

## Wärme- und Kälteversorgungskonzept für das



**in Ingolstadt**

## -Erläuterungsbericht-

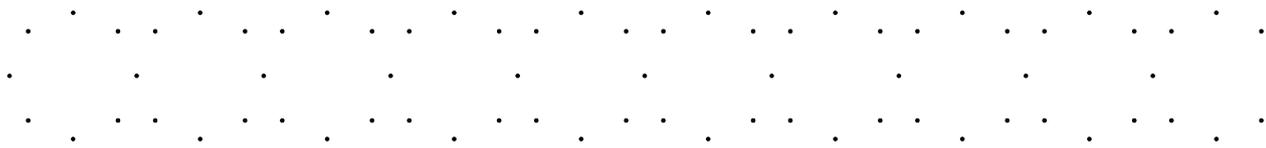
Stand 29.08.2022

Projektverantwortung

GETEC WÄRME & EFFIZIENZ GmbH  
Pia Heinen  
Normannenweg 25  
20537 Hamburg  
E-Mail: pia.heinen@getec.de

Auftraggeber

GERCHGROUP AG  
Gustaf-Gründgens-Platz 5  
40211 Düsseldorf



## Inhalt

1.	Rahmenbedingungen .....	3
1.1	Ziel und Vorgehensweise .....	3
2.	Energiebedarfsermittlung .....	4
2.1	Planungsgrundlage .....	4
2.2	Energiebedarf .....	5
3.	Potentialanalyse .....	6
3.1	Geologisches Gutachten .....	7
3.1.1	Geothermiebrunnen .....	9
3.1.2	Erdwärmesonden .....	9
3.2	Fazit.....	11
4.	Energieversorgungskonzept.....	11
4.1	Grundkonzept.....	12
4.2	Variantenbetrachtung .....	13
4.3	Anforderungen an die Energiezentrale .....	13
4.4	Bau von Erdwärmesonden .....	14
5.	Aktueller Stand & Ausblick .....	15

## 1. Rahmenbedingungen

Das betrachtete Projektgebiet befindet sich in Ingolstadt, einer Großstadt mit ca. 140.000 Einwohnern in Bayern. Das Stadtbild und die Wirtschaft sind überwiegend vom verarbeitenden Gewerbe, wie dem Automobil- und Maschinenbau, geprägt. Im Mittelpunkt der Untersuchung steht ein ca. 15,3 ha großes Areal an der Römerstraße/Friedrich-Ebert-Straße, auf dem sich aktuell Gewerbe- und Industrieflächen befinden.

Die GERCH entwickelt hier, im einwohnerstärksten Ingolstädter Stadtteil Nord-Ost, ein innovatives Stadtquartier für alle Generationen. Auf dem Luftbild (Abbildung 1) ist die Lage und der Umfang des Projektgebiets innerhalb Ingolstadts dargestellt.



Abbildung 1: Projektgebiet INquartier in Ingolstadt (Quelle: google earth)

### 1.1 Ziel und Vorgehensweise

Das INquartier wird nach dem Zertifizierungssystem der DGNB für nachhaltiges Bauen bewertet. Ein Bestandteil dessen ist eine möglichst klimaneutrale und effiziente Wärmeversorgung. Im Rahmen der Entwicklung des Energiekonzeptes wird daher ein Fokus daraufgelegt, mit welchen energetischen Ressourcen und technischen Maßnahmen dieses Ziel erreicht werden kann. Um auch wirtschaftlich ein attraktives Konzept zu erstellen, wird

angestrebt, ein Wärmenetz der vierten Generation (WN4.0) umzusetzen, welches nach dem entsprechenden Programm „effiziente Wärmenetze“ des BAFA förderfähig ist.

Die Konzeptentwicklung wird in nachfolgende Bearbeitungsschritte gegliedert:

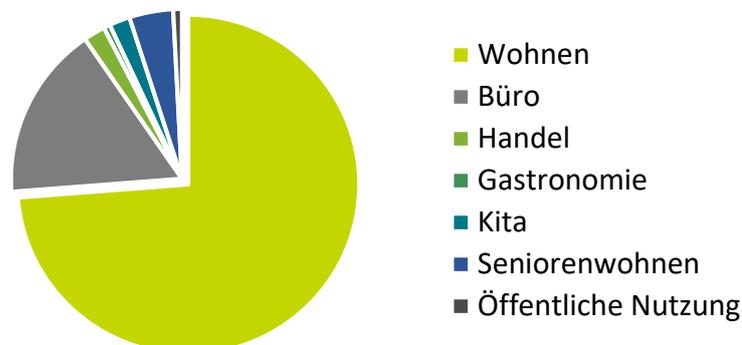
- Feststellung der Anforderungen an das Energiekonzept
- Bedarfsanalyse auf Basis des städtebaulichen Konzeptes
- Potentialanalyse lokal verfügbarer Energiequellen
- Grobentwicklung verschiedener Varianten der Energieversorgung
- Bewertung der Varianten auf Basis von ökologischen und ökonomischen Kriterien
- Detailplanung der favorisierten Variante

## 2. Energiebedarfsermittlung

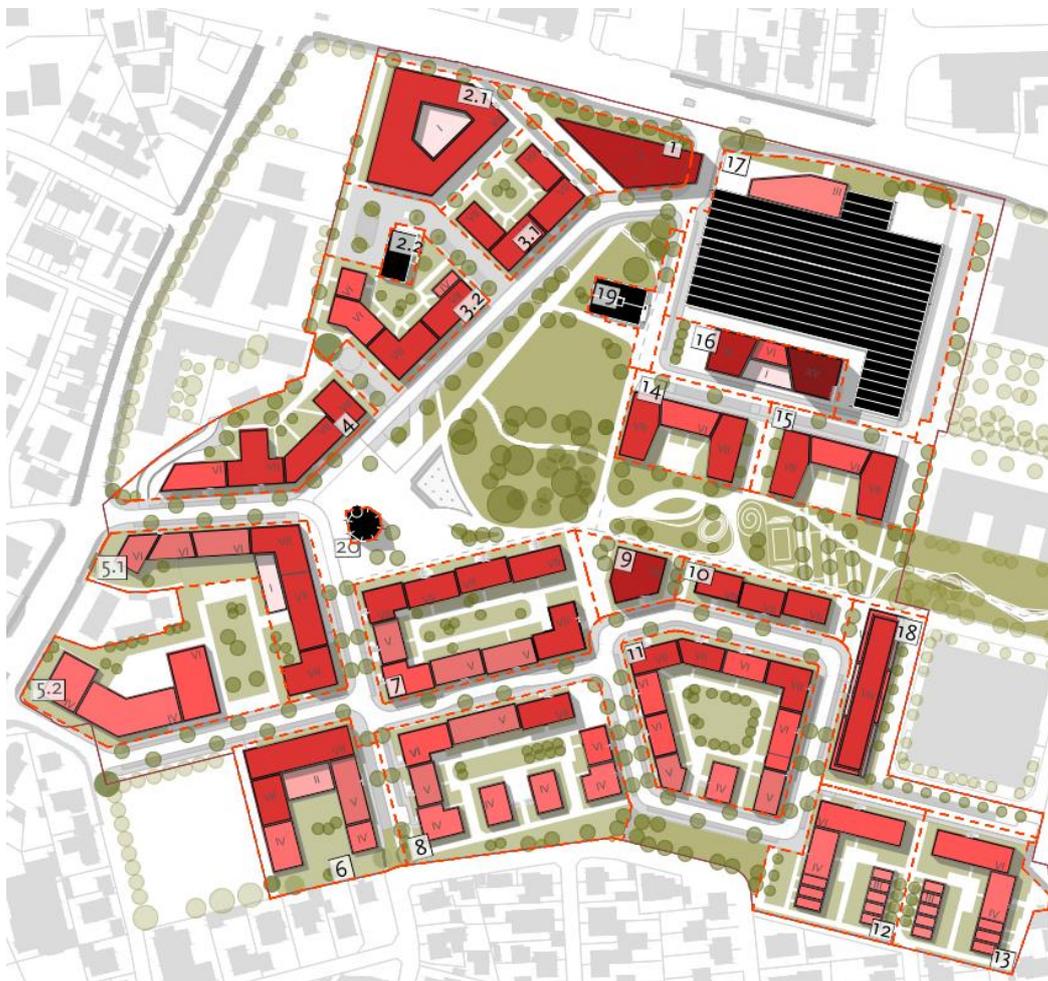
### 2.1 Planungsgrundlage

Das Energieversorgungskonzept basiert auf den von GERCH zur Verfügung gestellten projektbezogenen Kennziffern vom 22.05.2022 sowie dem städtebaulichen Konzept vom 02.05.2022 (vgl. Abbildung 3).

Das INquartier wird demnach in 20 Baufeldern erschlossen, wobei die Baufelder 2, 3 und 5 jeweils unterteilt werden, sodass insgesamt 23 separate Grundstücksflächen betrachtet werden. Die geplanten oberirdisch zu erschließenden Flächen werden zu 2/3 aus Wohneinheiten bestehen. Weitere Flächen dienen gewerblicher Nutzung, wie beispielsweise Büro, Handel, Gastronomie sowie Kita-Einrichtungen und Seniorenheimen (vgl. Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Geplante Nutzungsformen INquartier



**Abbildung 3:** Städtebauliches Konzept INquartier Ingolstadt (Zeichnung: kister scheithauer gross)

## 2.2 Energiebedarf

Die Bruttogeschossfläche des Quartiers beläuft sich auf ca. 260.000 m<sup>2</sup>, wovon ca. 250.00 m<sup>2</sup> relevant für die Wärme- und Kälteversorgung sind. GETEC geht zum aktuellen Stand der Planung von einer mit Heizwärme zu versorgenden Nutzfläche von 189.509 m<sup>2</sup> aus. Kühlbedarf gibt es im Bürobereich, die zu kühlende Fläche beläuft sich auf 31.497 m<sup>2</sup>.

Da bisher keine Angaben zu den Bauphasen vorliegen, wird die Wärme- und Kälteversorgung im Vollausbau betrachtet.

Der Energiebedarfsermittlung wird die Best-Case-Betrachtung zugrunde gelegt, dass das Quartier im KfW Effizienzhaus 40 Standard erbaut wird. Dementsprechend werden je Nutzungsform spezifische Wärme- und Kältebedarfe je Nutzfläche angesetzt. Somit ergeben sich die Energiebedarfe nach **Tabelle 1**.

**Tabelle 1:** Wärme- und Kältebedarfe INquartier im Vollausbau nach Nutzungsart

Kategorie	BGF	Nutzfläche	Wärmebedarf inkl. Trinkwasser	Kältebedarf Raumkühlung
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[MWh/a]	[MWh/a]
Wohnen	186.400	139.800	6.990	-
Büro*	41.996	31.497	1.102	956
Handel*	5.211	3.908	176	-
Gastronomie*	1.535	1.151	52	-
Kita	4.957	3.718	130	-
Seniorenheim	10.500	7.875	473	-
Öffentliche Nutzung	2.079	1.559	47	-
<b>Gesamt</b>	<b>252.678</b>	<b>189.509</b>	<b>8.969</b>	<b>956</b>

Für das Gesamtquartier ergeben sich folgende Leistungsbedarfe (kumuliert):

- Wärmeleistungsbedarf: 4.264 kW
- Kälteleistungsbedarf: 1.575 kW.

### 3. Potentialanalyse

Um die Weichen für die weitere Konzeptionierung zu stellen hat GETEC eine Vorermittlung der am Standort verfügbaren Potentiale unterschiedlicher Energieträger vorgenommen, sowie die Erzeugungstechnologien nach ihrer Eignung bewertet.

*Einschub: Es wurde in 2021 ein Konzept mit BHKW als Rückfalloption betrachtet und Fernwärme ausgeschlossen. Durch den Krieg von Russland gegen die Ukraine und weitere auch politisch motivierte Gründe soll im Quartier keine Verbrennung, insbesondere von Gas, stattfinden. Deshalb wird nun die Fernwärme als Ergänzung in den Energiekonzepten betrachtet und die Vorbewertung der Potentiale wurde angepasst.*

**Tabelle 2:** Potential und Bewertung unterschiedlicher Energieträger und Erzeugungstechnologien für den Standort INquartier

Erzeugungstechnologie	Allg. Voraussetzungen	Erste Standortbewertung
<b>Abwasser</b>	Leitung mit hohem Durchfluss auch in Trockenwetter (→ hohe Wohndichte)	Ein nutzbarer Kanal jedoch BJ 1951 und sehr geringe Durchflussmenge
<b>Biomasse</b>	Anlieferung / Lagerung / Verfügbarkeit in der Umgebung	Lokale Verbrennung unerwünscht / Hohes LKW-Verkehrsaufkommen im Stadtgebiet kritisch

<b>Blockheizkraftwerk (Gas/Biomethan)</b>	Gasanschluss	Gasanschluss möglich, jedoch lokale Verbrennung unerwünscht
<b>Fernwärme</b>	Fernwärmeanschluss	Fernwärme in Ingolstadt möglich (Verteilleitungen ca. 500m bis 1 km entfernt) / Aufgrund DGNB-Bewertung kritisch / als Spitzenlast denkbar
<b>Geothermie (Erdwärmesonden)</b>	Platzverfügbarkeit, Genehmigungsfähigkeit	Laut Online-Auskunft des LfU Bayern nicht möglich am Standort
<b>Geothermie (Grundwasserbrunnen)</b>	Mächtigkeit der Wasserführenden Schichten, Mengenverfügbarkeit, Genehmigungsfähigkeit	Laut Online-Auskunft des LfU Bayern am Standort möglich / Bereits Brunnen im Betrieb durch Grundwasser-Sanierungsarbeiten vor Ort
<b>Luft</b>	Platzverfügbarkeit, Schall	Möglich am Standort, Aufstellung auf dem Dach
<b>Solarthermie</b>	Platzverfügbarkeit, keine Verschattung	Flächen nur auf Dächern verfügbar, Konkurrenz zur PV
<b>Photovoltaik</b>	Platzverfügbarkeit, keine Verschattung	Dachflächen verfügbar, Nutzung in einem Konzept mit Wärmepumpen sinnvoll

Als erneuerbare Energiequelle kommt nach erster Potentialermittlung vor allem Grundwasser in Frage. Deshalb hat GETEC im weiteren Schritt ein geologisches Gutachten beauftragt, um die nutzbaren Potentiale genauer zu ermitteln.

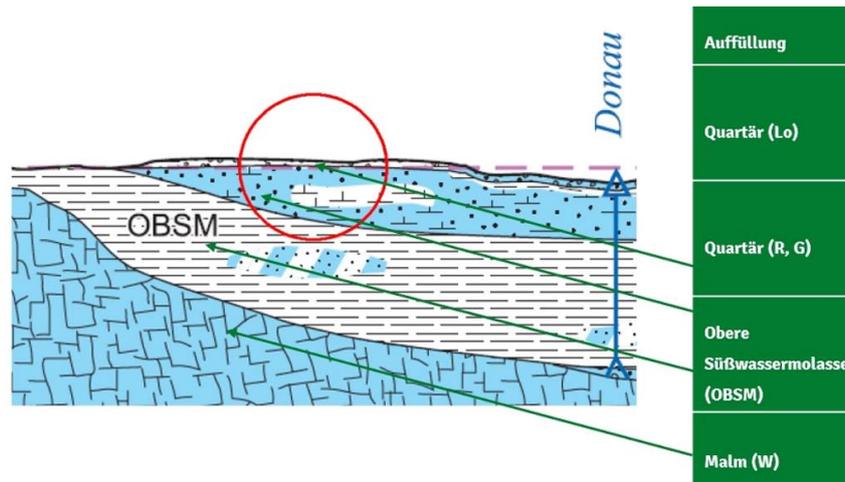
### 3.1 Geologisches Gutachten

Im Rahmen des geologischen Gutachtens der Firma R&H Umwelt GmbH wurde für das Gelände ein Profil der geologischen Schichten erstellt (vgl. Auszüge in Abbildung 4 und Abbildung 5).

Folgende Situation wird laut Gutachten vorgefunden:

„Die Sedimente der Oberen Süßwassermolasse (OSBM) bilden einen Grundwasserstauer, der das obere quartäre Grundwasserstockwerk vom darunterliegenden Malmkarst trennt. (...) Auf dem Gelände existieren zahlreiche Bohrungen. Allerdings wurden nur wenige ausreichend tief abgeteuft und sind dokumentiert, um die Unterkante des Quartärs und die Lage des Grundwasserstauers zu ermitteln. Aus den wenigen Bohrungen (Umweltatlas, Vorgutachten) ergeben sich soweit dokumentiert grundwassererfüllte Mächtigkeiten im

Quartär von max. 2,5 m im Nordwesten und weniger als 1 m im zentralen und östlichen Bereich des Grundstücks. (...) Die Oberkante des Stauers (obere Süßwassermolasse) wird durch den Übergang von grobkörnigen Sedimenten zu schluffigen Feinsanden und Tonen markiert, und ist im Untersuchungsbereich in Tiefen zwischen 5 und 6 m unter Gelände zu erwarten.“



**Abbildung 4:** Schichtaufbau INquartier Profilschnitt (Quelle: R&H Umwelt GmbH)

Geologische Einheit	Ausbildung	Hydraulische Funktion	Mächtigkeit
Auffüllung	Unterschiedlich		Ca. 0 - 2 m
Quartär (Lo)	Löß, gemischt- bis feinkörnige Überlagerungen, teils verlehmt	Grundwasserdeckschicht, gering durchlässig	< 1 m
Quartär (R, G)	Kiese und Schotter der Hochterrasse	Oberer Porengrundwasserleiter, gut durchlässig	4 - 5 m
Obere Süßwassermolasse (OBSM)	Überwiegend feinkörnige Sedimente, Schluffe, Feinsande, Tone	Grundwassergeringleiter, Grundwasserstauer	30 - 50 m
Malm (W)	Kalkstein	Karst/Kluft-Grundwasserleiter	> 200 m

**Abbildung 5:** Geologische Schichtung im INquartier (Stratigraphie, Quelle: R&H Umwelt GmbH)

„Entscheidend für die gewinnbare Wassermenge ist neben der hydraulischen Durchlässigkeit die grundwassererfüllte Mächtigkeit und die sich daraus errechnende Transmissivität (Mächtigkeit x Durchlässigkeit), sowie ggf. die Ausdehnung und Grenzen des zur Verfügung stehenden Grundwasserleiters. Aus den vorliegenden Unterlagen und Erkenntnissen ist davon auszugehen, dass der quartäre Grundwasserleiter nicht auf dem gesamten Gelände wasserführend ist, sondern sich die Wasserführung auf tiefer liegende Bereiche der Tertiäroberfläche beschränkt.“

### 3.1.1 Geothermiebrunnen

#### Allgemeine Bewertung der Randbedingungen:

„Eine direkte thermische Grundwassernutzung ist i.d.R. auf das oberste Grundwasserstockwerk zu beschränken. Im vorliegenden Fall sind das die quartären Kiese und Sande. Da diese voraussichtlich nicht vollständig wassererfüllt sind, und hydraulisch mit dem darunterliegenden Tertiär (Obere Süßwassermolasse) korrespondieren, sind nach Aussage der Fachbehörde Brunnen bis ins Tertiär möglich.“

#### Einschätzung zur möglichen gewinnbaren Wassermenge:

„Die zu erwartende Grundwassermächtigkeit der quartären Sande und Kiese liegt bei kleiner 1 m bis 2,5 m. Bei einem geschätzten  $k_f$ -Wert von  $6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  (*Anm.: Hydraulische Leitfähigkeit*) sind unter Berücksichtigung einer maximalen Wasserspiegelabsenkung im Brunnen auf  $2/3$  der Ruhewassersäule an einem Brunnen ca. 2-13 l/s an Wasser zu gewinnen. Unter Berücksichtigung der zulässigen Spreizung von 6 K kann bei einer optimistischen Förderung von 2 l/s ein Energiebedarf von rund 40 kW gedeckt werden. Benachbarte Brunnen sollten ca. 40 m auseinanderliegen, um sich nicht gegenseitig zu beeinflussen. Damit kann auf dem Gelände eine Brunnengalerie mit max. 10 Brunnen errichtet werden, mit einer gewinnbaren Wassermenge aus dem Quartär von ca. 20 l/s. Die gelieferte Energie bei einer Spreizung von 6 K liegt bei ca. 400 kW.“

### 3.1.2 Erdwärmesonden

#### Allgemeine Bewertung der Randbedingungen:

„Eine thermische Nutzung durch Erdwärmesonden am Standort wird laut Umweltatlas Bayern als „nicht möglich“ eingestuft. Bei der standardisierten Einstufung fällt das Untersuchungsgebiet in den Verbreitungsraum des Malm, der aufgrund der Verkarstungserscheinungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht für geothermische Nutzungen als kritisch eingestuft wird. In Bayern ist die Tiefe der Bohrungen auf die Basis des ersten Grundwasserstockwerkes beschränkt. In diesem Fall können die Bohrungen nur bis auf die Oberkante des Malm abgeteuft werden. Benachbarte Erdwärmesondenanlagen reichen bis zu dieser Tiefe. Nach Aussage des zuständigen Wasserwirtschaftsamtes Ingolstadt ist davon auszugehen, dass eine Erdwärmesondennutzung oberhalb des Malm möglich ist. Damit kann von einer Tiefe von rund 50 m ausgegangen werden.

Grundsätzlich wird eine Platzierung von Sonden unterhalb von Gebäuden (in Bayern) aufgrund der erschwerten Zugänglichkeit im Falle von technischen Problemen als kritisch bewertet. Das zuständige Wasserwirtschaftsamte erachtet eine Platzierung unter Gebäuden grundsätzlich für genehmigungsfähig.“

#### Einschätzung zur möglichen gewinnbaren Energiemenge:

„Es wurden 2 Varianten geprüft. Zum einen die Anordnung der Sonden in einem kompakten, zentralen Sondenfeld auf der vorgesehenen Parkfläche ohne Tiefgarage und einmal eine maximal mögliche Anzahl an Sonden unter Einbezug überbauter Sonden im Bereich von Tiefgaragen ohne Gebäudeüberbauung. In beiden Fällen ist die Deckung des gesamten Energiebedarfs nicht zu erreichen, sodass zusätzliche Energieträger einzusetzen sind. Es wird daher bei den Berechnungen ein möglichst ausgeglichenes Verhältnis von Heizen und Kühlen angesetzt, sowie ein Fokus auf die Grundlastdeckung gelegt.“

**Variante 1 zentrales Sondenfeld:**

Erdwärmesonden (angenommen):

- Sondenart: Doppel-U 4\*32
- Sondenanzahl: 270
- Sondenlänge: 50 m
- Sondenabstand: 7,0 m

**Mögliche Spitzenlast Heizen: 500 kW**

**Mögliche Spitzenlast Kühlen: 500 kW**

Deckung Bedarf 8% Heizen, 9 % Kühlen

**Mögliche Jahresheizarbeit 1.750 MWh/a**

**Mögliche Jahreskühlarbeit 1.250 MWh/a**

Deckung Bedarf 23% Heizen, 57 % Kühlen



**Abbildung 6:** Ergebnis Erdwärmesonden Variante 1 (R&H Umwelt GmbH)

**Variante 2 maximale Sonden:**

Erdwärmesonden (angenommen):

- Sondenart: Doppel-U 4\*32
- Sondenanzahl: 625
- Sondenlänge: 42 m
- Sondenabstand: 11 m

**Mögliche Spitzenlast Heizen: 800 kW**

**Mögliche Spitzenlast Kühlen: 800 kW**

Deckung Bedarf 19% Heizen, 17 % Kühlen

**Mögliche Jahresheizarbeit 3.600 MWh/a**

**Mögliche Jahreskühlarbeit 2.400 MWh/a**

Deckung Bedarf 40% Heizen, 97 % Kühlen



Abbildung 3: Sondenfeld Variante 2 maximale Anzahl

**Abbildung 7:** Ergebnis Erdwärmesonden Variante 2 (R&H Umwelt GmbH)

### Einordnung der Ergebnisse aus Abbildung 6 und Abbildung 7:

„Wir empfehlen für die weiteren Planungen zu beachten, dass i.d.R. später aufgrund von Leitungen, Bäumen etc. nicht alle Sonden platziert werden können. Im Rahmen der tatsächlichen Nutzung kommt es oft zu Abweichungen von den geplanten bzw. zur Auslegung genutzten Lastprofilen für das Sondenfeld.“

## 3.2 Fazit

Entgegen der ursprünglichen Erwartungen ist eine **Grundwassernutzung im INquartier nicht empfehlenswert**. Die vorhandenen gewinnbaren Wassermengen sind sehr gering und aufwändig zu erschließen. Zudem besteht das Risiko, dass durch weitere Klimaveränderungen die Wassermenge weiter sinkt.

Erdwärmesonden hingegen sind trotz negativer Voraussicht möglich, allerdings in der Tiefe auf ca. 50 m begrenzt. Eine maximale Sondenanzahl wie im Gutachten als Variante 2 betrachtet kommt nicht in Frage, da der Erschließungsaufwand nicht im Verhältnis zum Nutzen steht. Das zentrale Sondenfeld aus Variante 1 wird im Weiteren als Option betrachtet. Jedoch ist hier, wie im geologischen Gutachten angemerkt, davon auszugehen, dass nicht die gesamte Fläche zur Verfügung steht, z.B. aufgrund von Baumpflanzungen sowie Regenwasser-Versickerungsanlagen.

## 4. Energieversorgungskonzept

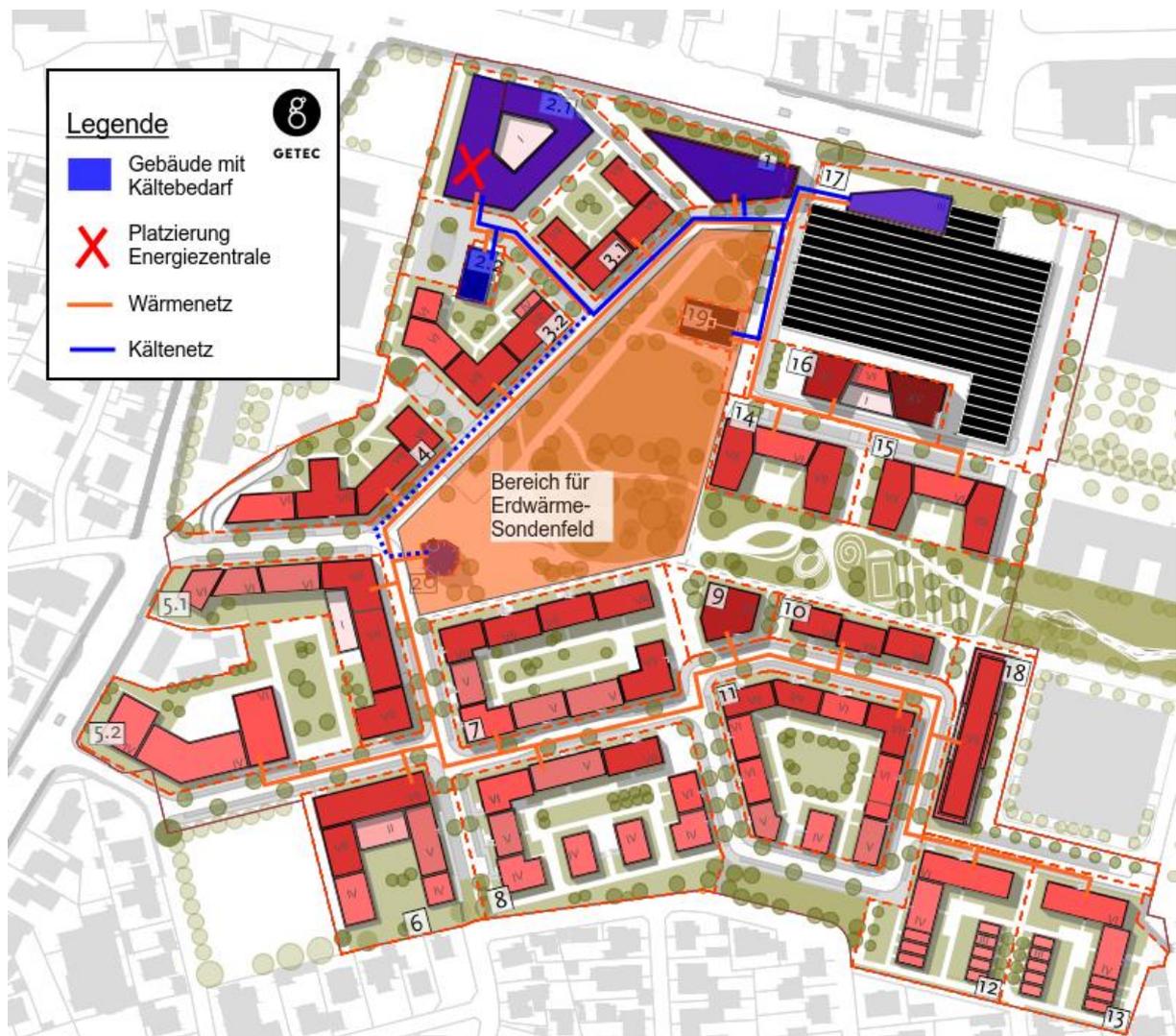
Um eine zukunftsfähige und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten, sind hohe Anteile erneuerbarer Energien, geringe Wärmeverluste sowie möglichst niedrige Betriebstemperaturen notwendig. Deshalb plant GETEC im INquartier die Neuerrichtung eines **Wärmenetzes der vierten Generation (WN4.0)**, welches nach dem entsprechenden Programm „effiziente Wärmenetze“ des BAFA förderfähig ist.

Um die Rahmenbedingungen des Förderprogrammes einzuhalten, muss ein Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung von mind. 50% eingehalten werden. Dieser Anteil erhöht sich perspektivisch auf 75% bei Einführung des Nachfolge-Förderprogramms Bundesförderung für effiziente Wärmenetze „BEW“.

Im geplanten Energiekonzept kommen überwiegend **innovative Wärmepumpen** zum Einsatz. Dabei sollen die umliegenden erneuerbaren Potentiale wie **Geothermie in Form von Erdwärmesonden** sowie **Luft** genutzt werden. Erdwärmesonden sind genehmigungsrechtlich bis zum Beginn des aus wasserwirtschaftlicher Sicht für die geothermische Nutzung als kritisch eingestuften Malm erlaubt. Somit können die Sonden im Quartier bis voraussichtlich ca. 50 m unter GOK abgeteuft werden.

#### 4.1 Grundkonzept

Das Konzept zur Energieversorgung im INquartier basiert auf einer **zentralen Wärme- und Kälteerzeugung**. Dafür wird in einem Gebäude eine Energiezentrale errichtet, von welcher ein Wärmenetz und ein Kältenetz die Energie auf nutzbarem Temperaturniveau zu den jeweiligen Abnehmern leiten. Wärmeseitig soll jedes Baufeld eine Übergabestation erhalten (23 Stück) und an das geplante innovative Wärmenetz angeschlossen werden. Die Kälteversorgung betrifft hingegen nur die Gebäude mit Büronutzung (5 Stück). Im Lageplan (**Abbildung 8**) ist der systemische Aufbau der Wärmeversorgung dargestellt.



**Abbildung 8:** Lageplan INquartier mit Energiezentrale und Versorgungsnetzen (eigene Darstellung basierend auf der Zeichnung von kister scheithauer gross)

Das Konzept basiert zudem auf den im Folgenden beschriebenen Annahmen zur Gebäudestruktur und Temperaturniveaus.

#### Gebäudestruktur

- Neubau: mind. KfW 40, Flächenheiz- und kühlssysteme
- Bestand / Denkmalsgeschützte Gebäude (im Lageplan schwarz markiert): Sanierung inkl. Erweiterung der Heizflächen um niedrige Vorlauftemperaturen zu gewährleisten
- Dezentrale Wohnungsstationen für Trinkwasserbereitung (inkl. Systemtrennung)

#### Wärme

- Vorlauftemperatur Wärme Trinkwasserbereitung sekundär: 55 °C
- Temperaturen Heizwärme Neubau sekundär: 35°C Vorlauf, max. 29°C Rücklauf
- Temperaturen Heizwärme Bestand sekundär: 55°C Vorlauf, max. 45°C Rücklauf

#### Kälte

- Kältebedarf nur für Baufelder 1, 2.1, 2.2, 17 und 20
- Temperaturniveau Kälte sekundär: 16°C Vorlauf, 20°C Rücklauf

### **4.2 Variantenbetrachtung**

Da die Potentialanalyse nur eine beschränkte Verfügbarkeit an Erzeugungstechnologien ergeben hat, sind die noch zu betrachtenden Varianten nach dem gleichen Erzeuger-Prinzip aufgebaut:

- Wärmeerzeugung durch Luft-Wärmepumpen als Basistechnologie (50-85%)
- Zusätzliche Wärmeerzeugung durch Sole-Wärmepumpen mit Erdwärmesonden als Ergänzung (0-15%)
- Spitzenlastwärmeerzeugung durch Fernwärme oder Power-to-Heat (P2H)
- Kälteerzeugung: ggf. Kühlung über Erdwärmesonden und zusätzlich aktive Kühlung mit Kompressions-Kältemaschinen.
- Als Ergänzung des Konzeptes wird empfohlen, Photovoltaik-Anlagen auf allen verfügbaren Dachflächen zu installieren (u.a. denkmalgeschützte Gebäude und intensive Dachbegrünung ausgenommen).

### **4.3 Anforderungen an die Energiezentrale**

Die Energiezentrale wird errichtet, um die technischen Komponenten der Wärmeversorgung zu installieren. Im INquartier soll sie im Gebäude auf Baufeld 2.1 (MU1.2) integriert werden.

In der Energiezentrale befinden sich im INquartier dann u.a. mehrere Wärmepumpen zur Nutzung von Erdwärme und Luft, ein Fernwärmeanschluss bzw. ein Spitzenlastkessel zur Absicherung, Pufferspeicher, Kältemaschinen, die elektrische Anbindung inkl. Transformator,

Pumpen und Druckhaltung für Wärme- und Kältenetz sowie Schaltschränke und Regelungstechnik.

Die Dimensionierung der Energiezentrale erfolgt nach Festlegung der Anteile der Erzeugungsanlagen. Je höher der Anteil der Luft-Wärmepumpen an der Erzeugung ist, desto größer werden die benötigte Flächen, insbesondere im Außenbereich (z.B. auf dem Dach). Je nach Art der Spitzenlasterzeugung wird eine unterschiedlich große Fläche benötigt (Fernwärme-Anschluss oder Kessel (z.B. P2H)).

Grundsätzlich ist eine Fläche von ca. 280-450 m<sup>2</sup> für die technischen Komponenten notwendig. Die lichte Raumhöhe sollte ca. 5 m betragen, jedoch wäre in einigen Bereichen auch eine Absenkung der Höhe möglich.

Auf dem Dach werden die entsprechenden Außeneinheiten der Luft-Wärmepumpen errichtet, unter Berücksichtigung der örtlichen Schallanforderungen. Durch zusätzliche Maßnahmen wie Schallschutz-Einhausungen, Abschirm-Lamellen oder eine größere Auslegung (kein Volllast-Betrieb) können die Schallemissionen weiter reduziert werden. Somit ist es auch in Wohn- und Mischquartieren möglich, große Luft-Wärmepumpen zu betreiben, solange ein Abstand von ca. 30-40 m zum nächstgelegenen relevanten Immissionspunkt eingehalten wird.

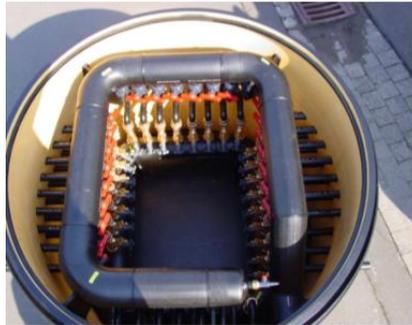
Im Dachbereich werden dafür ca. 150-400 m<sup>2</sup> benötigt, mit einer Höhe von bis zu 3 m.

#### **4.4 Bau von Erdwärmesonden**

Erdwärmesonden werden in Verteilern zusammengefasst und das Wärmeträgermedium wird gesammelt an die Energiezentrale geleitet.

Beim Bau von Erdwärmesonden (EWS) ist folgendes zu beachten:

- Die horizontale Anbindung der EWS erfolgt über einen Sammler / Verteilerschacht, Rohrleitungsverlauf ca. 1,2 m unter GOK (frostsicher), Mindestüberdeckung 0,8 m zur Überfahrbarkeit
- Diese Verteilerschächte müssen zugänglich sein und können nicht überbaut werden (vgl. Abbildung 9)
- EWS können überbaut werden (Grünflächen, Pflaster, Asphalt)
- Bepflanzung ist grundsätzlich möglich – jedoch wird für Bäume ein Freiraum im Sondenfeld benötigt und Wurzelschutz im Bereich der Rohrleitungstrassen



Außenansicht  
Kunststoffschaft



Betonlastabtragsplatte mit  
Beguabdeckung auf  
Kunststoffverteilerschaft  
(Kraftentkopplung - Schacht)

**Abbildung 9:** Beispiele von Kunststoff-Verteilerschächten für Erdwärmesondenanlagen (Quelle: tewag GmbH)

## 5. Aktueller Stand & Ausblick

Die im vorangegangenen Kapitel erläuterten Varianten werden aktuell technisch und wirtschaftlich gegenübergestellt und bewertet, sodass eine Entscheidung für das favorisierte Energieversorgungskonzept fallen kann. Für dieses erfolgt dann eine Detailplanung.

