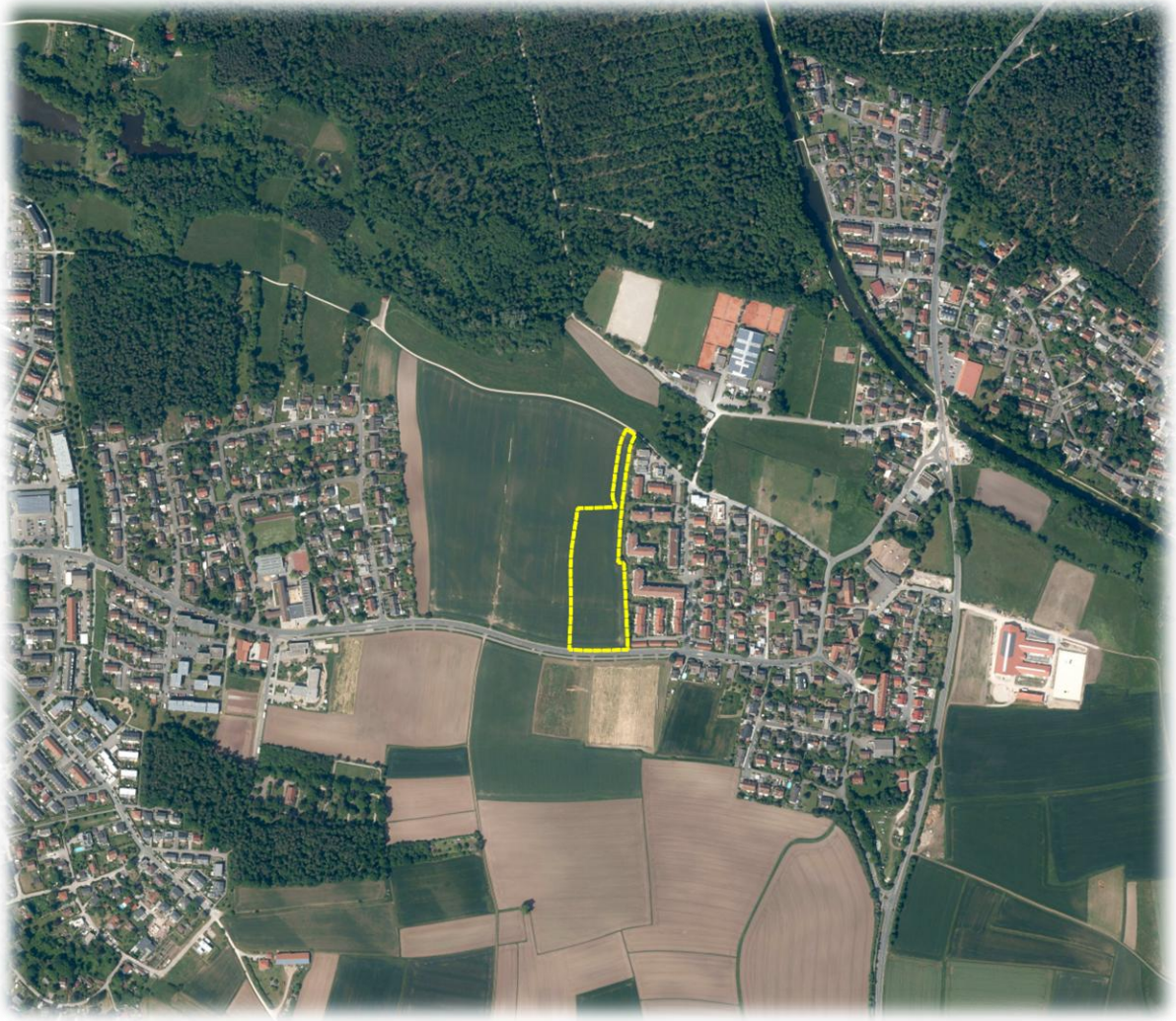


Energiekonzept zum Bebauungsplan  
Nr. 4673 „Worzeldorf Ortsrand“



Kartengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung, 2025

19.03.2025

# 1. Einleitung / Grundlagen

Am westlichen Ortsrand des Ortsteils Worzeldorf wird ein Bebauungsplan zur Entwicklung eines Wohngebietes aufgestellt.

Nach dem Beschluss des Umweltausschusses vom 23.01.2023 sind in Bebauungsplanverfahren oder anderen städtebaulichen Vorhaben grundsätzlich Energiekonzepte zu erstellen. Ziel dabei soll es sein, dass eine möglichst CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung für den Neubau erreicht werden soll.

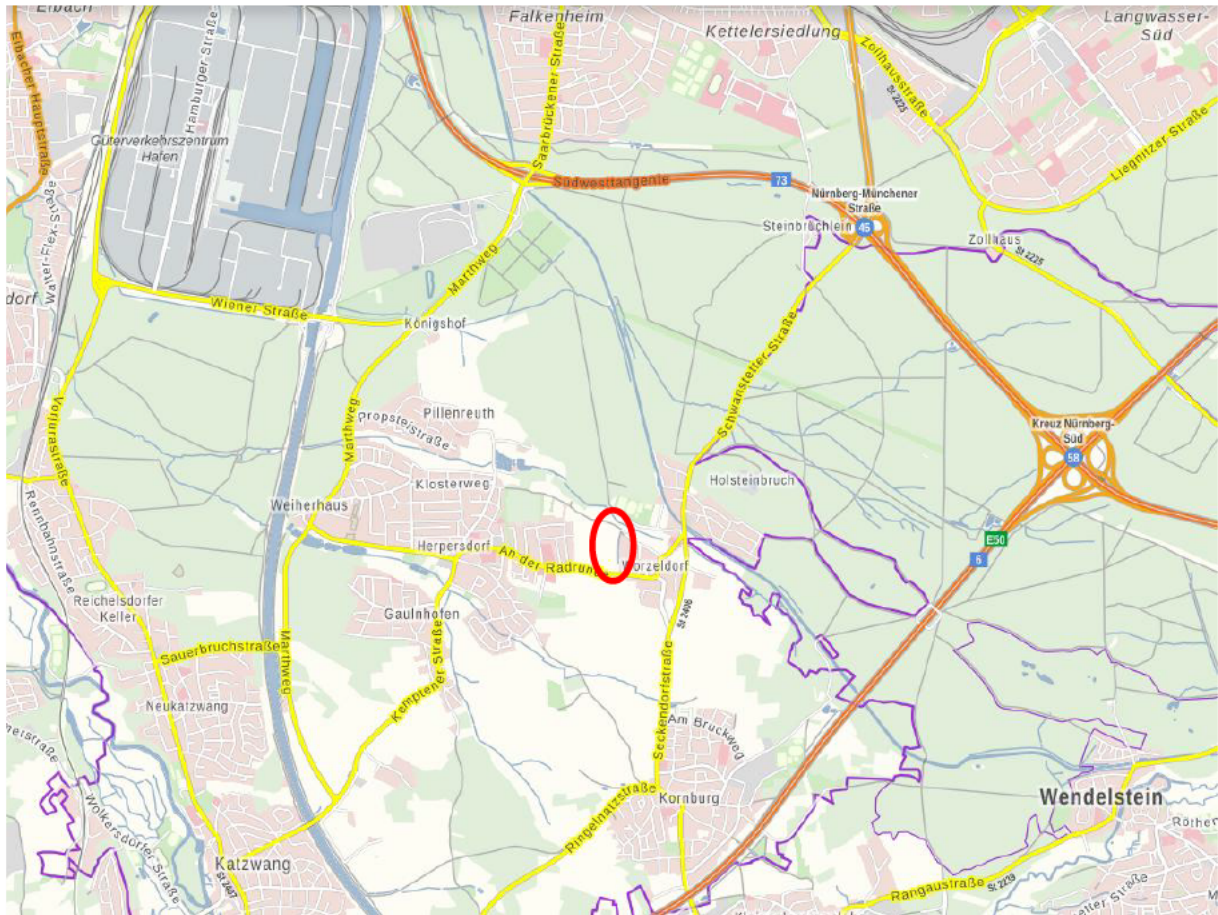


Abb. 1: Lage des Plangebietes des Bebauungsplans Nr. 4673 „Worzeldorf Ortsrand“  
(Kartengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung)



## 2. Energie- und Klimaschutzprogramm Nürnberg

Die Stadt Nürnberg beschäftigt sich seit über 3 Jahrzehnten bereits mit den Themen Energieeinsparung, Klimaschutz sowie mit der Anpassung an den Klimawandel. So wurden vom Referat für Umwelt und Gesundheit bereits drei Klimaschutzfahrpläne für die Zeiträume „1990 – 2000“, „2000 – 2010“ und „2020 – 2030“ entwickelt. Im Jahr 2012 wurden der „Energienutzungsplan 2030“ sowie die „Energieeffizienzstrategie Nürnberg 2050“ verfasst. Diese Studien waren Grundlage für den langfristig angelegten „Klimafahrplan 2010 – 2050“.

Im Mai 2022 hat der Nürnberger Stadtrat die Ziele des aktuellen Klimaschutzfahrplans 2020 - 2030 nochmals verschärft. Insgesamt verfolgt die Stadt Nürnberg die folgenden Klimaschutzziele:

- Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 65% bis zum Jahr 2030
- Einhaltung eines verbleibenden CO<sub>2</sub>-Emissionsbudget von 23 Millionen Tonnen (abgeleitet aus Nürnbergs bevölkerungsmäßigem Anteil am nationalen CO<sub>2</sub>-Restbudget der Bundesrepublik Deutschland). Dieses Ziel ist als Beitrag der Stadt Nürnberg zu verstehen, die Erderwärmung mit einer 2/3 Wahrscheinlichkeit auf 1,5 Grad zu begrenzen.
- Klimaneutralität der Gesamtstadt bis spätestens zum Jahr 2040
- Klimaneutralität der Stadtverwaltung bis zum Jahr 2035

Bricht man das Thema Energie- und Klimaschutzprogramm auf die Ebene der Bauleitplanung runter, dann soll nach dem Beschluss des Umweltausschusses vom 23.01.2013 in Bebauungsplanverfahren grundsätzlich ein Energiekonzept, mit dem Ziel, eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung für den Neubau zu erreichen, erstellt werden. Entsprechend dieses Beschlusses erfolgt die Erstellung des Energiekonzeptes für den Bebauungsplan Nr. 4673.

### 3. Ausgangssituation / Planung

Das Plangebiet befindet sich am westlichen Ortsrand im Ortsteil Worzeldorf, der Flächennutzungsplan sieht dort „Wohnen“ vor. Das Gebiet des neuen Bebauungsplans Nr. 4673 "Worzeldorf Ortsrand" umfasst eine Fläche von ca. 1,63 ha. Vorgesehen ist die Errichtung von insgesamt ca. 130 Wohneinheiten aufgeteilt auf sieben Gebäude, einer 2- gruppigen Kindertagesstätte sowie die Herstellung einer Ortsrandeingrünung, einer öffentlichen Spielfläche sowie eine Grünverbindung zum Anschluss an die bestehenden Wege- und Freiraumverbindungen.

Bisher ist das Plangebiet unbebaut und es handelt sich um eine landwirtschaftliche Ackerfläche.



Abb. 2: Rahmenplan (Wöger Architekten, August 2024)

## 4. Grundlagenermittlung

### Gebäudenutzung:

| Gebäude       | BGF gesamt in qm | Nutzfläche in qm | Wohnfläche in qm* |
|---------------|------------------|------------------|-------------------|
| Haus 1        | 2.217            | 1.984            | 1.774             |
| Haus 2        | 1.920            | 1.718            | 1.536             |
| Haus 3        | 1.920            | 1.718            | 1.536             |
| Haus 4        | 1.920            | 1.718            | 1.536             |
| Haus 5        | 1.920            | 1.718            | 1.536             |
| Haus 6        | 3.176            | 2.843            | 2.541             |
| Haus 7        | 1.848            | 1.654            | 1.478             |
| <b>Gesamt</b> | <b>14.921</b>    | <b>13.353</b>    | <b>11.937</b>     |

\* die Umrechnung der BGF in Wohnfläche erfolgte mit dem Faktor 0,8

### Geplante Versorgung:

Für die Gebäude im Plangebiet soll eine Versorgung mit Wärme sowie Strom vorgesehen werden. Eine Kühlung der Gebäude wird nicht vorgesehen, so dass eine entsprechende Betrachtung im Zuge des Energiekonzeptes nicht erfolgt.

## 5. Energiebedarf des Plangebietes

### 5.1. Wärme

Auf der Wärmeseite sind die baulichen Anforderungen weitestgehend durch das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geregelt. Die Errichtung energieeffizienter Gebäude mit den gesetzlichen Mindestanforderungen oder darüber hinaus ist somit Aufgabe der zukünftigen Projektentwickler bzw. Bauherren.

Die im Plangebiet vorgesehenen Gebäude sollen als BEG/KfW Effizienzhaus 40 gebaut werden.

Der jährliche Energiebedarf zum Heizen eines Gebäudes wird im deutschen Sprachraum üblicherweise in Kilowattstunden pro Quadratmeter Nutzfläche [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ] angegeben. Dieser Energiebedarf kann umgerechnet werden in andere Größen: 1  $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  entspricht 3,6  $\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  bzw. 0,114  $\text{W}/\text{m}^2$  bzw. 0,1  $\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  Heizöläquivalent.

Entsprechend der bisherigen gebäudetechnischen Planung ergeben sich folgende Energiebedarfe:

- Jahres-Primärenergiebedarf Heizung: 27,4  $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$
- Jahres-Primärenergiebedarf Warmwasser: 16,4  $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$

Nach diesen Kennwerten ergibt sich für die einzelnen Gebäude folgender Wärmebedarf:

| Ge-<br>bäude  | Nutz-<br>fläche<br>in qm |                             | Primärenergie-<br>bedarf Heizung<br>in kWh/a |                             | Primärenergiebe-<br>darf Warmwasser<br>in kWh/a |                |
|---------------|--------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|---|----------------|
| Haus 1        | 1.984                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 54.362                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 32.538  |                |
| Haus 2        | 1.718                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 47.073                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 28.175  |                |
| Haus 3        | 1.718                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 47.073                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 28.175  |                |
| Haus 4        | 1.718                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 47.073                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 28.175  |                |
| Haus 5        | 1.718                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 47.073                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 28.175  |                |
| Haus 6        | 2.843                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 77.898                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 46.625  |                |
| Haus 7        | 1.654                    | x27 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 45.320                                       | X16 4<br>kWh/m <sup>2</sup> | 27.126  |                |
| <b>Gesamt</b> | <b>13.353</b>            |                             | <b>365.872</b>                               |                             | <b>218.989</b>                                  | <b>584.861</b> |

Insgesamt besteht somit ein Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser für das Plan-  
gebiet in Höhe von ca. 585 MWh im Jahr.

## 5.2. Elektrische Energie (Strom)

Für die Abschätzung des Strombedarfs im Plangebiet wird kein Strombedarf für die  
Warmwasserbereitung angesetzt, da diese nicht elektrisch erfolgt. Weiterhin wird kein  
stromintensives Gewerbe im Gebiet vorgesehen.

Der Strombedarf bei Wohnnutzung ist abhängig von der Anzahl der Personen im Haus-  
halt und der Anzahl vorhandener Geräte. Eine valide Formel zur Berechnung des Be-  
darfs ist hierbei:

$(\text{Personenzahl} \times 200 \text{ kWh}) + (\text{Wohnfläche in Quadratmeter} \times 10 \text{ kWh}) + (\text{Anzahl der Geräte im Haushalt} \times 200 \text{ kWh})$

Im Zuge des Bebauungsplanverfahrens wurden die städtebaulichen Kennzahlen der  
Stadt Nürnberg für die Berechnung der Einwohnerzahl und der Wohneinheiten heran-  
gezogen. Diese städtebaulichen Kennzahlen werden nun auch für die Berechnung  
des Strombedarfs herangezogen. Nach diesen Kennzahlen leben 2 Einwohner auf 100  
m<sup>2</sup> Geschossfläche. Zur Berechnung nach oben angenommener Formel wird als An-  
nahme von folgenden stromverbrauchenden Geräten ausgegangen: 1 Fernseher, 1  
Waschmaschine, 1 Trockner, 1 Kühlschrank, 1 Spülmaschine, 2 Laptops/Computer

Entsprechend ergibt dies:

$(2 \text{ Personen} \times 200 \text{ kWh}) + ((100 \text{ m}^2 \text{ GF} \times 0,8 \text{ zur Umrechnung in Wohnfläche}) \times 10 \text{ kWh}) + (7 \text{ Geräte} \times 200 \text{ kWh}) = \mathbf{2.600 \text{ kWh}}$

Dies ergibt einen Strombedarf von insgesamt 2.600 kWh pro Jahr für eine Wohnfläche von 80 m². Je m² Wohnfläche somit einen Bedarf von 32,5 kWh im Jahr.

| <b>Ge-<br/>bäude</b> | <b>Wohnflä-<br/>che in qm</b> | <b>Stromver-<br/>brauch in<br/>kWh/a</b> |
|----------------------|-------------------------------|--|
| Haus 1               | 1.774                         | 57.655                                   |
| Haus 2               | 1.536                         | 49.920                                   |
| Haus 3               | 1.536                         | 49.920                                   |
| Haus 4               | 1.536                         | 49.920                                   |
| Haus 5               | 1.536                         | 49.920                                   |
| Haus 6               | 2.541                         | 82.583                                   |
| Haus 7               | 1.478                         | 48.035                                   |
| <b>Gesamt</b>        | <b>11.937</b>                 | <b>387.953</b>                           |

In der geplanten Tiefgarage sollen weiterhin Anschlussmöglichkeiten für Ladestationen für E-Fahrzeuge vorgesehen werden. Entsprechend erfolgt eine Vorrüstung, dass grundsätzliche alle Stellplätze ausbaubar wären.

Für das geplante Vorhaben soll aktuell ein Abgang in der Stromverteilung von 125A für die Elektromobilität vorgesehen werden. Dabei soll weiterhin ein Dynamisches Lastmanagement zum Einsatz kommen, welches alle Ströme im Haus misst und dann ermittelt, wie viel Strom in die E-Mobilität fließen kann. Entsprechend würde ein Auto dann nachts höher geladen werden, da dort der Verbrauch der Wohnungen gering ist.

Die für die E-Mobilität vorgehaltenen 125A entsprechen ca. 86 kW und dienen als grundsätzliche Vorhaltung. Das heißt, dass diese Leistung zum Laden von E-Fahrzeugen immer zur Verfügung steht. Die Restliche Leistung wird über das Dynamische Lastmanagement bereitgestellt. Eine Typische Wallbox hat in der Regel eine Ladeleistung von 11kW oder 22kW. Bei Annahme der Wallboxvariante 11kW könnten etwa 8 E-Ladestellplätze mit der grundsätzlichen Vorhaltung vorgesehen werden. Insgesamt kann für das Vorhaben von insgesamt 30 E-Ladestellplätzen ausgegangen werden, welche dynamisch gesteuert werden.

Wenn man den deutschen Durchschnitt von 15.000 gefahrenen Kilometern pro Jahr zugrunde legt, werden für ein Elektroauto jährlich 2.250 kWh Strom benötigt. Vereinfacht wird angenommen, dass je E-Ladestellplatz ein Fahrzeug vorhanden ist. Dies wurde also einem jährlichen Strombedarf von:  $2.250 \text{ kWh} \times 30 \text{ Fahrzeuge} = 67.500 \text{ kWh}$  entsprechen.

Insgesamt besteht somit ein Strombedarf für das Plangebiet in Höhe von ca. 456 MWh im Jahr.

### 5.3. Kälte

Für die Gebäude und Nutzungen im Plangebiet ist keine Kälteversorgung vorgesehen, so dass entsprechend keine Bedarfsberechnung hierzu erfolgt.

## 6. Mögliche Versorgungsmöglichkeiten

### 6.1. Wärme

#### **Fernwärme**

Eine Versorgung des Plangebietes über das Fernwärmenetz der Stadt Nürnberg ist nicht möglich, da dieses Netz nicht im Ortsteil Worzeldorf anliegt und eine Netzerweiterung für das Plangebiet allein nicht darstellbar ist.

#### **Solarthermie**

Bei solarthermischen Anlagen wird die Sonnenenergie zur Wärmeerzeugung genutzt. Durch Sonnenkollektoren auf dem Dach, der Hauswand oder im Garten wird Wasser oder Luft mit Hilfe von Sonnenenergie aufgeheizt. Diese so gewonnene Wärme wird für das Trinkwasser oder die Heizung verwendet.

Die Beheizung der geplanten Gebäude kann nicht alleinstehend durch Solarthermie vorgesehen werden, da diese Leistung nicht ausreichend wäre. Somit müsste ergänzend eine weitere Technik vorgesehen werden. Vor diesem Hintergrund wurde eine Versorgung des Gebietes über Solarthermie nicht weiter in Erwägung gezogen.

#### **Geothermie**

Bei der Geothermie wird die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie zum Heizen, Kühlen und zur Stromerzeugung genutzt. In Deutschland steigt die Temperatur in der Erdkruste durchschnittlich um 3 Kelvin pro 100 Meter an. Dementsprechend erschließen oberflächennahe und tiefe Geothermie Bereiche unterschiedliche Temperaturniveaus.

Auch für das Plangebiet wurde als nachhaltige und effiziente Heizlösung eine mögliche Nutzung von Geothermie näher betrachtet. Der Bayern-Energie-Atlas legt dar, dass im Bereich Worzeldorf grundsätzlich eine Bohrtiefe von 70 Metern zulässig ist. In der Detailbetrachtung durch die technischen Gebäudeplaner und in Rücksprache mit Geologen, Brunnenbohrern vor Ort sowie dem Wasserwirtschaftsamt ergab sich jedoch, dass die zulässige Bohrtiefe für Erdwärmesonden im Bereich Worzeldorf seit etwa zwei Jahren auf eine Bohrtiefe von 50 Metern (abweichend von der Standortauskunft des Bayern-Energie-Atlas) begrenzt ist. Diese Begrenzung ist auf vorliegende stauende Tonsteine (deren Estherienschiefer früher angetroffen wurden, als nach der Geologischen Karte zu erwarten war) zurückzuführen.

Aufgrund dieser geringen Bohrtiefe ist dann nur eine begrenzte thermische Leistung gegeben. Dies limitiert die nutzbare geothermische Energie erheblich, da tiefere Erdschichten mit stabileren Temperaturverhältnissen nicht erschlossen werden können. Mit einer mittleren spezifischen Entzugsleistung von etwa 40-50 W/m beträgt die thermische Leistung einer einzelnen Sonde lediglich 2-2,5 kW. Um die benötigte



Heizleistung von etwa 400 kW zu erreichen, wären etwa 160 bis 200 Bohrungen erforderlich, was den Flächenbedarf und die Installationskomplexität erheblich erhöht. Mit dieser erforderlichen hohen Anzahl an Bohrungen ergibt sich eine erhöhte bauliche Komplexität. Die große Anzahl an Sonden bringt sehr hohe und überdurchschnittliche, infrastrukturelle Herausforderungen mit sich. Es sind sehr umfangreiche Rohrverbindungen und eine komplexe hydraulische Verschaltung, was die Installationskosten und den Wartungsaufwand erheblich steigert, erforderlich. Zudem entstehen durch die Verdichtung der Bohrungen potenzielle Risiken hinsichtlich thermischer Interferenzen zwischen den Sonden.

Die geologischen Verhältnisse in der Region Nürnberg/Fürth sind durch mehrere wasserstauenden und schützenden Gesteinsschichten geprägt, insbesondere die sogenannten TOP-Estheriensichten. Diese befinden sich in einer Tiefe von ca. 40 bis 50 Metern und fungieren als natürliche Barriere zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken. Eine Durchbohrung dieser Schichten birgt das Risiko, Grundwasserhorizonte miteinander zu verbinden, was zu einer Beeinträchtigung der Wasserqualität führen kann. Aufgrund dieser potenziellen Gefahren sind tiefere Bohrungen in vielen Bereichen der Region streng reguliert oder untersagt. Entsprechend wären tiefere Bohrungen, zur Optimierung der thermischen Leistung, vorliegend voraussichtlich nicht möglich.

Das Plangebiet weist sehr enge Platzverhältnisse auf und hierdurch wird eine potenzielle Nutzung von Geothermie wesentlich beeinträchtigt. So sind zur Grundstücksgrenze sowie zu Zufahrten und angedachten Pflanzungen verschiedene Mindestabstände einzuhalten, welche insbesondere bei einer großen Anzahl von Sonden nicht einhaltbar bzw. umsetzbar sind.

Aufgrund der begrenzten geologischen Möglichkeiten, der hohen Anzahl notwendiger Bohrungen sowie der damit verbundenen finanziellen und regulatorischen Herausforderungen ist die Umsetzung eines Erdwärmesondensystems für das Plangebiet nicht wirtschaftlich und technisch nicht sinnvoll.

### **Abwasserwärme**

Eine Nutzung von Abwasserwärme als Abwärmequelle ist aufgrund der dauerhaft etwas höheren Quelltemperaturen effizient, bedarf jedoch bestimmter Mindestanforderungen hinsichtlich des Mindesttrockenwetterabflusses und Mindesttemperaturen.

Im vorliegenden Fall sind die zu erwartenden, abfließenden Abwässer des Plangebietes zu gering, um diese Versorgungsart zu nutzen. Entsprechend wurde auch diese Energieform nicht weiter betrachtet und verfolgt.

### **Wärmepumpe**

Eine Wärmepumpe funktioniert wie ein Kühlschrank, nur umgekehrt und mit viel höherer Leistung. Ein Kühlschrank entzieht dem innen liegenden Kühlraum Wärme und gibt sie bei höherer Temperatur über die Blechlamellen an der Rückseite an den umgebenden Raum ab. Eine Wärmepumpe entzieht einer Wärmequelle auf niedrigem Temperaturniveau Energie, die sie auf ein höheres Temperaturniveau anhebt („pumpt“) und dann zum Beispiel an das Heizsystem eines Gebäudes abgibt.

Je Gebäude könnte eine Wärmepumpe in Verbindung mit einer PV-Anlage vorgesehen werden. Hierdurch könnte der gesamte Energiebedarf zum Heizen und für Warmwasser erbracht werden. Hierbei wird dann Strom für den Betrieb der Wärmepumpe benötigt.

Je m<sup>2</sup> Wohnfläche liegt der Strombedarf einer Wärmepumpe bei 27-42 kWh im Jahr. Bei einer geplanten Wohnfläche von ca. 11.937 m<sup>2</sup> wären somit zum Betrieb der Wärmepumpe zwischen 322.299 und 501.354 kWh Strom erforderlich. Für die abschließende Betrachtung in 7. wird ein Mittelwert zur Vereinfachung in Höhe von 411.827 kWh an Strombedarf zum Betrieb der Wärmepumpen für alle geplanten Gebäude berücksichtigt.

## 6.2. Elektrische Energie (Strom)

### **Photovoltaik**

Für die Dächer der geplanten sechs Gebäude im Geltungsbereich des Bebauungsplans sind PV-Anlagen vorgesehen. Je Gebäude ist dabei eine PV-Kollektorfläche von ca. 160 m<sup>2</sup> vorgesehen. Entsprechend ergibt sich eine Gesamt-PV-Kollektorfläche im Geltungsbereich von ca. 960 m<sup>2</sup>. Dabei ist für jedes Gebäude, also je 160 m<sup>2</sup>, von einer Jahresleistung erneuerbarer Stromproduktion / PV Anlage in Höhe von ca. 20.134 kWh/a auszugehen.

Bei sechs Gebäuden wären dies dann ca. 120.804 kWh/a.

### **Kleinwind**

Unter Kleinwindanlagen versteht man in der Regel Windkraftanlagen, welche unterhalb des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG liegen und insbesondere eine Höhe von 50 m unterschreiten. Anlagen mit einer Höhe über 50 m sind raumbedeutsam d.h. sie sind weit sichtbar und sollen deshalb in ihrer Verbreitung gesteuert werden. Für große Windräder werden Vorrangflächen oder Konzentrationszonen ausgewiesen, wo sie ausschließlich aufgestellt werden dürfen. Damit soll eine „Verspargelung“ der Landschaft verhindert werden.

Kleine Windkraftanlagen unter 50 m fallen genehmigungsrechtlich nicht unter das oben genannte Bundesrecht, sondern werden vorwiegend durch die einzelnen Bauordnungen der Bundesländer gesteuert. In jedem Bundesland herrschen somit unterschiedliche Gesetze für die Genehmigung von Kleinwindkraftanlagen. Nach Art. 57 BayBO sind Kleinwindkraftanlagen mit einer freien Höhe von bis zu 10 m verfahrensfreie Bauvorhaben.

In der praktischen Anwendung gibt es vor allem einen zentralen Unterschied zwischen großen und kleinen Windkraftanlagen: Kleinwindanlagen dienen vorwiegend dem Eigenverbrauch der Energie. Die Anlage wird in der Nähe des zu versorgenden Gebäudes aufgestellt und der Strom wird größtenteils vor Ort verbraucht und weniger in das öffentliche Netz eingespeist.

Eine große Windkraftanlage mit mehreren Megawatt Leistung deckt den Jahresstrombedarf tausender Menschen ab, so dass der Strom mit Hilfe von Überlandleitungen zu den Verbrauchszentren transportiert werden muss. Kleine Windkraftanlagen benötigen diese Netzinfrastruktur nicht, da mit ihnen eine dezentrale Stromerzeugung praktiziert wird.



Kleinwindkraftanlagen sind für den Geltungsbereich nicht vorgesehen. Kleine Windanlagen oder Windturbinen sind aus Sicht des Ertrags nur an sehr gut geeigneten Standorten sinnvoll. Insbesondere bebaute Gebiete sind weniger günstig, da umstehende Gebäude ebenso wie Bäume den Wind wesentlich bremsen. Für eine genaue Beurteilung eines Standortes sind genaue Windmessungen erforderlich, welche aufgrund ihrer Kosten in keinem angemessenen Verhältnis zu den Kosten für die Anlage und dem erwartbaren Ertrag stehen.

Ein idealer Standort für eine Windturbine oder Kleinwindanlage wäre die Aufstellung auf einem hohen Mast, der auf einer freien Wiese auf einem Berg steht, mit einer Stromleitung zum Verbrauchsort. Eine entsprechende Aufstellungsmöglichkeit bietet sich im Geltungsbereich des Bebauungsplans nicht. Eine Positionierung auf Dachflächen ist windtechnische zumeist ungünstig und ein wenig kalkulierbarer Standort.

In der Gesamtbetrachtung sollen Kleinwindanlagen aufgrund der dargelegten technischen und wirtschaftlichen Aspekte nicht für die Versorgung des Plangebietes vorgesehen werden.

## 7. Energiebilanz für das Plangebiet

Für das Plangebiet entstehen zur Versorgung mit Wärme und Strom folgende Energiebedarfe:

- Energiebedarf für Wärme: 584.861 kWh/Jahr
- Energiebedarf für Strom: 387.953 kWh/Jahr (Nutzungsverbrauch), 421.429 kWh/Jahr (Strombedarf Wärmepumpe) und 67.500 kWh/Jahr (Strombedarf E-Mobilität)

Der komplette Energiebedarf für die Wärme kann vor Ort durch die Wärmepumpen erbracht werden und somit sind hier keine externen Energiebedarfe erforderlich. Für die Wärmepumpen besteht jedoch ein Strombedarf, was zusammen mit dem normalen Nutzungsverbrauch an Strom sowie dem Bedarf für E-Mobilität zu einem Gesamtstrombedarf für das Gebiet von ca. 875.000 kWh/Jahr führt. Diesem Gesamtstrombedarf steht ein Stromertrag durch die angedachte PV-Anlage von ca. 120.000 kWh/Jahr gegenüber. Somit kann knapp 14 % des Gesamtstrombedarfes des neuen Gebietes vor Ort durch die PV-Anlage gedeckt werden. Hierdurch können gegenüber eines vollständigen externen Bezuges des Strombedarfes ca. 102 t CO<sub>2</sub> eingespart werden<sup>1</sup>.

Nach dem statistischen Bundesamt waren in Deutschland im Wohnbereich im Jahr 2024 die Hauptenergieträger Gas (40 %) und Mineralöl (ca. 18%). Um die CO<sub>2</sub>-Bilanz des Plangebietes zu ermitteln und zu vergleichen wird nachfolgend ein Vergleich der angestrebten Versorgung über Wärmepumpe mit einer Versorgung über Gas oder Öl vorgesehen.

---

<sup>1</sup> Berechnung erfolgte nach ISO 14064: Eingabewert (in kWh/Jahr) x 0,85 (Emissionsfaktor) = Ausgabewert in (kg CO<sub>2</sub>)



Nach dem CO2 Emissionsvergleichsrechner von Klima innovativ<sup>2</sup> ergeben sich pro Jahr folgende CO2-Emissionen je Versorgungsart:

|  |                       |                       |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Erforderlicher Jahresenergiebedarf:  | 584.681 kWh           |                       |
| Wohnfläche:  | 11.937 m <sup>2</sup> |                       |
|  |                       |                       |
| <b>Gasheizung:</b>   |                       | <b>CO2 Emissionen</b> |
| Formel: Jahresenergiebedarf * Wirkungsgrad (118) / 100 = tatsächlicher Jahresbrennstoffverbrauch   |                       |                       |
| Rechnung: 584.681 kWh * 118 / 100 = 689.924 kWh<br>Tatsächlicher Jahresbrennstoffverbrauch: <u>689.924 kWh</u>   |                       |                       |
| CO2 Emissionen pro Jahr für Verbrennung und Vorkette<br>Rechnung: 689.924 kWh * 0,26 kg/kWh = <u>179.380 kg</u>  |                       |                       |
| CO2 Emissionen pro Jahr für Förderung, Brenner und Pumpen<br>Rechnung:<br>11.937 m <sup>2</sup> (Wohnfläche) * 3.0 kWh * 0,53 kg /kWh = <u>18.980 kg</u> |                       |                       |
| <b>Gesamt-CO2-Emissionen pro Jahr für Gas:</b><br>179.380 kg + 18.980 kg =   |                       | <b>198.360 kg</b>     |
|  |                       |                       |
| <b>Ölheizung:</b>  |                       |                       |
| Formel: Jahresenergiebedarf * Wirkungsgrad (133) / 100 = tatsächlicher Jahresbrennstoffverbrauch   |                       |                       |
| Rechnung: 584.681 kWh * 133 / 100 = 777.626 kWh<br>Tatsächlicher Jahresbrennstoffverbrauch: <u>777.626 kWh</u>   |                       |                       |
| CO2 Emissionen pro Jahr für Verbrennung und Vorkette<br>Rechnung: 777.626 kWh * 0, 31 kg/kWh = <u>241.064 kg</u>   |                       |                       |
| CO2 Emissionen pro Jahr für Förderung, Brenner und Pumpen<br>Rechnung:<br>11.937 m <sup>2</sup> (Wohnfläche) * 2.7 kWh * 0,53 kg /kWh = <u>17.082 kg</u> |                       |                       |
| <b>Gesamt-CO2-Emissionen pro Jahr für Öl:</b><br>241.064 kg + 17.082 kg =  |                       | <b>258.146 kg</b>     |

<sup>2</sup> Vgl. <https://www.klima-innovativ.de/pages/co2vergleich.html>

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| <b>Wärmepumpe:</b>  |  |                  |
| Jahresarbeitszahl bei guter Systemauslegung $\beta = 3.2$   |  |                  |
| Jahresenergiebedarf / Jahresarbeitszahl = tatsächlicher Jahresstromverbrauch  |  |                  |
| Rechnung: $584.681 \text{ kWh} / 3.2 \beta = 182.713 \text{ kWh}$   |  |                  |
| Tatsächlicher Jahresstromverbrauch: <u>182.713 kWh</u>  |  |                  |
| CO2 Emissionen Stromerzeugung und Vorkette<br>Rechnung: $182.713 \text{ kWh} * 0,53 \text{ kg/kWh} = \underline{96.838 \text{ kg}}$ |  |                  |
| <b>Gesamt-CO2-Emissionen pro Jahr für Wärmepumpe:</b>   |  | <b>96.838 kg</b> |

Im Ergebnis ist gegenüber einer Energieversorgung durch Gas eine Reduktion der CO2-Emissionen pro Jahr um ca. 51 % und gegenüber einer Ölversorgung um ca. 63 % möglich. In Tonnen entspricht dies einer Reduktion um ca. 100 bis 160 t.

## 8. Fazit

Für das Plangebiet Worzeldorf Ortsrand in Nürnberg soll für die Energieversorgung eine Wärmepumpe in Kombination mit einer PV-Anlage vorgesehen werden. Hierdurch ist es möglich das Gebiet mit Heizwärme und Warmwasser vor Ort zu versorgen, ohne dass ein zusätzlicher Energieträger (bspw. Gas oder Öl) von außen erforderlich wird. Durch die vorgesehene PV-Anlage kann ein Teil des erforderlichen Strombedarfes im Plangebiet (ca. 15 %) gedeckt werden. Die verbleibenden 85 % des benötigten Stromes müssen entsprechend von außen bezogen werden.

Im Konzept wurden ebenfalls anderweitige, potenzielle Energieversorgungsmöglichkeiten (insbesondere Fernwärme, Geothermie und Abwasserwärme) für das Plangebiet betrachtet. Dabei zeigte sich jedoch, dass diese aus unterschiedlichsten Gründen nicht möglich sind oder nicht in Frage kommen.

Zum Abschluss des Konzepts erfolgte eine Betrachtung der CO2-Bilanz des Plangebietes. Durch den Anteil des erzeugten Stroms vor Ort sowie den Einsatz von Luftwärmepumpen kann der CO2-Ausstoß, insbesondere gegenüber einer konventionellen Energieversorgung (Gas oder Öl), insgesamt um ca. 200 bis 360 t reduziert werden.

Nürnberg, 19.03.2025

■■■■■■■■■■