

ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT

PIRNA - SÜDLICHE INNENSTADT



TILIA GMBH
SEPTEMBER 2020



ENERGETISCHES QUARTIERSKONZEPT PIRNA – SÜDLICHE INNENSTADT

Auftraggeber	Stadt Pirna Am Markt 1 / 2 01796 Pirna
Ansprechpartner	Herr Thomas Freitag Am Markt 1 / 2 01796 Pirna
Auftragnehmer	Tilia GmbH Inselstraße 31 04103 Leipzig
Unterauftragnehmer	Leipziger Institut für Energie Lessingstr. 2 04109 Leipzig
Ansprechpartnerin Auftragnehmer	Nelly Lehr Tel: 0341 339 76 065 Mail: Nelly.Lehr@tilia.info
Autoren des Berichts	Nelly Lehr, Claudia Rummel (Tilia GmbH), Anne Scheuermann, Simon Prüflinger (Leipziger Institut für Energie)
Stand	08.10.2020
Förderhinweis	Die Erarbeitung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes für das Quartier südliche Innenstadt wurde im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Sanierung“ gefördert

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	7
1.1	ANLASS UND ZIELSTELLUNG	7
1.2	BESCHREIBUNG DES QUARTIERS	9
1.2.1	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES QUARTIERS	9
1.2.2	DEMOGRAFISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	13
1.2.3	BESCHÄFTIGUNG UND MÖGLICHE PENDLERWEGE	16
1.2.4	RAHMENBEDINGUNGEN GEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR.....	17
1.2.5	STÄDTEBAULICHER GESAMTEINDRUCK UND BEWERTUNG.....	18
1.3	KLIMASCHUTZZIELE UND ENERGIESTRATEGIE.....	18
1.3.1	NATIONALE KLIMASCHUTZPOLITIK UND KLIMASCHUTZPLAN 2050.....	18
1.3.2	KLIMASCHUTZPOLITIK IN LAND UND STADT.....	20
2	AUSGANGSSITUATION.....	21
2.1	BISHERIGE ENERGETISCH UND BAULICH RELEVANTE KONZEPTIONEN, PLANUNGEN UND ZIELE.....	21
2.2	ENERGIEVERSORGUNG, -VERBRAUCH UND -ERZEUGUNG	22
2.2.1	BESTANDSSITUATION STROM	22
2.2.2	BESTANDSSITUATION WÄRME	23
2.3	VERKEHR UND MOBILITÄT	26
2.3.1	METHODE.....	27
2.3.2	ERGEBNISSE	28
2.4	ENERGIE- UND CO ₂ -BILANZ.....	29
3	ZIELBESTIMMUNG UND VARIANTENANALYSE.....	31
3.1	LEITLINIEN FÜR DIE ENERGETISCHE QUARTIERSENTWICKLUNG	31
3.2	POTENZIALANALYSE	32
3.1.2	POTENZIAL ERNEUERBARER ENERGIEN	32
3.2.2	ANALYSE EFFIZIENZ UND EINSPARPOTENZIALE	39
3.3	VARIANTENVERGLEICHE	47
3.3.1	AUSBAU DER FERNWÄRMEVERSORGUNG	47
3.3.2	EINZELFALLBETRACHTUNGEN	51
4	MAßNAHMENKATALOG.....	60
4.1	MAßNAHMEN WÄRMEERZEUGUNG UND -INFRASTRUKTUR	61
4.2	MAßNAHMEN STROMERZEUGUNG UND -VERBRAUCH	66

4.3 MAßNAHMEN VERKEHR	70
4.4 SONSTIGE MAßNAHMEN	73
4.4 ZUSAMMENFASSUNG: EFFEKTE DER MAßNAHMEN	74
5 KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT	77
6 DOKUMENTATION UND ERFOLGSKONTROLLE	78
7 ZUSAMMENFASSUNG	80
ANHANG 1	82
1 FÖRDERUNGEN DER KFW – KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU	82
2 FÖRDERUNGEN DER BAFA – BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE	83
3 WEITERE FÖRDERMÖGLICHKEITEN	85
LITERATURVERZEICHNIS	86

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Übersicht Quartier mit Straßennamen	8
Abbildung 2: Quartier mit Großverbrauchern.....	12
Abbildung 3: Alterspyramide Quartier südliche Innenstadt	13
Abbildung 4: Geburten und Sterbefälle im Quartier (Stadtverwaltung Pirna , 2020).....	14
Abbildung 5: Zuzüge und Fortzüge in Pirna.....	14
Abbildung 6: Bevölkerungsprognose für die Pirnaer Innenstadt bis 2035.....	15
Abbildung 7: Ein- und Auspendler über die Stadtgrenzen von Pirna	17
Abbildung 8: Sektorziele im Klimaschutzplan 2050	19
Abbildung 9: Stromverbrauch Quartier nach Sektoren.....	23
Abbildung 10: Wärmeerzeugung im Quartier nach Brennstoffen	24
Abbildung 11: Dezentrale Feuerungsstätten in der Stadt Pirna.....	24
Abbildung 12: Alter Feuerungsstätten Pirnaer Kernstadt	25
Abbildung 13: Wärmeverbrauch im Quartier nach Sektoren	26
Abbildung 14: Übersicht CO ₂ -Emissionen Quartier südliche Innenstadt	31
Abbildung 15: Mögliche Verwendung des Potenzials von Photovoltaikanlagen	34
Abbildung 16: Potenzial Emissionseinsparung durch Photovoltaikanlagen	35
Abbildung 17: Übersicht Abdeckung durch Solarthermie-Potenzial.....	37
Abbildung 18: Potenzial Emissionseinsparungen Solarthermie.....	38
Abbildung 19: Ausschnitt Berechnung Beleuchtung.....	39
Abbildung 20: Ausschnitt Berechnung Einsparung Straßenbeleuchtung	40
Abbildung 21: Potenziale energetischer Gebäudesanierung	43
Abbildung 22: Amortisationszeiten bei der energetischen Gebäudedämmung für ein Beispielhaus ..	45
Abbildung 23: Fernwärmeleitungen und geplanten Wärmeleitungen im Quartiersgebiet.....	48
Abbildung 24: Verteilung Wärmebedarf - Endenergie.....	49
Abbildung 25: Ausschnitt Berechnung Wirtschaftlichkeit Fernwärmeausbau	50
Abbildung 26: Einsparungen von CO ₂ -Emissionen durch Fernwärmeausbau.....	50
Abbildung 27: Übersicht Einzelfallbetrachtungen.....	51
Abbildung 28: Lastgangsimulation Grundschule „Am Friedenspark“, Nicolaistraße 3	52
Abbildung 29: Entwicklung CO ₂ -Preis	54
Abbildung 30: Übersicht Vergleich Einzelversorgungslösungen	59
Abbildung 31: Übersicht Einsparung Treibhausgasemissionen	76
Abbildung 32: PDCA-Zyklus	79

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kennzahlen Arbeitsmarkt Pirna	16
Tabelle 2: Zulassungen in Pirna zum 01.01.2019	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 3: Approximationsfaktor zur Bestimmung der Zulassungszahlen auf Quartiersebene.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 4: Relativer Bestand der Fahrzeugtypen nach Kraftstoffart	28
Tabelle 5: Typische Jahresfahrleistungen nach Fahrzeugtypus und Kraftstoffart für das Jahr 2018....	28
Tabelle 6: Typische Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugtypus	28
Tabelle 7: Energiegehalt und CO ₂ -Wirkung nach Kraftstoffart.....	28
Tabelle 8: Vergleich der Zulassungsdichte an PKW	29
Tabelle 9: Energie- und CO ₂ -Bilanz Verkehr im Quartier südliche Innenstadt	29
Tabelle 10: Energie- und CO ₂ -Bilanz für das Jahr 2018	30
Tabelle 11: Top Ten Dachflächen für Photovoltaikanlagen im Quartier	36
Tabelle 12: Effizienzpotenziale der Haushalte (Strom) in kWh/Gerät/Jahr	41
Tabelle 13: Eingangswerte Gebäudehülle	42
Tabelle 14: Preisspannen für Sanierungsmaßnahmen.....	44
Tabelle 15: Wirtschaftliche Annahmen Einzelfallbetrachtungen	53
Tabelle 16: Übersicht Primärenergiefaktoren Einzelfallbetrachtungen.....	54
Tabelle 17: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Grundschule Am Friedenspark	55
Tabelle 18: Ergebnisse Variantenbetrachtung - Grundschule Am Friedenspark	55
Tabelle 19: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Goethe-Oberschule	56
Tabelle 20: Ergebnisse Variantenbetrachtung - Goethe-Oberschule	56
Tabelle 21: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Jahn-Turnhalle	57
Tabelle 22: Ergebnisse Variantenbetrachtung Jahn-Turnhalle	57
Tabelle 23: Übersicht mögliche Reduzierung Treibhausgasemissionen	74



HINWEIS ZUM SPRACHGEBRAUCH

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit bezeichnen wir Personengruppen in diesem Bericht durchgängig in einer neutralen Form (Einwohner, Fußgänger, etc.), wobei wir dabei immer sowohl weibliche, männliche sowie Personen von diversen Geschlechtern meinen.

1 EINLEITUNG

1.1 ANLASS UND ZIELSTELLUNG

Die voranschreitende Klimaerwärmung ist eine Herausforderung auf allen Ebenen des gesellschaftlichen und politischen Lebens. Auch die Stadt Pirna setzt bereits seit Jahren Klimaschutzmaßnahmen um, um Treibhausgasemissionen zu senken und somit den Klimawandel zu bremsen. Im Zuge der Klimaschutzbemühungen hat die Stadt Pirna im Jahr 2019 beschlossen, ein integriertes energetisches Quartierskonzept nach den Richtlinien des KfW-Förderprogramms 432 „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ zu erarbeiten.

Um auf lokaler Ebene einen Beitrag für die im Jahr 2010 formulierten Klimaschutzziele der Bundesregierung leisten zu können, wird die Erstellung von Klimaschutz- und Quartierskonzepten für klimarelevante Bereiche einer Kommune seit dem Jahr 2008 im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative finanziell unterstützt. Kernpunkte dieser Konzepte sind die Themenfelder Reduzierung des Energiebedarfes und die Substitution fossiler Brennstoffe durch erneuerbare Energieträger. Das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat über die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) mit dem Förderprogramm Nr. 432, „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ die Möglichkeit geschaffen, dass Städte und Gemeinden bei der Erstellung von Quartierskonzepten finanziell unterstützt werden. Das integrierte Quartierskonzept soll unter Beachtung aller relevanten städtebaulichen, historischen, baukulturellen, sozialen und wohnwirtschaftlichen Aspekte die technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale aufzeigen und konkrete Maßnahmen zur kurz-, mittel- und langfristigen CO₂-Minderung benennen. Das Konzept dient also als zentrale strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe im Hinblick auf energetische Maßnahmen und damit einhergehenden Investitionsplanungen für das betrachtete Quartier.

Für die Erstellung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes hat die Stadt Pirna die Leipziger Firma Tilia GmbH beauftragt. Das Konzept wurde von der Tilia GmbH, in enger Absprache mit der Stadtverwaltung Pirna und den Stadtwerken Pirna, erstellt. Als Unterauftragnehmer hat das Leipziger Institut für Energie an der Konzepterstellung mitgewirkt.

Das betrachtete Quartier umfasst die südliche Innenstadt von Pirna mit folgenden Straßen (in alphabetischer Reihenfolge):

- Am Felsenkeller (komplett)
- Bahnhofstraße (Hausnummer 1-12)
- Bergstraße (gerade Hausnummern)
- Braustraße (komplett)
- Breite Straße (komplett)
- Dohnaischer Platz (komplett)
- Dr.-Wilhelm-Külz-Straße (Hausnummern 9 – 13)
- Dresdner Straße (Hausnummern 2, 4 und 8)

- Ernst-Thälmann-Platz (komplett)
- Hospitalstraße (komplett)
- Karl-Liebnecht-Straße (komplett)
- Königsteiner Straße (Hausnummern 15 – 26)
- Maxim-Gorki-Straße (komplett)
- Nicolaistraße (komplett)
- Robert-Koch-Straße (komplett)
- Rosa-Luxemburg-Straße (Hausnummern 18, 22, 24, 25, 29)
- Rosenstraße (komplett)
- Schandauer Straße (Hausnummern 1, 3, 5, und 15)
- Siegfried-Rädel-Straße (komplett)
- Tischerplatz (Hausnummern 12 – 17)



Abbildung 1: Übersicht Quartier mit Straßennamen
(Google Earth , 2018)

Eine besondere Herausforderung bei der Erarbeitung des Quartierskonzeptes war es, dass es in dem betrachteten Quartier einen hohen Anteil an historischer Bausubstanz gibt, der erhalten werden soll. Von 249 Gebäuden im Quartier wurden 45 % vor 1900 und 16 % zwischen 1900 und 1930 erbaut, dementsprechend stehen 57 % der Gebäude im Quartier unter Denkmalschutz. Dadurch ist sowohl die Nutzung von Solarenergie als auch die Durchführung von energetischen Sanierungen nur eingeschränkt möglich. Eine weitere Herausforderung war, dass es sich bei dem Quartier um einen sehr verdichteten innerstädtischen Bereich handelt, bei dem die Nutzung von Biomasse oder Geothermie nur eingeschränkt möglich sind. Aus diesem Grund müssen bei dem Quartier alternative Versorgungslösungen zu den Lösungen gefunden werden, als gängiger Weise bei moderner Bausubstanz oder einem Gebiet mit einem hohen Anteil an Freiflächen genutzt werden.

Die Grundlage für die Versorgungsanalyse im vorliegenden Konzept waren darum folgende Kriterien:

- Klimafreundlichkeit

- Wirtschaftlichkeit für Betreiber und Kunden
- Vereinbarkeit mit historischer Bausubstanz
- Vereinbarkeit mit Zielen der Stadtentwicklung
- Geringe Anspruchnahme von zusätzlichen Flächen
- Langfristige Stabilität der Preise
- Autarkie von fossilen Brennstoffen
- Einsatz von innovativen Technologien

Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden auf der Grundlage dieser Kriterien betriebs- und volkswirtschaftlich abgewogen und auf politische Umsetzbarkeit, ökologische Auswirkungen und technische Umsetzbarkeit geprüft.

Das integrierte energetische Quartierskonzept für das Quartier „Pirna- südliche Innenstadt“ umfasst dementsprechend die folgenden Kernpunkte:

1. Senkung des Energieverbrauches und der CO₂-Emissionen,
2. Steigerung der Nutzung regenerativer Energien,
3. Überprüfung und Neustrukturierung der Versorgungsinfrastruktur

Dabei wurden insbesondere auf die baulichen und funktionellen Zielstellungen für das Gebiet sowie die wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen geachtet, um die Entwicklungsstrategie der Gemeinde mit der energetischen Quartierserneuerungsstrategie zusammenzuführen. Zugleich war es das spezifische Ziel des quartiersbezogenen Energiekonzeptes, eine Analyse der Gebäude und des Ensembles hinsichtlich ihres energetischen Zustandes und im Hinblick auf die Entwicklung geeigneter Optimierungsmaßnahmen vorzunehmen.

Das vorliegende Konzept legt dementsprechend einen besonderen Fokus auf die Verbesserung der Energieeffizienz und die Senkung der Treibhausgasemissionen insbesondere unter Berücksichtigung der aktuellen Planungen der Stadtentwicklung.

1.2 BESCHREIBUNG DES QUARTIERS

1.2.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES QUARTIERS

Historische Entwicklung des Quartiers

Das zu untersuchende Quartier gehörte früher zu den vorstädtischen Bereichen der Stadt Pirna, die sich an die historische Altstadt (nordöstlich des Quartiers gelegen) angrenzend vor den beiden Stadtzugängen am Dohnaischen Tor und am Obertor weitgehend im Zuge der industriellen Entwicklung und des dadurch initiierten Stadtwachstums ab dem 19. Jahrhundert entwickelten. Diesem südlich vor der Altstadt gelegenen Bereich kam insofern Bedeutung zu, als durch die Topografie eine vorstädtische Entwicklung in Richtung Norden (Elbe) und Osten (Schlossberghang) nicht möglich war. Südlich der Altstadt verliefen zudem wichtige Handelsstraßen in Richtung Dresden bzw. nach Böhmen.

Dabei stellt die Breite Straße einen schon älteren historischen Kern dar. Es wird vermutet, dass die 1423 erstmals genannte "Breytengassen" bereits vor der planmäßigen Anlage der Altstadt um 1180 als Straßenmarkt von Kaufleuten entstand. Dem Schutzheiligen der reisenden Händler, dem heiligen Nikolaus, war die 1335 erstmals genannte Nikolaikirche im heutigen Friedenspark geweiht. Sie war über Jahrhunderte hinweg zudem die Pirnaer Begräbniskirche. Seit mind. 1484 bestand der Nicolaifriedhof. Im betrachteten Quartier selbst dominierten über Jahrhunderte hinweg Gärten, Äcker und Wiesen. Dazwischen lagen eingestreut einzelne Gebäude (Scheunen, Vorwerke, Handwerkerhäuser etc.). Nur entlang der Breiten Straße reihten sich Hausgrundstücke über längere Strecken aneinander.

Die ältesten erhaltenen baulichen Zeugnisse der frühen Entwicklung stellen die Gebäude Braustraße 12 und Braustraße 12a dar. Dabei handelt es sich um vermutlich um ehemals wirtschaftlich genutzte Nebengebäude (Schmiede) aus dem 18. Jahrhundert.

Mit Niederlegung der Stadtmauer an der Dr.-Wilhelm-Külz-Straße und der Grohmannstraße begann ab 1811 die weitere bauliche Erschließung des Bereiches, die allerdings äußerst zögerlich verlief. Zu den ersten neu entstandenen Bauten zählten das spätere Amtsgericht (1854, Dr.-Wilhelm-Külz-Straße 10) und der erste Pirnaer Kindergarten (1859, Tischerplatz 16). Die weitere für das Gebiet bis heute prägende Entwicklung setzte erst im Zuge der durch die Industrialisierung verursachten Stadterweiterung in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts ein. Sie war v.a. durch die Errichtung öffentlicher Gebäude und von Wohnbauten sowie die Bepflanzung von Grünanlagen geprägt.

Der eigentliche Entwicklungsschub wurde durch die Verlegung des Bahnhofs und den Bau der Elbbrücke (1873/75) ausgelöst. Damit begann in den 1880er Jahren der "städtebauliche Lückenschluss" zwischen dem Bahnhof und der Altstadt entlang der Achsen der Gartenstraße (die Gartenstraße befindet sich außerhalb des Quartiers) und Bahnhofstraße sowie im Bereich zwischen dem Bahnhof und der Königsteiner Straße entlang von Maxim-Gorki-Straße und Karl-Liebnecht-Straße. Baulich prägend waren typisch gründerzeitliche Blockrandbebauungen, die mit einzelnen Villen durchsetzt waren. Der alte Nicolaifriedhof wurde nach 1875 stillgelegt und um 1905 zum Friedenspark umgestaltet. Als markante öffentliche Gebäude entstanden die Schulgebäude der heutigen Goethe-Oberschule (1872, erweitert 1880/96), der Grundschule am Friedenspark (1898/99) und der heutigen Lessing-Grundschule (1902).

Von jeher blieb das Quartier in seinem Charakter aber ein Mischgebiet, in dem neben Wohnbauten auch bedeutende gewerbliche Einrichtungen vorhanden waren. Dazu zählte u.a. das Areal der späteren Sandsteinwerke, im Bereich des aktuell im Bau befindlichen Wohnparks „Sandsteingärten“, (Siegfried-Rädel-Straße 40), die Möbel- und Fensterfabrik Hengst (Maxim-Gorki-Straße 22), die Städtische Brauerei (Am Felsenkeller) sowie Gärtnereien im Bereich des Wohn- und Geschäftskomplexes Scheunenhof (Bahnhofstraße/Robert-Koch-Straße).

Die ursprünglich ambitionierten Bebauungspläne konnten durch den Ersten Weltkrieg nicht vollständig umgesetzt werden. In dieser Zeit erfolgte die Umnutzung des bis dato als Exerzierplatz genutzten Thälmannparks zu einer weiteren größeren Grünanlage. Zur Befriedigung der Wohnungsnachfrage entstanden in den 1920er Jahren im Rahmen des genossenschaftlichen Wohnungsbaus die

Wohngebäude entlang von Siegfried-Rädel-Straße und Hospitalstraße. Am Thälmannpark entstanden zudem 1927 ein weiterer Schulneubau (heute Außenstelle Berufsschulzentrum) sowie ein markantes Verwaltungsgebäude der Deutschen Arbeitsfront (1939, Ernst-Thälmann-Platz 1, heute Wohngebäude).

Die DDR-Zeit hinterließ (außer einem zunehmenden Verfall in der vorhandenen Substanz) baulich kaum Spuren.

Die Nachwendezeit war seit 1990 zum einen von Sanierungen im Bestand geprägt. Dies betraf sowohl Wohngebäude wie öffentliche Gebäude und auch den öffentlichen Raum inkl. der beiden größeren Grünanlagen am Friedenspark und Thälmannplatz. Zum anderen erfolgten auch städtebauliche Umgestaltungen, Weiterentwicklungen und Nachverdichtungen. Am Felsenkeller wurde das Brauereigebäude abgerissen, die Fläche wurde (entsprechend dem Grundcharakter) mit einer Mischung aus individuellem Wohnungsbau, Einzelhandel und sozialen Einrichtungen (Ärztelhaus, Seniorenzentrum) nachgenutzt.

Weitere Abbrüche und Neubebauungen erfolgten u.a. im Bereich der Bahnhofstraße (Bahnhofstraße 11-11g auf dem Areal eines abgebrochenen Heimwerkermarktes, Bahnhofstraße 8-8c als Nachverdichtung), im Areal zwischen Bahnhofstraße, Hospitalstraße und Robert-Koch-Straße (Scheunenhofcenter), im Bereich der Robert-Koch-Straße (Hausnummern 18-21) und der nördlichen Königsteiner Straße (hier für das Parkhaus und einen Discounter). Im Sommer 2002 und im Sommer 2013 wurden Teile des Quartiers durch Hochwasser der Gottleuba bzw. der Elbe überflutet.

Das Quartier heute

Das Quartier „Pirna- südliche Innenstadt“ liegt heute im Herzen der Stadt Pirna. Das Quartier wird im Norden durch den Fluss Gottleuba, die Bahnhofsstraße und die Dr.-Wilhelm-Külz-Straße begrenzt, im Nordosten schließt sich die Pirnaer Altstadt an. Im Süden ist das Quartier durch die Bundesstraße B172 abgegrenzt, im Westen durch das Ende der Wohnbebauung auf der Siegfried-Rädel-Straße bzw. durch die Kleingartenanlage „Fortschritt e.V.“. Die heutige Nutzung des Quartiers ist eine Mischnutzung aus Wohnen, Gewerbe, öffentlichen und sozialen Nutzungen, die für innerstädtische Quartier typisch sind.

Insgesamt hat das Quartier seit 1990 eine städtebaulich positive Entwicklung genommen. Die teils auch von Dresden ausgehende Wohnungsmarktentwicklung initiiert aktuell auch noch Entwicklungen für Bereiche, die lange Zeit als „Problembereiche“ bzw. „Problemimmobilien“ galten. Dazu zählten u.a. die Grundstücke der Möbel- und Fensterfabrik Hengst (Maxim-Gorki-Straße 22) oder auch das alte Steueramt (Tischerplatz 13), die nach längeren Jahren des Leerstandes saniert und zu Wohnzwecken hergerichtet wurden bzw. aktuell noch werden. Das ebenfalls lange Zeit geplante Scheunenhofcenter (zwischen Robert-Koch-Straße, Hospitalstraße und Bahnhofsstraße) wurde im September 2020 fertiggestellt und führt mit seiner Mischnutzung aus Einzelhandel, Dienstleistungen und seniorengerechten Wohnen zu einer weiteren Aufwertung des Gebietes.

Somit wird die Zahl der unsanierten Gebäude und Leerstände im Quartier überschaubarer, das ehemalige Hotel Schwarzer Adler (Dohnaischer Platz 2) und das alte Amtsgericht (Dr.-Wilhelm-Külz-Straße 9/10) sind hier noch die größten Herausforderungen unter den Bestandsgebäuden.

Das Quartier wird heute größtenteils durch Wohnbebauung geprägt. Davon ist Großteil im privaten Besitz, weitere Wohnhäuser sind im Besitz der städtischen Wohnungsgesellschaft WGP (Siegfried-Rädel-Straße 12-18, Braustraße 10b) und der Wohnungsbaugenossenschaft Pirna (Siegfried-Rädel-Straße 24-26, Hospitalstraße 1-3).

Weiterhin verfügt das Quartier über eine Reihe öffentlich, sozial und gewerblich genutzter Liegenschaften, die in vielen Fällen auch Großverbraucher von Energie sind:

Öffentliche und sozial genutzte Liegenschaften

Königsteiner Straße 22a	Lessing-Grundschule
Siegfried-Rädel-Straße 13	Berufsschulzentrum für Technik und Wirtschaft
Siegfried-Rädel-Straße 29	evangelisches Kinderhaus und Beratungsstellen der Diakonie
Siegfried-Rädel-Straße 11	Ärztehaus
Robert-Koch-Straße 1	Seniorenwohnanlage der Stadt Pirna
Robert-Koch-Straße 22	AOK
Robert-Koch-Straße 17	Seniorenresidenz Alexa
Dohnaischer Platz 1	Goethe-Mittelschule (inkl. Turnhalle)
Nicolaistraße 3	Grundschule am Friedenspark
Am Felsenkeller 1a	Ärztehaus
Am Felsenkeller 2	ASB Seniorenzentrum Am Schlossberg
Tischerplatz 16	Familienzentrum Pirna (Tafel etc.)
Siegfried-Rädel-Straße 10	Turnhalle

Gewerblich genutzte Liegenschaften (Auswahl)

Am Felsenkeller 1	Discounter
Königsteiner Straße 25	Discounter
Ernst-Thälmann-Platz 2	Parkhaus
Bahnhofstr. 1/Robert-Koch-Str. 7	Scheunenhofcenter

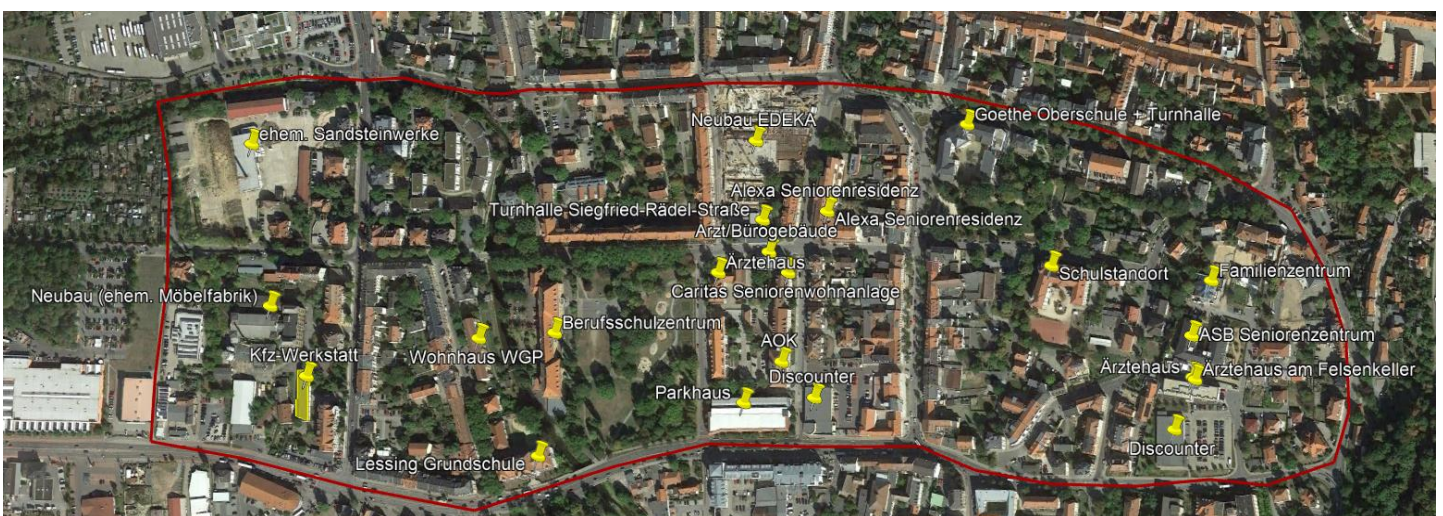


Abbildung 2: Quartier mit Großverbrauchern
(Google Earth, 2018)

Das betrachtete Quartier hat eine Größe von 418.100 m² und umfasst 3.238 Einwohner (Stand 2019). Damit hat es eine Bevölkerungsdichte von 7.746 Einwohnern / km². Das innerstädtische, verdichtete Gebiet liegt damit mit seiner der Bevölkerungsdichte deutlich über der durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von Pirna (723 EW/km² (Statistisches Landesamt Sachsen, 2020)) und Sachsen (221 EW/km² (Statistisches Landesamt Sachsen , 2020)).

1.2.2 DEMOGRAFISCHE RAHMENBEDINGUNGEN

Gegenwärtige Demografie

Das Quartier „südliche Innenstadt“ ist ein sehr beliebtes Quartier, sowohl bei jungen Leuten als auch bei Senioren. Die Beliebtheit spiegelt sich auch in der Demografie der Einwohner des Quartiers wider. Im Jahr 2019 waren in dem Quartier 40 % der Bevölkerung über 50 Jahre alt und 23 % über 65 Jahre (Stadtverwaltung Pirna , 2020). Demgegenüber steht ein Bevölkerungsanteil von 20 % unter 18 Jahren und 33 % unter 30 Jahren (Stadtverwaltung Pirna , 2020). Das Durchschnittsalter der Bevölkerung im Quartier beträgt 45,5 Jahre. Damit ist die Bevölkerung im Quartier etwas jünger als die Bevölkerung der Pirnaer Gesamtstadt; hier liegt das Durchschnittsalter bei 47,8 Jahren.

Das Durchschnittsalter der Bevölkerung im Quartier liegt damit auch unter dem Durchschnittsalter von Sachsen, 46,8 Jahre, (Statista GmbH, 2018) und nur leicht über dem Durchschnittsalter von Deutschland, 44,3 Jahre (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, 2018).

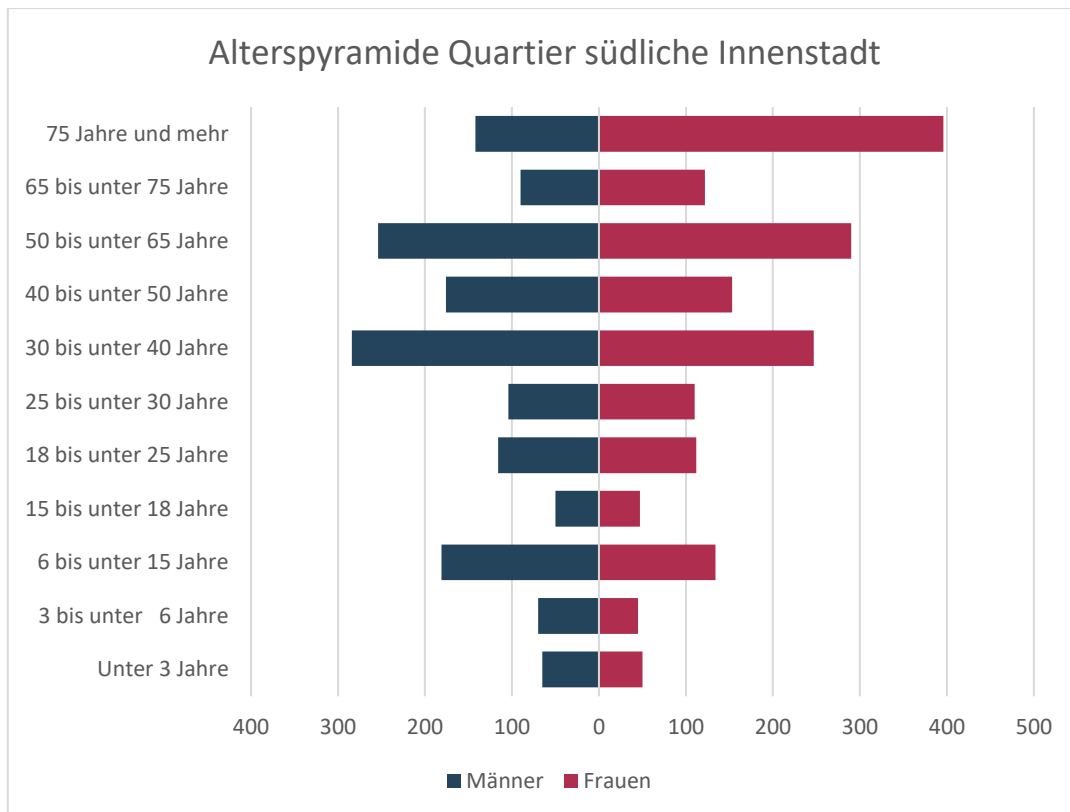


Abbildung 3: Alterspyramide Quartier südliche Innenstadt
 (Stadtverwaltung Pirna , 2020)

Demografische Entwicklung

Die demografische Entwicklung des Quartiers wird im Wesentlichen von vier Faktoren beeinflusst: Geburten, Sterbefällen, Zuzug und Fortzug. Die Differenz aus Geburten und Sterbefällen und die Differenz aus Zuzug und Fortzug geben die Tendenz der demografischen Entwicklung an.

In **Abbildung 4** sind die Geburten und Sterbefälle im Quartier von 2010 bis 2019 zu sehen (Stadtverwaltung Pirna , 2020). In der Grafik ist deutlich zu erkennen, dass in diesen Jahren jeweils durchschnittlich ca. 40 Geburten ca. 70 Sterbefällen gegenüberstehen. Dies bedeutet einen Sterbeüberschuss und damit einen Bevölkerungsrückgang von ca. 30 Einwohnern pro Jahr.

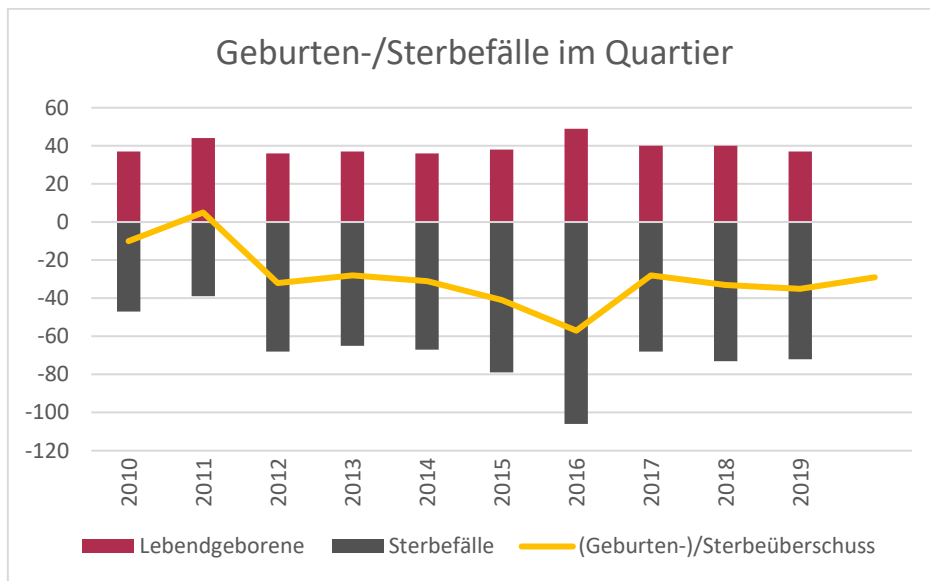


Abbildung 4: Geburten und Sterbefälle im Quartier
(Stadtverwaltung Pirna , 2020)

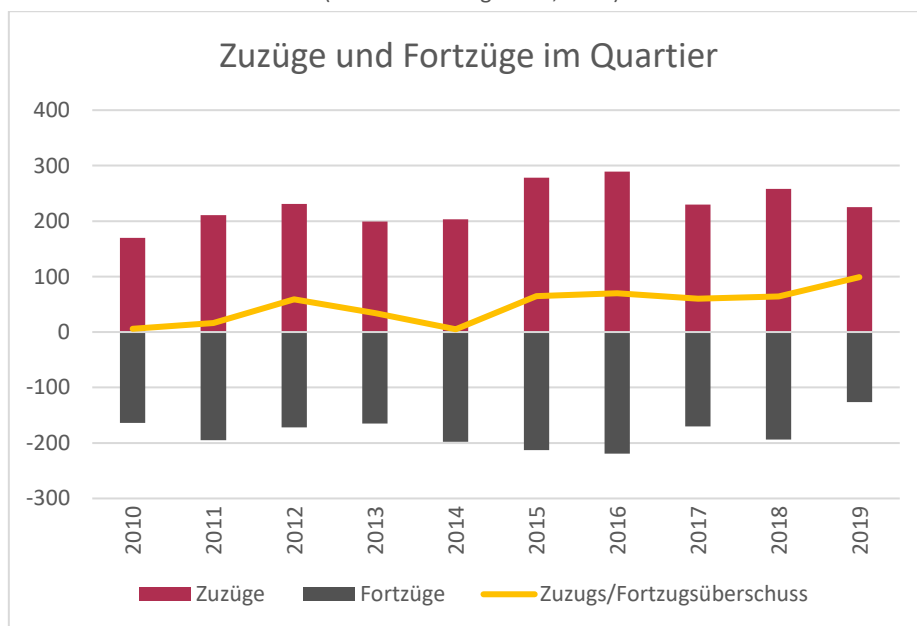


Abbildung 5: Zuzüge und Fortzüge in Pirna
(Stadtverwaltung Pirna , 2020)

Einen deutlich größeren Einfluss als die Geburten und Sterbefälle im Quartier haben jedoch die Zu- und Fortzüge. Im Quartier gibt es einen, im Vergleich zum restlichen Landkreis Sächsische Schweiz, relativ hohen Zuzug. Dies ist hauptsächlich durch den Zuzug aus dem Großraum Dresden, sowie in den Jahren 2015 und 2016 durch die Aufnahme von Geflüchteten zu erklären.

In Abbildung 5 ist die Statistik der Zu- und Fortzüge von 2010 bis 2019 zu sehen. In diesem Zeitraum standen im Quartier jährlich durchschnittlich ca. 230 Zuzügen ca. 180 Fortzüge gegenüber. Dies ergibt einen jährlichen Zuzugsüberschuss von ca. 50 Einwohnern/Jahr. Gemeinsam mit dem Sterbeüberschuss von ca. 30 Einwohnern/Jahr ergibt sich ein leichtes Bevölkerungswachstum für das Quartier. Die Neubauprojekte und Sanierungen im Quartier (Neubau Scheunenhofcenter, Ausbau alte Sandsteinwerke und ehemalige Möbelfabrik Hengst) bestätigen und beflügeln diese Entwicklung.

Prognose für die Zukunft

Da für die Bevölkerungsprognosen keine quartiersbezogenen Daten vorliegen, wurde hier auf Daten der Pirnaer Innenstadt (dem Pirnaer Stadtteil, in dem sich das Quartiersgebiet befindet) zurückgegriffen. Der Trend des leichten, aber stetigen Bevölkerungswachstums im Quartier wird laut Bevölkerungsprognosen weiter anhalten. Laut einer Hochrechnung der Stadt Pirna aus dem Jahr 2018 wird die Bevölkerung in der Pirnaer Innenstadt bis zum Jahr 2035 ca. 14.800 auf ca. 17.000 Einwohner steigen. Dies entspricht einem signifikanten Anstieg von 15 % gegenüber dem Jahr 2020 (Stadtverwaltung Pirna, 2018).

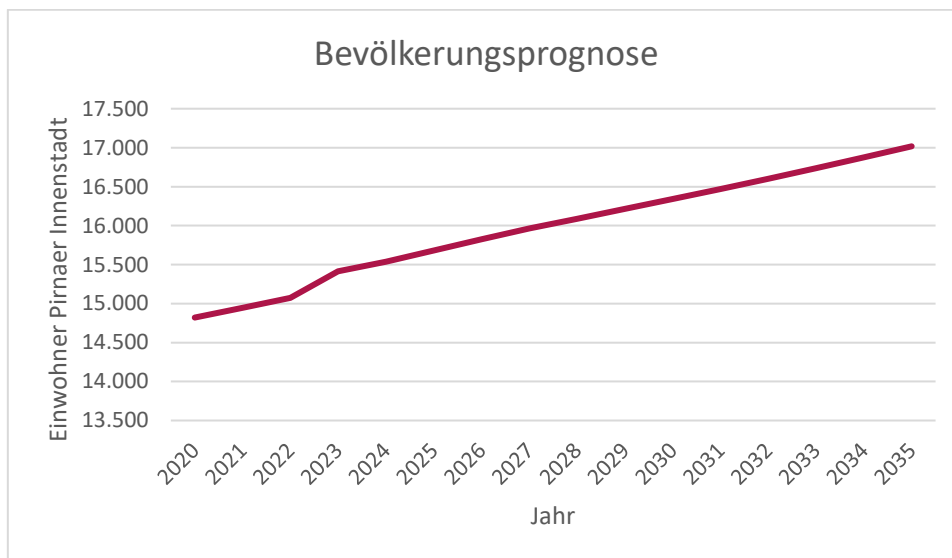


Abbildung 6: Bevölkerungsprognose für die Pirnaer Innenstadt bis 2035

Eine parallele Entwicklung ist für das Quartier zu erwarten. Durch die hohe Attraktivität des Quartiers durch Grünflächen, Bildungsmöglichkeiten und Einkaufsmöglichkeiten und dem Ausbau von Wohnraum im Quartier, ist davon auszugehen, dass das Bevölkerungswachstum der letzten Jahre mittelfristig anhält. Es ist wahrscheinlich, dass auch die letzten leerstehenden Gebäude noch saniert und als Wohngebäude genutzt werden, sodass die Einwohnerzahl im Quartier Pirna - südliche Innenstadt auch mittelfristig weiter steigen wird.

1.2.3 BESCHÄFTIGUNG UND MÖGLICHE PENDLERWEGE

Für die Bewertung der Arbeitsmarktsituation im Quartier ist es notwendig, die Beschäftigtenzahlen und Pendlerwege im Quartier zu analysieren. Leider lagen auf Quartiersebene keine Daten zu Beschäftigten bzw. Ein- und Auspendlern vor. Daher wird Bezug auf gesamtstädtische Daten genommen.

Für die Statistik gilt, Pendler sind alle sozialversicherungspflichtig Beschäftigten, deren Arbeitsgemeinde sich von der Wohngemeinde unterscheidet.

Wichtig ist außerdem nach Ein- und Auspendlern zu unterscheiden:

- Einpendler sind Personen, die in ihrer Arbeitsgemeinde nicht wohnen
- Auspendler sind Personen, die in ihrer Wohngemeinde nicht arbeiten

Die Differenz aus Einpendlern zu Auspendlern ergibt den Pendlersaldo. Wenn mehr Pendler in die Region kommen, spricht man vom Einpendlerüberschuss. Dieser Überschuss steht in engem Zusammenhang mit der relativen Arbeitsplatzdichte und gilt als Indikator für die Wirtschaftskraft einer Region.

Tabelle 1: Kennzahlen Arbeitsmarkt Pirna
(Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020)

ERHOBENE KENNZAHL	HÖHE DER KENNZAHL IN DER STADT PIRNA	STAND
SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIG BESCHÄFTIGTE (ARBEITSORT)	15.388	30.06.2019
EINPENDLER ÜBER GEMEINDEGRENZEN	9.651	30.06.2019
SOZIALVERSICHERUNGSPFLICHTIG BESCHÄFTIGTE (WOHNORT)	14.878	30.06.2019
AUSPENDLER ÜBER GEMEINDEGRENZEN	9.181	30.06.2019
PENDLERÜBERSCHUSS	470	30.06.2019
ANZAHL ARBEITSLOSE	1.245	31.12.2019

Das hohe Pendlersaldo zeigt die vergleichsweise hohe Wirtschaftskraft von Pirna im Landkreis Sächsische Schweiz – Osterzgebirge. Pirna zieht als Verwaltungssitz und wirtschaftliches Zentrum des Landkreises zahlreiche Arbeitskräfte an. Das lässt sich ebenso auf das Quartier übertragen, wo durch den Einzelhandel (Discounter, einzelne Geschäfte) als auch durch Bildungs- und Pflegeeinrichtungen zahlreiche Arbeitsplätze existieren. Das positive Pendlersaldo lässt sich demnach auf das Quartier übertragen.

Auch die historische Betrachtung zeigt, dass das positive Pendlersaldo relativ stabil ist. Im Zeitverlauf ergeben sich nur leichte Schwankungen. Im Zusammenspiel mit einer vergleichsweise niedrigen Arbeitslosenzahl (7 %) (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020), zeigen die wirtschaftlichen Kennzahlen eine positive wirtschaftliche Bilanz für Pirna und für das Quartier.

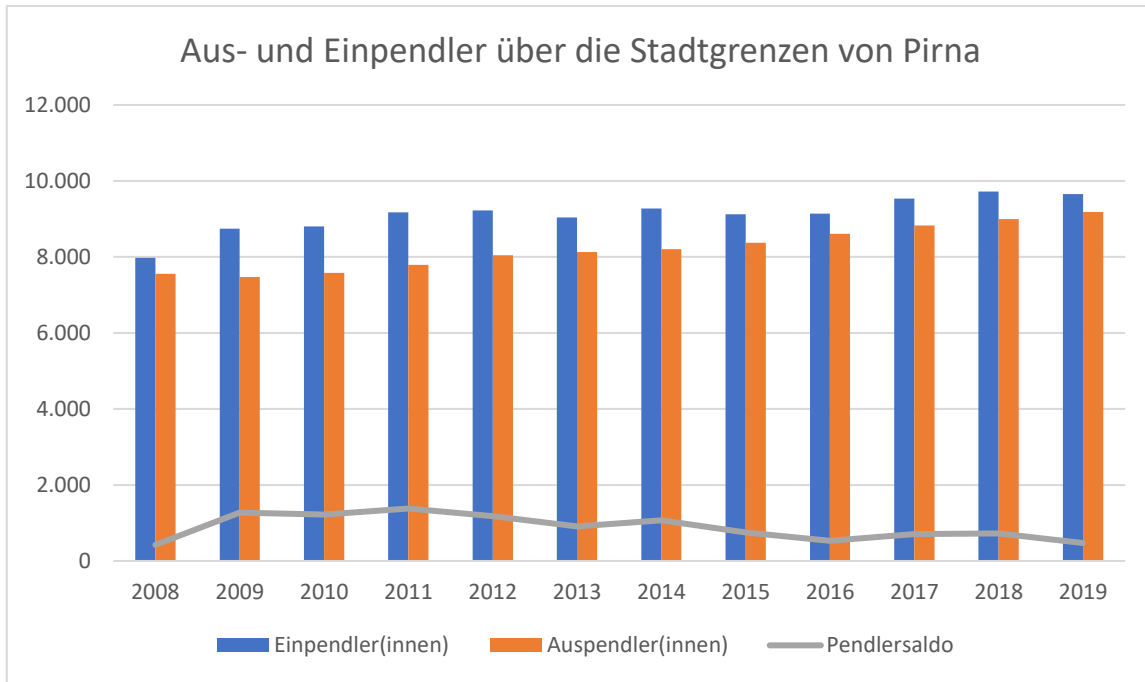


Abbildung 7: Ein- und Auspendler über die Stadtgrenzen von Pirna

1.2.4 RAHMENBEDINGUNGEN GEBÄUDE- UND SIEDLUNGSSTRUKTUR

Wie bereits in Abschnitt 1.2.1 erwähnt, wurde die Struktur des betrachteten Quartiers hauptsächlich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts geprägt, als der städtebauliche Lückenschluss zwischen dem Pirnaer Bahnhof und der Innenstadt erfolgte. Die Bebauung entspricht dem städtebaulichen Zeitgeist jener Zeit: Die Gebäude sind von Fläche und Deckenhöhe großzügig gebaut und repräsentativ angelegt, es gibt breite, prachtvolle Hauptstraßen, von denen kleinere Straßen als Nebenstraßen abgehen.

Heute wird das Quartier hauptsächlich durch Wohnbebauung, Bildungs- und soziale Einrichtungen, Einzelhandel sowie durch Durchgangsverkehr geprägt. Der Durchgangsverkehr im Quartier bewegt sich hauptsächlich auf der Maxim-Gorki-Straße und der Bundesstraße B172 (Dresdener Straße, Königsteiner Straße, Schandauer Straße), die die südliche Grenze des Quartiers bildet. Für die Streckenführung der B172 im Quartier wird jedoch momentan eine Umgehungsstraße im Süden der Stadt gebaut. Es ist davon auszugehen, dass nach Eröffnung der Umgehungsstraße im Jahr 2023 das Quartier noch mehr durch die wirtschaftlichen und sozialen Funktionen des Gebietes geprägt wird.

Das betrachtete Quartier ist dicht besiedelt, es umfasst hauptsächlich Mehrfamilienhäuser mit drei bis fünf Stockwerken sowie Wohnblöcke. Die dichte Besiedlung wird durch die Nachnutzung des Areals der Sandsteinwerke zu Wohnzwecken noch intensiviert.

Die hohe Einwohnerdichte im Quartier ist auch ein Grund dafür, warum im Quartier eine hohe Dichte von Schulen herrscht. Mit der Lessing-Grundschule, der Goethe-Oberschule (Haupt- und Realschulzweig), der Grundschule Am Friedenspark (die ab 2022 auch flexibel für Hort und Vereine zur Verfügung stehen soll) und dem Berufsschulzentrum, ist in dem Quartier ein breites Angebot an Bildungsinstitutionen abgedeckt.

Außerdem existieren im Quartier zwei größere Seniorenunterkünfte (ASB Seniorenzentrum und Alexa Seniorenresidenz). Weitere seniorengerechte Wohnungen wurden neu im Norden des Quartiers an der Ecke Bahnhofsstraße/Hospitalstraße erbaut. Die hohe Dichte an Unterkünften für Senioren sorgen auch für ein breites medizinisches Angebot im Quartier; auf den 0,4 km² Quartiersfläche befindet sich z.B. zwei Ärztehäuser und zwei Apotheken.

Ein weiterer städtebaulicher Aspekt, der das Quartier prägt, sind die Parks und Freiflächen. Im zentral-südlichen Teil des Quartiers befindet sich der Ernst-Thälmann-Park, der sich an das Berufsschulzentrum anschließt und unter anderem einen Kinderspielplatz beinhaltet. Dieser wird sowohl von den Schülern des Berufsschulzentrums als auch von den Bewohnern des Gebietes als Ort für Begegnungen und Erholung genutzt. Im Nordosten des Quartiers befindet sich der Friedenspark, der sich an die Goethe-Oberschule anschließt. Der Park wird auch ganzjährig von Schülern und Bewohnern für Freizeitaktivitäten genutzt.

Im Konzept soll ein besonderer Fokus daraufgelegt werden, dass die genannten prägenden Merkmale des Quartiers, die Schulen, die Unterbringung von Senioren und die Freiflächen in hoher Qualität weiter bestehen können und nicht beeinträchtigt werden. Weiterhin steht, selbstverständlich, eine hohe Lebensqualität der Bewohner und Nutzer des Quartiers im Vordergrund und wird bei jeder der vorgeschlagenen Maßnahmen mitberücksichtigt.

1.2.5 STÄDTEBAULICHER GESAMTEINDRUCK UND BEWERTUNG

Der Gesamteindruck des Straßenbilds im Quartier ist sehr ordentlich und gepflegt. Auch Gebäude, die längere Zeit leer standen, wie z.B. die ehemalige Möbelfabrik Hengst werden, motiviert durch den stetigen Bevölkerungszuwachs in Pirna, momentan aufwändig saniert. Durch die Sanierungen sowie den Ausbau der Fernwärme (mehr Informationen dazu im Abschnitt 3.3.1) ist das Quartier an einigen Stellen derzeit (Sommer 2020) noch durch Baustellen geprägt, die aber in den nächsten Jahren planmäßig abgeschlossen werden sollen.

Leerstand gibt es nur noch in einzelnen größeren Gebäuden im Quartier wie z.B. dem Hotel Schwarzer Adler (Dohnaischer Platz 2) und dem alten Amtsgericht (Dr.-Wilhelm-Külz-Str. 9/10).

Insgesamt besticht das Quartier jedoch durch seine historische, aufwändig sanierte, Bausubstanz.

1.3 KLIMASCHUTZZIELE UND ENERGIESTRATEGIE

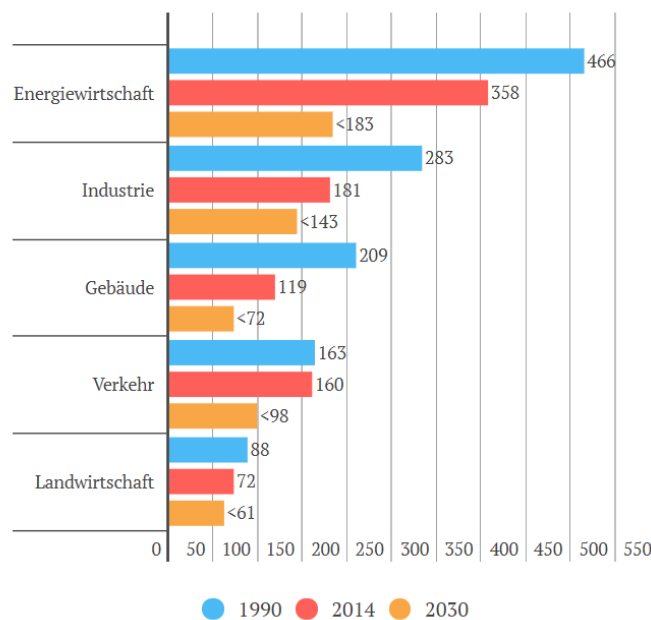
1.3.1 NATIONALE KLIMASCHUTZPOLITIK UND KLIMASCHUTZPLAN 2050

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich im vom Bundeskabinett Ende 2016 beschlossenen *Klimaschutzplan 2050* vergleichsweise ambitionierte Ziele gesetzt. Der Plan fußt auf den Vereinbarungen des Pariser Klimaabkommens und setzt die folgenden Ziele fest (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2016):

- **Senkung der Treibhausgasemissionen** bis 2050 um mindestens 80 bis 95 % gegenüber 1990 (bis 2020 sollen die Emissionen um mindestens 40%, bis 2030 um mindestens 55% und bis 2040 um mindestens 70% gesenkt werden)
- **Steigerung der Anteil der erneuerbaren Energien** bis 2050 auf 60 % am Endenergieverbrauch (30 % bis 2030, 45 % bis 2040)
- **Senkung des Primärenergieverbrauchs** bis 2050 um 50 % gegenüber 2008 (20 % bis 2020).

Weiterhin gibt es im Klimaschutzplan 2050 eine Zielvorgabe für die einzelnen Wirtschaftszweige. Dadurch existiert eine verhältnismäßig konkrete Strategie zur Modernisierung der Volkswirtschaft und eine Orientierung für strategische Entscheidungen in den nächsten Jahren. Durch diese klaren Rahmenbedingungen soll die Strategie helfen, Fehlinvestitionen und Strukturbrüche zu vermeiden.

Die Sektorziele im Klimaschutzplan 2050



Dargestellt sind die Sektorziele 2030 aus dem Klimaschutzplan 2050 (in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten), Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2017). Klimaschutz in Zahlen 2017.

Abbildung 8: Sektorziele im Klimaschutzplan 2050

(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2020)

In der Grafik ist zu erkennen, dass ein Großteil der Emissionseinsparungen von der Energiewirtschaft zu leisten ist. Dementsprechend müssen hier zahlreiche Maßnahmen durchgeführt werden, um die Wende zu einer emissionsarmen Energiewirtschaft einzuleiten. Es wurden bereits zahlreiche Maßnahmen beschlossen, sowohl auf Bundesebene (Bsp. Ausstieg aus der Energieerzeugung durch Kohlekraftwerke) als auch auf kommunaler Ebene, wie zum Beispiel mit diesem Quartierskonzept (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2020).

1.3.2 KLIMASCHUTZPOLITIK IN LAND UND STADT

Land

Die Klimaschutzziele im Land Sachsen orientieren sich im Wesentlichen an den Klimaschutzzielen der Bundesregierung. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, hat der Freistaat Sachsen bereits im Jahr 2001 ein Klimaschutzprogramm verabschiedet und seitdem stetig weiterentwickelt. Seit 2008 wird das Programm der geplanten Klimaschutzmaßnahmen mit den Planungen im Energiebereich zu dem Energie- und Klimaschutzprogramm gebündelt (Sächsische Staatskanzlei, 2020).

Das aktuelle sächsische Energie- und Klimaschutzprogramm wurde im Jahr 2012 aufgelegt. In dem Programm stehen folgende Themen im Mittelpunkt:

- Klimaentwicklung beobachten und Klimawissen bereitstellen
- Betroffenheiten ermitteln, Klimafolgen abschätzen und Anpassungsstrategien entwickeln
- Treibhausgasemissionen mindern (Ziel ist die Reduzierung der CO₂-Emissionen in den Bereichen Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, private Haushalte und Verkehr bis zum Jahr 2020 um 25 Prozent gegenüber dem Jahr 2009 zu reduzieren)
- Forschung fördern, Bildung erweitern und Kooperation ausbauen

Im Bereich Energie geht es hauptsächlich um energiepolitische Strategien und Maßnahmen zur Gestaltung des sächsischen Energiesystems. Wichtige Grundsätze sind dabei insbesondere eine zuverlässige und umweltverträgliche Verfügbarkeit von Energie. Das Energie- und Klimaschutzprogramm wird seit September 2019 weiter fortgeschrieben, in der Fortschreibung soll dann auch die Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens näher beschrieben werden (Sächsische Staatskanzlei, 2020).

Stadt Pirna

Klimaschutz hat eine hohe Priorität für die Stadtverwaltung Pirna. Dies zeigt sich darin, dass, gemessen an der Größe der Stadt, ein verhältnismäßig hoher Anteil an personellen und finanziellen Ressourcen in Energie- und Klimaschutz fließen. Die Stadtverwaltung Pirna beschäftigt sowohl einen Klimaschutzmanager als auch einen kommunalen Energiemanager, die sich jeweils in einer Vollzeitstelle den Bereichen Klimaschutz und kommunale Energieeffizienz widmen.

Auch im Leitbild der Stadt Pirna, das 2006 das erste Mal erstellt und seitdem mehrmals fortgeschrieben wurde (zuletzt 2016), spielt der Klimaschutz eine signifikante Rolle. So heißt es in einem der sieben Leitsätze, es sei das Ziel Pirna zu einer „klimagerechten und energieeffizienten Stadt“ zu entwickeln. Als konkrete Ansatzpunkte werden im Leitbild unter anderem der Schutz der natürlichen Ressourcen, umweltverträgliche Mobilität, die Verbesserung der Klimaschutzarbeit und der klimafreundliche Umgang mit Energie genannt (Stadt Pirna, 2016).

Die Bemühungen der Stadt Pirna wurden bereits mehrmals mit dem European Energy Award (EEA) ausgezeichnet. Bereits im Jahr 2010 und 2013 wurden die vereinbarten Ziele erreicht und die Auszeichnung EEA verliehen. Im Jahr 2021 strebt die Stadt an, mit dem EEA in Gold ausgezeichnet zu werden (Stadt Pirna, 2020).

Ganz besonderes Engagement zeigt die Stadt Pirna beim kommunalen Energiemanagement. Seit der Einführung eines aktiven kommunalen Energiemanagements in Pirna konnten bereits 45.000 €/jährlich eingespart werden (verglichen mit 2016) (Stadt Pirna, 2020).

Das Engagement der Stadtverwaltung äußerte sich auch bei der Erstellung des vorliegenden Quartierskonzeptes. Die Mitarbeiter halfen sehr aktiv mit, Klimaschutz- und Energieeffizienzmaßnahmen für die Stadt Pirna zu entwickeln und umzusetzen.

2 AUSGANGSSITUATION

2.1 BISHERIGE ENERGETISCH UND BAULICH RELEVANTE KONZEPTIONEN, PLANUNGEN UND ZIELE

Bereits seit den 1990er Jahren gibt es in der Stadt Pirna Aktivitäten zum Thema Klimaschutz. Die ersten Aktivitäten begannen im Rahmen des Agenda 21 Prozesses, zuerst mit der Gründung einer Bürgerinitiative und kurz darauf mit dem Bekenntnis der Stadt Pirna zu den Beschlüssen des Aktionsprogramms Agenda 21 der Vereinten Nationen, das 1992 in Rio de Janeiro beschlossen wurde. Im Jahr 2000 wurde dann ein offizieller Beirat zum Thema Lokale Agenda 21 in der Stadtverwaltung eingeführt. Dieser fungiert seit 2004 als „Beirat für Stadtentwicklung und Lokale Agenda“ (SLA) und besteht aus Mitgliedern des Stadtrats und sachkundigen Bürgern.

Parallel dazu gab es verstärkt Maßnahmen zu Energieeffizienz und klimafreundlicher Energieerzeugung. Im Jahr 2008 wurde zur gesamtstädtischen Förderung des Themas ein Energieteam gegründet, das aus Beschäftigten der Stadtverwaltung Pirna, der städtischen Wohnungsgesellschaft, den Stadtwerken Pirna und fachlich kompetenten Bürgerinnen und Bürgern besteht. Um die Bemühungen im Energiebereich strukturiert zu verfolgen und zu dokumentieren, nimmt die Stadt Pirna seit 2009 am European Energy Award teil. Seitdem werden strukturiert Ziele in den Bereichen Entwicklungsplanung/Raumordnung, Kommunale Gebäude/ Anlagen, Versorgung/Entsorgung, Mobilität und interne Organisation vereinbart und deren Zielerreichung bewertet. Die Erreichung der vereinbarten Ziele führten bereits zu Rezertifizierungen im Jahr 2013 und 2017 und zu der zweimaligen Verleihung des European Energy Awards in Silber (siehe Abschnitt 1.2.2) (European Energy Award, 2020). Für das Jahr 2021 wird eine Zertifizierung in Gold angestrebt (Stadtverwaltung Pirna, 2020).

Weiterhin wird seit 2010 ein jährlicher Energiebericht über den Energieverbrauch der kommunalen Einrichtungen verfasst. Seit 2017 nimmt die Stadt Pirna am Energieeffizienznetzwerk II der SAENA teil und beschäftigt einen kommunalen Energiemanager und einen Energietechniker, die mit dem Energieverbrauch und der Energieeffizienz der kommunalen Gebäude betraut sind.

Doch auch außerhalb des Energiebereichs wurden Klimaschutzmaßnahmen entwickelt. Im Jahr 2012 wurde ein Klimaschutzkonzept für die Stadt Pirna erstellt und zur Umsetzung der Maßnahmen 2016 ein Klimaschutzmanager in Pirna eingestellt. Der Klimaschutzmanager begleitet seitdem die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen und schrieb das Klimaschutzkonzept im Jahr 2017 weiter fort

(Stadt Pirna, 2017). Zusätzlich dazu wurden auch Maßnahmen zur klimafreundlichen Mobilität entwickelt und im Verkehrsentwicklungsplan 2015 festgehalten (Stadtverwaltung Pirna, Fachgruppe Stadtentwicklung, 2015).

Die genannten Konzepte sind alle bei der Erarbeitung des Quartierskonzeptes mit eingeflossen. Die bereits entwickelten Ideen und Maßnahmen für das Quartier wurden gemeinsam mit der Stadtverwaltung ausgewertet und im vorliegenden integrierten energetischen Quartierskonzept berücksichtigt.

2.2 ENERGIEVERSORGUNG, -VERBRAUCH UND -ERZEUGUNG

2.2.1 BESTANDSSITUATION STROM

Stromerzeugung

Die Stromversorgung im Quartier ist zu 100 % leitungsgebunden. Die Betreiber des Stromnetzes in Pirna sind die Stadtwerke Pirna Energie GmbH, die über die Service- und Beteiligungsgesellschaft Pirna zu 68,75 % zu der Stadt Pirna gehören. Die verbleibenden 31,25 % gehören zur Thüga Aktiengesellschaft (25,1 %) und dem Energieverbund Dresden GmbH (6,15 %) (Stadtwerke Pirna, 2020).

Der Hauptteil des im Quartier genutzten Stroms wird importiert, es befinden sich keine größeren Stromerzeugungsanlagen im Quartier. Öffentlich bekannt sind lediglich wenige Photovoltaikanlagen im Quartier. Diese sind in den Luftaufnahmen des Geoportals Sachsen (Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, 2019) zu erkennen und befinden sich auf den Dächern einer Autowerkstatt in der Dresdner Straße und von drei Wohnhäusern in der Braustraße.

Stromverbrauch

Der Stromverbrauch des Quartiers aus den Jahren 2016 - 2018 wurde anonymisiert (auf Straßenebene) von den Stadtwerken Pirna zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Daten und frei zugänglichen Kartendaten wurde daraus der Strombedarf der Gebäude ermittelt.

Der Strombedarf im Quartier betrug im Jahr 2018 5,54 GWh/a (Stadtwerke Pirna, 2018). Wie in der Abbildung 9 zu sehen ist, entfällt der größte Teil des Stromverbrauchs auf den Bereich Wohnen mit 3,7 GWh/a. Die restlichen Verbräuche entfallen auf Gewerbe (1,2 GWh/a) und öffentliche und soziale Einrichtungen.

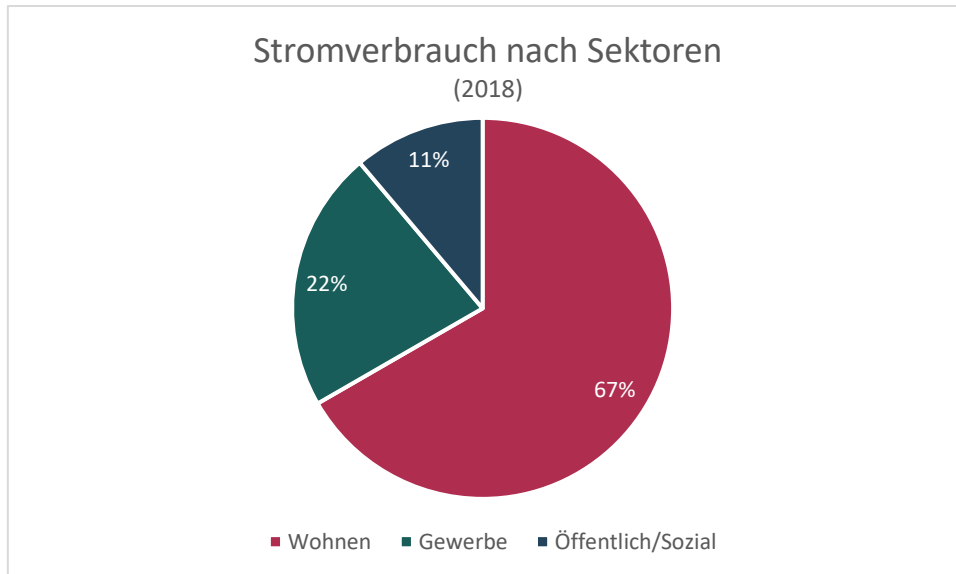


Abbildung 9: Stromverbrauch Quartier nach Sektoren

2.2.2 BESTANDSITUATION WÄRME

Wärmeerzeugung

Die Wärme im Quartier wird hauptsächlich erdgasbasiert erzeugt, gespeist aus einem Erdgasnetz, das ebenfalls von der Stadtwerke Pirna Energie GmbH betrieben wird.

Einzelne Gebäude im Quartier werden zentral von dem Heizkraftwerk Pirna Sonnenstein (erdgasbasiertes Blockheizkraftwerk) durch eine Fernwärmeleitung versorgt. Dazu gehören die Lessing-Grundschule, das Berufsschulzentrum an der Siegfried-Rädel-Straße, die Wohngebäude der Wohnungsbaugenossenschaft Pirna in der Karl-Liebknecht-Straße 13 – 16, sowie die Gebäude Ernst-Thälmann-Platz 1 und Robert-Koch-Straße 22. Kürzlich (Stand September 2020) wurden noch zusätzlich dazu das Scheunenhofcenter (Bahnhofstr. 1/Robert-Koch-Str. 7), das Wohngebiet Sandsteinwerke (Siegfried-Rädel-Str. 40) sowie die ehemalige Möbelfabrik Hengst an das Fernwärmenetz angeschlossen. Die Fernwärme wird von der Stadtwerke Pirna GmbH betrieben, die sich zu 100 % in kommunaler Hand befindet (90 % Service und Beteiligungsgesellschaft Pirna, 10 % Stadt Pirna (Stadtwerke Pirna, 2020)).

Die restlichen Gebäude im Quartier werden durch dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen versorgt. Es gibt leider keine belastbaren Erhebungen, welche Brennstoffe bei der dezentralen Wärmeerzeugung im Quartier eingesetzt werden. Auf Grund des flächendeckend ausgebauten Erdgasnetzes ist jedoch davon auszugehen, dass es sich hauptsächlich um erdgasbasierte Wärmeversorgung handelt.

Eine Abschätzung der Verteilung der Wärmeerzeugung nach Brennstoffen ließ sich jedoch vornehmen, in dem die Wärmebedarfe des Quartiers anhand der anhand von frei zugänglichen Kartenmaterial abgeschätzten Gebäudeflächen im Quartier ermittelt wurden. Wird von diesem Wärmebedarf der Gasverbrauch des Quartiers abgezogen (der von den Stadtwerken Pirna zur Verfügung gestellt wurde) so ergibt sich, dass ca. 4 % des Wärmeverbrauchs im Quartier mit einer nicht erdgasbasierten

dezentralen Wärmeversorgung gedeckt werden. Weiterhin ist anhand der Daten der Stadtwerke Pirna bekannt, dass 7 % der Wärmeerzeugung im Quartier zentral über das Heizkraftwerk Pirna-Sonnenstein erfolgen. Die verbleibenden ca. 89 % der Wärmeerzeugung bestehen aus erdgasbasierten dezentralen Anlagen.

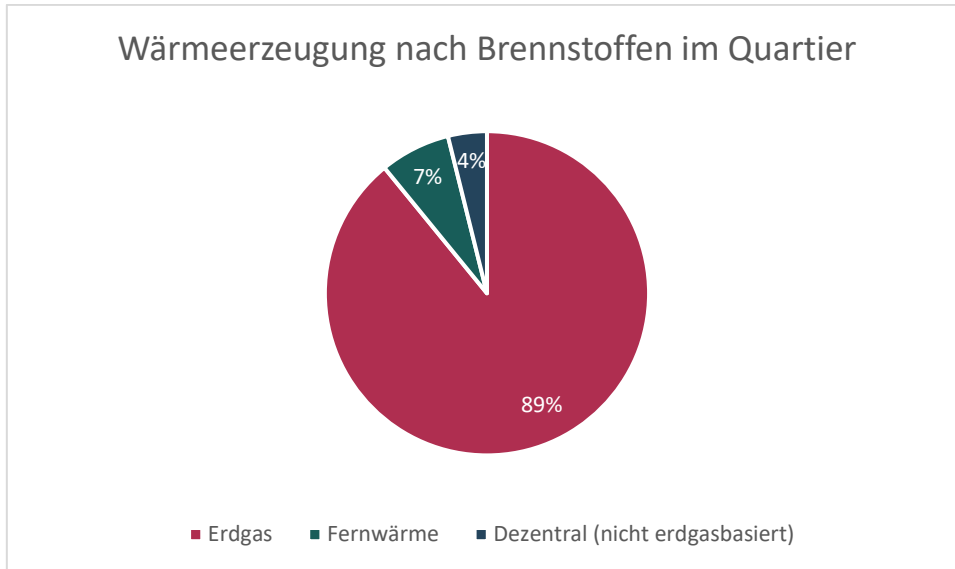


Abbildung 10: Wärmeerzeugung im Quartier nach Brennstoffen

Weiterhin wurden Daten zu dezentralen Feuerungsstätten für die gesamte Stadt Pirna vom sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2015) ausgewertet. Diese Daten bestätigen die Berechnungen für das Quartier. In der gesamten Stadt werden 83 % aller dezentral versorgten Gebäude mit einer erdgasbasierten Wärmeversorgung versorgt, die restlichen 17 % teilen sich auf Heizöl, Kohle und Holz auf.

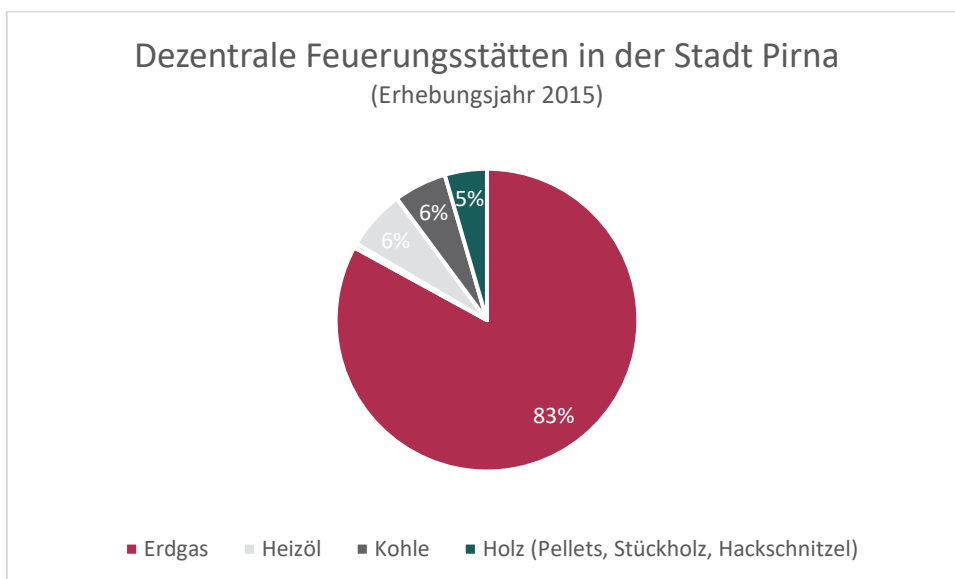


Abbildung 11: Dezentrale Feuerungsstätten in der Stadt Pirna

Aus den erwähnten Daten zu den dezentralen Feuerungsstätten zeigt sich außerdem, dass in der Pirnaer Kernstadt ca. 47 % der dezentralen Feuerungsstätten in den 1990er Jahren oder früher erbaut wurden (siehe Abbildung 12). Dementsprechend müssten diese Anlagen innerhalb der nächsten Jahre ausgetauscht werden, da die maximale Nutzungsdauer (nach VDI 2067) von 20 Jahren bei diesen Anlagen bereits überschritten wurde (BitSign GmbH, 2019). Hier besteht ein großes Potenzial zur Modernisierung der Wärmeversorgung und zur Umstellung auf energieeffiziente und erneuerbare Technologien (wie z.B. Luftwärmepumpen, Hackschnitzelkessel oder Solarthermie). Die Nutzer von älteren Wärmeerzeugungsanlagen sollten darum gezielt identifiziert und über die Möglichkeiten von ökologischer Wärmeerzeugung (z.B. durch erneuerbare Energien) informiert werden.

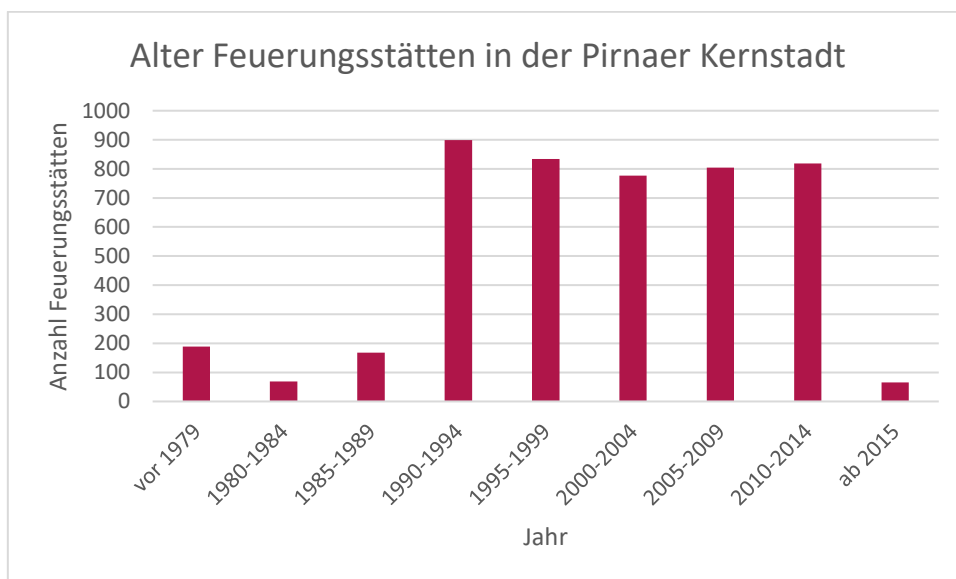


Abbildung 12: Alter Feuerungsstätten Pirnaer Kernstadt

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf des Quartiers wurde anhand von frei verfügbaren Kartenmaterial (Google Earth) und durchschnittlichen spezifischen Kennwerten (Institut für Wohnen und Umwelt, 2020) ermittelt und anschließend anhand von Daten der Stadtwerke Pirna plausibilisiert. Der Wärmeverbrauch für das gesamte Quartier betrug im Jahr 2018 21,5 GWh/a. Davon entfällt mit 15,3 GWh/a der größte Anteil auf den Bereich Wohnen. Der restliche Wärmeverbrauch verteilt sich auf öffentliche und soziale Einrichtungen (4,2 GWh/a) und Gewerbe (1,9 GWh/a).

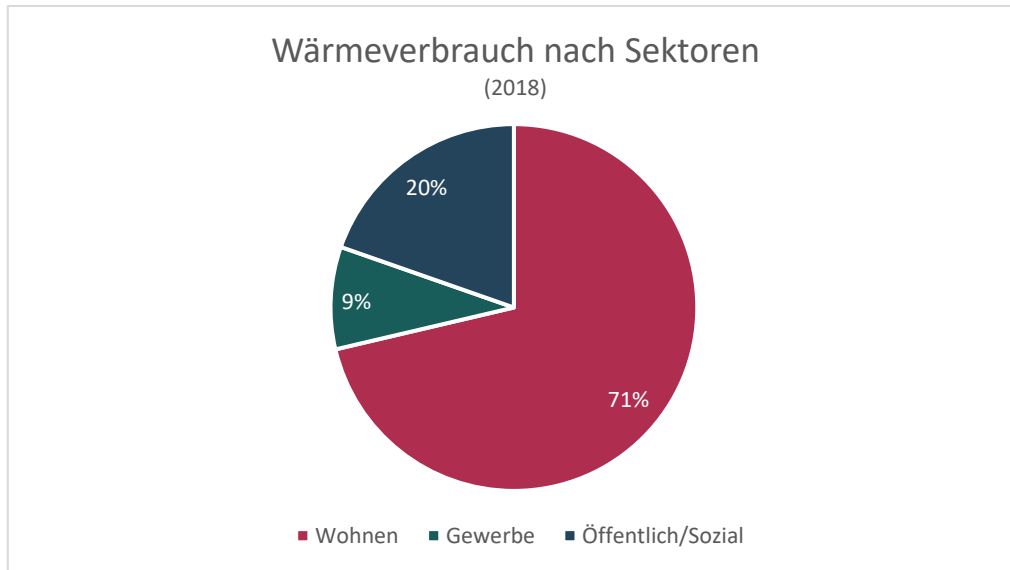


Abbildung 13: Wärmeverbrauch im Quartier nach Sektoren

2.3 VERKEHR UND MOBILITÄT

Für die Betrachtung des Sektors Verkehr wird eine kurze Einordnung der gegenwärtigen Situation von Verkehr und Mobilität im betrachteten Quartier vorgenommen. Anschließend wird die Energie- und CO₂-Bilanz des Verkehrssektors berechnet.

Gegenwärtige Situation

Bei der südlichen Innenstadt handelt es sich um ein Mischwohngebiet im Zentrum von Pirna. Im Quartier befinden sich Wohnbebauung, Einkaufsmöglichkeiten und Einzelhandel. Es bestehen mehrere Schulen und Bildungseinrichtungen für unterschiedliche Bildungsstufen und -wege. Die verschiedenen Nutzungsformen bestimmen auch die Mobilität im Quartier.

Mit Ausnahme der Lessing-Grundschule sind alle bestehenden Bildungseinrichtungen an den örtlichen Busverkehr angeschlossen. Aufgrund ihrer Struktur und Lage innerhalb Pirnas liegt eine gute Anbindung der südlichen Innenstadt an den städtischen und regionalen Busverkehr vor. Das Quartier befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Bahnhof und dem benachbarten Busbahnhof, welcher als zentraler Sammelpunkt des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) mit Bussen in Pirna dient. Nahezu alle bestehenden Linien des Pirnaer Stadtverkehrs enden und beginnen dort. Die zum Bahnhof hinführende Bahnhofsstraße, welche von fast allen Buslinien durchquert wird, stellt dabei gleichzeitig die nördliche Grenze der westlichen Innenstadt dar. Weitere Straßen auf dem Quartiersgebiet werden durch den ÖPNV abgedeckt. Dazu zählt die Königsteiner Straße (B 172), die die südliche Abgrenzung der westlichen Innenstadt darstellt (Stadt Pirna, 2015).

Die Königsteiner Straße fungiert derzeit als Teilstrecke der B 172, welche die zentrale Durchfahrtsstraße der Stadt Pirna in Ost-West Richtung, parallel zur Elbe, darstellt. Sie bewältigt ein hohes Verkehrsvolumen, zusätzlich zum Durchfahrtsverkehr gibt es zu- und abfließende Verkehrsströme aus peripheren Straßenzügen. Zur Entlastung des Pirnaer Zentrums von hohen Durchgangsverkehrs-

strömen, welche besonders zu den Hauptverkehrszeiten Überlastungen der Infrastruktur und Staus verursachen, wurde im Jahr 2017 mit dem Bau einer Umgehungsstraße im Süden der Stadt begonnen. Die Umgehungsstraße soll das Verkehrsaufkommen im Stadtinneren reduzieren. Sie wird voraussichtlich im Jahr 2023 für den Straßenverkehr freigegeben werden (Deges Projektplanung GmbH, 2020).

Weiterhin wurde im Zuge einer Begehung des Quartiers festgestellt, dass alle Bildungseinrichtungen über Radabstellmöglichkeiten verfügen. Die Anbindung des Einzelhandels an die Radinfrastruktur wurde jedoch als ausbaufähig eingestuft. Mehrere größere Einkaufsmöglichkeiten verfügen nicht über ausreichende Radabstellmöglichkeiten. In einigen Fällen wurde bemerkt, dass auf Grund von fehlenden ausgewiesenen Flächen für Fußgänger und Radfahrer, unzureichender Dimensionierung oder Bauqualität der Anlagen (Maxim-Gorki-Straße) Konfliktsituationen zwischen Verkehrsteilnehmern verschiedener Bewegungsmodi resultieren. Ähnliches wurde bereits im Verkehrsentwicklungsplan 2030 (Stadt Pirna, 2015) für die Stadt Pirna festgehalten.

2.3.1 METHODE

Zur Ermittlung der Energie- und CO₂-Bilanz für den Sektor Verkehr wird eine Bilanzierung des Straßenverkehrs auf dem Quartiersgebiet vorgenommen. Bei der Bilanzierung der Energie- und CO₂-Bilanz wurden dabei die Endenergie und Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die durch die Nutzung von motorisierten Verkehrsmitteln durch Bewohner des Quartiers entstehen.

Für die Analyse des Verkehrssektors wurden die Zulassungsdaten von der Stadtverwaltung Pirna mit dem Stand 31.12.2019 zur Verfügung gestellt (Stadtverwaltung Pirna, 2019). Zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz für das Quartier, wurde sich dabei auf die Bilanzierung der PKW, LKW sowie der Krafträder beschränkt. Auf eine mögliche Bilanzierung bestehender Zugmaschinen wurde verzichtet, da es sich bei der Strukturierung der südlichen Innenstadt um ein Mischwohngebiet handelt, welches sich nicht durch eine ausgeprägte industrielle oder baugewerbliche Nutzung auszeichnet. Ebenso aus der Betrachtung ausgenommen wurden Endenergie und Treibhausgasemissionen des ÖPNV bzw. des Stadtbusverkehrs. Da diese nicht direkt dem Verkehrsaufkommen durch Bewohner des Quartiers zuzuordnen ist, wurde der Stadtbusverkehr in dieser Bilanzierung nicht berücksichtigt.

Entsprechend der Angaben der Stadtverwaltung gab es am 31.12.2019 folgende Anzahl zugelassener Fahrzeuge im Quartier:

Tabelle 2: Anzahl Fahrzeuge im Quartier

	Krafträder	PKW	LKW
Anzahl	69	1.551	273

Die Fahrzeuge können neben der Fahrzeugart auch nach der Kraftstoffart unterschieden werden. Um die Einteilung nach benzin- und nach dieselpetriebenen Fahrzeugen vorzunehmen, wurde auf Daten

des Kraftfahrtbundesamtes und des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung über durchschnittliche Verteilungen in Deutschland zurückgegriffen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Relativer Bestand der Fahrzeugtypen nach Kraftstoffart

(Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2011), (Kraftfahrt-Bundesamt, 2019)

[km/a]	Krafträder	PKW	LKW
Benzin	100 %	66 %	6 %
Diesel		32 %	94 %

Je nach Kraftstoffart gehen außerdem in die Energie- bzw. CO₂-Bilanz variierende Daten über die Jahresfahrleistung und den streckenspezifischen Kraftstoffverbrauch ein.

Tabelle 4: Typische Jahresfahrleistungen nach Fahrzeugtypus und Kraftstoffart für das Jahr 2018

(Kraftfahrt-Bundesamt, 2019)

	Krafträder	PKW	LKW
Jahresfahrleistung in [km/a]	2.218	13.602	57.036

Tabelle 5: Typische Kraftstoffverbräuche nach Fahrzeugtypus

(Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2011)

[l/km]	Krafträder	PKW	LKW
Benzin	3,9	7,9	12,0
Diesel		6,8	19,0

Zur Ermittlung der tatsächlich zu bilanzierenden Energie- und CO₂-Mengen werden die bisher aufgeführten fahrzeugspezifischen Daten und resultierenden Kraftstoffverbräuche mit Angaben über den volumenspezifischen Energiegehalt, und bei Bedarf dem energiespezifischen CO₂-Gehalt verknüpft.

Tabelle 6: Energiegehalt und CO₂-Wirkung nach Kraftstoffart

(Institut für Energie und Umweltforschung, 2017)

	Benzin	Diesel
Energiegehalt [kWh/l]	8,6	9,9
CO₂-Gehalt [kg/kWh]	0,264	0,266

2.3.2 ERGEBNISSE

Um Vergleichswerte für die Verkehrsdichte im Quartier zu erhalten werden die PKW-Zulassungen im Quartier südliche Innenstadt zunächst dem sächsischen Landesdurchschnitt gegenübergestellt. Auf diese Weise wird eine Einschätzung ermöglicht, in welchem Maße die Mobilität des betrachteten Quartiers von der PKW-Nutzung abhängt bzw. von dieser dominiert wird.

Tabelle 7: Vergleich der Zulassungsdichte an PKW
(Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2019)

	PKW	Einwohner	PKW-Dichte (PKW pro 1.000 EW)
Pirna – südliche Innenstadt	1.551	3.328	478
Sachsen	2.148.960	4.077.937	527

Die Zulassungsdichte an PKWs liegt in der südlichen Innenstadt Pirnas knapp (9 %) unter dem sächsischen Landesdurchschnitt. Gründe dafür sind die Beschaffenheit des Quartiers als Mischwohngebiet verschiedener Nutzungstypen sowie dessen Einbettung in die Infrastruktur einer Kreisstadt mittlerer Größe.

Aus den bereits vorgestellten Daten lässt sich eine Energie- und CO₂-Bilanz des motorisierten Individualverkehrs ermitteln.

Tabelle 8: Energie- und CO₂-Bilanz Verkehr im Quartier südliche Innenstadt

THG-Bilanz	Krafträder	PKW		LKW	
	Benzin	Benzin	Diesel	Benzin	Diesel
Anzahl [n]	69	1.024	496	16	257
Fahrleistung [km/a]	2.218	13.602	13.602	21.000	21.000
Kraftstoffverbrauch [l/ 100 km]	3,9	7,9	6,8	12,0	19,0
Energiegehalt [kWh/l]	8,6	8,6	9,9	8,6	9,9
CO₂-Wirkung [kg/l]	0,314	0,314	0,325	0,314	0,325
Energiebedarf [MWh/a]	51	9.460	4.545	355	10.137
CO₂-Ausstoß [t CO₂/a]	16	2.970	1.477	111	3.294

Insgesamt werden für den Sektor Verkehr ein jährlicher Energiebedarf ca. 25.000 MWh sowie ein einhergehender CO₂-Ausstoß von etwa 8.000 t CO₂ ermittelt. Dabei können 57 % des CO₂-Ausstoßes dem PKW-Verkehr zugeordnet werden, 43 % entfallen auf LKW. Nur ein geringer Anteil (0,2 %) an Energiebedarf und CO₂-Ausstoß entfällt auf bestehende Krafträder.

2.4 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Die Energie- und CO₂-Bilanz wird als endenergiebasierte Territorialbilanz aufgestellt. Demnach werden alle im betrachteten Gebiet (Grenze des Betrachtungsgebietes = Bilanzgrenze) anfallenden Verbräuche auf Endenergieniveau (Energie, die z. B. am Hauszähler gemessen wird) berücksichtigt. Die Daten für die leitungsgebundenen Energieträger (Strom, Gas und Fernwärme) wurden von den Stadtwerken zur Verfügung gestellt (siehe Abschnitt 2.2), die Daten für den Bereich Verkehr basieren u. a. auf den Zulassungszahlen des Kraftfahrtbundesamtes für die im Quartier wohnhaften Fahrzeughalter und durchschnittlichen Fahrtstrecken (siehe Abschnitt 2.3). Mittels der spezifischen Emissionsfaktoren nach BSKO Bilanzierungssystematik Kommunal) werden aus den Energieverbräuchen die CO₂-Emissionen berechnet.

Tabelle 9: Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2018

	Endenergieverbrauch in MWh	CO ₂ -Faktor in t CO ₂ äqu./MWh	CO ₂ - Emissionen in t CO ₂ äqu	Pro-Kopf- Emissionen in t CO ₂ äq./EW
Strom	5.545	0,544	3.017	0,9
Gas	19.779	0,247	4.885	1,5
Fernwärme	1.706	0,152 ¹	259	0,1
Benzin	9.866	0,314	3.098	1,0
Diesel	14.681	0,315	4.771	1,5
Gesamt	51.577		16.031	5,0

Emissionsfaktoren entnommen aus der Bilanzierungssoftware ECOSPEED-Region, Emissionsfaktoren gemäß BSKO (Bilanzierungssystematik Kommunal)

Der jährliche Endenergieverbrauch liegt bei ca. 51.500 MWh. Etwa 40 % der Endenergie (38 % Gas, 3 % Fernwärme) wird zur Wärmebereitstellung (Raumwärme und Warmwasser) benötigt. Hier spiegelt sich wider, dass das Quartier hauptsächlich aus Wohnhäusern mit einem hohen Anteil für Heizenergie besteht und dass erneuerbare Energien bei der Wärmeerzeugung im Quartier bisher bislang nur eine untergeordnete Rolle spielen (siehe Abschnitt 2.2). Etwa 48 % des Endenergieverbrauchs sind dem Verkehrsbereich zuzuordnen, dies wird durch eine hohe Nutzung von motorisiertem Individualverkehr im Quartier verursacht. Lediglich 11 % der Endenergie werden für den Stromverbrauch benötigt.

Die jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen im Quartier liegen insgesamt bei ca. 16.000 Tonnen. Bezogen auf 3.238 Einwohner (2019) entspricht dies pro Quartiersbewohner etwa 5,0 t/a und liegt somit unter dem Bundes- und dem Landesdurchschnitt von 9,6 t/a*EW bzw. 9,0 t/a*EW (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2018). Der Grund dafür ist vor allem, dass in dem Gebiet keine größeren Industrie- und Gewerbegebiete angesiedelt sind. Im Vergleich mit dem Durchschnittsausstoß von Haushalten in Deutschland (ca. 4,0 t/a*EW) liegt das Quartier etwas darüber (Schlich, 2019).

¹ (EEB Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, 2018)

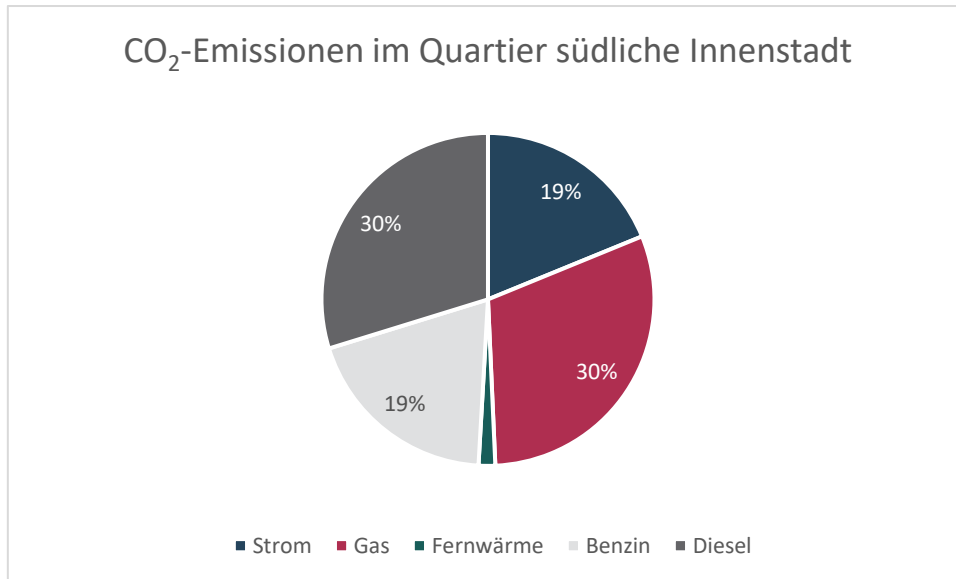


Abbildung 14: Übersicht CO₂-Emissionen Quartier südliche Innenstadt

Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens im Quartier sind dem Verkehrssektor mit 48 % die höchsten CO₂-Emissionen zuzuordnen. Durch die Wärmebereitstellung werden 32 % und durch Strom 19 % der Emissionen verursacht. Im folgenden Kapitel werden die Einsparpotenziale der momentan im Quartier ausgestoßenen Treibhausgase beleuchtet.

3 ZIELBESTIMMUNG UND VARIANTENANALYSE

3.1 LEITLINIEN FÜR DIE ENERGETISCHE QUARTIERSENTWICKLUNG

Die politischen Grundlagen der Leitlinien für die energetische Quartiersentwicklung wurden bereits im Kapitel 1.3 und 2.1 beschrieben. Den ökologischen und politischen Rahmen der energetischen Quartiersentwicklung bilden die Klimaschutzziele der europäischen Union, der Bundesregierung und der Landesregierung des Freistaates Sachsen. Es war deshalb eines der wichtigsten Kriterien bei der Erarbeitung der Potenziale und Maßnahmen dieses Quartierskonzeptes, dass durch die erarbeiteten Maßnahmen Treibhausgasemissionen eingespart werden können und so die Erreichung der Klimaschutzziele unterstützt wird.

Die zweite wichtige Leitlinie für die Erarbeitung der Maßnahmen war die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen. Bei der Erarbeitung der Maßnahmen gab es die grundlegende Bedingung, dass die Preise für die Endkunden nicht signifikant erhöht werden (keine weiteren Erhöhungen als durch Inflation und Steuern notwendig sind). Weiterhin war es wichtig, dass sich alle Maßnahmen für die Betreiber der jeweiligen Lösung über die Lebensdauer rechnen. Maßnahmen, die diese beiden Bedingungen nicht erfüllten, wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes nicht weiterverfolgt.

Eine weitere wichtige Bedingung für die Maßnahmen war, dass keine Veränderung an der historischen Bausubstanz der Gebäude stattfinden und die geltenden Regelungen des Denkmalschutzes für die

Gebäude eingehalten werden. Weiterhin sollten keine fundamentalen Änderungen an der städtebaulichen Struktur (z.B. durch große Energieerzeugungsanlagen) stattfinden.

Eine zusätzliche Leitlinie für die zukünftige Energieerzeugung des Quartiers war, dass die Strom- und Wärmeerzeugung nicht von importierten Brennstoffen abhängig sein sollte. Aus diesem Grund werden Erzeugungsvarianten mit einem größeren Einsatz von fossilen Brennstoffen oder importierter Biomasse (z.B. Holzpellets aus Russland) entweder von vornherein ausgeschlossen oder nur als nachrangige Option empfohlen. Die Nutzung von Brennstoffen aus der Region hat ebenfalls den Vorteil, dass damit die lokale Wertschöpfung gesteigert wird. Als letztes Kriterium diene auch die lokale Wertschöpfung als Leitlinie für die Erstellung der Maßnahmen.

Die genannten Leitlinien wurden sowohl bei der Untersuchung der Potenziale als auch bei der Erarbeitung von Maßnahmen mitberücksichtigt. Dabei wurde auch beachtet, dass einige Maßnahmen auch sektorübergreifende Effekte haben.

Die kompletten Maßnahmen, sowie die Effekte auf die genannten Kriterien sind in den Maßnahmenblättern zu finden. Die Herleitung der Effekte der Maßnahmen ist in den Abschnitten 3.2 und 3.3 dokumentiert.

3.2 POTENZIALANALYSE

3.1.2 POTENZIAL ERNEUERBARER ENERGIE

In diesem Kapitel sollen die Potenziale im Quartier für eine klimafreundliche und ressourcenschonende Energieversorgung analysiert werden. Dabei werden nur die Potenziale untersucht, die im Quartier im größeren Stil eingesetzt werden können.

3.1.2.1 SOLARENERGIE

Bei der Solarenergie werden aus Sonnenstrahlung Wärme und/oder Strom erzeugt. Die Solarenergie bietet damit eine der klimafreundlichsten und ressourcenschonendsten Möglichkeiten der Energieproduktion.

Solaranlagen können entweder auf größeren Freiflächen oder auf Dachflächen installiert werden. Da im Quartier keine größeren Freiflächen zur Energieerzeugung vorhanden sind, ist nur die Installation auf Dachflächen möglich. Hierbei sind die Vorgaben des Denkmalschutzes zu beachten. 57 % der Gebäude im Quartier sind denkmalgeschützt und eine Solaranlage auf dem Dach verändert in der Regel die Außenansicht eines Gebäudes, was zu Konflikten mit dem Denkmalschutz führen kann. Ob die Installation einer Solaranlage mit dem Denkmalschutz und den sonstigen baulichen Gegebenheiten eines Gebäudes vereinbar ist, ist im Einzelfall zu prüfen. Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde deshalb jeweils das Potenzial mit und ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes ermittelt.

Solarenergie kann auf zwei verschiedene Arten genutzt werden, entweder zur Gewinnung von Wärme oder zur Gewinnung von Strom. In diesem Abschnitt werden die am häufigsten genutzten Technologien zur Gewinnung von Solarenergie untersucht, Solarthermieranlagen zur Erzeugung von Wärme und Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung. Um die Potenziale der Solarenergie im Quartier zu ermitteln wurden die Dachflächen mit frei verfügbarem Kartenmaterial (Google Earth) ausgemessen. Anschließend wurden anhand der öffentlich verfügbaren Luftaufnahmen die Ausrichtung und die Beschaffenheit der Dachflächen bestimmt. Verfügten die Dächer bereits über eine Photovoltaik- oder Solarthermieranlage oder hatten eine sichtbar unebene Dachfläche, wurden diese Dachflächen bei der Berechnung des Potenzials nicht berücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurden Dachflächen, die eine Ausrichtung in Richtung Norden haben, da hier auf Grund der geringen Sonneneinstrahlung der Ertrag der Solarenergie zu gering wäre.

Photovoltaik

Der Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen, während die Kosten seit 2006 fast um 75 % gesunken sind (ub.de Fachwissen GmbH, 2020). Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen für den Eigenverbrauch ist damit in den letzten zehn Jahren signifikant gestiegen. In vielen Fällen ist dadurch der Strom aus Photovoltaikanlagen heute schon deutlich günstiger als der Strom der gängigen Stromanbieter.

Wie bereits erwähnt, wurden bei der Berechnung des Photovoltaikpotenzials lediglich Dachflächen mit Nordausrichtung und gänzlich ungeeignete Dachflächen ausgeschlossen. Unter diesen Annahmen beträgt die Summe der geeigneten Dachflächen im Quartier ca. 30.780 m². Als technische Ausgangsdaten wurde angenommen, dass für pro m² nutzbarer Dachfläche 0,18 kWp Leistung installiert werden können. Der Stromertrag je kWp wurde lokalspezifisch von der europäischen Solardatenbank berechnet (European Commission, 2019):

- Ausrichtung nach Süden: 982 kWh/a
- Ausrichtung nach Osten: 774 kWh/a
- Ausrichtung nach Westen: 826 kWh/a
- Ausrichtung nach Süd-Ost: 878 kWh/a
- Ausrichtung nach Süd-West: 904 kWh/a (Wert auch für Flachdächer)

Legt man diese Annahmen zu Grunde so ergibt sich ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes ein Potenzial von 4.572 MWh/a. Damit könnte der Strombedarf im Quartier bilanziell zu 84 % gedeckt werden. Mit Ausschluss der Dachflächen von denkmalgeschützten Gebäuden beträgt das Photovoltaik-Potenzial 2.284 MWh/a. Hier könnte eine Deckung von 42 % des Strombedarfs im Quartier erreicht werden.

Der erzeugte Strom kann sowohl im Gebäude vom Nutzer selbst verbraucht werden, als auch ins Netz eingespeist werden. Hier wurde angenommen, dass 33 % des erzeugten Stroms in dem Gebäude, auf dem die Anlage installiert wurde, verbraucht werden. Der restliche Strom wird ins Netz eingespeist. Je nach Nutzung des Gebäudes und genutzten Speicher kann die Quote etwas darüber oder darunter

liegen, hier wurde von einem Durchschnittswert des Stromverbrauchs ohne Speicher ausgegangen (Werte bekannt aus Projekterfahrungen).

Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abbildung 15 zu finden. Ungefähr 20 % des erzeugten Stroms könnten direkt im Quartier verbraucht werden, die anderen 80 % könnten ins Verteilnetz eingespeist werden. Um keine Netzüberlastung in Hochphasen der Solarstromproduktion zu verursachen, sollte die Netzeinspeisung jedoch sorgfältig mit den Stadtwerken Pirna, dem Netzbetreiber, abgestimmt werden.

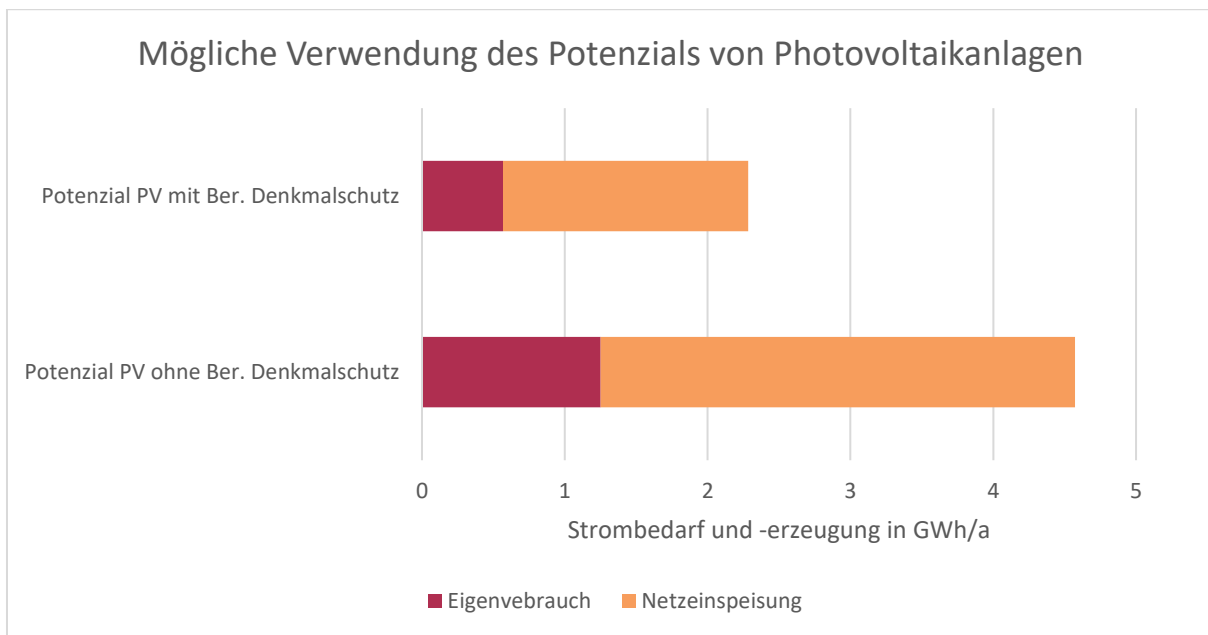


Abbildung 15: Mögliche Verwendung des Potenzials von Photovoltaikanlagen

Dadurch, dass bei der Bruttostromerzeugung in Deutschland ca. 1/3 fossile Brennstoffe eingesetzt werden (Fraunhofer ISE, 2020), können bei der emissionsfreien Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen Emissionen im großen Stil eingespart werden. Der Emissionsfaktor des deutschen Strommixes liegt bei 0,544 kg/kWh (Emissionsfaktor aus ECOSPEEDRegion nach BSKO) Geht man davon aus, dass der importierte Strom im Pirna von der Erzeugung her dem durchschnittlichen deutschen Strommix entspricht, so lassen sich ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes ca. 2.500 t CO₂/a einsparen und mit Berücksichtigung des Denkmalschutzes ca. 1.200 t CO₂/a.

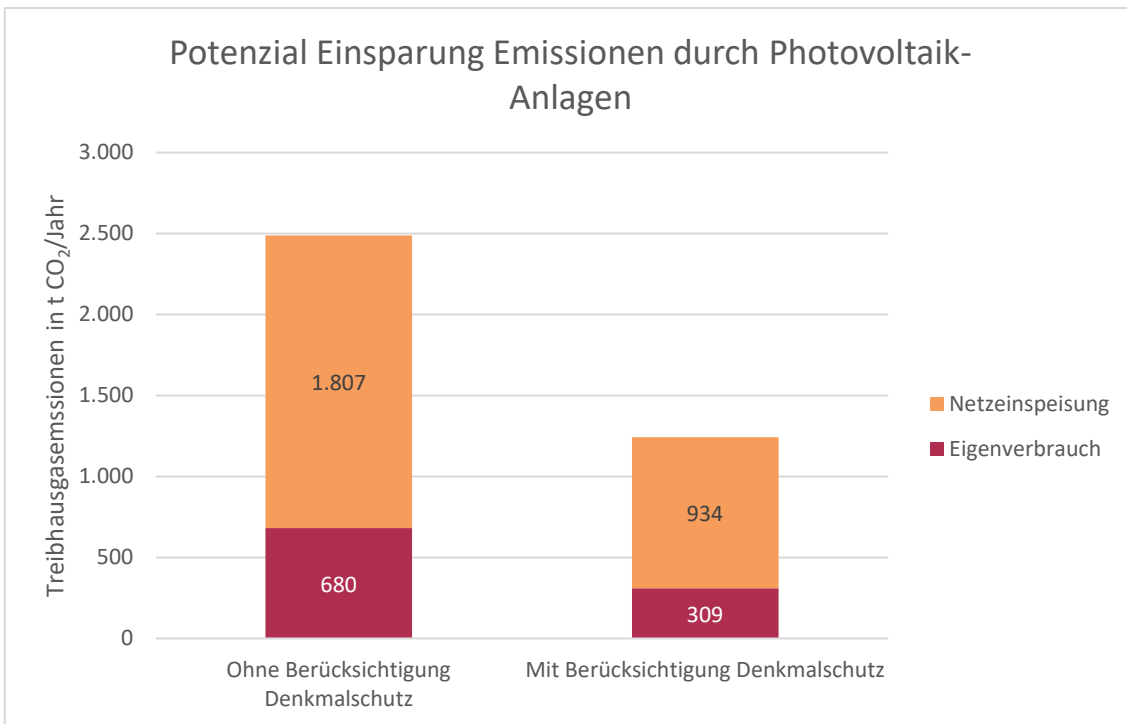


Abbildung 16: Potenzial Emissionseinsparung durch Photovoltaikanlagen

Auch wirtschaftlich lohnt sich die Installation von Photovoltaikanlagen. Eine nicht-dynamische Grobkalkulation der Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen im Quartier ergab, dass die durchschnittliche Amortisationszeit von Dachflächenanlagen im Quartier ca. 13 Jahre beträgt. Unter der Annahme, dass eine Photovoltaikanlage eine Lebensdauer von 20 Jahren hat, ergibt sich für fast jedes Gebäude ein Gewinn durch die Stromkosteneinsparung und Vergütung durch Netzeinspeisung über die Lebensdauer der Anlage. Der Gesamtgewinn für das gesamte Quartier über 20 Jahre liegt ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes bei ca. 4,0 Mio € und mit Berücksichtigung des Denkmalschutzes bei ca. 2,0 Mio. €. Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass 33 % des erzeugten Stroms im Haus selber genutzt werden und 67 % des Stroms ins Netz eingespeist werden (keine Berücksichtigung von Speichern). Ob die Installation von Photovoltaikanlagen für das jeweilige Gebäude wirtschaftlich ist, hängt von Kriterien wie z.B. dem entsprechenden Stromverbrauch und Betreibermodell ab. Beliebt bei Mietshäusern ist das so genannte Mieterstrommodell, hierbei muss jedoch eine recht hohe Quote von Abnehmern (min. 30 – 40 % der Haushalte) vorhanden sein, damit die entsprechenden Einnahmen und Amortisationszeiten erreicht werden.

Um konkrete Projektideen zu erarbeiten, wurden anhand der ausgemessenen Dachflächen, die Gebäude identifiziert, die für Solaranlagen besonders geeignet sind. Hierzu wurden die Gebäude mit den zehn größten Dachflächen ohne Denkmalschutz ermittelt und überschlagsweise deren Solarpotenzial und Wirtschaftlichkeit berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 10 zu finden.

Tabelle 10: Top Ten Dachflächen für Photovoltaikanlagen im Quartier

Adresse	Gebäudenutzung	Möglicher PV Ertrag	Eingesparte Emissionen	Amortisationszeit
	Einheit	[kWh/a]	[t/a]	[a]
Ernst-Thälmann-Platz 2	Parkhaus	286.387	115	16
Am Felsenkeller 1	Supermarkt	177.039	71	17
Robert-Koch-Straße 17	Alexa Seniorenresidenz	116.379	47	11
Königsteiner Straße 25	Supermarkt	154.909	62	16
Am Felsenkeller 2	Seniorenzentrum	87.840	35	14
Dresdner Straße 4	KfZ-Werkstatt	82.728	33	16
Siegfried-Rädel-Straße 9	Arzt/Büro	67.203	27	19
Karl-Liebknecht-Straße 13 – 16	Wohngebäude (WGP)	50.400	20	12
Am Felsenkeller 1a	Ärztehaus	39.053	16	12
	Gesamt	1.061.939	426	Ø 15

Potenzial Solarthermie

In direkter Flächenkonkurrenz zu Photovoltaikanlagen auf den geeigneten Dachflächen stehen Solarthermieanlagen. Bei einer Solarthermieanlage wird in einem flachen Modul mit dunkler Oberfläche eine Heizflüssigkeit durch Sonneneinstrahlung erwärmt, die dann zum Heizen oder zur Aufbereitung von Warmwasser genutzt werden kann.

Bei dem Solarthermiepotenzial werden nur Dächer mit Südausrichtung und Flachdächer als potenziell nutzbare Fläche gewertet, da bei der Ausrichtung in andere Himmelsrichtungen der potenzielle Ertrag deutlich geringer ist. Die unter diesen Annahmen geeigneten Dachflächen ergeben eine summierte Fläche von 26.830 m².

Weiterhin wurde die Annahme getroffen, dass die gewonnene Wärme direkt im Haus verwendet wird und nicht über ein Wärmenetz andere Häuser versorgt. Es kam jedoch nur in Einzelfällen vor, dass das Potenzial der Dachfläche eines Hauses den Wärmeverbrauch des Hauses und dadurch überschüssige Wärme entstehen würde.

Der Potenzialberechnung wurde ein Ertrag von Solarthermieranlagen von 400 kWh/m²/a zu Grunde gelegt. Berücksichtigt man diese Annahmen, so ergibt sich ein Solarthermie-Potenzial von 1.713 MWh/a. Hiermit könnten ca. 15 % des Wärmebedarfs der Häuser im Quartier mit Dachfläche mit Südausrichtung oder Flachdach gedeckt werden.

Werden die Dächer mit Denkmalschutzaufgaben aus der Berechnung ausgeschlossen, so ergibt sich ein Potenzial von 822 MWh/a. Dies entspricht einer Abdeckung von 7 % des Wärmebedarfs.

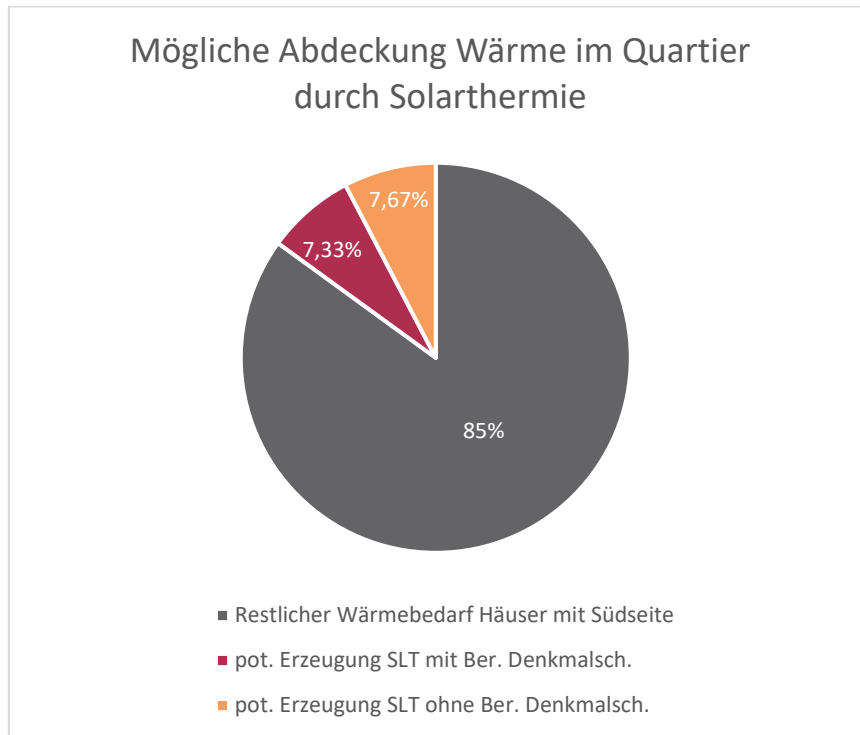


Abbildung 17: Übersicht Abdeckung durch Solarthermie-Potenzial

Geht man davon aus, dass die betrachteten Häuser alternativ mit Erdgas beheizt werden, so ergeben sich mögliche Emissionseinsparungen von 0,202 kg/kWh. Hochgerechnet auf das Potenzial gäbe es bei einer kompletten Ausnutzung des Solarthermie-Potenzials Emissionseinsparungen von 318 t/a ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes und von 163 t/a mit Berücksichtigung des Denkmalschutzes.

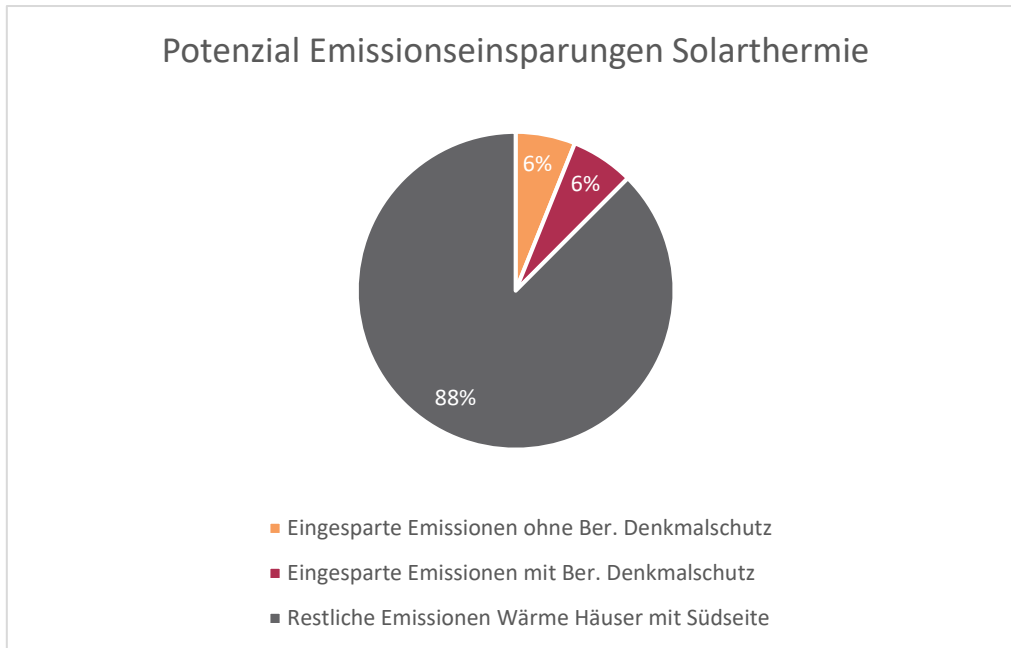


Abbildung 18: Potenzial Emissionseinsparungen Solarthermie

3.1.2.2 GEOTHERMIE

Das Geothermiepotezial in Pirna liegt deutlich unter dem deutschen Durchschnitt (Leibniz Institut für Angewandte Geophysik, 2016). Hinzu kommt, dass sich im Quartier fast ausschließlich Mehrfamilienhäuser mit dichter Bebauung befinden. Auf Grund des hohen Wärmebedarfs und der geringen Flächenverfügbarkeit ist es sehr schwierig im betrachteten innerstädtischen Quartier das Geothermiepotezial zu nutzen. Wir empfehlen deshalb die Nutzung von Geothermie nur in Einzelfällen. So wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes z.B. Bohrungen für Brunnen bekannt, die ursprünglich mal von den Stadtwerken Pirna getätigt wurden. Solche Anlagen geothermisch nachzunutzen kann durchaus effizient sein. Ebenso sollte bei Gebäuden mit geringen Wärmebedarf und größerer Grundstücksfläche eine Nutzung von Geothermie geprüft werden.

3.1.2.3 BIOMASSE

Biomasse kann auf Grund der engen räumlichen Gegebenheiten und dem geringen Aufkommen von Biomasse in der Innenstadt im Quartier nur begrenzt eingesetzt werden. Dezentrale Anlagen, die mit Holzpellets oder Holzhackschnitzeln Strom und Wärme erzeugen, sind zu empfehlen, solange der entsprechende Brennstoff aus der Region kommt. Es wird deshalb als eine Option für dezentrale Wärmeversorgungen bei den Einzelfallbetrachtungen mitberücksichtigt.

Gesicherte Aussagen zum Gesamtpotezial der Biomasse im Quartier können wir leider nicht treffen. Auf Grund der nur geringen Mengen an Grünschnitt und aufbereitet organischen Abfällen, ist aber davon auszugehen, dass das Potezial nicht für eine Versorgung von Biomasse im größeren Stil (z.B. durch zentrale Kraftwerke) ausreichen würde.

3.1.2.4 WINDKRAFT

Für die Nutzung von Windkraft ist das betrachtete Quartier nicht geeignet. Es gibt keine Freiflächen, die sich für die Installation von Windkraftanlagen eignen würden und deshalb auch keine ausgewiesenen Vorranggebiete. Dies ist dokumentiert im Regionalplan Oberes Elbtal/Erzgebirge (Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Erzgebirge, 2015). Auch zukünftig ist eine Installation von Windkraftanlagen im betrachteten Quartier unwahrscheinlich.

3.2.2 ANALYSE EFFIZIENZ UND EINSARPOTENZIALE

3.2.2.1 STROM

Öffentliche Liegenschaften

Bei den öffentlichen Liegenschaften im Quartier handelt es sich hauptsächlich um Schulen und Turnhallen. In diesen Gebäuden bestehen große Einsparpotentiale hinsichtlich der Umrüstung auf energieeffiziente LED-Technologie bei der Beleuchtung.

In den Schulgebäuden entfallen nach Schätzung etwa 40 % des Strombedarfs auf die Beleuchtung. Über eine Umrüstung sind Einsparungen im Stromverbrauch für die Beleuchtung von etwa 70 % erzielbar. Beispielhaft wurde für das Schulgebäude der Goethe-Oberschule (inkl. Turnhalle) eine Leuchtmittelaufnahme über alle Räumlichkeiten des Gebäudes vorgenommen. Für jeden Raum wurden die Leuchtmittel mit Stückzahl und Wattage erfasst sowie in Abhängigkeit der jeweiligen Nutzung (Klassenraum, Aula, Toilette/ Dusche, Turnhalle, Flure) die Leuchtdauern ermittelt. Über diese Eingangsgrößen konnte ein Gesamtstromverbrauch von etwa 108 MWh über alle etwa 1.300 Leuchtmittel bestimmt werden. Ein Ausschnitt über die Bestandsaufnahme sowie die weitere Einsparberechnung ist in Abbildung 19 dargestellt.

	Bestand					LED-Ersatz					Ergebnisse			
	Stückzahl	Wattage	Leistung	Leuchtdauer	Verbrauch	Stückzahl	Wattage	Leistung	Leuchtdauer	Verbrauch	Einsparung kWh/a	Einsparung €/a	CO ₂ -Reduzierung t/a	
Sporthalle Goethe														
LSR TB 1500 - Halle	63	58	4.11	1000	4.111	Sportec S-Line 600mm	15	60	0.90	1000	900	3.210,75	748,73 €	1.288
LSR TB 1500 - Nebenräume	9	58	0.59	100	59	LED-Panel 620x620 30 W	3	30	0.09	100	9	49,73	11,00 €	20
Keller														
K.01 Spielraum	4	58	0.26	375	98	LED-Panel 620x620 30 W	2	30	0.06	375	23	75,38	17,58 €	30
K.02 Spielraum	4	58	0.26	375	98	LED-Panel 620x620 30 W	2	30	0.06	375	23	75,38	17,58 €	30
K.03 Spielraum	12	58	0.78	375	294	LED-Panel 620x620 30 W	6	30	0.18	375	68	226,13	52,73 €	91
K.04 Schülerrat	4	58	0.26	100	26	LED-Panel 620x620 30 W	2	30	0.06	100	6	20,10	4,69 €	8
K.05 Küche	8	58	0.52	100	52	FRL 1500 mm, 30 W	4	30	0.20	100	20	32,20	7,51 €	13
K.05 WC	1	36	0.04	250	10	FRL 1500 mm, 30 W	1	30	0.03	250	8	2,63	0,61 €	1
K.06 Mehrzweckraum	8	58	0.52	400	209	LED-Panel 620x620 30 W	4	30	0.12	400	48	160,80	37,50 €	64
K.08 Belegungsvers.	2	58	0.13	100	13	FRL 1500 mm, 30 W	2	30	0.06	100	6	7,05	1,64 €	3
K.09 Vorberstung	2	58	0.13	100	13	FRL 1500 mm, 30 W	2	30	0.06	100	6	7,05	1,64 €	3
K.10 Waschen/Tonfen	2	58	0.13	400	52	FRL 1500 mm, 30 W	2	30	0.06	400	24	28,20	6,58 €	11
K.11.2 Werken	6	58	0.39	400	157	LED-Panel 620x620 30 W	3	30	0.09	400	36	120,60	28,12 €	48
K.11.1 Werken	6	58	0.39	400	157	LED-Panel 620x620 30 W	3	30	0.09	400	36	120,60	28,12 €	48
K.12 Werken	8	58	0.52	400	209	LED-Panel 620x620 30 W	4	30	0.12	400	48	160,80	37,50 €	64
K.12.1 Werken	1	58	0.07	400	26	FRL 1500 mm, 30 W	1	30	0.03	400	12	14,10	3,29 €	6
K.13 Heizung	4	58	0.26	100	26	FRL 1500 mm, 30 W	4	30	0.12	100	12	14,10	3,29 €	6
K.17 Werken	12	58	0.78	400	313	LED-Panel 620x620 30 W	6	30	0.18	400	72	241,20	56,25 €	97
K.18 Werken	12	58	0.78	400	313	LED-Panel 620x620 30 W	6	30	0.18	400	72	241,20	56,25 €	97
K.19 Hausmeister	2	58	0.13	100	13	FRL 1500 mm, 30 W	1	30	0.05	100	5	8,05	1,88 €	3

Abbildung 19: Ausschnitt Berechnung Beleuchtung

Über die Umrüstung aller Leuchtmittel könnte eine jährliche Einsparung von ca. 68 MWh bzw. ca. 19.000 € erzielt werden. Dies bedeutet gleichzeitig eine Einsparung an CO₂-Emissionen von etwa 37 Tonnen CO₂ pro Jahr. Bei Investitionskosten von etwa 81.000 Euro ergibt sich daraus eine Amortisationszeit von ca. 5 Jahren. Vor dem Hintergrund, dass LED-Leuchten eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 20 Jahren haben und die Umrüstung auch ökologische Vorteile mit sich bringt, ist eine Umrüstung durchaus empfehlenswert.

Hinsichtlich der Investition kann gegebenenfalls auf das Förderprogramm „Schulische Infrastruktur“ der SAB zurückgegriffen werden. Hierbei werden Einzelmaßnahmen wie beispielsweise die

energieeffiziente Innen- und Außenbeleuchtung in Höhe von 80 % der zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert.

Straßenbeleuchtung

Ein weiterer großer öffentlicher Verbraucher ist die Straßenbeleuchtung. Im Quartiersgebiet wurden über Daten der Stadtverwaltung insgesamt 91 Lichtpunkte betrachtet, die noch nicht auf LED-Technologie umgerüstet wurden. Hierbei wurde ebenfalls berücksichtigt, ob bestimmte Leuchten einer tageszeitabhängigen Abschaltung oder Leistungsreduzierung unterliegen. Ein Ausschnitt aus der beschriebenen Datenaufnahme sowie der Kalkulation ist in Abbildung 20 dargestellt.

Bei einer Gesamtleistung für die noch nicht modernisierten 91 Leuchten im Quartier fällt ein jährlicher Stromverbrauch von rund 41 MWh an. Durch Umrüstung bzw. Erneuerung kann der Verbrauch um etwa 80 % auf ca. 8 MWh gesenkt werden. Dies bedeutet eine gleichzeitige Reduzierung der Energiekosten um rund 7.500 € jährlich. Bei einer Investition der Maßnahme von ca. 20.000 € ergibt sich eine Amortisation schon innerhalb von etwa 2,6 Jahren. Gleichzeitig kann eine Einsparung an CO₂-Emissionen von 18 t/a erreicht werden.

Name	LED	keine Abschaltung/Reduzierung	Abschaltung 00:30 - 04:30 Uhr	Halbnachtschaltung (22 - 04 Uhr)	Leistungsreduzierung (auf ca. 70 %) (22 - 04 Uhr)	keine Beleuchtung bzw. Privatstr.	Bestand							
							Anzahl	Leistung je Leuchte (W)		Brenndauer ohne Reduzierung	Brenndauer mit Reduzierung (70%)	Abschaltdauer Halbnachtschaltung (0%)	Verbrauch Straßenzug (kWh/a) berechnet	Verbrauch Straßenzug (kWh/a) aus Abrechnung Pirna
Dresdner Straße			x		x		5	150	750	2.190	1.310	2.913		669,95 €
Königsteiner Straße I			x				5	70	350	2.190		1.310	958	220,37 €
Königsteiner Straße II			x				3	250	750	2.190		1.310	2.053	472,22 €
Königsteiner Straße III			x				12	400	4800	2.190		1.310	13.140	3.022,20 €
Schandauer Straße				x			15	150	2250	2.190		1.310	6.159	1.416,66 €
Am Felsenkeller		x					10	70	700	3.500			3.063	704,38 €
Bergstraße I					x		4	70	280	2.190	1.310		1.087	250,11 €
Bergstraße II					x		1	100	100	2.190	1.310		388	89,33 €
Bergstraße III					x		1	150	150	2.190	1.310		583	133,99 €
Bergstraße IV					x		1	250	250	2.190	1.310		971	223,32 €
Braustraße I					x		6	100	600	2.190	1.310		2.330	535,96 €
Braustraße II					x		1	80	80	2.190	1.310		311	71,46 €
Braustraße III					x		1	70	70	2.190	1.310		272	62,53 €
Rosenstraße					x		2	100	200	2.190	1.310		777	178,65 €
Tischerplatz					x		2	70	140	2.190	1.310		544	125,06 €
Nicolaistraße	x	x							0					
Dr.-Wilhelm-Külz-Straße	x								0					
Breite Straße	x		x						0					
Dohnaischer Platz	x	x							0					
Bahnhofstraße	x		x						0					
Maxim-Gorki-Straße					x		10	150	1500	2.190	1.310		5.826	1.339,89 €
Robert-Koch-Straße	teilw.	x			x		5	160	800	2.190	1.310		3.107	714,61 €
Hospitalstraße	x			x					0					

Abbildung 20: Ausschnitt Berechnung Einsparung Straßenbeleuchtung

Private Haushalte

Wie in Abschnitt 2.2.1 dargestellt entfällt der größte Teil des Stromverbrauchs im Quartier mit etwa 67 % auf die privaten Haushalte. Der Großteil des Stromverbrauchs ist dabei auf die Nutzung elektrischer Geräte zurückzuführen. Für die Betrachtung wird angenommen, dass die Haushalte im Quartier die gleiche Grundausstattung an elektrischen Geräten besitzen. Aufgrund der Beschränkung der Betrachtung auf Geräte im Haushalt und nicht auf vorhandene Nachtspeicherheizungen, Durchlauferhitzer und ähnliches wird der als Potenzial anzusetzende Verbrauch mit 3.000 kWh pro Haushalt angesetzt. Folgende Hauptverbraucher sowie deren Effizienzpotentiale werden hier in der Energierferenzprognose des Bundes (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011) genannt:

Tabelle 11: Effizienzpotenziale der Haushalte (Strom) in kWh/Gerät/Jahr

	Annahme	Referenzprognose			Trendszenario	
	2020	2020	2025	2030	2040	2050
Kühlschrank	261	199	171	147	126	119
Kühl-Gefrier-Gerät	318	240	202	172	145	139
Gefrier-Gerät	310	238	208	183	160	154
Waschmaschine	254	200	187	176	160	150
Wasch-Trockner-Kombi	620	475	430	393	351	325
Wäschetrockner	315	236	204	182	159	145
Geschirrspüler	277	218	207	195	180	170
Fernseher	219	166	140	121	104	97
Radio-HiFi	96	76	74	72	69	65
Video/DVD/Blu-Ray	18	12	12	11	9	7
Computer (inkl. Monitor, Drucker)	103	70	67	63	59	56
Licht (pro Haushalt)	208	135	124	114	69	59
TOTAL	3.000	2.265	2.026	1.829	1.591	1.486

(Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011)

Basis der Überlegungen ist, dass nicht in jedem Haushalt immer das effizienteste Gerät zum Einsatz kommt, sondern das Gerät erst nach dem Ende seiner Nutzungsdauer ersetzt wird. Wäre jedes Gerät auf dem neuesten Stand, so würden laut Prognose aktuell rund 2.300 kWh pro Haushalt (siehe Wert in Referenzprognose 2020) durch den Verbrauch der Geräte anfallen. Der Blick im Trendszenario bis zum Jahr 2050 verspricht eine deutliche Absenkung des Stromverbrauches um etwa 50 % im Vergleich zur getroffenen Annahme für 2020. Hier wird auch die Potenzialobergrenze angenommen. Somit ergäbe sich bei kompletter Potenzialausschöpfung für alle Wohnhäuser im Quartiersgebiet eine Stromersparnis von insgesamt 1,8 GWh oder nach heutigen Emissionsfaktoren eine CO₂-Ersparnis von 979 t pro Jahr. Eine Aussage zur zusätzlichen Wirkung der Demographie auf diese Verbrauchswerte gestaltet sich schwierig. Es ist davon auszugehen, dass bis in das Jahr 2050 viele dieser Geräte fernsteuerbar sind und viele Geräte im Stand-by-Betrieb weiterlaufen. Dies führt zu starken Unsicherheiten in der Zukunftsschätzung.

3.2.2.2 WÄRME

Im Bereich der Wärme lässt sich kurzfristig weniger an Energieeffizienz erreichen als im Strombereich, da die Nutzungsdauern, vor allem bei der Gebäudesubstanz, wesentlich länger sind. Zusätzlich gibt es im Quartier die besondere Herausforderung, die energetischen Sanierungen mit den bestehenden denkmalschutzrechtlichen Bestimmungen in Einklang zu bringen. So ist zum Beispiel eine Außendämmung bei den denkmalgeschützten Gebäuden in den meisten Fällen nicht genehmigungsfähig.

Bei den Gebäuden, die nicht diesen Restriktionen unterliegen, können energetische Sanierungen eine ökologische und wirtschaftlich effiziente Maßnahme darstellen. Erfahrungsgemäß ist trotzdem davon auszugehen, dass die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) allenfalls im Rahmen von

„Sowieso“-Maßnahmen² und dann eher sukzessive ausgeführt werden. Da keine belastbaren häuserscharfen Daten über den Sanierungsstand und mögliche Einsparungen erhoben wurden, wurde für eine exemplarische Betrachtung der Effekte der energetischen Gebäudesanierung ein Standard-Haus angenommen, das in etwa einem durchschnittlichen Gebäude im Quartier entspricht. Hierzu wurden die Mittelwerte der Grund- und Dachflächen, sowie der Bruttogeschossflächen im Quartier angenommen. Für die Außenwand und die Fensterflächen wurden die Werte anhand einer Doktorarbeit berechnet, in der ein vergleichbares Quartier in Berlin, Stadtteil Moabit, untersucht wurde (Kaden, 2014). Auch in diesem Quartier gibt es hauptsächlich Mehrfamilienhäuser aus der Gründerzeit, in einem ähnlichen Sanierungszustand wie in der südlichen Innenstadt von Pirna. Aus diesem Grund wurden die Verhältnisse von Außenwand und Fensterfläche zu Bruttogeschossfläche aus der Doktorarbeit auf das Quartier übertragen und so die Fensterflächen und Flächen der Außenwände abgeschätzt.

Das so kalkulierte Beispielhaus ist ein Mehrfamilienhaus mit einer Grundfläche von 340 m², vier Stockwerken und einem Satteldach. In dem Haus wohnen, je nach Größe der Wohnungen, zwischen acht und zwölf Haushalten.

Tabelle 12: Eingangswerte Gebäudehülle

(Quellen: Institut für Wohnen und Umwelt 2020, EnEV 2014)

	U-Werte vor Sanierung³	U-Werte nach Sanierung⁴	Flächen in m²
Dach	1,3	0,24	400
Außenwand	2,2	0,24	830
Kellerdecke	1,2	0,30	340
Fenster	2,7	1,30	250

Die wesentlichen Bestandteile der Gebäudesanierung umfassen die Dämmung des Daches, der Außenwandflächen sowie der Kellerdecke und den Austausch der Fenster. Für die Berechnung der Einsparungen durch Sanierungen wurde ein Standardgebäude zunächst nach seinen typischen Wärmedurchgangswerten (U-Werte) an diesen wesentlichen Gebäudeteilen bewertet. Die U-Werte der Ausgangssituation des Gebäudes wurden aus der TABULA-Typologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) berechnet (Institut für Wohnen und Umwelt, 2015). Das IWU veröffentlicht regelmäßig Energiekennzahlen für verschiedene Häusertypen. Als typisches Haus für das betrachtete Quartier wurde aus der Typologie ein Mehrfamilienhaus aus der Gründerzeit ausgewählt. Für die Vollsanierung der jeweiligen Hüllteile des Gebäudes wurden die laut EnEV 2016 gültigen Mindestwerte angenommen.

Angenommen wurde außerdem eine Raumtemperatur von 22°C. Da die Außentemperatur in Pirna durchschnittlich 8° Celsius beträgt (AM Online Projects, 2020), ergibt sich ein mittleres Jahrestemperaturgefälle nach außen von 14 Kelvin.

² „Sowieso“-Maßnahmen sind zusätzliche energetische Maßnahmen, die im Zuge von Gebäudesanierungen, die auf Grund von Abnutzung ohnehin anstehen, durchgeführt werden

³ IST-Werte wurden übernommen aus der TABULA-Typologie (Institut für Wohnen und Umwelt, 2015)

⁴ Die U-Werte nach Sanierung entsprechen den Mindeststandard nach EnEV (Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien, 2020)

Die Ergebnisse der Berechnung zeigen ein hohes Einsparpotenzial durch energetische Sanierungen. Insgesamt können 80 % des Wärmebedarfes⁵ durch eine komplette energetische Gebäudesanierung eingespart werden. Der größte Einzeleffekt besteht dabei in der Dämmung der Außenwandfläche. Hier lassen sich ca. 60 % der Gesamteinsparungen durch energetische Sanierungen realisieren. Ein deutlich geringerer Effekt kommt durch die Dämmung der Kellerdecke und der Dachfläche zu Stande. Durch eine Sanierung können die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehüllteile um ca. 80 % gesenkt werden und so 11 % (Kellerdecke) bzw. 16 % (Dachfläche) der durch energetische Sanierungen

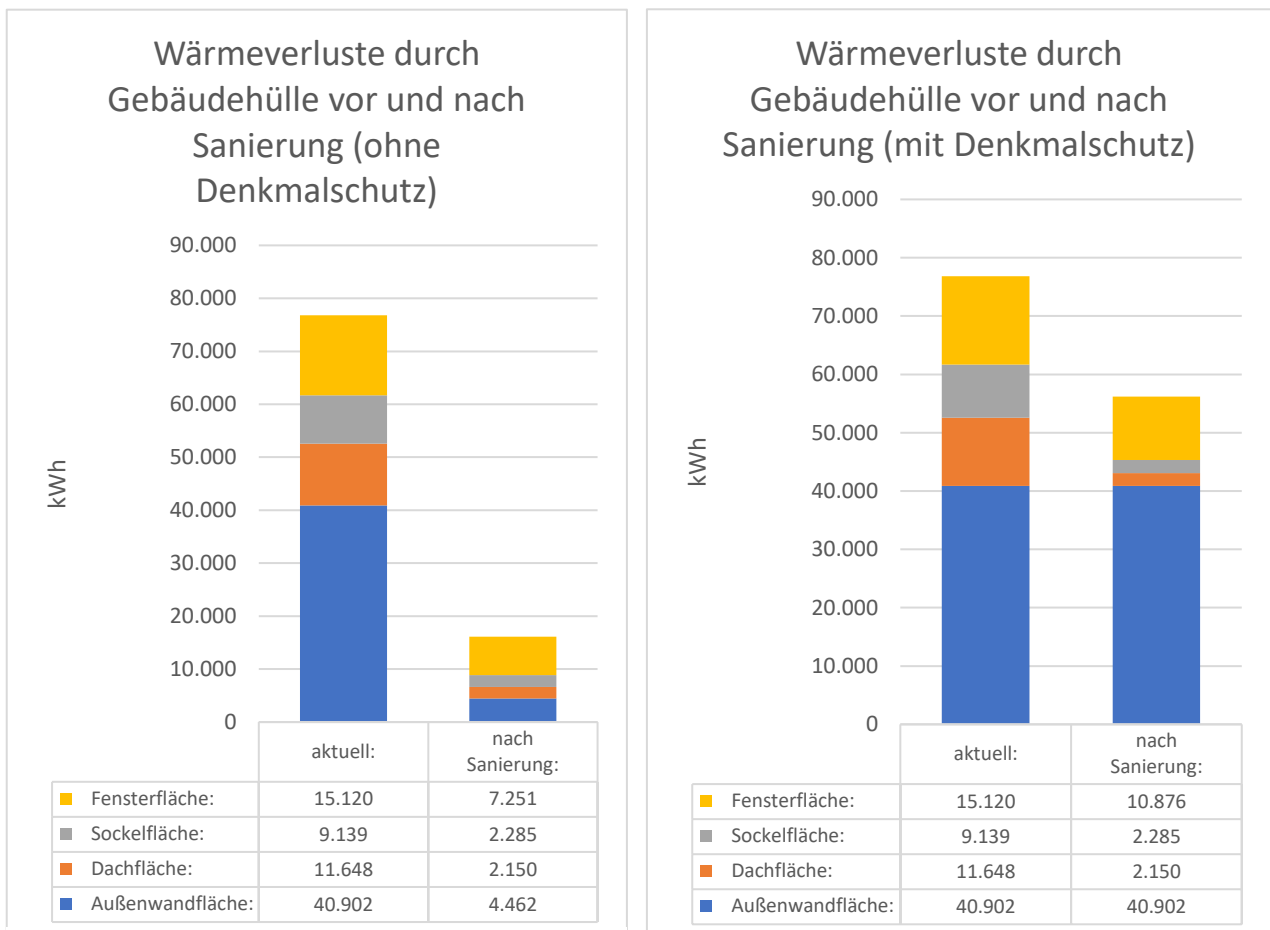


Abbildung 21: Potenziale energetischer Gebäudesanierung

möglichen Gesamteinsparungen realisiert werden. Durch Sanierung der Fenster lässt sich pro m² Hüllfläche der größte Einspareffekt erzielen. Da die Fensterfläche jedoch vergleichsweise klein ist (ca. 1/3 der Außenwandfläche), beträgt die Einsparung hier nur etwa 13 % der Gesamteinsparung.

Weniger günstig sieht die Situation bei Gebäuden mit Denkmalschutz aus. Hier ist nicht davon auszugehen, dass an der äußeren Gebäudehülle etwas verändert werden kann. Eine ähnliche Problematik existiert bei neuen Fenstern. Oft müssen diese nach Rahmenmaterial und Optik an den alten Standard angepasst werden, was zu erheblichen Mehrkosten bei gleichzeitigen Effizienzverlusten führen kann. Bei einer Dachinnendämmung in den Sparren sowie bei einer Dämmung des Gebäudesockels oder der Kellerdecke sind jedoch kaum schlechtere Bedingungen zu erwarten. Aus

⁵ Der Wärmebedarf für Warmwasser verändert sich nicht durch energetische Sanierungen und bleibt dementsprechend konstant.

diesem Grund wurde bei der Berechnung von keinem energetischen Effekt bei der Sanierung der Außenwände und von einem geringeren Effekt bei der Sanierung der Fenster ausgegangen.

Die Wirtschaftlichkeit der energetischen Gebäudesanierung variiert im Einzelfall sehr stark. Häufig lassen sich energetische Sanierungsmaßnahmen mit allgemeinen Sanierungsmaßnahmen verbinden und sich so die Kosten senken. In der folgenden Tabelle 14 sind deshalb einmal die Gesamtkosten der Baumaßnahme und einmal die Kosten der energetischen Sanierung aufgeführt.

Tabelle 13: Preisspannen für Sanierungsmaßnahmen

(Baukosteninformationszentrum (BKI), 2018), (Carrot Media, 2020), (eccuro GmbH, 2020)

	Durchschnittliche Kosten/m ²	Bezugsfläche	Gesamtkosten Beispielhaus
Außenwanddämmung			
Außenwandbekleidung	289,00 €	Bruttogrundfläche	239.870,00 €
Wärmedämmsysteme	97,00 €	Bruttogrundfläche	32.980,00 €
Gesamtkosten energetische Sanierung	386,00 €	Bruttogrundfläche	272.850,00 €
Dach			
Dachkonstruktionen	65,00 €	Dachfläche	26.000,00 €
Kosten Dämmung	95,00 €	Dachfläche	28.400,00 €
Gesamtkosten energetische Sanierung	160,00 €	Dachfläche	54.400,00 €
Keller			
Deckenkonstruktionen	263,00 €	Bruttogrundfläche	89.420,00 €
Dämmen Geschossdecke	55,00 €	Bruttogrundfläche	18.700,00 €
Gesamtkosten energetische Sanierung	318,00 €	Bruttogrundfläche	108.120,00 €
Fenster			
Kunststofffenster	500,00 €	Anzahl Fenster	15.000,00 €
Zusatzkosten Alufenster	280,00 €	Anzahl Fenster	8.400,00 €
Gesamtkosten energetische Sanierung	780,00 €	Anzahl Fenster	23.400,00 €

Für unser Beispielhaus bedeutet eine Sanierung der Außenwand mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) insgesamt Kosten von etwa 270.000 €. Davon liegen die Kosten für die verbesserte energetische Dämmung zwischen 33.000 €, die restlichen Kosten entfallen auf nicht-energiebezogenen Baumaßnahmen wie z.B. Verputzen oder Streichen der Fassade. Eine Amortisation der alleinigen Wärmedämmung durch Energiekosteneinsparung tritt bei einer angenommenen Preissteigerung von 2 % und Wärmegestehungskosten von 90 €/MWh im besten Falle nach etwa 18 Jahren ein. Die komplette Fassadensanierung ist durch Energiekosteneinsparung innerhalb von des Abschreibungszeitraums von 40 Jahren nicht zu amortisieren. Eine Fassadensanierung ist deshalb nur zu empfehlen, wenn eine bauliche Notwendigkeit dafür vorliegt. Muss jedoch die Fassade aus

baulichen Gründen saniert werden, ist eine zusätzliche Wärmedämmung zu empfehlen, insofern es die Bausubstanz zulässt.

Etwas weniger kostenaufwändig ist die Dämmung des Daches. Hier liegen die Gesamtkosten für unser Beispielhaus bei etwa 55.000 €. Die Zusatzkosten für die Energetische Sanierung betragen etwa 28.400 €. Somit stellt sich eine Amortisation der energetischen Sanierung durch Energiekosteneinsparung frühestens nach 33 Jahren ein. Die komplette Dachsanierung ist ebenfalls mit der Energiekosteneinsparung nicht binnen 40 Jahren nicht zu amortisieren.

Eine weitere mögliche Sanierungsmaßnahme ist die Dämmung der Kellerdecke oder des Gebäudesockels. Hier fallen für das betrachtete Beispielhaus ca. 108.000 € an. Die energetischen Zusatzkosten der Kellerdeckenverkleidung liegen zwischen 19.000 €. Da häufig im Keller keine Deckenverkleidung angebracht wird, fallen hier in den meisten Fällen lediglich die Zusatzkosten der energetischen Sanierung an. Hier beträgt die Amortisationszeit ca. 21 Jahre.

Ähnlich verhält es sich beim Fenstertausch, da moderne Fenster mit 3-facher Verglasung teuer sind. Für das Standard-Haus liegen die Gesamtkosten des Tausches bei etwa 42.000 €. Nur ein geringer Teil ist dabei der energetischen Verbesserung zuzuschreiben. Er liegt bei ca. 23.400 €. Die energetischen Zusatzkosten hätten sich nach 3 Jahren durch eingesparte Energiekosten amortisiert. Der gesamte Fenstertausch kann binnen 4 Jahre über eine Energiekosteneinsparung amortisiert werden.

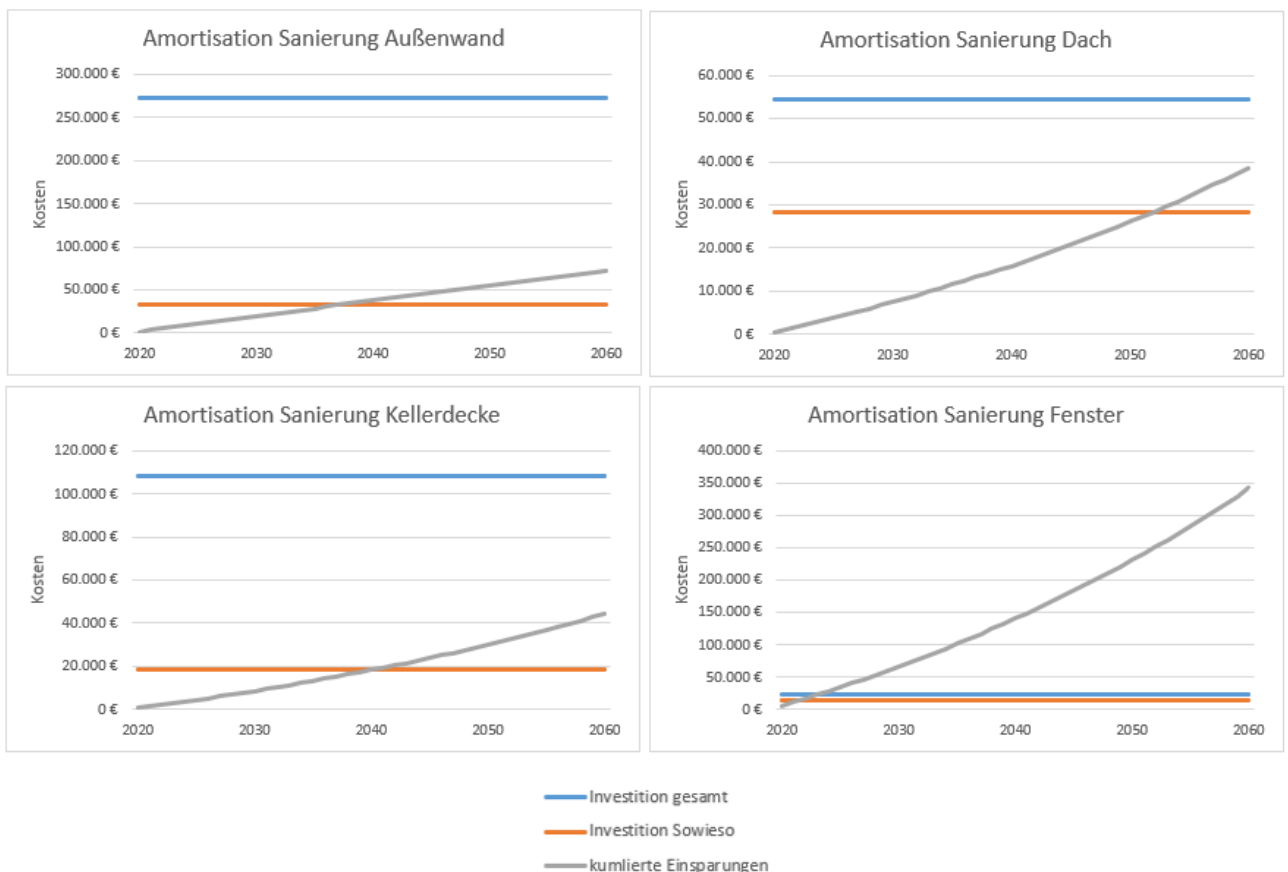


Abbildung 22: Amortisationszeiten bei der energetischen Gebäudedämmung für ein Beispielhaus

(Baukosteninformationszentrum (BKI), 2018), (Carrot Media, 2020), (eccuro GmbH, 2020)

Bei einer Vollumsetzung aller abgeschätzten Potenziale ließe sich der Wärmeverbrauch der Wohngebäude deutlich absenken. Derzeit besteht für die Wohngebäude im Quartiersgebiet ein Raumwärmebedarf von insgesamt etwa 18,6 GWh (ohne Warmwasser). Mit einer energetischen Vollsanieung ließe sich der Wärmeverbrauch nicht denkmalgeschützter Gebäude um etwa 79 % und der Wärmeverbrauch denkmalgeschützter Gebäude um etwa 26 % absenken (Mehrfamilienhaus Gründerzeit). Daraus folgt ein Gesamteffizienzpotenzial für das Quartier von ca. 10,0 GWh. Dies entspricht in etwa einer CO₂-Einsparung von etwa 2.000 t pro Jahr.

Ebenso sukzessive kann der Austausch älterer Heizungsanlagen von statten gehen. Durch den Ersatz älterer Niedertemperaturkessel durch moderne Brennwerttechnik lassen sich zusätzlich etwa 10 % - 15 % der eingesetzten Brennstoffe einsparen (Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, 2015). In Abschnitt 2.2.2 wurde beschrieben, dass ca. 47 % der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen in der Pirnaer Kernstadt vor dem Jahr 2000 erbaut wurden. Überträgt man diesen Anteil auf das Quartier, so könnten im gesamten Quartier durch die Modernisierung der Heizkessel ca. 1.000 MWh Energie und 242 t CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Insgesamt bieten energetische Sanierungen und Modernisierung der Anlagen eines der größten Energieeinsparpotenziale im Quartier. Die Wirtschaftlichkeit der jeweiligen energetischen Sanierung sollte im Einzelfall geprüft werden.

3.2.2.3 VERKEHR

In diesem Abschnitt wird das bestehende Potenzial zur Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes für den Sektor Verkehr beschrieben. Es bestehen verschiedene Möglichkeiten, dieses Potenzial zu realisieren. Mobilität kann anstatt mit dem Auto durch klimafreundlichere Alternativen wie dem Fahrrad oder zu Fuß erfolgen oder zunehmend Fahrzeuge mit alternativen Antrieben gegenüber dem konventionellen Verbrennungsmotor eingesetzt werden. Die Durchdringung alternativer Antriebe jedoch ist eine Entwicklung, die außerhalb der Quartiersebene bestimmt wird und darum nicht im Fokus des vorliegenden Quartierskonzeptes liegt. Aus diesem Grund werden ihre Einsparpotentiale nicht tiefer betrachtet.

Bei der Betrachtung der vorhandenen Infrastruktur innerhalb der südlichen Innenstadt wurde besonderes Augenmerk auf die bestehende Fuß- und Radinfrastruktur gelegt. Wir gehen davon aus, dass die Bevölkerung zur Nutzung von Fußwegen und Fahrrädern ermutigt wird, wenn die bestehende Infrastruktur ergänzt und ausgebaut wird. Aufgrund der diversifizierten Siedlungsstruktur aus Wohnbebauung, Versorgungszentren und Bildungseinrichtungen wird davon ausgegangen, dass eine Vielzahl kürzerer, innerstädtischer Wege auch zu Fuß oder mit dem Rad zurückgelegt werden könnten. Aus diesem Grund wird die Annahme getroffen, dass durch den Ausbau der Infrastruktur klimafreundliche Mobilität signifikant gefördert werden kann.

Durch den Ausbau der Infrastruktur kann auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit für Fußgänger und Radfahrer beigetragen werden. Eine sicherere Verkehrsteilnahme kann zum Beispiel durch Einrichtung

von Schutzstreifen für den Radverkehr (gemäß dem Motto „Sichtbarkeit schützt“) oder durch Einrichtung von Querungsmöglichkeiten an breiten Verkehrsstraßen, wie sie auf dem Quartiersgebiet vorhanden sind, bewirkt werden. Wir gehen davon aus, dass der allgemeine Ausbau der Fuß- und Radinfrastruktur dazu führt, dass die Bevölkerung sich mit zunehmender Häufigkeit für diese Mobilitätsoptionen entscheidet.

Aufgrund des Baus der Ortsumgehung der B172 im Süden von Pirna (Fertigstellung vsl. 2023) wird eine Entlastung der Königsteiner Straße sowie eine Reduktion des innerstädtischen Verkehrsaufkommens im Allgemeinen erwartet. Allein aus der sinkenden Anzahl durchfahrender PKW und LKW wird eine Ermutigung der Bevölkerung zur Nutzung von Fußwegen und Fahrrädern erhofft. Zusätzlich resultiert die Möglichkeit, den überschüssigen Straßenraum, der nach der Entlastung der Königsteiner Straße bereitsteht, in einer neuen Weise zu nutzen. Aus der jeweiligen Nutzungsform können weitere Energie- und THG-Einsparungen resultieren.

Diese Einsparungen können z.B. durch eine Förderung des ÖPNV mittels Einrichtung einer separaten Busspur auf der Königsteiner Straße realisiert werden. Auf diese Weise kann eine Erhöhung der Pünktlichkeit des Busverkehrs und ein zeitlicher Vorteil gegenüber dem parallel laufenden PKW-Verkehr erzielt werden. Dieser Vorteil würde sich besonders zur Hauptverkehrszeit bemerkbar machen, wenn die höchste Anfälligkeit für Staubbildung herrscht. Auf diese Weise kann die Attraktivität des ÖPNV gegenüber der PKW-Nutzung im direkten Vergleich gesteigert werden. Durch den zusätzlichen Verkehrsraum auf einer Hauptverkehrsader, welche von vielen Buslinien befahren wird, kann außerdem erwogen werden, bei Bedarf die Taktung der Busse zu erhöhen und damit das ÖPNV-Angebot zu verbessern.

Wir schätzen es als schwierig ein, die konkreten Einspareffekte der aufgeführten Optionen zu beziffern. Die Optionen zeichnen sich durch eine relative „Weichheit“ aus und dienen eher der grundlegenden Stärkung bestimmter Mobilitätsformen. Nichtsdestotrotz gehen wir davon aus, dass sich alle aufgeführten Möglichkeiten als effektiv erweisen, besonders diejenigen, welche den Fuß- und Radverkehr betreffen. Zusätzlich tragen sie zur Verbesserung des Stadtbildes und der innerörtlichen Lebensqualität bei. Bei erfolgreicher Umsetzung des vorliegenden Konzeptes sehen wir es als realistisch an, dass ca. 25 % der Wege, welche die Bevölkerung innerhalb des Ortes zur Zeit noch mit dem PKW zurücklegt, durch die Nutzung von Fuß und Rad klimaneutral substituiert werden können. Damit könnten die CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich um knapp 2.000 t CO₂ pro Jahr gesenkt werden.

3.3 VARIANTENVERGLEICHE

3.3.1 AUSBAU DER FERNWÄRMEVERSORGUNG

Die Stadtwerke Pirna GmbH betreibt zwei Fernwärmeversorgungsnetze inklusive der zentralen Wärmeerzeugungsanlagen in Pirna-Sonnenstein und Pirna-Copitz. Teile des Innenstadtbereiches werden bereits über das Kraftwerk Pirna-Sonnenstein und das daran angeschlossene linkselbische Fernwärmenetz mit Wärme versorgt. Das Gesamtnetz hat eine Trassenlänge von etwa 20,5 km und wird seit den 1990er Jahren sukzessive saniert. Seither wurden etwa 80 % aller Leitungen ausgetauscht

und modernisiert. Durch die seit 2011 durchgeführten Investitionsmaßnahmen konnten die Netzverluste um knapp 25 % gesenkt werden.

Die Versorgung erfolgt über das Heizkraftwerk, das sich auf dem Sonnenstein in der Herbert-Liebsch-Straße befindet. Die Anlagentechnik besteht aus zwei Blockheizkraftwerken für die Grundlast mit einer thermischen Leistung von je etwa 2 MW und zwei Erdgas-Spitzenlastkesseln mit einer Leistung von zusammen etwa 30 MW. Damit kann im Netz ein bereits sehr guter Primärenergiefaktor der Wärme von 0,53 erzielt werden. Die Zielsetzungen der Stadtwerke Pirna sehen insbesondere die Senkung der CO₂-Emissionen aus der Fernwärmeversorgung vor. Diese soll u.a. durch die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung, die Reduktion von Netzverlusten durch Senkung der Systemtemperaturen und die Erneuerung von Fernwärmeübergabestationen erzielt werden. Ein wichtiger Schritt ist weiterhin die Anschlussverdichtung im Bestandsnetz und der generelle Netzausbau. Es ist zu erwarten, dass der Primärenergiefaktor in Folge der „Vergrünung“ der Fernwärme mittelfristig sinken wird.

Aus diesem Grund wurden im Rahmen des Quartierskonzeptes gemeinsam mit Ansprechpartnern der Stadt und der Stadtwerke potentielle Gebiete für eine weitere Verdichtung bzw. einen Netzausbau im Quartier diskutiert. Im Ergebnis wurden die in der folgenden Abbildung dargestellten zwei Gebiete näher ins Auge gefasst.

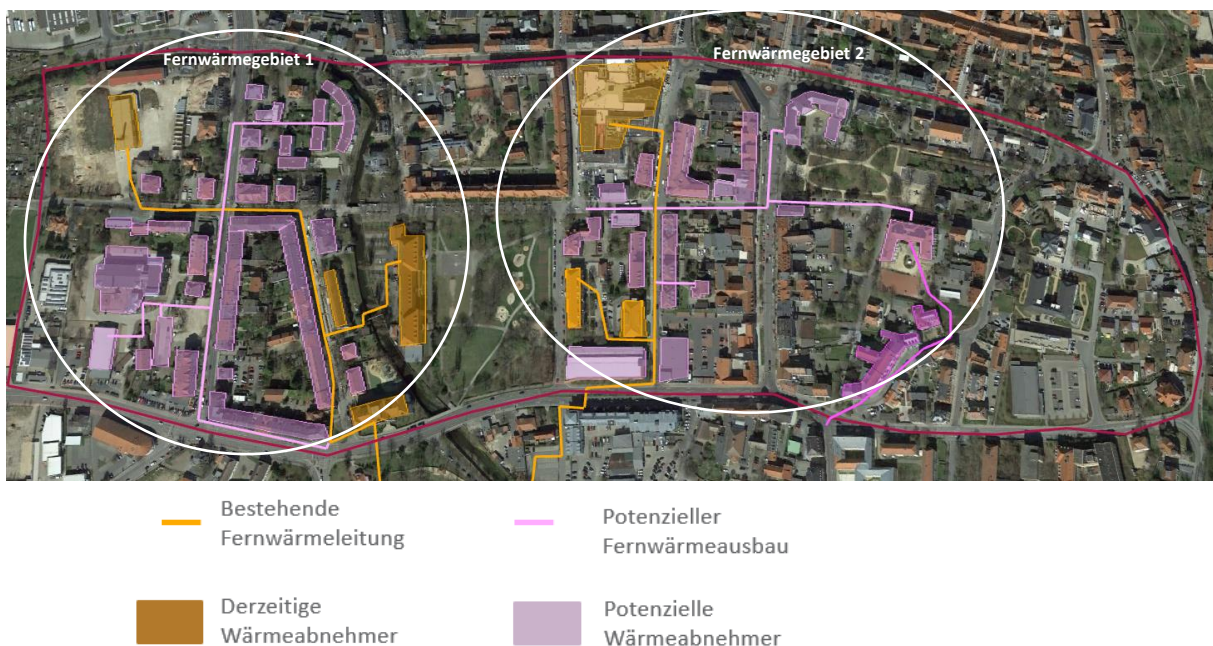


Abbildung 23: Fernwärmeleitungen und geplanten Wärmeleitungen im Quartiersgebiet
(Google Earth , 2018) (Stadtwerke Pirna, 2019)

Bei den orangen dargestellten Linien handelt es sich um das Bestandsnetz, die violett dargestellten Linien stellen den potentiellen Fernwärmeausbau dar. Analog sind die derzeitigen Wärmeabnehmer orange und die potentiellen Wärmeabnehmer violett markiert.

Das folgende Diagramm gibt einen Eindruck über den Anteil des Wärmebedarfes der zwei Gebiete am Gesamtwärmebedarf im Quartier. Die Gebiete machen etwa die Hälfte des Wärmebedarfes des Gesamtquartiers aus.

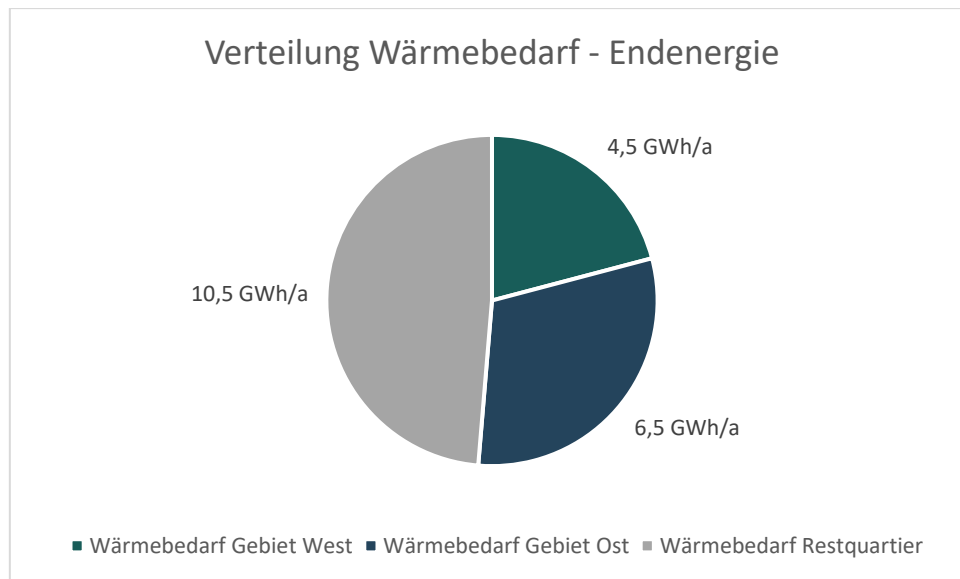


Abbildung 24: Verteilung Wärmebedarf - Endenergie

Für das westliche Gebiet wurde im Rahmen des Quartierskonzeptes eine detaillierte Analyse zum Fernwärmeausbau vorgenommen. Laut Aussage der Stadtwerke verfügt das vorgelagerte Fernwärmenetz in der Karl-Liebknecht-Straße / Königsteiner Straße über eine Restkapazität bei der Erzeugung von etwa 2 MW. Diese Kapazität wäre für den Anschluss aller oben dargestellten Gebäude ausreichend. Insgesamt wurde für das westliche Gebiet ein Wärmebedarf (Nutzenergie) von rund 3,5 GWh bei einer Heizlast von etwa 1,8 MW ermittelt.

Im Rahmen der Konzeption wurde auf Basis dieser Bedarfswerte die wirtschaftliche Darstellbarkeit eines Anschlusses einzelner Abnehmer am potentiellen Fernwärmeausbaustrang zunächst aus Sicht der Stadtwerke Pirna überprüft. In weiteren Einzelfallbetrachtungen (siehe Abschnitt 3.3.2) wurden dann aus Abnehmersicht verschiedene Varianten der Wärmeversorgung untersucht und hierbei auch ein möglicher Fernwärmeanschluss bewertet.

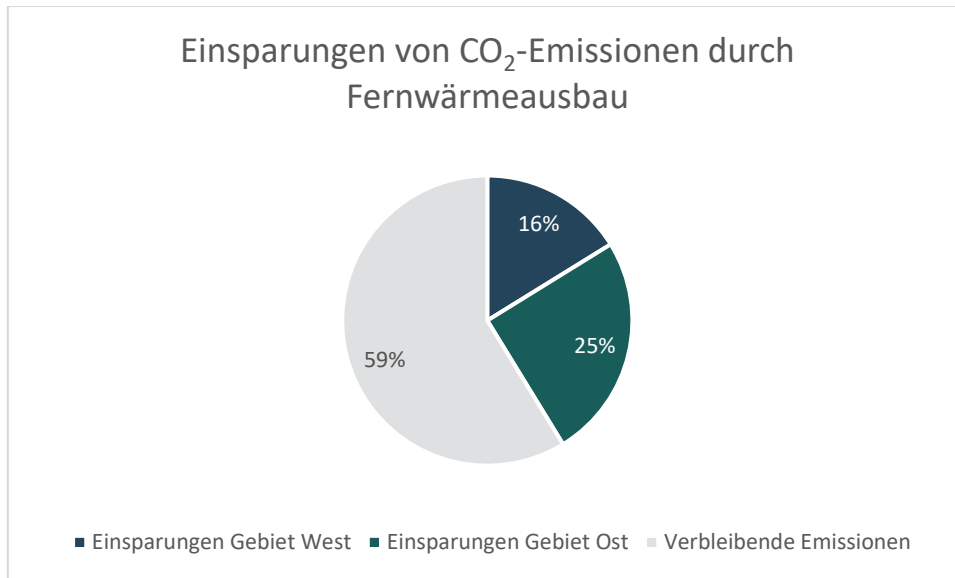
Für die Bewertung seitens der Stadtwerke wurde zunächst für jeden Abnehmer die Entfernung zum nächsten Anbindepunkt an die Fernwärmetrasse bestimmt. Auf Basis dieser Daten konnten für jeden Abnehmer Kosten für den Fernwärmeanschluss ermittelt werden. Gleichzeitig wurden auch die Änderungen bei den operativen Kosten bzw. Erlösen im Heizkraftwerk betrachtet. Hier sind beispielhaft die Kosten für den Mehrbedarf an Erdgas aufgrund des erhöhten Wärmebedarfes zu nennen. Weiterhin wurden auf Basis des aktuellen Preisblattes zur Fernwärme der Stadtwerke Pirna die potentiell zu generierenden Erlöse aus dem Wärmeverkauf errechnet. Die Erlöse unter Einbezug der operativen Mehrkosten bzw. Mehrerlöse wurden schließlich den Kosten für den Anschluss gegenübergestellt. Hieraus ergibt sich für jeden Abnehmer eine Amortisationszeit des Fernwärmeanschlusses, die für das westliche Gebiet im Schnitt bei nur etwa 3-4 Jahren liegt. In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt aus der Berechnung dargestellt.

Berechnung Kosten Trasse Pina
 (Gebiet I - Pflanzkultur im Umzugsgebiet)

Adresse	Momentan angebrachten Fernwärme		In Variante angebrachten Fernwärme	Värschiebung, angeschlossen im kWh/a	Heizlast (kW)	Entfernung zum nächsten Punkt der Variante (Tm) korrigiert	Leistungsdichte (kW)	Kosten (Tm) ohne Fallhöhe / Fallhöhe	Kosten (Tm) ohne / mit Berücksichtigung der Kosten	Kosten zum nächsten Fernwärmpunkt der Variante (€)	Kosten Hausanschluss - Leistung DI	Anteil an Heizleistung	Aufschlag für Unerhebliche Kosten, Reservierung, Planung, etc.	Gesamtkosten für Fernwärmanschluss	BKZ III	Gesamtkosten an abg. BKZ III	Einsparung an Wärmekosten (€)	Anteil an Wärmekosten	Wärmekosten (€)	Emissions (kg)	Amortisationszeit (a)	
	Fernwärme	Fernwärme																				
Königsgrüne Straße - Nördliche Seite (östlich der Mauer-Cooki-Straße)														34.408								
Königsgrüne St. 22	Nenn	Ja	55.178	28	19	125	336,7	260	5.167	3.930	2%	1.425	10.522	3.930	7.592	5.734	2%	2.685	3.049	2,4		
Königsgrüne St. 13, 20, 21	Nenn	Ja	62.330	70	24	125	336,7	260	14.321	3.930	4%	2.278	20.528	3.930	16.614	4%	7.395	9.227	2,1			
Königsgrüne St. 16, 17, 18a	Nenn	Ja	225.659	113	38	125	336,7	260	22.875	3.930	6%	3.931	30.705	3.930	26.605	23.196	7%	10.949	12.977	2,2		
Königsgrüne St. 18	Nenn	Ja	44.211	25	23	125	336,7	260	13.724	3.930	7%	2.588	19.842	3.930	16.912	4.930	8%	2.148	2.542	6,4		
Mauer-Cooki-Stra. 14, Königsgrüne St. 14 Land 15	Nenn	Ja	221.625	111	13	125	336,7	260	7.197	3.930	6%	1.693	12.860	3.930	9.490	22.795	6%	10.764	13.971	0,8		
Mauer-Cooki-Straße (östlich der Siegfried-Räder-Straße)														118.732								
Dresdner Str. 2	Nenn	Ja	13.019	8	46	100	295,75	260	25.585	3.930	0%	4.364	33.459	3.930	29.529	1.427	0%	631	796	37,6		
Mauer-Cooki-Stra. 15	Nenn	Ja	59.877	28	13	100	295,75	260	7.225	3.930	2%	1.031	12.869	3.930	8.638	5.372	8%	2.468	2.908	3,0		
Mauer-Cooki-Stra. 16	Nenn	Ja	59.877	28	9	100	295,75	260	5.602	3.930	2%	1.030	9.912	3.930	6.082	5.372	8%	2.468	2.908	2,2		
Mauer-Cooki-Stra. 13	Nenn	Ja	11.796	7	9	100	295,75	260	5.002	3.930	0%	1.030	9.912	3.930	6.082	1.030	0%	569	722	0,7		
Mauer-Cooki-Stra. 17	Nenn	Ja	59.877	28	10	100	295,75	260	5.588	3.930	2%	1.030	10.451	3.930	6.521	5.372	8%	2.468	2.908	2,4		
Mauer-Cooki-Stra. 12	Nenn	Ja	42.588	21	19	100	295,75	260	10.959	3.930	7%	2.193	16.203	3.930	12.673	4.431	7%	2.085	2.396	5,4		
Mauer-Cooki-Stra. 11	Nenn	Ja	75.348	38	16	100	295,75	260	8.892	3.930	2%	1.030	14.295	3.930	10.785	7.769	2%	3.053	4.186	2,6		
Mauer-Cooki-Stra. 10	Nenn	Ja	52.498	26	18	100	295,75	260	10.004	3.930	2%	2.030	15.564	3.930	12.034	5.432	2%	2.541	2.891	4,2		
Mauer-Cooki-Stra. 9	Nenn	Ja	52.498	26	16	100	295,75	260	8.892	3.930	2%	1.030	14.295	3.930	10.785	5.432	2%	2.541	2.891	3,7		
Mauer-Cooki-Stra. 21	Nenn	Ja	57.330	29	5	100	295,75	260	2.179	3.930	2%	945	7.255	3.930	3.725	5.933	2%	2.179	3.154	1,2		
Mauer-Cooki-Stra. 8	Nenn	Ja	52.498	26	8	100	295,75	260	4.446	3.930	2%	1.030	9.912	3.930	5.642	5.432	2%	2.541	2.891	2,0		
Mauer-Cooki-Stra. 23	Nenn	Ja	41.865	28	7,5	100	295,75	260	4.950	3.930	2%	1.030	8.893	3.930	5.323	5.247	7%	2.408	2.939	1,9		
Mauer-Cooki-Stra. 7	Nenn	Ja	128.993	64	7,5	100	295,75	260	4.989	3.930	4%	1.030	8.893	3.930	5.323	13.295	4%	6.293	6.962	0,8		
Mauer-Cooki-Stra. 6	Nenn	Nein	0	0	0	---	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	---			
Mauer-Cooki-Stra. 24	Nenn	Nein	0	0	0	---	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	---			
Mauer-Cooki-Stra. 5	Nenn	Nein	0	0	0	---	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	---			
Siegfried-Räder-Stra. 23	Nenn	Ja	36.423	48	48	100	295,75	260	26.676	3.930	3%	4.531	34.737	3.930	31.207	3.858	3%	4.645	5.210	6,1		
Mauer-Cooki-Stra. 22 (Hörselstraße)	Nenn	Ja	457.749	105	43	100	295,75	260	23.897	3.930	6%	4.194	31.541	3.930	28.011	17.100	5%	7.649	9.453	3,0		
Siegfried-Räder-Straße (westlich der Mauer-Cooki-Straße)														46.416								
Mauer-Cooki-Stra. 40/Siegfried-Räder-Straße 36	Nenn	Ja	177.300	18	32	80	233,05	235	14.978	3.930	5%	2.778	21.294	3.930	17.794	18.188	5%	8.595	9.933	1,9		
Siegfried-Räder-Stra. 21	Nenn	Ja	59.778	25	13	80	233,05	235	6.085	3.930	7%	1.442	11.057	3.930	7.827	5.265	7%	2.462	2.903	2,7		
Siegfried-Räder-Stra. 19	Nenn	Ja	0	0	0	---	0	0	0	0	0%	0	0	0	0	0%	0	0	---			
Siegfried-Räder-Stra. 17	Nenn	Ja	85.633	48	16,5	80	233,05	235	8.653	3.930	3%	1.030	14.017	3.930	10.487	9.091	2%	4.911	4.940	2,2		
Siegfried-Räder-Stra. 34	Nenn	Ja	44.010	22	16,5	80	233,05	235	8.653	3.930	3%	1.030	14.017	3.930	10.487	4.678	3%	2.194	2.442	4,3		
Siegfried-Räder-Stra. 32	Nenn	Ja	91.294	46	15	80	233,05	235	7.021	3.930	3%	1.030	12.533	3.930	6.603	3.404	3%	4.451	4.973	1,7		
Siegfried-Räder-Straße (westlich der Mauer-Cooki-Straße)														27.570								
Mauer-Cooki-Stra. 25	Nenn	Ja	53.646	27	29	40	89,875	200	10.436	3.930	2%	2.095	16.081	3.930	12.531	5.897	2%	2.601	2.977	4,2		
Siegfried-Räder-Stra. 27	Nenn	Ja	94.965	47	24	40	89,875	200	8.837	3.930	3%	1.025	12.982	3.930	10.462	9.688	3%	4.998	5.122	2,0		
Siegfried-Räder-Stra. 29	Nenn	Ja	106.470	53	23	40	89,875	200	8.277	3.930	3%	1.025	13.578	3.930	10.048	10.560	3%	5.162	5.773	1,7		
Siegfried-Räder-Stra. 40	Nenn	Ja	24.719	14	21	40	89,875	200	7.957	3.930	3%	1.025	12.790	3.930	9.220	2.647	3%	1.208	1.429	6,4		

Abbildung 25: Ausschnitt Berechnung Wirtschaftlichkeit Fernwärmeausbau

Auch aus ökologischer Hinsicht sollte der Fernwärmeausbau im Quartier vorangetrieben werden. Auf Grund der Tatsache, dass der Emissionsfaktor der Fernwärme mit $0,152 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ (EEB Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, 2018) deutlich unter dem Emissionsfaktor von Erdgas ($0,247 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$ (Ecospeed Region, 2020)) können über den Umstieg von Erdgas zur Fernwärmeversorgung in dem Gebiet etwa 41 % der CO_2 -Emissionen eingespart werden (siehe Abbildung 26).


Abbildung 26: Einsparungen von CO_2 -Emissionen durch Fernwärmeausbau

Die Betrachtungen haben gezeigt, dass der Ausbau und die Verdichtung des Fernwärmenetzes sowohl wirtschaftlich als auch ökologisch effizient sind. Auf Basis der Berechnungen sollte die weitere Verdichtung der Fernwärmeversorgung durch die Stadt Pina und Stadtwerke Pina intensiv weiterverfolgt werden.

3.3.2 EINZELFALLBETRACHTUNGEN

Im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen wurden für verschiedene größere Verbraucher im Quartier eine Variantenanalyse der Wärmeversorgung durchgeführt. In der folgenden Abbildung sind die dafür ausgewählten Gebäude dargestellt.



Abbildung 27: Übersicht Einzelfallbetrachtungen
 (Google Earth , 2018)

Bei den betrachteten Gebäuden handelt es sich um:

- 1) Grundschule „Am Friedenspark“, Nicolaistraße 3
- 2) Goethe-Oberschule, Dohnaischer Platz 1
- 3) Jahn-Turnhalle, Siegfried-Rädel-Straße 10
- 4) Berufliches Schulzentrum für Technik und Wirtschaft, Siegfried-Rädel-Straße 13
- 5) Objekte der Wohnungsverwaltung Walter
- 6) Objekte der Städtischen Wohnungsgesellschaft Pirna in der Siegfried-Rädel-Straße
- 7) Wohngebäude Gottleubapark, Bahnhofstraße
- 8) ASB Seniorenzentrum, Am Felsenkeller 2

Für die Betrachtung wurden zum einen städtische Gebäude ausgewählt, die in Abstimmung mit der Stadtverwaltung betrachtet wurden. Zum anderen wurden alle Großverbraucher im Quartier mit dem Angebot angeschrieben, eine freiwillige Analyse ihrer Energieversorgung im Rahmen des Quartierskonzeptes durchzuführen. Bei den nicht-kommunalen Großverbrauchern handelt es sich dementsprechend um die Großverbraucher, die eine individuelle Analyse ihrer Energieversorgung freiwillig in Anspruch genommen haben. Mit einem Wärmebedarf (Endenergie) von etwa 4,3 GWh machen die betrachteten Gebäude etwa 20 % des Gesamtwärmebedarfs des Quartiers aus.

Für die einzelnen Gebäude wurden verschiedene Wärmeversorgungslösungen anhand wirtschaftlicher und ökologischer Gesichtspunkte verglichen. Im Rahmen dieses Berichts soll eine beispielhafte Vorstellung der Ergebnisse der Betrachtung der städtischen Gebäude erfolgen. Für die übrigen

Gebäude wurden analoge Untersuchungen durchgeführt und diese mit den jeweiligen Gebäudeeigentümern im Nachgang kommuniziert.

Zunächst fand im Rahmen mehrerer Begehungstermine vor Ort im Quartier die Aufnahme der Bestandssituation zur Wärmeversorgung in den Gebäuden statt. Hierbei wurden u.a. Angaben zur Heizungsanlage (Versorgung von Raumheizung und Trinkwarmwasser), zu den Energieverbräuchen der letzten Jahre und zum Gebäudezustand aufgenommen bzw. abgefragt. Auf Basis der Daten wurde zunächst ein Bedarfslastgang erstellt, der die Grundlage für die folgende Lastgangsimulation darstellte. Hierbei wurde geprüft, inwieweit der Wärmebedarf über verschiedene Erzeugungstechnologien bereitgestellt werden kann. Die Auslegung erfolgte dabei in der Art, dass – wenn möglich – im Ergebnis ähnliche ökologische Ergebnisse (d.h. Primärenergiefaktor und CO₂-Emissionen) in den Varianten erzielt werden konnten. In der Abbildung 28 ist solch eine Lastgangsimulation beispielhaft anhand der KWK-Variante für die Grundschule „Am Friedenspark“ in der Nicolaistraße 3 dargestellt.

Jahresganglinie Wärme inkl. Trassenverluste
 Variante: Erdgas-BHKW + Erdgaskessel

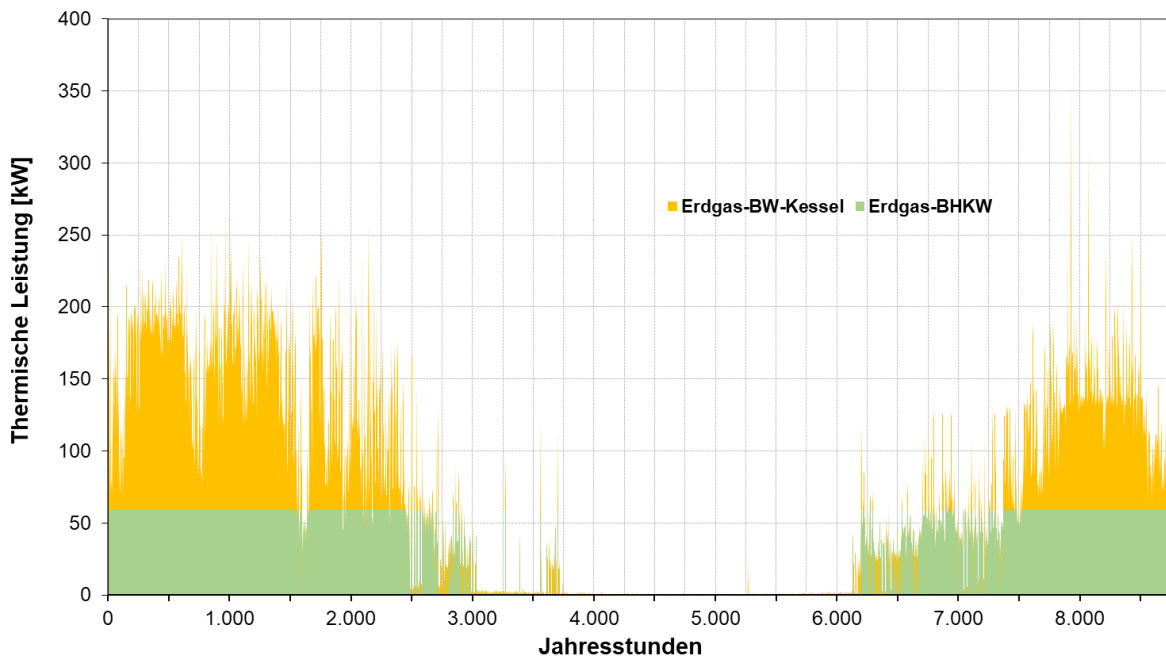


Abbildung 28: Lastgangsimulation Grundschule „Am Friedenspark“, Nicolaistraße 3

Die Daten der Lastgangsimulation gingen schließlich in die Wirtschaftlichkeitsberechnung ein. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgte als Gestehungskostenrechnung unter Ermittlung kapital-, betriebs- und verbrauchsgebundener Kosten je Variante. Die kapitalgebundenen Kosten enthalten alle Kosten für die Erzeugungsanlagen inkl. technischer Einbindung sowie Rohrleitungsbau im Heizraum und EMSR-Technik (elektrische Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik). Für die Berechnung wurde die jährliche Annuität der Kosten unter Annahme eines Betrachtungszeitraums von 20 Jahren und eines Kalkulationszinssatzes von 3 % ermittelt. In die Betriebskosten fließen Kosten für Wartung und Instandsetzung, kaufmännische und technische Betriebsführung sowie sonstige Kosten für

Versicherung, Schornsteinfeger oder DSL-Anschluss ein. Die verbrauchsgebundenen Kosten wiederum ergeben sich aus den Bezugskosten je Energieträger und dem Bezug des Eigenstrombedarfs für die technischen Anlagen. Bei der KWK-Variante werden zusätzlich Erlöse aus der Stromeinspeisung, der KWK-Vergütung und der Erdgassteuerrückerstattung berücksichtigt. Die der Berechnung zugrunde liegenden Preise und Vergütungen sind in der folgenden Tabelle zusammengetragen.

Tabelle 14: Wirtschaftliche Annahmen Einzelfallbetrachtungen

Preise und Vergütungen, Preisangaben netto	
EEG-Umlage	6,76 ct/kWh
EEX-Baseload-Preis (KWK-Index)	3,83 ct/kWh
Erdgasmischpreis	5,00 ct/ kWh
Erdgassteuer	0,55 ct/kWh
Strommischpreis	24,00 ct/kWh
Hackschnitzelpreis	3,00 ct/kWh
Fernwärme Stadtwerke Pirna	Gemäß Preisblatt vom 01.04.2020

Weiterhin wurden auch die Auswirkungen der Einführung eines Festpreises pro Tonne CO₂ für Heizöl, Erdgas, Kohle, Benzin und Diesel im Jahr 2021 mit in den Variantenvergleich aufgenommen. Der Preis wurde durch Bund und Länder zunächst auf 25 Euro je Tonne CO₂ festgelegt und steigt danach schrittweise auf 55 Euro im Jahr 2025 an. Ab 2026 sind Auktionen vorgesehen – für das Jahr 2026 gilt dabei ein Preiskorridor mit einem Mindest- und einem Maximalpreis (55-65 Euro je Tonne). Die weitere Entwicklung nach 2025 ist noch ungewiss. Eine Festlegung soll laut Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) im Jahr 2025 erfolgen.

Für die künftige Entwicklung liegen bereits verschiedene Prognosen vor, in denen unterschiedliche Szenarien entwickelt wurden. Grundlage für diesen Bericht stellt eine Prognose des Ökozentrums NRW dar, wobei sich auf das Szenario eines Preisanstiegs ab 2025 von 5 Euro pro Jahr bezogen wird (Öko-Zentrum NRW GmbH, 2020). Die mögliche Entwicklung bis zum Jahr 2035 wird in folgendem Diagramm veranschaulicht. Im Mittel über 15 Jahre ergibt sich dabei ein Preis von 71 Euro je Tonne CO₂, der den Berechnungen zu Grunde liegt.

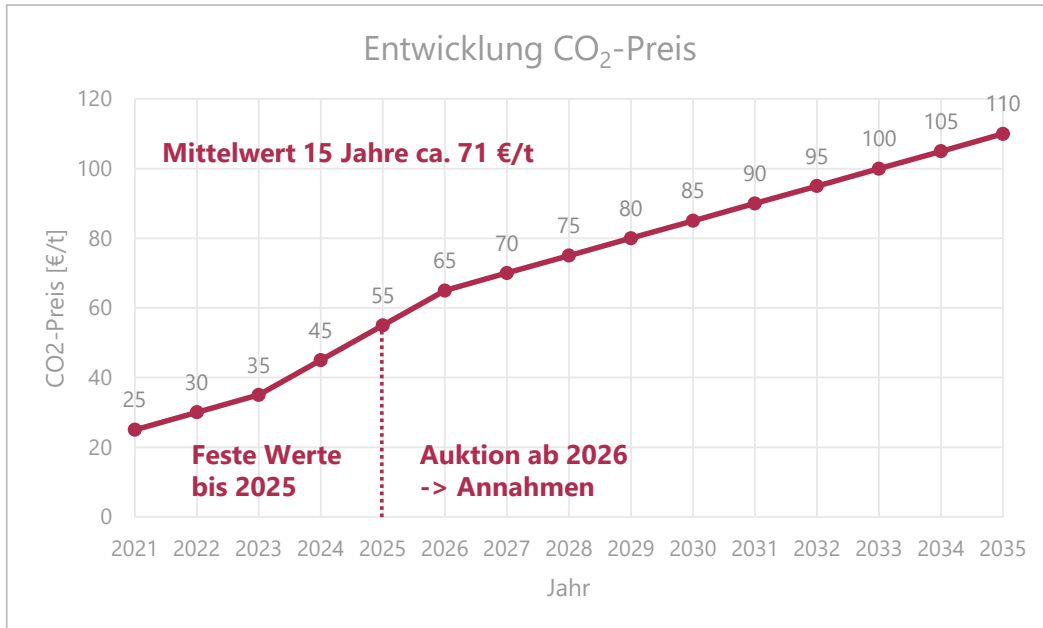


Abbildung 29: Entwicklung CO₂-Preis

Die ökologische Bewertung hinsichtlich Primärenergiefaktoren und CO₂-Emissionen der Wärme erfolgte nach Berechnungsmethodik des Energieeffizienzverbandes für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW). Die Ermittlung der Primärenergiefaktoren fand dabei unter Anwendung der Stromgutschriftmethode nach Arbeitsblatt AGFW FW 309-1 (Fassung 2014) statt, die Ermittlung der CO₂-Emissionen der Wärme unter Anwendung der Carnot-Methode nach Arbeitsblatt AGFW FW 309-6 (Fassung 2016). Folgende Primärenergie- bzw. Emissionsfaktoren wurden für die Berechnung herangezogen:

Tabelle 15: Übersicht Primärenergiefaktoren Einzelfallbetrachtungen

Energieträger	Primärenergiefaktor (nicht erneuerbarer Anteil)	CO ₂ -Emissionsfaktor
Erdgas	1,1	247 g/kWh
Holz (HHS)	0,2	25 g/kWh
Fernwärme Stadtwerke Pirna	0,53	152 g/kWh
Allgemeiner Strommix	1,8	544 g/kWh
Verdrängungsstrommix	2,8	544 g/kWh

Im Folgenden sind für die drei benannten städtischen Gebäude die Ausgangsdaten sowie die Ergebnisse der Variantenbetrachtung zusammengefasst.

1) Grundschule „Am Friedenspark“ in der Nicolaistraße 3

Tabelle 16: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Grundschule Am Friedenspark

Gebäude	Schule (Gebäude wird derzeit grundlegend saniert)
Trinkwarmwasserbereitung	dezentral (elektrisch)
Erdgasverbrauch (Mittelwert 2016-2018)	ca. 496 MWh (Nutzung als Interimsstandort)
Heizlast	ca. 350 kW
Wärmebedarf Schule Raumheizung / Warmwasser / gesamt	ca. 566 MWh / 85 MWh / 651 MWh

Tabelle 17: Ergebnisse Variantenbetrachtung - Grundschule Am Friedenspark

Betrachtungszeitraum: 20 a Kalkulationszins: 3% alle Angaben <u>netto</u>	Fernwärme	Hackschnitzelkessel + Erdgaskessel	Erdgas-BHKW + Erdgaskessel
Erzeugung	100 % Fernwärme	80 % Hackschnitzelkessel 20 % Erdgaskessel	70 % Erdgas-BHKW 30 % Erdgaskessel
Investitionskosten [€]	ca. 15.000 (geschätzte Anschlusskosten)	ca. 185.000	ca. 235.000
Wärmegestehungskosten [€/a]	ca. 51.500	ca. 47.000	ca. 51.500
spez. Gestehungskosten [ct/kWh] (+ CO ₂ -Preis – Mittelwert 15 Jahre: 71 €/t CO ₂) (= spez. Gestehungskosten inkl. CO ₂ -Preis)	9,1 (+?) (=?)	8,3 (+0,4) (=8,7)	9,1 (+2,5) (=11,6)
CO₂-Emissionen, wärmeanteilig [t/a]	86	46	77
Primärenergiefaktor	0,53	0,44	0,52

2) Goethe-Oberschule am Dohnaischen Platz 1

Tabelle 18: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Goethe-Oberschule

Gebäude	Schule + Turnhalle
Heizungsanlage Bestand	Erdgas-NT-Kessel, 285 kWth, Inbetriebnahme: 1992 (Kessel) / 2002 (Brenner) Bereitstellung Raumwärme & Trinkwarmwasser
Erdgasverbrauch (Mittelwert 2016-2018)	ca. 456 MWh
Heizlast	ca. 285 kW
Wärmebedarf Raumheizung / Warmwasser / gesamt	ca. 314 MWh / 35 MWh / 349 MWh

Tabelle 19: Ergebnisse Variantenbetrachtung - Goethe-Oberschule

Betrachtungszeitraum: 20 a Kalkulationszins: 3% alle Angaben <u>netto</u>	Fernwärme	HHS-Kessel + Erdgaskessel	Erdgaskessel + Solarthermie	Erdgas-BHKW + Erdgaskessel	Erdgaskessel *
Erzeugung	100 % Fernwärme	80 % HHS-Kessel 20 % Erdgaskessel	90 % Erdgaskessel 10 % Solarthermie	80 % Erdgas-BHKW 20 % Erdgaskessel	100 % Erdgaskessel
Investitionskosten [€]	ca. 15.000 (geschätzte Anschlusskosten)	ca. 125.000	ca. 115.000	ca. 160.000	ca. 65.000
Wärmegestehungskosten [€/a]	ca. 34.500	ca. 29.500	ca. 31.000	ca. 35.000	ca. 28.000
spez. Gestehungskosten [ct/kWh] (+ CO ₂ -Preis – Mittelwert 15 Jahre: 71 €/t CO ₂) (= spez. Gestehungskosten inkl. CO ₂ -Preis)	9,9 (+?) (=?)	8,5 (+0,4) (=8,9)	9,0 (+1,8) (=10,8)	10,1 (+2,5) (=12,6)	8,1 (+1,9) (=10,0)
CO₂-Emissionen, wärmeanteilig [t/a]	53	31	89	42	96
Primärenergiefaktor	0,53	0,47	1,15	0,45	1,23

* bei einer grundlegenden Renovierung des Gebäudes nicht mehr möglich (Erläuterung weiter unten im Text dieses Abschnitts)

3) Jahn-Turnhalle in der Siegfried-Rädel-Straße 10

Tabelle 20: Ausgangsdaten Variantenbetrachtung - Jahn-Turnhalle

Gebäude	Turnhalle
Heizungsanlage Bestand	Erdgas-BW-Kessel, 2 x 70 kWth, Inbetriebnahme: 2014 Bereitstellung Raumwärme & Trinkwarmwasser (Duschen über Frischwasserstationen)
Erdgasverbrauch (Mittelwert 2016-2018)	ca. 95 MWh
Heizlast	ca. 140 kW
Wärmebedarf Raumheizung / Warmwasser / gesamt	ca. 70 MWh / 7 MWh / 77 MWh

Tabelle 21: Ergebnisse Variantenbetrachtung Jahn-Turnhalle

Betrachtungszeitraum: 20 a Kalkulationszins: 3% alle Angaben netto	Fernwärme	HHS-Kessel + Erdgaskessel	Erdgaskessel + Solarthermie	Erdgas-BHKW + Erdgaskessel	Erdgaskessel
Erzeugung	100 % Fernwärme	90 % HHS-Kessel 10 % Erdgaskessel	90 % Erdgaskessel 10 % Solarthermie	90 % Erdgas-BHKW 10 % Erdgaskessel	100 % Erdgaskessel
Investitionskosten [€]	ca. 10.000 (geschätzte Anschlusskosten)	ca. 70.000	ca. 55.000	ca. 95.000	ca. 35.000
Wärmegestehungskosten [€/a]	ca. 12.000	ca. 11.000	ca. 9.500	ca. 14.000	ca. 8.500
spez. Gestehungskosten [ct/kWh] (+ CO ₂ -Preis – Mittelwert 15 Jahre: 71 €/t CO ₂) (= spez. Gestehungskosten inkl. CO ₂ -Preis)	15,7 (+?) (=?)	14,3 (+0,2) (=14,5)	12,3 (+1,7) (=14,0)	17,9 (+2,6) (=20,5)	11,0 (+1,9) (=12,9)
CO₂-Emissionen, wärmeanteilig [t/a]	12	5	19	9	21
Primärenergiefaktor	0,53	0,39	1,10	0,48	1,23

* bei einer grundlegenden Renovierung des Gebäudes nicht mehr möglich (Erläuterung weiter unten im Text dieses Abschnitts)

Beim Vergleich aus rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten, d.h. Wärmegestehungskosten, stellt sich die Variante des reinen Erdgaskesseltauschs als preisgünstigste Alternative dar. Dies ist insbesondere durch die vergleichsweise geringen Investitions- und Betriebskosten dieser Variante zu begründen. An zweiter Stelle des Preisvergleichs steht die Hackschnitzel-Variante. Diese weist zwar im Vergleich zur Erdgaskessel-Variante deutlich höhere Investitions- und Betriebskosten auf, allerdings sind die verbrauchsgebundenen Kosten aufgrund niedriger Hackschnitzel-Preise gering. Weiterhin ergibt sich in der Hackschnitzelvariante ein preislicher Vorteil im Hinblick auf die CO₂-Bepreisung ab 2021 aufgrund des geringen Erdgasanteils in dieser Versorgungsvariante.

Aus ökologischen Gesichtspunkten wird der reine Erdgaskesseltausch nicht empfohlen, da Erdgas einen vergleichsweise hohen Primärenergie- sowie CO₂-Emissionsfaktor aufweist. Weiterhin besteht bei einer grundlegenden Gebäudesanierung von bestehenden öffentlichen Gebäuden nach EEWärmeG die Pflicht zur Nutzung von erneuerbaren Energien oder Ersatzmaßnahmen wie KWK oder Fernwärme. Eine reine Versorgung über Erdgas ist aufgrund dieser Anforderungen bei öffentlichen Gebäuden also nicht mehr möglich, wenn der Heizungstausch mit einer grundlegenden Renovierung verbunden ist. Von einer grundlegenden Renovierung wird gesprochen, wenn in einem zeitlichen Zusammenhang von nicht mehr als zwei Jahren eine Heizungserneuerung erfolgt und mehr als 20 Prozent der Oberfläche der Gebäudehülle renoviert werden.

Eine leichte Verbesserung der reinen Versorgungslösung über Erdgas bietet die zusätzliche anteilige Versorgung über eine Solarthermieanlage. Allerdings sind die Flächen insbesondere aufgrund denkmalschutzrechtlicher Belange begrenzt. Für das Schulgebäude der Goethe-Oberschule käme gegebenenfalls die Dachfläche der Turnhalle in Frage. Darüber könnten rund 10 % des Wärmebedarfes der Schule gedeckt werden.

Die KWK-Variante weist die höchsten Wärmegestehungskosten aufgrund hoher Investitions- und Betriebskosten auf. Eine Verbesserung wäre durch den Eigenverbrauch des im BHKW erzeugten Stroms vor Ort im Gebäude erzielbar.

Die Fernwärmevariante weist in vielen Fällen ähnlich hohe Wärmegestehungskosten wie die KWK-Variante auf. Dabei stellt sie sich aus Sicht des Gebäudeeigentümers gleichzeitig als die komfortabelste Alternative dar. Zunächst liegen die Investitionskosten für den Eigentümer deutlich geringer als bei allen anderen Varianten – es fallen lediglich Kosten für den Hausanschluss an. Fernwärme kann als sehr „platzsparende“ Technologie bezeichnet werden, da lediglich die Installation einer Hausübergabestation erforderlich ist. Weiterhin zeichnet sich die Fernwärme als wartungsarme Versorgungslösung aus, deren betriebliches Risiko beim Anlagenbetreiber und nicht beim Gebäudeeigentümer selbst liegt. Inwieweit die kommende CO₂-Bepreisung für Erdgas sich zukünftig auf den Fernwärmepreis auswirken wird, konnte bis zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht abschließend geklärt werden.

Inwieweit die einzelnen Kriterien gewichtet werden, ist Entscheidung eines jeden Gebäudeeigentümers selbst. Gerade im Hinblick auf die Vorbildwirkung der Stadt sollte jedoch bei der Entscheidung für die öffentlichen Gebäude ein Schwerpunkt auf ökologische Kriterien gelegt werden. Zur Veranschaulichung ist die Bewertung der verschiedenen Kriterien in folgender Übersicht noch einmal tabellarisch zusammengetragen.

Einzelversorgungslösungen - Vergleich

	Erdgas-BHKW + Erdgaskessel	Fernwärme	Hackschnitzel- + Erdgaskessel	Erdgaskessel + Solarthermie	Erdgaskessel
Ökologie	● Geringe Emissionen	● Geringe Emissionen	● Geringe Emissionen	● Hohe Emissionen (aber Verbesserung ggü. reiner Erdgasvariante)	● Hohe Emissionen
Wärmegestehungs-Kosten [€/a]¹⁾	● Hohe Kosten	● Hohe Kosten	● Mittlere Kosten (Verbesserung durch Fördermittel möglich)	● Mittlere Kosten (Verbesserung durch Fördermittel möglich)	● Geringe Kosten
Brennstoffbeschaffung	● einfach	● einfach	● Anlieferung Hackschnitzel (LKW)	● einfach	● einfach
Wartung / Betriebsführung	● Erhöhter Aufwand für Betriebsführung BHKW	● Lediglich Hausübergabestation	● Hoher Aufwand für Betrieb der Hackschnitzelanlage	● Aufwand leicht höher ggü. Fernwärme-Variante	● Aufwand leicht höher ggü. Fernwärme-Variante
Platzbedarf	● Hoher Platzbedarf für BHKW und Kessel	● Lediglich Hausübergabestation	● Hoher Platzbedarf für Kessel und Lagerung	● Platzbedarf für Kessel und Nebenanlagen	● Platzbedarf für Kessel und Nebenanlagen
Zukunftsfähigkeit	● Entspricht den Anforderungen nach aktuellem EEWärmeG	● Entspricht den Anforderungen nach aktuellem EEWärmeG	● Entspricht den Anforderungen nach aktuellem EEWärmeG	● Entspricht den Anforderungen nach aktuellem EEWärmeG	● Bei grundlegender Gebäudesanierung nicht mehr möglich (EEWärmeG)

● Beste Ausprägung
 ● Mittlere Ausprägung
 ● Schlechteste Ausprägung

¹⁾ Reine Gestehungskosten, d.h. die Preise enthalten keine Marge für einen Wärmelieferanten (gewerbliche Wärmelieferung)

Abbildung 30: Übersicht Vergleich Einzelversorgungslösungen

4 MAßNAHMENKATALOG

Im folgenden Abschnitt werden die Maßnahmen aufgelistet, die für das Quartier südliche Innenstadt empfohlen werden. Die Maßnahmen wurden in drei thematische Handlungsfelder gegliedert:

- 1- Wärmeerzeugung und -infrastruktur
- 2- Stromerzeugung und -verbrauch
- 3- Verkehr
- 4- Sonstige Maßnahmen

Die Maßnahmen wurden in Absprache mit der Stadtverwaltung Pirna erarbeitet und priorisiert. Die Priorisierung erfolgt in drei Stufen:

- Priorität 1 – eine kurzfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb des nächsten Jahres wird empfohlen
- Priorität 2 – eine mittelfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb der nächsten 5 Jahre wird empfohlen
- Priorität 3 – eine langfristige Umsetzung der Maßnahme innerhalb der nächsten 10 Jahre wird empfohlen.

Dementsprechend kann der Maßnahmenkatalog als konkrete Handlungsanleitung zur Umsetzung genutzt werden.

Im Folgenden zuerst eine Übersicht über die Maßnahmen:

Maßnahmen Wärmeerzeugung und -infrastruktur

- Ausbau der Fernwärmeinfrastruktur
- Modernisierung Fernwärmeversorgungsanlagen
- Umsetzung Einzelversorgungslösungen
- Nutzung Potenzial Solarthermie
- Durchführung von energetischen Sanierungen

Maßnahmen Stromerzeugung und -verbrauch

- Umrüstung Beleuchtung Privathaushalte
- Umrüstung Beleuchtung Schulen
- Umrüstung Straßenbeleuchtung
- Nutzung Potenzial Photovoltaik

Maßnahmen und Mobilität Verkehr

- Ausbau Radinfrastruktur
- Entschärfung von Verkehrskonflikten
- Umgestaltung Königsteiner Straße

Sonstige Maßnahmen

- Einstellung eines Sanierungsmanagers für das Quartier

4.1 MAßNAHMEN WÄRMEERZEUGUNG UND -INFRASTRUKTUR

Maßnahme Wärme – 1			
Ausbau der Fernwärmeinfrastruktur			
Handlungsfeld	Wärme	Priorität	2
Maßnahmenbeschreibung: Effiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung durch den Ausbau des Fernwärmenetzes im Quartier			
<p>Die Wärmeversorgung der Gebäude im Quartier durch Fernwärme ist in der Regel effizienter, klimafreundlicher und wirtschaftlicher als eine dezentrale Wärmeversorgung.</p> <p>Während die Wärmeproduktion mit Erdgas einen Emissionsausstoß von 0,247 kg CO₂/kWh verursacht (Ecospeed Region, 2020), gibt es bei der Wärmeversorgung durch das Fernwärmenetz Pirna-Sonnenstein nur einen Emissionsausstoß von 0,152 kg CO₂/kWh (EEB Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, 2018). Momentan arbeiten die Stadtwerke daran, den Emissionsfaktor für die Fernwärme weiter zu senken, z.B. mit dem Komplexvorhaben zur Transformation des Fernwärmenetzes (Stadtwerke Pirna, 2018).</p> <p>Allein durch die Umstellung von der im Quartier gängigen Wärmeversorgung durch Erdgas auf die Wärmeversorgung durch Fernwärme, können ca. 40 % der Treibhausgasemissionen in den Gebäuden entlang der potenziellen Fernwärmetrasse eingespart werden. Weiterhin kommen die Erlöse mit den Stadtwerken Pirna einem lokalen und kommunalen Unternehmen zu Gute und unterstützen so die lokale Wertschöpfung.</p> <p>Wie im Abschnitt 3.3.1 beschrieben, wurden gemeinsam mit den Stadtwerken zwei Gebiete im Quartier für den Fernwärmeausbau identifiziert. Hier soll der Fernwärmeausbau schrittweise vorangetrieben werden und Kunden entlang der Fernwärmetrasse gewonnen werden. So können auch die Stadtwerke Pirna in der Zukunft ihr Geschäftsfeld erweitern.</p> <p>Auch für die Kunden hat der Wechsel zur Fernwärmeversorgung Vorteile. Im Gegensatz zu dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen fällt kein Aufwand für Wartung und Betriebsführung und kein zusätzlicher Platzbedarf für eine Wärmeerzeugungsanlage an.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der bestehenden Fernwärmetrasse im Quartier • Gewinnung von Kunden entlang des Trassenverlaufs 			
Kosten	Ca. 1 Mio € Invest für Fernwärmegebiet 1	Einspareffekte /Jahr	Ca. 1.400 t CO ₂ pro Jahr für beide Fernwärmegebiete
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Amortisationszeit durchschnittlich ca. 4 Jahre (Lebensdauer Trasse ca. 40 Jahre)	Umsetzungszeitraum	0 - 5 Jahre
Projekträgerschaft	Stadtwerke Pirna	Weitere Partner	Stadt, Großkunden, Ingenieurbüros

Maßnahme Wärme – 2			
Unterstützung bei der Modernisierung von Wärmeerzeugungsanlagen			
Handlungsfeld	Wärme	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Beratung und Produkte zur Modernisierung der Wärmeerzeugungsanlagen			
<p>Momentan, 30 Jahre nach der Wiedervereinigung, sind ca. 47 % der dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen in der Pirnaer Kernstadt veraltet (Baujahr vor 2000) und müssen ausgetauscht werden (siehe Abschnitt 2.2.2). Das Alter der Wärmeerzeugungsanlagen sollte gezielt (z.B. durch eine Umfrage) erfasst werden und die Gebäudeeigentümer und Haushalte mit Modernisierungsbedarf beraten werden. Hier kann gemeinsam die beste Lösung für eine neue Wärmeversorgung gefunden werden, sei es der Anschluss an die Fernwärmeversorgung oder eine ökologische und effiziente dezentrale Wärmeversorgung.</p> <p>Das Beratungsprogramm könnte sowohl von der Stadt Pirna als auch von den Stadtwerken Pirna initiiert werden. Bei der Produktauswahl ist es sinnvoll, gemeinsam eine Produktpalette zu entwickeln, die den Einwohnern im Quartier angeboten werden kann.</p> <p>Unter der Annahme, dass bei 47 % der Gebäude im Quartier signifikante Effizienzgewinne durch neue Wärmeerzeugungsanlagen realisiert werden könnten und die Effizienzgewinne durch Modernisierung bei ca. 10 % liegen (Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, 2015), lassen sich durch die Modernisierung von Wärmeerzeugungsanlagen ca. 242 t CO₂ pro Jahr einsparen.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Modernisierung hin zu einer ökologischen und effizienten Wärmeversorgung • Gewinnung von Wärmekunden für die Stadtwerke 			
Kosten	Variieren je nach Form der Kampagne	Einspareffekte /Jahr	Ca. 242 t CO ₂ pro Jahr, wenn 47 % der Häuser im Quartier modernisiert werden
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Abhängig vom konkreten Fall	Umsetzungszeitraum	0-5 Jahre
Projektträgerschaft	Stadtwerke Pirna oder Stadt Pirna	Weitere Partner	Verbraucherzentrale, Heizungsbauer

Maßnahme Wärme – 3

Umsetzung Einzelversorgungslösungen

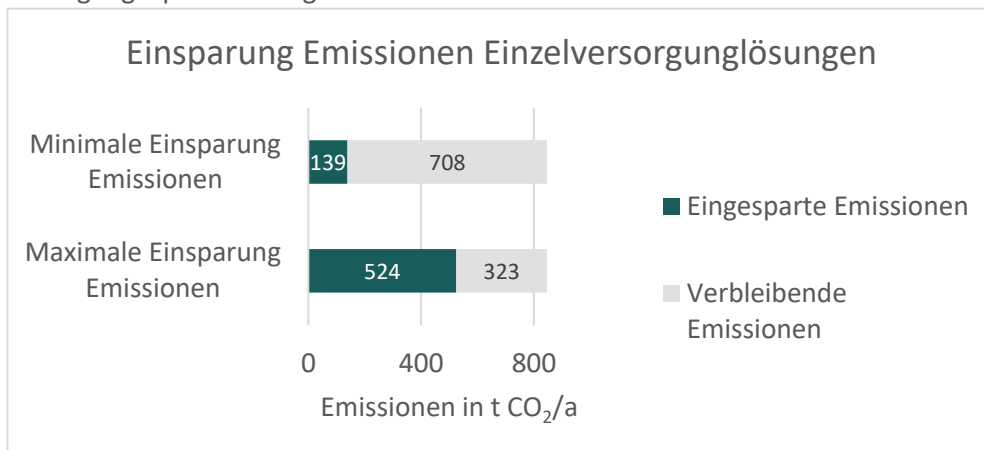
Handlungsfeld	Wärme	Priorität	1
----------------------	-------	------------------	---

Maßnahmenbeschreibung: Umsetzung der Ergebnisse der Betrachtung zu Einzelversorgungslösungen im Rahmen des Quartierskonzeptes

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde die Wärmeerzeugung von sieben Großverbrauchern individuell betrachtet. Die Ergebnisse der Analysen sind in Abschnitt 3.3.2 zu finden.

Wie aus den Ergebnissen aus Abschnitt 3.3.2 entnommen werden kann, konnten bei fast allen Gebäuden erhebliche Energieeinsparpotenziale festgestellt werden. Eine Umsetzung der jeweiligen Vorzugsvarianten sollte so angestrebt werden, wie es in die jeweilige bauliche Entwicklung des Gebäudes passt. Bei der Grundschule „Am Friedenspark“ in der Nicolaistraße 3 wird im Zuge einer Sanierung bereits die Vorzugsvariante umgesetzt und die Schule nach Fertigstellung der Teilsanierung mit preisgünstiger und klimafreundlicher Fernwärme versorgt. Für die weiteren Gebäude sollte der Zeitplan je nach baulichem Zustand des Gebäudes und Alter der Heizungsanlage angepasst werden.

Die in Abschnitt 3.3.2 vorgestellten Analysen zeigen, dass durch die Modernisierung der Wärmeversorgung bei den betrachteten Gebäuden zwischen 139 t CO₂ und 524 t CO₂ pro Jahr eingespart werden können. Welche Einsparungen realisiert werden, hängt davon ab welche der Wärmeversorgungsoptionen ausgewählt wird.⁶



Verfolgte Ziele

- Modernisierung hin zu einer ökologischen und effizienten Wärmeversorgung
- Sichere Versorgung von Wärmekunden mit geringem Primärenergiefaktor

Kosten	Abhängig vom individuellen Fall	Einspareffekte /Jahr	Zwischen 139 und 524 t CO ₂ pro Jahr
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Abhängig vom konkreten Fall	Umsetzungszeitraum	0-20 Jahre
Projekträgerschaft	Stadtwerke Pirna oder Stadt Pirna	Weitere Partner	Verbraucherzentrale, Heizungsbauer

⁶ Da das ASB-Seniorenzentrum am Felsenkeller 2 über eine Moderne Heizungsanlage verfügt, wurden für das Gebäude keine Einsparungen von Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

Maßnahme Wärme – 4			
Nutzung Potenzial Solarthermie			
Handlungsfeld	Wärme	Priorität	3
Maßnahmenbeschreibung: Nutzung des Solarthermiepotenzials zur Wärmeversorgung			
<p>Das Solarthermiepotenzial und dessen Herleitung wurde bereits im Abschnitt 3.1.2 beschrieben. In diesen Abschnitt wurde gezeigt, dass das Solarthermie-Potenzial ohne Berücksichtigung des Denkmalschutzes 15 % des Wärmebedarfs des Quartiers und mit Berücksichtigung des Denkmalschutzes 7,3 % des Wärmebedarfs decken kann. Damit können durch die Nutzung des Potenzials Emissionen in der Höhe von 318 t CO₂/a (ohne Berücksichtigung Denkmalschutz) bzw. 200 t CO₂/a (mit Berücksichtigung Denkmalschutz) eingespart werden.</p> <p>Wo dieses Potenzial realisiert werden sollte, ist anhand von Einzelfällen zu bewerten. Dabei sollte sowohl die Flächenkonkurrenz zu Photovoltaik als auch die alternativen Möglichkeiten der Wärmeversorgung betrachtet werden.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Klimafreundliche Wärmeversorgung • Ausbau der Wärmeerzeugung aus Solarthermie 			
Kosten	Sehr unterschiedlich je nach Größe und Art der Anlage	Einspareffekte /Jahr	Für das Quartier: 318 t CO ₂ pro Jahr (ohne Berücksichtigung Denkmalschutz) 163 t CO ₂ pro Jahr (mit Berücksichtigung Denkmalschutz)
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Abhängig vom konkreten Fall	Umsetzungszeitraum	0-10 Jahre
Projekträger-schaft	Gebäudeigentümer	Weitere Partner	Verbraucherzentrale, Heizungsbauer

Maßnahme Wärme – 5			
Durchführung von energetischen Sanierungen			
Handlungsfeld	Wärme	Priorität	2
Maßnahmenbeschreibung: Durchführung von energetischen Sanierungen			
<p>In Abschnitt 3.2.2.2 wurde anhand eines Beispielhauses gezeigt, dass durch energetische Sanierungen signifikante Einsparpotenziale im Wärmebereich realisiert werden können. Berechnungen eines typischen Hauses im Quartier (eines Mehrfamilienhauses aus der Gründerzeit ohne Denkmalschutz) in denen Kellerdecke, Außenwände, Dach und Fensterflächen energetisch saniert wurden, haben gezeigt, dass mit energetischen Sanierungen bis zu 80 % des Raumwärmebedarfs eingespart werden können. Wird das auf das gesamte Quartier übertragen, so können, mit Berücksichtigung des Denkmalschutzes ca. 54 % des Wärmebedarfs im Quartier eingespart werden.</p> <p>Wirtschaftlich amortisieren sich die Maßnahmen durch die eingesparten Energiekosten in vielen Fällen allerdings nur, wenn sie im Zuge von „Sowieso“-Maßnahmen durchgeführt werden. Bei anstehenden Gebäudesanierungen im Quartier ist es deshalb zu empfehlen, eine energetische Sanierung mit in Betracht zu ziehen.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung des Wärmeverbrauchs • Reduzierung der Verbrennung von fossilen Brennstoffen 			
Kosten	Kosten für die einzelnen Maßnahmen siehe Abschnitt 3.2.2.2	Einspareffekte /Jahr	Für das gesamte Quartier: Einsparungen von max. ca. 2.000 t CO ₂ pro Jahr
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	In den meisten Fällen wirtschaftlich im Zusammenhang mit “Sowieso“-Maßnahmen	Umsetzungszeitraum	Innerhalb der nächsten 40 Jahre (typischer Sanierungszeitraum für Gebäudefassaden)
Projektträgerschaft	Gebäudeeigentümer	Weitere Partner	Verbraucherzentrale, Energieberater, Bauunternehmen

4.2 MAßNAHMEN STROMERZEUGUNG UND -VERBRAUCH

Maßnahme Strom – 1			
Umrüstung Beleuchtung Privathaushalte			
Handlungsfeld	Strom	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Umrüstung der Beleuchtung von Privathaushalten auf LED-Technologie			
<p>Durch die Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technologie können bis zu 70 % der Energie für Beleuchtung eingespart werden. Das spart Stromkosten, reduziert Treibhausgasemissionen und produziert trotzdem ein gemütliches warmweißes Licht wie aus einer herkömmlichen Glühbirne. Seit vor einigen Jahren sowohl die Effizienz der LED-Technologie deutlich gestiegen ist als auch das Farbspektrum des Lichts sich merklich erweitert hat, amortisieren sich nahezu alle LED-Leuchten in Haushalten über ihre lange Lebensdauer von 20 Jahren. Es wird deshalb empfohlen, bei einem notwendigen Austausch der Beleuchtung in Haushalten auf die LED-Technologie zurückzugreifen. Geht man davon aus, dass der Strombedarf für Beleuchtung ca. 8 % des Stromverbrauchs von privaten Haushalten ausmacht (Umweltbundesamt, 2020), so können durch die Umrüstung auf LED-Technologie ca. 6 % der Stromkosten und Emissionen privater Haushalte eingespart werden. Um Privathaushalte für das Einsparpotenzial zu sensibilisieren, wäre es z.B. möglich hier eine Beratungskampagne zum Thema Beleuchtung durchzuführen.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung Energieeffizienz • Reduzierung Stromkosten 			
Kosten	In der Regel unter 10 € für eine Lampe	Einspareffekte /Jahr	Einsparungen für das Quartier: <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung Stromverbrauch: 249 MWh pro Jahr • Reduzierung CO₂: 135 t pro Jahr • Reduzierung Stromkosten: ca. 70.000 € pro Jahr
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Variiert je nach Nutzungsdauer der Lampe	Umsetzungszeitraum	0 - 5 Jahre
Projekträger-schaft	Haushalte	Weitere Partner	Verbraucherzentrale, Baumärkte

Maßnahme Strom – 2			
Umrüstung Beleuchtung Schulen			
Handlungsfeld	Strom	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Umrüstung der Beleuchtung von Schulen auf LED-Technologie			
<p>Auch bei Schulen können durch die Umrüstung auf LED-Technologie ca. 70 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung eingespart werden. Bei Schulen macht die Beleuchtung sogar ca. 40 % des Stromverbrauchs aus (eigene Berechnungen), sodass durch eine Umrüstung auf LED ca. 28 % des Gesamtstromverbrauchs eingespart werden können. Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde eine Umrüstung am Beispiel der Goethe-Oberschule durchgerechnet.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung Energieeffizienz • Reduzierung Stromkosten 			
Kosten	<p>Abhängig von Größe und Art der Lampe</p> <p>Bei Goethe-Oberschule Investition ca. 81.000 €</p>	Einspareffekte /Jahr	<p>Einsparungen für Goethe-Oberschule:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung Stromverbrauch 68 MWh pro Jahr • Reduzierung CO₂ 37 t pro Jahr • Reduzierung Stromkosten ca. 19.000 € pro Jahr
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Die eingesparten Stromkosten übertreffen die Investitionskosten im Laufe der Lebensdauer von 20 Jahren	Umsetzungszeitraum	0 - 2 Jahre
Projekträger-schaft	Stadt Pirna, Landkreis	Weitere Partner	Elektriker, Leuchtaustatter

Maßnahme Strom – 3			
Umrüstung der Straßenbeleuchtung			
Handlungsfeld	Strom	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie			
<p>Das Prinzip der LED-Technologie für Haushalte und öffentliche Gebäude lässt sich auch für die Straßenbeleuchtung anwenden. Einige Straßen im Quartier (z.B. Bahnstraße) wurden schon auf die LED-Technologie umgerüstet. Zusätzlich wurden im Quartier zusätzliche Maßnahmen zum Stromsparen bei Straßenbeleuchtung, wie z.B. eine Nachtabschaltung zwischen 00:30 Uhr und 04:30 Uhr oder eine Leistungsreduzierung eingeführt.</p> <p>Bei den bislang nicht umgerüsteten Straßenlaternen können im Quartier noch ca. 80 % des Stromverbrauchs für Straßenbeleuchtung durch eine Umrüstung auf LED-Lampen eingespart werden. Dies kann preiswert in einem Retrofit-Verfahren erfolgen, in dem die Lampe erhalten bleibt und nur das Leuchtmittel (die „Glühbirne der Straßenlaterne“) getauscht wird.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung Energieeffizienz • Reduzierung Stromkosten 			
Kosten	Ca. 7.500 € für die noch nicht umgerüsteten Straßenlaternen im Quartier	Einspareffekte /Jahr	Einsparungen für Quartier: <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung Stromverbrauch 33 MWh pro Jahr • Reduzierung 18 t CO₂ pro Jahr • Reduzierung Stromkosten: ca. 7.500 € pro Jahr
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Amortisationsdauer für Quartier: 2,6 Jahre	Umsetzungszeitraum	0 - 2 Jahre
Projektträgerschaft	Stadtwerke Pirna	Weitere Partner	Leuchtausstatter

Maßnahme Strom – 4			
Nutzung des Photovoltaik-Potenzials			
Handlungsfeld	Strom	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Nutzung von Solarpotenzial durch die Installation von Solaranlagen			
<p>Wie in Abschnitt 3.1.2.1 gezeigt, liegt eines der größten Potenziale für erneuerbare Energien im Quartier in der Nutzung des Solarpotenzials durch Photovoltaikanlagen. Die Berechnungen im Rahmen des Quartierskonzeptes haben ergeben, dass durch eine Installation von Photovoltaikanlagen 4,5 GWh/a Strom im Quartier erzeugt werden könnten. Damit könnte der Strombedarf des Quartiers zu bilanziell zu 84 % gedeckt werden. Rechnet man die Dachflächen der Gebäude mit Denkmalschutz aus dem Potenzial heraus, könnten immer noch 42 % des Quartiers mit dem Strom versorgt werden. Zusätzlich dazu werden mit der Installation einer Photovoltaikanlage auch Treibhausgasemissionen und Stromkosten eingespart.</p> <p>Es wird empfohlen dieses Potenzial zeitnah zu nutzen. Hierbei sollte mit den Dächern begonnen werden, die von der Größe und der Akteurskonstellation am geeignetsten sind. Die Nutzer der zehn Gebäude im Quartier, bei denen die Installation einer Photovoltaikanlage als am effizientesten eingeschätzt wurde, wurden bereits im Rahmen des Quartierskonzeptes angeschrieben und ihnen Informationen zum Solarpotenzial bereitgestellt.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsfreie Stromerzeugung • Reduzierung Stromkosten 			
Kosten	Investitionskosten <ul style="list-style-type: none"> • 7,7 Mio € ohne Berücksichtigung Denkmalschutz • 3,0 Mio € mit Berücksichtigung Denkmalschutz 	Einspareffekte /Jahr	Einsparungen für Quartier: <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung CO₂: ca. 2.500 t/a ohne Ber. Denkmalschutz, ca. 1.200 t/a mit Ber. Denkmalschutz • Gewinn (über 20 a): 4,0 Mio € ohne Ber. Denkmalschutz 1,9 Mio € mit Ber. Denkmalschutz
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	Durchschnittliche Amortisationsdauer für Quartier: 12,6 Jahre	Umsetzungszeitraum	0 - 5 Jahre
Projektträgerschaft	Gebäudeeigentümer	Weitere Partner	Stadtwerke Pirna, Verbraucherzentrale, Handwerksbetriebe

4.3 MAßNAHMEN VERKEHR

Maßnahme Verkehr – 1			
Ausbau der Radinfrastruktur			
Handlungsfeld	Verkehr	Priorität	2
Maßnahmenbeschreibung: Förderung umweltfreundlicher Mobilität durch Stärkung des Radverkehrs			
<p>Es wird empfohlen verschiedene Maßnahmen umzusetzen, die das Radfahren in Pirna angenehmer und attraktiver machen. Dazu zählt der Ausbau des bestehenden Radwegenetzes sowie der Ausbau der Radabstellinfrastruktur (im Quartier insb. an Versorgungszentren). Durch einen solchen Ausbau der Radinfrastruktur sollen die Pirnaer Bürger ermutigt werden, zusätzliche Wege innerhalb der Stadt mit dem Rad zurückzulegen.</p> <p>Die Einrichtung eines städtischen Fahrradverleihsystems kann geprüft werden. Dieses Angebot käme Pendlern und Besuchern der Stadt zu Gute, welche eine Teilstrecke des beliebten Elberadweges zurücklegen möchten. Dabei werden mehrere Fahrräder oder Pedelecs bereitgestellt, die an zentralen Infrastruktur- bzw. Knotenpunkten (z.B. Bahnhof Pirna) geliehen und abgegeben werden können.</p>			
Verfolgte Ziele			
Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs und Förderung umweltfreundlicher Mobilität <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau und Instandhaltung des Radwegenetzes • Errichtung zusätzlicher Abstellinfrastruktur • Einrichtung eines Fahrradverleihs 			
Kosten/Jahr	15-20 € / m ² Radweg 120 € / Abstellanlage	Einspareffekte /Jahr	n. bez.
Wirtschaftlichkeit/Amortisation	-	Umsetzungszeitraum	0-5 Jahre
Projektträgerschaft	Stadt	Weitere Partner	ADFC, Baugewerbe

Maßnahme Verkehr - 2			
Entschärfung von Verkehrskonflikten			
Handlungsfeld	Verkehr	Priorität	2
Maßnahmenbeschreibung: Entschärfung von Konfliktsituationen zwischen verschiedenen Verkehrsteilnehmern			
<p>Im Zuge der Begehung der südlichen Innenstadt wurde festgestellt, dass Konfliktsituationen zwischen Verkehrsteilnehmern aufgrund eines mangelnden Ausbaus bzw. Zustands der Verkehrswege resultieren. Diese Einschätzung wird von weiteren Veröffentlichungen geteilt. Insbesondere Konflikte motorisierter und nicht motorisierter Mobilitätsformen bergen Gefahrenpotential. Es sollte geprüft werden, an welchen Stellen im Quartier eine Nachbesserung sicherer Straßenüberquerungsmöglichkeiten für Fußgänger und Radfahrer notwendig ist. Konfliktsituationen zwischen Fuß- und Radverkehr resultieren außerdem aus gemeinsamer Führung beider Mobilitätsformen auf unzureichend dimensionierten und teilweise nicht durchgehend geführten Wegen.</p>			
Verfolgte Ziele			
<p>Erhöhung des Sicherheitsgefühls nicht motorisierter Straßenverkehrsteilnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schaffung zusätzlicher Straßenüberquerungsmöglichkeiten für Fußgänger und Radfahrer • Entflechtung des Fuß- und Radverkehrs 			
Kosten/Jahr	30.000-35.000 € / Überquerungs- möglichkeit	Einspareffekte /Jahr	Keine
Wirtschaftlichkeit/ Amortisation	-	Umsetzungszeitraum	0-5 Jahre
Projektträgerschaft	Stadt	Weitere Partner	ADFC, Bauunter- nehmen

Maßnahme Verkehr - 3			
Umgestaltung der Königsteiner Straße			
Handlungsfeld	Verkehr	Priorität	2
Maßnahmenbeschreibung: Neugestaltung der Königsteiner Straße nach Fertigstellung der Orstumgehung Süd			
<p>Im Zuge der Ortsumgehung Süd wird eine Reduktion des Verkehrsaufkommens auf der Königsteiner Straße erwartet. Es wird angenommen, dass dadurch jeweils eine Fahrspur nicht mehr wie bisher zur Bewältigung des regulären Straßenverkehrs benötigt wird. Dieser Verkehrsraum kann für neue Nutzungsformen zur Verfügung gestellt werden.</p> <p>Ein einfacher oder doppelter Grünstreifen zur Zierde und Auflockerung der innerstädtischen Siedlungsstruktur sowie Verbesserung der Luftqualität vor Ort kann angelegt werden. Weiterhin kann separate Busspur auf der Fahrbahn zur Busbeschleunigung und Verbesserung der Beförderungsqualität des städtischen sowie regionalen Busverkehrs eingerichtet werden. Insbesondere bei zähfließendem Verkehr zu den Hauptverkehrs- und Beförderungszeiten könnte so die Pünktlichkeit der Buslinien vom allgemeinen Verkehrsfluss entkoppelt werden.</p>			
Verfolgte Ziele			
Klimafreundliche Umgestaltung des überschüssigen Verkehrsraumes auf der Königsteiner Straße			
Kosten/Jahr	Je nach Variante zu prüfen	Einspareffekte /Jahr	n. bez.
Wirtschaftlichkeit/Amortisation	-	Umsetzungszeitraum	Ab 2023
Projektträgerschaft	Stadt	Weitere Partner	Regionalverkehr Sächsische Schweiz - Osterzgebirge, Stadtgrün, ADAC

4.4 SONSTIGE MAßNAHMEN

Sonstige Maßnahmen - 1			
Einstellung eines Sanierungsmanagers			
Handlungsfeld	Sonstige Maßnahmen	Priorität	1
Maßnahmenbeschreibung: Einstellung eines Sanierungsmanagers zur Umsetzung der Maßnahmen des Quartierskonzeptes			
<p>Im Anschluss an ein erfolgreich erstelltes energetisches Quartierskonzept ist es für eine Stadt möglich Förderung für die Einstellung eines Sanierungsmanagers zu beantragen. Die Aufgaben des Sanierungsmanagers können dabei sowohl von einer natürlichen Person als auch von einem oder mehreren juristischen Personen (Unternehmen, Vereinen, etc.) übernommen werden. Die Förderung für die Personalkosten beträgt 150.000 € für drei Jahre, bei einer Verlängerung auf fünf Jahre kann bis zu 250.000 € aufgestockt werden (KfW, 2020).</p> <p>Die Einstellung eines Sanierungsmanagers ist ein effizienter Weg, die im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen im Quartier umzusetzen. Zu seinem Arbeitsbereich könnten in diesem Falle Aufgaben wie z.B. die Durchführung von Kampagnen zu Themen wie Solarenergie oder energetischen Sanierungen, die Weiterentwicklung und Umsetzung der Einzelfallbetrachtungen oder die Begleitung der Umgestaltung des Verkehrsraumes der Königsteiner Straße gehören. Durch den Sanierungsmanager kann die Umsetzung der Maßnahmen aus dem Quartierskonzept nachgehalten und angestoßen werden und auch weitere Maßnahmen entwickelt werden. Die Maßnahmen sollten einen Effekt für das Quartier haben, können aber auch über die Quartiersgrenzen hinaus wirkungsvoll sein. Ein Sanierungsmanager ist in vielen Fällen eine sinnvolle Investition, sowohl für das betreffende Quartier als auch für die gesamte Stadt.</p>			
Verfolgte Ziele			
<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung und Weiterentwicklung der Maßnahmen aus dem Quartierskonzept • Schaffung eines Arbeitsplatzes 			
Kosten/Jahr	Ca. 50.000 €/Jahr (werden übernommen von KfW-Bank)	Einspareffekte /Jahr	n. bez.
Wirtschaftlichkeit/Amortisation	-	Umsetzungszeitraum	Ab 2021
Projekträgerschaft	Stadt Pirna	Weitere Partner	Stadtwerke Pirna, Verbraucherzentrale

4.4 ZUSAMMENFASSUNG: EFFEKTE DER MAßNAHMEN

In den Maßnahmenblättern wurden bereits die Effekte der Maßnahmen hinsichtlich wirtschaftlicher und ökologischer Kriterien quantifiziert. Es wurden für jede Maßnahme, soweit bei der konkreten Maßnahme möglich, die Investitionskosten der Maßnahme, die Reduzierung des Energieverbrauchs und die damit entstandene Energiekostensenkung und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen abgeschätzt. Die Annahmen und Methodik für die einzelnen Berechnungen, sind in den entsprechenden Kapiteln oder den einzelnen Maßnahmenblättern zu finden. Um die Maßnahmen besser vergleichen und den Gesamteffekt der Maßnahmen einschätzen zu können, soll in diesem Abschnitt noch einmal ein Überblick über die Effekte der erarbeiteten Maßnahmen gegeben werden.

Da nicht bei allen Maßnahmen Energieeinsparungen oder Investitionskosten existieren, die sich unmittelbar vergleichen lassen, liegt der Fokus in diesem Abschnitt auf einem Überblick der Reduzierung der Treibhausgasemissionen. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht der Treibhausgasemissionen zu finden, die durch die Umsetzung der Maßnahmen eingespart werden können.

Tabelle 22: Übersicht mögliche Reduzierung Treibhausgasemissionen

Sektor		Einsparung in t CO ₂ /a	Einsparung in %	Gesamt- einspa- rung Sektor	Amortisa- tionszeit	Priori- tät
Wärme	Ausbau Fernwärme	1.358	8 %	27 %	4 Jahre	2
	Modernisierung Wärme	242	2 %		Individuell	1
	Einzellösungen	524	3 %		Individuell	1
	Solarthermie	163	1 %		Individuell	3
	Energetische Sanierungen	2.000	12 %		Individuell	2
	Rest Wärme	1.072				
Strom	Beleuchtung Privathaushalte	135	1 %	9 %	Individuell	1
	Beleuchtung Schulen	25	0,2 %		Individuell	1
	Straßenbeleuchtung	18	0 %		2,6 Jahre	1
	Potenzial Photovoltaik	1.243	8 %		12,6 Jahre	1
	Rest Strom	1.596				
Verkehr	Ausbau Infrastruktur	1.967	12 %	12 %	-	2
	Rest Verkehr	5.902				
Gesamteinsparungen		7.712	48 %			

In der Übersicht wird deutlich, dass mit der Umsetzung der Maßnahmen ca. 48 % der Treibhausgasemissionen im Quartier eingespart werden können. Dabei wurden die Maßnahmen so kalkuliert, dass sich alle Maßnahmen (mit Ausnahme der energetischen Sanierungen, wenn sie nicht mit weiteren Sanierungsvorhaben gekoppelt werden) innerhalb ihrer Abschreibungsdauer amortisieren. Werden noch weitere Maßnahmen mit längerer Amortisationsdauer hinzugenommen (zum Beispiel

flächendeckender Einsatz von E-Mobilität, gesteigerte Intensität energetischer Sanierungen) können noch weitere Emissionen reduziert werden.

Weiterhin ist bei den Einsparpotenzialen zu beachten, dass gegenseitige Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen vorliegen. Werden z.B. kurzfristig energetische Sanierungen durchgeführt, so sinkt der Wärmebedarf und damit auch das Potenzial zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen durch den Ausbau der Fernwärme oder die Modernisierung von Wärmeerzeugungsanlagen. Auf Grund ihrer Vielschichtigkeit konnten diese Wechselwirkungen an der Stelle nicht berücksichtigt werden.

Abbildung 31 zeigt die potenziellen Effekte der Maßnahmen auf die Treibhausgasemissionen noch einmal grafisch aufbereitet. In der Grafik wird deutlich, dass eine Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Quartier im Bereich Verkehr über Maßnahmen auf Quartiersebene am schwersten abzudecken ist. Hier bedarf es überregionaler und grundlegende Veränderungen im Mobilitätsverhalten. Weiterhin wird in der Grafik deutlich, dass eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Wärmebereich nur durch umfassende energetische Sanierungen zu erreichen sind.

Doch auch mit der Umsetzung aller in diesem Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen verbleiben noch ca. 52 % der derzeitigen Treibhausgasemissionen (8.318 t CO₂/a). Dies reicht aus um die Klimaziele der Bundesregierung bis 2030 zu erreichen, kann jedoch nicht die Senkung von 80 % - 95 % (gegenüber 1990), die bis 2050 erreicht werden soll, gewährleisten. Grund dafür ist, dass die aufgeführten Maßnahmen zu den Maßnahmen zählen, durch die kurzfristig im Quartier Treibhausgasemissionen und Energieverbrauch reduziert werden können. Um die Klimaschutzziele bis 2050 zu erreichen, bedarf es jedoch langfristiger Ziele über das Quartier hinaus. So ist beispielsweise für eine Klimaneutralität eine Umstellung der Energieerzeugung auf erneuerbare Energien auf Flächen außerhalb des Quartiers notwendig. Weiterhin ist eine grundlegende Veränderung des Mobilitätsverhalten hin zu Fußgängern, Radfahrern und öffentlichen Nahverkehr von Nöten. Die verbleibenden Strecken und Transporte sollten nach Möglichkeit mit Fahrzeugen mit Elektro-Antrieb zurückgelegt werden.

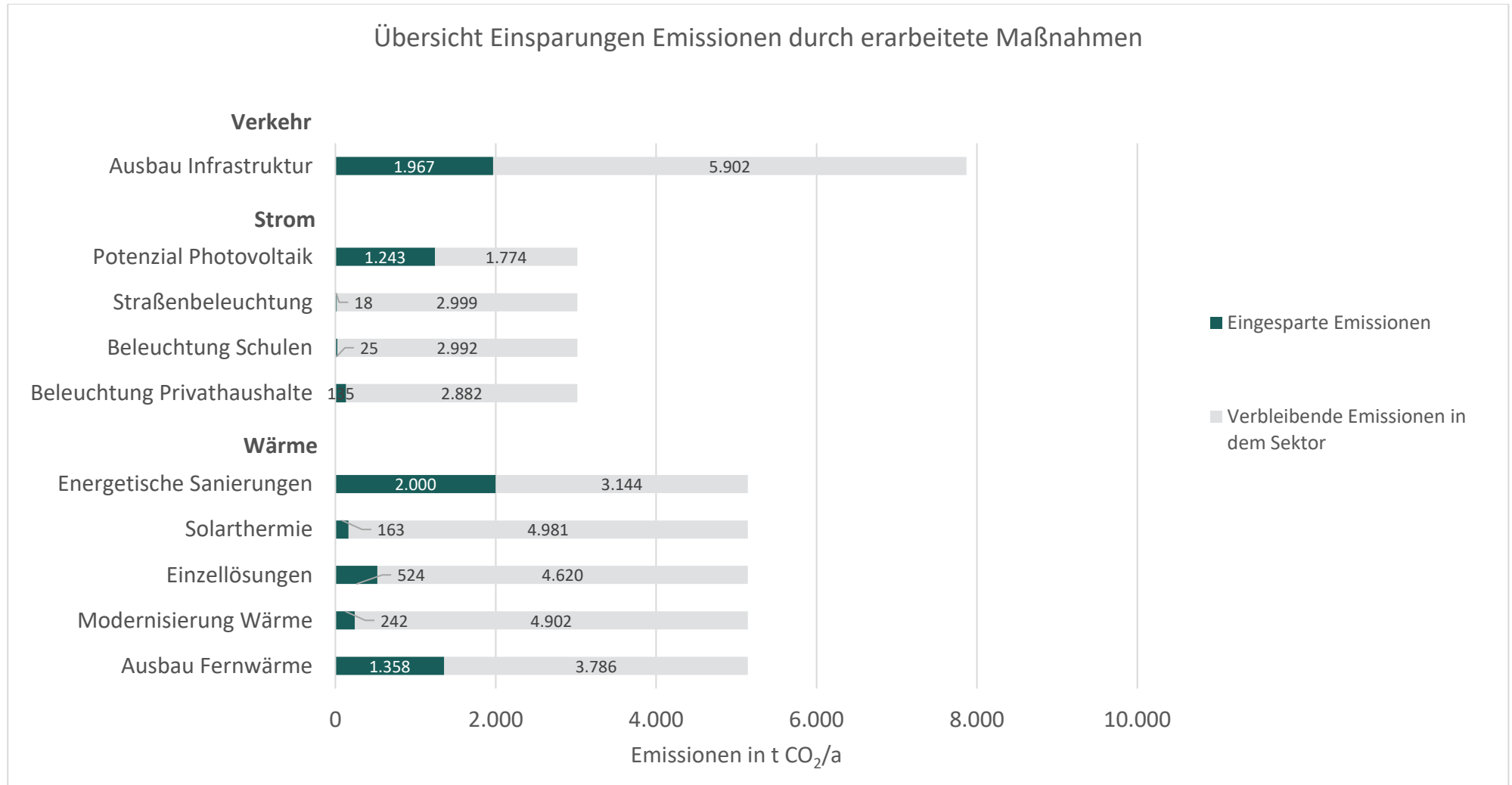


Abbildung 31: Übersicht Einsparung Treibhausgasemissionen

5 KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Öffentlichkeitsarbeit war ein integraler Bestandteil bei der Erstellung des Quartierskonzeptes. Die Bürger des Quartiers wurden in die Erarbeitung des Quartierskonzeptes mit einbezogen und hatten im Zuge mehrerer Veranstaltungen die Möglichkeit, ihre Ideen und Meinungen einzubringen.

Zum einen gab es mehrmals Artikel im Pirnaer Anzeiger. Hier wurde über den aktuellen Stand des Quartierskonzeptes und über Energiespartipps für Haushalte informiert. Es wurden Artikel zu Themen wie Energiesparen mit LED, Strom sparen mit dem Kühlschrank oder richtig Heizen und Lüften veröffentlicht.

Zusätzlich dazu gab es zwei Informationsveranstaltungen:

Informationsveranstaltung am 31.08.2019

Die Informationsveranstaltung fand an der Goethe-Oberschule statt. Es sind ca. 25 Besucher erschienen, darunter Stadträte, Mitarbeiter der Stadtwerke und Einwohner des Quartiers.

Thema der Veranstaltung war das Vorgehen des Quartierskonzeptes sowie Energiespartipps für die Küche.

Informationsveranstaltung am 26.02.2020

Die Veranstaltung zum Quartierskonzept wurde mit dem Tag des Energiesparens verbunden. An dem Tag konnten sich die Pirnaer bereits tagsüber eine kostenlose Energieberatung der Verbraucherzentrale in Anspruch nehmen.

Die Informationsveranstaltung fand dann am Abend in der Lessing-Grundschule statt. Auf der Veranstaltung gab Frau Körber von der Verbraucherzentrale Pirna Tipps zum richtigen Heizen. Anschließend wurden die bereits erarbeiteten Maßnahmen des Quartierskonzeptes vorgestellt und mit den Teilnehmern diskutiert. Auf Grund ausgesprochen schlechten Wetters an diesem Tag waren nur ca. 10 Teilnehmer vor Ort.

Die Kommunikation innerhalb des Projektteams erfolgte regelmäßig in Form von Lenkungsgruppentreffen. Hier wurde im Abstand von ca. zwei Monaten der aktuelle Stand des Projektes präsentiert und das weitere Vorgehen diskutiert. Die Lenkungsgruppe bestand sowohl aus Vertretern der Stadtverwaltung (Baubürgermeister, Klimaschutzmanager, Energiemanager, Mitarbeiter der Fachgruppen Stadtentwicklung und Hochbau) und als auch aus Vertretern der Stadtwerke Pirna und Vertretern der Tilia GmbH (Frau Lehr und Frau Rummel). Auch zwischen den Lenkungsgruppentreffen gab es Treffen und Telefonkonferenzen nach Bedarf. So wurde das Quartierskonzept in enger Abstimmung mit der Stadt und der Stadtverwaltung erarbeitet.

6 DOKUMENTATION UND ERFOLGSKONTROLLE

Das energetische Monitoring dient der Evaluierung des mit der Erstellung des integrierten energetischen Quartierskonzeptes angestoßenen Prozesses der Energie- und CO₂-Einsparung und ist auch durch die KfW-Bank vorgegeben. Das Energiemanagement für das betrachtete Quartier lässt sich gut mit den Aktivitäten der Stadt Pirna zum Energiemanagement in kommunalen Gebäuden verknüpfen. Das geplante Monitoring könnte entweder ein Aufgabenbereich eines Sanierungsmanagers für das Quartier sein, alternativ müssten bei den Mitarbeitern der Stadtverwaltung entsprechende Kapazitäten geschaffen werden.

Mit dem konsekutiven Monitoring des Quartierskonzeptes können die Erfolge der Maßnahmenumsetzung dargestellt und mögliche Handlungsbedarfe identifiziert werden, um ggf. Kurskorrekturen bei der Maßnahmenumsetzung oder auch neue Potenziale frühzeitig in den Prozess integrieren zu können. Im Sinne eines Qualitätsmanagements kann so in regelmäßigen Intervallen auf aktuelle Erfordernisse und Trends reagiert werden.

Als Dokumentations- und Kommunikationsinstrument gegenüber der Öffentlichkeit und der kommunalen Verwaltung kann das Monitoring genutzt werden, um weitere Akteure zu motivieren und die Bewohner für das Thema zu sensibilisieren. Die Umsetzungserfolge könnten z.B. regelmäßig in der Presse und für die relevanten Mitarbeiter der Stadtverwaltung Pirna dargestellt werden.

Als mögliche zentrale Koordinierungsstelle für das Monitoring könnte z.B. der im Nachgang zum vorliegenden Quartierskonzept eingestellte Sanierungsmanager fungieren. Sollte der Sanierungsmanager auf Grund von begrenzten Fördergeldern nicht (weiter) von der Stadtverwaltung beschäftigt werden können, sollte das Monitoring innerhalb des Fachbereichs „Stadtentwicklung, Bauen, Schulen“ der Stadtverwaltung Pirna übergeben werden. Die Methodik des Monitorings sollte deshalb einfach nachvollziehbar sein, um den Einarbeitungsaufwand für neue Mitarbeiter gering zu halten. Das betrifft u.a. die Vorgehensweise, die Rechenwege, die Daten und die Parameter. Über den Fachbereich kann somit die Verstetigung des Monitorings sichergestellt werden. Als Basiswerte für den End- und Primärenergieverbrauch sowie die CO₂-Emissionen sind dabei die im vorliegenden Quartierskonzept herangezogenen Werte als Grundlage zu nutzen. Unter Berücksichtigung des Aufwandes und der zur Verfügung stehenden Daten ist eine Datenerhebung und Erfolgskontrolle der Bereiche Raumwärme und Warmwasser sowie Strom in einem mehrjährigen Rhythmus sinnvoll.

Neben dem Monitoring der Energie- und CO₂-Einsparungen sollte regelmäßig der Stand der Maßnahmenumsetzung überprüft werden. Es wird empfohlen, dass die Grundlage ein Aktionsplan bildet, der folgende Punkte beinhalten sollte:

- Handlungsfeld
- Maßnahmenbeschreibung
- Beteiligte Akteure
- Umsetzungszeitraum
- Voraussetzungen

- Vorgehen/Methoden
- Meilensteine
- Ziel der Maßnahme
- Kosten
- Art und Zeitpunkt des Monitorings

Der Aktionsplan sollte auf den Daten des Maßnahmenkataloges beruhen. Viele Informationen können, evtl. leicht angepasst, daraus übernommen werden.

Der Aktionsplan sollte jedes Jahr überprüft und entsprechend angepasst werden. Hierzu sollte sich eine feste Gruppe von relevanten und interessierten Akteuren (z.B. das „Energieteam“ von Pirna) zusammenfinden, um vierteljährlich den Erfolg der bereits umgesetzten Maßnahmen zu überprüfen und die Maßnahmen für das nächste Jahr zu planen.

Bei der Umsetzung und dem Monitoring der Maßnahmen sollte der PDCA-Zyklus (Plan – Do - Check – Act) angewendet werden. In der folgenden Grafik ist der Aufbau des PDCA-Zyklus beschrieben. Der PDCA-Zyklus beginnt mit der Planung von Maßnahmen (Plan). Dafür wurde die Grundlage im Quartierskonzept gelegt, die erweitert und verfeinert werden kann. Im nächsten Schritt werden die Maßnahmen testweise umgesetzt (Do). Im kleinen Rahmen werden die Schritte der Maßnahme durchgeführt und deren Erfolg überprüft (Check). Die Maßnahmen können dann verbessert und im größeren Maßstab umgesetzt werden (Act). Dieser Zyklus sollte es der Gruppe, die für die Umsetzung des Aktionsplans zuständig ist, leichter machen die Maßnahmen koordiniert umzusetzen und eine regelmäßige Erfolgskontrolle durchzuführen.

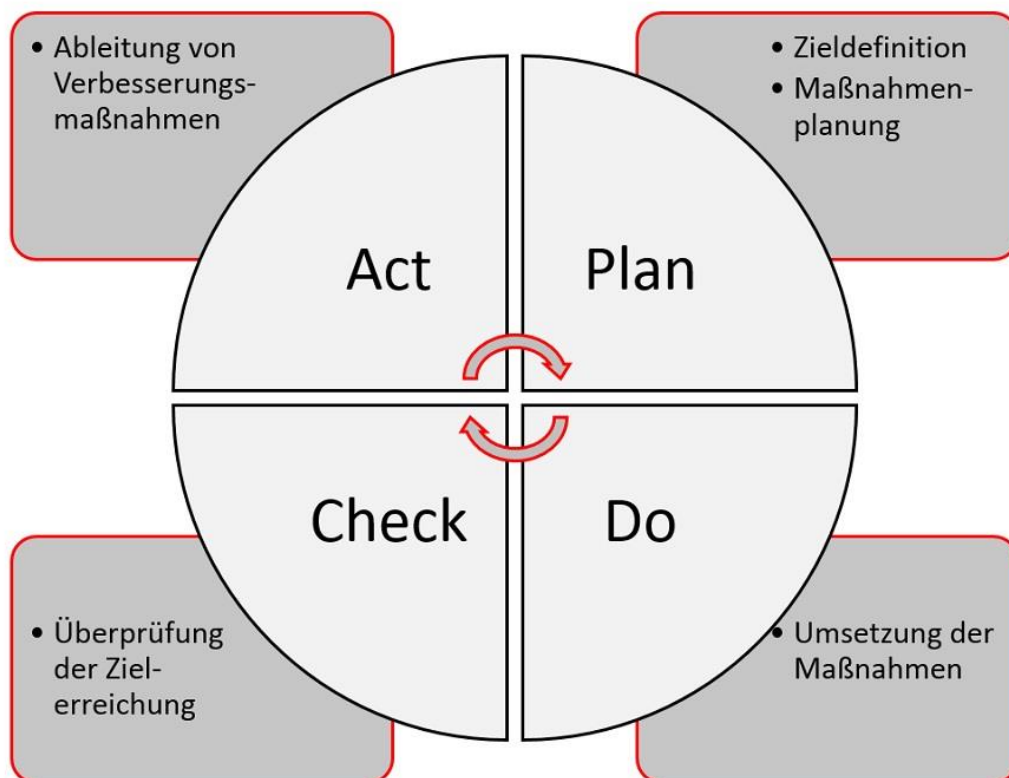


Abbildung 32: PDCA-Zyklus

Weitere Ansätze zur Dokumentation und Erfolgskontrolle sind:

- Durch regelmäßige Sachstandsberichte zum Fortschreiten des energetischen Umbaus im Quartier können sämtliche Einzelmaßnahmen in einem Zeitraum erfasst und dokumentiert werden. Auch die geförderten Maßnahmen werden so lokal dokumentiert. Diese Dokumentation würde dann die Basis für eine Gesamtdarstellung des energetischen Umbaus für die Gemeinde darstellen, da solche Berichte immer wieder fortgeschrieben werden können.
- Zusätzlich könnte die Nutzung von Gebäudeenergieberatungen etwa in Zusammenarbeit mit Verbraucherzentralen dokumentiert werden. So ließe sich der errechnete Wärmebedarf auch noch konkretisieren.
- Ein Ansatz, der auch die Vorbildfunktion Einzelner hervorhebt, wäre die mediale Nutzung der Maßnahmenergebnisse in lokalen Medien – etwa in Quartiersportraits im Amtsblatt.
- Zusätzlich kann ein Angebot zur Verleihung von Energiemessgeräten etabliert und die Zahl der Verleihungen für Energiemessgeräte öffentlich dokumentiert werden.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Quartierskonzept ist ein erster Schritt für die Umsetzung von weiteren energetischen Klimaschutzmaßnahmen, die zur Einsparung von Emissionen und einer Senkung des Energieverbrauchs beitragen.

Damit die Umsetzung der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen gelingt, wurden im vorliegenden Bericht bereits mehrere Erfolgsfaktoren genannt. Diese sollen hier nochmal einmal zusammengefasst aufgeführt werden:

Erfolgsfaktor 1: Kontinuierliche Umsetzung und Monitoring der Maßnahmen

Um die Maßnahmen effektiv umzusetzen, muss die Umsetzung der Maßnahmen kontinuierlich verfolgt und ein regelmäßiges Monitoring durchgeführt werden. Hierzu wäre ein z.B. ein Sanierungsmanager, der sich hauptberuflich um die Umsetzung der Maßnahmen kümmert, prädestiniert. Der Sanierungsmanager sollte sich regelmäßig mit den relevanten Akteuren treffen, die Umsetzung von Maßnahmen anstoßen und die bereits umgesetzten Maßnahmen auswerten (Reduzierung Treibhausgasemissionen, Energieeinsparung etc.).

Erfolgsfaktor 2: Bildung von Kooperationen und gemeinschaftliche Umsetzung

Eine Vielzahl der angedachten Maßnahmen können jedoch nicht vom Energieteam im Alleingang umgesetzt werden. Je nach Maßnahme ist es sinnvoll Kooperationen mit weiteren Akteuren im Energiebereich zu bilden und diese für die Umsetzung der Maßnahmen zu nutzen. Für nahezu alle Maßnahmen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen der Stadt Pirna und den Stadtwerken Pirna

notwendig. Weiterhin sind für einzelne Maßnahmen eine gemeinschaftliche Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale Pirna, lokalen Energieberatern oder dem lokalen Nahverkehrsunternehmen (Regionalverkehr Sächsische Schweiz – Osterzgebirge) sinnvoll. Es wird empfohlen, diese Akteure punktuell zu den Treffen des Personenkreises zur Maßnahmenumsetzung hinzuzuholen.

Erfolgsfaktor 3: Einbeziehung und Sensibilisierung der Bürger

Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten müssen auch die Bewohner des Quartiers kontinuierlich mit einbezogen werden. Hier ist es sinnvoll regelmäßig Informationen über soziale Medien, die Homepage der Stadtverwaltung, lokale Zeitungen und Informationsveranstaltungen zu verbreiten. Außerdem sollte es Bürgersprechstunden und Veranstaltungen geben, in denen die Maßnahmen kritisch hinterfragt und diskutiert werden können. Zusätzlich besteht die Möglichkeit für gezielte Kampagnen für Klimaschutzmaßnahmen, z.B. zum Thema Photovoltaik, Energiesparen oder Modernisierung der Heizungsanlagen.

Um den Energieverbrauch in den Privathaushalten nachhaltig zu senken, ist eine Sensibilisierung der Bewohner für den eigenen Energieverbrauch und Energieverbrauchssenkungen unabdingbar. In Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale sollten hier weiterhin Informationsangebote zur Verfügung gestellt werden, die Möglichkeiten zur Senkung des Strom- und Wärmeverbrauchs darstellen.

Werden diese Erfolgsfaktoren berücksichtigt, so sind die Chancen hoch, dass die empfohlenen Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden können.

Das Quartierskonzept ist nur ein kleiner Schritt für die Erreichung der Klimaschutzziele der Stadt Pirna und der Bundesregierung. Nichtsdestotrotz kann es aber ein großer Schritt für das Quartier sein und dort grundlegende Änderungen in der Energieversorgung und bei den Bewohnern hervorrufen.

ANHANG 1

Um die Umsetzung der Maßnahmen für Gebäudeeigentümer zu erleichtern, sind im Folgenden einige Förderprogramme für Gebäudeeigentümer zusammengestellt:

1 FÖRDERUNGEN DER KfW – KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU

Programm 151 „Energieeffizient Sanieren“	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • energetische Sanierung von Wohngebäuden • Bauantrag muss vor 2002 gestellt sein und Experte muss eingebunden werden • Förderstandard muss sich auf KfW-Effizienzstandard beziehen • weiterhin förderfähig: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tausch ineffizienter Heizungs- und Lüftungsanlagen ○ Erneuerung einzelner Gebäudebauteile ○ Sanierung von Baudenkmäler ○ Kauf von saniertem Wohnraum
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • 0,75% eff. Jahreszins bis 120.000 € pro Wohneinheit, Zinsbindung 10 Jahre • bis zu 40% der Darlehenssumme als Tilgungszuschuss für jede Wohneinheit
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experten für Energieeffizienz beauftragen 2. Fördermöglichkeiten kombinieren 3. Finanzierungspartner finden und Kredit beantragen 4. Kreditvertrag abschließen und starten 5. Bestätigung einreichen und Tilgungszuschuss erhalten

Programm 167 „Energieeffizient Sanieren - Ergänzungskredit“	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelmaßnahmen (Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen, Wärmepumpen, kombinierte Anlagen) • Kauf von saniertem Wohnraum
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • 0,78% eff. Jahreszins bis 50.000 € pro Wohneinheit, Zinsbindung 10 Jahre
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experten für Energieeffizienz beauftragen 2. Fördermöglichkeiten kombinieren 3. Finanzierungspartner finden und Kredit beantragen 4. Kreditvertrag abschließen und starten 5. Bei Bedarf BAFA-Zuschuss beantragen

Programm 430 „Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss“	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen hin zum KfW-Effizienzhaus • Heizungs- und Lüftungspakete • Einzelmaßnahmen an Gebäudebauteilen inkl. Baunebenkosten, Wiederherstellungskosten, Beratungs-, Planungs- und Baubegleitungsleistungen • Sanierung von Baudenkmalern • Kauf von saniertem Wohnraum
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • Zuschuss bis zu 40% der förderfähigen Gesamtkosten
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experten für Energieeffizienz beauftragen 2. Fördermöglichkeiten kombinieren 3. Investitionszuschuss beantragen 4. Vorhaben umsetzen 5. Zuschuss erhalten

Programm 431 „Effizient sanieren – Zuschuss Baubegleitung“	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungen zur Baudetailplanung • Unterstützung Ausschreibung und Angebotsauswertung • Kontrolle Bauausführung • Abnahme und Bewertung der Maßnahmen
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • 50% Zuschuss für Kosten bis 4.000 €
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Experten für Energieeffizienz beauftragen 2. Zuschuss beantragen 3. Vorhaben umsetzen 4. Zuschuss erhalten

2 FÖRDERUNGEN DER BAFA – BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE

Nachfolgend werden wichtige Fördermittel für Besitzer von Privatgebäuden durch das BAFA kurz dargestellt.

Energieberatung Wohngebäude	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Energieberatung für Wohngebäude • Beratung durch unabhängige und erfahrene Sachverständige
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • 80% des förderfähigen Beratungshonorars • max. 1.300 € für Ein- und Zweifamilienhäuser und 1.700 € für Wohngebäude ab drei Wohnheiten • zusätzlich max. 500 € für Erläuterung Energieberatungsbericht
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Energieberater beauftragen 2. im Zeitraum von 9 Monaten Beratung durchführen 3. Verwendungsnachweiserklären unterzeichnen (Energieberater legt Rechnung und Bericht dem BAFA vor) 4. Auszahlung Zuschuss an Berater

Heizungsoptimierung	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Ersatz von Heizungs- und Umwälzpumpen • Heizungsoptimierung durch hydraulischen Abgleich inkl. <ul style="list-style-type: none"> ○ voreinstellbare Thermostatventile ○ Einzelraumtemperaturregler ○ Strangventile ○ Technik zur Volumenstromregelung ○ Separate Mess-, Steuer- und Regelungstechnik und Benutzerschnittstellen ○ Pufferspeicher ○ professionelle Einstellung der Heizkurve
Konditionen	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 30% der Nettoinvestitionskosten • max. 25.000 € • Kumulierung mit anderen Fördermitteln möglich
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Online registrieren 2. Registriernummer erhalten 3. bis spätestens sechs Monate später relevante Rechnungen in Online-Zugang hochladen 4. Zuschuss wird nach Prüfung ausgezahlt

Förderprogramm erneuerbare Wärme	
Was wird gefördert?	<ul style="list-style-type: none"> • Mit dem "Marktanreizprogramm" werden erneuerbare Energien vom BAFA gefördert. • Gefördert werden folgende Technologien: <ul style="list-style-type: none"> ○ Solarthermie-Anlagen ○ Biomasse-Heizungen ○ Effiziente Wärmepumpen ○ Innovative Technologien zur Wärme- und Kälteerzeugung
Konditionen	<p>Förderung in Form von Zuschüssen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermie <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Förderung beträgt bis zu 30% der förderfähigen Kosten • Biomasse <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Förderung beträgt bis zu 35% der förderfähigen Kosten • Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> ○ Die Förderung beträgt bis zu 35% der förderfähigen Kosten
Schritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Online registrieren 2. Registriernummer erhalten 3. bis spätestens sechs Monate später relevante Rechnungen in Online-Zugang hochladen 4. Zuschuss wird nach Prüfung ausgezahlt

3 WEITERE FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Steuerliche Förderung energetischer Gebäudesanierung	
Was wird gefördert?	Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung sind innerhalb der nächsten Jahre steuerlich abzugsfähig. Dadurch werden die Maßnahmen indirekt vom Staat gefördert.
Konditionen	Bei den Einzelmaßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung sind 20% der Aufwendungen (max. 40.000 Euro pro Wohnobjekt), verteilt über drei Jahre, steuerlich abzugsfähig. Die steuerliche Förderung kann nicht mit Förderungen des BAFA oder der KfW kombiniert werden. Weitere Informationen unter: https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Schlaglichter/Klimaschutz/2020-02-07-steuerliche-foerderung-energetischer-gebaeudesanierungen.html

LITERATURVERZEICHNIS

Agentur für Arbeit, 2018. *statistik.arbeitsagentur.de*. [Online]

Available at: <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Arbeitsmarkt-Strukturanalysen/Arbeitsmarktanalyse/Arbeitsmarktanalyse-Nav.html>

[Zugriff am 27 07 2020].

AM Online Projects, 2020. *climate-data.org*. [Online]

Available at: <https://de.climate-data.org/europa/deutschland/sachsen/pirna-9443/>

[Zugriff am 25 08 2020].

Baukosteninformationszentrum (BKI), 2018. *Baukosten Gebäude Altbau - Statistische Kostenkennwerte*. Stuttgart: BKI.

Bertelsmann Stiftung, 2018. *Demographiebericht*, Pirna: wegweiser-kommune.de.

BitSign GmbH, 2019. *haustechnikdialog.de*. [Online]

Available at: <https://www.haustechnikdialog.de/SHKwissen/1790/VDI-2067-Wirtschaftlichkeit-gebaeudetechnischer-Anlagen>

[Zugriff am 23 09 2020].

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2019. *Merkblatt zu den CO2-Faktoren*, Eschborn: s.n.

Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung, 2018. *Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung*. [Online]

Available at: <https://www.bib.bund.de/DE/Fakten/Fakt/B19-Durchschnittsalter-Bevoelkerung-ab-1871.html>, [Zugriff am 20 07 2020].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2018. *Klimaschutz in Zahlen*, Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2020. *bmu.de*. [Online]

Available at: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/>

[Zugriff am 01 09 2020].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2016. *Referat*

Öffentlichkeitsarbeit. [Online] Available at:

https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2020. *bmu.de*. [Online] Available at: <https://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/> [Zugriff am 01 09 2020].

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.), 2011. *Entwicklung der Energiemärkte - Energiereferenzprognose*, Berlin: s.n.

Carrot Media, 2020. *Kostencheck.de*. [Online] Available at: <https://kostencheck.de/haus-sanieren-kosten-pro-qm>, [Zugriff am 07 17 2020].

Deges Projektplanung GmbH, 2020. *B 172n: Ortsumgehung Pirna*. [Online] Available at: <https://www.deges.de/projekte/projekt/b-172n-ortsumgehung-pirna/> [Zugriff am 07 07 2020].

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2011. *Kraftfahrzeugverkehr 2010*, s.l.: s.n.

Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2011. Wochenbericht 48/2011. *DIW Wochenbericht*, p. 15ff..

eccuro GmbH, 2020. *eccuro.com*. [Online] Available at: <https://www.eccuro.com/artikel/877-neue-fenster-arten-kosten-foerderung>, [Zugriff am 07 10 2020].

Ecospeed Region, 2020. *BISKO*. [Online], [Zugriff am 21 09 2020].

EEB Energiewirtschaftliche Beratung GmbH, 2018. *Bescheinigung über die energetische Bewertung der Fernwärme nach FW 309-6*, 24: 04.

European Commission, 2019. *PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*. [Online] Available at: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP, [Zugriff am 02 09 2020].

European Energy Award, 2020. *www.european-energy-award.de*. [Online] Available at: <https://www.european-energy-award.de/kommunen/liste-der-eea-kommunen/details/pirna>, [Zugriff am 22 07 2020].

Fraunhofer ISE, 2020. *energy-charts.de*. [Online] , Available at: https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm, [Zugriff am 29 07 2020].

GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank GmbH , 2018. *Tilasto*. [Online] Available at: <https://www.tilasto.com/thema/geographie-und-landwirtschaft/flaeche/feststellung-des-gebietsstandes-gebietsflaeche-in-quadratkilometer/pirna-stadt>, [Zugriff am 20 07 2020].

Google Earth , 2018. *Luftbild Pirna*, s.l.: s.n.

Google, 2020. *google.com/maps*. [Online] Available at:

<https://www.google.com/maps/place/Pirna/@50.959611,13.9367638,17.25z/data=!4m5!3m4!1s0x4709b9650d6d3e59:0x421b1cb4288e8d0!8m2!3d50.9625175!4d13.9419168>; [Zugriff am 23 07 2020].

Institut für Energie und Umweltforschung, 2017. *TREMOM-Modell*, Heidelberg: s.n.

Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien, 2020. *enev-online.de*. [Online]

Available at: [https://enev-](https://enev-online.com/enev_2014_volltext/anlage_03_anforderungen_aenderung_aussenbauteile_bestand.htm)

[online.com/enev_2014_volltext/anlage_03_anforderungen_aenderung_aussenbauteile_bestand.htm](https://enev-online.com/enev_2014_volltext/anlage_03_anforderungen_aenderung_aussenbauteile_bestand.htm), [Zugriff am 25 09 2020].

Institut für Wohnen und Umwelt, 2015. *Deutsche Wohngebäudetypologie*, Darmstadt: Intelligent Energy Europe Programme of the European Union.

Institut für Wohnen und Umwelt, 2017. *Institut für Wohnen und Umwelt*. [Online]

Available at: <http://www.iwu.de/downloads/buergerinfos/energiesparinfos/>

Institut für Wohnen und Umwelt, 2020. *webtool.building-typology.eu*. [Online]

Available at: <http://webtool.building-typology.eu/#bm>

[Zugriff am 23 09 2020].

Kaden, R., 2014. *Berechnung der Energiebedarfe von Wohngebäuden und Modellierung energiebezogener Kennwerte auf der Basis semantischer 3D-Stadtmodelle*, München: s.n.

KfW, 2020. *KfW.de*. [Online] Available at: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Kommunen/Quartiersversorgung/F%C3%B6rderprodukte/Energetische-Stadtsanierung-Zuschuss-Kommunen-%28432%29/>

[Zugriff am 08 10 2020].

Kraftfahrtbundesamt, 2017. *Kraftfahrtbundesamt*. [Online]

Available at:

https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2017/fz3_2017_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Kraftfahrtbundesamt, 2019. *Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugsanhängern nach Zulassungsbezirken*, s.l.: Kraftfahrtbundesamt.

Kraftfahrt-Bundesamt, 2019. *Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2019*. [Online]

Available at: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html

[Zugriff am 06 07 2020].

Kraftfahrt-Bundesamt, 2019. *Verkehr in Kilometern - Zeitreihe*, s.l.: s.n.

Landratsamt Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, 2019. *landratsamt-pirna.de*. [Online]
Available at: <https://www.landratsamt-pirna.de/download/Ergebnisse-6-Regionalisierte-Bevoelkerungsprognose.pdf>, [Zugriff am 20 07 2020].

Leibniz Institut für Angewandte Geophysik, 2016. *geotis.de*. [Online]
Available at:
https://www.geotis.de/homepage/sitecontent/info/publication_data/public_relations/public_relations_data/LIAG_Broschuere_Tiefe_Geothermie.pdf
[Zugriff am 02 09 2020].

Öko-Zentrum NRW GmbH, 2020. *Auswirkung der CO2-Bepreisung bei kommunalen Gebäuden..*

Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Erzgebirge, 2015. *buergerbeteiligung.sachsen.de*. [Online]
Available at:
https://buergerbeteiligung.sachsen.de/portal/download/datei/1000402_0/Regionalplan_Vorentwurf_Text.pdf, [Zugriff am 25 09 2020].

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, 2015. *Verbesserung der Energieeffizienz der Wärmeversorgung im Bestand*, Dresden: Blaudrock und Nuglich Werbeagentur.
Sächsische Staatskanzlei, 2020. *sachsen.de*.
Available at: <https://www.klima.sachsen.de/klimaschutzprogramme-seit-2001-22620.html>
[Zugriff am 21 07 2020].

Sächsische Staatskanzlei, 2020. *sachsen.de*. [Online]
Available at: <https://www.klima.sachsen.de/energie-und-klimaprogramm-sachsen-22623.html>
[Zugriff am 21 07 2020].

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 2015. *Erhebung dezentrale Feuerungsstätten Pirna*, Dresden: Übergeben durch die Stadtverwaltung Pirna.

Schlich, P. E., 2019. *Zur Bedeutung der Privathaushalte für die CO2-Emission Deutschlands*, Gießen

Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, 2019. *geoportal.sachsen.de*. [Online]
Available at: <https://geoportal.sachsen.de/cps/index.html?lang=de&map=ec13dbe9-6be1-4f75-94d5-add8ef4484f3>, [Zugriff am 24 09 2020].

Stadt Pirna, Fachgruppe Stadtentwicklung, 2017. *Fortschreibung des Integrierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pirna*, Pirna: s.n.

Stadt Pirna, 2016. *pirna.de*. [Online]

Available at:

https://www.pirna.de/fileadmin/user_upload/1_Stadtinfo/1.2_Stadtpotraet/1.2.3_Leitbild_2030/Pirna-Leitbild-2030-Zukunft-Konzept.pdf

[Zugriff am 21 07 2020].

Stadt Pirna, 2019. *Pirna.de*. [Online]

Available at: <https://www.pirna.de/stadtinfo/presse/presseinformationen/presse->

[artikel/news/pirna-verstaetigt-wachstum-studie-prognostiziert-fuer-das-jahr-2035-insgesamt-41200-einwohner/](https://www.pirna.de/stadtinfo/presse/presseinformationen/presse-), [Zugriff am 20 07 2020].

Stadt Pirna, 2020. *pirna.de*. [Online]

Available at: <https://www.pirna.de/leben-in-pirna/energie-umwelt/energiestadt/>, [Zugriff am 21 07 2020].

Stadt Pirna, 2020. *pirna.de*. [Online]

Available at: <https://www.pirna.de/leben-in-pirna/energie-umwelt/meldungen/news/kommunales-energiemanagement-auf-erfolgskurs-stadt-pirna-spart-ca-45000-euro-energiekosten->

[ein/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=012d648c365ea88d80ed666](https://www.pirna.de/leben-in-pirna/energie-umwelt/meldungen/news/kommunales-energiemanagement-auf-erfolgskurs-stadt-pirna-spart-ca-45000-euro-energiekosten-), [Zugriff am 21 07 2020].

Stadtverwaltung Pirna , 2020. *Demographische Daten*, Pirna

Stadtverwaltung Pirna, Fachgruppe Stadtentwicklung, 2015. *Verkehrsentwicklungsplan Pirna 2030*, Pirna

Stadtverwaltung Pirna, 2018. *Bevölkerungsprognose Pirna*, Pirna

Stadtverwaltung Pirna, 2019. *Übersicht zugelassene Fahrzeuge*, Pirna: LRA SOE Zulassungsstelle.

Stadtverwaltung Pirna, 2020. *Persönliche Gespräche zum EEA*

Stadtwerke Pirna, 2018. *CO2-arme Fernwärmeversorgung der Zukunft - Transformation des Fernwärmenetzes in Pirna*, Pirna

Stadtwerke Pirna, 2018. *Verbrauchsdaten Strom*. Pirna

Stadtwerke Pirna, 2019. *Gespräche zu Trassenplanungen*, Pirna

Stadtwerke Pirna, 2020. *stadtwerke-pirna.de*. [Online]

Available at: <https://www.stadtwerke-pirna.de/website/swp/stadtwerke.asp>, [Zugriff am 27 07 2020].

Statista GmbH, 2018. *Statista*. [Online]

Available at: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/274543/umfrage/bevoelkerungsdichte-in-sachsen/>, [Zugriff am 20 07 2020].

Statista GmbH, 2018. *Statista.com*. [Online], Available at:

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1094209/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-sachsen/>, [Zugriff am 20 07 2020].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2017. *Regionalstatistik.de*. [Online]

Available at:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1595247443453&code=12612>, [Zugriff am 20 07 2020].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2018. *Regionalstatistik.de*. [Online]

Available at:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1595247443453&code=12711>, [Zugriff am 20 07 2020].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020. *Regionalstatistik.de*. [Online]

Available at:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=statistic&levelindex=0&levelid=1595247443453&code=12111>, [Zugriff am 20 07 2020].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020. *Regionalstatistik.de*. [Online]

Available at:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1594890010551&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=13111-08-02-5&auswa>, [Zugriff am 20 06 2020].

Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2020. *regionalstatistik.de*. [Online]

Available at:

<https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/data?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1594889848891&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=13211-01-03-5&auswa> [Zugriff am 20 06 2020].

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2019. *Bevölkerungsentwicklung, Einwohnerzahlen.*

[Online]

Available at: <https://www.statistik.sachsen.de/html/bevoelkerungsstand-einwohner.html>

[Zugriff am 06 07 2020].

Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2020. *Bevölkerungsentwicklung im Freistaat Sachsen nach Gemeinden*, s.l.: Freistaat Sachsen.

Statistisches Landesamt Sachsen , 2020. *sachsen.de*. [Online]

Available at: [https://www.statistik.sachsen.de/html/gebiet-flaeche.html?_cp=%7B%22accordion-content-](https://www.statistik.sachsen.de/html/gebiet-flaeche.html?_cp=%7B%22accordion-content-20359%22%3A%7B%220%22%3Atrue%7D%2C%22previousOpen%22%3A%7B%22group%22%3A%22accordion-content-20359%22%2C%22idx%22%3A0%7D%7D)

[20359%22%3A%7B%220%22%3Atrue%7D%2C%22previousOpen%22%3A%7B%22group%22%3A%22accordion-content-20359%22%2C%22idx%22%3A0%7D%7D](https://www.statistik.sachsen.de/html/gebiet-flaeche.html?_cp=%7B%22accordion-content-20359%22%3A%7B%220%22%3Atrue%7D%2C%22previousOpen%22%3A%7B%22group%22%3A%22accordion-content-20359%22%2C%22idx%22%3A0%7D%7D)

[Zugriff am 23 09 2020].

Statistisches Landesamt Sachsen, 2020. *sachsen.de*. [Online]

Available at: <https://www.statistik.sachsen.de/html/bevoelkerungsstand-einwohner.html>

[Zugriff am 23 09 2020].

ub.de Fachwissen GmbH, 2020. *Photovoltaik.org*. [Online]

Available at: <https://www.photovoltaik.org/wirtschaftlichkeit/preisentwicklung>

[Zugriff am 29 07 2020].

Umweltbundesamt, 2020. *umweltbundesamt.de*. [Online]

Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen?sprungmarke=Strommix#Strommix>

[Zugriff am 2020 07 29].

Umweltbundesamt, 2020. *umweltbundesamt.de*. [Online]

Available at: [https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-](https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte)

[konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte](https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte)

[Zugriff am 31 07 2020].

Umweltbundesamt, 2020. *umweltbundesamt.de*. [Online]

Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen?sprungmarke=Strommix#Kraftwerke>

[Zugriff am 26 08 2020].