

# **Energiekonzept auf Quartiersebene**

zum Bebauungsplan Nr. 2142 der LH München

Stand: Dezember 2024

# Inhalt

<b>A</b>	<b>Allgemeine Grundlagen und Ziele.....</b>	<b>3</b>
A.1	Bebauungsplan 2142.....	3
A.2	Zielsetzung und Aufgabenstellung .....	4
<b>B</b>	<b>Heizen / Kühlen / Brauchwasser.....</b>	<b>7</b>
B.1	Passive Maßnahmen zur Bedarfsreduzierung .....	7
B.2	Bedarf.....	8
B.3	Systemauswahl.....	10
<b>C</b>	<b>Strom .....</b>	<b>19</b>
C.1	Bedarf zum Heizen/Kühlen/Brauchwasser .....	20
C.2	Bedarf der Nutzer.....	22
C.3	Mobilität.....	23
C.4	Stromerzeugung.....	24
C.5	Gesamtbedarf und Abgleich mit Erzeugung .....	27
<b>D</b>	<b>CO2 Bilanz .....</b>	<b>28</b>
<b>E</b>	<b>Passive Maßnahmen.....</b>	<b>32</b>

## Ingenieurbüro Prof. Dipl.-Ing. Schenk

Götschweg 12  
83026 Rosenheim  
Tel: 08031/2069040  
schenk@wpeffizienz.de

## A Allgemeine Grundlagen und Ziele

### A.1 Bebauungsplan Nr. 2142

Das Planungsgebiet umfasst das ehemals vollumfänglich gewerblich genutzte Betriebsareal der Knorr-Bremse AG zwischen DB-Nordring, der Moosacher Straße sowie der Lerchenauer Straße und der Straße am Oberwiesenfeld.

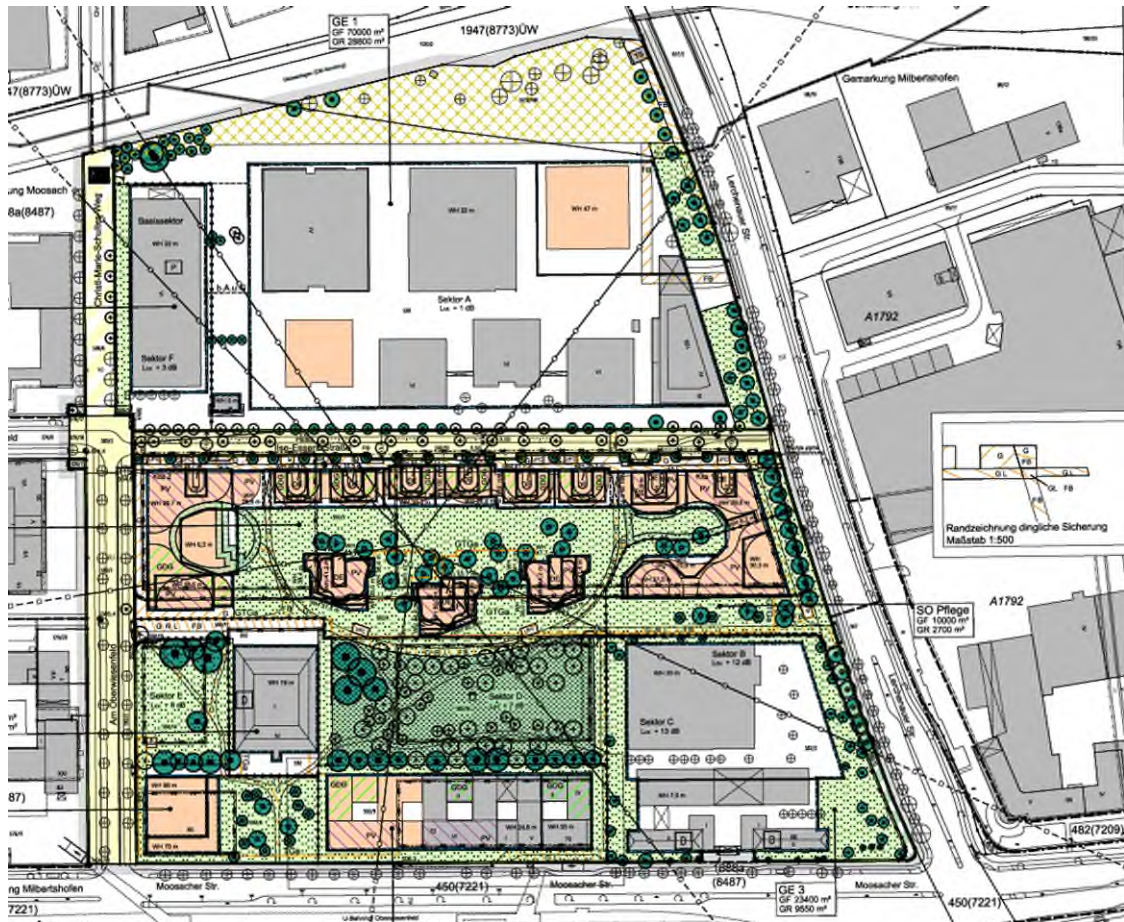


Abb. 1:  
Übersicht Bebauungsplan Grundflächenzahlen - ohne Maßstab!

Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner PartGmbH / LHM

Im Rahmen einer Umstrukturierung soll in Ergänzung zu den bereits bestehenden gewerblichen Nutzungen hier nun ein gemischt genutztes Quartier mit gewerblichen Nutzungen, Büros, Wohnen, einer vollstationären Pflegeeinrichtung, Nahversorgung und der notwendigen sozialen Infrastruktur entstehen.

Im Norden entlang der Bahngleise (**GE1**) wurden bereits, insbesondere durch einige Neubauten der letzten Jahre, die gewerblichen Nutzungen der Knorr-Bremse AG mit Verwaltungs- und Forschungseinrichtungen konzentriert. Dieser Bereich soll im Rahmen des Bebauungsplans Nr. 2142 auch weiterhin als Gewerbegebiet festgesetzt werden. Von der vorgesehenen, maximal zulässigen Geschossfläche (GF) von 70.000 m<sup>2</sup> sind heute bereits ca. 50.300 m<sup>2</sup> realisiert. Darüber hinaus besteht im Westen dieses Bereiches ein großes Parkhaus, welches langfristig erhalten werden soll (**GE2**).

Weiter südlich schließt ein gemischt genutzter Bereich mit Urbanem Gebiet (**MU**) und Sondergebiet „Pflege“ (**SO Pflege**) an. Hier soll eine Geschossfläche von zusammen 71.500 m<sup>2</sup> festgesetzt werden. Da es sich um einen Angebotsbebauungsplan handelt, steht die genaue Nutzungsmischung noch nicht fest. Im Rahmen der Planung wird jedoch folgende Mischung

unterstellt: 50.700 m<sup>2</sup> Geschossfläche (GF) Wohnen (ca. 557 Wohneinheiten), 8.100 m<sup>2</sup> GF vollstationäre Pflegeeinrichtung (ca. 162 Pflegeplätze), 7.400 m<sup>2</sup> GF Büronutzung, 2.700 m<sup>2</sup> GF Einzelhandel und Gastronomie sowie 2.600 m<sup>2</sup> GF für zwei Kindertageseinrichtungen (insgesamt 6 Krippen- und 5 Kindergartengruppen).

Südlich dieses Bereiches befindet sich die zentrale öffentliche Grünfläche. Westlich wird diese durch das bestehende, denkmalgeschützte Verwaltungsgebäude der Knorr-Bremse mit 7.400 m<sup>2</sup> GF begrenzt. Dieser Bereich wird im Bebauungsplan als Kerngebiet (**MK 2**) festgesetzt. An der Moosacher Straße ist ein weiteres Kerngebiet (**MK1 (1) und MK 1 (2)**) mit insgesamt 45.880 m<sup>2</sup> GF vorgesehen. Im östlich Bereich (**MK1 (1)**) wurde jüngst bereits ein Verwaltungsgebäude errichtet bzw. ist dieses in Teilen noch in Bau. Im Westen (**MK1 (2)**) ist ein, ebenfalls primär Verwaltungsnutzungen beherbergendes Hochhaus mit einer Höhe von 88 m vorgesehen.

Im Südosten an der Kreuzung Lerchenauer und Moosacher Straße komplettiert ein Gewerbegebiet mit einer zulässigen Geschossfläche von 23.400 m<sup>2</sup> den Geltungsbereich. Hier befinden sich an der Moosacher Straße zwei denkmalgeschützte Gebäude sowie nördlich davon Hallenbauten. Der Bereich beherbergt heute BMW Group Classic. Durch den Gebäudebestand ist bereits eine Geschossfläche von 7.500 m<sup>2</sup> realisiert.

	Geschossfläche (GF) Im Rahmen des BP 2142 zulässig	Geschossfläche (GF) bereits realisiert oder in Bau
GE 1	70.000 m <sup>2</sup>	50.300 m <sup>2</sup>
GE 2	Parkhaus	Parkhaus
GE 3	23.400 m <sup>2</sup>	7.500 m <sup>2</sup>
MU	61.500 m <sup>2</sup>	
Wohnen	50.700 m <sup>2</sup> (ca. 536 WE)	
Büro	7.400 m <sup>2</sup>	
Gewerbe (Einzelhandel, Gastronomie, etc.)	2.700 m <sup>2</sup>	
Kita	2.600 m <sup>2</sup> (5 Krippen- und 6 Kindergartengruppen)	
SO Pflege	10.000 m <sup>2</sup>	
Seniorenheim	8.100 m <sup>2</sup> (ca. 162 Pflegeplätze)	
Wohnen	1.900 m <sup>2</sup> (ca. 21 WE)	
MK 1 (1)	19.500 m <sup>2</sup>	19.500 m <sup>2</sup>
MK 1 (2)	26.380 m <sup>2</sup>	
MK 2	7.400 m <sup>2</sup>	7.400 m <sup>2</sup>
<b>Gesamt:</b>	<b>218.180 m<sup>2</sup></b>	<b>84.700 m<sup>2</sup></b>

Tab. 1:

Übersicht Grundflächenzahlen

Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner PartGmbH / LHM

## **A.2 Weiterentwicklung bestehender Bebauung**

Ein wesentliches Merkmal des Bebauungsplans ist die in weiten Teilen bereits bestehende Bestandsbebauung. So ist in GE1, GE2 und GE3 das im Bebauungsplan vorgesehene Baurecht schon weitgehend ausgenutzt. In MK 2 wird ausschließlich der Erhalt eines denkmalgeschützten Bestandsgebäudes ermöglicht. Auch in MK 1 (1) ist das vorgesehene Baurecht bereits ausgeschöpft, wenn auch hier ein Teil der Gebäude noch in Bau ist. In MK 1 (2) ist die Bebauung bereits durch einen Hochbauwettbewerb vordefiniert. Lediglich das Urbane Gebiet MU und das SO Pflege sind noch gänzlich unbebaut. Da die Bestandsgebäude sämtlich entweder denkmalgeschützt oder neueren Datums sind, ist in weiten Teilen des Bebauungsplans in naher Zukunft mit keinen Baumaßnahmen zu rechnen.

Dies hat auch wesentliche Auswirkungen auf das Energiekonzept. In weiten Teilen können hier nur perspektivische Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Konkrete Entwicklungshorizonte können jedoch nicht sinnvoll abgeschätzt werden.

Eine bauplanungsrechtliche Verankerung einzelner Maßnahmen erscheint nur insoweit sinnvoll, dass diese ermöglicht werden. Eine verpflichtende Festsetzung der Durchführung einzelner Maßnahmen an Bestandsgebäuden erscheint nicht angemessen.

## **A.3 Zielsetzung und Aufgabenstellung**

### **Zielsetzung des Grundeigentümers:**

Die OPES als Eigentümer des überwiegenden Teils der Flächen im Planungsgebiet verfolgt das Ziel ein Quartier zu entwickeln, dass bei Errichtung und insbesondere auch im Betrieb so wenig wie möglich klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen emittiert. Hierbei sind jedoch die Rahmenbedingungen der bereits bestehenden Gebäude zu beachten.

Die Gebäudetechnik der neu zu errichtenden Gebäude soll bereits heute die für 2045 vom Bundesgesetzgeber gestellten Anforderungen des am 1. Januar 2024 in Kraft getretenen Gebäudeenergiegesetzes erfüllen.

### **Klimafahrplan der LH München**

In seiner Sitzung vom 20.10.2021 hat der Stadtrat der LH München einen „Klimafahrplan für städtebauliche Planungen und die Bebauungsplanung“ beschlossen. Dieser ist verbindlich für alle nun startenden Bebauungsplanverfahren oder solche, bei denen eine Integration ohne maßgebliche zeitliche Verzögerungen möglich ist anzuwenden. Das Verfahren zum hier gegenständlichen Bebauungsplan wurde bereits vorher begonnen. Somit werden die Ziele des Klimafahrplans hier, soweit dies zu keinen wesentlichen zeitlichen Verzögerungen führt angewendet.

Der Klimafahrplan vereint dabei verschiedene Aspekte des Klimaschutzes und der Klimaanpassung über das Thema des Energieverbrauchs hinaus (z.B. Mobilität, Regenwassermanagement, Klimaanpassung etc.). Im Rahmen des hier vorliegenden Konzeptes wird jedoch, entsprechend der durch den Klimafahrplan vorgegebenen Vorgehensweise sektoral das Thema Energieverbrauch bzw. Energieversorgung betrachtet.

Ziel des Bebauungsplans ist ein, soweit unter Berücksichtigung des Bestands möglich, in Bezug auf die Gebäudeheizung und Kühlung CO<sub>2</sub>-neutrales Quartier.

Dabei soll in Abwägung mit den anderen Rahmenbedingungen ein möglichst hoher Anteil des im Gebiet verbrauchten Stroms direkt im Quartier erzeugt werden.

### **Masterplan solares München**

Im Masterplan solares München werden alternative Zielwerte für die Photovoltaikfläche angegeben. Einer der folgende Werte soll eingehalten werden:

- 50% der Brutto-Dachfläche als PV-Modulfläche
- oder 20 % der Grundstücksfläche des Hochbaus als PV-Modulfläche
- oder 2,5 kWp/Wohneinheit

Verbindlich verankert ist jedoch nur der Wert von 20 % der Grundstücksfläche des Hochbaus als PV-Modulfläche.

### **Bundesklimaschutzgesetz:**

Die Zielsetzungen des Klimafahrplans und des Grundeigentümers decken sich auch mit den Vorgaben des Bundesklimaschutzgesetz. Nach §13 Abs. 1 KSG müssen die Träger öffentlicher Aufgaben und somit auch die LH München bei ihren Planungen und Entscheidungen den Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels, die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben berücksichtigen.

### **Betrachtungsgenauigkeit:**

Wie weiter oben beschrieben handelt es sich um einen Angebotsbebauungsplan. Somit kann im Rahmen des Energiekonzeptes nur ein Umsetzungsszenario exemplarisch betrachtet werden.

Insbesondere im Hinblick auf die im Umgriff befindlichen Gewerbeflächen GE1 bis GE3 sind ggf. sehr unterschiedliche Energiebedarfe möglich. Somit kann insbesondere die für die gewerblichen Nutzungen ggf. notwendige Prozessenergie bei der Betrachtung nicht berücksichtigt werden.

Auch wird im Hinblick auf den prognostizierten Energieverbrauch der Bestandsgebäude auf eine zukünftige Ertüchtigung bzw. mögliche Lösungen abgestellt. Dabei werden ausgewogene bauliche Maßnahmen und CO<sub>2</sub>-orientierte Optimierungen der Gebäudetechnik verfolgt. Es ist jedoch zu erwarten, dass dieser Prozess bei Bestandsgebäuden abhängig vom Sanierungszyklus längere Zeit in Anspruch nimmt und ggf. mittelfristig der heutige Status quo erhalten bleibt.

## **B Heizen / Kühlen / Brauchwasser**

---

### **B.1 Passive Maßnahmen zur Bedarfsreduzierung**

Wesentlicher Bestandteil eines gesamtheitlichen Energiekonzeptes, insbesondere in Bezug auf das Heizen und Kühlen, ist die Reduzierung des Energiebedarfes durch passive Maßnahmen auf Ebene des Gebäudeentwurfs.

#### **Kompakte Baukörper:**

Da es sich um einen Angebotsbebauungsplan handelt, können noch keine konkreten Aussagen zum Verhältnis der Hüllfläche zur Fassadenfläche (A/V-Verhältnis) getroffen werden. Jedoch sollten auf Ebene des Bebauungsplans Rahmenbedingungen für eine entsprechend optimierte Bebauung geschaffen werden.

#### **MU und SO Pflege:**

In Abwägung mit den Belichtungserfordernissen sollten bei einer Blockrandbebauung möglichst tiefe Baukörper ermöglicht werden. Bei Solitärbaukörpern ist darauf zu achten, dass diese in sich eine ausreichende Grundfläche aufweisen. Darüber hinaus ergibt sich auch ein besseres A/V-Verhältnis durch höhere Gebäude, wobei hier eine Abwägung im Hinblick auf konstruktive Rahmenbedingungen und notwendige Erschließungsflächen notwendig ist.

Neben einer möglichst geringen Hüllfläche ist auch eine möglichst große Effizienz der Gebäude im Hinblick auf notwendige (beheizte) Erschließungsflächen notwendig um einen möglichst geringen Energiebedarf bezogen auf die Hauptnutzfläche zu erreichen.

Durch die im Bebauungsplan vorgesehene Baukörperkonfiguration mit einer Blockrandbebauung im Norden, Osten und Westen des MU sowie im SO Pflege mit einer für diese relativ hohen zulässigen Gebäudehöhen von bis zu ca. 30m (9 Geschosse), punktuell bis zu ca. 36 m (11 Geschosse) sind die Voraussetzungen für ein gutes A/V Verhältnis geschaffen. Dies wird mit Bauraumtiefen von ca. 20 m und einer Aufweitung in den Eckbereichen zusätzlich unterstützt.

Die drei Bauräume für Punkthäuser im Süden des MU lassen jeweils eine Grundfläche von bis zu 700 m<sup>2</sup> bei einer Dimension von ca. 25 x 30 m zu. Zwar sind Punkthäuser tendenziell im Hinblick auf das A/V Verhältnis weniger effizient als eine Blockrandbebauung, dennoch scheinen hier in Abwägung mit der städtebaulichen Entscheidung für Punkthäuser, auch in Verbindung mit den sehr großen Gebäudehöhen zwischen ca. 41 m und 50 m sehr gute Voraussetzungen für ein angemessenes A/V Verhältnis gegeben.

#### **MK:**

In MK2 und in MK1 (1) bestehen die Gebäude bereits bzw. befinden sich aktuell in Bau. Hier ist somit keine Optimierung der Baukörper möglich. Das in MK1 (2) geplante Hochhaus weist, bei einer nahezu Vollausnutzung des geplanten Bauraums eine Grundform von ca. 36 x 36 m auf. Somit ist auch hier unter Berücksichtigung der besonderen Rahmenbedingungen eines Hochhauses ein angemessenes A/V-Verhältnis zu unterstellen.

#### **GE1 – GE3:**

Auch diese Bereiche sind bereits weitgehend bebaut. Somit besteht hier langfristig kein Einfluss mehr auf die Baukörperdimensionen. Es sind sehr große Bauräume vorgesehen, welche einer effizienten Bebauung nicht entgegenstehen. Aufgrund der, je nach Nutzung sehr unterschiedlichen Anforderungen an gewerbliche Gebäude, erscheinen hier weitere Aussagen oder Konzepte über dies nicht sinnvoll.

## **Baustandards:**

Um den Energiebedarf für Heizung und Kühlung weiter zu senken sollten, soweit möglich, alle Gebäude in einem möglichst hohen Energiestandard errichtet werden. Im Rahmen des Energiekonzeptes wird von einer Errichtung der Gebäude in einem Standard äquivalent Effizienzhaus 40 (KfW) (EH40) ausgegangen.

Auch im Rahmen der Bestandsgebäude wird im Rahmen des Energiekonzeptes von einer langfristigen Sanierung der Gebäude auf diesen Standard ausgegangen.

Lediglich in MK2 und in GE3 bestehen denkmalgeschützte Gebäude. Diese werden nicht auf einen entsprechenden Standard sanierbar sein. Hier wird der heutige Energiebedarf angesetzt.

## **B.2 Bedarf**

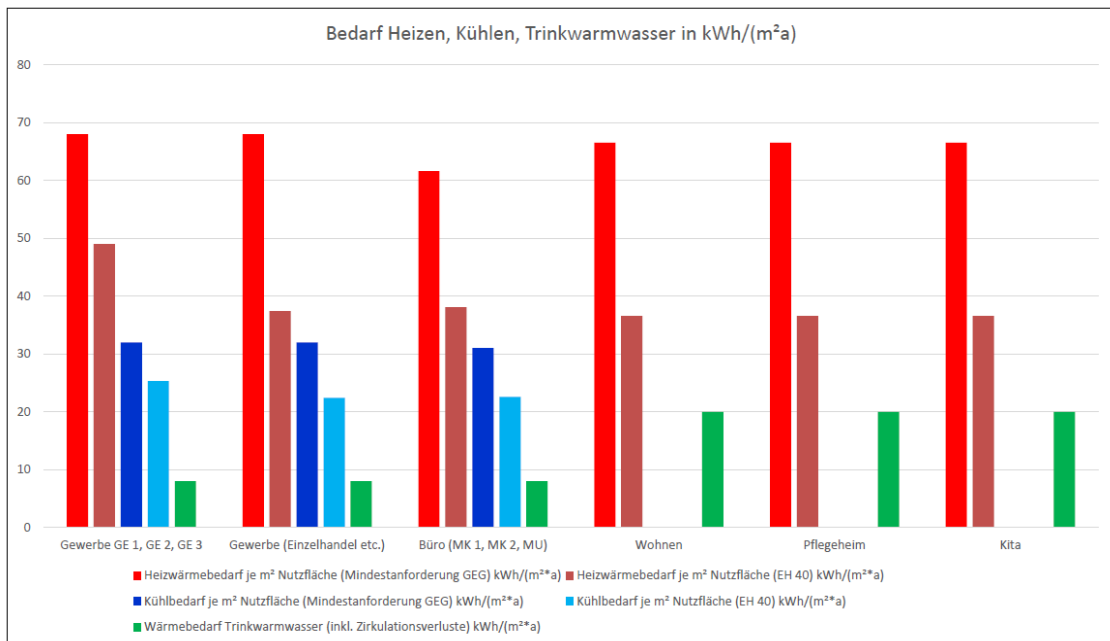
Der Bedarf an Heizung, Kühlung und Brauchwasser wird entsprechend der für die einzelnen Nutzungen vorgesehenen Geschossfläche anhand von Kennwerten welche aus den bereits bestehenden Gebäuden abgeleitet wurden (Siehe Anlage 1) ermittelt. Dabei wird zwischen zwei Varianten im Hinblick auf den Gebäudestandard unterschieden: Mindestanforderungen nach GEG und EH40. Da der Bedarf insbesondere von der beheizten Fläche abhängt, wird jeweils ein Beiwert zur Umrechnung der Geschossfläche in die beheizte Fläche berücksichtigt.

Auch für die Bestandsgebäude in MK1 (1), MK2, GE1, GE2 und GE3 wird dabei ein Wert entsprechend EH40 berücksichtigt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass dieser Wert mit Ausnahme der Bebauung in MK1 (1) (das Bestandsgebäude hier genügt bereits dem Standard EH40) erst erreicht werden kann, wenn die Gebäude in Zukunft entsprechend ertüchtigt werden. Wann eine Ertüchtigung erfolgt, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden, da die Gebäude relativ neu sind. Eine weitere Ausnahme bilden die denkmalgeschützten Bestandsgebäude in MK2 und GE3. Hier wird ein Standard EH40 nicht sinnvoll zu erreichen sein. Hier wurde daher ein spezifischer Heizwärmebedarf von 90 kWh/(m²\*a) angesetzt.

Nutzung	Beiwert beheizte Fläche aus Geschossfläche	Heizwärmebedarf je m² Nutzfläche (Mindestanforderung GEG)	Heizwärmebedarf je m² Nutzfläche (EH40)	Kühlbedarf je m² Nutzfläche (Mindestanforderungen GEG)	Kühlbedarf je m² Nutzfläche (EH40)	Wärmebedarf Trinkwarmwasser (inkl. Zirkulationsverlust)
	-	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)	kWh/(m²*a)
Gewerbe (GE1, GE2, GE3)	60 %	68	49	32	25,3	8
Gewerbe (Einzelhandel etc.)	75 %	68	37,4	32	22,4	8
Büro (MK1 (1), MK1 (2), MK2, MU)	75 %	62	38	31	23	8
Wohnen	75 %	66,5	36,6	0	0	20
Pflegeheim	75 %	66,5	36,6	0	0	20
Kita	75 %	66,5	36,6	0	0	20
EH40: Optimierung der Bauphysik HA+ nicht für denkmalgeschützte Gebäude (GE 3 und MK 2)						

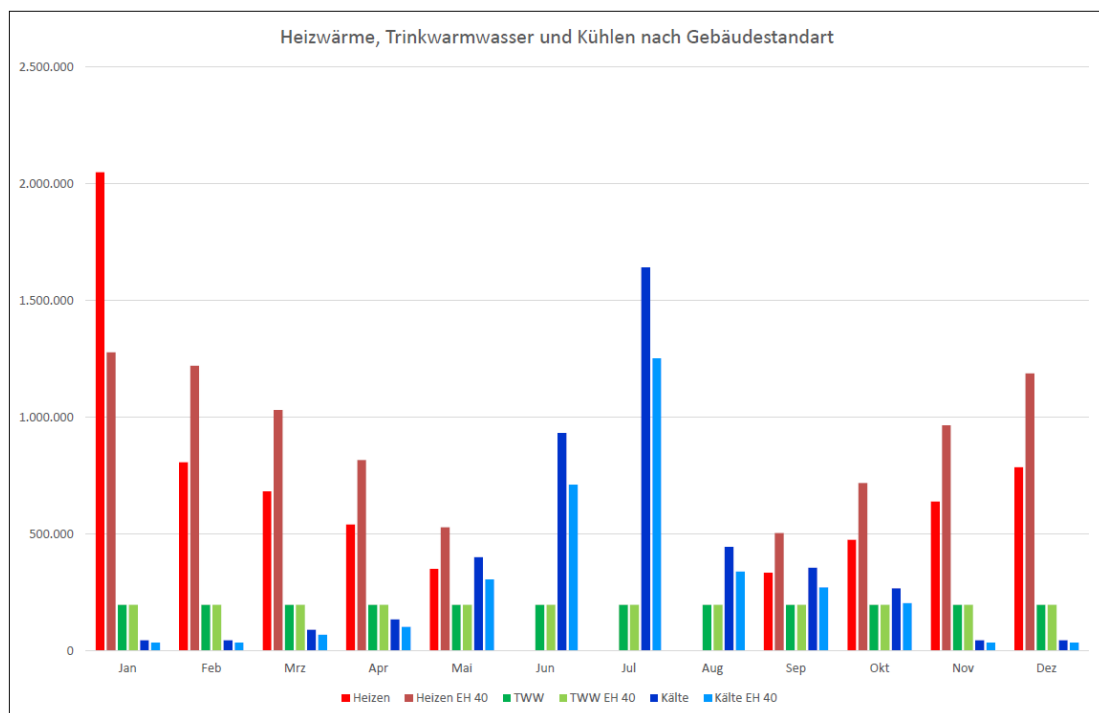
Tab. 2:  
Übersicht Bedarf Warmwasser, Heizung und Kühlung  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk





**Abb. 2:**  
Übersicht Bedarfe Energiebedarfe für Heizen, Kühlen und Trinkwarmwasser in kWh/(m²\*a)  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Daraus ergeben sich folgende Monatsbedarfe für das Gesamtgebiet:



**Abb. 3:**  
Übersicht Energiebedarf Heizung, Warmwasser und Kälte nach Gebäudestandard  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

### Hinweise zur Herleitung der Daten (Mess- und Erfahrungswerte anstelle Rechenwerten nach DIN 18599):

Zunächst wurden exemplarisch die zu MK 1 (1) Bauabschnitt (BA) 1 vorliegende GEG – Berechnungen (Energieausweis) nach DIN V 18599 mit den mittlerweile über ein Betriebsjahr vorliegenden Messwerten (BA 1.1) beim Heizen und Kühlen verglichen. Als Bezugsfläche wird hier nach DIN V 18599 für den BA 1 18.642 m<sup>2</sup> verwendet.

#### Spezifische Nutzenergie beim Heizen:

DIN V 18599:

$$1.366.187 \text{ kWh/a} / 18.642 \text{ m}^2 = 73 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = 100 \% \\ (\text{Bezugsfläche nach DIN V 18599})$$

Aufteilung Energiebedarf	
kWh/(m <sup>2</sup> a)	Heizung
Nutzenergie	72.92

Messwert für BA 1.1 (Baujahr 2022) mit Flächenanteil 63 % von 18.642 m<sup>2</sup> = 11.744 m<sup>2</sup>:  
450.000 kWh/a / 11.744 m<sup>2</sup> = 38 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) = 52 % !

Der tatsächliche gemessene spezifische Heizwärmeverbrauch liegt fast 50 % unter dem Rechenwert nach DIN V 18599.

Der ermittelte Messwert liegt im Bereich von aktuellen Messwerten vergleichbarer Bürogebäude und ist daher plausibel.

NB: Im GE 1 TCK (Baujahr 2014) wurde ebenfalls nach DIN V 18599 folgender spezifischer Nutzenergiebedarf ermittelt:  
615.469 kWh/a / 13.599 m<sup>2</sup> = 45 kWh/m<sup>2</sup>

Der nach DIN V 18599 ermittelte spezifische Heizwärmebedarf eines Bürogebäudes aus 2014 liegt 39 % unter dem spezifischen Heizwärmebedarfs eines Bürogebäudes aus 2022.

#### Spezifische Nutzenergie beim Kühlen (ebenfalls zu MK1 BA 1.1):

Rechenwert nach DIN V 18599:

$$306.601 \text{ kWh/a} / 18.642 \text{ m}^2 = 16 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = 100 \% \\ (\text{Bezugsfläche nach DIN V 18599})$$

Rechenwert mit Kühllastberechnung nach VDI 2078: 1.359 kW → 73 W/m<sup>2</sup>

#### Messwert bei Außentemperatur 35 °C:

$$153 \text{ kW} / 6.699 \text{ m}^2 (\text{Gebäude wurde nur teilweise gekühlt}) = 21 \text{ W/m}^2$$

Unter der Annahme von praxisnahen 1.000 Vollbenutzungsstunden (bei Beachtung von Serverkühlungen) resultieren für GE 1 BA 1 folgende Verbrauchswerte:

$$\text{Basis VDI 2078:} \quad 73 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = 456 \%$$

$$\text{Basis Messwerte:} \quad 21 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) = 131 \%$$

Die übliche und vorgegebene Berechnung nach VDI 2078 ergibt gegenüber der DIN V 18599 um 356 % höhere spezifische Energiemengen beim Kühlen.

Die gemessenen Werte liegen nur 31 % über den nach DIN 18599 ermittelten

### Fazit:

Die nach DIN V 18599 rechnerisch ermittelten spezifischen Bedarfswerte beim Heizen und Kühlen weichen erheblich von den ermittelten und belastbaren gemessenen Verbrauchswerten ab. Auch ein Vergleich der nach DIN V 18599 rechnerisch ermittelten Bedarfswerte von bauphysikalisch ähnlichen Gebäuden zeigt erheblich unterschiedliche Ergebnisse, wobei die Berechnungen jeweils vom gleichen Planungsbüro durchgeführt wurden.

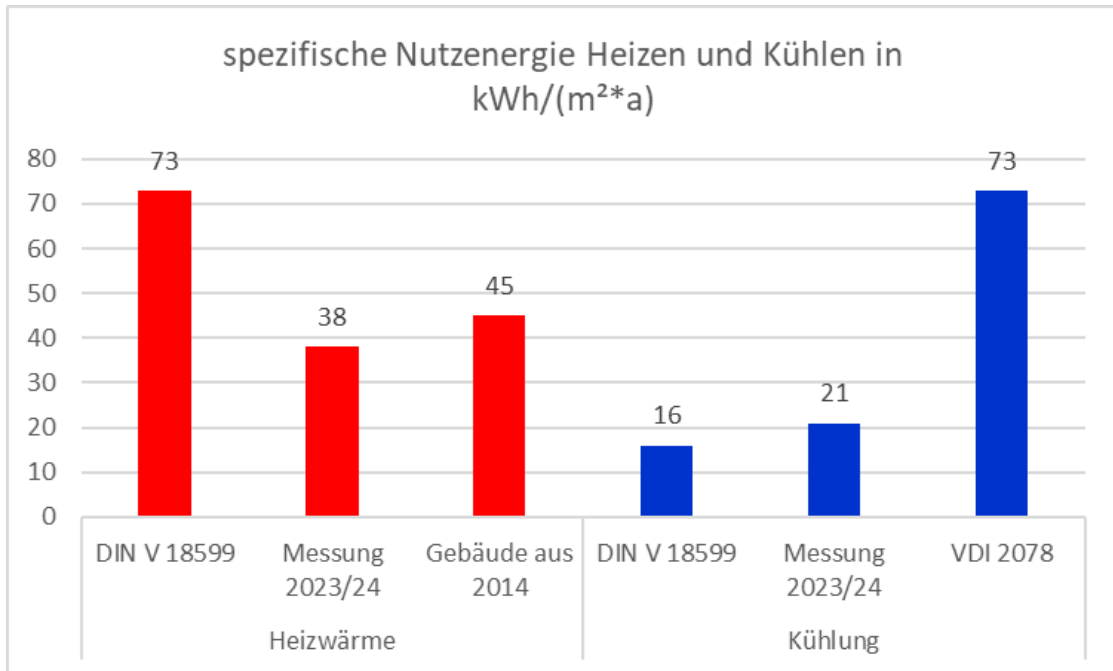


Abb. 4:

Übersicht spezifische Nutzenergie Heizen und Kühlen nach Ermittlungsmethoden

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Bei Erstellung des Energiekonzepts wurde das Ziel verfolgt, möglichst realitätsnahe und belastbare Zielwerte darzustellen, die auch bei der Planung und auch beim Betrieb verfolgt werden können. Es wurden deshalb, die auf Basis von Messwerten im Quartier und bei vergleichbaren Gebäuden ermittelten Messwerte (Neubau und Bestand differenziert) als Basis für Berechnungen und realistisch erreichbaren Zielen genutzt.

Anmerkung: Für den Bereich GE3 (BMW) und MK2 wurde davon ausgegangen, dass die Wärme- und Kälteversorgung auf eine CO<sub>2</sub>-freie (vor Ort) geothermische Erzeugung umgestellt wird. Bezüglich des Wärmeschutzes werden jedoch zunächst keine Optimierungen durchgeführt.

### Gesamtenergiebedarf für das Quartier:

Die hier und insbesondere in Kapitel C erläuterten Energiewerte (Nutzenergie, Endenergie, Primärenergie, CO<sub>2</sub>-Emissionen) beziehen sich auf das gesamte Quartier mit einer Geschoßfläche von ca. 218.000 m<sup>2</sup>.

	Grundwasser-Wärmepumpe + Grundwasserkühlung				Fernwärme + Kompressionskälte	
	Nutzenergie	Endenergie	Primärenergie	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Endenergie	CO <sub>2</sub> -Emissionen
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	kWh/a	t/a
Heizwärme	8.246.173	1.649.235	2.968.622	637	8.246.173	1.542
TWW	2.165.248	1.245.722	2.242.300	481	2.165.248	405
Kühlen	3.384.934	67.699	121.858	26	1.128.311	436
Nutzerstrom		10.048.400		3.879		
E-Mobilität		391.320		151		
Summe CO <sub>2</sub>		1.144		5.173		

Tab. 3:

Übersicht Gesamtenergiebedarf Variantenvergleich

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

## **B.3 Systemauswahl**

### Grundlagen:

Im Planungsgebiet und dessen Umfeld bietet sich die Nutzung folgender Energieträger an:

#### Fernwärme:

Das Planungsgebiet befindet sich angrenzend an das Fernwärmegebiet bzw. zum Teil im geplanten Fernwärmeerweiterungsgebiet der Stadtwerke München. Entsprechende Leitungen liegen heute in der Straße am Oberwiesenfeld, dem Christl-Marie-Schultes-Weg und der Moosacher Straße vor.

#### Grundwasser:

Südlich des Planungsgebiets unter der Moosacher Straße befindet sich die U-Bahnstation Oberwiesenfeld. Hier wird das Grundwasser gesammelt und mittels Dücker unter der U-Bahn hindurchgeleitet. In diesem Zusammenhang könnte dieses Dückerwasser für die Wärme bzw. Kälteversorgung des Gebiets nutzbar gemacht werden.

Im nördlichen Bereich GE 1 und 2 bestehen bereits Grundwasserbrunnen, welche bisher primär zur Kühlung von Bremsenprüfständen und nur in Teilen zur Gebäudeheizung bzw. Kühlung genutzt werden.

Darüber hinaus haben im Rahmen der Aufstellung des Bebauungsplans umfängliche Erkundungen der Grundwassersituation stattgefunden. Für erste Bereiche wurden auch bereits Horizontal- und Vertikal-Brunnen eingerichtet. Den Ergebnissen dieser Untersuchungen folgend ist das Planungsgebiet grundsätzlich für eine Grundwassernutzung geeignet.

Es ist mit folgenden Daten zur thermischen Grundwassernutzung auszugehen:

- Der Abstand des Grundwassers zur Oberfläche liegt zwischen ca. 7 und 8 m, was für München einen durchschnittlichen Wert darstellt.
- Die Mächtigkeit des Grundwassers beträgt zwischen ca. 2,5 und 4,0 m, was für München einen relativ geringen Wert darstellt.
- Die thermische Entzugs- oder Aufnahmeleistung des Grundwassers liegt bei ca. 100 kW im Osten und steigt auf ca. 830 kW (Leistung je Förderbrunnen) im Westen des Gebiets.

### Abwärme:

Im Rahmen der heutigen Nutzung des GE 1 entsteht darüber hinaus Abwärme aus Bremsenprüfständen welche ggf. genutzt werden könnte.

### Gas:

In der Moosacher Straße sowie der Lerchenauer Straße liegt darüber hinaus ein Gasanschluss vor.

### Systemvergleich:

Eine Realisierung der Wärme und Kälteversorgung durch Gas wurde aus Gründen des Klimaschutzes, der Preis- und Versorgungssicherheit bereits im Vorfeld grundsätzlich ausgeschlossen. Diese Variante wurde nicht näher untersucht.

Da es sich um einen Angebotsbebauungsplan handelt, kann nicht langfristig sichergestellt werden, dass die Abwärme aus gewerblichen Prozessen (in diesem Fall Bremsenprüfstände) dauerhaft zur Verfügung steht. Insbesondere handelt es sich um einen zyklischen Anfall von Abwärme, so dass dieser nicht regelmäßig in einem Gesamtkonzept unterstellt werden kann. Es erscheint eine Nutzung dieses Potenzials nur in Zusammenhang mit dem Einzelvorhaben sinnvoll. Auch kann die Abwärme aufgrund ihres temporären Charakters voraussichtlich nur für die Effizienzsteigerung eines anderweitigen Wärmeversorgungskonzeptes herangezogen werden. Dem folgend bleibt sie bei der Betrachtung eines quartiersübergreifenden Konzeptes im Weiteren außen vor.

Somit kommen grundsätzlich die Optionen einer gebietsbezogenen Grundwassernutzung (Brunnen und/oder Dückerwasser) und eine Versorgung mit Fernwärme in Betracht.

Diese beiden Varianten wurden näher untersucht und im Hinblick auf Kosten, CO<sub>2</sub>-Bilanz, Energiebedarf und sonstigen Rahmenbedingungen miteinander verglichen.

### Kühlung:

Auf Grundlage des oben dargestellten prognostizierten Kältebedarfs von 3.385 MWh/a wurden unterschiedliche Systeme miteinander verglichen:

	Vorteile	Nachteile	Energie / CO <sub>2</sub> (Nachweis Ziffer B.2)
<b>1. Dückerkälte</b>  Nutzung des Wassers aus dem Düker der U-Bahn im Rahmen eines Quartiersweiten Leitungsnetzes mit dezentralen Wärmetauschern	+ niedrige CO <sub>2</sub> -Emissionen + Planung und Betrieb durch SWM möglich + Notwendige Energie kann (teilweise) im Gebiet erzeugt werden (PV)	- Keine tiefen Kaltwassertemperaturen möglich -> Auslegung von großflächigen Wärmetauschern - die Versorgung des kompletten Bedarfs ist nach ersten Vorabschätzungen noch nicht abschließend gesichert.	Endenergiebedarf: 67.699 kWh/a  CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 26 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %
<b>2. Kompression + Rückkühlwerke</b>  Konventionelle Lösung mit Kompressionskältemaschinen und Rückkühlwerken auf den Dächern.	+ bekannte Technik	- hohe CO <sub>2</sub> -Emissionen und Strombedarf - hoher Wartungsaufwand	Endenergiebedarf: 1.128.311 kWh/a  CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 436 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %

<b>3. Kompression + Rückkühlung mit Grundwasser</b>  Wie 2. Jedoch entfällt das Rückkühlwerk. Die Wärme wird an das Grundwasser abgegeben.	+ niedrige CO <sub>2</sub> -Emissionen	- Wartungsaufwand Kältemaschinen - starke Erwärmung des Grundwassers - höhere Fördermenge als bei 1.	Endenergiebedarf: 1.128.311 kWh/a CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 436 t/a (Gute Werte, da hybride Rückkühlung) Möglicher Deckungsgrad: 100 %
<b>4. Grundwasserkühlung</b>  Technik vergleichbar mit 1., jedoch Wasserversorgung über eigene Brunnen.  Mehrere Horizontalbrunnen und Vertikalbrunnen auf dem Bebauungsgebiet versorgen ein kaltes Nahwärmenetz zur Nutzung in Technikzentralen der Gebäude.	+ sehr niedrige CO <sub>2</sub> -Emissionen + Notwendige Energie kann (teilweise) im Gebiet erzeugt werden (PV) + nach GEG: 100% erneuerbare Kälte	- hoher Planungsaufwand - Brunnen auf den Baugrundstücken - Keine tiefen Kaltwassertemperaturen möglich -> Auslegung von großflächigen Wärmetauschern - Mögliche Fördermenge noch nicht exakt bestimmbar*	Endenergiebedarf: 67.699 kWh/a CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 26 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %
<b>4a Grundwasserkühlung mit erneuerbarer Energie</b>  Wie 4. Jedoch Versorgung ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Quellen.	+ rechnerisch nahezu ohne CO <sub>2</sub> -Emissionen möglich	- gering höhere Verbrauchskosten als bei 4. - Siehe 4.	Endenergiebedarf: 67.699 kWh/a CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 0 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %

Tab. 4:  
Übersicht Vor- und Nachteile Kühlsysteme  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

#### Fazit der Betrachtung zur Kälte:

- Die Grundwasserkühlung durch eigene Brunnen und die Dückerkälte aus der U-Bahn verursachen mit sehr großem Abstand die geringsten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

*Anmerkung: Bei der Nutzung von Grundwasser aus Brunnen im Quartier muss zur Vermeidung von Kurzschlüssen über weite Wege überwunden. Auch bei der Doppelnutzung (Heizen und Kühlen in verschiedenen Gebäuden) muss über weite Wege gepumpt werden. Es wurde deshalb bei der Nutzung des Grundwassers aus dem Quartier und der Dückerwassernutzung der identische elektrische Aufwand für Pumpenergie angesetzt.*

- Auf Grund der geringeren zu erwartenden Leitungslängen ist die Grundwasserkühlung mit eigenen Brunnen etwas günstiger im Hinblick auf den Energiebedarf bzw. die CO<sub>2</sub>-Bilanz als die Dückerkälte aus der U-Bahn, soweit diese in ausreichendem Maße auch zur Verfügung steht.

## Wärme:

Auf Grundlage des oben dargestellten prognostizierten Wärmebedarfs für Heizen und Trinkwarmwasser in Summe von 10.411 MWh/a wurden unterschiedliche Systeme miteinander verglichen:

	Vorteile	Nachteile	Energie / CO <sub>2</sub> (Nachweis Ziffer B.2)
<b>1. Fernwärme</b>  Fernwärme für Heizung und 100 % Trinkwarmwasserbereitung	+ einfache Planung + einfache Wartung + geringe CO <sub>2</sub> Emissionen	- Keine Grundwasserkühlung - Abhängigkeit vom Energiemix der Fernwärme - Höhere Leitungsverluste - Keine Genehmigung für Grundwasserföhlung, da ohne Grundwasserwärmepumpen Grundwasser erwärmt wird - Hochtemperaturwärme wird für Niedertemperaturheizung „verbraucht“	Endenergiebedarf: 10.411.421 kWh/a  CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 1.953 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %
<b>2. Grundwasser-Wärmepumpe Niedertemperatur</b>  Erstellung eines Quartiersinternen Grundwassernetzes mit dezentralen Wärmepumpen  In den Nichtwohngebäuden erfolgt die Trinkwarmwasserbereitung dezentral elektrisch  (Diese Variante kann mit nahezu identischen Verbrauchswerten auch über Düker betrieben werden)	+ sehr geringe CO <sub>2</sub> Emissionen + Notwendige Energie kann (teilweise) im Gebiet erzeugt werden (PV) + Verbesserung der thermischen Qualität des Grundwassers + Wärmepumpen können zusammen mit Rückkühlwerk die Grundwasserkühlung ergänzen (falls zu wenig Grundwasser zum kühlen)	- hoher Planungsaufwand - Brunnen auf den Baugrundstücken - Auslegung des Wärmeverteilnetzes auf niedrige Temperaturen - Wartung der Wärmepumpen - Mögliche Fördermenge noch nicht exakt bestimmbar	Endenergiebedarf: 2.894.957 kWh/a  CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 1.117 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %
<b>2a Grundwasser-Wärmepumpe Niedertemperatur mit erneuerbarem Strom</b>  Wie 2. Jedoch Versorgung ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Quellen  In den Nichtwohngebäuden erfolgt die Trinkwarmwasserbereitung dezentral elektrisch	+ rechnerisch nahezu ohne CO <sub>2</sub> Emissionen möglich + siehe 2.	- gering höhere Verbrauchskosten als bei 2. - Siehe 2.	Endenergiebedarf: 2.894.957 kWh/a  CO <sub>2</sub> -Ausstoß: 0 t/a  Möglicher Deckungsgrad: 100 %

Tab. 5:  
Übersicht Vor- und Nachteile Heizsysteme  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

	Grundwasser-Wärmepumpe + Grundwasserkühlung				Fernwärme + Kompressionskälte	
	Nutzenergie	Endenergie	Primärenergie	CO <sub>2</sub> -Emissionen	Endenergie	CO <sub>2</sub> -Emissionen
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	t/a	kWh/a	t/a
Heizwärme	8.246.173	1.649.235	2.968.622	637	8.246.173	1.542
TWW	2.165.248	1.245.722	2.242.300	481	2.165.248	405
Summe Wärme	10.411.421	2.894.957	5.210.922	1.117	10.411.421	1.953
Kühlen	3.384.934	67.699	121.858	26	1.128.311	436
<b>Summe</b>	<b>13.796.355</b>	<b>2.962.656</b>	<b>5.332.780</b>	<b>1.144</b>	<b>11.539.732</b>	<b>2.388</b>

Energieträger	Einheit	2024
Fernwärme	g CO <sub>2</sub> e/kWh	187,6
Strom Bundesmix	g CO <sub>2</sub> e/kWh	386

Tab. 6:  
Variantenvergleich Verbrauchs- und Emissionswerte  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

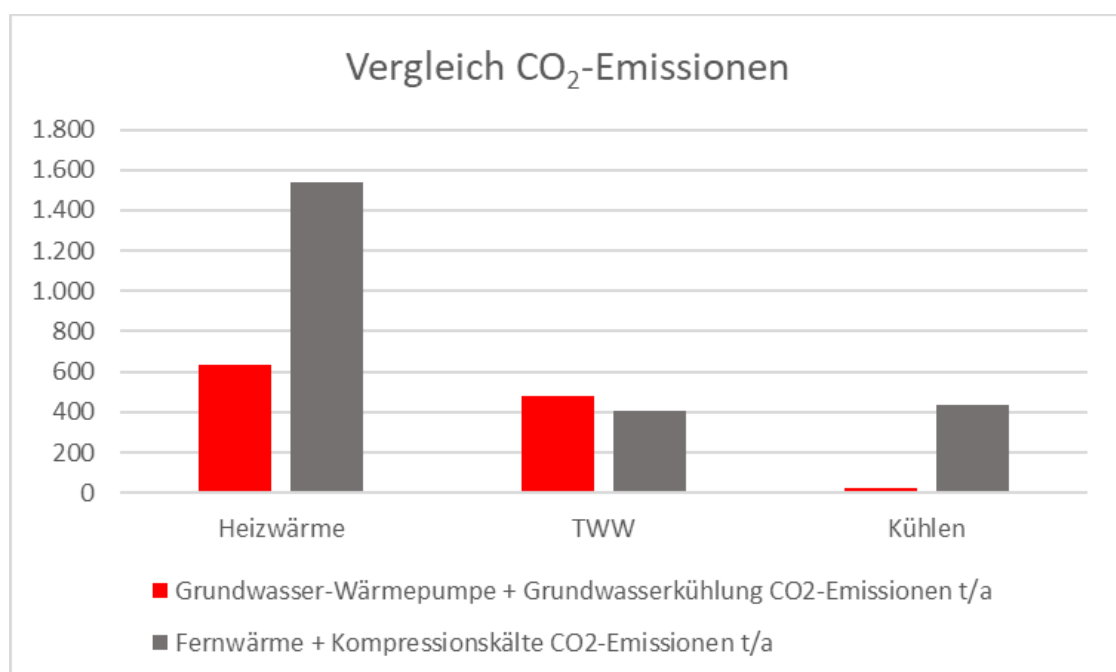


Abb. 5:  
Vergleich CO<sub>2</sub> Emissionen  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Im Hinblick auf Brauchwasser ist ggf. gerade im Bereich von gewerblichen Nutzungen auch eine hybride Lösung mit dezentraler elektrischer Warmwassererzeugung sinnvoll. Somit können in Abwägung mit den Warmwasserbedarfen an den einzelnen Entnahmestellen überproportionale Zirkulations- und Leitungsverluste sowie Leitungsnetze eingespart. Dies kann jedoch auf Ebene eines Angebotsbebauungsplans gerade bei gewerblichen Nutzungen nicht abschließend bewertet werden.

Bei Nichtwohngebäuden wurde bei der Wärmeversorgung mit Grundwasserwärmepumpen aus Effizienzgründen (relativ hohe Zirkulationsverluste) von einer dezentral elektrischen Trinkwarmwasserbereitung ausgegangen. Bei der Versorgung mit Fernwärme wurde hingegen auch bei Nichtwohngebäuden eine zentrale Trinkwarmwasserbereitung angenommen. Hier wurde davon ausgegangen, dass die Fernwärmeversorgung künftig aus der Tiefengeothermie erfolgt, und diese insbesondere im Sommer sonst kaum nutzbar wäre.



## Systemauswahl:

### MU, SO, MK1 (1) und MK1 (2):

Für den Bereich MU, SO, MK1 (1) und MK1 (2) wird ein kaltes Nahwärmenetz mit Grundwasser aufgebaut. Durch dieses werden dezentrale Wärmepumpen zum Heizen sowie Wärmetauscher zum Kühlen in den einzelnen Baugebieten bzw. Gebäuden versorgt. Mit diesem System (Kühlung siehe Variante 4 oder 4a, Wärme siehe Variante 2 oder 2a) kann sowohl die Wärmeversorgung als auch die Kühlung maximal klimafreundlich und mit einer hohen Versorgungssicherheit durchgeführt werden. Alle künftigen (2045) Anforderungen (100 % erneuerbare Wärme) des GEG an das Heiz- und Kühlsystem des neuen GEG werden bereits heute erfüllt.

Entsprechende Probebohrungen wurden bereits durchgeführt. Die Ergiebigkeit der Horizontal und Vertikal-Brunnen lässt ausreichend Kapazitäten für die Versorgung dieser Bereiche erwarten.

In MK1 (1) ist das System beim Heizen schon bei einer hohen Arbeitszahl von über 6 in Betrieb. Im Kühlfall werden SEER (Kältemenge/elektrische Energie für Pumpen) von über 35 gemessen.

Als Primärenergie für dieses System wird Strom benötigt. Dieser soll soweit möglich direkt im Gebiet erzeugt werden (vgl. Ziffer C.4). Darüber hinaus wird angestrebt diesen, über das allgemeine Stromnetz aus erneuerbaren Quellen zu beziehen.

### MK2

MK2 wird heute durch Gas beheizt. Im Rahmen des Aufbaus des obigen kalten Nahwärmenetzes soll perspektivisch die Möglichkeit bestehen, auch dieses Gebäude mit einer geothermischen Wärmepumpenanlage zu versorgen.

### GE1 und 2

GE1 und GE2 werden heute bereits in Teilen durch die Nutzung des Grundwassers mit Wärme und Kälte versorgt. Dies gilt insbesondere für die Kühlung der Bremsenprüfstände, für die Wasser über 3 Brunnen gefördert wird. Abstromseitig sind bereits zwei Schluckbrunnen vorhanden.

In Ergänzung der Nutzung des Grundwassers wird in diesem Bereich heute auf den Energieträger Gas zurückgegriffen. Als redundantes System besteht zudem ein BHKW welches mit Öl betrieben wird.

Perspektivisch soll hier, nach Ablauf der Lebensdauer des aktuellen Systems, der gesamte Heiz- und Kühlbedarf über das Grundwasser abgedeckt werden. Im Sinne einer höheren Versorgungssicherheit und auch zur besseren Abwärmenutzung für das Gesamtquartier ist auch eine Verbindung mit dem neu etablierten kalten Nahwärmenetz im Süden geplant.

Es wird bereits (soweit technisch möglich) eine teilweise Nutzung der Abwärme der Bremsenprüfstände als Wärmequelle für die Wärmeerzeugung durchgeführt. Es ist soweit möglich ein weiterer Ausbau dieses Systems und eine Integration in das Gesamtnetz geplant. Bis dahin wird unter Ausnutzung der bestehenden Haustechnik weiterhin das bestehende Heizkonzept weitergeführt.

Ein konkreter zeitlicher Horizont für die Integration dieser Bereiche in das gesamtheitliche Wärme- und Kälteversorgungsnetz (Grundwasser) kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden, da die Gebäude und die Haustechnik sämtlich relativ neu sind.

Im Hinblick auf die Nutzung der Abwärme der Bremsenprüfstände handelt es sich um eine Absichtserklärung des Betreibers. Wann hier konkret eine entsprechende Umsetzung erfolgt kann aktuell nicht abgeschätzt werden und liegt auch nicht in der Entscheidungssphäre des Planungsbegünstigten.

### GE3

GE 3 wird heute mit dem Energieträger Gas geheizt. Die Kälteerzeugung wird mit konventionellen Kompressionskältemaschinen durchgeführt. Da der Bereich nicht im Eigentum der Planungsbegünstigten steht können keine konkreten Aussagen über das zukünftige Heizkonzept getroffen werden. Eine Anbindung an das kalte Nahwärmenetz erscheint jedoch perspektivisch möglich.

Auch hier können keine Aussagen über einen zeitlichen Horizont einer Einbindung in ein kaltes Nahwärmenetz nicht getroffen werden da die Komplettsanierung der Flächen noch nicht lange her ist und die Flächen nicht im Eigentum des Planungsbegünstigten liegen.

Voraussichtlich kann das gesamte Gebiet durch das Grundwasser mit Wärme und Kälte versorgt werden. Eine endgültige Aussage, kann hier jedoch erst getroffen werden, wenn tatsächlich alle Brunnen abgeteuft wurden und Pumpversuche bei Niedrigwasser durchgeführt wurden.

So die Förderleistung der Brunnen im Planungsgebiet wieder erwarten nicht zur Versorgung des Gesamtgebietes ausreicht, kann ergänzend das Dückerwasser der U-Bahn herangezogen werden.

Darüber hinaus bleibt als Rückfalloption ein Fernwärmeanschluss.

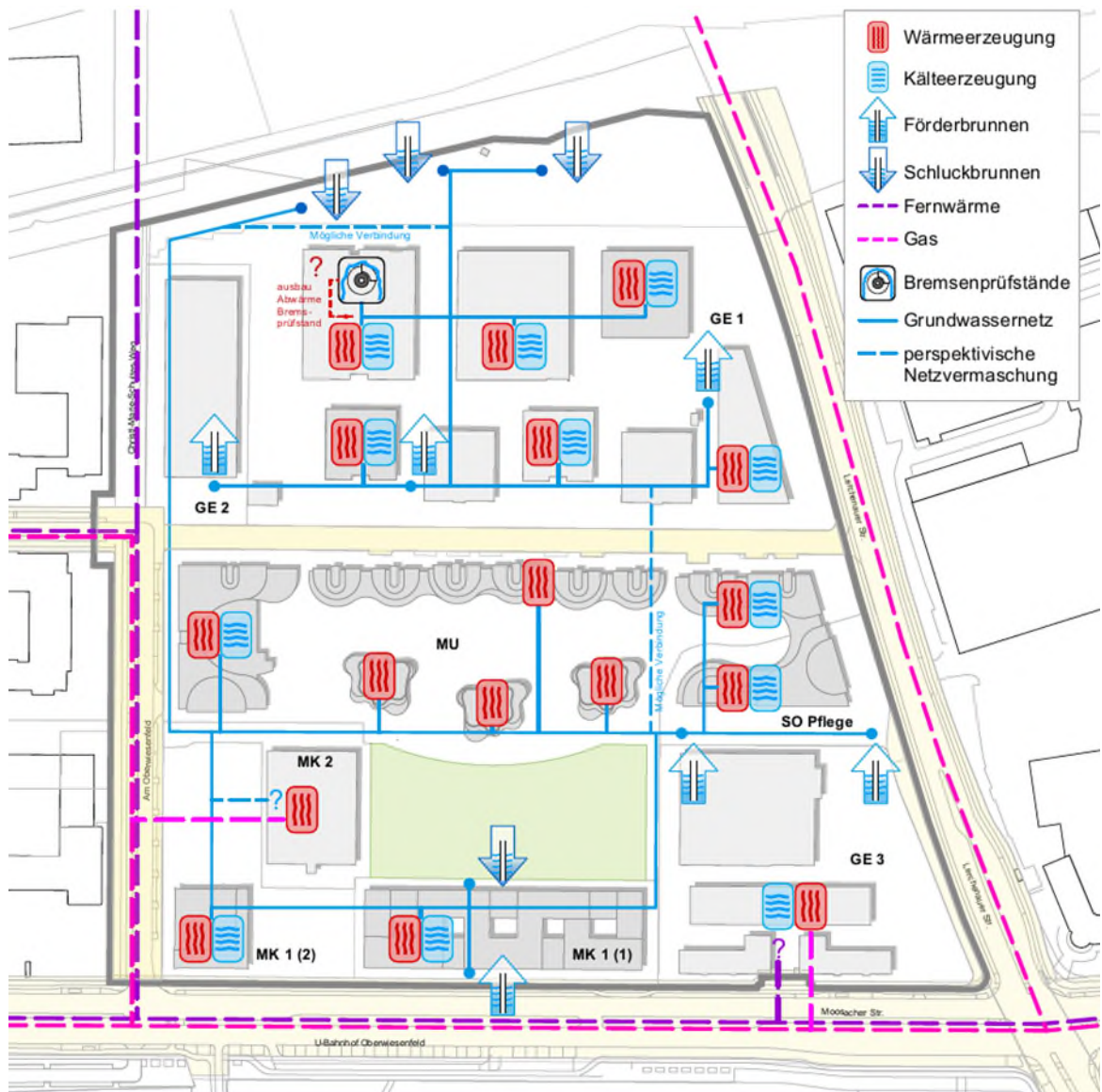


Abb. 6:  
Übersicht Gesamtsystem auf Quartiersebene  
Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner Part GmbH  
mit Ergänzungen von Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

## B.4 Brunnenstandorte

Zur Umsetzung des geplanten kalten Nahwärmenetzes sind Schluck- und Förderbrunnen erforderlich. Die bereits ausgeführten Förder- du Schluckbrunnen sind in Abb. 6 dargestellt. Da es sich um einen Angebotsbebauungsplan handelt und im Nachgang für die Brunnen ein Wasserrechtsverfahren erforderlich ist, sollten Brunnen jedoch im Bebauungsplan auf den gesamten Privatgrundstücken zulässig sein, um eine Ausreichende Flexibilität zu erreichen. Eine Umsetzung des Konzepts ohne Inanspruchnahme der öffentlichen Grünflächen ist möglich.

## C Strom

### C.1 Bedarf zum Heizen/Kühlen/Brauchwasser

Insgesamt ist für die Beheizung, Kühlung und Trinkwarmwasserbereitung des Planungsgebiets entsprechend des oben beschriebenen Konzeptes (siehe Tabelle 3) ein Gesamtbedarf von ca. 3.000.000 kWh/a erforderlich. Dieser verteilt sich wie folgt über das Jahr

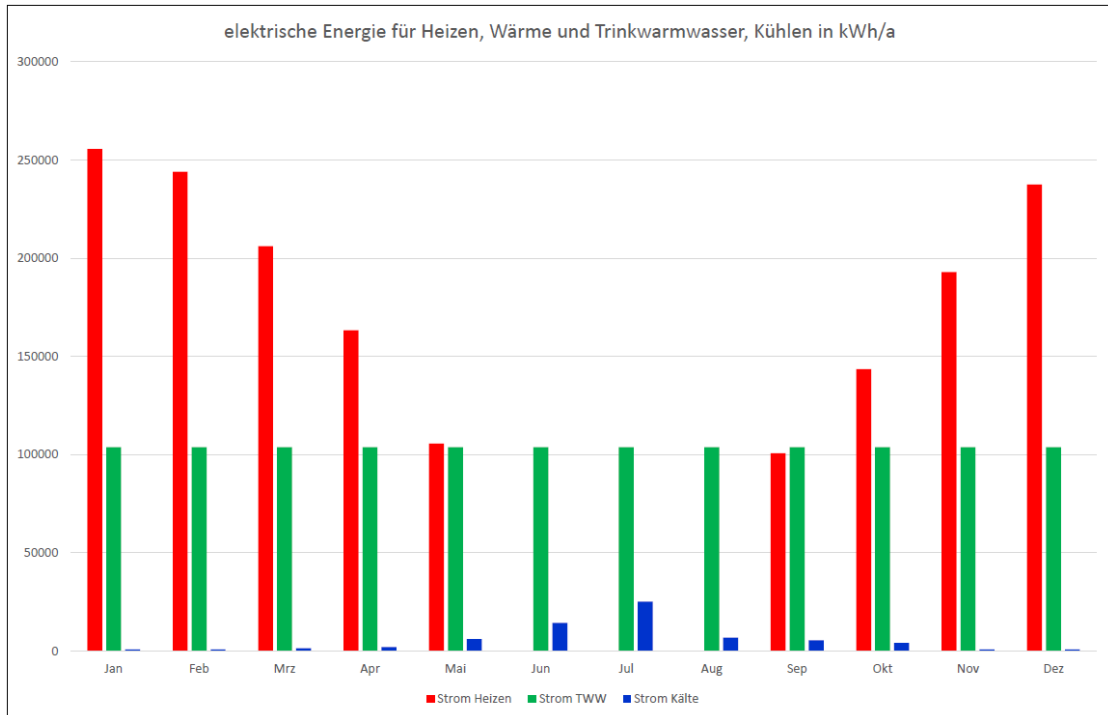


Abb. 7:

Übersicht Energiebedarf für Heizen, Wärme und Trinkwarmwasser, Kühlen in kWh je Monat

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Insgesamt ergeben sich daraus die in den folgenden Graphiken zusammengefasste Kennwerte bezogen auf jeweils ein Jahr:

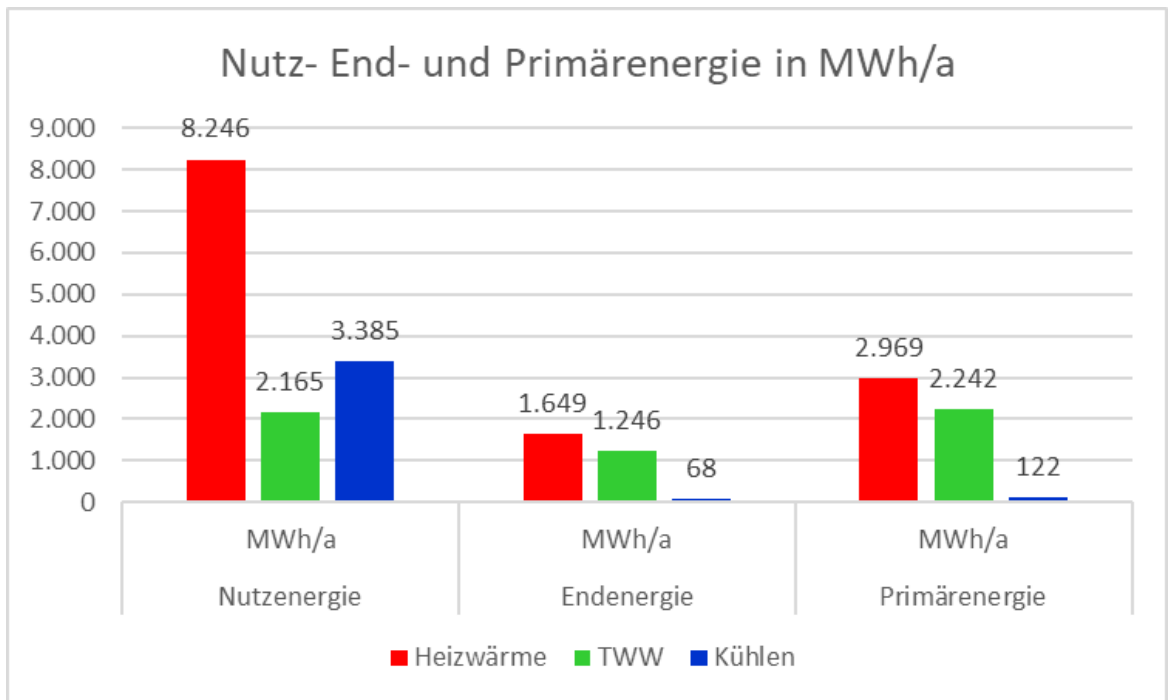


Abb. 8:  
 Übersicht Energiebedarf für Heizen, Wärme und Trinkwarmwasser, Kühlen in MWh je Jahr  
 Quelle: © Ergänzungen von Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

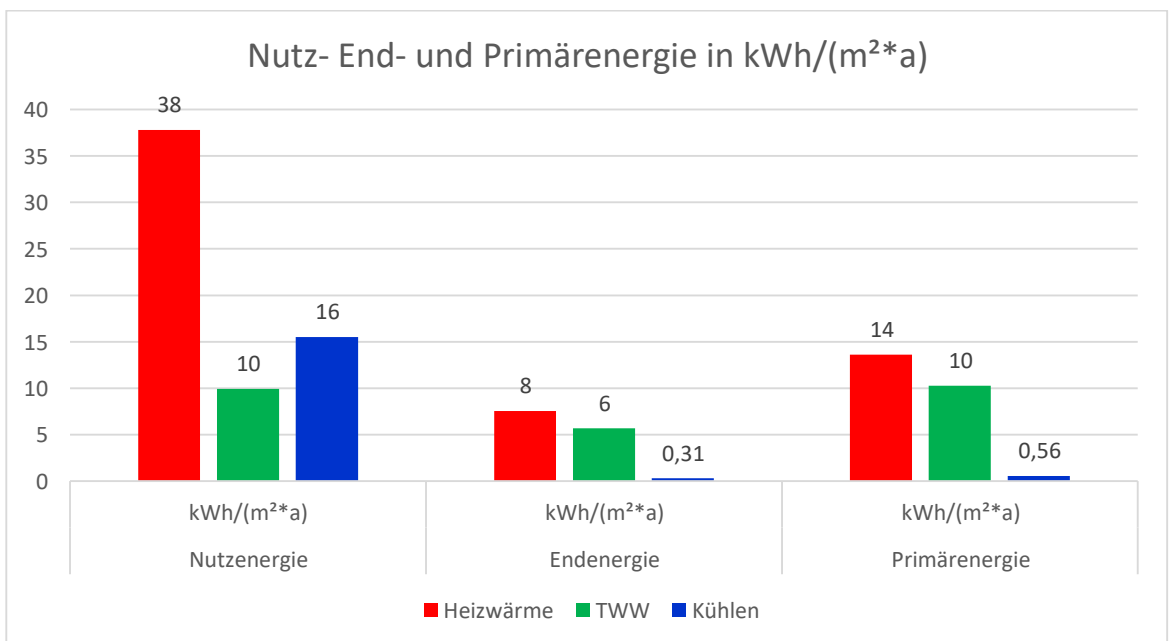


Abb. 9:  
 Übersicht Energiebedarf für Heizen, Wärme und Trinkwarmwasser, Kühlen in kWh je m² im Jahr  
 Quelle: © Ergänzungen von Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

## C.2 Bedarf der Nutzer

Für den Nutzerstrom für die einzelnen Nutzungen wurde mit folgenden Parametern exemplarisch ein Jahresbedarf ermittelt. Dabei wurde für die Gewerbegebiete der Wert für Verwaltungsnutzungen bezogen auf der zulässigen Geschossfläche angenommen. Andere gewerbliche Nutzungen können, insbesondere im Hinblick auf Prozessenergie im Rahmen eines Angebotsbebauungsplan nicht sinnvoll abgebildet werden.

	Geschossfläche	Einwohner/Nutzer bzw. Verkaufsfläche (VF)	Stromverbrauch Nutzer/Einw./VF pro Jahr	Prognostizierter Gesamtverbrauch
<b>MU und SO Gesamt</b>	<b>77.200 m<sup>2</sup></b>			
<i>Wohnen</i>	<i>50.700 m<sup>2</sup></i>	<i>557 WE (1.337 Nutzer)</i>	<i>2.500 kWh/(WE*a)</i>	<i>1.392.500 kWh/a</i>
<i>Seniorenheim</i>	<i>8.100 m<sup>2</sup></i>	<i>162 Nutzer</i>	<i>4.000 kWh/(Nutzer*a)</i>	<i>648.000 kWh/a</i>
<i>Büro</i>	<i>7.400 m<sup>2</sup></i>	<i>250 Nutzer</i>	<i>800 kWh/(Nutzer*a)</i>	<i>200.000 kWh/a</i>
<i>Kita</i>	<i>2.600 m<sup>2</sup></i>	<i>210 Nutzer</i>	<i>20 kWh/(m<sup>2</sup>*a)</i>	<i>52.000 kWh/a</i>
<i>Gewerbe (Einzelhandel etc.)</i>	<i>2.700 m<sup>2</sup></i>	<i>1.600 m<sup>2</sup></i>	<i>200 kWh/(m<sup>2</sup>*a)</i>	<i>320.000 kWh/a</i>
<b>MK 1 (1)</b>	<b>19.500 m<sup>2</sup></b>	<b>650 Nutzer</b>	<b>800 kWh/(Nutzer*a)</b>	<b>520.000 kWh/a</b>
<b>MK 1 (2)</b>	<b>26.380 m<sup>2</sup></b>	<b>880 Nutzer</b>	<b>800 kWh/(Nutzer*a)</b>	<b>704.000 kWh/a</b>
<b>MK 2</b>	<b>7.400 m<sup>2</sup></b>	<b>250 Nutzer</b>	<b>800 kWh/(Nutzer*a)</b>	<b>200.000 kWh/a</b>
<b>GE 1 (Büro)</b>	<b>70.000 m<sup>2</sup></b>	<b>1.400 Nutzer</b>	<b>800 kWh/(Nutzer*a)</b>	<b>1.120.000 kWh/a</b>
<b>GE 2 Parkhaus</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>GE 3</b>	<b>23.400 m<sup>2</sup></b>	<b>470 Nutzer</b>	<b>200 kWh/(m<sup>2</sup>*a)</b>	<b>4.680.000 kWh/a</b>
<b>Gesamt:</b>	<b>218.180 m<sup>2</sup></b>			<b>9.836.500 kWh/a</b>

Tab. 7:

### Übersicht Nutzerstrom

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

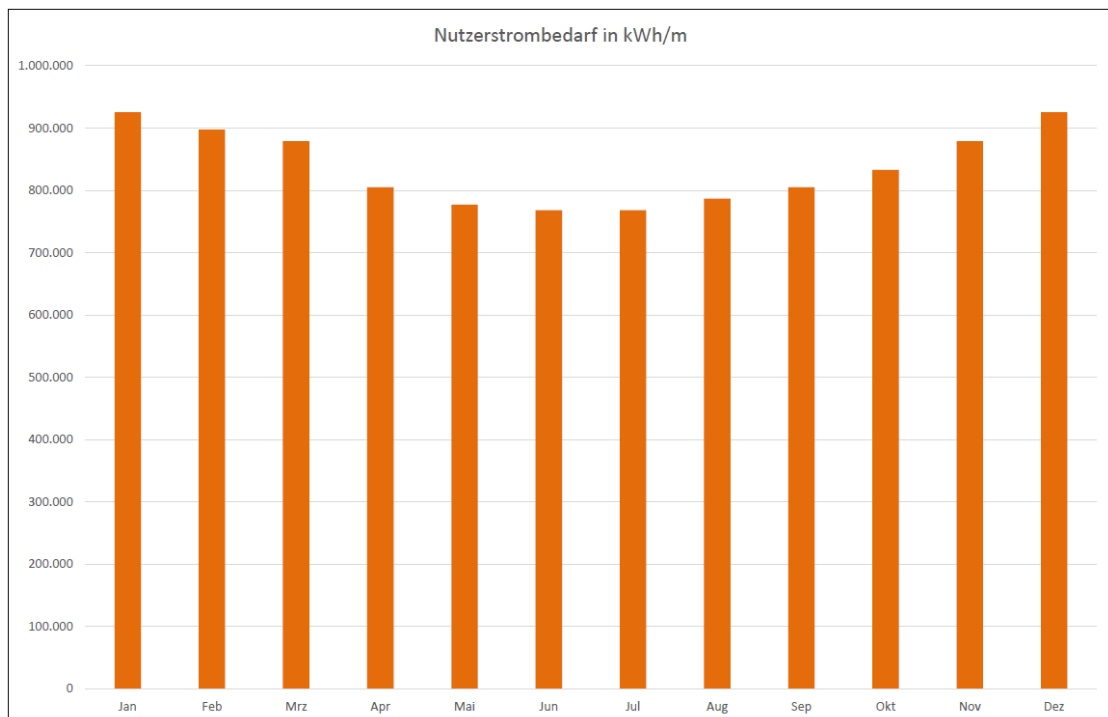


Abb. 10:

### Übersicht Nutzerstrombedarf in kWh je Monat

Quelle: © Ergänzungen von Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

### C.3 Mobilität

Grundsätzliches Ziel muss auch im Sinne des Energiekonzepts eine Minimierung des motorisierten Individualverkehrs und eine Orientierung hin zum Umweltverbund sein. Der Standort bietet hier durch seine Lage optimale Voraussetzungen. Um diese Minimierung zu erreichen, liegt für den Bebauungsplan bereits ein Mobilitätskonzept vor.

#### E-Mobilität

Im Gebiet ist, soweit dies auf Ebene eines Angebotsbebauungsplans, insbesondere im Rahmen der Gewerbegebiete bestimmbar ist, mit folgenden Anzahlen von Stellplätzen zu rechnen. Dabei wurden insbesondere die Festsetzungen des Bebauungsplans zu den zulässigen Stellplätzen (Mobilitätsfaktor MU und SO, Stellplatzbeschränkung MK und GE) berücksichtigt. Perspektivisch wird davon ausgegangen, dass ca. 50 % der Stellplätze mit Ladeinfrastruktur ausgestattet werden. Laut der Studie „Mobilität in Deutschland“ beträgt die tägliche Fahrleistung von Autos in Metropolen ca. 14 km/Tag und in Kleinstädten 26 km/Tag. Daher wird zur Mitberücksichtigung von Pendlerströmen von einer täglichen Fahrleistung von 20 km ausgegangen. Der Strombedarf je gefahrenem 100 Km wird mit 20 kWh angesetzt, um auch die zunehmend genutzten schweren SUV's etc. abzudecken. Daraus resultiert ein täglicher Gesamtstrombedarf des Quartiers für E-Mobilität von 400.000 kWh.

	Anzahl Stellplätze	Stellplätze mit Ladeinfrastruktur
MU und SO	360	90
GE 1, GE 2 und MK 2	639	100
GE 3	150	20
MK 1 (1) und MK 1 (2)	310	80
<b>Gesamt:</b>	<b>1.459</b>	<b>290</b>

Tab. 8:

#### Übersicht Stellplätze

Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner PartGmbB

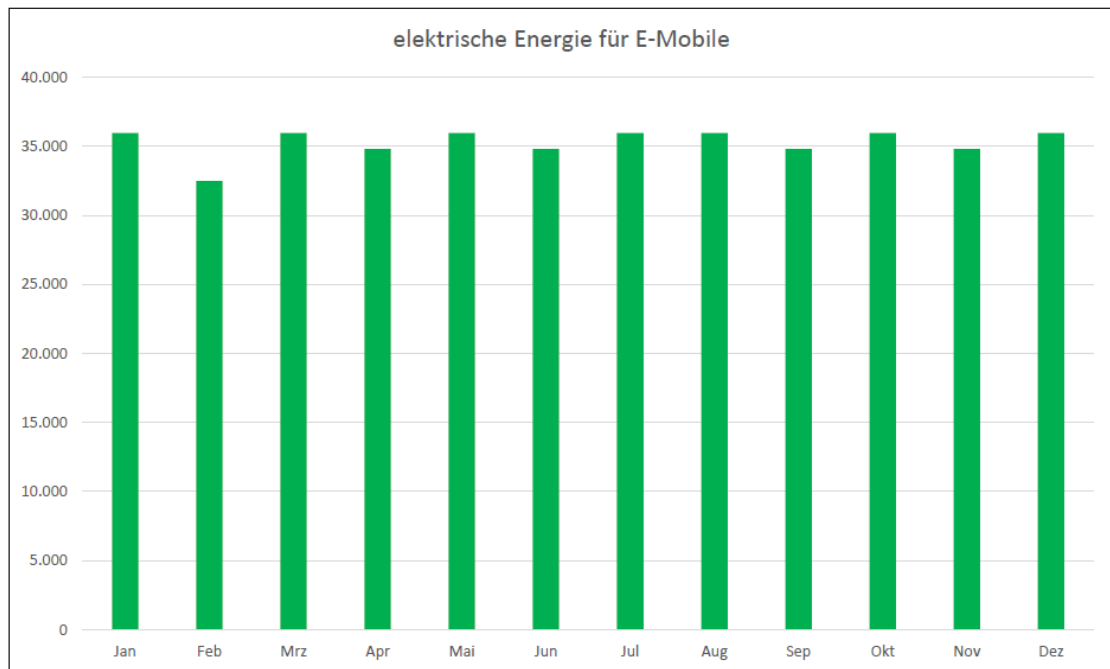


Abb. 11:  
Übersicht Energiebedarf für E-Mobile in kWh  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Ziel ist es die Elektrofahrzeuge vorrangig mit Strom aus Photovoltaikanlagen im Bebauungsplanumgriff zu versorgen. Um gerade zu Spitzenzeiten die Netzinfrastruktur nicht zu stark zu beanspruchen, ist ein Lastmanagement unabdingbar, welches auch die Eigenstromnutzung optimieren kann. Gleichzeitig müssen ausreichend Trafokapazitäten zum angemessenen Betrieb der Ladeinfrastruktur zur Verfügung stehen.

## C.4 Stromerzeugung

Für nachhaltige Stromerzeugung direkt im Planungsgebiet kommt in relevantem Umfang nur Photovoltaik infrage.

### Photovoltaik auf Dächern

Insbesondere im Bereich des Urbanen Gebiets (MU) und des Sondergebiets (SO), aber auch in den Kerngebieten (MK1 (1)) stehen Photovoltaik-Flachdachanlagen in Konkurrenz mit anderen Dachnutzungen wie z.B. Dachgärten. Wegen der hohen Dichte im MU und SO ist es erforderlich viele Dachflächen als Gemeinschaftsdachgärten auszuweisen. Darüber hinaus ergeben sich durch die vorgesehene Gebäudestruktur teilweise relativ kleine Dachflächen direkt an Wohnungen. Auch diese eignen sich nur bedingt für die Anordnung von Photovoltaikpanelen.

Auch für Mitarbeiter sind entsprechende, wenn auch wesentlich kleinere Freiflächen erforderlich. Auch diese sind zum Teil auf Dachflächen vorgesehen und führen auch in den Kerngebieten zu einer Reduzierung verfügbaren Dachflächen für Photovoltaik. Zusätzlich sind hier technische Dachaufbauten auf den Dächern relevant. Diese nehmen insbesondere in den Gewerbegebieten bzw. beim Hochhaus große Flächen ein. In MK 2 und GE 3 befinden sich denkmalgeschützte Gebäude mit Satteldächern. Auf diesen sind voraussichtlich keine PV-Anlagen möglich. Im Rahmen der Ermittlung des PV-Potenzials wurde davon ausgegangen, dass ca. 70% der jeweiligen zur Verfügung stehenden Dachfläche mit PV-Modulen belegt werden können. Dies ergibt sich zum einen durch den notwendigen Abstand der Paneele untereinander (Eigenverschattung) sowie zu den Dachrändern, zum anderen aus notwendigen Dachaufbauten (Überdachführung von Entwässerungssträngen etc.).



## Fassadenphotovoltaikanlagen

Im MU und SO sind auf den Südfassaden jeweils Photovoltaikanlagen vorgesehen. Auch wenn hier aufgrund der hohen Anzahl von notwendigen Fenstern nur ein geringer Anteil realistisch ist. Im Inneren des Hofes sowie an den Ost und West Fassaden erscheint aufgrund von Verschattung eine Realisierung von Photovoltaikanlagen nicht effizient.

In den übrigen Baugebieten bestehen die Gebäude bereits weitgehend bzw. sind in Bau. Hier ist somit mittelfristig mit keiner Installation von großflächigen Solaranlagen an den Fassaden zu rechnen. Das Hochhaus in MK1 stellt hier ein Sonderfall dar. Dieses ist zwar noch nicht in Bau, jedoch gab es einen Hochbau-Wettbewerb. Der zur Umsetzung vorgesehene Entwurf sieht einen relativ hohen Fensteranteil und keine Photovoltaik vor. Somit ist auch hier nicht mit Fassadenphotovoltaik zu rechnen.

Dem folgend wurde hier im Rahmen des Energiekonzeptes abgesehen vom MU keine Fassadenfotovoltaik vorgesehen.



Abb. 12:  
Übersicht Photovoltaik Anlagen.

Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner Part GmbH

	Verfügbare Fläche	Panelfläche	Spez. Ertrag	Voraussichtlicher PV-Ertrag pro Jahr
MU und SO	2.900 m <sup>2</sup>	2.120 m <sup>2</sup>	200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	424.000 kWh/a
MU und SO Fassade	0 m <sup>2</sup>	300 m <sup>2</sup>	120 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	36.000 kWh/a
GE 1 und 2	7.500 m <sup>2</sup>	5.250 m <sup>2</sup>	200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	1.050.000 kWh/a
GE 3	2.400 m <sup>2</sup>	1.680 m <sup>2</sup>	200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	336.000 kWh/a
MK 1 (1)	850 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>	200 kWh/(m <sup>2</sup> *a)	120.000 kWh/a
MK 1 (2)	-	-	-	-
<b>Gesamt:</b>	<b>13.650</b>	<b>9.950 m<sup>2</sup></b>		<b>1.966.000 kWh/a</b>

Tab. 9:  
Übersicht prognostizierter jährlicher Ertrag aus Photovoltaik  
Quelle: © Ergänzungen von Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

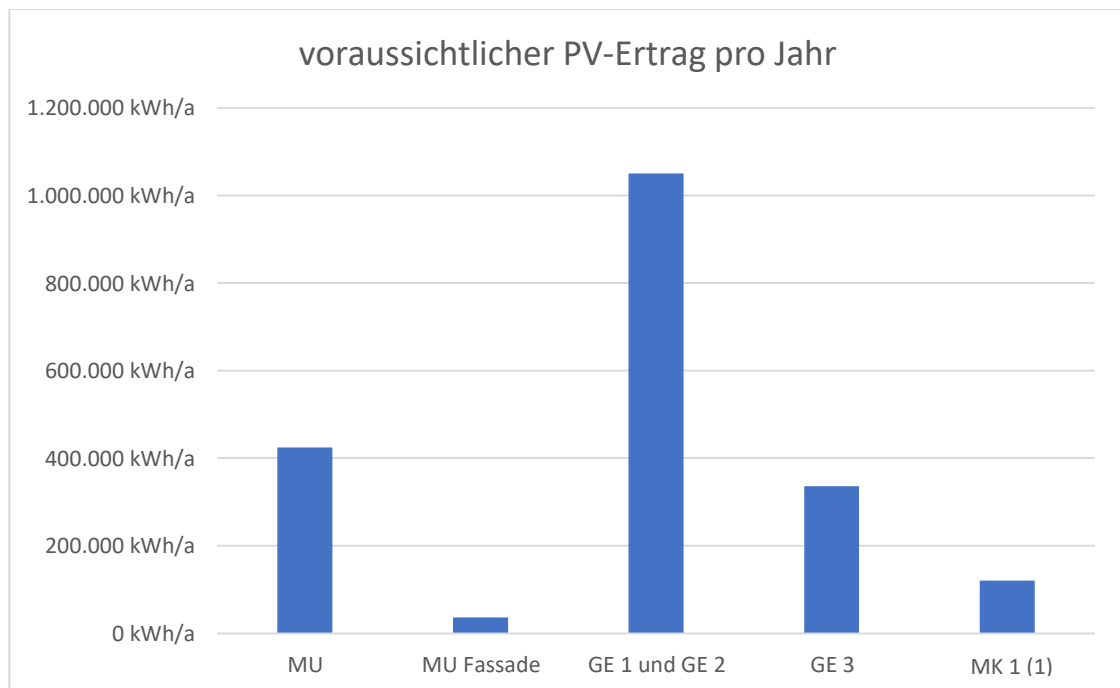


Abb. 13:  
Übersicht voraussichtlicher PV-Ertrag pro Jahr.  
Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Der hier prognostizierte Ertrag ist das, in der aktuellen Planungsphase, maximal zur Verfügung stehende Potenzial. Bei der konkreten Gebäudeplanung sollten überprüft werden, ob dies zum Beispiel durch zusätzliche Solaranlagen an den Fassaden, an den Einhausungen von Technik auf den Dächern oder in Kombination mit Pergolen im Bereich der Dachgärten erhöht werden kann.

### Anderweitige Stromerzeugung

Anderweitige sinnvolle Möglichkeiten zur Stromerzeugung im Gebiet sind, wenn überhaupt nur unter Nutzung von Abwärme oder Ähnlichem aus Produktionsprozessen etc. in den Gewerbegebieten denkbar. Dies kann jedoch auf Ebene der Bauleitplanung nicht abgeschätzt werden. Auch ist damit zu rechnen, dass derartige Kapazitäten dann direkt gewerbeintern genutzt werden. Dem folgend wird dies im hier vorliegenden Konzept nicht weiter beleuchtet.

## Speicherung

Um ein Ungleichgewicht zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung, insbesondere im Tagesverlauf ausgleichen zu können, bieten sich Batteriespeicher an. In den Gewerbegebieten kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abgeschätzt werden, ob diese überhaupt sinnvoll und notwendig sind, oder ob hier gerade in der Tageszeit auch entsprechende Verbräuche vorliegen um den Strom ohne Zwischenspeicherung zu nutzen. Auch im Urbanen Gebiet, dem Sondergebiet und den Kerngebiet erscheint eine Speicherung zu hinterfragen. Durch die zu erwartenden Stromverbräuche aus Elektromobilität, Nutzerstrom sowie Heizung, Kühlung und Lüftung können die zur Verfügung stehenden Strommengen voraussichtlich direkt im Gebiet abgenommen werden. Dies ergibt sich insbesondere aus der gemischten Nutzung des Quartiers, welche auch Tagsüber eine hohe Nutzungsdichte erwarten lässt.

In diesem Kontext sind Speicher, wenn überhaupt kleinteilig in den Einzelgebäuden sinnvoll. Dies ergibt sich aus dem konkreten Konzept auf Ebene des Hochbaus. Aufgrund der begrenzten räumlichen Größe von Speichern bedarf dies jedoch keiner speziellen Vorkehrungen auf Ebene der Bauleitplanung.

## C.5 Gesamtbedarf und Abgleich mit Erzeugung

Die nachfolgende Grafik fasst die oben ermittelten Strombedarfe zusammen und stellt diese den möglichen Erzeugungskapazitäten gegenüber.

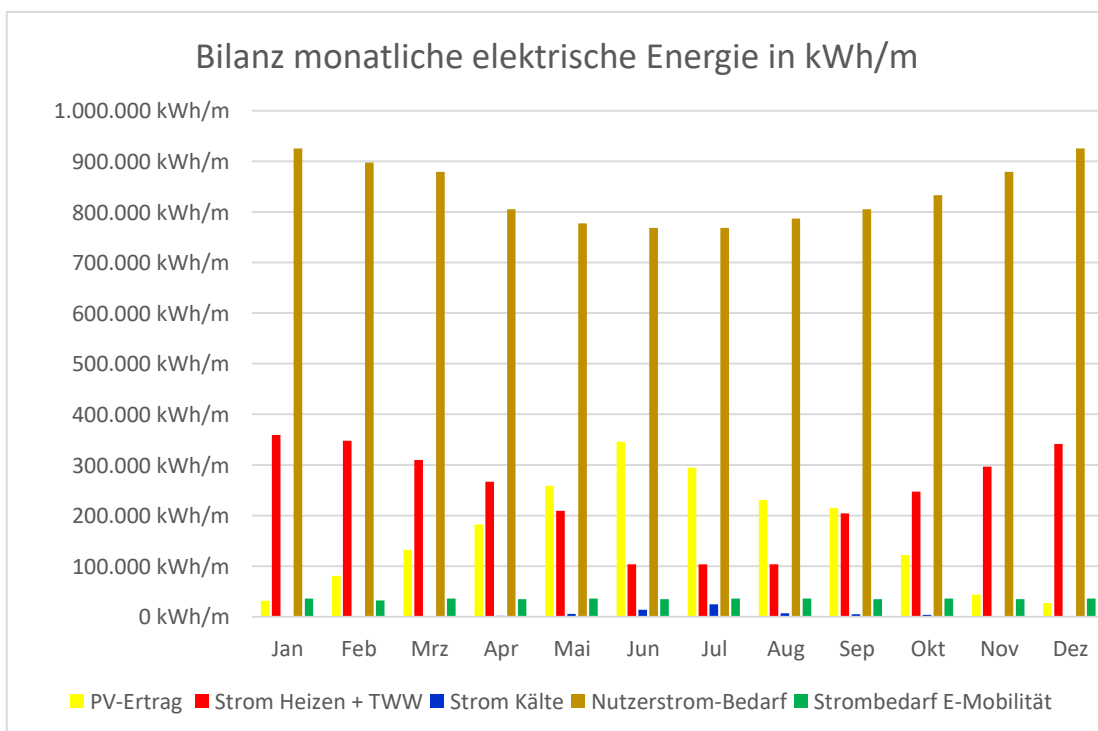


Abb. 14: Bilanz monatliche elektrische Energie in kWh/Monat

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Somit zeigt sich, dass nur ca. 11 % des Gesamtstrom- bzw. Energiebedarfs des Quartiers (ohne Prozessenergie) von ca. 13.236.500 kWh im Jahr direkt im Quartier erzeugt werden kann. Der übrige Energiebedarf wird aus dem örtlichen Stromnetz bezogen. Dabei sollte ein möglichst hoher Deckungsgrad aus erneuerbaren Quellen angestrebt werden. Unter der Voraussetzung, dass genügend Grundwasser gefördert werden kann, wird das Ziel eines CO<sub>2</sub>-freien Quartiers erreicht werden können. Jedoch ist aufgrund der intensiven Nutzung und hohen baulichen Dichte das Ziel eines vollkommen energieautarken Quartiers nicht sinnvoll zu erreichen. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten erscheint die einzige in relevantem Umfang nutzbare Energiequelle die Sonnenenergie. Durch die gerade im MK, MU und SO Pflege vorhanden,

relativ hohen Gebäudehöhen ergeben sich jedoch in Relation zur Geschossfläche relativ kleine Dachflächen zur Aufstellung von PV-Modulen. Hinzu kommen hier Flächenkonkurrenzen im Zusammenhang mit Dachgärten. Auch die Fassaden bieten aufgrund der Dichte, der damit verbundenen Eigenverschattung und dem nutzungsbedingt hohen Fensteranteil nur geringe Potenziale.

## D CO<sub>2</sub> Bilanz

Durch das gewählte Konzept für Heizung und Kühlung mit der Nutzung des Grundwassers kann, einen langfristigen, gebietsübergreifenden Ausbau erneuerbarer Stromerzeugung vorausgesetzt bezogen auf den Betrieb ein sehr geringer CO<sub>2</sub> Ausstoß erreicht werden. Unter Bezug des von außen notwendigen Stroms aus erneuerbaren Quellen, ist hier rechnerisch CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Betrieb gänzlich vermeidbar.

	Jährlicher Strombedarf von außen (nach Abzug im Gebiet erzeugten Stroms)	Jährlicher CO <sub>2</sub> Ausstoß in Tonnen unter Berücksichtigung des heutigen Strommixes	Jährlicher CO <sub>2</sub> Ausstoß in Tonnen unter Berücksichtigung von Strom ausschließlich aus erneuerbaren Quellen
GE1 und GE2	825.928 kWh/a	319 t/a	0 t/a
GE3	4.747.735 kWh/a	1.833 t/a	0 t/a
MK 1 (1), MK 1 (2) und MK 2	2.281.771 kWh/a	881 t/a	0 t/a
MU und SO	3.447.227 kWh/a	1.331 t/a	0 t/a
<b>Gesamt:</b>	<b>11.302.661 kWh/a</b>	<b>4.363 t/a</b>	<b>0 t/a</b>

spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen 2024 (Vorgabe RKU)

386 g/kWh

spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen EE ohne Vorketten

0 g/kWh

Tab. 10:

Übersicht prognostizierter jährlicher CO<sub>2</sub> Ausstoß

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Im folgenden sind die CO<sub>2</sub> Emissionen vor dem Hintergrund des heutigen Strommixes bezogen auf unterschiedliche Kenngrößen (Nutzer, Fläche, Gesamt) dargestellt.

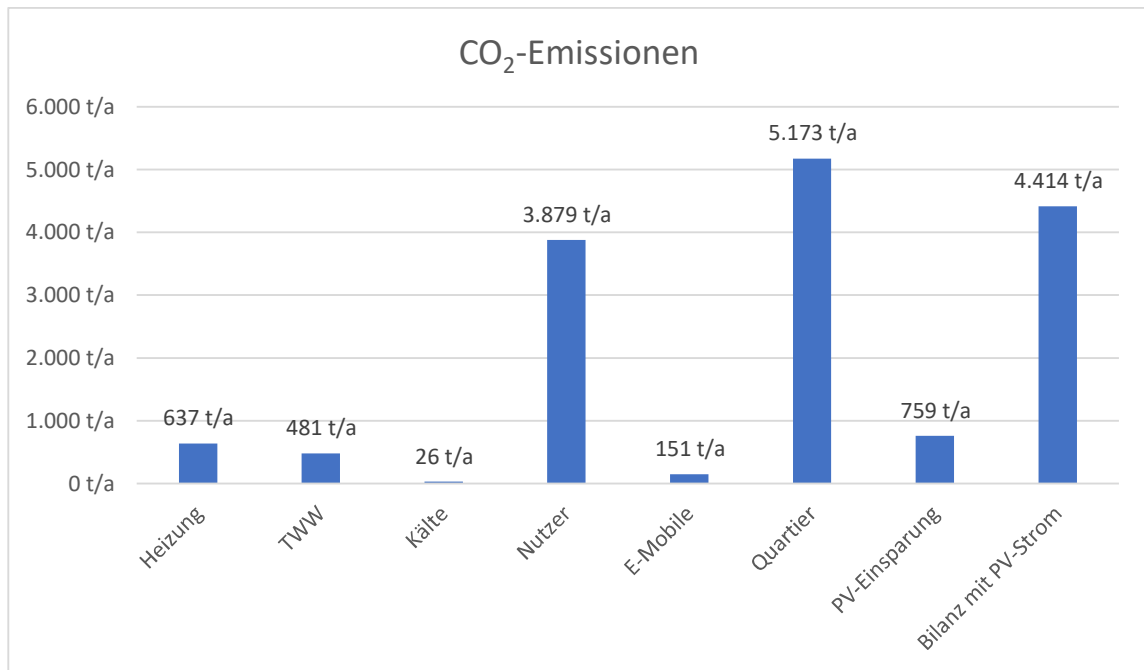


Abb. 15: Bilanz CO<sub>2</sub> Emissionen Gesamtquartier in Tonnen pro Jahr

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

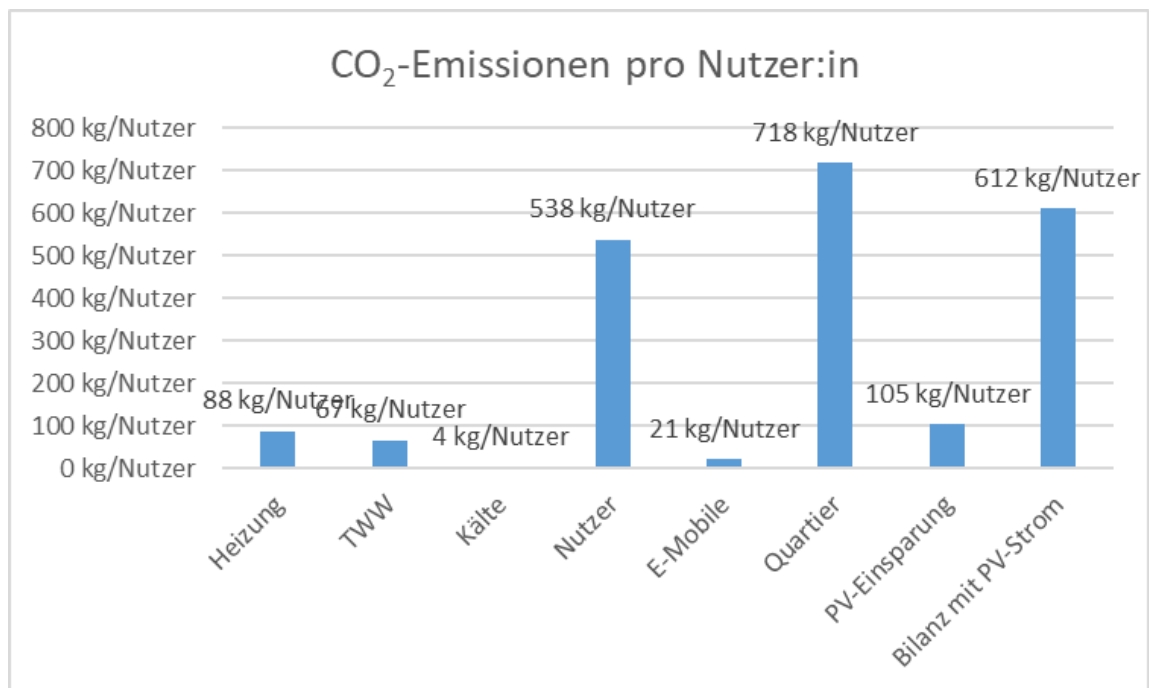


Abb. 16: Bilanz CO<sub>2</sub> Emissionen bezogen auf den einzelnen Nutzer im Jahr

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

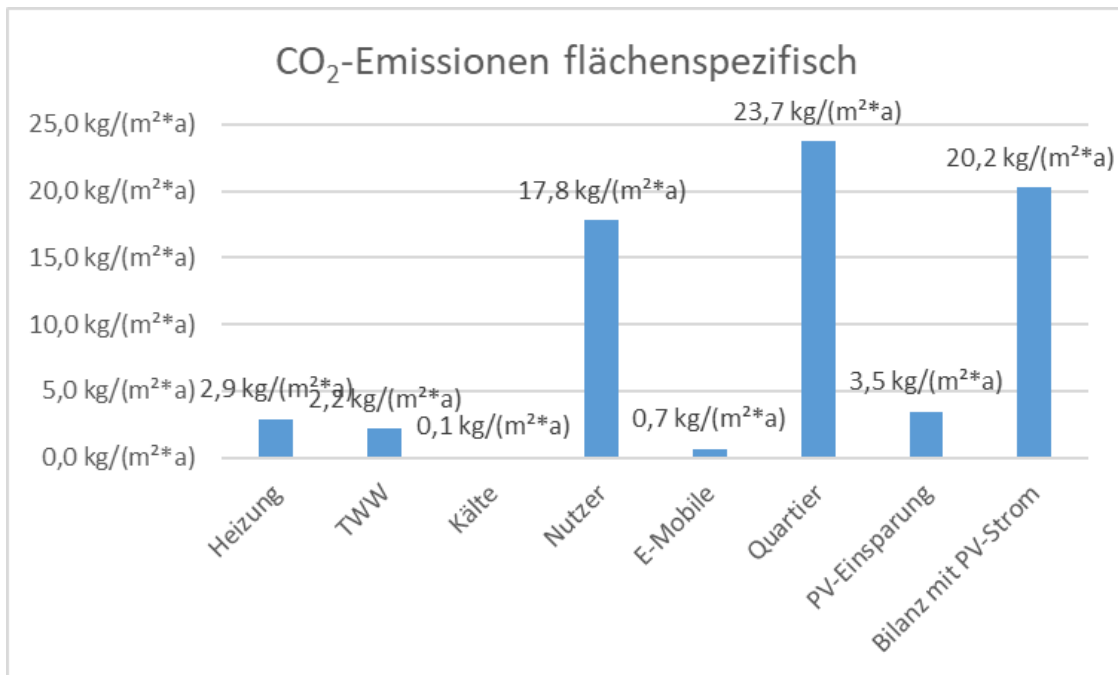


Abb. 17: Bilanz CO<sub>2</sub> Emissionen bezogen auf m<sup>2</sup> im Jahr

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

Durch gesetzliche Vorgaben ist damit zu rechnen, dass der Strommix in Deutschland sich hin zu mehr erneuerbaren bzw. Treibhausgasneutralen Energien verändert. Diesem Pfad folgend ergibt sich bis zum Jahr 2050 auch bei Bezug der notwendigen Energie aus dem Stromnetz mit dem Standard Strommix eine vollständige Treibhausgasneutralität.

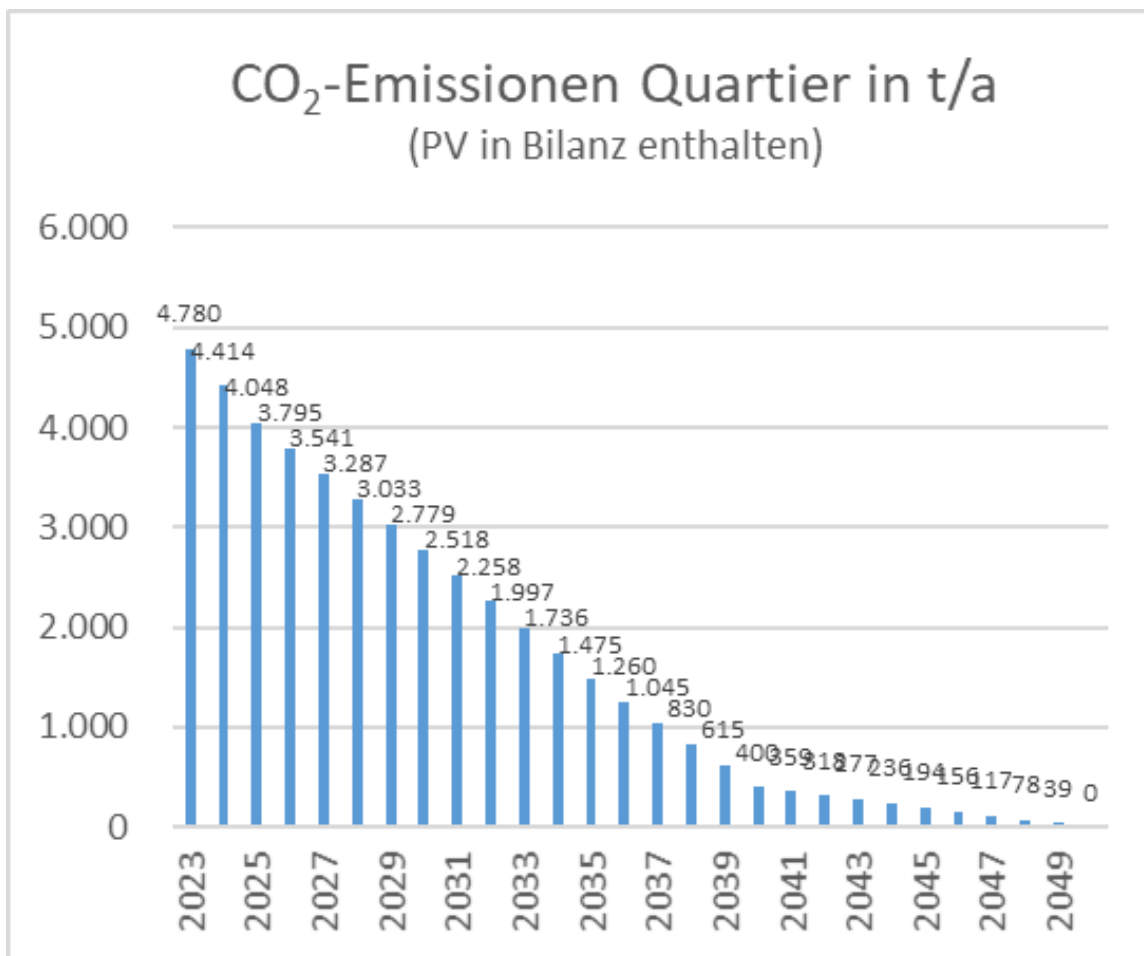


Abb. 18: Veränderung der CO<sub>2</sub> Emissionen durch Veränderung des Strommix

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
CO <sub>2</sub> -Emissionen Quartier (PV in Bilanz) in t/a	1.260	1.045	830	615	400	359	318	277	236	194	156	117	78	39	0

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
CO <sub>2</sub> -Emissionen Quartier (PV in Bilanz) in t/a	4.780	4.414	4.048	3.795	3.541	3.287	3.033	2.779	2.518	2.258	1.997	1.736	1.475	1.260

Tab. 11:

Veränderung der CO<sub>2</sub> Emissionen durch Veränderung des Strommix

Quelle: © Ing.-Büro Prof. Dipl.-Ing. W. Schenk

## E Passive Maßnahmen

Neben den kontinuierlichen Energieverbräuchen aus dem Betrieb hat die für den Bau und den Unterhalt der Gebäude notwendige Energie wesentlichen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz des Quartiers.

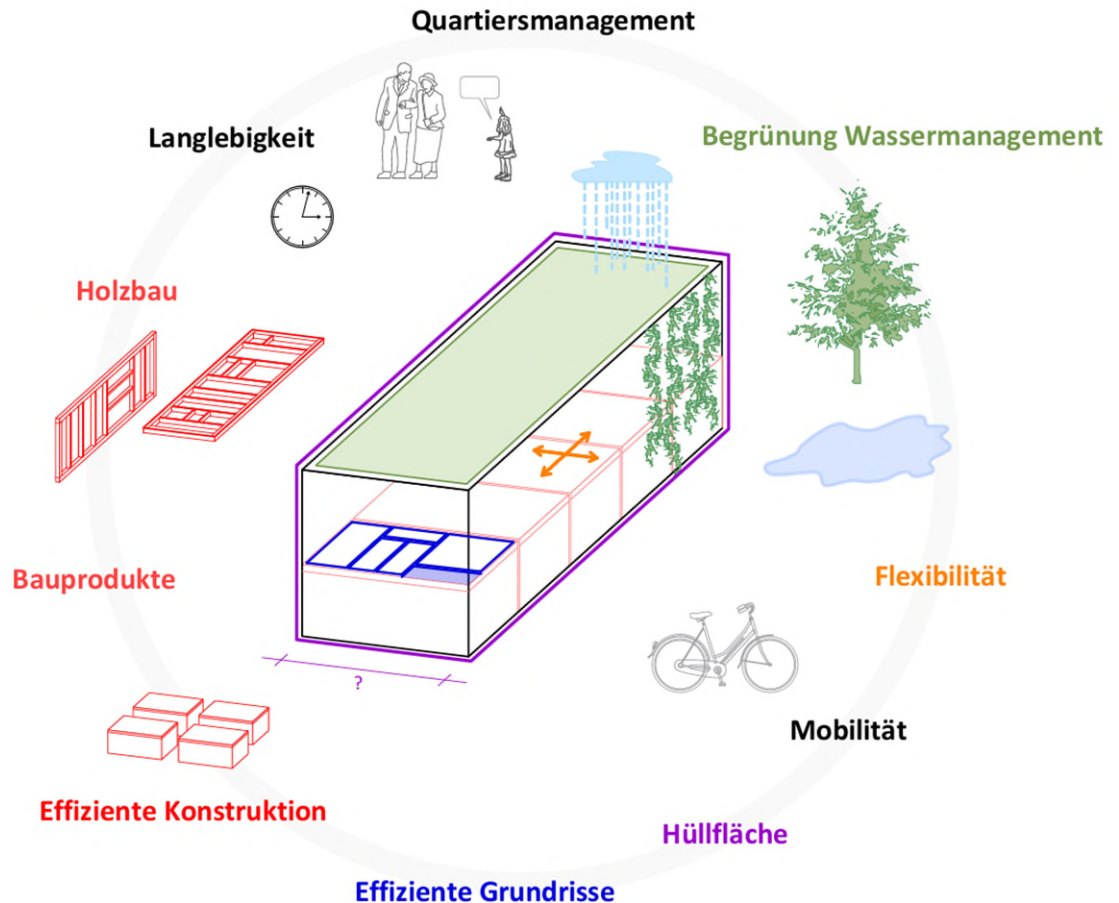


Abb. 19:  
Übersicht passive Maßnahmen  
Quelle: © Wüstinger Rickert Architekten und Stadtplaner PartGmbH

Für die bereits bestehenden Gebäude bedeutet dies, diese möglichst lange weiter zu nutzen und ggf. in neue Nutzungs- oder Bebauungskonzepte zu integrieren.

Im Hinblick auf den oben beschriebenen kontinuierlichen Verbrauch ist zu prüfen, inwieweit diese Gebäude im Hinblick auf die Reduzierung des Bedarf an Betriebsenergie ertüchtigt werden können.

Im Hinblick auf Neubauvorhaben sollten folgende Rahmenbedingungen angestrebt werden, um den Energiebedarf möglichst gering zu halten.



### **Effiziente Grundrisse**

Es gilt bezogen auf die jeweilige Nutzfläche möglichst wenig Ressourcen einzusetzen. Dies kann durch möglichst effiziente Auslegung der einzelnen Nutzungen erfolgen. So sollten Wohnungen oder Büros so gestaltet werden, dass eine hohe Wohnqualität bzw. eine angemessene Büronutzung mit möglichst wenig Fläche möglich ist. Auf Gebäudeebene kann eine Effizienz durch möglichst geringe Erschließungsflächen für die einzelnen Nutzungseinheiten erfolgen. Voraussetzung hierfür ist ein entsprechender Zuschnitt der Bauräume.

### **Hüllfläche:**

Auch im Hinblick auf die Herstellungsenergie ist potenziell ein möglichst geringe Fassadenfläche von Vorteil. Dies betrifft insbesondere auch den Wartungs- bzw. Sanierungsaufwand und deckt sich mit den Ausführungen zum A/V Verhältnis im Rahmen der Ausführungen zum Heizbedarf.

### **Effiziente Konstruktionen:**

Es ist auf eine möglichst effiziente Konstruktion mit einer durchlaufenden Lastabtragung etc. zu achten.

### **Holzbau**

Holzbau kann, je nach Rahmenbedingungen gegenüber einer konventionellen Bauweise im Hinblick auf die für die Herstellung (und den Rückbau) notwendige Energie und der CO<sub>2</sub>-Speicherung im Holz wesentliche Vorteile bieten. Im Planungsgebiet ist aufgrund der Nähe zu U-Bahn und Bahnlinie und den vielerorts großen Gebäudehöhen im Detail auf Ebene des Hochbaus zu prüfen, ob eine entsprechende Konstruktion in Frage kommt. Dies gilt aufgrund der sehr differenten Anforderungen potenzieller Nutzungen auch für gewerbliche Gebäude im Planungsgebiet.

### **Langlebigkeit**

Es sollten möglichst langlebige Produkte und Konstruktionen verwendet werden, um Reparatur und Ersatz zu minimieren. Dies gilt insbesondere für die wartungsintensiven Fassaden und Dächer. Dem folgend wird bei Neubau ein Verzicht auf Wärmedämmverbundsystemfassaden zu Gunsten von langlebigen Materialien wie Naturstein oder Keramikelementen angestrebt.

### **Bauprodukte**

Es sollten nur Bauprodukte verwendet werden, welche aus entsprechend nachhaltigen Quellen bezogen werden können und nicht zu einer Vernichtung von Klimasenken oder Ähnliches beitragen (Verzicht auf Tropenhölzer, Anforderungen an die verwendeten Hölzer etc.).

### **Flexibilität**

Bezogen auf den Gesamtlebenszyklus der Gebäude ist, insbesondere im Bereich von Büros, auf eine möglichst große Flexibilität zu achten um ggf. mehrfache Nutzungsänderungen ohne erhebliche Umbauarbeiten und ohne einen Abbruch des Gebäudes zu ermöglichen.

### **Mobilitätskonzept**

Im Rahmen eines Mobilitätskonzeptes kann eine Veränderung des Modalsplits zu Gunsten des Umweltverbundes erreicht werden. Dies wird durch die Entwicklung als Quartier der kurzen Wege (Nahversorgung, Erholungsflächen, Wohnen und Arbeiten etc.) unterstützt. Somit kann eine Reduzierung der Stellplatzzahl erfolgen. Eine Stellplatzmanagement und somit die Effizientere Nutzung der Stellplätze der unterschiedlichen Nutzungen verstärkt dieser Effekt.

Die Anlage von Stellplätzen, insbesondere in Tiefgaragen bedingt immense Aufwendungen an Energie durch den Einsatz von großen Mengen Beton. Somit stellt schon der Verzicht auf Stellplätze eine enorme Einsparung an Energie da. Weitere Energieeinsparungen ergeben sich durch die Nutzung Klimafreundlicherer Mobilitätsformen im Sinne des Umweltverbundes.

Im Rahmen der gewerblichen Nutzung ist hier zusätzlich ein betriebliches Mobilitätsmanagement sinnvoll.

Ein entsprechendes Mobilitätskonzept für den Bebauungsplan liegt bereits vor.

### **Quartiersmanagement / Städtebauliche und Soziale Qualität**

Durch eine gemischte Nutzung, Zusammenführen unterschiedlicher sozialer Gruppen in der Wohnbebauung, städtebauliche Qualitäten und insbesondere ein aktives Quartiersmanagement kann langfristig ein soziales Gleichgewicht und ein lebenswertes Quartier entwickelt und aufrechterhalten werden. Dies erhöht insgesamt die „Lebensdauer“ des Quartiers und führt so zu geringerem baulichen Veränderungsdruck welcher wiederum zu zusätzlichen Energie- bzw. Ressourcenverbräuchen führt.

### **Begrünung / Wassermanagement**

Im Rahmen einer umfänglichen Begrünung, insbesondere mit größeren Bäume und ein Niederschlagswassermanagement welches das Wasser möglichst lange im Gebiet hält, können die Temperaturen im Gebiet minimiert werden. Dies führt mittelbar zu geringeren Energieaufwendungen zur Kühlung.