

Energienutzungsplan für Bebauungsplan 03-60/1 „Nördlich Tulpenstraße“

Zwischenbericht

Regensburg, 02.12.2022

Gefördert durch:



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Projekträger:

bayern  innovativ



Auftraggeber:

Stadt Landshut
Amt für Stadtentwicklung,
-sanierung und -planung
Luitpoldstraße 29
84034 Landshut



Stadt
Landshut

Auftragnehmer:

Luxgreen Climadesign
Inh. Tobias Saller
Kumpfmühlerstr. 3
93047 Regensburg



Fördergeber:

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
Prinzregentenstraße 28
80538 München

BAUSENAT 10.02.2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Einführung.....	5
1.1 Anlass und Vorgehen der Untersuchung.....	5
1.2 Örtliche Randbedingungen.....	6
1.3 Grundlagenermittlung.....	7
2 Analyse des Ist-Zustands.....	9
2.1 Energiebedarf.....	9
2.1.1 Thermischer Energiebedarf.....	9
2.1.2 Thermischer Leistungsbedarf.....	12
2.1.3 Elektrischer Energiebedarf.....	15
2.2 Energieinfrastruktur.....	17
2.3 Gesamtübersicht Energiebedarfe.....	18
3 Potenzialerhebung.....	19
3.1 Photovoltaik zur Stromerzeugung.....	19
3.2 Versorgung der Wärmepumpen.....	21
3.3 Umweltwärme.....	21
3.3.1 Erdwärmesonden, Kollektoranlagen, Energiepfähle.....	21
3.3.2 Grundwasserwärmepumpe.....	22
3.3.3 Abwasser.....	22
3.3.4 Luft-Wasser Wärmepumpen.....	22
3.4 Fernwärme.....	23
3.5 Konventionelle Erzeuger.....	24
4 Stromverteilanlagen.....	26
4.1 Mieterstrom und Kundenanlage.....	26
4.1.1 Grundlagen Mieterstrom und Kundenanlage.....	28
4.2 Betriebsstrom.....	28
5 Konzeptentwicklung mit verschiedenen Varianten der Energieversorgung.....	29
5.1 Rahmenbedingungen.....	29
5.2 Variante 1: Zentrale Wärmeversorgung.....	29

Inhaltsverzeichnis	4
5.2.1 PV-Dachanlage	31
5.2.2 PV-Dach- und Freiflächenanlage	31
5.3 Variante 2: Dezentrale Wärmeerzeugung	31
5.4 Variante 3: Fernwärme	32
6 Maßnahmenvorschläge	33
Literaturverzeichnis	35
Abbildungsverzeichnis	36

BAUSENAT 10.02.2023

1 Einführung

1.1 Anlass und Vorgehen der Untersuchung

Dieses Dokument stellt den Zwischenbericht für das Energiekonzept „Nördlich Tulpenstraße“ dar und bildet somit einen ersten Stand der Untersuchungen. Weitere Kapitel werden für den Endbericht ergänzt. Im Detail wird darin noch auf die einzelnen Varianten und deren Ausgestaltung sowie die daraus abzuleitenden Ergebnisse und Vorschläge für die weitere Planung und Umsetzung eingegangen.

Das Grundstück des geplanten Quartiers befindet sich am nord-westlichen Rand der Wolfgang-siedlung (St. Wolfgang), zwischen Eichen- und Tulpenstraße. Aufgrund der Verlegung des Landshuter Bahnhofs im Jahr 1880 an den nördlichen Stadtrand siedelten sich in dessen Umkreis zahlreiche Industrieunternehmen an, was zum Entstehen und dem andauernden Zuwachs der Wolfgang-siedlung führte. Bildungs-, Kultur- und Gesundheitseinrichtungen sowie zahlreiche Dienstleister und Unternehmen in der näheren Umgebung machen das Gebiet um die Tulpenstraße äußerst attraktiv für den Zubau von Wohnungen. Als eine der wenigen innerstädtischen und unbebauten Flächen im und um das Viertel besitzt die Fläche mit einer Größe von 1,7 ha ein hohes Potential für die urbane Entwicklung des Stadtgebiets.

Das Büro Luxgreen Climadesign wurde für die Erstellung eines Energienutzungskonzeptes bzw. eines quartiersbezogenen Energienutzungsplans im Zuge der Errichtung des Neubauquartiers in der Nördlichen Tulpenstraße in Landshut beauftragt. Dieser Bericht umfasst die Ergebnisse der Untersuchungen im Betrachtungsraum aggregiert zusammen und wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (StmWi) gefördert.

Im ersten Schritt werden die örtlichen Randbedingungen, Anforderungen und Grundlagen ermittelt, sowie die derzeitigen und zukünftigen Energiebedarfe bilanziell erfasst. Anschließend werden mögliche Potentiale zur energetischen Versorgung analysiert und beschrieben. Mit dem Ziel einer regenerativen Energiebereitstellung werden im nächsten Schritt Konzepte bzw. Varianten entwickelt, aus denen in Kombination mit der vorausgegangenen Potentialerhebung Erkenntnisse zur Entscheidungsfindung möglicher Vorgehensweisen hervorgehen. Diese Varianten werden weiterführend auch auf ihre ökonomische Umsetzbarkeit in Hinblick auf die relevanten Parameter (Investitionskosten, Betriebskosten, Fördermöglichkeiten etc.) untersucht.

1.2 Örtliche Randbedingungen

Die kreisfreie Stadt Landshut zählt sowohl zu Ost- als auch Südbayern und ist Sitz der niederbayerischen Regierung und darüber hinaus Verwaltungssitz des Landkreises Landshut. Betrachtet wird im Umfang dieses quartierbezogenen Energienutzungskonzepts die nördlich des Bahnhofs gelegene Wolfgangsiedlung bzw. das darin nord-westlich gelegene Baugebiet oberhalb der Tulpenstraße (siehe Abbildung 1). Das Betrachtungsgebiet erstreckt sich über eine Gesamtfläche von ca. 17.100 m² und schließt unmittelbar an die bestehende Wohnsiedlung an. Östlich vom Betrachtungsgebiet, jenseits der Altdorfer Straße, befinden sich großflächige Industriegebiete, die für die Energiebereitstellung im Quartier potenziell genutzt werden können.



Abbildung 1: Standort Baugebiet nördliche Tulpenstraße

1.3 Grundlagenermittlung

Als Grundlage aller nachfolgenden Betrachtungen und Überlegungen diente der Vorentwurf des Bebauungsplans (siehe Anhang¹ bzw. Abbildung 2), der durch die Stadt Landshut zur Verfügung gestellt wurde. Daraus ersichtlich wird sowohl die Verortung des Quartiers, der Geltungsbereich des Plans, als auch die Anzahl, Größe und Anordnung der Wohnungen. Darüber hinaus ist im Bebauungsplan der Grünordnungsplan integriert.



Abbildung 2: Vorentwurf Bebauungsplan, nördliche Tulpenstraße

Insgesamt sollen 11 Wohnanlagen mit insgesamt 140 Wohneinheiten entstehen. Bei einem von der Stadt Landshut vorgegebenen Belegungsfaktor von 2,5 Personen pro Wohneinheit entsteht dementsprechend Wohnraum für bis ca. 350 Personen. Aus dem Bebauungsplan wurde zudem eine Bruttogeschossfläche von 13.335 m² für die Wohneinheiten ermittelt. Insgesamt werden 21 Wohngebäude zu 11 Wohnanlagen zusammengefasst. Mit einem vorgegebenen Faktor von 0,75 wird aus der Bruttogeschossfläche die Wohnfläche ermittelt. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Wohnanlagen mit zugehöriger Wohnfläche und angesetzttem Effizienzhausstandard.

¹ (Bebauungsplan, nördliche Tuppenstraße, BBO 03-60/1)

	Wohneinheiten	Wohnfläche	Effizienzhausstandard
WA 1	20	1.376,30 m ²	KfW 40
WA 2	18	930,00 m ²	KfW 40
WA 3	24	1.706,30 m ²	KfW 40
WA 4	12	840,00 m ²	KfW 40
WA 5	24	1.706,30 m ²	KfW 40
WA 6	25	1.920,00 m ²	KfW 40
WA 7	1	135,00 m ²	KfW 40
WA 8	1	135,00 m ²	KfW 40
WA 9	1	135,00 m ²	KfW 40
WA 10	14	1.117,5 m ²	KfW 40
Summe	140	10.001,30 m ²	

Tabelle 1: Wohneinheiten, Wohnfläche und geplanter Effizienzhausstandard der Wohnanlagen

BAUSENAT 10.02.2023

2 Analyse des Ist-Zustands

2.1 Energiebedarf

Da es sich bei dem betrachteten Grundstück um ein baulich unerschlossenes Gebiet handelt, existiert derzeit keine Versorgungsfunktion, dementsprechend gibt es keine Wärmebedarfe. Zur sinnvollen Dimensionierung des zu entstehenden Energieversorgungssystems muss deshalb auf Grundlage von Erfahrungswerten, Berechnungsverfahren und Fachkenntnissen prognostiziert werden, welche Wärmemenge künftig durch die Versorgungseinheiten bereitgestellt werden soll.

2.1.1 Thermischer Energiebedarf

Der Wärmebedarf im Quartier setzt sich zusammen aus dem insbesondere in den Wintermonaten nötigen Raumwärmebedarf und den übers Jahr recht konstanten Bedarf für die Warmwasserbereitung. Der Raumwärmebedarf ist abhängig von den baulichen Gegebenheiten sowie der zu beheizenden Wohnfläche. Da es sich um einen Neubau handelt wird ein Ansatz gewählt, bei dem für jeden Quadratmeter der Wohnfläche ein jährlicher Heizwärmebedarf angenommen wird.

Die aus dem Bebauungsplan ermittelte Bruttogeschossfläche (BGF) der Wohnräume von 13.335 m² wird mit dem von der Stadt Landshut vorgegebenen Faktor von 0,75 verrechnet, um die Wohnfläche zu berechnen. Dies resultiert in einer Wohnfläche von 10.001 m². Mit dem angesetzten Energieeffizienzstandard, welcher ggf. festgelegt werden soll von KfW 40 und dem dafür angenommenen spezifischen Jahresheizwärmebedarf von 25 kWh/(m²a) ergibt sich ein jährlich zu deckender Bedarf von 250 MWh für die Raumheizung. Für die effiziente Wärmeverteilung in den Wohnungen werden Flächenheizungen (bspw. Fußbodenheizung) angesetzt. Heizungen mit großen Flächen sind essenziell für den Betrieb von energieoptimierten Niedertemperaturwärmenetzen.

In die Ermittlung des Wärmebedarfs zur Warmwasserbereitung fließen die Warmwasserbedarfe und die Bereitstellungsverluste mit ein. Es wird dabei von einer dezentralen Warmwasserbereitung in den Wohnungen mittels Wohnungsübergabestationen ausgegangen. Heizungswasser erwärmt dafür über einen Plattenwärmeübertrager erst kurz vor der Entnahmestelle das Trinkwasser, was sowohl energetische als auch hygienische Vorteile bietet. Nach dem Handbuch der Gebäudetechnik werden für eine Person 30 l pro Tag als durchschnittlicher Warmwasserbedarf bei einer Temperatur von 55 °C bis 60 °C im allgemeinen Wohnungsbau angenommen (Pistohl, Rechenauer, & Scheuerer, 2013, S. B 12). Bei einer niedrigeren Zapftemperatur, welche durch den Einsatz dezentraler Frischwasserstationen möglich wird, entspricht dies der äquivalenten Wärmemenge in 43 l Warmwasser bei 45 °C Warmwassertemperatur. Davon ausgehend wird

im weiteren Verlauf mit einem Warmwasserbedarf von 45 l pro Person und Tag, bei einer Temperatur von 45 °C, ausgegangen. Nach dem vorgegebenen Belegungsschlüssel von 2,5 Personen pro Wohneinheit sind für die 140 Wohneinheiten 350 Bewohnerinnen und Bewohner vorgesehen. Für diese ergibt sich ein Warmwasserbedarf von insgesamt 15,8 m³ pro Tag.

Davon ausgehend, dass das Wasser von 10 °C auf 45 °C erwärmt werden soll, ergibt sich eine täglich mit dem gezapften Warmwasser abgegebene Wärmemenge von 640 kWh bzw. 233 MWh über ein Jahr. Abgeleitet aus deiner Studie zur Warmwasserversorgung in Mehrfamilienhäusern, bei dem sich mit einem Vorlauf von 55 °C, über ein Jahr, einen Verlust von 27,9 % ergab (Kropp, Hörnle, Lämmle, Wapler, & Hess, 2020), werden unter der Annahme von 65 °C Vorlauftemperatur 32 % Verlust angesetzt. Die für die Warmwasserbereitung zur Verfügung stehende Wärme ergibt sich dann zu jährlich insgesamt 343 MWh.

Die Schüttleistung der einzelnen Wohnungsstationen ist auf 15 l/min zu begrenzen. Dies entspricht einem Durchfluss von 9 l/min für die Dusche und 6 l/min für die Küchenspüle. Eine derartige Begrenzung sorgt bei ausreichendem Warmwasserkomfort sowohl für einen sparsameren Verbrauch als auch eine Deckelung der Leistung, was eine geringere Dimensionierung der Warmwasserbereitung ermöglicht.

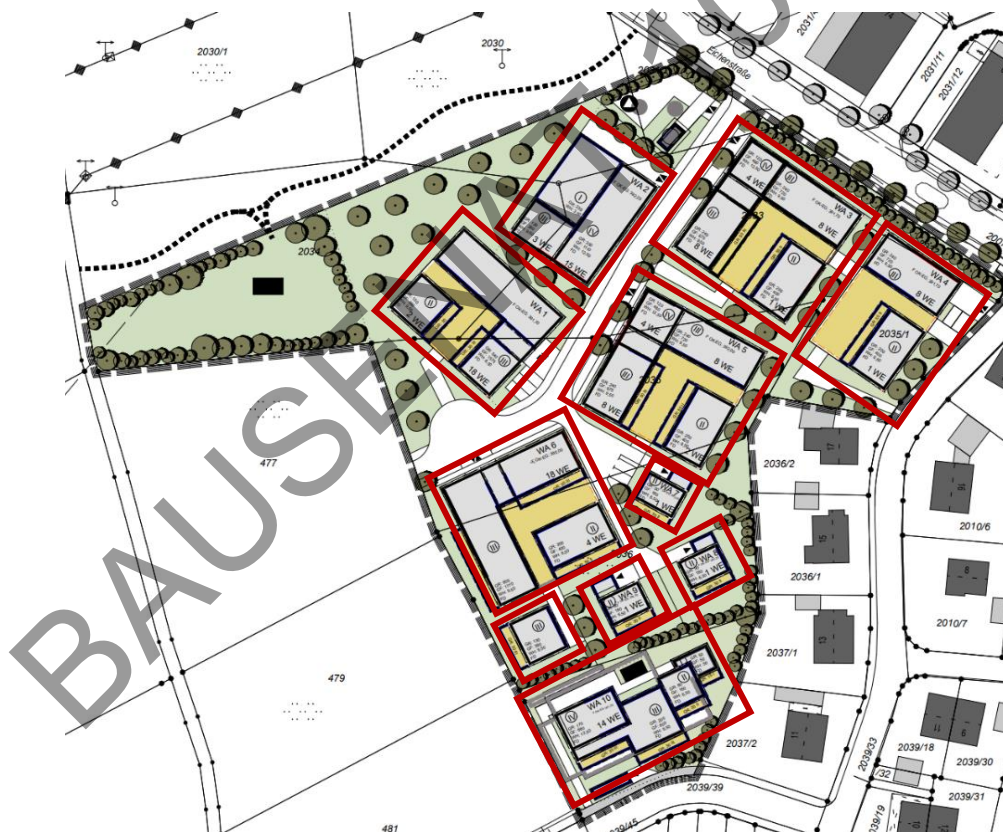


Abbildung 3: Bebauungsplan, Einteilung Wärmecluster=Wohnanlagen

Die jährlichen Wärmebedarfe für Raumheizung und Warmwasser in den verschiedenen Wohnanlagen der Siedlung werden in der nachfolgenden Tabelle 2 und Abbildung 5 tabellarisch und grafisch dargestellt.

	Wärmebedarf für Raumheizung in kWh/a	Wärmebedarf für Warmwasser in kWh/a
WA 1	34.406	49.051
WA 2	23.250	44.146
WA 3	42.656	58.861
WA 4	21.000	29.431
WA 5	42.656	58.861
WA 6	4.800	61.314
WA 7	3.375	2.453
WA 8	3.375	2.453
WA 9	3.375	2.453
WA 10	27.938	34.336
Summe	250.031	343.358

Tabelle 2: Voraussichtliche jährliche Wärmebedarfe für Raumheizung und Warmwasser

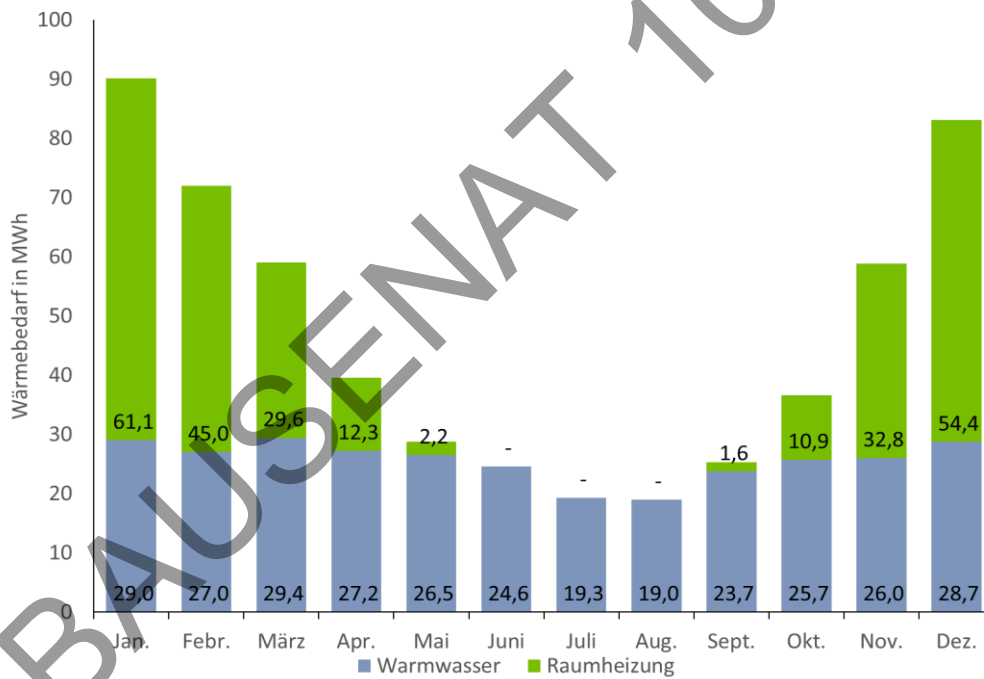


Abbildung 4: monatliche Verteilung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumheizung für 140 Wohneinheiten

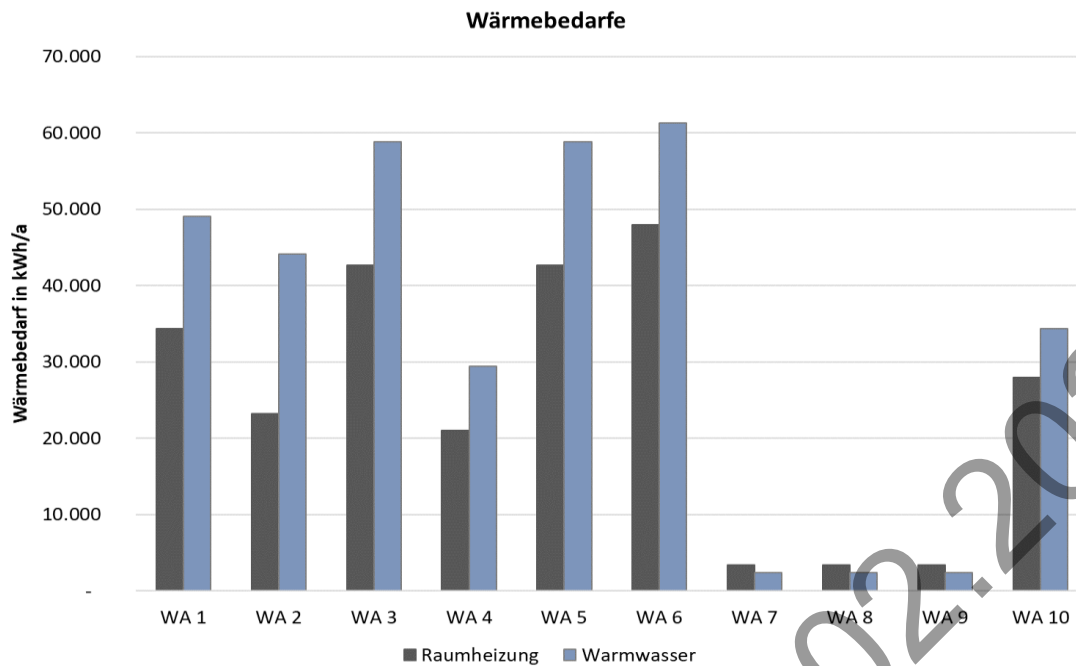


Abbildung 5: Jährliche Wärmebedarfe für Raumheizung und Warmwasser in den Wohnanlagen der Siedlung

2.1.2 Thermischer Leistungsbedarf

Aus den für Raumheizung und Warmwasserbereitung ermittelten Wärmebedarfen können Leistungen abgeschätzt werden. Für die Raumheizung wird dabei der jährliche Wärmebedarf über die Tage der Heizperiode in Abhängigkeit der Differenz zwischen der Innenraumtemperatur und der Außentemperatur verteilt. Dafür wird auf das standortspezifische Testreferenzjahr des Deutschen Wetterdienst zurückgegriffen (Deutscher Wetterdienst, 2017). Die Verteilung des Warmwasserbedarfs und der Volumenstrom einzelner Zapfvorgänge, werden mit „DHWcalc“ erzeugt. Dieses Programm ermöglicht es, Warmwasserzapfungen in Abhängigkeit einer Wahrscheinlichkeitsfunktion statistisch über ein Jahr zu verteilen (Jordan & Vajen, 2017). Die daraus ableitbaren Zapfleistungen treten recht punktuell auf, glätten sich aber mit steigender Anzahl der von einer Erzeugeranlage zu versorgenden Wohneinheiten.

Zentrale Versorgung aller Wohnanlagen, Variante 1

Mit einem Wärmenetz werden die Erzeugeranlagen an einem Standort im Quartier gebündelt und versorgen von dort aus die einzelnen Gebäude. Gleichzeitigkeitseffekte im Netz führen zu geringerer nötiger Gesamtleistung, weil Spitzen weniger stark gegenüber der Grundlast ins Gewicht fallen. Für die zentrale Versorgung ergibt sich nach ersten Berechnungen die in Abbildung 6 dargestellte geordnete Jahresdauerlinie. Die erkennbare hohe Spitzenleistung von ca. 550 kW muss nicht direkt vom Erzeuger bereitgestellt werden können. Sie ergibt sich zu den Spitzenzeiten der Warmwasserbereitung und wird durch zentrales und dezentrales Puffervermögen im Wärmenetz aufgefangen.

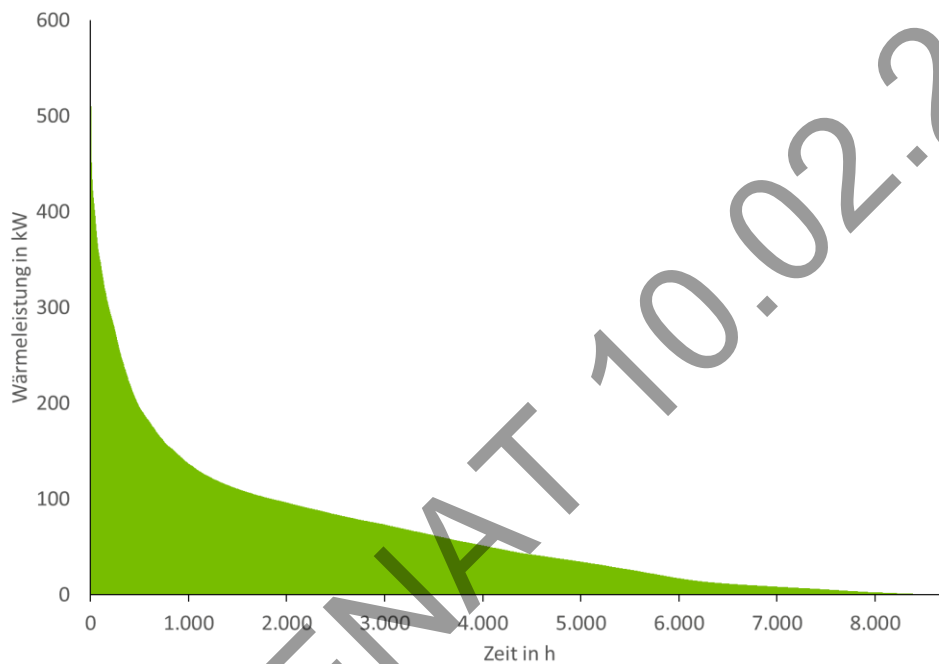


Abbildung 6: geordnete Jahresdauerlinie zentrale Wärmeversorgung

Dezentrale Versorgung einzelner Wohnanlagen, Variante 2

Eine dezentrale Versorgung der Wohnanlagen im Quartier setzt auf einzelne Wärmeerzeuger in den Gebäuden. Am Beispiel der WA1 mit 20 WE und 50 Bewohnern ergibt sich die in Abbildung 7 dargestellte geordnete Jahresdauerlinie. Die erkennbare hohe Spitzenleistung von ca. 120 kW muss nicht direkt vom Erzeuger bereitgestellt werden können. Sie ergibt sich zu den Spitzenzeiten der Warmwasserbereitung und wird durch einen Puffer aufgefangen.

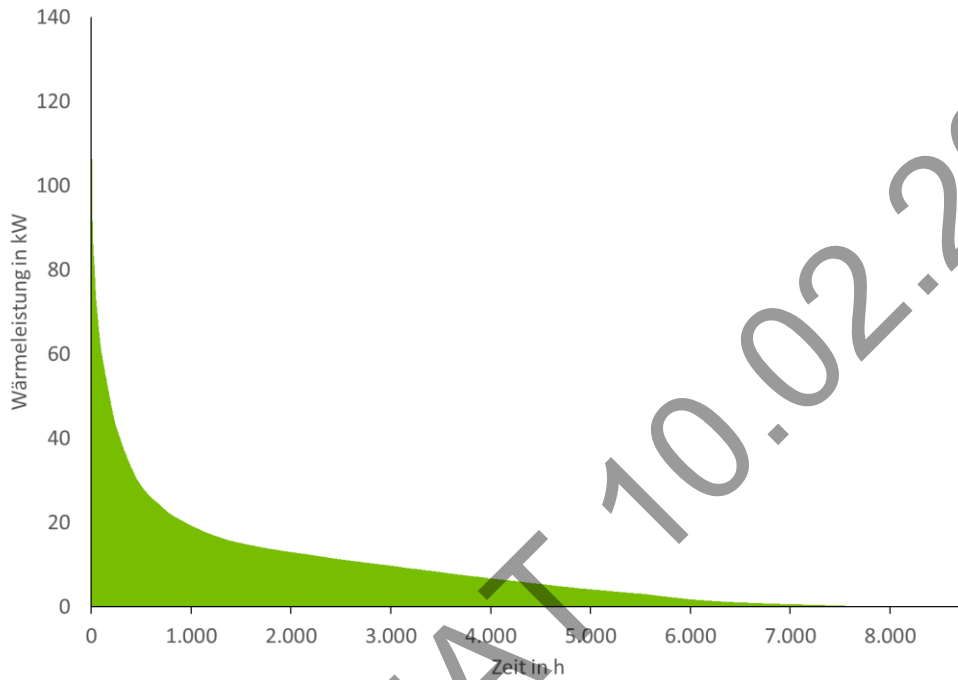


Abbildung 7: geordnete Jahresdauerlinie WA1

2.1.3 Elektrischer Energiebedarf

Da der Verbrauch an elektrischer Energie von einer Vielzahl an Faktoren abhängig ist, die nicht immer abschätzbar sind, kann bei dessen Berechnung lediglich ein grober Orientierungswert verwendet werden. So wird der Stromverbrauch beispielsweise durch die Anzahl der Personen im Haushalt, der Wohnform (Mehr- oder Einfamilienhaus), dem Nutzerprofil, der Wohnungsgröße etc. beeinflusst. Im Vorliegenden Projekt wird in Wohnungen aufgrund von Erfahrungswerten mit einem spezifischen Stromverbrauch von 1.000 kWh/a pro Person gerechnet (siehe Abbildung 8). Bei 350 Personen ergibt das einen elektrischen Energiebedarf von 350 MWh/a im Quartier, der größtmöglich durch die eigene PV-Anlage gedeckt werden soll. Vorab wurde eine vorläufige Ertragsprognose auf Grundlage der vorgegebenen Dachflächen im Bebauungsplan erstellt, die den möglichen Umfang der PV-Installationen und dessen Potential darstellt (siehe Kapitel 3.1).

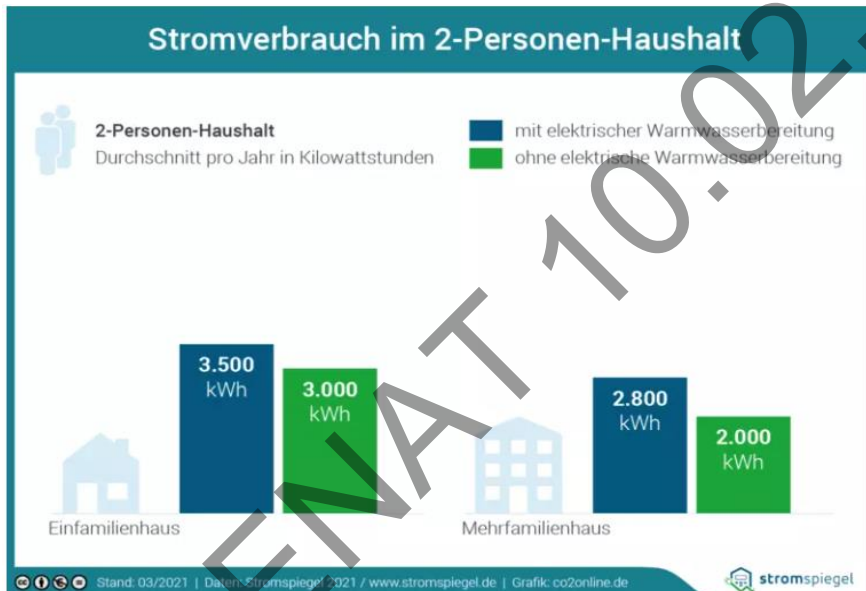


Abbildung 8: Durchschnittlicher Stromverbrauch 2-Personen-Haushalt ohne elektrischer Warmwasserbereitung (rechts), Stromspiegel 2021

Neben dem Strombedarf des herkömmlichen Wohnens muss auch der Energieverbrauch zur Wärmeerzeugung betrachtet werden, sowie der Strom, der zukünftig durch die steigende Anzahl an Elektroautos benötigt wird. Die Wärmeerzeugung erfolgt dabei vorrangig durch Wärmepumpen, die mit der eingesetzten elektrischen Energie, ein Vielfaches an Wärme erzeugen können. Deren Energiebedarf wird überschlägig mit der Jahresarbeitszahlen (JAZ) bestimmt. Die JAZ gibt das Verhältnis der über ein Jahr bereitgestellten Wärmemenge zur eingesetzten elektrischen Energie wieder. Bei Luft-Wasser-Wärmepumpen, die am häufigsten zum Einsatz kommen, wird von einer JAZ von 3,0-3,3 ausgegangen. Bei einem in Kapitel 2.1.1 ermittelten Wärmebedarf von ca. 600 MWh/a ergibt das verrechnet mit der JAZ von 3,3 einen Strombedarf in Höhe von 180 MWh/a.

Im Hinblick auf E-Mobilität wird ein Szenario betrachtet, in dem sich künftigen Rahmenbedingungen, Förderungen und technologische Fortschritte stark an den Klimazielen orientieren (CFM, siehe Abbildung 9 und Abbildung 10). Dabei wird mit einer Durchdringung von 100 % bis 2050 gerechnet, einem Stellplatzschlüssen von 1, einer Fahrleistung von täglich 38 km sowie einem elektrischen Energieverbrauch von 18,5 kWh pro 100 km. Diese Parameter wurden auf Grundlage von Herstellerangaben, Studien des BVEW, VDE und EBP sowie relevanten VDE-Normen herangezogen.

Daraus ergibt sich bei 140 Wohneinheiten ein voraussichtlicher, zusätzlicher Energiebedarf von 360 MWh/a (bis 2050), sowie eine benötigte Anschlussleistung von 340 kW (bis 2050, unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten (Lademanagementsystem)).

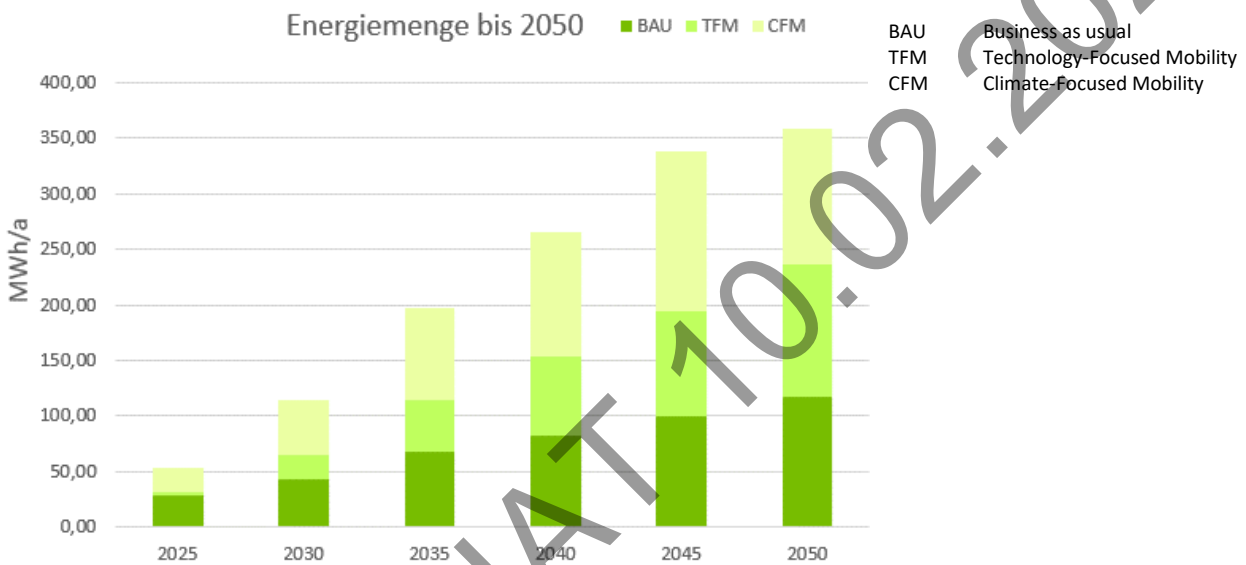


Abbildung 10: Prognose Energiebedarf (Menge) durch E-Mobilität bis 2050

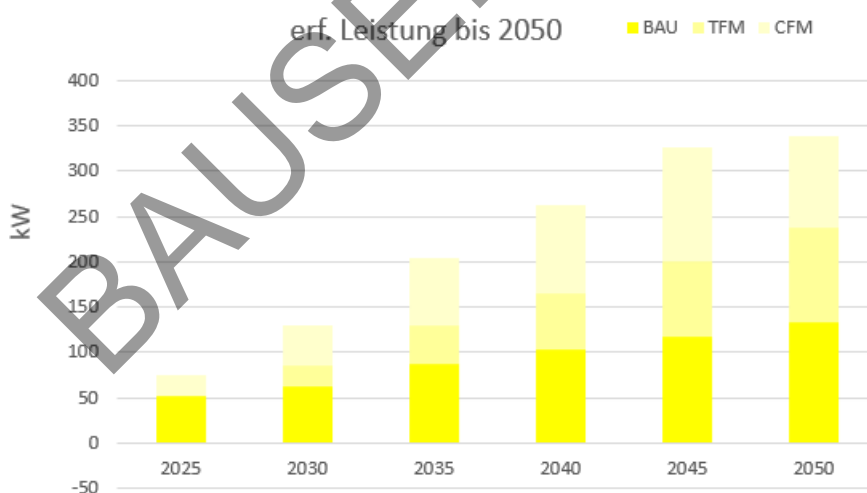


Abbildung 9: Prognose Energiebedarf (Leistung) durch E-Mobilität bis 2050

Das Ergebnis aus den Untersuchungen ist in einer monatlichen Bedarfskurve über ein Jahr in Abbildung 11 zusammengefasst. Es ist zu erkennen, dass bis 2050 der Strombedarf im Quartier deutlich erhöhen wird, da die Nachfrage in allen Energiesektoren lokal gedeckt wird.

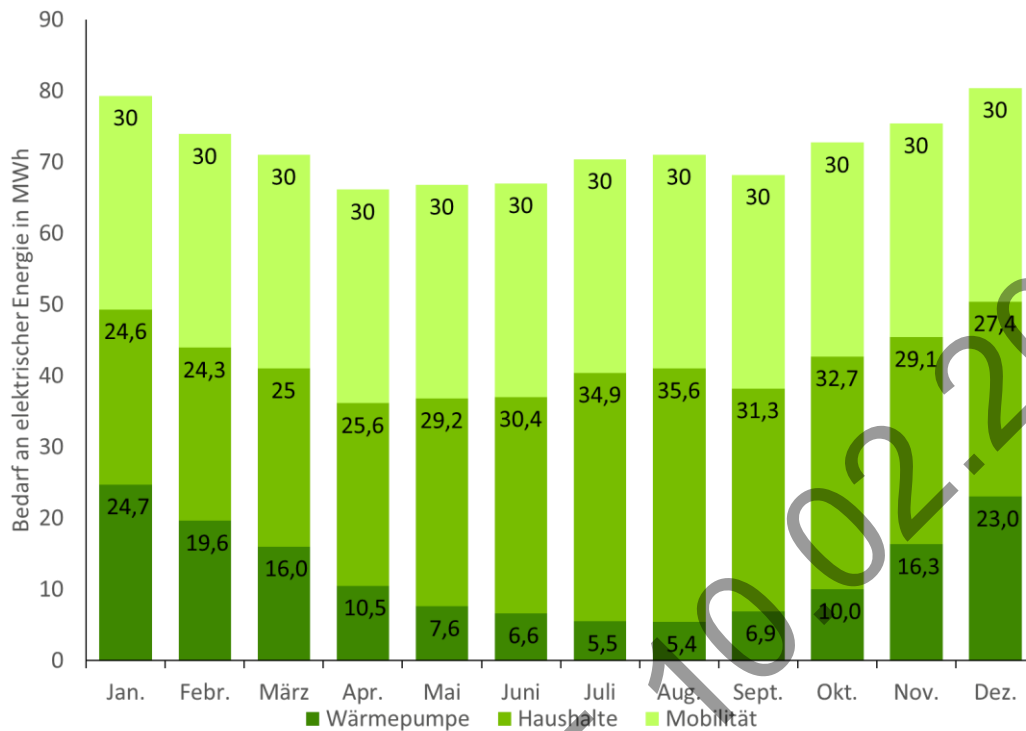


Abbildung 11: Monatliche elektrische Energiebedarfe für 140 Wohneinheiten

2.2 Energieinfrastruktur



Abbildung 12: Satellitenbild, Untersuchungsgebiet & Ausschnitt BBP mit Gasanschluss und Trafostation

Zur Deckung der oben beschriebenen Energiebedarfe ist eine ausreichend vorhandene Energieinfrastruktur erforderlich. Sowohl Strom- als auch Gasanschlussgröße müssen mindestens den geplanten Energiesystemen entsprechen und eine Absicherung der notwendigen Leistungen

darstellen. Aus dem Bebauungsplan der Stadt Landshut geht hervor, dass bereits eine Gasübergabestation auf dem Grundstück erstellt wurde (siehe Abbildung 12). Eine Prüfung bzw. prognostizierte Anforderung der Leistungsfähigkeit an die öffentliche Versorgungsinfrastruktur wird noch durchgeführt.

2.3 Gesamtübersicht Energiebedarfe

Energienmenge		2030	2040	2050
Wärme	Warmwasser	343 MWh/a	343 MWh/a	343 MWh/a
	Raumheizwärme	250 MWh/a	250 MWh/a	250 MWh/a
	Gesamt	593 MWh/a	593 MWh/a	593 MWh/a
Strom	Haushalte	350 MWh/a	350 MWh/a	350 MWh/a
	E-Mobilität	115 MWh/a	265 MWh/a	360 MWh/a
	Wärmepumpen	180 MWh/a	180 MWh/a	180 MWh/a
	Gesamt	645 MWh/a	695 MWh/a	890 MWh/a

Tabelle 3: Erste Annahmen Notwendige Energiemenge Strom/Wärme 2030-2050

Energieleistung		2030	2040	2050
Wärme	Warmwasser	420 kW	420 kW	420 kW
	Raumheizwärme			
Strom	E-Mobilität	130 kW	260 kW	345 kW
	Wärmepumpen	70 kW	70 kW	70 kW
Gesamt		200 kW	330 kW	415 kW

Tabelle 4: Erste Annahmen zur notwendigen Energieleistung Strom/Wärme 2030-2050

3 Potenzialerhebung

3.1 Photovoltaik zur Stromerzeugung



Abbildung 13: Gebäude mit PV-Modulen in 3D-Ansicht

Um das PV-Potenzial zu ermitteln, wurde der übermittelte Bebauungsplan Nr. 03-60/1 zugrunde gelegt. Die Gebäude wurden, so wie angegeben, mit Flachdächern simuliert. Die umliegenden und angrenzenden Bäume und Nachbarshäuser wurden ebenso in die Simulation mit einbezogen. Der Mindestabstand der Solarmodule zu den Rändern der Flachdächer wurde auf einen praxistauglichen Wert von einem Meter festgelegt, die Aufständigung der Module erfolgte in V-Form (Schmetterlingsform). Der Aufständigungswinkel zwischen Modul und Dach beträgt je 10° . Verwendet wurden Solarmodule des Typs Q.PEAK Duo BLK M-G11 390 mit je 0,39 kWp Spitzenleistung. Ein Screenshot des 3D-Kartenausschnitts ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu sehen. Noch offene oder unklare Gegebenheiten wie etwa Garagen, Zwischenstücke zwischen manchen Gebäuden und das niedrigste Gebäude der Wohnanlage (WA) 10 wurden aus Vereinfachungsgründen nicht berücksichtigt.

Die Anzahl der Solarmodule betrug in der Simulation 1.408 Stück, was insgesamt eine Spitzenleistung von 418 kWp ergibt. Unter diesen Rahmenbedingungen konnte die gesamte Dachfläche

von 5.365 m² zu ca. 2.701 m² belegt werden, was ca. 50,4 % der verfügbaren Dachfläche entspricht.

Zudem wurde für eine Variante die Verwendung einer PV-Freiflächenanlage auf einem Grundstück der Stadt Landshut mit einbezogen – falls diese auf den benachbarten Flächen mit Gemarkungsnummern 2028, 2030 und 2030/2 aufgestellt entwickelt werden können. Dieses Potential ist in der Abbildung 14 zu sehen



Abbildung 14: Darstellung potenzielle Freiflächenanlage nördl. des Untersuchungsgebiets, Bayern Atlas

Damit verbleiben noch etwa 4.800 m² für eine potenzielle benachbarte Freiflächen-PV-Anlage. In der Simulation wurde eine Fläche dieser Größenordnung zur Stromerzeugung mit Modulen belegt. Aus der überschlägigen Simulation geht hervor, dass die PV-Anlagen auf den Hausdächern durch die Freifläche eine Erhöhung der Energiemenge von etwa 418 auf 1.000 MWh/a erfahren können. Damit sollen im Quartier die Strombedarfe der Bewohner, der perspektivischen E-Mobilität und der Wärmeerzeugung gedeckt werden.

Stromerzeuger	Belegte PV-Fläche	Energiemenge
Dachanlage	2.701 m ²	418 MWh
Freiflächenanlage	4.800 m ²	582 MWh
		1.000 MWh

Tabelle 5: Übersicht Anteilige PV-Erzeugung

3.2 Versorgung der Wärmepumpen

Im Bereich der Wärmeerzeugung spielt der generierte PV-Strom eine wesentliche Rolle bei der Deckung des Strombedarfs der Wärmepumpen. Die Kombination einer Wärmepumpe mit einer PV-Anlage ist grundsätzlich sinnvoll, insbesondere wenn der PV-Strom von mehreren Dachanlagen durch ein Kundennetz auf die Verbraucher, darunter auch z. B. die Wärmepumpen, verteilt wird. Um die im Quartier überschüssig produzierte PV-Energie zu puffern, kommen in der Regel Batteriespeicher zum Einsatz. Wird der Strombedarf des Quartiers bei der Produktion überschritten, so hätte dies die sofortige Einspeisung des selbst produzierten Stroms in das öffentliche Netz als Konsequenz. Unter Einsatz eines Batteriespeichers ergibt sich eine Steigerung des Eigennutzungsgrades. Somit können die Wärmepumpen zu einem höheren Prozentsatz durch den günstigeren, selbst erzeugten Strom betrieben werden, um die Wärmeversorgung des Quartiers noch ökonomischer und noch regenerativer zu sichern. Das Wärmeerzeugungspotential durch Wärmepumpen aller Art wird näher im nachfolgenden Kapitel 3.3 beschrieben.

3.3 Umweltwärme

Zur Deckung des Heizenergiebedarfs der Wohnquartiere sollen vorrangig erneuerbare, dezentrale Energiequellen genutzt werden. Dadurch werden die umweltschädlichen Auswirkungen der Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Energieerzeugung vermieden. Umweltwärme ist Wärme, die in der Luft, im Wasser oder in der Erde enthalten ist. Mit Hilfe von Wärmepumpen wird diese Energie der Umwelt entzogen und für die Deckung des Wärmeenergiebedarf nutzbar gemacht.

Folgende Ausführungen basieren auf den Angaben des Bayern Atlas des Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und für Heimat (stmfh) sowie auf dem Energie-Atlas Bayern der Bayerischen Staatsregierung (Bayerische Staatsregierung), da es bisher keine aussagekräftigen Gutachten hierfür im Untersuchungsgebiet gibt.

3.3.1 Erdwärmesonden, Kollektoranlagen, Energiepfähle

Aus den öffentlichem Datensatz des Energie Atlas Bayern geht hervor, dass der Untergrund im weiten Umfeld des Quartiers für Erdwärmesonden aus hydro- und geologischer oder wasserwirtschaftlicher Sicht nicht geeignet ist. Nichtsdestotrotz wurden bereits mehrere kleinformatige Erdwärmesonden im Süden der Stadt Landshut umgesetzt. Genauere Daten zu diesen Sonden liegen nicht vor, jedoch ist davon auszugehen, dass eine Einzelprüfung am Standort möglicherweise ein anderes Ergebnis als die unscharfe Bewertung durch den Energie Atlas zum Ergebnis hat. Das Potential, sowie die Genehmigungsfähigkeit können dementsprechend nur bedingt abgeschätzt werden.

Im Gegensatz zu den Sonden gehen Erdwärmekollektoren, also Flächensysteme, aufgrund ihrer geringen Einbringungstiefe als unbedenklich hervor. Grundsätzlich besitzt der Boden im Untersuchungsgebiet eine gute Wärmeleitfähigkeit von $>1,2-1,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Da bei Flächensystemen

ein sehr hoher Flächenbedarf entsteht, ist die Nutzung von angrenzenden, verfügbaren Flächen sinnvoll. So beispielsweise die Ackerflächen (Agrothermie) um das Untersuchungsgebiet. Soll neben den PV-Anlagen auf dem Dach auch eine Freiflächenanlage auf einem angrenzenden Grundstück der Stadt Landshut entstehen (siehe Kapitel 3.1, bzw. Abbildung 14), so könnte diese Fläche ebenfalls für Flächenkollektoren genutzt werden. Prinzipiell ist die Nutzung von Geothermie somit denkbar, erfordert zur Umsetzung allerdings weitere Planungsschritte und Maßnahmen.

3.3.2 Grundwasserwärmepumpe

Fast das gesamte Stadtgebiet Landshut eignet sich für Grundwasserwärmepumpen. Wie auch bei der Geothermie, machen die gute Wärmespeicherkapazität und ganzjährig relativ konstante Temperaturen im Grundwasser bzw. im Boden Grundwasserwärmepumpen attraktiv für die Nutzung zur Wärmeversorgung. Um festzustellen, welche Entzugsleistung durch diese Art der Wärmeengewinnung erzielt werden kann und ob die Nutzung genehmigungsfähig ist, muss eine geologische Einschätzung bzw. Prüfung durch Fachkundige angestellt werden. In den Untersuchungen muss hervorgehen, welcher Grundwasserchemismus vorherrscht sowie die Förderrate und welche Abkühlung des Grundwassers stattfinden kann, daraus wird anschließend die Wärmeerzeugungsleistung berechnet.

3.3.3 Abwasser

Eine weitere Möglichkeit zur Gewinnung von Wärmeenergie ist die Nutzung von Abwasser der städtischen Kanalisation in Kombination mit Wärmepumpen. Hierfür sind Messungen an möglichen Kanälen notwendig, aus denen der durchschnittliche Durchfluss und die durchschnittliche Temperatur des Abwassers vorzugsweise in der Trockenphase (Januar-März) hervorgeht. Als sicher nutzbar gilt allerdings nur der Trockenwetterabfluss, also der Durchfluss ohne Niederschlag. Dieser sollte mindestens 15 l/s betragen. Auf Grundlage von Erfahrungswerten wird angenommen, dass dieser Wert mit einem Anschluss von ca. 13.000 Haushalten erzielt wird. In dem unmittelbarem Kanalnetz des Quartiers könnte dieser Wert aufgrund der Bevölkerungsdichte erreicht werden. Auch die topographisch günstige Lage des Grundstücks würde eine Nutzung von Abwasserwärme ermöglichen. Das Potenzial wird nach Einholen von belastbaren Informationen weiter untersucht.

3.3.4 Luft-Wasser Wärmepumpen

Die sehr attraktive Nutzungsmöglichkeit von Umweltwärme stellt die Luft dar. Die hohe Ergiebigkeit, hohe Volllaststunden sowie die einfache Erschließbarkeit machen Luftwärmepumpen zur unkompliziertesten Form der regenerativen Wärmeerzeugung und sind daher optimal geeignet zur Abdeckung von Grundlasten. Zur Umsetzung sind keine aufwendigen Untersuchungen notwendig. Entscheidend ist jedoch die Akzeptanz der Anwohner bzw. die entstehenden

Schallemissionen. Mittels Schallschutztechnischer Analysen und Gutachten müssen diese bewertet und die Wärmepumpen dementsprechend positioniert werden.

3.4 Fernwärme

Für die Nutzung von Fernwärme stehen in der Umgebung des Betrachtungsgebiets zwei Optionen zur Fernwärmeversorgung, sowie zwei Optionen zur Abwärmenutzung zur Verfügung. Diese wurden über die Stadtwerke Landshut (Stadtwerke Landshut - Fernwärme, 2022) sowie den Energie-Atlas Bayern im Umkreis von 3 km identifiziert.

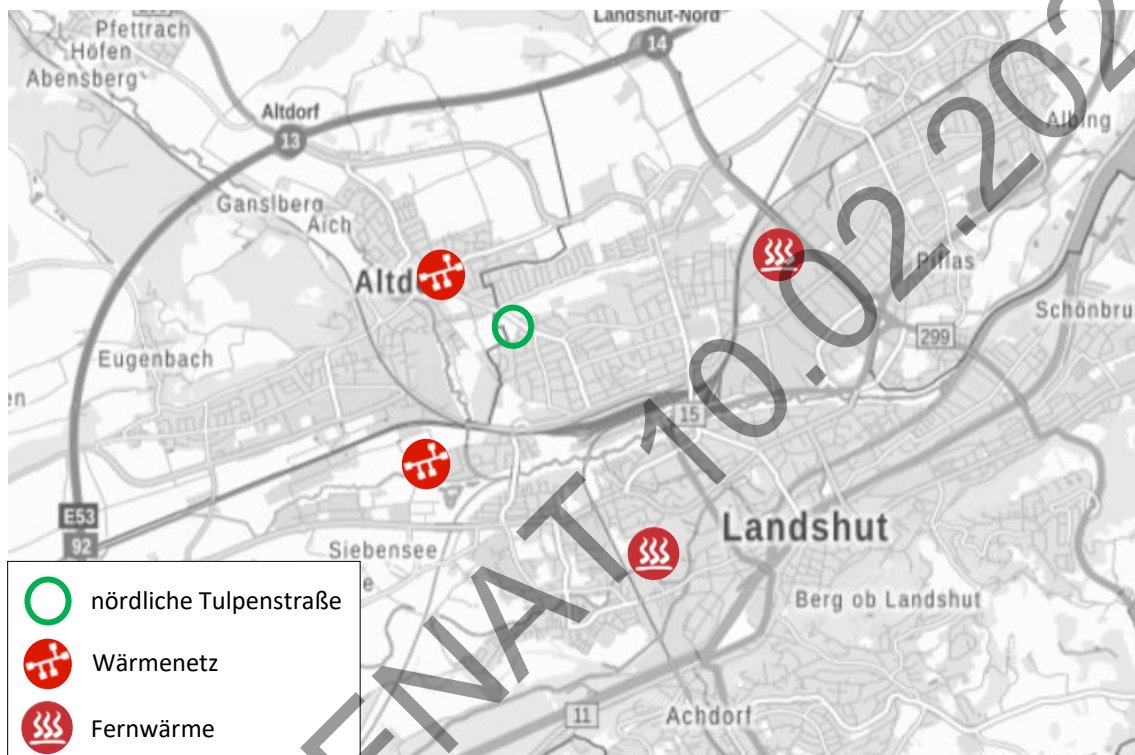


Abbildung 15: Potenzielle Fernwärmequellen im Stadtgebiet Landshut

Die Fernwärmequellen südlich und östlich des Quartiers kommen aufgrund der städtebaulichen Situation nicht in Frage. Eine Verlegung von bis zu 3 km gedämmter Rohrleitungen durch das dicht besiedelte Stadtgebiet wäre für die alleinige Wärmeversorgung des Quartiers mit unverhältnismäßigem Aufwand und Kosten verbunden.

Ein bestehendes Wärmenetz, welches das Stadtgebiet St. Wolfgang versorgt, konnte nicht identifiziert werden. Südwestlich gelegen planen die Stadtwerke Landshut zwar den Bau eines Wärmenetzes, das nach dessen Angaben 2022 fertiggestellt werden soll, allerdings wäre auch hier der Anschluss aufgrund der Entfernung mit hohem Aufwand verbunden. Zusätzlich wird das Wärmenetz zunächst durch ein Erdgas BHKW gespeist, was trotz dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung nicht dem regenerativen Charakter des zu entstehenden Quartiers entspricht.

Eine attraktivere Option in der Nähe des Quartiers stellt eine geothermische Anlage in Altdorf dar. Diese erzeugt ein Temperaturniveau von 65 °C bei einer Förderrate von 88-115 l/s. Zurückzuführen ist das auf eine 1988 festgestellte geothermische Anomalie, die in Deutschland den höchsten Temperaturgradienten aufweist. Trotz der Eignung wird aus der Anlage derzeit keine thermische Energie gewonnen bzw. genutzt. Grund dafür ist das Fehlen von Interessenten und der dementsprechend nicht gegebenen Wirtschaftlichkeit der Anlage. Die Steag, die ursprünglich ein Wärmenetz aufbauen wollte, setzt eine Mindestabnahme von 9 MW voraus. Diese Abnahme kann auch durch das Vorhaben in der Tulpenstraße nicht erreicht werden. Auch aus zeitlichen Gründen wird der Anschluss an die Anlage ausgeschlossen, da der Aufbau dieses Wärmenetzes nicht im Zeitrahmen des Quartiers umsetzbar wäre.

Eine Anbindung des Quartiers an ein Fernwärmenetz kann dementsprechend im momentanen Planungsstand nur perspektivisch miteinbezogen werden. Bedingt wird dieser Umstand durch die Ungewissheit des Ausbaus der bestehenden Wärmenetze im Norden der Stadt. Der Süden Landshuts ist bereits großräumig mit einem Wärmenetz (Biomasse BHKW der Stadtwerke) ausgestattet. Wird ein Wärmenetz im Bereich des Betrachtungsraumes realisiert, kann prinzipiell ein Anschluss nachträglich erfolgen. Nichtsdestotrotz kann davon derzeit nicht ausgegangen werden. Eine Versorgung mit Fernwärme muss dementsprechend im weiteren Planungsverlauf ausgeschlossen werden.

3.5 Konventionelle Erzeuger

Aufgrund der Spitzenlasten (siehe Jahresdauerlinien Kapitel 2.1.2) in der Zeit des höchsten, kurzfristigen Wärmebedarfs sollten trotz der größtmöglichen, regenerativen Wärmeversorgung auch gasbetriebene Brennwert-Geräte integriert werden. Diese erfüllen eine Funktion als Reservekessel, falls andere Technologien ausfallen oder gewartet werden müssen. Alternativ können auch Erdgas BHKW mit einer Kraft-Wärme-Kopplung als Spitzen- bzw. Reservekessel eingesetzt werden die zusätzlich zur Wärme auch Strom für das Quartier erzeugen können und dadurch einen besseren Wirkungsgrad erzielen.

Da die energetische Versorgung des Quartiers größtmöglich durch erneuerbare Energien gedeckt werden soll, die Versorgungssicherheit jedoch trotzdem gewährleistet werden muss, sollten aus oben genannten Gründen auch konventionelle Wärmeerzeuger als Reserveanlagen in die Wärmeversorgung integriert werden. Die grundsätzliche Versorgung des Quartiers erfolgt demnach durch regenerative Energien (siehe Konzepte Kapitel 5). Auf Gaskessel oder BHKW kann in Notsituationen zurückgegriffen werden. Aufgrund der derzeitigen politischen Gegebenheiten sowie des Klimaziels zur Treibhausgasneutralität ist von einer Verwendung fossiler Brennstoffe möglichst abzusehen. Aus diesem Grund, und dem der Notwendigkeit solcher Reservesysteme, besteht die Möglichkeit einer Substitution von fossilem Erdgas durch Wasserstoff. Bereits jetzt sind Gaskessel und BHKW auf dem Markt, die vollständig durch Wasserstoff betrieben

werden können. Problematisch ist derzeit lediglich die Verfügbarkeit von Wasserstoff aus regenerativen Quellen. Auch eine Beimischung im mittleren, zweistelligen Prozentbereich zum herkömmlichen Gas, wäre denkbar, um den ökologischen Charakter des Systems noch weiter zu verbessern.

Alternativ zu fossilen Brennstoffen und Wasserstoff, könnte auch auf die Verbrennung von Biomasse, bspw. Holz, gesetzt werden. Die Holzbefuerung gilt als Klimaneutral, jedoch entstehen bei dessen Verbrennung umweltschädliche Stoffe. Neben der entstehenden Feinstaubbelastung, die sich vor allem in urbanen Gebieten und Städten oft als sehr kritisch herausstellt, wird auch klimaschädliches Methan und Lachgas freigesetzt (Umweltbundesamt.de, 2022). Zwar wurde es zuvor in dem genutzten Holz gebunden, jedoch würde dieses nicht freigesetzt werden, wenn Holz nicht verbrannt, sondern bspw. als Baustoff verwendet wird. Der Präsident des Umweltbundesamtes Dirk Messner rät bereits jetzt vom Heizen mit Holz ab. Auch im EU-Parlament wird derzeit diskutiert. EU-Abgeordnete haben im Rahmen der Novelle für die RED III entschieden, die Holzverbrennung noch weiter als nachhaltige Energie einzustufen, jedoch die erlaubte Menge zu deckeln und die staatlichen Subventionen zu begrenzen (BR24, 2022). Ein wirtschaftlicher Betrieb von Holzbetriebenen Wärmeerzeugern wird deshalb künftig immer unattraktiver und demzufolge in diesem Projekt als Wärmequelle ausgeschlossen.

BAUSENAT 10.02.2023

4 Stromverteilanlagen

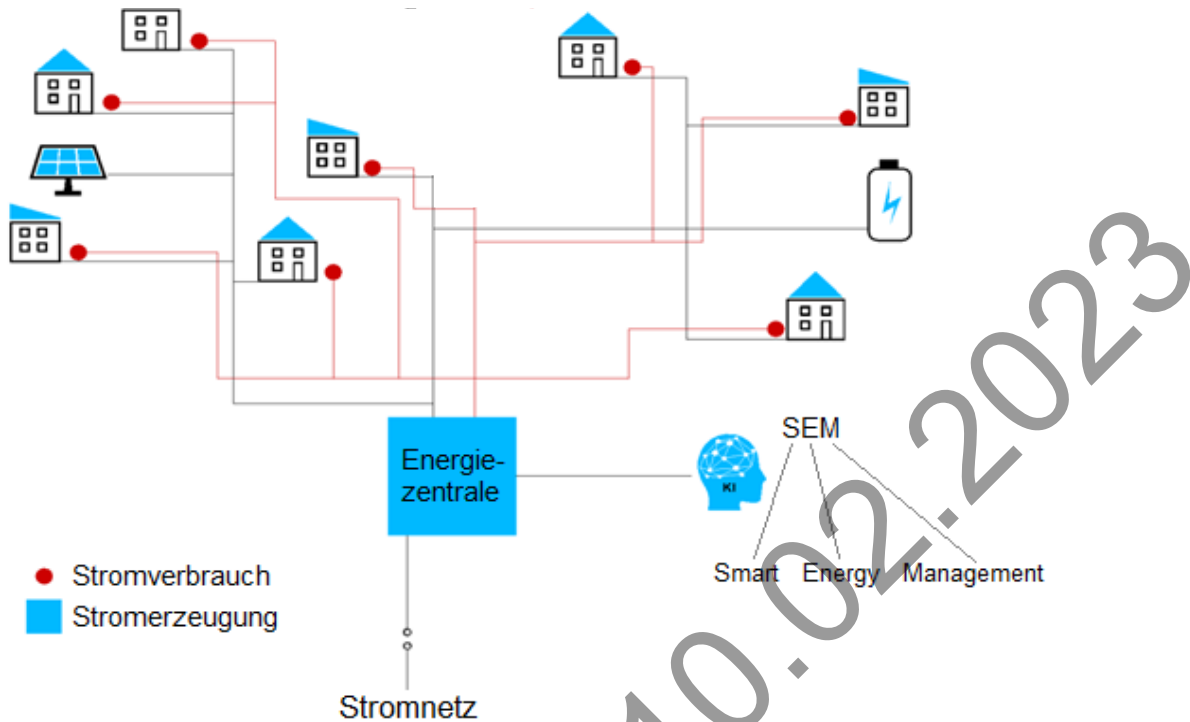


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Stromverteilung einer gesamtheitlichen Kundenanlage mit Netzanschlusspunkt in der Energiezentrale

Das Stromnetz soll generell versucht werden als Kundenstromnetz bzw. Mieterstromnetz ausgebildet werden, was bedeutet, dass die Mieter der Kundenstromanlage vom Eigentümer der Kundenstromanlage mit Strom beliefert werden. Über dieses Konzept wird im nächsten Abschnitt genauer eingegangen.

4.1 Mieterstrom und Kundenanlage

Durch die Realisierung eines Mieterstrommodells pro Wohnanlage oder ggf. einer Kundenanlage auf Quartiersebene, entfallen die Netzentgelte und es wird ein niedrigerer Strompreis als ortsüblich realisierbar. Dieses Einsparpotenzial ist in der Gesamtbilanz ein positiv auf die Wirtschaftlichkeit des Systems auswirken. Das Stromnetz besteht aus mehreren Erzeugern und Verbrauchern. Erzeuger sind PV-Anlagen und ggf. BHKW. Die Verbraucher sind die privaten Haushalte und Wärmeerzeuger wie Wärmepumpen, PtH-Komponenten und deren Peripherie, aber es ist auch die Möglichkeit geboten die E-Mobilität einzubinden. Diese Erzeuger- und Verbrauchernetze können auch durch Elektro Speicher verbunden werden. Eine Sektorenkopplung kann durch den Einsatz des Stroms für die Wärmepumpe und PtH-Komponenten sowie Mobilität stattfinden.

Die Erzeugung und der Verbrauch der Energie sollen in einer Kundenanlage in den jeweiligen einzelnen Wohnanlagen für sich separat erfolgen. Nach dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) müssten folgende Voraussetzungen und Rechtsfolgen berücksichtigt werden (vgl. § 3 Nr. 24 a) EnWG):

- Verbindung mit einem Stromnetz der allgemeinen Versorgung oder einer Stromerzeugungsanlage
- Unbedeutend für den Wettbewerb (grundsätzlich wenige Kunden und geringe Strommengen)
- Räumlich zusammenhängendes Gebiet
- Unentgeltliche Zurverfügungstellung der Infrastruktur, d. h. grundsätzlich keine Abrechnung von Netzentgelten zulässig

Folge: Ausgenommen von Regulierungsvorgaben. Es handelt sich bei den Voraussetzungen für eine Kundenanlage um unbestimmte Rechtsbegriffe. Deshalb bedürfen sie insbesondere in Zweifelsfällen der Auslegung durch die Regulierungsbehörden und Gerichte. Es liegen zwei Beschlüsse der Bundesnetzagentur (BNetzA) und eine Entscheidung des OLG Frankfurt vor, aus denen sich folgende Erkenntnisse ergeben:

Eine zu hohe Anzahl an Letztverbrauchern ist nach Auffassung der BNetzA mit den Vorgaben aus dem EnWG nicht vereinbar. Bei weniger als 199 Letztverbraucher demnach ohne Weiteres davon ausgegangen werden, dass dies unbedeutend für die Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs ist. Somit lässt sich für das Quartier mit den geplanten 140 Wohneinheiten feststellen, dass eine Kundenanlage im Gesamten (Stromerzeugung und Verteilung) zulässig sein könnte.

Ob nun jeweils eine Kundenanlage nach § 3 Nr. 24 a/b EnWG vorliegt, entscheidet der Eigentümer/Betreiber der Anlage selbst und wird von der gewählten Energieversorgungsvariante maßgeblich vorgegeben. Ein Antrags- oder Bestätigungsverfahren bei den Regulierungsbehörden ist nicht vorgesehen. Vom Anschlussnetzbetreiber wird die Selbsteinordnung in aller Regel übernommen und nur in begründeten Einzelfällen wird die Einstufung hinterfragt. Daraus resultiert aber das Risiko, dass die Entscheidung eventuell nicht korrekt ist. In diesem Fall kann auch Jahre später z. B. im Rahmen eines gerichtlichen oder behördlichen Verfahrens die Richtigkeit des Vorliegens einer Kundenanlage geprüft werden. Bezüglich rechtlicher Folgen von einer irrtümlichen Annahme einer Kundenanlage und dessen Betrieb gibt es bisher kaum belastbare Behördenpraxis oder Rechtsprechung. Um dieses Risiko zu begrenzen, empfiehlt es sich mit dem regionalen Netzbetreiber gemeinsam den Prozess der Feststellung einer Kundenanlage zu betreiben, und diese Feststellung auch vertraglich zu binden. Zudem besteht die Möglichkeit, einen Anbieter für Mieterstromverwaltung mit einzubinden, welcher bei diesen Fragestellungen Lösungen anbietet. Um diesen Sachverhalt final zu klären, wird empfohlen dies durch ein juristisches Gutachten in der weiteren Planung klären zu lassen.

4.1.1 Grundlagen Mieterstrom und Kundenanlage

Falls nun bei einer Kundenanlage die elektrische Energie aus lokalen Erzeugungsanlagen an die Endverbraucher ohne Durchleitung durch das öffentliche Stromnetz geliefert werden soll, bietet sich ein Mieterstrommodell als Abrechnungskonzept an. Mieterstrom kann im Quartier als Ganzes, als auch in einzelnen Häusern zum Einsatz kommen. Wenn gewisse Auflagen erfüllt werden, kann Mieterstrom auch gefördert werden.

Zur besseren Flexibilisierung der Stromverteilung im Quartier ist an Stelle eines Mieterstrommodells je Wohnanlage eine gesamtheitliche Kundenanlage vorzuziehen. Dies ermöglicht eine bedarfsorientierte Verteilung des Stroms im gesamten, lokalen Netz und optimiert bzw. reduziert den Netzbezug und die Netzeinspeisung was die Wirtschaftlichkeit und die regenerative Bilanz des Systems verbessert. Das Abrechnungsmodell einer gesamtheitlichen Kundenanlage unterscheidet sich dabei nicht deutlich von dem des Mieterstrommodells. Jede Wohneinheit besitzt einen eigenen Energiezähler, über den der Stromverbrauch abgerechnet werden kann. Die Kundenanlage zum Betrieb der Wärmeversorgung erhält ebenfalls separate Stromzähler.

Falls die der Bauherr die Rolle des Netzbetreibers nicht selbst übernehmen will, kann auf verschiedene Contractoren auf dem Markt zurückgegriffen werden.

4.2 Betriebsstrom

Neben des Strombedarfs der Haushalte, der durch das oben beschriebene Mieterstrommodell oder einer gesamtheitlichen Kundenanlage erfolgen soll, muss auch der Verbrauch der Wärmeerzeugungsanlagen in der Konzeptionierung betrachtet werden. In Kapitel 5 werden verschiedene Varianten der Stromerzeugung und des Verbrauchs dargestellt. Die Komponenten zur Wärmeerzeugung müssen in allen Fällen von den Kundenanlagen der Wohnungen getrennt werden, um ein Mieterstrommodell für die Bewohner zu realisieren. Dafür wird ein sogenanntes Betriebsstromnetz geplant, das ausschließlich für die Versorgung der Wärmeerzeuger zuständig ist. Darunter unter anderem, aber vor allem die Wärmepumpen. Dieses Betriebsstromnetz soll dabei entweder durch Freiflächenanlagen in unmittelbarer Nähe des Quartiers versorgt werden oder durch von den Kundenanlagen des Mieterstroms separierte Anteile der Dachflächenanlagen. Sind die PV-Flächen in gewissen Variante nicht ausreichend zur Versorgung der Wohnanlagen und des Betriebsnetzes, müssen die Wärmeerzeuger durch das öffentliche Stromnetz versorgt werden. Das detaillierte Zusammenwirken in den jeweiligen Varianten, im Hinblick auf Wärme-, bzw. Stromerzeugung und -verteilung, wird im folgenden Kapitel beschrieben und erläutert.

5 Konzeptentwicklung mit verschiedenen Varianten der Energieversorgung

5.1 Rahmenbedingungen

Das Hauptziel der Konzeptionierung soll eine möglichst CO₂-reduzierte Bereitstellung von Elektrischer und Thermischer Energie, unter Erfüllung eines möglichst hohen Autarkiegrades sein. Anhand der zugrundeliegenden Potentialanalyse (siehe Kapitel 3) folgen nun verschiedene konzeptionelle Varianten möglicher Energiesysteme.

Da der jährliche Wärmeenergiebedarf größtmöglich von erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden sollen, müssen zunächst die Systeme ausgelegt werden, die diese Energie bereitstellen können. Wie in Kapitel 2.1 berechnet, beträgt der jährliche Nutzenergiebedarf (Raumheizung und Warmwasser) 600 MWh. Der bis 2050 entstehende Strombedarf beläuft sich auf ca. 890 MWh/a. Dieser Wärme- und Strombedarf sowie die in Kapitel 2.1.2 ermittelten Jahresdauerlinien sind die Grundlage für alle nachfolgenden Überlegungen.

5.2 Variante 1: Zentrale Wärmeversorgung

Die erste Variante „Zentrale Wärmeversorgung“ beinhaltet ein Niedrigsttemperatur-Nahwärmenetz. Die Auslegung erfolgt nach den in Kapitel 2.1.2 ermittelten Leistungen. Die Wärmeerzeugung findet dabei über eine oder mehrere zentrale Großwärmepumpe statt. Aus der Potentialanalyse geht die Umweltwärmequelle Luft und Erdreich als am ergiebigsten und am leichtesten erschließbaren Optionen hervor. Diese Wärmequellen können entweder über Luft-Wasser-Wärmepumpen (siehe Kapitel 3.3.4), oder über oberflächennaher Geothermie (siehe Kapitel 3.3.1) erschlossen werden. Darüber hinaus sind aus Versorgungssicherheitstechnischen Gründen auch Redundanzsysteme (Brennwertkesselanlagen und BHKW) notwendig, diese können mit Erdgas oder Wasserstoff betrieben werden und müssen die Spitzenlasten abdecken. Die Erzeugertechnologien müssen in dieser Variante in einem gesonderten Gebäude untergebracht werden, dass auf dem Grundstück erstellt werden müsste. Eine mögliche Verortung wird in Abbildung 17 anhand des Bebauungsplanes dargestellt.



Abbildung 17: Beispielhafte Verortung Energiezentrale, nahe dem Gasanschluss an der Eichenstraße

Für die Wärmeverteilung ist ein modernes 2-Leiter-System geeignet. Die Vorlauftemperatur beträgt dabei maximal 40°C , dies bringt energetische Vorteile durch minimierte Wärmeverluste bei der Verteilung im Wärmenetz mit sich. Die Wärmeübergabe und hydraulische Entkopplung des vorgelagerten Wärmenetzes in die jeweilige Wohnanlage erfolgt über Hausübergabestationen. Höhere Temperaturen von etwa 65°C , die für die Warmwasserbereitung benötigt werden, werden über Booster-Wärmepumpen oder alternativ über direktelektrische Durchlauferhitzer erzeugt, die das Wärmenetz als Quelle nutzen. Für die geplanten Flächenheizsysteme in den Neubauten sind Vorlauftemperatur von 35°C ausreichend und angenommen. Für die Versorgung der Heizkreisläufe für die Raumheizung wird die Wärme lediglich über Plattenwärmeübertrager vom Wärmenetz übergeben.

Die Stromverteilung erfolgt bestenfalls über eine gemeinsame Kundenanlage, die alle Erzeuger (PV auf Dach und Freifläche) und Verbraucher (E-Mobilität, Haushalte, Wärmerezeuger) verbindet und mit nur einem Netzanschlusspunkt bei der Energiezentrale ausgestattet wird. So kann der Eigennutzungsanteil der erzeugten elektrischen Energie optimiert werden, da eine Strommanagement innerhalb der Sektoren Wärme und Strom möglich ist. Ist eine gemeinsame Kundenanlage aus in Kapitel 4.1 genannten Gründen nicht umsetzbar, müssen Erzeuger und Bewohner stromnetztechnisch voneinander getrennt werden. Dabei können mehrere Kundenanlagen errichtet werden. Eines für den Betrieb der Wärmerezeuger (Betriebsnetz) und mehrere andere für die jeweiligen Wohnanlagen in Form von Mieterstromanlagen (siehe Kapitel 4.1). Sind mehrere Kundenanlagen geplant, müssen dem jeweiligen Netz entsprechende PV-Flächen zugeordnet werden. Aus technischer und rechtlicher Sicht ist es sinnvoll, die PV-Dachflächen der jeweiligen Gebäude der Kundenanlage desselben Gebäudes zuzuordnen. Wird eine Freiflächenanlage realisiert, kann diese für das Betriebsnetz genutzt werden. Wird sie nicht realisiert, muss das

Betriebsnetz entweder über das öffentliche Netz gespeist werden, oder durch Anteile der Dachflächenanlagen, die aber Stromkreistechnisch von den PV-Flächen für die Mieterstromanlagen getrennt sein müssen.

Die Möglichkeiten zur Stromerzeugung werden in den folgenden Subvarianten beschrieben:

5.2.1 PV-Dachanlage

Die erste Variante zur eigenen Stromversorgung ist die Installation von PV-Flächen lediglich auf den Dächern der Wohngebäude. Angestrebt wird, dass ein Großteil des auf dem Grundstück erzeugten Stroms auch auf diesem verbraucht wird und somit möglichst wenig Energie aus dem öffentlichen Netz bezogen, bzw. in dieses eingespeist werden soll. So entsteht ein günstiger Stromtarif für die Bewohner durch das Entfallen von Netzentgelten (siehe Kapitel 4.1).

5.2.2 PV-Dach- und Freiflächenanlage

Zusätzlich zu der Stromerzeugung auf den Dächern könnte potenziell auch eine Freiflächenanlage in unmittelbarer Nähe zum Quartier errichtet werden (siehe Kapitel 3.1). Dies ist vor allem aufgrund des ständigen Zuwachses von privater E-Mobilität in der Gesellschaft sinnvoll. Rechnet man bis 2050 mit einer klimafokussierten Verkehrspolitik (siehe Kapitel 2.1.2), so ist von einer zusätzlichen Energiemenge von 360 MWh/a auszugehen sowie einer Energieleistung von 340 kW. Nicht wenig, bedenkt man, dass sich der Bedarf an elektrischer Energie für die Haushalte des Quartiers auf schätzungsweise 250 MWh/a beläuft.

5.3 Variante 2: Dezentrale Wärmeerzeugung

Die zweite Variante „Dezentrale Wärmeerzeugung“ zeichnet sich dadurch aus, dass es kein Wärmeverteilnetz mit zentraler Einspeisung wie in Variante 1 gibt, sondern dass die Wärmeerzeugung ausschließlich in den Wohnanlagen selbst stattfindet. Dadurch sind keine Wärmenetztrassen, sowie kein eigenes Gebäude für die Technologien notwendig. Aus der Potentialanalyse (siehe Kapitel 3.3.4) geht für diese Variante hervor, dass als Umweltwärmequelle Luft zur Deckung des Raumheiz- und Warmwasserbedarfs potenziell verwendet werden kann. Weiterhin wäre eine Versorgung der Gebäude mit einem kalten Nahwärmenetz möglich, welches dezentrale Wärmepumpen als Quelle dient. In das kalte Verteilnetz können Umweltwärmequellen wie Erdwärmesonden, Kollektoren oder gar Abwasserwärme eingebunden werden. Die dezentralen Wärmepumpen stellen dann je Wohnanlage Wärme für Warmwasser als auch für die Heizung bereit.

Wie auch in Variante 1 wären zudem Spitzenlastsysteme (Heizstäbe, BHKW oder Brennwertkessel) notwendig. Die benötigten Temperaturen für Warmwasser (60-70 °C) müssten in dieser Variante ohne Booster-Wärmepumpen umgesetzt werden, was eine größere Dimensionierung der

Wärmepumpen nach sich ziehen würde oder den Einsatz von Durchlauferhitzern bzw. der Redundanzsysteme zur Erzeugung der höheren Temperaturen erforderlich macht. Die Erzeugertechnologien können in den Wohnanlagen selbst installiert werden. Problematisch stellen sich die hohen Spitzenlasten der einzelnen Wohnanlagen heraus, die teilweise eine große Dimension der Redundanzsysteme erfordern können.

Die Stromverteilung erfolgt auch hier bestenfalls über eine gemeinsame Kundenanlage, die alle Verbraucher und Erzeuger verbindet. Ist dies aus oben genannten, rechtlichen Gründen nicht möglich, so sind auch hier mehrere Kundenanlagen in Form von Mieterstrommodellen umzusetzen. Dabei kann zwischen zwei Vorgehensweisen unterschieden werden.

Möglichkeiten zur Stromerzeugung wurden bereits in der Variante 1 (Kapitel 5.2.1 und 5.2.2) erläutert, diese sind auch auf Variante 2 zu übertragen, da sich die Konzepte baulich nicht unterscheiden.

5.4 Variante 3: Fernwärme

Als dritte Variante wird das Szenario einer Versorgung mit Fernwärme betrachtet. Dabei wird jede der Wohnanlagen separat mit der Wärmenetztrasse, die in der Nähe des Quartiers verläuft, verbunden. Wäre ein Wärmenetz mit Niedertemperatur (z.B. 60 °C) verfügbar, so wäre der Fernwärmeanschluss mittels Übergabestationen in den jeweiligen Wohnanlagen zu realisieren. Eine Erhöhung des Temperaturniveaus wäre in diesem Fall nicht notwendig, da das Wasser in Hinblick auf Hygieneanforderungen und Komfort bereits eine ausreichend hohe Temperatur besitzt. Lediglich ein Wärmetauscher, sowie Pumpen für die Heiz- und Warmwasserkreisläufe im Haus wäre notwendig. Zudem könnten dadurch die Heizflächen kleiner dimensioniert werden als bei Wärmenetzen mit geringerer Temperatur. Hätte das Fernwärmenetz eine geringere Temperatur (z.B. Niedrigsttemperatur < 50 °C), so müssten hausweiße Wärmeübergabestationen, ähnlich wie in den Varianten 2 beschrieben, mit Durchlauferhitzern oder Redundanzsystemen zur Erzeugung der höheren Temperaturen eingesetzt werden.

Aus der Potentialanalyse (siehe Kapitel 3.4) geht allerdings hervor, dass sich momentan keine der lokalen verfügbaren Wärmenetze zur Versorgung des Quartiers eignen. Dementsprechend wird die Variante im weiteren Planungsverlauf als derzeit nicht umsetzbar beurteilt.

6 Maßnahmenvorschläge

Nutzung Umweltwärme und Versorgungssicherheit

Auf Basis der getätigten Untersuchungen kann eine Versorgung zu überwiegenden Teilen auf Basis von Umweltwärme, d.h. durch Nutzung von Wärmepumpen (vorbehaltlich positiver Gutachtenenergieergebnissen) umsetzbar.

Sicherung von Wärmekunden

Bei weiterem Verfolgen der Versorgungsvariante 1 ist zu empfehlen für mögliche Investoren auf den Grundstücken der Stadt Landshut einen Anschluss- und Benutzungszwang zu etablieren und vertraglich zu fixieren, d. h. der gesamte Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung ist aus der Nahwärmeversorgung zu decken. Für Bauwillige mit eigenem Grundstück ist zu empfehlen ein Interessensbekundungsverfahren in Kombination mit einer Informationsveranstaltung durchzuführen. Außerdem sollten potenzielle Wärmekunden in der unmittelbaren Nähe informiert und das Interesse abgefragt werden.

Die Abnahme von Wärme aus einem Wärmenetz ist grundsätzlich, im Gegensatz zur Abnahme von Strom aus dem Stromnetz, dem Bauherrn (Investor) frei überlassen. Es ist jedoch sinnvoll, wenn im Baugebiet alle Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden und die gesamte Heizwärme mit Nahwärme gedeckt wird, da so der Aufbau und Betrieb eines umweltfreundlichen Wärmenetzes wirtschaftlich möglich ist. Neben den ökologischen Vorteilen bietet die Nahwärmeversorgung eine besonders platzsparende geräuschlose, geruchslose und sehr bequeme Möglichkeit zu heizen. Die Zuständigkeiten an der Heizanlage sind klar geregelt, z.B. der Nahwärmenetzbetreiber für die Heizzentrale mit den Erzeugungsanlagen, für das Verteilnetz und für den Hausanschluss bis zur Übergabestelle verantwortlich. Sollten hier zukünftig Reparaturen oder Erneuerungsinvestitionen notwendig sein, trägt der Nahwärmenetzbetreiber die Kosten. Der Kunde ist für die Anlagen in seinem Zuständigkeitsbereich verantwortlich. Weiterhin ist es möglich Kosten für notwendige Infrastruktur in den Grundstückspreis der künftigen Investoren umzulegen.

Photovoltaik Nutzung

Im gesamten Geltungsbereich des B-Plans sollten bei der Errichtung von Gebäuden auf mindestens 50 % der Dachfläche Modul- oder Kollektorflächen der Solaranlagen (Photovoltaikanlagen) einschließlich der erforderlichen Nebenanlagen vorgesehen werden. Ausgenommen sind Dachflächen bzw. Teilflächen von Dächern, auf denen Solaranlagen unwirtschaftlich oder technisch nicht umsetzbar sind (z. B. verschattete Bereiche).

Effizienzmaßnahmen

Effizienzmaßnahmen wie Nutzung von Wärmeübergabesysteme in Räumen sollen auf Niedertemperatursysteme beschränkt werden, d.h. keine Vorlauftemperaturen höher als 35 °C, um die Einbindung von Umweltwärme effizient zu gewährleisten

Weiterhin sollen im Sinne der Energieeffizienz sowie zur Ressourcenschonung Energiespararmaturen verwendet werden.

Hinweise zu Förderinstrumenten

Für die weitere Planung und Umsetzung des innovativen Energiekonzeptes ist zu empfehlen geeignete Förderkulissen wahrzunehmen. Hierbei kann vor allem für die weitere Planung das „Bundesförderprogramm für effiziente Wärmenetz“ (BEW) empfohlen, da im Quartier die notwendigen Kriterien erfüllt werden.

Planerische Hinweise

- Vorhalten der notwendigen Flächen für PV-Anlagen auf den Dächern
- Minimieren von anderen Dachbelegungen, die in Konkurrenz zu PV-Anlagen stehen (Anlagentechnik, Fördertechnik, Dachterrassen, etc.)
- Berücksichtigung von Flächen zur Aufstellung dezentraler Wärmespeicher im Gebäude
- Prüfung der notwendigen Flächen für Technikzentralen und Speichereinheiten

Literaturverzeichnis

- Bayerische Staatsregierung. (kein Datum). *Energie-Atlas Bayern*. Von https://www.karten.energieatlas.bayern.de/start/?lang=de&topic=energie_gesamt&bgLayer=atkis abgerufen
- BR24. (02. 12 2022). *BR Nachrichten*. Von EU-Beschluss zu Holzverbrennung: <https://www.br.de/nachrichten/deutschland-welt/holzverbrennung-eu-beschluss-spaltet-die-gemueter,THbNQb0> abgerufen
- Deutscher Wetterdienst. (2017). Handbuch - Ortsgenaue Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse. Offenbach. Abgerufen am 29. 08 2022 von www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/zb/Auftragsforschung/5EnergieKlimaBauen/2013/testreferenzjahre/try-handbuch.pdf
- Jordan, U., & Vajen, K. (2017). *Handbuch DHWcalc*. Kassel: Universität Kassel. Von www.solar.uni-kassel.de/ abgerufen
- Kropp, M., Hörnle, O., Lämmle, M., Wapler, J., & Hess, S. (2020). Einfluss der Trinkwarmwasser-Systemvariante auf die Performance von Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern. *DKV Tagung 2020*. Dresden.
- Pistohl, W., Rechenauer, C., & Scheuerer, B. (2013). *Handbuch der Gebäudetechnik* (8. Ausg.). Köln: Werner Verlag.
- Scheuerer, R. &. (2013). *Pistohl*. S. B 12.
- Stadt Landshut. (kein Datum). *Bebauungsplan, nördliche Tuppenstraße, BBO 03-60/1*.
- Stadtwerke Landshut - Fernwärme*. (2022). Von <https://www.stadtwerke-landshut.de/energie/fernwaerme/> abgerufen
- stmfh. (kein Datum). *Bayern Atlas*. Von <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?topic=bw&lang=de&catalogNodes=11&bgLayer=atkis> abgerufen
- Umweltbundesamt.de. (02. 12 2022). *Umwelt Bundesamt*. Von Heizen mit Holz: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/heizen-holz> abgerufen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Standort Baugebiet nördliche Tulpenstraße	6
Abbildung 2: Vorentwurf Bebauungsplan, nördliche Tulpenstraße	7
Abbildung 3: Bebauungsplan, Einteilung Wärmecluster=Wohnanlagen	10
Abbildung 4: monatliche Verteilung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Raumheizung für 140 Wohneinheiten	11
Abbildung 5: Jährliche Wärmebedarfe für Raumheizung und Warmwasser in den Wohnanlagen der Siedlung	12
Abbildung 6: geordnete Jahresdauerlinie zentrale Wärmeversorgung	13
Abbildung 7: geordnete Jahresdauerlinie WA1	14
Abbildung 8: Durchschnittlicher Stromverbrauch 2-Personen-Haushalt ohne elektrischer Warmwasserbereitung (rechts), Stromspiegel 2021	15
Abbildung 9: Prognose Energiebedarf (Leistung) durch E-Mobilität bis 2050	16
Abbildung 10: Prognose Energiebedarf (Menge) durch E-Mobilität bis 2050	16
Abbildung 11: Monatliche elektrische Energiebedarfe für 140 Wohneinheiten	17
Abbildung 13: Satellitenbild, Untersuchungsgebiet & Ausschnitt BBP mit Gasanschluss und Trafostation	17
Abbildung 14: Gebäude mit PV-Modulen in 3D-Ansicht	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 15: Darstellung potenzielle Freiflächenanlage nördl. des Untersuchungsgebiets, Bayern Atlas	20
Abbildung 16: Potenzielle Fernwärmequellen im Stadtgebiet Landshut	23
Abbildung 17: Schematische Darstellung der Stromverteilung einer gesamtheitlichen Kundenanlage mit Netzanschlusspunkt in der Energiezentrale	26
Abbildung 18: Beispielhafte Verortung Energiezentrale, nahe dem Gasanschluss an der Eichenstraße	30