

# Bebauungsplan Nr. 441 „Wohnpark Friedrich-Bosse-Straße“

## Energiekonzept



Bildnachweis: LEWIS 2022

**mellon**  
Gesellschaft für nachhaltige Infrastruktur mbH

Augustusplatz 1-4 | 04109 Leipzig  
0341 30823620  
info@mellon-gesellschaft.de  
www.mellon-gesellschaft.de

  
**Kurfürst**  
siebente Verwaltungs AG

Karl-Tauchnitz-Str. 21 | 04107 Leipzig

Unter Mitwirkung von

  
**seecon**  
Ingenieure

Bearbeitungsstand: 20.04.2023

# Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation und aktueller Planstand.....	3
1.1	Klimapolitische Rahmenbedingungen .....	3
1.2	Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 der Stadt Leipzig und Leipziger Sofortmaßnahmenprogramm .....	4
1.3	Plangebiet und städtebaulicher Entwurf .....	5
1.4	Baukonstruktion.....	7
1.5	Energiewirtschaftliche Situation 2022 in Leipzig .....	8
2	Energiebedarfsermittlung .....	9
3	Bausteine einer zukunftsfähigen Energieversorgung .....	12
3.1	Stromversorgung .....	12
3.2	Wärmeversorgung .....	13
3.2.1	Solarthermie .....	13
3.2.2	Gewässerwärme .....	14
3.2.3	Wärme aus Geothermie .....	15
3.3	Fernwärme .....	17
4	Versorgungskonzepte für das Entwicklungsgebiet .....	18
4.1	Variantenbildung.....	18
4.1.1	Einzelversorgung .....	18
4.1.2	Quartiersversorgung über Wärmenetz .....	18
4.1.3	Anschluss an das Fernwärmeverbundnetz Leipzig und Kombinationen .....	19
4.2	Energiebilanzierung .....	19
4.3	CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	21
4.4	Wirtschaftlichkeitseinschätzung .....	23
4.5	Abgleich mit dem Sofortmaßnahmenprogramm.....	23
5	Fazit und Zielvariante .....	24
6	Anlagen .....	27
6.1	Abkürzungen und Einheiten.....	27
6.2	Parameterliste.....	28

# 1 Ausgangssituation und aktueller Planstand

## 1.1 Klimapolitische Rahmenbedingungen

Die aktuell kritische Versorgungslage im Energiebeschaffungsmarkt im Kontext der sich zunehmend verschärfenden Klimakrise und den damit verbundenen erforderlichen Maßnahmen zum Klimaschutz machen die Planung von Energieversorgungslösungen von Baugebieten sehr herausfordernd.

Der anthropogen verursachte Anstieg der Erdmitteltemperatur führt zu einer drastischen Zunahme von Extremwetterereignissen. Mit den internationalen Klimaschutzabkommen und den nationalen Umsetzungen der rechtlich bindenden Verträge soll die Basis für eine deutliche Reduktion des Treibhausgasausstoßes und damit der Erderwärmung geschaffen werden. Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz von 2021<sup>1</sup> bildet die Bundesregierung den Rahmen für die Reduktionsziele in den einzelnen Verbrauchssektoren. Insgesamt wird Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 zum Ziel gesetzt. Für den Sektor Gebäude, welcher noch im Jahr 2020 16 % der Gesamtemissionen Deutschlands verursacht sind die Herausforderungen besonders groß. Was sich auch im Verfehlen des Klimaschutzziels von 2020 zeigt, in allen anderen Verbrauchssektoren konnten die Ziele erreicht werden. Die folgende Darstellung zeigt die erforderliche jährliche Minderung der Treibhausgasemissionen im Sektor Gebäude, um zielkonform zu bleiben.

### Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland

in der Abgrenzung der Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes\*

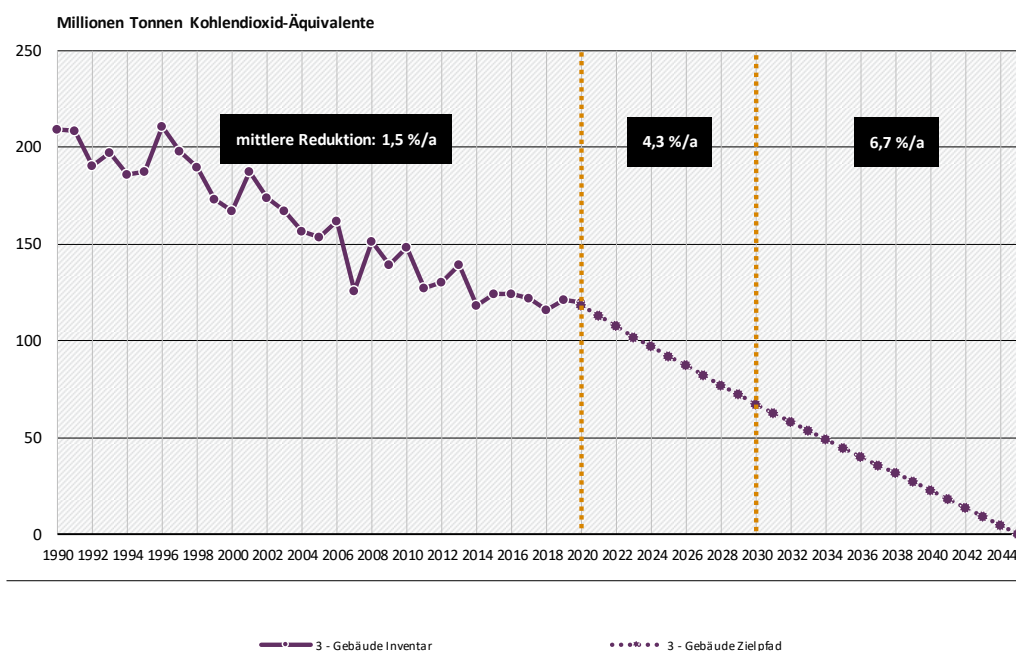


Abb. 1 Entwicklung und Zielpfade der Treibhausemissionen in Deutschland Sektor Gebäude<sup>2</sup>

Es zeigt sich, dass die damit verbundene Effizienzsteigerung drastisch zunehmen muss. Dies wird zum einen durch Sanierung im Bestand und zum anderen durch die Errichtung möglichst nachhaltiger

<sup>1</sup> <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzgesetz-2021-1913672>, letzter Zugriff 10/2022

<sup>2</sup> Umweltbundesamt: Emissionsübersichten nach Sektoren 2022, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>, letzter Zugriff 10/2022

Gebäude bzw. ganzer Quartiere umzusetzen sein. Das Entwicklungsgebiet Friedrich-Bosse-Straße wird den gesetzlichen Anforderungen mit einer nachhaltigen Versorgungsstrategie nachkommen. Nach Umsetzung aller Bausteine wird mit dem Quartier das ambitionierte Ziel des klimaneutralen Gebäudebestandes real umgesetzt sein.

Neben der bundespolitischen Perspektive gilt es in Leipzig vor allem die lokalen, städtischen Ziele der Reduktion der Treibhausgasemissionen und die damit verbundene Anforderung an die Errichtung energieeffizienter Quartiere zu beachten. Für das Entwicklungsgebiet fließen die Anforderungen im Leipziger Sofortmaßnahmenprogramm zum Klimanotstand zusammen.

## 1.2 Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 der Stadt Leipzig und Leipziger Sofortmaßnahmenprogramm

Neben den gesetzlichen Anforderungen an die Gebäudeeffizienz sowie den Anteil erneuerbarer Energien bei der Energieversorgung der Gebäude nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) müssen im Plangebiet auch die städtischen Vorgaben nach dem Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 der Stadt Leipzig (EKSP 2030) bzw. Sofortmaßnahmenprogramm berücksichtigt werden. Mit Beschluss des EKSP 2030 im Oktober 2023 durch den Stadtrat wurde das Ziel der Klimaneutralität in das Jahr 2040 gelegt.

Die Stadt Leipzig strebt eine weitreichende Nutzung erneuerbarer Energien für die Entwicklung neuer Quartiere an. So werden in Abhängigkeit des Zugangs zum Fernwärmenetz sowie der städtebaulichen Ausformung des Quartiers unterschiedlich große signifikante Anteile erneuerbarer Energie für die Strom- und Wärmeversorgung formuliert im Sofortmaßnahmenprogramm formuliert:

### Wärmeversorgung<sup>3</sup>

- innerhalb des Fernwärmegebietes: mind. 25 % (perspektivisch mind. 40-50 %) EE-Anteil
- außerhalb des Fernwärmegebietes, Typ A: mind. 50 % (perspektivisch mind. 60 %) EE-Anteil
- außerhalb des Fernwärmegebietes, Typ B: mind. 75 % (perspektivisch mind. 80 %) EE-Anteil

### Stromversorgung<sup>4</sup>

- Typ A: mind. 10 % (perspektivisch mind. 40-50 %) EE-Anteil
- Typ B: mind. 30 % (perspektivisch mind. 50-70 %) EE-Anteil

Unter Typ A ist eine vorwiegend dichte Bebauung, ein Geschosswohnungsbau oder Kernstadtlage zu verstehen. Bei Typ B handelt es sich wiederum um eine vorwiegend lockere Bebauung, Ein- und Zweifamilienhausbau oder eine Stadtrandlage. Im Plangebiet wird ausgehend von der Definition vom Typ A (innerhalb des Fernwärmegebietes) ausgegangen. Damit gelten die Mindestanforderungen am EE-Anteil von 25 % an der Wärmeversorgung und 10 % an der Stromversorgung. Perspektivisch sollte jeweils ein Anteil von 40 % bis 50 % an der Wärme- und Stromversorgung erreicht werden.

---

<sup>3</sup> Der EE-Anteil der Fernwärme (inkl. Abwärme) wird angerechnet.

<sup>4</sup> Die Anteile zur dezentralen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien beziehen sich auf den berechneten Strombedarf im Quartier.

Weiterhin soll bei der Entwicklung neuer Quartiere geprüft werden, welche versorgungstechnischen Systeme realisiert werden können:

1. Dachflächennutzung für erneuerbare Energien
2. Prüfung industrieller Abwärmepotenziale
3. Nutzung von Abwasserwärmepumpen bei Kanaleignung
4. Fernwärme für Residuallastabdeckung bei anliegender Fernwärme-Versorgung
5. Nahwärmelösungen (Erdwärme, BHKW, Biomasse, thermische Seewassernutzung)
6. Innovationen und Beteiligung (Energiespeicher, Sektorkopplung, Mieterstrommodelle)

Weiterhin soll im Rahmen des Energiekonzeptes die Anwendung eines gegenüber den gesetzlichen Regelungen verschärften Baustandards (u. a. KfW-Effizienzhaus 40) geprüft werden.

### 1.3 Plangebiet und städtebaulicher Entwurf

Das ca. 1,24 ha große Plangebiet (siehe Abb. 2) liegt im Stadtbezirk Nordwest der Stadt Leipzig im Ortsteil Wahren. Südlich und westlich wird es von der Weißen Elster begrenzt, östlich von der Bebauung südliche Agnesstraße und der Grenze des Landschaftsschutzgebietes „Leipziger Auwald“ und nördlich von den direkt an der Friedrich-Bosse-Straße liegenden Grundstücken.

Bei dem Gebiet handelt es sich um das Areal einer ehemaligen Färberei und chemischen Reinigung, welches noch bis 1991 gewerblich genutzt wurde. Ursprünglich waren die Grundstücke bis dicht an die Weiße Elster bebaut. Nach Aufgabe der Nutzung wurden große Teile der Bebauung abgebrochen; seitdem liegt das Areal brach.

Der Standort zeichnet sich durch seine integrierte Lage (ÖPNV-Anschluss Georg-Schumann-Straße, gute Nahversorgung – „Einkaufszentrum Am Viadukt“, vorhandene Einrichtungen der sozialen Infrastruktur), die Lage direkt an der Weißen Elster sowie das Landschaftsschutzgebiet aus und bietet sich daher für eine Wohnnutzung an. Das Gelände ist allerdings aufgrund seiner bisherigen Nutzung mit Altlasten behaftet und unter der Altlasten-Kennziffer (AKZ) 65801492 im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA) registriert. Des Weiteren verläuft unmittelbar westlich des Gebietes eine Eisenbahntrasse über ein Viadukt, was zu Lärmbelastungen führt. Es erfolgen daher Untersuchungen und Maßnahmen, um die Sicherheit und Schutzwürdigkeit der geplanten Wohnbebauung entsprechend zu würdigen.



Abb. 2 Städtebaulicher Entwurf und Geltungsbereich (rot gestrichelte Linie) für das Plangebiet.

Im Folgenden werden die Kennzahlen der geplanten Gebäudetypen, gemäß dem städtebaulichen Entwurf betrachtet. Für die Berechnungen wurde Typ 1 verwendet. Ausgehend von 2,5 Personen pro Wohneinheit sind für das Plangebiet ca. 418 Bewohner zu erwarten.

Tab. 1 Bruttogeschossflächen in m<sup>2</sup> nach Typ 1 des städtebaulichen Entwurfs

Geschoss	Typ 1
EG	332,30
1. OG	332,30
2. OG	332,30
3. OG	332,30
4. OG	312,90
5. OG	312,90
6. OG	312,90
<b>Gesamt</b>	<b>2.267,90</b>

## 1.4 Baukonstruktion

Das Plangebiet soll als Neubaugebiet errichtet werden. Durch die aktuellen Bauvorschriften und hohen Ansprüche an die Gebäudehülle kann im Gebäudebetrieb ein erheblicher Anteil Energie im Vergleich zu älteren Bestandsgebäuden eingespart werden.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass bei der Errichtung neuer Gebäude in hohem Standard auch sehr viel Energie für die Rohstoffgewinnung, die Weiterverarbeitung zu Baumaterialien, Transportwege und die Verarbeitung auf der Baustelle aufgebracht wird – sogenannte graue Energie. Sie betrachtet die aufgewendete Energie für die Prozesse vor und nach der eigentlichen Nutzungsperiode, somit auch Rückbau und die Entsorgung bzw. Wiederverwertung. Neben dem Energiebedarf entstehen bei der Herstellung von Baumaterialien sehr viele Emissionen, wodurch der Gebäudesektor für einen erheblichen Anteil der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist.

Das Plangebiet soll möglichst klimaschonend entwickelt werden. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle einige Anregungen gegeben, wie ein guter Wohnkomfort mit unterschiedlichen Baumaterialien erreicht wird und die dabei entstehenden Emissionen der Bauteile ebenfalls berücksichtigt werden.

Folgende drei Möglichkeiten zur Errichtung einer Außenwand stehen bei aktuellen Bauvorhaben in der Regel zur Diskussion

Das erste Beispiel ist die im Neubau sehr übliche Kombination aus einem Porenbetonstein als tragendes Material mit einem Wärmedämmverbundsystem aus erdölbasiertem expandiertem Polystyrolschaum (EPS). Dieser Wandaufbau weist besonders niedrige Investitionskosten auf und ist den ausführenden Gewerken sehr bekannt. Durch die feste Klebverbindung ist eine sortenreine Trennung jedoch praktisch unmöglich, sodass diese Kombination von einigen Experten bereits heute als Sondermüll angesehen wird. Bauherren könnten daher bei späteren Sanierungen mit stark erhöhten Entsorgungskosten konfrontiert werden, die zum jetzigen Zeitpunkt aber nicht belastbar zu erfassen sind.

Kalksandstein in Verbindung mit einer mineralischen Dämmung im Kern oder aufgebracht zählt ebenfalls zu den verbreiteten technischen Lösungen. Während Kalksandstein neben Porenbeton ein sehr gängig eingesetzter Baustoff für Wohngebäude ist, zählt Mineralwolle zu den am häufigsten verwendeten Dämmmaterialien, da diese nicht brennbar ist und somit auch gern bei mehrgeschossigen Gebäuden genutzt wird. Der Kalksandstein kommt auch als Verblendklinker zum Einsatz und ist sowohl Schmu-ckelement als auch langfristiger Witterungsschutz.

Holzrahmenkonstruktionen haben in den letzten Jahren an Marktanteilen deutlich zugelegt haben. Im Jahr 2020 sind bereits 20 % aller genehmigten Wohnhäuser in Deutschland in Holzbauweise errichtet worden.<sup>5</sup> Neben den ökologischen Argumenten eines nachwachsenden Rohstoffes und der Möglichkeit der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Baumaterial als aktiver Beitrag zum Klimaschutz, ist vor allem auch die sehr kurze Bauerrichtungszeit durch Vorfertigung ein klarer Vorteil für den Holzrahmenbau.

Die im Jahr 2022 durch den Angriffskrieg auf die Ukraine ausgelösten Verwerfungen im Rohstoff- und Energiemarkt haben zu einer Situation geführt, in der die Kalkulation von Bauvorhaben aktuell stark erschwert ist. Insbesondere energieintensive Baustoffe, wie Beton, sind stark von den möglichen

---

<sup>5</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/456639/umfrage/quote-der-genehmigten-wohngebaeude-in-holzbauweise-in-deutschland/>, letzter Zugriff 10/2022

Regulierungseingriffen auf Bundes- und/oder europäischer Ebene abhängig, welche die Auswirkungen der sehr hohen Beschaffungskosten abmildern sollen.

Vor den aktuellen Entwicklungen lagen die Kosten für die Dämmmaterialien Zellulose (meist aus Altpapier hergestellt) und Holzfaser (häufig Reststoffe der Sägeindustrie) in einem vergleichbaren Maß zu konventionellen Dämmstoffen wie Mineralwolle.

Der Vergleich verdeutlicht, dass es verschiedene Wege mit individuellen Vor- und Nachteilen gibt, ein Effizienzhaus zu errichten. Im Sinne einer nachhaltigen Quartiersentwicklung sollten neben Kosten, spätere Auswirkungen im Betrieb bis zum Rückbau der Gebäude betrachtet werden.

Im Rahmen der aktuellen Planung und der Abwägung aus Kosten in der Investition, den resultierenden Mieten, den Anforderungen an die Energieeffizienz und die Bauökologie wurde folgender Wandaufbau (von innen nach außen) für die zukünftigen Gebäude gewählt:

- Spachtelung oder Innenputz
- Kalksandstein-Mauerwerk (EG 240 mm / OG 1-3 200 mm / OG 4-6 175 mm)
- Mineralische Wärmedämmung 180 mm
- Fliesenbekleidung im Verbund 30 mm (14 mm Fliese, 16 mm Armierung + Mörtelbett)

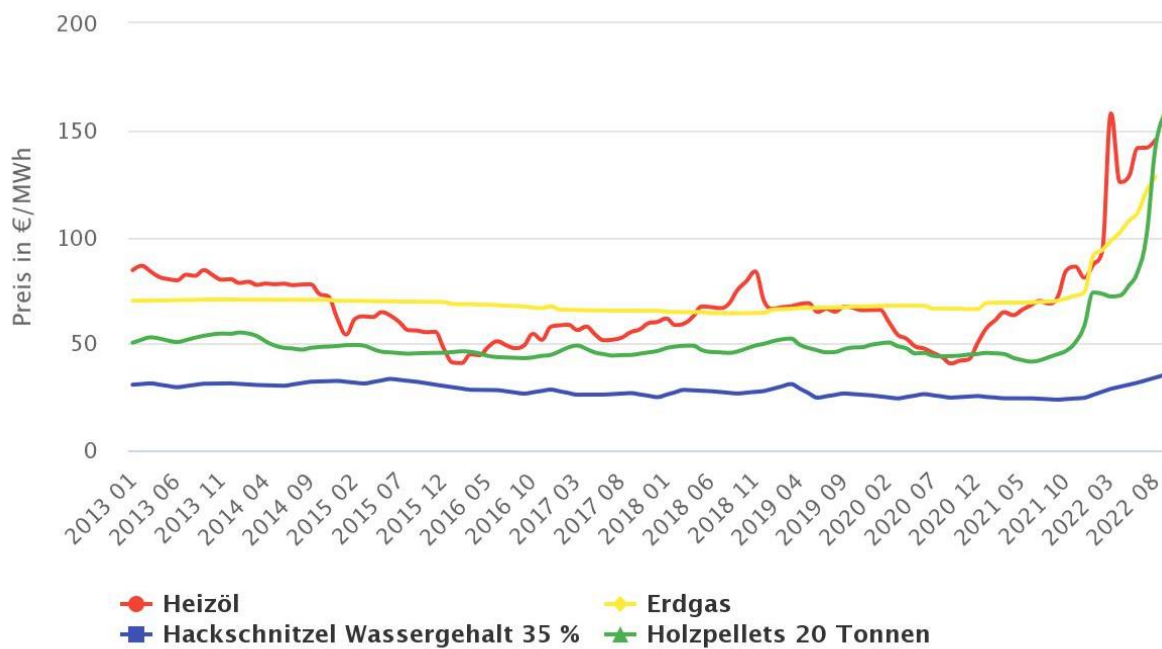
## 1.5 Energiewirtschaftliche Situation 2022 in Leipzig

Ein Anschluss an die Fernwärme ist für die Gebäude des Vorhabens in der Friedrich-Bosse-Straße möglich. Die Leipziger Stadtwerke sind als kommunales Energieversorgungsunternehmen genauso von den Unsicherheiten der Energiepreisentwicklung und den noch unklaren Eingriffen in den Energiemarkt zur Abschwächung der massiven Kostensteigerung betroffen, wie private Versorger. Derzeit basiert die gelieferte Wärme zum größten Teil noch auch dem Abwärmebezug aus dem Braunkohlekraftwerk Lippendorf. Im Kontext der städtischen Klimaschutzziele wurde die Beendigung des Bezugsverhältnisses für 2023 geplant. Die notwendige Ersatzleistung soll durch das gerade neu entstehende Heizkraftwerk Süd bereitgestellt werden. Das Gasturbinenkraftwerk soll zu Beginn mit Erdgas versorgt werden. Die vorgesehenen Gasturbinen sind aber in der Lage auch reinen Wasserstoff als Energieträger zu nutzen. Die Umsetzung der Dekarbonisierungsstrategie ist in Verbindung mit der Errichtung eines Elektrolyseurs und potenziellen Bezug von Wasserstoff aus internationalen Netzen möglich.

Durch plötzlichen Wegfall der russischen Bezugsquellen für Erdgas steht das Ziel der Unabhängigkeit vom Braunkohlekraftwerk Lippendorf hinter der Notwendigkeit einer gesicherten Wärmeversorgung. Daher ist die Prognose, wann die Umstellung erfolgt, schwer möglich. Weiterhin sind Berechnungen sowohl für die Leipziger Stadtwerke als auch die Endkunden aktuell nicht möglich.

Die mit dem russischen Angriffskrieg ausgelöste energiewirtschaftliche Krise hat enorme Preissteigerungen bei Energieträgern zur Folge. Durch die künstliche, schlagartige Verknappung von Erdgas im europäischen Netz sind die Preise explodiert. Aus der folgenden Abbildung ist weiterhin zu entnehmen, dass die nur mittelbar von dem russischen Lieferstopp betroffenen Energieträger Holz und Heizöl ebenfalls enorme Preissteigerungsraten aufweisen.





C.A.R.M.E.N. e.V.

Abb. 3 Preisentwicklung ausgewählter Energieträger in Deutschland 2013-2022<sup>6</sup>

Die Preissteigerung ist auch in dem plötzlichen Paradigmenwechsel von dem sicher geglaubten und im Vergleich zu Kohle und Heizöl treibhausgasemissionsärmeren Energieträger Erdgas hin zu Ausfallszenarien für die deutsche Gasinfrastruktur. Der alleinige Bezug von Erdgas garantiert im Jahr 2022 keine Versorgungssicherheit mehr. Um die Versorgungssicherheit der Bevölkerung und Unternehmen zu gewährleisten und eine mögliche Rezession abzuwenden, unternehmen die Nationalregierungen in Europa und die Europäische Kommission größere Anstrengungen, alternative Bezugsquellen zu erschließen und regulierend in den Markt einzugreifen. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Energiekonzeptes sind die Eingriffe und die damit verbundene mittelfristige Preisstruktur nicht prognostizierbar.

## 2 Energiebedarfsermittlung

Für die Erstellung des Energiekonzeptes ist es erforderlich, den benötigten Endenergiebedarf des Plangebietes abzuschätzen. Hierbei sollen die Bereiche Wärme bzw. Kühlung und Strom einzeln betrachtet werden, um Lösungsansätze für eine nachhaltige Energieversorgung zu entwickeln.

Grundlage zur Ermittlung des Energiebedarfs ist der städtebauliche Entwurf mit spezifischen Verbrauchswerten für entsprechende Gebäudestandards in Zusammenhang mit Nutzungsprofilen für Wärme und Strom. Zu beachten ist, dass der tatsächliche Energiebedarf im Neubaugebiet in beide Richtungen variieren kann, da das Nutzerverhalten sehr stark von den individuellen Bedürfnissen der zukünftigen Bewohner abhängig ist.

Für die Ermittlung der Bedarfe für Wärme und Strom wurde eine thermisch-dynamische Simulation auf Basis des Simulationsmoduls Energyplus durchgeführt. Dabei wird ein digitales 3D-Modell mit bauphysikalischen Parametern der Gebäudehülle und spezifischen Kennzahlen zur Nutzung der einzelnen

<sup>6</sup> <https://www.carmen-ev.de/service/marktueberblick/marktpreise-energieholz/marktpreisvergleich/>, letzter Zugriff 10/2022

Gebäude beschrieben. Diese verwendeten Kennzahlen basieren auf der amerikanischen Norm ASHRAE 90-1 und wurden anhand der DIN V 18599 auf in Deutschland übliche Standards angepasst. Die Simulation berechnet dann für jede Stunde eines Jahres die Wärme- und Strombedarfe jedes Gebäudes.

Der Wärmebedarf ist, neben dem Nutzerverhalten, im Wesentlichen vom Standard der Gebäudehülle abhängig. Sie ist mit den Wärmedurchgangskoeffizienten für Transmissionswärmeverluste verantwortlich. Diese Verluste gehen durch die Außenfläche verloren und werden an die Umgebung abgegeben. Für die Ausführung der Gebäudehülle wurden zur Energiebedarfsermittlung die Standards Gebäudeenergiegesetz GEG bzw. Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW Effizienzhaus 55 und KfW 40 miteinander verglichen.

Neben dem Heizwärmebedarf wird die Erwärmung des Trinkwassers ebenfalls im Wärmebedarf berücksichtigt. Diese wird in allgemeinen Berechnungen mit dem Standardwert 2,32 kWh pro Person und Tag festgesetzt. Folgendes Diagramm zeigt den erwarteten Strombedarf eines Gebäudes bzw. des gesamten Quartiers (6 Gebäude). In der Analyse sind die Bedarfe der Haushalte enthalten. Hilfs- und Antriebsenergie von Wärmeversorgungssystemen (z.B. Wärmepumpen) sind an dieser Stelle nicht Bestandteil der Bilanzierung.

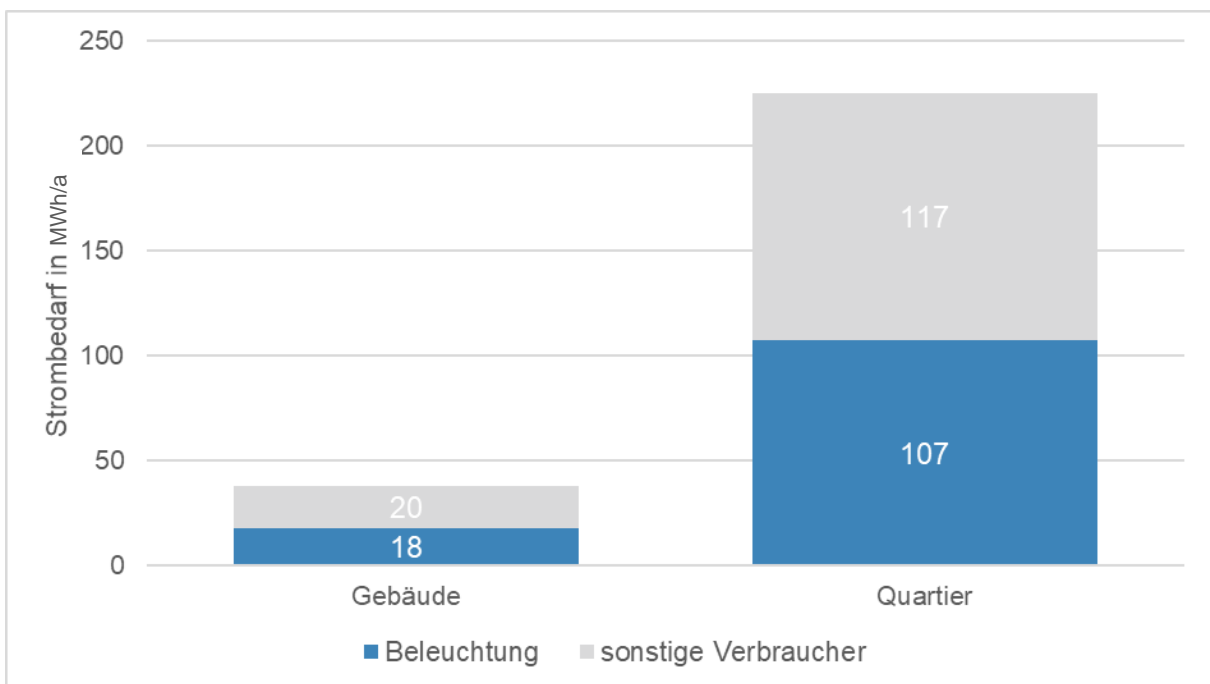


Abb. 4 Strombedarf für ein Einzelobjekt und das Quartier nach Verbraucherguppen

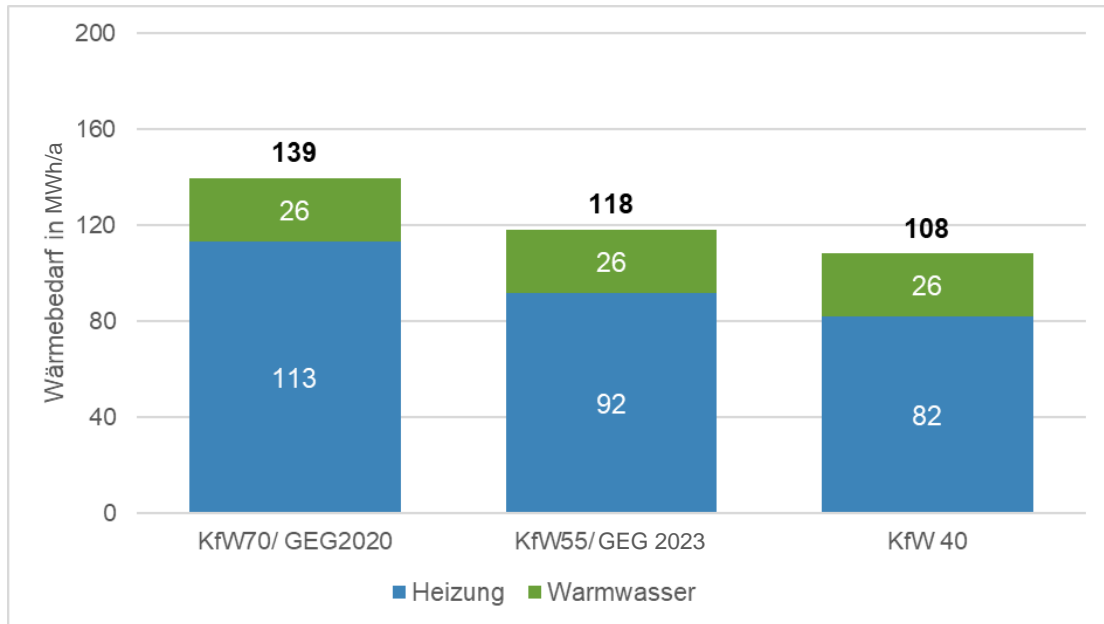


Abb. 5 Wärmebedarf für ein Einzelobjekt nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55/GEG 2023 und KfW40

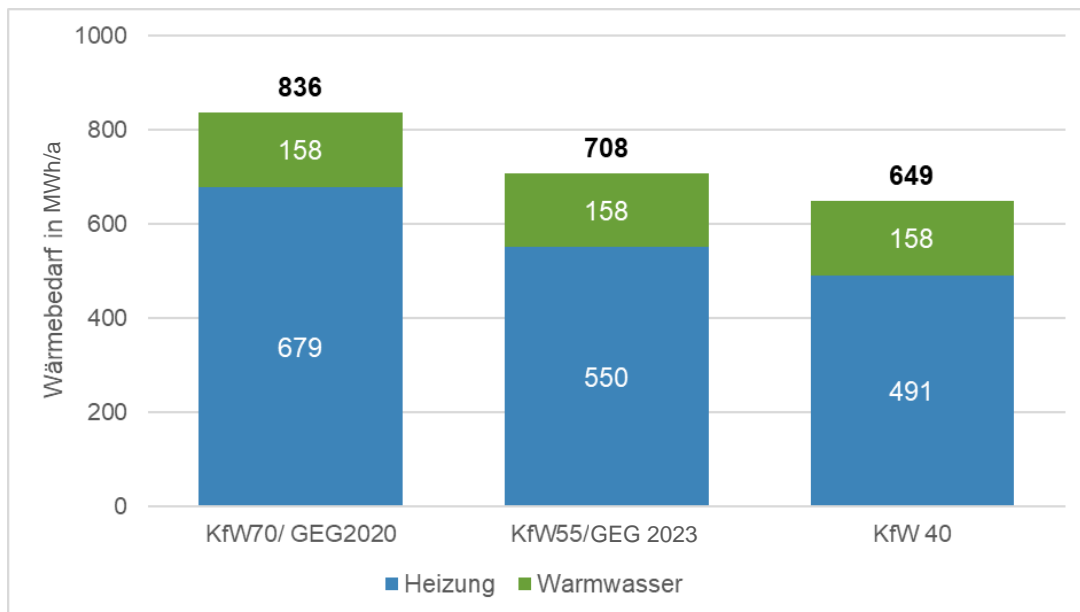


Abb. 6 Wärmebedarf für das Quartier nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55/GEG 2023 und KfW40

Tab. 2 verdeutlicht die Heizleistung je Wohnkomplex und für das gesamte Quartier, die sich aus dem Wärmebedarf für Beheizung und die Bereitstellung von Warmwasser bei ca. 2.000 Vollbenutzungsstunden (Vbh) für Wohngebäude<sup>7</sup> ergibt.

<sup>7</sup> Vgl. ASUE (2013)

Tab. 2 Heizlast in kW nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55 und KfW40

	KfW70 / GEG 2020	KfW55 / GEG 2023	KfW40
<b>Wohnkomplex</b>	62,84	50,92	45,47
<b>Anzahl Objekte</b>	6	6	6
<b>Quartier</b>	377,05	305,54	272,81

## 3 Bausteine einer zukunftsfähigen Energieversorgung

### 3.1 Stromversorgung

Der Anschluss aller Gebäude erfolgt grundsätzlich an das öffentliche Stromversorgungsnetz. Zusätzlich ist aber der Einsatz von dezentralen Erzeugeranlagen Bestandteil eines nachhaltigen Versorgungskonzeptes. Für das Gebiet wurden folgende Technologien hinsichtlich ihrer grundsätzlichen energietechnischen Eigenschaften und der Eignung für den Standort Friedrich-Bosse-Straße bewertet.

Tab. 3 Vergleichsmatrix Stromversorgungstechnologien

Technologie	Klimaschutz und Ökologie	Versorgungssicherheit	Wirtschaftlichkeit	Eignung am Standort
Photovoltaik (Gebäude)	+++	+	++	gut geeignet
Photovoltaik (Freifläche)	+++	+	++	nicht möglich, keine Flächen vorhanden
Windenergie	++	+	+++	nicht möglich, zu dichte Bebauung
Wasserkraft	+	+	--	nicht möglich, Gewässerökologie nicht einzuschränken, Gefälle zu gering, schwankender Pegel
Blockheizkraftwerke (Erdgas)	-	-	--	ungeeignet, Energieträger unwirtschaftlich

Dächer und Fassaden bieten Potenzialflächen für die Nutzung von Photovoltaikanlagen. Im Plangebiet stehen dafür die sechs Wohnkomplexe zur Verfügung. Da PV-Anlagen auf Dachflächen ein deutlich höheres Kosten-Nutzen-Verhältnis gegenüber Anlagen an Fassaden aufweisen und zudem in der Installation und Wartung unkomplizierter sind, ist im Falle der Wohnkomplexe eine Realisierung der Anlagen

auf Dachflächen vorzuziehen. Eine Kombination mit Dachbegrünung ist möglich. Daher wird nachfolgend das Potenzial der Dachflächen betrachtet.

Ausgehend von einer 3D-Gebäudemodellierung wurden die potenziellen Dachflächen analysiert und eine Auslegung der PV-Dachanlagen vorgenommen. Entsprechend der vorgegebenen Kubaturen könnten auf den sechs Dachflächen der Wohnkomplexe rund 510 Module mit einer Gesamtleistung von 184 kW<sub>p</sub><sup>8</sup> installiert werden. Mit einem spezifischen Ertrag von rund 1.025 kWh/kW<sub>p</sub> wird ein potenzieller solarer Ertrag von 188,6 MWh pro Jahr erzielt.

Im Vergleich zum Strombedarf von 224 MWh/a der sechs Wohnkomplexe wäre bilanziell eine 84%ige Deckung durch die PV-Anlagen möglich. In Zeiten geringen Verbrauchs auftretender überschüssiger PV-Strom, kann als Quelle für die Wärmeerzeuger (Wärmepumpen) dienen. Eine zusätzliche Steigerung kann durch die Einbindung von Batteriespeichern erzielt werden.

## 3.2 Wärmeversorgung

Im Bereich der Wärme kann eine Versorgung entweder individuell (bspw. Durch Wärmepumpen mit der Wärmequelle Geothermie) oder zentral (z.B. Anschluss an das Fernwärmenetz) realisiert werden. Für das Entwicklungsgebiet wurden folgende Technologien einem ersten Vergleich zugeführt.

Tab. 4 Vergleichsmatrix Wärmeversorgungstechnologien

Technologie	Klimaschutz und Ökologie	Versorgungssicherheit	Wirtschaftlichkeit	Eignung am Standort
Solarthermie	+++	+	+	geeignet
Umweltwärme (Elster)	++	+++	+	geeignet
Umweltwärme (Luft)	+	+++	+	bedingt geeignet (Lärmschutz und erreichbare Leistung)
Oberflächennahe Geothermie	+++	+++	o	bedingt geeignet (Altlasten)
Fernwärme (aktuell/Zukunft)	o/+++	+ /+++	o	geeignet

### 3.2.1 Solarthermie

Entsprechend der Analyse der PV-Anlagen auf den Dachflächen der Wohnkomplexe wird das solare Wärmepotenzial von Solarthermie-Anlagen untersucht.

Als Untersuchungsgegenstand werden marktübliche Solarkollektoren herangezogen. Im Jahresverlauf kann ein spezifischer Ertrag von rund 720 kWh/m<sup>2</sup> Kollektorfläche erzielt werden. Bei einer möglichen

<sup>8</sup> Prämisse: spezifische Leistung der gewählten PV-Module von 360 W

Kollektorfläche von rund 944 m<sup>2</sup> der 510 Solarkollektoren liegt der potenzielle solare Wärmeenergieertrag bei rund 680 MWh/a. Bilanziell könnte demnach durch die Belegung aller Dachflächen der gesamte Wärmebedarf der sechs Wohnkomplexe ab einem Gebäude-Effizienzstandard 40 nach KfW gedeckt werden.

### 3.2.2 Gewässerwärme

Der an das Plangebiet angrenzende Fluss Weiße Elster könnte als Quelle zum Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes oder bei der Versorgung einzelner Wohnkomplexe genutzt werden. Die Wärme wird dabei über einen Bypass entnommen und über einen Wärmeübertrager in einem sekundären Kreislauf an die nachgeschalteten Wärmeerzeuger (i.d.R. Wärmepumpen) weitergeleitet.

Die entzogene Wärmeleistung aus dem Gewässer richtet sich nach den jährlichen Außentemperaturen und entsprechend folgender Abbildung einerseits nach der Vorlauftemperatur (VL-Temp.), die im Jahresverlauf eine Spanne von 3 °C bis 20 °C aufweist und der Entzugstemperatur von ca. 2 °C (bspw. 3 °C im Vorlauf auf 1 °C im Rücklauf während der Winterzeit) bis 3 °C im Sommer.

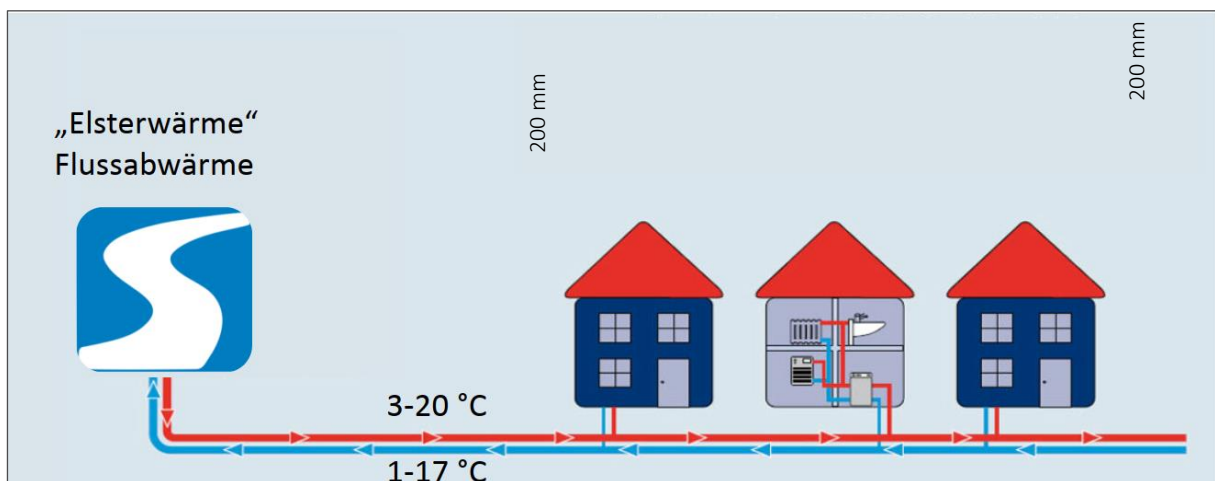


Abb. 7 Schema der Temperaturspreizung bei der Nutzung von Gewässerwärme

Bei einer konservativen Annahme mit einer jährlichen Temperaturabsenkung zwischen Vor- und Rücklauf von 2 °C und einem durchschnittlichen Durchsatz von ca. 5 m<sup>3</sup>/s<sup>9</sup> kann eine potenzielle Entzugsarbeit (Umweltwärme) von rund 275 MWh/a geleistet werden. Ausgehend von den jährlichen Außentemperaturen kann über den Jahresverlauf (siehe Abb. 8) eine Grundleistung von rund 50 kW als potenzielle Entzugsleistung für die Auslegung der Zisterne und den Wärmeübertrager ermittelt werden.

Unter technischen Aspekten gilt es mit der Auslegung des Systems eine real nutzbare Menge an Umweltwärme zu definieren.

<sup>9</sup> Annahme durch Angabe der Wasserbehörde, Amt für Umweltschutz der Stadt Leipzig sowie <https://pegelalarm.at/de/river.php?river=Wei%C3%9Fe%20Elster>

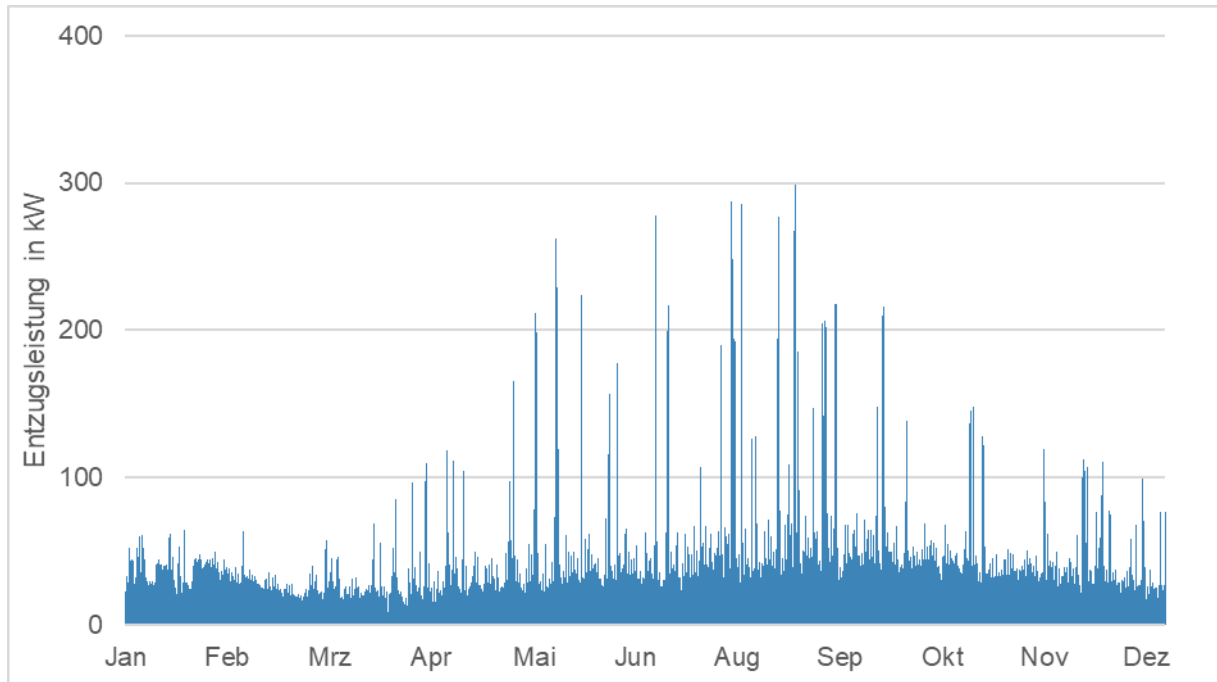


Abb. 8 Lastprofil der Wärme-Entzugsleistung des Gewässers „Weiße Elster“ im Jahresverlauf

### 3.2.3 Wärme aus Geothermie

Der Boden im Plangebiet ist wie in Abschnitt 1.3 ausgeführt noch mit Altlasten versetzt. Eine geothermische Nutzung ist damit durch die damit verbundene Bodenbehandlung erschwert, aber nicht unmöglich. Bei der Sondenbohrung, Bodenentnahme und Abdeckung sind umfangreiche Maßnahmen zur Entsorgung des Materials und zum Schutz der Umwelt zu treffen. Da das Grundstück der Altlastenfreistellung des Freistaates Sachsen unterliegt, besteht die Möglichkeit, kontaminationsbedingten Mehraufwand bei der ARGE AFC Sachsen geltend zu machen. Dies muss entsprechend den Regularien der ARGE AFC erfolgen.

Eine Möglichkeit zur Deckung des Wärmebedarfs durch Zuhilfenahme von Umweltwärme aus dem Erdreich stellt die Verwendung von Erdsonden oder Erdwärmekollektoren dar. Erdwärmekollektoren sind horizontal im Erdreich verlegte Wärmetauscher, die die Wärme des Bodens als Energiequelle für eine Wärmepumpe nutzbar machen. Den größten Nachteil dieser Technologie stellt der zumeist hohe Flächenbedarf dar. Erdwärmesonden hingegen können mittels Bohrungen Wärme aus tieferen Erdschichten nutzbar machen und weisen dadurch einen geringeren Flächenbedarf auf, haben jedoch höhere Investitionskosten durch den erhöhten Aufwand der Bohrungen sowie genehmigungsrechtliche Auflagen. Üblicherweise werden Erdwärmesonden für Wohngebiete mit einer maximalen Tiefe von 99 m ausgeführt, da aus genehmigungsrechtlichen Gründen ab einer Tiefe von 100 m zusätzlich eine umfassende Prüfung durch das Landesbergamt notwendig ist und somit ein erhöhter Planungsaufwand im Rahmen eines bergrechtlichen Betriebsplanverfahrens besteht.

Grundsätzlich ist die Nutzung von Erdwärmesonden im Plangebiet zulässig. Bei einer Bohrtiefe < 40 m ist eine Entzugsleistung von ca. 47 W/m zu erwarten, bei Bohrtiefen zwischen 40 und 100 m kann von ca. 54 W/m ausgegangen werden (siehe Abb. 9).

Bei größeren Erdsonden-Anlagen empfiehlt es sich eine Simulation des Erdreiches im geplanten Sondenfeld durchzuführen, um durch reale Messdaten die Eignung des Erdreiches sicherzustellen. Diese wird im Rahmen von Pilotbohrungen bzw. eines Thermal Response Tests (TRT) durchgeführt.



Abb. 9 Entzugsleistungen im Plangebiet<sup>10</sup>

Nach den zuvor genannten Rahmenbedingungen mit einer Bohrtiefe bis 100 m und einer spezifischen Entzugsleistung der Erdsonden von rund 50 W/m ergibt sich je Erdsonde eine Entzugsleistung von 5 kW. Mit einer Vollbenutzungszahl von 1.800 h/a kann eine jährliche Entzugsarbeit an Umweltwärme von 9 MWh erreicht werden.

Um die Umweltwärme bei einer mittleren Temperatur des Erdreiches von 10 °C für die Beheizung und Bereitstellung des Warmwassers der Wohnkomplexe nutzbar zu machen, bedarf es eines Temperaturhubs durch eine nachgeschaltete Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP). Unter Vorgaben der Mindestanforderungen einer Förderung von S/W-WP nach BAFA wird bei einer Jahresarbeitszahl<sup>11</sup> von 4,0 der eingesetzten Wärmepumpen der Wärmebedarf durch eine Anzahl von 55 bis 70 Erdsonden entsprechend nachfolgender Tabelle zu 100 % gedeckt.

Tab. 5 Anzahl Bohrungen, Entzugsleistung und Flächenbedarf eines Erdwärme-Sondenfeldes zur vollständigen Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs der Wohnkomplexe nach den Effizienzhaus-Standards KfW 70, KfW 55 und KfW 40

Effizienzhaus-Standard	KfW 70	KfW 55 / GEG 2023	KfW 40
Wärmebedarf in MWh/a	836,5	707,8	648,9
Entzugsarbeit (Umweltwärme) in MWh/a	627,4	530,8	486,6
Entzugsleistung in kW	348,5	294,9	270,4
Anzahl Bohrungen	70	59	55
Flächenbedarf in m <sup>2</sup>	5.530	4.661	4.345

<sup>10</sup> Vgl. Geothermie-Atlas Sachsen (2022)

<sup>11</sup> Die Jahresarbeitszahl (JAZ) steht für die Leistungsfähigkeit von Wärmepumpen. Diese beschreibt das Verhältnis von der durch die Wärmepumpe erzeugten Wärme zu der dazu benötigten Antriebsenergie (Strom). Bei einer JAZ von 4,0 werden drei Anteile Umweltwärme und ein Anteil Strom eingesetzt.



### 3.3 Fernwärme

Das Leipziger Fernwärmesystem befindet sich derzeit in einer nie dagewesenen Phase des technologischen Umbruchs. Die beiden wesentlichen Wärmequelle Heizkraftwerk Nord und der Abwärmebezug aus dem Braunkohlekraftwerk Lippendorf werden durch einen Mix verschiedener Erzeugungstechnologien abgelöst. Das Zukunftskonzept der Leipziger Stadtwerke sieht folgende Bausteine für die Versorgung im Jahr 2030 vor:



Abb. 10 Technologiemix im Zukunftskonzept Fernwärme 2030<sup>12</sup>

Die einzelnen Komponenten (z.B. Heizkraftwerk Süd und Flächensolarthermieanlage Leipzig Lausen) werden Stück für Stück implementiert, wodurch sich die Anlageneffizienz und der Anteil erneuerbarer Energien in den nächsten Jahren stetig erhöhen werden.

Das Plangebiet befindet sich am äußersten Ende des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Leipzig. Der nächstgelegene Anschlusspunkt liegt ca. 300 m entfernt in der nordöstliche liegenden Annaberger Straße. Nach Auskunft der Stadtwerke Leipzig steht ohne Anpassungsmaßnahmen netzhydraulisch eine maximale Anschluss-Kapazität von ca. 300 kW zur Verfügung.

Abhängig des realisierten Gebäudestandards der sechs Wohnkomplexe und der damit erforderlichen Heizleistung von 273 kW bis 377 kW (vgl. Abschnitt 2) wäre eine vollständige Versorgung ohne Netzerweiterung im Effizienzhausstandard KfW 40 möglich. Ab KfW 55 wäre mit einer Heizleistung von 306 kW eine Netzverstärkung oder die Einbindung zusätzlicher Wärmeerzeuger ggf. erforderlich. Nach aktuellem Planungsstand kann von den Leipziger Stadtwerken bzw. der Netz Leipzig ein Anschluss der Gebäude an das Fernwärmeverbundnetz ermöglicht werden und wird von dem Vorhabenträger auch angestrebt.

---

<sup>12</sup> <https://zukunft-fernwaerme.de/>, letzter Zugriff 10/2022

## 4 Versorgungskonzepte für das Entwicklungsgebiet

### 4.1 Variantenbildung

Ausgehend von der zuvor beschriebenen Potenzialanalyse ergeben sich für die Wärmeversorgung der sechs Wohnkomplexe jeweils drei dezentrale sowie zentrale Versorgungsvarianten, die nachfolgend verglichen und um die Betrachtung der angestrebten Fernwärmeversorgung ergänzt werden.

Die Bewertung der Einzel- und Quartiersvarianten erfolgt auf Basis des Gebäude-Effizienzstandards KfW 55 bzw. GEG 2023, da dieser den aktuellen Planungen für die Gebäude entspricht. Ergänzend wird anhand verschiedener Gebäude-Effizienzstandards eine Darstellung der Wirtschaftlichkeit einer Einzelversorgung (EV) dargestellt.

#### 4.1.1 Einzelversorgung

Für die Betrachtung einer Einzelversorgung der jeweiligen Wohnkomplexe kommt eine konventionelle Versorgung mittels Erdgas-Kessel und Solarthermie-Anlage (ST) nicht in Frage.

In EV1 soll mittels Luft-Wasser-Wärmepumpe (L/W-WP) die Umweltwärme nutzbar gemacht werden und die Grundlast des Wärmebedarfs decken, die Spitzelast wird durch Biomasse (Pellets) gedeckt. Um einem möglichst hohen Autarkiegrad zu erreichen, wird für den notwendigen Strombedarf der Wärmepumpe mittels Sektorenkopplung eine PV-Anlage eingebunden. In EV2 soll eine reine Wärmeversorgung über Umweltwärme untersucht werden. Mittels Sole-Wasser-Wärmepumpe (S/W-WP) und Erdsonden kann Erdwärme nutzbar gemacht werden und im bivalenten Betrieb mit der L/W-WP den Wohnkomplex mit Wärme versorgen.

Daraus ergeben sich die jeweiligen EV:

- EV1: L/W-WP + Bio-Kessel + PV
- EV2: S/W-WP mit Geothermie + L/W-WP + PV

#### 4.1.2 Quartiersversorgung über Wärmenetz

In den Quartiersvarianten erfolgt die Wärmeversorgung über eine Heizzentrale. Diese kann einerseits in einem der Wohnkomplexe in einem Heizraum oder in einer separaten Heizzentrale als eigenständiges Bauwerk verortet werden. Der Transport der Wärme an die jeweiligen Wohnkomplexe erfolgt über eine Nahwärmenetz.

In QV1 erfolgt die Wärmebereitstellung mittels Blockheizkraftwerk (BHKW), welches als Energieträger Holzpellets nutzt. Der erzeugte KWK-Strom soll der L/W-Wärmepumpe zugeführt werden. In QV2 wird über S/W-WP das Wärmepotenzial der Weißen Elster (Gewässer) nutzbar gemacht. Die Residualleistung wird über einen Biomasse-Kessel gestellt.

Daraus ergeben sich die jeweiligen QV:

- QV1: Biomasse-BHKW (Holzpellets) + L/W-WP + PV
- QV2: S/W-WP (Elster) + Bio-Kessel + PV

In der Quartiersversorgung wird von einer zentralen Wärmeversorgung über eine Heizzentrale als eigenständiges Bauwerk ausgegangen, welches in der Nähe eines Wohnkomplexes errichtet werden soll.

Die Strombereitstellung über PV-Anlagen wird auf die Nutzung der Dachfläche eines Wohnkomplexes beschränkt.

### 4.1.3 Anschluss an das Fernwärmeverbundnetz Leipzig und Kombinationen

In dieser Variante werden alle Objekte an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen und voll mit Wärme versorgt. Es wird vorausgesetzt, dass die zur Verfügung gestellte Leistung minimal erhöht wird und/oder die Heizlast geringer ausfällt als abgeschätzt. Da die Erschließung des Gebietes über eine gemeinsame Trasse bis zur Hauptleitung in der Friedrich-Bosse-Straße erfolgt, liegt eine Zwischenform aus Einzelversorgung und Quartiersversorgung vor. Weiterhin ist die Nutzung von Wärmequellen im Quartier nicht ausgeschlossen, welche durch die gemeinsame Erschließung zu einer Senkung des Fernwärmebezugs aller Gebäude führen würde. Als Beispiel sei die Nutzung von Gewässerwärme gemäß Abschnitt 3.2.2 genannt.

Daher wurden zwei weitere Varianten für den Anschluss an das Fernwärmenetz (FW) gebildet, die gemeinsam mit den Quartiersversorgungsvarianten dargestellt werden:

- FW1: FW + PV
- FW2: S/W-WP (Elster) + FW + PV

## 4.2 Energiebilanzierung

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Energiebilanz der beschriebenen Versorgungsvarianten für die Wärme- und Strombereitstellung nach Einzel- und Quartiersversorgung.

Die Darstellung der Energieerzeuger richtet sich jeweils nach der Priorität der Wärmeerzeuger. Am Beispiel der EV1 hat die Nutzung der solaren Wärme über die ST-Anlage gegenüber dem Bio-Kessel den Vorrang und wird im unteren Bereich ausgegeben. Der Heizstab deckt die übrige Spitzenlast, wodurch eine Überdimensionierung der Erzeuger vermieden werden kann.

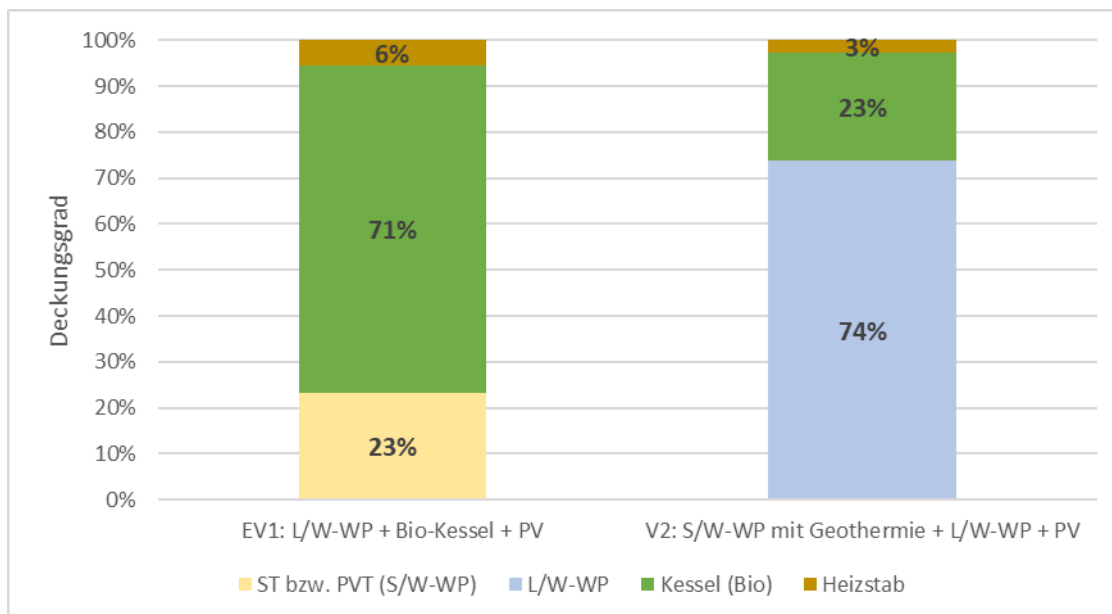


Abb. 11 Deckungsgrad an der Wärmebereitstellung nach Wärmeerzeuger der Einzelversorgungsvarianten

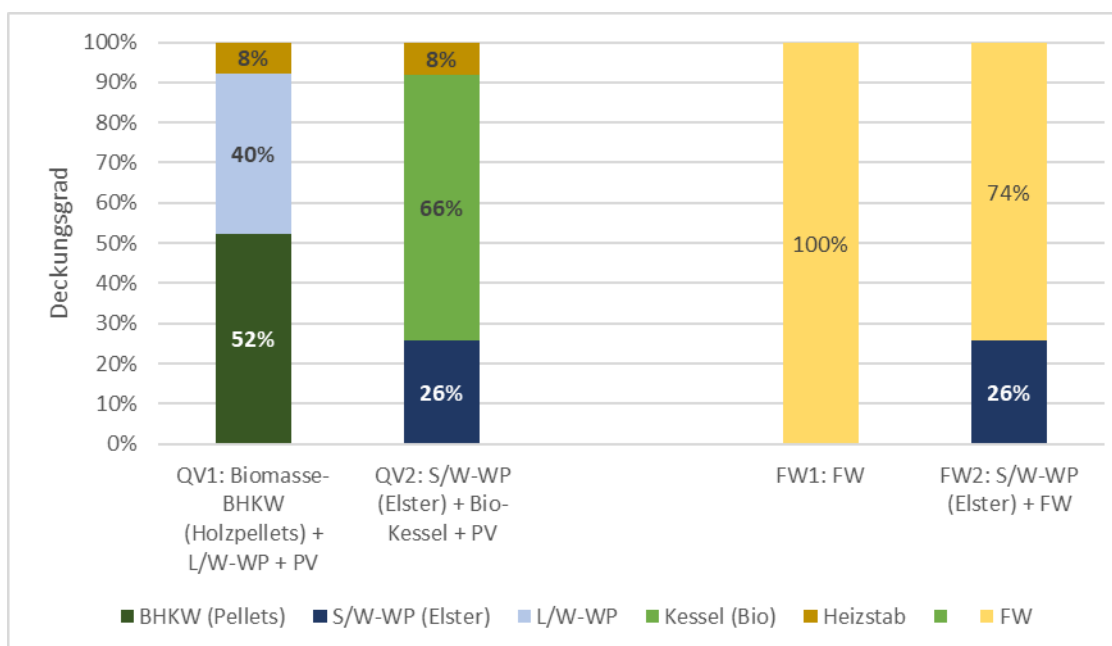


Abb. 12 Deckungsgrad an der Wärmebereitstellung nach Wärmeerzeuger der Quartiersversorgungsvarianten und Fernwärme

Der Anschluss an die Fernwärme würde eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs aller Objekte im Gebiet absichern.

Die aus den möglichen Photovoltaikaufdachanlagen gelieferte Elektroenergie würde sich im Fall der Einzel- und Quartiersversorgungsvarianten auf die Gebäudetechnik verteilen, bevor sie den Haushalten bzw. zur Netzeinspeisung zur Verfügung stehen würde.

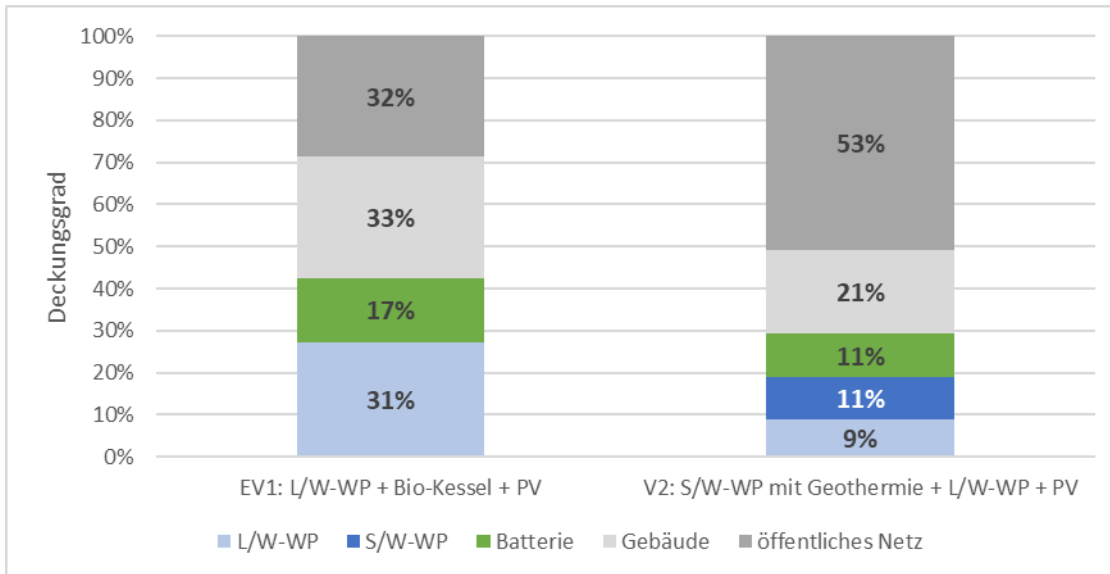


Abb. 13 Nutzung des erzeugten PV-Stroms nach Verbraucher der Einzelversorgungsvarianten

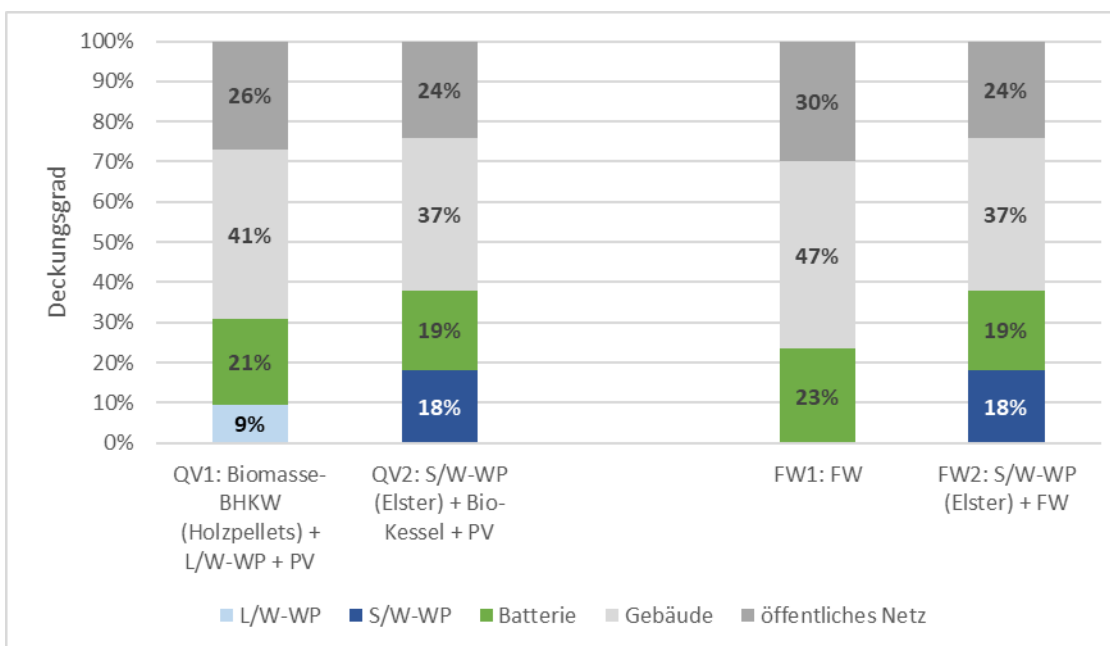


Abb. 14 Nutzung des erzeugten PV-Stroms nach Verbraucher der Quartiersversorgungsvarianten und Fernwärme

### 4.3 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Nachfolgende Abbildungen zeigen die Energiebilanz der beschriebenen Versorgungsvarianten für die Wärme- und Strombereitstellung nach Einzel- und Quartiersversorgung.

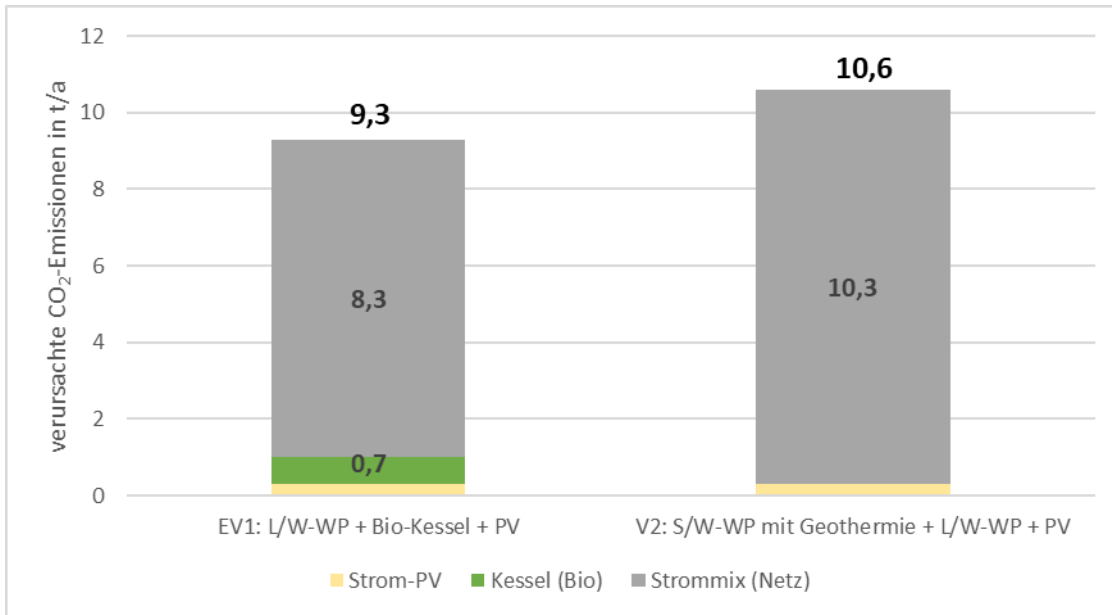


Abb. 15 freigesetzte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Herkunft der Einzelversorgungsvarianten

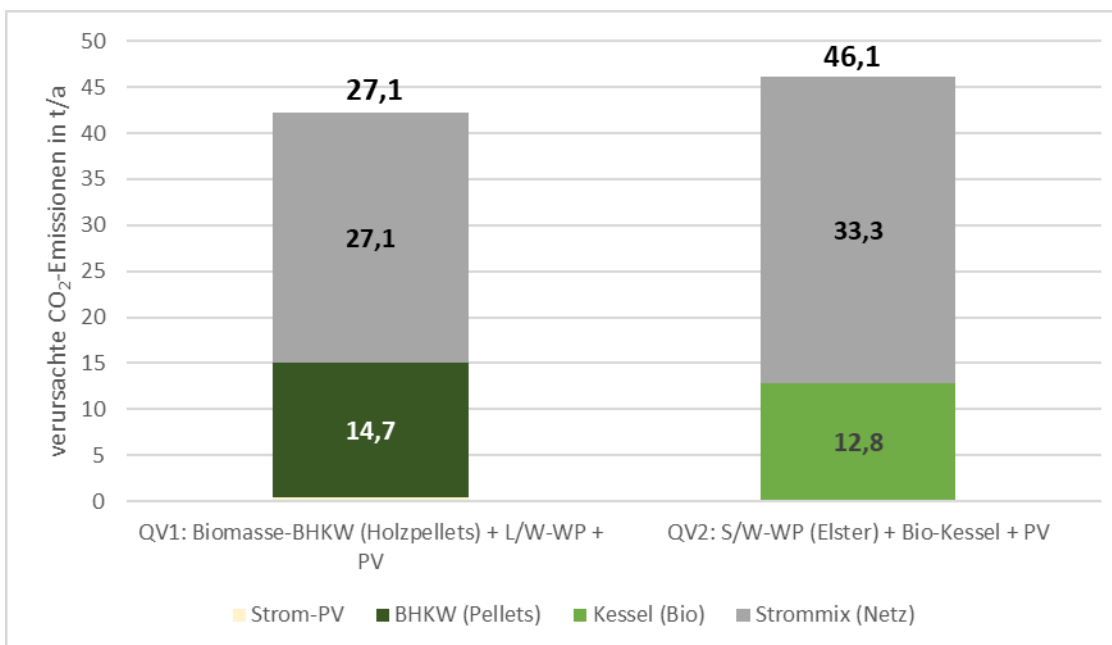


Abb. 16 Freigesetzte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach der Quartiersversorgungsvarianten

Die zukünftig aus dem Bezug der Fernwärme resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen sind zum Zeitpunkt der Erstellung des Energiekonzeptes nicht quantifizierbar, da aufgrund der Unsicherheiten in der Energiebeschaffung und des steten Umbaus der Wärmeerzeuger innerhalb des Fernwärmenetzes kein Emissionsfaktor sicher prognostizierbar ist. Es ist aber Ziel des Umbaus der Fernwärmeversorgung eine deutliche Verbesserung der resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren bis 2030 zu erreichen und mit dem möglichen Wasserstoffeinsatz in den 30er-Jahren bis 2040 Klimaneutralität zu ermöglichen. Damit wird die CO<sub>2</sub>-Bilanz des künftigen Quartieres bei Fernwärmebezug den 100 % auf erneuerbaren Energien basierenden Versorgungsvarianten entsprechen.

## 4.4 Wirtschaftlichkeitseinschätzung

Ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit ist zum aktuellen Planungsstand aufgrund fehlender belastbarer Preisdaten für den Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Wärmeversorgungsanlagen nicht möglich. Derzeit sind die für die Verbraucher entstehenden Kosten sehr stark von regulatorischen Eingriffen beeinflusst. Hierzu zählen bspw. Deckelung der Arbeitspreise (bspw. Wärmepreisbremse, Strompreisbremse) und die Reduktion der Mehrwertsteuer auf 7%. Die staatliche Festsetzung von Höchstpreisen sind bis April 2024 befristet und eine Prognose, wie sich die Preise der einzelnen Versorgungsarten danach entwickeln ist derzeit nicht möglich.

Für das Vorhaben kommen nach aktueller Einschätzung vor allem der Anschluss an das Fernwärmeverbundnetz der Leipziger Stadtwerke und/oder der Einsatz von Wärmepumpen (bspw. Luft/Wasser) in Frage.

Tab. 6 spezifische Energiekosten (Auswahl)

Energieversorgung	Energiepreis 2. Quartal 2023 brutto
Fernwärme Leipzig <sup>13</sup>	17,45 Ct/kWh <sup>14</sup>
Haushaltsstrom <sup>15</sup>	48,12 Ct/kWh
Heizstrom inkl. Heizstrombremse <sup>16</sup>	32,4 Ct/kWh

Für den Fall einer reinen Wärmeversorgung über Luft/Wasserpumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 2,5 würden ohne Heizstrombremse spezifische Verbrauchskosten in Höhe von ca. 20 Ct/kWh entstehen. Mit Heizstrombremse würde ein Wert von ca. 13 Ct/kWh entstehen. Hinzu kämen Kosten für die Investition, Wartung und Betriebsführung. Ein Vergleich mit den ebenfalls regulierten Fernwärmepreisen ist schwer möglich, da die gelieferte Energie direkt im Heiznetz verteilt wird, Investitionen nicht anfallen und Betriebsführung inkludiert sind. Die Tendenz zeigt aber, dass die Investitionskosten in eigene Wärmeanlagen ausschlaggebend für die betriebswirtschaftliche Entscheidung über die Wärmeversorgungsart sind.

## 4.5 Abgleich mit dem Sofortmaßnahmenprogramm

Bezugnehmend auf die Vorgaben des Sofortmaßnahmenprogrammes der Stadt Leipzig (vgl. Abschnitt 1.2) sollen nachfolgend die Versorgungsvarianten auf deren Erfüllungsgrad hin untersucht werden.

Bei der Wärmeversorgung wird der geforderter Mindestanteil von 25 % EE ohne Bezug von Fernwärme in allen erneuerbaren Versorgungsvarianten erfüllt. Die Wärmebereitstellung in allen Varianten wird über 90 % durch Biomasse-Erzeuger oder Wärmepumpen gedeckt. Mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,0 der L/W-WP und 4,5 der S/W-WP erreichen deren Wärmeversorgungssysteme einen Umweltwärme-Anteil von mindestens 75 %. Der Strombedarf der Wärmepumpen wird wiederum mit 10 % bis knapp 25 % durch lokalen PV-Strom bereitgestellt.

---

<sup>13</sup> <https://files.l.de/ide-typo3/Leipziger/Stadtwerke/Dokumente/Waerme/LSW-Information-waerme-basis-EV800-2022.pdf>, letzter Zugriff April 2023

<sup>14</sup> Schätzung mit 708 MWh/a Jahresverbrauch ca. 300 kW Anschlussleistung

<sup>15</sup> <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-strompreisanalyse/>, letzter Zugriff April 2023

<sup>16</sup> Berechnung basiert auf einer Deckelung von 80% auf 28 Ct/kWh, der Rest wurde mit 50 Ct/kWh in die Mischkalkulation aufgenommen

Bei der Stromversorgung kann mit der Belegung aller Dachflächen ein PV-Stromertrag von 185 MWh/a (30,8 MWh/a pro Dach) erreicht werden. In der Variante mit reinem Fernwärmebezug wird es möglich den Solarstrom komplett den Gebäuden (Betriebsstrom und Haushalte) zur Verfügung zu stellen. Der Vorhabenträger plant aktuell die Installation von sechs Photovoltaikanalagen mit einer Gesamtleistung von 100 kW<sub>p</sub> (je Gebäude 16,7 kW<sub>p</sub>). Damit würde ein Gesamtertrag von 102,5 MWh/a ca. 46% des Strombedarfs im Quartier decken.

## 5 Fazit und Zielvariante

Die Ausgangssituation für die Planung eines nachhaltigen Wohnquartiers 2022 in Leipzig ist aufgrund ambitionierter Zielstellungen und schwer kalkulierbaren Entwicklungen im Energiemarkt sowie der zu erwartenden regulatorischen Eingriffe sehr herausfordernd. Die Quartiersentwicklung erfordert eine hohe Versorgungssicherheit der Energiebereitstellung. Weiterhin muss die gewählte Technologie den Treibhausneutralitätszielen gerecht werden.

Die im Quartier zu errichtenden Gebäude werden mit einer Gesamtenergieeffizienz ähnlich KfW 55 bzw. GEG 2023 geplant. Im Ergebnis der Untersuchungen für eine nachhaltige Energieversorgung und im Abgleich mit den weiteren Zielstellungen einer wirtschaftlichen Quartiersentwicklung für alle Zielgruppen, wurde der Anschluss an das Fernwärmeverbundnetz der Leipziger Stadtwerke bzw. Netz Leipzig von dem Vorhabenträger als Versorgungsvariante ausgewählt. Durch das Zukunftskonzept 2030 wird eine ökologische Wärmelieferung ermöglicht, welche aufgrund des breiten Technologiemic und den Leipziger Stadtwerken als kommunales Versorgungsunternehmen ein sehr hohes Maß an Versorgungssicherheit bietet. Der im Sofortmaßnahmenprogramm formulierte Mindestanteil von 25 % erneuerbaren Energien im Fernwärmegebiet wird perspektivisch im Fernwärmemix gemäß dem Zukunftskonzept 2030 gewährleistet. Das im Sofortmaßnahmenprogramm formulierte mögliche Ziel von 40 bis 50% Anteil erneuerbarer Energien deckt sich ebenfalls mit den Plänen der Leipziger Stadtwerke. Der Fernwärmebezug im Quartier kann auch prinzipiell durch weitere lokal verfügbare erneuerbare Energiequellen ergänzt werden. Luft- und die Wärme aus der Elster könnten als Wärmequellen genutzt werden. Damit würde der Wärmebezug aus dem Fernwärmenetz insbesondere in den Übergangszeiten reduziert werden. Hierbei ist die Nutzung von Wärme aus der Elster als eine potenziell erschließbare Quelle besonders hervorzuheben. Es ist zu empfehlen in den weiteren Planungsphasen die Nutzung von Umweltwärme weiter zu prüfen.

Die Vollversorgung mit Fernwärme wird um die Installation von 6 Photovoltaikaufdachanlagen für die Bereitstellung von Betriebsstrom und Haushaltsstrom ergänzt. Es wird damit eine bilanzielle Deckung von 46 % des Strombedarfs durch die Erzeugung vor Ort erreicht.



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Entwicklung und Zielpfade der Treibhausemissionen in Deutschland Sektor Gebäude.....	3
Abb. 2	Städtebaulicher Entwurf und Geltungsbereich (rot gestrichelte Linie) für das Plangebiet. ....	6
Abb. 3	Preisentwicklung ausgewählter Energieträger in Deutschland 2013-2022.....	9
Abb. 4	Strombedarf für ein Einzelobjekt und das Quartier nach Verbrauchergruppen .....	10
Abb. 5	Wärmebedarf für ein Einzelobjekt nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55/GEG 2023 und KfW40 .....	11
Abb. 6	Wärmebedarf für das Quartier nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55/GEG 2023 und KfW40 .....	11
Abb. 7	Schema der Temperaturspreizung bei der Nutzung von Gewässerwärme .....	14
Abb. 8	Lastprofil der Wärme-Entzugsleistung des Gewässers „Weiße Elster“ im Jahresverlauf .....	15
Abb. 9	Entzugsleistungen im Plangebiet.....	16
Abb. 10	Technologiemix im Zukunftskonzept Fernwärme 2030 .....	17
Abb. 11	Deckungsgrad an der Wärmebereitstellung nach Wärmeerzeuger der Einzelversorgungsvarianten .....	20
Abb. 12	Deckungsgrad an der Wärmebereitstellung nach Wärmeerzeuger der Quartiersversorgungsvarianten und Fernwärme .....	20
Abb. 13	Nutzung des erzeugten PV-Stroms nach Verbraucher der Einzelversorgungsvarianten .....	21
Abb. 14	Nutzung des erzeugten PV-Stroms nach Verbraucher der Quartiersversorgungsvarianten und Fernwärme .....	21
Abb. 15	freigesetzte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Herkunft der Einzelversorgungsvarianten .....	22
Abb. 16	Freigesetzte CO <sub>2</sub> -Emissionen nach der Quartiersversorgungsvarianten .....	22

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Bruttogeschossflächen in m <sup>2</sup> nach Typ 1 des städtebaulichen Entwurfs .....	6
Tab. 2	Heizlast in kW nach den Effizienzhaus-Standards KfW70, KfW55 und KfW40 .....	12
Tab. 3	Vergleichsmatrix Stromversorgungstechnologien.....	12
Tab. 4	Vergleichsmatrix Wärmeversorgungsstechnologien .....	13
Tab. 5	Anzahl Bohrungen, Entzugsleistung und Flächenbedarf eines Erdwärme- Sondenfeldes zur vollständigen Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfs der Wohnkomplexe nach den Effizienzhaus-Standards KfW 70, KfW 55 und KfW 40...	16
Tab. 6	spezifische Energiekosten (Auswahl) .....	23

## 6 Anlagen

### 6.1 Abkürzungen und Einheiten

Parameter	Wert
a	Jahr
AKZ	Altlasten-Kennziffer
äq	Äquivalent
BauGB	Baugesetzbuch
BEG	Bundesförderung effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DIN	Deutsche Industrienorm
EG	Erdgeschoss
EKSP	Energie- und Klimaschutzprogramm
EKZ	Einkaufszentrum
EPS	Expandierter Polystyrolschaum
EV	Einzelversorgung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GRZ	Grundflächenzahl
GWP	Global Warming Potential
ha	Hektar
INSEK	Integriertes Stadtentwicklungskonzept
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wirtschaftsförderung
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWp	Kilowatt-Peak
L/W-WP	Luft-Wasser-Wärmepumpe
LSG	Landschaftsschutzgebiet
m	Meter
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
mm	Millimeter
NGF	Nettogeschossfläche
OG	Obergeschoss
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr

PKW	Personenkraftwagen
QV	Quartiersversorgung
S/W-WP	Sole-Wasser-Wärmepumpe
SALKA	Sächsisches Altlastenkataster
ST	Solarthermie
t	Tonne
TRT	Thermal Response Test
W	Watt

## 6.2 Parameterliste

### Technische Parameter

Parameter	Wert	Quelle
Stündliche Wetterdaten	Min. Temperatur, Max. Temperatur Jahresdurchschnittstemperatur	DWD Klimadaten Deutschland für Standort Leipzig
Flächenabschätzung	Wohngebäude = 13.800 m <sup>2</sup> NGF	Abgeleitet zum Bebauungsplan
Überschlägige Heizlast	Energiestandard GEG: 35 W/m <sup>2</sup> Energiestandard EH 40: 25 W/m <sup>2</sup>	Abschätzung auf Basis üblicher Gebäude – ersetzt nicht die genaue Berechnung der Heizlast nach DIN EN 12831-1 in späterer Planung!
Abschätzung Warmwasserbedarf	Starke Schwankung, daher Mittelwert aus mehreren Quellen gebildet	Bauwerkszuordnungskatalog 3610 und 4400 DIN V 18599-10 2018 - Tabelle 7  BBSR-Online-Publikation Nr. 20/2019 Vergleichswerte für den Energieverbrauch von Nichtwohngebäuden
Wirkungsgrad Gas-Brennwertgerät	96 %	Techn. Datenblätter
Wirkungsgrad Biomasse-Brennwertgerät	92 %	Techn. Datenblätter
Wirkungsgrad Blockheizkraftwerk	86-92 %	ASUE-Datenbank
COP der Luft-Wasser und Sole-Wasser Wärmepumpen	z.B. 3,2 bei A-10/W35 z.B. 4,4 bei B0/W35	Wärmepumpen-Testzentrum der Ostschweizer Fachhochschule
Modulleistung Photovoltaik	360 W <sub>p</sub> pro Modul	Techn. Datenblätter

## Ökologische Parameter

Parameter	Wert	Quelle
Strommix gesamt	0,366 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Informationsblatt CO <sub>2</sub> -Faktoren – BAFA, 15.11.2021
Erdgas	0,201 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Informationsblatt CO <sub>2</sub> -Faktoren – BAFA, 15.11.2021
Solarthermie	0,0237 kg CO <sub>2</sub> /kWh	Informationsblatt CO <sub>2</sub> -Faktoren – BAFA, 15.11.2021
Photovoltaik	0,040 kg CO <sub>2</sub> /kWh	GEMIS 5.0