

Integriertes Klimaschutzkonzept Stadt Markkleeberg

Endbericht

**MARK
KLEE
BERG** Stadt Markkleeberg




Impressum

Herausgeber:

Stadt Markkleeberg

Amt für Gebäude und Liegenschaften

Rathausplatz 1

04416 Markkleeberg

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Redaktion, Satz und Gestaltung:

seecon Ingenieure GmbH, Spinnereistraße 7, Halle 14, 04179 Leipzig

Stand bzw. Redaktionsschluss:

23.08.2019

Bildnachweis Titelseite:

Phil Taubert, Stadt Markkleeberg

Anmerkung:

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Alle geschlechtsspezifischen Bezeichnungen, die in männlicher oder weiblicher Form benutzt wurden, gelten für beide Geschlechter gleichermaßen ohne jegliche Wertung oder Diskriminierungsabsicht.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Kontext, Ziel und Vorgehen.....	5
2 Gesamtstädtische Ausgangslage.....	7
2.1 Geografie, Bevölkerungsentwicklung und Flächennutzung	7
2.2 Bisherige Klimaschutzaktivitäten im Kontext der Konzepterstellung.....	8
3 Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	10
4 Potenzialanalyse.....	25
4.1 Erneuerbare Energien.....	25
4.1.1 Solarenergie	25
4.1.2 Geothermie.....	35
4.1.3 Windenergie	39
4.1.4 Biomasse aus der kommunalen Forstwirtschaft.....	41
4.1.5 Exkurs: Umweltwärme im Neuseenland.....	49
4.2 Kommunale Liegenschaften.....	50
4.2.1 Gesamtbewertung	51
4.2.2 Entwicklung des energetischen Sanierungsfahrplans	56
4.3 Wärmenetze	57
4.3.1 Gesamtstädtische Analyse	58
4.3.2 Detailbetrachtung Gymnasialstandort	62
4.4 Straßenbeleuchtung	72
4.5 Mobilität.....	74
4.5.1 Elektromobilität.....	75
4.5.2 ÖPNV, SPNV und die Förderung von Intermodalität.....	78
4.6 Integration von Klimaschutzaspekten in die Stadtentwicklung.....	81
4.6.1 Strategische Energieplanung.....	81
4.6.2 Klimaschutz in der Vergabe	83
4.6.3 Klimaschutz in der Bauleitplanung	85
5 Szenarientwicklung.....	88

5.1	Bevölkerungsentwicklung	88
5.1.1	Entwicklung 1990 bis heute	88
5.1.2	Bevölkerungsprognose	89
5.2	Emissionsszenarien	92
6	Gestaltung der weiteren Umsetzung	95
6.1	Klimaschutz als Teil des städtischen Leitbildes	95
6.2	Verstetigungsstrategie	96
6.2.1	Einstellung der Investitionsmittel im kommunalen Haushalt	97
6.2.2	Schaffung von politischem Rückhalt	98
6.2.3	Weiterentwicklung bestehender Strukturen	99
6.2.4	Weitere Optionen der Verstetigung	101
6.3	Maßnahmenkatalog und Leitmaßnahmen	102
6.4	Controllingkonzept	106
6.4.1	Gesamtstädtisches Controlling	107
6.4.2	Kommunale Einrichtungen	110
	Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit	111
6.4.3	Zielgruppenanalyse	111
6.4.4	Relevante Akteure	112
6.4.5	Instrumente	114
	Abbildungsverzeichnis	120
	Tabellenverzeichnis	123
	Anlage 1: Energie- und CO2-Bilanz	125
	Anlage 2: Solare Dachflächennutzung	136
	Anlage 3: Maßnahmenkatalog	141

1 Kontext, Ziel und Vorgehen

Der Klimawandel ist ein globales Problem und die größte Herausforderung des Menschen im 21. Jahrhundert. 1992 wurde die Klimarahmenkonvention von damals 154 Mitgliedsstaaten unterschrieben. Sie bildet bis heute die Grundlage für die internationale Zusammenarbeit zur Begrenzung der Auswirkungen des menschengemachten Klimawandels.¹ Die seit 1994 jährlich stattfindende UN-Klimakonferenz ist das Arbeitsgremium der internationalen Staatengemeinschaft, die sich im Jahr 2016 mit dem Übereinkommen von Paris das Ziel der Begrenzung des Temperaturanstiegs um 2°C (gemessen an vorindustriellen Werten) gesetzt hat.

Die Europäische Union hat die internationalen Zielstellungen als Vorgabe für ihre Mitgliedsstaaten 2007 übernommen und 2009 entsprechend verbindliche Rechtsvorschriften erlassen.² Das aktuell wichtigste Instrument zur Erreichung der Absenkung des Emissionsausstoßes ist der Europäische Emissionshandel.

Deutschland setzt sich seit 1995 fortlaufende Klimaschutzziele. Die Umsetzung des Pariser Abkommens ist seit Februar 2019 im Klimaschutzplan 2050 definiert³. Wesentliche Gesetzgebungen zur Umsetzung der Klimaziele in Deutschland sind das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), die Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG). 2008 wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU, damals BMUB) die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) gegründet, die über die Kommunalrichtlinie (KRL) die Förderung von strategischen und investiven Maßnahmen zur Emissionsminderung für Kommunen, kommunale Unternehmen und Vereine vorsieht.

Fest steht, dass der Erfolg globaler Vereinbarungen von lokalen Umsetzungen abhängt. Kommunen sind als lokaler Teil der öffentlichen Verwaltung der ideale Partner zur Steuerung einer demokratischen, partizipativen Energiewende und üben als öffentliche Institutionen auch eine Vorbildfunktion aus. Klimaschutz zählt allerdings unter der aktuellen Gesetzgebung, anders als die Bereitstellung ausreichender Schul- und KiTa-Plätze oder der Instandhaltung der Verkehrswege und der Kanalisation, nicht zur Daseinsvorsorge und ist damit keine kommunale Pflichtaufgabe.

Die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der eigenen Verwaltung oder das Vorantreiben solcher auf dem Stadtgebiet in Kooperation mit anderen Akteuren entspringt der Freiwilligkeit. Entsprechende Mittel müssen über Förderung und über den eigenen Haushalt bereitgestellt werden. Die konsequente Umsetzung von Klimaschutz ist mit deutlichem personellem und finanziellem Aufwand verbunden und erfordert politischen Rückhalt.

¹ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/status-of-ratification/status-of-ratification-of-the-convention> [07/2019]

² Klima- und Energiepaket 2020 der EU: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_de

³ <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/> [07/2019]

Die Stadt Markkleeberg nimmt sich ihrer Verantwortung für kommende Generationen als öffentliche Aufgabenträgerin an und schafft sich mit dem vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzept die strategische Handlungsgrundlage für die Einbindung von Klimaschutz in das Handeln der Verwaltung. Dieses Dokument stellt einen Arbeitsplan für die Umsetzung ausgewählter Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt für die kommenden zehn Jahre dar, sowohl innerhalb der Verwaltung als auch in Zusammenarbeit mit den städtischen Partnern.

Dieses Konzept wurde von November 2018 bis August 2019 in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Markkleeberg erstellt. Unter der Leitung des Amtes für Gebäude und Liegenschaften (AGL) wurde das bestehende eea-Energieteam in drei Arbeitstreffen als Lenkungsgremium (im weiteren Klimabeirat genannt) für die Diskussion von Potenzialen und Maßnahmen genutzt. Darüber konnte die Mitwirkung von folgenden Akteuren abgebildet werden:

- Stadtratsfraktionen
- Stadtplanungsamt
- Pressesprecher
- Bürgermeisterin
- Wohnungsbaugesellschaft Markkleeberg
- Energieversorger enviaM
- Straßenbeleuchtung
- Tiefbauamt (Abteilung Grünflächen)
- Amt für Gebäude und Liegenschaften (AGL)

Zwischen den Klimabeiräten gab es themenspezifische Absprachetermine zwischen dem AGL und der seecon Ingenieure GmbH. Die Erkenntnisse wurden anschließend unter allen Beteiligten in den Klimabeiratssitzungen abgestimmt. Darüber hinaus wurden Akteursgespräche mit den städtischen Tochterunternehmen Entwicklungsgesellschaft Wachau GmbH (EGW) und der Wohnungsbaugesellschaft Markkleeberg GmbH (WBG) geführt sowie mit dem kommunalen Verantwortlichen des Kanuparks Markkleeberg.

Im Ergebnis liegt Markkleeberg ein partizipativ erarbeiteter Arbeitsplan zur Integration von Klimaschutz in die Handlungsfelder der Kommune und in Kooperationsprojekte mit städtischen Akteuren vor, dessen Umsetzung einen zentralen Bestandteil nachhaltiger Stadtentwicklung bildet.

2 Gesamtstädtische Ausgangslage

2.1 Geografie, Bevölkerungsentwicklung und Flächennutzung

Die Stadt Markkleeberg ist eine von insgesamt 19 Städten im Landkreis Leipzig. Im Norden der Stadt Markkleeberg schließt unmittelbar die Stadt Leipzig an. Von den Gemeinden und Städten des Landkreises Leipzig profitiert Markkleeberg demzufolge am direktesten vom stetigen Wachstum der Stadt Leipzig und stellt nach Grimma mit 24.679 Einwohnern (Stand 31.12.2018) auch die zweitgrößte Stadt im Landkreis dar.⁴ Charakteristisch für die Umgebung der Stadt Markkleeberg ist auch das Leipziger Neuseenland, welches durch die Renaturierung ehemaliger Tagebaugebiete entstanden ist und heute eine umfangreiche Seenlandschaft darstellt.



Abb. 1 Lage der Stadt Markkleeberg im Landkreis Leipzig und im Bundesland Sachsen⁵

⁴ http://www.markkleeberg.de/de/stadt_verwaltung/leben/statistik/bevoelkerung/ [07/2019]

⁵ Wikimedia Commons, Hagar66: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Markkleeberg_in_L.svg [07/2019]

Zu den wichtigsten Verkehrsanbindungen zählt für die Stadt die B 2, welche als vierspurige Schnellstraße durch Markkleeberg führt und dabei auch für die Stadt Leipzig und dem Landkreis Leipzig eine wesentliche Verbindung zur A 38 darstellt. Die A 38 stellt hierbei eine wichtige Ost-West-Verbindung dar und gibt Anschluss in Richtung Dresden und Göttingen. Im Schienenverkehr ist Markkleeberg angebunden an das S-Bahn-Netz Mitteldeutschland und hat damit Anschluss an die Städte Leipzig, Halle, Borna oder Altenburg. Anschluss an den Fern- und Nahverkehr der deutschen Bahn ist dementsprechend über die nächstgelegeneren Bahnhöfe Leipzig oder Zwickau gegeben. Der öffentliche Nahverkehr und damit die Straßenbahn- und Busverbindungen werden über die Leipziger Verkehrsbetriebe und der Regionalbus Leipzig GmbH abgedeckt. Hier gibt es insgesamt eine Straßenbahnlinie sowie elf Busse, die überwiegend von der Regionalbus Leipzig betrieben werden und Markkleeberg mit der Stadt Leipzig sowie dem Landkreis Leipzig und damit den weitergehenden Fernverkehr verbinden.

Die Nähe zur Stadt Leipzig wirkt sich auch auf die Bevölkerungsanzahl aus: So ist bei der derzeitigen Bevölkerungszahl von 24.679 davon auszugehen, dass diese weiter steigen wird, was auch in Gesprächen mit lokalen Akteuren als Trend identifiziert werden konnte. Die lokalen Akteure gehen von einem Zuzug aus solange dieser Trend auch in der Stadt Leipzig anhält. Aufgrund der tiefergehenden Untersuchungen soll dieses Thema allerdings im Kapitel 5.1 näher behandelt werden.

Die Lage der Stadt Markkleeberg inmitten des Leipziger Neuseenlandes gibt der Stadt die vorteilhaften Eigenschaften, die eine touristische Region benötigt. Es gibt dementsprechend eine Vielzahl an Freizeitaktivitäten, wie z. B. den Kanupark Markkleeberg oder auch den Belantis Freizeitpark. Gerade durch einen touristischen Bezug und damit ein hohes Maß an öffentlicher Aufmerksamkeit ist es für eine Region wie die Markkleebergs interessant, in Themenfeldern wie der Mobilität oder der Energieversorgung eine innovative Vorbildrolle zu entwickeln und damit ein positives Image zu generieren.

2.2 Bisherige Klimaschutzaktivitäten im Kontext der Konzepterstellung

Klimaschutz ist für die Stadt kein neues Thema. Markkleeberg hat auch ohne das Vorhandensein eines integrierten Klimaschutzkonzeptes bereits eine Vielzahl von Maßnahmen zur Emissionseinsparung realisiert. Zu den wesentlichen energierelevanten Projekten zählen die gleichzeitige Strom- und Wärmegewinnung im Sportbad durch ein Blockheizkraftwerk (BHKW), die umweltfreundliche Pelletheizung der Grundschule Großstädteln oder die Photovoltaikanlagen auf der Öko-Schule im agra-Park, der Feuerwehr Wachau sowie dem Gymnasium Markkleeberg. Eine kommunale Energie- und Emissionseinsparung wird ebenfalls durch

die seit 2015 dokumentierte schrittweise Umstellung der Straßenbeleuchtung auf native LED erreicht.

Die Stadt nutzt seit 2014 das Qualitätsmanagementsystem des European Energy Awards (eea) zur strukturierten Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen. Das Tool untergliedert die Handlungsfähigkeiten der Stadt in sechs Themenfelder, die jeweils mit insgesamt 50 Maßnahmen untersetzt sind.⁶ Je nach örtlichen Voraussetzungen ist pro Maßnahme eine definierte Punktzahl erreichbar. Das im Rahmen des eea entwickelte Energie- und Klimapolitische Arbeitsprogramm (EPAP) wurde 2016 vom Stadtrat beschlossen.

Im Jahr 2015 wurde die Stadt Teil des Energieeffizienz-Netzwerkes der sächsischen Kommunen. Durch eine Kooperationsvereinbarung mit der Sächsischen Energie-Agentur (SAENA) wurde ein Kommunales Energiemanagement eingeführt und soll in den nächsten Jahren weiterentwickelt werden. Die energierelevante Datenerhebung und Verarbeitung der kommunalen Gebäude ist ebenfalls ein Schwerpunktbereich des vorliegenden Konzeptes.

Markkleeberg hat es sich zum Ziel gesetzt, im September 2019 erfolgreich als eea-Kommune ausgezeichnet zu werden. Zu diesem Zweck sind mindestens 50 % der möglichen Punkte zu erreichen. Unabhängig vom Ergebnis des unmittelbar an die Konzepterstellung anschließenden externen Audits ist es empfehlenswert, den eea als Controllinginstrument zur Überführung der Konzeptinhalte in die Praxis zu nutzen. Die ämterübergreifende Bearbeitung des Themenfeldes ist durch das Energieteam, welches in der Konzeptphase als Klimabeirat auftrat, bekannt und etabliert. Mit dem Klimaschutzkonzept liegen der Stadt prioritäre Maßnahmen vor, deren Umsetzung durch den jetzigen Klimabeirat vorbereitet und begleitet werden sollte.⁷

Für eine erfolgreiche Maßnahmenrealisierung durch den Klimabeirat braucht es ein klareres Bekenntnis der Politik und der Verwaltungsspitze für die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen. Diese Notwendigkeit wird in Kapitel 4.5 weiter ausgeführt und mit konkreten Handlungsansätzen und Maßnahmen gestützt.

⁶ Der Maßnahmenkatalog dieses Konzeptes ist für eine möglichst hohe Kompatibilität ebenfalls in die Handlungsfelder des eea unterteilt: (1) Entwicklungsplanung/Raumordnung, (2) Kommunale Gebäude und Anlagen, (3) Ver- und Entsorgung, (4) Interne Organisation, (5) Kommunikation/Kooperation und (6) Mobilität

⁷ Eine Übersicht der Leitmaßnahmen ist in 6.3 aufgeführt.

3 Energie- und CO₂-Bilanz

Die Erstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz erfolgt mithilfe des Klimaschutz-Planers (KSP). Die webbasierte Software stützt sich auf den BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), der unter Federführung des IFEU-Instituts Heidelberg entwickelt wurde.

Zur Bearbeitung der Treibhausgasbilanz (THG-Bilanz) wurden umfangreiche gemeindespezifische Daten unter anderem bei folgenden Akteuren abgefragt: enviaM (Strom- und Gasabsatz, Stromeinspeisung im Verteilnetz), LfULG (Schornsteinfeger), BAFA und natürlich bei der Stadt Markkleeberg.

Der KSP selbst beinhaltet bereits einige statistische Daten auf kommunaler Ebene, die übergreifend für alle Kommunen in Deutschland erfasst werden und somit nicht bei jeder Bilanzierung einzeln erfasst werden müssen (vgl. Anlage 1).

Ergebnisse

Die Gesamtbilanz, die einen Vergleich mit anderen Kommunen zulässt, betrachtet sowohl den stationären Bereich als auch den Verkehr, den Endenergieverbrauch sowie die CO₂-Äquivalente. Es erfolgt zunächst keine Witterungskorrektur der Verbrauchswerte im Wärmesektor, der Stromverbrauch wird emissionsseitig komplett mit dem Bundesstrommix bewertet.

Der Gesamtendenergieverbrauch in Markkleeberg betrug für das Jahr 2016 ca. 478.903 Megawattstunden. Der Gesamtausstoß an Treibhausgasemissionen beläuft sich auf 156.294 Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂-eq).

Die Entwicklungen des Endenergieverbrauches und der CO₂-eq-Emissionen verlaufen nahezu analog. Die Bereitstellung der konsumierten Endenergie aus dem jeweiligen Energieträger ist mit unterschiedlich hohen Energieaufwendungen in den jeweiligen Vorketten verbunden (Förderung, Raffination, Aufbereitung, Umwandlung; Abb. 2 und Anlage 2). Der ausgestoßene Emissionsgehalt resultiert aus dem Aufwand der Produktionskette und zeigt eine andere Gewichtung als in der Endenergiebetrachtung. Besonders ist dies beim Energieträger Strom festzustellen. Hier liegt der Anteil am Endenergieverbrauch bei ca. 16 %, emissionsseitig ist der Anteil mit 29 % nahezu doppelt so hoch. Strom stellt damit emissionsseitig den zweitgrößten Einzelanteil unter den Energieträgern.

Der Anteil von Erdgas beträgt in der Endenergie 34 %, emissionsseitig kommt Erdgas für ca. 26 % auf. Fossile Kraftstoffe kommen mit 38 % zum Einsatz und führen zu 37 % des Emissionsgehaltes. Dies entspricht dem größten Einzelanteil eines Energieträgers in Markkleeberg. Die Vorteilhaftigkeit erneuerbarer Energien zeigt sich im Bereich der Kraftstoffe mit einem Verhältnis der Anteile (Endenergie zu THG) von ca. 2:1 und im Bereich Wärme von ca. 3:1 (3,1 % zu 1,0 %).

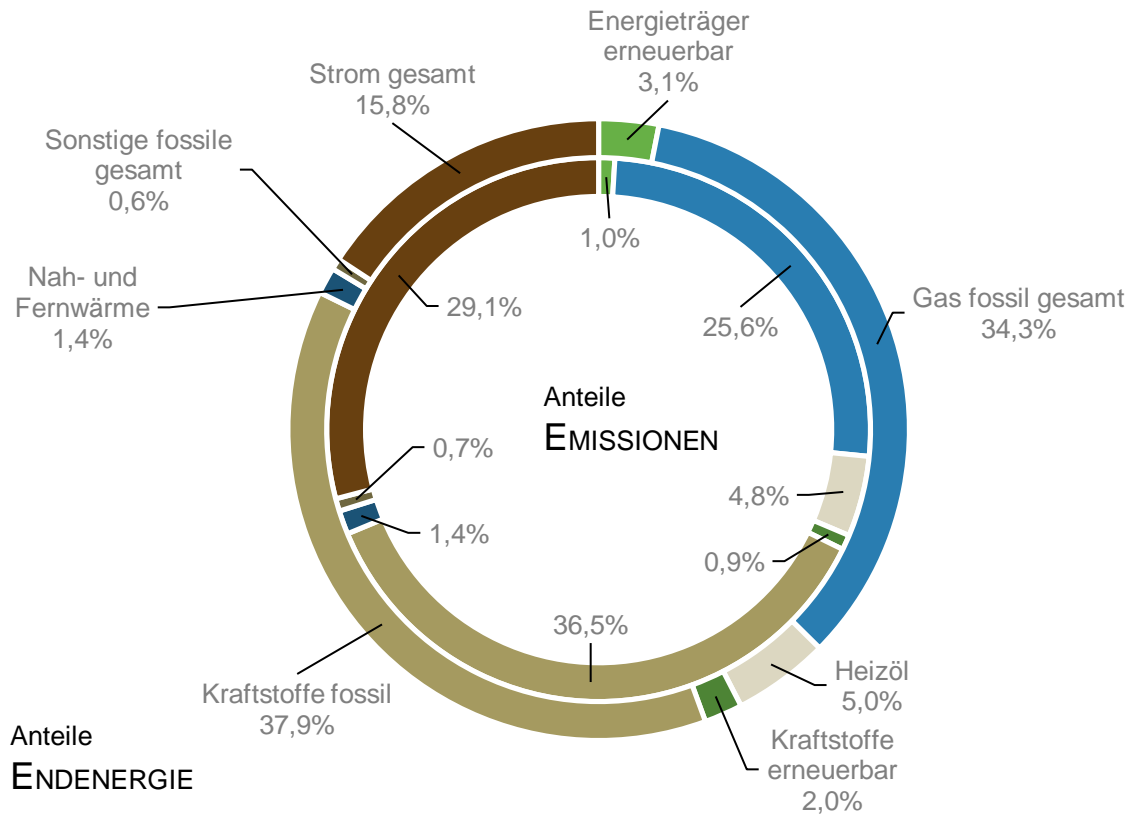


Abb. 2 Anteile am Endenergieverbrauch und Emissionsausstoß der Energieträger, Durchschnitt für 2012 bis 2016

Neben der Betrachtung nach Energieträgern lässt sich der Energieverbrauch bzw. der Treibhausgasausstoß auch auf die verschiedenen Verbrauchssektoren aufteilen (Abb. 3 und Anlage 2).

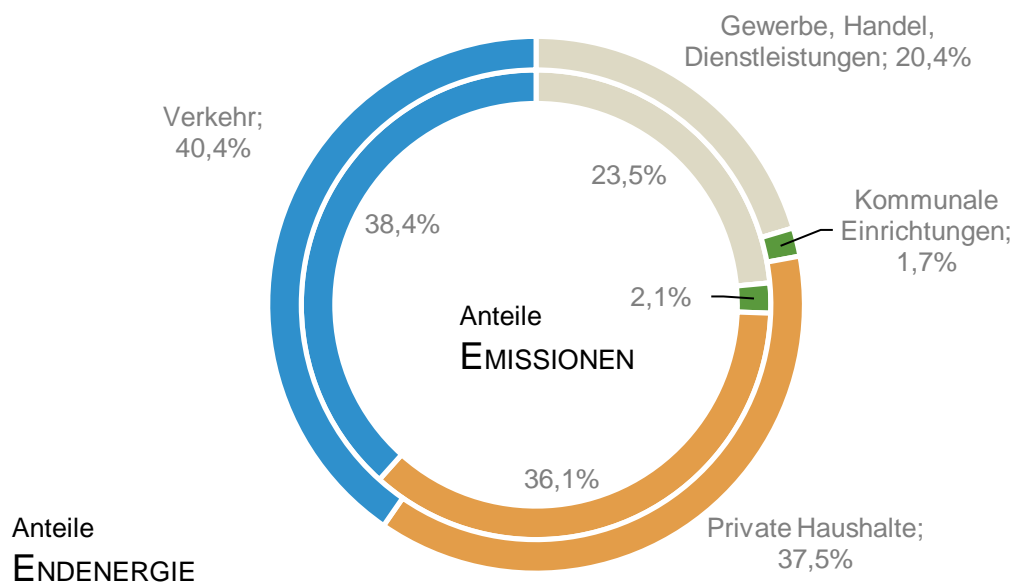


Abb. 3 Anteile am Endenergieverbrauch und Emissionsausstoß der Verbrauchssektoren, Durchschnitt für 2012 bis 2016

Die erste Besonderheit ist, dass es in Markkleeberg keine Unternehmen gibt, die dem Industriesektor zugeordnet werden können. Daher ist der Sektor auch nicht im Diagramm dargestellt. Die Verteilung der verbleibenden Sektoren ist geprägt durch die Hauptverbraucher Verkehr (38 % der Emissionen) und die privaten Haushalte (36 %). Die Wirtschaft (GHD) zeichnet für 23,5 % der THG-Emissionen verantwortlich, auf ca. 2 % des Ausstoßes hat die Kommune direkten Einfluss (kommunale Gebäude und Straßenbeleuchtung). Die unterschiedlichen Verteilungen in Energie- und Emissionsbilanz lassen sich maßgeblich durch den Stromverbrauch erklären: Stromintensive Sektoren nehmen in der Emissionsbilanz einen höheren Anteil als in der Energiebilanz ein. Entsprechend umgekehrt verhält es sich für Sektoren wie den Verkehr, in dem Strom eher gering bzw. gar nicht eingesetzt wird.

Die Berücksichtigung der Witterungskorrektur ist für das Hauptergebnis nach BSKO-Standard nicht vorgesehen. Nach dieser Methode soll der tatsächliche Energieverbrauch bilanziert und nicht um mögliche Störfaktoren bereinigt werden. Zur Interpretation der bilanzierten Werte ist es jedoch hilfreich, auch die Bilanz mit Witterungsbereinigung heranzuziehen, um eine Aussage über mögliche Entwicklungstendenzen treffen zu können.

Die folgende Abbildung zeigt die Bilanz nach Sektoren sowohl ohne als auch mit Witterungsbereinigung (im Diagramm als „korrigiert“ gekennzeichnet).

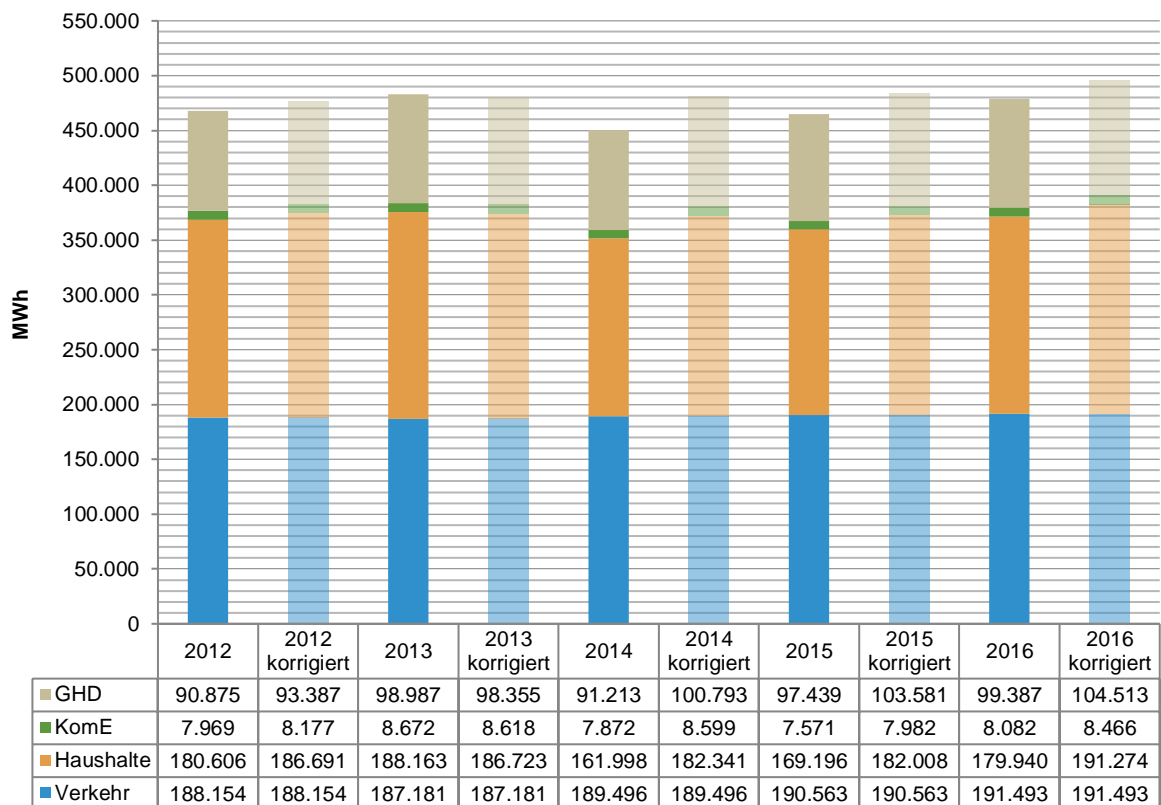


Abb. 4 tatsächlicher und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch 2012 bis 2016

Die Gesamtbilanz der realen Absatzdaten zeigt einen Anstieg der Verbräuche zwischen 2012 und 2013 (um 3,3 %). Danach erfolgt 2014 ein deutliches Absinken um 6,7 %, ehe es wieder eine Steigerung von 3,1 % (2015) und 3,0 % (2016) gibt. Bei einem Blick auf die einzelnen Sektoren zeigt sich, dass diese Gesamtentwicklung in den stationären Sektoren (Haushalte, KomE, GHD) analog abzulesen ist. Der Verkehrssektor zeigt einen leichten Rückgang 2013 und danach bis 2016 einen weiteren Anstieg. Daher ist es von besonderem Interesse zu schauen, wie die Entwicklung der stationären Sektoren unter Berücksichtigung der Witterung der jeweiligen Jahre ausfällt. Auch diese Werte sind Schwankungen unterworfen und können die reale Anpassung der Nutzer von Gebäuden an die tatsächliche Witterung ebenfalls nur teilweise abbilden. Aber sie geben vor allem gesamtbilanziell einen Hinweis darauf, dass der Gesamtenergieverbrauch kontinuierlich leicht steigt. Demgegenüber gilt es, die Bevölkerungsentwicklung zu beachten. In den fünf Betrachtungsjahren gab es insgesamt einen Anstieg der Einwohnerzahl um 2,5 %. Dies entspricht exakt dem Anstieg des witterungskorrigierten Energieverbrauchs der Haushalte. Im Bereich kommunale Einrichtungen sind es 3,5 %, im GHD-Sektor 11,9 %, sodass hier davon auszugehen ist, dass es im Vergleich der fünf Jahre eine intensivere Nutzung bzw. Auslastung der Gebäude sowie eine höhere Wirtschaftstätigkeit gegeben hat. Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen bestätigt dies. Die Beschäftigtenzahl am Arbeitsort ist im Betrachtungszeitraum von fünf Jahren um knapp 12 % gestiegen.

Tab. 1 Entwicklung der Beschäftigtenzahlen⁸

	2012	2013	2014	2015	2016
sozialversicherungspflichtige Beschäftigte am Arbeitsort	6.047	6.159	6.315	6.526	6.769
Veränderung zum Vorjahr		1,9%	2,5%	3,3%	3,7%
Veränderung zum Basisjahr 2012		1,9%	4,4%	7,9%	11,9%

Der Verkehrssektor weist eine Steigerung von 1,8 % auf, was plausibel aufgrund der Tatsache erscheint, dass im Verkehrsbereich nicht nur Quell- und Zielverkehr der Einwohner, sondern auch der Transitverkehr durch das Stadtgebiet berücksichtigt ist.

Der Kennwert, der eine Vergleichbarkeit mit anderen Kommunen herstellt, ist der spezifische Wert der Treibhausgasemissionen je Einwohner. Dieser wird nicht witterungskorrigiert ausgegeben, um der Grundlogik des BSKO-Standards zu entsprechen. Die folgende Abbildung zeigt zunächst die Entwicklung der spezifischen Emissionen nach Energieträgern.

⁸ Bundesagentur für Arbeit (Datenbereitstellung für die Software Klimaschutzplaner)

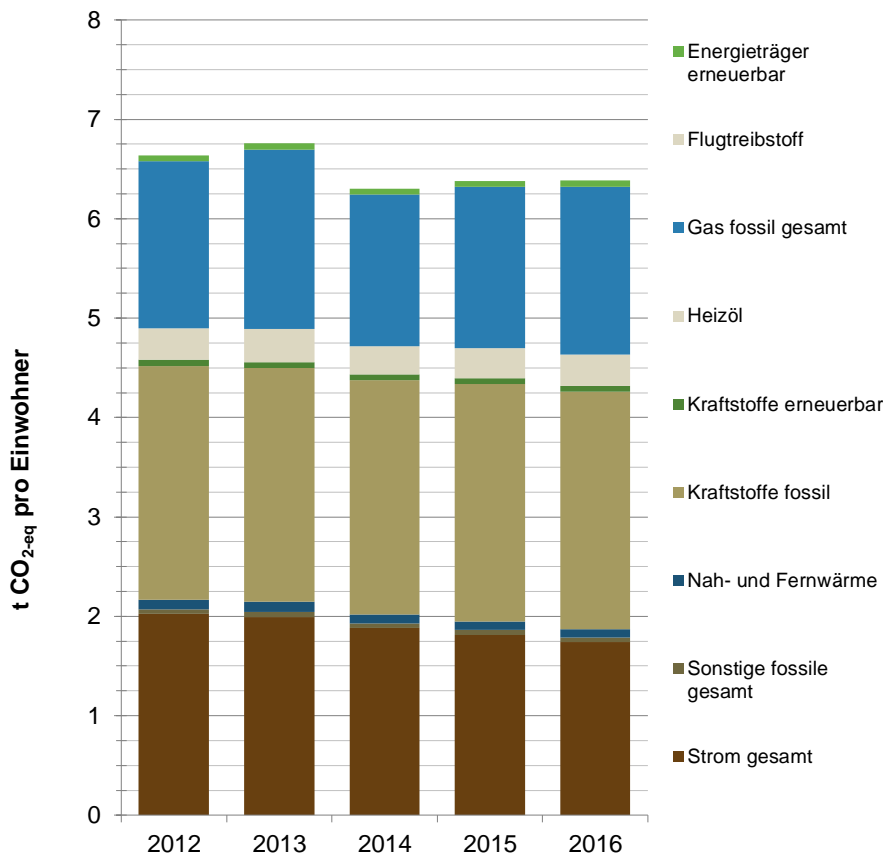


Abb. 5 spezifische CO_{2-eq}-Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016

Die spezifischen Gesamtemissionen sind im Betrachtungszeitraum von fünf Jahren um 0,2 Tonnen (von 6,6 auf 6,4 Tonnen) CO₂-Äquivalente pro Jahr und Einwohner gesunken. Am stärksten war der Rückgang bei Strom (14,0 %). Der Effekt ist jedoch nur zu ca. 4,6 % auf eine Verbrauchsminderung zurückzuführen, der weitere Effekt beruht auf der Verbesserung des bundesweiten Strommixes. Demgegenüber steigt der Kraftstoffverbrauch um 2 %. Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Wärmebereitstellung steigt um 5 % im Betrachtungszeitraum.

Die eben dargestellten spezifischen Emissionswerte bilden die Grundlage für einen Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt.

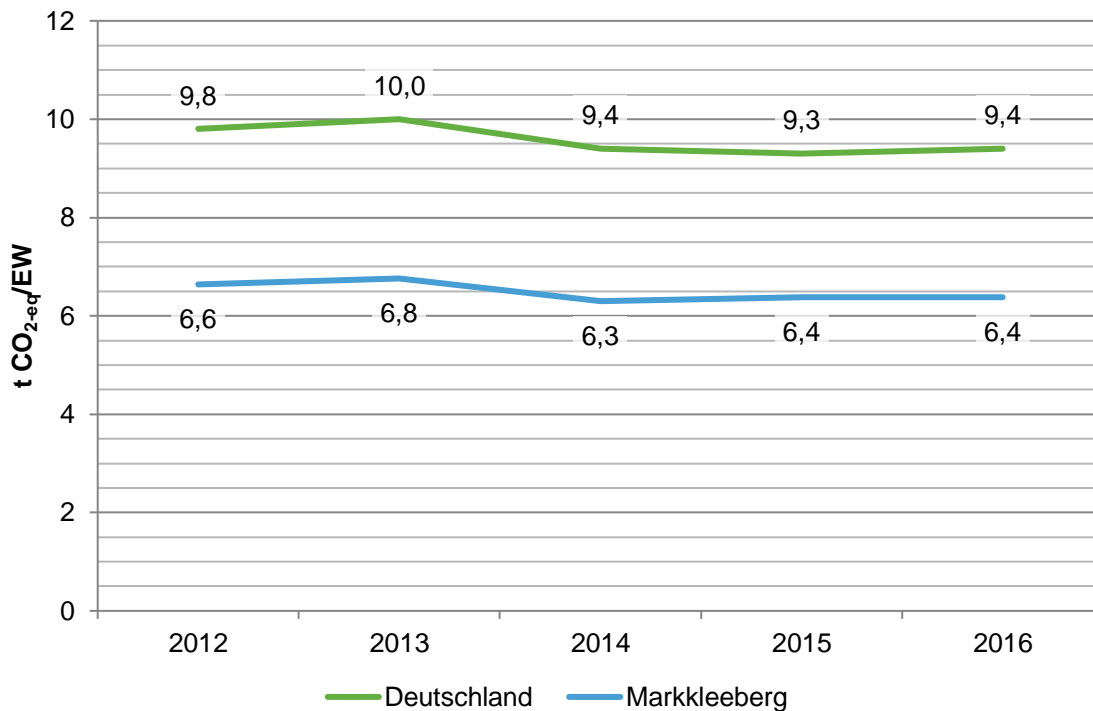


Abb. 6 Entwicklung des Emissionsausstoßes in Markkleeberg und Deutschland, 2012 bis 2016

Im Vergleich zu anderen Kommunen liegt die Stadt Markkleeberg mit 6,4 t/EW CO₂-eq unter dem bundesdeutschen Durchschnitt von 9,3 t/(EW*a). Zur Interpretation des Wertes gilt es zu beachten, dass in Markkleeberg im Vergleich zu Gesamtdeutschland keinerlei Industriebetriebe in die Bilanz einfließen. Von daher ist der Wert nur bedingt vergleichbar. Eine detaillierte Analyse einzelner Indikatoren findet sich im Fazit dieses Kapitels. Die verwendete Software Klimaschutz-Planer ordnet spezifische Werte zwischen 5 und 10 t/(EW*a) als durchschnittliche Werte ein. Werte unter 5 werden als sehr gut, Werte über 10 als hoch eingestuft. Nach Fertigstellung des Klimaschutzkonzeptes können die Werte unter <https://www.klimaschutz-planer.de> in der auf der Startseite eingebetteten Karte sichtbar geschaltet und so mit anderen bilanzierten Kommunen verglichen werden.

Detailbetrachtung Verkehr

Der Sektor Verkehr als größter Energieverbraucher wird im Folgenden sowohl nach Endenergieträgern als auch nach Verkehrsmitteln aufgeschlüsselt detailliert dargestellt. Grundlage für die Bilanzierung sind einerseits die aus dem Verkehrsmodell TREMOD vorliegenden Fahrleistungen je Fahrzeugkategorie für das Gemeindegebiet. Diese werden mit bundesweiten Kennwerten in Energieverbräuche umgerechnet. Andererseits fließen die konkret vorliegenden Verbrauchsdaten des Schienenverkehrs mit ein.

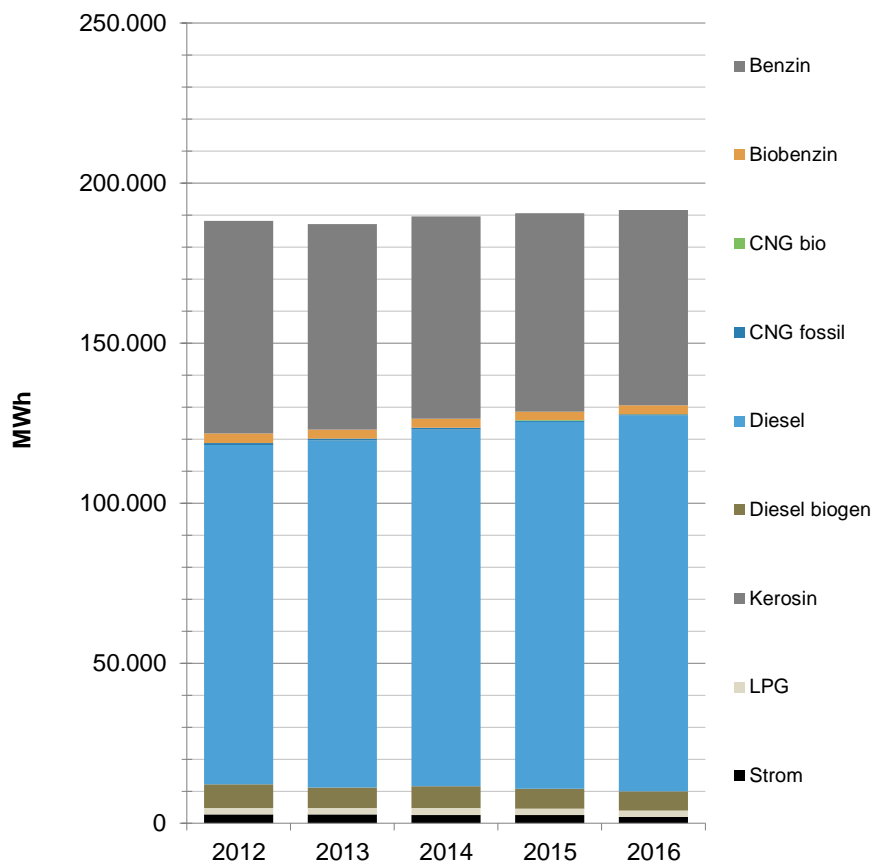


Abb. 7 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2012 bis 2016

Fossile Kraftstoffe kommen zu 93,8 %, erneuerbare Kraftstoffe zu 4,9 % zum Einsatz. Strom spielt im Verkehrssektor der Stadt Markkleeberg bislang nur eine geringe Rolle (1,3 %), hauptsächlich für den Schienenverkehr (Zug und Tram). Die Dominanz fossiler Kraftstoffe im Verkehrsbereich und der daraus resultierende deutschlandweite Handlungsbedarf im Bereich Verkehr spiegeln sich hier deutlich wider.

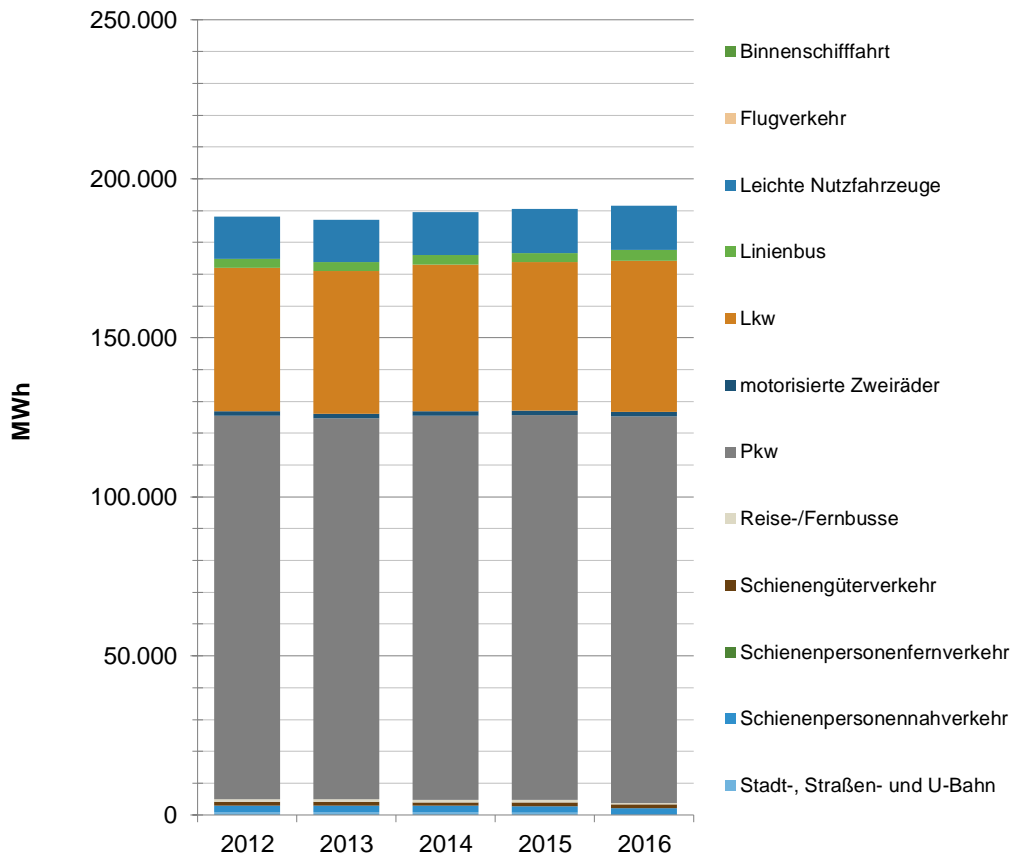


Abb. 8 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2012 bis 2016

Mit 88 % des Endenergieverbrauchs sind Pkw und Lkw die dominierenden Energieverbraucher, wobei Pkw mit 64 % knapp zwei Drittel des Energieverbrauchs verursachen und Lkw mit 24 % für den Energieverbrauch im Verkehrssektor aufkommen. In Summe mit den leichten Nutzfahrzeugen ergeben sich 95,3 % des Gesamtverbrauchs für den motorisierten Individualverkehr und den Straßengüterverkehr. Die öffentlichen Verkehrsmittel tragen nur einen geringen Anteil von 3,1 % bei.

Im Folgenden soll eine Einordnung erfolgen, wie stark die Gewichtung des Verkehrsbereiches für die Gesamtbilanz ist und auf welchen Anteil davon die Kommune Einfluss ausüben kann.

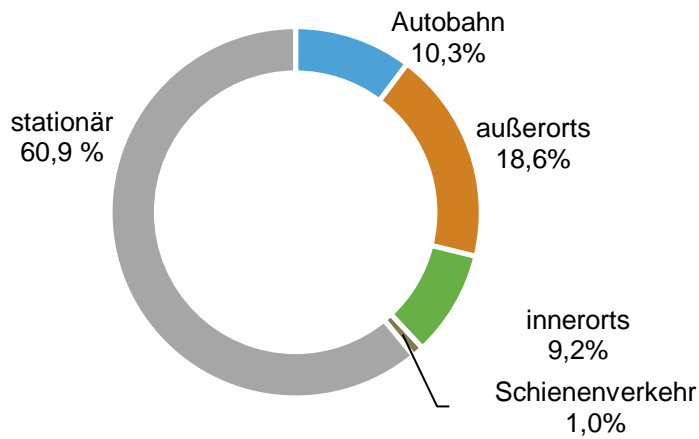


Abb. 9 Verteilung der THG-Emissionen 2016⁹

In der detaillierten Aufteilung des Verkehrsbereiche zeigt sich, dass die Stadt auf einen erheblichen Anteil der Emissionen nur geringen indirekten Einfluss hat. Der Verkehr auf der Autobahn und außerorts (vor allem die B 2, die Leipzig und den Südraum verbindet) werden zwar auch von den Einwohnern Markkleebergs genutzt, dies stellt aber nur einen geringen Anteil der Verkehrslasten dieser Straßen dar. Trotzdem ist z. B. die Beeinflussung der Verkehrsmittelwahl der Pendler (bspw. von Markkleeberg nach Leipzig), die eine große Auswahl an alternativen Verkehrsmitteln haben (Rad, S-Bahn, Tram, Bus), auch ein Faktor, der sich auf das Verkehrsaufkommen auf den Straßen außerorts auswirkt. Den größten Einfluss hat die Stadt natürlich auf den Verkehr innerorts, der fast 10 % der Gesamtemissionen in der Stadt verursacht. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, wie sich diese knapp 10 % der Emissionen im Stadtgebiet zusammensetzen.

⁹ Die Sektoren private Haushalte, GHD und Kommunale Einrichtungen sind als Summe unter dem Begriff stationär dargestellt.

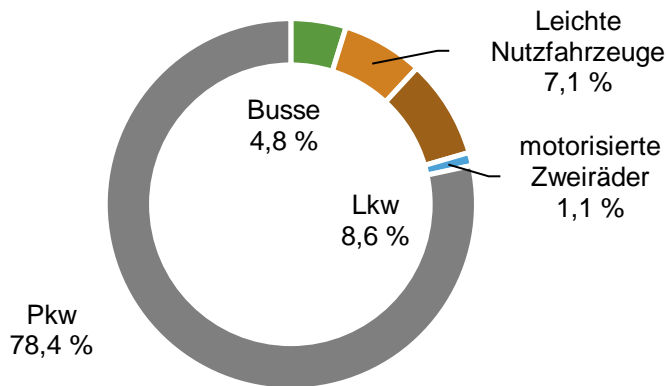


Abb. 10 Verteilung der THG-Emissionen des Verkehrssektors innerorts

Es zeigt sich deutlich, dass der Pkw-Anteil bei knapp 80 % liegt. In absoluten Zahlen ausgedrückt sind die innerorts in Markkleeberg fahrenden Pkw für 11.300 t THG-Emissionen jährlich verantwortlich. Dies entspricht 0,5 Tonnen pro Einwohner.

Detailbetrachtung lokaler Strommix

Die Hauptbilanz wird – um einerseits die Vergleichbarkeit zwischen den Bilanzen verschiedener Kommunen zu gewährleisten und andererseits, weil jeder Stromverbraucher seinen Energieversorger frei wählen kann – mit dem Emissionsfaktor für den deutschen Strommix berechnet. Demgegenüber wird an dieser Stelle informativ dargestellt, wie sich die Bilanz verändern würde, wenn die lokale Stromerzeugung im Stadtgebiet auf den Stromverbrauch vor Ort bezogen wird, sozusagen der lokale Strommix angesetzt wird.

Zuerst wird dazu betrachtet, wieviel Strom vor Ort mithilfe regenerativer Energiequellen und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) erzeugt wird.

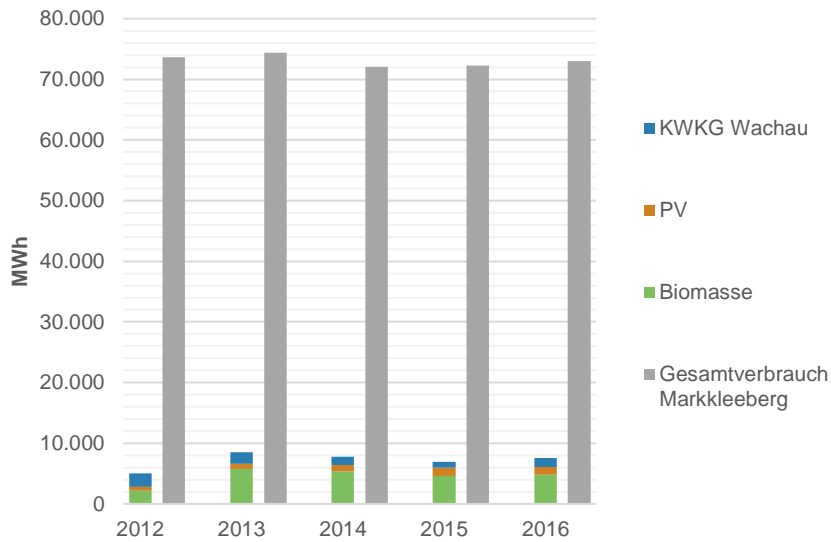


Abb. 11 erzeugte Strommengen im Stadtgebiet 2012 bis 2016

Der durch Energieerzeugungsanlagen vor Ort bereitgestellte Strom deckt den Verbrauch bilanziell nur zu knapp 10 % (im Durchschnitt der letzten fünf Jahre).

Den wesentlichen Anteil an der lokalen Stromerzeugung haben Biomasseanlagen mit 6,3 % der Erzeugung. Der Anteil von PV ist in den fünf Jahren von 0,92 auf 1,64 % gestiegen. Die KWK-Anlage der Wärmeversorgung im Gewerbegebiet Wachau steuert 2,1 % im Durchschnitt bei.

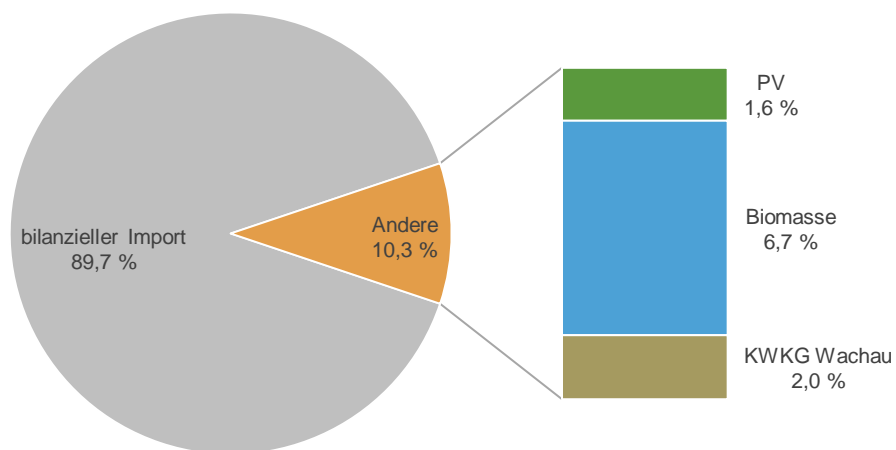


Abb. 12 lokaler Strommix Markkleeberg 2016

Wird der vor Ort erzeugte Strom in die Bilanzierung der Treibhausgase einbezogen, ergibt sich ein spezifischer Pro-Kopf-Emissionswert, der nur leicht unter dem in der Bilanz ausgewiesenen Wert liegt.

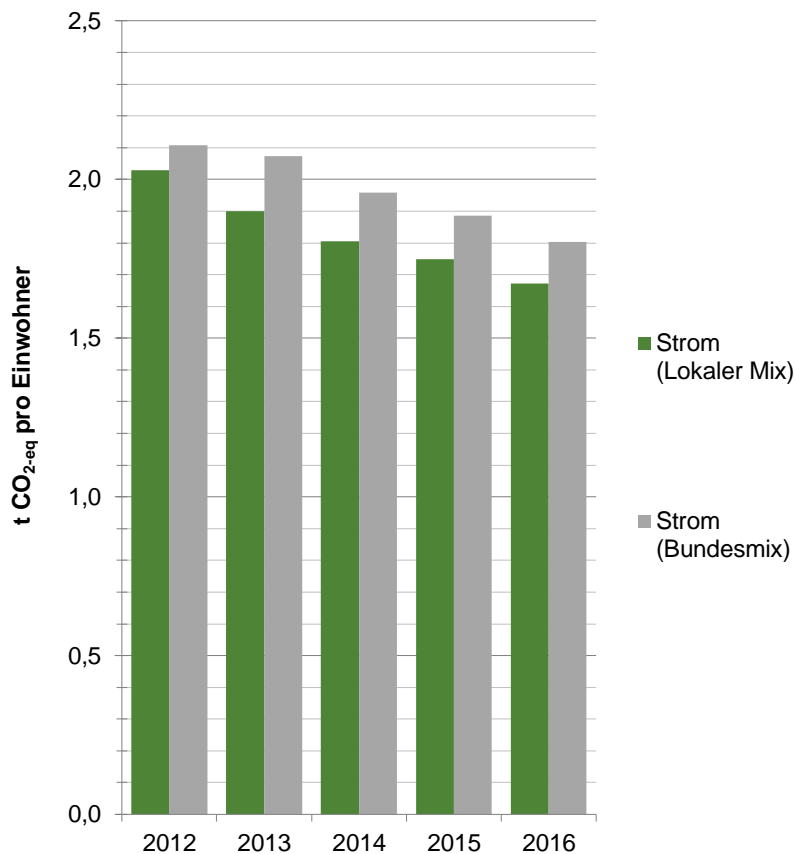


Abb. 13 Vergleich von Bundes- und lokalem Strommix

Das Delta zwischen lokalem und Bundesstrommix beträgt für das Jahr 2016 ca. 0,13 t/(EW*a) bzw. der Wert liegt 7,3 % unter dem für den Bundesstrommix. Dies zeigt deutlich, dass in Markkleeberg in diesem Bereich noch ein Bedarf zur Aktivierung der bestehenden Potenziale der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen sowie der Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung besteht. Daher gilt es, die im Kapitel 4 beschriebenen Potenziale kontinuierlich zu heben. Insbesondere im Bereich der Stromerzeugung mittels Photovoltaik besteht in der Gesamtstadt Potenzial zur Steigerung unter Beteiligung aller Akteure.

Fazit

Anhand der bilanzierten fünf Jahre lässt sich ein leichter Rückgang der spezifischen THG-Emissionen beobachten (von 6,6 auf 6,4 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr und Einwohner). Durch den Bevölkerungszuwachs von 2,5 % sowie eine Steigerung der Wirtschaftsaktivitäten mit mehr Beschäftigten erhöht sich der absolute Endenergieverbrauch um ca. 2,4 % im Betrachtungszeitraum. Dieser Anstieg kann in der THG-Bilanz durch die Verbesserung des Bundesstrommixes abgefangen werden, sodass dort ein Rückgang um 1,3 % zu verzeichnen ist. Die Schwankungen im Energieverbrauch pro Jahr lassen sich zum großen Teil mithilfe der Witterungsberreinigung als witterungsbedingt erkennen.

Die Bilanz wird durch die Sektoren Verkehr und Haushalte dominiert. Beide zusammen zeichnen sich für ca. 75 % der Emissionen verantwortlich. Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie die kommunalen Verbrauchsstellen Gebäude und Straßenbeleuchtung emittieren die verbleibenden 25 % der Treibhausgase. Der Sektor Industrie ist in Markkleeberg nicht vertreten.

Die am stärksten eingesetzten Energieträger sind Strom (EEV 16 %, THG 29 %), Erdgas (EEV 34 %, THG 26 %) sowie fossile Kraftstoffe (EEV 38 %, THG 37 %).

Der Gesamtemissionswert liegt 2016 mit 6,4 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Einwohner unterhalb des bundesdeutschen Durchschnittwertes. Der lokale Strommix ist mit 8 % weiter unter dem Durchschnitt von 29 % (bundesweit). Weitere Indikatoren zeigt die nachfolgende Übersicht.

Tab. 2 Benchmark Bilanzierung im Vergleich zu Deutschland für 2016

Indikator	Gesamtstadt	Durchschnitt Deutschland	Einheit
Gesamtreibhausgasemissionen	6,4	9,4	t/EW
Treibhausgasemissionen private Haushalte	2,3	2,5	t/EW
erneuerbare Energien Strom	8,3	28,9	%
erneuerbare Energien Wärme	7,2	13,5	%
Kraft-Wärme-Kopplung (Wärme)	1,8	9,3	%
Energieverbrauch private Haushalte	7.351	8.031	kWh/EW
Modal-Split ¹⁰	16,2	12,1	%

¹⁰ Modal Split bezeichnet in diesem Zusammenhang den Anteil des ÖPNV, Fuß- und Radverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen.

Die Energie- und CO₂-Bilanz stellt die theoretische Handlungsgrundlage für das Senken klimaschädlicher Emissionen dar. Wie kann die Kommune das Absenken der Emissionen in den einzelnen Bereichen nun fördern?

Der Sektor Verkehr ist für die Kommune aufgrund der Pendlerströme und übergeordneter Planungen nur zu einem Teil direkt beeinflussbar. Jedoch muss die Kommune gerade den Verkehr innerorts betrachten und alle gut erschlossenen Routen in Richtung Leipzig (Rad, Bus, Tram, S-Bahn) im Rahmen ihrer Möglichkeiten und Zuständigkeiten weiter intensiv fördern, um die Voraussetzungen aller Alternativen zum MIV zu verbessern. Private Haushalte sind durch die Vorbildwirkung der Kommune beeinflussbar, beispielsweise durch die Wahl der Energieträger für kommunale Objekte, die Errichtung eigener PV-Anlagen oder die Anschaffung von Elektroautos für die kommunale Flotte. Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sind die Einflussmöglichkeiten der Kommune geringer. Zu beachten gilt hierbei, dass je energieintensiver ein Betrieb ist, desto wahrscheinlicher ist es, dass die Betriebe aufgrund des hohen Kostendruckes aus Eigenmotivation heraus bereits große Bemühungen zu mehr Energieeffizienz unternehmen.

Die Potenzialanalyse verdeutlicht im Folgenden, in welchen Bereichen Markkleeberg sowohl theoretisch als auch ganz konkrete Möglichkeiten hat, auf die Absenkung der Emissionen hinzuwirken und zu einer klimafreundlichen Zukunft beizutragen.

4 Potenzialanalyse

4.1 Erneuerbare Energien

4.1.1 Solarenergie

a) Dachflächenpotenzial

Die Potenzialuntersuchung der solaren Dachflächennutzung basiert auf der Auswertung von georeferenzierten Datensätzen. Die genaue Methodik für die Teilberechnungen des Photovoltaik (PV)- und Solarthermie (ST)-Potenzials kann in Anlage 2: Solare Dachflächennutzung nachgelesen werden. Die bestehenden PV- und ST-Aufdachanlagen (siehe Ist-Analyse) wurden in der Potenzialanalyse zum Ausbau solarer Dachflächennutzung integriert und vom wirtschaftlich darstellbaren Ausbaupotenzial abgezogen, um die Doppelbelegung der Fläche auszuschließen.

Ergebnisse

Wie eingangs beschrieben, ist die Nutzung von Dachflächen nicht ausschließlich auf die Stromproduktion mit PV beschränkt, sondern kann in einer sinnvollen Kombination mit ST zu einer erheblichen Einsparung der wärmebedingten Energiekosten und dementsprechend Senkung der CO₂-Emissionen beitragen. Die Ergebnisse der PV- und ST-Analyse werden daher miteinander verschnitten und als Gesamtpotenzial solarer Dachflächennutzung ausgewiesen. Die detaillierten Ergebnisse der technisch möglichen sowie wirtschaftlich realisierbaren Anlagen sowohl für PV als auch für ST sind in Anlage 2 aufgelistet.

Für PV liegt als Teilergebnis eine summierte Übersicht wirtschaftlich umsetzbarer Aufdachanlagen vor. Eine Anlage wurde als wirtschaftlich realisierbar eingestuft, wenn sie eine Grenzrendite von mindestens 3 % (Berechnung auf Basis einer Volleinspeisung und Vergütung gemäß aktuell gültigem EEG) aufweist. Alle als realistisches Ausbaupotenzial ausgewiesenen PV-Anlagen erbringen demnach mit ihrem Ertrag einen jährlichen Gewinn von mindestens 3 % bezogen auf die Investitionskosten über den Zeitraum von 20 Jahren. Die Ergebnisse für PV sind nach Leistungsklasse in Tab. 52 ff. (Anlage 2) dargestellt.

Für ST wurde angenommen, dass 15 % des theoretischen Ausbaupotenzials wirtschaftlich realisierbar sind. Die Hintergründe und Teilergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind ebenfalls in Anlage 2, Tab. 54 ff. dargestellt.

Im letzten Berechnungsschritt werden die wirtschaftlichen Potenziale von PV und ST sinnvoll miteinander verschnitten, um ein Gesamtpotenzial der solaren Dachflächennutzung darzustellen. Dafür wurde angenommen, dass 75 % der nutzbaren Dachfläche jeweils mit der wirtschaftlich darstellbaren Modulfläche für PV und 25 % mit der von ST belegt werden. Die bestehenden Anlagen (siehe Ist-Analyse) wurden vom realistischen Ausbaupotenzial abgezogen. Die Ergebnisse des Gesamtpotenzials sind in Tab. 3 zusammengefasst.

Tab. 3 Gesamtpotenzial der solaren Dachflächenanalyse

Parameter	Einheit	Photovoltaik	Solarthermie	Summe
zur Verfügung stehende Modulfläche	m ²	636.693	212.231	848.924
Flächenanteile	%	75	25	100
theoretisches Ertragspotenzial	MWh/a	72.352	87.774	160.127
realistisches Ertragspotenzial	MWh/a	21.780	8.106	29.885
Ertrag bereits installierter Anlagen	MWh/a	483	1.288	1.770
Energiebedarfe Strom bzw. Wärme	MWh/a	73.204	216.154	289.358

Die Ergebnisse werden im Zusammenhang mit dem Strombedarf bzw. dem Wärmebedarf der Bereiche private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen interpretiert. Als Hilfestellung dient Abb. 14.

Durch den Zubau von PV können unter wirtschaftlichen Bedingungen weitere 29 % des Gesamtstrombedarfs von Markkleeberg durch Solarstrom gedeckt werden. Das entspricht einer jährlichen CO₂-Einsparung von 13.000 t/a. Basierend auf den Ergebnissen der Energie- und CO₂-Bilanz entspricht diese Einsparung der Menge an CO₂-Emissionen, die ca. 2.034 Einwohner von Markkleeberg jährlich verursachen.

Die Ergebnisse im Bereich ST fallen weniger beeindruckend aus, sind aber dennoch nicht unerheblich. Ein wirtschaftlicher Zubau von ST kann 3,75 % des aktuellen Wärmebedarfs der Bereiche private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen decken. Das entspricht einer CO₂-Einsparung von immerhin 1.990 t/a bzw. in etwa der Menge an CO₂, die 311 Einwohner von Markkleeberg pro Jahr verbrauchen.

Eine wirtschaftlich darstellbare solare Dachflächennutzung kann demnach zu einer CO₂-Einsparung in einer Größenordnung von 10 % im Vergleich zum Bilanzjahr 2016 führen.

Das erstellte solare Dachflächenkataster wurde dem Stadtplanungsamt für eine Einbettung auf der städtischen Internetseite übersendet.

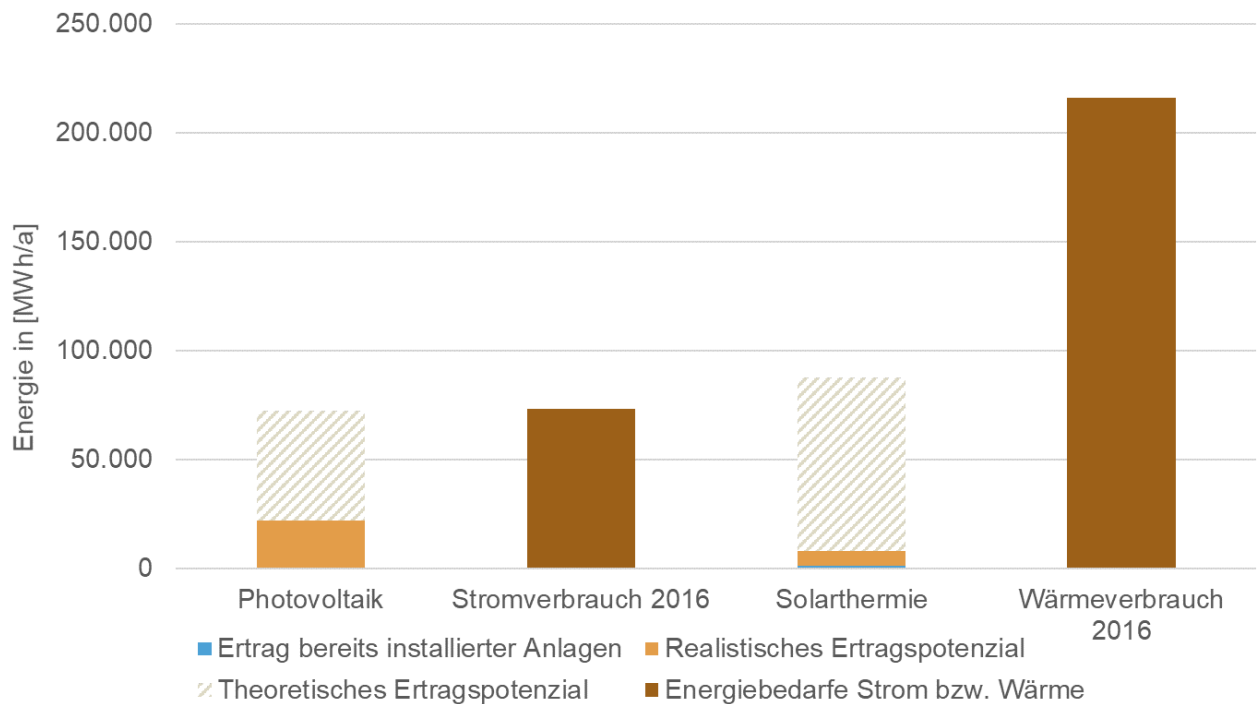


Abb. 14 Ergebnisse Gesamtpotenzial solarer Dachflächennutzung

b) Detailbetrachtung Kanupark

Die Anlage des Kanuparks Markkleeberg befindet sich als Teil des Leipziger Neuseenlands an der Südostküste des Markkleeberger Sees, einem gefluteten ehemaligen Braunkohletagebau im Süden der an Leipzig angrenzenden Stadt Markkleeberg. Für den Betrieb der Anlage werden jährlich 1,2 GWh Strom verbraucht und Spitzenlasten von knapp 1,7 MW erreicht. Als Grundlage der Potenzialanalyse dienen die Lastgangdaten aus den Jahren 2016 bis 2018, die in Abb. 15 dargestellt werden. Darin wird eine Grundlast zwischen 220 und 280 kW ersichtlich. Die zeitweise auftretenden Lastspitzen werden durch das Anfahren der Anlage hervorgerufen und betragen bis zu 420 kW.

Im Zuge des Klimaschutzkonzepts soll zur überwiegenden Deckung des Eigenverbrauchs und Glättung der Spitzenlasten die mögliche Einbindung von Photovoltaikanlagen in Kombination mit einem Batteriespeicher untersucht werden.

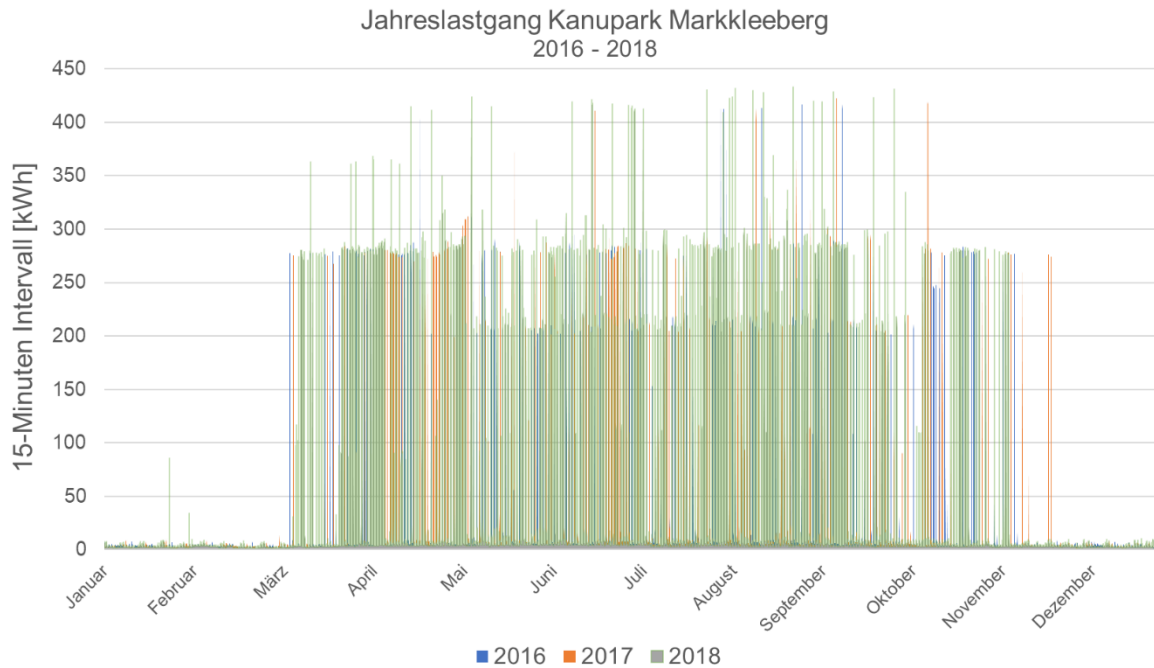


Abb. 15 Jahreslastgang 2016-2018 Kanupark Markkleeberg

Über Luftbildaufnahmen wurde eine erste Einschätzung der potenziellen Freiflächen vorgenommen. Dabei konnte neben zwei Dachflächen der Betriebsgebäude des Kanuparks eine Vielzahl an Freiflächen identifiziert werden, die keiner größeren Verschattung durch umliegende Objekte unterliegen. Aufgrund des Betriebs der Anlage sowie evtl. auftretender Spiegelung der PV-Module auf die Anlage sind jedoch die Freiflächen Nr. 3 und Nr. 4 von der Stadt Markkleeberg als bedenklich eingestuft worden. Als Alternative wurde in Rücksprache mit dem Geschäftsführer der EGW Wachau, Herrn Mann, die Nutzung der Freifläche 5 südlich des Kanuparks ausgeschlossen. Diese wird im B Plan „Silberschacht Markkleeberg“, 1. Änderung Stand 26.02.2016 für einen zukünftigen Parkplatz vorgesehen. Der entstehende Parkplatz soll eine Überdachung (Beschattungsanlage) in Form von Photovoltaik-Anlage erhalten. Dies ist im Zusammenhang auch mit der Entwicklung des Gebäudes, welches im Zuge des Segelhafens entstehen soll zu sehen (Freifläche Nr. 5). Auch auf dem Gebäude ist die Komplexität einer Photovoltaik-Anlage zu sehen.

Alle weiteren aufgeführten Freiflächen 6 stehen nach Rücksprache mit Herrn Mann im Eigentum der Stadt Markkleeberg.

Die Flächen und das Areal im Eigentum der EGW sind in Abb. 16 dargestellt und entsprechend nummeriert, wobei die Nummerierung fortfolgend weiterverwendet werden soll.

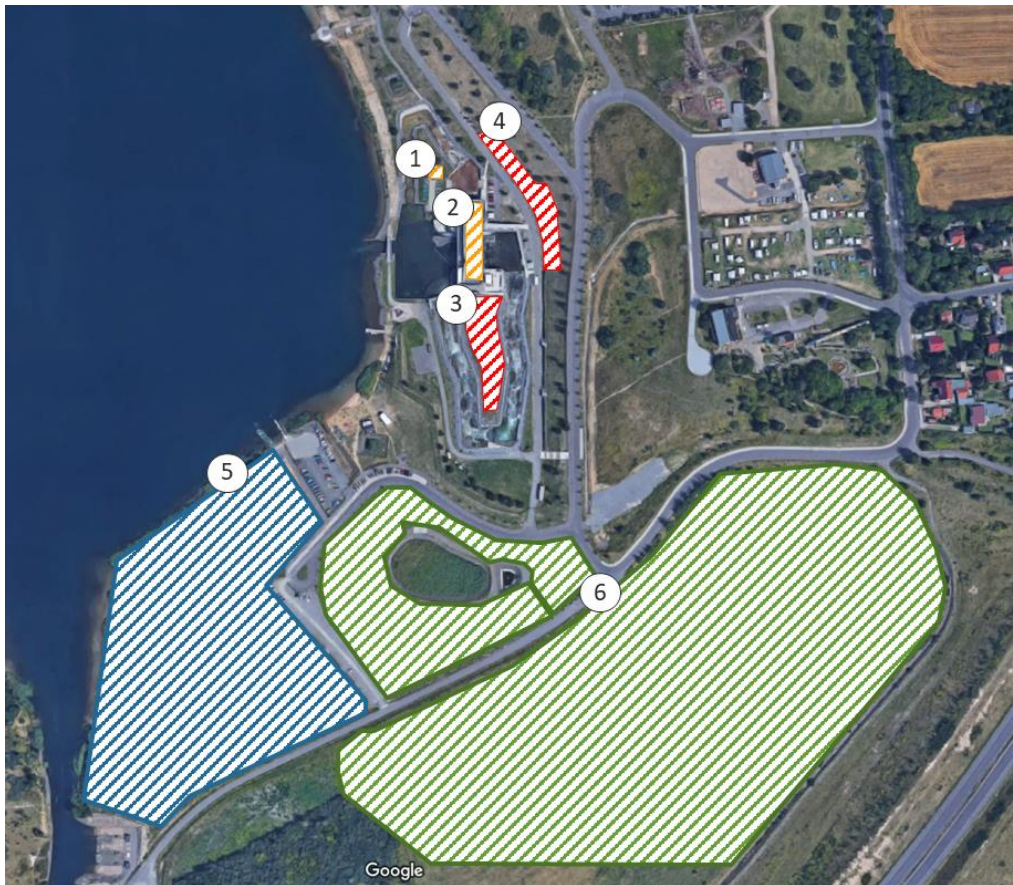


Abb. 16 Übersicht potenzielle Freiflächen Kanupark Markkleeberg

Die Art der Flächen, deren Bruttoflächen sowie ein maximales Potenzial an installierter PV-Leistung werden in nachfolgenden Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4 Angaben zu geeigneten Flächen für eine Photovoltaikanlage am Kanupark Markkleeberg

Fläche	Typ	Bruttofläche [m ²]	max. installierte Leistung [kWp]	Anmerkung
1	Dachfläche	100	9	-
2	Dachfläche	370	34	-
3	Freifläche	1.350	148	aufgrund Nutzung der Freifläche für Events ungeeignet
4	Freifläche	2.000	121	aufgrund der Hanglage und potenzieller Spiegelung ungeeignet
5	Freifläche	„nicht verfügbar“	„nicht verfügbar“	Alternative Nutzung für zukünftige Segelpark mit Parkhaus und integrierter PV-Anlage vorgesehen

Fläche	Typ	Bruttofläche [m ²]	max. installierte Leistung [kWp]	Anmerkung
6	Freifläche	k.A.	k.A.	mögliche Nutzung für PV-Anlagen nicht abschließend geklärt
gesamt		3.720	282	

Eine genaue Analyse der Dachflächen (inkl. Betrachtung der Statik) ist im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes nicht möglich. Anhand der Analyse wird ein weiterführender Prüfauftrag zur wirtschaftlichen Bewertung einer PV-Anlage auf den Dachflächen 1 und 2 des Kanuparks empfohlen.

c) Detailbetrachtung Dach Grundschule West

Die Grundschule Markkleeberg-West befindet sich in der Rathausstraße 75, nahe dem Zentrum von Markkleeberg und ist mit dem nahegelegenen Hort und der großen Turnhalle verbunden. Zur Reduzierung des jährlichen Stromverbrauchs des Schulkomplexes von rund 110.000 kWh soll im Rahmen des KSK eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit für die Installation einer PV auf Dachanlage durchgeführt werden.

Auf Basis von Luftbildaufnahmen wurde eine erste Einschätzung der Dachfläche südlich der Schule vorgenommen. Das Flachdach des Gebäudes ist aufgrund seiner Ausrichtung besonders gut für die Installation einer Photovoltaikanlage geeignet. Die nutzbare Dachfläche des Gebäudes ist in Abb. 17 dargestellt und beträgt ca. 700 m².



Abb. 17 Übersicht potenzielle Dachfläche für PV-Anlage der Grundschule Markkleeberg-West

Aufgrund der Höhe des Gebäudes ist von keiner Verschattung durch umliegende Objekte auszugehen. Eine genaue Analyse der Dachflächen (inkl. Betrachtung der Statik) ist im Rahmen des KSK nicht möglich. Jedoch wurden die Modulfläche und die Abstände der Modulreihen so gewählt, dass sie auf Grundlage der vorliegenden Informationen als realistisch eingeschätzt werden kann.

Wahl der Anlagengröße

Für PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 10 kWp, die nach dem 01.01.2017 installiert wurden, muss im Jahr 2019 für den selbst verbrauchten Solarstrom eine anteilige EEG-Abgabe (Stand 2019: 6,405 ct/kWh) von 40 Prozent (2,562 ct/kWh) entrichtet werden. Aus den zuvor genannten Kriterien kann bei einer maximalen Auslegung der PV-Anlage eine installierte Leistung von rund 60 kWp erreicht werden. Für die Wahl der installierten Anlage ist der Schwellenwert von 30 kWp sowie 40 kWp zu nennen. Für Anlagen über 30 kWp ist die ferngesteuerte Leistungsbegrenzung als sogenanntes vereinfachtes Einspeisemanagement verpflichtend. Die Zusatzkosten entsprechen abhängig der Anlagengröße mehrere tausend Euro. Mit Blick auf die Wirtschaftlichkeit ist daher zu empfehlen, die Anlagen knapp unter oder deutlich über dem Grenzwert von 30 kWp zu wählen. Weiter verringert sich die gesetzliche Einspeisevergütung für PV-Anlagen abhängig von der installierten Leistung (siehe **Fehler!**

Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)¹¹ Zukünftige Vergütungssätze können zum aktuellen Zeitpunkt nur prognostiziert werden, da sich die fortführende Degression der Vergütung nach der aktuellen Zubaurate an neu installierten PV-Leistungen richtet. Demnach wird für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit eine Inbetriebnahme der Anlage im Juli 2019 festgelegt.

Nach den zuvor genannten Kriterien werden die nachfolgend aufgeführten Szenarien für eine Auslegung der PV-Anlage gewählt:

- Szenario 1: Maximale Belegung der Dachfläche (60 kWp)
- Szenario 2: Teilbelegung der Dachfläche (30 kWp)

Die energetische Bewertung erfolgt anhand der Planungssoftware „PV*SOL premium 2019“. In der Simulation werden marktübliche Module mit einer Leistung von 300 Wattpeak verwendet. Die Module werden mit einer Neigung von 15° aufgeständert und entlang des Gebäudes Richtung Süden ausgerichtet. Die Wahl der Wechselrichter richtet sich nach der Anlagengröße in den Szenarien. Anzumerken ist, dass aufgrund der fehlenden registrierende Leistungsmessung (RLM) der Grundschule Markkleeberg-West, ein Standardlastprofil (SLP) herangezogen wird. Abweichungen des Eigenverbrauchsanteils sind in der nachfolgenden Berechnung nicht auszuschließen.

Angaben zur Energieeinsparung

Die Ergebnisse der Szenarien werden in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5 Simulationsergebnisse PV*SOL premium 2019 – PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West

Beschreibung	Einheit	Szenario 1 [60 kWp]	Szenario 2 [30 kWp]
PV-Generatorleistung	[kWp]	59,7	29,4
spezifischer Jahresertrag	[kWh/kWp]	997	1.001
Anlagennutzungsgrad	[%]	88,4	88,8
PV-Generatorenergie	[kWh/a]	59.519	29.422
Eigenverbrauch	[kWh/a]	42.026	27.628
Netzeinspeisung	[kWh/a]	17.493	1.794
Eigenverbrauchsanteil	[%]	70,6	93,9
vermiedene CO ₂ -Emissionen	[kg/a]	35.711	17.653

¹¹ Angaben nach Bundesnetzagentur über EEG-Registerdaten und -Fördersätze – Dokument anzulegende Werte für Solaranlagen Mai bis Juli 2019

Es ergibt sich für den Standort in Markkleeberg ein spezifischer Jahresertrag von 1.000 kWh/kWp. Aufgrund des Jahresverbrauchs von rund 110.000 Kilowattstunden sind im Eigenverbrauch deutliche Unterschiede zwischen den betrachteten Szenarien festzustellen. Wird in Szenario 2 (30 kWp Anlage) ein Eigenverbrauchsanteil von knapp 94 Prozent erzielt, reduziert sich dieser bei einer 60 kWp Anlage im ersten Szenario auf lediglich 71 Prozent. Entsprechend der Anlagenleistung erhöht sich der solare Deckungsgrad und kann zusammen mit dem Stromverbrauch sowie der Stromerzeugung der PV-Anlage nachfolgender Tab. 6 entnommen werden.

Tab. 6 Eigenverbrauchsanteil des PV-Stroms Grundschule Markkleeberg-West

Beschreibung	Einheit	Szenario 1 [60 kWp]	Szenario 2 [30 kWp]
Stromverbrauch	[kWh/a]	109.312	109.283
gedeckt durch PV-Anlage	[kWh/a]	42.026	27.628
gedeckt durch Stromnetz	[kWh/a]	67.286	81.654
solarer Deckungsgrad	[%]	38,4	25,3

Wirtschaftlichkeit

Die Investitionskosten werden in Abhängigkeit der installierten Leistung der jeweiligen Szenarien nach Tab. 7 berechnet. Für die PV-Module und den Wechselrichter wurden aktuelle Marktpreise angesetzt. Zusätzlich werden nach VDI 2067 Reinvestitionskosten der Wechselrichter nach zehn Jahren Betriebsdauer fällig. Bei allen weiteren Kostenpositionen wurden auf Basis von Erfahrungswerten marktübliche Preise festgelegt.

Tab. 7 spezifische Investitionskosten der PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West

Kostenpositionen	spezifische Kosten	
	Betrag (netto)	Einheit
PV-Module	127,80	€/Stück
Wechselrichter	1.230	€/(Stück*10a)
Montagesystem/PV-Gestell	200	€/kWp
Montage	150	€/kWp
Gerüst	7.400	€/Dach
Verkabelung	30	€/kWp
Netz- und Anschlusskosten (bis 30 kWp/ über 30 kWp)	2.000/ 6.500	€

Weiterhin werden für das Szenario 1 mit einer installierten Leistung von rund 60 kWp (größer 30 kWp) zusätzliche Kosten von 4.500 € für den Einsatz eines Einspeisemanagements mit Rundfunkempfänger angesetzt.

Für die Betrachtung werden ferner die in Tab. 8 dargestellten betriebsgebundenen und sonstigen Kosten angesetzt. Die Instandhaltungs-, Wartungs- und Inspektions- sowie Versicherungskosten richten sich nach den Werten für Solarkollektoren nach VDI 2067 Blatt 1.

Tab. 8 betriebsgebundene und sonstige Kosten der PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West

Position	spezifische Kosten	
	Betrag	Einheit
Instandhaltungskosten	0,5	%/(Invest.*a)
Wartung- und Inspektion	1,0	%/(Invest.*a)
Versicherungskosten	0,5	%/(Invest.*a)

Ergebnis

Die wesentlichen wirtschaftlichen Kenngrößen der Simulation der einzelnen Szenarien sind in Tab. 9 zusammengefasst. Demnach erzielt Szenario 2 die höhere Gesamtkapitalrendite mit 14,8 % bei einer dynamischen Amortisationsdauer von 7,2 Jahren.

Tab. 9 Investitions- und Betriebskosten sowie Erlöse aus dem ersten Jahr der PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West

wirtschaftliche Kenngrößen	Einheit	Szenario 1 [60 kWp]	Szenario 2 [30 kWp]
Investitionskosten	[€]	71.873	38.468
Gesamtkapitalrendite	[%]	13,47	14,83
kumulierter Cashflow	[€]	132.829	82.374
dynamische Amortisationsdauer	[a]	7,8	7,2
Stromgestehungskosten	[€/kWh]	0,09	0,09

Bezogen auf den kumulierten Cashflow, der nach 20 Jahren Betriebszeit erzielt werden kann, wird trotz der höheren kapitalgebundenen Kosten, die Umsetzung der PV-Anlage nach Szenario 1 empfohlen. Abb. 18 verdeutlicht die in Szenario 1 dargestellten wirtschaftlichen Kenngrößen weiterführend anhand des kumulierten Cashflows, welcher die durch die Maßnahme erwirtschafteten liquiden Nettozuflüsse darstellt.

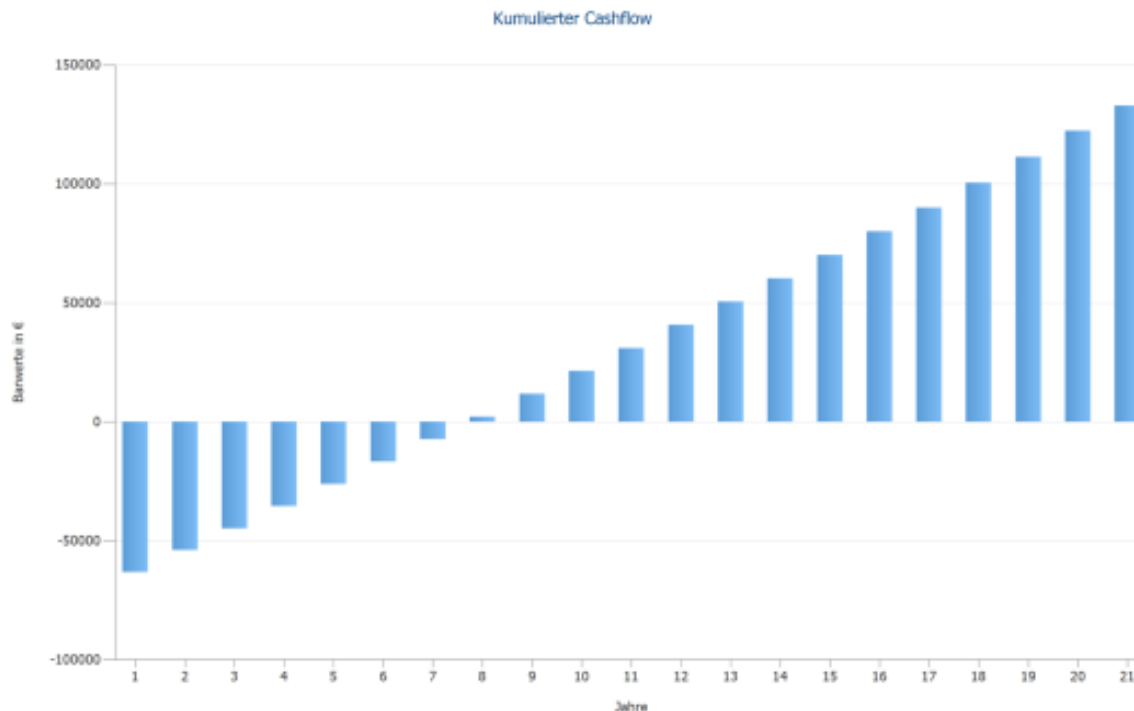


Abb. 18 kumulierter Cashflow der PV-Anlage mit 60 kWp nach Szenario 1, Grundschule Markkleeberg-West

Als nächster Schritt wird die Erteilung eines Prüfauftrags zur Nutzung der Dachfläche für die Umsetzung eines PV-Mieterstrommodells empfohlen.

4.1.2 Geothermie

Für das Land Sachsen existiert eine geothermische Karte, in der für einen Großteil des Landes Sachsen abgelesen werden kann, wie gut ein Standort zur Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet ist.¹² Die Karte stellt eine Übersicht für die Nutzung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden und somit eine erste Orientierungshilfe zur Einschätzung eines Planungsvorhabens dar.

Konkret stellt die geothermische Karte die Entzugsleistung in W/m für unterschiedliche Bohrtiefen und Vollbenutzungsstunden der geplanten Anlage zur Verfügung. Zur Konkretisierung kann also zwischen 1.800 h/a und 2.400 h/a Vollbenutzungsstunden sowie zwischen Bohrtiefen von 40 bis max. 130 m gewählt werden. Da die Geothermie bis zu einer Bohrtiefe von 400 m als oberflächennah und erst ab einer Bohrtiefe von 400 m als Tiefengeothermie definiert ist, deckt die Karte die entsprechenden Ergebnisse zur Einschätzung der oberflächennahen

¹² <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default/index.xhtml> [06{2019}]

Freifläche angenommen wurde. Wie sich die Flächen dabei aufteilen und welcher Anteil damit zur Nutzung der Geothermie freisteht, ist in Abb. 20 dargestellt.

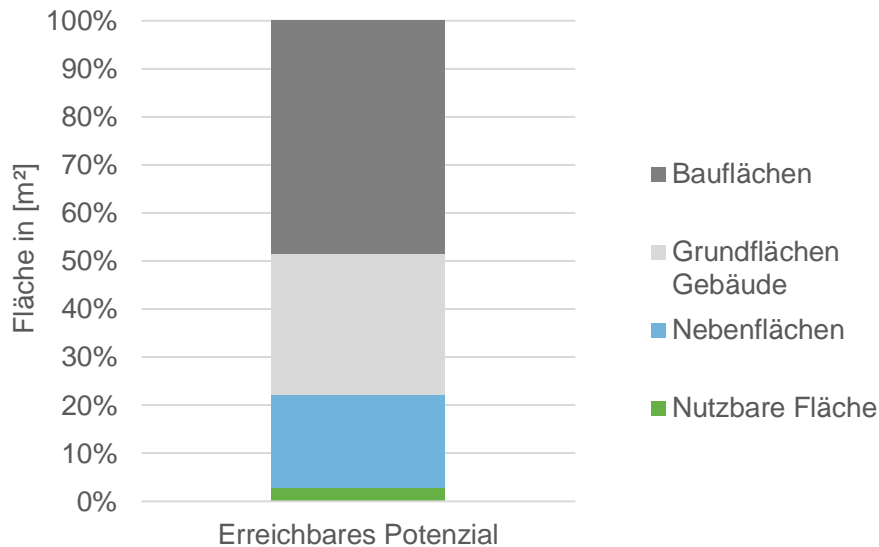


Abb. 20 Verteilung der Flächen im betrachteten Territorium zur Nutzung der Geothermie

Alle weiteren Berechnungsparameter sowie die eben dargestellten Flächen werden Tab. 10 aufgelistet.

Tab. 10 Berechnungsdaten zum theoretischen oberflächennahen Geothermepotenzial

Parameter	Einheit	Wert
Bauflächen	m ²	7.804.000
Grundflächen Gebäude	m ²	4.678.113
Nebenfläche	m ²	3.125.887
Anteil Freifläche	%	15
nutzbare Fläche	m ²	468.883
Mindestabstand Bohrungen	m	6
Flächenbedarf Bohrung	m ²	28
Anzahl möglicher Bohrungen	1	16.583
durchschnittliche Bohrtiefe	m	70
spez. Entzugsleistung	W/m	45
Entzugsleistung	MW	52

Parameter	Einheit	Wert
COP Wärmepumpe	1	4
Verdichterleistung	MW	17
Wärmeleistung	MW	70
Vollbenutzungsstunden	h/a	1.800
Wärmemenge	MWh/a	125.370
Wärmeverbrauch 2016	MWh/a	213.581
Deckungsanteil	%	59
spez. Investitionskosten Bohrung	€/m	50
spez. Investitionskosten Wärmepumpe	€/kW	550
Investitionskosten	€	96.349.230

Dem theoretischen Potenzial zufolge könnten (bei den getroffenen Annahmen) 59 % des Wärmeverbrauchs im Betrachtungsgebiet aus oberflächennaher Geothermie in Verbindung mit dem Einsatz von Wärmepumpen gedeckt werden. Der Wert lässt sich mit der in Abb. 19 dargestellten Eignung des Territoriums als plausibel bewerten. Um dieses flächendeckende Potenzial ausschöpfen zu können, bedarf es dabei einer Investitionssumme von insgesamt 96.349.230 €. Diese Investitionssumme ist jedoch nur im Falle einer flächendeckenden Maßnahme aufzuwenden, für sinnvolle Einzelmaßnahmen kann von den in Tab. 10 angegebenen spez. Investitionskosten ausgegangen werden.

Nach den Daten des Marktanreizprogrammes sind im betrachteten Territorium zum Jahr 2016 bereits 52 Wärmepumpenanlagen mit einer Gesamtleistung von 315 kW registriert. In die Berechnung fließen die Daten mit dem Stand des Jahres 2016 ein, da dies auch in der Energie- und CO₂-Bilanz das Bezugsjahr darstellt. Wird der Bestand der Wärmepumpen mit dem theoretischen Potenzial verrechnet und das gesamte Potenzial ausgeschöpft, könnte der zukünftige Wärmemix der Stadt Markkleeberg, wie in Abb. 21 dargestellt, aussehen.

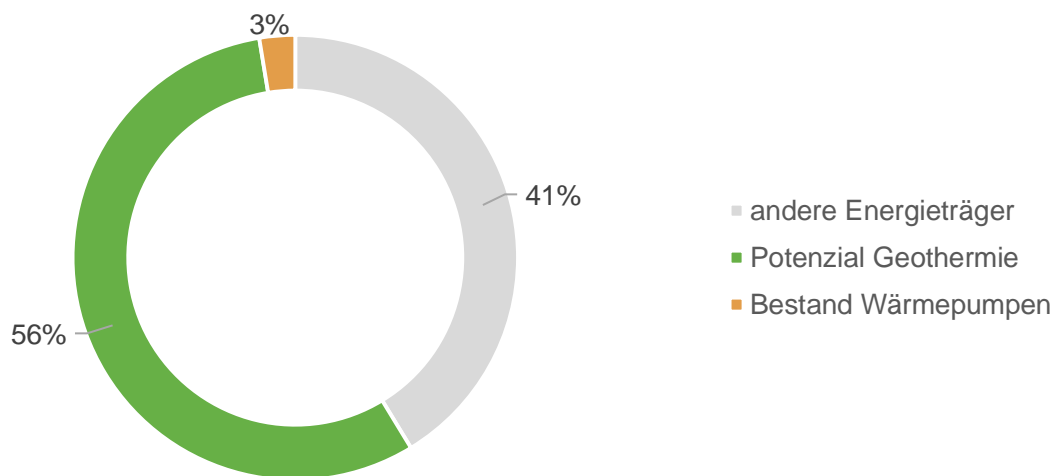


Abb. 21 Wärmemix der Stadt Markkleeberg bei Ausschöpfung des gesamten Geothermiepotenzials

4.1.3 Windenergie

Voraussetzung für die Betrachtung des Windpotenzials, sei es eine rein technische oder wirtschaftliche, ist das Vorhandensein von Windeignungsgebieten (WEG). Die Ausweisung von WEG erfolgt durch die verantwortliche Regionale Planungsgemeinschaft bzw. den Regionalen Planungsverband. Im Stadtgebiet von Markkleeberg gibt es laut dem derzeit gültigen Regionalplan Leipzig-West-sachsen 2008 kein ausgewiesenes Windeignungsgebiet.

Seit 2017 gibt es jedoch im Energieportal Sachsen Daten zum theoretisch verfügbaren Windpotenzial. Die Daten liegen flächendeckend für das Bundesland vor, somit auch für das betrachtete Territorium Markkleeberg. In dem Energieportal sind Daten zur mittleren Windgeschwindigkeit sowie zur mittleren Energieleistungsdichte für unterschiedliche Höhen über Grund verfügbar. Mit den Daten zum theoretischen Windpotenzial sieht das Potenzial der mittleren Energieleistungsdichte im Gemeindegebiet Markkleeberg bei 130 m über Grund folgendermaßen aus:

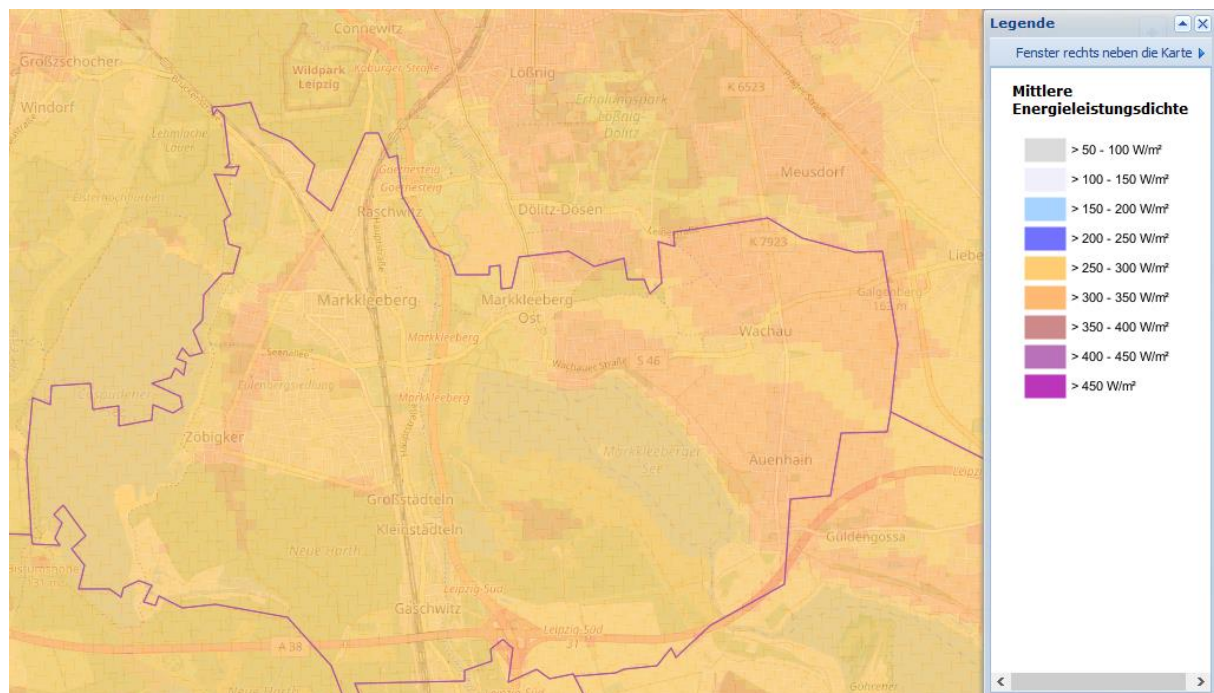


Abb. 22 theoretischer Ertrag der Windkraft im Gemeindegebiet Markkleeberg¹⁴

Die gewählte Höhe von 130 m über Grund stellen für heutige Windenergieanlagen eine normale Nabenhöhe dar. Die Nabenhöhe einer Windenergieanlage ist ausschlaggebend für das Energiepotenzial, da mit der Höhe auch die Windgeschwindigkeit zunimmt. Die Windenergieanlagen werden somit mit immer höheren Nabenhöhen konstruiert. Im Jahr 2000 lag diese durchschnittlich noch bei 100 m während sie heute bis zu 150 m erreichen.

Nach Abb. 22 gibt es im gesamten Gebiet der Kommune Zonen mit einer lohnenswerten Energieleistungsdichte. Inwiefern dieses Potenzial langfristig erschlossen werden kann bzw. soll, gilt es bei zukünftigen Fortschreibungen des Regionalplans unter Beachtung aller Aspekte abzuwägen. Da innerhalb des Gemeindegebiets Markkleebergs eine relativ dichte Besiedelung vorzufinden ist, ist eine Erschließung dieser Flächen für moderne Windkraftanlagen nicht zu erwarten.

Auch eine Potenzialbetrachtung von Kleinwindkraftanlagen (KWKA), von denen üblicherweise bei Leistungsklassen unter 100 kW gesprochen wird, ist innerhalb der Konzepterstellung nicht möglich, da der Ertrag und damit die Rentabilität von KWKA unmittelbar von den lokalspezifischen Windverhältnissen abhängig ist. Eine Aussage zur wirtschaftlichen Machbarkeit von KWKA erfordert die Untersuchung der Windverhältnisse vor Ort für mindestens drei Monate, idealerweise für den Zeitraum von einem Jahr.

¹⁴ Energieportal Sachsen, <http://www.energieportal-sachsen.de>, [26.06.2019]

Ferner schließen aktuelle gesetzlichen Rahmenbedingungen die Errichtung von Windenergieanlagen auf dem Gebiet der Stadt Markkleeberg aus, welche u.a. durch den aktuellen Regionalplan (noch im Entwurf) geprüft werden. Eine detaillierte Betrachtung ist folglich erst nach Änderung der Gesetzgebung zu empfehlen.

4.1.4 Biomasse aus der kommunalen Forstwirtschaft

Vorbemerkung

Die nachfolgende Potenzialermittlung fokussiert sich auf den kommunalen Waldbesitz der Stadt Markkleeberg. Hierfür wurden Basisdaten auf Grundlage der Forsteinrichtung ermittelt und im März 2019 abgefragt. Das Forsteinrichtungswerk basiert auf einem Stichprobenverfahren und bildet die Grundlage der forstlichen Betriebsplanung. Die Auswertung der Forsteinrichtungsdaten ist auf Angaben zu Waldzustand (Waldfläche, Baumartenverteilung, Holzvorrat und -zuwachs) und geplanter Nutzungen (Hiebsatz) fokussiert. Weiterhin wurden die Hiebssätze nach geplantem Absatz der forstlichen Leitsortimente ausgewertet. Als Leitsortimente werden in der Forstsprache die Verkaufskategorien der unterschiedlichen Holzarten bezeichnet. Hier wird vor allem zwischen Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie gegebenenfalls Waldrestholz und Totholz unterschieden.

Für den Privatwald und den Staatswald wurden lediglich überschlägige Berechnungen auf Basis von statistischen Grunddaten durchgeführt, da hier keine detaillierten Daten zur Verfügung gestellt werden konnten. Darüber hinaus weist der Kommunalwald den größten Anteil an der Waldfläche und das größte Handlungspotenzial auf.

a) Beschreibung der Ausgangssituation

Die Waldfläche in der Stadtgemarkung umfasst ca. 550 ha. Der kommunale Waldbesitz mit etwa 190 ha (34 % der Gesamtwaldfläche) bildet den höchsten flächenbezogenen Anteil. Die restlichen Waldflächen verteilen sich auf den staatlichen Waldbesitz mit 33 % (165 ha), den privaten Waldbesitz mit 30 % (185 ha), Treuhandwald mit 2 % (10 ha) und Kirchenwald mit 1 % (5 ha).

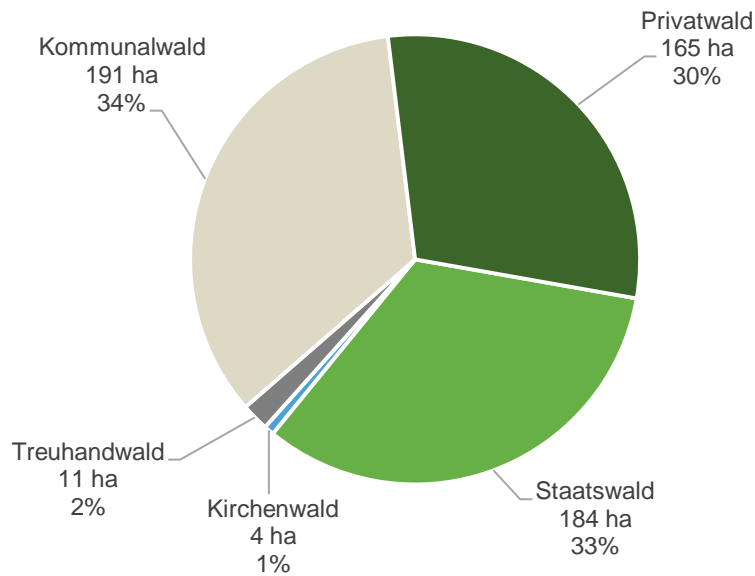


Abb. 23 Waldbesitzverteilung in der Stadt Markkleeberg

Wie die folgende Abbildung zeigt, handelt es sich im Kommunalwald (wie auch im gesamten Waldgebiet) um einen jungen Aufbauwald. Über 90% der Bäume sind jünger als 40 Jahre.

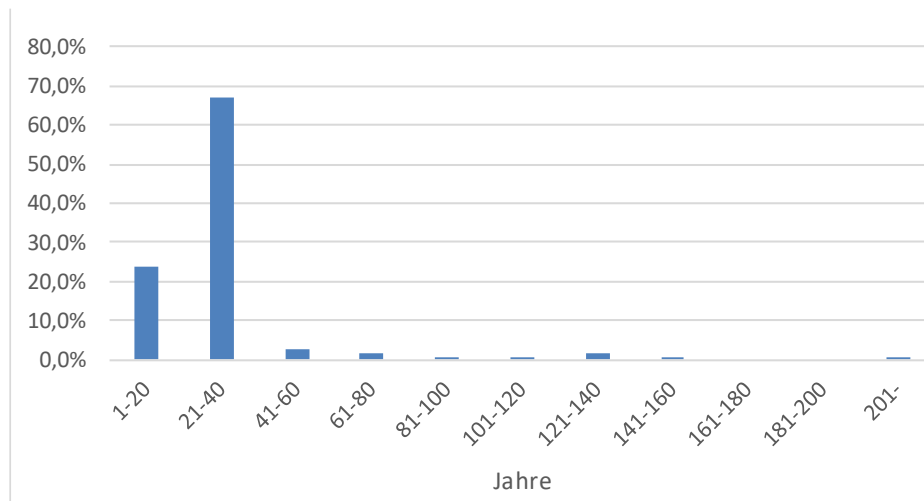


Abb. 24 Verteilung der Altersklassen im Kommunalwald der Stadt Markkleeberg

Die Hauptbaumarten innerhalb des Kommunalwaldes sind Eiche (rund 35 % Flächenanteil) und langlebige Laubhölzer (rund 23 % Flächenanteil). Die Abbildung zur Verteilung der Sortimente im Kommunalwald

zeigt die Baumartenverteilung des Kommunalwaldes. Die Laubholzarten machen insgesamt 72 % der Fläche, die Nadelhölzer 9 % und der Nichtholzboden sowie Blöße 19 % aus.

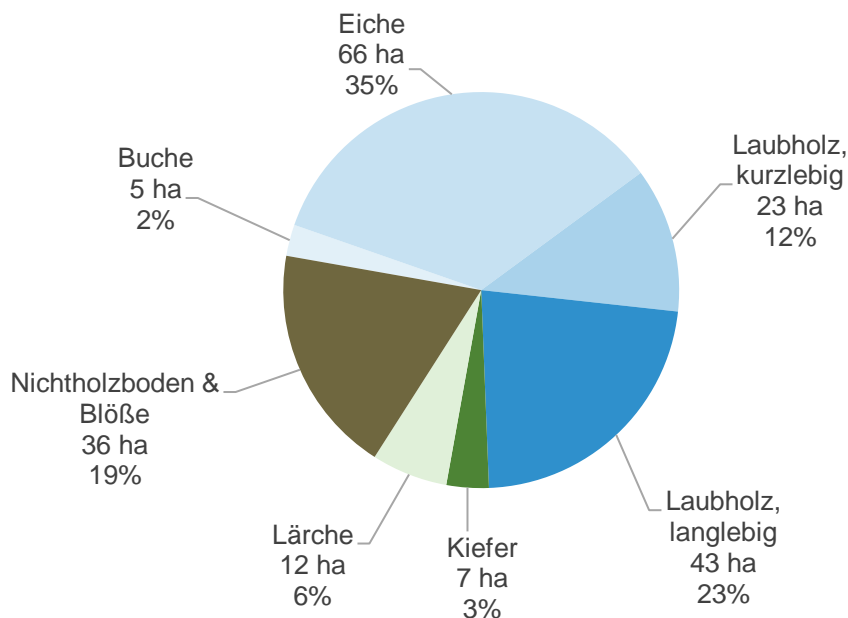


Abb. 25 Baumartenverteilung des Kommunalwaldes der Stadt Markkleeberg

Aus der Baumartenzusammensetzung und der Altersstruktur resultiert das hauptsächliche Aufkommen von Energieholz, das bei der Durchforstung anfällt, und das geringe Aufkommen von Stammholz. Diese werden im folgenden Absatz näher betrachtet.

b) Verteilung der Sortimente im Kommunalwald

Die Verteilung der Leitsortimente, wie sie die Datenerhebung in Kombination mit Auskünften des zuständigen Försters Herrn Hering und von Herrn Fischer vom Tiefbauamt der Stadtverwaltung, ergab, ist in Abb. 26 dargestellt. Demnach werden zurzeit 71 % der Holzeinschlagsmenge (ca. 180 Efm) als Energieholz vermarktet. Industrie- und Stammholz haben einen sehr geringen Anteil von zusammen 10 %, ca. 19 % verbleiben als Tot- und Restholz im Wald. Der hohe Anteil an Energie- bzw. Brennholz ist auf den jungen, überwiegend aus Laubhölzern bestehenden, Waldbestand zurückzuführen. Eine Änderung der Sortimente wird erst in ca. 40 bis 80 Jahren abzusehen sein, wenn die Laubhölzer in ihr Erntefenster für die Wertholzproduktion kommen. Bis dahin fällt im Laubholzbereich hauptsächlich Energieholz aus Pflege und Durchforstung an, im Nadelholzbereich geht dieses zum größten Teil in das Industrieholzsegment.

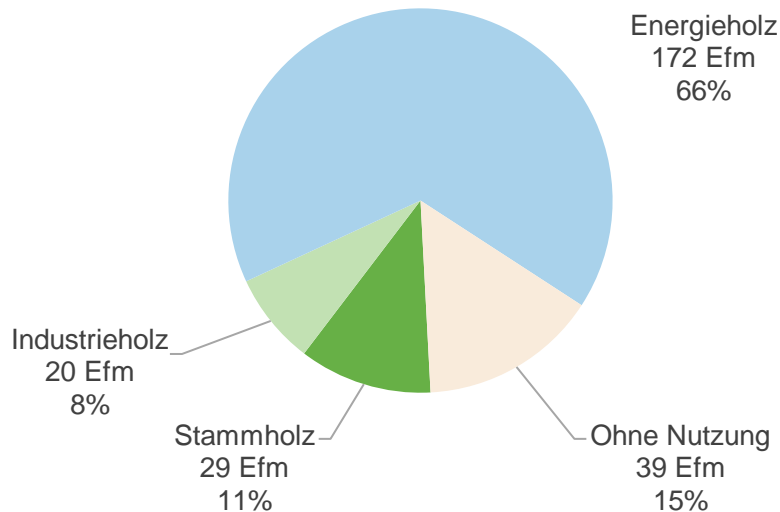


Abb. 26 Sortimentsverteilung der Ernte

c) Genutztes Potenzial

Die geplanten Hiebssätze aus der Forsteinrichtung für den Kommunalwald liegen als nutzbare Waldholzmenge in der Einheit Erntefestmeter [Efm] vor.¹⁵ Aus den Angaben zu Zuwachs und Vorrat lassen sich die in Tabelle 4-1 dargestellten Kennzahlen ableiten. Diese stellen eine wichtige Grundlage für die Ermittlung des ausbaufähigen Potenzials dar.

Tab. 11 Kennzahlen des Kommunalwaldes

Kennzahlen des Kommunalwaldes	
Nutzung / ha [Efm]	1,4
Zuwachs / ha [Efm]	3,8
Vorrat / ha [Efm]	36
Nutzung / Zuwachs	36%

¹⁵ 1 Efm entspricht grob 1 Vfm (Vorratsfestmeter) – 10 % Rindenverlust – 10 % Verlust bei der Holzernte

Bei der Analyse des Kommunalwaldes errechnet sich ein Nutzungssatz von 1,4 Efm pro Hektar und Jahr. Die Betrachtung von Nutzung zu Zuwachs zeigt, dass 36 % des Gesamtzuwachses genutzt werden.

Die Gesamtnutzung der jährlichen Planungsperiode über alle Waldbesitzarten beläuft sich für die Waldfläche der Stadt Markkleeberg auf rund 260 Efm. Der Gesamtzuwachs pro Hektar und Jahr summiert sich auf rund 720 Efm.

Tabelle 4-2 zeigt die jährliche Nutzung des Energieholzsortiments, das sich aus den Planungsdaten des Forsteinrichtungswerkes ergibt. Für das Energieholz errechnet sich ein jährliches Potenzial von rund 170 Efm, was ca. 140 t entspricht. Der darin gebundene Energiegehalt summiert sich auf ca. 430 MWh und steht äquivalent für die jährliche Substitution von rund 43.000 Liter Heizöl.

Tab. 12 genutztes Energiepotenzial

Aktuelle Energieholznutzung Kommunalwald											
Baumart	Buche	Eiche	Laubholz kurzlebig	Laubholz langlebig	Fichte	Douglasie	Kiefer	Lärche	Tanne	Sonstige	Σ
Energieholz [Efm]	6	83	28	54	0	0	0	0	0	0	172
Energieholz [MWh]	16	215	69	131	0	0	0	0	0	0	431
Energieholz [t]	5	72	23	44	0	0	0	0	0	0	143

d) Methodische Annahmen

Im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung wird auf Basis der Daten des Forsteinrichtungswerkes das nachhaltige Waldholzpotenzial dargestellt. Auf dieser Grundlage werden dann ausbaufähige Potenziale für die Realisierungsstufen 2030, 2040 und 2050 modelliert. Die wesentlichen Stellschrauben zur Bestimmung zukünftiger Energieholzmengen werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Nutzungserhöhung

Die Erhöhung der Einschlagsmenge ist grundsätzlich als nachhaltig zu sehen, solange der laufende jährliche Zuwachs nicht überschritten wird. Kennzeichnend ist hier das Verhältnis Nutzung/Zuwachs. Um weiterhin Holzvorräte aufzubauen und eine Übernutzung auszuschließen, wird in dieser Analyse die Nachhaltigkeitsgrenze bei 80 % Nutzung/Zuwachs festgelegt. Zu berücksichtigen ist dabei außerdem die Altersverteilung der Wälder.

Sortimentsverschiebung

Forstliche Leitsortimente sind Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie Waldrestholz und gegebenenfalls Totholz. Durch die Verschiebung von Industrieholzmengen in das Energieholzsortiment kann das auf den jeweiligen Planungszeitraum bezogene Energieholzaufkommen gesteigert werden. Die jährliche Holzerntemenge bzw. der Hiebsatz bleibt hier unberührt. Von der Sortimentsverschiebung ebenfalls unberührt bleibt das Stammholz, da dieses bei einer Vermarktung als Energieholz einen zu hohen Wertverlust erfahren würde.

Mobilisierungsfaktor

Der Anteil des Wirtschaftswaldes an der Gesamtwaldfläche wird auch mit der Bezeichnung Mobilisierungsfaktor charakterisiert. Im Rahmen dieser Potenzialerhebung wurde für den Kommunalwald von einer flächigen (100%igen) Mobilisierung ausgegangen.

e) Energieholzpotenziale aus der Forstwirtschaft

Aufgrund der sehr niedrigen Nutzung des Zuwachses von rund 36% im kommunalen Wald der Stadt wurde hier zusätzliches Rohholz aus einer flächenbezogenen Nutzungssteigerung von je 10% für 2040 und 2050 einbezogen. Wegen des hohen Energieholzanteils wurde keine Sortimentsverschiebung angenommen. An dieser Stelle ist anzumerken, dass aufgrund der Altersstruktur des Waldbestandes im Planungszeitraum ab 2050 und später mit einer Sortimentsverschiebung vom Energieholz ins Stammholz zu rechnen ist. Somit ist auf lange Sicht, 50 Jahre +, mit einem Rückgang des Energieholzaufkommens zu rechnen.

Nachhaltiges Potenzial

Das nachhaltige Potenzial (s. Tab. 4-3) beschreibt die unter den oben erläuterten Annahmen aktivierbare Energieholzmenge für das Untersuchungsgebiet Stadt Markkleeberg. Demnach würde der Gesamtenergieholzanfall im Betrachtungsgebiet bis zum Jahre 2030 jährlich rund 170 Efm (ca. 140 Tonnen) betragen und in den Jahren 2030 bis 2050 auf rund 210 Efm (ca. 170 Tonnen) pro Jahr erhöht.

Tab. 13 Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018-2050

Kommunalwald					
Entwicklung Energieholzpotenzial					
	2018	2020	2030	2040	2050
Energieholz [Efm]	172	172	172	189	208
Energieholz [t]	141	141	141	155	170
Energieholz [MWh]	518	518	518	570	627

Ausbaufähiges Potenzial

Das ausbaufähige Potenzial beschreibt in einer Zukunftsprognose die zusätzlich nutzbaren Energieholzpotenziale innerhalb der Stadt. Das ausbaufähige Potenzial ergibt sich aus dem nachhaltigen Potenzial abzüglich des genutzten Potenzials.

Nachfolgende Tabelle zeigt die forstlichen Ausbaupotenziale für die Stadt. Es wird für den Zeitraum von 2018 bis 2030 kein zusätzliches Energieholzpotenzial ausgewiesen. Unter der Annahme einer Nutzungssteigerung ab 2040 wird im Realisierungsschritt von 2040 bis 2050 ein ausbaufähiges Energieholzpotenzial von ca. 20 Efm pro Jahr (rund 15 Tonnen) mit einem Energieäquivalent von ca. 50 MWh identifiziert und als ausbaufähig bewertet. Im anschließenden Planungsschritt von 2050 bis 2060 erhöht sich das Ausbaupotenzial auf knapp 40 Efm pro Jahr und damit ca. 110 MWh.

Tab. 14 Ausbaupotenzial von 2020-2050

Ausbaupotenzial Kommunalwald					
	2018	2020	2030	2040	2050
Energieholz [Efm]	0	0	0	17	36
Energieholz [t]	0	0	0	14	30
Energieholz [MWh]	0	0	0	52	109

f) Schlussfolgerung – Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette

Das Ergebnis zeigt, dass der Stadt bereits jetzt ein Energieholzaufkommen mit einer Energiemenge von 518 MWh bzw. 172 Efm oder ca. 140 t pro Jahr zur Verfügung steht (Tab. 13). Die Stadt nutzt aktuell in zwei kommunalen Gebäuden Biomasseheizungen mit einem geschätzten jährlichen Verbrauch von 34 Tonnen.¹⁶ Bei den bestehenden Anlagen handelt es sich um Pelletheizungen. Pellets sind ein Produkt aus den Resten der Sägewerksindustrie, deren direkte Herstellung aus Energieholz vergleichsweise unrentabel ist. Pellets haben gegenüber Hackenschnitzeln aufgrund des geregelten Normzustandes und des geringeren Aschegehaltes Vorteile durch eine wartungsärmere Anlagenführung.

Fest steht, dass die Stadt Produzentin eines energetisch nutzbaren Rohstoffes ist, der über entsprechende Verarbeitungsschritte zum Betrieb der kommunalen Gebäude genutzt werden könnte. Das Klimaschutzkonzept schlägt daher vor, die **Bildung eines regionalen Wertschöpfungskreislaufes**, von der Holzproduktion über die Pelletproduktion bis zur Wärmenutzung in den eigenen Liegenschaften, aktiv durch die Stadt anzustreben. Diese Tatsache ist

¹⁶ Bei den Gebäuden handelt es sich um die Grundschule Großstädteln und die KiTa Sonnenweg. Die Anlagen sind relativ neu, so das einzig für das Jahr 2018 Verbrauchswerte von 34 t vorliegen.

in allen Belangen nachhaltig: Der eingesetzte Rohstoff ist regenerativ, das erzeugende Ökosystem ist divers und bietet Lebensraum für eine Vielzahl von Lebewesen und Schutzfunktionen vor Wind, Bodenerosion, Luft- und Wasserverschmutzung, die Transportwege sind kurz und das Geld verbleibt in der Region bzw. in der Stadt.

Ein gangbarer Weg ist der Abschluss eines Rahmenvertrages mit einem geeigneten Pellethersteller. Im Sinne des Ressourcen- und Klimaschutzes sollte ein Pelletwerk (möglichst in der Region) gefunden werden, welches mit einem Sägewerk verbunden ist oder über die nötige Zerkleinerungstechnik verfügt und über eine Mengenbilanz die Herkunft der bezogenen Pellets aus dem Kommunalwald Markkleeberg abbilden kann.

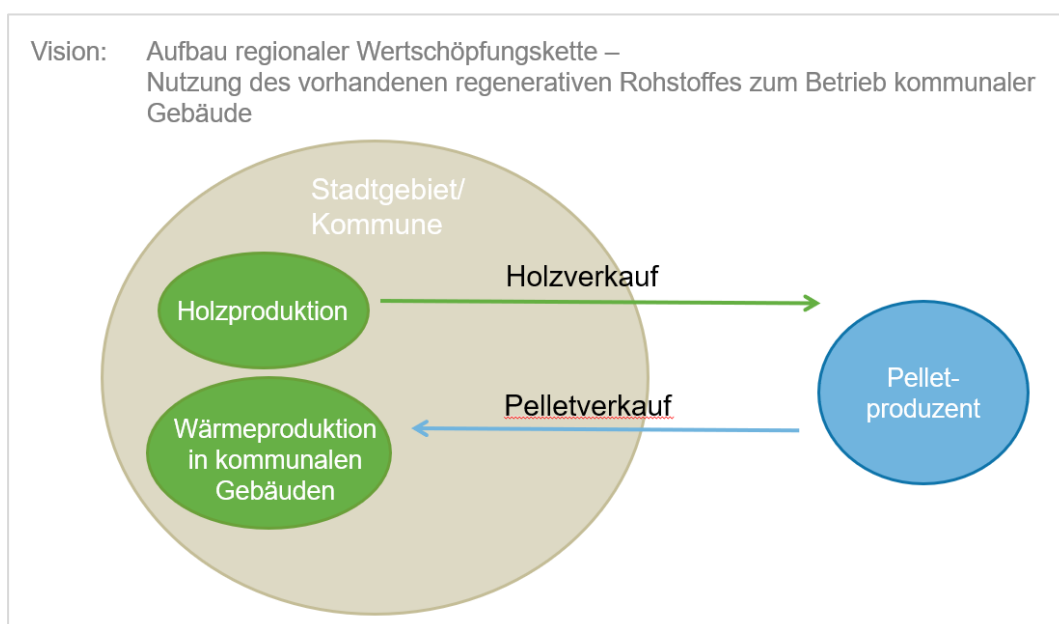


Abb. 27 Modellprojekt und Vision zum Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette zur energetischen Nutzung des Kommunalwaldes

Die Stadt sieht für die bestehenden Kommunalwaldflächen die klare Entwicklung als Ertragswald in einem Zeithorizont von 40 bis 50 Jahren vor. Das Vorhaben der energetischen Nutzung kommunaler Biomasse kann und sollte schon jetzt als Modellprojekt im Sinne des Ressourcen- und Klimaschutzes realisiert werden.

Mit der Entscheidung für den Aufbau eines solchen Wertschöpfungskreislaufes fallen bislang nicht vorhandene Kostenpositionen an. Beispielsweise findet die Holzentnahme maßgeblich durch Selbstwerber statt. Mit einer intensiveren Nutzung des Energieholzes fallen Kosten für eine professionelle Durchforstung und Werbung an. Je nach potenziellem Vertragsverhältnis mit einem Pelletproduzent kann es sein, dass die Vermarktung des Energieholzes zu Pellets nicht die wirtschaftlichste Nutzung des Holzes darstellt.

Die Stadt Markkleeberg als öffentliche Hand mit einem Entwicklungsinteresse in und für die Region hat in dieser Situation die Möglichkeit, der Wirtschaftlichkeit nicht die oberste Priorität einzuräumen und darüber ein kommunales Modellprojekt für Klimaschutz und Nachhaltigkeit anzustoßen. Demnach wird zeitnah die Erteilung eines Prüfauftrages empfohlen.

4.1.5 Exkurs: Umweltwärme im Neuseenland

Auf dem Markkleeberger Stadtgebiet befinden sich mit dem Cospudener See und dem Markkleeberger See Wasserflächen in der Größe von mehr als 500 ha, die für ca. 16 % der städtischen Fläche aufkommen.¹⁷ Der Ausstieg aus der Kohlekraft wurde durch die Kohlekommission auf 2038 terminiert.¹⁸ Mittelfristig werden neue, innovative Wärmebezugsquellen in die Praxis überführt werden, um den Wärmebedarf alternativ decken zu können.

Markkleeberg besitzt bislang lediglich ein Wärmenetz, welches das Gewerbegebiet Wachau mit Wärme beliefert. Bislang erfolgt die weitere Wärmezeugung innerhalb der Stadt maßgeblich über Erdgas. Nahwärmenetze betrieben durch Kraft-Wärme-Kopplung und ggf. durch einen Anteil erneuerbarer Energiequellen sind schon jetzt etablierte klimaschonende Alternativen zur konventionellen Wärme aus Kohle und Erdgas.

In Markkleeberg bietet sich aufgrund der räumlichen Nähe der Seen zum Stadtgebiet die Möglichkeit der energetischen Nutzung der Seewärme in einem kalten Nahwärmenetz an. In einem solchen werden die Vorlauftemperaturen gegenüber herkömmlichen Wärmenetzen deutlich abgesenkt und verbrauchen daher entsprechend weniger Energie zur Bereitstellung der benötigten Wärmemenge.

Ein Grobkonzept der envia THERM GmbH aus dem Jahr 2018 bestätigt die grundsätzliche Realisierbarkeit mit Verweis auf Referenzanlagen. Vorgeschlagen wird eine klassische Wärmepumpe ergänzt um Brennwerttechnik. Die zuständige untere Wasserbehörde des Landkreises Leipzig hat auf Nachfrage die generelle Realisierbarkeit eines kalten Netzes in den beiden Seen nicht in Frage gestellt.

Vor dem Hintergrund der Wärmewende sollten zukünftige Bauvorhaben in Seenähe die Wärmebereitstellung aus Seewärme in Betracht ziehen. Für private Vorhaben kann das im Rahmen eines städtebaulichen Vertrages, für kommunale Vorhaben über die Verabschiedung eines entsprechenden Stadtratsbeschluss sichergestellt werden (siehe dazu auch Kapitel 4.6).

¹⁷ Begründung zum Flächennutzungsplan der Stadt Markkleeberg, 4. komplexe Änderung 2011

¹⁸ BMWi 2019 Abschlussbericht Kommission „Wachstum, Strukturwandel, Beschäftigung“
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile

4.2 Kommunale Liegenschaften

Die Betrachtung der kommunalen Liegenschaften ist ein Schwerpunktbereich des vorliegenden Konzeptes und wird dementsprechend auch vom Amt für Gebäude und Liegenschaften (AGL) in der Erstellung begleitet.

Die zentrale Gebäudeverantwortung über die Bündelung im AGL existiert in Markkleeberg seit dem Jahr 2016. Vorher lag die Verantwortlichkeit zum Betrieb, zur Instandhaltung und zur Sanierung bei den jeweiligen Fachämtern.¹⁹ Das AGL stand zum Zeitpunkt seiner Gründung vor der Herausforderung, aus der dezentralen Ausgangssituation eine vereinheitlichte und vollständige Datengrundlage zu erheben. Erst die digitale Erfassung aller Gebäudeparameter ermöglicht eine langfristige strategische Planung der Gebäudebewirtschaftung, die den kurzfristigen Betrieb optimiert und vom Reagieren in das Agieren übergehen kann. Die relevante Datengrundlage umfasst unter anderem alle Angaben zur energetischen Hüllfläche der 46 energierelevanten Gebäude (Dachfläche, Fensterfläche, Fassadenfläche, Fläche oberste und unterste Geschossdecke), der Nutzflächen und die Parameter von Heizungs- und Lüftungsanlagen (Baujahr, Energieträger, Leistung) sowie relevanter Pläne (Grundrisse, Schaltpläne). Zudem liegt es im Aufgabenbereich des AGL, neue Arbeitsstrukturen zu schaffen. Dazu zählt insbesondere die Einbindung der seit Januar 2019 direkt bei der Stadt angestellten objektverantwortlichen Hausmeister für mehr Transparenz und kürzere, effizientere Kommunikationswege.

Für die Bewirtschaftung der Gebäude stehen dem AGL die gleichen Haushaltsmittel zur Verfügung wie sie zuvor den jeweiligen Fachämtern für den Betrieb ihrer Objekte bereitgestellt wurden. Zum jetzigen Zeitpunkt liegt ein Unterhaltungsrückstau in den Gebäuden vor. Der Erhalt der Funktionsfähigkeit der Gebäudeinfrastruktur hat oberste Priorität. Fragen der energetischen Vorteilhaftigkeit verschiedener Sanierungsvarianten werden im Rahmen der Möglichkeiten berücksichtigt, müssen jedoch im Zweifelsfall aufgrund kurzfristig notwendiger Sanierungen zurückgestellt werden.

Das Klimaschutzkonzept hat die Aufgabe, eine Vergleichbarkeit hinsichtlich des energetischen Zustandes der kommunalen Gebäude herzustellen und konkrete Objekte mit Handlungsbedarf zu identifizieren. Unter Handlungsbedarf versteht sich eine Vielzahl energierelevanter Maßnahmen wie das Nachjustierung der Heizungsanlage, die Sensibilisierung der Nutzer, die Erneuerung des Kessels bis hin zum Austausch einzelner Bauteile oder der Komplexsanierung. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen des Konzeptes die Bruttogrundfläche der 46 energierelevanten Gebäude über vorhandene Pläne und Luftbilder erhoben und über eine Begehung abgeglichen.

¹⁹ Schulen, KiTas sowie Sportstätten waren dem Amt für Soziales und Bildung zugeordnet, dem Hauptamt unterlag das Technische Rathaus und der Friedhof, das Kulturamt war für die Museen zuständig.

Das Folgekapitel schafft die Grundlage für eine energetische Vergleichbarkeit der relevanten Gebäude. Im Fall von konkreten Sanierungsabsichten wird der Handlungsbedarf in Kapitel 4.2.2 konkretisiert.

4.2.1 Gesamtbewertung

Der kommunale Gebäudebestand in Markkleeberg umfasst 45 Liegenschaften verschiedener Nutzungsarten (Verwaltung, Schulen, KiTas etc.). Es handelt sich hierbei um eines der wenigen Handlungsfelder, auf das die Kommune unmittelbaren Zugriff hinsichtlich energetischer Optimierungsmaßnahmen und daraus resultierender finanzieller Einsparungen hat. Um Handlungsschwerpunkte identifizieren zu können, wurden die insgesamt 45 kommunalen Gebäude einer energetischen Betrachtung unterzogen. Grundlage dafür war die im Rahmen der Konzeptphase erfolgte (Nach-)Erfassung aller Gebäudegrundflächen.

Der witterungsbereinigte Gesamtwärmeverbrauch belief sich im Jahr 2016 auf rund 4,63 Mio. Kilowattstunden. Für die Stromversorgung der kommunalen Objekte fiel 2016 ein Stromverbrauch in Höhe von rund 2,12 Mio. Kilowattstunden an.

Die Analyse des Gebäudebestandes lässt sich mittels folgender Schritte beschreiben:

- Schritt 1: Zusammentragen und Aufbereiten der grundlegenden Gebäudedaten (Adresse, Nutzung, Baujahr, Denkmalschutz, Flächen (BGF), Details zur Wärmebereitstellung, Verbräuche der Energieträger)
- Schritt 2: Witterungsbereinigung der Verbrauchsdaten (Wärme)
- Schritt 3: Kennwertbildung in Energieträgereinsatz (Wärme/Strom) je Flächeneinheit (Bruttogrundfläche – BGF)
- Schritt 4: Benchmark mit Vergleichswerten (ages-Studie, 2005)

Beschreibung der angewendeten Benchmark-Methodik

Als Grundlage für diese Betrachtung dient neben den gesammelten Gebäudedaten auch die ages-Studie aus dem Jahr 2005.²⁰ Hierzu wurden durch die Gesellschaft für Energieplanung und Systemanalyse mbH (ages) 25.000 Nichtwohngebäude hinsichtlich ihrer Verbrauchswerte (Wärme, Strom, Wasser) statistisch ausgewertet. Im Ergebnis dieser Untersuchung steht dabei für jeden Gebäudenutzungstyp (Verwaltung, Schule, Kita etc.) ein Ziel- bzw. Grenzwert für den Wärme-, Strom- und Wasserverbrauch fest. Im vorliegenden Konzept wurden die Ziel-

²⁰ Alle Daten sind der ages-Studie „Verbrauchskennwerte 2005, Forschungsbericht der ages GmbH, Münster, Februar 2007“ entnommen. Richtwert ist das arithmetische Mittel, Zielwert ist das untere Quartilmittel.

und Grenzwerte des Wärme- und Stromverbrauchs als Benchmark mit den Verbrauchswerten des kommunalen Gebäudebestandes in Markkleeberg verglichen.

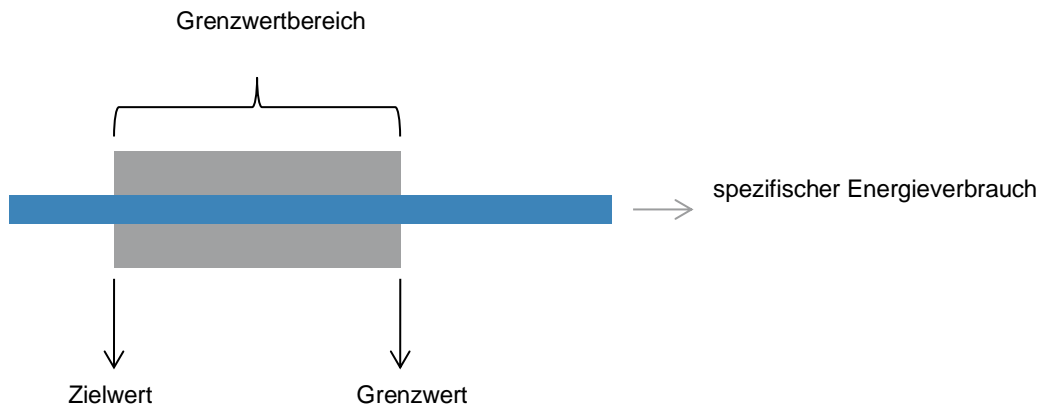


Abb. 28 Begriffserklärung ages-Methode

Der Benchmark kann im Ergebnis für all die Gebäude dargestellt werden, deren Energieverbräuche für den Betrachtungszeitraum vorliegen. Weitere Verbrauchsdaten sollten erhoben und somit die Übersicht vervollständigt werden.

Bei der Interpretation des Benchmarkwerte gilt es generell zu beachten, dass die Nutzungsintensität, die Auslastung und die Ausstattung der Gebäude für die jeweilige Kategorie untypisch sein kann. Daher gilt es bei auffälligen Werten immer zuerst zu hinterfragen, ob eine solche Besonderheit in energetischer Hinsicht relevant sein kann. Zur Verbesserung der Aussagekraft des Benchmarks kann dann geschaut werden, ob sich die Besonderheit durch Anpassung der Kennwerte aus dem Benchmark ausschließen lässt. Beispiele für diese Besonderheiten sind in den folgenden Auswertungen benannt. Die Auswertung erfolgt nach Gebäudekategorien.

Benchmark Verwaltung

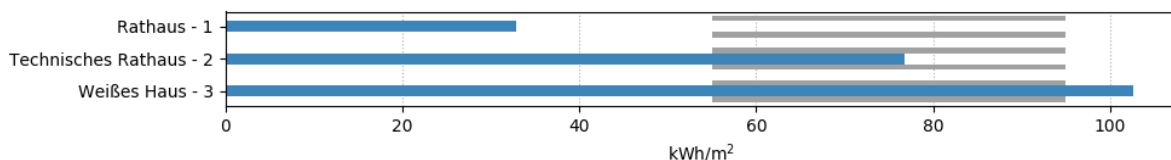


Abb. 29 Benchmark Wärme Verwaltungsgebäude

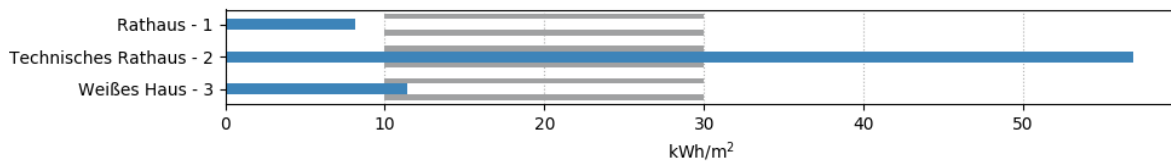


Abb. 30 Benchmark Strom Verwaltungsgebäude

Der auffällig hohe Stromverbrauch im Technischen Rathaus ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass dort die Serverräume der ganzen Stadtverwaltung Markkleeberg untergebracht sind. Zur Verbesserung der Aussagekraft des Benchmarks sollte der Stromverbrauch dieser Server separat erfasst werden. Ebenso gilt es zu berücksichtigen, dass im Benchmarkwert eine durchschnittliche Ausstattung mit Servern bereits einbezogen ist. Im Umkehrschluss kann dies bedeuten, dass der niedrige Wert des Rathauses unter anderem durch die Platzierung der Server im Technischen Rathaus begünstigt wird.

Die eigene Bereitstellung der Serverleistung ist strom- und platzintensiv. Es ist davon auszugehen, dass die Nutzung gewerblicher, kostenpflichtiger Serverleistung nicht unmittelbar zur Betriebskosteneinsparung führen wird. Dennoch sollte auch vor dem Hintergrund des Platzbedarfs in der Verwaltung nach einer Alternative zur Ist-Situation gesucht werden. Eine Marktrecherche bzw. eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von externer zu eigener Serverleistung bietet dafür einen geeigneten Ansatz.

Benchmark Bildung: Schulen und Kindergärten

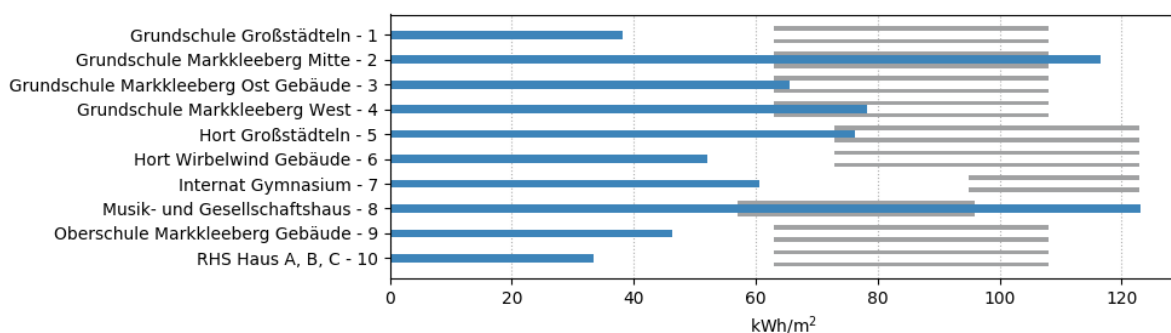


Abb. 31 Benchmark Wärme Bildung

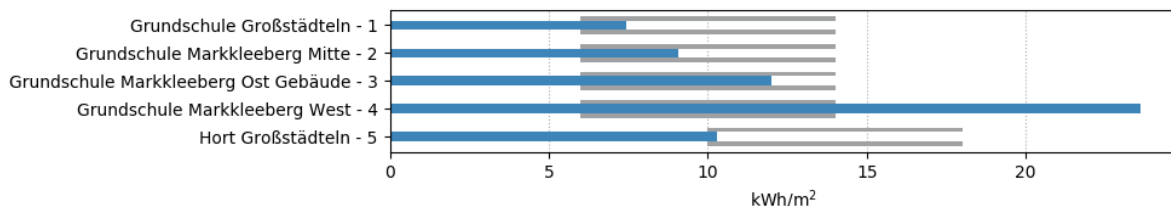


Abb. 32 Benchmark Strom Bildung

Der hohe Stromverbrauch in der Grundschule Markkleeberg West ist im nächsten Schritt des Energiemanagements genauer zu untersuchen. Dabei gilt es zunächst genau zu prüfen, welche der Einzelobjekte des Gebäudeensembles aus Hauptgebäude, Hort, Speiseraum und 3-Feldhalle über den dargestellten Abrechnungswert des Hauptzählers abgebildet werden. Dementsprechend muss die Bezugsfläche angepasst werden, sodass der Wert möglicherweise viel niedriger liegt.

Benchmark Sportgebäude

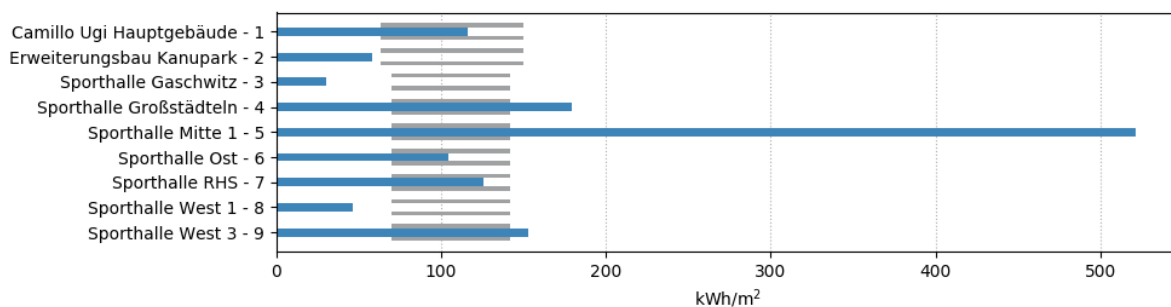


Abb. 33 Benchmark Wärme Sportgebäude

Die Sporthalle Mitte ist seit längerem als Schwerpunkt bekannt und die Sanierung ist bereits im Haushalt vorgesehen und für 2020 geplant.

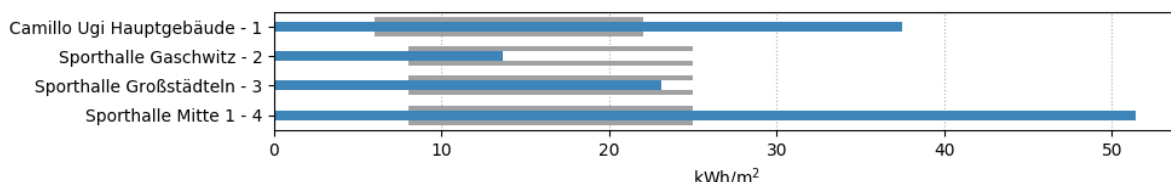


Abb. 34 Benchmark Strom Gebäude

Die erhöhten Verbräuche im Sportpark Camillo Ugi sind dadurch zu begründen, dass zusätzlich eine Gastronomie im Gebäude betrieben wird und dies eine Abweichung zur im Benchmark dargestellten Nutzung darstellt.

Benchmark sonstige Gebäude

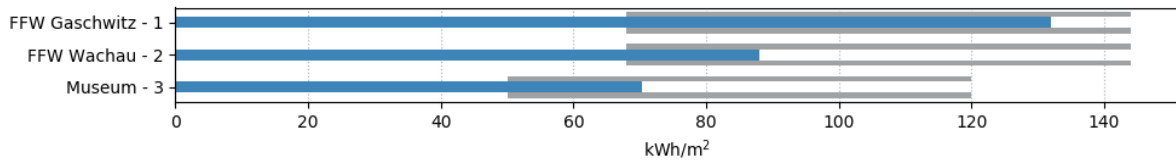


Abb. 35 Benchmark Wärme sonstige Gebäude

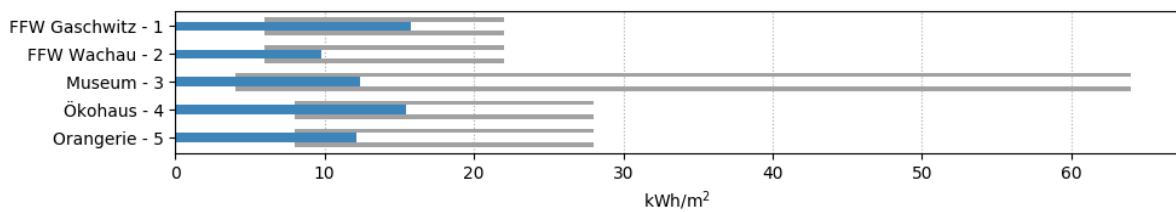


Abb. 36 Benchmark Strom sonstige Gebäude

4.2.2 Entwicklung des energetischen Sanierungsfahrplans

Im Ergebnis des Benchmarkvergleichs liegen in ihren Strom- und Wärmeverbräuchen auffällige Objekte vor. Einige der auffälligen Objekte wie die Dreifeldhalle und die Sporthalle Mitte sind für eine umfangreiche Sanierung vorgesehen. Auch für das Weiße Haus sind bereits Mittel zur Sanierung im Doppelhaushalt eingestellt. Noch nicht für eine Sanierung diskutiert wurden die Grundschule Mitte und das Musik- und Gesellschaftshaus.

Zentrale Aufgabe des AGL ist es, den Betrieb der kommunalen Liegenschaften, idealerweise unter Optimierung der anfallenden Betriebskosten, sicherzustellen. Die Berücksichtigung der optimalen, also geringsten, Betriebskosten erfordert Kenntnis über deren Unterschied je nach Variante **vor** der Sanierung des Objektes. Im Hinblick auf den Klimaschutz möchte das AGL seiner Vorbildfunktion als Teil der öffentlichen Verwaltung gerecht werden und in der Bewirtschaftung der Gebäude den auftretenden Energieverlust (z. B. durch ungenügende Dämmung) so gering wie möglich halten. Aufgrund unterschiedlicher Nutzungsintensitäten kann es vorkommen, dass die wirtschaftlichste Sanierungsmaßnahme nicht die energetisch vorteilhafteste ist.²¹

Das AGL strebt an, für den Betrieb notwendige Sanierungsmaßnahmen auch im Hinblick auf ihre energetische Vorteilhaftigkeit durchzuführen. Der energetische Sanierungsfahrplan ist das geeignete Instrument zur integrativen Planung solcher Maßnahmen. Er betrachtet

- entweder die Gesamtheit aller energierelevanten Gebäude oder
- eine Auswahl der für eine Sanierung als prioritär ausgewählten Gebäude.

Es werden alle relevanten Flächen erhoben, die zur Simulation der energetischen Hüllfläche benötigt werden. Die Gebäudehülle, die Bauteile und die Versorgungstechnik wird in ihrem Ist-Zustand bewertet. Darauf aufbauen werden verschiedene Sanierungspakete (Kombination von Maßnahmen zur Energieeinsparung) berechnet. Die Sanierungspakete werden hinsichtlich ihrer energetischen und wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit objektspezifisch sowie auch -übergreifend in einem Ranking gegenübergestellt. Im Ergebnis liegt dem AGL eine Auswahl von Sanierungsmaßnahmen in Form einer priorisierten Liste vor, die sowohl wirtschaftlich darstellbar sind als auch den größtmöglichen Anteil zur kommunalen Energieeinsparung bewirken.

Es besteht die Möglichkeit, eine objektspezifische Förderung für die Analyse in Höhe von 80 % über das Programm *Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und*

²¹ Ein fiktives Beispiel: Die Dämmung der obersten Geschossdecke eines Museums kann zu höheren Energieeinsparungen im Bedarf führen als der Austausch der Fenster in einer Sporthalle. Aufgrund der real existierenden höheren Nutzungsintensität der Sporthalle gegenüber der Auslastung eines Museums wird sich die Investition in die Fenster früher amortisieren als Sanierungsmaßnahme im geringer genutzten Museum.

gemeinnützigen Organisationen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) in Anspruch zu nehmen.²²

4.3 Wärmenetze

Nah- und Fernwärmenetze besitzen gegenüber der dezentralen, hausseitigen Heizung über Erdgas und Erdöl mehrere entscheidende Vorteile:

- Die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Blockheizkraftwerken (BHKW) ermöglicht die zeitgleiche Produktion von Strom und Wärme. Durch die Sektorkopplung können Betriebskosten gegenüber der einseitigen Wärmeproduktion reduziert werden.
- Für die Wärmebereitstellung mehrerer Objekte ist nur eine Heizungsanlage erforderlich. Insbesondere im Fall eines kommunalen Wärmenetzes werden die Wartungskosten für die Kommune als Eigentümerin reduziert.
- Die Integration von Erneuerbaren wie Solarthermie und Umweltwärme ist in einem Wärmenetz ohne große Komplikationen zu realisieren.
- Der Betrieb des lokalen Wärmenetzes ist durch einen kommunalen Partner oder ein Tochterunternehmen möglich und stärkt darüber die regionale Wertschöpfung.

In Markkleeberg wird bislang nur ein Fernwärmenetz im Gewerbegebiet Wachau durch die Wärmeversorgungsgesellschaft Wachau mbH betrieben. Andere Akteure oder die Kommune selbst profitieren bislang nicht von einem Wärmenetz. In Folgekapitel werden die Potenzialstandorte der Kommune aufgrund der Ballung von kommunaler Infrastruktur in vier Versorgungskomplexe zusammengefasst und mittels einer Wärmedichtenanalyse auf ihre Eignung zur Nutzung eines Wärmenetzes untersucht. Darauf aufbauend betrachtet Kapitel 4.3.2 einen wirtschaftlichen Variantenvergleich in der Ausgestaltung der Wärmeversorgung am Standort des Rudolf-Hildebrand-Schule.

²² BAFA: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Nichtwohgeb%C3%A4ude_Kommunen/sanierungskonzept_neubauberatung_node.html [07/2019]

4.3.1 Gesamtstädtische Analyse

Das folgende Kapitel beinhaltet eine Wärmebezugsanalyse in vier festgelegten Gebieten innerhalb des Betrachtungsgebietes. Die Analyse hat zum Ziel die Eignung der Gebiete zum Aufbau eigenständiger Wärmenetze zu prüfen. Zur Festlegung der Gebiete und der Gebietsgrenzen war die Dichte kommunaler Gebäude ausschlaggebend, da die potenziellen Projekte unter dem direkten Einfluss der Kommune liegen sollen, umso von Entscheidungen für einen Anschlusswechsel etwaiger Privatpersonen unabhängig zu sein. So wurden insgesamt vier Gebiete definiert in denen eine hohe Dichte kommunaler Gebäude, insbesondere von Verwaltungsgebäuden und Bildungseinrichtungen, vorzufinden ist. Die definierten Gebietsumgriffe sind in Abb. 37 dargestellt.



Abb. 37 Übersicht der vier definierten Gebiete zur Wärmebezugsanalyse

Der erste Schritt zur Planung eines Wärmenetzes besteht in der Ermittlung des Wärmebedarfs sämtlicher Gebäude im Untersuchungsgebiet. Als Datenquelle sollten hier reale

Verbrauchsdaten von lokalen Akteuren oder Energieversorgungsunternehmen genutzt werden. Stehen diese Quellen nicht zur Verfügung, muss auf statistische Hochrechnungen und Sekundärquellen zurückgegriffen werden. Im Falle der hier untersuchten Gebiete konnten die realen Verbrauchsdaten weitestgehend von der Kommune eingeholt werden. Lediglich bei zwei Objekten (Kita Arche Noah und Bibliothek) wurden spez. Wärmebedarfswerte der ages GmbH hinzugezogen und über die Bruttogrundfläche der gesamte Wärmebedarf der Gebäude ermittelt.²³ Zusätzlich konnten im Rahmen einer Begehung der kommunalen Einrichtungen und damit auch der betreffenden Untersuchungsgebiete umfangreiche Informationen über die in den Gebieten befindlichen Gebäude und deren Wärmeversorgung eingeholt werden, diese sind in Tab. 15 dargestellt.

Tab. 15 Gebäude der vier Untersuchungsgebiete und deren derzeitige Wärmeversorgung

Gebiet	Gebäude	Wärmever- brauch kWh	Wärmeversorgungsanlage			
			Typ ²⁴	Energieträger	Heizleistung (kW)	Bau- jahr
1	Rudolf-Hildebrand-Schule (A, B, C)	373.954	BWK	Gas	185	2003
			BWK	Gas	40	1998
1	Sporthalle	290.749	NTK	Gas	288	2004
1	Internat Gymnasium	109.343	BWK	Gas	105	2006
2	Sporthalle West 3	280.372	SK	Öl	140	1996
2	Sporthalle West 2	85.534	HA	Gas	100	2010
2	Oberschule	365.630	BWK	Gas	314	2002
2	Sporthalle West 1	89.627	s. o.			
2	Bibliothek	446.342	BWK	Gas	200	2000
2	Grundschule West (inkl. Mensa)	351.500	BWK	Gas	200	2000
3	Kita Weltentdecker	63.096	BWK	Gas	100	2013
3	Rathaus	346.060	SK	Gas	325	2005
3	Hort Wirbelwind	113.076	BWK	Gas	186	2012
3	Grundschule Mitte	186.962	NTK	Gas	170	1994
3	Sporthalle Mitte 1	81.432	SK	Gas	24	1992
3	Technisches Rathaus	119.428	BWK	Gas	56	2005
3	KiTa Gerne Groß	69.144	BWK	Gas	70	2002

²³ Verbrauchskennwerte 2005, Forschungsbericht der ages GmbH, 1. Auflage Februar 2007

²⁴ BWK – Brennwertkessel, BWT – Brennwerttherme, NTK – Niedertemperaturkessel, SK – Spezialkessel, s. o. – siehe oben

Gebiet	Gebäude	Wärmever- brauch kWh	Wärmeversorgungsanlage			
			Typ ²⁴	Energieträger	Heizleistung (kW)	Bau- jahr
4	Grundschule Ost	203.746	BWK	Gas	180	1994
4	Kita Arche Noah	120.045	BWT	Gas	4,5	2017
4	Sporthalle Ost	98.131	BWT	Gas	105	2010

Die in Tab. 15 dargestellte Ist-Situation der Wärmeversorgungsanlagen kann einen weiteren Einfluss auf die Vorzugsbehandlung des jeweiligen Gebietes zur Errichtung eines Wärmenetzes haben. Gebäude mit einem neuen Gas-Brennwertkessel werden im Vergleich zu einem Gebäude mit älterem Ölkessel eine geringere Dringlichkeit zu einem Anschlusswechsel aufweisen, sofern keine gesonderten Rahmenbedingungen auftreten. Die in Tab. 15 dargestellten Wärmeversorgungsanlagen sind in jedem Gebiet sehr durchmischt, womit sich hier noch keine klare Eignung differenzieren lässt.

Nach der Erhebung des Wärmebedarfs ist die Ermittlung der Wärmedichte entscheidend. Sie gibt an, welcher Wärmebedarf je Flächeneinheit als Absatzpotenzial zur Verfügung steht. Die Wärmebedarfsdichte kann dabei entweder auf den Anschlusswert [kW/m²] oder den Energiebedarf [kWh/m²] bezogen werden. In der nachfolgenden Betrachtung wird der Energiebedarf als Bezugsgröße herangezogen. Der Energiebedarf der einzelnen Gebäude wird hierzu zu einem absoluten Wärmebedarf im gesamten Gebiet aufsummiert und auf die Fläche des jeweiligen Baublocks (Gebiete entsprechend Abb. 37) bezogen. Die kumulierten Wärmeverbräuche sowie die jeweiligen Flächen der Gebiete und die daraus resultierenden Wärmedichten sind in folgender Tab. 16 abgebildet.

Tab. 16 Ergebnisse der Wärmedichtenanalyse zu den vier Untersuchungsgebieten

Gebiet	Fläche [m ²]	Wärmesumme [kWh/a]	Wärmedichte [kWh/m ²]
1	15.450	774.046	50,10
2	18.178	1.619.005	89,06
3	18.590	979.198	52,67
4	9.690	421.922	43,54
Summen	61.908	3.794.171,57	

Den Ergebnissen der Wärmedichtenanalyse zufolge weist das Gebiet 2 mit Abstand das höchste Absatzpotenzial auf. Hier liegen mehrgeschossige Schulgebäude und insgesamt drei Sporthallen dicht an dicht beieinander. Zusätzlich befindet sich unter den Anlagen ein Ölkessel von 1996 (→ Tab. 15), der eine veraltete Technologie auf Basis fossilen Heizöls aufweist.

Somit lässt sich das Gebiet 2 als wirtschaftlichstes Gebiet für einen Wärmenetzausbau identifizieren.

Um ein Gebiet ökonomisch sinnvoll für einen Wärmenetzausbau zu erschließen, sollte dieses eine Wärmedichte je Flächeneinheit von min. 50 kWh/m² aufweisen; einen idealen Wert stellt ein Wärmebedarf von ca. 70 kWh/m² dar. Im folgenden Kapitel 4.3.2 wird eine wirtschaftliche Detailbetrachtung zum Gebiet 1 der Rudolf-Hildebrand-Schule durchgeführt. Dieses Gebiet weist zwar keine so hohe Wärmedichte auf wie das Gebiet 2, liegt aber ebenfalls bei 50 kWh/m² und weist nach Aussage der Kommune einen schlechten wartungsbedingten Zustand der Wärmeversorgungsanlagen auf, die vorzugsweise erneuert werden sollen. Somit begründen hier äußere Rahmenbedingungen, die innerhalb der Rechnung nicht dargestellt werden können, die Vorzugsstellung dieses Gebietes in Hinblick auf einen Wärmenetzausbau.

Nach Tab. 16 wären insgesamt drei Gebiete (Gebiet 1,2 und 3) für einen wirtschaftlichen Wärmenetzausbau geeignet. Eine Machbarkeitsstudie würde diese hier getroffenen ersten Abschätzungen konkretisieren können.

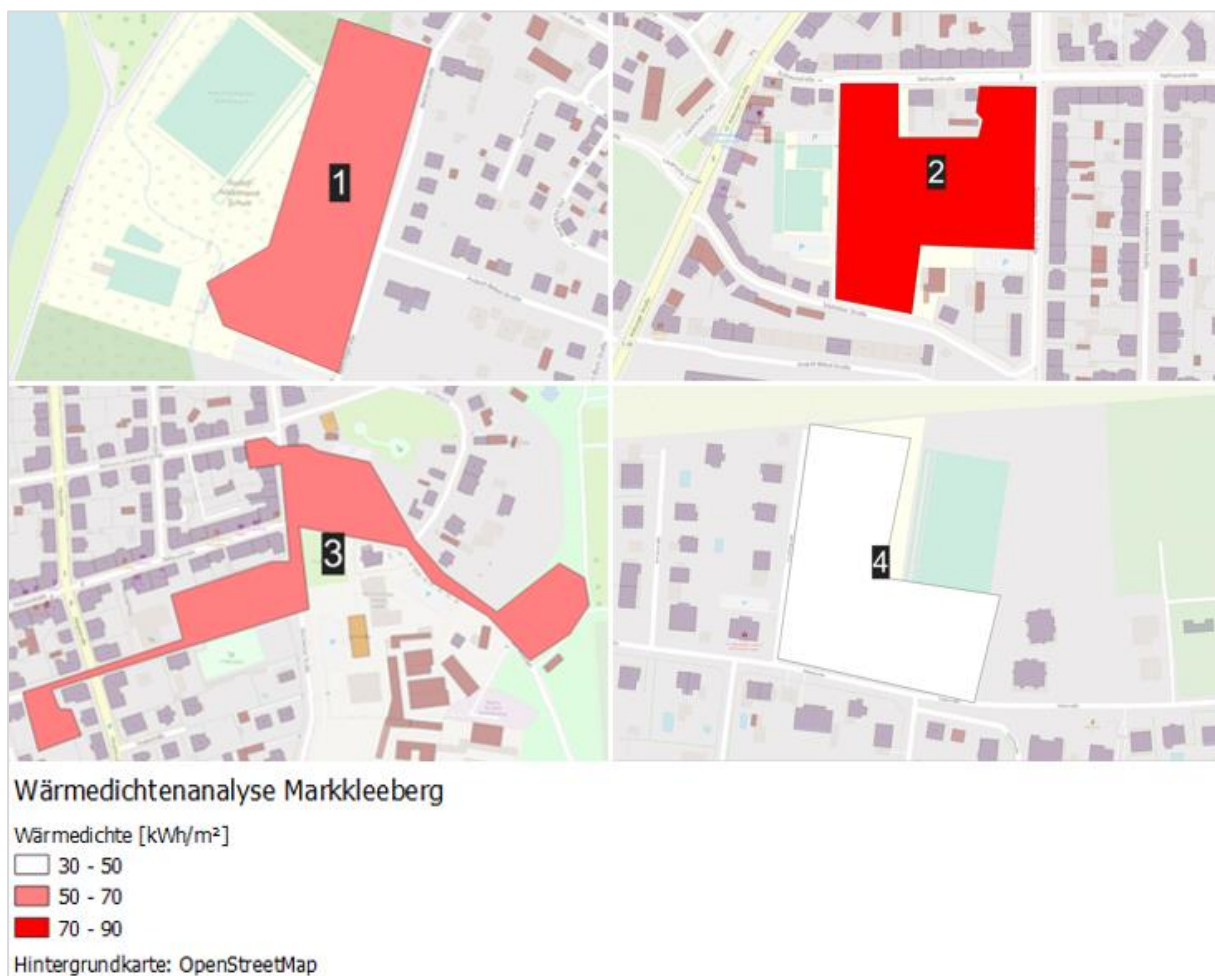


Abb. 38 Untersuchungsgebiete der Wärmedichtenanalyse

Die im nachfolgenden Kapitel durchgeführte Detailbetrachtung des Gymnasialstandortes konkretisiert die Betrachtung für das Gebiet 1 und gibt damit auch einen Ausblick auf eine mögliche Untersuchung weitere Gebiete, wie z. B. das aufgrund seiner Wärmedichte sehr interessante Gebiet 2. Um die Wärmeversorgung in der Stadt Markkleeberg schrittweise auf eine klimagerechte und kostengünstige Infrastruktur umzubauen, eignen sich Gebiete wie die hier charakterisierten besonders gut. Von einer Versorgung der kommunalen Einrichtungen könnte sich das Konzept ausweiten auf die privaten Haushalte.

4.3.2 Detailbetrachtung Gymnasialstandort

Am Standort Mehringstraße in Markkleeberg wurde eine energetische Bewertung der Rudolf-Hildebrand-Schule, dazugehörigen Sporthalle sowie dem Internat vorgenommen. Die Wärmeversorgung der Schule erfolgt bivalent über zwei Sole-Wasser Wärmepumpen aus dem Jahr 2003 mit einer Heizleistung von 67 kW bzw. 32 kW sowie einem erdgasbetriebenen Spitzenlastkessel mit einer Heizlast von 240 kW. Die Umweltwärme für die Wärmepumpen wird über 20 Erdsonden, mit einer Entzugsleistung von 85 kW, bereitgestellt. Der Strombedarf des Gebäudes sowie der Wärmepumpen wird zu Teilen über den hauseigen erzeugten PV-Strom gedeckt. Die auf Dach PV-Anlage besteht aus zweimal 18 Modulen mit einer Leistung von 120 Wattpeak. Die Beheizung der Sporthalle und des Internats erfolgt jeweils separat durch Gas-Heizkessel mit einer Heizleistung von 265 kW bzw. 240 kW.

Aufgrund der Überalterung der Heizungssysteme weisen diese bereits betriebsbedingten Verschleiß auf, der neben einem ineffizienten Betrieb zu Ausfällen des Brennwertkessels aufgrund defekter Wärmeübertrager, des 300-Liter-Brauchwasserspeichers im Internat sowie der 32 kW Wärmepumpe in der Schule führt.

Im Zuge des Klimaschutzkonzeptes wird neben der Erneuerung der Heizungsanlagen eine alternative Nahwärmelösung mit Erdgas-BHKW sowie eine besonders nachhaltige Wärmeversorgung durch den Betrieb des BHKWs mit Holzpellets untersucht. Die Bewertung der wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilhaftigkeit der Nahwärmeversorgung durch ein Erdgas- bzw. Holzpellet-BHKW wird in verschiedenen Szenarien einer Erneuerung der bestehenden Heizungstechnik gegenübergestellt:

- Variante 1: Erneuerung Heizungsanlage
- Variante 2: Nahwärmenetz Erdgas-BKHW
- Variante 3.1: Nahwärmenetz erhöhter Einsatz erneuerbaren Energien

a) Energetische Parameter

Als Ausgangsbasis für die anschließende Bewertung der Varianten dienen Verbrauchsdaten für Wärme und Strom der drei Gebäude. Neben dem Hauptanschlusszähler am Gymnasium wird der Stromverbrauch der Küche in der Rudolf-Hildebrand-Schule separat erfasst. Diese können zusammen mit den jährlichen Gesamtkosten der nachfolgenden Tab. 17 entnommen werden.

Tab. 17 jährliche Strom- und Wärmeverbrauch des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Bezeichnung	jährlicher Verbrauch [kWh/a]	jährliche Gesamtkosten [€/a]	spezifische Kosten [ct/kWh]
<i>Strom</i>			
Gymnasium	249.744	71.048	0,2845
Hauptzähler	226.915	61.642	0,2717
Nebenzähler (Küche)	22.829	9.405	0,4120
Sporthalle	-	-	-
Internat	-	-	-
<i>Wärme</i>			
Gymnasium	373.954	21.966	0,0587
Sporthalle	109.343	6.745	0,0617
Internat	290.749	17.229	0,0593

Auffällig sind die hohen Strombezugskosten der Küche im Gymnasium. Diese sind in Rücksprache mit dem Energiemanager Herrn Schumann auf die hohen Grundgebühren und den geringen jährlichen Verbrauch zurückzuführen.

b) Technische Parameter

Bei der Erneuerung der Heizungstechnik in Szenario 1 soll die Wärmepumpe modernisiert sowie der 300-Liter-Wärmespeicher und die Wärmetauscher der Brennwertgeräte ausgetauscht werden. Im Nahwärmeszenario wird ebenfalls die defekte Wärmepumpe ausgetauscht und stellt zusammen mit dem Erdgas- bzw. Holzpellet-BHKW die Erzeugung der Grundlast des Schulkomplexes. Zur Deckung der Spitzenlast wird ein 500-kW-Brennwertkessel und 2.500-Liter-Pufferspeicher vorgesehen. Als Aufstellort ist die Heizungszentrale in der RHS vorgesehen. Die Erschließung der Sporthalle sowie des Internats an das Nahwärmenetz erfolgt anhand digitaler Abmessungen über Luftaufnahmen durch Google Maps. Die Leitungsführung von der Zentralheizung in der Rudolf-Hildebrand-Schule zum Internat sowie Sporthalle kann Abb. 39 entnommen werden.

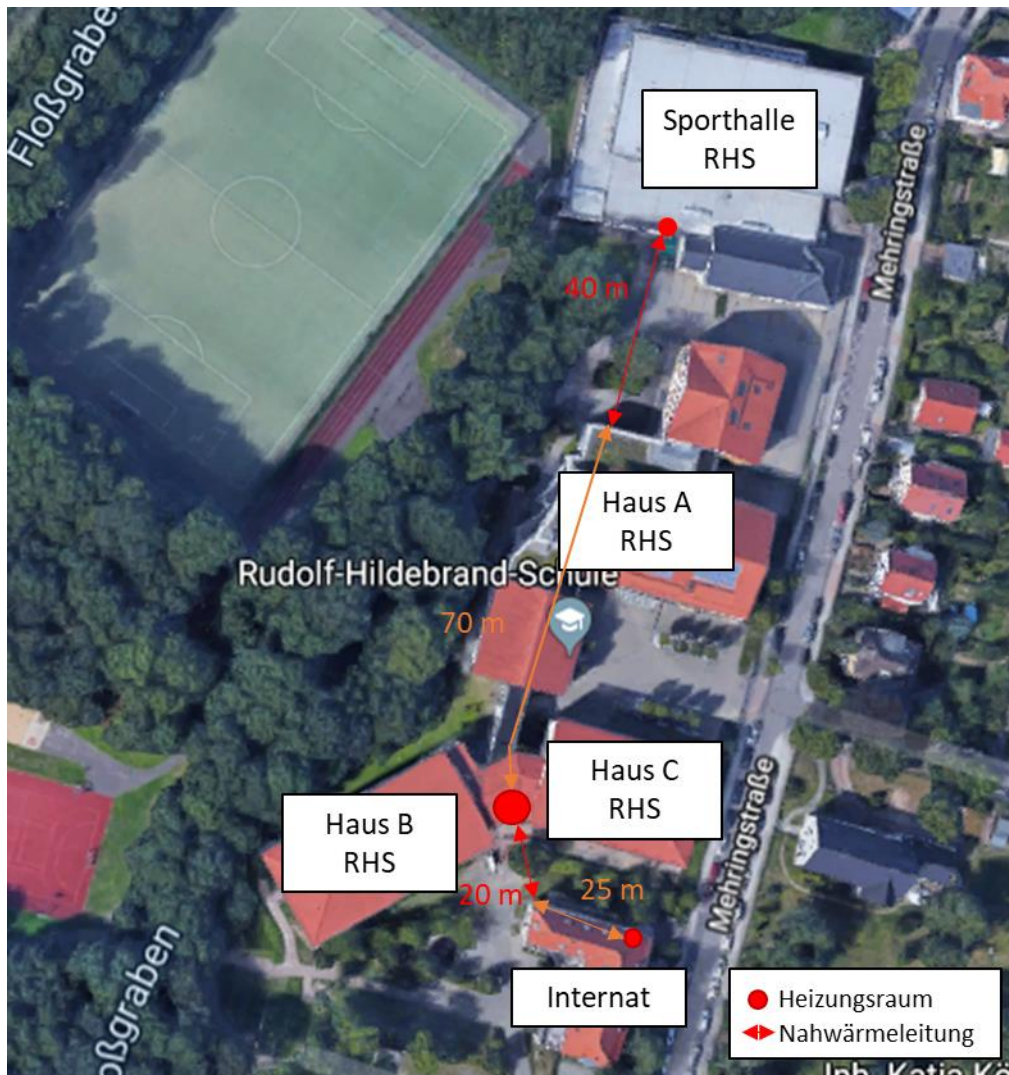


Abb. 39 Übersicht Nahwärmenetz, Standort Rudolf-Hildebrand-Schule

Die technischen Daten für den Austausch der bestehenden Heizungsanlagen im Szenario 1 sowie für das Nahwärmenetz mit Erdgas- bzw. Holzpellet-BHKW werden in Tab. 18 dargestellt. Für die Nutzungsdauer der Erzeugungsanlagen werden die Vorgaben der VDI 4076 – Blatt 1 herangezogen. Sie dienen als Basis zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Einzelversorgungsvarianten.²⁵

²⁵ Richtlinie VDI 2067 Blatt 1 „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung“ – Tabelle A2 „Rechnerische Nutzungsdauer sowie Aufwand für Inspektion, Wartung und Instandsetzung und Bedienen von Heizungsanlagen“, Stand September 2012

Tab. 18 technische Parameter der Heizungs- und PV-Anlage des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Bezeichnung	Status	Standort	Anlagenleistung	Nutzungsgrad	Nutzungsdauer
<i>Variante 1: Erneuerung Heizungsanlage</i>					
Brennwertgerät	Bestand	RHS	185 kW	92,0 %	20 a
Sole-Wasser Wärmepumpe	Modernisierung	RHS	85 kW	4,77 (COP ¹⁾)	20 a
Brennwertgerät	Bestand	Sporthalle	265 kW	92,0 %	20 a
Brennwertgerät	Bestand	Internat	240 kW	92,0 %	20 a
<i>Variante 2/3: Nahwärmenetz Erdgas-/ Holzpellet-BHKW</i>					
Brennwertgerät	Neu	RHS	500 kW	95,0 %	20 a
Sole-Wasser Wärmepumpe	Modernisierung	RHS	85 kW	4,77 (COP ¹⁾)	20 a
Erdgas-BHKW	Neu	RHS	145 kW ²⁾	91,7 % ³⁾	13 a
Holzpellet-BHKW	Neu	RHS	100 kW ²⁾	80,0 %	13 a

- 1) COP (Coefficient Of Performance) ist der Quotient aus der Wärme, die in den Heizkreis abgegeben wird, und der eingesetzten elektrischen Energie. Die Berechnung der COP erfolgt über ein Standardlastprofil für Schulgebäude und Sporthalle sowie der Leistung nach Herstellerangaben bei (E4/W35). Nach Simulation ergibt sich bei E12/W70 ein COP von rund 4,2.
- 2) Brennerleistung des Blockheizkraftwerkes
- 3) Gesamtwirkungsgrad des Blockheizkraftwerkes bei Volllast. Bei Teillast (50 % der Volllast) beträgt der Wirkungsgrad des Erdgas-BHKW ca. 83 %.

Weiter wird für die Nahwärmeleitung eine Nutzungsdauer von 40 Jahren festgelegt. Alle weiteren Komponenten wie der Pufferspeicher sowie die Hausanschlussstation an der Sporthalle und am Internat werden nach der Lebensdauer des Heizungssystems bewertet und sind nach 18 Jahren abgeschrieben.

c) Wirtschaftlichkeit

Für den Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten erfolgt die Berechnung und Beurteilung der gebäudetechnischen Anlagen anhand der Annuitätenmethode nach VDI 2067 und unterliegt den folgenden Kostenpositionen:

- kapitalgebundene Kosten
- verbrauchsgebundene Kosten
- betriebsgebundene Kosten
- sonstige Kosten

Die kapitalgebundenen Kosten ergeben sich aus der Umrechnung der Investition in jährliche Kosten. Dabei werden die Nutzungsdauer aus Tab. 18 sowie ein Kalkulationszinssatz von 3,0 % berücksichtigt.

Die Investitionskosten der Heizungsanlagen bestehen aus den Kosten der Anlagentechnik, Zubehör sowie Installation und richten sich nach Herstellerangaben und Preistabellen für das BHKW.²⁶ Diese wurden in Rücksprache mit dem Energiemanager Herr Schumann um Planungskosten von 28 % erweitert, welche in die Investitionskosten der Hauptkomponenten einbezogen werden.

Aus dem Programm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ der BAFA ergeben sich Fördermöglichkeiten durch den Einsatz der Sole-Wasser Wärmepumpe.²⁷ Weiter können Fördermittel in Höhe von 30 % der Investitionskosten für das Nahwärmenetz mit einem entsprechend hohen Wärmeenergieerzeugungsanteil aus KWK oder der Wärmeenergieerzeugung aus KWK in Kombination mit erneuerbaren Energien durch das Programm „Wärme- und Kältenetze“ der BAFA in Anspruch genommen werden. Ausgewählte Klimaschutzmaßnahmen, die eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von mindestens 50 % in einem der vier Braunkohlerevierien erzielen, können nach den Kommunalrichtlinien NKI des BMU mit weiteren bis zu 65 % auf die Investitionskosten der Maßnahme gefördert werden. Der Anspruch wäre für das Versorgungsszenario 3 nach Abb. 40 erfüllt und wird in den nachfolgenden Absätzen berücksichtigt.

Tab. 19 Investitionskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Bezeichnung	Status	Standort	Förderung [€]	Investitionskosten (inkl. Förderung) ¹⁾ [€]
<i>Variante 1: Erneuerung Heizungsanlage</i>				
Sole-Wasser Wärmepumpe	Modernisierung	RHS	max. 7.500 ²⁾	82.100
Wärmetauscher (Brennwertgerät)	Erneuerung	Sporthalle, Internat	-	8.320
Brauchwasserspeicher (300 Liter)	Erneuerung	Internat	-	1.475
<i>Variante 2/3: Nahwärmenetz Erdgas-/Holzpellet-BKHW</i>				
Brennwertgerät (500 kW)	neu	RHS	-	35.840
Sole-Wasser Wärmepumpe	Modernisierung	RHS	max. 7.500 ²⁾	82.100
Erdgas BHKW	neu	RHS	-	98.353

²⁶ Investitionskosten über den Leitfaden „BHKW-Kenndaten 2015“ nach Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE).

²⁷ Das Förderprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ der BAFA bezuschusst als Basisförderung den Einsatz von Sole/Wasser-Wärmepumpen für Nichtwohngebäude mit einem COP von über 4,0. Weiter kann eine Innovationsförderung auf Wärmepumpen mit einer verbesserten Systemeffizienz und einem COP von über 4,5 in Anspruch gewährt werden. BAFA 2019

Bezeichnung	Status	Standort	Förderung [€]	Investitionskosten (inkl. Förderung) ¹⁾ [€]
Holzpellet BHKW	neu	RHS	-	127.859
Pufferspeicher (2.500 Liter)	Erneuerung	RHS	-	5.081
Nahwärmeleitung	neu	-	15.226 ³⁾	35.526
Hausanschlussstation u. hydraulischer Abgleich	neu	Sporthalle/ Internat	3.396	20.924

- 1) Für die Planungskosten wird ein Aufschlag der Hauptkomponenten von 28 Prozent angesetzt.
- 2) Innovationsförderung auf Wärmepumpen mit einer verbesserten Systemeffizienz und einem COP von über 4,5. BAFA 2019
- 3) Die Versorgung der Abnehmenden, die an das neue oder ausgebaute Wärmenetz angeschlossen sind, muss mindestens zu 75 Prozent aus KWK-Wärme erfolgen. Alternativ genügt ein Wärmemix aus KWK-Wärme und Wärme aus erneuerbaren Energien oder KWK-Wärme und industrieller Abwärme jeweils in Höhe von 50 Prozent, sofern mindestens 25 Prozent KWK-Wärme vorhanden ist. BAFA 2019

Die Gesamtkosten für den Aushub der Erde, Materialkosten für die Nahwärmeleitung sowie Durchbrüche betragen rund 51.000 Euro. Weiter ist die Lagerung der Holzpellets im Heizungsraum der Sporthalle vorgesehen. Für einen 12 m³ Speichersilo, in dem rund 10 t Pellets gelagert werden können, sowie die Ansauganlage der Pellets mit Anschluss an das Heizungssystem werden weitere 27.000 Euro veranschlagt. Bezogen auf den jährlichen Verbrauch an Holzpellets von knapp 110 Tonnen wäre ein Vorrat pro Lieferung von knapp einem Monat sichergestellt.

Die Betriebskosten für die Instandhaltung und Wartung sowie sonstige Kosten für Versicherung der Erzeugungsanlagen werden nach den Richtwerten der VDI 2067 prozentual zu den Investitionskosten veranschlagt. Die Kosten für die Bedienung der Anlagen ergibt sich wiederum aus Erfahrungswerten aus dem jährlichen Aufwand und einem branchenüblichen Stundensatz. Die daraus resultierenden betriebsgebundenen Kosten können den nachfolgenden Tab. 20 entnommen werden.

Tab. 20 betriebsgebundene und sonstige Kosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Bezeichnung	Instandhaltung ¹⁾	Wartung ¹⁾	Bedienung [30 €/h]
<i>betriebsgebundene Kosten</i>			
Brennwertgerät	1,50 %/Inv	1,50 %/Inv	10,0 h/a
Blockheizkraftwerk	6,00 %/Inv	2,00 %/Inv	50,0 h/a
Sole-Wasser Wärmepumpe	1,00 %/Inv	1,00 %/Inv	35,0 h/a ²⁾
Nahwärmeleitung	1,00 %/Inv	-	-
Hausanschlussstation	0,50 %/Inv	0,50 %/Inv.	9,0 h/a ²⁾

Bezeichnung	Instandhaltung ¹⁾	Wartung ¹⁾	Bedienung [30 €/h]
Preissteigerung	1,00 %	1,00 %	1,00 %
<i>sonstige Kosten</i>			
Versicherung			1,00 %

- 1) Ermittlung der Kosten für Instandhaltung und Wartung nach VDI 2067
2) Erfahrungswert aus Referenzprojekten

Der Bezugspreis der elektrischen Energie für die Wärmepumpen sowie die Hilfsenergie beträgt nach Abrechnung im Mittel 0,228 ct/kWh und unterliegt einer Preissteigerung von 3 %. Für das Erdgas belaufen sich die Kosten pro bezogene Kilowattstunde auf rund 5,03 Cent. Dessen Preissteigerung beträgt eineinhalb Prozent jährlich. Für den erzeugten KWK-Strom wird nach § 7 KWKG eine Vergütung auf den selbst verbrauchten sowie in das Netz eingespeisten Strom gewährt. Dieser beträgt für KWK-Anlage mit einer elektrischen Anlagenleistung bis 50 kW, 4,0 ct/kWh bzw. 8,0 ct/kWh und wird auf die ersten 60.000 Betriebsstunden gewährt. Voraussetzung hierbei ist der Nachweis eine hocheffiziente Anlage mit einem Jahresnutzungsgrad von 70 % oder höher. Da eine Bewertung der Kosten für Pellets aus dem eigenen kommunalen Wald der Gemeinde im Rahmen der KSK nicht möglich ist, wird eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit anhand von marktüblichen Preisen vorgenommen. Die damit verbundenen Kosten belaufen sich auf 250 Euro pro Tonne Holzpellets.²⁸

d) Energetische und ökonomische Parameter

Neben der Wirtschaftlichkeit stellt die Energie- und CO₂-Bilanz eine der wesentlichen Kriterien für die Bewertung der Versorgungsvarianten dar. Einen Überblick über die Höhe der Primärenergiefaktoren des „nicht erneuerbaren“ Anteils sowie der CO₂-Emissionsfaktoren der Energieträger Strom, Erdgas und der Fernwärme vermittelt die nachfolgende Tab. 21.

Tab. 21 Primärenergiefaktoren und CO₂-Emissionsfaktoren nach Energieträger

Bezeichnung	Primärenergiefaktoren ¹⁾	CO ₂ -Emissionsfaktoren
Strom	1,80	0,0005280 t _{CO2} /kWh
Erdgas	1,10	0,0002470 t _{CO2} /kWh
Biomasse	1,20	0,0000220 t _{CO2} /kWh

- 1) Primärenergiefaktoren nach Klimaschutzplaner

²⁸ Marktpreise für Holz-Pellets nach Angaben der Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (DEPV)
Stand: März 2019

e) Ergebnis

Um letztendlich eine Entscheidung der zukünftigen Versorgung des Schulkomplexes der RHS treffen zu können, müssen die Belastung der einzelnen Versorgungsvarianten auf die Umwelt gegenübergestellt und bewertet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass aufgrund des erzeugten und selbst genutzten KWK-Stroms eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen gegenüber der Erneuerung der Heizungsanlage von rund 53 t/a erreicht wird. Variante 3 mit dem Holzpellet-BHKW erzielt dabei den geringsten jährlichen CO₂-Ausstoß mit 46,6 Tonnen und führt folglich zu einer weiteren Einsparung von 65 Tonnen an Treibhausgasemissionen gegenüber der Erdgas-BHKW Variante. Dadurch können im Vergleich zur aktuellen Versorgung über 75 % an CO₂-Emissionen eingespart und eine Förderung nach NKI gewährt werden. Eine Übersicht über die jährlichen CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten gibt nachfolgende Abb. 40.

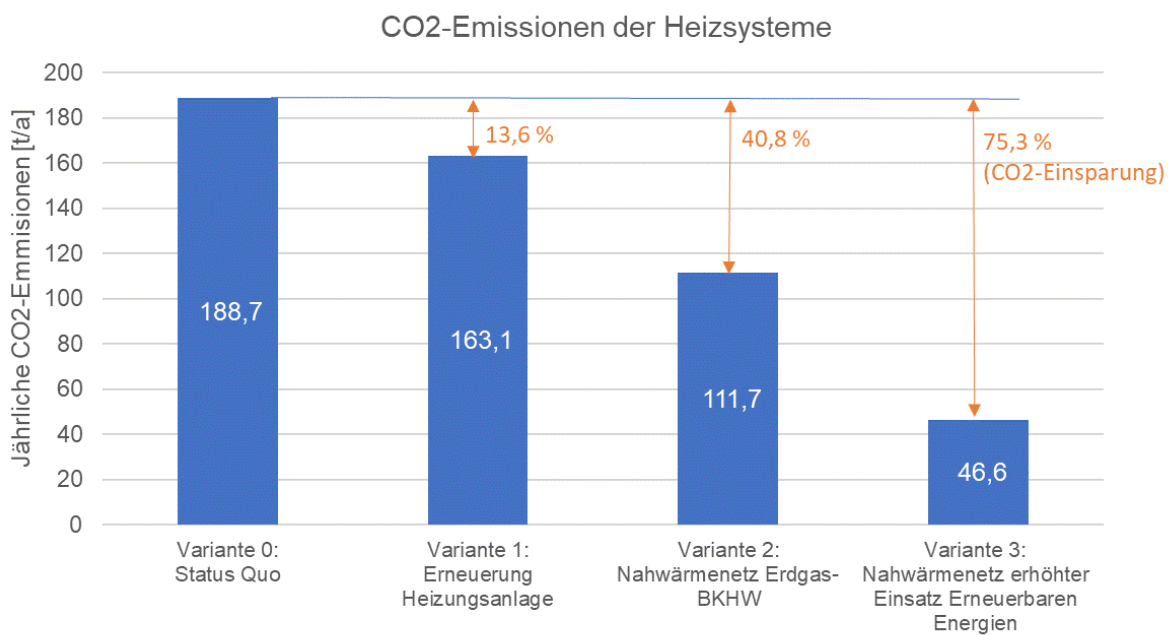


Abb. 40 jährliche CO₂-Emissionen der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Ein wesentlicher Faktor für die Wahl einer Versorgungsstrategie sind die Gesamtkosten für die bereitgestellte Wärme. Diese fällt in der Versorgungsvariante 2 am geringsten aus. Grund hierfür sind die hohen Erlöse durch den als Nebenprodukt erzeugten KWK-Strom. Neben der Reduzierung des Eigenverbrauchs der Gebäude, kann ein Teil zur Deckung des Strombedarfs der Wärmepumpe genutzt werden. Die zusätzliche Vergütung des KWK-Stroms auf den Eigenverbrauch und die Netzeinspeisung führt zu den gesamtwirtschaftlichen Vorteilen

gegenüber der konventionellen Versorgung durch den Brennwertkessel. Die Wärmeversorgung über das Holzpellet-BHKW ist wiederum stark von den Förderbedingungen abhängig. Nach den Kommunalrichtlinien NKI des BMU wären für Versorgungsszenario 3 Fördermittel von 65 % auf die Investitionskosten, jedoch maximal 200.000 €, der Maßnahme möglich.

Die jährlichen Investitionskosten sowie Gesamtkosten der Heizsysteme können Abb. 41 bzw. Abb. 42 entnommen werden. Die damit einhergehenden Wärmegestehungskosten der Versorgungsvarianten sind in Abb. 43 dargestellt.

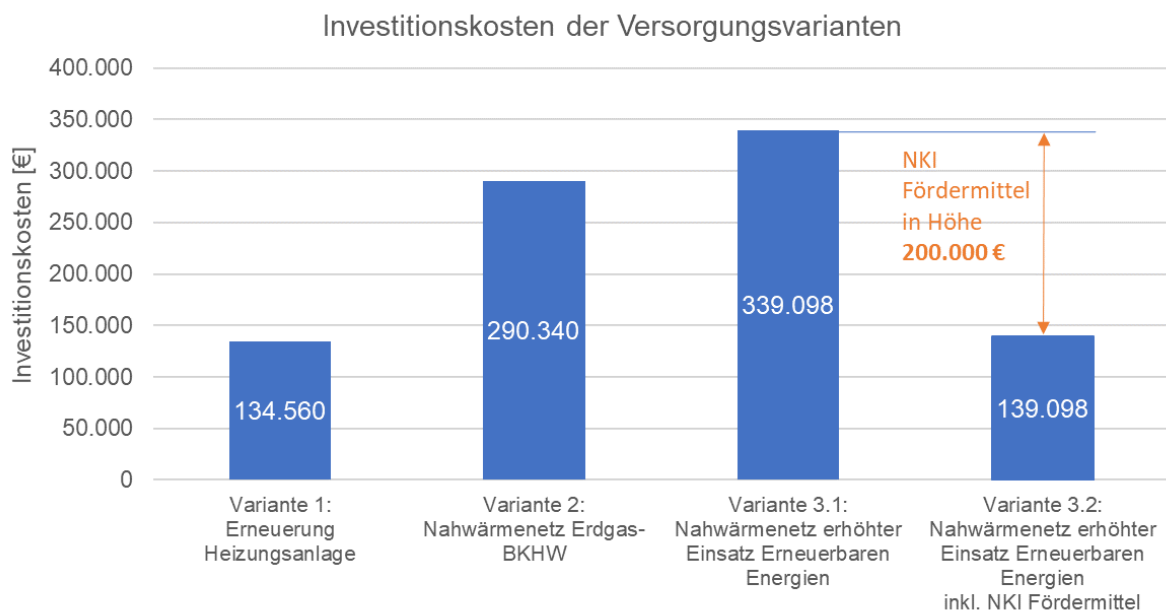


Abb. 41 Investitionskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

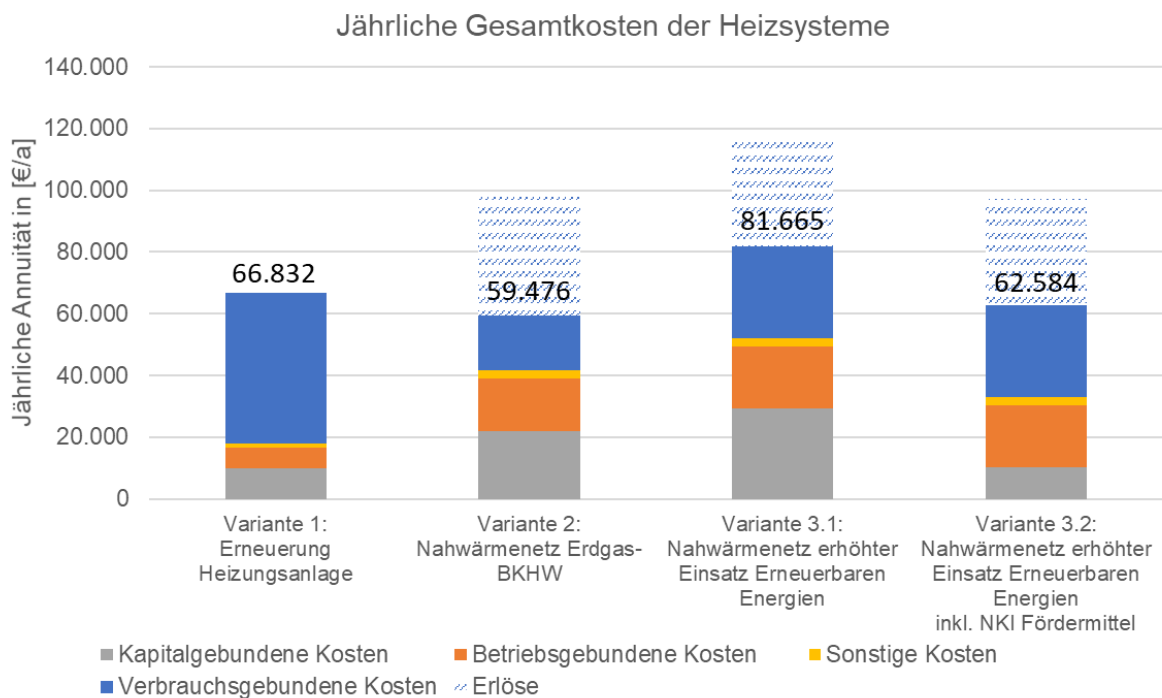


Abb. 42 jährliche Gesamtkosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

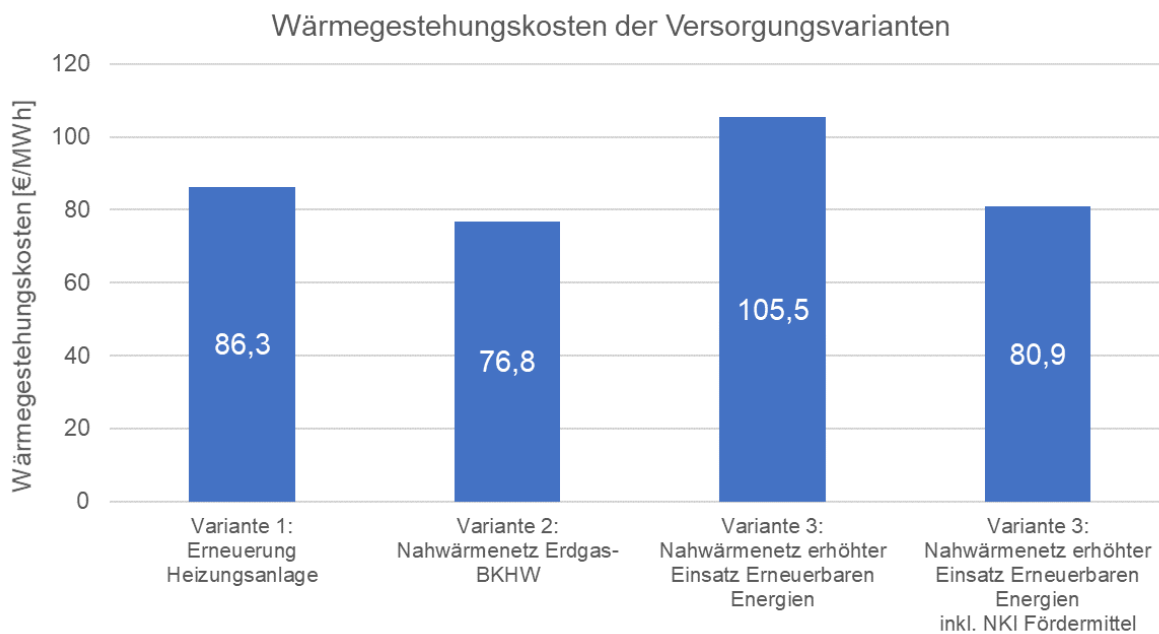


Abb. 43 Wärmegestehungskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule

Die Ergebnisse zeigen, trotz der höheren kapitalgebundenen Kosten der Nahwärmelösung mit Erdgas-BHKW, klare ökonomische sowie ökologische Vorteile dieser Variante. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten werden bei der Nutzung von Biomasse keine wirtschaftlichen Vorteile in einer nachhaltigen Variante mit Holzpellet-BHKW gegenüber der Erneuerung des bestehenden Systems erzielt. Diese sind erst durch Inanspruchnahme der Fördermittel der NKI gegeben.

Es soll an diesem Punkt darauf hingewiesen werden, dass mit Variante 3 ein besonders nachhaltiges und innovative Versorgungsvariante untersucht wurde. Alternativ wäre auch der Einsatz eines Holzpelletkessels denkbar. Dieser könnte weiterführend in Zusammenspiel mit dem Holzpellet-BHKW eine überaus nachhaltige Versorgungslösung darstellen. Im Einzelfall ist diese jedoch stark von den örtlichen Gegebenheiten (Platzbedarf für die Lagerung der Holzpellets) sowie den damit verbundenen Kosten abhängig. Die Ergebnisse zeigen, dass aufgrund der gegebenen Fördermöglichkeiten die Anlagenkonstellation um ein Pellet-BHKW am Standort der RHS in Markkleeberg eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zu den konventionellen Versorgungsvarianten darstellt.

4.4 Straßenbeleuchtung

Die Straßenbeleuchtung hält meist ein hohes Energieeinsparpotenzial für eine Kommune bereit. Um eine entsprechende Analyse durchführen zu können, ist eine möglichst umfangreiche Datenerhebung und damit eine Ermittlung des Ist-Zustandes nötig. In der Stadt Markkleeberg wird bereits seit dem Jahr 2000 eine umfangreiche Ausweitung und Modernisierung der Straßenbeleuchtung durchgeführt. Die getroffenen Maßnahmen hatten dabei immer zur Folge, dass die Anzahl der Leuchtpunkte weiter anstieg, der Stromverbrauch aber weitgehend konstant gehalten bzw. verringert werden konnte. Nachdem im Jahr 2000 noch 2.000 Lichtpunkte aktiv waren, waren es im Zeitraum 2006/2007 bereits 3.100 Lichtpunkte mit einem gesamten Stromverbrauch von 1.082 MWh. Im Zeitraum 2008/2009 stieg die Zahl auf 3.180 Lichtpunkte mit einem gesamten Stromverbrauch von 1.042 MWh, im Zeitraum 2017/2018 auf insgesamt 3.800 Lichtpunkte mit insgesamt 818 MWh Stromverbrauch. Der intensive Ausbau der Leuchtpunkte bedurfte auch eines Ausbaus der Zählerschränke, welche von 2005 bis 2018 von 28 auf 53 Stück aufgestockt wurden. Abb. 44 stellt die Entwicklung des Stromverbrauchs von 2006 bis 2018 dar und verdeutlicht dessen Rückgang.

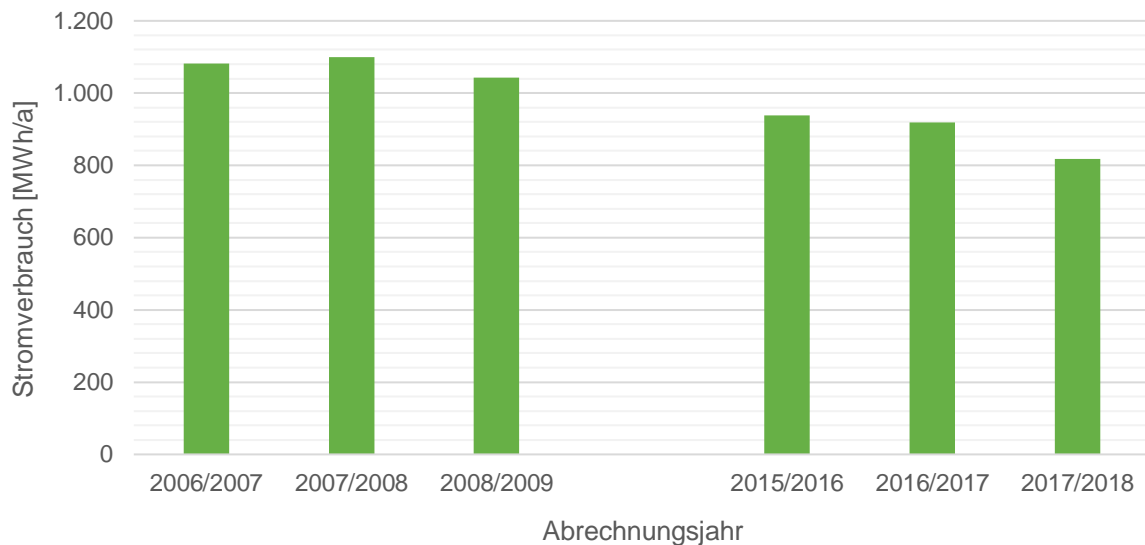


Abb. 44 Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in Markkleeberg über die letzten zwölf Jahre

Der Ausbau und die Modernisierung des Straßenbeleuchtungsnetzes wurde dabei maßgeblich durch die Förderrichtlinie Klimaschutz der Sächsischen Aufbaubank (SAB) unterstützt.²⁹ Neben dem Ausbau des Straßenbeleuchtungsnetzes und dem sukzessiven Austausch veralteter Leuchtmittel durch moderne LED-Technologien wurden auch weitere innovative Maßnahmen realisiert, z. B. verkehrsabhängige Beleuchtung mit Radarsensoren oder bewegungsabhängige Beleuchtungsanlagen.

Durch die konstante Durchführung der Maßnahmen durch die Stadt konnte der Anteil der LED-Leuchten zum Jahr 2017 bereits auf 45 % angehoben werden, wie Abb. 45 dargestellt.

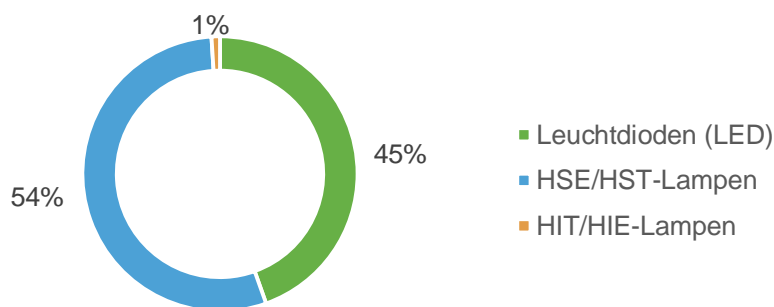


Abb. 45 Anteil der Leuchtmittel in der Straßenbeleuchtung Markkleebergs im Jahr 2017

²⁹ <https://www.sab.sachsen.de/f%C3%B6rderprogramme/sie-planen-kommunale-investitionen/f%C3%B6rder-richtlinie-klimaschutz.jsp> [07/2019]

Die in Abb. 45 dargestellten verbleibenden 55 % älterer Leuchtmitteltechnologien (HSE/HAST und HIT/HIE) bergen für die Stadt Markkleeberg ein weiteres Energieeinsparpotenzial, trotz der bereits umfangreichen systematischen Modernisierung dieses Sektors. Nach Aussage der Stadt Markkleeberg ist es vorgesehen, auch weiterhin den Austausch und dem Einbau von LED-Lampen zu verfolgen. Dabei sollen jährlich 200 bis 300 Leuchtpunkte auf native LED umgestellt werden. Die Kosteneinsparungen durch die wesentlich höhere Effizienz machen die Maßnahmen sehr rentabel und halten die Amortisationszeiten kurz. Für den Zeitraum 2018/2019 wird damit gerechnet, dass der Stromverbrauch auf 690.000 kWh sinken wird, da im Jahr 2018 insgesamt 380 Lichtpunkte auf LED umgerüstet wurden.

Durch die Datenerhebung und die Aufzeichnung der Ist-Analyse ist bereits deutlich zu erkennen, dass die Stadt Markkleeberg bereits ein hohes Engagement in diesem Sektor aufweist und auch in der zukünftigen Planung zum Ziel hat die Situation konstant zu verbessern. Eine klassische Potenzialanalyse ist hierdurch nicht nötig, da entsprechende Maßnahmen und Engagement bereits getroffen wurden und die daraus resultierenden Vorteile erkannt und ausgeschöpft werden.

4.5 Mobilität

Der Verkehr stellt einen der fünf energetisch bilanzierbaren Bereiche für eine Kommune dar. Auf Bundesebene fallen 29 % des Endenergieverbrauches im Verkehrssektor an.³⁰ In Markkleeberg beträgt der Anteil verkehrsbedingter Kraftstoffverbräuche mit 40,4 % deutlich mehr (vgl. Abb. 3, Kapitel 3). Aufgrund dessen, dass der Sektor Industrie in Markkleeberg nicht vorhanden ist, nehmen die verbleibenden Sektoren höhere Anteile am Endenergieverbrauch des Stadtgebietes ein.

Trotz des hohen Energieverbrauchs hat die Kommune selbst einen eingeschränkten Einfluss auf verkehrsbedingte Energieverbräuche und den damit verbundenen Emissionen. Im Zuge des Klimawandels und den damit einhergehenden Herausforderungen bedarf es einer gesamtgesellschaftlichen Mobilitätswende mit dem Ziel der Reduktion verkehrsbedingter Emissionen. Grundsätzlich soll der kraftstoffbetriebene motorisierte Individualverkehr (MIV) sukzessive durch emissionsärmere Alternativen umgestaltet werden. Die Mobilitätswende erfordert das Zusammenspiel attraktiver Angebote von Elektromobilität, Sharing-Diensten, Bus und Bahn und im Bereich des Rad- und Fußverkehrs. Eine gelungene Mobilitätswende ist nur durch eine kollektive Verhaltensänderung zu erreichen, die vor allem durch Vorgaben und Anreize durch den Gesetzgeber gesteuert werden muss.³¹

³⁰ BMU (2018): Klimaschutz in Zahlen
https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2018_bf.pdf

³¹ Entsprechende Steuerungsmechanismen wären ein Bonus-Malus-System bei Erstzulassungen, Ausweitung der Lkw-Maut und Integration der CO₂-Schadenskosten sowie eine stärkere finanzielle Förderung des

Die Kommune hat in diesem Kontext maßgeblich die Möglichkeit, eine sichtbare Vorbildfunktion einzunehmen. Sie agiert ebenfalls als Mittler zwischen relevanten Akteuren für die Optimierung des Bus- und Bahnverkehrs und stellt die Infrastruktur für ein attraktives Radwegenetz bereit. In den vergangenen Jahren sicherten Kommunen mehr und mehr auch die Erschließung der innerstädtischen Bereiche für Elektromobilität.

Markkleeberg entwickelte parallel zum Klimaschutzkonzept (KSK) einen Verkehrsentwicklungsplan (VEP), der am 02.07.2019 vom Stadtrat beschlossen wurde. Der VEP ist, analog zum KSK, die strategische Handlungsgrundlage und ein Arbeitsdokument der Verwaltung. Basierend auf einer umfänglichen Bestands- und Mängelanalyse sowie verschiedenen Szenarien definiert er Handlungskonzepte zu sektorenbezogenen und räumlichen Handlungsschwerpunkten. Mit dem VEP liegt der Stadt daher ein umfangreiches, mobilitätsspezifisches Planungsdokument vor. Über den Verlauf der Erstellung des KSK wurde mehrfach Einsicht in den Entwurfsstand des VEP genommen, um sich an den Ergebnissen zu orientieren und die inhaltliche Kompatibilität beider Konzepte zu gewährleisten.

Innerhalb des Dialogprozesses des Klimaschutzkonzeptes wurden konkrete Projektideen für eine klimaschonende Entwicklung städtischer Mobilität identifiziert, deren Realisierung vorrangig in der Verantwortung der Stadt liegt. Sie sind für eine Umsetzung empfohlen und werden neben den relevanten Handlungsfeldern des VEP Radverkehr und ÖPNV nachfolgend vorgestellt.

4.5.1 Elektromobilität

Elektromobilität steht immer wieder in der Kritik: E-Autos würden das gewohnte Mobilitätsverhalten aufgrund zu geringer Streckenlängen nicht unterstützen und seien wegen der seltenen Erden in der Batterieherstellung und der aufwendigen Batterieentsorgung emissionsseitig nicht nachhaltiger als kraftstoffbetriebene Fahrzeuge. Gegenüber der erstgenannten Aussage stellt sich die Frage, inwieweit insbesondere berufsbedingte Autofahrten die Notwendigkeit nach Streckenlängen von mehr als 200 km erfordern. Im Alltag ist dies in wenigen Branchen der Fall. Die zweite Aussage hat zum jetzigen Zeitpunkt mehr Gewicht. Laut einer Studie des ADAC gleichen E-Autos ihre emissionsseitig aufwändige Herstellung ab einer Fahrleistung von 50.000 km gegenüber kraftstoffbetriebenen Autos aus.³² Das entscheidende Argument für die Elektromobilität liegt im dringenden Bedarf einer Mobilitätswende, die die verkehrsbedingten Emissionen reduziert. E-Mobilität kann nur als Teil der Alternativen verstanden werden. Mit einem Anteil von 93,8 % am Kraftstoffeinsatz in Markkleeberg spiegelt die Dominanz der

innerstädtischen Nahverkehrs (Agora Energiewende & Agora Verkehrswende 2019: 15 Eckpunkte für das Klimaschutzgesetz).

³² ADAC (05/2019): Pro und Contra zur Elektromobilität <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/e-mobilitaet/info/elektroauto-pro-und-contra/> [07/2019]

fossilen Kraftstoffe im Verkehrsbereich der Stadt nur zu gut den bundesweiten Handlungsbedarf wider (vgl. Abb. 7, Kapitel 3).

Markkleeberg hat sich daher zum Ziel gesetzt, **Elektromobilität auf dem Stadtgebiet weiter zu fördern**. Bislang existieren bereits zwei Elektrofahrzeuge. Innerhalb des Klimabeirates wurde die Auslastung derer bislang als gering eingeschätzt. Vor der Investition in weitere Leasing-Geräte sollte das Hemmnis vor der Nutzung der E-Fahrzeuge abgebaut werden. Die Dienstwagen der Verwaltung fahren vorwiegend regional mit Streckenlängen unter 200 km pro Fahrt. Es ist daher erstrebenswert, bis auf ein „Reservefahrzeug“ alle Fahrzeuge auf E-Autos umzustellen. Zur Umsetzung sollte die Stadt zentrales Fuhrparkmanagement einführen. Dadurch könnte eine regelmäßige Auswertung der Nutzungsstatistiken durchgeführt werden, um die Auslastung der vorhandenen Fahrzeuge zu ermitteln und deren Auslastung gezielt zu erhöhen. Dazu sind regelmäßig Schulungen zur Nutzung der Fahrzeuge durchzuführen, um die Nutzungsbarrieren zu reduzieren.

Eine kurzfristigere Möglichkeit der verstärkten Nutzung von E-Mobilität besteht durch die **Anschaffung von E-Bikes als Dienstfahräder**. Das Radwegenetz in Markkleeberg wurde im VEP detailliert hinsichtlich verschiedener Kriterien untersucht.

Stärken		Schwächen	
+ Radverkehrsinfrastruktur (Hauptstraßennetz) Die Stadt Markkleeberg verfügt bereits über zahlreiche Radwege entlang von Hauptstraßen. Die einzelnen Ortsteile sind überwiegend gut per Fahrrad zu erreichen.	- Netzlücken (Hauptstraßennetz) An einigen Stellen des Hauptstraßennetzes sind die vorhandenen Radverkehrsanlagen unterdimensioniert oder fehlen ganz. Zudem entsprechen sie abschnittsweise nicht den empfohlenen Führungsformen, die aufgrund der vorhandene Verkehrsstärken des MIV angemessen wären.		
+ Verknüpfungspunkte ÖPNV / Radverkehr Die Radverkehrsinfrastruktur an den S-Bahn-Haltestellen wurde in den letzten Jahren bereits umfassend modernisiert. So sind (mit Ausnahme von Gaschwitz) an allen Haltestellen teils überdachte Stellplätze sowie Aufzüge installiert worden.	- Wegweisung, Beschilderung und radverkehrsbezogene Informationen Insbesondere an den S-Bahn-Haltestellen mangelt es an zweckmäßiger Wegweisung zu relevanten Alltags- und touristischen Zielen; ebenso sind Umgebungskarten, allgemeine Hinweise, etc. nur sporadisch vorhanden. Vor allem im Seengebiet ist die vorhandene Wegweisung nicht eindeutig radspezifisch geführt, infolge verschiedener Schilderdesigns irritierend und zudem teilweise veraltet.		
+ Touristische Infrastruktur / Radwanderwege Die Radwanderwege in und um die Stadt herum sind bereits umfassend ausgeschildert und in einem guten Zustand.	- Mobilitätsdienstleistungen Zwar gibt es innerhalb des Stadtgebiets mehrere Fahrradläden sowie offizielle Fahrradparkplätze, darüber hinaus mangelt es aber an flankierenden Mobilitätsdienstleistungen sowie Infrastruktur; z.B. eBike-Ladestationen, Bike-Sharing-Möglichkeiten, Pumpstationen sowie Möglichkeiten zur Selbstreparatur.		

Abb. 46 Stärken und Schwächen des Radverkehrs der Stadt Markkleeberg³³

³³ VEP 2019, S.81

Das Hauptwegenetz der Stadt ist in einem guten Zustand. Das Dienstrad stellt daher eine attraktive Wahlmöglichkeit zum Dienstwagen dar. Momentan existieren bereits mehrere Diensträder, die an die jeweiligen Fachämter angebunden sind. Aufgrund geringerer zu Fuß zurückzulegender Wegstrecken ist die **Anbindung von E-Bikes an die jeweiligen Fachämter** bzw. an die gemeinsam genutzten Objekte ratsam. Eine Ermittlung des Bedarfs an E-Bikes für die Mitarbeiter*innen sollte demnach durch die Stadtverwaltung erfolgen. Zudem sollten die sich aus der Bestandsanalyse des VEP zum Radverkehr abgeleiteten Schwächen in den kommenden Jahren behoben werden.³⁴

Der angestrebte Markthochlauf der Elektromobilität erfordert das Vorhandensein entsprechender **Ladeinfrastruktur**. Der Landkreis Leipzig ließ im Jahr 2018 zum Zweck der Potenzialerhebung ein Elektromobilitätskonzept erstellen.³⁵ Im Rahmen des Klimabeirates wurden die bestehenden und die durch den Landkreis erhobenen Potenzialstandorte innerhalb der Verwaltung diskutiert und, bei konträr vorliegenden Planungen, angepasst.

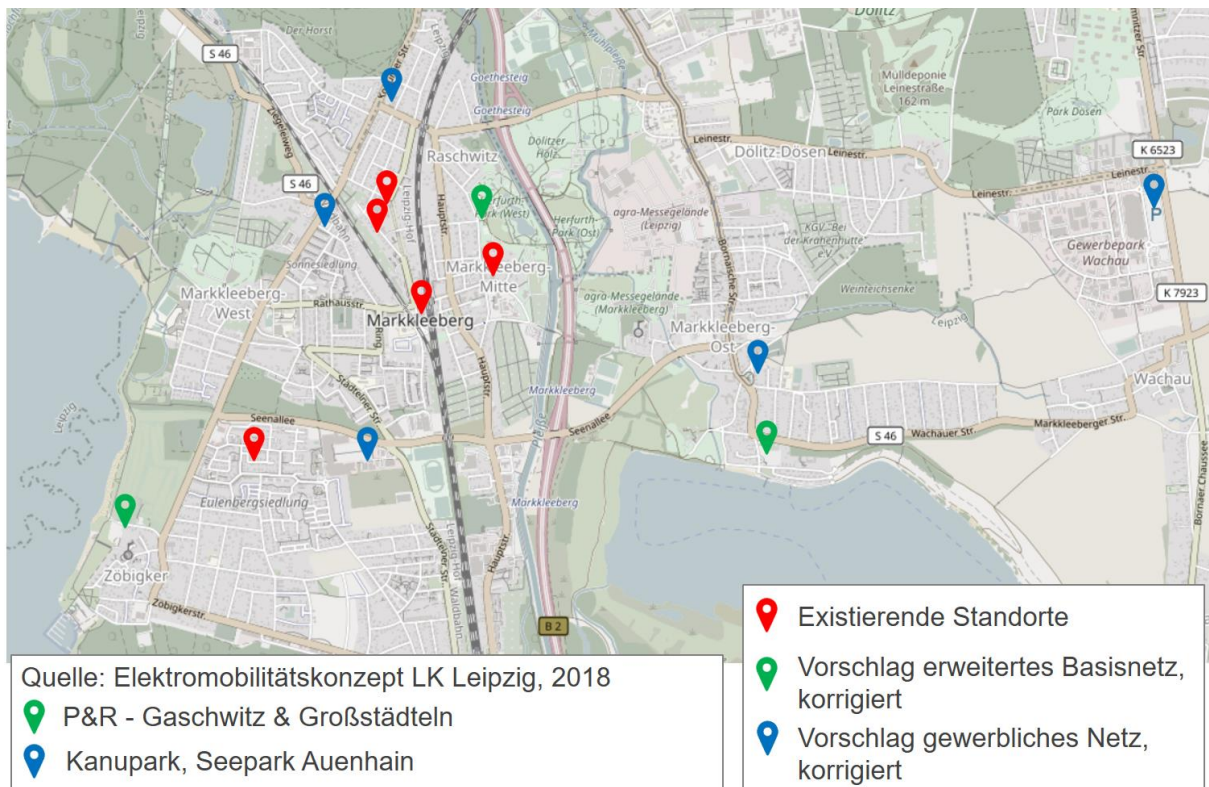


Abb. 47 Standorte Ladesäulen – Ist und Potenzial³⁶

Die enviaM betreibt in Markkleeberg sechs Ladestationen an folgenden Standorten: Friedrich-Ebert-Straße 26, Dietrich-Bonhoeffer-Platz 2, Freiburger Allee 49, Rathausplatz 1. Am Dietrich-Bonhoeffer-Platz existiert eine Schnellladesäule. Zwei weitere Ladesäulen befinden sich

³⁴ Siehe dazu Kapitel 5.1.3 Handlungsschwerpunkt Radverkehr des VEP (2019)

³⁵ Elektromobilitätskonzept des Landkreises Leipzig (2018)

³⁶ Kartenquelle: openstreetmap (22.07.2019)

im Gewerbegebiet Wachau. Eine städtische Säule am Sportbad gehört dem Verbund NewMotion an. Das Vorhandensein verschiedener Betreiber- und damit Abrechnungsformate ist für die Nutzerfreundlichkeit nicht ideal. Über die zumindest begrenzt kostenfreie Nutzung der Ladesäule am Sportbad könnte die Stadt einen Anreiz für Private schaffen. Ladesäulen (insbesondere mit Schnellladefunktion mit Ladezeiten von ca. 30 min) auf gewerblichen Flächen zeichnen sich darüber hinaus als praktische Komplementierung bzw. auch als Alternative zu öffentlichen Ladesäulen ab. Der Nutzer möchte die Zeit des Ladevorgangs sinnvoll ausfüllen. Discounter, bei denen sowohl Gewerbe als auch Gastronomie integriert sind, sind daher zukünftig relevante Ansprechpartner. Dazu sind Gespräche mit dem Energiedienstleister enviaM zu führen.

4.5.2 ÖPNV, SPNV und die Förderung von Intermodalität

Der Aufgabenträger des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist der Landkreis Leipzig. Markkleeberg optimiert als Stadt die Ausgestaltung des ÖPNV durch den [fallspezifischen Dialog mit dem Landkreis](#) und die frühzeitige Einbindung dessen im Fall von Neubauvorhaben.

Stärken	Schwächen
<p>+ S-Bahn-Anbindung Die SPNV-Erreichbarkeit von Orten in Nord-Süd-Richtung (u. a. Leipzig, Halle, Bitterfeld, Delitzsch, Altenburg, Borna, Geithain) ist aufgrund der direkten Einbindung in das S-Bahn-Netz Mitteldeutschland über vier S-Bahn-Haltestellen, die mit mehreren S-Bahn-Linien bedient werden, als sehr gut einzustufen.</p>	<p>- Barrierefreiheit und Zustand der Bahnhöfe/Haltestellen Der S-Bahn-Haltestellenpunkt »Großstädeln« ist bisher nicht barrierefrei ausgebaut. Der Haltestellenpunkt »Gaschwitz« ist sanierungsbedürftig; wird aber derzeit umgebaut. Zudem befinden sich einige Bus- und Straßenbahn-Haltestellen in einem sanierungsbedürftigen Zustand.</p>
<p>+ Infrastruktur und Fuhrpark Sowohl im Schienen- (S-Bahn / Straßenbahn) als auch im Busverkehr kommen überwiegend moderne und barrierefreie Fahrzeuge sowie moderne technische Infrastrukturen (elektronische Fahrgastanzeigen- und durchsagen) zum Einsatz.</p>	<p>- Taktichte und Netzabdeckung Die Taktichte ist werktags überwiegend zufriedenstellend; in der SVZ / NVZ besteht beim ÖPNV-Angebot im Busnetz Verbesserungspotential. Insbesondere am Wochenende werden einige Linien nur sehr sporadisch (2 - 3 Fahrten pro Tag) bedient. Die Netzabdeckung (Einzugsbereiche der Haltestellen) ist im Innenstadtbereich der Kernstadt sehr gut. In den Ortsteilen bestehen jedoch Lücken in der Erreichbarkeit.</p>
<p>+ Verknüpfungspunkte und Anschlussbildung Die Anschlüsse an den Verknüpfungspunkten - bei angenommener Pünktlichkeit des jeweiligen Verkehrsmittels - sind überwiegend gut aufeinander abgestimmt.</p>	<p>- ÖPNV-Erreichbarkeit von Freizeitzielen Defizite bestehen im Verkehrsangebot und in der Verkehrsqualität. Der Cospodener und der Markkleeberger See sollten vor allem am Wochenende besser mit dem ÖPNV erreichbar sein. Gerade in den Sommermonaten locken die Seen mit attraktiven und vielfältigen Freizeitzielen viele Touristen von außerhalb und aus der unmittelbaren Region an.</p>

Abb. 48 Stärken und Schwächen des ÖPNV der Stadt Markkleeberg³⁷

Im Jahr 2015 hat die Stadt ein ÖPNV-Konzept in Auftrag gegeben. Der VEP greift diese Informationen auf und qualifiziert sie mit neueren Sachständen. Der Stadt liegt daher eine aktuelle Analyse inkl. der anzustrebenden Verbesserungen im eigenen Verantwortungsbereich vor. Sie beinhalten:

- Sanierung der vorhandenen ÖPNV-Haltestellen, Verbesserung der Haltestellenausstattung (dynamische Fahrgastanzeigen, Wetterschutz, zweckmäßige Fahrgastinformationen etc.)
- barrierefreie Zugänge zu allen Bushaltestellen
- kontinuierliche Verbesserung der Verknüpfung zwischen dem SPNV und dem Radverkehr; dazu zählt ein Fahrradparkhaus am Bahnhof Markkleeberg Zentrum

Die Stadt kann die Nutzung von Alternativen zum MIV zudem insbesondere durch die [Errichtung von Mobilitätsstationen](#) fördern. Eine Mobilitätsstation ermöglicht den direkten

³⁷ VEP 2019, S.54

Übergang zu anderen Verkehrsmitteln, sie erhöht die Intermodalität. Durch das Vorhandensein größere Parkplätze als P+R (Park-and-ride)-Flächen sowie Bushaltestellen und Fahrradabstellanlagen (auch Bike-and-ride, B+R) wird der Umstieg zwischen den Verkehrsträgern erleichtert – die Einzelnutzung des Pkw verliert bei einer schnellen S-Bahnverbindung in das Leipziger Stadtzentrum erheblich an Attraktivität. Durch den Bau einer Ladesäule für E-Autos sowie die Schaffung ausreichender und sichererer Fahrradabstellanlagen (überdacht, ggf. abschließbar) wird das Angebot ergänzt. Der Bahnhof Markkleeberg Zentrum weist bereits alle Kennzeichen einer Mobilitätsstation auf, auch wenn das Stellplatzangebot für Fahrräder ausbaufähig ist. Der Bahnhof Großstädteln ist ebenfalls durch alle Verkehrsformen erschlossen, einzig eine Ladesäule fehlt.

Für den [Bahnhof Gaschwitz](#) ist in den kommenden Jahren eine Neugestaltung des Bahnhofsumfeldes in den nächsten Jahren geplant. Dazu zählt die städtebauliche Aufwertung des Bahnhofsvorplatzes, die Installation einer Buswendeschleife für die Buslinie 106, und die Realisierung von P+R-Parkplätzen. Über die Legung eines [Leerrohres zur Installation einer Ladesäule](#) sollte der Aufwand für den späteren Bedarfsfall im Zuge der Komplettsanierung minimiert werden.

Auch [Sharing](#)-Dienstleister von E-Autos, Mietwagen oder Leihfahrrädern können das Mobilitätsangebot komplettieren. In Markkleeberg unterhält der Anbieter teilAuto an drei Standorten jeweils ein Fahrzeug (Rathausgalerie, Raschwitz Straße – Rathaus, Bornaische Straße – Pleißenhof). Carsharing füllt eine Bedarfslücke in Bereichen mit einem gut ausgebauten ÖPNV-Netz und ermöglichen im Zweifelsfall den Verzicht auf den eigenen Pkw. Die enviaM bietet über ihre Marke eQar Carsharing mit Elektrofahrzeugen an. Am Rathausplatz stehen zwei Mietfahrzeuge, am Dietrich-Bonhoeffer-Platz vier und in der Freiburger Alle ein Fahrzeug. Der Standort am Dietrich-Bonhoeffer-Platz ist fußläufig vom S-Bahnhof Markkleeberg erreichbar. Sharing-Angebote sollten daher von der Stadt im Rahmen der Stellplatzverfügbarkeit auch an Bahnhöfen gefördert und als Baustein eines klimafreundlichen Mobilitätsmanagement verstanden werden.

Im Rahmen des seit 2014 laufenden eea-Prozesses hat die Verwaltung in der Vergangenheit bereits den Versuch unternommen, das Angebot der Mitteldeutscher Verkehrsverbund (MDV) zum [Jobticket](#) einzuführen. Der ÖPNV-Anbieter (Bus, Tram und S-Bahn) gewährt bis zu 19 % Rabatt gegenüber den ABO-Fahrkarten im Mitteldeutschen Verkehrsverbund (MDV), wenn sich der Arbeitgeber an den Kosten des Jobtickets beteiligt. Die Mindestabnahme je Arbeitgeber beträgt 20 Jobtickets. In der Vergangenheit wurde die Mindestanzahl an Interessenten in der Verwaltung nicht erreicht. Der MDV bietet seit 2018 an, dass sich Unternehmen zusammenschließen können, um die Mindestabnahmemenge zu erreichen. Die erneute Initiative der Verwaltung zur Einführung des Jobtickets sollte sich deshalb auch auf die Ansprache der WGB und der EGW beziehen.³⁸

³⁸ Weitere Informationen zum Job-Ticket sind auf der Internetseite der LVB aufgeführt: <https://www.l.de/verkehrsbetriebe/geschaeftskunden/leipziger-job-ticket-im-mdv> [07/2019]

4.6 Integration von Klimaschutzaspekten in die Stadtentwicklung

Anders als in den vorangegangenen Kapiteln werden im Folgenden keine technischen und wirtschaftlichen Potenziale beleuchtet. Vielmehr wird der Frage nachgegangen, wie die Berücksichtigung von Klimaschutzaspekten (allen voran Energieeinsparung, Energieeffizienz und Emissionsminderung im Stadtgebiet) ämterübergreifend im Handeln der Stadtverwaltung verankert werden kann.

4.6.1 Strategische Energieplanung

Die Bundesregierung hat im Gebäudebereich mit 66 bis 67 Prozent bis 2030 gegenüber 1990 höhere Einsparziele für Emissionen definiert als in den anderen Bereichen. Damit trägt der Klimaschutzplan 2050 dem vorhandenen hohen Minderungspotenzial in diesem Sektor Rechnung. Die Absenkung soll durch anspruchsvolle, aber dennoch wirtschaftliche Neubaustandards, langfristige Sanierungsstrategien und die schrittweise Abkehr von fossilen Heizungssystemen erzielt werden.³⁹

In der Regel wird die Energieplanung im Neubau nur auf das eigentliche Vorhaben begrenzt. Dabei stellt es eine größere Herausforderung dar, erneuerbare Energien und lokale Wärmenetze in bestehende Infrastruktur zu integrieren als sie in der Planung mitzudenken.

Dieses Kapitel schlägt vor, eine strategische Energieplanung für Markkleeberg auf der Ebene der Stadtplanung zu verankern. Die Vorhaltung von Flächen für Energieerzeugungsanlagen und entsprechende Trassenführungen für Wärmenetze schafft effektive Leitungsführung und verringert Verluste. Ausgangspunkt dabei ist die Definition von städtischen Versorgungsfeldern oder Quartiersumgriffen. Kommunale Infrastruktur wie Schulstandorte oder touristische Einrichtungen entlang der Seen wirken als Ankerpunkte für den Aufbau lokaler Energieproduktion, insbesondere für Wärmenetze (beispielhafte Darstellung siehe Abb. 49).

Bei notwendiger Erneuerung der Heizanlagen können perspektivisch im Umkreis von 300 m weitere (öffentliche) Abnehmer identifiziert werden. In Zusammenarbeit mit Partnern der Energiewirtschaft wie der kommunalen Tochter EGW GmbH und der enviaM GmbH baut die Stadt darüber mittelfristig eine alternative, kommunal verankerte Wärmeversorgung als effizienteren Gegenentwurf zur Einzelversorgungsvariante mit Erdgas auf. Damit profitieren langfristig die Stadt selbst und ihre Bevölkerung von den Vorteilen dezentraler, zum Teil erneuerbarer Energieversorgung (siehe dazu auch Kapitel 4.3).

³⁹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) 2018: Klimaschutz in Zahlen https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2018_bf.pdf [07/2019]



Abb. 49 Strategische Energieplanung – Beispiel eines Quartiersansatzes⁴⁰

Durch die Kenntnis von gewerblichen sowie städtischen Neubauvorhaben kann die Stadt in Absprache mit dem Investor gezielt auf die verstärkte Nutzung von Erneuerbaren (insb. Sonne, in Seenähe auch Wasser) hinwirken, um über das Neubauobjekt hinaus auch Bestandsgebäude mit zu versorgen.

Die Stadt hat über das Förderprogramm 432 Energetische Stadtsanierung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) die Möglichkeit, gezielte Quartiersanalysen zum Umbau vorhandener, auch kommunaler Infrastruktur in emissionsmindernde und betriebskostensparende Versorgungsvarianten zu überführen.⁴¹

Aus dem Konzeptprozess ergaben sich folgende konkrete Ansatzpunkte für eine übergreifende Energieplanung:

- Schulstandorte/Stadtzentrum: Planung von Nahwärmenetzen im Zuge des energetischen Sanierungsfahrplans, ggf. unter Berücksichtigung von Solarenergie (PV, ST)

⁴⁰ Karte von google maps [04/2019]

⁴¹ KfW: Förderung energetischer Quartierskonzepte und anschließender Sanierungsmanagements mit 65 % Zuschuss
[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energetische-Stadtsanierung/Finanzierungsangebote/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-\(432\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energetische-Stadtsanierung/Finanzierungsangebote/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-(432)/) [07/2019]

- (Erweiterung) Gewerbegebiet Wachau: bestehende Leitungen sind überdimensioniert, angrenzende Flächen könnten mit versorgt werden
 - gilt für Erweiterung Gewerbegebiet, aber auch für umgrenzende Gebäude
 - Basis für die erweiterte Zuständigkeit der EGW/WVW kann ein Energiekonzept sein, dass verschiedene Versorgungsvarianten hinsichtlich ökologischer Parameter (CO₂, Primärenergie) und wirtschaftlicher Faktoren bewertet.
- Projektidee Entwicklung Segelstützpunkt: Planung unter optimaler Ausrichtung für PV-Nutzung,
- Seeentwicklung, Bereich touristischer Zugriff: Beschattungsbedarf PV-Parkplatzbereich

4.6.2 Klimaschutz in der Vergabe

Das sächsische Vergaberecht sieht keine Kriterien der Nachhaltigkeit zur Anwendung bei öffentlichen Ausschreibungen vor. Klimaschutz und Nachhaltigkeit verhalten sich wie Synonyme. In beiden Fällen geht es um die Reduktion des zur Herstellung, zum Betrieb und zur Entsorgung benötigten emissionsseitigen Aufwandes. Andere Bundesländer gehen voran: Thüringen hat Anfang Juli 2019 das Vergabegesetz novelliert und, wenn auch fakultativ, die Berücksichtigung des Lebenszyklusprinzips in der Vergabe für Kommunen gestärkt.⁴²

Die Investition in klimafreundliche Infrastruktur, sei es gebäude- oder energieseitig, ist in der Regel mit höheren Investitionskosten verbunden als die konventionelle Alternative. Das Wirtschaftlichkeitsgebot des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkung (GWG § 127) fordert eine Zuschlagserteilung nach dem besten Preis-Leistungsverhältnis. Dabei können neben den Kosten auch qualitative, umweltbezogene oder soziale Aspekte berücksichtigt werden.

Das AGL hat in der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes die Bedeutung einer Vergabe, insbesondere unter Berücksichtigung des Vollkostenansatzes, für einen langfristig klimafreundlichen Betrieb der kommunalen Liegenschaften deutlich unterstrichen.

⁴² Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft:
<https://www.thueringen.de/th6/tmwwdg/wirtschaft/wirtschaftsverwaltung/oeffentaw/> [07/2019]

Exkurs: Energiekonzepte zur ganzheitlichen Betrachtung von Energieversorgung

Ein etabliertes Instrument der perspektivenreichen Betrachtung von Wärmeversorgung im Neubau bzw. bei Sanierungsvorhaben besteht in der Berechnung von Energiekonzepten. Hinter dem Begriff verbirgt sich die Betrachtung von in der Regel drei Energieversorgungsvarianten, wobei deren Inhalt zwischen Vorhabenträger, Stadt und Fachberatern abgestimmt wird.

Die Referenzvariante bezieht sich meist auf die konventionelle Einzelversorgung von Gebäuden, die zur Erreichung der gesetzlichen Standards (EnEV16, EEWärmeG) ausreicht. In den zwei weiteren Varianten kann z.B. ein Nahwärmenetz unter Nutzung eines Erdgas-BHKW und bei Nutzung eines erhöhten Anteils Erneuerbarer (Biomasse, ST, PV, Wärmepumpen) Alternativen zur Standardlösung betrachtet werden.

Neben der Vollkostenbetrachtung von Investition, Betrieb, Wartung und sonstigen Kosten über die Nutzungsdauer werden ebenfalls die Menge an benötigter Primärenergie sowie der verursachte Ausstoß von CO₂ berechnet. Die Betrachtung der ökologischen Parameter ermöglicht die quantitative Berücksichtigung von Klimaschutz in der Ausgestaltung der Wärmeversorgung.

Energiekonzepte können im Rahmen von Städtebaulichen Verträgen oder als politische Vorgabe als Grundlage für die Vergabeentscheidung eingefordert werden. Die Detailbetrachtung des Wärmenetzes am Gymnasialstandort (Kapitel 4.3.2) entspricht einem Energiekonzept.

Ein praktikabler Weg der Umsetzung für die Stadt besteht in der Aufstellung politischer Grundsatzbeschlüsse zur Legitimation von Mehrausgaben für klimarelevante Investitionsgüter wie kommunale Gebäude und Anlagentechnik. Ein Beispiel dafür gibt der Passivhausbeschluss der Stadt Leipzig aus dem Jahr 2007. Unter objekt konkreter Beachtung der erzielbaren Wirtschaftlichkeit „sollen alle neu zu errichtenden Gebäude der Stadtverwaltung, städtischer Einrichtungen und Eigenbetriebe (...) dem Passivhaus-Standard genügen und entsprechend konzeptioniert werden. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz, als die Energieeinsparungsverordnung [EnEV] verlangt.“⁴³

Die damals geltende EnEV wurde 2016 novelliert aber der Beschluss kann auf die Zielstellungen in Markkleeberg umformuliert werden. Folgende Inhalte wurden während der Konzeptphase für eine konsequente Umsetzung von Klimaschutz in den eigenen Verantwortungsbereichen als relevant erachtet:

⁴³ Stadt Leipzig [2017] <https://not.es.leipzig.de/app/laura/wp4/kais02.nsf/docid/053EE04722BB78AEC12573AA0030761C?opendocument> [07/2019]

- die Berücksichtigung des Vollkostenansatzes bei der Abwägung einer Investition: Einbezug von Betriebs-, Wartungs- sowie sonstigen Kosten unter Betrachtung der Nutzungsdauer⁴⁴ inkl. der Berücksichtigung ökologischer Parameter (CO₂-Ausstoß und Primärenergiebedarf)
- die Berücksichtigung der grauen Energie der Rohstoffe in der Planung eines kommunalen Objektes
Dazu ist in der Planung eine Energie- und CO₂-Bilanz der Gebäude über die Nutzungsdauer notwendig.
- Der Beschluss eines höheren Energiestandarts im Neubau kommunaler Gebäude als von der aktuellen EnEV vorgegeben wird

4.6.3 Klimaschutz in der Bauleitplanung

Über die Bauleitplanung hat eine Stadt Einfluss auf die Ausgestaltung von privaten Bauvorhaben im Hinblick auf die Ziele der Stadtentwicklung. Für Markkleeberg sollten Klimaschutzbelange vorrangig in größeren gewerblichen Vorhaben berücksichtigt werden. Im Einfamilienhausbereich bilden Aspekte wie Gründächer und höhere Standards, als von der EnEV und dem EEWärmeG vorgeschrieben werden, häufig wirtschaftliche Ausschlusskriterien.

Die bekanntesten Instrumente zur Verankerung von Vorgaben gegenüber dem Investor sind der Bebauungsplan (B-Plan), der Grundstücksvertrag bzw. Erbbaurechtsvertrag bei Erwerb des Grundstücks und der Städtebauliche Vertrag (siehe Abb. 50).

Dabei kann eine Festsetzung im B-Plan nur beinhalten, was begründet erforderlich ist. § 9 Absatz 1 des Baugesetzbuches (BauGB) sieht die Möglichkeit der Festsetzung verschiedener klimarelevanter Aspekte vor. Unter anderem gestattet er die Festlegung von Flächen zur Nutzung für erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.⁴⁵

⁴⁴ Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Installation der PV-Anlage im Kanupark (Kap. 4.1.1) und des Nahwärmenetzes am Gymnasialstandort (Kap. 4.3.2) sind mit dieser Methode erstellt.

⁴⁵ BauGB § 9 Abs. 1 https://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/___9.html [07/2019]

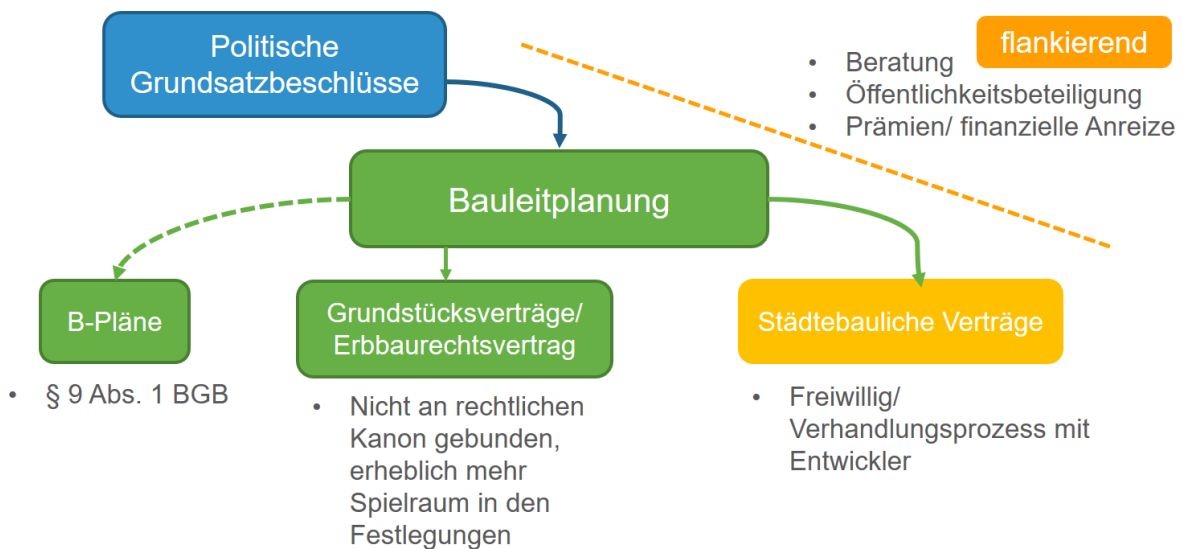


Abb. 50 Instrumente der Einflussnahme im Rahmen der Bauleitplanung

Eine vergleichende Studie des Deutschen Institutes für Urbanistik (difu) kommt zu dem Schluss, dass unter zehn untersuchten Großstädten, darunter Augsburg, Greifswald, Hannover und Heidelberg, eine erfolgreiche Integration von Klimaschutzbelangen vorrangig über einen konstruktiven Verhandlungsprozess zwischen Investor und Stadt in Form des Abschlusses eines Städtebaulichen Vertrages erreicht wurde.⁴⁶ Folgende Inhalte werden dabei regelmäßig in Städtebaulichen Verträgen festgehalten:

- Durchführung Energiekonzept: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener Energieversorgungsvarianten im Vollkostenvergleich und unter Berücksichtigung des CO₂-Ausstoßes und der eingesetzten Primärenergie; Umsetzung umweltverträglichster Variante, sofern wirtschaftlich vertretbar (<= 10 % über wirtschaftlichster Variante)
- Einigung auf höhere Energiestandards als EnEV 2016/ EEWärmeG
- kompakte Bauweise
- geringe/keine Verschattung
- solaroptimierte Bauweise
- wassersensitive Stadtgestaltung: Planung auf Grundlage des natürlichen Wasserkreislaufes, entsprechend geringer Versiegelungsgrad, Betrachtung des Risikofalls Starkregenereignis

⁴⁶ Difu [2017] Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung
https://difu.de/sites/difu.de/files/bericht_klimaschutz_bauleitplanung_fuer_veroeffentlichung_langfassung_jsp.pdf [03/2019]

- Der Aushandlungsprozess mit dem Investor wird unterstützt durch das Vorhandensein thematisch relevanter Stadtratsbeschlüsse. Im Fall der Forderung nach einem Energiekonzept, welches unterschiedliche Energieversorgungen auch im Hinblick ökologischer Kriterien (CO₂-Ausstoß, Primärenergie) untersucht, hat die Verwaltung auf der Grundlage eines entsprechenden politischen Beschlusses eine gestärkte Verhandlungsbasis.

Ein Problem stellt die fehlende Durchsetzungsfähigkeit der Vertragsinhalte dar. Vertragsstrafenklauseln sollen energetische Standards oder andere energetische Maßnahmen absichern. Die Wirksamkeit von Vertragsstrafenregelungen ist in Ermangelung von Controllingstrukturen allerdings fraglich.

Dennoch schafft der Dialog mit dem Investor und die Vorgabe nach der Betrachtung alternativer Energieversorgungsvarianten Verständnis und Wissen um die betriebskostenseitigen Auswirkungen des Bauvorhabens. Auch Markkleeberg sollte zukünftig stärker Gebrauch von klimarelevanten Inhalten in Städtebaulichen Verträgen mit Investoren machen, um eine klimagerechte Stadtentwicklung auch im privaten Sektor voranzutreiben. Zu diesem Zweck können, analog zu Klimaschutzvorgaben in der Vergabe, Beschlussvorlagen (nach Vorgaben der geltenden sächsischen Gemeindeordnung, der Hauptsatzung der Stadt Markkleeberg und die Dienstordnung der Stadtverwaltung) durch den Klimabeirat in enger Abstimmung mit der Verwaltungsspitze zur Vorlage im Stadtrat erarbeitet werden.

5 Szenarientwicklung

5.1 Bevölkerungsentwicklung

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Prognose der zukünftigen Einwohnerentwicklung Markkleebergs. Dabei wird zuerst auf die bisherige Entwicklung seit 1990 eingegangen. Anschließend werden Prognosemethodik und -ergebnisse vorgestellt.

5.1.1 Entwicklung 1990 bis heute

Die Stadt Markkleeberg ist aufgrund ihrer direkten Nachbarschaft zum Oberzentrum Leipzig maßgeblich von Suburbanisierungstrends aus der Metropole geprägt. Seit 1992 wächst die Zahl der Einwohner jährlich an. Einen Großteil davon machen Wanderungsbewegungen aus (siehe Abb. 52). Seit 1990 hat sich die Einwohnerzahl um gut 5.000 Personen erhöht. Besonders dynamisch war der Zeitraum 1994 bis 1998, in dem die Wanderungssalden bei teilweise über +1.000 Personen pro Jahr lagen. Seither hat sich die Dynamik etwas abgeschwächt. Im Durchschnitt der letzten Jahre ziehen jährlich etwa 250 Menschen mehr nach Markkleeberg als die Stadt verlassen. Der „Knick“ in der Einwohnerentwicklung ist auf die Korrektur der Daten im Rahmen des Zensus im Jahr 2011 zurückzuführen. Das statistische Landesamt geht in seinen Prognosen davon aus, dass die Einwohnerzahl im Jahr 2030 in der oberen Variante die Marke von 26.000 Personen erreicht (StaLa V1).

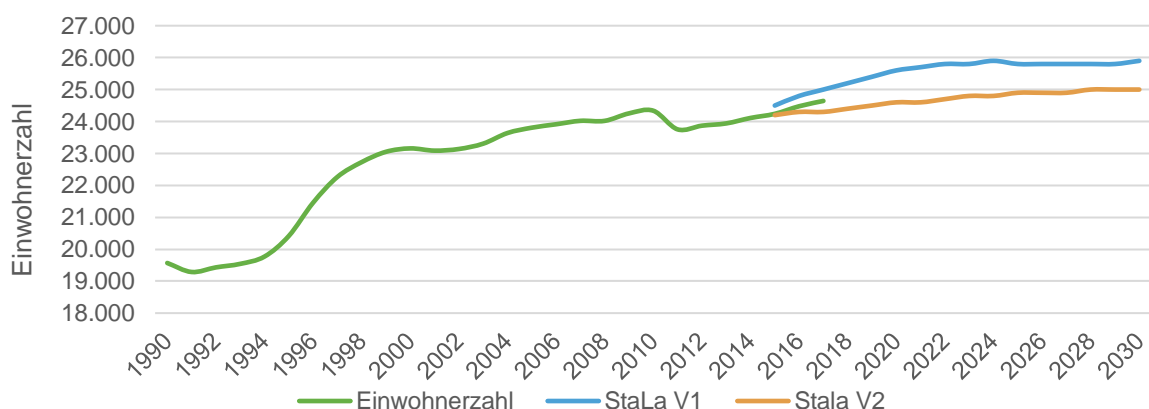


Abb. 51 Einwohnerentwicklung 1990-2017 (inkl. Prognose Statistisches Landesamt)⁴⁷

⁴⁷ Statistisches Landesamt Sachsen, eigene Darstellung

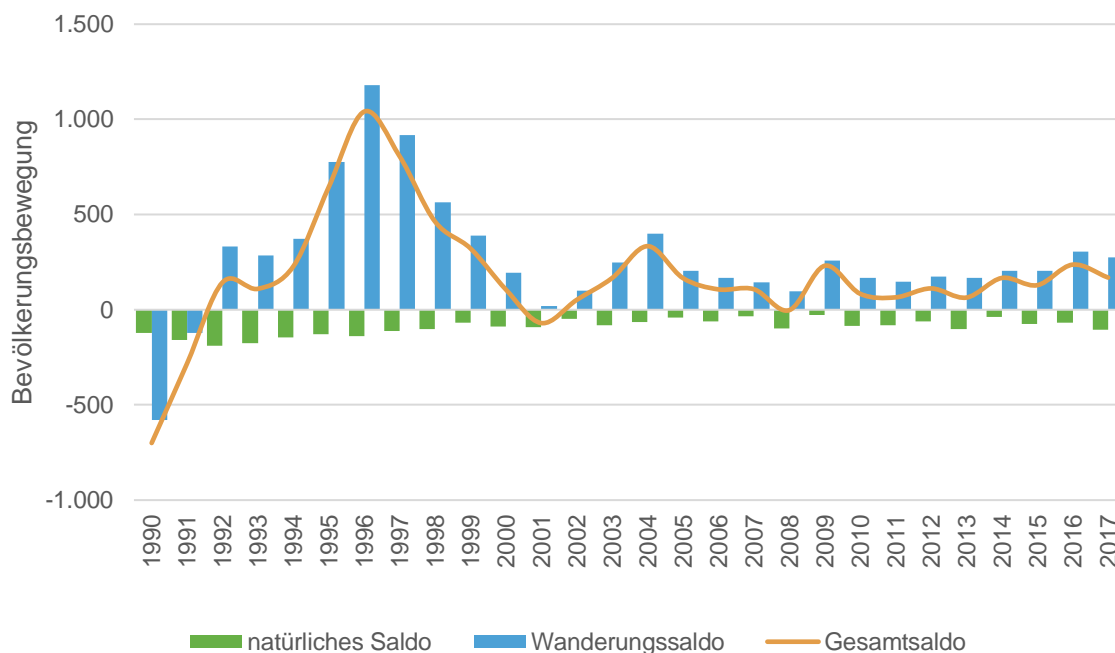


Abb. 52 Bevölkerungsbewegung 1990-2017⁴⁸

5.1.2 Bevölkerungsprognose

Die Prognose der zukünftigen Bevölkerung basiert auf den Ist-Daten des Einwohnermelderegisters der letzten fünf Jahre. Notwendige Informationen sind dabei Alter und Geschlecht. Die Berechnung erfolgt in Jahrescheiben und wiederum differenziert nach Alter und Geschlecht. Prognostiziert wird in zwei Stufen. Stufe Eins berechnet mit statistischen Durchschnittswerten zur Sterbewahrscheinlichkeit je Alter und Geburtenhäufigkeit eine natürliche Bevölkerungsentwicklung. Bezüglich der Sterbewahrscheinlichkeit wird die aktuelle Sterbetafel für Ostdeutschland herangezogen. Für die Geburtenhäufigkeit wird die Fertilitätsrate für Markkleeberg der letzten fünf Jahre angenommen (1,7 Kinder je Frau).⁴⁹

Darauf aufsetzend berechnet Stufe Zwei die Auswirkungen der Wanderung auf diese Entwicklung. Anhand der Einwohnermeldedaten kann ein jährliches Wanderungsmuster rekonstruiert werden (in diesem Fall der letzten fünf Jahre). Abb. 53 zeigt das Ergebnis. Die Balken entsprechen dem Wanderungssaldo im entsprechenden Alter pro Jahr, getrennt nach Geschlecht (rot = weiblich, blau = männlich). Der Wanderungssaldo beträgt +250 Personen/Jahr.

⁴⁸ Statistisches Landesamt Sachsen, eigene Darstellung

⁴⁹ errechnet aus den Daten des Einwohnermelderegisters

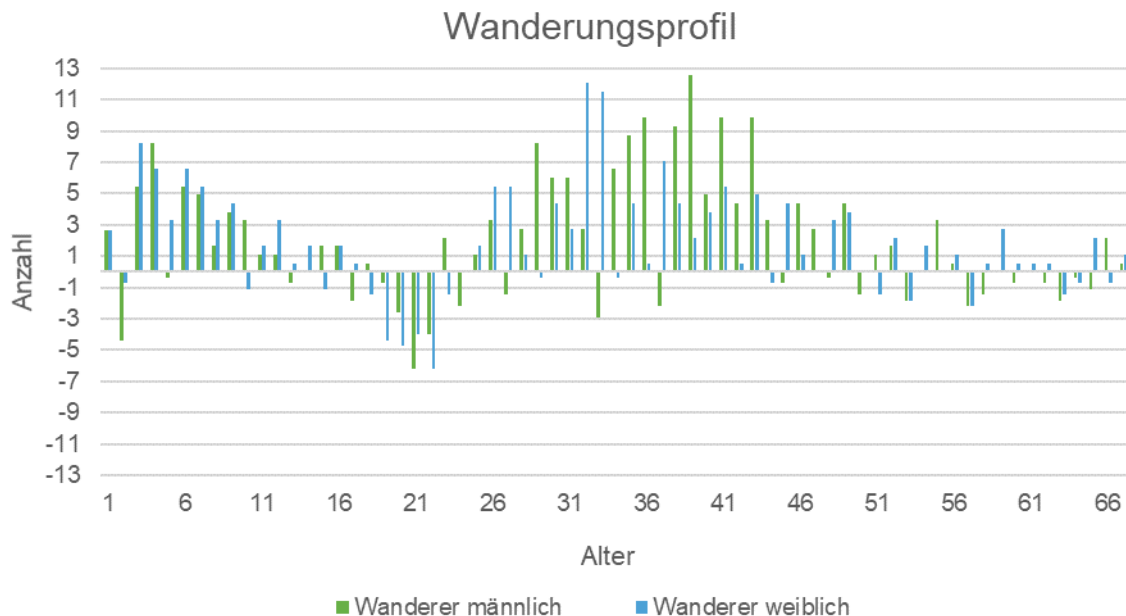


Abb. 53 Wanderungsmuster pro Jahr⁵⁰

Dieses jährliche Wanderungsmuster wird für den Zeithorizont der Prognose (20 Jahre) als statisch angenommen. Das heißt, dass jährlich etwa 250 Menschen mehr zu- als wegziehen. Der Saldo verteilt sich jedoch nicht gleichmäßig auf alle Altersklassen, sondern gemäß des in Abb. 53 gezeigten Wanderungsmusters.

Abb. 54 zeigt das Ergebnis der Bevölkerungsprognose. Die beiden Varianten unterscheiden sich in den Annahmen bezüglich der Wanderungsbewegung. Variante 1 geht, wie weiter oben beschrieben, davon aus, dass die bisherigen Wanderungsgewinne auch im gesamten Prognosezeitraum weiterhin uneingeschränkt eintreten. In Variante 2 wird eine Degression (Rückgang) des Wanderungssaldos um jährlich 2 % angenommen. Diese Annahme wurde vor dem Hintergrund aktueller Entwicklungen getroffen. Dazu gehört zum einen die Frage, inwieweit die Stadt Markkleeberg Wohnraum schaffen kann/will, der von den Zuzüglern nachgefragt wird. Oftmals entsteht in Suburbanisierungsräumen ein Missmatch zwischen dem nachgefragten Wohnraum der Zuzügler und dem am Markt vorhandenen Wohnraum (z. B. ehemaliger Wohnraum von Senioren). Zum anderen wird die Gruppe potenzieller Zuzügler demografisch bedingt (Rückgang der Personenzahl im Alter 28 bis 40 Jahre durch Geburtenausfälle in den Nachwendejahren) jedes Jahr kleiner. Anhand der beiden Prognosevarianten lässt sich ein Korridor für die wahrscheinliche Entwicklung der Einwohnerzahl in Markkleeberg festhalten: Dieser bewegt sich im Jahr 2030 von 25.400 bis 25.800 Einwohnern und im Jahr 2038 zwischen 25.250 und 26.500 Einwohnern. Im Rahmen der Ergebnisvorstellung wurde deutlich,

⁵⁰ Einwohnermeldedaten der Stadt Markkleeberg, eigene Berechnung (DSK)

dass die Stadt von einem deutlich stärkeren Wachstum der Einwohnerzahl, analog der letzten Jahre, ausgeht.

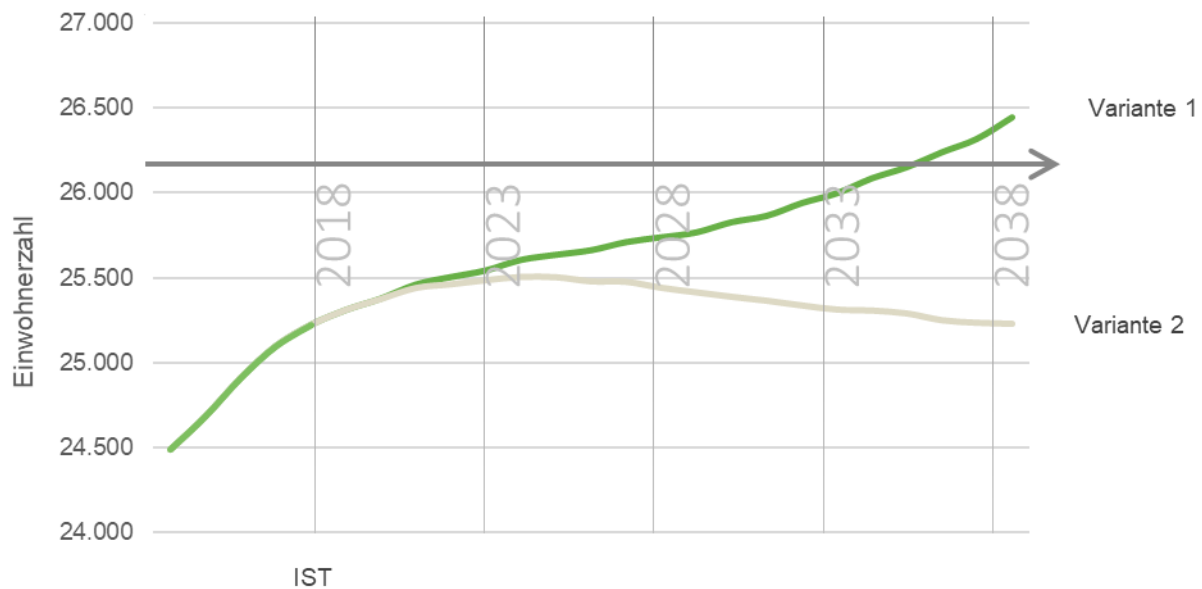


Abb. 54 Bevölkerungsprognose⁵¹

Unabhängig vom gewählten Szenario wird die kurzfristige Entwicklung etwas an Dynamik verlieren, da ab ca. 2020/2021 mit einem Rückgang der Frauen im hochfertilen Alter (28 bis 33 Jahre) und damit der Geburten zu rechnen ist. Gleichzeitig nimmt die Zahl der Älteren weiter zu, was wiederum zu erhöhten Sterbefällen führen wird. Im Zusammenspiel dieser beiden Faktoren wird der natürliche Saldo Anfang der 2020er-Jahre deutlich negativer. Nach heutigen Erkenntnissen wird sich dieser erst ab den 2030er-Jahren wieder dem heutigen Niveau annähern.

Generell muss bei der Prognose von Bevölkerungszahlen mit einer gewissen Unschärfe gerechnet werden. Viele für die Berechnung entscheidende Faktoren (z. B. die Geburtenrate oder Wanderungsbewegungen) sind nur schwer vorherzusehen, haben jedoch einen maßgeblichen Einfluss auf die Einwohnerzahl und die Altersstruktur. Es wird daher empfohlen die Prognose regelmäßig zu evaluieren und die getroffenen Annahmen ggf. anzupassen.

⁵¹ ebd.

5.2 Emissionsszenarien

Zur Beschreibung der zukünftigen Entwicklung werden folgende Szenarien betrachtet: das Potenzial- und das Zielszenario. Grundlage für das Potenzialszenario bilden die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Potenziale. Hierbei wurde das realistisch umsetzbare Potenzial berücksichtigt, die Energiegewinnung auf nur bedingt geeigneten Dachflächen wurde so z. B. nicht berücksichtigt. Das Potenzialszenario ergibt sich daher aus der Addition aller untersuchten und quantifizierten Potenziale. Nicht im Detail untersuchte Bereiche wie z. B. die Entwicklung des Energieverbrauchs des GHD-Sektors wurden anhand von Prognosedaten für Gesamtdeutschland und Annahmen (basierend auf der Kenntnis der lokalen Gegebenheiten) ergänzt.

Das Zielszenario berücksichtigt die im Maßnahmenkatalog formulierten Ziele und bezieht diese auf die Bilanz für Markkleeberg. Der bis 2030 deutlich verbesserte deutsche Strommix wurde anhand der Prognose des spezifischen Emissionsfaktors in Ziel- und Potenzialszenario berücksichtigt.

Zur Bewertung der Potenziale wurden diese Szenarien zur Entwicklung der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen gebildet. Aus den verschiedenen Bevölkerungsszenarien wurde aufgrund dessen, dass die realen Zuwachszahlen seit Jahren die statistischen Prognosen übertreffen, für die Berechnung der Emissionsminderungsszenarien das Maximalszenario verwendet. Als langfristiges Ziel ist ebenso die Zielmarke im Diagramm dargestellt, die notwendig ist, um das Maximal-2°C-Ziel einhalten zu können.

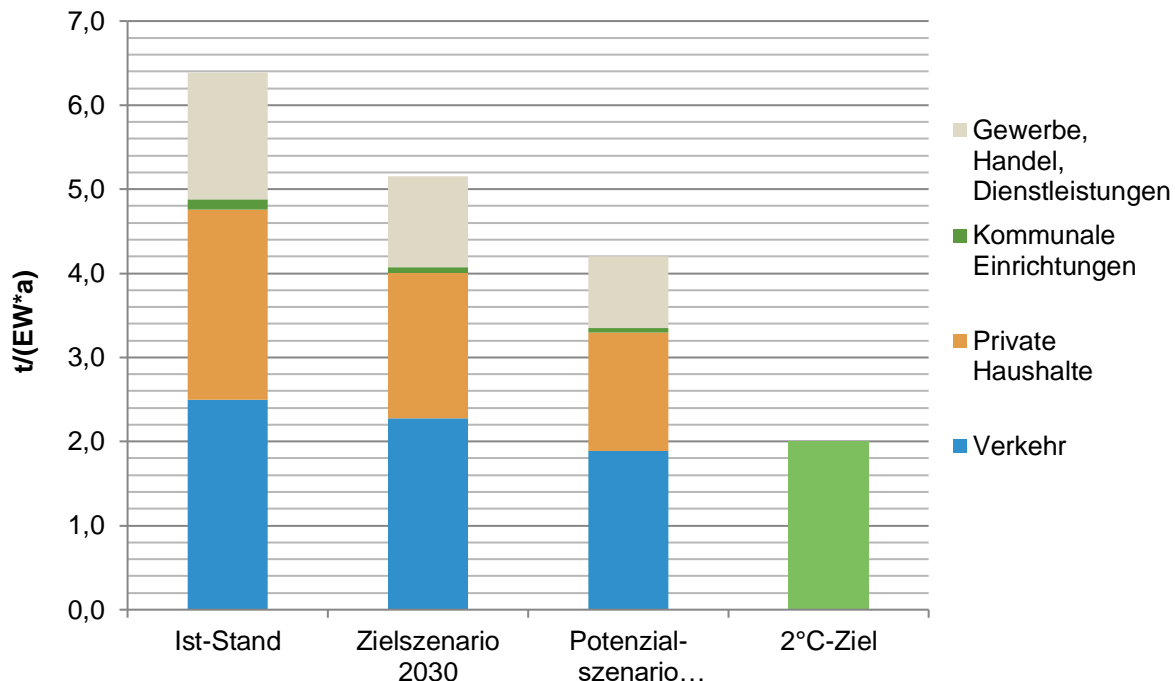


Abb. 55 Szenarien zur Entwicklung der Pro-Kopf-Emissionen

Tab. 22 Szenarien zu den Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in t/EW a

Sektor	Ist-Stand 2016	Potenzialszenario 2030	Zielszenario 2030
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,50	1,08	0,85
Kommunale Einrichtungen	0,13	0,07	0,05
private Haushalte	2,26	1,73	1,41
Verkehr	2,49	2,27	1,89
Summe	6,39	5,15	4,20

Tab. 23 Veränderungen der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen mit Bezug zum Jahr 2016

Sektor	Ist-Stand 2016	Potenzialszenario 2030	Zielszenario 2030
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,50	-28%	-43%
Kommunale Einrichtungen	0,13	-49%	-59%
private Haushalte	2,26	-23%	-38%
Verkehr	2,49	-9%	-24%
Summe	6,39	-19%	-34%

Detailbetrachtung lokaler Strommix

Analog zu den dargestellten Szenarien der Verbrauchsbilanz kann auch wie im Kapitel 3 die Entwicklung des lokalen Strommixes im Vergleich zum Verbrauch prognostiziert werden.

Bei der Photovoltaik entspricht das Potenzialszenario dem realistischen Ertragspotenzial aus der Potenzialanalyse. Das Zielszenario geht davon aus, dass durch die im Maßnahmenkatalog verankerten Maßnahmen PV-Anlage Grundschule West, Kanupark sowie das Solarkataster als Stimulator für Gebäudeeigentümer Anlagen zu installieren, 25 % des realistischen Potenzials bis 2030 umgesetzt werden können.

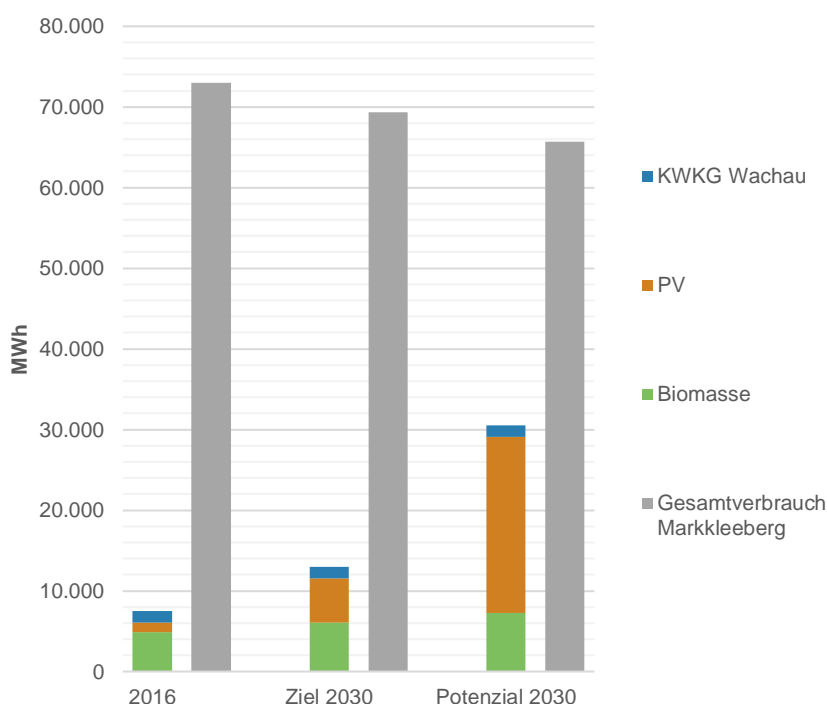


Abb. 56 Vergleich der Szenarien Stromerzeugung und -verbrauch

Die bereits im Bilanzkapitel dargestellten Indikatoren verändern sich, insofern bewertbar, wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 24 Benchmark Szenario


Indikator	2016	Zielszenario 2030	Potenzial-szenario 2030	Einheit
Gesamttreibhausgasemissionen	6,4	5,2	4,2	t/EW
Treibhausgasemissionen private Haushalte	2,3	1,7	1,4	t/EW
Erneuerbare-Energien-Strom	8,3	16,6	44,3	%

6 Gestaltung der weiteren Umsetzung

6.1 Klimaschutz als Teil des städtischen Leitbildes

Markkleeberg hat seit Ende 2016 einen umfangreichen Leitbildprozess durchlaufen, der in der Erstellung des Leitbildes *Markkleeberg: See.Stadt.Grün. – Mitten im Leipziger Neuseenland* mündete, welches zum September 2018 vom Stadtrat beschlossen wurde.⁵² Es besitzt einen Gültigkeitshorizont bis 2030. Klimaschutz ist als Begrifflichkeit nicht im Leitbild der Stadt enthalten, auch wenn zum Zeitpunkt der Leitbilderstellung der eea-Prozess seit mehr als zwei Jahren aktiv war. Begründet wird das Fehlen der Begrifflichkeit durch das Verfahren, die Inhalte des Leitbildes maßgeblich durch die Impulse der Bevölkerung definiert zu haben.

Klimaschutz ist nicht erst seit den Hitzesommern 2018 und 2019 ein dringliches Thema und sollte in allen strategischen Dokumenten der Stadtentwicklung Berücksichtigung finden. Auch wenn der Terminus nicht im Leitbild enthalten ist, finden sich eine Vielzahl von klimaschutzrelevanten Themenfeldern wieder. Bereits im Einführungstext wird die *Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion des CO₂-Ausstoßes* als nachhaltiges Handeln für die Stadtentwicklung festgehalten (siehe Abb. 57)



Meine Stadt. Unsere Zukunft.
Stadtdialog Markkleeberg 2030

Markkleeberg: See.Stadt.Grün.
Mitten im Leipziger Neuseenland

Die Markkleeberger **Stadtentwicklung ist generationengerecht und langfristig angelegt**. Das gilt für alle Handlungsfelder. (...) Was heute geschaffen wird, muss auch für folgende Generationen tragbar sein.

Zum nachhaltigen Handeln gehören:

- sparsamer Flächenverbrauch,
- **Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion des CO₂-Ausstoßes,**
- soziales Miteinander und
- abgestimmte Entwicklung mit Nachbar- und Umlandkommunen.

Abb. 57 Auszug aus der Einführung des Leitbilds 2030 der Stadt Markkleeberg, S. 7

⁵² Die Chronologie der Leitbilderstellung sowie das Leitbild selbst ist auf der städtischen Internetseite einsehbar: http://www.markkleeberg.de/de/stadt_verwaltung/bauen_planen/leitbild/Beschluss.html [07/2019]

Zudem sind in vier von fünf Handlungsfeldern des Leitbildes klimaschutzrelevante Inhalte als Schlüssel- und Leitprojekte aufgeführt (siehe Abb. 58). Dennoch ist die klare Integration des Begriffes *Klimaschutz* und die fachliche Untersetzung mit energetischen Schlüssel- und Leitmaßnahmen erstrebenswert, um sich seitens der Verwaltung und der Politik deutlich für ein verstärkt klimafreundliches Handeln auszusprechen.



Abb. 58 klimaschutzrelevante Inhalte des Leitbildes und zugehörige Handlungsfelder

6.2 Verstetigungsstrategie

Um die im Klimaschutzkonzept identifizierten Maßnahmen umzusetzen, sind strukturelle und personelle Voraussetzungen zu schaffen. Dies bedeutet, die Aufgaben und die für deren Umsetzung notwendigen Ressourcen und Akteure klar zu benennen und den bestehenden Klimaschutzprozess in Politik und Verwaltung weiterzuentwickeln.

6.2.1 Einstellung der Investitionsmittel im kommunalen Haushalt

Im vorliegenden Konzept wurde eine Vielzahl an Maßnahmen identifiziert, für deren Umsetzung eine gesicherte Finanzierung erforderlich ist. Häufig existieren Fördermöglichkeiten, die ebenfalls einen Eigenanteil voraussetzen. Die maßnahmenspezifischen Investitionsmittel sind nach der Maßgabe verfügbarer Haushaltsmittel einzustellen. Die Priorität liegt dabei auf den investiven Leitmaßnahmen:

Tab. 25 Leitmaßnahmen, deren Investitionsmittel im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten

Nummer	Titel
G01	Fortführung Kommunales Energiemanagement
G03	Energetische Sanierungsplanung
verbunden mit V01: G04 und G05	Nahwärmenetz Standort Gymnasium, Nahwärmenetz Schulstandort West als Konsequenz aus dem Aufbau von Nahwärmeinfrastruktur an kommunalen Knotenpunkten
G06	Photovoltaikanlage Kanupark Markkleeberg
I01	Schaffung eines Klimaschutzmanagements
I05	Budget für den Klimabeirat
M02	Einführung von E-Bikes als Diensträder

Eine Anschlussförderung nach der Kommunalrichtlinie ist meist nur im Zeitraum von maximal drei Jahren nach Abschluss des Förderzeitraumes des Konzeptes möglich. Für eine Förderung nach KLR kommen folgende Maßnahmen in Frage:

Tab. 26 Maßnahmen, deren Eigenanteil bei beabsichtigter Förderung durch die KLR spätestens im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten

Nummer	Titel
Verbunden mit V01: G04 und G05	Nahwärmenetz Standort Gymnasium, Nahwärmenetz Schulstandort West als Konsequenz aus dem Aufbau von Nahwärmeinfrastruktur an kommunalen Knotenpunkten
I01	Schaffung eines Klimaschutzmanagements
G11	Umstellung energieeffiziente Beleuchtung Sportplätze
M07	Förderung von Radverkehrsmaßnahmen im Rahmen der Umsetzung des VEP

Sollten die Eigenmittel der Maßnahmen nicht im kommenden Haushalt festgeschrieben werden, ist eine Förderung über die KLR nicht mehr möglich.

6.2.2 Schaffung von politischem Rückhalt

Das Mitdenken von Klimaschutz in bestehenden kommunalen Pflichtaufgaben und darüber hinaus erfordert politischen Rückhalt für das Verwaltungshandeln. [Entsprechende Stadtratsbeschlüsse stärken die Verwaltung](#) in der Durchführung von investitionsseitig kostenintensiveren Vorhaben, die über die Nutzungsdauer betrachtet allerdings nicht nur wirtschaftlicher als die konventionellen Alternativen sein können sondern vor allem einen geringeren ökologischen Fußabdruck aufweisen.

Begründungen sowie Beispiele für wünschenswerte Stadtratsbeschlüsse in Markkleeberg sind in den Kapiteln 4.6.2 und 4.6.3 aufgeführt. Die im Folgenden ebenfalls aufgeführten Beispiele werden für eine konsequente Umsetzung von Klimaschutz als relevant erachtet:

In eigenen Liegenschaften

- die Berücksichtigung des Vollkostenansatzes bei der Abwägung einer Investition: Einbezug von Betriebs-, Wartungs- sowie sonstigen Kosten unter Betrachtung der Nutzungsdauer⁵³ inkl. der Berücksichtigung ökologischer Parameter (CO₂-Ausstoß und Primärenergiebedarf)
- die Berücksichtigung der grauen Energie der Rohstoffe in der Planung eines kommunalen Objektes.
Dazu ist in der Planung eine Energie- und CO₂-Bilanz der Gebäude über die Nutzungsdauer notwendig.
- Die Energieleitlinie der Stadt (Dienstanweisung 6/3) ist zu überarbeiten und dem Stadtrat zum Beschluss vorzulegen.

Als Grundsatzbeschluss zur Bauleitplanung

- Die Durchführung eines Energiekonzeptes für größere Investoren: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung verschiedener Energieversorgungsvarianten im Vollkostenvergleich und unter Berücksichtigung des CO₂-Ausstoßes und der eingesetzten Primärenergie. Umsetzung umweltverträglichster Variante, sofern wirtschaftlich vertretbar (<= 10 % kostenseitig über wirtschaftlichster Variante)

⁵³ Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zur Installation der PV-Anlage im Kanupark (Kap. 4.1.1) und des Nahwärmenetzes am Gymnasialstandort (Kap. 4.3.2) sind mit dieser Methode erstellt.

6.2.3 Weiterentwicklung bestehender Strukturen

Aktuell wird Klimaschutz vorrangig als Teil von Energieeffizienz und Energieeinsparung im Amt für Gebäude und Liegenschaften (AGL) wahrgenommen. Die Konzepterarbeitung sowie der eea-Prozess wird seitens des Fachamtes parallel zu den eigentlichen Pflichtaufgaben geführt.

Personelle Unterstützung durch ein Klimaschutzmanagement

Für die gezielte Umsetzung von Maßnahmen hat es sich bewährt, einen konkreten Ansprechpartner in der Verwaltung für Klimaschutz zu schaffen. Die Inhalte und insbesondere der Maßnahmenkatalog des vorliegenden Konzeptes geben Aufschluss über die Vielfältigkeit von Klimaschutzaufgaben, deren Umsetzung im Verantwortungsbereich der Stadt möglich ist.

Die Stelle des Klimaschutzmanagements ist erforderlich, um folgende, zum Teil neue Aufgabenbereiche zu bearbeiten:

- die Fördermittelanträge zur Umsetzung investiver Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Nahwärmenetze, Sportplatzbeleuchtung, Radwege),
- das Projektmanagement bei der Koordinierung der Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen mit den Fachämtern und den Objektverantwortlichen, Projektüberwachung und -kontrolle, insbesondere das Vorantreiben der Leitmaßnahmen,
- die Leitung des eea-Prozesses und des Klimabeirates sowie die projektspezifische Kommunikation mit externen Akteuren und kommunalen Partnergesellschaften,
- die Entwicklung von Gesprächsleitfäden sowie die Durchführung von Bauberatungen und Gesprächen mit Investoren im Rahmen der Entwicklung von städtebaulichen Verträgen,
- die enge Zusammenarbeit mit der Pressestelle zur Kommunikations- und Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz (z. B. die weitere Entwicklung des Kommunikationskonzepts) und die Erarbeitung und Bereitstellung von Informationen in verschiedenen Medien (z. B. auch die Pflege der Webseite) sowie
- das Monitoring und Controlling.

Das Klimaschutzmanagement würde entsprechend den geplanten Maßnahmen nahezu alle Bereiche innerhalb der Verwaltung unterstützen. Dies wird u. a. den Bereich Bauleitplanung, die Beschaffung (auch von Energie), die Energieberichterstattung und das Gebäudemanagement sowie die Öffentlichkeitsarbeit betreffen. Hinzu kämen weitere Aufgabenbereiche wie die

Netzwerkbildung mit der lokalen Wirtschaft. Als zentraler Ansprechpartner in der Stadtverwaltung gestaltet das Klimaschutzmanagement die Beteiligung der zivilgesellschaftlichen Akteure im Namen der Stadtverwaltung.

Stärkung des Klimabeirates

Der European Energy Award (eea) ist in Markkleeberg ein seit 2014 etabliertes Qualitätsmanagementsystem zur schrittweisen Förderung von Klimaschutzmaßnahmen in und durch die Verwaltung. Zentrales Arbeitsgremium des eea ist das Energieteam, welches ebenfalls als Lenkungsgruppe unter dem Titel *Klimabeirat* des Klimaschutzkonzeptes an dessen Erstellung mitwirkte. Das durch das Energieteam erarbeitete Energie- und Klimapolitische Arbeitsprogramm (EPAP) beinhaltet 50 Maßnahmen, ist mit Finanzierungsbedarfen untersetzt und wurde 2016 vom Stadtrat beschlossen. Die Stadt strebt die erfolgreiche Auszeichnung als eea-Kommune kurz nach Abschluss der Konzeptphase im September 2019 an.

Das Energieteam, welches jetzt Klimabeirat genannt wird, ist ein interdisziplinär zusammengesetztes Gremium, in dem ein Großteil der Fachämter repräsentiert ist. Der bestehende Klimabeirat besitzt große Kenntnis zu kommunalen Klimaschutzmöglichkeiten und ist stark am Thema interessiert. Der bestehende eea-Prozess und der Klimabeirat könnte durch ein Vorschlagsrecht von Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen eines jährlichen Finanzrahmens gestärkt werden. Durch die Verfügung über ein jährliches Budget von beispielsweise 25.000 € (entspricht grob einem Euro pro Einwohner) als kommunalen Klimaschutzfonds wäre der Klimabeirat befähigt, geringinvestive klimaschutzrelevante Themen aus den eigenen Ämtern zu realisieren. Alternativ oder zusätzlich könnte ein jährlich definierter Anteil als Fördermittel für die Öffentlichkeit ausgeschrieben werden, deren Entscheidung im Klimabeirat vorbereitet wird..

Ein geeignetes Vorbild für eine Förderung Privater gibt der [Klimaschutzfonds](#) der Stadt Elmshorn.⁵⁴ Zur Förderung von Klimaschutzvorhaben von Privaten, Gewerbetreibenden oder Vereinen hat Elmshorn gemeinsam mit den Umlandgemeinden eine stringente Förderrichtlinie für Anlagenförderung entworfen. Die Förderung ist allerdings offen und nicht strikt bei Antrags- und Zuwendungsabwicklung. Sie orientiert sich an den Richtlinien der BAFA. Der Verantwortliche sprach in der Umsetzung von einer großen Vertrauensbasis gegenüber den Antragstellenden. Der hiesige Beirat entscheidet im Einzelfall über die Förderung und ist auch offen für andere Klimaschutzprojekte. Er tagt zweimal im Jahr. Nach eigenen Angaben beläuft sich der Aufwand für die Betreuung des Fonds hochgerechnet auf ca. 200 h/a, die in Markkleeberg maßgeblich durch das Klimaschutzmanagement aufgebracht werden könnten.

Durch dieses Vorgehen werden zwei entscheidende Veränderungen erreicht:

⁵⁴ Weitere Informationen inkl. der Förderrichtlinie sind auf der Internetseite des Klimaschutzfonds aufgeführt: [https://www.elmshorn.de/INTERNET/Umwelt-Bau/Klimaschutz/Förderprogramme-und-Beratung/Klimaschutzfonds-ElmshornA \[07/2019\]](https://www.elmshorn.de/INTERNET/Umwelt-Bau/Klimaschutz/Förderprogramme-und-Beratung/Klimaschutzfonds-ElmshornA [07/2019])

- Der Klimabeirat ist ein handlungsfähiges Gremium, dessen Entscheidungen umsetzungsrelevant sind. Damit wird die Bereitschaft zur aktiven Mitwirkung deutlich erhöht.
- Markkleeberg schafft eine Struktur zur Motivation und Ansprache der städtischen Öffentlichkeit (von Privaten, Gewerbetreibenden und von Vereinen) für die Umsetzung von Klimaschutzprojekten.

Durchsetzung der bestehenden Energieleitlinie der Stadt

Zur Stärkung der Verbindlichkeit der Energieleitlinie sollte die Dienstanweisung zeitnah überarbeitet und dem Stadtrat zur Beschlussfassung vorgelegt werden.

6.2.4 Weitere Optionen der Verstetigung

Markkleeberg unterhält mit dem Kanupark eine kostspielige Infrastruktur, die nicht im Bereich der kommunalen Pflichtaufgaben liegt.

Zudem ist der Ausbau der touristischen Infrastruktur in der Auenhainer Bucht durch einen Segelstützpunkt geplant. Die [Zusammenfassung des Betriebs der touristischen und infrastrukturellen, momentan städtischen Anlagen am Markkleeberger See als kommunale Tochtergesellschaft](#) würde eine Projektentwicklung unter privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten und Handlungsspielräumen ermöglichen. Im Rahmen eines ganzheitlichen Konzeptes könnten der Segelstützpunkt, der Kanupark und ggf. die Straßenbeleuchtung in ihrem Energiebedarf zusammengefasst werden und als kommunales Tochterunternehmen die [Eigenstromproduktion](#) als betriebswirtschaftliches Mittel zur Kostenreduktion ins Zentrum stellen.

Die Überführung von freiwilligen kommunalen Aufgaben in eine neue oder eine bestehende kommunale Gesellschaft ist an rechtliche Notwendigkeiten gebunden. Allen voran ist eine [Prüfung und Vereinbarkeit des Vorhabens mit dem Steuer- und dem Förderrecht](#) erforderlich.

Darüber hinaus muss ein [geeignetes Modell zum Betrieb der Anlagen](#) durch die Gesellschaft gefunden werden. Infrage kommen Kauf, Miete oder Pacht (auch abhängig von bezogenen Fördermitteln und geltendem Förderrecht) oder/und der Bewirtschaftungsauftrag mit Rechten und Pflichten (unter Berücksichtigung des Beamtenrechts) durch die Stadt.

Für das Aufgabenfeld der strategischen Energieplanung besteht die Möglichkeit, definierte Quartierskulissen über das [Instrument des Quartierskonzeptes](#) im Rahmen des KfW-Programmes 432 – Energetische Stadtsanierung nach Energieeffizienz- und Einsparpotenzialen vertieft untersuchen zu lassen. Die KfW bezuschusst kommunale Vorhaben für die Erstellung

energetischer Quartierskonzepte sowie anschließend das Personal für ein Sanierungsmanagement. Sowohl das Konzept als auch das Management wird mit 65 % gefördert. Das Konzept verhält sich analog zur Kommunalrichtlinie: In der Konzeptphase werden im Quartierskonzept über die Dauer von einem Jahr konkrete Projektideen für die Umsetzung vorbereitet (Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Ansprache der Öffentlichkeit, z. B. Mieter). Über die Dauer von drei bis maximal fünf Jahre unterstützt das im Anschluss beantragbare energetische Sanierungsmanagement die Umsetzung der zentralen Projekte des Konzeptes.

Im Gegensatz zum Klimaschutzmanagement sind die Arbeiten des Sanierungsmanagements auf die Quartierskulisse begrenzt. Eine Abgrenzung zum Leistungsbereich des Klimaschutzmanagements ist damit gegeben.

6.3 Maßnahmenkatalog und Leitmaßnahmen

Folgende Maßnahmen wurden im Rahmen der Konzepterstellung als Leitmaßnahme identifiziert und sind im Maßnahmenkatalog als solche im Verzeichnis durch die Abkürzung LM gekennzeichnet. Die jeweiligen Herleitungen der Maßnahmen sind den angegebenen Kapiteln entnehmbar.

Tab. 27 Leitmaßnahmen, deren Investitionsmittel im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten

Nummer	Titel
E01	Klimagerechte Bauleitplanung
G01	Fortführung Kommunales Energiemanagement
G02	Integration von Klimaschutzaspekten in neu geschaffene Strukturen des AGL
G03	Energetische Sanierungsplanung
G06	Photovoltaikanlage Kanupark Markkleeberg
V01	Aufbau weiterer Nahwärmeinfrastruktur an kommunalen Knotenpunkten (verbunden mit G05 und G06 Nahwärmenetze Schulstandorte)
I01	Schaffung eines Klimaschutzmanagements
I05	Budget für den Klimabeirat
M02	Einführung von E-Bikes als Diensträder

Diesen Maßnahmen kommt in der Umsetzung eine besonders hohe Bedeutung zu. Zwar häufig mit großem Aufwand verbunden, können mit ihrer Realisierung jedoch erhebliche CO₂-Emissionen eingespart bzw. ein deutlicher Impuls für Klimaschutz in Markkleeberg gesetzt werden.

Aufbau des Maßnahmenkataloges

Der Maßnahmenkatalog umfasst eine Vielzahl von Empfehlungen, die in den kommenden 10 Jahren zur Einsparung von Energie und damit zur Verminderung von CO₂-Emissionen beitragen sollen. Die Maßnahmenempfehlungen werden in Form eines Katalogs zusammengefasst. Hierzu gehört die knappe, prägnante Präsentation von Fakten und Vorschlägen, die zu jeder Maßnahme auf einer Seite dargestellt werden.

Der Maßnahmenkatalog beinhaltet Maßnahmen geteilt in sechs Handlungsfelder:

- E – Entwicklung und Raumordnung
- G – kommunale Gebäude/Anlagen
- V – Versorgung, Entsorgung
- M – Mobilität
- I – interne Organisation
- K – Kommunikation, Kooperation

Die Maßnahmenblätter sind in verschiedene Abschnitte unterteilt, welche im Folgenden erläutert werden.

Allen Maßnahmen sind ein **Ziel** und eine zu definierende **Zielgruppe** vorangestellt. Das Ziel sagt aus, was man mit dieser Maßnahme erreichen möchte und bestimmt letztendlich auch den Erfolg des Projektes. Die Zielgruppe ist eine Gruppe von Menschen, an welche die Maßnahme gerichtet ist und für die die Umsetzung der Maßnahmen Vorteile bringt.

Die **Akteure** sind die Einrichtungen und Gruppen, die zur Umsetzung einer Maßnahme in Aktion treten müssen. Das können Teile der kommunalen Verwaltung, aber auch Vereine, Privatpersonen, Unternehmen oder Schulen sein.

Die **Priorität** gibt die Dringlichkeit einer Maßnahmenumsetzung wieder und korrespondiert i. d. R. mit der **Umsetzung**. Sie wird in „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ bzw. „kurz“-, mittel“- und langfristig“ eingeteilt. Dabei gilt folgende Zuordnung:

- kurzfristig: Umsetzung innerhalb der nächsten zwei Jahre
- mittelfristig: Umsetzung innerhalb von fünf Jahren
- langfristig: Umsetzung innerhalb von zehn Jahren

Der **Aufwand** gibt den Einsatz der aufzuwendenden Zeit und Mittel der Maßnahmenumsetzung wieder. Dieser wird ebenfalls in „hoch“, „mittel“ und „niedrig“ eingeteilt.

Unter der Rubrik „**Kurzbeschreibung**“ wird die Maßnahme in knapper Form skizziert. Die Idee, Bedeutung sowie die wichtigsten Merkmale, die eine Maßnahme charakterisieren, sind hier kurz zusammengefasst.

Das **Einsparpotenzial** zeigt, die durch eine Umsetzung der Maßnahme vermiedenen Energieverbräuche bzw. CO₂-Emissionen. Die Abschätzung der CO₂-Minderung einer Einzelmaßnahme kann von sehr unterschiedlicher Güte sein. Es müssen die verschiedenen Wirkungsansätze von Maßnahmen beachtet werden. Technische Maßnahmen können daher relativ leicht abgeschätzt werden, während zu strukturellen Maßnahmen nur qualitative Abschätzungen gemacht werden können.

Die zur Umsetzung benötigten **Kosten** werden basierend auf der Potenzialberechnung abgeschätzt.

Aktuelle **Fördermöglichkeiten** sind maßnahmenspezifisch beigefügt.

Der **Umsetzungszeitraum** wird in „kurzfristig“ (z. B. bis drei Jahre), „mittelfristig“ (drei bis sieben Jahre) und „langfristig“ (mehr als sieben Jahre) unterteilt und der ausgewählte Zeitraum farblich markiert.

Erforderliche **Aktionsschritte**, die zur Umsetzung der Maßnahme notwendigen Schritte, werden in diesem Feld stichpunktartig aufgezählt.

Bei Bedarf finden sich ergänzende Hinweise am Schluss des Maßnahmenblattes in Form von **Anmerkungen**.

Im Folgenden ist das Verzeichnis des Maßnahmenkatalogs dargestellt. Der komplette Katalog inkl. der einzelnen Steckbriefe ist als Anlage 3 ausgewiesen.

Bauleitplanung, Gemeindliche Entwicklungsplanung			
Nr.	LM	Bezeichnung	
E01	x	Energieoptimierte Stadtentwicklung	III
E02		Integration Klimaschutzaspekte in weitere Konzeptionen der Stadtplanung	IV
E03		Energieoptimierte Stadtentwicklung	V
Kommunale Gebäude und Anlagen			
Nr.	LM	Bezeichnung	
G01	x	Fortführung Kommunales Energiemanagement (KEM)	VI
G02	x	Integration von Klimaschutzaspekten in neu geschaffene Strukturen des AGL	VII
G03	x	Energetische Sanierungsplanung	VIII
G04		Nahwärmenetz Standort Gymnasium	IX
G05		Nahwärmenetz Schulstandort West	X
G06	x	Potenzialanalyse Freiflächen zur Nutzung einer PV-Anlage am Kanupark Markkleeberg	XI
G07		Fortführung der Optimierung der Straßenbeleuchtung	XII
G08		PV-Nutzung auf dem Dach der Grundschule West für Eigenstromnutzung	XIII
G09		Prüfung weiterer PV-Nutzung auf Kommunalen Gebäuden im Contracting	XIV
G10		Nachhaltigkeit in Bau und Betrieb der kommunalen Gebäuden	XV
G11		Umstellung energieeffiziente Beleuchtung Sportplätze	XVI

Ver- und Entsorgung

Nr.	LM	Bezeichnung	
V01	x	Aufbau weiterer Nahwärmeinfrastruktur an kommunalen Knotenpunkten	XVII
V02		Energetische Nutzung des Kommunalwaldes	XVIII
V03		Prüfung der energetischen Nutzung des Seewassers bei Neubauvorhaben	XIX

Interne Organisation

Nr.	LM	Bezeichnung	
I01	x	Schaffung eines Klimaschutzmanagements	XX
I02		Fortschreibung Energie- und CO2-Bilanzen	XXI
I03		Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen und Digitalisierung in der Verwaltung	XXII
I04		Fortführung des European Energy Award	XXIII
I05	x	Budget für den Klimabeirat	XXIV
I06		Förderung von energiesparsamem Verhalten in der Verwaltung	XXV

Kommunikation, Kooperation

Nr.	LM	Bezeichnung	
K01		Energiesparprojekte in Schulen (50/50-Projekte)	XXVI
K02		Einführung eines Förderinstrumentes für klimarelevante Belange der Öffentlichkeit	XXVII
K03		Veröffentlichung des Solardachkatasters der Stadt Markkleeberg	XXVIII
K04		Darstellung von Klimaschutz und Stadtplanung auf der Internetseite	XXIX
K05		Politische Unterstützung zur konsequenten Umsetzung von Klimaschutz gewinnen	XXX
K06		Vernetzung der Wohnungswirtschaft zur Integration von Mieterstrommodellen	XXXI

Mobilität

Nr.	LM	Bezeichnung	
M01		Elektrischer kommunaler Fuhrpark	XXXII
M02	x	Einführung von E-Bikes als Diensträder	XXXIII
M03		Einführung des kommunalen Jobtickets	XXXIV
M04		Ausbau der Ladeinfrastruktur	XXXV
M05		Entwicklung von Mobilitätsstationen	XXXVI
M06		Erhöhung der Nutzerfreundlichkeit des SPNV	XXXVII
M07		Priorisierung und Umsetzung der Handlungsfelder des VEP, insb. Radverkehr und ÖPNV	XXXVIII

6.4 Controllingkonzept

Controlling in Form regelmäßiger Datenerhebung und Indikatorenbildung ist das wesentliche Instrument zur Dokumentation des Fortschritts von Klimaschutzaktivitäten.

Die regelmäßige Überprüfung des Energieverbrauchs und der Emissionen an Treibhausgasen ist jedoch logistisch mit gewissen Grenzen verbunden. Sie ergeben sich zum einen aus der Verfügbarkeit der Daten, zum anderen aus der ggf. notwendigen Aufbereitung mit einem mehr oder weniger hohen Aufwand unter Nutzung spezieller Programme.

Ein geeignetes Programm zur Fortschreibung der Bilanzen ist der Klimaschutz-Planer, dessen Lizenz für ein Jahr bereits durch die Konzepterstellung erworben wurde. Die weiterführende Nutzung des Klimaschutz-Planers vereinfacht die Erhebung und Auswertung von energie- und klimaschutzrelevanten Indikatoren erheblich. Die Kosten für eine Jahreslizenz belaufen sich dabei auf ca. 0,04 € pro Einwohner. Bilanzierungen über andere Softwareprodukte oder kostenfreie Tools sind ebenfalls möglich, bieten jedoch selten eine echte Vergleichbarkeit sowohl intern über verschiedene Bilanzzeiträume als auch extern mit anderen Kommunen. Das Vorgehen zur Nutzung des Klimaschutz-Planers kann im Anhang 1: Energie- und CO₂-Bilanz nachvollzogen werden. Für strategische Aussagen, z. B. über die Emissionen von Treibhausgasen nach Energieträgern auf Ebene der gesamten Stadt, empfiehlt sich die periodische Fortschreibung in dreijährigen Zyklen.

Die Arbeit im Controlling kann grundsätzlich in zwei Bereiche unterteilt werden. Einerseits alle die Gesamtstadt betreffende Bereiche und Aktivitäten und andererseits die kommunalen Einrichtungen, auf die die Stadtverwaltung den direkten Einfluss hat. Ein Unterschied zwischen beiden Ebenen besteht insbesondere in der Zeitspanne, in welcher die detaillierten Erhebungen durchgeführt werden müssen.

Der [European Energy Award \(eea\)](#), an dem Markkleeberg seit 2014 aktiv teilnimmt, ist das ideale [Controllinginstrument](#) zur Fortschrittskontrolle von Klimaschutzmaßnahmen. Auch nach dem externen Audit sollte die Stadt im Anschluss an die Konzeptphase den etablierten Prozess des eea fortführen, um die Realisierung der im Konzept definierten Inhalte nachzuvollziehen.

Im Folgenden sind beispielhafte Indikatoren als Grundlage für ein gesamtstädtisches indikatorenbasiertes Controlling, basierend auf dem eea, aufgeführt. Die Einteilung folgt dabei ebenfalls der Logik des Maßnahmenkatalogs: Jedem Handlungsfeld sind entsprechende Indikatoren zugeordnet.

6.4.1 Gesamtstädtisches Controlling

Zur Dokumentation der Ergebnisse des Top-down- und des Bottom-up-Controllings empfiehlt sich jährlich einen Kurzbericht mit folgendem Inhalt erstellen zu lassen:

- allgemeine Klimaschutzaktivitäten im Berichtsjahr
- Veränderung von Rahmenbedingungen (Gesetze, Technologiefortschritte, neue Trends)
- Darstellung der Zielerreichung mittels Energie- und CO₂-Bilanz, Indikatoren
- Soll-Ist-Stand der Maßnahmenumsetzung im Berichtsjahr, Einhaltung des Zeitplans, Erfolge, Hemmnisse
- Zusammenfassung der Öffentlichkeitsarbeit im Berichtsjahr

Der Bericht sollte nicht nur verwaltungsintern genutzt werden, sondern auch der Öffentlichkeit z. B. auf der Webseite zur Verfügung gestellt werden. Alle acht Jahre sollte die Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes angestrebt werden.

Indikatoren: Entwicklungsplanung und Raumordnung

Die Indikatoren in diesem Bereich sollten mit jeder Fortschreibung der Gesamtbilanz erfasst bzw. berechnet werden. Die Emissionen ergeben sich rechnerisch aus den einzelnen Energieverbräuchen der unterschiedlichen Sektoren und Energieträger, die zum Endenergieverbrauch führen. Der Endenergieverbrauch ist somit die Summe der separat zu erhebenden Einzelindikatoren. Die Daten sind entsprechend der in Anlage 2 beschriebenen Quellen zu beziehen. Üblicherweise werden diese Daten durch Personen des städtischen Klimaschutzmanagements erhoben und ausgewertet.

Tab. 28 Indikatoren Entwicklungsplanung und Raumordnung

Indikator	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
Verbrauch Endenergie gesamt [MWh/a]	3 a
Emissionen CO ₂ gesamt [t] oder [t/EW]	3 a
Emissionen CO ₂ -Äquivalente gesamt [t] oder [t/EW]	3 a

Indikatoren: Ver- und Entsorgung

Im Handlungsfeld Versorgung und Entsorgung ist es notwendig die lokalen Energieversorgungsunternehmen einzubeziehen. Dies können sowohl kleinräumige städtische

Energieversorger als auch überregionale Netzbetreiber sein. Die im Folgenden aufgeführten Indikatoren können zum einen von der Verwaltung selbst erhoben oder über die Energieversorgungsunternehmen recherchiert werden.

Tab. 29 Indikatoren Versorgung und Entsorgung

Indikator	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
Anteil zertifizierter Ökostrom am Gesamtstromverbrauch der Kommune [%]	1 a
Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen am Potenzial im Verwaltungsgebiet [%]	1 a
Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen am Stromgesamtverbrauch im Verwaltungsgebiet [%]	1 a
Anteil an KWK-Energie lt. KWKG in der Fernwärmeerzeugung [%]	1 a

Indikatoren: Mobilität

Die Stadt kann für ihr Verwaltungsgebiet Daten zur Kontrolle der Klimaschutzaktivitäten im Mobilitätsbereich erheben. Dies gibt ihr die Möglichkeit, Schwächen in der Verkehrsentwicklung zu identifizieren und konkrete Maßnahmen zu initiieren oder abgeschlossene zu evaluieren.

Tab. 30 Indikator Mobilität

Indikator	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
Benzinverbrauch kommunale Flotte [l/100 km]	1 a
Dieserverbrauch kommunale Flotte [l/100 km]	1 a
durchschnittliches Alter der kommunalen Dienstfahrzeuge [a] (ohne schwere Fahrzeuge und Feuerwehren)	2 a
Anteil elektrisch betriebener Dienstfahrzeuge [%]	2 a
angemeldete Pkw pro 1.000 EW [Pkw/1.000 EW]	1 a
Fahrradwegelänge pro 1.000 EW [km/1.000 EW]	3 a
Modal-Split-Anteil MIV [%]	3-5 a
Modal-Split-Anteil NMIV [%]	3-5 a
Modal-Split-Anteil ÖPNV [%]	3-5 a
Fahrgäste ÖPNV pro 1.000 EW [Anzahl/1.000 EW]	1 a

Die Indikatoren zur kommunalen Flotte und zu Straßen-/Fahrradweglängen können verwaltungsintern erhoben werden. Die Angaben zu den zugelassenen Fahrzeugen können jährlich über das Internetportal des Kraftfahrt-Bundesamtes abgerufen werden. Dort sind unter „Veröffentlichungen zum Herunterladen“ im Bericht „Fahrzeugzulassungen (FZ), Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden, FZ 3“ die gemeindespezifischen Zulassungszahlen zu Pkw, Lkw und Krafträdern enthalten. Bei der Nutzung des Klimaschutz-Planers ist die Anfrage beim Kraftfahrt-Bundesamt nicht nötig. Dort werden die Daten direkt eingespeist.

Die Modal-Split-Anteile können alle fünf Jahre im Rahmen der Teilnahme an der Durchführung einer Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – System repräsentativer Verkehrserhebung“ (SrV) sehr genau erhoben werden.

Indikatoren: interne Organisation

Für die interne Organisation der Stadtverwaltung sind nur wenige Indikatoren sinnvoll. Wesentlich für z. B. die Außendarstellung ist der Indikator der bereitgestellten finanziellen Mittel für Energie- und Klimaschutzaktivitäten in Bezug auf die Einwohnerzahl. Den hier aufgeführten Indikator kann die Verwaltung durch eine einfache Zusammenstellung ihrer Kosten im Klimaschutz selbst erheben.

Tab. 31 Indikator interne Organisation

Indikator	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
bereitgestellte Finanzmittel für Energie- und Klimaschutzaktivitäten pro EW [€/EW*a]	1 a
Abgeschlossene Maßnahmen aus dem Klimaschutzkonzept [Anzahl/ Gesamtanzahl]	1 a

Indikatoren: Kommunikation und Kooperation

Ebenso wie im Handlungsfeld interne Organisation ist die Generierung sinnvoller Indikatoren mit geringem Verwaltungsaufwand begrenzt. Dies liegt insbesondere daran, dass es sich hier um ein kommunikativ geprägtes Handlungsfeld handelt, welches selten quantitativen Grundlagen unterliegt. Dennoch sollten die folgenden Indikatoren, welche die Verwaltung selbstständig erheben kann, in das Controlling der Klimaschutzarbeit einbezogen werden.

Tab. 32 Indikatoren Kommunikation und Kooperation

Indikator	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
Förderung vorbildlicher Energie- und Klimaschutzvorhaben [€/EW*a]	1 a
Anzahl initiiertes und durchgeführter Energieeinspar- oder Klimaschutzprojekte in Schulen, Kitas und anderen Bildungseinrichtungen [Anzahl/Gesamtzahl der Bildungseinrichtungen]	1 a

6.4.2 Kommunale Einrichtungen

Mit der Gründung des AGL im Jahr 2016 arbeitet Markkleeberg kontinuierlich an der Weiterentwicklung und Professionalisierung des kommunalen Energiemanagements. Das AGL nutzt bereits Energiemanagementsoftware (IngSoft, Hottgenrot), die für die Erstellung monatlicher Gebäudeberichte mit entsprechenden Verbrauchsdaten geeignet ist.

Das Klimaschutzmanagement kann das AGL in der Energieberichterstattung durch die Erhebung folgender Indikatoren unterstützen.

Indikatoren: kommunale Gebäude und Anlagen

Die Energieverbräuche für die energie- und kostenintensiven kommunalen Liegenschaften werden monatlich erfasst, für alle Liegenschaften findet eine jährliche Erfassung statt. Durch eine Erfassung in kürzeren Zyklen werden bei stark schwankenden Verbrauchsentwicklungen oder Extremabweichungen kurzfristig entsprechende Maßnahmen bzw. Feinanalysen eingeleitet. Aus langfristiger Sicht entsteht für die Stadt somit ein Kostenersparnis aufgrund kontinuierlicher Werterhaltung.

Tab. 33 Indikatoren kommunale Gebäude und Anlagen

Indikatoren	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
Anteil zertifizierter Ökostrom am Gesamtstromverbrauch der kommunalen Gebäude [%]	1 a
spezifischer Heizwärmeenergieverbrauch kommunaler Gebäude [kWh/(m ² *a)]	1 a
spezifischer Elektroenergieverbrauch kommunaler Gebäude [kWh/(m ² *a)]	1 a
spezifische CO ₂ -Emissionen kommunaler Gebäude [t/(m ² *a)]	1 a
spezifische CO ₂ -Äquivalente-Emissionen kommunaler Gebäude [t/(m ² *a)]	1 a

Indikatoren	Zyklus der Fortschreibung in Jahren
spezifischer Trinkwasserverbrauch kommunaler Gebäude [l/(m ² *a)]	1 a
spezifischer Elektroenergieverbrauch Straßenbeleuchtung [MWh/(km beleuchtete Straßenlänge*a)]	1 a
Gesamtverbrauch Elektroenergie Straßenbeleuchtung [MWh/a]	1 a

Die CO₂-Bilanzierung der kommunalen Gebäude kann anhand der Verbrauchswerte der Medien Strom und Wärme sowie der energieträgerspezifischen CO₂-Emissionsfaktoren ermittelt werden. Für ein erfolgreiches kommunales Energiemanagement, wie es als Leitmaßnahme vorgesehen ist, sollte die Anschaffung mobiler Messtechnik eingeplant werden. Neben den kommunalen Liegenschaften gehört auch die Straßenbeleuchtung zu den kommunalen Verantwortungsbereichen, die im Controlling berücksichtigt werden muss.

Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Das vorliegende Kapitel zur Kommunikation des Themenfeldes Energie und Klimaschutz ist als Einstieg in die Thematik zu verstehen – es beinhaltet Beispiele zu möglichen Zielgruppen, zu relevanten Akteuren und zu geeigneten Instrumenten. Die Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Öffentlichkeitsarbeit liegt im Aufgabenbereich des Klimaschutzmanagements und sollte in ihrer Intensität den Möglichkeiten und Bedürfnissen der Stadtverwaltung angepasst werden.

Öffentlichkeitsarbeit ist ein entscheidendes Mittel zum Erfolg – kann allerdings in seiner Wirksamkeit nur gering nachvollzogen werden. Daher ist der Einsatz von Ressourcen immer im Kontext des gewünschten Effektes zu betrachten. Die Ausgaben für Öffentlichkeitsarbeit sind im Fall einer Förderung des Klimaschutzmanagements durch das BMU als zusätzliche Sachmittel förderfähig.

6.4.3 Zielgruppenanalyse

Messbare Erfolge von Verhaltensänderungen können nur erzielt werden, wenn es sich um längerfristige Kommunikationskonzepte mit einem Umsetzungszeitraum von mehreren Jahren handelt und wenn konkrete Zielgruppen angesprochen werden. Die Zielgruppe sollte kontinuierlich direkt adressiert werden und regelmäßig Rückmeldung über die bisherigen Zielerreichungen erhalten, um die individuelle Motivation zu erhöhen.

Um beispielsweise Energiesparverhalten zu befördern, bedarf es nicht nur der Vermittlung von Informationen, sondern darüber hinaus auch konkreter Handlungsanreize und passender Angebote. Eine Verhaltensänderung wird aktiv beibehalten, wenn der Betroffene die direkten Konsequenzen aus der jeweiligen Veränderung wahrnimmt. Diese Rückmeldungen können beispielsweise durch ein Belohnungssystem aufgezeigt werden. Nachstehende Tabelle beinhaltet fünf relevante Zielgruppen im kommunalen Kontext von Klimaschutz und Energieeffizienz:

Tab. 34 Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit

Zielgruppe	Ziel der Gemeinde	Maßnahme
Verwaltung	Vorbildfunktion der Verwaltung wahrnehmen, Informationen zu energiebewusstem Handeln bereitstellen und implementieren, Klimaschutzbelange einbinden	E1 bis E3 G1, G2, G10 I1 bis I6 K3 M1 bis M3
Politik	Klimaschutz durch politische Beschlüsse in Stadtentwicklung verankern und stärken	E1 bis E3, K05
Kinder und Jugendliche	Motivation zu „klimagerechtem“ Verhalten	K1, K2
Bürgerinnen und Bürger	Sensibilisierung und Interesse schaffen für das Thema Energie- und Klimaschutz, Initiierung von Energiesparmaßnahmen	E1, K2
Nutzer MIV	Reduzierung der jährlichen Fahrten bzw. gefahrenen km mit dem MIV, Umstieg auf den Umweltverbund (ÖPNV, Rad, zu Fuß), Umstieg auf umweltfreundliche Antriebe	M4 bis M7

Vor jedem Projekt bzw. vor der Umsetzung jeder Maßnahme muss betrachtet werden, wie das Interesse der jeweiligen Zielgruppe geweckt werden kann. Damit die begleitende Öffentlichkeitsarbeit erfolgreich ist, sollte die Stadt Ziele, Vorgaben und Kriterien bestimmen, an denen sich die Erfolge der Kampagne messen lassen. Hat sie ihr Ziel erreicht, ist dies ein geeigneter Anlass für die Berichterstattung. Zahlen und Daten sind gut zu vermitteln und veranschaulichen das Interesse, das in der Bevölkerung an Klimaschutzaktivitäten besteht.

6.4.4 Relevante Akteure

Der [Klimabeirat](#) ist ein geeignetes Gremium, um die Zusammenarbeit relevanter städtischer Akteure projektspezifisch voranzutreiben. Innerhalb der Konzeptphase ermöglichte er ein [interdisziplinäres Zusammenarbeiten](#) zwischen den verschiedenen Fachämtern der Verwaltung, der envia sowie interessierten Stadträten.

Für die Umsetzungsphase sollte der [Oberbürgermeister](#) stärker in die Arbeit des Gremiums einbezogen werden. Für eine Sicherstellung seiner Teilnahme sollte der Sitzungsplan durch das Hauptamt erfolgen.

Von zentraler Bedeutung für Maßnahmen im Bereich kommunaler Klimaschutz ist klassischerweise [das Akteursdreieck aus Stadtverwaltung, Wohnungswirtschaft und Energiewirtschaft](#). In diesen drei Akteuren konzentrieren sich Verantwortungsbereiche und Entscheidungsfähigkeit, die eine Vielzahl von planerischen Voraussetzungen und baulichen Durchführungen ermöglichen und deren Umsetzung potenziell auf weite Teile der Bevölkerung Einfluss hat (z. B. Bau und Betrieb einer Wärmeinfrastruktur wie ein Fernwärmenetz oder Mieterstromprojekte zur Attraktivitätssteigerung renovierter Plattenbauobjekte über die Reduzierung der Mietnebenkosten).

In Markkleeberg werden diese Rollen durch mehrere teils kommunale, teils privatwirtschaftliche Akteure bekleidet.

Die Wohnungswirtschaft ist über das kommunale Tochterunternehmen [Wohnungsbaugesellschaft Markkleeberg mbH \(WBG\)](#) vertreten. Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung bestand aus Sicht des Unternehmens kein unmittelbarer Anknüpfungspunkt für Klimaschutzmaßnahmen. Perspektivisch bietet die Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex Mieterstrom mit Fachkollegen wie der Bornaer Wohnungsbau- und Siedlungsgesellschaft (BWS) mbH eine geeignete Möglichkeit, sich über eine Zusammenarbeit mit einem Energiedienstleister aktiv für Klimaschutz einzusetzen. Als Wohnungsbaugesellschaft mit 2.100 Wohnungen steht die WBG über das Mietverhältnis in direkter Beziehung zu einem nennenswerten Anteil der Markkleeberger Bevölkerung und wirkt daher als Multiplikator. Für das Vorantreiben gemeinsamer Klimaschutzaktivitäten ist sie ein Schlüsselakteur.

Städtische Partner der Energiewirtschaft sind die [Unternehmen der enviaM-Gruppe, die Entwicklungsgesellschaft Wachau \(EGW\) mbH und deren Tochterunternehmen Wärmeversorgungsgesellschaft Wachau mbH \(WvW\)](#). Alle Partner waren in die Konzepterstellung über konkrete Interviews oder deren Mitwirkung im Klimabeirat einbezogen. Die EGW und die WvW sind klare Partner für die zukünftige Seenentwicklung sowie für den Ausbau weiterer Nahwärmeinfrastruktur. Für den Ausbau der Photovoltaik-Nutzung auf kommunalen Dachflächen ist die Gründung einer Bürgergenossenschaft Markkleeberg anzuregen. .

Eine wissenschaftliche Begleitung projektspezifischer Fragestellungen kann die Stadt auf Basis einer ebenfalls langjährigen Zusammenarbeit mit der [Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig \(HTWK\)](#) realisieren.

Darüber hinaus gibt es Zielgruppen, die nicht oder nur gering über die Akteure des Klimabeirates angesprochen werden können. Der Ausbau des Akteursnetzes ist daher in der Umsetzungsphase erforderlich.

Der [Landkreis Leipzig](#) als übergeordnete kommunalrechtliche Instanz ist für viele im Klimaschutzkonzept betrachtete Handlungsbereiche notwendiger Kooperationspartner. Der Landkreis plant zu Beginn 2020 die Aufstellung eines kreisweiten Klimaschutzkonzeptes. In der

anschließenden Umsetzungsphase des Markkleeberger Konzeptes sollte der Kreis regelmäßig einbezogen werden, um frühzeitig kreisrechtliche Umsetzungshemmnisse zu identifizieren oder kreisweite Kooperationen mit anderen Städten zu ermöglichen.

Nicht zuletzt spielen **Bildungseinrichtungen** einen entscheidenden Faktor in der Kommunikation von Energieeffizienz und Klimaschutz. Insbesondere Schulen besitzen beschränkte Ressourcen in Form von Zeit und Personal, um sich in das Thema einzuarbeiten und entsprechende Angebote für ihre Schüler bereitzustellen. Demgegenüber steht das aktuell stark medial genutzte Interesse der Schüler, was sich deutschlandweit durch die Fridays-for-Future-Bewegung ausdrückt. Es ist empfehlenswert, mit Einrichtung des Klimaschutzmanagements die Ansprache von Kindern und Jugendlichen mit einer Priorität zu versehen und die weitere Kooperation mit Bildungsträgern danach auszurichten.

6.4.5 Instrumente

Im Folgenden werden wesentliche Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit kurz und bündig vorgestellt. Den Schwerpunkt bildet die Internetseite der Stadt. Eine Integration des Klimaschutzkonzeptes entsprechend der Maßnahme K04 hat hier Priorität.

Einheitliche Außendarstellung

Die Grundlage für eine zusammenhängende Wahrnehmung der konzipierten Maßnahmen (als Teil des Klimaschutzkonzeptes) ist der Entwurf einer einheitlichen Außendarstellung. Nur so können Aktionen und Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes in der Außenwahrnehmung aufeinander aufbauen, sich ergänzen und Effekte der Wiedererkennung und Identifikation bei der Bevölkerung generieren. Die einheitliche Außenwirkung setzt sich vornehmlich aus folgenden Punkten zusammen:

- einprägsamer Slogan
- einheitliches Logo
- einheitliches Schriftbild und Farbe für Veröffentlichungen aller Art



Abb. 59 Logo-Beispiele aus anderen Kommunen und Landkreisen

Art der Information

Die Informationen der Öffentlichkeitsarbeit sollen Lust darauf machen, mehr zu erfahren oder an der Umsetzung von Maßnahmen teilzunehmen. Die Stadt sollte mit ihren eigenen Klimaschutzbestrebungen als Vorreiterin auftreten und kontinuierlich über den Sachstand der Leitmaßnahmen informieren. Die Informationsbeiträge sollten vom Klimaschutzmanagement so aufbereitet werden, dass der einmal erarbeitete Inhalt über Mehrfachveröffentlichungen in möglichst vielen Medien präsentiert werden kann und somit eine größtmögliche Zahl an Rezipienten erreicht wird. Die öffentliche Berichterstattung ist darüber hinaus so zu untersetzen, dass der übergeordnete Zusammenhang einzelner Maßnahmen deutlich wird.

Folgende Medienkanäle stehen der Stadt zur Verfügung:

- formale Bürgerinformation: Aushänge, Markkleeberger Stadtnachrichten, Bürgerversammlungen
- regionale Zeitungen: z. B. Leipziger Volkszeitung, Markkleeberger Stadtjournal
- digitale Medien: www.markkleeberg.de, www.lvz.de

Onlinestrategie

Zentrale Plattform für die Kommunikation und Bereitstellung von Informationen sind heute in der Regel Internetseiten, die zeit- und ortsouverän sowie möglichst barrierefrei zugänglich sind. Die Internetseite der Stadt Markkleeberg erfordert zur Integration des Themenbereiches Klimaschutz eine Überarbeitung.

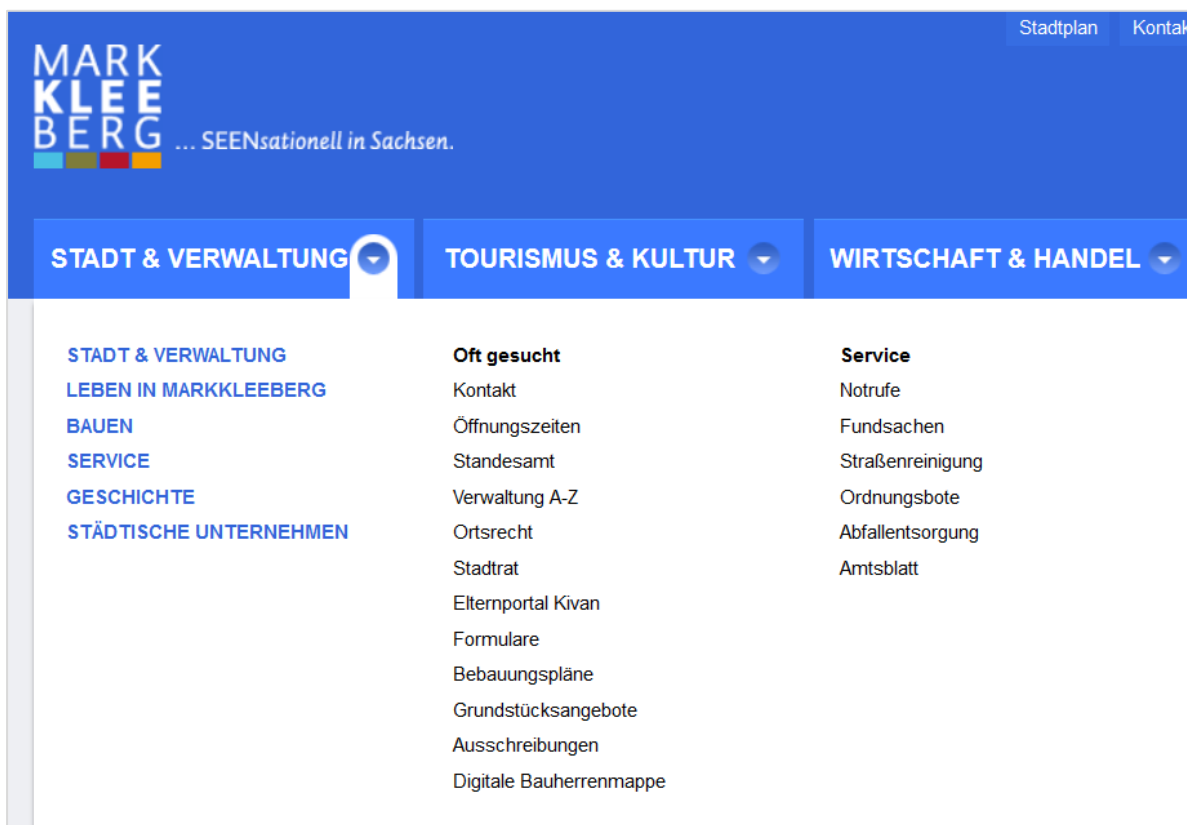


Abb. 60 aktuelle Ansicht der städtischen Internetseite, Rubrik „Stadt & Verwaltung“ [25.07.2019]

Eine Einordnung von Informationen zum Klimaschutz innerhalb der Rubrik „Stadt & Verwaltung“, idealerweise auf gleicher Hierarchieebene wie „Bauen“ und „Städtische Unternehmen“ ist ratsam. Der Auftritt sollte nicht nur die Informationen unterschiedlicher Medien bündeln, sondern darüber hinaus einen Mehrwert für den Besucher der Seite schaffen. Dieser Mehrwert kann zum Beispiel in Form von Beteiligungsmöglichkeiten wie Umfragen, Foren oder Kommentaren gestaltet sein. Er kann aber auch in klassischen Informationsformaten liegen.

Auf der Internetseite sollte möglichst einfach und grafisch aufbereitet über die energetische Ausgangslage, die Ziele und Ambitionen und die Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes informiert werden.

Die Onlinestrategie definiert fünf Themenbereiche für die Internetseite:

- Ausgangslage: Energieverbrauch, CO₂-Bilanz
- Ziele: CO₂-Reduktionsziele, Anteile erneuerbarer Energien etc.
- Maßnahmen: Darstellung der Maßnahmen, geordnet nach Kategorien
- Fortschritt: Artikel zur Umsetzung von Einzelmaßnahmen und Schlüsselprojekten sowie prägnante Sachstandsberichte
- Beteiligung: Kommentarfunktion, Umfragen o. ä.

Die bündelnde und verknüpfende Funktion für alle anderen Teile der Öffentlichkeitsarbeit kann mit der Internetseite nur dann gelingen, wenn die Kommunikation in den anderen Medien beständig mit einem Verweis auf die Internetseite arbeitet. Die Internetseite sollte sowohl inhaltlich als auch in der Moderation der Beteiligungsmöglichkeiten kontinuierlich gepflegt werden. Das Interesse an Internetseiten steht und fällt mit deren Qualität und Aktualität.

Beteiligung und Beratung

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist eine gemeinschaftliche Aufgabe. Somit müssen den Bürgern und Akteuren entsprechende Mitwirkungs- und Gestaltungsmöglichkeiten eingeräumt werden. Entsprechende Angebote sind beispielsweise regelmäßige [Beratungssprechzeiten](#) durch das Klimaschutzmanagement und die Verbraucherzentrale oder Veranstaltungen und Workshops.

Eine [finanzielle Förderung privater klimarelevanter Maßnahmen](#) schafft einen besonderen Anreiz, Projekte mit Klimaschutzbezug anzugehen. Im Zuge der Konzepterstellung wurde die Anreizschaffung für Private intensiv mit dem AGL diskutiert. Im Folgenden sind drei Praxisbeispiele aufgeführt:

[Wettbewerb „Die älteste gewinnt“](#): Hierbei handelt es sich um eine Herstellerwerbung bzw. -Kooperation. In dieser Variante finanzieren Hersteller Heizungsanlagen bzw. Haushaltsgeräte. Gefördert wird in der Regel eine Anlage sowie deren Einbau in Kooperation mit einem örtlichen Handwerksbetrieb. Der Aufwand für die Stadt beläuft

sich auf den personellen Umfang zur Planung, Durchführung und Nachbereitung des Wettbewerbes. Investitionskosten entstehen nicht.

Clever heizen cochem-zell: unser-klima-cochem-zell e. V. (LK-Initiative): Der landkreisinitiierte Verein vergibt seit einem Jahr Preisgelder in Höhe von ca. 6.500 € an die ersten zehn Bewerber. Die Pro-Kopf-Prämie zum Austausch der Heizungsanlage beträgt dabei 500 €. Finanziert wird der Verein durch Mitgliedsbeiträge von Premiumpartnern (innogy, EFM, Sparkasse, Volksbank, Vießmann) und der Kreisverwaltung. Die Bereitstellung der notwendigen Personalgelder erfolgt über verschiedene Fördertöpfe, unter anderem durch das Klimaschutzmanagement der Kommunalrichtlinie und das Energetische Sanierungsmanagement der KfW. Zur Finanzierung von Instrumenten der Öffentlichkeitsarbeit wie eines Erklärvideos und des Flyers wurden Mittel der Kommunalrichtlinie genutzt.

Stadt Elmshorn Klimaschutzfonds: Stadt mit Umlandgemeinden, Nachbarkommune Wedel: Bei vorliegendem Beispiel handelt es sich um die Vorzugsvariante zur Ansprache von Privaten. Zur Förderung von Klimaschutzvorhaben von Privaten, Gewerbetreibenden oder Vereinen hat Elmshorn gemeinsam mit den Umlandgemeinden eine stringente Förderrichtlinie für Anlagenförderung entworfen. Die Förderung ist allerdings offen und nicht strikt bei Antrags- und Zuwendungsabwicklung. Sie orientiert sich an den Richtlinien der BAFA. Der Verantwortliche sprach in der Umsetzung von einer großen Vertrauensbasis gegenüber den Antragstellenden. Der hiesige Beirat entscheidet im Einzelfall über die Förderung und ist auch offen für andere Klimaschutzprojekte. Er tagt zweimal im Jahr. Nach eigenen Angaben beläuft sich der Aufwand für die Betreuung des Fonds hochgerechnet auf ca. 200 h/a, die in Markkleeberg maßgeblich durch das Klimaschutzmanagement aufgebracht werden könnten.

Innerhalb der Konzepterarbeitung wurde ebenfalls eine **stadtweite Bevölkerungsumfrage zum Themenkomplex Klimaschutz** diskutiert. Eine derartige Umfrage bietet die Möglichkeit, ein differenziertes Bild über die Wahrnehmung der unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen zu städtischen Aktivitäten in Verbindung mit Klimaschutz zu erhalten. Ein mit dem Stadtrat abgestimmter Fragenkatalog könnte über verschiedene Kanäle verbreitet werden (Internetseite, Amtsblatt, Aufruf und Begleitung durch die Medien) und als Aufhänger für eine Intensivierung des Klimaschutzprozesses (basierend auf dem Abschluss der Konzept- und dem Start der Umsetzungsphase) zur Ansprache der unterschiedlichen Akteursgruppen genutzt werden.

Veranstaltungen und Workshops erlauben es weiterhin, fernab von der gedruckten Wissensvermittlung, die Themen Klima und Energie interessant und erlebbar darzustellen. Häufig werden Veranstaltungen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit als eigenständige Events (beispielsweise Klimatag, Umwelttag oder Tag der erneuerbaren Energien) konzipiert. Bei solchen Einzelveranstaltungen ist der Aufwand für die gesamte Infrastruktur von der Platzmiete über die notwendige Bühnenausstattung bis hin zur letzten Kostenabrechnung zu bewältigen. Für Markkleeberg empfiehlt es sich, eine **Integration in vorhandene und etablierte Veranstaltungen**

anzustreben, um den Aufwand überschaubar zu halten und eine möglichst hohe Teilnehmerquote zu erzielen. [Das jährliche Stadtfest](#) Ende Mai bietet sich dabei als Veranstaltung an, bei der die Stadt (ggf. mit Partnern) einen (städtischen) Stand stellen kann, an dem über Klimaschutz, E-Mobilität und private Fördermöglichkeiten informiert wird.

Dokumentation

Die Dokumentation der Maßnahmenenerfolge des Klimaschutzkonzeptes wird über regelmäßige Sachstandsberichte innerhalb des Klimabeirates sichergestellt. Darin werden die Maßnahmenumsetzungen geprüft. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit gilt es, diese Erkenntnisse aufzubereiten und zu kommunizieren.

Neben der prozessbegleitenden Dokumentation der Maßnahmenenerfolge gilt es, auch die Öffentlichkeitsarbeit an sich, also die verschiedenen Veranstaltungen und Veröffentlichungen, zu dokumentieren. Diese Dokumentation ist im Rahmen der Onlinestrategie und durch gezielte Berichterstattung in lokalen Medien sicherzustellen.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lage der Stadt Markkleeberg im Landkreis Leipzig und im Bundesland Sachsen	7
Abb. 2	Anteile am Endenergieverbrauch und Emissionsausstoß der Energieträger, Durchschnitt für 2012 bis 2016	11
Abb. 3	Anteile am Endenergieverbrauch und Emissionsausstoß der Verbrauchssektoren, Durchschnitt für 2012 bis 2016	12
Abb. 4	tatsächlicher und witterungsbereinigter Endenergieverbrauch 2012 bis 2016.....	13
Abb. 5	spezifische CO _{2-eq} -Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016	15
Abb. 6	Entwicklung des Emissionsausstoßes in Markkleeberg und Deutschland, 2012 bis 2016.....	16
Abb. 7	Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2012 bis 2016.....	17
Abb. 8	Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2012 bis 2016.....	18
Abb. 9	Verteilung der THG-Emissionen 2016	19
Abb. 10	Verteilung der THG-Emissionen des Verkehrssektors innerorts	20
Abb. 11	erzeugte Strommengen im Stadtgebiet 2012 bis 2016	21
Abb. 12	lokaler Strommix Markkleeberg 2016	21
Abb. 13	Vergleich von Bundes- und lokalem Strommix	22
Abb. 14	Ergebnisse Gesamtpotenzial solarer Dachflächennutzung.....	27
Abb. 15	Jahreslastgang 2016-2018 Kanupark Markkleeberg.....	28
Abb. 16	Übersicht potenzielle Freiflächen Kanupark Markkleeberg	29
Abb. 17	Übersicht potenzielle Dachfläche für PV-Anlage der Grundschule Markkleeberg-West	31
Abb. 18	kumulierter Cashflow der PV-Anlage mit 60 kWp nach Szenario 1, Grundschule Markkleeberg-West	35
Abb. 19	geothermische Entzugsleistung in W/m bei 70 m Bohrtiefe und 1.800 h Vollbenutzungsstunden	36
Abb. 20	Verteilung der Flächen im betrachteten Territorium zur Nutzung der Geothermie	37
Abb. 21	Wärmemix der Stadt Markkleeberg bei Ausschöpfung des gesamten Geothermiepotenzials	39
Abb. 22	theoretischer Ertrag der Windkraft im Gemeindegebiet Markkleeberg	40
Abb. 23	Waldbesitzverteilung in der Stadt Markkleeberg.....	42
Abb. 24	Verteilung der Altersklassen im Kommunalwald der Stadt Markkleeberg ..	42
Abb. 25	Baumartenverteilung des Kommunalwaldes der Stadt Markkleeberg	43
Abb. 26	Sortimentsverteilung der Ernte	44

Abb. 27	Modellprojekt und Vision zum Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette zur energetischen Nutzung des Kommunalwaldes ..	48
Abb. 28	Begriffserklärung ages-Methode.....	52
Abb. 29	Benchmark Wärme Verwaltungsgebäude	52
Abb. 30	Benchmark Strom Verwaltungsgebäude	53
Abb. 31	Benchmark Wärme Bildung.....	53
Abb. 32	Benchmark Strom Bildung.....	54
Abb. 33	Benchmark Wärme Sportgebäude	54
Abb. 34	Benchmark Strom Gebäude	54
Abb. 35	Benchmark Wärme sonstige Gebäude	55
Abb. 36	Benchmark Strom sonstige Gebäude	55
Abb. 37	Übersicht der vier definierten Gebiete zur Wärmebezugsanalyse.....	58
Abb. 38	Untersuchungsgebiete der Wärmedichtenanalyse	61
Abb. 39	Übersicht Nahwärmenetz, Standort Rudolf-Hildebrand-Schule	64
Abb. 40	jährliche CO ₂ -Emissionen der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule	69
Abb. 41	Investitionskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule.....	70
Abb. 42	jährliche Gesamtkosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule	71
Abb. 43	Wärmegestehungskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule	71
Abb. 44	Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in Markkleeberg über die letzten zwölf Jahre.....	73
Abb. 45	Anteil der Leuchtmittel in der Straßenbeleuchtung Markkleebergs im Jahr 2017.....	73
Abb. 46	Stärken und Schwächen des Radverkehrs der Stadt Markkleeberg	76
Abb. 47	Standorte Ladesäulen – Ist und Potenzial	77
Abb. 48	Stärken und Schwächen des ÖPNV der Stadt Markkleeberg	79
Abb. 49	Strategische Energieplanung – Beispiel eines Quartiersansatzes	82
Abb. 50	Instrumente der Einflussnahme im Rahmen der Bauleitplanung	86
Abb. 51	Einwohnerentwicklung 1990-2017 (inkl. Prognose Statistisches Landesamt)	88
Abb. 52	Bevölkerungsbewegung 1990-2017	89
Abb. 53	Wanderungsmuster pro Jahr	90
Abb. 54	Bevölkerungsprognose.....	91
Abb. 55	Szenarien zur Entwicklung der Pro-Kopf-Emissionen.....	93
Abb. 56	Vergleich der Szenarien Stromerzeugung und -verbrauch	94
Abb. 57	Auszug aus der Einführung des Leitbilds 2030 der Stadt Markkleeberg, S. 7	95
Abb. 58	klimaschutzrelevante Inhalte des Leitbildes und zugehörige Handlungsfelder	96

Abb. 59	Logo-Beispiele aus anderen Kommunen und Landkreisen.....	115
Abb. 60	aktuelle Ansicht der städtischen Internetseite, Rubrik „Stadt & Verwaltung“ [25.07.2019]	116
Abb. 61	Bilanzierungssystematik im Verkehr (IFEU, 2013).....	126
Abb. 62	LOD1-Modelle links und LOD2-Modelle rechts.....	136
Abb. 63	berechnete Ergebnisse für Photovoltaik	137
Abb. 64	Differenz zwischen theoretischem und wirtschaftlich umsetzbarem PV- Potenzial auf Dachflächen.....	138
Abb. 65	Auswahl technischer Parameter Solarthermie	138
Abb. 66	Differenz zwischen theoretischem und wirtschaftlich umsetzbarem ST- Potenzial auf Dachflächen.....	140

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Entwicklung der Beschäftigtenzahlen	14
Tab. 2	Benchmark Bilanzierung im Vergleich zu Deutschland für 2016	23
Tab. 3	Gesamtpotenzial der solaren Dachflächenanalyse	26
Tab. 4	Angaben zu geeigneten Flächen für eine Photovoltaikanlage am Kanupark Markkleeberg	29
Tab. 5	Simulationsergebnisse PV*SOL premium 2019 – PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West	32
Tab. 6	Eigenverbrauchsanteil des PV-Stroms Grundschule Markkleeberg-West..	33
Tab. 7	spezifische Investitionskosten der PV-Anlage Grundschule Markkleeberg- West.....	33
Tab. 8	betriebsgebundene und sonstige Kosten der PV-Anlage Grundschule Markkleeberg-West	34
Tab. 9	Investitions- und Betriebskosten sowie Erlöse aus dem ersten Jahr der PV- Anlage Grundschule Markkleeberg-West	34
Tab. 10	Berechnungsdaten zum theoretischen oberflächennahen Geothermiepotenzial	37
Tab. 11	Kennzahlen des Kommunalwaldes.....	44
Tab. 12	genutztes Energiepotenzial	45
Tab. 13	Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018-2050	46
Tab. 14	Ausbaupotenzial von 2020-2050	47
Tab. 15	Gebäude der vier Untersuchungsgebiete und deren derzeitige Wärmeversorgung.....	59
Tab. 16	Ergebnisse der Wärmedichtenanalyse zu den vier Untersuchungsgebieten	60
Tab. 17	jährliche Strom- und Wärmeverbrauch des Schulkomplexes Rudolf- Hildebrandt-Schule.....	63
Tab. 18	technische Parameter der Heizungs- und PV-Anlage des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule	65
Tab. 19	Investitionskosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf- Hildebrandt-Schule.....	66
Tab. 20	betriebsgebundene und sonstige Kosten der Versorgungsvarianten des Schulkomplexes Rudolf-Hildebrandt-Schule.....	67
Tab. 21	Primärenergiefaktoren und CO ₂ -Emissionsfaktoren nach Energieträger....	68
Tab. 22	Szenarien zu den Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen in t/EW a	93
Tab. 23	Veränderungen der Pro-Kopf-CO ₂ -Emissionen mit Bezug zum Jahr 2016	93
Tab. 24	Benchmark Szenario	94
Tab. 25	Leitmaßnahmen, deren Investitionsmittel im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten.....	97

Tab. 26	Maßnahmen, deren Eigenanteil bei beabsichtigter Förderung durch die KLR spätestens im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten	97
Tab. 27	Leitmaßnahmen, deren Investitionsmittel im kommenden Doppelhaushalt eingeplant werden sollten.....	102
Tab. 28	Indikatoren Entwicklungsplanung und Raumordnung	107
Tab. 29	Indikatoren Versorgung und Entsorgung	108
Tab. 30	Indikator Mobilität	108
Tab. 31	Indikator interne Organisation	109
Tab. 32	Indikatoren Kommunikation und Kooperation	110
Tab. 33	Indikatoren kommunale Gebäude und Anlagen	110
Tab. 34	Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit	112
Tab. 35	Auflistung aller Energieträger, die mit dem KSP bilanziert werden können	125
Tab. 36	Erläuterung der Verbrauchssektoren	127
Tab. 37	Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO ₂ -Äquivalenten	127
Tab. 38	Zeitreihe Strom Bundesmix in t/MWh in CO ₂ -Äquivalenten.....	128
Tab. 39	Zusammenfassung aller Vorgabedaten im Klimaschutz-Planer	129
Tab. 40	Übersicht aller zu bilanzierenden Verkehrsmittel und deren Datenherkunft	129
Tab. 41	Übersicht Bilanzierungsgrundlage Verkehr.....	130
Tab. 42	Einteilung der Datengüte	130
Tab. 43	kommunenspezifische Datenquellen und erhobene Daten	131
Tab. 44	Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2012 bis 2016	132
Tab. 45	CO _{2-eq} -Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016	132
Tab. 46	Endenergieverbrauch nach Sektoren 2012 bis 2016	133
Tab. 47	CO _{2-eq} -Emissionen nach Sektoren 2012 bis 2016.....	133
Tab. 48	spezifische CO _{2-eq} -Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016	133
Tab. 49	spezifische CO _{2-eq} -Emissionen nach Sektoren 2012 bis 2016	134
Tab. 50	Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2012 bis 2016.....	134
Tab. 51	Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2012 bis 2016.....	134
Tab. 52	theoretisches Ausbaupotenzial Photovoltaik auf Dachflächen	137
Tab. 53	realistisches Ausbaupotenzial Photovoltaik auf Dachflächen bei einer Grenzrendite von 3 %.....	137
Tab. 54	theoretisches Ausbaupotenzial Solarthermie auf Dachflächen	139
Tab. 55	realistisches Ausbaupotenzial Solarthermie auf Dachflächen bei einem Deckungsgrad von 15 % des Wärmebedarfs.....	139

Anlage 1: Energie- und CO₂-Bilanz

Allgemeine Beschreibung der Methodik

Der KSP wurde im Rahmen des Projektes „Klimaschutz-Planer – Kommunalen Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“ der Nationalen Klimaschutzinitiative, Förderaufruf „Innovative Klimaschutzprojekte“, erarbeitet und wird aktuell durch das Klima-Bündnis vermarktet. Die webbasierte Software stützt sich auf den BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), der unter Federführung des IFEU-Instituts Heidelberg entwickelt wurde. Die Erstellung von Energie- und CO₂-Bilanzen soll durch die neue Methodik deutschlandweit vereinheitlicht werden und somit eine bessere Vergleichbarkeit der Kommunen untereinander erreicht werden.

Alle in Tab. 35 aufgelisteten Energieträger werden im KSP berücksichtigt und können in die kommunale Bilanz einfließen, insofern diese vor Ort emittiert werden. Um die Übersichtlichkeit der Ergebnisse zu verbessern, gibt es die Möglichkeit, die Energieträger einzeln oder gruppiert darzustellen.

Tab. 35 Auflistung aller Energieträger, die mit dem KSP bilanziert werden können

gruppiert	einzeln
Energieträger erneuerbar	Biogas, Biomasse, Solarthermie, sonstige Erneuerbare, Umweltwärme ⁵⁵
Nah- und Fernwärme	Nahwärme, Fernwärme
Gas fossil gesamt	Erdgas, Flüssiggas
Heizöl	Heizöl
sonstige Fossile gesamt	Braunkohle, Steinkohle, sonstige Konventionelle
Strom gesamt	Strom, Heizstrom
Kraftstoffe erneuerbar	Biobenzin, Diesel biogen, CNG bio
Kraftstoffe fossil	Benzin fossil, Diesel fossil, CNG fossil, LPG
Flugtreibstoff	Kerosin

Für die Bilanzierung auf kommunaler Ebene wird das endenergiebasierte Territorialprinzip verfolgt (vgl. Abb. 61). Dabei werden alle im betrachteten Territorium anfallenden Verbräuche auf Ebene der Endenergie berücksichtigt. Dies bedeutet, dass nur die Endenergie bilanziert wird, die innerhalb der Grenzen des Betrachtungsgebiets verbraucht wird. Vor allem im Bereich Verkehr stellt diese Systematik einen Gegensatz zur ebenfalls in der Vergangenheit oft verwendeten Verursacherbilanz dar, bei der die von den in der Gemeinde gemeldeten Personen

⁵⁵ Wärmegewinn aus Wasser, Luft und Boden sowie Wärmepumpen, Geothermie und Abwärme

verursachten Energieverbräuche bilanziert wurden, z. B. auch durch Flugreisen. Abb. 61 verdeutlicht das Territorialprinzip für den Sektor Verkehr.

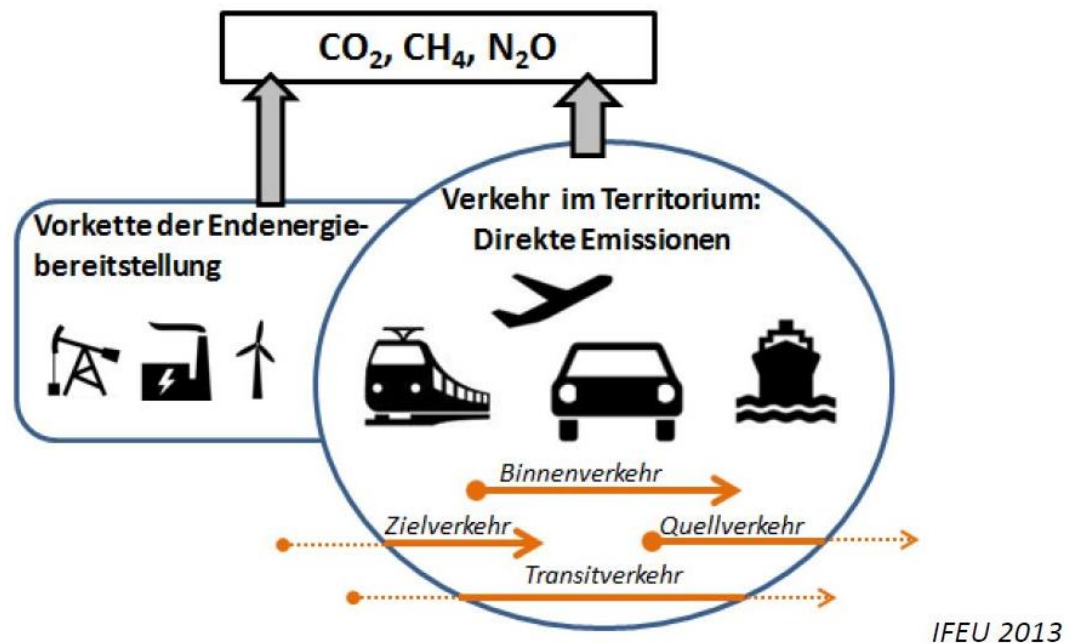


Abb. 61 Bilanzierungssystematik im Verkehr (IFEU, 2013)

In die Bilanz der Stadt Markkleeberg fließen keine Emissionen aus dem Flug- und Schiffverkehr ein, da es vor Ort weder einen Flughafen noch Schiffsverkehrsverkehr gibt. Der Flugverkehr wird nur für die Start- und Landephase in Kommunen bilanziert, auf deren Territorium (zumindest anteilig) ein Flughafengelände liegt. Die Emissionen aus dem Transit-, Ziel- und Quellverkehr fließen hingegen anteilig anhand der Wegestrecken innerhalb der Gemeindegrenze in die Bilanz ein.

Der KSP bilanziert für verschiedene Energieträger die Energieverbräuche bzw. die mit dem Energieverbrauch verknüpften $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ -Emissionen nach den zwei Teilbereichen „stationär“ und „Verkehr“. Von den insgesamt fünf zu bilanzierenden Bereichen werden die Sektoren private Haushalte, Industrie, kommunale Einrichtungen und GHD dem stationären Bereich zugeordnet (Tab. 36).

Tab. 36 Erläuterung der Verbrauchssektoren

Sektor	Erläuterung
private Haushalte	gesamte Verbräuche/Emissionen der privaten Haushalte für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser sowie den Betrieb elektrischer Geräte
Industrie	Betriebe des verarbeitenden Gewerbes (Industrie und verarbeitendes Handwerk) von Unternehmen des produzierenden Gewerbes mit 20 und mehr Beschäftigten.
kommunale Einrichtungen	öffentliche Einrichtungen der Kommune (Bsp.: Rathaus, Verwaltung, Schulen, Kindertagesstätten, Feuerwehren, Straßenbeleuchtung etc.) sowie kommunalen Infrastrukturanlagen, u. a. aus den Bereichen Wasser/Abwasser, Straßen und Abfall
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen/Sonstiges (GHD)	alle bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem Verarbeitenden Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe)
Verkehr	Motorisierter Individualverkehr (MIV), Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), Güterverkehr, Flugverkehr

Über spezifische Emissionsfaktoren (Tab. 37) können die Treibhausgasemissionen berechnet werden. Neben den reinen CO₂-Emissionen werden weitere Treibhausgase (N₂O und CH₄) in die Betrachtung einbezogen und in Summe als CO₂-Äquivalente ausgegeben.

Tab. 37 Emissionsfaktoren Endenergie Wärme (t/MWh) in CO₂-Äquivalenten

Energieträger	Emissionsfaktor (t/MWh)	Quelle	Prozessbezeichnung
Erdgas	0,250	GEMIS 4.94	Gas Heizung Brennwert DE (Endenergie)
Heizöl	0,320	GEMIS 4.94	Öl-Heizung DE (Endenergie)
Biomasse	0,027	GEMIS 4.94	Holz Pellet Holzwirt. Heizung 10 kW (Endenergie)
Flüssiggas	0,267	GEMIS 4.94	Flüssiggasheizung-DE (Endenergie)
Steinkohle	0,444	GEMIS 4.94	Kohle Brikett Heizung DE (Endenergie)
Braunkohle	0,434	GEMIS 4.94	Braunkohle Brikett Heizung DE (Mix Lausitz/rheinisch)
Solarthermie	0,025	GEMIS 4.94	Solarkollektor Flach DE

Dabei werden die energiebezogenen Vorketten (u. a. Infrastruktur, Abbau und Transport von Energieträgern) bei den Emissionsfaktoren berücksichtigt. Beim Strom wird mittels eines bundesweit gültigen Emissionsfaktors (sog. Bundesstrommix) bilanziert.

Tab. 38 Zeitreihe Strom Bundesmix in t/MWh in CO₂-Äquivalenten⁵⁶

Jahr		Jahr		Jahr		Jahr		Jahr	
1990	0,872	1996	0,774	2002	0,727	2008	0,656	2014	0,620
1991	0,889	1997	0,752	2003	0,732	2009	0,620	2015	0,600
1992	0,830	1998	0,738	2004	0,700	2010	0,614	2016	0,581
1993	0,831	1999	0,715	2005	0,702	2011	0,633		
1994	0,823	2000	0,709	2006	0,687	2012	0,645		
1995	0,791	2001	0,712	2007	0,656	2013	0,633		

Der lokale Strommix wird als Zusatzinformation im Vergleich zum Bundesstrommix dargestellt.

Im Verkehrsbereich werden alle Fahrten innerhalb des Territoriums der Kommune betrachtet. Dazu gehören sowohl der Binnenverkehr, der Quell-/Zielverkehr als auch der Transitverkehr.

In Deutschland liegen mit dem Modell TREMOD21 harmonisierte und regelmäßig aktualisierte Emissionsfaktoren für alle Verkehrsmittel vor, die zentral für alle Kommunen als nationale Kennwerte bereitgestellt werden. Die Werte sind analog zu den stationären Sektoren in CO₂-Äquivalenten (CO₂, CH₄, N₂O) inkl. Vorkette der Energieträgerbereitstellung angegeben.

Nicht bilanziert werden:

- nichtenergetische Emissionen, wie z. B. aus Landwirtschaft oder Industrieprozessen
- graue Energie, die z. B. in konsumierten Produkten steckt und Energie, die zur Befriedigung der Bedürfnisse der Bürger außerhalb der Gemeindegrenzen benötigt wird

Weitere Informationen zur Bilanzierungsmethodik finden sich in den „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“.

⁵⁶ Quelle: ifeu-Strommaster

Datengrundlage der kommunalen Bilanz

Tab. 39 Zusammenfassung aller Vorgabedaten im Klimaschutz-Planer

Datenname	Datenquelle
Einwohnerzahlen	Statistisches Landesamt
Endenergieverbräuche des verarbeitenden Gewerbes auf Kreisebene	Statistisches Landesamt
sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Kommune)	Agentur für Arbeit
sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Landkreis)	Agentur für Arbeit
Haushaltsgrößen	Zensus 2011
Gebäude nach Baujahr und Heizungsart	Zensus 2011
Wohnflächen	Zensus 2011
Gradtagszahl des Bilanzjahres	DWD; IWU
Gradtagszahl des langjährigen Mittels	DWD; IWU
Endenergieverbrauch Binnenschifffahrt	TREMODO (IFEU)
Endenergieverbrauch Flugverkehr	TREMODO (IFEU)
Fahrleistungen des Straßenverkehrs (= MZR, Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Lkw, Busse)	Umweltbundesamt (UBA)
Endenergieverbräuche des Schienenpersonenfernverkehrs (SPFV), Schienengüterverkehrs (SGV) und Schienenpersonennahverkehrs (SPNV)	Deutsche Bahn

Im Sektor Verkehr ist ein Großteil der Daten bereits erfasst, lediglich der lokale ÖPNV und die kommunale Flotte müssen vor Ort erfasst werden (Tab. 41).

Tab. 40 Übersicht aller zu bilanzierenden Verkehrsmittel und deren Datenherkunft

Verkehrsmittel	Datenherkunft
Linienbus	Über ÖPNV-Anbieter erfasst
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	nicht vorhanden im Gemeindegebiet
Binnenschifffahrt	automatisch hinterlegt
Flugverkehr	automatisch hinterlegt (nicht vorhanden im Gemeindegebiet)
Straßenverkehrsmittel	automatisch hinterlegt
Schienenverkehr	automatisch hinterlegt
kommunale Flotte	Verwaltung und Bauhof erfasst

Wie die erfassten Daten verarbeitet werden, verdeutlicht die folgende Tabelle.

Tab. 41 Übersicht Bilanzierungsgrundlage Verkehr

Verkehrsträger	welche Daten?	Kommunenbezug	Datenquellen
Straßenverkehr	Fahrleistungen	kommunenspezifisch	Umweltbundesamt, TREMOD
	spezifische Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionsfaktoren	nationale Durchschnittswerte	TREMOD
Schieneverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch	Deutsche Bahn AG
Binnenschiff	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch (nicht vorhanden und bilanziert im Gemeindegebiet)	TREMOD
Flugverkehr	Endenergieverbräuche	kommunenspezifisch (nicht vorhanden und bilanziert im Gemeindegebiet)	TREMOD
alle	THG-Emissionsfaktoren der Kraftstoffe	nationale Durchschnittswerte	TREMOD

Im stationären Bereich bilden die Absatzdaten der netzgebundenen Energieträger Erdgas, Strom und Nah-/Fernwärme die Basis der Bilanz, da sie am genauesten erfasst werden können. Die nicht netzgebundenen Energieträger zur Wärmebereitstellung werden anhand der Abschätzung der installierten Leistung der Wärmeerzeuger im Verhältnis zu denen der netzgebundenen Energieträger gesetzt und so bilanziert. Dies gilt für Flüssiggas, Kohle, Heizöl und Biomasse. Im Betrachtungsgebiet wird aufgrund der im Osten Deutschlands, im Speziellen in Sachsen und Brandenburg, vorhandenen Abbaugebiete, angenommen, dass der gesamte Kohleverbrauch auf Braunkohle entfällt und keine Steinkohle eingesetzt wird. Tab. 43 zeigt eine Übersicht der verwendeten Daten und deren Quellen. Ebenfalls dargestellt ist die Datengüte auf einer Skala von 0 bis 1, wobei 1 der bestmöglichen Qualität der Daten entspricht. Tab. 42 verdeutlicht die Bedeutung der einzelnen Werte. Um Datenlücken zu vermeiden und die deutschlandweite Vergleichbarkeit der Methodik aufrechtzuerhalten, werden in Bereichen, für die keine spezifischen Daten vorliegen, bundesweite Durchschnittswerte herangezogen.

Tab. 42 Einteilung der Datengüte

Datengüte	Beschreibung	Wert
A	regionale Primärdaten	1
B	Hochrechnung regionaler Primärdaten	0,5
C	regionale Kennwerte und Statistiken	0,25
D	bundesweite Kennzahlen	0

Tab. 43 kommunenspezifische Datenquellen und erhobene Daten

Datenquelle	Inhalt	Datengüte
enviaM, MitNetz	Stromabsatz, Gasabsatz einzeln ausgewiesen nach Konzessionsklassen Absatz für Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpen, eingespeiste Strommengen im Rahmen des EEG und KWKG	1,0
Wärmeversorgung GmbH	Wachau Fernwärmeabsatz, Daten zu In- Output Erzeugung	1,0
Kommune	Verbrauch Strom- und Wärme Kommunale Gebäude; Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	1,0
LfULG (Schornsteinfeger)	Anzahl der Feuerstätten nach Energieträger und Leistungsklassen	0,5
BAFA	Förderdaten für Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpenanlagen im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP)	0,5
Landkreis Leipzig	Fahrleistung Linienbusse und TRAM	0,5

Die resultierende Datengüte der Bilanz ergibt sich aus der Datengüte der einzelnen Quellen im Verhältnis des Einflusses (Anteil am Endenergieverbrauch) auf die Bilanz, d. h. beispielsweise, dass der Stromabsatz einen größeren Einfluss hat als die installierte Fläche an Solarthermiekollektoren. Nicht in Tab. 43 kommunenspezifische Datenquellen und erhobene Daten aufgeführte Daten wurden mit Recherchen und Erfahrungswerten ermittelt sowie vom Klimaschutz-Planer aus hinterlegten Statistiken berechnet.

Für die Bilanz im Untersuchungsgebiet ergibt sich eine Datengüte von 0,74. Dieser Wert ist nur im Sektor Verkehr theoretisch noch besser zu erfassen über ein eigenes Verkehrsmodell für die Kommune. Alle weiteren Verbrauchsbereiche wurden bestmöglich erfasst.

Ergebnisse

Tab. 44 Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2012 bis 2016

Energieträger	Endenergieverbrauch (MWh)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Energieträger erneuerbar	14.092	15.085	13.824	14.682	15.496
Flugtreibstoff	0	0	0	0	0
Gas fossil gesamt	160.522	172.564	146.875	157.004	167.152
Heizöl	23.445	25.213	21.443	22.929	24.418
Kraftstoffe erneuerbar	10.324	9.093	9.503	8.940	8.854
Kraftstoffe fossil	175.137	175.431	177.406	179.074	180.691
Nah- und Fernwärme	6.521	7.588	5.663	6.221	6.389
sonstige Fossile gesamt	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Strom gesamt	74.862	75.331	73.165	73.219	73.204
gesamt	467.603	483.003	450.579	464.769	478.903

Tab. 45 CO_{2-eq}-Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016

Energieträger	CO ₂ -Äquivalente (t)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Energieträger erneuerbar	1.453	1.606	1.379	1.487	1.564
Flugtreibstoff	0	0	0	0	0
Gas fossil gesamt	40.143	43.154	36.732	39.264	41.309
Heizöl	7.503	8.068	6.862	7.337	7.765
Kraftstoffe erneuerbar	1.541	1.358	1.419	1.349	1.335
Kraftstoffe fossil	56.068	56.212	56.890	57.976	58.530
Nah- und Fernwärme	2.241	2.577	2.053	2.102	2.109
sonstige Fossile gesamt	1.185	1.185	1.185	1.185	1.109
Strom gesamt	48.286	47.684	45.362	43.932	42.573
gesamt	158.420	161.843	151.881	154.632	156.294

Tab. 46 Endenergieverbrauch nach Sektoren 2012 bis 2016

Energieträger	Endenergieverbrauch (MWh)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	90.875	98.987	91.213	97.439	99.387
Industrie	0	0	0	0	0
Kommunale Einrichtungen	7.969	8.672	7.872	7.571	8.082
private Haushalte	180.606	188.163	161.998	169.196	179.940
Verkehr	188.154	187.181	189.496	190.563	191.493
gesamt	467.603	483.003	450.579	464.769	478.903

Tab. 47 CO_{2-eq}-Emissionen nach Sektoren 2012 bis 2016

Energieträger	CO ₂ -Äquivalente (t)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	36.454	38.495	35.567	36.839	36.771
Industrie	0	0	0	0	0
Kommunale Einrichtungen	3.253	3.405	3.273	3.090	3.095
private Haushalte	59.368	60.691	53.129	53.848	55.389
Verkehr	59.346	59.251	59.913	60.855	61.039
gesamt	158.420	161.843	151.881	154.632	156.294

Tab. 48 spezifische CO_{2-eq}-Emissionen nach Energieträgern 2012 bis 2016

Energieträger	CO ₂ -Äquivalente (t/EW)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Energieträger erneuerbar	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06
Flugtreibstoff	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gas fossil gesamt	1,68	1,80	1,52	1,62	1,69
Heizöl	0,31	0,34	0,28	0,30	0,32
Kraftstoffe erneuerbar	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Kraftstoffe fossil	2,35	2,35	2,36	2,39	2,39
Nah- und Fernwärme	0,09	0,11	0,09	0,09	0,09
sonstige Fossile gesamt	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Strom gesamt	2,02	1,99	1,88	1,81	1,74
gesamt	6,64	6,76	6,30	6,38	6,39

Tab. 49 spezifische CO₂-eq-Emissionen nach Sektoren 2012 bis 2016

Energieträger	CO ₂ -Äquivalente (t/EW)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	1,53	1,61	1,48	1,52	1,50
Industrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kommunale Einrichtungen	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13
private Haushalte	2,49	2,54	2,20	2,22	2,26
Verkehr	2,49	2,47	2,48	2,51	2,49
gesamt	6,64	6,76	6,30	6,38	6,39

Tab. 50 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Energieträgern 2012 bis 2016

Energieträger	Endenergieverbrauch (MWh)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Benzin	66.417	64.249	63.184	61.930	61.016
Biobenzin	2.943	2.754	2.748	2.686	2.650
CNG bio	0	0	0	79	72
CNG fossil	559	557	560	472	455
Diesel	106.076	108.484	111.523	114.597	117.250
Diesel biogen	7.380	6.338	6.755	6.176	6.131
Kerosin	0	0	0	0	0
LPG	2.085	2.141	2.138	2.075	1.970
Strom	2692,79	2657,29	2587,1	2548,94	1947,99
gesamt	188.154	187.181	189.496	190.563	191.493

Tab. 51 Endenergieverbrauch des Verkehrssektors nach Verkehrsmitteln 2012 bis 2016

Energieträger	Endenergieverbrauch (MWh)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Binnenschifffahrt	0	0	0	0	0
Flugverkehr	0	0	0	0	0
leichte Nutzfahrzeuge	13.349	13.307	13.513	13.825	13.884
Linienbus	2.837	2.856	2.874	2.964	3.362
Lkw	45.013	44.923	46.117	46.621	47.482
motorisierte Zweiräder	1.417	1.425	1.441	1.444	1.418
Pkw	120.562	119.733	120.755	121.049	121.562
Reise-/Fernbusse	873	836	860	797	543

Energieträger	Endenergieverbrauch (MWh)				
	2012	2013	2014	2015	2016
Schienengüterverkehr	1.097	1.156	1.077	1.105	1.047
Schienepersonenfernverkehr	0	0	0	0	0
Schienepersonennahverkehr	2.122	2.080	2.018	1.991	2.049
Stadt-, Straßen- und U-Bahn	884	865	843	767	146
gesamt	188.154	187.181	189.496	190.563	191.493

Anlage 2: Solare Dachflächennutzung

Grundlegende Methodik der solaren Dachflächenanalyse

Als Basis für die Katasteranalyse der solaren Dachflächennutzung wurden georeferenzierte 3-D-Modelle aller im Untersuchungsgebiet befindlichen Gebäude ausgewertet (level of detail 2, LOD2-Daten). Die Daten beinhalten die Gebäudegrundflächen, die Höhen sowie die Ausrichtung und Neigung der Dachflächen. Abb. 62 verdeutlicht den Unterschied zwischen LOD1- und LOD2-Daten: Während LOD1-Daten nur die quaderartigen Strukturen der Gebäude in Form von Grundflächen und Höhen beinhalten, ergänzen LOD2-Daten das Modell um die Kubatur der Dachfläche (in Form von Dachteilflächen) inkl. Ausrichtung und Neigung. Sie sind damit der Schlüssel für eine qualifizierte Katasteranalyse von Solarenergienutzung.



Abb. 62 LOD1-Modelle links und LOD2-Modelle rechts⁵⁷

Durch die Auswertung nach Ausrichtung und Neigung der Dachteilflächen und die Verwendung von lokalen Strahlungsdaten lassen sich die individuellen Erträge ermitteln. Die verwendbaren Dachflächen werden mit einem Abschlag für Mindestabstände zur Dachkante und eventuelle Hindernisse auf der Dachfläche (z. B. Schornsteine) versehen. Es wird bspw. für ein geeignetes Schrägdach eine zur Verfügung stehende Modulfläche von 80 % angenommen. Hier ist eine Aufständering nicht nötig.

⁵⁷ <https://www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de/de/leistungen/intgeobasisprodukte/3dgebraeudemodelle/main.htm> [Juli 2017]

Methodik Photovoltaik (PV)

Eine Auswahl der für jede Dacheinfläche ermittelten technischen Parameter für PV sind in Abb. 63 hinterlegt.

Parameter	Einheit
Bruttofläche	m ²
Modulfläche	m ²
installierbare Leistung	kWp
spezifischer Solarertrag	kWh/kWp a
absoluter Solarertrag	kWh/a
vermiedene CO ₂ -Emissionen	t/a
Eignung	1



Abb. 63 berechnete Ergebnisse für Photovoltaik

Teilergebnisse Photovoltaik

Tab. 52 theoretisches Ausbaupotenzial Photovoltaik auf Dachflächen

Leistungsklasse	Anzahl	installierbare Leistung [kWp]	Ertrag [MWh/a]	Investitionskosten [T€]	verm. CO ₂ -Emissionen [t/a]
< 3 kWp	7.540	12.941	10.419	18.764	6.460
3-10 kWp	9.231	54.949	40.173	79.676	24.907
10-40 kWp	2.643	41.424	30.783	51.780	19.085
40-100 kWp	196	10.618	8.444	12.211	5.235
> 100 kWp	34	7.407	6.651	7.407	4.124
Summe	19.644	127.339	96.470	169.838	59.811

Tab. 53 realistisches Ausbaupotenzial Photovoltaik auf Dachflächen bei einer Grenzrendite von 3 %

Leistungsklasse	Anzahl	installierbare Leistung [kWp]	Ertrag [MWh/a]	Investitionskosten [T€]	verm. CO ₂ -Emissionen [t/a]
< 3 kWp	0	0	0	0	0
3-10 kWp	0	0	0	0	0
10-40 kWp	510	8.526	7.967	10.658	4.940
40-100 kWp	62	3.595	3.401	4.134	2.109
> 100 kWp	601	18.837	17.671	21.508	10.956
Summe	1.173	30.958,49	29.039,53	36.300,22	18.004,51

Abb. 64 verdeutlicht den Unterschied zwischen technischem und wirtschaftlich realisierbarem Potenzial an PV-Aufdachanlagen.

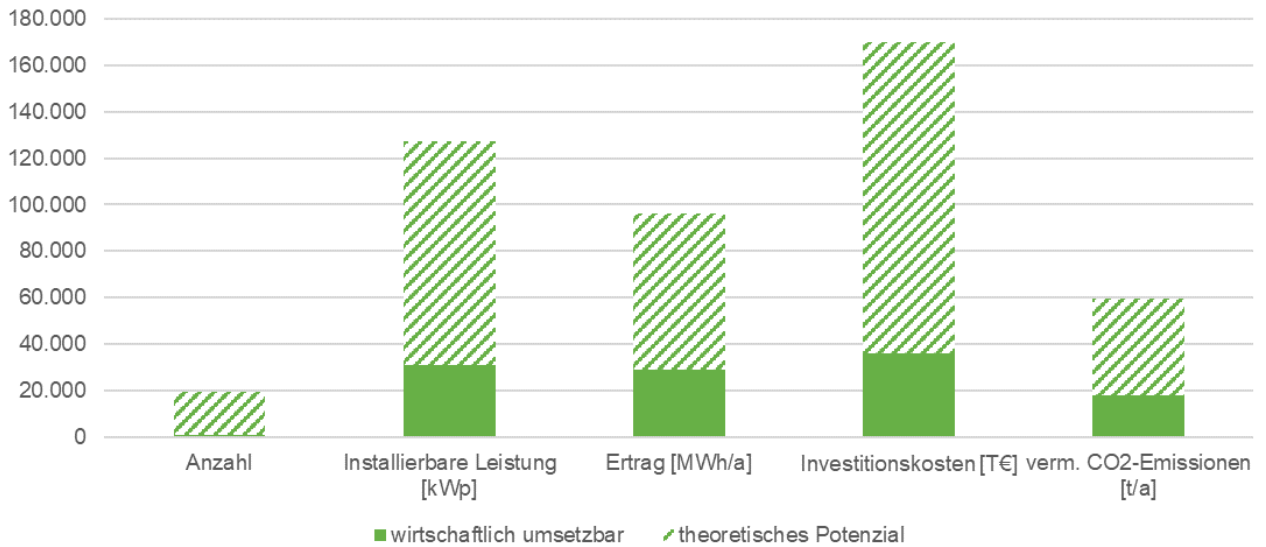


Abb. 64 Differenz zwischen theoretischem und wirtschaftlich umsetzbarem PV-Potenzial auf Dachflächen

Methodik Solarthermie (ST)

Für die solare Wärmebereitstellung wurden ebenfalls die für den Standort typischen Erträge angesetzt, um die theoretisch von den Dachflächen erzielbaren Erträge zu berechnen. Die grundsätzliche Vorgehensweise entspricht der Berechnung des Photovoltaikpotenzials.



Abb. 65 Auswahl technischer Parameter Solarthermie

Die Ermittlung des wirtschaftlich umsetzbaren Potenzials weicht an dieser Stelle in der Vorgehensweise deutlich von PV ab. Die dezentral durch ST produzierte Wärme ist nur für die lokale Nutzung relevant und kann zum jetzigen Stand der Technik nicht marktfähig in ein übergeordnetes Netz eingespeist werden. Demnach gibt es keine Vergütung je kWh Warmwasser. Die Tarife des Endkunden für Warmwasser variieren zudem beträchtlich, sodass eine Annahme vermiedener Kosten zu ungenau für die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit ist. Daher sind die individuellen Erträge immer im Kontext des Wärmebedarfs im Objekt zu ermitteln und vor allem vom zeitlichen Verlauf über den Tag und das Jahr beeinflusst.

Üblicherweise geht man davon aus, dass 15 % des Wärmebedarfs des Konsumenten wirtschaftlich darstellbar durch ST erbracht werden können. In der vorliegenden Analyse wurde der Gesamtwärmebedarf der Bereiche private Haushalte und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen aus der Energiebilanz als Basis betrachtet und angenommen, das 15 % davon wirtschaftlich darstellbar über ST erbracht werden können. Die 15 % wurden zu gleichen Teilen über die Flächenklassen des theoretisch realisierbaren ST-Potenzials verteilt.

Ergebnisse ST

Tab. 54 theoretisches Ausbaupotenzial Solarthermie auf Dachflächen

Flächenklasse	Anzahl	installierbare Fläche [m²]	Ertrag [MWh/a]	verm. CO ₂ -Emissionen [t/a]
< 3 qm	165	345	140	35
3-10 qm	3.054	20.953	9.351	2.300
10-40 qm	9.373	213.337	88.407	21.748
40-100 qm	5.828	349.903	139.619	34.346
> 100 qm	1.224	264.386	113.579	27.940
Summe	19.644	848.924	351.097	86.370

Tab. 55 realistisches Ausbaupotenzial Solarthermie auf Dachflächen bei einem Deckungsgrad von 15 % des Wärmebedarfs

Flächenklasse	Anzahl	installierbare Fläche [m²]	Ertrag [MWh/a]	verm. CO ₂ -Emissionen [t/a]
< 3 qm	15	32	13	3
3-10 qm	282	1.935	864	212
10-40 qm	866	19.701	8.164	2.008
40-100 qm	538	32.313	12.894	3.172
> 100 qm	113	24.415	10.489	2.580
Summe	1.814	78.396	32.423	7.976

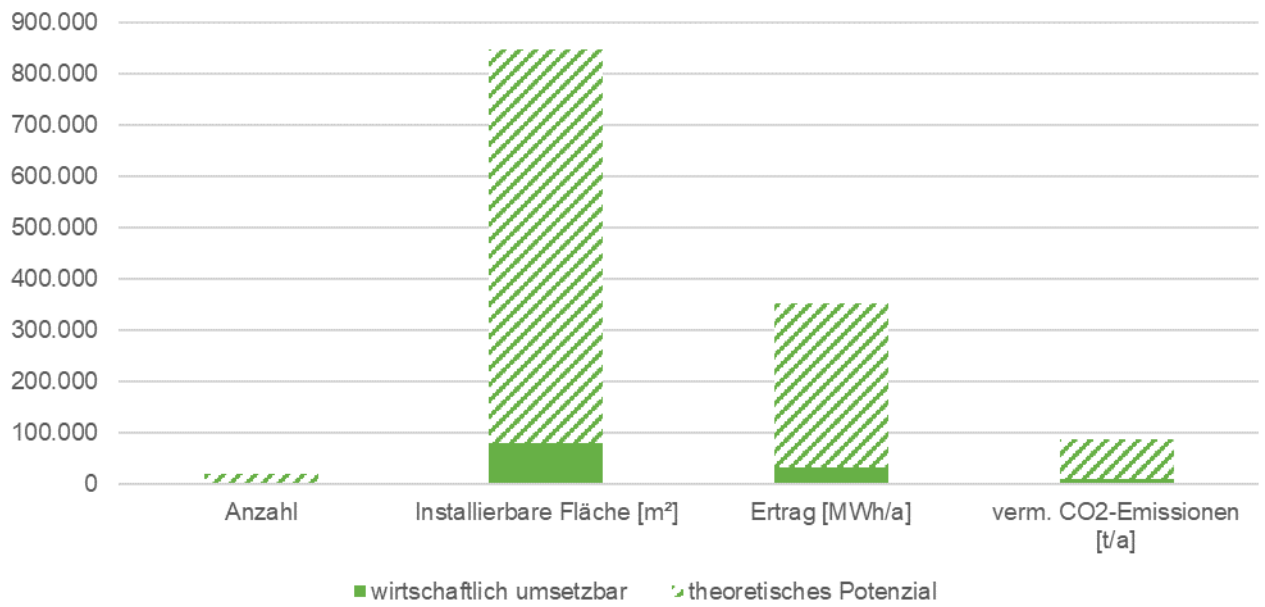


Abb. 66 Differenz zwischen theoretischem und wirtschaftlich umsetzbarem ST-Potenzial auf Dachflächen

Anlage 3: Maßnahmenkatalog