

## ABSCHLUSSBERICHT

Integriertes energetisches Quartierskonzept

Quartier „Betzenberg“

Stadt Kaiserslautern



Förderung:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit freundlicher Unterstützung der KfW-Bankengruppe aus dem Programm 432 „Energetische Stadtsanierung“ (Zuschuss-Nr.: 17972516) durchgeführt.



Weiterhin wurde das Projekt mit freundlicher Unterstützung des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz im Rahmen des Programms „Wärmewende im Quartier“ durchgeführt.



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR UMWELT,  
ENERGIE, ERNÄHRUNG  
UND FORSTEN

## Impressum

### **Herausgeber:**

Stadt Kaiserslautern  
Rathaus Nord / Lauterstraße 2  
67657 Kaiserslautern

In Zusammenarbeit mit:

- Stadtwerke Kaiserslautern
- Bau AG Kaiserslautern

### Ansprechpartner:

Julia Becker  
Klimaschutzmanagerin  
Tel. 0631-365-2243  
[julia.becker@kaiserslautern.de](mailto:julia.becker@kaiserslautern.de)

### **Konzepterstellung:**

**IfaS** Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement

Hochschule Trier  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld

### Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Peter Heck  
Geschäftsführender Direktor des IfaS

### Projektleitung:

Dr. Alexander Reis

### Projektbearbeitung:

Isabel Bätzold, Sven Beck, Christoph Dohm, Jana Gimbel, Kevin Hahn, Patrick Huwig, Jasmin Jost, Sven Kammer, Martin Kohl, Britta Kuntz, Louis Kunz, Bernd Möller, Sara Schierz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>7</b>
1.1	Ausgangssituation und Projektziel	8
1.2	Arbeitsmethodik	10
<b>2</b>	<b>BESTANDSAUFNAHME UND AUSGANGSANALYSE</b>	<b>12</b>
2.1	Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation	12
2.1.1	Quartiersabgrenzung	12
2.1.2	Nutzungsstruktur	13
2.1.3	Bauliche Struktur	14
2.2	Energetische Ausgangssituation	15
2.2.1	Energetischer Zustand der Gebäude	15
2.2.2	Energieversorgung	16
2.2.3	Erneuerbare Energien	16
2.2.4	Straßenbeleuchtung	16
<b>3</b>	<b>POTENZIALANALYSE UND BILANZIERUNG</b>	<b>18</b>
3.1	Energieeinsparung und Energieeffizienz	18
3.1.1	Anmerkungen zu Szenarien der Energieeinsparpotenziale	19
3.1.2	Energiebedarf der privaten Haushalte	19
3.1.2.1	Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich	21
3.1.2.2	<i>Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte im Strombereich</i>	23
3.1.2.3	Zusammenfassung der Effizienz- & Einsparpotenziale der privaten Haushalte	24
3.2	Erneuerbare Energien	25
3.2.1	Solarenergienutzung	25
3.2.1.1	Rahmenbedingungen	27
3.2.1.2	Datengrundlage Potenzialanalyse	30
3.2.1.3	Photovoltaik im Quartier	31
3.2.1.4	Solarthermie im Quartier	31
3.2.1.5	Mieterstrom	33
3.2.1	Windkraft	38
3.3	Energie und Treibhausgasbilanz – Startbilanz	39

3.3.1	Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der Energieversorgung .....	39
3.3.2	Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung .....	40
3.3.3	Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung .....	40
3.3.4	Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch .....	41
3.3.5	Treibhausgasemissionen .....	43
3.4	Energie und Treibhausgasbilanz - Szenario bis 2050 .....	44
3.4.1	Struktur der Strombereitstellung .....	44
3.4.2	Struktur der Wärmebereitstellung .....	46
3.4.3	Zusammenfassung des Gesamtenergieverbrauchs.....	47
3.4.4	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050.....	48
<b>4</b>	<b>PROJEKTSKIZZEN .....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>MAßNAHMENVERTIEFUNG „WÄRMEVERSORGUNG BETZENBERG“ .....</b>	<b>52</b>
5.1	Datengrundlage.....	53
5.2	Betrachtungsgebiet .....	53
5.3	Technische Auslegung .....	55
5.4	Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanzierung .....	55
5.5	Fazit .....	56
<b>6</b>	<b>MAßNAHMENVERTIEFUNG PHOTOVOLTAIK.....</b>	<b>57</b>
6.1	Ausgangssituation und Rahmenbedingungen .....	57
6.2	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	59
6.3	PV-Simulation .....	60
6.3.1	Wohnblock 1: Hegelstraße 2,4,6 .....	60
6.3.2	Wohnblocksiedlung 2: Leibnizstraße 2,4,6,8 .....	61
6.3.3	Wohnblocksiedlung 3: Herderstraße 1,2,3,4,6.....	63
6.3.4	Mehrfamilienhochhaus: Hegelstraße 7 .....	64
6.3.5	Carport mit PV-Anlage: Leibnizstraße 2,4,6 .....	66
6.4	Fazit .....	67
<b>7</b>	<b>MAßNAHMENVERTIEFUNG MOBILITÄT .....</b>	<b>70</b>
7.1	Förderung von Multi- und Intermodalität .....	71

7.2	E- Carsharing .....	73
7.3	Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur für PKW .....	74
7.4	Fahrradmobilität .....	76
7.4.1	Bikesharing an der Mobilitätsstation .....	77
7.4.2	Etablierung von Lastenfahrrädern in das täglich genutzte Mobilitätsangebot...79	
7.4.3	Schaffung von öffentlichen Fahrradabstellanlagen an der Mobilitätsstation: ....80	
7.5	Bürgerveranstaltung: „Nachhaltige Mobilität zum Anfassen“ am Betzenberg.....80	
<b>8</b>	<b>KOMMUNIKATION UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>84</b>
8.1	Steuerungsgruppe.....	84
8.2	Beteiligung von Bevölkerung und Gebäudeeigentümern .....	85
8.3	Weitere Akteursbeteiligung.....	86
8.4	Zukünftige Öffentlichkeitsarbeit .....	86
<b>9</b>	<b>UMSETZUNGSHEMMNISSE, SYNERGIEEFFEKTE UND WECHSELWIRKUNGEN.....</b>	<b>87</b>
<b>10</b>	<b>CONTROLLING-KONZEPT .....</b>	<b>89</b>
10.1	Energie- und Treibhausgasbilanz .....	90
10.2	Maßnahmenkatalog.....	90
<b>11</b>	<b>ORGANISATORISCHE UMSETZUNG.....</b>	<b>92</b>
<b>12</b>	<b>FINANZIERUNGS- UND FÖRDERMÖGLICHKEITEN .....</b>	<b>96</b>
12.1	Landesspezifische Förderungen Rheinland-Pfalz.....	96
12.1.1	Solar-Speicherprogramm .....	96
12.1.2	Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS) .....	97
12.2	Bundesförderungen.....	98
12.2.1	Bundesförderung für effiziente Gebäude .....	98
12.2.2	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM) .....	100
12.2.3	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG) .....	100
12.2.4	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG) .....	102
12.3	Weitere Förderungen zur Energieeffizienz des BAFA.....	104

12.4	Weitere Förderungen der KfW zur Kommunalfinanzierung.....	104
12.5	Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201/202) .....	105
12.6	Weitere Fördermöglichkeiten für städtebauliche Sanierungsmaßnahmen .....	106
<b>13</b>	<b>HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>108</b>
<b>14</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>110</b>
<b>15</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>114</b>
<b>16</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>116</b>

## 1 Einführung

Die direkten Auswirkungen des Klimawandels durch immer weiter steigende Temperaturen, extreme Wetterereignisse, wie Trockenperioden, Starkregen oder Hagel, nicht nur weltweit, sondern auch in Deutschland, sind inzwischen allgegenwärtig. Die volkswirtschaftlichen Schäden aus den Klimawandelfolgen sind schon jetzt immens und werden zukünftig immer weiter ansteigen (z. B. durch Starkregenereignisse). Medien berichten über immer weiter steigende Versicherungsprämien (z. B. in hochwassergefährdeten Gebieten) bei allen großen Rückversicherern aufgrund hoher Schadensregulierungskosten in den letzten Jahren. Nicht nur durch die daraus entstehende finanzielle Mehrbelastung der Bürger, sondern auch durch die anhaltenden Protestaktionen, wie Fridays for Future, rückt der Klimawandel immer mehr in das Bewusstsein jedes Einzelnen.

Die zum Jahresbeginn 2021 eingeführte CO<sub>2</sub>-Abgabe hatte eine direkte Kostenerhöhung der meisten fossilen Energieträger zur Folge. Hieraus ergibt sich erstmals eine finanziell spürbare Mehrbelastung für jeden einzelnen Haushalt von mehreren Hundert Euro pro Jahr. Dass dieser CO<sub>2</sub>-Preis nicht ausreicht, um das 2°C Klima-Ziel zu erreichen, bzw. ein Großteil der CO<sub>2</sub>-Emission noch gar nicht mit einem Preis belegt ist, zeigt nachfolgende Darstellung. Daraus folgt unweigerlich, dass die Kosten für Emissionen oder auch Klimafolgeschäden weiter ansteigen werden und der Handlungsdruck in der gesamten Gesellschaft weiter steigt.

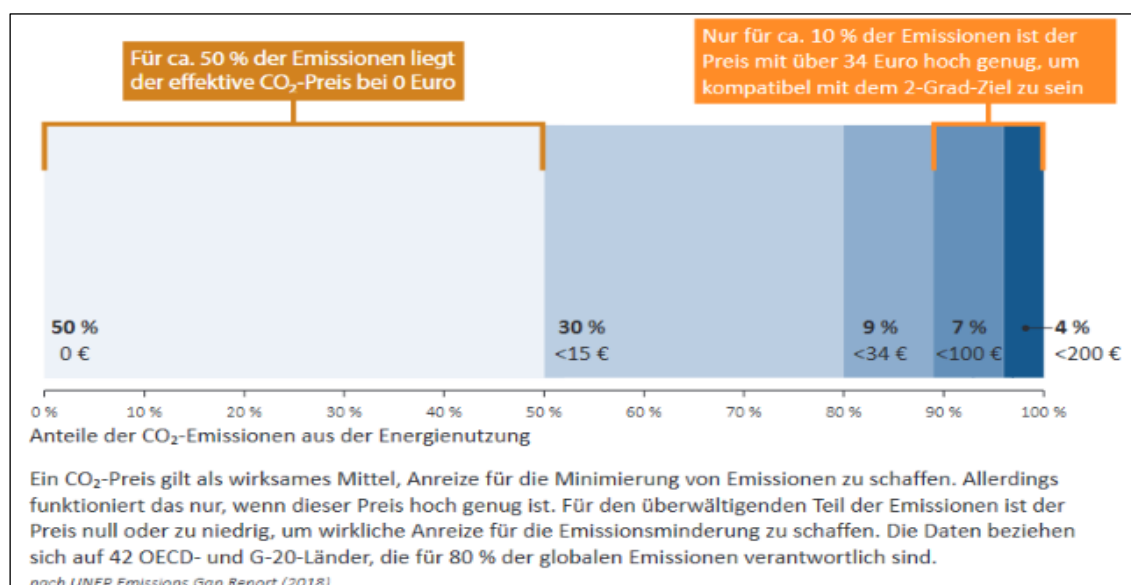


Abbildung 1-1: Effektiver CO<sub>2</sub>-Preis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V., 2021



Ferner hat insbesondere die Covid-19-Pandemie gezeigt, welche unvorhersehbaren Wege die Entwicklung der fossilen Energieträger nehmen kann. So fielen beispielsweise die Preise für Öl im Jahr 2020, bedingt durch die Krise und den damit einhergehenden wirtschaftlichen Abschwung, erstmals in der Geschichte des Ölhandels in den negativen Bereich. Kurzfristig wirkten sich diese Entwicklungen sehr positiv auf den Preis aller fossiler Energieträger aus und ließen diese günstig und weiterhin interessant erscheinen. Doch bereits im ersten Halbjahr 2021 ist wieder ein deutlicher Preisanstieg zu verzeichnen. Mittel- und langfristig können diese Entwicklungen fatale Preisexplosionen an allen Märkten mit sich bringen. Hieraus können plötzliche Mehrbelastungen entstehen, die insbesondere kleinere Kommunen und ihren Bürger\*innen nur schwer abfedern können. Deshalb ist jetzt die richtige Zeit, um sich langfristig zu positionieren und die Kommune Schritt für Schritt auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen.

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick zur Ausgangssituation im „Quartier Betzenberg“ und beschreiben die angewendete Arbeitsmethodik, mit der die Maßnahmen zur Energieeffizienz und Emissionsminderung definiert wurden.

## 1.1 Ausgangssituation und Projektziel

Das „Quartier Betzenberg“ liegt im Stadtteil Betzenberg und ist einer von insgesamt zehn Stadtteilen der Stadt Kaiserslautern. Mit rund 4.700 Einwohnern<sup>2</sup> stellt der Stadtteil Betzenberg einen der kleineren Stadtteile dar, wobei etwa 600 Einwohner auf das abgegrenzte KfW-Quartier entfallen.

Kaiserslautern ist eine kreisfreie Stadt im Süden von Rheinland-Pfalz und ist zugleich Sitz der Kreisverwaltung des Landkreises Kaiserslautern. Mit rund 100.000 Einwohnern ist sie die fünftgrößte Stadt, flächenmäßig die größte Stadt in Rheinland Pfalz. Kaiserslautern ist eine wichtige Industriestadt, die zugleich von der großen militärischen Präsenz der US-Streitkräfte in der Region geprägt ist. Die Kaiserslautern Military Community bildet mit rund 50.000 Militärangehörigen und Zivilisten den weltweit größten US-Militär-Stützpunkt außerhalb der USA.<sup>3</sup> Die „Ramstein Air Base“ liegt etwa 10 km außerhalb des Stadtgebietes.

Die Stadt Kaiserslautern hat sich ehrgeizige Ziele im Bereich des Klimaschutzes gesetzt. Dabei orientiert sich die Stadt an den nationalen und landespolitischen Klimaschutzziele. Im Mittelpunkt stehen die sparsame Energieverwendung und die „klimaschonende“ Energieerzeugung.

---

<sup>2</sup> [https://www.kaiserslautern.de/arbeit\\_bildung\\_wissenschaft/standort/statistik/stadt/index.html.de](https://www.kaiserslautern.de/arbeit_bildung_wissenschaft/standort/statistik/stadt/index.html.de)

<sup>3</sup> Wikipedia

Konkrete Potenziale zur Emissionsminderung und innovative Projekte zum Vermeiden und Senken der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden bereits mit dem **Klimaschutzkonzept 2020** und dem **Masterplan 100% Klimaschutz 2050** erarbeitet.

Das nun vorliegende energetische Quartierskonzept Betzenberg soll hier anknüpfen und konkrete Projektideen weiterentwickeln. Die integrierten Quartierskonzepte sollen aufzeigen, welche technischen und wirtschaftlichen Effizienzpotenziale bestehen und welche anwendungsbezogenen Maßnahmen für eine erfolgreiche Umsetzung entwickelt werden müssen. Mit dem quartiersbezogenen Ansatz können u. a. Lösungswege bei der energetischen Modernisierung des öffentlichen Gebäudebestands als auch bei der Energieeffizienz in Privatgebäuden aufgezeigt werden. Hauptbestandteil dieses Konzeptes soll die Optimierung der Wärmeversorgung hin zu einer mehr auf erneuerbaren Energien basierenden Wärmeversorgung, der Ausbau von Erzeugung und Nutzung von Solarenergie, die Steigerung der Energieeffizienz im Bereich der Wohngebäude sowie eine umfassende Nutzung nachhaltiger Mobilität sein.

Ziel ist es, durch mögliche Maßnahmen eine Aufwertung und Attraktivitätssteigerung des gesamten Quartiers zu erreichen. Zusätzlich können die umsetzbaren quartiersbezogenen Maßnahmen auf ähnlich strukturierte Gebiete übertragen und angewendet werden. In der Umsetzungsphase wird die Beteiligung örtlicher Fach- und Handwerksbetriebe angestrebt, da dies die Regionale Wertschöpfung erhöhen kann.

Aufgrund der vorhandenen Gebäudestruktur und der überwiegend fossil basierten Feuerungsanlagen, besteht insbesondere Handlungsbedarf im Bereich der Wärmeversorgung. Hier sollen im Rahmen des Quartierskonzeptes mögliche Lösungsansätze untersucht werden, welche sich unter den örtlichen Gegebenheiten möglichst effizient umsetzen lassen.

Nach erfolgreicher Antragstellung bei der KfW-Bankengruppe und dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz (MKUEM) zur Förderung des Konzeptes und erfolgter Beauftragung durch die Stadt Kaiserslautern startete das Projekt „Quartierskonzept Betzenberg“ offiziell im Januar 2021.

Insgesamt sei an dieser Stelle auf die erschwerten Bedingungen in der Konzepterstellung während der „Corona-Krise“ hingewiesen. Dies betrifft insbesondere die Öffentlichkeitsarbeit mit Bürgern aber auch die Arbeit in der Steuerungsgruppe, welche aufgrund von zeitweisen Versammlungsverboten dann nur noch per Video- oder Telefonkonferenzen möglich war.

## 1.2 Arbeitsmethodik

Die Arbeitsschritte des Quartierskonzeptes orientieren sich nach den inhaltlichen Vorgaben des Fördermittelgebers und sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst:

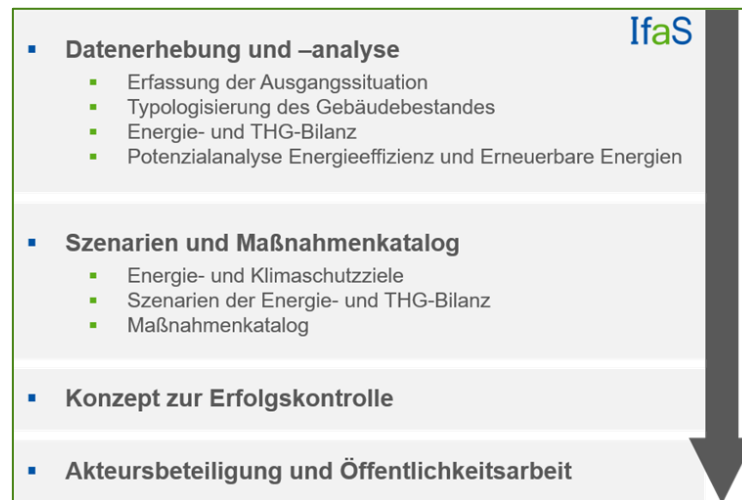


Abbildung 1-2: Arbeitspakete des integrierten Quartierskonzeptes

Der vorliegende Abschlussbericht befasst sich zunächst mit der Ausgangsanalyse (Kapitel 2). Dort wird die aktuelle baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation aufgezeigt. Der Zustand der Gebäude im Quartier und deren Wärmebedarfe bzw. Verbräuche wird erfasst und dargestellt, ferner wird auf die Bevölkerung, Akteurs- und Eigentümerstruktur eingegangen. Davon ausgehend werden die Berechnungen zur Potenzialanalyse und Bilanzierung erstellt (Kapitel 3).

Die Potenzialanalyse und die Bilanzierung sind wichtige Bestandteile des Gesamtkonzeptes und dienen der Quantifizierung und Qualifizierung verfügbarer Potenziale der Energieeinsparung, der Steigerung der Energieeffizienz und der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger. Die Potenzialanalyse ist zudem Grundlage für die Ableitung der Zielformulierung für die energetische Quartierssanierung, unter Bezugnahme auf die nationalen Klimaschutzziele für 2030/2050<sup>4</sup> sowie die energetischen Ziele auf kommunaler Ebene, und mündet in eine Energie- und Treibhausgasbilanz (siehe Kapitel 3.3).

<sup>4</sup> Vgl. Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, 2019

Aufbauend auf der Potenzialanalyse und einer umfangreichen Akteursbeteiligung, wurden konkrete Handlungsfelder und Projektansätze (Kapitel 4, 5, 6 und 7) identifiziert und zur Erstellung des Maßnahmenkatalogs als Projektskizzen analysiert und bewertet. Mit dem Maßnahmenkatalog wird ein Fahrplan zur Erreichung der gesetzten Ziele formuliert und konkrete energetische Sanierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen sowie deren Ausgestaltung, unter Berücksichtigung der quartiersbezogenen Gegebenheiten, aufgezeigt. Der Maßnahmenkatalog mit den Projektskizzen ist Bestandteil des Abschlussberichts und als separates Dokument beigefügt.

Für drei Maßnahmen wurde eine vertiefende Betrachtung durchgeführt (Kapitel 5, 6, 7). In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe wurden für diese vertiefenden Betrachtungen die Umstellung der Wärmeversorgung, Maßnahmen im Bereich Photovoltaik, sowie verschiedene Maßnahmen zur Förderung nachhaltiger Mobilitätsangebote im Quartier erarbeitet.

Im Anschluss sind die Kommunikationswege und -mittel (Kapitel 8) aufgezeigt, welche zur Unterstützung bei der Maßnahmenentwicklung dienen und in Zukunft zu einer erfolgreichen Umsetzung der geplanten Maßnahmen innerhalb des Quartiers beitragen sollen. In die Konzepterstellung wurden bereits kommunale Akteure eingebunden, um die Akzeptanz, Interessenlage und Handlungsbereitschaft für mögliche Projektumsetzungen zu steigern.

Eine Analyse der Umsetzungshemmnisse (Kapitel 9), ein Konzept zur Erfolgskontrolle (Kapitel 10) sowie die Vorgehensweisen zur organisatorischen Umsetzung (Kapitel 11), die Hinweise zu möglichen Förderprogrammen (Kapitel 12) sowie die Handlungsempfehlung (Kapitel 13) runden die Konzeptstudie ab.

Aufgrund der besseren Lesbarkeit sind in diesem Abschlussbericht und in den dazugehörigen Anhängen alle Zahlen und Werte zweckmäßig gerundet. Des Weiteren wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter.

## 2 Bestandsaufnahme und Ausgangsanalyse

Um die energetische Quartiersentwicklung zielorientiert zu steuern, wird zunächst eine umfassende Bestandsaufnahme mit den Spezifika des Quartiers zur städtebaulichen und energetischen Ausgangssituation durchgeführt.

### 2.1 Baukulturelle und städtebauliche Ausgangssituation

Die städtebauliche Ausgangssituation im Quartier wurde zunächst anhand einer Dokumentenanalyse ermittelt und ausgewertet. Im Fokus standen Geo- und Planungsdaten, Luftbilddaufnahmen, Flächennutzungs-, Bauleit- und Bebauungspläne, Infrastrukturdaten und statistische Informationen (Meldeamt, Einwohner, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, Wohnen), die der konkreten Erfassung der IST-Situation dienen. Da sich die betrachteten Gebäude ausschließlich im Besitz der Bau AG Kaiserslautern (Tochtergesellschaft der Stadt KL) befinden, erfolgte zudem eine detaillierte Datenabfrage zu den vermieteten Gebäuden. Die Bau AG unterhält zudem seit 2010 ein emissionsbasiertes Gebäudemonitoring, in welchem stetig alle Sanierungsmaßnahmen und die jeweiligen CO<sub>2</sub>-Einsparungen erfasst werden. Zusätzlich wurden zur Validierung der Daten Bestandsaufnahmen vor Ort durchgeführt. Aus den vorhandenen Informationen und den primär erhobenen Daten sind Rückschlüsse auf den Gebäudebestand, strukturelle Defizite sowie Handlungsoptionen im Quartier möglich.

Die im Quartier befindlichen Gebäude wurden zwischen 1968 - 1974 errichtet und wurden in den letzten 20 Jahren bereits teilweise energetisch saniert.

#### 2.1.1 Quartiersabgrenzung

Das Quartier Betzenberg umfasst 14 Mehrgeschosswohnungsbauten, mit insgesamt 240 Wohneinheiten und rund 600 Einwohnern. Die betrachtete Brutto-Geschossfläche liegt bei ca. 24.000 m<sup>2</sup>. Die Wohnungen werden vollständig von der Bau AG vermietet.

Die Quartiersgrenze ist in Abbildung 2-1 aufgezeigt.

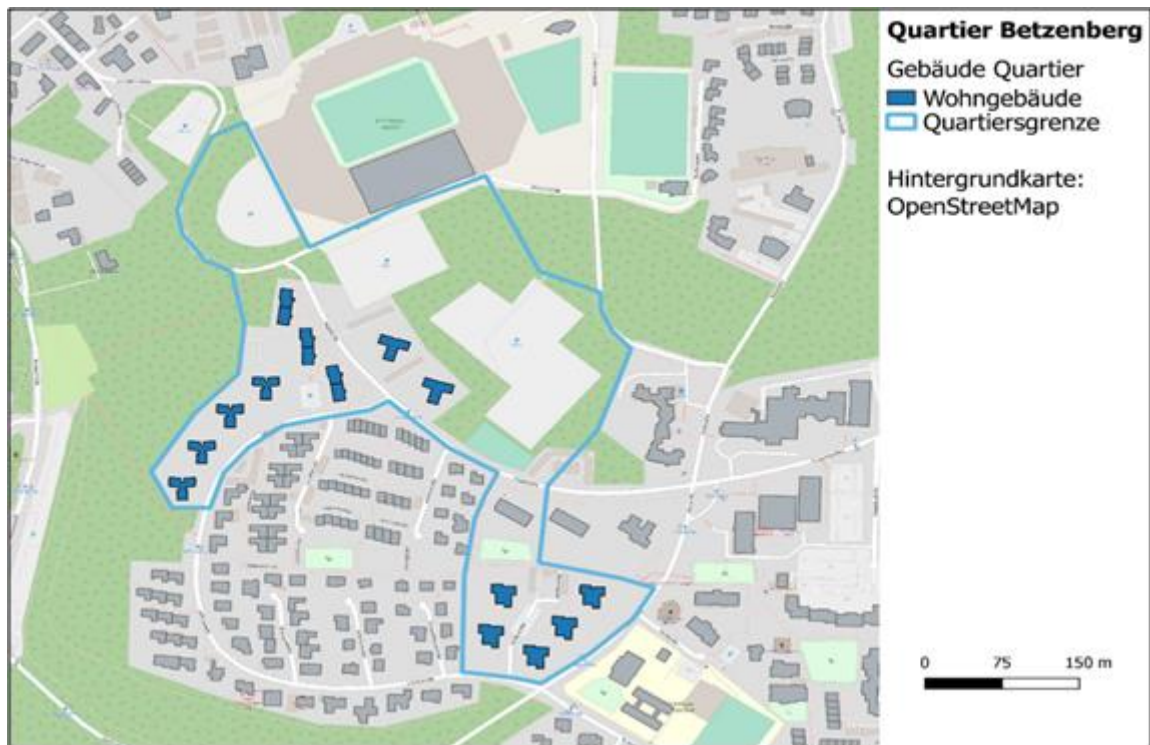


Abbildung 2-1: Quartiersabgrenzung Betzenberg

### 2.1.2 Nutzungsstruktur

Im Quartier befinden sich ausschließlich Wohngebäude mit insgesamt 240 Wohneinheiten, die alle vermietet werden. Private Eigentumswohnungen, Einfamilienhäuser oder Gewerbeflächen sind innerhalb der Quartiersgrenzen nicht vorhanden.



### 2.1.3 Bauliche Struktur

Innerhalb des Quartiers sind vier verschiedene Gebäudetypen vorhanden, zwei Hochhäuser mit jeweils etwa 30 Wohneinheiten, sowie drei kleinere Gebäudetypen mit jeweils 12 bis 16 Wohneinheiten (14 Mehrfamilienbauten insgesamt).



Abbildung 2-2: Gebäudetypen im Quartier

Die neuesten Gebäude stellen die beiden Hochhäuser aus dem Jahr 1974 dar. Die ältesten Gebäude sind die 5 Gebäude in der Herderstraße von 1968. Die beiden restlichen Gebäudetypen stammen aus den Jahren 1969 bis 1971. Die folgende Grafik zeigt die Verteilung der Baujahre.

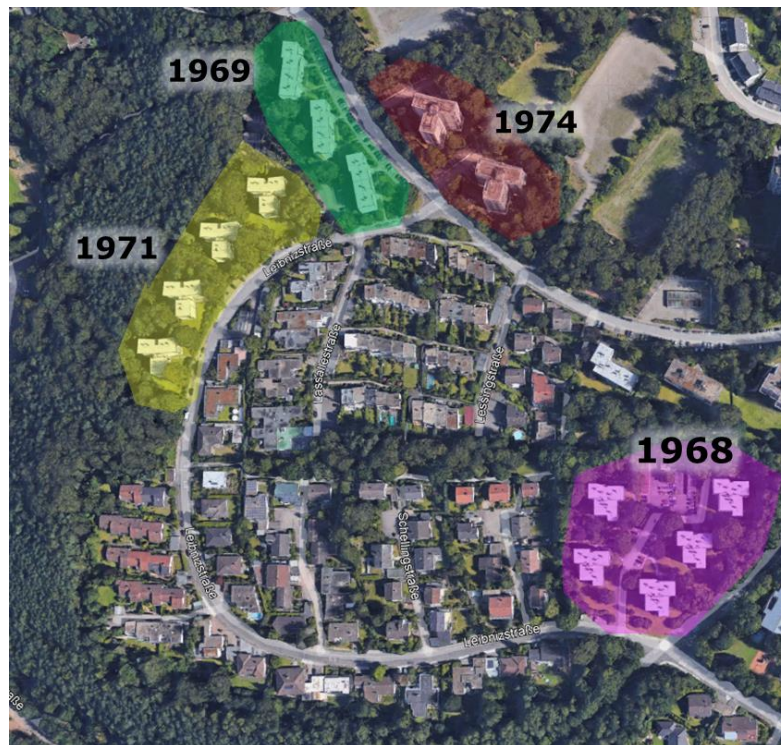


Abbildung 2-3: Baualtersklassen der Gebäude im Quartier

## 2.2 Energetische Ausgangssituation

Die folgenden Abschnitte beschreiben die vorgefundene Situation im Bereich Gebäudeeffizienz sowie der Energieversorgung.

### 2.2.1 Energetischer Zustand der Gebäude

Dem Quartierskonzept sind in den vergangenen Jahren bereits eine Vielzahl von energetischen Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden der Bau AG vorausgegangen. Im Jahr 2010 wurde für den gesamten Gebäudebestand der BauAG ein Sanierungskataster erstellt, sowie eine Berechnung der Einsparpotenziale. Hierzu wurden die Gebäudetypen in Cluster unterteilt und mit Sanierungsmaßnahmen und Prioritäten versehen. Seit 1992 wurden bereits an vielen Gebäuden die Gebäudehüllen gedämmt, sowie zum Teil neue Fenster eingebaut. An den Gebäuden Hegelstraße 2-6 bzw. 2A-6A wurde 1992 die Außenwand mit 8 cm Dämmung versehen und die Fenster erneuert, die Gebäude der Leibnizstraße 2-8 wurden 1999 mit 10 cm Außenwanddämmung gedämmt und die Fenster ausgetauscht.



### 2.2.2 Energieversorgung

Die Stromversorgung im Quartier erfolgt ausschließlich über das Stromnetz, PV-Anlagen oder sonstige regenerative Anlagen zur Stromerzeugung sind bislang keine vorhanden. Die Wärmeversorgung erfolgt ausschließlich über Erdgas.

Die Warmwasserbereitung erfolgt lediglich in den ältesten Gebäuden (Herderstraße) über Gas-thermen, in den restlichen Gebäuden über Boiler und Durchlauferhitzer.

Die Erhebung der Energieverbräuche erfolgte über die Bau AG bzw. die Stadtwerke Kaiserslautern, sodass die konkreten Verbrauchsdaten gebäudescharf und für mehrere Jahre vorlagen. Als Bezugsjahr wurde 2019 gewählt, da hierfür der letzte vollständige Datensatz vorlag. Die Erhebung der Verbrauchsdaten stellt sowohl die Grundlage zur Berechnung der möglichen Energieeinsparung und Effizienz (vgl. Kapitel 3.1) innerhalb des Quartiers, als auch die Ausgangssituation der Energie und Treibhausgasbilanz dar (vgl. Kapitel 3.3). Der gesamte Energieverbrauch für das Betrachtungsgebiet betrug im Jahr 2019 rund 2.350 MWh/a, wovon ca. 1,72 Mio. kWh/a auf Wärme und etwa 630.000 kWh auf Strom entfallen.

### 2.2.3 Erneuerbare Energien

Innerhalb der Quartiersgrenzen sind bislang keine EE-Anlagen installiert. Die aktuelle Versorgung basiert vollständig auf Erdgas und dem Stromnetz.

### 2.2.4 Straßenbeleuchtung

Da fast die komplette Beleuchtung des Quartieres bereits auf LED-Leuchten gewechselt wurde stehen für eine Sanierung nur noch Bestandsleuchten in der Hegelstraße an. Aufgrund der zu erreichenden Mindestfördersummen bei den Förderkonzepten ist eine Inanspruchnahme dieser im Zuge einer Sanierung (als Einzelmaßnahme) voraussichtlich nicht möglich. Eine Möglichkeit wäre weitere Straßenzüge (in anderen Stadtteilen) zu einer Fördermaßnahme zusammen zu fassen, sodass die verbleibende Straße im Quartier im Zuge eines größeren Leuchtentauschs möglich wäre.

Im Allgemeinen können verschiedene Förderungen zur Sanierung der Straßenbeleuchtung in Anspruch genommen werden. Über die Nationale Klimaschutzinitiative können investive Fördermittel herangezogen werden. Aktuell ist eine Förderung zwischen 30 – 35 % möglich. Dieses Förderkonzept wird auch 2022 fortgeführt, jedoch werden die Förderkonditionen jährlich angepasst. Es wird vermutlich eine Reduzierung der Förderquote von 25 – 30 % erfolgen.

Für weitere Information zu den einzelnen Konditionen und Fristen sollte vor Umsetzung einer Maßnahme auf <https://www.klimaschutz.de/> die aktuellen gültigen Informationen zum Förderkonzept eingesehen werden.

Das Land Rheinland-Pfalz bietet zudem eine weitere Fördermöglichkeit über das Förderprogramm Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS) an. Über diese Förderung sind Zuschüsse von bis zu 20 % beantragbar. Für weitere Information zu den einzelnen Konditionen und Fristen sollte vor Umsetzung einer Maßnahme auf <https://mkuem.rlp.de/de/themen/energie-und-strahlenschutz/foerderung-der-energiewende/> die aktuellen gültigen Informationen zum Förderkonzept eingesehen werden.

### 3 Potenzialanalyse und Bilanzierung

Mit der Potenzialanalyse konnte für das Quartier Betzenberg eine Grundlage für die Konzeption von Projekten zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz sowie zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energieträger erstellt werden. Diese Analyse stellt zudem die Grundlage für die anschließende Erstellung des Maßnahmenkatalogs dar und wurde im Rahmen eines Kommunikationsprozesses mit den relevanten Akteuren diskutiert und spezifiziert.

#### 3.1 Energieeinsparung und Energieeffizienz

Vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenknappheit ist eines der Kernziele der Europäischen Union die Verringerung des Energieverbrauches in ihren Mitgliedsstaaten. Hierzu verabschiedete die EU im Jahre 2011 zwei Strategiepapiere. Der Fahrplan für eine kohlenstoffarme Wirtschaft 2050 beschreibt, wie die Treibhausemissionen bis 2050 möglichst kosteneffizient um 80 bis 90 % reduziert werden können. Dabei spielen vor allem Energieeffizienz- und Energiesparmaßnahmen eine entscheidende Rolle.<sup>5</sup> Die EU hat Regelungen zum Thema Effizienz getroffen. Die EU-Richtlinie (2010/31/EU-Neufassung) fordert Niedrigstenergiegebäude bei Neubauten ab 2021. In Deutschland wird die Energieeffizienz von Gebäuden vor allem durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt.

In diesem Zusammenhang sind besonders der sorgsame Umgang mit Ressourcen sowie ein optimiertes Stoffstrommanagement in allen Verbrauchssektoren von hoher Bedeutung. Die Themen Energieeinsparung und -effizienz sind dazu zentrale Ansatzpunkte, da diese Potenziale ohne weiteren Energieträgerbedarf zu realisieren sind und langfristig große regionale Wertschöpfungseffekte bewirken. Es gilt bei der Priorisierung von Klimaschutzmaßnahmen grundsätzlich den Energiebedarf zu reduzieren, bevor eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen auf den optimierten Bedarf hin erfolgt.

Da innerhalb des Quartiers keine Gewerbeflächen oder kommunale Liegenschaften enthalten sind, werden im vorliegenden Konzept lediglich Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen für den Bereich Wohngebäude aufgezeigt.

---

<sup>5</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2019

### 3.1.1 Anmerkungen zu Szenarien der Energieeinsparpotenziale

Werden Maßnahmen in großem Umfang und verstärkt umgesetzt, kann der Energieverbrauch im Quartier Betzenberg signifikant sinken. Die Ermittlung der prozentualen Einsparpotenziale erfolgt dabei in Orientierung an vorgegebenen Zielwerten aus der nachfolgend genannten Studie.

Die Annahmen der WWF-Studie „Modell Deutschland“ für das Referenzszenario gehen davon aus, dass die Entwicklungen wie bisher weitergeführt werden. Energiepolitische Maßnahmen wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bleiben bestehen und werden weiter angepasst, sodass z. B. ab 2021 Neubauten auf Niedrigstenergieniveau errichtet werden. Moderate Effizienzgewinne im technischen Bereich, kombiniert mit Hilfsmitteln zur Verbesserung des Nutzerverhaltens, führen zu Energieeinsparungen. Im Wärmebereich wächst der Anteil an Wärme aus erneuerbaren Energiequellen, Abwärmenutzung und dem Einsatz von Wärmepumpen.

In den nachfolgenden Kapiteln werden Effizienz- und Einsparpotenziale für das Quartier Betzenberg aufgezeigt. In den Fällen, bei denen keine spezifische Betrachtung möglich ist, weil für die Berechnung detaillierte Angaben zu zukünftigen Entwicklungen nicht vorliegen, wurden die Prozentwerte aus der bereits erwähnten WWF-Studie zugrunde gelegt.

Als Ausgangswert für alle Berechnungen gilt der in Kapitel 3.3.1 ermittelte gesamte Energieverbrauch für das Betrachtungsgebiet in Höhe von 2.350 MWh, wovon 1.720 MWh auf Wärme und 630 MWh auf Strom entfallen. Wie bereits im Kapitel zuvor beschrieben, basieren die ermittelten Werte auf den Angaben durch die Bau AG bzw. die Stadtwerke Kaiserslautern.

### 3.1.2 Energiebedarf der privaten Haushalte

Die privaten Haushalte im Quartier Betzenberg verbrauchen demzufolge jährlich 630 MWh Strom und 1.720 MWh Wärme. Der größte Anteil wird im Allgemeinen zur Erzeugung von Raumwärme benötigt. Die Details sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Die Verteilung der Energieverbräuche und die möglichen Einsparungen beziehen sich auf die Prognosen aus dem Referenzszenario der WWF-Studie „Modell Deutschland“.

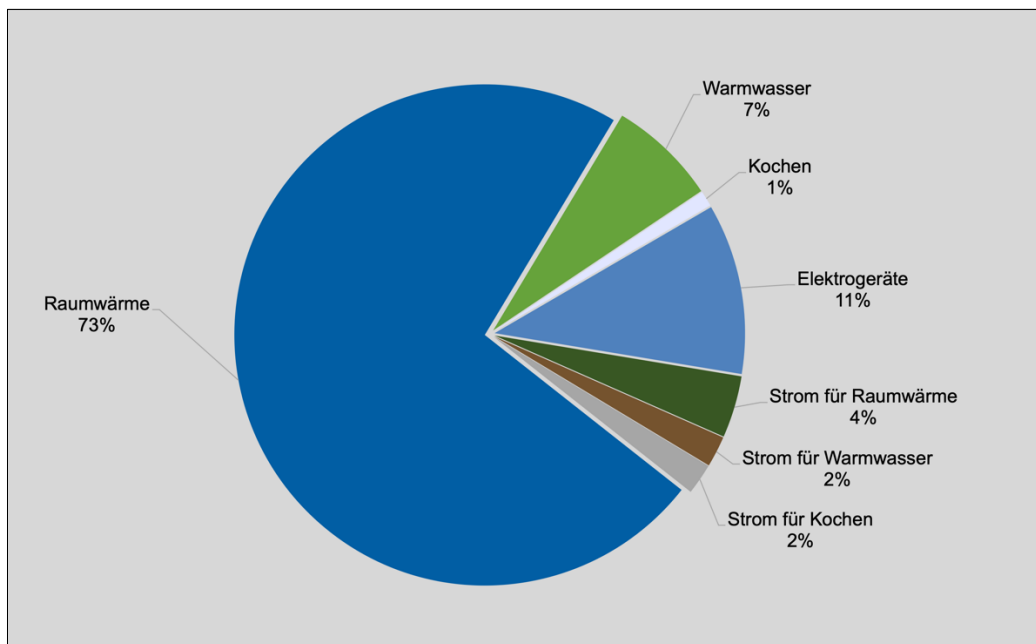


Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte<sup>6</sup>

In der WWF-Studie wird davon ausgegangen, dass sich die Situation im Bereich der privaten Haushalte verändern wird. Die Anzahl der privaten Haushalte steigt bis ungefähr 2030, nimmt aber anschließend ab, wobei die Anzahl der in einem Haushalt lebenden Personen sinkt. Damit einhergehend wird auch die Wohnfläche pro Person größer. Energieeinsparungen werden für die privaten Haushalte notwendig, da mit steigenden Energiepreisen zu rechnen ist. Unter den für die WWF-Studie getroffenen Annahmen von Prognos und Öko-Institut steigen die Verbraucherpreise für private Haushalte bis 2050 für leichtes Heizöl um das Dreifache und für Erdgas und Treibstoffe um das Doppelte gegenüber 2005. In der genannten Studie werden keine Annahmen für die Entwicklung des Strompreises getroffen. In einer weiteren Prognos-Studie wird von einer Preissteigerung bei Strom für Haushaltskunden von 2011 bis 2050 von etwa 3 % ausgegangen.<sup>7</sup>

Ein durchschnittlicher Haushalt brauchte 2005 15.700 kWh für die Wärmeerzeugung und 3.600 kWh Strom. Dies führte 2005 zu Kosten für die Wärmeerzeugung von 800 € für leichtes Heizöl (1.500 l bei einem Preis von 0,536 €/l). Bei einer Verdreifachung des Heizölpreises nach der WWF-Studie steigen die Heizölkosten für den gleichen Haushalt bis 2050 auf über 2.500 € im Jahr.

<sup>6</sup> Eigene Darstellung nach WWF, 2009

<sup>7</sup> Vgl. Prognos AG, EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH (GWS), 2014

### 3.1.2.1 Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich

Die privaten Haushalte weisen in der Startbilanz einen Wärmeverbrauch von 1.720 MWh auf. Aufbauend auf diesem Wert wird in der nachstehenden Grafik aufgezeigt, wo und zu welchen Anteilen die Wärmeverluste innerhalb der bestehenden Wohngebäude auftreten.

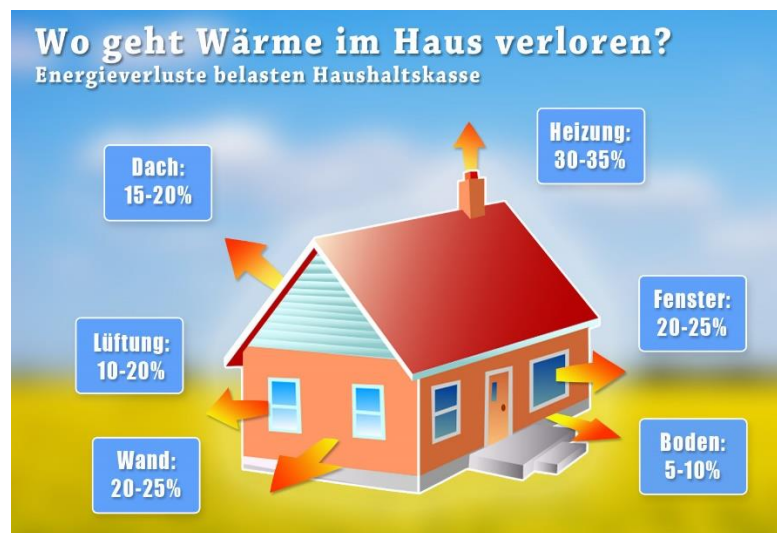


Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude<sup>8</sup>

Parallel dazu wurde in einer Studie des IWU ermittelt, dass bundesweit im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor 1978 errichtet wurden, erst bei 26,5 % der Gebäude die Außenwände, bei 52,3 % die oberste Geschossdecke bzw. die Dachfläche, bei 12,4 % die Kellergeschossdecke und erst bei ca. 10 % der Gebäude die Fenster nachträglich gedämmt bzw. ausgetauscht wurden. Wird die obere Abbildung im Kontext mit der IWU-Studie betrachtet, ist ein großes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung zu erreichen.<sup>9</sup> Neben dem Einsatz von effizienter Heizungstechnik wird durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Heizwärmebedarf reduziert. Die erzielbaren Einsparungen liegen je nach Sanierungsmaßnahme zwischen 45 und 75 %. Große Einsparpotenziale ergeben sich durch die Dämmung der Gebäude. Je nach Baualtersklasse, Gebäudegröße und Umfang der Sanierungsmaßnahmen sowie individuellen Nutzerverhaltens sind die Einsparungen unterschiedlich.

Nach Ermittlung des derzeitigen Wärmeverbrauchs der Haushalte und der Erkenntnis, dass bei vielen Haushalten Einsparpotenziale bestehen, wird das Szenario für die Erschließung der Effizienzpotenziale im Wohngebäudesektor aufgestellt und im Anschluss berechnet.

<sup>8</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an FIZ Karlsruhe, kein Datum

<sup>9</sup> Vgl. Institut Wohnen und Umwelt (IWU), 2018

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale wurde auf die bereits durchgeführten Sanierungsberechnungen in Verbindung mit dem fortgeschriebenen Sanierungskataster zurückgegriffen. Für die Hegelstraße 9 und die Herderstraße 1 wurden bereits Sanierungsmaßnahmen berechnet. Aufgrund der Baugleichheit der Gebäude wurde angenommen, dass die ermittelten Einsparungen auch für die anderen Gebäude (Herderstraße 2-6 bzw. Hegelstraße 7) erreichbar sind. Da das Gebäude Hegelstraße 9 inzwischen (2020) auf einen aktuellen Effizienzstandard saniert wurde, besteht dort kein großes Einsparpotenzial mehr. Für die Gebäude Hegelstraße 2-6 bzw. 2A-6A sowie die Leibnizstraße 2-8 wurden Einsparberechnungen anhand bautypologischer Kennwerte durchgeführt. Dabei wurde berücksichtigt, dass diese Gebäude bereits in den 1990ern teilweise saniert wurden.

Durch die Minderung des Energiebedarfs bis zum Jahr 2050 ergibt sich folgende Abbildung für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs:

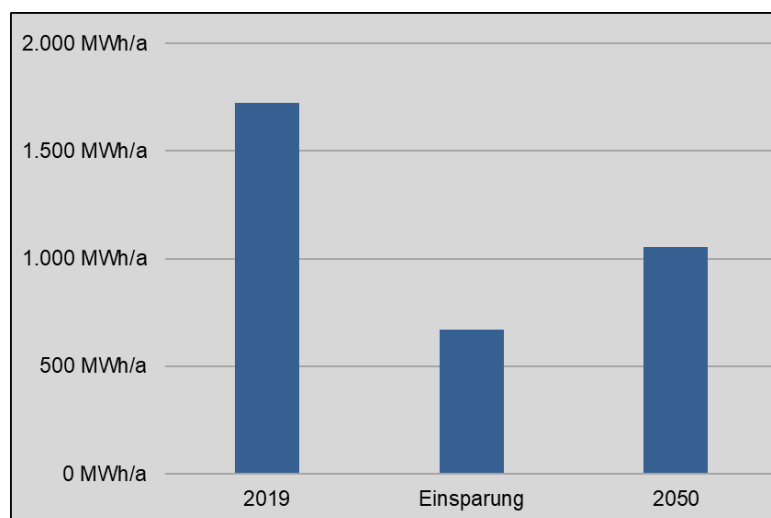


Abbildung 3-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte bis 2050

Das Szenario für die Energieeffizienz im Wohngebäudesektor fußt auf der Annahme, dass künftig alle Gebäude des Gebäudebestandes im Quartier energetisch saniert werden.

Darüber hinaus wird angenommen, dass der Verbrauch an Erdgas im Zeitablauf kontinuierlich vermindert und durch eine Anbindung der Gebäude an das Fernwärmenetz substituiert wird. Nähere Informationen hierzu siehe Kapitel 3.4.

Der Wärmeverbrauch im Quartier Betzenberg kann demnach um etwa 39 % auf ca. 1.053 MWh gesenkt werden. Insgesamt fließen die Ergebnisse in die Einsparpotenziale des Quartiers und die Szenarienrechnung in Kapitel 3.4 ein.

### 3.1.2.2 Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte im Strombereich

Die Haushalte haben nach der Startbilanz einen Stromverbrauch von 629 MWh pro Jahr. Dieser wird sich im Betrachtungsgebiet analog nach Abbildung 3-4 aufteilen. Für die Haushalte im Quartier wurden die einzelnen Teilwerte aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit aus den Haushalten nicht spezifisch berechnet. Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf eine durchschnittliche Aufteilung nach der WWF-Studie. **Lediglich für den Bereich Warmwassererzeugung ist bekannt, dass ein Großteil des Warmwassers über Durchlauferhitzer erfolgt, sodass der Anteil für Wärme größer ist, als in der durchschnittlichen Aufteilung gemäß der WWF-Studie. Sollten künftig größere Umbauarbeiten erfolgen (neue Leitungen), sollte eine Umstellung der Warmwasserbereitung über die Heizzentrale in Betracht gezogen werden.**

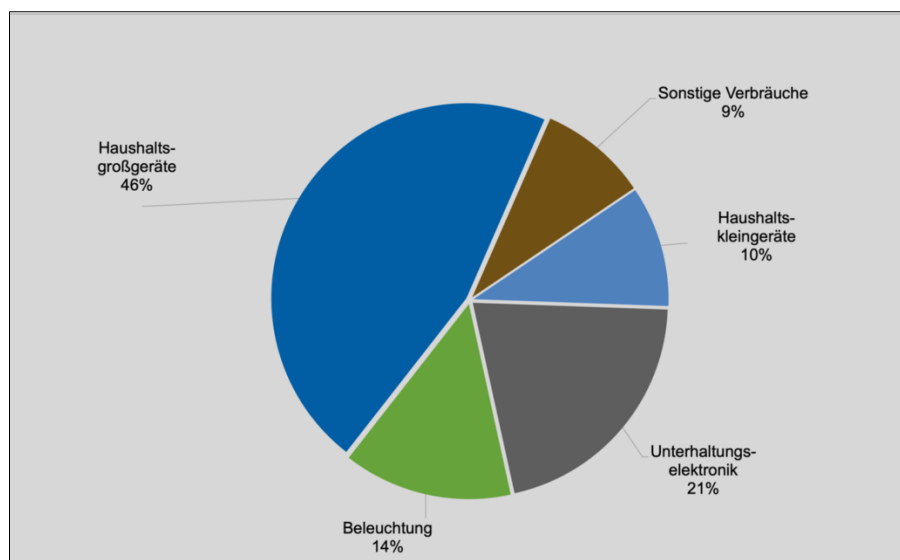


Abbildung 3-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch<sup>10 11</sup>

Die Haushaltsgroßgeräte (Kühlschrank, Waschmaschine, Spülmaschine etc.) machen hier den größten Anteil aus, da sie viele Betriebsstunden (Kühlschrank) bzw. große Anschlussleistungen (Wäschetrockner) aufweisen. Einsparungen können durch den Austausch alter Geräte gegen effiziente Neugeräte erfolgen. Hierbei hilft die EU Verbrauchern durch das EU-Energie-Label. Das Label bewertet den Energieverbrauch eines Gerätes auf einer Skala. Neben dem Energieverbrauch informiert das Label über das herstellende Unternehmen und weitere technische Kennzahlen wie den Wasserverbrauch, den Stromverbrauch oder die Geräuschemissionen.

<sup>10</sup> Eigene Darstellung nach WWF, 2009

<sup>11</sup> Ohne elektrische Wärmeerzeugung



Auch lassen sich relativ einfach und schnell Stromeinsparungen über die Beleuchtung realisieren. Der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch eines Haushaltes beträgt 14 %, d. h. bei einem Verbrauch von ca. 3.600 kWh/a entfallen ca. 500 kWh, also rund 150 € im Jahr, auf die Beleuchtung. Laut der WWF-Studie können im Bereich Beleuchtung über 80 % der Energie eingespart werden. Diese Einsparungen werden durch den Ersatz von Glühlampen durch LED-Leuchtmittel erreicht. Wird beispielsweise eine 60 Watt-Glühlampe, wie in Tabelle 3-1 dargestellt, gegen eine LED mit 6 Watt ausgetauscht, ergibt dies bei gleicher Betriebsdauer eine Einsparung von 29 €/a. Ein weiterer Vorteil der LED-Lampen ist ihre längere Nutzungsdauer. Durch die Stromeinsparung amortisiert sich der Kaufpreis von 9 € für eine LED sehr schnell.

Tabelle 3-1: Beispielhafte Berechnung der Energieeinsparung durch Leuchtmitteltausch

Beleuchtung (Leuchtmittel E27)	Bestand Glühbirne	LED	Energiesparlampe	Halogenleuchte
Leistung (in W)	60	6	11	42
Lebensdauer (in Betriebsstunden)	1.000	15.000	10.000	4.000
Kosten (in €)	1	9	10	2
Verbrauchskosten pro Jahr (in €)	32	3	6	22
Einsparung pro Jahr gegenüber Glühbirne (in €)		29	26	10
statische Amortisation (Jahre)		0,31	0,39	0,21

Annahmen

Betriebsstunden pro Tag	5
Strompreis (Brutto/kWh)	0,29

Für den Strombereich der privaten Haushalte ergibt sich ein Einsparpotenzial von 163 MWh. Somit sinkt der Stromverbrauch bis 2050 auf 466 MWh.

### 3.1.2.3 Zusammenfassung der Effizienz- & Einsparpotenziale der privaten Haushalte

Durch die zuvor beschriebenen Maßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Austausch Beleuchtung, etc.) können bei den privaten Haushalten bis 2050 ca. 35 % an Energie eingespart werden.

Tabelle 3-2: Einsparpotenziale der privaten Haushalte gegenüber dem IST-Verbrauch in 2019

Energieeinsparungen	IST-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2050 [MWh]	Veränderung IST vs. SOLL [%]
<b>Private Haushalte</b>	<b>2.354</b>	<b>1.519</b>	<b>-35,4%</b>
davon Wärme	1.724	1.053	-38,9%
davon Strom	629	466	-25,9%

## 3.2 Erneuerbare Energien

Bei der Potenzialanalyse im Bereich erneuerbarer Energien werden die technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Potenziale für den Ersatz fossiler Energieträger durch den Ausbau von Anlagentechnik mit erneuerbarer Energie ermittelt. Aufgrund der räumlichen und technischen Gegebenheiten im Quartier beschränkt sich die Potenzialanalyse im Wesentlichen auf den Bereich Photovoltaik. Eine auf den Analyseergebnissen basierende Erstellung von Referenz- und Klimaschutzszenarien zur Definition von Klimaschutzzielen erfolgt im Zuge der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung (Kapitel 3.4).

### 3.2.1 Solarenergienutzung

Im Quartier Betzenberg zählt die Solarenergie zu den relevantesten erneuerbaren Energieträgern. Es sollte daher ein primäres Anliegen sein, die Vielzahl ungenutzter Dachflächen langfristig zur Strom- und Wärmegewinnung zu nutzen. Auch wenn der Großteil der Potenziale nicht im direkten Einfluss der Kommune steht, so ist es ihre Aufgabe die Bürger bspw. durch gezielte Kampagnen zu informieren und zu sensibilisieren. Hierzu wurde beispielsweise im Oktober 2021 eine Veranstaltung zum Thema Solarkampagne, gemeinsam mit BUND und Bezirksverband Pfalz e.V., durchgeführt.<sup>12</sup> Gerade die Dachflächen eigener Liegenschaften sollten aufgrund der Vorbildfunktion der Kommune, wo immer möglich und wirtschaftlich darstellbar, solar-energetisch genutzt werden. Auch hier ist die Stadtverwaltung bereits aktiv, u.a. durch Maßnahmen mit Dachverpachtungsmodellen.

Für den Betrieb von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen ist u. a. das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) maßgeblich. Es wird seit seiner Einführung in unregelmäßigen Abständen, zuletzt zum 1. Januar 2021 novelliert und umfasst u. a. auch Regelungen zur Einspeisevergütung. Der Betrieb einer Solarthermieanlage wirkt sich hingegen lediglich durch Einsparungen im Bereich der Wärmeerzeugung (Warmwasseraufbereitung bzw. Heizungsunterstützung) aus. Durch die Kombination von Solarthermie und effizienten förderfähigen Heizsystemen (z. B. Biomasseanlagen, EE-Hybridheizungen) lassen sich derzeit hohe Förderquoten auf die Gesamtmaßnahme durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG, vgl. Kapitel 12) erzielen.<sup>13</sup>

Zur Information der Bürger stehen sowohl das erst Anfang 2021 veröffentlichte Solarkataster Rheinland-Pfalz sowie das Solarkataster (Geoportal) der Stadt Kaiserslautern zur Verfügung.

---

<sup>12</sup> [https://www.kaiserslautern.de/sozial\\_leben\\_wohnen/umwelt/klimaschutz/klimaschutzmassnahmen/energieversorgung/062400/index.html.de](https://www.kaiserslautern.de/sozial_leben_wohnen/umwelt/klimaschutz/klimaschutzmassnahmen/energieversorgung/062400/index.html.de)

<sup>13</sup> Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021

Abbildung 3-5 zeigt einen Ausschnitt aus dem Solarkataster Rheinland-Pfalz, Abbildung 3-6 die Oberfläche des Solarkatasters der Stadt Kaiserslautern. Insbesondere das bereits etwas ältere Kataster der Stadt KL (von 2010) bietet jedoch nur wenig Informationen über das verfügbare Potenzial.

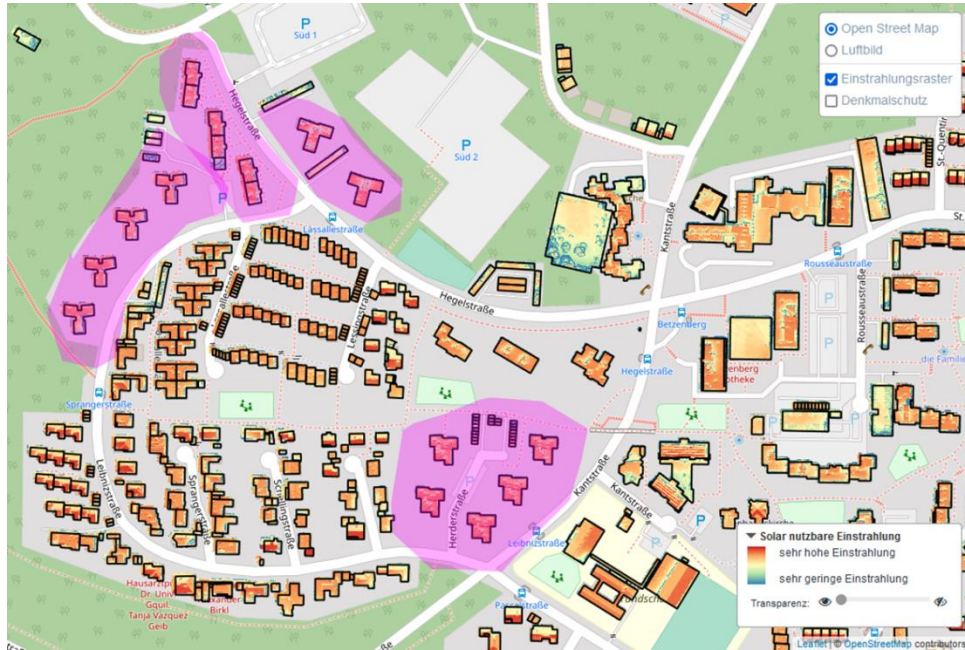


Abbildung 3-5: Solarkataster Rheinland-Pfalz

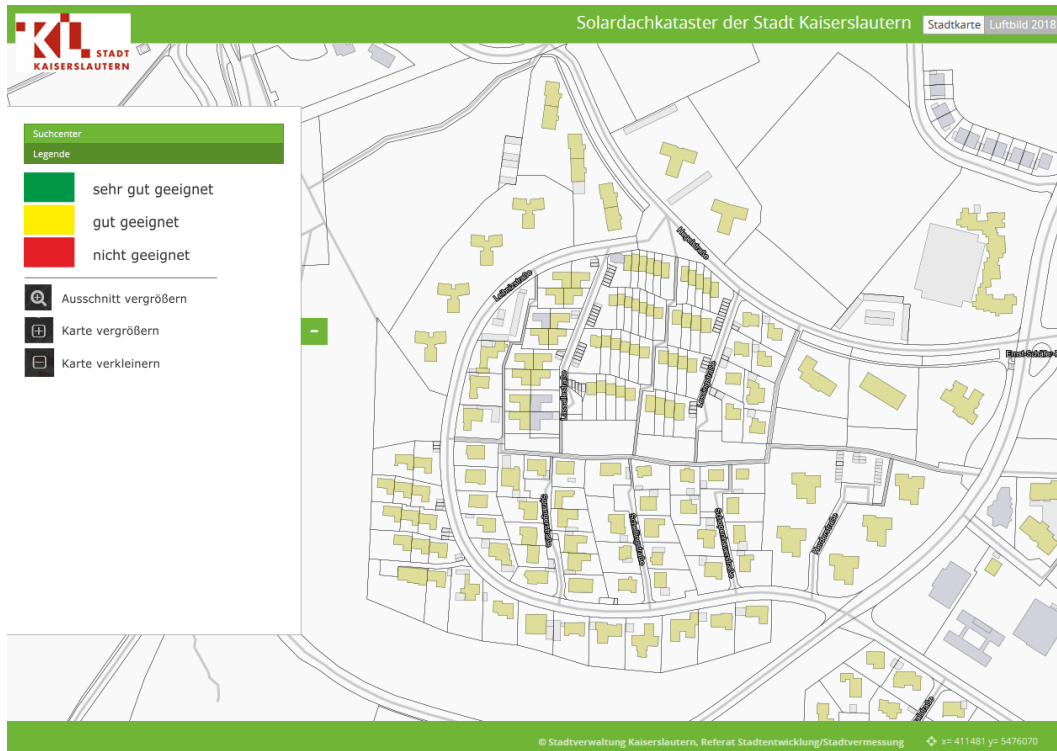


Abbildung 3-6: Solarkataster der Stadt Kaiserslautern

Die folgenden Analysen sollen die Frage beantworten, wie viel Strom und Wärme innerhalb des Quartiers durch Photovoltaik (PV) bzw. Solarthermie (ST) erzeugt werden kann und welcher Anteil des gesamten Strom- bzw. Wärmeverbrauchs gedeckt werden könnte.

**Es ist anzumerken, dass nicht das theoretische Potenzial in die THG-Bilanzierung einfließt, sondern lediglich die umsetzbaren Potenziale welche aus der Maßnahmenvertiefung Photovoltaik resultieren, siehe Abschnitt 6.**

### 3.2.1.1 Rahmenbedingungen

Photovoltaik-Anlagen stellen in vielen Fällen ein wirtschaftlich interessantes Tätigkeitsfeld dar und bieten zudem ein hohes Potenzial im Hinblick auf CO<sub>2</sub>-Vermeidung. Im Vorfeld einer Umsetzung sind jedoch viele Aspekte zu beachten, die im Weiteren näher beleuchtet werden.

Die unternehmerische Tätigkeit, die mit dem Betrieb einer PV-Anlage verbunden ist, muss bis auf wenige Ausnahmen (z. B. „Balkonkraftwerke“) beim zuständigen Finanzamt angemeldet und auch in der jährlichen Steuererklärung berücksichtigt werden. Steuerliche Aspekte werden innerhalb dieses Konzeptes aufgrund der Komplexität und Vielfalt nicht betrachtet und sind vor einer Umsetzung ggf. mit Hilfe eines Steuerberaters zu klären.

Generell können für den Betrieb einer PV-Anlage Einkommenssteuer, Gewerbesteuer, Umsatzsteuer und Grunderwerbssteuer fällig werden, wobei die Regelungen u. a. definierte Bagatellgrenzen beinhalten oder von weiteren Faktoren abhängig sind.<sup>14</sup> Darüber hinaus können je nach Fall auch weitere Abgaben (z. B. EEG-Umlage, Netznutzungsentgelte, Energiesteuer) fällig werden.

Anstelle eines eigenen Anlagenbetriebes kann es in einigen Fällen jedoch sowohl aufwands-, als auch risikoärmer sein, eigene Dachflächen an einen Investor (bspw. (Bürger-)Energiegenossenschaften, Energiedienstleister) zu verpachten und so sichere Einnahmen zu generieren, um das Potenzial auf dem eigenen Hausdach nicht ungenutzt zu lassen.

Eine Einspeisung nach dem EEG, das seit Beginn des Jahres 2021 einige relevante Änderungen aufweist, garantiert weiterhin die zum Zeitpunkt des Netzanschlusses gültige Vergütung für einen fixen Betriebszeitraum von 20 Jahren. Ein Weiterbetrieb nach dieser Zeit auf Grundlage von Eigenverbrauch, Direktvermarktung oder Ähnlichem, ist grundsätzlich möglich.

---

<sup>14</sup> Vgl. Anondi GmbH, 2020

Die aktuell vom Auslaufen ihrer EEG-Vergütung betroffenen PV-Anlagen (Netzanschluss vor oder bis 2001 gemäß EEG 2001) unterliegen einer zunächst bis 2027 begrenzten festen Einspeisevergütung in Höhe des Marktwertes (abzgl. Vermarktungspauschale), der den Weiterbetrieb vieler Solaranlagen der Anfangsgeneration sichern soll. Das EEG 2021 sieht weiterhin zwei wesentliche Vermarktungsmodelle vor. Die feste Einspeisevergütung sowie das Marktprämienmodell, das für PV-Anlagen ab einer Leistung von 100 kW<sub>p</sub> verpflichtend ist. Der im EEG verankerte Mechanismus der festen Einspeisevergütung unterliegt in Abhängigkeit des erreichten Ausbaupfades per Degressionsmodell einer monatlich sinkenden gestaffelten Einspeisevergütung für die Anlagenleistungen 10, 40 und maximal 100 kW<sub>p</sub>.

Anstatt den produzierten Strom vollständig ins öffentliche Stromnetz einzuspeisen, gewinnt ein möglichst hoher Eigenverbrauch weiter an Bedeutung und spielt für die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage gerade im Bereich privater Haushalte eine wesentliche Rolle. In diesem Zusammenhang wurde erst mit dem EEG 2021 der zuvor auf eine Leistung von 10 kW<sub>p</sub> und max. 10.000 kWh/a begrenzte EEG-umlagefreie Eigenverbrauch (40 % der jeweils aktuellen EEG-Umlage für jede selbst verbrauchte Kilowattstunde aus der PV-Anlage) auf eine Anlagenleistung von 30 kW<sub>p</sub> bzw. einem jährlichen Eigenverbrauch von maximal 30.000 kWh/a angehoben.

An dieser Stelle bieten sich für viele Gebäude im Quartier Möglichkeiten, durch einen hohen Eigennutzungsanteil relevante Einsparungen und langfristige Versorgungssicherheit zu erzielen, da die solaren Gestehungskosten wesentlich geringer als die Netzbezugskosten sind (siehe Abschnitt Mieterstrom). Der eingespeiste Überschussstrom trägt zudem langfristig zur Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage bei. Ein möglichst hoher Eigenverbrauchsanteil sollte bereits bei der Angebotseinholung und Anlagendimensionierung, unter Berücksichtigung des individuellen Lastprofils des Gebäudes sowie der Art, Größe und Ausrichtung der geeigneten Dachflächen mit einbezogen werden. Während die höchsten Stromerträge mit südlich ausgerichteten PV-Anlagen zu erzielen sind, bietet eine ost-/westausgerichtete PV-Anlage über den Tag verteilt ein breiteres Spektrum nutzbarer Sonnenenergie, was insbesondere die Eigenstromnutzung erhöhen kann. Die Speicherung von Solarstrom mit Hilfe von Batteriespeichern stellt eine weitere Möglichkeit dar, Erzeugungs- und Bedarfszeiten zu harmonisieren.

Angesichts des aktuellen Preisniveaus von PV-Modulen ist es bereits empfehlenswert, eine Anlage mit geringer Leistung - vornehmlich zur Deckung des Eigenverbrauchs - zu betreiben. Erste Erfahrungen lassen sich mit kostengünstigen und mit wenig bürokratischem Aufwand verbundenen Plug & Play-Solarmodulen (ugs. Balkonmodule, Balkonkraftwerk) bis zu einer Leistung von 600 W<sub>p</sub> sammeln. Die erzeugte Energie wird dabei nicht vergütet, deckt jedoch an sonnigen Tagen zumindest die Grundlast des Gebäudes bereits zum Teil ab.

Aufgrund der geringen Investitionen, des geringen Aufwandes und der hohen Ersparnisse zum Netzbezug, liegen die Amortisationszeiten solcher Systeme bei wenigen Jahren.

Gemäß § 62 der rheinland-pfälzischen Bauordnung sind Solaranlagen auf und an Gebäuden landesweit genehmigungsfrei. Eine Ausnahme besteht für geplante Anlagen auf oder an Kulturdenkmälern oder zumindest in der Nähe von Natur- und Kulturdenkmälern. Kulturdenkmäler sind insbesondere ortsfeste Einzeldenkmäler und Bauwerke sowie Denkmalzonen. Die erforderlichen Bauantragsunterlagen müssen in diesem Fall über die Untere Denkmalschutzbehörde bei der Kreisverwaltung Germersheim eingereicht werden. Erste Informationen über bestehenden Denkmalschutz können bspw. direkt über das Solarkataster Rheinland-Pfalz eingeholt werden. Im Zuge der denkmalrechtlichen Genehmigung wird in jedem Einzelfall in Abstimmung mit der Denkmalfachbehörde in Mainz geprüft, ob die Anbringung einer Solaranlage möglich ist.<sup>15</sup>

Allgemein können in diesem Fall bereits während der Planung Handlungsempfehlungen befolgt werden, die eine Genehmigung der Anlage begünstigen. Diese umfassen im Wesentlichen Aspekte, die darauf abzielen die Charakteristik des betreffenden Gebäudes möglichst zu erhalten. Für die möglichst unauffällige Integration von PV-Anlagen bieten sich mehrere Möglichkeiten. Insbesondere in die Dacheindeckung integrierte Solarmodule sowie die modernen Glas-Glas-Lamine auf verglasten Dach- und Fassadenpartien können sehr gut in das architektonische Gesamtbild eingebunden werden. Vor allem die variable Anordnung und farbliche Gestaltung der PV-Module lässt Freiraum für gestalterische Vorgaben, wobei die wesentlichen Rahmenbedingungen wie Ausrichtung, Neigung und Verschattung besonders beachtet werden sollten.

Zu beachten bleibt jedoch, dass optische und architektonisch aufwendig in die Dachflächen integrierte PV-Module in der Regel die notwendige Investition merklich vergrößern. Weiterhin ist es möglich, dass in einigen spezifischen Fällen auch Mindererträge gegenüber der technischen optimalen Lösung generiert werden. Insbesondere die in letzter Zeit verstärkt aufkommenden „Solar-Dachziegel“, bei denen jeder Dachziegel ein kleines Solarmodul beinhaltet sind in Sachen Wirkungsgrad und Energieausbeute gegenüber konventionellen Modulen im Nachteil. Hier besteht der Vorteil jedoch darin, dass die Module optisch nahezu vollständig in die Dachfläche integriert werden können und somit auf den ersten Blick kein optischer Nachteil gegenüber einer unbelegten Dachfläche entsteht. Ein weiterer ökologischer Mehrwert kann beispielsweise auch durch die Kombination von Photovoltaikanlagen und Gründächern geschaffen werden.

---

<sup>15</sup> Vgl. <https://www.solarkataster-germersheim.de/kartendienst/14503002/denkmalschutz.html>



### 3.2.1.2 Datengrundlage Potenzialanalyse

Die Erhebung der Solarpotenziale auf Dachflächen im Rahmen dieses Konzeptes basiert auf der Verarbeitung von Gebäudegrundrissen des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS). Bei der Interpretation der Ergebnisse sind die zugrundeliegende Methodik sowie die getroffenen Annahmen, Erfahrungs- und Kennwerte zu berücksichtigen, die im Folgenden erläutert werden.

Als Grundlage zur Ertragsprognose wird ein vom Deutschen Wetterdienst veröffentlichter Datensatz zur mittleren Globalstrahlung herangezogen, der sich in einem groben Raster über das Quartier erstreckt und gleichzeitig auch die Grundlage für das Solarkataster RLP bildet. Eine spezifische Einstrahlung auf einzelne Dachflächen kann damit nicht abgebildet werden.

Auf Basis des amtlichen Liegenschaftskatasters (ALKIS) sowie Erfahrungs- und Kennwerten werden anhand der Gebäudenutzung (Gebäudefunktion: z. B. Wohngebäude, Stall, Feuerwehr, Rathaus) und der jeweiligen Grundfläche aller bestehenden Gebäude im Quartier, Annahmen über die Dachform und solarenergetisch nutzbare Fläche getroffen.

Darauf aufbauend wird ein Belegungsszenario erarbeitet, das die gleichzeitige Betrachtung von Photovoltaik und Solarthermie vorsieht. Unter Berücksichtigung der natürlichen Ressourcen sollte es ein primäres Anliegen sein, die fossile Wärmeerzeugung stetig zu verringern.

Da regenerative Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom und die Sonnenenergie in solarthermischen Kollektoren sehr effizient umgewandelt werden kann, sollte unter Berücksichtigung des individuellen Wärme- bzw. Warmwasserbedarfs eine Installation von Solarkollektoren zuerst geprüft werden. Daher wird im Rahmen der Analyse zunächst ein für die einzelnen Gebäudetypen zuvor festgelegter Anteil der potenziellen Dachfläche zur Errichtung von Solarkollektoren berücksichtigt, bevor die verbleibende Dachfläche mit PV-Modulen „belegt“ wird.

Das auf Basis der Datengrundlage ermittelte Potenzial kann durch ungeeignete Statik, Verschattung durch umliegende Bebauung, Vegetation oder Dachaufbauten geringer ausfallen. Durch die angelegten Kennwerte und Korrekturfaktoren werden durchschnittliche Beeinträchtigungen berücksichtigt. Die Ergebnisse der Auswertungen sind den folgenden Abschnitten zu entnehmen.

### 3.2.1.3 Photovoltaik im Quartier

Auf Basis der der ALKIS-Daten wurden zunächst anhand den Gebäude-Abmessungen und Gebäude-Geometrien die theoretischen Potenziale bestimmt. Eine ausführlichere Beschreibung der Gebäude und der Simulationen erfolgt unter Abschnitt 6 im Rahmen der Maßnahmenvertiefung. Unter Berücksichtigung der beschriebenen Methode und Datengrundlage, konnte schließlich folgendes Potenzial zum Ausbau von Photovoltaik auf Dachflächen im Quartier ermittelt werden.

Parameter \ Objekt	Gebäudetyp 1 (gesamt)	Gebäudetyp 2 (gesamt)	Gebäudetyp 3 (gesamt)	Hochhaus Hegel 7 (Fassade)	Carport	Summe/ Durchschnitt
<b>Installierte Leistung</b>	97 kWp	60 kWp	99 kWp	64 kWp	67 kWp	387 kWp
<b>Spez. Ertrag</b>	988 kWh/kWp	942 kWh/kWp	996 kWh/kWp	581 kWh/kWp	910 kWh/kWp	<b>883 kWh/kWp</b>
<b>Stromertrag</b>	96.000 kWh/a	55.200 kWh/a	98.000 kWh/a	37.550 kWh/a	60.600 kWh/a	<b>347.350 kWh/a</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung</b>	45 t/a	26 t/a	46 t/a	18 t/a	29 t/a	<b>163 t/a</b>
<b>Invest</b>	92.000 €	60.500 €	103.500 €	58.000 €	133.200 €	447.200 €
<b>Betriebskosten p.a.</b>	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%
<b>Stromgestehungskosten</b>	0,06 €/kWh	0,07 €/kWh	0,06 €/kWh	0,09 €/kWh	0,06 €/kWh	0,07 €/kWh
<b>Fremdkapital-Anteil</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Strompreissteigerung p.a.</b>	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a

Tabelle 3-3: Photovoltaik im Quartier (Theoretisches Potenzial)

Würden alle Dachflächen innerhalb des Quartiers (außer den beiden Hochhäusern) photovoltaisch genutzt, könnten insgesamt mit etwa 255 kW<sub>p</sub> installierter Leistung jährlich rund 250 MWh Strom produziert werden. Dies entspricht etwa einem Drittel des aktuellen Stromverbrauchs im Quartier (630 MWh/a).

In einer Maßnahmenvertiefung wurden die Dachflächen exemplarisch für jeden der 4 Gebäudetypen näher untersucht und in eine PV-Anlagensimulation überführt. Die Ergebnisse sind Kapitel 6 zu entnehmen. Aufgrund des städtischen Umfelds und vorhandenen hohen Anteils an kommunalem Wohnungsbau, finden sich im Anschluss an den folgenden Abschnitt allgemeine Informationen zum Mieterstrommodell.

### 3.2.1.4 Solarthermie im Quartier

Die Warmwasserbereitung erfolgt in den Gebäuden der Hegelstraße und Leibnizstraße dezentral über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer und Boiler, in der Herderstraße etagenweise über dezentrale Gasthermen.



Die Einbindung solarthermischer Anlagen in die Warmwasserbereitung ist somit technisch wie wirtschaftlich derzeit nicht darstellbar (Verlegung neuer Leitungen erforderlich). Sollten in Zukunft größere Modernisierungsarbeiten an den Leitungssystemen (Wasserleitungen) erfolgen, sollte die Verlegung von Kalt- und Warmwasserleitungen mit zentraler Versorgung über Heizanlage in Betracht gezogen werden.

Eine Potenzialerhebung für Solarthermie erfolgt vor diesem Hintergrund nicht, dennoch sollen folgend allgemeine Informationen zum Thema Solarthermie geliefert werden.

Die Installation von Solarthermiekollektoren bietet sich überall dort an, wo ein konstanter Wärme- bzw. Warmwasserbedarf vorliegt. Bei entsprechender Auslegung kann die ST-Anlage (Solarkollektoren und Pufferspeicher) in den Sommermonaten mindestens zur Deckung des Warmwasserbedarfs beitragen. In den Wintermonaten leistet sie hingegen nur einen geringeren Anteil am Wärmebedarf.

Bei einer reinen Warmwasseraufbereitung sollte die Kollektorfläche auf Basis des Warmwasserbedarfes ermittelt werden. Bei einer zusätzlichen Heizungsunterstützung sollte neben dem Warmwasserbedarf auch die benötigte Heizenergie über das Jahr sowie die Heizgewohnheiten analysiert werden.

Die Installation von ST-Anlagen ist förderfähig im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG, vgl. Kapitel 12.2). Um von einer Förderung profitieren zu können, sind bestimmte Voraussetzungen nötig. Dazu gehört beispielsweise der Einsatz bestimmter zertifizierter Kollektoren mit Anforderungen an Ertrag und Wirkungsgrad. Förderberechtigt sind neben Kommunen, kommunalen Gebietskörperschaften und Zweckverbänden, auch gemeinnützige Organisationen, Privatpersonen sowie Unternehmen.

In der DIN 4757 ist außerdem geregelt, dass ein Solarkollektor pro Jahr rund die Hälfte der jährlichen Globalstrahlung in Wärme umwandeln muss. In der Praxis sollte so ein Mindestwert von 525 kWh/m<sup>2</sup> erreicht werden, was einem Heizöläquivalent von rund 53 l pro Jahr entspricht. Da in der Regel aber nicht die gesamte Wärmeenergie (direkt) genutzt werden kann und in einem Pufferspeicher vorgehalten wird, wird an dieser Stelle davon ausgegangen, dass effektiv durchschnittlich 70 % der potenziellen Wärmeenergie genutzt werden kann. Neben der Auswahl der Kollektoren und der Dimensionierung der Kollektorfläche spielen insbesondere das Nutzerverhalten und die Größe des Pufferspeichers eine wichtige Rolle.

In der Praxis kann es hinsichtlich mehrerer Überlegungen (u. a. Größe nutzbarer Dachfläche, aktuelles Brauchwassererwärmungs- bzw. Heizsystem, individueller Bedarfsprofile, Platzbedarf Haustechnik) sinnvoll sein, Kollektorfläche und Pufferspeicher größer auszulegen.

Neben Wohneinheiten und insbesondere Mehrparteienhäusern bieten sich zur Installation einer großen Solarthermieanlage vor allem Kranken-, Pflege- und Altenheime sowie Kindergärten, Sportanlagen und Unternehmen mit Duschkmöglichkeiten für Mitglieder und Mitarbeiter an. Im Bereich privater Haushalte ist die Auslegung zur reinen Trinkwarmwassererwärmung oft sinnvoller, da diese mit wesentlich kleinerer Kollektorfläche betrieben werden kann, das Wärmeangebot im Winter begrenzt ist und Überschusswärme im Sommer in den meisten Fällen kaum genutzt werden kann.

#### 3.2.1.5 Mieterstrom

Eine Alternative zur reinen Einspeisung bieten Mieterstrommodelle. Um einen wirtschaftlichen Anlagenbetrieb gewährleisten zu können, werden Mieterstrommodelle in der Praxis zumeist bei größeren Mietobjekten mit einer höheren Anzahl an Wohneinheiten eingesetzt. Dies ist einerseits auf den erhöhten Aufwand für den Mieterstrombetreiber und andererseits auf die freiwillige Teilnahme, in Verbindung mit kurzen Vertragslaufzeiten und Kündigungsfristen zurückzuführen.

Das Mieterstrommodell ist seit dem Erlass des Mieterstromgesetzes im Jahr 2017 fester Bestandteil des EEG. Ergänzende Bestimmungen für den Betreiber resultieren auch aus dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und steuerlichen Aspekten in Abhängigkeit von der Unternehmensform.

Im Grundsatz des Mieterstrommodells liefert der Betreiber einer Photovoltaikanlage (z. B. Vermieter, Energiegenossenschaft, kommunaler Eigenbetrieb, Stadtwerke), die auf dem Dach eines Mehrfamilienhauses installiert ist, Strom an die jeweiligen Mieter. Der Anlagenbetreiber übernimmt faktisch die Rolle eines Energieversorgers. Steht nicht genügend Solarstrom zur Verfügung, muss er auch den darüber hinaus benötigten Strombedarf bereitstellen.

Für den Anteil des Solarstroms, der an die Mieter veräußert wird, erhält der Anlagenbetreiber den vertraglich vereinbarten Strompreis und einen zusätzlichen Mieterstromzuschlag vom Anschlussnetzbetreiber. Dieser wird, wie auch die jeweils anzulegenden Vergütungssätze für den überschüssigen PV-Strom in Abhängigkeit von der Inbetriebnahme, von der Bundesnetzagentur an gleicher Stelle veröffentlicht.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Vgl. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2021

Durch die Änderungen im EEG kann der Solarstrom seit Beginn dieses Jahres nicht nur in demselben Gebäude bzw. in Wohn- und Nebengebäuden im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang, sondern auch in Gebäuden im selben „Quartier“ verbraucht werden, sofern auch die weiteren Voraussetzungen des Mieterstromzuschlags eingehalten werden und das Quartier den Eindruck eines einheitlichen Ensembles erweckt. Eine wesentliche Einschränkung bei der Belieferung von Letztverbrauchern innerhalb des Quartiers ist jedoch, dass die Zahlung des Mieterstromzuschlages bei der Nutzung eines Netzes für die allgemeine Versorgung (§ 3 Nr. 35 EEG 2021) entfällt.

Folgendes Schaubild verdeutlicht Energie- und Geldströme der verschiedenen Akteure, wenn der Anlagenbetreiber zugleich auch Mieterstromlieferant ist.

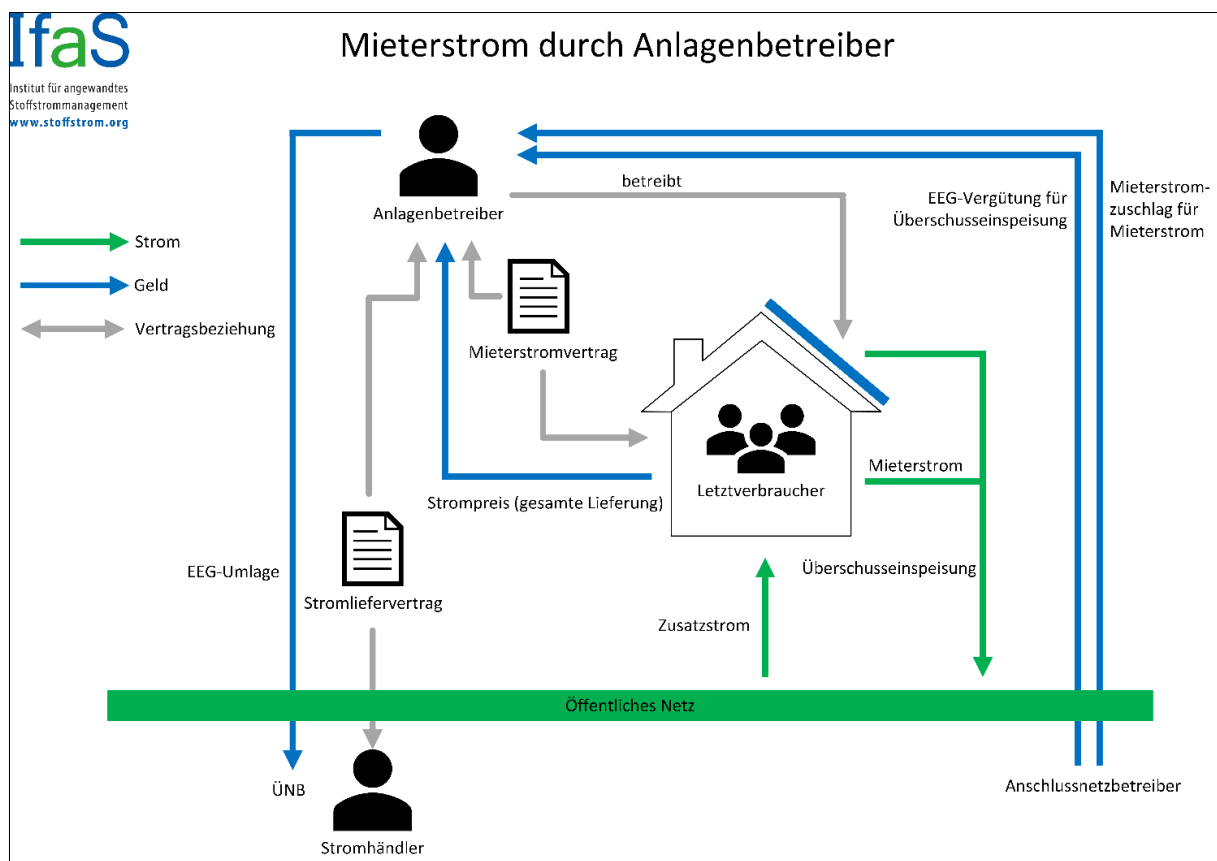


Abbildung 3-7: Mieterstrommodell durch Anlagenbetreiber<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2021

Durch die Novellierung des EEG wurden zudem auch einige administrative Hürden abgebaut. Eine wesentliche besteht darin, dass Vermieter und Stromlieferant nun eine unterschiedliche Personenidentität haben können. Der Vermieter kann gemäß § 21 Abs. 3 S. 1 EEG die Durchführung der Stromlieferung also an einen Dritten auslagern (sog. Lieferkettenmodell), ohne dabei den Anspruch auf die Mieterstromprämie zu verlieren. Energie- und Geldströme sind für diese Konstellation in folgendem Schaubild dargestellt.

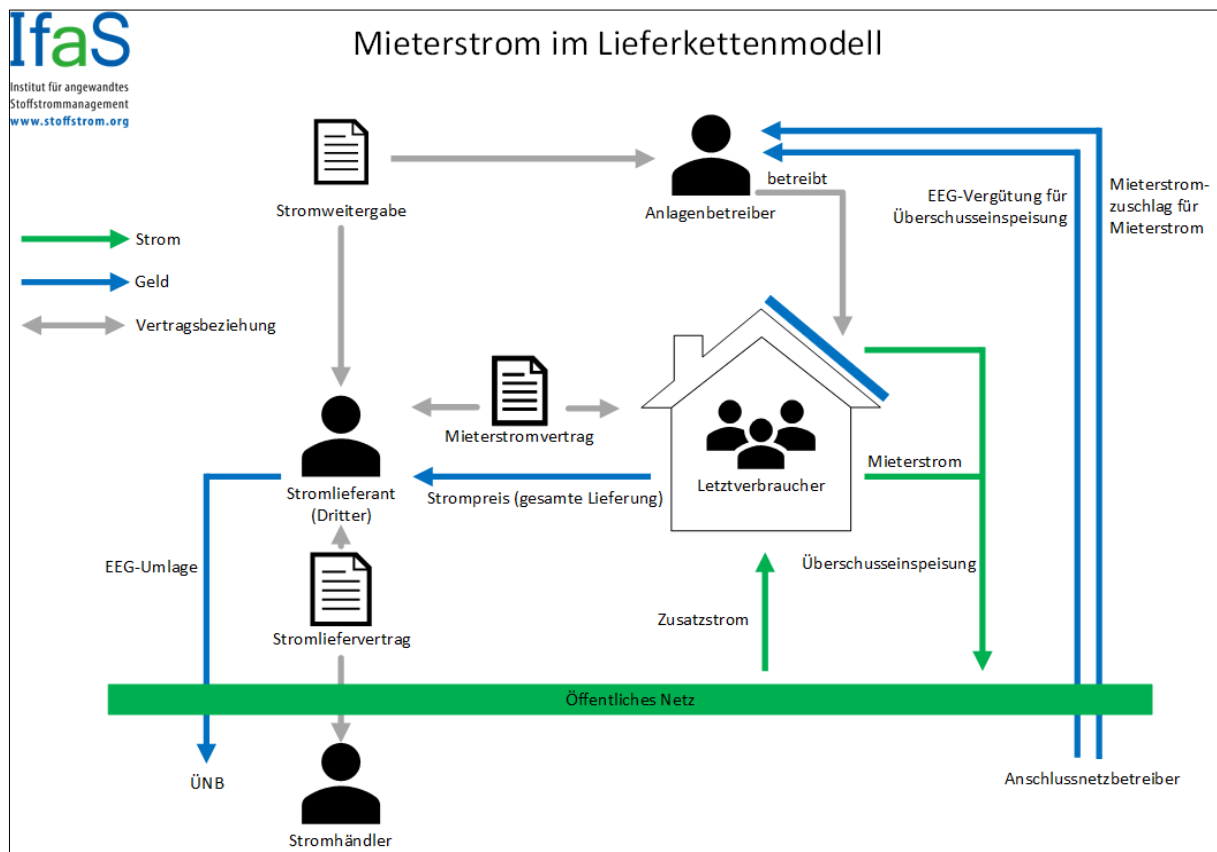


Abbildung 3-8: Mieterstrommodell im Lieferkettenmodell<sup>18</sup>

Durch die neue EEG-Novelle sollen durch positive Modifizierungen neue Anreize für Investoren geschaffen werden. Der erhöhte Mieterstromzuschlag unterliegt jedoch ebenso wie die festen Vergütungssätze zur Einspeisung einem Degressionsmechanismus, der den anzulegenden Wert abhängig vom tatsächlichen Zubau monatlich reduziert.

<sup>18</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2021

Die Mieterstromprämie richtet sich darüber hinaus auch nach der Anlagengröße, sodass eine Staffelung der Zuschläge anhand der Klassen 10, 40 und 100 kWp vorgenommen wird. Die jeweils anzulegenden Werte werden i. d. R. quartalsweise von der Bundesnetzagentur veröffentlicht.<sup>19</sup>

In Abbildung 3-9 werden die anteiligen Kosten für lokal produzierten Grünstrom und konventionellen Netzstrom gegenübergestellt. Die Differenz von rund 11 ct/kWh verdeutlicht die mögliche Preis- und Gewinnspanne, in der Mieterstromprojekte wirtschaftlich umgesetzt werden können. Berücksichtigt werden muss jedoch auch, dass über den direkt nutzbaren PV-Strom hinaus, auch der zusätzliche Strombedarf gedeckt werden muss.

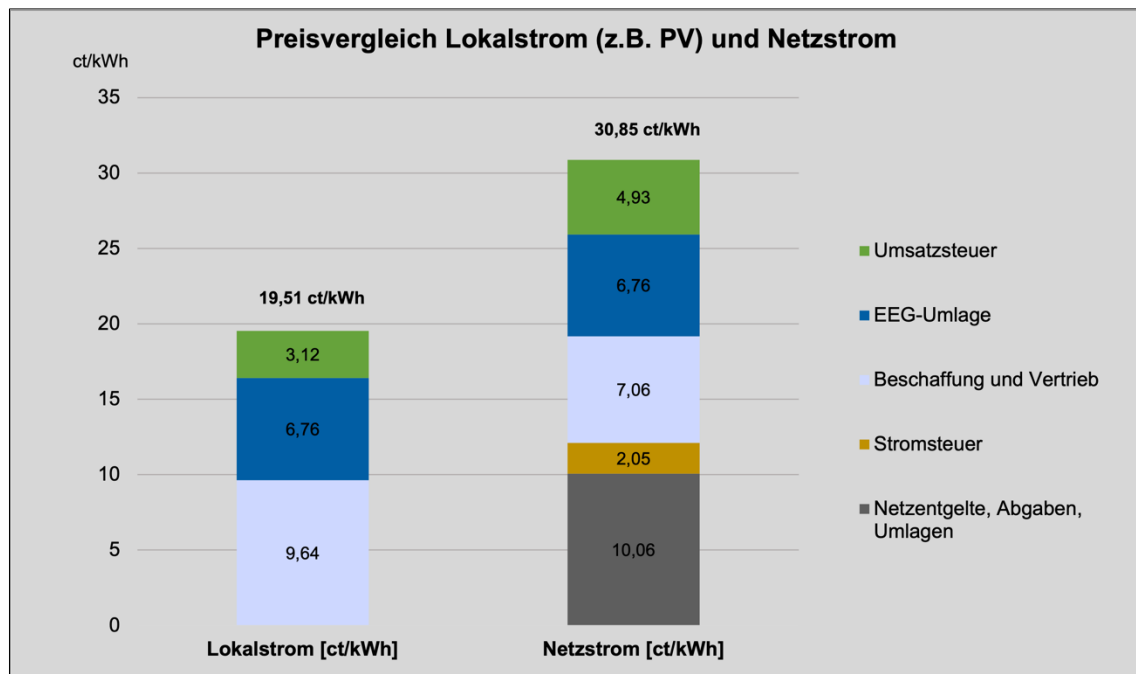


Abbildung 3-9: Preisvergleich Mieterstrom und Netzstrom<sup>20</sup>

Welcher wirtschaftliche Vorteil auf Basis eines Mieterstrommodells gegenüber einer Volleinspeisung durchschnittlich erzielt werden kann, ist in Abbildung 3-9 zu sehen. Die Grafik berücksichtigt die Neuerungen im EEG 2021 jedoch noch nicht. Durch die verbesserte Fördersituation (z. B. erhöhter Mieterstromzuschlag, Ausweitung des Quartiersbegriffes) und dem Trend weiter steigender Strompreise, können nochmals etwas höhere Renditen erzielt werden.

<sup>19</sup> Vgl. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2021

<sup>20</sup> Eigene Darstellung nach Polarstern GmbH, 2020

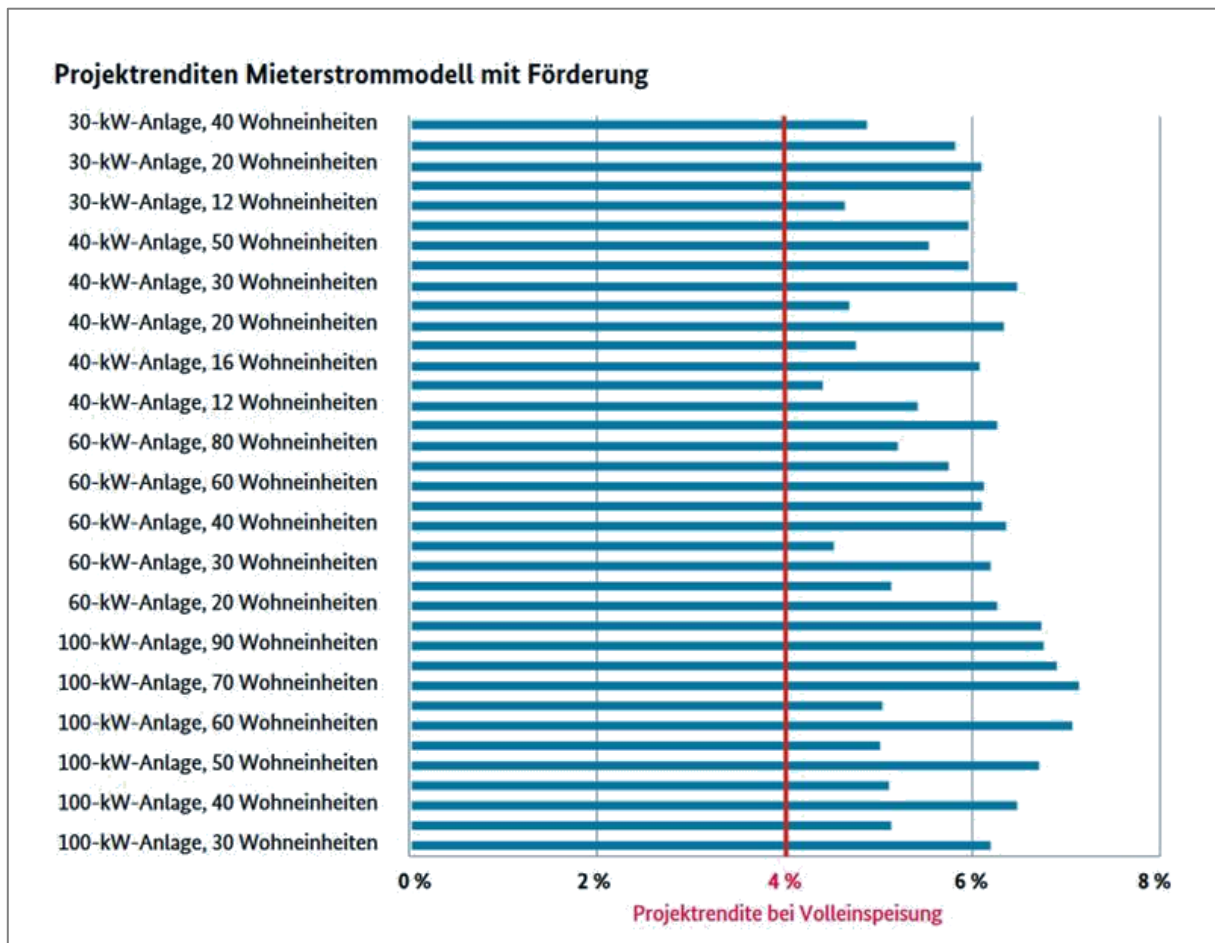


Abbildung 3-10: Beispielhafte Renditen aus Mieterstromprojekten<sup>21</sup>

Neben reinen Mehrfamilienhäusern, kommen auch anteilig gewerblich genutzte Gebäude in Frage. Die anteilige Wohnraumnutzung muss in diesem Fall jedoch mindestens 40 % betragen (§ 21 Abs. 3 EEG). Alternativ zu einem Mieterstrommodell können PV-Anlagen auf Mehrfamilienhäusern auch weiterhin auf andere Förder- und Versorgungskonzepte sowie Vermarktungsmethoden außerhalb des EEG zurückzugreifen.

Die Förderung des eingespeisten bzw. erzeugten Stroms nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) erfordert entsprechende Messkonzepte. Die Auswahl des Messkonzeptes liegt grundsätzlich beim Anlagenbetreiber. Der Netzbetreiber hat wiederum die Verpflichtung, das gewählte Messkonzept vor allem auf Konformität mit dem EEG, dem ENWG (Energiewirtschaftsgesetz) und den Technischen Anschlussbedingungen zu prüfen. Ein mögliches Messkonzept ist in Abbildung 3-11 dargestellt.

<sup>21</sup> Vgl. BMWi, 2017, S. 4

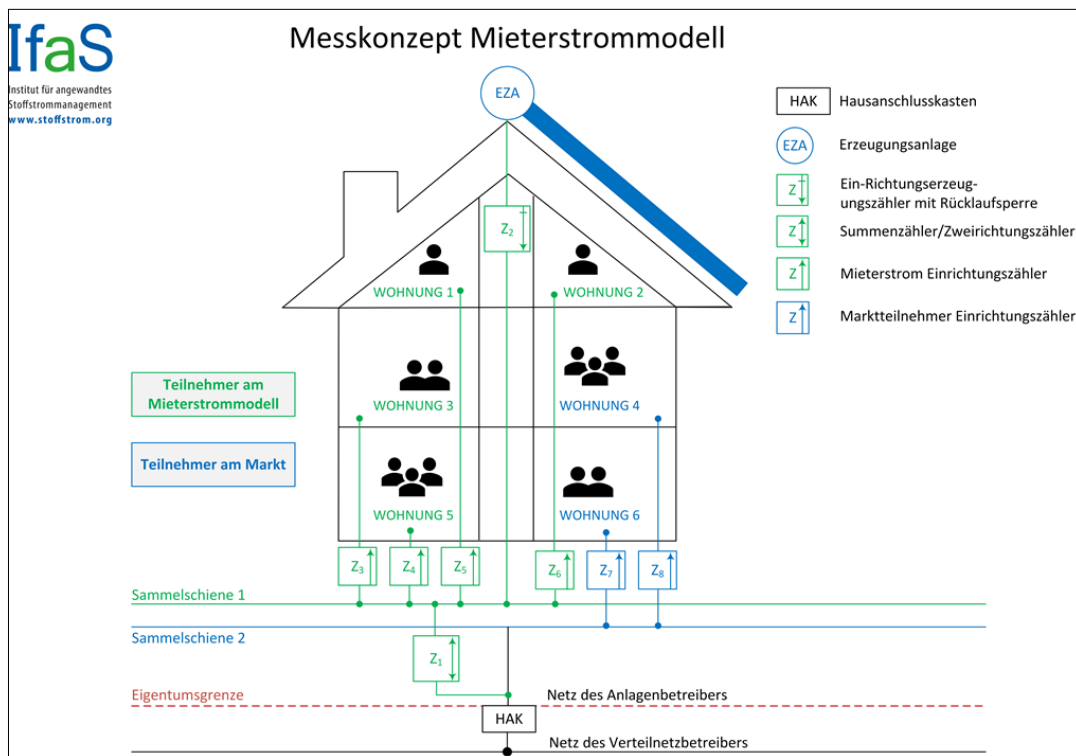


Abbildung 3-11: Mögliches Messkonzept (Beispiel)

Das Messkonzept muss sowohl die Teilnehmer am Mieterstrommodell, als auch die Teilnehmer am Markt berücksichtigen. Eine Möglichkeit besteht in der Nutzung unterschiedlicher Sammelschienen. Der Hausanschlusskasten (HAK) stellt dabei die Verbindung zwischen dem Netz des Anlagenbetreibers und dem des Verteilnetzbetreibers dar, die Eigentumsgrenze beginnt demzufolge unmittelbar hinter dem HAK.

### 3.2.1 Windkraft

Große Windkraftanlagen sind innerhalb des Quartiers aufgrund genehmigungsrechtlicher Einschränkungen nicht möglich. Vorranggebiete sind im Landesentwicklungsprogramm (LEP) definiert. Da von Seiten der Projektpartner das Thema Kleinwindkraftanlagen eingebracht wurde, wurde anhand des Windatlas Rheinland Pfalz sowie einer bereits existierenden Windpotentialstudie für Kaiserslautern (Geoinformationssystem der Stadt Kaiserslautern - CAIGOS) eine kurzgefasste Potenzialanalyse durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass innerhalb des Stadtgebietes keine ausreichenden Windgeschwindigkeiten zu erwarten sind (Windgeschwindigkeiten von unter 5 m/s auf 20 m Nabenhöhe). Zudem konnten keine geeigneten Flächen für Kleinwindkraftanlagen innerhalb des Quartiers ermittelt werden, da die verfügbaren Flächen entweder umwaldet (Parkplätze) oder statisch nicht geeignet sind (z. B. die beiden Hochhäuser im Quartier).

### 3.3 Energie und Treibhausgasbilanz – Startbilanz

Um Klimaschutzziele innerhalb eines Betrachtungsraumes quantifizieren zu können, bedarf es der Analyse einer fundierten Datengrundlage. Außerdem ist es unerlässlich, die Energieversorgung, den Energieverbrauch sowie die unterschiedlichen Energieträger zu bestimmen.

Die Betrachtung der Energiemengen bezieht sich im Rahmen des Konzeptes auf die Form der Endenergie (z. B. Erdgas, Holzpellets, Strom). Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich auf die relevanten Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sowie N<sub>2</sub>O und werden als CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>22</sup> (CO<sub>2</sub>e) ausgewiesen. Die Faktoren stammen aus dem **G**lobalen **E**missions-**M**odell **i**ntegrierter **S**ysteme (GEMIS) in der Version 5.0.<sup>23</sup> Sie beziehen sich ebenfalls auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen dabei auch die Vorketten, wie z. B. vorgegliederte Prozesse aus der Anlagenproduktion, die Förderung der Rohstoffe, Transport oder Brennstoffbereitstellung (LCA-Ansatz). Das vorliegende Konzept bezieht sich im Wesentlichen systematisch auf das Gebiet des Quartiers Betzenberg. Dementsprechend ist die Energie- und Treibhausgasbilanzierung nach der Methodik einer „endenergiebasierten Territorialbilanz“ aufgebaut, welche im Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ für die Erstellung von Klimaschutzkonzepten nahegelegt wird.<sup>24</sup>

Im Folgenden werden sowohl die Gesamtenergieverbräuche als auch die derzeitigen Energieversorgungsstrukturen des Quartiers Betzenberg für das Betrachtungsjahr 2019 analysiert. In Kapitel 3.4.4 wird dann die prognostizierte Entwicklung bis zum Zieljahr 2050 beschrieben.

#### 3.3.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der Energieversorgung

Mit dem Ziel, den Energieverbrauch und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen des Betrachtungsgebietes im IST-Zustand abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen bewertet. Auf eine Bilanzierung des Verkehrssektors wurde aufgrund der Kleinteiligkeit des Untersuchungsgebietes und in Abstimmung mit dem Auftraggeber verzichtet.

<sup>22</sup> N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> wurden in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet. Vgl. IPCC (2007), S. 36.

<sup>23</sup> Vgl. Fritsche, Rausch, & Öko-Institut, 2014.

<sup>24</sup> Der Klimaschutzleitfaden spricht Empfehlungen zur Bilanzierungsmethodik im Rahmen von Klimaschutzkonzepten aus. Das IfaS schließt sich im vorliegenden Fall dieser Methodik an, da die Empfehlungen des Praxisleitfadens unter anderem durch das Umweltbundesamt (UBA) sowie das Forschungszentrum Jülich GmbH (PTJ) fachlich unterstützt wurden.



### 3.3.2 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung

Zur Ermittlung des Stromverbrauches des Betrachtungsgebietes wurden die zur Verfügung gestellten Daten des zuständigen Netzbetreibers<sup>25</sup> über die gelieferten und durchgeleiteten Strommengen an die ansässigen Abnehmer herangezogen. Die aktuellsten vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2019 zurück und ergeben für das Betrachtungsgebiet einen Gesamtstromverbrauch von rund 630 MWh/a.

Im Betrachtungsgebiet gibt es keine sektorale Unterteilung. Alle betrachteten Gebäude bzw. Wohnungen werden vermietet, für die Bilanzierung jedoch den privaten Haushalten zugeordnet. Bilanziell betrachtet gibt es heute keine erneuerbare Stromproduktion im Betrachtungsgebiet. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion im Bundesdurchschnitt liegt im Jahr 2019 bei 42 %<sup>26</sup>. Der EE-Anteil im Strommix der Stadtwerke Kaiserslautern beträgt aktuell ca. 60%, wobei nicht alle Mieter zwangsläufig Stromkunde bei den Stadtwerken KL sind.

### 3.3.3 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Zur Ermittlung des Wärmebedarfes auf Basis leitungsgebundener Energieträger wurden Verbrauchsdaten über die Erdgasliefermengen im Verbrauchsgebiet für das Jahr 2019 des Netzbetreibers<sup>27</sup> herangezogen. Des Weiteren wurden die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative Erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-Anlagen<sup>28</sup>, Bioenergieanlagen<sup>29</sup>, Wärmepumpen<sup>30</sup>) bis zum Jahr 2019 ausgewertet. Insgesamt konnte für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 1.720 MWh ermittelt werden.<sup>31</sup>

Derzeit wird der Gesamtwärmeverbrauch komplett mit Erdgas abgedeckt. Somit gibt es keine erneuerbaren Energien in der Wärmebereitstellung. Im Bundesdurchschnitt liegt der Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmebereitstellung für das Jahr 2019 bei 15 %<sup>32</sup>.

---

<sup>25</sup> Im Betrachtungsgebiet ist der zuständige Netzbetreiber die Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG.

<sup>26</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020, S. 9

<sup>27</sup> In diesem Fall ist der zuständige Netzbetreiber die Stadtwerke Kaiserslautern Versorgungs-AG.

<sup>28</sup> Vgl. BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V., 2019

<sup>29</sup> Vgl. eclareon GmbH, 2019

<sup>30</sup> Vgl. eclareon GmbH, 2019

<sup>31</sup> Der Gesamtwärmeverbrauch besteht im Jahr 2019 zu 100% aus Erdgas.

<sup>32</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020, S. 14

### 3.3.4 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch

Der stationäre Gesamtenergieverbrauch bildet sich aus der Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im abgeleiteten IST-Zustand ca. 2.350 MWh/a. Derzeit gibt es keine erneuerbaren Energien im Betrachtungsgebiet.

Die Betrachtung der Energieverbräuche lässt erahnen, dass noch optimierungsbedarf besteht. Das derzeitige Versorgungssystem ist vor allem im Wärmebereich durch den Einsatz fossiler Energieträger (Erdgas) geprägt. Für die regenerativen Energieträger ergibt sich demnach ein großer Ausbaubedarf.

Die nachfolgende Grafik gibt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieverbräuche, unterteilt nach Energieträger.

## Energiebilanz 2019 Quartier Betzenberg

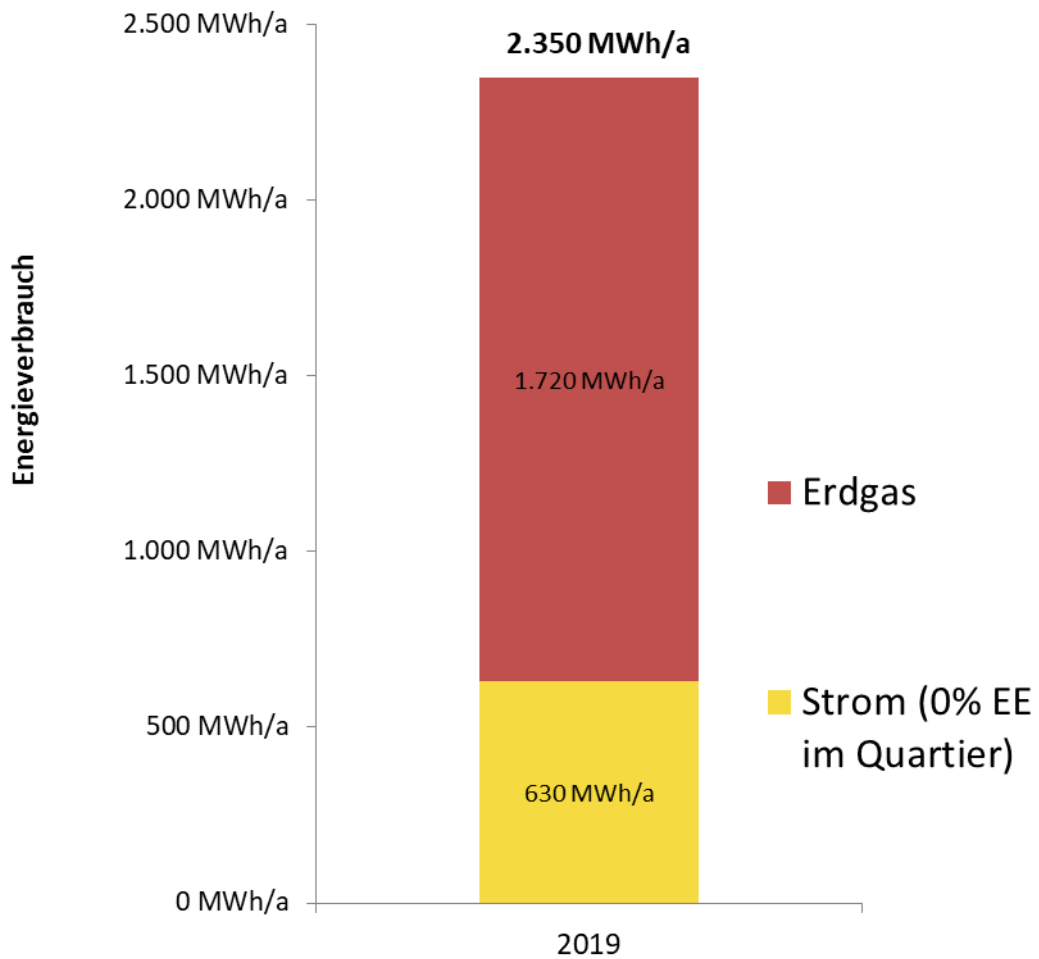


Abbildung 3-12: Energiebilanz des Quartiers Betzenberg nach Energieträgern

### 3.3.5 Treibhausgasemissionen

Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden, auf Grundlage der zuvor erläuterten Verbräuche, die territorialen Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>e) in den Bereichen Strom und Wärme quantifiziert. Die Emissionen des Strombereichs werden dabei zunächst über den Faktor des aktuellen Bundesstrommix bilanziert. Um jedoch darstellen zu können, inwieweit die lokale Energieversorgungsstruktur des Betrachtungsgebietes zum Klimaschutz beiträgt, erfolgt in einem nächsten Schritt die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung über einen Emissionsfaktor, der den territorialen Strommix enthält. Im territorialen Strommix wird dabei berücksichtigt, welche lokalen Erzeugungsanlagen welchen Anteil am Gesamtstromverbrauch des Betrachtungsgebietes haben. Im Ergebnis wird die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung ebenfalls in Relation zur Ist-Bilanz (Startbilanz) gesetzt, um die Einsparung der THG-Emissionen im Strombereich darzustellen. Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen, welche für das Jahr 2019 (Startbilanz) errechnet wurden.

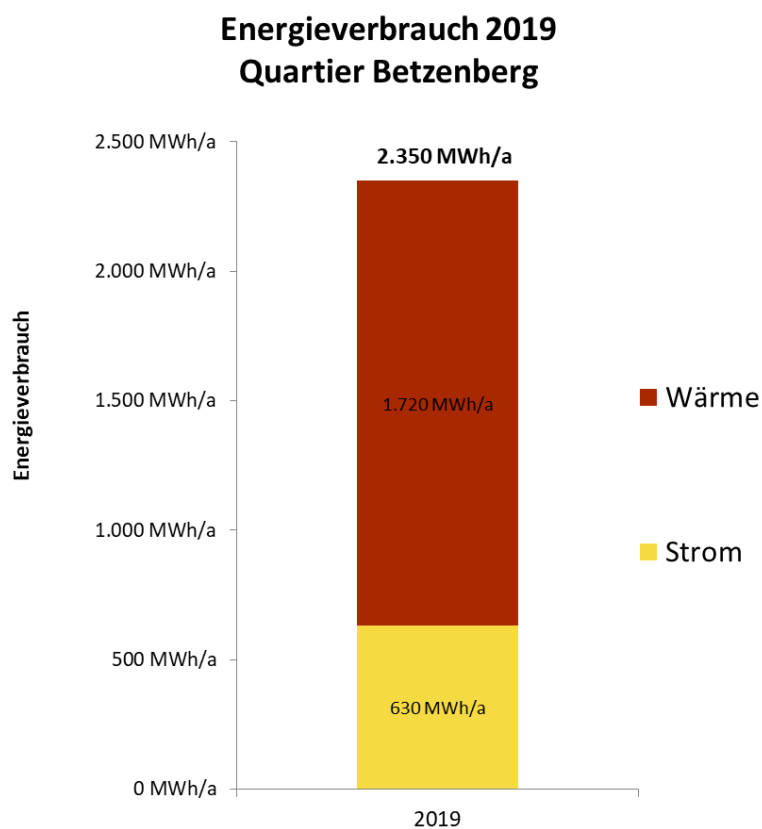


Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen des Quartiers Betzenberg 2019

Für das Betrachtungsjahr 2019 wurden jährliche Emissionen in Höhe von etwa 671 t CO<sub>2</sub>e unter Berücksichtigung des Bundesstrommix kalkuliert. Insgesamt stellt der Wärmebereich den größten Verursacher der Treibhausgasemissionen dar und bietet einen Ansatzpunkt für Einsparungen, die im weiteren Verlauf des Konzeptes (insbesondere im Maßnahmenkatalog) erläutert werden.

### 3.4 Energie und Treibhausgasbilanz - Szenario bis 2050

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen des Betrachtungsgebietes aufbauendes Szenario der zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert. Die zukünftige Strom- und Wärmebereitstellung wird auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale, Möglichkeiten der Effizienzsteigerung (v. a. über die Umstellung auf Fernwärme) sowie Potenziale regenerativer Energieerzeugung ermittelt (vgl. Kapitel 3.2 und Kapitel 6).

#### 3.4.1 Struktur der Strombereitstellung

Im Folgenden wird das Entwicklungsszenario zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2030), mittel- und langfristig (bis 2040 und bis 2050) auf Basis der in den Kapitel 3.2 und Kapitel 6 ermittelten Potenziale erläutert. **Da die simulierten Dachflächen im Rahmen der weiterführenden Betrachtungen aufgrund statischer Einschränkungen nicht zum Tragen kommen, verbleiben für die Bilanzierung lediglich die betrachtete Fassadenanlagen am Gebäude Hegelstraße 7 und der simulierte PV-Carport (siehe Kapitel 6). Die Gesamtleistung der Fassadenanlage und des Carports liegt bei 131 kWp, der Gesamtertrag bei ca. 98 MWh/a.** Der sukzessive Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ erfolgt unter der Berücksichtigung nachstehender Annahmen:

Tabelle 3-4: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2050

Potenzialbereich Strom	Nachhaltiges Potenzial	Ausbaugrad der Potenziale bis zum Jahr 2050							
		2019		2030		2040		2050	
Photovoltaik im Quartier	<b>0,131 MW</b>	0,000 MW	0%	0,131 MW	100%	0,131 MW	100%	0,131 MW	100%
Reduktion Stromverbrauch	<b>WWF</b>	0,0%		-18,8%		-24,6%		-26,0%	

Auf dem Gebiet des Quartiers Betzenberg bildet Photovoltaik das einzige Potenzial an erneuerbaren Energieträgern im Strombereich. Darüber hinaus können gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen.

Die in obenstehender Tabelle gezeigten Ziele zur Reduktion des Stromverbrauchs orientieren sich an der WWF Studie „Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050“<sup>33</sup> und sind im vorliegenden Konzept auf den Endenergieverbrauch bezogen. Darüber hinaus werden die Einsparungen nur auf die bestehenden Stromverbraucher bezogen. Zukünftig werden weitere Trendentwicklungen und neue Technologien die Stromnachfrage erheblich beeinflussen. So werden z. B. Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität), der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen oder Technologien, die massiv brennstoffbezogene Energienutzung durch stromverbrauchende Energienutzung ersetzen, zu einer steigenden Stromnachfrage führen. Dies wird im vorliegenden Konzept jedoch nicht weiter berücksichtigt.<sup>34</sup>

Der ermittelte Gesamtstromverbrauch und dessen Entwicklung bis zum Jahr 2050 sind in nachfolgender Grafik dargestellt. Hier wird ebenfalls das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen), gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch (Linie) deutlich.

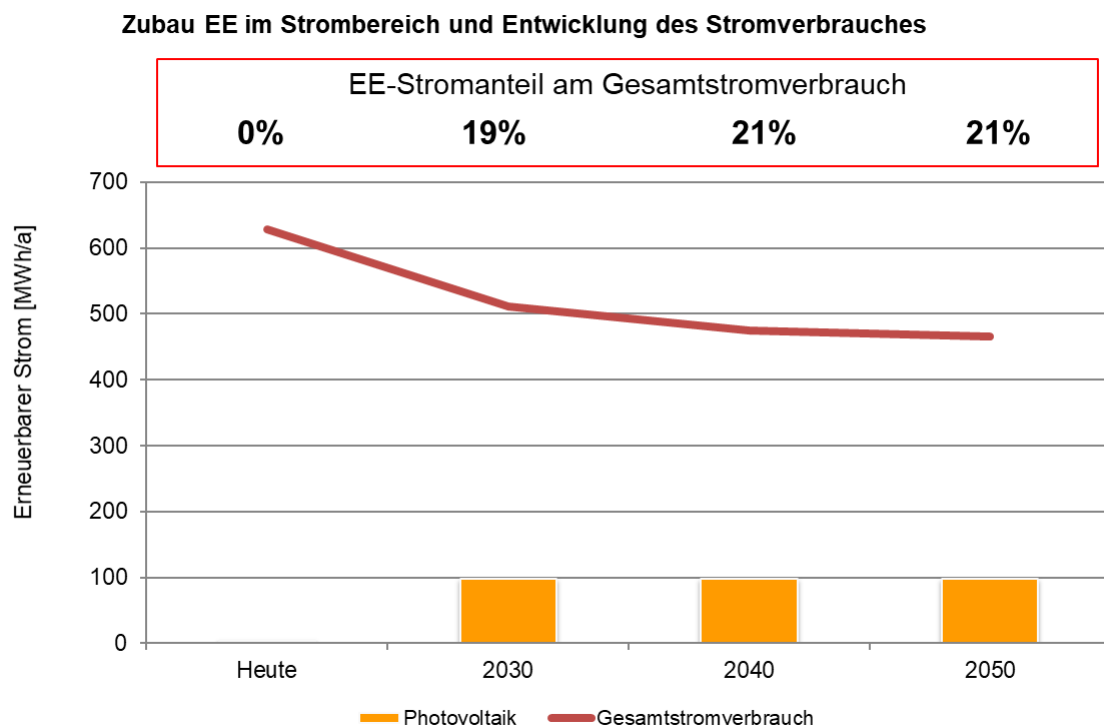


Abbildung 3-14: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050

<sup>33</sup> Vgl. WWF, 2009

<sup>34</sup> Folgende Technologien und Verbraucher werden bei der Betrachtung der Stromeffizienz ausgeschlossen: Elektromobilität, CCS (Carbon Capture and Storage), Power-to-gas für den Endverbraucher, Power-to-heat für Wärmenetze.

Im Jahr 2030 können durch erneuerbare Energien rund 98 MWh/a elektrischer Strom produziert werden (siehe Maßnahmenvertiefung Photovoltaik). Somit lässt sich der Stromverbrauch durchschnittlich um 20 % durch regenerativen Strom decken.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2050 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.<sup>35</sup>

### 3.4.2 Struktur der Wärmebereitstellung

Für das Entwicklungsszenario im Wärmebereich wurden folgende Annahmen getroffen.

Tabelle 3-5: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2050

Potenzialbereich Wärme	Nachhaltiges Potenzial	Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2050			
		2019	2030	2040	2050
Reduktion Wärmeverbrauch		0,0%	13,7%	29,2%	38,9%

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt im Vergleich zur regenerativen Stromversorgung eine größere Herausforderung dar. In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse sind die Möglichkeiten für eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen sehr begrenzt, insbesondere, da etwa 80 % der Warmwasserbereitung im Quartier dezentral über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer betrieben werden. Neben der Nutzung erneuerbarer Brennstoffe und der Anschluss an das Fernwärmenetz, ist die Wärmeeinsparung von großer Bedeutung. Da derzeit die Wohngebäude ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken, werden hier die in Kapitel 3.1 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der Gebäude eine wichtige Rolle einnehmen.

Der aktuelle Gesamtwärmebedarf des Betrachtungsgebietes in Höhe von ca. 1.724 MWh/a reduziert sich im Jahr 2030 um ca. 14 %. Für den Gesamtwärmeverbrauch des Betrachtungsge-

<sup>35</sup> Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbau, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid im Betrachtungsgebiet im Detail analysieren.



bietes kann bis zum Jahr 2050<sup>36</sup> ein Einsparpotenzial von ca. 39 % gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden.

### 3.4.3 Zusammenfassung des Gesamtenergieverbrauchs

Der Gesamtenergieverbrauch auf dem Gebiet des Quartiers Betzenberg lässt sich aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungsszenarien in den Bereichen Strom und Wärme von derzeit ca. 1.724 MWh/a um ca. 35,4 % im Jahr 2050 reduzieren. Die Wohngebäude tragen zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senken.

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Im Quartier Betzenberg wird Erdgas zugunsten von Fernwärme in der Wärmeversorgung abgelöst. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger im Jahr 2050.

---

<sup>36</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

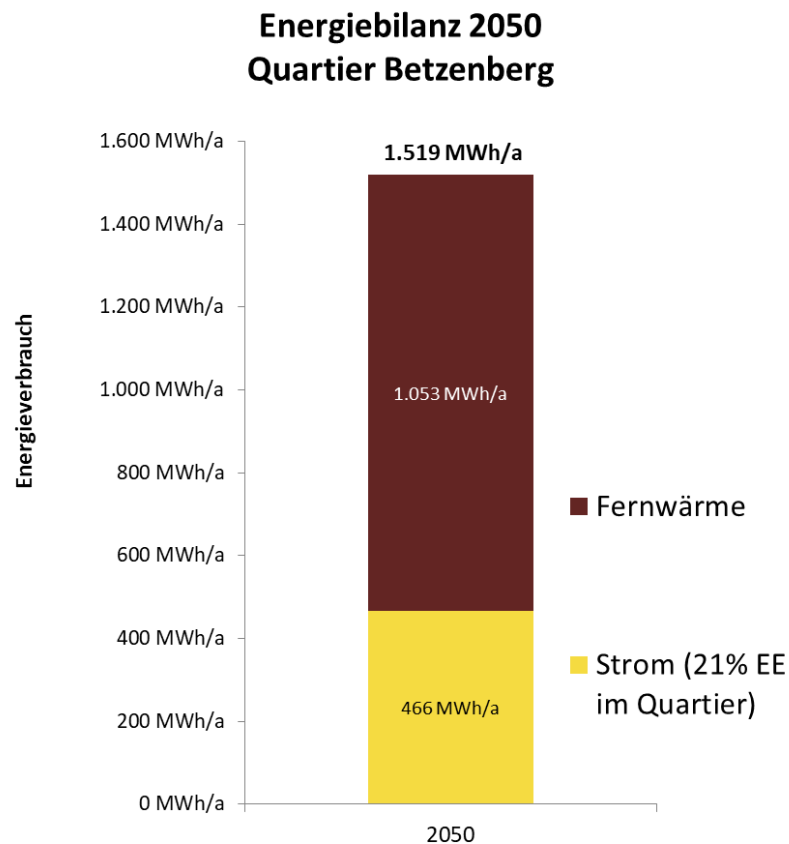


Abbildung 3-15: Energiebilanz nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2050

#### 3.4.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen lassen sich bis zum Jahr 2050 rund 469 t/CO<sub>2</sub>e gegenüber 2019 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 69 % und trägt somit zu den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung bei. Wird die lokale Stromerzeugung berücksichtigt und angerechnet, können die THG-Emissionen um 70 % reduziert werden.

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, die bis zum Jahr 2050 stetig gesenkt werden können. Durch den zuvor beschriebenen Wechsel der Wärmeversorgung zu Fernwärme können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich ebenfalls stark vermindert, jedoch nicht vollständig vermieden werden.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden, unter Berücksichtigung der Entwicklung bei Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung.

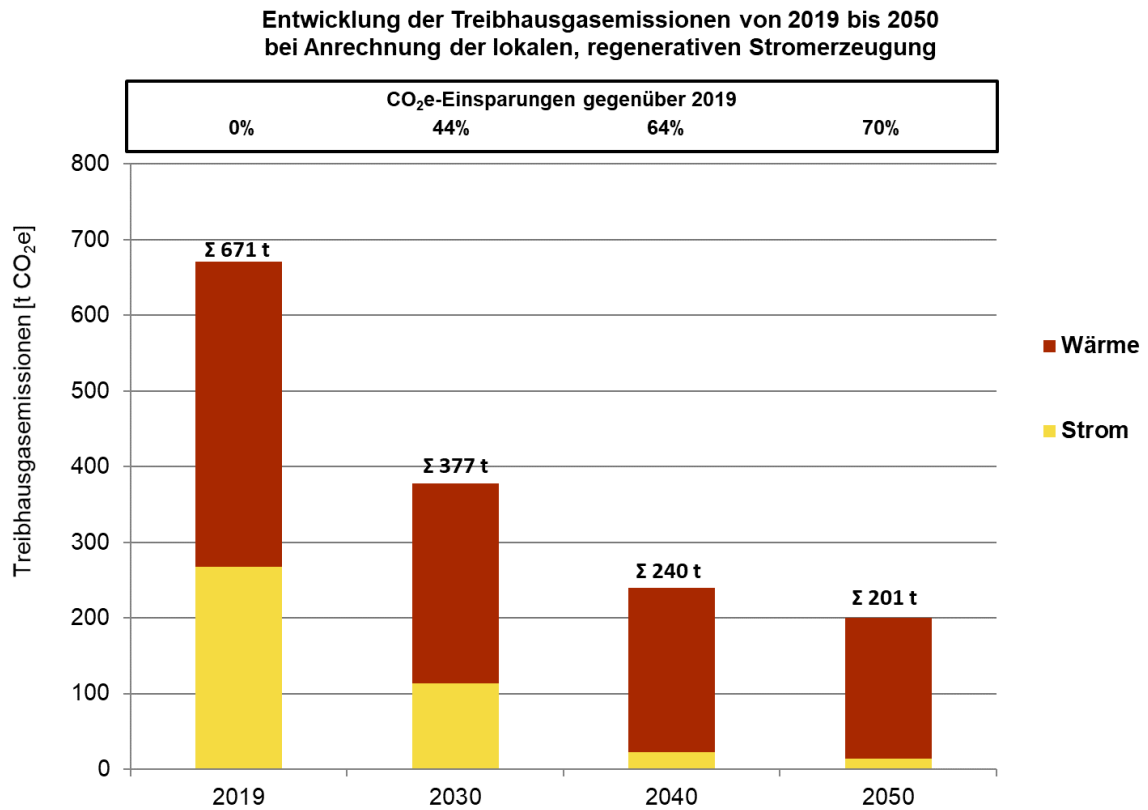


Abbildung 3-16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Wie die obenstehende Abbildung veranschaulicht, können die Emissionen im stationären Bereich stark reduziert werden.

## 4 Projektskizzen

Auf Basis der zuvor beschriebenen Analysen (Ausgangsanalyse, Potenzialanalyse) wurde in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe eine gemäßigte Anzahl an Umsetzungsmaßnahmen (Handlungsempfehlungen) entwickelt. Sämtliche Maßnahmen wurden im Rahmen eines umfassenden Kommunikationsprozesses mit den relevanten Akteuren diskutiert und weiter spezifiziert.

Alle während der Projektlaufzeit identifizierten Maßnahmen werden als Projektskizzen beschrieben und näher betrachtet. Die Details hierzu sind dem Maßnahmenkatalog (gesondertes Dokument) zu entnehmen. Diese sind verschiedenen Handlungsfeldern zugeordnet und gliedern sich des Weiteren auf in eine:

- Kurzbeschreibung der Maßnahme (Ist-Situation/Kontext/Ziel),
- Benennung zuständiger Kontaktpersonen sowie Akteure bzw. Akteursgruppen, die mit diesem Projekt angesprochen werden sollen bzw. an der Umsetzung beteiligt werden können,
- Darstellung der nächsten Arbeitsschritte zur Umsetzung der Maßnahme,
- Bewertung der Maßnahme.

Wie in nachfolgender Abbildung dargestellt, wurden hierbei auch die durch die Umsetzung der Maßnahmen resultierende End- und Primärenergieeinsparung sowie die entstehende CO<sub>2</sub>-Minderung berechnet. Die jährliche Energieeinsparung bei Durchführung aller empfohlenen Maßnahmen würde insgesamt 176.740 kWh Primärenergie und rund 98.200 kWh Endenergie betragen. Dies entspricht einem CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial von etwa 186 t/a.

Darüber hinaus enthält jede Maßnahme eine Zuordnung bezüglich des Zeitpunkts der Umsetzung (Unterteilung in kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen, wobei Letztere meist strategischer Ausrichtung sind). Die empfohlene organisatorische Umsetzung wird in Kapitel 11 näher erläutert.

Der Maßnahmenkatalog stellt somit einen Fahrplan zur Erreichung der gesetzten Ziele dar. Nachfolgend (Tabelle 4-1) sind die Projektskizzen thematisch geordnet tabellarisch aufgeführt.

Tabelle 4-1: Übersicht Projektskizzen

Nr.	Titel / Objekt	Beginn	Primärenergieeinsparung	Endenergieeinsparung	CO <sub>2</sub> -Einsparung
<b>Fernwärme</b>					
VT	Fernwärme Mehrfamilienhäuser	kurz- bis mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	140,0 t/a
<b>Photovoltaik</b>					
M01	Mehrfamilienhochhaus Fassade	kurzfristig	67.585 kWh/a	37.547 kWh/a	17,6 t/a
M02	Carport	kurzfristig	109.156 kWh/a	60.642 kWh/a	28,5 t/a
<b>Klimagerechte Mobilität</b>					
M03	Förderung der Alltagsmobilität mit dem Fahrrad/ Pedelec: Radabstellanlagen für den Alltagsverkehr	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M04	Bikesharing	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M05	Pedelecshoring	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M06	E-Lastenrad	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M07	private Ladeinfrastruktur Bau AG	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M08	Ausbau öffentliche Ladeinfrastruktur	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
<b>Kampagnen und Bürgermaßnahmen</b>					
M09	Kampagne Nutzerverhalten	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M10	Suffizienz / Rebound-Effekten vorbeugen	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M11	Jährlicher Mieterpreis	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M12	Initiierung eines "Reparatur-Cafés"	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
<b>Übergeordnete, amtsweite Maßnahmen</b>					
M13	Einführung eines Sanierungsmanagements	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M14	Einführung Energiemanagementssoftware	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M15	Energie- und Klimaschutzmanagement auf Basis von Geodaten und Karten	kurzfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M16	Kinder- und Jugendbildung	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
M17	PV-Betriebskonzepte for kommunale Wohngebäude	mittelfristig	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar	nicht quantifizierbar
<b>Summe</b>			<b>176.740 kWh</b>	<b>98.189 kWh</b>	<b>186,1 t/a</b>

## 5 Maßnahmenvertiefung „Wärmeversorgung Betzenberg“

Um die verbindlich gesetzten nationalen Klimaschutzziele sowie kommunalen energetischen Zielsetzungen zu forcieren, sind die Stadt Kaiserslautern und die Bau AG (Gebäudeeigentümer) derzeit sehr an einer effizienten und zukunftsorientierten Wärmeversorgung im Quartier interessiert. Eine Möglichkeit besteht in der Implementierung einer effizienten Nahwärmeversorgung im Quartier.

Die derzeitige Versorgung im Quartier basiert ausschließlich auf Erdgasheizkesseln. Da es sich bei den betrachteten Gebäuden ausschließlich um mehrgeschossige Wohnbauten handelt, die zugleich in räumlicher Nähe zueinander liegen, wurde zunächst die generelle Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes untersucht. Hierzu liefert die Rohrnetzkenzahl / Wärmebedarfsdichte einen ersten Eindruck. Bei einem Gesamtwärmebedarf von 1,7 Mio. kWh/a und einer Netzlänge von etwa 850 Meter (inkl. Hausanschlüssen), ergibt sich eine Wärmebedarfsdichte von etwa 2.000 kWh/a pro Meter Trasse, was auf eine ausreichend hohe Wirtschaftlichkeit hinweist, um weitere Untersuchungen zu veranlassen. Förderungen für Wärmenetze werden ab Wärmebedarfsdichten ab 500 kWh/m\*a gewährt, womit das Quartier Betzenberg die Anforderungen weit übertrifft.

Da die großtechnische Holzverbrennung im Stadtgebiet aus rechtlichen und emissionstechnischen Gründen nicht ohne weiteres möglich ist, wurden zur Versorgung des Netzes großtechnische Erdwärmepumpen, Luft-Wärmepumpen oder eine größere Solarthermische Anlage angedacht (jeweils in Kombination mit einem Grundlast-BHKW). Es zeigte sich jedoch im Rahmen der Potenzialerhebung schnell, dass aufgrund der felsigen Unterschicht auf dem Betzenberg keine Erdsonden wirtschaftlich installiert werden können (unverhältnismäßig hohe Bohrkosten). Für die gesamte Versorgung über geothermische Erdsonden wären zudem etwa 180 Bohrungen á 100 m erforderlich gewesen, was innerhalb des Quartieres (hoher Versiegelungsgrad) auch flächenmäßig (z. B. unter den Parkplätzen) nicht dargestellt werden konnte.

Für die solarthermische Großanlage konnten ebenfalls keine geeigneten Flächen ermittelt werden, da die wenigen vorhandenen Freiflächen im Quartier von Bäumen umgeben sind und sich zudem zum Teil in Privatbesitz befinden.

Im Verlauf des Projektes erhielt das IfaS die Mitteilung, dass die Stadtwerke Kaiserslautern beabsichtigen den Betzenberg mit Fernwärme zu erschließen. Da die großtechnischen Luftwärmepumpen im dicht bebauten Quartier voraussichtlich nicht ohne besondere Vorkehrungen die schalltechnischen Anforderungen der TA Lärm erfüllen (Schallschutzmaßnahmen und geeignete Aufstellorte der Lüfter erforderlich) und zudem für die Bestandsgebäude (Mehrgeschossbauten und Hochhäuser) mit hoher Vorlauftemperatur (80 bis 90°C) keine effiziente Versorgungstechnik darstellen, wurde letztlich der Anschluss an die Fernwärme als zu favorisierende Variante vorgeschlagen.

Hierzu wurden die Investitionen für einen Netzverbund der betrachteten Gebäude ermittelt, sowie die Einsparungen an Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zur aktuellen Versorgung ermittelt. Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgte an dieser Stelle nicht, da durch die Stadtwerke Kaiserslautern ohnehin eine Fach- und Umsetzungsplanung vorgenommen wird.

## 5.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage für die Berechnungen der Einsparungen dienen die Verbrauchsdaten der einzelnen Gebäude, die durch die Bau AG bereitgestellt wurden. Die Netzlängen wurden mit Hilfe einer Geoinformationssoftware bemessen und dargestellt.

## 5.2 Betrachtungsgebiet

Das Betrachtungsgebiet erstreckt sich über die 14 im Quartier befindlichen Wohnblöcke in der Hegelstraße, Herderstraße und Leibnizstraße.

Die folgenden Abbildungen zeigen das für das Quartier konzipierte Wärmenetz sowie einen Ausschnitt des städtischen Fernwärmenetzes, an welches der Betzenberg künftig angeschlossen werden soll.



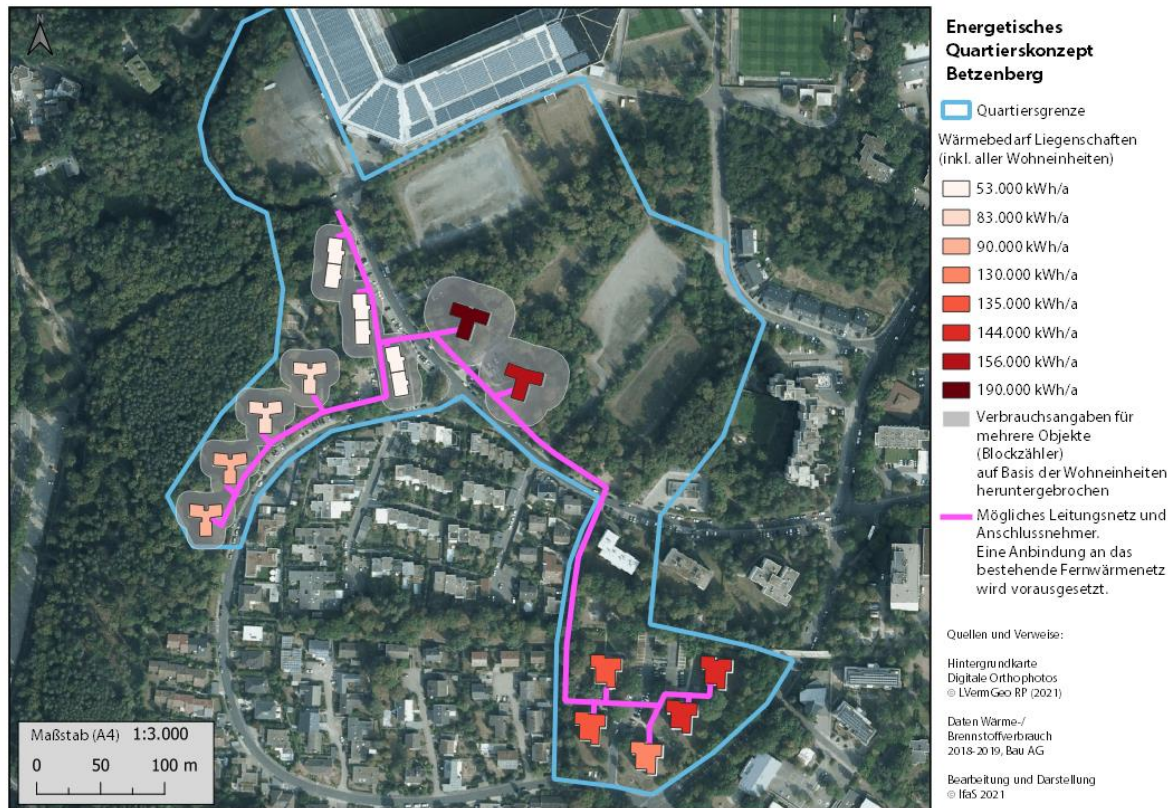


Abbildung 5-1: Betrachtungsgebiet „Nahwärme Betzenberg“

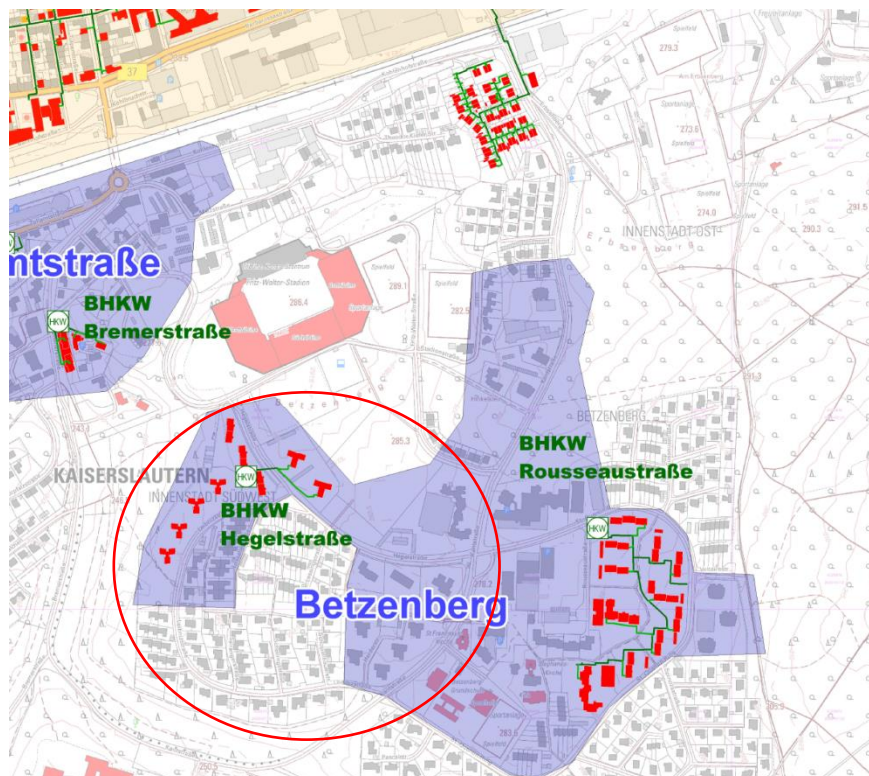


Abbildung 5-2: Netzplan des städtischen Fernwärmenetzes

### 5.3 Technische Auslegung

Die Netzparameter Anschlussanzahl, Netzlänge und Nutzenergiebedarf sind in Tabelle 5-1 zusammengestellt. Der Endenergiebedarf basiert hierbei auf dem Heizwärmebedarf (Brauchwasserbereitung erfolgt über Boiler und Durchlauferhitzer), sowie den Netz- und Übergabeverlusten, welche mit 15 % eingerechnet wurden.

Tabelle 5-1: Netzparameter

Netzparameter	
Anzahl Anschlüsse	14 Stück
Gesamtlänge des Rohrnetzes	850 m
Nutzenergiebedarf	1.720.000 kWh/a
Endenergie (inkl. Verluste)	1.978.000 kWh/a
Wärmedichte	2.024 kWh/m*a

Die Wärmenetzdichte liegt pro Meter Wärmetrasse bei über 2.000 kWh/a, was auf eine gute Wirtschaftlichkeit hindeutet, insbesondere wenn die weiteren im Umfeld befindlichen Gebäude zusätzlich einen Anschluss an das Wärmenetz präferieren.

### 5.4 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung

Die Bilanzierung, der Primär- und Endenergiebedarfe sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen wird, im Kontext der Maßnahmenvertiefung, als ökologisches Bewertungskriterium herangezogen. Zunächst wird der Endenergiebedarf berechnet, um anschließend mithilfe der brennstoffspezifischen Faktoren die Primärenergiebedarfe bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen zu ermitteln. Verglichen wird der aktuelle Zustand (Versorgung zu 100% mit Erdgasheizkesseln) gegenüber der angestrebten Fernwärmeversorgung. Der Fernwärme-Emissionsfaktor wurde von den Stadtwerken Kaiserslautern bereitgestellt, sodass als Emissionsfaktoren für Erdgas und Fernwärme die folgenden Werte angesetzt wurden:

- Emissionsfaktor Erdgas: 234 g/kWh
- Emissionsfaktor Fernwärme (Kaiserslautern): 177 g/kWh

In Bezug auf den Endenergiebedarf im Quartier von rund 1.700 MWh/a, lassen sich durch die Umstellung der Wärmeversorgung auf die Fernwärme jährliche Emissionen von rund 140 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente einsparen.

Tabelle 5-2: CO<sub>2</sub>-Einsparungen Wärmeversorgung

Szenario	Nutzenergiebedarf	Emissionsfaktoren	CO <sub>2</sub> -Emissionen
Ist-Zustand (Erdgasheizkessel)	1.724 MWh/a	234 g/kWh	404 t CO <sub>2</sub> e/a
Soll-Zustand (Fernwärme)	1.724 MWh/a	177 g/kWh	264 t CO <sub>2</sub> e/a
Einsparung			140 t CO <sub>2</sub> e/a

## 5.5 Fazit

Wie einleitend zu Abschnitt 5 bereits beschrieben wurde, wurden für eine Nahwärmeversorgung bereits im Rahmen der Voruntersuchungen verschiedene Versorgungsoptionen und Wärmequellen beleuchtet, die aufgrund der vorhandenen Rahmenbedingungen und örtlichen Gegebenheiten nicht zum Tragen kommen. Während des Projektverlaufs wurde von Seiten der Stadtwerke informiert, dass der Stadtteil Betzenberg künftig an das städtische Fernwärmenetz angeschlossen werden soll, was gegenüber der aktuellen Versorgung mit Erdgasheizkesseln einen ökologischen Vorteil in Bezug auf die THG-Emissionen bedeutet. Die Netzparameter und insbesondere die Wärmedichte, siehe Kapitel 5.3, weisen bereits darauf hin, dass ein Wärmenetz zur Versorgung der geplanten Neubauten wirtschaftlich betrieben werden kann. In Anbetracht der übrigen, untersuchten Optionen, welche jedoch ausgeschlossen werden mussten, bietet die Fernwärme derzeit die beste Versorgungsoption für das Quartier, insbesondere da davon auszugehen ist, dass der Erzeugungspark der Stadtwerke Kaiserslautern künftig mit EE-Anteilen weiterhin ausgebaut wird.

## 6 Maßnahmenvertiefung Photovoltaik

Auf Basis des unter Abschnitt 3.2.1.3 bereits beschriebenen Solardachkatasters wurden auf den Dachflächen im Quartier Betzenberg zunächst reichhaltige Photovoltaik-Potenziale angenommen, die im Rahmen des Quartierskonzeptes näher untersucht werden sollten. Ziel war es, besonders attraktive Anlagenstandorte zu identifizieren, und diese in vertiefenden Betrachtungen zu untersuchen.

Im Rahmen dieser Analyse wurden anhand von Luftbildern und Vor-Ort-Aufnahmen aus der Quartiersbegehung 3D-Modelle zu den jeweils untersuchten Objekten erstellt. Darüber hinaus wurden umliegende Gebäudestrukturen und die Vegetation in den 3D-Modellen hinterlegt. Somit kann das Simulationsprogramm anhand der Dach- bzw. Modulausrichtungen und -neigungen, sowie anhand der möglichen Verschattungen den jährlichen Photovoltaikertrag berechnen. Bei allen Simulationen ist das PV-Modul IBC Monosol 370 OS9-HC sowie Wechselrichter der Firma SMA Solar Technology AG hinterlegt. Die Finanzierung wird für alle Anlagen rein aus Fremdkapital über den KfW 270 Kredit mit 1% Zins angenommen. Der Betriebskostensatz wird fiktiv auf 0,7% angesetzt. Alle Preise sind Nettopreise. Im Vorfeld einer Umsetzung bzw. im Rahmen der anstehenden Sanierungsmaßnahmen, ist diese gesondert zu bewerten und die Anlagenauslegung entsprechend darauf auszurichten. Weitere, allgemeine Informationen zum Bereich Solarenergie sind in Kapitel 3.2.1 Solarenergienutzung aufgeführt.

### 6.1 Ausgangssituation und Rahmenbedingungen

Aufgrund der oftmals großen, zusammenhängenden Dachflächen von Mehrfamilienhäusern (Abbildung 6-1) sowie gleichzeitig hohen Stromverbräuchen, bieten PV-Anlagen auf diesen Gebäuden die Möglichkeit, hohe Einsparungen beim Strombezug zu generieren und unter Berücksichtigung der spezifischen Anlagenkosten zusätzlich von der festen Einspeisevergütung zu profitieren. Besonders begünstigt sind bei solchen Kundenanlagen Konzepte eines Mieterstrommodells (siehe Kapitel 3.2.1.5 und 6.2).

Zunächst wird eine Standortanalyse durchgeführt, um mögliche Belegungsflächen konkretisieren zu können. Anschließend werden die verschiedenen Anlagenkonfigurationen herausgearbeitet und deren wirtschaftliche Rahmenbedingungen dargestellt. Anhand der aus den Simulationen resultierenden Kennzahlen werden die Anlagen bewertet und letztendlich eine Handlungsempfehlung abgegeben. Die potentiellen Gebäude der Bau AG, welche sich für eine mögliche Photovoltaik-Anlage anbieten könnten, wurden in den einzelnen Steuerungsgesprächen besprochen.



Darüber hinaus wurde seitens der SWK die Bereitschaft geäußert, einen PV-Carport mit Ladesäulen zu realisieren. Alle untersuchten Anlagen sind in Tabelle 6-1 dargestellt. Die PV-Module werden so aufgeständert und verschaltet, dass eine Verschattung weitestgehend vermieden wird.

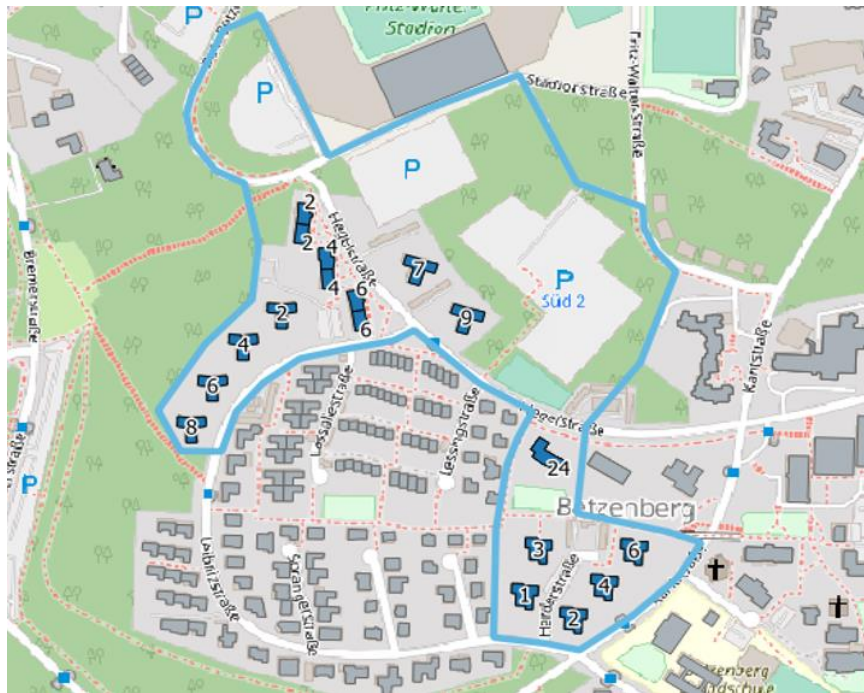


Abbildung 6-1: Quartiersgrenze Betzenberg

Die Gebäude Hegelstraße 7 und 9 werden nicht näher betrachtet. Da es sich hierbei um zwei Hochhäuser handelt, die auf deren Dächern zahlreiche Antennenanlagen und weitere Aufbauten vorhanden sind, die eine solare Nutzung weitestgehend ausschließen. Lediglich an einem der Hochhäuser könnte eine Fassadenanlage installiert werden, welche in den folgenden Abschnitten beschrieben wird.

Tabelle 6-1: Mögliche Flächen zur Belegung mit Photovoltaik

Objekt	Anschrift	Umsetzung	Anlagenart
<b>Wohnsiedlung 1</b>	Hegelstraße 2,4,6	kurz- bis mittelfristig	aufgeständerte Dachanlage
<b>Wohnsiedlung 2</b>	Leibnizstraße 2,4,6,8	kurz- bis mittelfristig	aufgeständerte Dachanlage
<b>Wohnsiedlung 3</b>	Herderstraße 1,2,3,4,6	kurz- bis mittelfristig	aufgeständerte Dachanlage
<b>Hochhaus</b>	Hegelstraße 7	kurz- bis mittelfristig	Fassadenanlage
<b>Carport inkl. PV-Anlage</b>	Leibnizstraße 2,4,6	kurz- bis mittelfristig	Carport

## 6.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Betrieb von Solaranlagen sind im Wesentlichen im Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien festgelegt. Darüber hinaus gilt das EEG seit 2000 als entscheidendes Förderinstrument für Photovoltaikanlagen. Basis für diese Förderungen bildet §19 Abs. 1, wonach Anlagen, die aus erneuerbaren Energien Strom erzeugen, einen Zahlungsanspruch auf Fördermittel haben. Für PV-Dachanlagen mit einer installierten Leistung von bis zu 100 kW<sub>p</sub> gilt demnach die Einspeisevergütung gemäß §21 Abs. 1. Bei der Einspeisevergütung handelt es sich um einen gesetzlich festgelegten Wert, der pro kWh erzeugten Solarstrom, welcher in das Netz eingespeist wird, ausgezahlt wird und laut § 25 für die Dauer von 20 vollen Jahren gilt. Dabei hängt diese Vergütung zusätzlich von weiteren Faktoren ab. Je nach Anlagengröße ändert sich der anzulegende Wert laut § 48 Abs. 2. Für die feste Einspeisevergütungen werden von den anzulegenden Werten 0,4 ct/kWh abgezogen (§53 Abs. 1 EEG). Die Werte sinken entsprechend bei installierten Leistungen bis einschließlich 10 kW<sub>p</sub>, 40 kW<sub>p</sub> und 750 kW<sub>p</sub>. Außerdem werden die Einspeisevergütungen laut § 49 Abs. 1 & 2 mit steigendem Zubau von Solaranlagen in regelmäßigen Abständen prozentual gesenkt. Die Degression liegt demnach bei 1,4%. Eine Änderung ist zurzeit nicht in Sicht, sodass die kurzfristige Umsetzung der praktisch umsetzbaren PV-Anlagen die Wirtschaftlichkeit begünstigt.

Die resultierend anzulegenden Werte können der Tabelle 6-2 entnommen werden.

Tabelle 6-2: Anzulegende Werte 2021

Anzulegende Werte in Cent/kWh - Marktprämienmodell:				
Inbetriebnahme	Wohngebäude, Lärmschutzwände und U-Gebäude (§ 48 Abs. 2 EEG)			Sonstige Anlagen bis 750 kW (§ 48 Abs. 1 EEG)
	bis 10 kW	bis 40 kW	bis 750 kW	
ab 01.07.2021	7,98	7,76	6,17	5,60
ab 01.08.2021	7,87	7,65	6,08	5,52
ab 01.09.2021	7,76	7,55	6,00	5,45
ab 01.10.2021	7,65	7,44	5,91	5,37

Da die Degression weiter aussichtslos voranschreitet, werden Modelle, bei denen der vor Ort erzeugte Strom, unmittelbar von in der Nähe vorhandenen Letztverbrauchern verbraucht wird, immer attraktiver. Ein sog. Mieterstrommodell bietet sich bei solchen dichten Siedlungstypen mit hohen Verbräuchen und vielen Mietern besonders an (Details Kapitel 3.2.1.5 Mieterstrom).

## 6.3 PV-Simulation

Auf Basis der jeweiligen Anlagenkonfigurationen wird simuliert, inwiefern eine Anlage realisierbar ist oder nicht. Die gewählten Komponenten entsprechen dem Stand der Technik und stellen explizit keine Empfehlung dar, müssen aber im Zuge der Simulation bestimmt werden. Anlagenkomponenten anderer Hersteller können zu Abweichungen im Ergebnis (insb. die verwendeten monokristallinen Module durch Leistung und Wirkungsgrad) führen, sodass im Rahmen dieser Betrachtung mehr eine Tendenz, als eine konkrete Machbarkeit abgebildet werden kann.

Die innerhalb der verschiedenen Varianten berücksichtigten Belegungsflächen und Anlagenkonfigurationen werden im Folgenden genauer erläutert. Alle Anlagen wurden auf Basis der Volleinspeisung betrachtet, da nicht abzusehen ist, inwiefern andere Modelle umgesetzt werden können. Die Wirtschaftlichkeit kann sich nach Auswahl eines optimalen Modells weiter positiv verändern.

### 6.3.1 Wohnblock 1: Hegelstraße 2,4,6

Zur Übersicht wird der Wohnblock in Abbildung 6-2 dargestellt. Die Berechnung in Wohnblock 1 wird exemplarisch an einer Mustersimulation verdeutlicht (Abbildung 6-3). Die Berechnung kann somit auf weitere identische Gebäude übertragen werden.



Abbildung 6-2: Wohnblocksiedlung 1 (Quelle Google Earth)



Die Belegung der Dachfläche erfolgte durch eine Aufständigung der Module Richtung Süden. Die installierbare Leistung beläuft sich dabei auf etwa 32 kW<sub>p</sub> für die Mustersimulation. Somit ergibt sich für die Wohnblocksiedlung 1 eine Gesamtleistung von etwa 96 kW<sub>p</sub>. Insgesamt können pro Gebäude etwa 32.000 kWh Strom erzeugt und etwa 15 t CO<sub>2</sub> pro Jahr vermieden werden. Eine minimale Verschattung konnte nur durch diverse Dachaufbauten (Kamine, Abluftrohre etc.) ermittelt werden. Die Investition für die Mustersimulation beläuft sich auf ca. 31.000 €.



Abbildung 6-3: Anlagenkonfiguration Wohnblock 1

### 6.3.2 Wohnblocksiedlung 2: Leibnizstraße 2,4,6,8

Zur Übersicht wird der Wohnblock in Abbildung 6-4 dargestellt. Die Berechnung in Wohnblock 2 wird exemplarisch an einer Mustersimulation verdeutlicht (Abbildung 6-5). Die Berechnung kann somit auf weitere identische Gebäude übertragen werden.

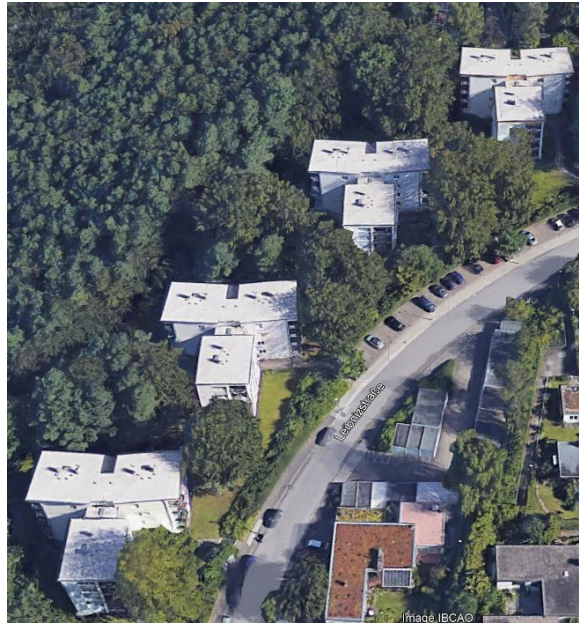


Abbildung 6-4: Wohnblocksiedlung 2 (Quelle Google Earth)

Die Belegung der Dachfläche erfolgte durch eine Aufständigung der Module Richtung Süden. Die installierbare Leistung beläuft sich dabei auf etwa  $14,5 \text{ kW}_p$  für die Mustersimulation. Somit ergibt sich für die Wohnblocksiedlung 2 eine Gesamtleistung von etwa  $58 \text{ kW}_p$ . Insgesamt können pro Gebäude etwa  $13.800 \text{ kWh}$  Strom erzeugt und etwa  $6,5 \text{ t CO}_2$  pro Jahr vermieden werden. Eine erhebliche Verschattung konnte durch diverse Dachaufbauten (Kamine, Abluftrohre etc.) sowie der umliegenden Bäume ermittelt werden. Die Investition für die Mustersimulation beläuft sich auf ca.  $15.400 \text{ €}$ .

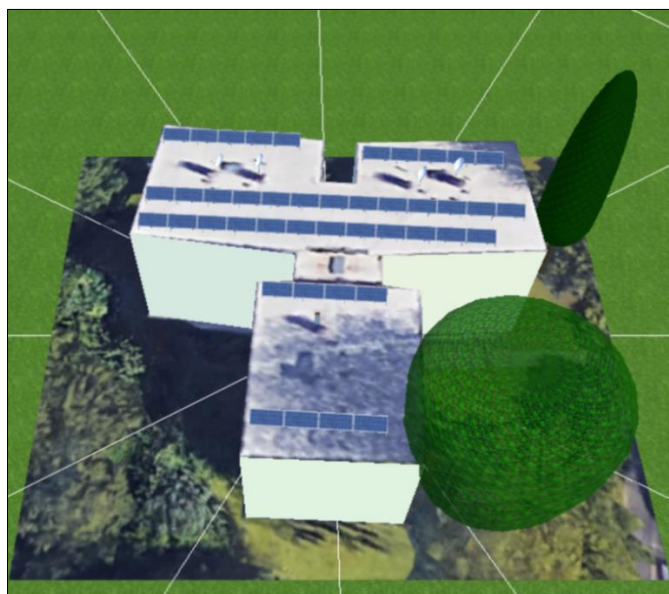


Abbildung 6-5: Anlagenkonfiguration Wohnblock 2

### 6.3.3 Wohnblocksiedlung 3: Herderstraße 1,2,3,4,6

Zur Übersicht wird der Wohnblock in Abbildung 6-6 dargestellt. Die Berechnung in Wohnblock 3 wird exemplarisch an einer Mustersimulation verdeutlicht (Abbildung 6-7). Die Berechnung kann somit auf weitere identische Gebäude übertragen werden.



Abbildung 6-6: Wohnblocksiedlung 3 (Quelle Google Earth)

Die Belegung der Dachfläche erfolgte durch eine Aufständigung der Module Richtung Süden. Die installierbare Leistung beläuft sich dabei auf etwa 19,7 kW<sub>p</sub> für die Mustersimulation. Somit ergeben sich für die Wohnblocksiedlung 3 eine Gesamtleistung von etwa 100 kW<sub>p</sub>. Insgesamt können pro Gebäude etwa 19.600 kWh Strom erzeugt und etwa 9,2 t CO<sub>2</sub> pro Jahr vermieden werden. Größere Verschattung konnte durch diverse Dachaufbauten (Kamine, Abluftrohre etc.) sowie teilweise durch umliegende Bäume ermittelt werden. Die Investition für die Mustersimulation beläuft sich auf 20.700 €.

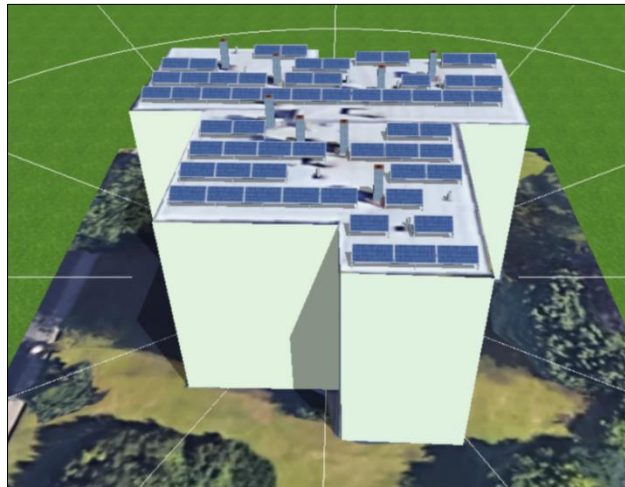


Abbildung 6-7: Anlagenkonfiguration Wohnblock 3

#### 6.3.4 Mehrfamilienhochhaus: Hegelstraße 7

Zur Übersicht wird das Hochhaus in Abbildung 6-8/Abbildung 6-6/Abbildung 6-4 dargestellt. Im Gegensatz zu den übrigen Mehrfamilienhäusern wird anstatt des Daches die Fassade mit PV-Modulen belegt. Da das Gebäude eine polygonale Struktur aufweist, kann durch die Belegung der verschiedenen Ausrichtungsflächen zur Sonne über den ganzen Tag hinweg gleichmäßig Strom produziert werden. Durch die umliegende Vegetation können die Module nur in der oberen Hälfte der Fassade angebracht werden. Der Aufbau kann aus der Abbildung 6-9 und Abbildung 6-10 entnommen werden.





Abbildung 6-8: Hochhaus (Quelle Google Earth)

Die installierbare Leistung der Fassadenanlage beläuft sich dabei auf etwa  $64,4 \text{ kW}_p$ . Insgesamt kann dadurch etwa  $37.500 \text{ kWh}$  Strom erzeugt und etwa  $17,6 \text{ t CO}_2$  pro Jahr vermieden werden. Der spezifische Ertrag liegt mit  $580 \text{ kWh/kW}_p$  deutlich unter dem Durchschnitt ( $900 - 1.000 \text{ kWh/kW}_p$ ), da einerseits die Module der einzelnen Fassadenflächen nicht über den Tag hinweg beleuchtet werden und andererseits die Module nicht den optimalen Neigungswinkel (optimal  $30^\circ$ ) zur Sonne haben. Die Investition für die Anlage beläuft sich auf etwa  $58.000 \text{ €}$ .

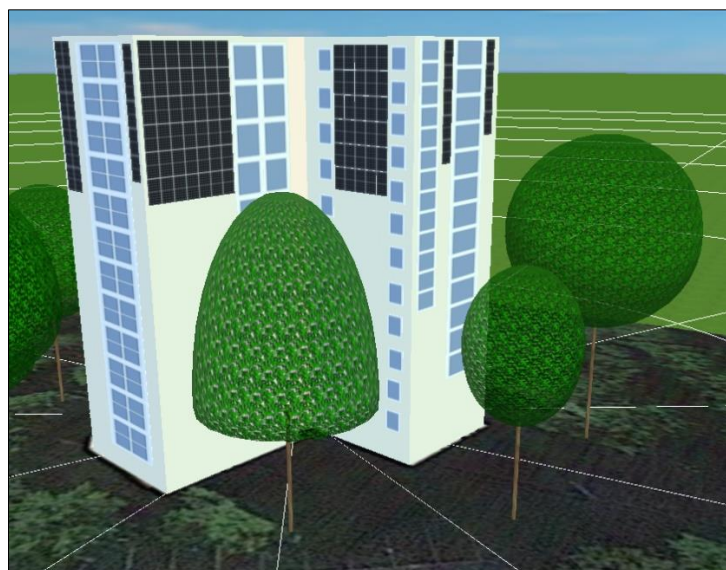


Abbildung 6-9: Anlagenkonfiguration Hochhaus (Ostseite)

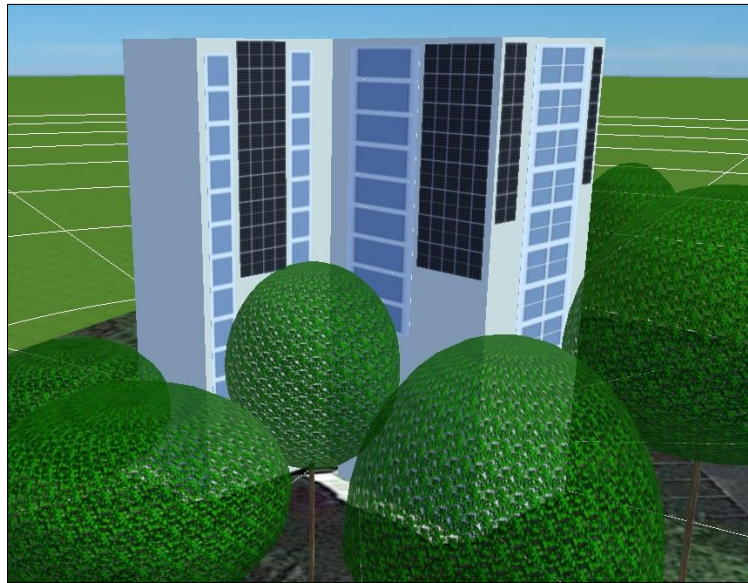


Abbildung 6-10: Anlagenkonfiguration Hochhaus (Westseite)

### 6.3.5 Carport mit PV-Anlage: Leibnizstraße 2,4,6

Nach Abklärung in den Steuerungsgesprächen sowie interner Besprechungen ist eine Umsetzung des Carports inkl. PV-Anlage in der Leibnizstraße praktisch realisierbar. Die Simulation ist in Abbildung 6-11 einsehbar.



Abbildung 6-11: Anlagenkonfiguration Carport inkl. PV-Anlage

Die Ausrichtung der Carports liegt in südöstlicher Richtung zwischen  $135 - 155^\circ$  mit einem Neigungswinkel von  $15^\circ$ . Die Verschattungen durch die Bäume am Straßenrand wurden in der Simulation mitberücksichtigt. Vor Baubeginn sollten die Bäume so gestutzt werden, sodass eine

Verschattung nur noch in geringem Maße vorhanden ist, um eine bessere Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

Die installierbare Leistung der 3 Carports beläuft sich dabei auf etwa 66,6 kW<sub>p</sub>. Insgesamt kann dadurch etwa 60.600 kWh Strom erzeugt und etwa 28,5 t CO<sub>2</sub> pro Jahr vermieden werden. Der spezifische Ertrag liegt auf Grund der Verschattungen bei 910 kWh/kW<sub>p</sub>. Die Investition für die Anlage beläuft sich auf etwa 58.000 €. Die Realisierung der Anlage und Ladesäulen sowie der Vermarktung des Stroms obliegt laut Steuerungsgesprächen der SWK (Details siehe E-Mob.)

## 6.4 Fazit

Auf Basis der bisherigen Betrachtungen des theoretisch möglichen Potentials kann davon ausgegangen werden, dass bei allen Objekten eine PV-Anlage in hohem Maße profitieren kann, wenn sich ein geeignetes Betreibermodell finden lässt. Aus derzeitiger Sicht machen Volleinspeisungsanlagen hinsichtlich der sinkenden Einspeisevergütung wirtschaftlich wenig Sinn. Daher gilt zu beachten, dass der vor Ort erzeugte Strom durch einen kontinuierlich verhältnismäßigen Strombedarf auch direkt unmittelbar in der Nähe wieder von Dritten verbraucht wird. Neben Kostenfaktoren spielen auch rechtliche und bauliche Aspekte bei Errichtung einer PV-Anlage eine große Rolle.

Im weiteren Verlauf des Konzepts hat sich herausgestellt, dass die Gebäude Da die sogenannten „Fuchsdächer“ auf allen drei Wohnsiedlungen weder die passende Statik, noch eine homogene Dachfläche aufweisen und teilweise auch erhebliche Verschattungen ermittelt werden konnten, sind diese nicht weiter zu betrachten und der Bilanz zu entnehmen. Lediglich die PV-Fassadenanlage sowie die PV-Anlage auf dem Carport werden in der Bilanz ausgewiesen.

Für die Fassadenanlage sollte auf Grund des geringen spezifischen Ertrages ein geeignetes Betreibermodell (i. d. R. Mieterstrommodell) gefunden werden, sodass Mieter und Vermieter langfristig davon profitieren können.

Die Wirtschaftlichkeit ist im Wesentlichen, aber besonders bei PV-Anlagen auf Carports, abhängig von den Kosten der Konstruktion. Die Kosten für die schlüsselfertige Anlage inkl. Carport wurden mit 2.000 €/kW<sub>p</sub> festgelegt. Da die Anlage von der SWK gebaut und vermarktet werden soll wurde auf Grund fehlender Lastgänge bzw. Stromverbräuche zur Vereinfachung die Anlage auf Volleinspeisung berechnet. Im Vordergrund steht daher das praktisch umsetzbare Potential und nicht die Wirtschaftlichkeit. Nach Absprache sollen am Standort mehrere öffentli-



che Ladesäulen realisiert werden, um besonders ansässigen Mietern die Möglichkeit zu eröffnen, einfach vor der Haustür das eigene E-Auto laden zu können. Des Weiteren soll in Kaiserslautern das E-Car-Sharing-Projekt „Emil“ der SWK weiter vorangetrieben werden.

In der folgenden Tabelle 6-3 werden alle betrachteten Objekte aufgelistet. Auf Basis der festgelegten Rahmenbedingungen lassen sich die folgenden relevanten Kennzahlen herleiten, die einen Einblick hinsichtlich des Potentials und der Einsparungen im Rahmen eines Anlagenbetriebs ermöglichen. Für das wirtschaftliche Ergebnis sind vor allem die Amortisationszeit, der kumulierte Cashflow nach 20 Jahren und die Stromgestehungskosten maßgeblich. Auch die mögliche CO<sub>2</sub>-Einsparung sollte unter Berücksichtigung der Klimaschutzziele bei der Entscheidung bedacht werden, da diese mit steigender Anlagengröße analog größer wird.

Zur Vereinfachung werden die Zahlen in der Tabelle 6-3 gerundet dargestellt. Die Parameter stellen Erfahrungswerte dar und können in der Praxis abweichen und das Ergebnis verfälschen.

Im weiteren Verlauf sollten Angebote zur Errichtung der Anlage eingeholt werden. Darüber hinaus sollten die Angebote die Kommunikation mit dem Netzbetreiber umfassen. Gerade bei Errichtung von Carports sind die Angebote vielfältig und die Preisspannen extrem groß.

Zur Bewertung der Angebote können die in dieser Ausarbeitung erläuterten Kennzahlen herangezogen werden. Anhand dieser besteht die Möglichkeit Angebotspreise schnell einordnen und vergleichen zu können.

Tabelle 6-3: Zusammenfassung aller betrachteter PV-Anlagen

Parameter \ Objekt	Gebäudetyp 1 (gesamt)	Gebäudetyp 2 (gesamt)	Gebäudetyp 3 (gesamt)	Hochhaus Hegel 7 (Fassade)	Carport	Summe/ Durchschnitt
<b>Installierte Leistung</b>	97 kWp	60 kWp	99 kWp	64 kWp	67 kWp	387 kWp
<b>Spez. Ertrag</b>	988 kWh/kWp	942 kWh/kWp	996 kWh/kWp	581 kWh/kWp	910 kWh/kWp	<b>883 kWh/kWp</b>
<b>Stromertrag</b>	96.000 kWh/a	55.200 kWh/a	98.000 kWh/a	37.550 kWh/a	60.600 kWh/a	<b>347.350 kWh/a</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung</b>	45 t/a	26 t/a	46 t/a	18 t/a	29 t/a	<b>163 t/a</b>
<b>Invest</b>	92.000 €	60.500 €	103.500 €	58.000 €	133.200 €	447.200 €
<b>Betriebskosten p.a.</b>	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%	0,70%
<b>Stromgestehungskosten</b>	0,06 €/kWh	0,07 €/kWh	0,06 €/kWh	0,09 €/kWh	0,06 €/kWh	0,07 €/kWh
<b>Fremdkapital-Anteil</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%
<b>Strompreissteigerung p.a.</b>	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a	2%/a

Es ist an dieser Stelle nochmals zu erwähnen, dass aufgrund statischer Einschränkungen lediglich die Fassadenanlage am Hochhaus Hegelstraße 7 und der PV-Carport in die Bilanzierungen und Maßnahmenempfehlungen mit einfließen. Die installierbare Leistung reduziert sich somit auf 131 kWp, die entsprechenden Erträge liegen bei ca. 98 MWh/a und die CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei ca. 46 t/a.

## 7 Maßnahmenvertiefung Mobilität

Um den Stellenwert der nachhaltigen Mobilität zu verdeutlichen, hat der Stadtrat am 05. Februar 2018 den Mobilitätsplan Klima + 2030 verabschiedet. Dieser wurde als Teilkonzept des integrierten Masterplans 100% Klimaschutz erarbeitet und enthält die konzeptionelle Grundlage für die Weiterentwicklung des Kaiserslauterer Mobilitätssystems. Das übergeordnete Ziel der zukünftigen Entwicklung ist demnach die Erhöhung der Lebensqualität und Attraktivität der Stadt Kaiserslautern und die in vielen Bereichen noch bestehende Dominanz des KfZ-Verkehrs zu reduzieren (Mobilitätsplan Klima + 2030: III). Mit der Verabschiedung der Ziele des Mobilitätsplans Klima+ 2030 hat die Stadt Kaiserslautern bereits frühzeitig den Handlungsbedarf in diesem Bereich identifiziert und innovative Lösungen gefordert.

Nicht nur auf politischer Ebene spielen der Klimaschutz und veränderte Anforderungen an bspw. Infrastruktur oder den öffentlichen Raum in Bezug auf Mobilität eine wichtige Rolle. So zeigen zum Beispiel die Nutzungsstatistiken von VRN-NextBike, oder die Tatsache, dass trotz allgemeinem Rückgang von Sharing-Diensten aufgrund der Corona-Pandemie, neue Carsharing-Fahrzeuge in der Stadt etabliert wurden, die sehr große Nachfrage für alternative Mobilitätsformen.

Die hier entwickelten Maßnahmen sollen diese Tendenzen unterstützen und eine sehr gute Ausgangssituation für deren weitere Entwicklung bieten.

Die Vertiefung Mobilität des vorliegenden Quartierskonzeptes sieht eine Bündelung von Alternativen Mobilitätsangeboten am in Kapitel 6.3.5 beschriebenen Solarcarport in der Leibnizstraße vor. Hierdurch wird die alternative Mobilität im Quartier sichtbar und den Menschen die Möglichkeit gegeben ihre Mobilitätsbedürfnisse klimafreundlich zu erfüllen. Im Enstadt: Pfaff Projekt sind ebenfalls Mobilitätsstationen konzipiert. Zudem ist hier auch gefordert, in der Gesamtstadt ein Netzwerk aus Mobilitätsstationen für eine lückenlose nachhaltige Mobilitätskette zu installieren. Die Station Betzenberg soll hier die erste Station einer gesamtstädtischen Strategie darstellen. Eine genaue Beschreibung der Maßnahmen befindet sich im folgenden Kapitel und im Maßnahmenkatalog.

## 7.1 Förderung von Multi- und Intermodalität

Multimodalität beschreibt die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel über einen betrachteten Zeitraum. Im Gegenteil dazu beschreibt die Monomodalität die Nutzung eines Verkehrsmittels über einen betrachteten Zeitraum, bspw. das Auto. Die Intermodalität kann im weiteren Sinne als Sonderform der Multimodalität gesehen werden und beschreibt die Nutzung mehrerer Verkehrsmittel auf einem Weg. Ziel ist bei der Förderung von Multi- oder Intermodalität die Dominanz des Privat-PKW zu verringern. Zur Förderung von multi- und intermodalem Verhalten haben sich in der Praxis Mobilitätsstationen als gute Lösungen gezeigt.

Einen guten Überblick über die Funktion und Wirkung von Mobilitätsstationen gibt die Definition des Deutschen Institutes für Urbanistik<sup>37</sup>.

„Die Idee von Mobilitätsstationen beruht auf der möglichst nahtlosen Verknüpfung von Verkehrsmitteln, um so Multi- und Intermodalität als Alternative zum privaten Pkw zu etablieren.“  
[...] Mit neuen digital- bzw. smartphonebasierten Informations- und Mobilitätsangeboten haben Nutzende heute einen wesentlich einfacheren Zugang zu öffentlichen und auch anderen (geteilten) Verkehrsmitteln. Dieser Faktor hat zum Wachstum neuer Mobilitätsformen beigetragen.“

„Mobilitätsstationen dienen der Angebotsdiversifizierung sowie der Verknüpfung vielfältiger Formen der Nahmobilität. Konkret sollen die Multimodalität sowie Intermodalität gesteigert werden – mit dem Ziel, bedürfnisgerechte Mobilität zu gewährleisten und gleichzeitig externe Effekte im Verkehr zu verringern (z.B. Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr auf den Fahrradverkehr).“

Beispielhafte Darstellungen von Mobilitätsstationen aus Offenburg und München sind in der folgenden Abbildung und zu sehen.

---

<sup>37</sup> Vgl. Deutsches Institut für Urbanistik (2019): Mobilitätsstationen in der kommunalen Praxis.



Abbildung 7-1: Beispiele Mobilitätsstationen: Offenburg (Böhme 2019) und München (Landeshauptstadt München 2019)

Eine Mobilitätsstation stellt also eine Einheit im Straßenraum dar, die verschiedene Verkehrsträger räumlich miteinander verknüpft und eine Konzentration verschiedener Mobilitätsangebote anbietet. Der unter 6.3.5 (Maßnahmenvertiefung Photovoltaik) konzipierte Solar-Carport sollte daher zur "Mobilitätsstation Betzenberg" erweitert werden. Für die Ladesäulen und das Carsharing sind bereits Stellplätze verfügbar, für das Bikesharing, das E-Bikesharing, sowie das e-Lastenradsharing, sollten ca. 3-4 PKW-Stellplätze umgewandelt werden. An der dann entstehenden Mobilitätsstation Betzenberg haben die Bewohner im Quartier die Möglichkeit aus verschiedenen Fortbewegungsmitteln zu wählen. Die beiden Hauptverkehrsangebote, um längere Wege zurückzulegen sind Fahrräder sowie E-Carsharing-Fahrzeuge. Daneben gibt es ausreichend Möglichkeiten das eigene Fahrrad sicher und wettergeschützt abzustellen und umfangreiche Informationstafeln zum ÖPNV. Die Fahrradabstellanlagen weisen die qualitativen Mindestanforderungen des ADFC auf. Die Informationstafeln geben u. a. Informationen zu Busfahrplänen, Preisinformationen für die angebotenen Dienste und stattfindenden Veranstaltungen zum Thema Mobilität im Quartier.

Durch die Erweiterung des Solar-Carports zu einer Mobilitätsstation entsteht eine unmittelbare Förderung eines multimodalen Verkehrsverhaltens. Die Station dient als zentraler Hub für nachhaltige Mobilität am Betzenberg und soll verschiedene Dienste vereinen:

- E-Carsharing
- Fahrradmobilität:
  - Bike-Sharing
  - Lastenradsharing
  - Fahrradboxen für die sichere Unterbringung von Fahrrädern
  - Öffentliche Fahrradabstellanlagen
  - Öffentliche Ladeinfrastruktur für PKW

Diese Maßnahmen werden im Folgenden genauer beschrieben.

Eine besondere Wirkung entfaltet die Station im Netzwerk von städtischen Mobilitätsstationen. Das Mobilitätskonzept 2029 für das Pfaff-Areal hat mehrere Stationen inklusive eines Finanzierungsmechanismus für öffentliche Mobilitätsstationen erarbeitet. Die Errichtung einer weiteren Station auf dem Betzenberg legt den Grundstein für ein lückenloses nachhaltiges Mobilitätsangebot in der Stadt Kaiserslautern.

## 7.2 E- Carsharing

Ein Ansatzpunkt zur Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität liefert die Kombination aus Carsharing und Elektromobilität. Das E-Carsharing verbindet dabei zwei Entwicklungen, welche Teil des gegenwärtigen Wandels der Mobilität sind: Elektromobilität als neue Mobilitätstechnologie und Carsharing als neue Organisationsform der Mobilität. Carsharing ist die organisierte, gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen. Hierbei befindet sich das Fahrzeug nicht im eigenen Besitz, sondern wird von mehreren Nutzerinnen geteilt. Besitzer des PKW ist in der Regel der Carsharing-Anbieter, der mit den Kunden bei Anmeldung einen Rahmenvertrag abschließt. Bezahlt wird dabei nur die tatsächliche Nutzung des Fahrzeuges. Sämtliche Kosten (Tanken, Versicherung, Reparatur, Pflege und Wartung, ...) sind hier inbegriffen. Daher ist die Nutzung von Carsharing gegenüber dem Besitz eines Fahrzeuges bei weniger als 10.000 km/a zurückgelegten Kilometern in der Regel günstiger<sup>38</sup>. Für Privat-PKW (speziell bei Zweit- und Drittwagen), welche oft nur wenige Minuten und Kilometer am Tag verwendet werden, fallen dennoch jeweils die Gesamtkosten an. Ein PKW in Deutschland legt am Tag im Schnitt 38,4 Kilometer zurück<sup>39</sup>. Damit korrelieren zudem auch die Nutzungszeiten des PKW welche sich auch im Schnitt unter einer Stunde am Tag belaufen. Hieraus ergibt sich ein hohes Potenzial für eine gemeinsame Nutzung von Automobilen.

Elektromobilität als Antriebstechnologie bietet die Möglichkeit, Fahrzeuge unabhängig von konventionellen Treibstoffen anzutreiben. Hierbei werden lokal keine Emissionen ausgestoßen. Die größten Vorteile kann die Elektromobilität erzielen, wenn der „getankte“ Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde. Eine effizientere Nutzung von PKW kann durch das Carsharing erzielt werden.

---

<sup>38</sup> Bundesverband für Carsharing e.V., 2019

<sup>39</sup> Kraftfahrtbundesamt 2021

Der weitere Ausbau von E-Carsharing auf dem Betzenberg kann viele positive Effekte erzielen:

- Finanzieller Nutzen für Nutzerinnen: Die Nutzung von Carsharing ist wesentlich günstiger als ein wenig genutzter (Zweit-)PKW
- Durch geringe Gesamtkosten können alle Bevölkerungsteile mobil sein
- Durch die Nutzung von Elektromobilität wird ein Beitrag zur klimaschonenden Mobilität geleistet
- Das unverbindliche Testen einer neuen Technologie (Elektromobilität) kann positive Effekte auf die Ausbreitung der Technologie bei Privat-PKW, und somit Multiplikatoreffekte für den Klimaschutz haben
- Durch die Maßnahme kann ein Beitrag zur Reduzierung von PKW geleistet werden. Damit lassen sich auch produktionsbedingte Emissionen einsparen.

Die potenziellen Nutzergruppen für ein E-Carsharing auf dem Betzenberg sind vielseitig. Das können zum Beispiel Personen ohne eigenen PKW sein, welche den Dienst nutzen, um die täglichen Bedürfnisse zu erledigen oder um sonstige Fahrten zu unternehmen. Haushalte ohne Zweit-PKW oder mit einem Zweit-PKW mit geringer Laufleistung können von den im Vergleich geringeren Kosten profitieren. Vereine können den PKW für Vereinsfahrten und die tägliche Vereinsorganisation nutzen.

Hierbei sind die Fahrten von Interesse, welche unmittelbar nach Beendigung (Einkaufen, Hobby, Soziale Dienste, Dienstleistungen etc.) zum Startpunkt zurückkehren. Das tägliche Pendeln zur Arbeit bietet hingegen eher Potenzial durch gemeinsames Fahren zur Arbeit (Fahrgemeinschaften).

### 7.3 Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur für PKW

Zur Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehrssektor ist die Effizienzsteigerung der Antriebstechnologie unumgänglich. In der Strategie der Bundesregierung nimmt die Elektromobilität eine zentrale Rolle ein. Zur Verbreitung der Elektromobilität ist jedoch ein weiterer Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur notwendig. Ziel der Ausbaustrategie ist die Errichtung eines flächendeckenden, bedarfsgerechten und nutzerfreundlichen Netzes öffentlich zugänglicher Ladestationen. Damit verbunden ist auch eine Steigerung der Akzeptanz der Elektromobilität als solches, da dem Argument der niedrigen Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten mit einem umfassenden Ausbau begegnet wird.



Auf der Bürgerveranstaltung am 26.10.2021 (siehe Abschnitt 7.5) wurde die Aufstellung der 2 Ladesäulen in der Rosseaustraße durch die Menschen vor Ort positiv bewertet, gleichzeitig jedoch angemerkt, dass ein weiterer Ausbau gewünscht wird. Dies bezog sich auf die Anzahl der öffentlichen Ladepunkte, die Verteilung auf dem Betzenberg (mehrere Standorte sind gewünscht) und auf den Ausbau im privaten Bereich durch die BauAG. Öffentliche Ladepunkte können sehr gut an der Mobilitätsstation Betzenberg am Solarcarport errichtet werden. Dies ermöglicht auch die Nutzung des vor Ort erzeugten Stroms.

Für die Finanzierung stehen Bundesförderungen bereit, die in regelmäßigen Aufrufen in ihrer Höhe spezifiziert werden (vgl. Förderrichtlinie "Aufbau einer Ladeinfrastruktur (LIS)").

Aufgrund der bereits vorhandenen Ladesäule sollte mittelfristig darüber nachgedacht werden, auch an weiteren Punkten im Quartier Ladeinfrastruktur zu errichten. Um die Standorte der BauAG zu attraktiveren, sollte zudem eine Ausbaustrategie der BauAG entwickelt werden (siehe Maßnahme Private Ladeinfrastruktur der BauAG). Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde ein dreiteiliger PV-Carport konzipiert, welcher zusätzlich (teilweise) mit Ladesäulen ausgestattet werden könnte (siehe auch Abschnitt 6.3.5).



Abbildung 7-2: Simulierter PV-Carport in der Leibnizstraße



## 7.4 Fahrradmobilität

Dem Fahrrad kommt im Zuge der zukünftigen Mobilität, gerade im Stadtverkehr eine besondere Rolle zu. „In einem Entfernungsbereich bis etwa 5 km stellt das Fahrrad das ideale innerörtliche Verkehrsmittel dar und eignet sich für alle Wegzwecke gleichermaßen – Alltagsverkehr und Freizeitverkehr“<sup>40</sup>. Kaiserslautern, speziell der Betzenberg bietet sich aufgrund der Distanzen zu häufig besuchten Zielen gut für den Fahrradverkehr an.

Die vergleichsweise geringe Nutzung, kann zum Teil durch die Topographie der Stadt begründet sein (vgl. Abbildung 7-3). Dieses Hindernis wird jedoch mit der rasanten Marktdurchdringung von E-Bikes zunehmend genommen. Daher werden bei der Beschreibung der Maßnahmen im Folgenden explizit Elektro-Fahrräder mitgeschrieben.

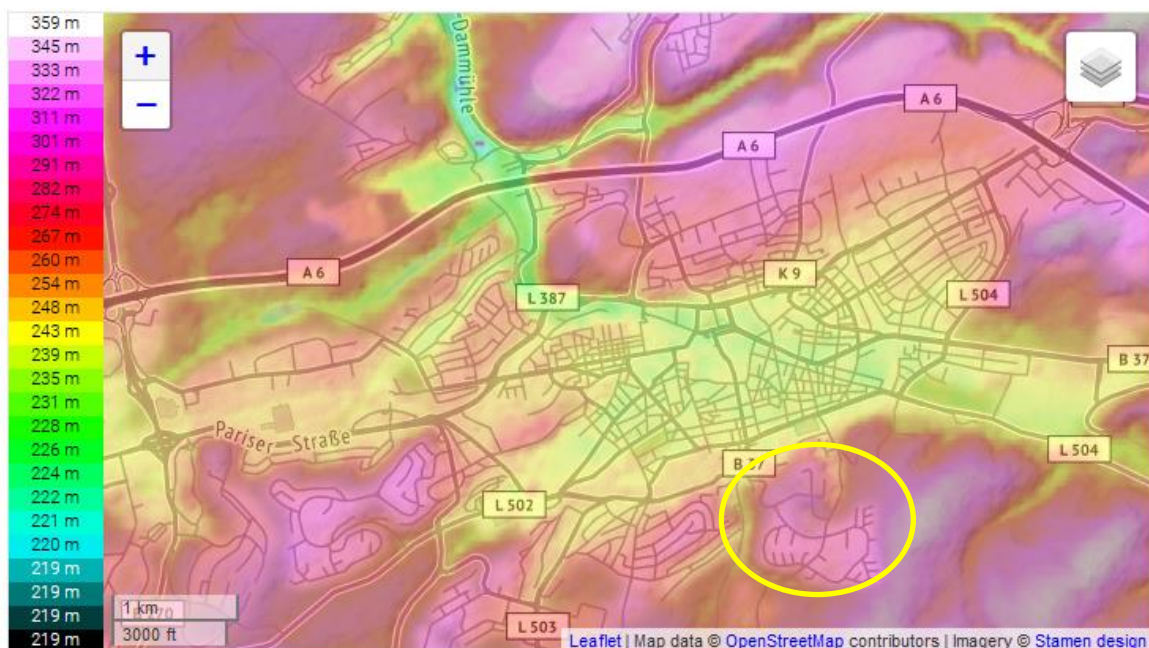


Abbildung 7-3: Topographische Lage Stadt Kaiserslautern (Quelle: Topographic Map, 2019).

Die Reisezeiten innerhalb der Stadt im Vergleich zwischen Pedelec und PKW sind in Abbildung 7-4 aufgeführt. Die Reisezeiten sind bereits in der neutralen Betrachtung sehr ähnlich. Den Vorteil spielen Fahrräder und Pedelec speziell in den Stoßzeiten des Pendelverkehrs aus, da Fahrradwege und Aufstellstreifen an Ampelanlagen in der Regel nicht von PKW-Stau betroffen sind und somit ein wesentlich schnelleres Erreichen des Ziels ermöglichen.

<sup>40</sup> Stadtverwaltung Kaiserslautern, 2018, S. 18.

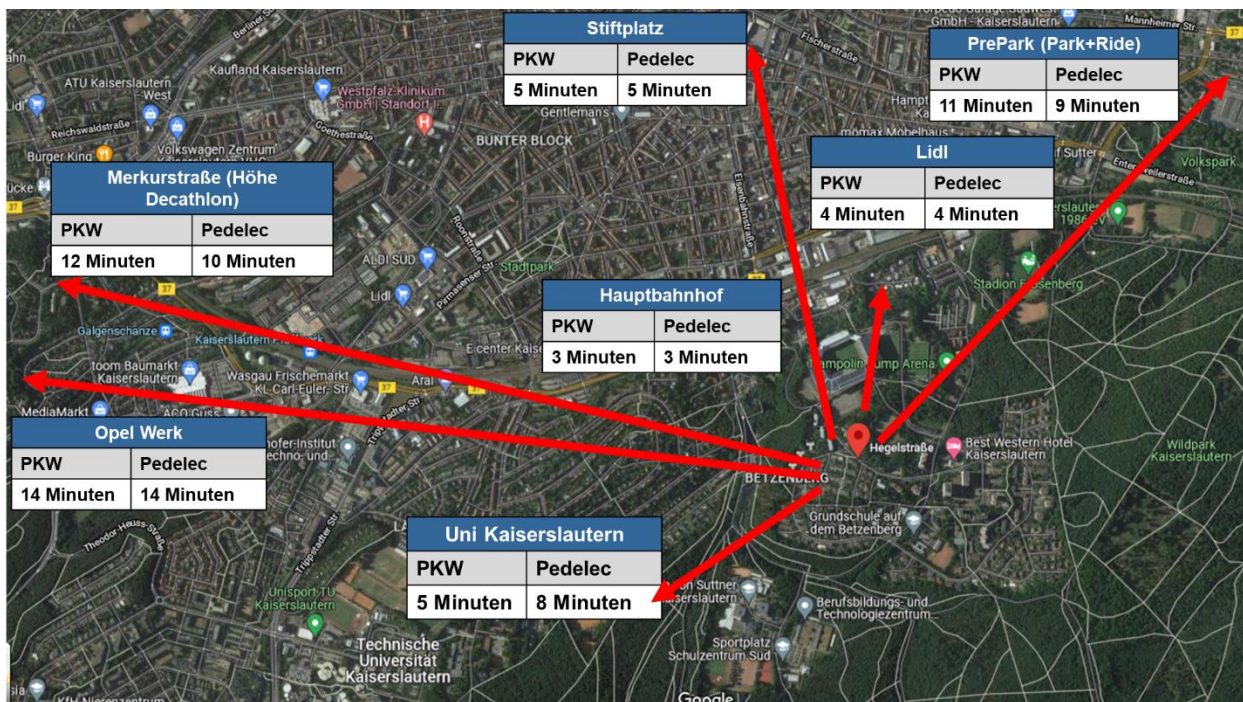


Abbildung 7-4: Reisezeitenvergleich (ohne PKW-Stoßzeiten) Betzenberg, Quelle: Eigene Berechnung, Daten & Kartengrundlage: Google Maps 2021

Das Thema Elektromobilität im Fahrradbereich wurde auch auf der Bürgerveranstaltung am 26.10.2021 behandelt. Zudem wurden Testfahrten mit verschiedenen E-Bikes und Lastenrädern angeboten (siehe Abschnitt 7.5).

#### 7.4.1 Bikesharing an der Mobilitätsstation

##### Etablierung eines Bikesharing-Angebotes auf dem Betzenberg

Zur Gewährleistung der Fahrradmobilität für alle Zielgruppen ist eine Integration von Bikesharing in die Mobilitätsstation wichtig. Mit der Platzierung einer Bikesharingstation auf dem Betzenberg können die Vorteile dieses Mobilitätsangebotes auch auf dem Betzenberg genutzt werden. Abbildung 7-5 zeigt die Standorte des Anbieters VRNnextbike in der Stadt Kaiserslautern. Hier fällt auf, dass bisher keine Station auf dem Betzenberg vorhanden ist. Durch ein flächendeckendes Netz können Wege in der Stadt kostengünstig ohne PKW zurückgelegt werden. Um eine einfache Nutzung zu gewährleisten ist die Integration in das bestehende Bike-Sharing-System der Stadt (zurzeit VRN Nextbike) oder eines anderen Systems notwendig.





Abbildung 7-5: Bikesharing-Standorte in Kaiserslautern (Quelle: VRNnextbike, o. J.).

### Erweiterung des städtischen Bikesharing-Angebotes um Pedelecs

Um der Topographie auf dem Betzenberg und in weiteren Stadtteilen gerecht zu werden und auch um alle Zielgruppen anzusprechen ist eine Erweiterung des Bikesharing mit E-Bikes bzw. Pedelecs sinnvoll. Pedelecs erhöhen zudem die Vorteile in Bezug auf verkürzte Reisezeiten im Vergleich zum PKW. So schneiden Pedelecs im innerstädtischen Verkehr bis zu Entfernungen von 10 km, gerade in Stoßzeiten, i.d.R. besser ab als PKW.<sup>41</sup>

Die Erweiterung um E-Bikes bzw. Pedelecs hat darüber hinaus jedoch noch weitere Vorteile:

- Sie trägt erweiterten Komfortansprüchen der Nutzer Rechnung
- Durch die reduzierte körperliche Anstrengung und deren Auswirkung steigt die Akzeptanz als Mobilitätsart zum Pendeln
- Erhöht die subjektive Reichweite der Nutzer

<sup>41</sup> UBA, 2014, S. 8.

#### 7.4.2 Etablierung von Lastenfahrrädern in das täglich genutzte Mobilitätsangebot

Das Transportieren von Lasten stellt weiterhin einen Hauptgrund für den Besitz oder die Nutzung eines PKW dar. Hier hat sich jedoch in jüngerer Vergangenheit die Mobilität mit elektrisch unterstützten Elektro-Lastenfahrrädern als Alternative aufgezeigt. Auf der Bürgerinnenveranstaltung am 26.10.2021 hat ein lokaler Fahrradhändler verschiedene Modelle zu Testfahrten angeboten. Das Angebot stieß auf großes Interesse.

Ein Lastenfahrrad ist je nach Modell ein 2-3-rädiges Fahrrad, welches über eine Ladefläche und/oder Box verfügt. Die maximal zulässige Ladekapazität beträgt oftmals bis zu 100 kg, in Ausnahmefällen auch bis zu 200 kg. Durch den in der Regel elektrisch unterstützten Antrieb lassen sich diese Lasten komfortabel und klimafreundlich befördern.

Eine Untersuchung im Zuge des Projekts CycleLogistics hat das Potenzial von Fahrrädern als Lastentransport im Bereich Supermärkte und Baumärkte untersucht. Von den untersuchten 6.000 Einkäufen hätten 80% mit dem Fahrrad, 14% mit zusätzlichem Hänger oder dem Lastenrad erledigt werden können.

Nur in 6% der untersuchten Fälle wäre ein PKW notwendig gewesen.<sup>42</sup> Eine weitere wichtige Eigenschaft ist der Transport von Personen, im Speziellen Kindern, mit dem Lastenfahrrad. Hier bieten viele Herstellersysteme die verkehrssichere Mitnahme von bis zu 3 Kindern an. Dies ermöglicht auch eine Nutzung im Bereich von Kindertagesstätten und Schulen.

Für die Erfüllung täglicher Bedarfe z.B. den Transport größerer Einkäufe oder Kinder sollten Lastenfahrräder ein fester Bestandteil des Bikesharing werden. Zur Vereinfachung der Nutzung, sollten die Lastenräder auch in das Korrespondenznetz des bisherigen Bikesharing in Kaiserlautern integriert werden. Zudem besteht die Möglichkeit durch die BauAG ein privates Lastenradsharing auf Wohnblockebene zu initiieren.

---

<sup>42</sup>Bike Citizens Germany GmbH, 2016.

### 7.4.3 Schaffung von öffentlichen Fahrradabstellanlagen an der Mobilitätsstation:

Um die Nutzung des Fahrrades möglichst bequem und mit kurzen Wegen zu ermöglichen, sollten öffentliche Stellplätze am Solarcarport errichtet werden. Die Größe der Stellplätze sollte mindestens 1,25 m<sup>2</sup> betragen. Neben der Anzahl und Größe sollten auch gewisse Qualitätsstandards vorausgesetzt werden. Diese erhöhen den Diebstahlschutz und steigern den Komfort dieser Mobilitätsart. An dieser Stelle sei auf die Technische Richtlinie „TR 6102“ des ADFC für empfehlenswerte Fahrrad-Abstellanlagen hingewiesen, die Anforderungen an Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit definiert und als Mindeststandard gesehen werden sollten.<sup>43 44</sup>

Um das Fahrradfahren mehr in die Alltagsmobilität zu integrieren, braucht es gute öffentliche Infrastruktur. Daher ist die Aufstellung von Fahrradständern im öffentlichen Raum zu prüfen und bei Baumaßnahmen mitzudenken. Dies betrifft den öffentlichen Raum (Zuständigkeit: Stadt Kaiserslautern) und den privaten Raum (BauAG).

## 7.5 Bürgerveranstaltung: „Nachhaltige Mobilität zum Anfassen“ am Betzenberg

Ein nachhaltiges und klimaschonendes Mobilitätssystem ist von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung resilienter und moderner Städte. Eine wichtige Frage, die sich in diesem Zusammenhang ergibt, ist, wie sich die Mobilität gewährleisten lässt, ohne dass der entstehende Verkehr Mensch und Umwelt weiterhin stark belastet. Ziel sollte es daher sein, die notwendige Mobilität umweltverträglich zu gestalten und die Lebensqualität in Städten mehr in den Vordergrund zu stellen. Dafür müssen Strategien und Maßnahmen entwickelt werden, die die Mobilitätsbedürfnisse mit den Anforderungen an eine nachhaltige Entwicklung vereinen.

Hierfür wurde im Rahmen des Quartierskonzeptes am 26.10.2021 zur Abendveranstaltung „Nachhaltige Mobilität“ auf dem Betzenberg in Kaiserslautern eingeladen. Die folgenden Bilder liefern Eindrücke der Veranstaltung.

---

<sup>43</sup> Vgl. ADFC, o. J.

<sup>44</sup> Eine Übersicht der vom ADFC geprüften Modelle findet sich unter <https://www.adfc.de/artikel/adfc-empfohlene-abstellanlagen-gepruefte-modelle/>.



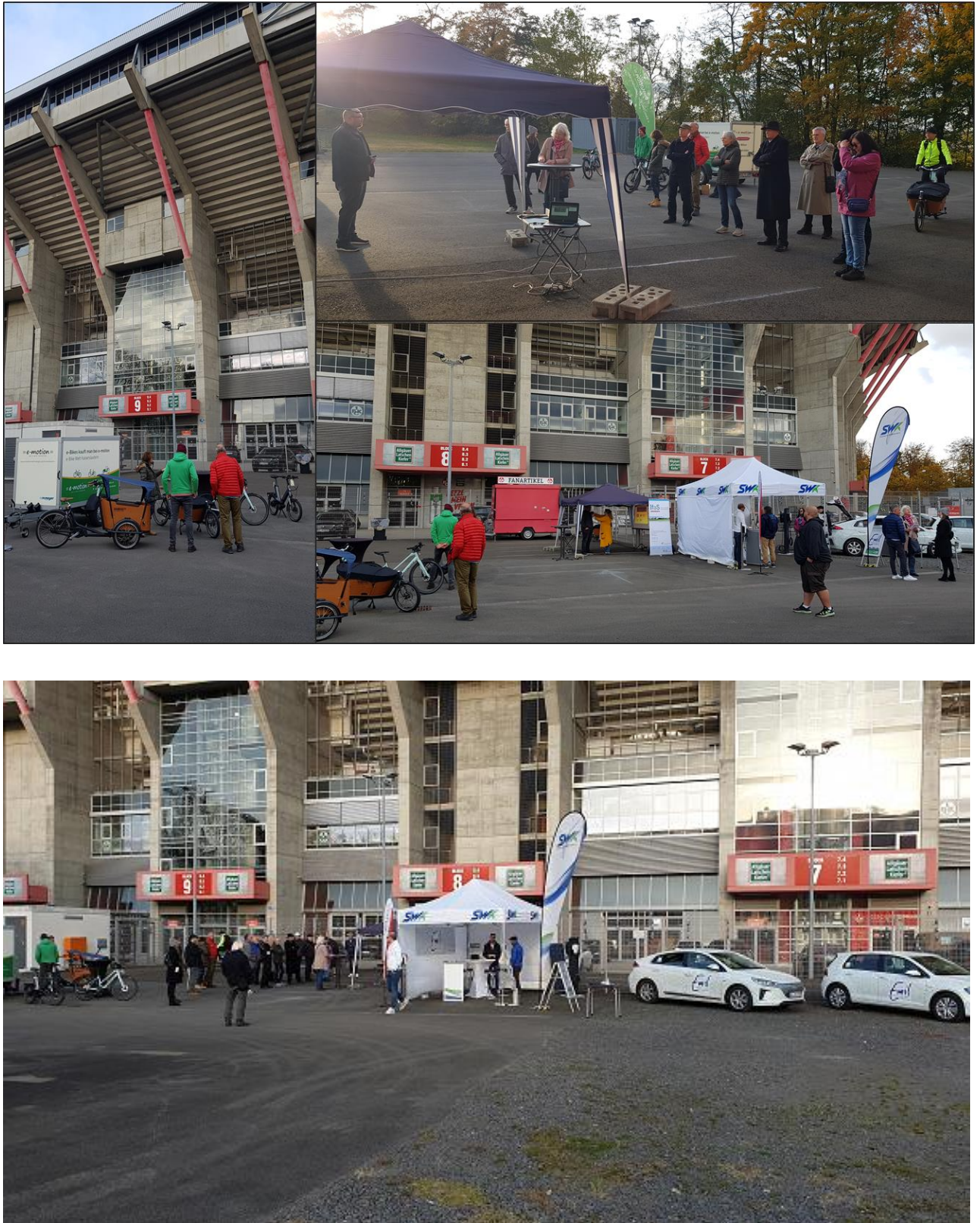






Abbildung 7-6: Impressionen der Bürgerveranstaltung am Betzenberg; Quelle: IfaS 2021

Nach einer kurzen Einführung zu den Hintergründen des KfW-Quartierskonzepts und zur Bedeutung nachhaltiger Mobilität, wurde den Teilnehmenden im ersten Block ein Überblick über das Thema der Fahrrad- bzw. E-Bike Mobilität gegeben. Hierbei wurde der Fokus auf die Alltagsmobilität gelegt. Fahrräder und vor allem E-Bikes haben in Kaiserslautern mit seinen kurzen Wegen, sehr großes Potenzial die Alltagsmobilität autoarm oder gar autofrei zu gestalten.



Für den alltäglichen Transport von Kindern, Einkäufen und Gegenständen wurden die Thematik der E-Lastenräder vorgestellt. Ein lokaler Fahrradhändler bot die Möglichkeit direkt vor Ort E-Bikes und E-Lastenräder zu testen. Diese Möglichkeit wurde von den ca. 30 Teilnehmenden stark genutzt.

Um die Wege umweltfreundlicher zu gestalten, die weiterhin mit dem PKW zurückgelegt werden sollen, wurde ein weiterer Schwerpunkt, die Elektromobilität, vorgestellt, auf Fragen und Vorurteile eingegangen und Förderprogramme zur Anschaffung von E-Autos oder privater Ladeinfrastruktur vorgestellt. Ein weiterer wichtiger Bereich ist die Verknüpfung aus E-Mobilität und Sharing Economy: das E-Carsharing. Hierzu stellten die Stadtwerke Kaiserslautern ihr Angebot Emil vor. Auch hier wurde das Angebot der Testfahrt ausführlich genutzt. Die Veranstaltung gliederte sich in einen von IfaS gehaltenen Kurzvortrag zur Einführung und der anschließenden Phase „Nachhaltige Mobilität zu Anfassen“. Hier konnten die Menschen Testfahrten durchführen und an den 3 Infoständen „E-Bike und Lastenräder<sup>45</sup>“, „e-Carsharing Emil<sup>46</sup>“ und „Infostand Elektromobilität<sup>47</sup>“ ihre Fragen stellen und beantworten lassen.

---

<sup>45</sup> Emotion Kaiserslautern

<sup>46</sup> Stadtwerke Kaiserslautern

<sup>47</sup> Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

## 8 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Im Unterschied zu häufig rein technisch orientierten Studien enthalten energetische Quartierskonzepte eine Ansprache lokaler Zielgruppen und Multiplikatoren. Einzelgespräche, Workshops und Vorträge wurden durchgeführt mit dem Ziel, die Akzeptanz für das Konzept zu steigern und eine gemeinsame Maßnahmenentwicklung durch die Steigerung des Bewusstseins für klimagerechtes Handeln zu erreichen. Dabei ist zunächst eine regelmäßige Rückkopplung der Konzepterstellung mit Vertretern aus der Stadtverwaltung hilfreich, damit ein kontinuierlicher Informationsfluss über die gesamte Projektlaufzeit aufrecht erhalten bleibt. Dazu wurde eine Steuerungsgruppe einberufen.

Insgesamt sei an dieser Stelle auf die erschwerten Bedingungen in der Konzepterstellung während der „Corona-Krise“ hingewiesen. Dies betrifft insbesondere die Öffentlichkeitsarbeit mit Bürgern aber auch die Arbeit in der Steuerungsgruppe, welche aufgrund von zeitweisen Versammlungsverboten nur per Video- oder Telefonkonferenzen möglich war. Das Ersetzen realer Treffen durch digitale Veranstaltungen war wegen der teilweise fehlenden Ausstattung bei der Bevölkerung sowie aufgrund der wenig technikversierten, älteren Bevölkerung nur schwer zu realisieren. Insbesondere haben sich dadurch zeitliche Verzögerungen ergeben.

### 8.1 Steuerungsgruppe

Zur gemeinsamen Maßnahmenentwicklung unter Berücksichtigung der Interessen/Prioritäten der, für die Umsetzung relevanten Akteure, wurde eine Steuerungsgruppe gegründet. Diese bestand im Kern aus Vertretern der Bau AG als Gebäudeeigentümer (Herr Bauer und Herr Petz), Vertretern der Stadt Kaiserslautern (Klimaschutzmanagerin Julia Becker), Vertretern der Stadtwerke Kaiserslautern (Herr Strauß und Frau Bechthold) und den Projektmanagern des IfaS (Herr Huwig, Herr Ruth). Je nach Handlungsfeld bzw. Themenfeld wurden aus beteiligten Institutionen jeweils Fachkollegen in die Steuerungsgespräche hinzugezogen.

Insgesamt fanden innerhalb der Laufzeit des Konzeptes acht Sitzungen der Steuerungsgruppe statt (vgl. Tabelle 8-1). Die Termine dienten dazu, Ideen zu entwickeln, Zwischenergebnisse zu diskutieren und die jeweils nächsten Bearbeitungsschritte vorzubereiten.

Tabelle 8-1: Termine Steuerungsgespräche

Steuerungsgespräche		
Nummer	Datum	Art
1	21.01.2021	online
2	23.02.2021	Ortsbegehung
3	29.03.2021	online
4	27.04.2021	online
5	19.05.2021	online
6	06.07.2021	online
7	06.09.2021	online
8	01.10.2021	online
9	08.10.2021	online
10	04.11.2021	online

## 8.2 Beteiligung von Bevölkerung und Gebäudeeigentümern

Um die Bevölkerung im Quartier so aktiv wie möglich in das Quartierskonzept einzubinden, werden in der Regel Veranstaltungen mit verschiedenen thematischen Schwerpunkten angeboten. Das Hauptaugenmerk liegt darauf, die Gebäudeeigentümer zu informieren und damit zum Handeln anzuregen. Zur Unterstützung diente eine begleitende Öffentlichkeits- und Pressearbeit.

Öffentliche Veranstaltungen sollen dazu dienen, alle mit dem Quartier verbundenen Menschen in die Konzeptarbeit einzubinden, sodass die Inhalte des Quartierskonzeptes möglichst vielen Akteuren zugänglich gemacht werden. Die Auswahl des entsprechenden Themas, der Ablauf des Termins sowie die Organisation erfolgt normalerweise in enger Abstimmung mit den projektverantwortlichen Ansprechpartnern. Das Veranstaltungsformat wird in der Regel so gewählt, dass neben Vorträgen mit Diskussionsrunden auch die Möglichkeit besteht, durch aktive Beteiligung am Projekt teilzuhaben.

Aufgrund der Corona-Pandemie konnte lediglich eine Veranstaltung durchgeführt werden. Seitens der Steuerungsgruppe bestanden Zweifel daran, dass mit einer reinen Online-Veranstaltung alle Menschen erreicht werden können.

Jedoch fand am 26.10.2021 eine Abendveranstaltung zum Thema Elektromobilität, E-Carsharing sowie E-Bikes und Lastenräder statt, an welcher die Teilnehmer auch die Möglichkeit hatten E-Fahrzeuge, E-Bikes und E-Lastenräder Probe zu fahren. Eine ausführlichere Beschreibung des Ablaufs und der Inhalte findet sich in der Maßnahmenvertiefung Mobilität (siehe Abschnitt 7.5).

### 8.3 Weitere Akteursbeteiligung

Einzelgespräche mit Akteuren dienen der Vertiefung spezifischer Fragestellungen und Projektideen sowie der dahingehenden Beratung. Im Rahmen des Quartierskonzeptes bezog sich diese Beratung vorrangig auf die Themen Nahwärme, Photovoltaik und Mobilität.

Da die Schlüsselakteure bereits Teil der Steuerungsgruppe waren, wurden lediglich Einzelgespräche (außerhalb der Steuerungstermine) mit den Projektpartnern durchgeführt, insbesondere zur Datenerhebung und Maßnahmenentwicklung.

### 8.4 Zukünftige Öffentlichkeitsarbeit

Die erfolgreiche Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen im Bereich von Wohnquartieren bedarf stets der Begleitung durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit. Dies ergibt sich vor allem aus dem Umstand, dass ein großer Teil der im vorliegenden Konzept dargestellten Potenziale in der Hand privater Akteure, insbesondere Bürgern, liegt. Damit einhergehend kann sich die Einflussnahme der Stadt nur auf die Beeinflussung von deren Nutz- und Konsumverhalten hin zu einem energieeffizienten Handeln beschränken.

In diesem Zusammenhang ist der Einsatz flankierender Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit, Beratung und Bildung unabdingbar, welche zur

- Information,
- Sensibilisierung,
- Motivation und
- Aktivierung

relevanter Akteure im Quartier dienen. Denn nur ausreichend informierte und sensibilisierte Akteure werden bereit sein, aktiv Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Beleuchtungs-, Heizungserneuerung) im Quartier umzusetzen und die Bemühungen der Stadt zu unterstützen. Hierzu müssen potenziell vorherrschende Hemmnisse gegenüber der Umsetzung solcher Maßnahmen, wie z. B. fehlende oder mangelnde Kenntnisse über Handlungspotenziale bzw. über Vor- und Nachteile solcher Maßnahmen, durch eine fundierte Informationsbereitstellung und einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit ausgeräumt werden.

## 9 Umsetzungshemmnisse, Synergieeffekte und Wechselwirkungen

Bezüglich der Umsetzung von Maßnahmen auf Einzelgebäudeebene, insbesondere Photovoltaik, regenerative Heiztechnik und Gebäudehüllensanierung, werden folgende Faktoren als zentrale Hemmnisse eingeschätzt:

- Fehlende Informationen zur Wirtschaftlichkeit und Förderprogrammen,
- Abschreckung durch teilweise hohe Anfangsinvestition sowie
- Scheuen des Aufwands für Planung, Finanzierung und Installation.

Insgesamt lassen sich die identifizierten Hemmnisse aktorsgruppenspezifisch auführen und nachfolgend zusammenfassen:

- Städtische Hemmnisse,
- Hemmnisse bei privaten Eigentümern sowie
- Hemmnisse bei anderen Akteuren.

Die entsprechenden Hemmnisse werden in der nachfolgenden Tabelle aufgezählt und entsprechende Lösungsansätze aufgezeigt. Die Wechselwirkungen und Synergieeffekte der Maßnahmen in den Projektskizzen wurden für jede Maßnahme gesondert analysiert und dargestellt. Details sind dem Maßnahmenkatalog im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 9-1: Hemmnisse und deren Lösungsansätze

Städtische Hemmnisse	
Hemmnisse	Lösungsansätze
mangelnde finanzielle Leistungsfähigkeit zur Umsetzung von Großprojekten (insb. Bereich Nahwärme)	Es stehen umfangreiche Fördermittel zur Verfügung (Sanierungsmanagement, Sanierung öffentlicher Liegenschaften), Einsparungen der Energiekosten wirken sich positiv auf Unterhaltskosten aus Suche nach Investoren zur Durchführung von Großprojekten
keine langfristige Verstetigung des Prozesses zur nachhaltigen Entwicklung	Einbezug von Multiplikatoren, Bildung eines Akteursnetzwerkes (auch im Nachgang des Sanierungsmanagers), Definition weiterer zentraler Ansprechpartner
Hemmnisse bei privaten Eigentümer*innen	
Hemmnisse	Lösungsansätze
hoher Altersdurchschnitt (teilweise hohe Investitionen, welche sich nicht mehr zu Lebzeiten amortisieren werden, teilweise keine Aufnahme von Krediten mit langen Laufzeiten möglich), keine oder zu geringe Finanzierungsmittel	kleine Energiesparmaßnahmen durch kostengünstige Maßnahmen (z. B. Änderung des Nutzerverhaltens, Dämmung oberste Geschossdecke/Kellerdecke), generell Sensibilisierung für das Thema durch Schulungen, Chancen bestehen bei Eigentümerwechsel, hier sollten die neuen Eigentümer direkt angesprochen und informiert werden
zu geringe Nachfrage nach Beratungsangeboten, Sammelbestellungen etc.	kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Gewinnung von Multiplikatoren
mangelhaftes Grundwissen zum Thema energetische Sanierung (Ängste/Vorurteile z. B. vor Schimmelbildung nach der Sanierung o.Ä.)	ausfindig machen von Musterprojekten im Quartier (bereits sanierte Beispielgebäude, deren Besitzer direkt angesprochen und befragt werden können), Weiterbildungen zum Thema energetische Gebäudesanierung regelmäßig anbieten
Hemmnisse bei anderen Akteuren	
Hemmnisse	Lösungsansätze
mangelnde Mitwirkungsbereitschaft	kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Gewinnung von Multiplikatoren
Elektromobilität	
Hemmnisse	Lösungsansätze
fehlende Nachfrage für das Angebot der ÖPNV-Nutzung	siehe Beschreibung in den Projektskizzen, Auswahl verschiedener Szenarien als Lösungsweg, Sponsoren finden
Fehlendes bürgerliches Engagement	Engagement und Bekanntheitsgrad durch besseres Marketing, Vereine als Sponsoren



## 10 Controlling-Konzept

Die Stadt Kaiserslautern hat sich mit dem Quartierskonzept Betzenberg ehrgeizige und quantifizierbare Klimaschutz- und Entwicklungsziele in den Handlungsfeldern Energieeinsparung, Energieeffizienz und Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2030 und perspektivisch bis 2050 gesetzt.

Es bedarf einer regelmäßigen Kontrolle und Steuerung, um die personellen und finanziellen Ressourcen für die Zielerreichung effektiv und effizient einzusetzen. Infolgedessen ist die Einführung eines Controlling-Systems erforderlich, in dessen Prozess der Zeitraum der definierten Ziele eingehalten und ggf. Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können (Konfliktmanagement). Ein stetiges Controlling ermöglicht es, den Grad der Umsetzung der beschriebenen Einzelmaßnahmen und ihre Wirksamkeit zu überprüfen.

**Sowohl die Bau AG wie auch Stadt und Stadtwerke Kaiserslautern verfügen bereits über Controllingkonzepte, welche idealerweise miteinander verknüpft werden könnten. Insbesondere das Klimaschutzcontrolling der Stadt im Rahmen der Masterplankommune ist hier zu nennen.**

Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controlling-Systems sollten klar geregelt werden. Während der Quartierskonzepterstellung hat sich gezeigt, dass die Vernetzung der Akteure zentraler Bestandteil einer gezielten Quartiersentwicklung sein muss. Darüber hinaus sind Personalressourcen wesentlicher Bestandteil für die Einführung eines effektiven Controllings zur Überwachung einer erfolgreichen, praktischen Umsetzung der sich aus dem Quartierskonzept ergebenden Maßnahmen. Die Frage, welche Organisationseinheit und welche Person verantwortlich sein sollen, muss folglich definiert werden.

Das Controlling-Konzept verfügt über zwei feste Elemente: die Energie- und Treibhausgasbilanz und den Maßnahmenkatalog. Dabei verfolgt die Bilanz einen Top-Down- und der Maßnahmenkatalog einen Bottom-Up-Ansatz. Zusätzlich können weitere Managementsysteme (Konvent der Bürgermeister, European Energy Award, EMAS oder Benchmark kommunaler Klimaschutz) integriert werden, die auf den beiden festen Elementen aufbauen und im Ergebnis einen internationalen Vergleich mit anderen Regionen erlauben. Die Abbildung 10-1 zeigt eine schematische Darstellung eines Controlling-Konzeptes.

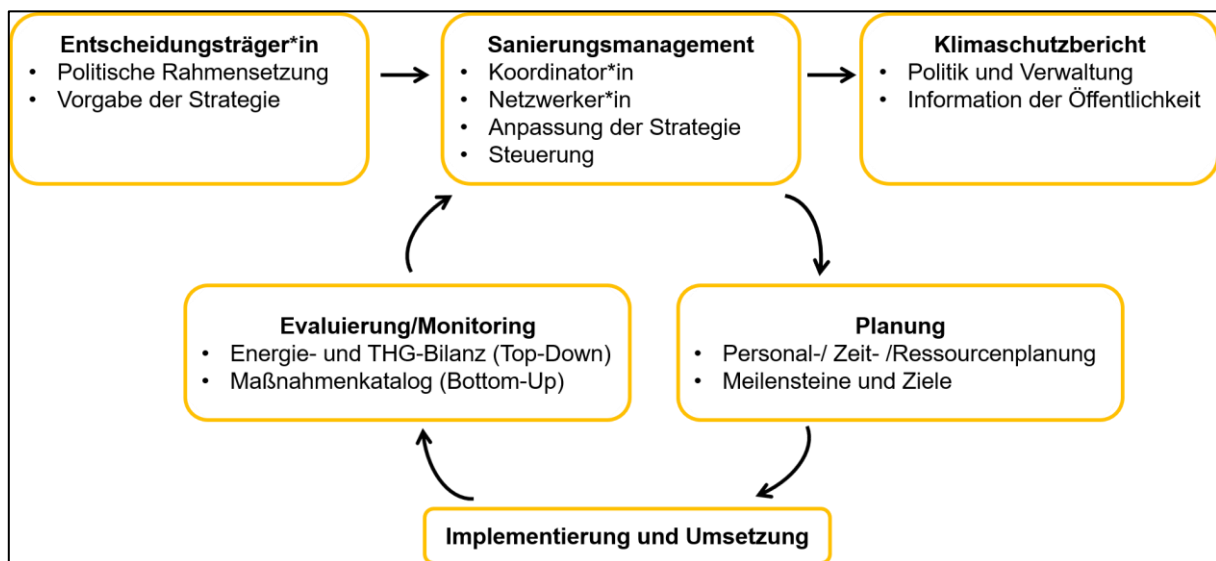


Abbildung 10-1: Übersicht Controlling-System

## 10.1 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz (Ist/Soll) wurde im Rahmen der Konzepterstellung für das Quartier auf Excel-Basis entwickelt. Die Bilanz ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige Datenabfrage bei Energieversorgern (Strom/Wärme) und staatlichen Fördermittelgebern (Wärme) eine jährliche Bilanz aufgestellt werden kann. Die Top-Down-Ebene liefert eine Vielzahl von Informationen, die eine differenzierte Betrachtung zulassen. Es können Aussagen zur Entwicklung der Energieverbräuche und damit einhergehend der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den einzelnen Sektoren und Verbrauchssektoren getroffen werden. Darüber hinaus können Ist- und Soll-Vergleiche angestellt sowie im Vorfeld festgelegte Indikatoren (z. B. Anteil erneuerbarer Energien) überprüft werden.

## 10.2 Maßnahmenkatalog

Durch die Konzeption der Maßnahmen in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe wird gewährleistet, dass die Maßnahme quartierspezifisch auf die Gegebenheiten und Wünsche vor Ort gestaltet wird. Die fertige Maßnahmenbeschreibung zeigt Aussagen zu Kosten, Amortisation, Personaleinsatz, Einsparungen (Energie/CO<sub>2</sub>) etc. auf.

Die Erfolgskontrolle umgesetzter Maßnahmen im Rahmen des Controllings ist bei technisch basierenden Maßnahmen z. B. mit konkreten CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen im Nachgang relativ leicht messbar.

So bietet es sich für die konkrete Evaluierung der Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog an, die entsprechenden Handlungsfelder beispielsweise über Indikatoren zu bewerten. Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über mögliche Handlungsfelder und Indikatoren.

Tabelle 10-1: Mögliche Erfolgsindikatoren zu Handlungsfeldern aus dem Maßnahmenkatalog

Handlungsfeld	mögliche Indikatoren
Entwicklung des Energieverbrauchs im Quartier	Ergebnisse aus Bilanzfortschreibung, Wärme- und Stromverbrauch pro Jahr, CO <sub>2</sub> -Emissionen
Förderungen und Energieberatungen	Anzahl der durchgeführten Energieberatungen und Förderhöhe, Anzahl der Förderprojekte für z.B. Gebäudesanierungen, Höhe der Fördersumme insgesamt
Maßnahmenkatalog	Anzahl der entsprechend dem Zeitplan durchgeführten Maßnahmen, ausstehende Maßnahmen, Kosten für die Durchführung (weitere Indikatoren je Maßnahme sind dem Maßnahmenkatalog zu entnehmen)
Öffentlichkeitsarbeit	Anzahl der Veranstaltungen, erreichte Akteure/Bürger*innen (Anwesenheitslisten), Anzahl der Veröffentlichungen (Presseberichte etc.)

Schwieriger stellt sich die Bewertung von Maßnahmen aus den Bereichen Öffentlichkeitsarbeit oder Bildung dar. Hier kann ggf. über leicht erfassbare Werte wie z. B. Anzahl teilnehmender Personen eine Erfolgskontrolle und Ableitung von Kennzahlen stattfinden.

Die gebildeten Kennzahlen geben schließlich Aufschluss über den Erfolg oder Misserfolg und entscheiden im Anschluss über eine entsprechende Controlling-Strategie.

## 11 Organisatorische Umsetzung

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden insbesondere über die Arbeitsschritte „Ausgangsanalyse“, „Potenzialanalyse“ und „Akteursbeteiligung“ Umsetzungsmaßnahmen in Form eines Maßnahmenkataloges (Handlungsempfehlungen) entwickelt. Der vollständige Maßnahmenkatalog (gesondertes Dokument, Auszug in Kapitel 4, Tabelle 4-1: Übersicht Projektskizzen gliedert sich in kurz-, mittel- und langfristig umzusetzende Maßnahmen, wobei Letztere meist strategischer Ausrichtung sind.

Die organisatorische Umsetzung wurde in den Steuerungsgruppentreffen abgestimmt. Die Umsetzungsplanung unterteilt sich in kurzfristig sowie mittel-/langfristig umzusetzende Maßnahmen. Dazu wurden als erster Ansatz die folgenden Ablaufplanungen erstellt, welche eine erste übersichtliche Umsetzungsoption für die Maßnahmen darstellen. Die Umsetzungsintervalle stellen erfahrene Richtwerte dar. Diese sollten aber im Umsetzungsprozess kontinuierlich fortentwickelt und angepasst werden.

Für den Ausbau des Fernwärmenetzes der SWK ist eine kurze bis mittlere Projektzeit erforderlich, da die Verlegung der Rohrleitungen bis zum Netzanschlusspunkt der jeweiligen Gebäude im Bau, aber noch nicht vollständig abgeschlossen ist.

Tabelle 11-1: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Fernwärme und Photovoltaik

Nr.	Titel / Objekt	2022				2023				2024				2025				später
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
<b>Fernwärme</b>																		
VT	Fernwärme Mehrfamilienhäuser	■	■	■	■	■	■	■	■									
<b>Photovoltaik</b>																		
M01	Mehrfamilienhochhaus Fassade	■	■	■	■													
M02	Carport	■	■	■	■													

Die Umsetzung der PV-Anlage auf dem Mehrfamilienhaus, sowie die Carportanlage sollten auf Grund der ökologischen und ökonomischen beschriebenen Aspekte in den Kapiteln der einzelnen Vertiefungen zeitnah umgesetzt werden. Für die Fassadenanlage muss zunächst ein geeignetes Betreiber- und Betriebsmodell gefunden und die Carportanlage von umliegenden Bäumen befreit werden. Die technische Umsetzung ist für erfahrene Anlagenanbieter Routine.

Die zeitliche Umsetzung sieht einen möglichst baldigen Maßnahmenbeginn vor, da sich in den meisten Fällen aus den zuvor beschriebenen Aspekten, neben hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungen derzeit auch noch positive Deckungsbeiträge aus dem Anlagenbetrieb ergeben. Wird die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen durch weitestgehend stabile Preise auf Seiten der Anlagentechnik sowie einer gleichzeitig monatlich sinkenden Einspeisevergütung in den Folgemonaten zunehmend negativ beeinflusst, ist es auch denkbar, dass langfristig auch Kosten für die Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in Kauf genommen werden müssen.

Im Bereich der nachhaltigen Mobilität soll der Fokus auf den Ausbau und der Stärkung der Radmobilität, besonders in der Alltagsmobilität, gelegt werden. Um das Emil-Projekt der SWK weiter voranzutreiben und neben Bürgerinnen und Bürgern auch Mieterinnen und Mietern eine günstige nahegelegene Infrastruktur zu bieten, sollte die SWK sowie die Bau AG zeitnah mit der Errichtung der privaten und öffentlichen Ladesäulen beginnen. Gleiches gilt für die Radmobilität. Ein kontinuierlicher Ausbau auf dem Betzenberg, entsprechend der Bedarfssituation, sollte in den nächsten Jahren kontinuierlich erfolgen.

Tabelle 11-2: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung (kurzfristige Maßnahmen), (Elektro)mobilität

Balkenplan der organisatorischen Umsetzung (kurzfristige Maßnahmen)																			
Nr.	Titel / Objekt	2022				2023				2024				2025				später	
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4		
<b>Klimagerechte Mobilität</b>																			
M03	Förderung der Alltagsmobilität mit dem Fahrrad/ Pedelec: Radabstellanlagen für den Alltagsverkehr																		
M04	Bikesharing																		
M05	Pedelecshoring																		
M06	E-Lastenrad																		
M07	private Ladeinfrastruktur Bau AG																		
M08	Ausbau öffentliche Ladeinfrastruktur																		

Eine intensive Öffentlichkeitsarbeit und Beratungstätigkeit ist, wie im Bereich Solarenergienutzung auf privaten Wohngebäuden, auch in anderen Themenfeldern notwendig, um Bürgerinnen und Bürger sowie Mieterinnen und Mieter zum eigenen Handeln zu motivieren. Nicht nur regelmäßige Informationsveranstaltungen, sondern auch Anreizprogramme (z. B. Mieterpreis) und kontinuierliche praktische Unterstützung tragen zur Entstehung eines effizienteren Quartiers bei.

Tabelle 11-3: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Kampagnen und Bürgermaßnahmen, amtsweite Maßnahmen

Nr.	Titel / Objekt	2022				2023				2024				2025				später
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
<b>Kampagnen und Bürgermaßnahmen</b>																		
M09	Kampagne Nutzerverhalten																	
M10	Suffizienz / Rebound-Effekten vorbeugen																	
M11	Jährlicher Mieter-/Bürgerenergiepreis																	
M12	Initiierung eines "Reparatur-Cafés"																	
<b>Übergeordnete, amtsweite Maßnahmen</b>																		
M13	Einführung eines Sanierungsmanagements																	
M14	Einführung Energiemanagementsoftware																	
M15	Energie- und Klimaschutzmanagement auf Basis von Geodaten und Karten																	
M16	Kinder- und Jugendbildung																	
M17	PV-Betriebskonzepte for kommunale Wohngebäude																	

Um die vorangegangenen Maßnahmen in die Umsetzung zu bringen, wird empfohlen, die Möglichkeiten, die das KfW-Programm 432 „Energetische Quartierssanierung“ (Programmteil B Sanierungsmanagement) bietet, voll auszuschöpfen. Auf Grund der gering vorhandenen Potentiale auf dem Betzenberg wird eine Kooperation mit anderen Bezirken/Gemeinden empfohlen.

Neben dem kontinuierlichen Ausbau der Emobil- und Rad-Infrastruktur, sollten auch jährlich die angedachten Kampagnen, ggf. in Intervallen, an verschiedenen Standorten und mit unterschiedlichen Zielgruppen durchgeführt werden.



Tabelle 11-4: Balkenplan zur Umsetzung langfristiger / fortlaufender Maßnahmen

Balkenplan der organisatorischen Umsetzung (mittel- und langfristige Maßnahmen)										
Nr.	Titel / Objekt	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	später
<b>Klimagerechte Mobilität</b>										
M03	Förderung der Alltagsmobilität mit dem Fahrrad/ Pedelec: Radabstellanlagen für den Alltagsverkehr									
M04	Bikesharing									
M05	Pedelecshoring									
M06	E-Lastenrad									
M07	private Ladeinfrastruktur Bau AG									
M08	Ausbau öffentliche Ladeinfrastruktur									
<b>Kampagnen und Bürgermaßnahmen</b>										
M09	Kampagne Nutzerverhalten									
M10	Suffizienz / Rebound-Effekten vorbeugen									
M11	Jährlicher Mieter-/Bürgerenergiepreis									
M12	Initiierung eines "Reparatur-Cafés"									
<b>Übergeordnete, amtsweite Maßnahmen</b>										
M15	Energie- und Klimaschutzmanagement auf Basis von Geodaten und Karten									
M16	Kinder- und Jugendbildung									
M17	PV-Betriebskonzepte für kommunale Wohngebäude									

## 12 Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Zur Umsetzung und Finanzierung der identifizierten Maßnahmen steht sowohl für private Eigentümer als auch für Kommunen eine umfangreiche Förderkulisse bereit. Die meisten Programme auf Bundesebene werden von der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) sowie dem BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) angeboten. Auch auf Landesebene bestehen verschiedene Fördermöglichkeiten, z. B. für Investitionen oder Machbarkeitsstudien in „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS), welche über die Energieagentur RLP bzw. das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz (MKUEM) abgefragt werden können.

Grundsätzlich müssen Finanzierungs- und Fördermittel nach der Art der Zuwendung und dem Zuwendungsempfänger differenziert werden. Die Fördermöglichkeiten für Kommunen, kommunale Unternehmen oder Privatpersonen sollen hier im Fokus liegen. Die geförderte Maßnahme kann somit je nach Anwendungsfall und Förderprogramm durch einen Zuschuss, einen günstigen Kredit oder eine steuerliche Abschreibung unterstützt werden.

Für die im Folgenden genannten Zuschuss- und Kreditbedingungen wird keine Gewähr übernommen. Es gelten die jeweiligen Förderbedingungen der Fördermittelgeber.

Aufgrund des Umfangs der Förderprogramme, Fördermittelanbieter und Förderhöhen kann im Folgenden nur ein grober Überblick über die Förderkulisse gegeben werden, ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

### 12.1 Landesspezifische Förderungen Rheinland-Pfalz

Neben den bundesweiten Förderprogrammen lohnt sich der Blick auf die durch Landesmittel finanzierten Förderungen. Mithilfe des Fördermittelkompass der Energieagentur Rheinland-Pfalz lassen sich in wenigen Schritten individuelle Förderprogramme aus den Bereichen Gebäude, Mobilität und Infrastruktur anzeigen.

Kommunen, Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie Bürger haben die Möglichkeit, entsprechende Fördermittel zu beantragen. Beispielhaft sind folgende zwei Förderprogramme aufgeführt.

#### 12.1.1 Solar-Speicherprogramm

Das Solar-Speicherprogramm des Landes ist besonders hervorzuheben. Mit dem Förderprogramm wird die Anschaffung eines Batteriespeichers für bereits bestehende Photovoltaik-Anlagen oder für Neuanlagen bezuschusst.

Privathaushalte erhalten eine Förderhöhe von 100 Euro/kWh Speicherkapazität (bis max. 1.000 Euro), bei einer Mindestgröße von 5 kWh und 5 kW<sub>p</sub> installierter PV-Nennleistung. Kommunen, Unternehmen oder Vereine erhalten ebenfalls 100 Euro/kWh Speicherkapazität, bis zu einer maximalen Förderhöhe von 10.000 Euro. Die Mindestgröße beträgt demgegenüber allerdings 10 kWh Speicherkapazität und 10 kW<sub>p</sub> installierter PV-Nennleistung.

### 12.1.2 Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS)

Ebenso kann das bereits o. e. Förderprogramm zur Förderung von Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS) genannt werden. Das Förderprogramm des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz (MKUEM) unterstützt Investitionen in Rheinland-Pfalz, die den Zweck verfolgen, die Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der Energieversorgung zu verbessern.

Im Fokus der Förderung stehen einerseits Wärmenetze und die Wärmeerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien. Gefördert werden der Bau und Ausbau von Wärmenetzen zur direkten Wärmeversorgung von zwei oder mehr Gebäuden. Diese müssen durch Biomasse, geothermische oder solare Energie, industrielle Abwärme oder Wärme aus Abwasser versorgt werden. Darüber hinaus werden damit in Verbindung stehende zentrale Wärmeerzeuger (Biomassefeueungsanlagen, thermische Solaranlagen, effiziente Wärmepumpen) sowie Hausübergabestationen, Wärmespeicher, Anlagen zur Verwertung von Abwärme und Messtechnik gefördert.

Ein weiterer Bestandteil des Programmes ist die Förderung von hocheffizienter LED-Technik für die Straßenbeleuchtung, die hohen Anforderungen im Hinblick auf Insektenfreundlichkeit und dem Schutz der Dunkelheit genügen (geringe Lichtstreuung). Im Einzelfall können auch LED-Lichtmasten gefördert werden, wenn diese als Träger von digitalen Technologien eingesetzt werden sollen (z. B. öffentliches WLAN, Notruf Funktion, Sensoren zur Messung von Schadstoffen und Instrumenten zur Verkehrssteuerung).

Unterstützt werden auch Machbarkeitsstudien, die sich auf Projekte der ZEIS-Förderrichtlinie beziehen. Nur so können die Anforderungen und Potenziale neuer Energiewende-Projekte analysiert werden.<sup>48</sup>

---

<sup>48</sup> Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2021

## 12.2 Bundesförderungen

### 12.2.1 Bundesförderung für effiziente Gebäude

Mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wurde 2021 die energetische Gebäudeförderung des Bundes neu aufgesetzt. Die BEG wird gemeinsam von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) betrieben. Sie ersetzt die bisherigen Programme der KfW und des BAFA zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien im Gebäudebereich (Programme: Energieeffizient Bauen und Sanieren, Heizungsoptimierung, Anreizprogramm Energieeffizienz und das Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt). Sie gilt

- für alle Wohngebäude, z. B. für Eigentumswohnungen, Ein- und Mehrfamilienhäuser oder Wohnheime sowie
- für alle Nichtwohngebäude, z. B. für Gewerbegebäude, kommunale Gebäude oder Krankenhäuser.

Die BEG ist in drei Teilprogramme unterteilt:

1. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG),
2. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG) und
3. Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM).

Des Weiteren stehen in der BEG grundsätzlich zwei Arten der Förderung zur Auswahl. Zum einen gibt es den direkten Investitionszuschuss des BAFA und zum anderen gibt es zinsverbilligte Kredite mit Tilgungszuschuss der KfW. Die Bündelung aller Bundesförderungen im Gebäudebereich erfolgt schrittweise und soll bis 2023 abgeschlossen sein. Die Förderung der BEG Einzelmaßnahmen als Zuschussvariante ist bereits seit Januar 2021 verfügbar. Die weiteren Fördervarianten (Kreditförderung BEG EM, BEG WG und BEG NWG) sind seit dem 1. Juli 2021 bei der KfW verfügbar. Zum 01.01.2023 soll dann die Aufteilung der Zuschussvarianten auf das BAFA und der Kreditvarianten auf die KfW abgeschlossen sein. Bis dahin sind teilweise noch Zuschussvarianten (BEG WG und BEG NWG) bei der KfW angesiedelt.

Antragsberechtigt im Programm sind:

- Privatpersonen und Wohnungseigentümergeinschaften,
- freiberuflich Tätige,
- Kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Gemeinde- und Zweckverbände, sowie rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe von kommunalen Gebietskörperschaften, sofern diese zu Zwecken der Daseinsvorsorge handeln,
- Körperschaften und Anstalten des öffentlichen Rechts, z. B. Kammern oder Verbände,
- gemeinnützige Organisationen einschließlich Kirchen,
- Unternehmen, einschließlich Einzelunternehmer und kommunale Unternehmen sowie
- sonstige juristische Personen des Privatrechts, einschließlich Wohnungsbaugenossenschaften.

Mit Ausnahme der Förderungen für Anlagen der Wärmeerzeugung und der Heizungsoptimierung ist immer die Einbindung eines Energieeffizienz-Experten schon bei Antragsstellung erforderlich. Die Zusammenlegung aller Förderprogramme im BEG führt zu einer deutlichen Vereinfachung des Verfahrens, da nun alle Förderangebote mit nur einem Antrag bei nur einer Institution (KfW oder BAFA) beantragt werden können. Zudem ist künftig jeder Fördertatbestand wahlweise sowohl als Zuschuss oder als Kredit förderbar.

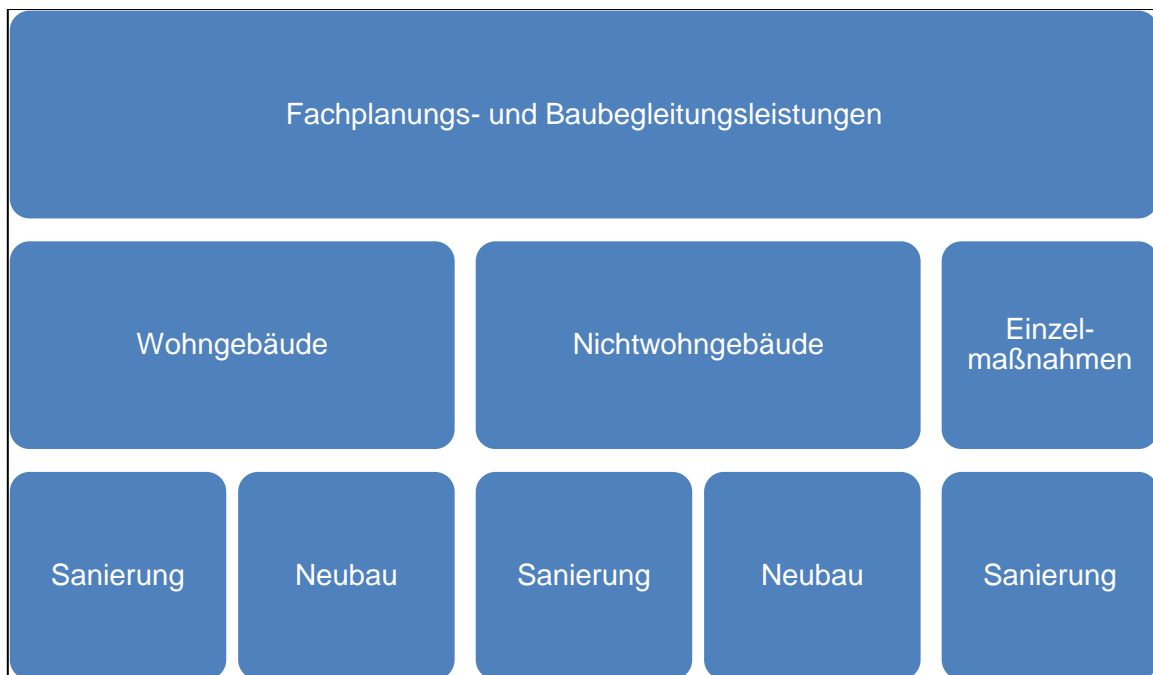


Abbildung 12-1: Aufteilung der Geltungs- und Förderbereiche der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)

### 12.2.2 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Mit der Einzelmaßnahmenförderung können Sanierungsmaßnahmen an Wohn- und Nichtwohngebäuden gefördert werden. Es steht eine Zuschussvariante und seit dem 1. Juli 2021 auch eine Kreditvariante zur Verfügung.

Ist die geplante Sanierungsmaßnahme Teil eines geförderten individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP) und wird in einem Zeitraum von maximal 15 Jahren nach Erstellung des iSFP umgesetzt, so erhöht sich der vorgesehene Fördersatz zusätzlich um 5 %. Unwesentliche inhaltliche Abweichungen, eine Übererfüllung oder Änderungen der zeitlichen Reihenfolge des iSFP führen nicht zum Verlust des iSFP-Bonus. Die vom BAFA geförderte Energieberatung mit iSFP ist nur für Wohngebäude verfügbar. Bei gemischt genutzten Gebäuden muss der für Wohnzwecke genutzte Gebäudeteil überwiegen.

Maßnahmen, die mit der BEG EM gefördert werden, dürfen die Obergrenze von 60.000 € nicht überschreiten. Das Mindestinvestitionsvolumen liegt bei 2.000 € (brutto; Ausnahme Heizungsoptimierung bei 300 €).

Die BEG EM bezieht sich ausschließlich auf Sanierungen. Heizungsanlagen im Neubau, die im Marktanreizprogramm „Heizen mit Erneuerbaren Energien“ des BAFA noch bis zum 31.12.2020 gefördert wurden, werden nun nicht mehr gefördert.

Tabelle 12-1: Überblick über die Fördersätze des BEG EM

Einzelmaßnahme	Zuschuss	iSFP-Bonus
Maßnahmen an der Gebäudehülle (Dämmung, Türen und Fenster)	20%	+5%
Anlagentechnik (Raumlufttechnik oder digitale Systeme zur Verbrauchsoptimierung)	20%	+5%
Heizungen mit Erneuerbaren Energien (Wärmepumpen, Biomasseanlagen, Hybridheizungen oder Solarthermieanlagen)	20-45%	+5%
Heizungsoptimierung (hydraulischer Abgleich, Heizungspumpentausch)	20%	+5%
Fachplanung und Baubegleitung im Zusammenhang mit einer Einzelmaßnahme	50%	+5%

### 12.2.3 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Wohngebäude (BEG WG)

Im Förderprogramm BEG WG können sowohl Sanierungen als auch der Neubau gefördert werden. Es werden hierbei Maßnahmen (auch Umfeldmaßnahmen) gefördert, die zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfs oder des Transmissionswärmeverlustes führen.



Bezüglich des Neubaus gibt es in der BEG WG weiterhin die von der KfW bekannten Effizienzstandards 55, 40 und 40 Plus, welche den prozentualen Primärenergiebedarf im Vergleich zu einem Referenzgebäude widerspiegeln. Zusätzlich wurde nun die EE-Klasse (Erneuerbare Energien) und die NH-Klasse (Nachhaltigkeit) eingeführt. Die EE-Klasse wird erreicht, wenn mindestens 55 % des für das Gebäude erforderlichen Wärme- und Kältebedarfs aus erneuerbaren Energien stammt. Für die NH-Klasse wird ein Nachhaltigkeitszertifikat benötigt. Der Bonus für das Erreichen der EE-Klasse oder der NH-Klasse wird nur einmal gewährt. Die Effizienzhaus 40 Plus Stufe wird erreicht, wenn zusätzlich zu den Anforderungen des Effizienzhaus 40-Standards eine gebäudenaher Anlage zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (z. B. eine Photovoltaikanlage) installiert wird.

Über die BEG WG können auch stromerzeugende Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien, sowie Stromspeicher mitgefördert werden, wenn für diese keine andere Förderung (bspw. Einspeisevergütung des EEG) in Anspruch genommen wird.

Die maximalen förderfähigen Kosten im Neubau sowie der Sanierung belaufen sich auf 120.000 € pro Wohneinheit und erhöhen sich auf 150.000 € pro Wohneinheit, sollte die EE-Klasse, die NH-Klasse oder der Effizienzhaus 40 Plus Standard erreicht werden.

Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen können ebenfalls gefördert werden (bis 10.000 € in Ein- Zweifamilienhaus und 4.000 € pro Wohneinheit im Mehrfamilienhaus; maximal 40.000 €).

Tabelle 12-2: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Neubau von Wohngebäuden

Effizienzhaus-Neubau	Zuschuss	EE-Klasse oder NH-Klasse*
Effizienzhaus 40 Plus	25%	+2,5%
Effizienzhaus 40	20%	+2,5%
Effizienzhaus 55	15%	+2,5%

\* Auch wenn zugleich die EE-Klasse und die NH-Klasse erreicht werden, erhöht sich der Prozentsatz nur einmal um 2,5 %.

Mit der Einführung der BEG WG wurden die Effizienzhaus-Klassen im Bereich der Sanierungen angepasst. Die Förderstufe Effizienzhaus 115 ist hierbei entfallen und die Stufe Effizienzhaus 40 ist hinzugekommen. Somit bestehen bei einer umfangreichen Sanierung die Möglich-

keit die Effizienzhaus-Niveaus 100, 85, 70, 55 oder 40 anzustreben, um von den Förderungen der BEG WG zu profitieren. Weiterhin steht noch die Effizienzhausstufe Denkmal für denkmalgeschützte Gebäude zur Verfügung, welche einen Primärenergiebedarf von 160 % des Referenzgebäudes erlaubt. Die NH-Klasse entfällt bei Sanierungen, dafür führt das Erreichen der EE-Klasse bei Sanierungen zu einem Bonus von 5 %. Allerdings ist hierbei darauf zu achten, dass die Installation eines erneuerbaren Heizungssystems im Zuge der Komplettsanierung erfolgen muss. Sollte die Heizung separat über eine Einzelmaßnahme gefördert werden oder schon existieren, entfällt der 5 % Bonus der EE-Klasse. Sollte für das Gebäude ein individueller Sanierungsfahrplan erstellt worden sein, kann ein zusätzlicher Bonus von 5 % in der BEG WG ebenfalls geltend gemacht werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass zur Erlangung des 5 % Bonus der iSFP nicht komplett in einem Zug umgesetzt werden darf.

Tabelle 12-3: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden

Effizienzhaus-Klasse	Zuschuss	EE-Klasse	iSFP-Bonus
Effizienzhaus 40	45%	+5%	+5%
Effizienzhaus 55	40%	+5%	+5%
Effizienzhaus 70	35%	+5%	+5%
Effizienzhaus 85	30%	+5%	+5%
Effizienzhaus 100	27,5%	+5%	+5%
Effizienzhaus Denkmal	25%	+5%	+5%

#### 12.2.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Im Förderprogramm BEG NWG können wie schon im BEG WG sowohl Sanierungen als auch der Neubau gefördert werden. Hierbei werden ebenfalls Maßnahmen zur Verringerung des Primärenergiebedarfs oder des Transmissionswärmeverlustes gefördert. Des Weiteren können über die BEG NWG wie auch beim BEG WG stromerzeugende Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien, sowie Stromspeicher mitgefördert werden, wenn für diese keine andere Förderung (bspw. Einspeisevergütung des EEG) in Anspruch genommen wird.

Die maximalen förderfähigen Kosten im Neubau sowie der Sanierung belaufen sich auf 2.000 € pro Quadratmeter Nettogrundfläche, maximal jedoch insgesamt 30 Mio. €. Fachplanungs- und Baubegleitungsleistungen können ebenfalls gefördert werden (bis 10 € pro Quadratmeter Nettogrundfläche; maximal 40.000 €).

Tabelle 12-4: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Neubau von Nichtwohngebäuden

Effizienzhaus-Neubau	Zuschuss	EE-Klasse oder NH-Klasse*
Effizienzhaus 40	20%	+2,5%
Effizienzhaus 55	15%	+2,5%

\* Auch wenn zugleich die EE-Klasse und die NH-Klasse erreicht werden, erhöht sich der Prozentsatz nur einmal um 2,5 %.

Im Bereich Sanierung entfällt bei der BEG NWG, im Gegensatz zur BEG WG, die Förderstufe Effizienzhaus 85. Somit besteht bei einer umfangreichen Sanierung die Möglichkeit die Effizienzhaus-Niveaus 100, 70, 55 oder 40 anzustreben, um von den Förderungen der BEG NWG zu profitieren. Weiterhin steht noch Effizienzhausstufe Denkmal für denkmalgeschützte Gebäude zur Verfügung, welche einen Primärenergiebedarf von 160 % des Referenzgebäudes erlaubt. Die NH-Klasse kann bei Sanierungen von NWG im Gegensatz zur BEG WG ebenfalls genutzt werden. Sollte entweder die EE-Klasse oder die NH-Klasse erreicht werden, wird ein zusätzlicher Bonus von 5 % gewährt. Ein geförderter iSFP kann für NWG nicht genutzt werden.

Tabelle 12-5: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden

Effizienzhaus-Klasse	Zuschuss	EE-Klasse oder NH-Klasse*
Effizienzhaus 40	45%	+5%
Effizienzhaus 55	40%	+5%
Effizienzhaus 70	35%	+5%
Effizienzhaus 100	27,5%	+5%
Effizienzhaus Denkmal	25%	+5%

\* Auch wenn zugleich die EE-Klasse und die NH-Klasse erreicht werden, erhöht sich der Prozentsatz nur einmal um 5 %.

### 12.3 Weitere Förderungen zur Energieeffizienz des BAFA

Damit die Energiewende ein Erfolg wird, muss die Strom- und Wärmenutzung noch effizienter werden. Verschiedene Förderprogramme des BAFA reizen Investitionen in die Energieeffizienz an.<sup>49</sup> Darunter finden sich beispielsweise folgende Optionen zur Förderung von:

- E-Lastenfahrrädern,
- Elektromobilität,
- Energieeffizienz in der Wirtschaft (Zuschuss),
- Heizungslabel,
- Kälte- und Klimaanlageanlagen,
- Kraft-Wärme-Kopplung,
- Raumluftechnischen Anlagen,
- Seriellem Sanieren sowie
- Effizienten Wärmenetzen (Wärmenetzsysteme 4.0).

Da die Förderungen teilweise sehr spezifisch sind, wird hier nicht weiter darauf eingegangen. Entsprechend weiterführende Informationen sind aktuell auf der Homepage des BAFA ersichtlich.

### 12.4 Weitere Förderungen der KfW zur Kommunalfinanzierung

KfW-Förderprodukte für Kommunen (und teilweise auch für kommunale Unternehmen) gibt es in zwei Formen – als direkt ausgezahlten Zuschuss oder als Kredit. Eine Sonderform ist der Kredit mit Tilgungszuschuss, bei dem der Kreditbetrag nicht vollständig zurückgezahlt werden muss.

Eine Übersicht gibt die nachfolgende Abbildung:

---

<sup>49</sup> Vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2021 Dr. Pöhler & Siemund, 2021

Kredit		Zuschuss
Kommunen (IKK)	Kommunale u. soziale Unternehmen (IKU)	Kommunen
Investitionskredit Kommunen (208)	Investitionskredit kommunale und soziale Unternehmen (148)	Energetische Stadtsanierung – Zuschuss (432)
Energetische Stadtsanierung – QV – Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier (201)	Energetische Stadtsanierung – QV – Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier (202)	Modellprojekte Smart Cities (436)
Energieeffizient Bauen und Sanieren (217/218)	Energieeffizient Bauen und Sanieren (219/220)	
Barrierearme Stadt (233)	Barrierearme Stadt (234)	
	Investitionskredit Digitale Infrastruktur (206/239)	

 Abbildung 12-2: Übersicht KfW-Förderprodukte für Kommunen und kommunale Unternehmen<sup>50</sup>

## 12.5 Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201/202)

Mit der Produktfamilie "Energetische Stadtsanierung" wird neben der Entwicklung und Begleitung integrierter Quartierskonzepte (Produktnummer 432) die Umsetzung von investiven Maßnahmen insbesondere im Rahmen von Quartierslösungen im Auftrag des Bundesministeriums des Inneren, für Bau und Heimat (BMI) unterstützt. Im Fokus stehen dabei ganzheitliche Versorgungskonzepte und klimaschutzrelevante Infrastrukturmaßnahmen, die auf eine mittel- bis langfristige Klimazielerreichung (Treibhausgasneutralität in 2050) der Quartiere ausgerichtet sind.

Exemplarisch werden hier die Fördermöglichkeiten der energetischen Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201/202) für Kommunen (IKK) und kommunale Unternehmen (IKU) vorgestellt. Diese knüpfen optimal an das Programm Energetische Stadtsanierung – Zuschuss (432) an und ermöglichen sogar für entsprechende Maßnahmen auf Basis eines von der KfW geförderten Quartierkonzepts erhöhte Förderquoten von bis zu 40 %.

<sup>50</sup> Vgl. Dr. Pöhler & Siemund, 2021

	IKK (201)	IKU (202)
Zielgruppe	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kommunen</li> <li>– Kommunale Eigenbetriebe</li> <li>– Gemeinde- und Zweckverbände</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kommunale Unternehmen</li> <li>– Gemeinnützige Organisationen</li> <li>– Körperschaften, Anstalten, Stiftungen öR</li> <li>– Unternehmen u. Privatpersonen i.R. von Investor-Betreiber-Modellen</li> </ul>
Förderzwecke	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modul A: Wärme- und Kälteversorgung im Quartier (inkl. Wärmeerzeugung in Programm 202)</li> <li>– Modul B: Energieeffiziente Wasserver- und Abwasserentsorgung im Quartier</li> <li>– Modul C: Klimafreundliche Mobilität im Quartier – neu –</li> <li>– Modul D: Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel durch Grüne Infrastruktur – neu –</li> </ul>	
Weitere Details	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Investitionskredite mit bis zu 30 Jahren Laufzeit bei 10 Jahren Zinsbindung</li> <li>– Zinsverbilligung in der 1. Zinsbindungsfrist und Tilgungszuschüsse aus Bundeshaushaltsmitteln</li> </ul>	

Abbildung 12-3: Programmstruktur Kreditförderung im Rahmen der Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung<sup>51</sup>

Im Rahmen der Kreditfinanzierung können folgende Tilgungszuschüsse möglich sein:

- 10 % des Zusagebetrages für förderfähige Maßnahmen aus Modul A,
- 20 % des Zusagebetrages für förderfähige Maßnahmen der Module B bis D und
- 40 % des Zusagebetrages für förderfähige Maßnahmen der Module B bis D, bei denen bereits ein nach Programm 432 gefördertes Quartierskonzept vorliegt (integriertes Vorhaben).

## 12.6 Weitere Fördermöglichkeiten für städtebauliche Sanierungsmaßnahmen

Eine weitere interessante Möglichkeit, Sanierung im Quartier anzustoßen und indirekt zu fördern, ist die der städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen nach § 136 Baugesetzbuch. Ziele der städtebaulichen Sanierung sind i. d. R.:

- die Bewahrung des städtebaulichen Erbes, soweit es erhaltenswert ist,
- Wohn- und Arbeitsbedingungen in der gebauten Umwelt zu verbessern sowie
- die Begleitung des Strukturwandels der gewerblichen Wirtschaft und der Landwirtschaft durch städtebauliche Maßnahmen.

<sup>51</sup> Vgl. ebenda



Diese Gesamtmaßnahmen finden u. a. Anwendung bei der Sanierung in historischen Stadtkernen oder bei der Stadterneuerung in älteren Ortsbezirken, in Bereichen des städtebaulichen Denkmalschutzes und beim Stadtumbau.<sup>52</sup>

Steht eher die Erhaltung von Gebäuden im Vordergrund, bietet sich das vereinfachte Verfahren an. Durch die rein steuerliche Abschreibung der getätigten Investitionen ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln ist dieses Verfahren im Gegensatz zum umfassenden Sanierungsverfahren in der Abwicklung einfacher umzusetzen und in diesem Zusammenhang ein sehr gutes Mittel, um die Gebäude der Kommune in gutem Zustand und den Aufwand gering zu halten. Dabei ist das vereinfachte Verfahren ein städtebauliches Sanierungsverfahren, das unter ausdrücklichem Ausschluss der besonderen bodenrechtlichen Vorschriften (§§ 152 - 156a BauGB) durchgeführt wird.<sup>53</sup>

Die Kommune kann durch die Genehmigung der geplanten Maßnahmen und Steuerung des Sanierungsgebietes einen erheblichen Einfluss auf eine einheitliche Sanierung und der Verfolgung der Sanierungsziele nehmen. Für den Eigentümer bieten sich dafür die Möglichkeit 9 % der Kosten der Sanierung für 10 Jahre, also 90 % der Kosten, steuerlich abzusetzen.

---

<sup>52</sup> Vgl. Wikipedia, 2021

<sup>53</sup> Vgl. ebenda

## 13 Handlungsempfehlungen

Mit dem Ziel, sich als Stadt / Gemeinde langfristig nachhaltig, effizient und erneuerbar zu positionieren und somit zukünftig verstärkt Maßnahmen zugunsten des Klimaschutzes umzusetzen, leistet die Stadt Kaiserslautern einerseits bereits einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der aufgestellten Klimaschutzziele der Landes- und Bundesregierung. Andererseits ist zugleich mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer umfassenden (Stoffstrom-) Managementstrategie durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale, verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren sowie Abhängigkeiten von steigenden Energiepreisen zu reduzieren.

Das nun vorliegende energetische Quartierskonzept für das Quartier „Betzenberg“ hat gezeigt, dass diverse Einsparpotenziale bei der Energieeffizienz und der Wärmebereitstellung von Gebäuden bestehen.

Insbesondere die Umstellung der Wärmeversorgung (derzeit zu 100% über große Erdgasheizkessel und Gasthermen) auf das städtische Fernwärmenetz (welches zumindest teilweise aus EE gespeist wird, jedoch künftig weiter mit EE-Anteilen ausgebaut werden soll), bietet die Möglichkeit etwa ein Viertel der bisherigen CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen. Da die Stadtwerke Kaiserslautern bestrebt sind die Fernwärme weiterhin mit EE-Anteilen auszubauen, erhöhen sich künftig automatisch die Einspareffekte, ohne weitere Maßnahmen oder Investitionen innerhalb des Quartiers.

Die Warmwasserbereitung erfolgt in den Gebäuden der Hegelstraße und Leibnizstraße dezentral über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer und Boiler, in der Herderstraße etagenweise über dezentrale Gasthermen. Die Einbindung solarthermischer Anlagen in die Warmwasserbereitung ist somit technisch wie wirtschaftlich derzeit nicht darstellbar (Verlegung neuer Leitungen erforderlich). Sollten in Zukunft größere Modernisierungsarbeiten an den Leitungssystemen (Wasserleitungen) erfolgen, sollte die Verlegung von Kalt- und Warmwasserleitungen mit zentraler Versorgung über die Fernwärme in Betracht gezogen werden.

Die zunächst zahlreich vermuteten PV-Potenziale auf den Dächern der Wohnungsbauten konnten bei näherer Betrachtung aufgrund statischer Einschränkungen nicht zum Tragen kommen. Lediglich eine Fassadenanlage am Hochhaus Hegelstraße 7 sowie ein Solarcarport entlang der Leibnizstraße konnten letztlich als konkrete Maßnahmen definiert werden. Hier hat die Betrachtung jedoch gezeigt, dass keine ausreichende Wirtschaftlichkeit über eine reine Einspeisevergütung dargestellt werden kann, sondern eine Vermarktung über Mieterstrommodelle erforderlich ist (siehe Maßnahmenblätter M1, M2 und M17).

Aufgrund der Lage und topografischen Gegebenheiten des Quartiers Betzenberg, wurden insbesondere im Mobilitätsbereich zahlreiche Maßnahmen definiert, welche nachhaltige Mobilitätsangebote sowie die Akzeptanz und Nutzung dieser Angebote im Quartier bzw. dem Stadtteil Betzenberg und der restlichen Stadt fördern sollen. Carsharing Angebote, E-Bikes und Lastenräder, die Etablierung einer Mobilitätsstation mit multimodalen Angeboten, Ladeinfrastruktur sowie die Bereitstellung von Abstellanlagen für Fahrräder stellen mögliche Maßnahmen dar, welche die bisher mit dem Auto zurückgelegten Wege in die Stadt und das Umland substituieren sollen. Finanzielle Einsparungen (insbesondere gegenüber wenig genutzter Zweitwagen), zeitliche Einsparungen (insbesondere im PKW-Berufsverkehr), gesundheitliche Effekte sowie Beiträge zum Klimaschutz stellen Vorteile für die Bürger dar, die es entsprechend zu kommunizieren gilt, um die Akzeptanz in der Bevölkerung zu erhöhen (siehe Maßnahmenblätter M3 bis M8).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Voraussetzungen im Quartier „Betzenberg“ in Bezug auf die vorhandenen Potenziale und die Aktivität der Akteurinnen und Akteure vor Ort als aussichtsreich zu bewerten sind. Es liegt nun an den beteiligten Akteuren und Entscheidungsträgern einen Fahrplan zu entwickeln, um zunächst die vielversprechendsten Maßnahmen in Umsetzung zu bringen und somit einen Schritt weiter in Richtung einer modernen und nachhaltigen Stadt zu gehen.

## 14 Literaturverzeichnis

- Anondi GmbH. (2020). <https://www.solaranlage-ratgeber.de/>. Von <https://www.solaranlage-ratgeber.de/photovoltaik/photovoltaik-wirtschaftlichkeit/photovoltaik-und-steuern> abgerufen
- ARGE e. V., Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen. (2011). *Wohnungsbau in Deutschland - 2011 Modernisierung oder Bestandsersatz*.
- BMWi. (März 2017). *Eckpunktepapier Mieterstrom*.
- BSW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (2019). *Solaratlas*. Abgerufen am 2021 von <http://www.solaratalas.de/>
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Von [https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/Foerderprogramm\\_im\\_Ueberblick/foerderprogramm\\_im\\_ueberblick\\_node.html;jsessionid=F57BDB092F8BA931859AF6054B09BF73.2\\_cid371](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Foerderprogramm_im_Ueberblick/foerderprogramm_im_ueberblick_node.html;jsessionid=F57BDB092F8BA931859AF6054B09BF73.2_cid371) abgerufen
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. (2020). Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2019.
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. (2021). *EEG-Registerdaten und -Fördersätze*. Von [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG\\_Registerdaten/EEG\\_Registerdaten\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/ZahlenDatenInformationen/EEG_Registerdaten/EEG_Registerdaten_node.html) abgerufen
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. (2021). *Marktstammdatenregister*. Von <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht#stromerzeugung> abgerufen
- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen. (2021). *Mieterstromzuschlag*. Von [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/ErneuerbareEnergien/EEGAufsicht/Mieterstrom/Mieterstrom\\_node.html;jsessionid=4D6751427A3A22C5A96801D634576429](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/EEGAufsicht/Mieterstrom/Mieterstrom_node.html;jsessionid=4D6751427A3A22C5A96801D634576429) abgerufen

- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e.V. (2021). *Klimawandel: Ursachen, Folgen und Handlungsmöglichkeiten*. Abgerufen am 2021 von [https://www.leopoldina.org/uploads/tx\\_leopublication/2021\\_Factsheet\\_Klimawandel\\_web\\_01.pdf](https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2021_Factsheet_Klimawandel_web_01.pdf)
- Dr. Pöhler, K., & Siemund, D. (2021). Energetische Stadtsanierung - Klimaschutz und Klimaanpassung im Quartier.
- Drees u. Sommer. (2015). *Integriertes Klimachutzkonzept für Wörth am Rhein*.
- eclareon GmbH. (2019). *Biomasseatlas*. Abgerufen am 2021 von <http://www.biomasseatlas.de/>
- eclareon GmbH. (2019). *Wärmepumpenatlas*. Abgerufen am 2021 von <http://www.waermepumpenatlas.de/>
- Energieagentur Rheinland-Pfalz. (2021). *Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“*. Von <https://www.energieagentur.rlp.de/service-info/foerderinformationen/foerderprogramm-zukunftsfahige-energieinfrastruktur> abgerufen
- Europäische Kommission. (2019). *Langfristige Strategie – Zeithorizont 2050*. Von [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_de) abgerufen
- FIRU –Forschungs-und Informations-Gesellschaft für Fach-und Rechtsfragen der Raum-und Umweltplanung mbH. (2018). *Städtebauliche Konzeptstudien*.
- FIZ Karlsruhe. (kein Datum). Von <https://www.fiz-karlsruhe.de/> abgerufen
- Fritsche, U., Rausch, L., & Öko-Institut. (2014). *Globales Emissionsmodell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.9*.
- Hegger, M., & Dettmar, J. (2014). Energetische Stadtraumtypen. 20; 139. (c. p. Begleitforschung EnEFF:Stadt, Hrsg.) Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Institut für Energie- und Umweltforschung; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung; Prognos AG; Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH. (26. 7 2018). [www.ifeu.de](http://www.ifeu.de). Von [https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI\\_Endbericht\\_2011.pdf](https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/NKI_Endbericht_2011.pdf) abgerufen

- Institut Wohnen und Umwelt (IWU). (2018). *Datenbasis Gebäudebestand, Datenerhebung zur energetischen Qualität zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*. Darmstadt.
- L Q M Marktforschung. (2018). *Demografieuntersuchung und -konzept für die Stadt Wörth am Rhein*. Mainz.
- Lässig, J. (28. 08 2019). *Main-Echo*. (M.-N. M. GmbH, Herausgeber) Abgerufen am 09.07.2021 von <https://www.main-echo.de/regional/kreis-miltenberg/woerth-hat-alle-768-straßenlampen-auf-led-umgestellt-art-6791887>
- Lausterer, G. (28. 11 2019). Stellungnahme zur geplanten Interkommunalen Gewerbefläche der Stadt Wörth und der Verbandsgemeinden Hagenbach und Kandel. RHEINPFALZ.
- LLC, G. (08. 08 2021). *Google Earth*.
- Pfalz-Info.com GbR. (kein Datum). <https://www.pfalz-info.com/woerth-am-rhein-essen-trinken-uebernachten/>.
- Polarstern GmbH. (2020). *Preisvergleich Mieterstrom und Netzstrom*. Von <https://www.polarstern-energie.de/> abgerufen
- Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. (2019). *Klimaschutzprogramm 2030*. Abgerufen am 2021 von <https://www.bundesregierung.de/bregde/themen/klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-1673578>
- Prognos AG, EWI - Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS). (2014). *Entwicklung der Energiemärkte - Energierferenzprognose*.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder. (2020). Von <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online> abgerufen
- Wikipedia. (2021). *Städtebauliche Sanierungsmaßnahme*. Von [https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4dtebauliche\\_Sanierungsma%C3%9Fnahme](https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4dtebauliche_Sanierungsma%C3%9Fnahme) abgerufen
- WWF. (2009). *Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 - vom Ziel her denken*.



**ADFC (o. J.):** Empfehlenswerte Fahrrad-Abstellanlagen. Anforderungen an Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit. Technische Richtlinie TR 6102. Online verfügbar unter [https://www.adfc.de/fileadmin/user\\_upload/Expertenbereich/Politik\\_und\\_Verwaltung/Download/TR6102\\_0911\\_Empfehlenswerte\\_Fahrrad-Abstellanlagen.pdf](https://www.adfc.de/fileadmin/user_upload/Expertenbereich/Politik_und_Verwaltung/Download/TR6102_0911_Empfehlenswerte_Fahrrad-Abstellanlagen.pdf), zuletzt geprüft am 14.11.2019.

**Bike Citizens Germany GmbH (2016):** Das Lastenrad verändert das Gesicht der Stadt. Online verfügbar unter <https://www.bikecitizens.net/de/das-lastenrad-veraendert-das-gesicht-der-stadt/>, zuletzt geprüft am 06.11.2019.

**Bundesverband Carsharing (2019):** Kostenvergleich Carsharing und Privat-PKW. Abrufbar unter: <https://carsharing.de/zu-fahrleistung-10000-kilometern-ist-carsharing-auf-jeden-fall-guenstiger> (zuletzt abgerufen 10.11.2021)

**Deutsches Institut für Urbanistik (2019):** Mobilitätsstationen in der kommunalen Praxis.

**Stadtverwaltung Kaiserslautern (2018):** Mobilitätsplan Klima+ 2030. Klimaschutz Teilkonzept Mobilität. Online verfügbar unter [https://kaiserslautern.de/mb/themen/verkehr/mobilitaetsplan2030/endbericht/2018-08-16\\_kl\\_mobilitaetsplan-klima+2030\\_bericht.pdf](https://kaiserslautern.de/mb/themen/verkehr/mobilitaetsplan2030/endbericht/2018-08-16_kl_mobilitaetsplan-klima+2030_bericht.pdf), zuletzt abgerufen am 05.11.2019.

**UBA (2014):** E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. Hintergrund. August 2014. Online verfügbar unter [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp\\_e-rad\\_macht\\_mobil\\_-\\_pelelecs\\_4.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_e-rad_macht_mobil_-_pelelecs_4.pdf), zuletzt geprüft am 06.11.2019.

## 15 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Effektiver CO <sub>2</sub> -Preis.....	7
Abbildung 1-2: Arbeitspakete des integrierten Quartierskonzeptes.....	10
Abbildung 2-1: Quartiersabgrenzung Betzenberg.....	13
Abbildung 2-2: Gebäudetypen im Quartier.....	14
Abbildung 2-3: Baualtersklassen der Gebäude im Quartier.....	15
Abbildung 3-1: Aufteilung des Nutzenergieverbrauchs privater Haushalte.....	20
Abbildung 3-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude.....	21
Abbildung 3-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte bis 2050.....	22
Abbildung 3-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch.....	23
Abbildung 3-5: Solarkataster Rheinland-Pfalz.....	26
Abbildung 3-6: Solarkataster der Stadt Kaiserslautern.....	26
Abbildung 3-7: Mieterstrommodell durch Anlagenbetreiber.....	34
Abbildung 3-8: Mieterstrommodell im Lieferkettenmodell.....	35
Abbildung 3-9: Preisvergleich Mieterstrom und Netzstrom.....	36
Abbildung 3-10: Beispielhafte Renditen aus Mieterstromprojekten.....	37
Abbildung 3-11: Mögliches Messkonzept (Beispiel).....	38
Abbildung 3-12: Energiebilanz des Quartiers Betzenberg nach Energieträgern.....	42
Abbildung 3-13: Treibhausgasemissionen des Quartiers Betzenberg 2019.....	43
Abbildung 3-14: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050.....	45
Abbildung 3-15: Energiebilanz nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2050.....	48
Abbildung 3-16: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung.....	49
Abbildung 5-1: Betrachtungsgebiet „Nahwärme Betzenberg“.....	54
Abbildung 5-2: Netzplan des städtischen Fernwärmenetzes.....	54
Abbildung 6-1: Quartiersgrenze Betzenberg.....	58
Abbildung 6-2: Wohnblocksiedlung 1 (Quelle Google Earth).....	60
Abbildung 6-3: Anlagenkonfiguration Wohnblock 1.....	61
Abbildung 6-4: Wohnblocksiedlung 2 (Quelle Google Earth).....	62
Abbildung 6-5: Anlagenkonfiguration Wohnblock 2.....	62
Abbildung 6-6: Wohnblocksiedlung 3 (Quelle Google Earth).....	63
Abbildung 6-7: Anlagenkonfiguration Wohnblock 3.....	64
Abbildung 6-8: Hochhaus (Quelle Google Earth).....	65
Abbildung 6-9: Anlagenkonfiguration Hochhaus (Ostseite).....	65
Abbildung 6-10: Anlagenkonfiguration Hochhaus (Westseite).....	66

Abbildung 6-11: Anlagenkonfiguration Carport inkl. PV-Anlage .....66

Abbildung 7-1: Beispiele Mobilitätsstationen: Offenburg (Böhme 2019) und München (Landeshauptstadt München 2019) .....72

Abbildung 7-2: Simulierter PV-Carport in der Leibnizstraße.....75

Abbildung 7-3: Topographische Lage Stadt Kaiserslautern (Quelle: Topographic Map, 2019).....76

Abbildung 7-4: Reisezeitenvergleich (ohne PKW-Stoßzeiten) Betzenberg, Quelle: Eigene Berechnung, Daten & Kartengrundlage: Google Maps 2021 .....77

Abbildung 7-5: Bikesharing-Standorte in Kaiserslautern (Quelle: VRNnextbike, o. J.). .....78

Abbildung 7-6: Impressionen der Bürgerveranstaltung am Betzenberg; Quelle: IfaS 2021 .....82

Abbildung 10-1: Übersicht Controlling-System .....90

Abbildung 12-1: Aufteilung der Geltungs- und Förderbereiche der Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG).....99

Abbildung 12-2: Übersicht KfW-Förderprodukte für Kommunen und kommunale Unternehmen.... 105

Abbildung 12-3: Programmstruktur Kreditförderung im Rahmen der Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung..... 106

## 16 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Beispielhafte Berechnung der Energieeinsparung durch Leuchtmitteltausch .....	24
Tabelle 3-2: Einsparpotenziale der privaten Haushalte gegenüber dem IST-Verbrauch in 2019.....	24
Tabelle 3-3: Photovoltaik im Quartier (Theoretisches Potenzial).....	31
Tabelle 3-4: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2050 .....	44
Tabelle 3-5: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2050 .....	46
Tabelle 4-1: Übersicht Projektskizzen.....	51
Tabelle 5-1: Netzparameter .....	55
Tabelle 5-2: CO <sub>2</sub> -Einsparungen Wärmeversorgung.....	56
Tabelle 6-1: Mögliche Flächen zur Belegung mit Photovoltaik .....	58
Tabelle 6-2: Anzulegende Werte 2021 .....	59
Tabelle 6-3: Zusammenfassung aller betrachteter PV-Anlagen .....	69
Tabelle 8-1: Termine Steuerungsgespräche.....	85
Tabelle 9-1: Hemmnisse und deren Lösungsansätze .....	88
Tabelle 10-1: Mögliche Erfolgsindikatoren zu Handlungsfeldern aus dem Maßnahmenkatalog .....	91
Tabelle 11-1: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Fernwärme und Photovoltaik .....	92
Tabelle 11-2: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, (Elektro)mobilität.....	93
Tabelle 11-3: Balkenplan zur organisatorischen Umsetzung, Kampagnen und Bürgermaßnahmen, amtsweite Maßnahmen .....	94
Tabelle 12-1: Überblick über die Fördersätze des BEG EM.....	100
Tabelle 12-2: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Neubau von Wohngebäuden .....	101
Tabelle 12-3: BEG WG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Wohngebäuden.....	102
Tabelle 12-4: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Neubau von Nichtwohngebäuden...	103
Tabelle 12-5: BEG NWG - Zuschüsse zum Effizienzhaus bei Sanierungen von Nichtwohngebäuden .....	103