 1,5 %, bzw. 1.000 MWh_{th} auszugehen.

In Summe kann in der Verbrauchergruppe Wirtschaft (inkl. Großindustrie) ca. 10 % des benötigten Endenergieeinsatzes im Sektor Wärme eingespart werden. Dies entspricht ca. 29.900 MWh oder 5.400 t CO₂ pro Jahr.

Fernwärme:

Bei der Fernwärme muss berücksichtigt werden, dass v. a. durch die Stadtwerke Hennigsdorf GmbH in den zurückliegenden Jahren bereits entscheidende Maßnahmen zur Verringerung der CO₂-Emissionen realisiert wurden: So lagen die mittleren Kohlendioxidemissionen in den Jahren 2011 bis 2013 im Mittel um rund 17.400 t unter dem Durchschnittswert der Jahre 2006 bis 2008.

Auch der Wärmeverlust im Fernwärmenetz liegt lediglich bei rund 6 %, bezogen auf die Gesamtwärmeerzeugung. Durch eine weitere Verdichtung des Fernwärmenetzes und den somit zunehmenden Gesamtwärmeabsatz (kaum Sanierungsmaßnahmen entlang der Bestandstrasse bis 2030) sowie eine gleichzeitige Absenkung der Rücklauftemperaturen kann die Gesamteffizienz des Systems weiter erhöht werden. Hier ist davon auszugehen, dass die Verluste um rund einen Prozentpunkt (1.300 MWh_{th}/a) verringert werden können, wodurch die CO₂-Emissionen der Fernwärme um weitere rund 200 t pro Jahr verringert werden.

Zudem sollte die Nutzung und Einspeisung industrieller Abwärme (bei gleichzeitiger Substitution fossiler Brennstoffe Erdgas/Kohle/Heizöl) in das bestehende Fernwärmenetz im Detail geprüft werden. Erste Untersuchungen, die im Rahmen des Konzepts vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, lassen ein Potenzial von rund 4.000 MWh_{th} im Sommer und 6.500 MWh_{th} im Winter erkennen. Bei einer vollständigen Nutzung dieser Potenziale und Substitution des fossilen Energiemixes der Fernwärmeerzeugung ergibt sich ein jährliches Kohlendioxid einsparpotenzial von ca. 3.200 t pro Jahr.

Darüber hinaus sollten mittel- bis langfristig geprüft werden, ob die Errichtung von dezentralen Wärme- und Kältenetzen (Arealnetzen) ökonomisch sinnvoll umzusetzen ist.

Übersicht:

In Tabelle 5 sind die Potenziale hinsichtlich der Energieeffizienzsteigerung bzw. der Energieeinsparung in den einzelnen Verbrauchergruppen im Sektor Wärme zusammenfassend dargestellt.

In Summe ergibt sich ausgehend vom Ist-Zustand (rund 421.000 MWh/a) eine maximal mögliche Einsparung von rund 42.000 MWh/a. Dies entspricht einer maximal möglichen CO₂-Einsparung von ca. 7.600 t pro Jahr.

Ergänzend zu diesen Maßnahmen können bis 2030 durch die weitere Optimierung des Fernwärmenetzes durch Effizienzsteigerungs- und Brennstoffsubstitutionsmaßnahmen Kohlendioxidemissionen in Höhe von rund 3.200 t pro Jahr erreicht werden.

		Endenergie Ist-Zustand	Maßnahme	Einspar- potential	Einspar- potential	Endenergie Soll-Zustand	CO₂- Einsparung
		[MWh/a]		[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Private Haushalte	Endenergie thermisch	108.200	Installation "smarter" Heiztechnik mit Anwesenheitssensorik	11%	11.600	96.600	2.100
Kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	13.700	Optimierung Nutzerverhalten	5%	700	13.000	100
Industrie	Endenergie thermisch	299.500	Effizienzsteigerung (verschiedene Maßnahmen)	10%	29.900	269.600	5.400
Summe		421.400			42.200	379.200	7.600

Tabelle 5: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotenziale Wärme (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.1.3.2 Berechnungen zu den EE-Potenzialen (auch Abfall)

In der nachfolgenden Ermittlung wird eine Datenbasis über das grundsätzliche und langfristig zur Verfügung stehende Potenzial aus diversen erneuerbaren Energiequellen im Stadtgebiet von Hennigsdorf zusammengestellt. Als erneuerbare Energien in diesem Sinne werden Energieträger bezeichnet, die im gleichen Zeitraum in dem sie verbraucht werden, wieder neu gebildet werden können oder grundsätzlich in unerschöpflichem Maße zur Verfügung stehen. Das Potenzial erneuerbarer Energien wird nach dem Territorialprinzip betrachtet. Wechselwirkungen zwischen angrenzenden Gemarkungen werden nicht berücksichtigt.

In dieser Studie werden insbesondere Wind- und Wasserkraft, Verfügbarkeit von Biomasse sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitmaßstäbe ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann.

Abbildung 30 gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebots.

Der Potenzialbegriff

Für die Darstellung von zur Verfügung stehenden „Energienmengen“ wird grundsätzlich der Begriff Potenzial verwendet. Es werden verschiedene Potenzialbegriffe gebraucht. Unterschieden werden kann zwischen den theoretischen, den technischen, den wirtschaftlichen und den erschließbaren Potenzialen.

Da die wirtschaftlichen und insbesondere die erschließbaren Potenziale erheblich von den sich im Allgemeinen schnell ändernden energiewirtschaftlichen und -politischen Randbedingungen abhängig sind, wird auf diese Potenziale bei den folgenden Aus-

führungen zu den jeweiligen Optionen zur Nutzung regenerativer Energien nicht detailliert eingegangen. Daher werden technische Potenziale erhoben, die je nach den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine Umsetzung interessant sind oder möglicherweise zukünftig interessant werden.

Solarthermie:

Zur Abschätzung der zur Verfügung stehenden Flächen für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen, werden die nachfolgend beschriebenen Annahmen getroffen. Zunächst wird bei der Ermittlung der potenziellen Fläche nicht nach einer photovoltaischen oder solarthermischen Nutzung unterschieden.

Mithilfe der Anzahl der Wohngebäude und Wohnflächen aus dem Zensus 2011, den vorhandenen Dächern der Gewerbe/Industriebetriebe und der Auswertung von Luftbildaufnahmen, können die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeigneten Modulflächen auf den verfügbaren Dachflächen bestimmt werden. Die Modulfläche beschreibt dabei die Fläche, die sich tatsächlich für die Installation von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen eignet. Norddächer und Dächer auf Gebäuden mit Denkmalschutz werden dabei nicht berücksichtigt. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Betrachtungsgebiet auf rund 224.000 m².

Der Ertrag von Solarthermieanlagen wurde im Rahmen des Klimaschutzrahmenkonzepts ausgehend von den örtlichen Gegebenheiten ermittelt. Für die weiteren Berechnungen wurde auf Basis von Erfahrungswerten der IfE GmbH mit spezifischen Erträgen von 350 kWh Wärme pro m² Kollektorfläche gerechnet.

Es wird davon ausgegangen, dass die für solare Nutzung geeignete Dachfläche sowohl für die Installation von Solarthermieanlagen als auch für die Warmwasserbereitung und Heizungsun-

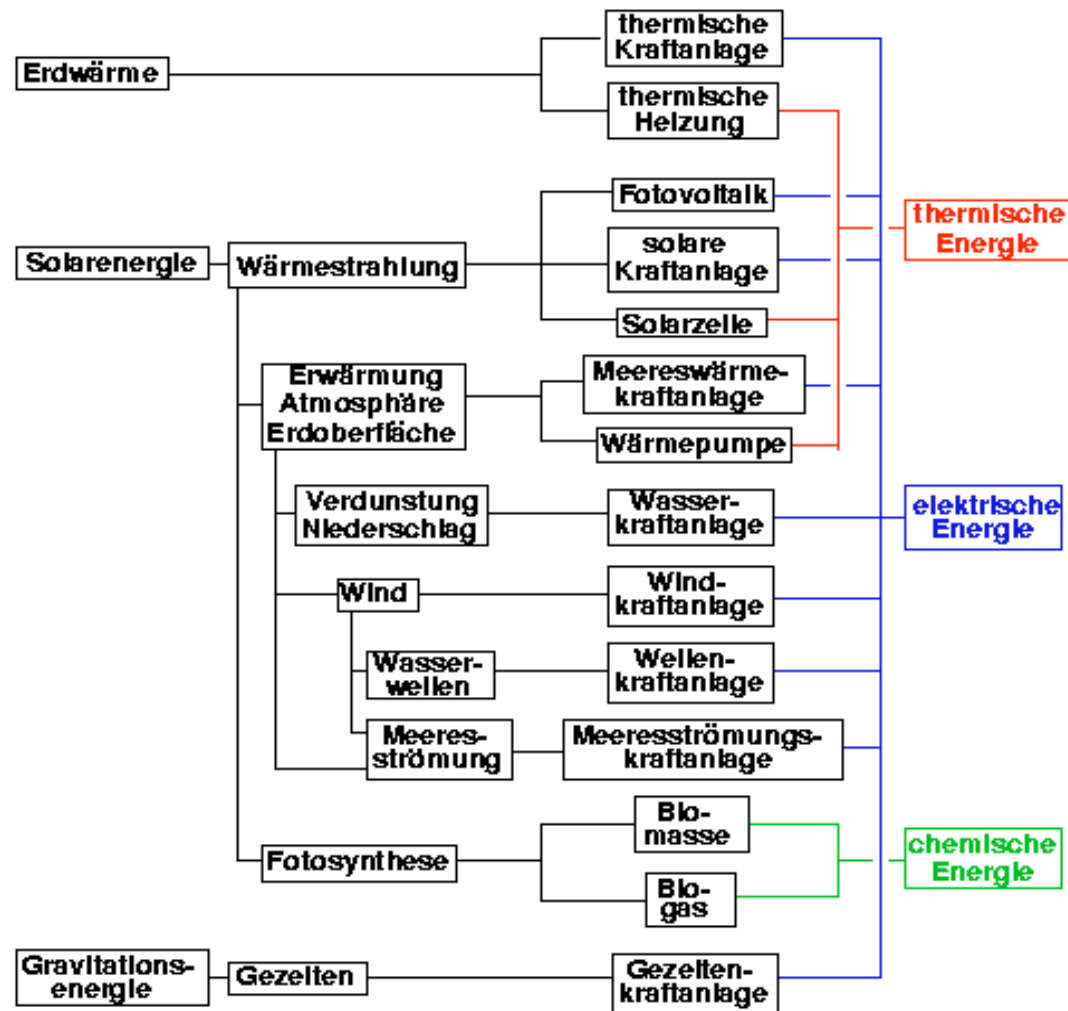


Abbildung 30: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Universität Kassel, 2010)

terstützung und die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt werden. Flächen zur Nutzung der Sonnenenergie durch Solarthermie (Wärmeerzeugung) und durch Photovoltaik (Stromerzeugung) stehen in direkter Konkurrenz zueinander. Da die Solarthermie einen auf die Fläche bezogenen besseren Wirkungsgrad als die Photovoltaik besitzt, wird aus energetischer Sicht die Installation von Solarthermieanlagen auf privaten Wohngebäuden priorisiert. In der Wohnungswirtschaft hingegen wird angenommen, dass die gesamten Dachflächen für Photovoltaik genutzt werden können, da die Wärme bereits klimafreundlich über Fernwärme bezogen wird.

Um einem praxisbezogenen Ausbau an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel des Warmwasserbedarfs in Höhe von 50 % auf Ein- und Zweifamilienhäusern anvisiert. Ausgehend von einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWhth}/(\text{m}_{\text{WF}}^2 \cdot \text{a})$ laut EnEV ergibt sich ein jährlicher Gesamt-Energiebedarf von rund $1.900 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für die Wassererwärmung. Dies entspricht einem Energiebedarf von rund $950 \text{ MWh}_{\text{th}}$, der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden insgesamt rund 2.700 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche wird im Rahmen dieses Konzepts gleichzeitig als technisches Potenzial der Solarthermie definiert. Derzeit sind im Betrachtungsgebiet bereits Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund 600 m^2 auf Ein- und Zweifamilienhäusern installiert, sodass noch eine Ausbaupotenzial von rund 2.100 m^2 besteht.

Biomasse:

Als Biomasse wird im allgemeinen Sprachgebrauch die Gesamtheit der Masse an organischem Material in einem Ökosystem bezeichnet.

Die Biomasse kann in Primär- und Sekundärprodukte unter-

teilt werden, wobei erstere durch die direkte Ausnutzung der Sonnenenergie (Photosynthese) entstehen. Im Hinblick auf die Energiebereitstellung zählen hierzu vor allem land- und forstwirtschaftliche Produkte, aber auch Energiepflanzenanbau, pflanzliche Rückstände und Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie und aus Haushalten (z. B. Rest- und Altholz).

Sekundärprodukte entstehen durch den Ab- bzw. Umbau einer organischen Substanz in höheren Organismen (Tieren). Zu ihnen zählen unter anderem Gülle oder Klärschlamm.

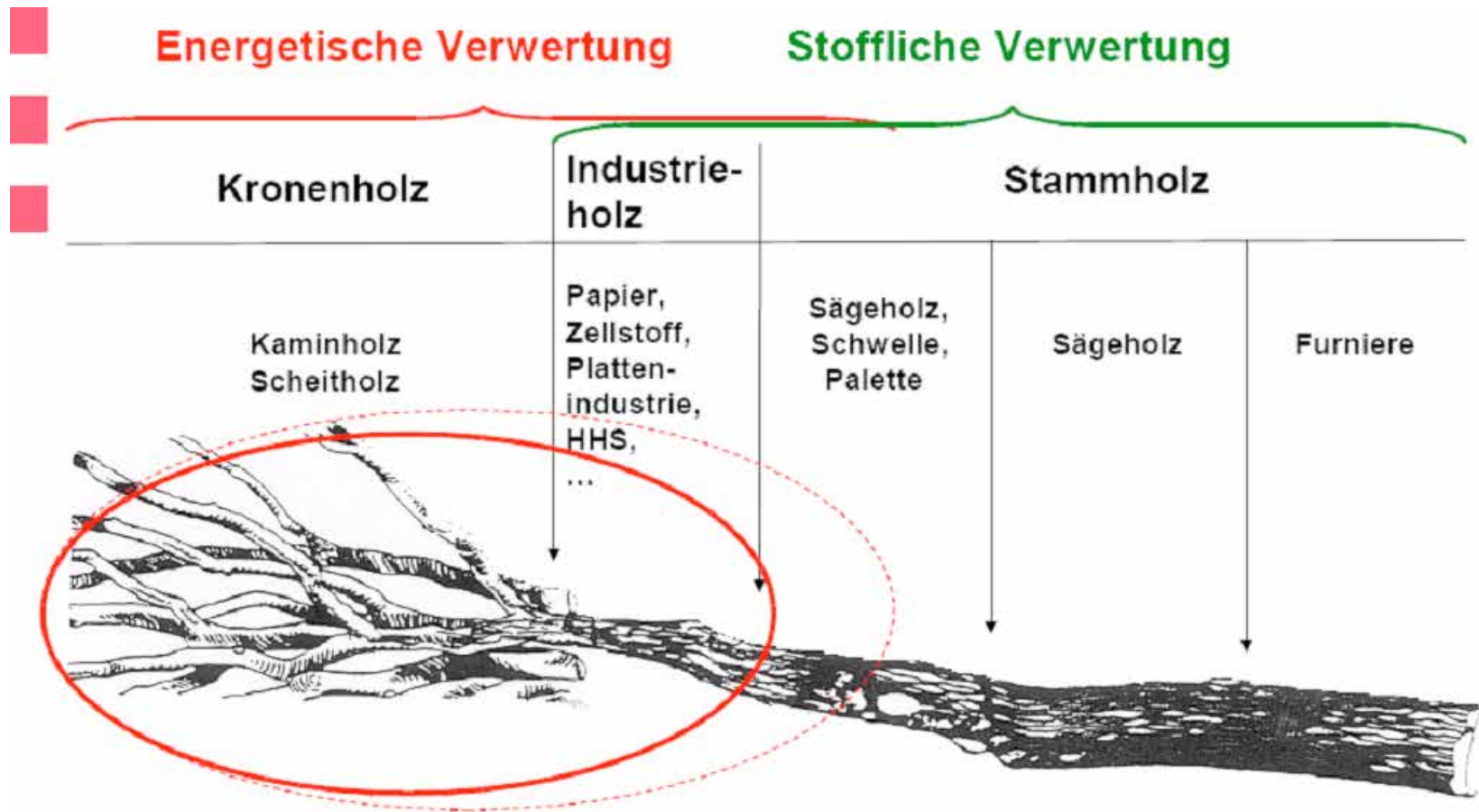
Forstwirtschaft

Das regenerativ zur Verfügung stehende Gesamtpotenzial auf dem Sektor Biomasse aus der Forstwirtschaft beträgt ca. 21.500 MWh/a . Dem liegen ein regenerativer Holzzuwachs von $7 \text{ Fm}/(\text{ha} \cdot \text{a})$ und eine Waldfläche von 1.395 h zu Grunde. Die Hauptbaumarten in der Stadt Hennigsdorf sind Kiefern, Birken und Eichen.

Bei dem zur Verfügung stehenden Potenzial an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Insofern besteht ein Konkurrenzverhältnis zwischen Holz zur stofflichen Anwendung bzw. Verwertung und Holz zur energetischen Nutzung. In Abbildung 31 sind die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten dargestellt.

Nach Rücksprache mit dem Forstamt Neuendorf können ca. 25 % für energetische Zwecke genutzt werden, wodurch sich ein örtliches Potenzial von 5.400 MWh/a ergibt.

Obwohl das Biomassepotenzial nach dem Territorialprinzip bereits erschöpft ist, ist laut Aussage des Forstamtes Neuendorf noch weiteres Nutzungspotenzial im Hennigsdorfer Wald vorhanden, insbesondere für den privaten Bereich.



Holger Pflüger-Grone; 30.10.2006

Aspekte der energetischen Holzverwertung

Abbildung 31: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz (Pflüger-Grone, 2006)

Durch die örtlich vorhandene Biomasse-ORC-Anlage wird mit ca. 88.500 MWh/a wesentlich mehr Brennstoff benötigt als regenerativ nachwächst. Die Biomasse wird hauptsächlich außerhalb des Gemarkungsgebietes Hennigsdorf beschafft. In der Stadt Hennigsdorf sind nur wenige Scheitholz-Heizungen vorhanden.²⁶

Insofern hat sich die Strategie der Stadtwerke Hennigsdorf als richtig erwiesen, die Deckung des Biomasse-Bedarfs durch langfristige Kooperationen mit Partnern außerhalb des Stadtgebietes zu sichern.

Landwirtschaft

Bei der Abschätzung des Potenzials an Biomasse aus der landwirtschaftlichen Produktion wird in dieser Studie von einem Anbau von Energiepflanzen (z. B. Raps, Mais oder sonstige) auf 5 % der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche ausgegangen. Nach Rücksprache mit dem Landwirtschaftsamt Oberhavel steht zur Biogaserzeugung eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 422 ha zur Verfügung. Davon sind ca. 35 ha nutzbares Ackerland und ca. 245 ha nutzbares Grünland. Die Flächen werden allesamt von kleineren Landwirtschaftsbetrieben außerhalb des Stadtgebiets Hennigsdorf bestellt. Weitere Stoffe für die Vergärung, wie z. B. Gülle, stehen nicht zur Verfügung, da keine landwirtschaftlichen Betriebe in Hennigsdorf angesiedelt sind.

Die Nutzungsmöglichkeiten dieser nachwachsenden Rohstoffe zur Energiewandlung sind ebenfalls sehr vielfältig. Eine Möglichkeit der energetischen Nutzung besteht beispielsweise in Biogasanlagen. Das hier erzeugte Biogas kann in sog. BHKW effizient in Strom und Wärme umgewandelt werden. Der prognostizierte Biogasertrag liegt bei ca. 6.636 m³/(ha·a) an Ener-

giepflanzen. Somit ließe sich mit der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet eine Energiemenge von ca. 760 MWh pro Jahr bereitstellen. Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund 300 MWh_{el} und 340 MWh_{th} bereitgestellt werden können (Grundlage: $\eta_{th} = 0,45$; $\eta_{el} = 0,40$). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.500 Std. ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 40 kW (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2014).

Die Stadtwerke Hennigsdorf betreiben ein Biomethan-BHKW mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.200 kW. Mit dieser Anlage werden jährlich ca. 6.800 MWh regenerativer Wärme bereitgestellt. Da der regenerative Brennstoff Biomethan für das BHKW über das Erdgasnetz bezogen wird und somit die Erzeugung und der Verbrauch örtlich entkoppelt sind, kann kein Potenzial für die Nutzung von Biomethan erhoben werden.

Das Bioabfallpotenzial ist hierbei als untergeordnete Menge einzustufen, die bereits verwendet wird (teilweise außerhalb der Stadtgrenzen): Feste Biomasse und Grünabfälle werden, sofern nicht als Restholz in der kommunalen Biomasseanlage nutzbar, auf Landkreisebene kompostiert. Eine energetische Vornutzung über eine Trockenfermentation wäre wünschenswert. Feuchte Biomasse und Bioabfälle können nur in spezialisierten Abfall-Biogasanlagen verwertet werden (Hygienevorschriften). Die Verwertung erfolgt somit zentral auf Landkreisebene. Ggf. können Kläranlagen der Stadt Hennigsdorf (in diesem Fall das Klärwerk Wansdorf) diese Fraktionen ebenfalls mitvergären, sofern Überkapazitäten dauerhaft vorhanden sind. Die energetische Ausbeute würde allerdings nur von einer Anlage zu einer anderen verlagert.

Geothermie:

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen

²⁶ Daten erhalten von Forstamt Neuendorf; Stadtwerke Hennigsdorf GmbH; Angaben basieren auf eigener Berechnung

Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen im Wärmemarkt, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung:

- Tiefe Geothermie bis ca. 7 km Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom über die sog. Kraft-Wärme-Kopplung wirtschaftlich interessant sein.
- Oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 m Tiefe zur Wärme- und Kältegewinnung (meist über Wärmepumpen in Verbindung mit Erdwärmesonden oder -kollektoren, die als Wärmetauscher genutzt werden).

Grundsätzlich liegt das Gemarkungsgebiet Hennigsdorf im norddeutschen Becken, das ein für die Tiefengeothermie interessantes Gebiet darstellt. Die hydrogeothermale Nutzung (über Heißwasseraquifere) der Tiefengeothermie muss für die Erhebung des Potenzials gesondert betrachtet werden und wird bereits im Energiekonzept Prignitz-Oberhavel aus dem Jahr 2013 angesprochen. Eine Quantifizierung des vorhandenen Potenzials ist im Rahmen des Klimaschutzrahmenkonzepts nicht möglich und muss anhand einer detaillierten Studie mit seismischen Untersuchungen erfolgen.

Die direkte Nutzung oberflächennaher Geothermie, in Form von Wärmepumpenheizungen, ist in Deutschland schon weit verbreitet und verzeichnet hohe Zuwachsraten. Diese Technik findet überwiegend ihren Einsatz in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen zur Bereitstellung von Wärmeenergie und Klimakälte. Zur Nutzung des niedrigen Temperaturniveaus im Erdreich steht ein vielfältiges Spektrum an Techniken zur Verfügung, um

die im Untergrund vorhandene Energie nutzen zu können. Die wichtigsten hierbei sind:

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Erdberührte Betonbauteile
- Thermische Untergrundspeicher

Das Gesamtpotenzial an oberflächennaher Geothermie im Betrachtungsgebiet kann im Rahmen dieser Studie nur qualitativ aufgezeigt werden. Die oberflächennahe Geothermie könnte künftig jedoch einen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen – vor allem im Bereich von Neubauten und der Modernisierungen von Ein- und Zweifamilienhäusern – leisten, insbesondere dann, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Strombedarf aus erneuerbaren Energien gedeckt werden kann.

In der Abbildung 32 sind der Bestand (ohne Solarthermieanlage der Stadtwerke), das Gesamtpotenzial und das Ausbaupotenzial aller zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energien im Sektor Wärme zusammengefasst.

Potential Erneuerbarer Energien	Bestand	Gesamtpotential	Ausbaupotential
	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]
Solarthermie 50% WW-Deckung (EFH/ZFH)	210	940	730
Biomasse* ORC-Anlage; Waldholz	61.330	5.370	-
Biogas** Biomethan-BHKW; Biogasanlagen	6.950	340	-
Summe EE	68.490	6.649	730

*Beinhaltet das ORC-Kraftwerk der SW Hennigsdorf und kleine Biomasseheizungen -> Bilanzielle Übernutzung des Potentials

**Beinhaltet das Biomethan BHKW der SW Hennigsdorf -> Bilanzielle Übernutzung des Potentials

Abbildung 32: Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien im Sektor Wärme (B.A.U.M./IfE, 2015)

Es wird deutlich, dass im Stadtgebiet Hennigsdorf bereits mehr erneuerbare Energien (insb. Bioenergie) genutzt werden, als die örtlichen Ressourcen erlauben. Dies ist auf einen Import von Biomethan und Biomasse zum Betrieb der beiden Kraftwerke zurückzuführen. Lediglich im Bereich der Solarthermienutzung gibt es noch örtliche Potenziale, deren Nutzung – im Bereich der privaten Wohngebäude – vorangetrieben werden kann. In Summe beträgt das regenerativ zur Verfügung stehende Ausbaupotenzial thermisch ca. 730 MWh/a.

A.1.4 Szenarien zur CO₂-Entwicklung

Bei der Darstellung der zukünftigen Entwicklung des thermischen Endenergiebedarfs und der damit einhergehenden Kohlendioxidemissionen muss im Rahmen dieses Klimaschutzrahmenkonzepts darauf hingewiesen werden, dass in den vergangenen Jahren bereits erhebliche Endenergie- bzw. CO₂-Einsparungen durch die hohe Sanierungsrate in der Wohnungswirtschaft und die Inbetriebnahme der beiden Bio-Heizkraftwerke der Stadtwerke Hennigsdorf erreicht werden konnten. Aus diesem Grund sind die weiteren Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 limitiert: Beide Heizkraftwerke können noch bis mindestens 2030 im Rahmen der zugesicherten Vergütung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) betrieben werden. Energetische Sanierungen im Bereich der Wohnungswirtschaft sind ebenfalls erst nach 2030 zu erwarten. Trotzdem konnten verschiedene Potenziale zu Vermeidung konventioneller Energien (z. B. Kohle, Erdgas) identifiziert werden.

Es ergibt sich das in Abbildung 33 dargestellte Bild der thermischen Endenergieverbrauchssituation im Stadtgebiet Hennigsdorf im Ist-Zustand und dem Jahr 2030.

Derzeit werden jährlich ca. 421.000 MWh Endenergie für Heizwärme in privaten Haushalten und kommunalen Liegen-

schaften sowie für Heiz- und Prozesswärme in der Wirtschaft verbraucht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Verbrauch im Ist-Zustand beläuft sich auf rund 16 %.

Mögliche Einsparmaßnahmen bieten die Bereiche Raumwärme in den privaten Haushalten sowie die Einsparung an Heizenergie für Raum- und Prozesswärme in der Industrie und die Fernwärmeversorgung. Darüber hinaus kann durch die Nutzung industrieller Abwärme im Fernwärmenetz fossile Energie substituiert werden. Gemessen am thermischen Gesamtendenergieverbrauch im Jahr 2013 kann in Summe ein Anteil von rund 15 % an konventionellen Energien (z. B. Erdgas, Kohle, Heizöl) eingespart werden.

Weiteres Potenzial ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gegeben. Mit dem Ausbau an Solarthermieflächen zur Deckung von 50 % des Gesamtwärmebedarfs für Warmwasser im Bereich der Privatgebäude (Ein- und Zweifamilienhäuser) und der Umsetzung der Energieeinsparmöglichkeiten lässt sich die thermische Endenergiebereitstellung im Zieljahr 2030 zu 23 % aus regionalen erneuerbaren Energien decken. Im Bereich der Biomassenutzung aus Wald-, Altholz- und Nebenprodukten ist im Stadtgebiet Hennigsdorf rein bilanziell kein weiteres Ausbaupotenzial festzustellen, da derzeit mehr Biomasse genutzt wird, als regenerativ nachwächst. Dieses Ungleichgewicht wird zum Großteil aus Biomasseimporten in das Stadtgebiet gedeckt.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale sowie dem Ausbaupotenzial an regenerativen Energien und der Optimierung der Fernwärme verbleibt ein Restbedarf von rund 298.000 MWh_{th} pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. durch den Zukauf erneuerbarer Energien (z. B. Biomethan, Biomasse) von außerhalb des Betrachtungsgebietes gedeckt werden muss.

Neben der Verringerung der Nutzung konventioneller (fossiler)

Ressourcen ist auch die Reduktion des Kohlendioxidausstoßes von großer Bedeutung für den Klimaschutz. In Abbildung 34 ist die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes im Sektor Wärme unter Berücksichtigung der erläuterten Maßnahmen dargestellt.

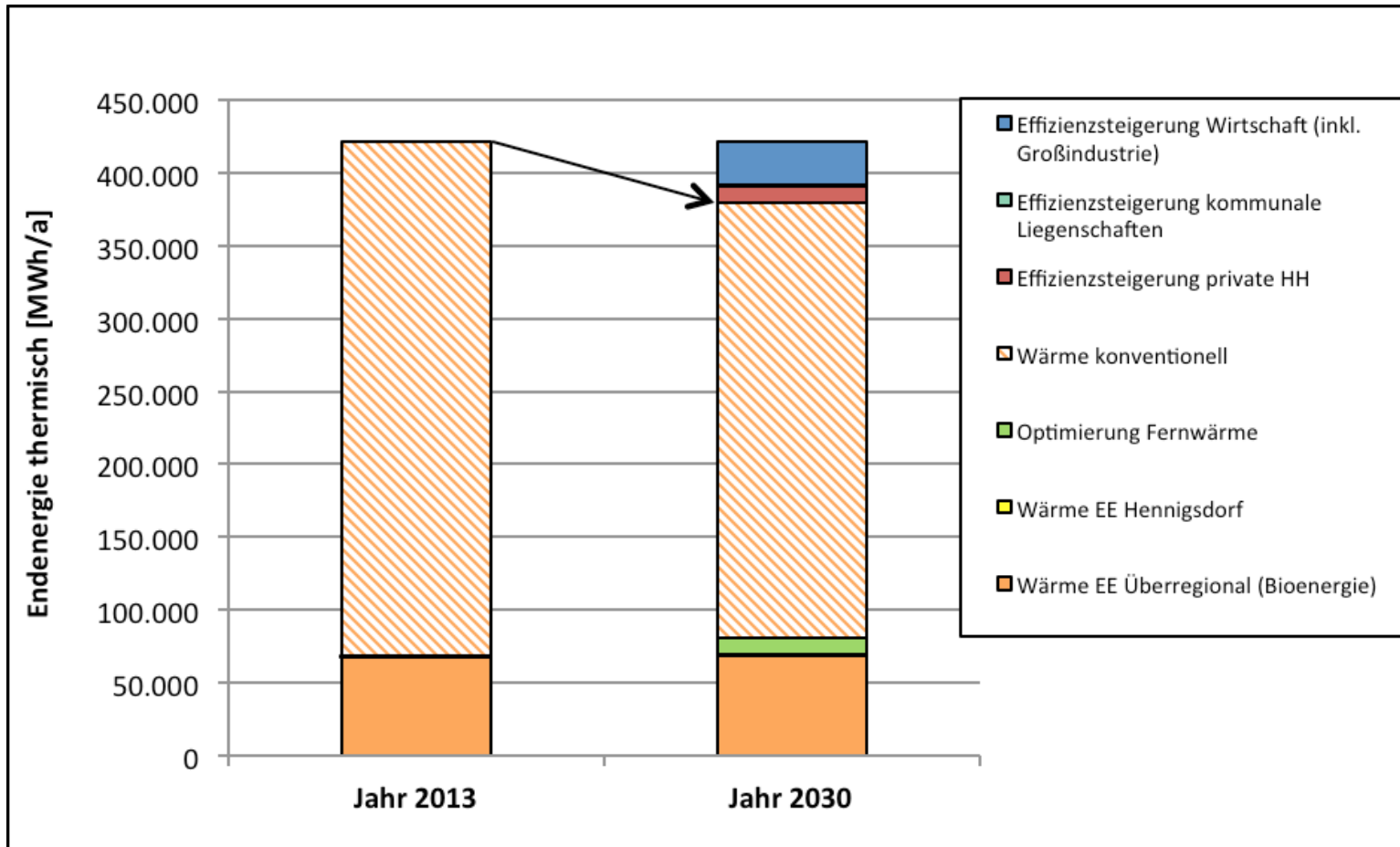


Abbildung 33: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030 (B.A.U.M./IfE, 2015)

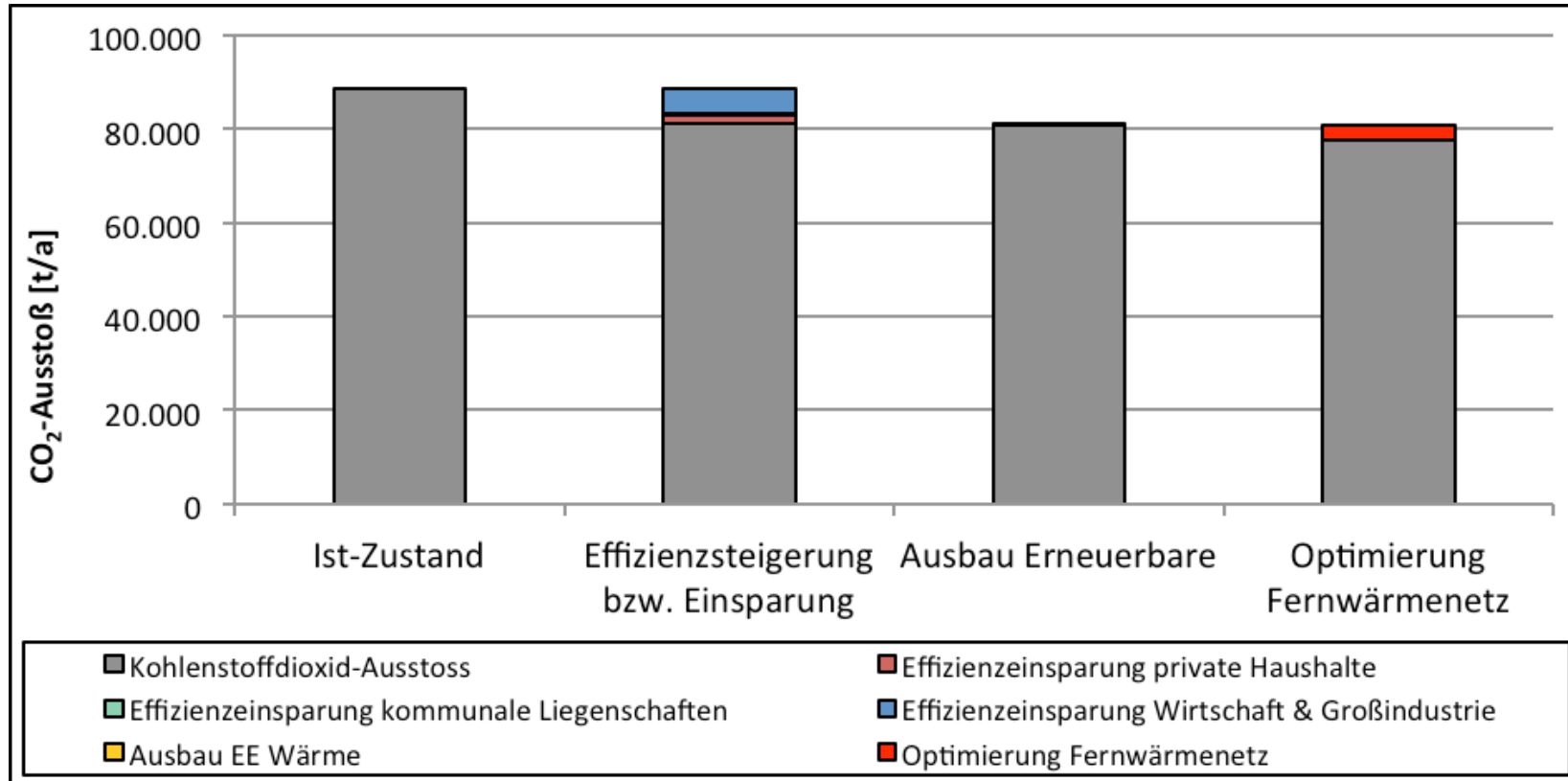


Abbildung 34: Minderungspotenziale des CO₂-Ausstoßes vom Ist- Zustand bis zum Jahr 2013 im Sektor Wärme (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.2 Sektor Strom

A.2.1 Darstellung der Stromverbräuche sektoral- und energieträgerspezifisch

Das lokale Stromnetz wird zum Zeitpunkt der Konzepterstellung von der E.DIS AG betrieben. Als Datengrundlage stehen die Netzabsatzdaten des Jahres 2013 sowie der detaillierte Verbrauch der kommunalen Liegenschaften zur Verfügung.

Insgesamt beträgt der jährliche Stromverbrauch im Stadtgebiet Hennigsdorf rund 597.000 MWh pro Jahr.²⁷

Der Stromverbrauch kann analog zu Kapitel A.1 den drei Verbrauchergruppen in Hennigsdorf zugeteilt werden:

- Der Anteil der **privaten Haushalte** (Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser) am Gesamtstromverbrauch beläuft sich mit rund 30.400 MWh auf ca. 5 % pro Jahr.
- Im Bereich der **kommunalen Liegenschaften** (Stadt, Stadtwerke, Landkreis und öffentliche Ver- und Entsorgung) wurden 2013 rund 6.800 MWh Strom verbraucht, wobei sich folgende Verbrauchsschwerpunkte identifizieren lassen:
 - Stadtwerke Hennigsdorf: 2.600 MWh
 - Straßenbeleuchtung: 1.100 MWh
 - Wasser- und Abwasseranlagen: 1.200 MWh

Die restlichen rund 1.900 MWh werden in den vielen kommunalen und öffentlichen Liegenschaften im Stadtgebiet verbraucht.

- Mehr als 90 % des gesamten Stromverbrauchs in Hen-

nigsdorf fallen in der Wirtschaft an, wobei die Großindustrie mit 511.000 MWh im Jahr 2013 den dominierenden Faktor beim Stromverbrauch darstellt.

In Abbildung 35 ist die Verteilung des Strombedarfs auf die einzelnen Verbrauchergruppen für das Stadtgebiet Hennigsdorf im Jahr 2013 vergleichend dargestellt.

A.2.2 Weitere Arbeitsmaterialien

A.2.2.1 Berechnung der Effizienzpotenziale (auch Wasser/Abwasser)

Bei der Betrachtung von Potenzialen muss einerseits zwischen den Einsparpotenzialen bzw. Effizienzsteigerungsmöglichkeiten und andererseits zwischen Ausbaupotenzialen erneuerbarer Energien unterschieden werden. Einsparpotenziale und Effizienzsteigerungsmöglichkeiten sollten in jedem Fall primär angegangen werden, da nicht benötigte Energie gar nicht erst bereitgestellt werden muss.

Innerhalb jeder Verbrauchergruppe müssen die Effizienzsteigerungen und Energieeinsparpotenziale differenziert nach den Sektoren Wärme und Strom betrachtet werden.

Private Haushalte:

In Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie ist eine elektrische Einsparung von 1,5 % pro Jahr oder 25,5 % bis zum Jahr 2030 möglich. Dies entspricht einem Einsparpotenzial von ca. 7.800 MWh/a oder einem eingesparten CO₂-Ausstoß von rund 4.870 t pro Jahr. Dieses Einsparpotenzial ist entscheidend vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig. Deshalb sollten die Aktivitäten der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH im Bereich der Bürgerinformation auch in Zukunft unbedingt fortgesetzt und ggf. erweitert werden.

²⁷ Daten erhalten von E.DIS AG; Riva Stahl GmbH

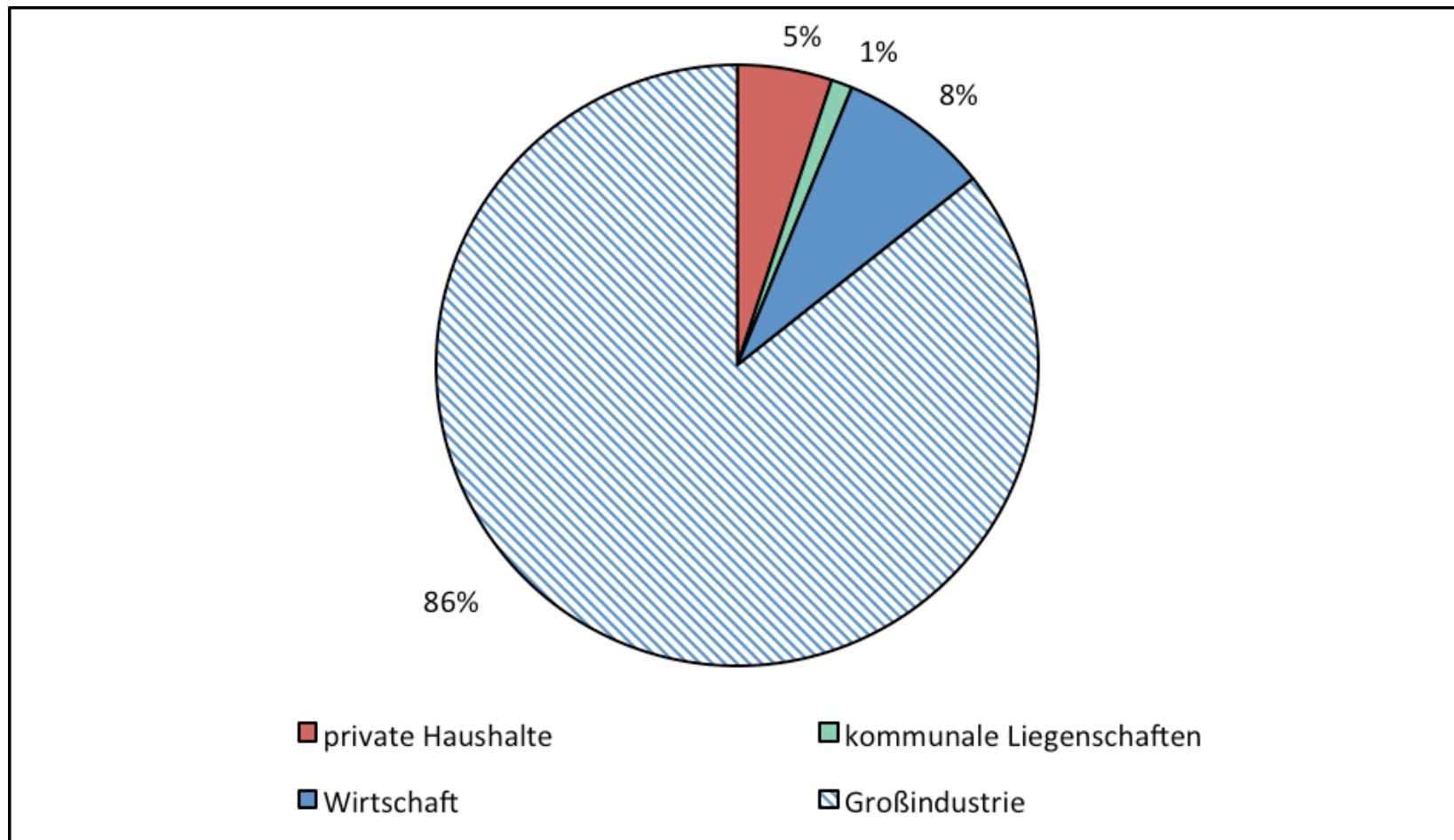


Abbildung 35: Verteilung des Strombedarfs 2013 auf die einzelnen Verbrauchergruppen (B.A.U.M./IfE, 2015)

Kommunale Liegenschaften:

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Nur auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit einer direkten Ansprache der Akteure. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und zum Mitwirken bei der Reduktion der CO₂-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei auf mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Selbstverpflichtung aus Überzeugung in die Notwendigkeit des Handelns
- Vorbildfunktion für alle Bürger
- Wirtschaftliche Motivation

Zudem können die Aktivitäten, die dem Klimawandel und seinen Herausforderungen eine aktive Handlungsbereitschaft und eine klare Zielsetzung entgegensetzen, auch Vorteile im Zusammenhang mit privaten und unternehmerischen Standortentscheidungen hervorrufen.

Die Städte und Kommunen bilden somit das Verbindungsglied zwischen EU, Bund, Land und dem Endverbraucher.

Das Einsparpotenzial der kommunalen Liegenschaften setzt sich aus dem Einsparpotenzial in den Gebäuden (1,5 %/a) und aus dem Einsparpotenzial für die Straßenbeleuchtung zusammen. Für die Umrüstung der Straßenbeleuchtung wurde der Austausch der Quecksilberdampfleuchten und der Natriumdampfleuchten für LED-Leuchten betrachtet, wobei zu beachten ist, dass ein „eins-zu-eins“-Austausch der unterschiedlichen Leuchtmittel nicht immer möglich ist. Diese Maßnahme ist anhand einer detaillierten Beleuchtungsberechnung nachzuziehen.

In Summe könnten bis zum Jahr 2030 ca. 2.000 MWh Strom eingespart werden, was einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes von ca. 1.250 t pro Jahr entspricht.

Wirtschaft (inkl. Großindustrie):- Großindustrie

In den vergangenen Jahren wurden deutliche Energieeinsparungen im Sektor Strom in der Großindustrie erzielt. Diese Maßnahmen sollen in Zukunft durch ein Energiemanagementsystem und gezielte Mitarbeiterschulungen weiter ergänzt werden. Darüber hinaus sollen der Stromverbrauch gesenkt und im Zusammenhang mit anderen Vorgaben (z. B. EU-Energieeffizienzrichtlinie) weitere Einsparmaßnahmen umgesetzt werden.

Im Bereich der Großindustrie können durch verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Summe rund 15.800 MWh/a Strom eingespart werden.

Neben der Verringerung des Energieverbrauchs, wie oben beschrieben, stellt auch die Umstellung der Energieversorgung (z. B. regenerative Energien, Kraft-Wärme-Kopplung) eine Möglichkeit zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes dar. Beispielsweise plant ein Fernwärme-kunde aus dem Sektor Großindustrie bis zum Jahr 2020 komplett CO₂-neutral zu produzieren. Nachdem die Stadtwerke derzeit bereits erfolgreich als Energiedienstleister klimafreundliche Wärme liefern, sollte mittelfristig die Ausweitung der Tätigkeiten auch auf den Sektor Strom geprüft werden. Zur Entwicklung verschiedener Strategien im Bereich integrierter Energielösungen bietet sich die Erarbeitung eines Detailkonzepts an.

-

- Wirtschaft

Bei den Einsparpotenzialen im Bereich der Wirtschaft sind im Rahmen dieses Konzepts aufgrund der Datenbasis nur eingeschränkt Aussagen möglich. Beim restlichen elektrischen Energiebedarf in dieser Verbrauchergruppe ist in Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie von einer jährlichen Energieeinsparung von 1,5 % bzw. rund 700 MWh auszugehen.

In Summe ist im Sektor Wirtschaft bei Umsetzung aller genannten Möglichkeiten mit einer Einsparung des Endenergiebedarfs von ca. 16.500 MWh, bzw. einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes um rund 10.300 t/a zu rechnen.

Fernwärme:

Bei der Fernwärme muss berücksichtigt werden, dass in den vergangenen Jahren von den Stadtwerken Hennigsdorf bereits entscheidende Maßnahmen zur Verringerung der CO₂-Emissionen umgesetzt wurden. So lagen die mittleren Kohlendioxidemissionen in den Jahren 2011 bis 2013 im Mittel um rund 17.400 t unter dem Durchschnittswert der Jahre 2006 bis 2008.

Die bereits installierten Biomasseheizkraftwerke können in der gesetzlich gesicherten EEG-Vergütung noch bis rund 2030 weiter betrieben werden, sodass das Ausbaupotenzial der Stromerzeugung im Bereich der Fernwärme auf die Mittellast beschränkt ist. In diesem Bereich sollten die Untersuchungen im Bereich der industriellen Abwärmenutzung intensiviert und anhand eines Detailkonzepts konkretisiert werden. Aufgrund von Voruntersuchungen, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, ist derzeit von einem Stromerzeugungspotenzial (ORC-Prozess) von rund 2.400 MWh/a auszugehen, wodurch die CO₂-Emissionen um ca. 1.500 t pro Jahr verringert werden können.

Darüber hinaus sollte mittel- bis langfristig geprüft werden, ob die Errichtung von dezentralen Wärme- und Kältenetzen (Arealnetzen) ökonomisch sinnvoll umzusetzen ist. In dezentralen Wärmenetzen kann die Stromproduktion z. B. über Grundlast-Blockheizkraftwerke weiter ausgebaut werden, während Kältenetze mit Absorptionskältemaschinen Strom für konventionelle Kompressionskältemaschinen substituieren und eine weitere Wärmesenke in den Sommermonaten darstellen, wodurch die Auslastung und damit die Stromproduktion der vorhandenen Biomassekraftwerke erhöht werden kann. Entsprechende Maßnahmen sind im Detail auf ihre wirtschaftliche und ökologische Rentabilität zu prüfen.

In Tabelle 6 sind die Potenziale hinsichtlich der Energieeffizienzsteigerung bzw. der Energieeinsparung in den einzelnen Verbrauchergruppen im Sektor Strom zusammenfassend dargestellt.

In Summe ergibt sich in den drei Verbrauchergruppen, ausgehend vom Ist-Zustand mit rund 596.500 MWh/a, eine mögliche Einsparung von rund 26.300 MWh/a. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von rund 16.420 t pro Jahr.

Ergänzend zu diesen Maßnahmen kann bis 2030 durch die Erhöhung der Stromproduktion aus Abwärme bei der Fernwärmeerzeugung eine Reduktion der Kohlendioxidemissionen in Höhe von 1.500 t pro Jahr erreicht werden.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie werden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauches und der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich nicht mit tatsächlich sinkendem Stromverbrauch zu rechnen, da erzielte Einsparungen bisher meist durch neue „Anwendungsbereiche“ ausgeglichen werden (sog. Rebound-Effekt).

		Endenergie Ist-Zustand [MWh/a]	Maßnahme	Einspar- potential [%]	Einspar- potential [MWh/a]	Endenergie Soll-Zustand [MWh/a]	CO ₂ - Einsparung [t/a]
Private Haushalte	Endenergie elektrisch	30.400	Steigerung der Elektroeffizienz laut EU- Effizienzrichtlinie 1,5%/a	26%	7.800	22.600	4.870
Kommunale Liegenschaften	Endenergie elektrisch	5.700	Steigerung der Elektroeffizienz laut EU- Effizienzrichtlinie 1,5%/a	26%	1.500	4.200	940
	Straßenbeleuchtung	1.100	HME und NAV auf LED	49%	500	600	310
Industrie	Endenergie elektrisch	559.300	Effizienzsteigerung (verschiedene Maßnahmen)	3%	16.500	542.800	10.300
Summe		596.500			26.300	570.200	16.420

Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotenziale Strom (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.2.2.2 Berechnung der EE-Potenziale

In der nachfolgenden Ermittlung wird eine Datenbasis über das grundsätzliche und langfristig zur Verfügung stehende Potenzial aus diversen erneuerbaren Energiequellen im Stadtgebiet Hennigsdorf zusammengestellt. Als erneuerbare Energien in diesem Sinne werden Energieträger bezeichnet, die im gleichen Zeitraum in dem sie verbraucht werden, wieder neu gebildet werden können oder grundsätzlich in unerschöpflichem Maße zur Verfügung stehen. Das Potenzial erneuerbarer Energien wird nach dem Territorialprinzip betrachtet. Wechselwirkungen zwischen angrenzenden Gemarkungen werden nicht berücksichtigt.

In dieser Studie werden insbesondere Wind- und Wasserkraft, Verfügbarkeit von Biomasse sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitmaßstäbe ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann.

Abbildung 30 (S. 77) gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebots.

Der Potenzialbegriff (Siehe Kapitel A.1.3.2 (S. 76))

Photovoltaik:

Die größte Photovoltaik-Anlage ist mit einer Leistung von 20 kWp ist 2001 auf Initiative der BBG mbH als Großanlage auf dem Gewerbehof Nord installiert worden. Zur Abschätzung der zur Verfügung stehenden Flächen für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieanlagen werden die nachfolgend beschriebenen Annahmen getroffen. Zunächst wird bei der Ermittlung der potenziellen Fläche nicht nach einer photovoltaischen oder solarthermischen Nutzung unterschieden.

Mithilfe der Anzahl der Wohngebäude und Wohnflächen aus dem Zensus 2011, den vorhandenen Dächern der Gewerbe/Industriebetriebe und der Auswertung von Luftbilddaufnahmen können die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeigneten Modulflächen auf den verfügbaren Dachflächen bestimmt werden. Die Modulfläche beschreibt dabei die Fläche, die sich tatsächlich für die Installation von Solarthermie- und Photovoltaikanlagen eignet. Norddächer und Dächer auf Gebäuden mit Denkmalschutz werden dabei nicht berücksichtigt. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Betrachtungsgebiet auf rund 224.000 m².

Das Ziel besteht in der Belegung der geeigneten Dachfläche auf Wohngebäuden (gesamte geeignete Dachflächen abzüglich Flächen für die Solarthermie) zu 50 % durch Photovoltaik-Anlagen. Ausgehend vom heutigen Stand der Technik kann bei der Verwendung von monokristallinen PV-Modulen zur solaren Stromproduktion von einem spezifischen Flächenbedarf von rund 7,5 m²/kWp ausgegangen werden. In Summe steht somit ein Gesamtpotenzial zur Stromerzeugung von ca. 14.800 kWp zur Verfügung. Aktuell sind bereits ca. 1.900 kWp installiert. Wird das Ausbaupotenzial von ca. 12.800 kWp umgesetzt, so steht eine jährlich erzeugte Strommenge durch Photovoltaik-Anlagen von ca. 13.300 MWh/a als Gesamtpotenzial zur Verfügung. Hierbei ist zu beachten, dass insbesondere im Bereich der Wohnungswirtschaft rechtliche Einschränkungen beim Betrieb von PV-Anlagen zu berücksichtigen sind.

Biomasse: (Vergleiche hierzu Kapitel A.1.3.2. (S. 78))

Biogas:

Bei der Abschätzung des Potenzials an Biomasse aus der landwirtschaftlichen Produktion wird in dieser Studie von einem Anbau von Energiepflanzen (z. B. Raps, Mais oder sonstige) auf 5 % der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche

ausgegangen. Nach Rücksprache mit dem Landwirtschaftsamt Oberhavel steht zur Biogaserzeugung eine landwirtschaftliche Nutzfläche von 422 ha zur Verfügung. Davon sind ca. 35 ha nutzbares Ackerland und ca. 245 ha nutzbares Grünland. Die Flächen werden allesamt von kleineren Landwirtschaftsbetrieben außerhalb des Stadtgebiets Hennigsdorf bestellt. Weitere Stoffe für die Vergärung, wie z. B. Gülle, stehen nicht zur Verfügung, da keine landwirtschaftlichen Betriebe in Hennigsdorf angesiedelt sind.

Durch einen wechselnden Anbau verschiedener Energiepflanzen ist das Ertragsspektrum sehr weit. Die Erträge sind von den jährlichen klimatischen Bedingungen sowie von der Art und dem Endprodukt der Pflanze abhängig.

Die Nutzungsmöglichkeiten dieser nachwachsenden Rohstoffe zur Energiewandlung sind ebenfalls sehr vielfältig. Eine Möglichkeit der energetischen Nutzung besteht beispielsweise in Biogasanlagen. Das durch Sie erzeugte Biogas kann in sog. BHKW effizient in Strom und Wärme umgewandelt werden. Der prognostizierte Biogasertrag liegt bei ca. $6.636 \text{ m}^3/(\text{ha}\cdot\text{a})$ an Energiepflanzen. Somit ließe sich mit der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet eine Energiemenge von ca. 760 MWh pro Jahr bereitstellen. Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund $300 \text{ MWh}_{\text{el}}$ und $340 \text{ MWh}_{\text{th}}$ bereitgestellt werden können (Grundlage: $\eta_{\text{th}} = 0,45$; $\eta_{\text{el}} = 0,40$). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.500 Std ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 40 kW.

Die Stadtwerke Hennigsdorf betreiben ein Biomethan-BHKW mit einer installierten elektrischen Leistung von 1.200 kW. Mit diesen Anlagen werden jährlich ca. 6.800 MWh regenerativer Strom bereitgestellt. Da der regenerative Brennstoff Biomethan für das BHKW über das Erdgasnetz bezogen wird und somit die Erzeugung und der Verbrauch örtlich entkoppelt sind, kann kein

Potenzial für die Nutzung von Biomethan erhoben werden.

Windkraft:

Im derzeit gültigen Regionalplan „Prignitz-Oberhavel Sachlicher Teilplan Windenergienutzung“ vom 05.03.2003 ist im Stadtgebiet Hennigsdorf kein „Eignungsgebiet Windenergienutzung“ berücksichtigt. Dementsprechend ist kein Potenzial zur Windkraftnutzung zu identifizieren.

Wasserkraft:

Die Havel ist eine Bundeswasserstraße mit geringem Gefälle, weswegen beim Ausbau der Wasserkraft, laut dem Wasserwirtschaftsamt Oberhavel in Oranienburg, zwangsläufig der Aufbau einer Schleusenanlage notwendig ist, was die Wirtschaftlichkeit der Wasserkraftnutzung stark beeinträchtigt. Dementsprechend erscheint ein wirtschaftlich sinnvoller Ausbau der Wasserkraftnutzung zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

In Tabelle 7 ist der Bestand, das Gesamtpotenzial und das Ausbaupotenzial aller zur Verfügung stehenden erneuerbarer Energien im Sektor Strom zusammengefasst.

In Summe beträgt das regenerativ zur Verfügung stehende Ausbaupotenzial elektrisch ca. 11.730 MWh/a . Anhand der ermittelten Zahlen wird deutlich, dass das örtliche Potenzial, insbesondere im Bereich der Biomassenutzung bereits um ein Vielfaches überschritten wird. Nennenswertes Ausbaupotenzial zur Gewinnung von elektrischem Strom aus regenerativen Quellen ergibt sich in Hennigsdorf lediglich durch die Nutzung von Photovoltaik-Aufdachanlagen.

Potential Erneuerbarer Energien		Bestand	Gesamtpotential	Ausbaupotential
		Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]
Photovoltaik	50 % der geeigneten Fläche	1.560	13.290	11.730
Biomasse*	ORC-Anlage; Waldholz	9.230	-	-
Biogas**	Biomethan-BHKW; Biogasanlagen	6.770	300	-
Windkraft	auf bestehenden Vorrangflächen	-	-	-
Wasserkraft	an der Havel	-	-	-
Summe EE		17.560	13.590	11.730

*Beinhaltet das ORC-Kraftwerk der SW Hennigsdorf und kleine Biomasseheizungen -> Bilanzielle Übernutzung des Potentials

**Beinhaltet das Biomethan BHKW der SW Hennigsdorf -> Bilanzielle Übernutzung des Potentials

Tabelle 7: Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien im Sektor Strom (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.2.2.3 Stromverbrauch und Abwärmenniveau der Wasserpumpen

Mit ungefähr 1.200 MWh/a ist der Wasser-Sektor ein verhältnismäßig kleiner Verbraucher. Die Trinkwasserversorgung der Stadt Hennigsdorf wird von der Osthavelländische Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung GmbH (OWA) ausgeführt. Im Stadtgebiet befinden sich ein Wasserwerk und die in der Liste aufgeführten Verbraucher. Dabei ist zu beachten, dass das Wasserwerk im Verbund mit anderen Anlagen auch umliegende Städte und Gemeinden versorgt. Die Pumpen im Netz sind über Druckmesspunkte drehzahl geregelt. Da die Pumpen drehzahl geregelt sind, gibt es in diesem Bereich allerdings keine

brauchbaren Anknüpfungspunkte für Effizienzverbesserungen im größeren Stil.²⁸

Die Abwasserentsorgung wird ebenfalls von der OWA GmbH als Betriebsführer ausgeführt. Im Bereich der Stadt befinden sich 33 Abwasserpumpwerke mit einem Energieverbrauch von 312 MWh/Jahr. In Tabelle 9 sind die größten Verbraucher aufgeführt (v.a. HPW2). Die gesamte Abwassermenge wird zur KA Wansdorf übergeleitet. Eine Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser wurde bereits überprüft, aber aufgrund des ungleichmäßigen Abwasseranfalls als nicht sinnvoll eingestuft.

²⁸ Daten erhalten von der Osthavelländischen Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung GmbH

lfd. Nr.	Bezeichnung Anlage/ Anlagenteil	Baujahr/ Alter	Kapazität (m ³ /h)	Betriebsstunden (pro Jahr)	Anschlussleistung (kWh)	eingesetzte Energie (kWh)	Abwärmeneiveau (in °C) niedrig (40-120 °C), mittel (120-400 °C), hoch (> 400 °C)	Messsystem/ Art	Genauigkeit/ Kalibrierung	Bemerkungen
41	Netzpumpe 1	1996	400	2.186	75	120.230	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
42	Netzpumpe 2	1996	400	2.590	75	142.450	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
43	Netzpumpe 3	1996	400	2.573	75	141.505	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
44	Netzpumpe 4	1996	400	2.595	75	142.725	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
45	Spülpumpe 1	1996	200	64	18,5	1.184	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
46	Spülpumpe 2	1996	200	213	18,5	3.941	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
47	Kompressor 1	1996	22	953	3	2.859	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
48	Kompressor 2	1996	22	1.407	3	4.221	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
49	Gebälse 1	1996	300	61	15	915	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
50	Gebälse 2	1996	1.400	104	55	5.720	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
51	Dekontaminations- anlage	1998	100		70	132.750	niedrig	Stromzähler	Unterzähler	
52	Brunnen 5	1995	75	3.738	7,5	28.035	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
53	Brunnen 7	1998	71	1.596	7,5	11.970	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
54	Brunnen 8	2005	75	3.234	5,5	17.787	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
55	Brunnen 10	1999	50	1.560	3	4.680	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
56	Brunnen 11	2004	58	1.590	3	4.770	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
57	Brunnen 13	1995	61	28	5,5	154	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
58	Brunnen 14	2005	53	134	6,6	884	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
59	Brunnen 15	2009	55	5	5,5	28	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
60	Brunnen 16	2009	55	3	5,5	17	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
61	Brunnen 21	2005	52	7.105	5,5	39.078	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	

lfd. Nr.	Bezeichnung Anlage/ Anlagenteil	Baujahr/ Alter	Kapazität (m ³ /h)	Betriebsstunden (pro Jahr)	Anschlussleistung (kWh)	eingesetzte Energie (kWh)	Abwärmeniveau (in °C) niedrig (40-120 °C), mittel (120-400 °C), hoch (> 400 °C)	Messsystem/ Art	Genauigkeit/ Kalibrierung	Bemerkungen
62	Brunnen 22	2005	52	1	5,5	6	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
63	Brunnen 23	2003	53	3.150	5,5	17.325	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
64	Brunnen 25	2005	50	1.718	5,5	9.449	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
65	Brunnen 29	2005	65	2.090	7,5	15.675	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
66	Brunnen 30	2013	52	849	5,5	4670	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
67	Sonstiges					28.802	niedrig	Stromzähler	Netzbetreiber	
	Summe WW Hennigsdorf					881.830				

 Tabelle 8: Stromverbrauch und Abwärmeniveau der Wasserpumpen des Wasserwerks Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015) ²⁸

lfd. Nr.	Bezeichnung Anlage/ Anlagenteil	Baujahr/ Alter	Kapazität (m ³ /h)	Betriebsstunden (pro Jahr)	Anschlussleistung (kWh)	eingesetzte Energie (kWh)	Abwärmeniveau (in °C) niedrig (40-120 °C), mittel (120-400 °C), hoch (> 400 °C)	Messsystem/ Art	Genauigkeit/ Kalibrierung	Bemerkungen
68	Pumpe 1	1994	500	1.755	74	12.9870	niedrig	Betriebsstunden	Betriebsmessung	
69	Pumpe 2	1994	650	192	200	23.424	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
70	Pumpe 3	1994	650	361	200	44.042	niedrig	FU intern	Betriebsmessung	Drehzahl geregelt
71	Sonstiges					1.438	niedrig	Stromzähler	Netzbetreiber	
	Summe WW Hennigsdorf					198.774				

 Tabelle 9: Stromverbrauch und Abwärmeniveau der Wasserpumpen des Hauptpumpwerks 2 Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015) ²⁸

A.2.3 Szenarien zur CO₂-Entwicklung

Bei der Darstellung der zukünftigen Entwicklung des elektrischen Endenergiebedarfs und der damit einhergehenden Kohlendioxidemissionen muss im Rahmen dieses Klimaschutzrahmenkonzepts darauf hingewiesen werden, dass in den letzten Jahren bereits erhebliche CO₂-Einsparungen durch die Inbetriebnahme der beiden Bioenergieheizkraftwerke der Stadtwerke Hennigsdorf erreicht werden konnten. Aus diesem Grund sind die weiteren Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 limitiert: Beide Bioenergieheizkraftwerke können noch bis mindestens 2030 im Rahmen der zugesicherten Vergütung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz betrieben werden. Trotzdem konnten verschiedene Potenziale zu Vermeidung konventioneller Energien (z. B. Kohle, Erdgas) identifiziert werden.

Es ergibt sich das in Abbildung 36 dargestellte Bild der elektrischen Endenergieverbrauchssituation in der Stadt Hennigsdorf im Ist-Zustand und dem Jahr 2030.

Derzeit werden in Hennigsdorf jährlich ca. 597.000 MWh Strom verbraucht. Die Bereitstellung an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Photovoltaik, Biomasse-KWK), welche im Betrachtungsgebiet bereits erzeugt wird, entspricht einem Anteil von rund 3 % am Gesamtverbrauch.

Bei einer Umsetzung der ermittelten Effizienzsteigerungspotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen, die sich in Summe auf jährlich rund 26.300 MWh Endenergie beziffern, ergibt sich eine mittlere Gesamteffizienzsteigerung von ca. 4 % im Bereich der elektrischen Energie. Es verbleibt ein Restbedarf von rund 570.000 MWh elektrischer Endenergie pro Jahr.

Neben der Verringerung der Nutzung konventioneller (fossiler) Ressourcen ist auch die Reduktion des Kohlendioxidausstoßes von großer Bedeutung für den Klimaschutz.

Durch das Ausbaupotenzial im Bereich der erneuerbaren Energien (PV-Anlagen) könnten nach Umsetzung aller Maßnahmen und der kompletten Ausschöpfung der dargestellten Potenziale zusätzlich rund 12.000 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden.

Neben den erläuterten Maßnahmen ist eine weitere Möglichkeit, den CO₂-Ausstoß zu senken, die Optimierung des bestehenden Fernwärmenetzes (z. B. Zubau von KWK-Anlagen) und die Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien. Hierbei ist zu beachten, dass die bestehenden Grundlast-Biomasse-Anlagen bis zum Jahr 2030 weiter betrieben werden können, wodurch keine weiteren Grundlastaggregate eingesetzt werden können. Im Mittellastbereich kann entweder eine Nutzung der Abwärme oder der Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen. Hier ist die Nutzung von bereits vorhandener Abwärme dem Einsatz von KWK-Anlagen vorzuziehen. Aus diesem Grund werden in diesem Klimaschutz-Rahmenkonzept bei der Fernwärmeerzeugung nur Substitutionspotenziale im Strombereich für die Nutzung von Abwärme über einen sog. ORC-Prozess berücksichtigt, welche sich auf jährlich rund 2.400 MWh belaufen.

In Abbildung 37 ist die Entwicklung des CO₂-Ausstoßes im Sektor Strom unter Berücksichtigung der erläuterten Maßnahmen dargestellt.

Ausgehend vom CO₂-Ausstoß im Ist-Zustand von ca. 372.000 t pro Jahr im Sektor Strom lässt sich durch die beschriebenen Maßnahmen eine Reduktion der Kohlendioxidemissionen auf ca. 346.000 t erreichen.

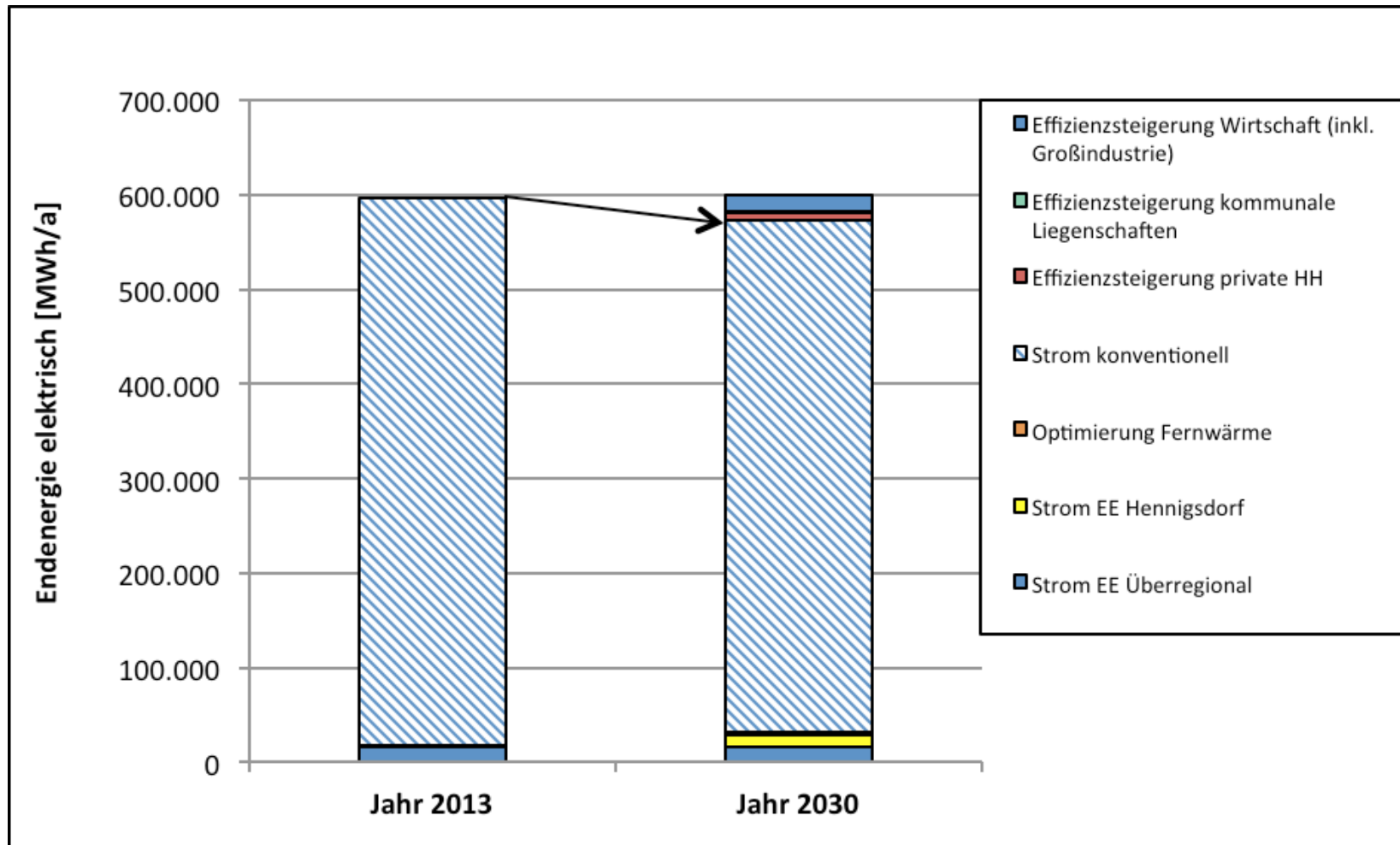


Abbildung 36: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030 (B.A.U.M./IfE, 2015)

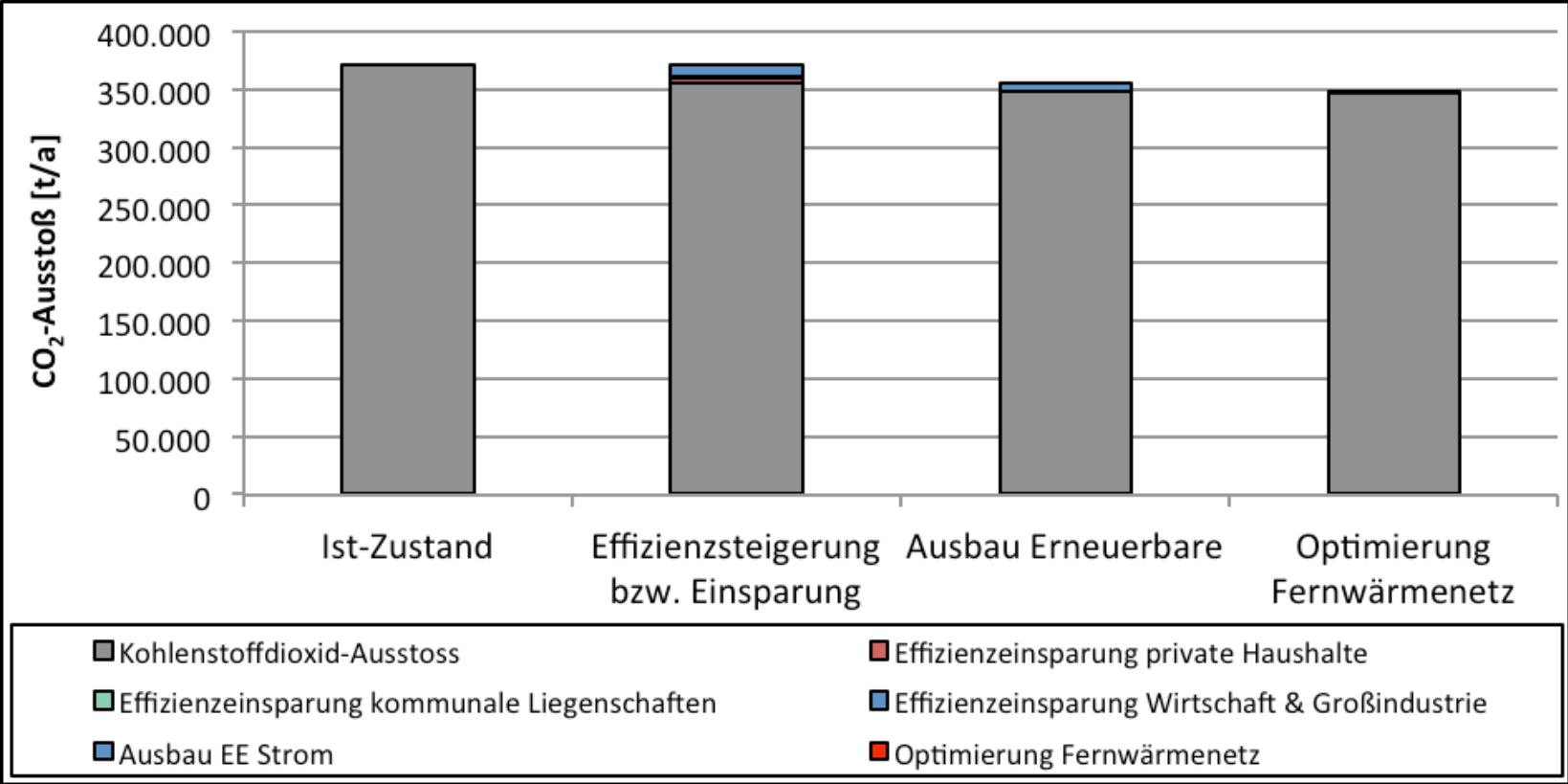


Abbildung 37: Minderungspotenziale des CO₂-Ausstoßes vom Ist- Zustand bis zum Jahr 2013 im Sektor Strom (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.3 Sektor Verkehr

A.3.1 Arbeitsmaterialien

Für die Bestandsanalyse im Verkehrsbereich wurden folgende regionale Informationsquellen und Arbeitsmaterialien herangezogen:

Materialien	Quelle
Einwohnerentwicklung (1990-2013, 2030)	LBV Brandenburg
Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (1999-2013)	Statistikservice Ost der Agentur für Arbeit
Fahrzeugbestand nach Fahrzeugarten (1993-2013)	Abfrage beim Kraftfahrtbundesamt
Treibstoffverbrauch der Kommunalen Flotte (2011-2013)	Abfrage bei der Gemeinde Hennigsdorf
Berichte und Konzepte zur Verkehrsentwicklung in Hennigsdorf (Radverkehrskonzept, Klimaschutzkonzept, VEP, INSEK)	Stadt Hennigsdorf (1997) Verkehrsentwicklungsplan Hennigsdorf Radverkehrskonzept. Stadt Hennigsdorf (2010) Gemeinsames Klimaschutzkonzept für die drei Städte im Regionalen Wachstumskern Oranienburg – Hennigsdorf – Velten (RWK O-H-V). Stadt Hennigsdorf (2011) Verkehrsentwicklungsplanung 2010. Stadt Hennigsdorf (2011) Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) Stadt Hennigsdorf - Fortschreibung 2010/2011.
Onlinesoftware zur Berechnung der Energie- und CO₂-Bilanz	ECOSPEED Region, ECOSPEED AG

Tabelle 10: Regionale Informationsquellen und Arbeitsmaterialien für den Bereich Verkehr (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.3.2 ECOSPEED Region

A.3.2.1 Methodik ECOSPEED Region

Für die Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz wird die internet-basierte Software ECOSPEED Region verwendet. ECOSPEED Region ist ein Online-Werkzeug zur Berechnung und Simulation von Energie- und Treibhausgasbilanzen, welches im Rahmen der Erstellung des vorliegenden Klimaschutz-Rahmenkonzeptes Anwendung findet. Diese Software wird vom europäischen Klima-Bündnis²⁹, dem European Energy Award^{®30} und dem Konvent der Bürgermeister (Covenant of Mayors)³¹ empfohlen. Entwickelt wurde sie unter Berücksichtigung der neuesten international etablierten Standards und Methoden sowie der aktuellen Umweltdaten von der Züricher Firma ECOSPEED AG³².

In einem ersten Schritt werden für die Energie- und CO₂-Bilanzierungen bundes- und – wo verfügbar – landesweite Durchschnittswerte herangezogen und auf die jeweilige Region heruntergebrochen (Territorialprinzip). Die Einwohnerzahlen, die Beschäftigtenzahlen und die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge

²⁹ Das europäische Klima-Bündnis ist ein Netzwerk von mehr als 1.600 Städten, Gemeinden und Landkreisen in 20 europäischen Ländern, die sich verpflichtet haben, das Weltklima zu schützen. Bundesländer, Verbände und andere Organisationen wirken als assoziierte Mitglieder mit.

³⁰ Der European Energy Award[®] (eea[®]) ist ein Programm für eine umsetzungsorientierte Energie- und Klimaschutzpolitik in Städten, Gemeinden und Landkreisen. Der eea[®] ist ein Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren, mit dem die Energie- und Klimaschutzaktivitäten der Kommune erfasst, bewertet, geplant, gesteuert und regelmäßig überprüft werden können. Siehe <http://www.european-energy-award.de>.

³¹ Der Konvent der Bürgermeister ist eine offizielle europäische Bewegung, im Rahmen derer sich die beteiligten Städte freiwillig zur Steigerung der Energieeffizienz und Nutzung nachhaltiger Energiequellen verpflichten. Selbst auferlegtes Ziel der Unterzeichner des Konvents ist es, die energiepolitischen Vorgaben der Europäischen Union zur Reduzierung der CO₂-Emissionen um 20 % bis zum Jahr 2020 zu übertreffen. Siehe http://www.konventderbuergermeister.eu/index_de.html.

³² Siehe <http://www.ecospeed.ch>.

bilden die wichtigsten Eingangsgrößen für die Ermittlung des Energieverbrauchs nach dem Territorialprinzip. Die Bilanzierungsmethode nach ECOSPEED Region kombiniert das Territorialprinzip mit der Möglichkeit regionale Daten, je nach Verfügbarkeit, im Verursacher- und Absatzprinzip zu ergänzen (Abbildung 38). In einem zweiten Schritt werden danach die regionalen Daten eingepflegt und die Aussagekraft der Bilanz weiter gesteigert.

Durch die Verwendung von ECOSPEED Region können die Ergebnisse für Hennigsdorf mit anderen Regionen, deren Bilanz ebenfalls mit diesem Werkzeug erstellt wurde, verglichen werden. Die Vergleichbarkeit resultiert aus der vorgegebenen Struktur, den methodischen Vorgaben und der umfangreichen und aktuellen Datenbank für Energie-, Emissions- und andere Umweltfaktoren, die im Programm hinterlegt ist und regelmäßig aktualisiert wird. ECOSPEED Region ermöglicht auch über mehrere Jahre hinweg einen transparenten Bilanzierungsprozess. Änderungen in den Datengrundlagen oder der Methodik können jederzeit nachvollzogen werden.

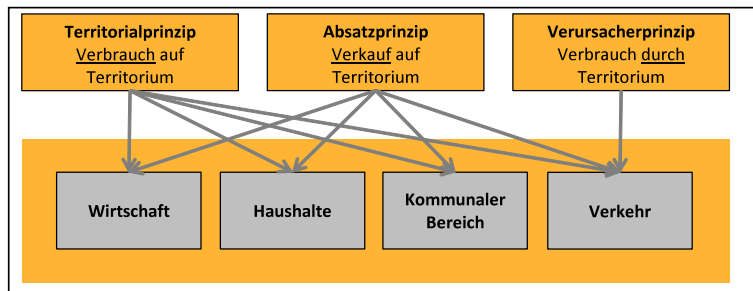


Abbildung 38: Bilanzierungsprinzipien für Energie und CO₂ (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.3.2.2 Methodik der Bilanzierung im Bereich Verkehr

Der Endenergieverbrauch durch den Verkehr setzt sich aus den fünf Bereichen Personennahverkehr, Personenfernverkehr, Straßengüterverkehr, sonstiger Güterverkehr und land- und forstwirtschaftlicher Maschinen zusammen. Der Treibstoffmix berechnet sich jeweils aus den entsprechenden Fahrleistungen multipliziert mit dem spezifischem Verbrauch und dem Treibstoff-Mix (Abbildung 39). In der Regel liegt in den Untersuchungsregionen kein vollständiges Zahlenmaterial zur tatsächlichen Fahrleistung vor, sodass die Anwendung einer einheitlichen Methodik in den fünf Verkehrsarten nicht umsetzbar wäre. Die Anwendung des Verursacherprinzips im Bereich Verkehr wird deshalb dem Territorialprinzip vorgezogen, d. h. es gehen alle Verbrauchswerte der Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen der Region in die Berechnung ein, auch wenn die zurückgelegten Wegstrecken außerhalb des Gebietes liegen. Da Bürgerinnen und Bürger als auch Unternehmen aus der Untersuchungsregion auch für verkehrsbedingte Emissionen außerhalb des Landkreises verantwortlich sind, gewährleistet dieses einheitliche - und von den meisten Kommunen verwendete - Vorgehen auch die Vermeidung von Doppeltbilanzierungen bzw. unvollständigen Bilanzierungen.

A.3.2.3 Datenbasis und Vorgehen in Hennigsdorf

Die Einwohnerzahlen, die Anzahl der sozialversicherungspflichtige Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und die Zahl der zugelassenen Fahrzeuge bilden die wichtigsten Eingangsgrößen für die Ermittlung des Energieverbrauchs einer Kommune. Diese werden, nach Berechnung einer vorläufigen Startbilanz, durch regionale Verbrauchsdaten ergänzt. Bei Arbeitsaufnahme im Jahr 2014 lagen die aktuellsten, vollständigen Daten für das Jahr 2013 vor. Die Zahlen zu den Beschäftigten in der einheitlichen Klassifizierung der Wirtschaftszweige, wie sie seit 1973

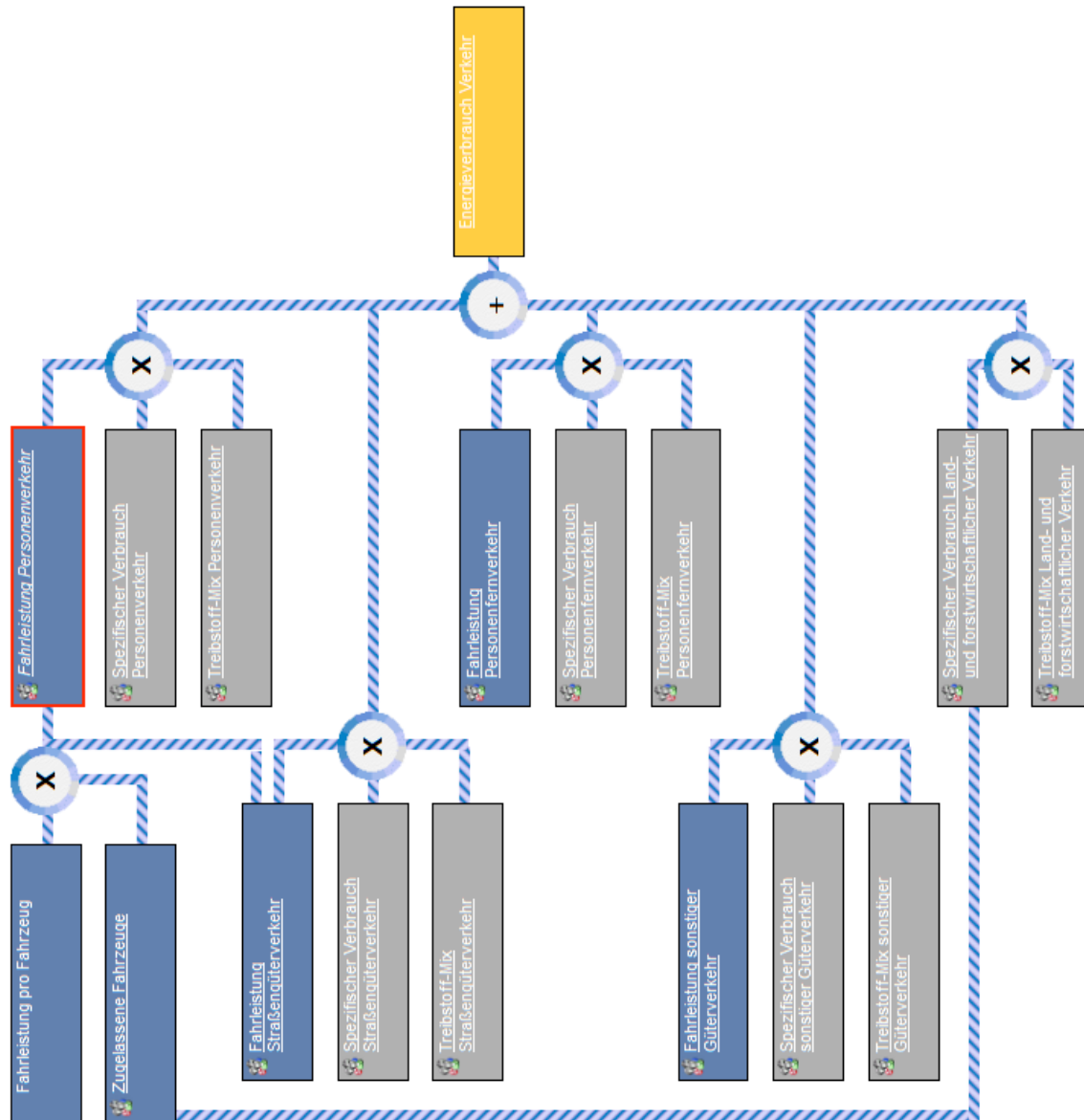


Abbildung 39: Berechnungsmodell nach ECOSPEED Region (ECOSPEED AG, 2014)

(WZ'73) bzw. 1993 (WZ'93) vom statistischen Bundesamt geführt werden, liegen rückwirkend ab dem Jahr 1999 vor. Die Energie- und CO₂-Bilanz für Hennigsdorf kann somit von 1999 bis 2013 berechnet werden.

Für das Jahr 2013 konnten die tatsächlichen Energieverbräuche für Strom und Wärme nach Energieträger ermittelt werden. Die in der Startbilanz errechneten bundes- bzw. landesweiten Durchschnittswerte wurden durch diese tatsächlichen Verbrauchswerte ersetzt und – um Sprünge in der Historie zu vermeiden – bis zum Jahr 1990 zurückgerechnet. Selbiges gilt für die Energieproduktion (Wärme und Strom) nach Energieträgern in Hennigsdorf.

Zur Gewährleistung einer verkehrsartenübergreifend einheitlichen und kommunal vergleichbaren Bilanzierungsmethodik im Verkehr, wurden die Daten der Startbilanz (berechnet aus den nationalen Fahrleistungen³³) basierend auf dem Inländerprinzip (auf Landesterritorium gefahrene Kilometer), beibehalten. Allerdings konnten die Treibstoffverbräuche der kommunalen Fahrzeugflotte für die Jahre 2011 bis 2013 erhoben werden. Diese wurden – ohne den errechneten Treibstoffverbrauch zu verändern – ins System eingespeist und können somit als eigene Verbrauchergruppe dargestellt werden (Vorbildfunktion der Kommune).

A.3.2.4 Bestands- und Ergebnistabellen im Bereich Verkehr

Zugelassene Fahrzeuge	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Motorräder	578	627	664	735	794	829	852	846
Personenwagen	12.129	12.274	12.389	12.533	12.656	12.615	12.707	12.907
Sattelzugmaschinen (große LKW)	26	25	26	25	27	25	12	6
LkW	1.129	1.130	1.109	1.046	1.107	1.226	1.527	1.648
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	14	11	10	10	11	13	14	15

Zugelassene Fahrzeuge	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Motorräder	868	858	880	897	932	961	1.379	
Personenwagen	12.822	11.616	11.576	11.626	11.743	11.871	12.974	
Sattelzugmaschinen (große LKW)	7	12	12	18	26	37	25	
LKW	1.635	1.559	1.495	1.421	1.346	1.312	982	
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	15	14	14	11	14	19	14	

Tabelle 11: Anzahl zugelassene Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp in Hennigsdorf (1999 - 2013)
(B.A.U.M./IfE, 2015)

³³ Diese Daten stammen aus der Tremod-Studie vom ifeu-Institut und aus den Publikationen des DIW.

Kategorien Personenverkehr	Einheit	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Motorräder	Mio. Pkm	2,07	2,31	2,44	2,44	2,68	2,80	2,82	2,83
Personenwagen	Mio. Pkm	229,70	240,44	241,40	247,18	245,65	248,14	242,86	245,27
Linienbusse	Mio. Pkm	10,08	10,21	10,11	9,77	9,81	9,50	9,50	9,60
Straßenbahn/U-Bahn	Mio. Pkm	4,42	4,52	4,62	4,72	4,70	4,75	4,85	4,88
Schiennahverkehr/S-Bahn	Mio. Pkm	12,40	12,53	12,94	12,22	12,63	12,85	13,69	14,07
Flugverkehr	Mio. Pkm	42,46	45,59	44,48	43,45	44,44	50,51	53,75	55,74
Schienepersonenfernverkehr	Mio. Pkm	11,13	11,58	11,31	10,46	10,07	10,24	10,67	10,89
Personenschifffahrt	Mio. Pkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nutzfahrzeuge	Mio. tkm	28,80	28,28	27,30	25,03	26,79	29,54	34,74	37,25
Schiengüterverkehr	Mio. tkm	22,83	24,03	22,14	22,46	22,74	24,96	24,37	25,84
Schiffsgüterverkehr	Mio. tkm	17,72	18,36	16,83	17,02	15,06	16,50	15,53	15,04

Kategorien Personenverkehr	Einheit	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Motorräder	Mio. Pkm	2,43	2,62	2,62	2,68	2,84	2,93	4,20
Personenwagen	Mio. Pkm	242,65	247,33	250,05	250,28	253,49	256,26	280,07
Linienbusse	Mio. Pkm	9,23	9,10	9,11	9,11	8,90	8,94	8,97
Straßenbahn/U-Bahn	Mio. Pkm	4,92	4,95	5,13	5,15	5,15	5,17	5,19
Schiennahverkehr/S-Bahn	Mio. Pkm	14,16	14,78	15,04	15,20	15,50	15,56	15,62
Flugverkehr	Mio. Pkm	58,86	59,60	57,80	61,40	63,00	63,27	63,50
Schienepersonenfernverkehr	Mio. Pkm	10,75	11,12	10,99	11,42	11,08	11,13	11,17
Personenschifffahrt	Mio. Pkm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nutzfahrzeuge	Mio. tkm	42,88	41,29	38,54	37,09	35,71	35,91	26,63
Schiengüterverkehr	Mio. tkm	27,82	27,08	23,93	27,32	28,43	29,82	30,75
Schiffsgüterverkehr	Mio. tkm	15,28	14,62	13,47	15,43	13,44	14,10	14,54

Tabelle 12: Fahrleistungen durch Bürger und Bürgerinnen sowie der Wirtschaft aus Hennigsdorf (1999 – 2013) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Motorräder	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Benzin	Privat	229	296	273	320	351	366	362	363	311	336	336	343	364	376	539
Motorräder	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Benzin	Privat	33.543	32.762	31.322	31.077	29.900	29.172	27.317	26.428	25.128	25.240	24.518	23.553	23.471	23.721	25.930
Personenwagen	Benzin	Kommunale Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	32	30
Personenwagen	Diesel	Privat	5.418	6.208	6.898	7.767	8.164	8.985	9.305	10.376	10.781	10.873	11.500	12.021	12.335	12.469	13.628
Personenwagen	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 13: Treibstoffverbrauch (Endenergie) des motorisierten Individualverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Linienbusse	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Diesel	Privat	893	890	873	837	832	777	774	745	700	672	664	655	633	635	638
Linienbusse	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	22	22	23	23	24	23	23	23
Linienbusse	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Privatbusse	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Strom	Privat	338	349	354	357	359	347	339	331	336	316	323	319	325	326	328
Straßenbahn/U-Bahn	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Strom	Privat	734	794	757	751	859	729	696	662	632	618	630	632	610	613	615
Schienennahverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Diesel	Privat	517	547	494	437	411	436	457	423	437	474	471	456	454	456	458
Schienennahverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 14: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Personennahverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Flug	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Kerosin	Privat	7.104	7.556	7.373	7.297	7.369	7.527	8.666	9.053	9.348	9.418	9.225	9.095	8.591	8.627	8.659
Flug	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Strom	Privat	526	501	479	476	499	473	470	471	480	441	436	419	419	421	423
Schienenfernverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Diesel	Privat	52	44	36	25	21	22	20	20	18	19	17	16	15	15	15
Schienenfernverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienenfernverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 15: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Personenfernverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Nutzfahrzeuge	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Benzin	Privat	546	506	463	407	402	403	435	428	455	378	345	317	288	290	215
Nutzfahrzeuge	Diesel	Privat	20.746	20.478	19.662	17.916	18.810	20.666	24.202	26.734	30.365	29.013	26.918	25.843	24.368	24.507	18.169
Nutzfahrzeuge	Diesel	Kommunale Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Nutzfahrzeuge	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Strom	Privat	570	551	484	472	463	484	471	478	511	467	409	458	481	504	520
Schienengüterverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Diesel	Privat	163	145	167	145	139	142	132	123	118	107	96	105	101	105	109
Schienengüterverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Diesel	Privat	292	264	240	213	217	241	246	206	125	95	204	210	192	202	208
Schiffsgüterverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 16: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Güterverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Diesel	Privat	58	46	41	41	45	53	56	60	59	57	56	43	54	73	54
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 17: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im land- und forstwirtschaftlichen Verkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Motorräder	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Benzin	Privat	229	296	273	320	351	366	362	363	311	336	336	343	364	376	539
Motorräder	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motorräder	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Benzin	Privat	33.543	32.762	31.322	31.077	29.900	29.172	27.317	26.428	25.128	25.240	24.518	23.553	23.471	23.721	25.930
Personenwagen	Benzin	Kommunale Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	32	30
Personenwagen	Diesel	Privat	5.418	6.208	6.898	7.767	8.164	8.985	9.305	10.376	10.781	10.873	11.500	12.021	12.335	12.469	13.628
Personenwagen	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenwagen	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 18: CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des motorisierten Individualverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Linienbusse	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Diesel	Privat	893	890	873	837	832	777	774	745	700	672	664	655	633	635	638
Linienbusse	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	22	22	23	23	24	23	23	23
Linienbusse	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linienbusse	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Strom	Privat	338	349	354	357	359	347	339	331	336	316	323	319	325	326	328
Straßenbahn/U-Bahn	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Straßenbahn/U-Bahn	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Strom	Privat	734	794	757	751	859	729	696	662	632	618	630	632	610	613	615
Schienennahverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Diesel	Privat	517	547	494	437	411	436	457	423	437	474	471	456	454	456	458
Schienennahverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienennahverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 19: CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des öffentlichen Personennahverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Flug	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Kerosin	Privat	7.104	7.556	7.373	7.297	7.369	7.527	8.666	9.053	9.348	9.418	9.225	9.095	8.591	8.627	8.659
Flug	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flug	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Strom	Privat	526	501	479	476	499	473	470	471	480	441	436	419	419	421	423
Schienernverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Diesel	Privat	52	44	36	25	21	22	20	20	18	19	17	16	15	15	15
Schienernverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienernverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Diesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personenschiffahrt	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 20: CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des öffentlichen Personenfernverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Nutzfahrzeuge	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Benzin	Privat	546	506	463	407	402	403	435	428	455	378	345	317	288	290	215
Nutzfahrzeuge	Diesel	Privat	20.746	20.478	19.662	17.916	18.810	20.666	24.202	26.734	30.365	29.013	26.918	25.843	24.368	24.507	18.169
Nutzfahrzeuge	Diesel	Kommunale Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Nutzfahrzeuge	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nutzfahrzeuge	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Strom	Privat	570	551	484	472	463	484	471	478	511	467	409	458	481	504	520
Schienengüterverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Diesel	Privat	163	145	167	145	139	142	132	123	118	107	96	105	101	105	109
Schienengüterverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schienengüterverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Diesel	Privat	292	264	240	213	217	241	246	206	125	95	204	210	192	202	208
Schiffsgüterverkehr	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schiffsgüterverkehr	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 21: CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des Güterverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Fahrzeug-kategorien	Energieträger Verkehr	Verursacher-kategorie	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Einheit			MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Strom	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Benzin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Diesel	Privat	58	46	41	41	45	53	56	60	59	57	56	43	54	73	54
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Kerosin	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Erdgas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Biogase	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Flüssiggas	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Pflanzenöl	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Land- und forstwirtschaftliche Maschinen	Biodiesel	Privat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

 Tabelle 22: CO₂-Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs im land- und forstwirtschaftlichen Verkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.4 Gesamtbilanz

A.4.1 Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a

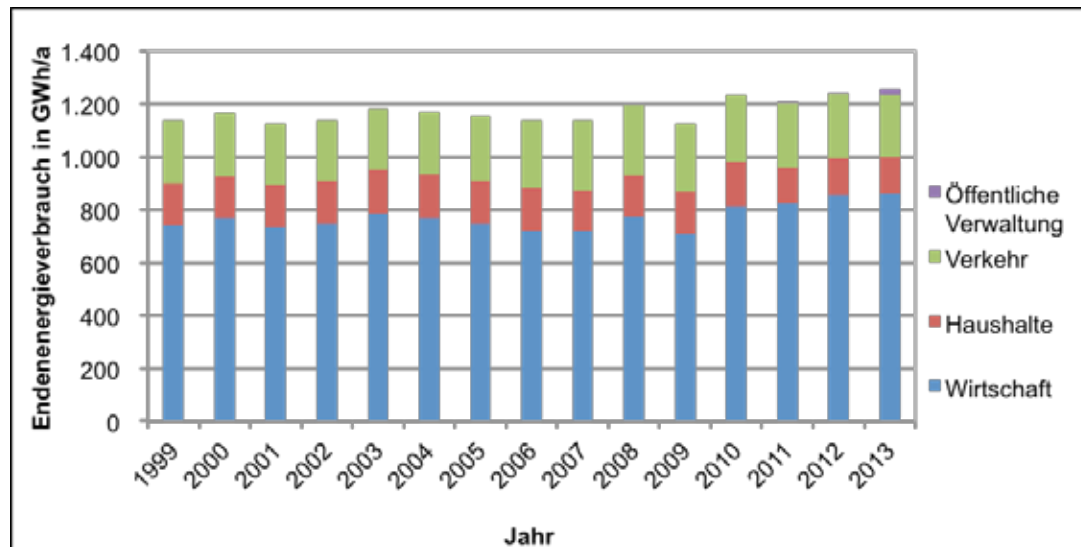


Abbildung 40: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015) (B.A.U.M./IfE, 2015)

Bereiche (W,H,V,ÖH)	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Wirtschaft	743	769	732	749	786	769	748	722	722	774	710	813	824	857	859
Haushalte	155	154	163	160	166	164	161	158	150	156	158	169	137	137	139
Verkehr	239	239	233	228	229	236	248	258	268	264	256	250	244	246	236
Öffentliche Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Summe	1.137	1.163	1.128	1.137	1.182	1.169	1.156	1.138	1.140	1.194	1.124	1.232	1.205	1.240	1.254

Tabelle 23: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.4.2 Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a

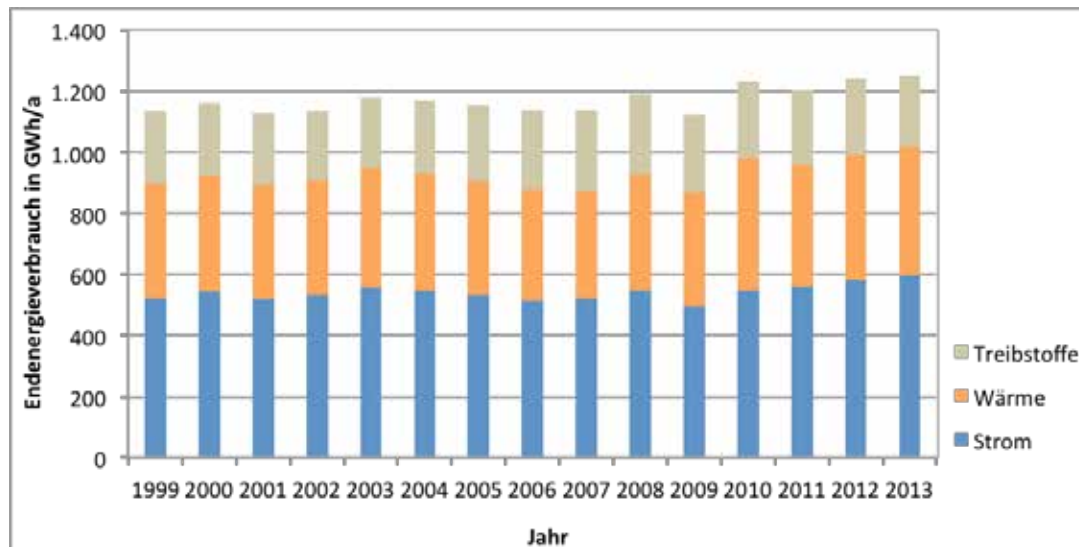


Abbildung 41: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a im Jahr 2013

Nutzungsart	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Strom	522	545	518	534	556	548	534	516	523	549	495	547	561	582	597
Wärme	376	378	377	375	397	385	374	364	349	381	373	435	399	412	421
Treibstoffe	239	239	233	228	229	236	248	258	268	264	256	250	244	246	236
Summe	1.137	1.163	1.128	1.137	1.182	1.169	1.156	1.138	1.140	1.194	1.124	1.232	1.205	1.240	1.254

Tabelle 24: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.4.3 CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a

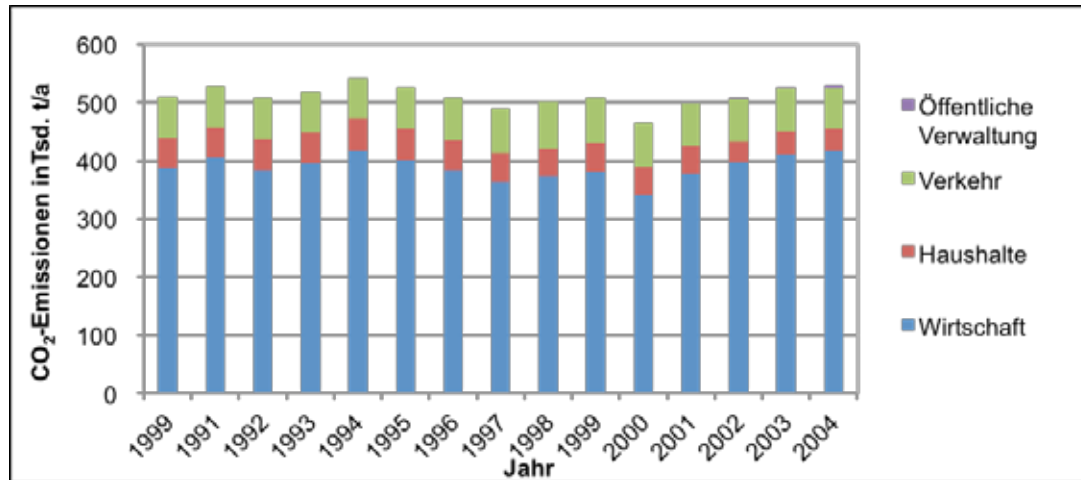


Abbildung 42: CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

Bereiche (W,H,V,ÖH)	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Wirtschaft	387	406	384	396	418	402	383	363	373	381	342	378	397	412	417
Haushalte	52	51	54	54	55	54	51	50	49	49	47	46	37	38	38
Verkehr	72	72	70	69	69	71	74	77	80	79	76	75	73	74	71
Öffentliche Verwaltung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Summe	511	529	508	518	542	527	509	490	502	509	465	499	507	524	531

Tabelle 25: CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.4.4 CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a

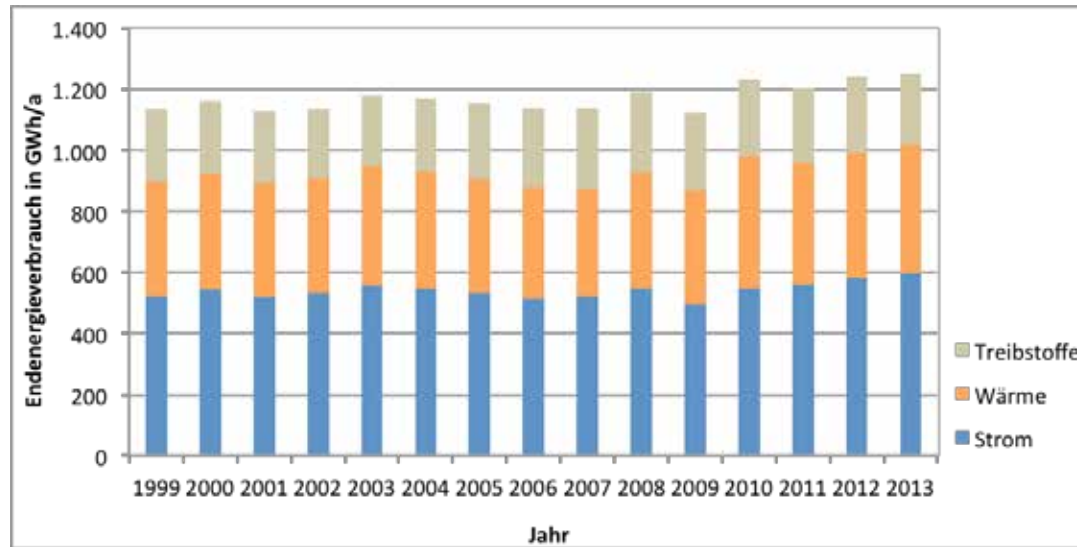


Abbildung 43: CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

Nutzungsart	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Strom	345	364	344	356	374	360	344	325	337	338	303	330	350	363	372
Wärme	94	94	93	93	99	96	90	88	85	93	86	94	84	87	89
Treibstoffe	72	72	70	69	69	71	74	77	80	79	76	75	73	74	71
Summe	511	529	508	518	542	527	509	490	502	509	465	499	507	524	531

Tabelle 26: CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

A.4.5 Pro-Kopf- CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a)

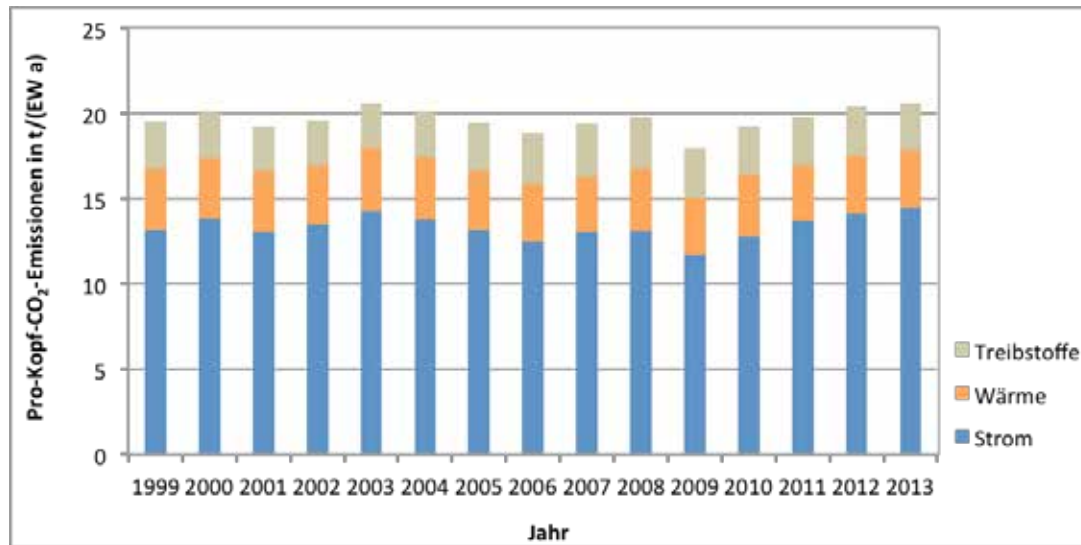


Abbildung 44: Pro-Kopf-CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a) im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

Nutzungsart	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Strom	13,2	13,8	13,0	13,5	14,2	13,8	13,2	12,5	13,0	13,1	11,7	12,7	13,7	14,1	14,4
Wärme	3,6	3,6	3,5	3,5	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,6	3,3	3,6	3,3	3,4	3,4
Treibstoffe	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,7
Summe	19,5	20,1	19,3	19,6	20,6	20,2	19,5	18,8	19,4	19,8	18,0	19,3	19,8	20,4	20,6

Tabelle 27: Pro-Kopf-CO₂-Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a) im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)

B Literaturverzeichnis

B.A.U.M./IfE. (2015). *Eigene Berechnung, bzw. eigene Darstellung.*

BMWi. (15. Januar 2015). *Erneuerbare Energien auf einen Blick.* Von <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien-auf-einen-blick.html> abgerufen

Bundesagentur für Arbeit. (2014). *Arbeitsmarkt in Zahlen - Beschäftigungsstatistik. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wohn- und Arbeitsort mit Pendlerdaten.* Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit.

Bundesregierung. (2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung.* Berlin.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) - Institut für Verkehrsforschung. (2013). *Analyse aktueller Szenarien zur Entwicklung des Verkehrs in Deutschland und dessen Umweltwirkungen.* Heidelberg, Berlin, Ottobrunn, Leipzig.

ECOSPEED AG. (2014). *ECOSPEEDRegion.*

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2014). *Basisdaten Bioenergie Deutschland 2014. Festbrennstoffe - Biokraftstoffe - Biogas.* Rostock.

Fraunhofer ISI. (2013). *Forschung für ein nachhaltiges Strom-Wärme-System - Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2013.*

Kraftfahrt-Bundesamt. (1993-2006). *Statistische Mitteilungen des Kraftfahrt-Bundesamtes - Sonderheft 3 zur Reihe 2.* Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt.

Kraftfahrt-Bundesamt. (2007-2013). *Fahrzeugzulassungen (FZ) Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden.* Flensburg: Kraftfahrt-Bundesamt.

Pflüger-Grone, H. (2006). *Aspekte der energetischen Holzverwertung* Von http://www.nw-fva.de/fileadmin/user_upload/Sachgebiet/Waldzustand_Boden/Bildungsprogramm%202006,%20Lehrgang%20vom%2030.10.2006/Pflueger-Grone_Aspekte%20der%20energetischen%20Holzverwertung.pdf abgerufen

Stadt Hennigsdorf. (1997). *Verkehrsentwicklungsplanung. Radverkehrskonzept.* Hennigsdorf.

Stadt Hennigsdorf. (2010). *Gemeinsames Klimaschutzkonzept für die drei Städte im Regionalen Wachstumskern Oranienburg – Hennigsdorf – Velten (RWK O-H-V).* Hennigsdorf.

Stadt Hennigsdorf. (2011). *Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) Stadt Hennigsdorf - Fortschreibung 2010/2011.* Hennigsdorf.

Stadt Hennigsdorf. (2011). *Verkehrsentwicklungsplanung 2010.* Hennigsdorf.

Stadt Hennigsdorf. (2015). *Integriertes Stadtentwicklungskonzept (INSEK) Stadt Hennigsdorf - Fortschreibung 2013/14 (noch nicht abgeschlossen).* Hennigsdorf.

Statista GmbH. (13. 01 2015). *www.statista.com.* Von <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167877/umfrage/co-emissionen-nach-laendern-je-einwohner/> abgerufen

Universität Kassel. (2010). *Geothermie-Vorlesung im SS 2010.* Kassel.

C Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Endenergiebedarf im Jahr 2013 nach Sektoren in der Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015).....	13
Abbildung 2: Energiebedarf (Endenergie) und CO ₂ -Ausstoß (inklusive Vorkette) in der Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (inklusive Industriebetriebe) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	14
Abbildung 3: Wärmeverbrauch nach Energieträgern für die Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	16
Abbildung 4: Wärmeverbrauch nach Energieträgern für die Stadt Hennigsdorf im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	18
Abbildung 5: Strom und Wärmeproduktion in den Heiz- und Heizkraftwerken der Stadtwerke Hennigsdorf GmbH (Stadtwerke Hennigsdorf) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	19
Abbildung 6: CO ₂ -Emissionen im Verkehr in Hennigsdorf nach Verkehrsarten (1999-2013), (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014).....	20
Abbildung 7: Möglichkeiten zur Senkung des CO ₂ -Ausstoßes (inklusive Industriebetriebe) (B.A.U.M./IfE, 2015)	23
Abbildung 8: Szenario Treibstoffe – CO ₂ -Emissionen durch die Nutzung von Treibstoffen in den Jahren 2013 und 2030 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)	27
Abbildung 9: Jährliches CO ₂ -Minderungspotenzial durch lokale und regionale Maßnahmen in Hennigsdorf im Vergleich zu 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	28
Abbildung 10: Kommunales Energiesystem mit verschiedenen Wandlungsprozessen unter Einsatz erneuerbarer Energiequellen (Fraunhofer ISI, 2013).....	31
Abbildung 11: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergänge im Sektor Wärme in der Stadt Hennigsdorf (Leuchtturmprojekte und Detailkonzepte siehe Icons) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	32
Abbildung 12: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergänge im Sektor Strom in der Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015).....	33
Abbildung 13: Transformationspfade an den Knotenpunkten und Systemübergängen im Sektor Verkehr (B.A.U.M./IfE, 2015)..	33
Abbildung 14: Verteilung des thermischen Endenergieverbrauchs auf die einzelnen Verbrauchergruppen in Hennigsdorf für das Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	35
Abbildung 15: Anteil der erneuerbaren Energien im Sektor Wärme im Jahr 2014 (B.A.U.M./IfE, 2015)	37
Abbildung 16: Verteilung des Stromverbrauchs auf die einzelnen Verbrauchergruppen in Hennigsdorf für das Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	42
Abbildung 17: Anteil und Aufteilung der Erneuerbaren Energien im Sektor Strom am Ist-Zustand (B.A.U.M./IfE, 2015).....	43
Abbildung 18: Zugelassene Fahrzeuge in Hennigsdorf im Jahr 2013 nach Fahrzeugtypen (Stichtag 31.12.) (Kraftfahrt-Bundesamt, 1993-2006) (Kraftfahrt-Bundesamt, 2007-2013) (B.A.U.M./IfE, 2015)	50

Abbildung 19: KfZ- und PKW-Dichte in Hennigsdorf (1999–2013, Stich- tag 31.12.) (Kraftfahrt-Bundesamt, 2007-2013) (Kraft- fahrt-Bundesamt, 1993-2006) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	51	Abbildung 28: Wärmekataster der Stadt Hennigsdorf für das Jahr 2013 und einer Anschlussdichte von 100 % (B.A.U.M./ IfE, 2015).....	73
Abbildung 20: Endenergie im Verkehr im Jahr 2013 nach Verkehrsarten (B.A.U.M./IfE, 2015)	53	Abbildung 29: Wärmekataster der Stadt Hennigsdorf für das Jahr 2050 und einer Anschlussdichte von 100 % (B.A.U.M./ IfE, 2015).....	73
Abbildung 21: Entwicklung der Endenergie nach Verkehrsarten 1999 – 2013 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015).....	54	Abbildung 30: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energie- quellen (Universität Kassel, 2010).....	79
Abbildung 22: CO ₂ -Emissionen im Verkehr im Jahr 2013 nach Verkehr- arten in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015).....	55	Abbildung 31: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Ver- wertung von Holz (Pflüger-Grone, 2006).....	81
Abbildung 23: CO ₂ -Emissionen im Verkehr in Hennigsdorf nach Verkehrsarten (1999-2013) (ECOSPEED Region, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)	56	Abbildung 32: Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien im Sektor Wärme (B.A.U.M./IfE, 2015).....	83
Abbildung 24: Treibstoff-Szenarien nach Verkehrsarten und Einspar- potenzial (gesamt und MIV) bis zum Szenarijahren 2030 für die Stadt Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOS- PEED AG, 2014).....	59	Abbildung 33: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	85
Abbildung 25: CO ₂ -Szenario durch die Nutzung von Treibstoffen in den Jahren 2013 und 2030 in Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015), (ECOSPEED AG, 2014)	60	Abbildung 34: Minderungspotenziale des CO ₂ -Auststoßes vom Ist- Zu- stand bis zum Jahr 2013 im Sektor Wärme (B.A.U.M./ IfE, 2015).....	86
Abbildung 26: Jährliches CO ₂ -Minderungspotenzial durch lokale und regionale Maßnahmen in Hennigsdorf im Vergleich zu 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	61	Abbildung 35: Verteilung des Strombedarfs 2013 auf die einzelnen Verbrauchergruppen (B.A.U.M./IfE, 2015).....	88
Abbildung 27: Aufteilung des Endenergieeinsatzes 2013 in Hennigs- dorf auf die Energieträger und Verbrauchergruppen (B.A.U.M./IfE, 2015)	70	Abbildung 36: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	88
		Abbildung 37: Minderungspotenziale des CO ₂ -Auststoßes vom Ist- Zustand bis zum Jahr 2013 im Sektor Strom (B.A.U.M./ IfE, 2015).....	99

Abbildung 38: Bilanzierungsprinzipien für Energie und CO ₂ (B.A.U.M./IfE, 2015)	101
Abbildung 39: Berechnungsmodell nach ECOSPEED Region (ECOSPEED AG, 2014).....	102
Abbildung 40: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015) (B.A.U.M./IfE, 2015)	115
Abbildung 41: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a im Jahr 2013	116
Abbildung 42: CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	117
Abbildung 43: CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	118
Abbildung 44: Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a) im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	119

D Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lokale und regionale Handlungsmöglichkeiten zur Erschließung von zusätzlichen CO ₂ -Minderungspotenzialen im lokalen Personenverkehr (B.A.U.M./IfE, 2015).....	29
Tabelle 2: Relevante Konzepte mit Bewertung auf ihre jeweilige Qualität (B.A.U.M./IfE, 2015)	48
Tabelle 3: Einsparpotenziale im Verkehr durch regional beeinflussbare Maßnahmen, (B.A.U.M./IfE, 2015).....	57
Tabelle 4: Abstufung der Wärmebelegung und Einfärbung im Wärmekataster (B.A.U.M./IfE, 2015).....	71
Tabelle 5: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotenziale Wärme (B.A.U.M./IfE, 2015).....	77
Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotenziale Strom (B.A.U.M./IfE, 2015)	91
Tabelle 7: Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien im Sektor Strom (B.A.U.M./IfE, 2015).....	94
Tabelle 8: Stromverbrauch und Abwärmenniveau der Wasserpumpen des Wasserwerks Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015).....	96
Tabelle 9: Stromverbrauch und Abwärmenniveau der Wasserpumpen des Hauptpumpwerks 2 Hennigsdorf (B.A.U.M./IfE, 2015)	96
Tabelle 10: Regionale Informationsquellen und Arbeitsmaterialien für den Bereich Verkehr (B.A.U.M./IfE, 2015)	100
Tabelle 11: Anzahl zugelassene Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp in Hennigsdorf (1999 - 2013) (B.A.U.M./IfE, 2015)	103
Tabelle 12: Fahrleistungen durch Bürger und Bürgerinnen sowie der Wirtschaft aus Hennigsdorf (1999 – 2013) (B.A.U.M./IfE, 2015)	104
Tabelle 13: Treibstoffverbrauch (Endenergie) des motorisierten Individualverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	105
Tabelle 14: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Personennahverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	106
Tabelle 15: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Personenfernverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	107
Tabelle 16: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im öffentlichen Güterverkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	108
Tabelle 17: Treibstoffverbrauch (Endenergie) im land- und forstwirtschaftlichen Verkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	109
Tabelle 18: CO ₂ -Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des motorisierten Individualverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	110
Tabelle 19: CO ₂ -Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des öffentlichen Personennahverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)	111
Tabelle 20: CO ₂ -Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des öffentlichen Personenfernverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	112

Tabelle 21: CO ₂ -Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs des Güterverkehrs durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015).....	113
Tabelle 22: CO ₂ -Emissionen in Folge des Treibstoffverbrauchs im land- und forstwirtschaftlichen Verkehr durch Hennigsdorf (1999 - 2013) (ECOSPEED AG, 2014) (B.A.U.M./IfE, 2015)	114
Tabelle 23: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	115
Tabelle 24: Endenergieverbrauch in Hennigsdorf nach Nutzungsart gesamt in GWh/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	116
Tabelle 25: CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Sektoren gesamt in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015)	117
Tabelle 26: CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in Tsd. t/a im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015).....	118
Tabelle 27: Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen LCA in Hennigsdorf nach Nutzungsart in t/ (EW a) im Jahr 2013 (B.A.U.M./IfE, 2015) .	119

Gestaltung & Layout:

KREIBICH + KONSORTEN®

Bildnachweis:

NASA (Titelbild)

1. Auflage August 2015

