



Leipziger
Stadtwerke

Energiekonzept „Wilhelm-Leuschner-Platz“ für eine umwelt-schonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung

aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt



Datum
28.02.2018

Vorhaben: Neubau-Quartier „Wilhelm-Leuschner-Platz“

Auftraggeber: Stadt Leipzig Dezernat Stadtentwicklung und Bau, Stadtplanungsamt

aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt

Martin-Luther-Ring 4/6 • 04109 Leipzig



Bild 1: Modellfoto Vogelperspektive Quelle: Masterplanung PWB Pelčák & Wolf Architekten und GRUNWALD & GRUNWALD

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung, Ziel und Vorgehensweise

2 Grundlagenermittlung

2.1 Flächen- und Bauungsübersicht

2.2 Energieeffizienz und Energiebedarf

2.3 Medienanbindung

3 Technologiebewertung

3.1 Wärmeversorgung

3.1.1 Solarthermie

3.1.2 Geothermie

3.1.3 Abwasserwärme

3.1.4 Fernwärme

3.2 Stromversorgung

3.2.1 Photovoltaik

3.2.2 Kleinwind

3.3 Elektromobilität

3.4 Weitere nachhaltige Energielösungen

4 Zusammenfassung

1. Aufgabenstellung, Ziel und Vorgehensweise

Der Stadtrat hat am 16.12.2015 die Leitlinien für die Weiterführung des Aufstellungsverfahrens zum Bebauungsplan Nr. 392 „Wilhelm-Leuschner-Platz/Ost“ beschlossen. In Umsetzung des Leitlinienbeschlusses wurde im ersten Halbjahr 2016 eine städtebauliche Klärung herbeigeführt, wie die Baufelder und öffentlichen Erschließungsflächen städtebaulich ausgeformt werden sollen. Die modifizierte Arbeit des Büros Wolf/Pelčák sowie die anschließende Masterplanung stellen dabei die städtebauliche Grundlage für die nachfolgenden Planungsschritte zur Erarbeitung des Entwurfes des Bebauungsplanes Nr. 392 dar.

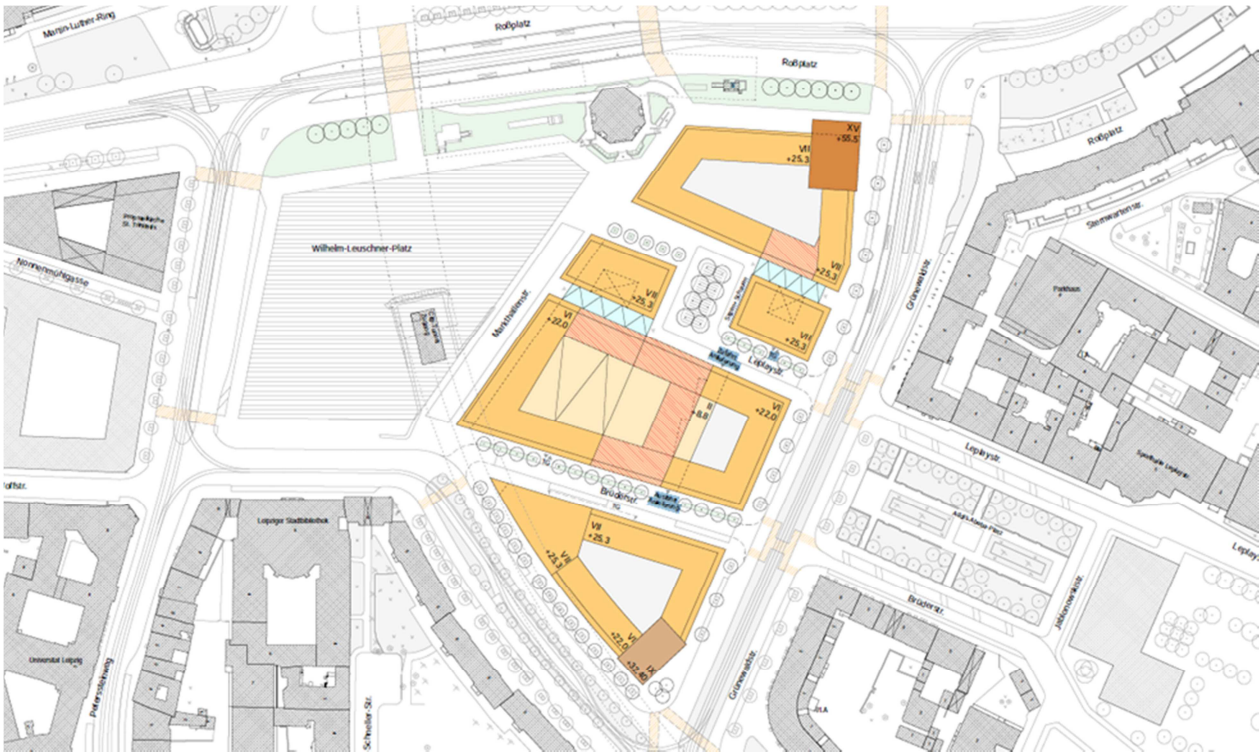


Bild 2: Lageplan • Übersicht Quelle: Masterplanung PWB Pelčák & Wolf Architekten und GRUNWALD & GRUNWALD

Die Stadt Leipzig stellt derzeit einen Bebauungsplan für die Wiederbebauung der innerstädtischen Brachfläche des heutigen Wilhelm-Leuschner-Platzes im Stadtbezirk Mitte (Ortsteil Zentrum-Süd) auf. Das Plangebiet wird durch die Grünwaldstraße im Osten, die Windmühlenstraße im Süden, den Wilhelm-Leuschner-Platz im Westen und den Roßplatz mit der ehemaligen Bowlingbahn im Norden begrenzt und in 3 Baugebiete gegliedert. Die nördliche Baufläche soll mit ca. 20 % Wohnen und 80 % Büro, Dienstleistungen u.ä. (variable Nutzung) entwickelt werden. Für den mittleren Teil ist eine Markthalle und weiterer Handel vorgesehen. Die südliche Baufläche soll durch ca. 40 % Wohnen und 60 % Büro, Dienstleistungen u.ä. geprägt werden. Insgesamt kann eine Bruttogrundfläche von mind. 83.299 qm umgesetzt werden.

Um das Wachstum der Stadt nachhaltig zu gestalten, wurde vom Leipziger Stadtrat das Energie- und Klimaschutzprogramm (2014 – 2020) beschlossen. Neue Quartiere können einen wesentlichen Beitrag leisten und sollen bezogen auf die Energieversorgung möglichst umweltschonend, aber auch zuverlässig und bezahlbar entwickelt werden. Das hier vorliegende Energiekonzept wurde im Rahmen des B-Planverfahrens erstellt, um nachzuweisen, dass eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung in dem neu geplanten Quartier auf dem Wilhelm-Leuschner-Platz möglich ist. Dieses Energiekonzept verschafft den potentiellen Projektentwicklern als auch der Stadt selbst (als maßgebliche Flächeneigentümerin) einen ersten Überblick zu möglichen Technologien und den vorhabenbezogenen Potenzialen.

Sämtliche Werte sind dabei zunächst nur als indikative Prognosegrößen zu verstehen, die durch eine ingenieurstechnische Planung auf Basis der nächsten Plandaten konkretisiert und validiert werden müssen.

An dieser Stelle ist bereits darauf hinzuweisen, dass es kein allgemeingültiges Versorgungskonzept gibt, das sämtliche Ziele der beteiligten Parteien gleichermaßen berücksichtigt. In der Regel gibt es innerhalb der kommunizierten Zielstellungen der Stakeholder auch Zielkonflikte. Beispielsweise ist eine hohe CO₂-Einsparung mittels dezentraler Erneuerbarer Energien nur möglich, wenn dafür ausreichend Flächen zur Verfügung stehen, mehr investiert wird und der Nutzer bereit ist, je nach Finanzierungsform, zunächst höhere Kosten zu tragen.

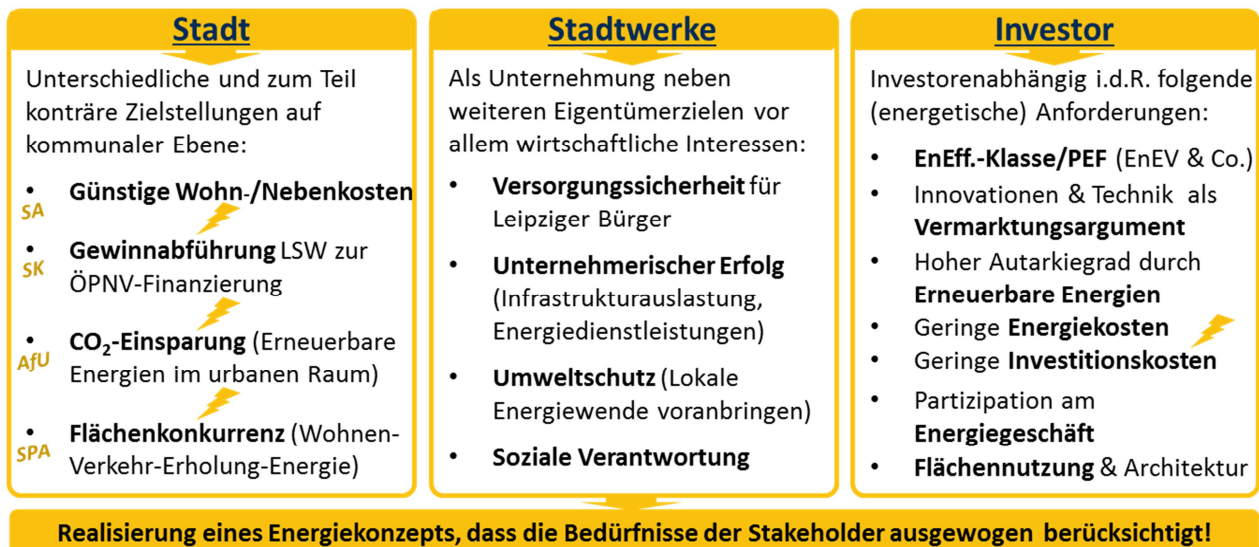


Bild 3: Stakeholderziele Quelle: Ansätze der Leipziger Stadtwerke zur Quartiersentwicklung

Ziel des Energiekonzepts ist es daher, neben der Analyse der Technologiepotenziale im Areal einen idealen Mix zu konzipieren, der die unterschiedlichen Bedürfnisse ausgewogen berücksichtigt und auf ökologische, ökonomische und technologische Kriterien basiert.



Bild 4: Zielfokus Quelle: Ansätze der Leipziger Stadtwerke zur Quartiersentwicklung

Ökologie

Entsprechend des Energiekonzepts der Bundesrepublik sollen bis 2020 die Treibhausgasemissionen um 40 % und entsprechend der Zielformulierung der Industriestaaten bis 2050 um mindestens 80 % – jeweils gegenüber 1990 – reduziert werden. Dies bedeutet folgenden Entwicklungspfad bei der Minderung der Treibhausgasemission: minus 55 % bis 2030, minus 70 % bis 2040, minus 80 % bis 95 % bis 2050. Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch soll 50 % bis 2030, 65 % bis 2040 und 80 % bis 2050 betragen. Bis 2050 soll der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 um 50 % sinken. Auf kommunaler Ebene besteht das sehr ambitionierte Ziel bis 2050 die CO₂-Emissionen je Einwohner auf 2,5 t/a zu reduzieren, was eine Reduktion um 78 % ggü. 1990 bedeuten würde.

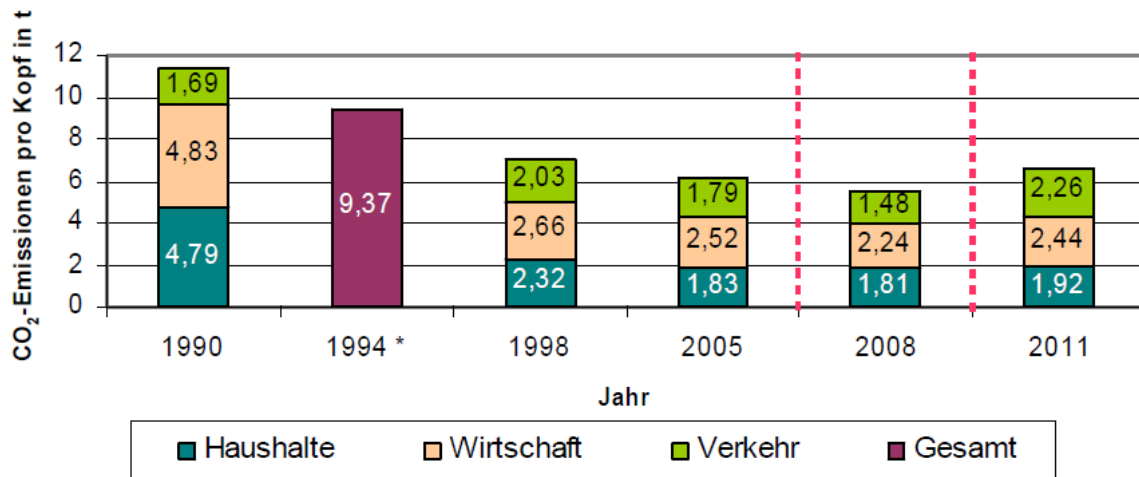


Bild 5: Entwicklung CO₂-Emissionen Quelle: Energie- und Klimaschutzprogramm Stadt Leipzig

Im Rahmen dieses Energiekonzepts ist zu prüfen, welches Leistungs- und Ertragspotenzial Erneuerbare Energien (Solar, Wind und Umweltwärme) im Plangebiet haben und welchen ökologischen Beitrag die dezentrale Erzeugung leisten kann (CO₂-Wirkung).

Ökonomie

Niedrige Investitions- und Betriebskosten (zusammen Vollkosten) bilden ein weiteres zentrales Kriterium bei der Bewertung von Energieversorgungssystemen.

Zu prüfen sind die Wärme- bzw. Stromgestehungskosten der verschiedenen Technologien.

Technologie

Ein stabiles und langfristig verfügbares Versorgungssystem ist wichtig, um die Leipziger Bürger nachhaltig und sicher zu versorgen.

Zu prüfen sind die Technologien auf Ihrer Praxistauglichkeit und Störanfälligkeit sowie Kontrollmöglichkeiten der Stadt mit einer Bewertung der ökologischen und wirtschaftlichen Folgen bei einer falschen Betriebsweise.

2. Grundlagenermittlung

2.1. Flächen- und Bebauungsübersicht

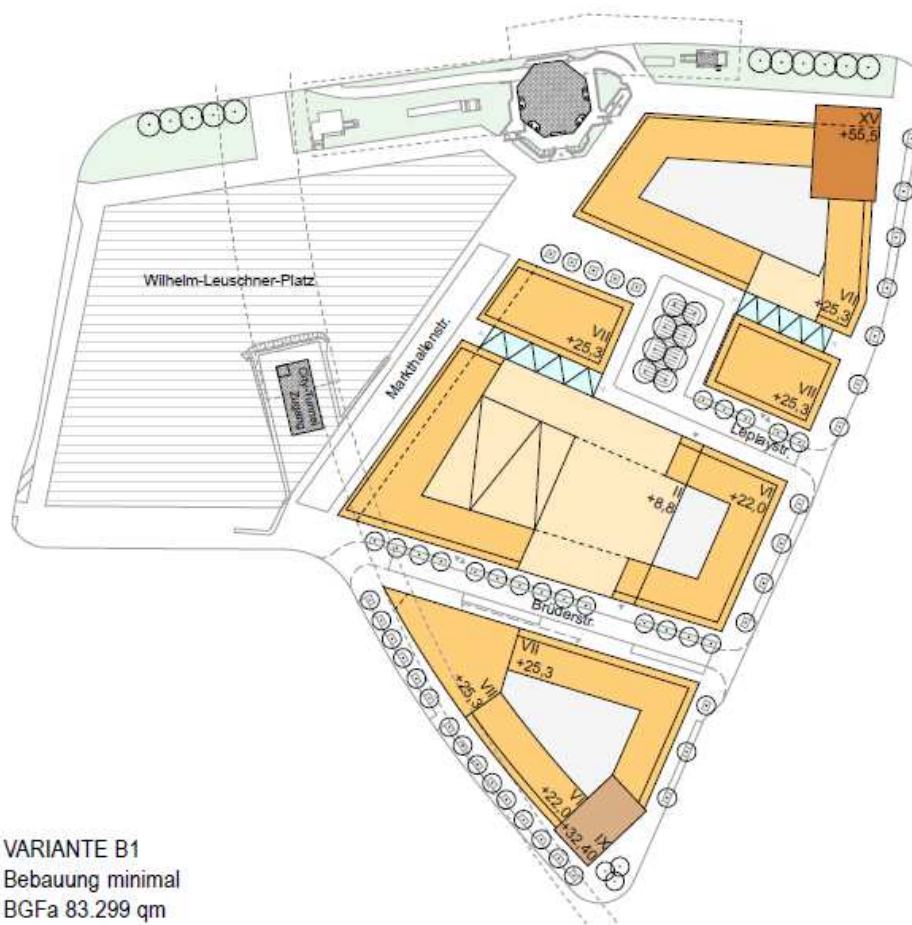


Bild 6: Lageplan Quelle: Masterplanung PWB Pelčák & Wolf Architekten und GRUNWALD & GRUNWALD

Gebäudenutzung

Die Bruttogrundfläche (BGF, allseitig in voller Höhe umschlossen) ohne Tiefgaragen beträgt in der Variante B1: **83.299 qm**. Gemäß Wohnraumvariante 1 ergibt sich eine BGF für Wohnzwecke i.H.v. 17.439 qm und demzufolge eine BGF für gewerbliche Zwecke i.H.v. 65.860 qm.

Baufeld	BGF gesamt qm	Wohnen BGF qm	Gewerbe BGF qm
Nord	33.118	7.854	25.264
Mitte	28.489	0	28.489
Süd	21.692	9.585	12.107

Tabelle 1: BGF-Übersicht Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Mobilität

Überschlägig ist von folgender Tiefgaragenfläche auszugehen:

Nord: ca. 4.500 qm (Wohnen & Büro) --> ca. 217 Stellplätze (privat)
Mitte: ca. 8.600 qm (Kurzzeitparken Handel) --> ca. 251 Stellplätze (163 privat und 88 öffentlich)
Süd: ca. 3.100 qm (Wohnen & Büro) --> ca. 129 Stellplätze (privat)

Insgesamt sind bei den eingeschossigen Tiefgaragen 597 PKW-Stellplätze vorgesehen.

Die Zusammenstellung der bauordnungsrechtlich erforderlichen Stellplätze bei einer im Bebauungsplan vorgesehenen Stellplatzreduktion um 50 % sieht wie folgt aus:

- Baublock Nord 217 Stellplätze
- Solitär nördlich Markthallenblock 41 Stellplätze
- Markthallenblock 210 Stellplätze (hiervon für Markthalle 88 öffentliche Stellplätze)
- Baublock Süd 129 Stellplätze

Dachflächen

Bau-feld	Objekt	Dachfläche in qm	Abschlag in qm für Gebäudetechnik und Verschattungsflächen	Nutzbare Fläche in qm für Solar-energieanlagen	Modulfläche in qm nach Aufständering
Nord	Hoch-punkt	630	230	400	250
	Block	2020	420	1600	1000
	Solitär	640	140	500	350
	Passage	248	248	0	0
Mitte	Solitär	723	123	600	400
	Markt-halle	5284	5284	0	0
	Block	2541	541	2000	1300
	Passage	313	313	0	0
Süd	Hoch-punkt	416	216	200	130
	L-Block	949	249	700	450
	Spitze	877	177	700	450
	Zeile	519	219	300	200

Tabelle 2: Dachflächenübersicht Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Die potenzielle Modulfläche auf den Gebäudedächern im Gesamtareal beträgt ca. **4.500 qm**.

2.2. Energieeffizienz und Energiebedarf

Wärme

Auf der Wärmeseite sind die baulichen Anforderungen weitestgehend durch die Energieeinsparverordnung und ergänzend durch das EEWärmeG geregelt. Die Errichtung energieeffizienter Gebäude mit den gesetzlichen Mindestanforderungen oder darüber hinaus ist somit Aufgabe der zukünftigen Projektentwickler bzw. Bauherren. Im Folgenden wird als durchschnittliche lichte Raumhöhe von 2,80 m ausgegangen und der flächenbezogene Heizwärmebedarf überschlägig gemäß Heizflächenermittlung nach EnEV für Wohngebäude berechnet:

Die Gebäudenutzfläche GNF wird in Deutschland als Energiebezugsflächengröße im Zusammenhang mit der Energieeinsparverordnung verwendet und errechnet sich aus dem Gebäudevolumen: $AN = 0,32/m \cdot V$ (V = geheiztes Gebäudevolumen in m^3) = Volumen, das von der (nach EnEV 2009, Anlage 1 Nr. 1.3.1 ermittelten) wärmeübertragenden Umfassungsfläche A umschlossen wird.

Die Bruttogrundfläche als Summe der Grundflächen je Geschoss inkl. Außenwänden (normiert nach DIN 277) beträgt für das Quartier 83.299qm. Die Gebäudenutzfläche (Heizfläche gemäß EnEV) beträgt daher ca. $2,8 \text{ m} \times 0,32/m \times 83.299 \text{ qm} = 74.635 \text{ qm GNF}$

Unter der Annahme eines üblichen Trinkwasserwärmebedarfs von pauschal $12,5 \text{ kWh}/m^2a$ GNF und eines Heizenergiebedarfs nach aktuell gültiger EnEV 16: $<45 \text{ kWh}/m^2/a$ GNF ergibt sich ein spezifischer Wärmeenergiebedarf von ca. $57,5 \text{ kWh}/m^2a$ GNF. Bei üblichen 1.500 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine Heizlast von $38,5 \text{ W}/qm$ GNF. Bezogen auf die Bruttogrundfläche entspricht das ca. $35 \text{ W}/qm$. Da einzelne gewerbliche Flächen etwas höher sind und verhaltensbedingt der reale Verbrauch i.d.R. höher ist als der theoretische Wert, wird im Folgenden von $40 \text{ W}/qm$ BGF inkl. Warmwasserbereitung ausgegangen.

Bei einem fixen spezifischen Wärme-Leistungsbedarf von $40 \text{ W}/qm$ (1) stellt sich dann die Frage, wie dieser mit möglichst wenig Primärenergie gedeckt werden kann. Die Wahl der Wärmeversorgungstechnologie hat den größten Einfluss auf den resultierenden Primärenergieeinsatz und die CO_2 -Emissionen im Quartier. Dabei stehen im Fokus die Effizienzmaximierung und Minimierung der Umwandlungsverluste z.B. bei der Kraft-Wärme-Kopplung (2) sowie die Integration erneuerbaren Energien und Abwärmepotenziale (3) dezentral im Quartier oder innerhalb eines Netzverbundes.



Bild 7: 3-fach Strategie Energieeffizienz Quelle: Ansätze der Leipziger Stadtwerke zur Quartiersentwicklung

Bau-feld	Objekt	BGF qm	Ø spezifischer Energiebedarf [W/qm BGF]	Thermische Anschlussleistung, überschlägig [kW]	Vollbenutzungsstunden	Thermischer Jahresenergiebedarf (MWh)
Nord	Hochpunkt	9.198	40	370	1.500	555
	Block	17.234	40	690	1.500	1.035
	Solitär	6.190	40	250	1.500	375
	Passage	496	-	-	-	-
Mitte	Solitär	5.466	40	220	1.500	330
	Markthalle	8.134	40	325	1.500	490
	Block	14.263	40	570	1.500	855
	Passage	625	-	-	-	-
Süd	Hochpunkt	3.744	40	150	1.500	225
	L-Block	8.167	40	330	1.500	495
	Spitze	6.093	40	245	1.500	370
	Zeile	3.689	40	150	1.500	225
Überschlägiger Energiebedarf Nutzeinheiten:				3.300		4.955

Tabelle 3: Wärmebedarfsberechnung Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Der Wärmeenergiebedarf beträgt gemäß Tabelle 4 ca. 5 GWh bei 3,3 MW Gesamtanschlussleistung.

Strom

Auf der Stromseite gibt es derzeit keine unmittelbar auf den Bau wirkende Effizienzvorschriften, wobei die dezentrale Stromerzeugung den Residualstrombedarf reduziert und ökologisch und wirtschaftlich interessant sein kann. Zur groben Abschätzung des Energiebedarfs im Quartier wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

Die Warmwasserbereitung (WW) erfolgt nicht elektrisch. Keine stromintensive gewerbliche Nutzung.

Hausstrombedarf:

Wohnen (20 % Nord, 0 % Mitte, 40 % Süd)

- Anschluss: ca. 25 W/qm BGF ohne WW
- Verbrauch: 22,5 kWh/qm BGF ohne WW

Gewerbe (80 % Nord, 1000 % Mitte, 60 % Süd)

- Anschluss: ca. 30 W/qm BGF ohne WW
- Verbrauch: 66 kWh/qm BGF ohne WW

Je Hausanschlusspunkt wird von einem G1-Standardlastprofil mit 2100 Vollbenutzungsstunden ausgegangen, da die überwiegende Nutzungsart gewerblich geprägt ist und der Hauptenergiebedarf tagsüber im Quartier besteht. Der Strombedarf in den Tiefgaragen (Beleuchtung) ist vernachlässigbar klein, sodass die BGF der Tiefgaragen nicht angesetzt wurde. Der Energiebedarf für die E-Mobilität sowie für strombetriebene Kompressionskälteanlagen bzw. Wärmepumpen wurde hier mit angesetzt und in den dazugehörigen nachfolgenden Abschnitten weiter untersetzt.

Baufeld	Objekt	BGF qm	Ø spezifischer Energiebedarf [W/qm BGF]	Elektrische Anschlussleistung, überschlägig [kW]	Überwiegendes Lastprofil und Vollbenutzungsstunden	Elektrischer Jahresenergiebedarf (MWh)
Nord	Hochpunkt	9.198	29	270	G1/2.100	560
	Block	17.234	29	500	G1/2.100	1050
	Solitär	6.190	29	180	G1/2.100	380
	Passage	496	-	-	-	-
Mitte	Solitär	5.466	30	160	G1/2.100	350
	Markthalle	8.134	30	250	G1/2.100	510
	Block	14.263	30	430	G1/2.100	900
	Passage	625	-	-	-	-
Süd	Hochpunkt	3.744	28	100	G1/2.100	210
	L-Block	8.167	28	230	G1/2.100	480
	Spitze	6.093	28	170	G1/2.100	360
	Zeile	3.689	28	100	G1/2.100	220
Überschlägiger Energiebedarf Nutzeinheiten:				2.390	G1/2.100	5.020
Überschlägiger Energiebedarf E-Mobilität:				1.685	in 2030: 2.800	4.700
Überschlägiger Energiebedarf Kühlung:				325	300	100
Überschlägiger Energiebedarf Geothermie:				65	1.800	120

Tabelle 4: Elektroenergiebedarfsberechnung Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Bei den Gewerbeflächen wird für 50 % eine Kühllast von 40 W/qm angesetzt, sodass eine Kühlleistung von ca. 1,3 MW benötigt wird (32.930 qm x 40 W/qm). Unter der Annahme einer elektrischen Kompressionsanlage mit einem COP von 4 beträgt die Anschlussleistung ca. 325 kW. Idealerweise wird die Abwärme für die Warmwasserbereitung bzw. zur Bodenregeneration im Quartier genutzt, was aber im Rahmen eines konkreten Versorgungskonzepts hinsichtlich der technischen Realisierbarkeit und wirtschaftlicher Wirkungen geprüft werden müsste.

Die elektrische Gesamtanschlussleistung des Areals beträgt etwa 4,5 MW, sodass bis zu 8 Transformatorstandorte mit je einer Fläche von ca. 5 m x 6 m im öffentlichen Verkehrsraum oder im Gebäude ebenerdig mit direktem Zugang vom öffentlichen Verkehrsraum für die elektrotechnische Erschließung des Baugebietes notwendig sind. Der jährliche Gesamtenergiebedarf beträgt ca. 10 GWh, wobei etwa die Hälfte erst in 2030 durch die E-Mobilitätsausbaustufe generiert wird.

2.3. Medienanbindung

2.3.1 Strom

Im östlichen und nordöstlichen Baufeldrand befinden sich Mittelspannungsleitungen (MS) mit aktuell ausreichender Versorgungskapazität ($>5 \text{ MW}_{\text{el.}}$) für die geplante Bebauung in verschiedenen 10-kV-Ringen (Grünwaldstr. und Ecke Roßplatz/ Grünwaldstr.). Eine einzelne Übergabestelle für die Gesamtleistung ist nicht möglich. Zu beachten ist jedoch, dass sich 4 in Betrieb befindliche MS-Leitungen (rote Leitungen) der Netz Leipzig und LVB innerhalb der geplanten Baufelder im östlichen Randbereich links neben der Fernwärmeleitung (lila Leitungen) im Erdreich befinden. MS-Leitungen liegen i.d.R. 70 cm tief, eine Überbauung ist ausgeschlossen, sodass eine Baufeldfreimachung, Neueinordnung, Baustromversorgung und Neuanschlüsse frühzeitig koordiniert betrachtet werden müssen. Vor Verkauf der Grundstücke im Nord- & Mittelteil ist eine dingliche Sicherung der Leitungen im Grundbuch notwendig und durch die Stadt mit der Netz Leipzig abzustimmen.

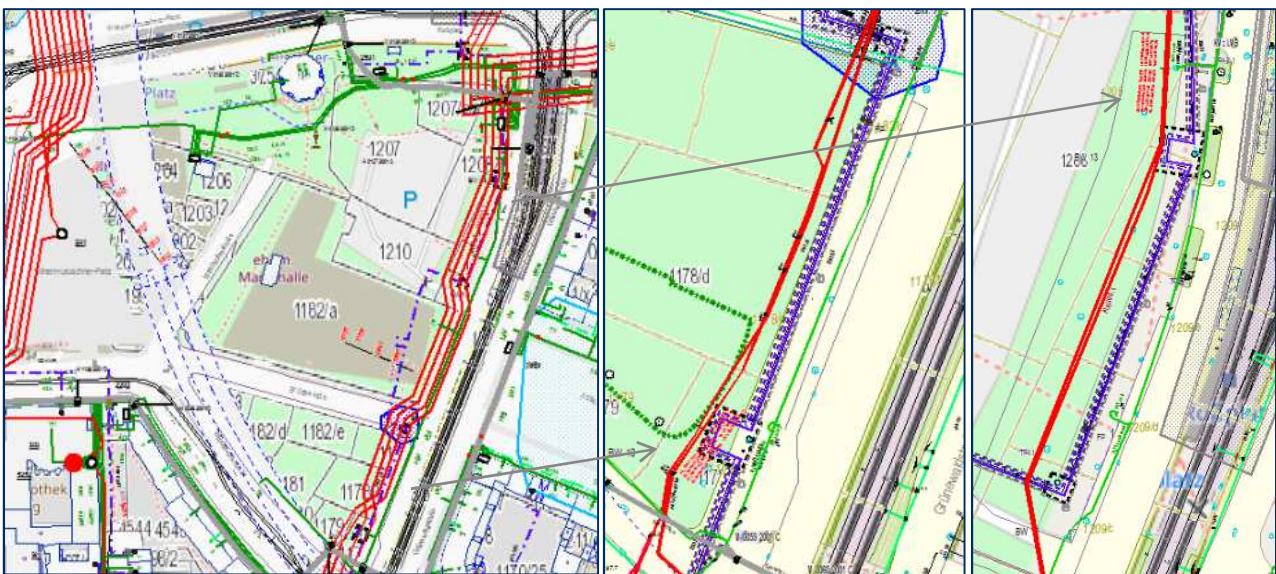


Bild 8: Leitungsübersicht Gesamtquartier /Detail Südteil / Detail Nordteil Quelle: Geoinformationssystem Netz Leipzig

2.3.2 Gas

Nördlich und westlich des Areals verlaufen Niederdruck-Gasleitungen. Aus netztechnischen Gründen ist eine Leistungsbereitstellung in Höhe von ca. 3,3 MW nicht möglich.

Der nächste mögliche Anschlusspunkt ans Hochdruck-Gasnetz befindet in der Ferdinand-Rhode-Straße und liegt ca. 1 km entfernt.

2.3.3 Fernwärme

Im östlichen Bereich des Baugebiets befindet sich seit 1970 in den seit 1945 nicht mehr benutzten Markhallenkellerräumen eine DN 350 FW-Hauptleitung, die den Leistungsbedarf i.H.v. bis zu 3,3 MW decken kann. Zu beachten ist, dass bei einer Bebauung im Mittelteil ebenfalls eine Baufeldfreimachung erforderlich ist, da diese Leitung ebenfalls nicht überbaut werden darf.



Bild 9: Unterirdische Fernwärmeleitungen unter dem Wilhelm-Leuschner-Platz Quelle: Begehungsdokumentation Netz Leipzig

Im Nord- und Südbereich ist darauf zu achten, dass ein ausreichender Schutzstreifen frei von Bebauung und Bepflanzung bleibt.

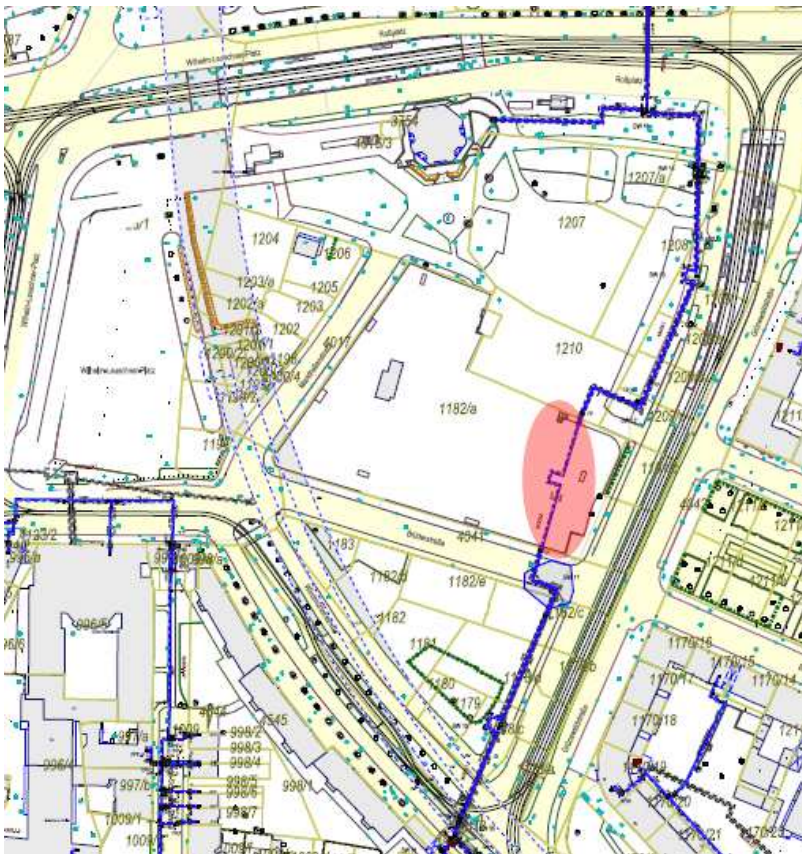


Bild 10: Leitungsübersicht Fernwärme Quelle: Geoinformationssystem Netz Leipzig

3. Technologiebewertung

3.1. Wärmeversorgung

3.1.1. Solarthermie

Technologie

Eine besonders umweltschonende Form der dezentralen Wärmeerzeugung ist durch die Integration von solarthermischen Anlagen auf den Gebäudedächern realisierbar. Bei einer technisch möglichen Maximalbelegung wäre eine Erzeugungsleistung (im Sommer) in Höhe der Spitzenheizlast (im Winter) möglich. Die solarthermische Wärmeerzeugung ist jedoch zeitlich nicht deckungsgleich mit dem Heizwärmeverbrauch im Quartier. Daher besteht die Notwendigkeit der zeitlichen Entkopplung – dies kann einerseits über Speicherlösungen im Quartier selbst erfolgen, andererseits kann zukünftig das Fernwärmenetz zur Aufnahme der überschüssig erzeugten thermischen Energie mittels HANEST (Hausanschluss & Netzeinspeisestation) dienen.

Ein Saisonspeicher, der den ca. 80 %igen nicht im Sommer verbrauchbaren Teil des solarthermischen Ertrags in den Winter transportiert, hätte bei einer Speichertemperaturdifferenz von 20 K ein Volumen von ca. 4.800 m³, was bei einer Gebäudehöhe von 25 m einer Grundfläche von ca. 200 m² entsprechen würde. Aus wirtschaftlichen Gründen ist daher insbesondere bei größeren Solarthermieanlagen im urbanen Raum mit hohen Grundstückspreisen (hier BRW 800 €/qm) die Nutzung des Fernwärmenetzes eine sinnvolle Alternative zur dezentralen Speicherlösung. Bisher befinden sich solche Anlagen allerdings noch im Pilotstadium.

Abgesehen davon besteht aber auch eine Dachflächenkonkurrenz mit anderen ökologischen Technologien wie z.B. Photovoltaik. Gründächer sind mit Photovoltaik kombinierbar. Bei größeren solarthermischen Anlagen ist dies aufgrund des Frostschuttmittels nicht immer gegeben. Eine Leckageüberwachung ist zu empfehlen.

Optimal ist daher eine Anlagen- und Tagesspeicher-Dimensionierung zur Deckung des Warmwasser-Tagesgrundlastbedarfs im Sommer, sodass keine FW-Einspeisung oder Saisonspeicher erforderlich ist. Vom 1,3 MW Wärmeenergiebedarf im Norden werden ca. 20% Wohnzwecken (ca. 300 kW) mit 20 %igem Warmwasserbedarf (60 kW) zugeordnet. Im Südbereich verteilt sich der Wärmeenergiebedarf von 875 kW auf 40 % Wohnflächen (ca. 385 kW) mit ca. 20 %igem WW-Bedarf (80 kW). Insgesamt ist daher eine installierte Solarthermieleistung von ca. 140 kW mit ca. 80 MWh Ertrag (nutzbarer solarer Ertrag) zu empfehlen. Dafür wird eine Dachfläche von 200 qm Nord bzw. 300 qm Süd benötigt.

Ökologie

Die Wärmeerzeugung mittels Solarthermie trägt bilanziell zur Senkung des CO₂ – Ausstoßes und des Primärenergieverbrauches im Quartier bei. Bei Belegung aller Dachflächen ließe sich in etwa eine Leistung von 3 MW_{th} bei einem Jahresertrag von ca. 1.800 MWh_{th} erreichen. Sofern ein besonders nachhaltiges Quartier entstehen soll, die notwendigen Speicherflächen zur Verfügung stehen bzw. die Rahmenbedingungen einer HANEST-Lösung fest stehen, ist es aus technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll nur die größten zusammenhängenden Dachflächen zur solaren Wärmeerzeugung zu verwenden. Geeignet dafür sind beispielsweise die beiden Blöcke im Baufeld Nord und Mitte. Die installierbare solarthermische Leistung liegt hier bei ca. 1,6 MW bei einem Jahresertrag von ca. 900 MWh. Bei der bevorzugten Optimalvariante mit

140 kW_{th} und **80 MWh_{th}** können ca. **20 t CO₂** (ca. 250 g/kWh) gegenüber einer fossilen Gasheizung eingespart werden.

Ökonomie

Im Vergleich zum Anschluss an zentrale Wärmeversorgungsanlagen entstehen bei der dezentralen Wärmeerzeugung durch solarthermische Anlagen höhere spezifische Kosten. Dies ist durch den hohen technischen Aufwand zu begründen. Es kann jedoch festgestellt werden, dass bedingt durch Skaleneffekte größere Anlagen spezifisch geringere Wärmegestehungskosten aufweisen. Je nach konkreten Randbedingungen und Förderprogrammen sind Wärmegestehungskosten von **50 – 200 €/MWh** möglich (Vollkostenansatz inkl. Investitionen). Der Anteil der kapitalgebundenen Kosten ist dabei die größte Komponente. Laufende Kosten entstehen nur für den Pumpenstrom und die Wartung.

Für die Abschätzung des solarthermischen Potentials erfolgt keine Unterscheidung in verschiedene Kollektorarten und andere spezifische Systemlösungen. Die zur Ermittlung verwendeten spezifischen Kenngrößen bilden in etwa den Mittelwert der derzeit verfügbaren Systeme ab.

Baufeld	Objekt	Gebäudegrundfläche [qm]	Modulfläche nach Aufständering [qm]	Solarthermie-Leistung [kW _p]	Solarthermie-Jahresertrag [MWh]
Nord	Hochpunkt	630	250	175	100
	Block	2.020	1.000	700	400
	Solitär	640	350	245	140
	Passage	248	0	0	0
Summe Nord		3.538	1.600	1.120	640
Mitte	Solitär	723	400	280	160
	Markthalle	5.284	0	0	0
	Block	2.541	1.300	910	520
	Passage	313	0	0	0
Summe Mitte		8.861	1.700	1.190	680
Süd	Hochpunkt	416	130	91	52
	L-Block	949	450	315	180
	Spitze	877	450	315	180
	Zeile	519	200	140	80
Summe Süd		2.761	1.230	861	492
Summe gesamt		15.160	4.530	3.171	1.812

Tabelle 5: Abschätzung des solarthermischen Potentials Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

3.1.2. Geothermie

Technologie

Eine weitere Umweltwärmequelle liefert die Erde unter den drei Arealen (gelb = kommunale Freifläche, braun = Nord & Mitte, grün = Süd) und kann mittels Erdwärmepumpen technisch effizient genutzt werden.



Flächen: (Circa-Angaben)

Fläche A₁ (gelb) = 12.000 qm
 Fläche A₂ (braun) = 15.500 qm
 Fläche A₃ (grün) = 4.000 qm

Entzugsleistungen in W/m bei 1800 h 100 m Bohrtiefe 130 m Bohrtiefe

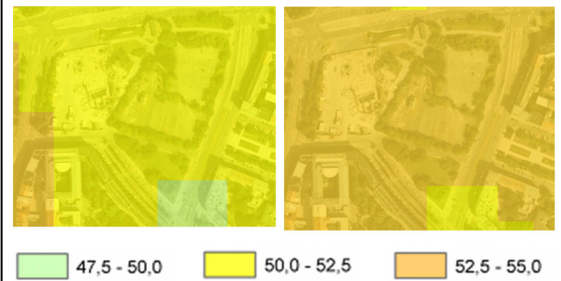


Bild 11: Flächenübersicht Oberflächennahe Geothermie Quelle: Eigene Berechnung auf Basis Google Maps

Die Berechnungen wurden nach dem Verfahren nach Eskilson ermittelt und sind nur als Näherung anzusehen mit angenommenen Parametern. Als Grenze wurde festgelegt, dass nach 50 Jahren die mittlere Sole-Temperatur nicht unter $-1,5^{\circ}\text{C}$ sinkt. Zur Bestimmung der Wärmepumpenleistung wurde ein beispielhafter COP-Wert von 3,5 angenommen. Die Sondenabstände sind für den jeweiligen Fall konstant. Für die genaue Bestimmung der Bodenbeschaffenheit und deren Eigenschaften erfolgt später ein Thermal-Response-Test. Eine genaue Auslegung eines Sondenfeldes wird mittels Simulationsprogrammen (z.B.: EWS) errechnet.

Die Berechnung des technischen Potenzials wurde unter folgenden Voraussetzungen erstellt:

Größe	Wert	Einheit	Größe	Wert	Einheit
$c_{p,Erde}$	800	J/kgK	q_s	50 bzw 52,5	W /m
λ_{Erde}	2,5	W/mK	r_1	0,15	m
ρ_{Erde}	1800	kg/m ³	r_s	0,05	m
t	50	Jahre	r_0	0,0444	m
t_{Betrieb}	1800	h	Bu	0,15	m
$\overline{\Delta T}_{\text{Sole},50a}$	-1,5	K	\dot{V}_{Sole}	2	m ³ /h
H	100 bzw. 130	m	$c_{p,Sole}$	3711,9	J/kgK
T_{mo}	12,4	°C	λ_{Sonde}	0,42	W/mK
ΔT_{Grad}	0,03	K/m	$\lambda_{\text{Füll}}$	0,8	W/mK

Tabelle 6: Prämissen zur Abschätzung des geothermischen Potentials Quelle: Eigene Berechnung

Berechnung Anzahl der Sonden:

$$A_{\text{Dreieck}} = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}$$

$$\text{Anzahl Dreiecke} = \frac{A_{\text{Gesamt}}}{A_{\text{Dreieck}}}$$

$$\text{Sondenanzahl} = \frac{\text{Anzahl Dreiecke}}{2}$$

a Sondenabstand
 A_{Dreieck} Fläche gleichseitiges Dreieck
 A_{Gesamt} Fläche des Sondenfeldes

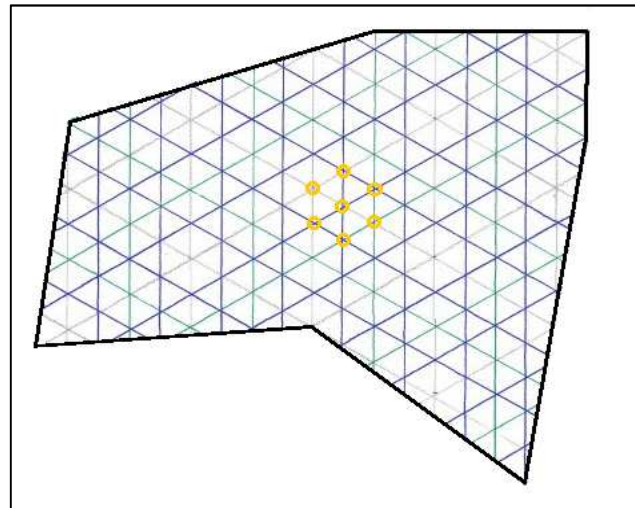


Bild 12: Erdsondenanordnung Quelle: Eigene Berechnung

Fläche	Tiefe	aktive Regeneration		Abstand	Sonden	P_{Entzug}	W_{Entzug}	P_{WP}	W_{WP}
		W_{Ladung} in MWh	$W_{\text{Ladung}}/W_{\text{Entzug}}$ in %						
Fläche A_1 = 12.000	100	0	0,0 %	20,7	32	160,0	288,0	224,0	403,2
		100	25,3 %	17,8	44	220,0	396,0	308,0	554,4
		200	39,7 %	15,7	56	280,0	504,0	392,0	705,6
		300	49,0 %	14,3	68	340,0	612,0	476,0	856,8
	130	0	0,0 %	21	31	211,6	380,9	296,2	533,2
		100	19,9 %	18,3	41	279,8	503,6	391,7	705,1
		200	32,6 %	16,6	50	341,3	614,3	477,8	860,1
		300	41,4 %	15,3	59	402,7	724,9	563,8	1014,8
Fläche A_1+A_2+ A_3 = 31.500	100	0	0,0 %	20,7	85	425,0	765,0	595,0	1071,0
		200	20,0 %	18,1	111	555,0	999,0	777,0	1398,6
		400	32,9 %	16,4	135	675,0	1215,0	945,0	1701,0
		600	41,2 %	15	162	810,0	1458,0	1134,0	2041,2
	130	0	0,0 %	21	82	559,7	1007,5	783,6	1410,4
		200	15,8 %	18,8	109	703,0	1265,4	984,2	1771,6
		400	27,1 %	17,4	120	819,0	1474,2	1146,6	2063,9
		600	35,1 %	16,2	139	948,7	1707,7	1328,2	2390,7

Tabelle 7: Abschätzung des geothermischen Potentials Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Sofern alle privaten und öffentlichen Flächen auch unterhalb von Gebäuden und Straßen genutzt werden, eine bergbaurechtliche Genehmigung für Bohrungen bis 130 m vorliegt und 600 MWh solarthermische Wärmeüberschüsse im Sommer zur Regeneration des Erdreiches genutzt werden, ist eine Wärmepumpenleistung von ca. 1,3 MW technisch möglich, sodass fast die Hälfte des Wärmebedarfs mit entsprechenden Speichern gedeckt werden kann.

Da jedoch aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht von signifikanten, kostenfreien solarthermischen Überschüssen im Quartier auszugehen ist, wird nicht von einer aktiven Regeneration ausgegangen. Konservativ wird auch nur von einer Bohrtiefe von 100 m ausgegangen, da bis dahin kein Bergbaurecht greift. Begrenzender Faktor ist nun noch die verfügbare Fläche. Unüblich und wenig erprobt sind Sonden unterhalb von Gebäuden und Bepflanzungen, da erstens die natürliche Regeneration gemindert ist und zweitens die Zugänglichkeit deutlich erschwert wird bzw. bauliche Herausforderungen darstellen. Nicht gesichert ist die Verfügbarkeit der kommunalen Freifläche A₁ und gemäß Masterplanung ist so gut wie keine Fläche von A₂ und A₃ unversiegelt. Realistisch ist damit für das Areal nicht davon auszugehen, dass Geothermie eine Rolle spielt.

Unter der optimistischen Annahme, dass gewisse unversiegelte Flächen mit ca. 12.000 qm innerhalb und ggf. auch außerhalb des Kern-Quartiers zur Verfügung stehen, wird im weiteren von 32 Erdsonden ausgegangen, die über die Wärmepumpen ca. 224 kW bzw. 400 MWh Wärme bereitstellen können. Damit decken die Erdwärmeanlagen einen Teil der Mittellast. Sofern die Wärmepumpen mit höheren Vollbenutzungsstunden in der Grundlast betrieben werden sollten, wäre das mit einer deutlich stärkeren Bodenauskühlung verbunden, sodass die Abstände weiter erhöht werden müssten bzw. die Effizienz leiden würde.

Ökologie

Die Wärmeerzeugung mittels oberflächennaher Geothermie trägt bilanziell zur Senkung des CO₂ – Ausstoßes und des Primärenergieverbrauches im Quartier bei. Bei der optimistisch realistischen Dimensionierung ließe sich in etwa eine Leistung von **224 kW_{th}** bei einem Jahresertrag von ca. **400 MWh_{th}** erreichen. Bei dieser bevorzugten Optimalvariante können bei richtiger Fahrweise ca. **40 t CO₂** (ca. 100g/kWh) gegenüber einer fossilen Gasheizung eingespart werden. Oft kommt es allerdings auch zu einem Heizstabbetrieb (Stromdirektheizung), wenn die Anlage falsch dimensioniert bzw. betrieben wird. Bei Nutzungsdauern bis 50 Jahre besteht daneben die Gefahr des Kältemittelintritts in den Boden bei Undichtigkeiten bzw. nach Ende des Betriebs. Die Kommune und auch der spätere Bewohner haben keinen Einfluss bzw. Kontrollmöglichkeit. Zu erwähnen ist dabei allerdings, dass bei einer Erhöhung des Anteils der Erneuerbaren Energien im deutschen Strommix auch der CO₂-Emissionswert von aktuell 471 g/kWh weiter absinkt.

Ökonomie

Auch diese Technologie führt zu höheren spezifischen Wärmegestehungskosten im Vollkostenansatz. Je nach konkreten Randbedingungen und Förderprogrammen sind Wärmegestehungskosten von **80 – 140 €/MWh** möglich. Der Anteil der kapitalgebundenen Kosten (Bohrungen und Pumpen) ist dabei wieder die größte Komponente, wobei der Betrieb auch relativ hohe laufende Kosten verursacht, da der Strompreis für die Antriebsenergie der Pumpen zwischen 170 und 250 €/MWh beträgt. Bei einer Jahresarbeitszahl von 3,5 beträgt der Wärmearbeitspreis ohne Wartungskomponente allein schon mind. 50 €/MWh.

3.1.3. Abwasserwärme

Die Nutzung des Abwassers als Abwärmequelle ist aufgrund der dauerhaft etwas höheren Quelltemperaturen effizient, bedarf jedoch eines Mindesttrockenwetterabflusses von 8 l/s und Mindesttemperaturen von 8°C im Winter sowie die bauliche und hydraulische Eignung des Kanals.

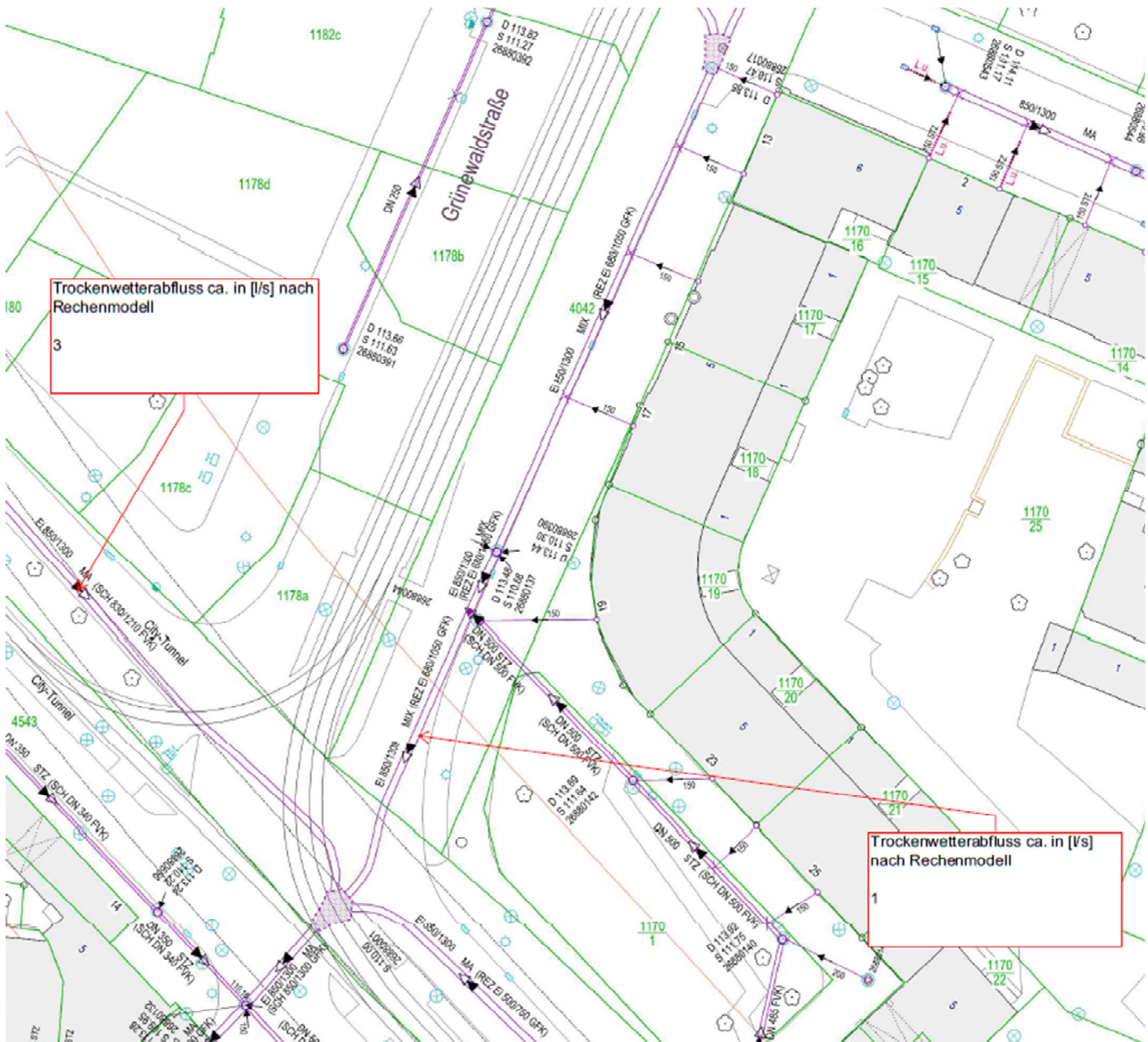


Bild 12: Abwasserkanaldaten Quelle: Netzmanagement, Fachbereich Planung Kommunale Wasserwerke Leipzig GmbH

Auf dem Plan sind ausgewählte Trockenwetterwerte und die Kanalprofile dargestellt. Gemäß der Trockenwetterabfluss-Simulationsrechnung der Leipziger Wasserwerke sind die Kanäle aktuell und auch nach einer Bebauung aufgrund der Lage, Fließrichtungsverteilung und Trockenabflussmenge nicht für eine Abwasserwärmenutzung geeignet.

3.1.4. Fernwärme

Technologie

Mithilfe der Fernwärme können Erzeuger und Verbraucher räumlich entkoppelt werden, sodass zum einen keine Emissionen im Quartier entstehen und nur ein geringer Platzbedarf besteht, zum anderen die Erzeugungsstruktur sich flexibel an geänderte Rahmenbedingungen anpassen kann, was sonst bei einer Fixierung auf eine dezentrale Technologie im Quartier nicht mehr möglich wäre. Daneben hat die Kommune bzw. der Staat Einfluss- und Kontrollmöglichkeiten und sieht im Rahmen der Fortschreibung des INSEK (Integriertes Stadtentwicklungskonzept 2030) aufgrund der vielfältigen Bedeutung für die Stadt auch die weitere Ausweitung der Fernwärme strategisch vor. Die Bestätigung des ressortübergreifenden langfristigen Handlungskonzepts durch den Stadtrat wird für das 2. Quartal 2018 erwartet. Aktuell basiert die FW-Erzeugung auf ca. 99,6 % KWK (Lippendorf-Abwärme, Gas-GuD, BHKWs, Heizwerke und Wärmespeicher). Mittelfristig ist eine Umstellung von Lippendorf auf eigene umweltfreundliche Anlagen wie z.B. Gas-BHKWs, Biomasseanlagen und Großsolarthermie in Planung. Auf diesem Weg werden in einem dynamischen Energiemix die konventionellen Energieträger kontinuierlich durch erneuerbare Energien ersetzt. Zukünftig kann das Netz auch dazu genutzt werden, Überschüsse aus Erneuerbaren Energien von einem Quartier in andere Quartiere zu schicken. Individuell zu überlegen ist auch die Nutzung des FW-Rücklaufes zur Beheizung des Quartiers. Da das Quartier komplett von Fernwärmeleitungen umgeben ist, besteht die Möglichkeit der ökologischen Komplettversorgung des Quartiers mit einem Primärenergiefaktor von derzeit 0,31 zu geringen Wärmevollkosten. Daneben besteht aber auch die Möglichkeit Erneuerbare Energien wie Solarthermie und Erdwärme als Kunden- oder Stadtwerke-Anlage für die Grund- & Mittellastdeckung zu integrieren, sodass die Fernwärme zur Mittel- und Spitzenlastdeckung eingesetzt werden kann.

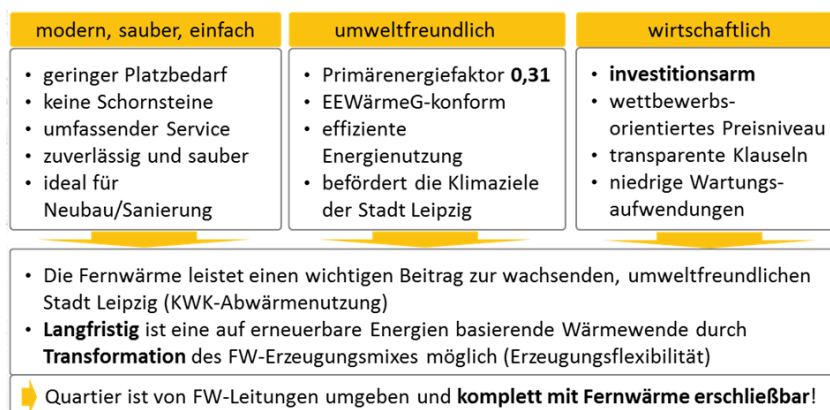


Bild 13: Vorteile der Fernwärme Quelle: Eigene Darstellung

Ökologie

Die Wärmeversorgung mittels Fernwärme trägt bilanziell maßgeblich zur Senkung des CO₂ – Ausstoßes und des Primärenergieverbrauches im Quartier bei. Bei einer Residualleistung nach den Anteilen der Solarthermie und Geothermie von ca. **2,9 MW_{th}** und einer Jahresmenge von ca. **4.475 MWh_{th}** können ca. **447 t CO₂** (ca. 100g/kWh) gegenüber einer fossilen Gasheizung eingespart werden.

Ökonomie

Der Wärmelieferpreis liegt im MFH-Bereich bei **80 – 100 €/MWh**. Der Anteil der kapitalgebundenen Kosten ist dabei die kleinste Komponente. Der Arbeitspreis liegt bei ca. 50 €/MWh, der Rest wird durch den Grundpreis für die Leistungsbereitstellung verursacht.

3.2. Stromversorgung

3.2.1. Photovoltaik

Technologie

Nachdem auf der Wärmeseite ca. 10 % des Wärmebedarfs sinnvoll dezentral erzeugt werden kann, ist nun zu prüfen, welches Potenzial die Erneuerbaren Energien mit den restlichen verfügbaren Flächen auf der Stromseite haben.

Baufeld	Objekt	Objekt-energiebedarf [MWh]	Gebäudegrundfläche [m ²]	potentielle PV-Leistung [kW _p]	PV-Jahresertrag [MWh]	Eigenverbrauch [%]	Autarkiegrad [%]	CO ₂ -Einsparung (Eigenverbrauch) [t/a]
Nord	Hochpunkt	560	630	48	48	90	8	20
	Block	1.050	2.020	155	155	83	12	61
	Solitär	380	640	49	49	85	11	20
	Passage		248					
Σ Nord		1.990	3.538	253	252	85	11	101
Mitte	Solitär	350	723	56	56	82	13	22
	Markthalle	510	5.284					
	Block	900	2.541	195	195	79	17	73
	Passage		313					
Σ Mitte		1.760	8.861	251	251	80	11	94
Süd	Hochpunkt	210	416	32	30	83	12	12
	L-Block	480	949	73	69	83	12	27
	Spitze	360	877	67	66	81	15	25
	Zeile	220	519	40	39	81	14	15
Σ Süd		1.270	2.761	212	204	82	13	79
Σ gesamt		5.020	15.160	717	707	82	12	274

Tabelle 8: Abschätzung des Photovoltaik-Potentials Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Die zur Verfügung stehenden und für PV nutzbaren Dachflächen bilden eine Gesamtfläche von ca. 15.000 qm. Nach derzeitigem Kenntnisstand handelt es sich ausschließlich um Flachdächer. Fassadenflächen wurden aufgrund der dichten Bebauung und Verschattung nicht betrachtet. In Tabelle 9 sind die angenommenen Objektverbräuche, die Anlagengrößen und daraus resultierenden Erträge sowie Eigenverbräuche aufgelistet.

Eigenverbrauch

Die Energie, die zeitgleich mit der in den PV-Anlagen erzeugten Elektroenergie in den Objekten verbraucht wird, ist der Eigenverbrauch der PV-Anlagen. Dieser Eigenverbrauch in Relation zu der gesamten im Objekt verbrauchten Energie ergibt den Autarkiegrad.

Grundlage für die Berechnung bilden der angenommene Energiebedarf der Nutzeinheiten (Tabelle 5: Elektroenergiebedarfsberechnung), der prognostizierte Anlagenertrag für den Standort Leipzig und ein BDEW-Standardlastprofil.

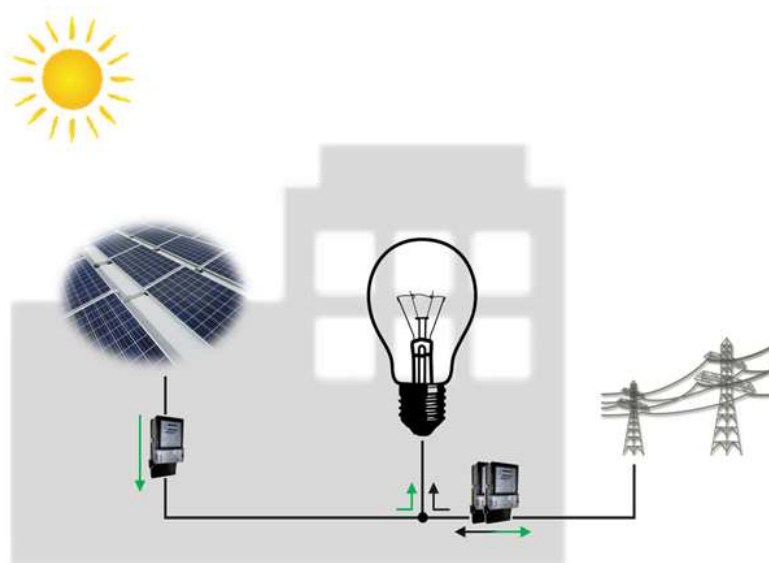


Bild 14: Eigenverbrauchsmessschema Quelle: Eigene Darstellung

Der Anlagenenertrag wurde mittels Simulationsprogramm PV*SOL premium von Valentin Software ermittelt. Für die Bestimmung des Eigenverbrauchs liegt den Einstrahlungswerten für den Standort Leipzig (Strahlungsdaten von 1981 bis 2010) das BDEW-Standardlastprofil Gewerbe G1 (werktags von 8-18 Uhr, bspw. Büros, Arztpraxen, Werkstätten, Verwaltungseinrichtungen) entgegen. PV-Erzeugung und Verbrauchsdaten werden miteinander verglichen und ausgewertet. Nicht Bestandteil der Berechnung sind Verschattungsverluste, die nicht durch die umgebende Bebauung oder durch die Gebäude selbst entstehen, bspw. durch Dachaufbauten wie Lüfterhauben, Klimageräte, etc..

Die PV-Module werden aufgeständert und dachdurchdringungsfrei in einem Winkel von 15° montiert. Die Befestigung der Anlagen erfolgt mittels Ballastierung.

Ökologie

Nach derzeitigem Kenntnisstand ergibt sich eine maximale Gesamtmodulleistung von 717 kW_p mit einem Ertrag von ca. 707 MWh/a und einem resultierenden Eigenverbrauch von 82 %. Der Autarkiegrad beträgt ca. 12 %. Eine mögliche CO₂-Einsparung von ca. 274 t/a wird damit auf den Eigenverbrauch erreicht und ca. 334 t/a auf die gesamte Erzeugung.

Da ein kleiner Teil der Dachflächen bereits für Solarthermie genutzt wird müssen vom Maximalwert ca. 3,5 % abgezogen werden, sodass die Leistung bei ca. **690 kW_{peak}** und der Jahresertrag bei etwa **680 MWh/a** liegen, wodurch insgesamt etwa **320 t CO₂** (ca. 471 g/kWh) gegenüber Netzstrombezug eingespart werden.

Ökonomie

Als Optionen bieten die Leipziger Stadtwerke eine herkömmlich Kauflösung an oder eine Nutzungsüberlassung als rundum-sorglos-Paket. Bei beiden Varianten übernehmen die Leipziger Stadtwerke Planung, Errichtung und Inbetriebsetzung der Anlage(n). Die Nutzungsüberlassung ist inklusive technischer Betriebsführung, Inspektions- und Prüfungsleistungen sowie Reparaturen bei defekten technischen Komponenten. Im besten Fall ist die generierte Einsparung höher als die Rate der Nutzungsüberlassung.

Bei einem Anlagenkauf wird der Investor Eigentümer der Anlage, während bei der Nutzungsüberlassung die Leipziger Stadtwerke Eigentümer der PV-Anlage sind. In der Regel liegen die Stromgestehungskosten bei ca. 50-100 €/MWh. Je nach Modell können noch Steuern, Abgaben, Umlagen und Entgelte hinzukommen. Auf dieser Infrastruktur aufbauend bieten Mieterstrommodelle dem Nutzer die Möglichkeit, den Strom vergünstigt dezentral zu nutzen.

3.2.2. Kleinwind

Eine weitere Möglichkeit dezentral erneuerbare Energien zu erzeugen stellen Kleinwindanlagen dar. I.d.R. sind diese jedoch aufgrund zu hoher Stromgestehungskosten nicht wirtschaftlich. Falls der EE-Anteil im Quartier aber weiter erhöht werden soll, kann über eine Installation an den Hochhäusern nachgedacht werden. Bei Höhen über 10m ist dafür eine Baugenehmigung notwendig. Die Leistungen und Energiemengen sind vernachlässigbar klein. Eine Horizontalkleinwindanlage mit einem Rotordurchmesser von 13m liefert ca. 10 kW bzw. 20 MWh und spart dadurch ca. 10 t CO₂ im Jahr. Da Windanlagen jedoch architektonisch auffällig sind und bisher keine Verbreitung im urbanen Raum gefunden haben, wird davon ausgegangen, dass keine Windanlagen installiert werden. Alternativ gibt es auch Vertikalwindanlagen mit niedrigeren Rotationsgeschwindigkeiten, allerdings ist die Effizienz und Wirtschaftlichkeit noch schlechter.

3.3. Elektromobilität

Das Thema Sektorenkopplung spielt nicht nur auf der Wärmeseite eine entscheidende Rolle bei der Dekarbonisierung neuer Stadtquartiere sondern auch im Bereich der Mobilität. Beim Individualverkehr spielt die E-Mobilität in Zukunft eine wesentliche Rolle und sollte bei der Konzeption neuer nachhaltiger Areale bereits in der Planung berücksichtigt werden.



Bild 15: Sektorenkopplung im Quartier Quelle: Eigene Darstellung

Für das Neubau-Quartier am WLP werden voraussichtlich mindestens 3 Tiefgaragenkomplexe entstehen, welche auch mit Ladesäulen für Elektroautos ausgestattet werden sollen. Im Folgenden wird ein erstes Konzept von den Stadtwerken Leipzig kurz vorgestellt.

Die Tiefgaragenstellplätze in Nord und Süd stehen als private Stellplätze zur Verfügung und können ein gleiches Ladeinfrastruktur(LIS)-Konzept bekommen, welche eine Versorgung mit Normalladestation der Ladeleistung 11 kW vorsieht. Die Stellplätze in der Tiefgarage Mitte haben einen halböffentlichen Zugang, welche zeitlich und/oder nach Benutzungszweck eingeschränkt nutzbar sein werden (Öffnungszeiten Handel, nur Ausfahrt mit Kassenzettel/Parkschein). Durch kürzere Standzeiten empfiehlt sich ein LIS-Konzept mit Schnellladestationen, welche eine jeweilige Ladeleistung von 50 kW beanspruchen.

Tiefgarage	Vorgesehene Stellplätze	Stellplatzbedarf für Ladesäulen 2020	Stellplatzbedarf für Ladesäulen 2030
Nord (Wohnen & Büro)	217 Stellplätze	6 ¹ (66 kW)	60 (660 kW)
Mitte (Handel)	88 Stellplätze	1 ² (50 kW)	4 (200 kW)
Mitte (Büro)	163 Stellplätze	5 ¹ (55 kW)	45 (495 kW)
Süd (Wohnen & Büro)	129 Stellplätze	4 ¹ (44 kW)	30 (330 kW)

Tabelle 9: Abschätzung Ladestromleistung Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Aus Markthochlaufszensarien für Elektroautos ergibt sich ein in der Tabelle gezeigter Stellplatzbedarf für die Jahre 2020 und 2030. Das vorliegende Konzept soll einen Überblick geben, wie die Installation der LIS aussehen kann. Gleichzeitig ist es so ausgelegt, dass es sich flexibel an zukünftige Bedarfe schnell und individuell anpassen lässt.

¹ Bei privaten Lademöglichkeiten geht man von einem Bedarf aus, der pro Elektroauto 1 Ladepunkt umfasst.

² Bei halböffentlich-zugänglichen Lademöglichkeiten geht man von einem Bedarf aus, der pro Elektroauto 0,2 Ladepunkte umfasst.

Konzept für private Stellplätze in den Tiefgaragen Nord, Mitte und Süd

Systemaufbau

Um, wie beschrieben, dem Markthochlauf der Elektromobilität auf den Parkplätzen nachhaltig gerecht zu werden, empfiehlt sich ein modularer Aufbau der Ladeinfrastruktur. Die Stellflächen für Nord 60 (Süd 30) werden dabei zunächst in drei (Süd zwei) Cluster unterteilt. Jedes Cluster wird mit einem Leitstand mit integriertem Lastmanagement versehen, welches bis zu 20 (Süd 15) Ladepunkte verwalten kann. Der Betrieb des Ladesystems bedingt einen neuen separaten Netzanschluss im Kontext eines Netzausbaus. Es gelten folgende Rahmenbedingungen:

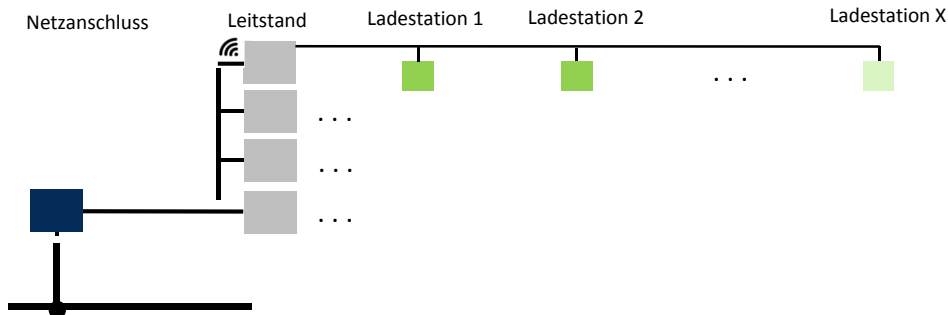


Bild 16: privates Ladekonzept Quelle: Eigene Darstellung

1. Die Elektrotankstellen werden nach Anfrage der Nutzer durch die Stadtwerke errichtet
2. Die Elektrotankstellen werden direkt durch und auf Kosten der Stadtwerke mit Strom versorgt
3. Die Stadtwerke übernehmen den Zugang, die Abrechnung und die Organisation des Ladeprozesses
4. Die Stadtwerke sind für Wartung und Instandhaltung der Stromtankstellen verantwortlich
5. Die Errichtung der Stromtankstellen und die Abrechnung des geladenen Stromes werden vertraglich zwischen privaten/gewerblichen Nutzern und den Stadtwerken vereinbart
6. Die bauliche Ertüchtigung des Netzanschlusses erfolgt in Kooperation zwischen Objektbetreiber und den Stadtwerken

Konzept für halböffentlich-zugängliche Tiefgarage Mitte

Systemaufbau

Im Gegensatz zu den privaten Stellplätzen stehen hier die Ladesäulen allen Nutzern zur Verfügung und es bedarf dementsprechend eines allgemeinen Systemzugangs. Diese Stellplätze stehen Personen zur Verfügung, welche z.B. Einkaufsmöglichkeiten nutzen wollen und daher eher kurzzeitiges Parken in Anspruch nehmen. Um dennoch in kurzer Zeit eine akzeptable Aufladung zu ermöglichen, sollen neben Normalladestation auch Schnellladestationen zum Einsatz kommen. Es gelten folgende Rahmenbedingungen:

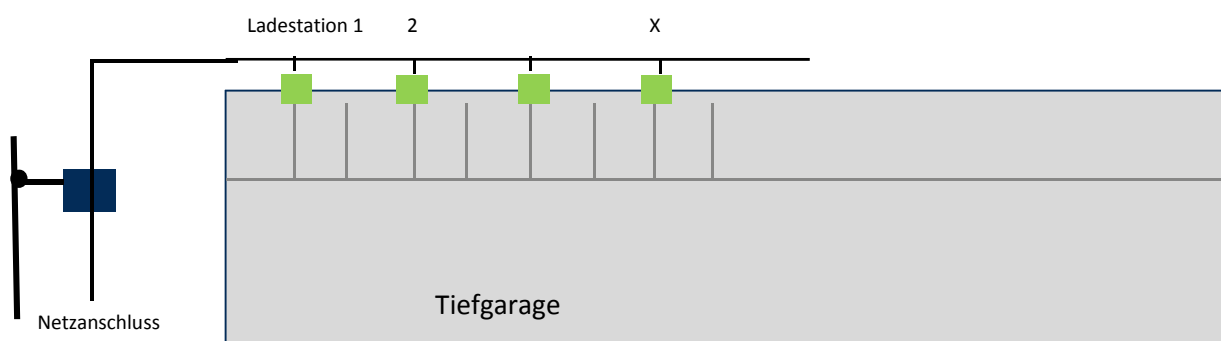


Bild 17: halböffentliches Ladekonzept Quelle: Eigene Darstellung

1. Die Koordination des Netzausbaus und die Errichtung der Ladesäulen erfolgt in Zusammenarbeit des Netzbetreibers und den Stadtwerken
2. Die Elektrotankstellen werden direkt durch und auf Kosten der Stadtwerke mit Strom versorgt
3. Die Stadtwerke übernehmen den Zugang, die Abrechnung und die Organisation des Ladeprozesses
4. Die Stadtwerke sind für Wartung und Instandhaltung der Stromtankstellen verantwortlich
5. Die Abrechnung und Nutzung des geladenen Stromes erfolgt über gängige karten- oder webbasierte Abrechnungssysteme
6. Die bauliche Ertüchtigung des Netzanschlusses erfolgt in Kooperation zwischen Objektbetreiber und den Stadtwerken

3.4. Weitere nachhaltige Energielösungen

Die Potenziale der wesentlichen Erzeugungstechnologien sowie der E-Mobilität wurden aufgezeigt. Andere Technologien wie Biomasse (Feinstaub & Logistik), Luftwärmepumpen (Geräuschemissionen), BHKWs (kein Gasanschluss) oder **Stromspeicher** (geringe Überschüsse) wurden nicht betrachtet, da eine Anwendung in diesem Quartier keine bzw. eine untergeordnete Rolle spielt. Daneben werden in smarten Quartieren in Zukunft IT-Lösungen stärker integriert werden. Zum einen ist eine Visualisierung der Energieströme, Verbrauchs- und **Sensordaten** auf Basis **intelligenter Messsysteme** eine zentrale Größe, zum anderen sollen neben den Stromzählern weitere Medien wie z.B. Wärme und Wasser digital abgelesen werden können. Mittels **Spartenbündelung** werden auch die dezentralen Heizkostenverteiler mit ausgelesen und **Rauchwarnmelder** zentral überwacht. Die Stadtwerke arbeiten auch an Lösungen, die die Kapazitäten im Quartier (Verbraucher, Erzeuger, E-Mobilität) steuern, mit Hilfe von Blockchain-Automatismen mit verschiedenen Energiemärkten zusammenführen und so energiewirtschaftlich optimieren. Für die Akzeptanz der Kunden ist neben der Nachhaltigkeit auch die Wirtschaftlichkeit der Quartierslösungen entscheidend. Neben der reinen Energieeinsparung wird diese z.B. bei **Mieterstrommodellen** auch durch die Reduktion von Umlagen, Steuern und Entgelten erreicht.



Bild 17: Kapazitätsmanagement Quelle: Eigene Darstellung

4. Zusammenfassung

Die Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden ist der zentrale Hebel im Klimaschutz, in keinem anderen Bereich besteht mehr Potential. Um das Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, ist es außerdem erforderlich, den verbleibenden Energiebedarf von ca. 5 GWh Wärme und 10 GWh Strom möglichst umweltfreundlich zu erzeugen. Dabei sind zunächst die technisch und wirtschaftlich vertretbaren Potenziale im Quartier zu nutzen. In Kapitel 3.1.1 wurde eine Solarthermieleistung (Grundlast Wohnen) von 140 KW ausgewiesen. Die restliche zur Verfügung stehende Dachfläche kann gemäß Herleitung im Kapitel 3.2.1 für Photovoltaik mit einer Leistung von 690 KW genutzt werden. Da der Boden nicht regeneriert werden kann und nur begrenzt Flächen zur Verfügung stehen, ist entsprechend Kapitel 3.1.2 mit einer realistischen Erdwärmepumpenleistung von ca. 224 KW auszugehen. Da die dezentralen Ertragspotenziale insgesamt mit ca. 0,5 GWh Wärme (Solar- & Geothermie) und 0,7 GWh Strom (Photovoltaik) jedoch im Vergleich zum Energiebedarf der stark verdichteten Innenstadträume sehr begrenzt sind, bedarf es für die Residuallastdeckung von ca. 90 % weiterer umweltfreundlicher Technologien. Im Wärmebereich ist das die Fernwärme mit einem derzeitigen KWK-Anteil von ca. 99,6 % und spezifischen CO₂-Emissionen von 157 g/kWh, welche langfristig zur Verfügung steht und kontinuierlich im Sinne der CO₂-Reduktion weiterentwickelt wird. Da der Stromenergiebedarf im Quartier deutlich höher ist und es gemäß Energiewirtschaftsgesetz keine langfristig gesicherte Möglichkeit gibt, umweltfreundlichen Strom aus dem Netz zu ziehen, wurde im Konzept darauf geachtet, dass die solare Nutzung der Dachflächen vorrangig für den Stromsektor mittels Photovoltaik erfolgt, da der Netzstrom einen CO₂-Wert von 471 g/kWh ausweist und sich erst langfristig durch den weiteren Zubau der EE verbessert. Es ist festzuhalten, dass der gesamte Energiebedarf mit dezentraler Eigenerzeugung und den Netzkapazitäten gedeckt werden kann.

Medium	Technologie	Leistung in kW	Ertrag in MWh	CO ₂ -Einsparung in t/a	Gestehungskosten in €/MWh
Wärme	Solarthermie	140	80	20	50-200
	Erdwärme	224	400	40	80-140
	Fernwärme	2.900	4.475	447	80-100
Strom	Photovoltaik	690	680	320	100

Tabelle 10: Übersicht Technologien Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Masterplanung

Der Deckungsanteil der dezentralen Erneuerbaren Energien im Quartier liegt damit bei ca. 10%. Im Strombereich sinkt der Wert von 13 % auf ca. 7 % mit zunehmendem Bedarf durch die E-Mobilität. Auf dem ersten Blick erscheint der Anteil relativ gering. Im Vergleich zu den Bestandsimmobilien im Ortsteil Zentrum-Süd entspricht das jedoch fast dem 30-fachen Durchschnittswert, der in der KEMA-Studie der Stadt Leipzig mit nur 0,37% EE im Wärmebereich angegeben wird.

OT-Nr.	Ortsteil	Einwohner	Fläche (in km ²)	Bevölkerungs- dichte (Ew/km ²)	Gesamtwärmededarf klimabereinigt (in GWh/a)	Anteil EE (in %) am Gesamtwärmededarf
0	Zentrum	1.863	0,8	2.266	31,4	0,01
1	Zentrum-Ost	3.409	1,7	2.066	51,8	0,03
2	Zentrum-Südost	11.045	3	3.703	158,6	0,03
3	Zentrum-Süd	10.797	1,7	6.503	94,7	0,37
4	Zentrum-West	9.296	1,5	6.234	162,3	0,01

Tabelle 11: Übersicht Anteile Erneuerbare Energien je Stadtteil (Auszug) Quelle: KEMA-Studie der Stadt Leipzig (AfU)

Für die Residualleistung aus dem Strom- bzw. Wärmenetz ist davon auszugehen, dass die zentralen Erzeuger zunehmend durch Erneuerbare Energien ersetzt werden. Bei dem hier dargestellten Energiemix können insgesamt 827 Tonnen CO₂ gegenüber einer reinen Gasheizung und reinem Netzstrombezug eingespart werden. Bei ca. 400 Bewohnern entspricht das einer jährlichen Einsparung von ca. 2 t/Bewohner und unterstützt damit klar das politische Ziel einer nachhaltigen Quartiersentwicklung. Hinzu kommen später noch die positiven Effekte durch die E-Mobilität.

Während in der Vergangenheit oft die Wärmeversorgung im Vordergrund stand, sind Quartierskonzepte heute durch eine Kombination innovativer Infrastrukturlösungen gekennzeichnet. Neben den Strom- und Wärmelösungen ist darauf zu achten, dass digitale Basisinfrastrukturen wie intelligente Messsysteme mit Spartenbündelung verbaut werden, um für den Energiemarkt der Zukunft vorgerüstet zu sein.

aus datenschutzrechtl. Gründen abgedeckt

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

www.L.de

Facebook: [www.L.de/social](https://www.facebook.com/www.L.de/social)

Wir sind Leipziger.

Stadwerke Leipzig GmbH · Postfach 10 06 14 · 04006 Leipzig
Aufsichtsratsvorsitzender: Dr. Norbert Menke
Geschäftsführung: Dr. Johannes Kleinsorg (Sprecher), Karsten Rogall
Amtsgericht Leipzig · HRB-Nr. 3058 · Sitz der Gesellschaft: Leipzig

Haftungshinweis/ Disclaimer

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen stammen aus Quellen, die wir für zuverlässig halten und wurden von uns nach bestem Wissen zusammengestellt. Bei der vorliegenden Analyse und Konzeption handelt es sich zunächst um eine indikative, unverbindliche Angabe. Verbindliche Erschließungs- und Energieversorgungsangebote sowie Netzanschlusszusagen können erst nach genaueren Angaben des Projektentwicklers zu den Objekten und verfügbaren Leitungswegen erstellt werden. Wir übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der Angaben und keine Verpflichtung zur Richtigstellung etwaiger unzutreffender, unvollständiger oder überholter Angaben. Wir behalten uns vor, unsere hier geäußerte Meinung jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern, da die Änderung politischer, regulatorischer und z.T. wirtschaftlicher Rahmenbedingungen möglich und nicht durch uns beeinflussbar ist.