



# Dimensionierung eines Erdwärmesondenfeldes mittels Earth Energy Designer (EED)

<b>Bauvorhaben:</b>	Neubau Kita Kochstraße 5 - 7 14612 Falkensee
<b>Bauherr:</b>	Stadt Falkensee Falkenhagener Straße 43 - 49 14612 Falkensee
<b>Auftraggeber:</b>	GSA Analytisches Laboratorium GmbH Karl-Marx-Straße 32 16356 Ahrensfelde OT Lindenberg
<b>Berichtersteller:</b>	aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH Prätzeler Chaussee 14a 15344 Strausberg
<b>ProjektNr.:</b>	24ING027
<b>Projektbearbeitung:</b>	C. Buddenbohm
<b>Datum:</b>	02.10.2024



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Anlass .....	3
2. Unterlagen .....	3
3. Geologische und hydrogeologische Randbedingungen.....	4
4. Thermophysikalische Parameter des Untergrunds und der Erdwärmesonde .....	6
4.1 Allgemeines .....	6
4.2 Probebohrung und Ausbau zur Pilotsonde .....	6
4.3 Durchführung Geothermal Response Test .....	6
5. Thermische Nutzung des Untergrundes .....	7
6. Flächenbetrachtung, Abstandsregelungen und Sondenlängen .....	8
7. Berechnung des Erdwärmesondenfeldes.....	8
7.1 Allgemeines .....	8
7.2 Bemessungsgrundlagen .....	8
7.3 Ergebnisse der EED-Simulation.....	10
8. Zusammenfassung und Ausblick.....	12

## ABBILDUNGEN

<b>Abbildung 1:</b> Ausschnitt aus Geologischer Karte 1:25.000.....	4
<b>Abbildung 2:</b> Anordnung der EWS – optimierte Variante (12: 3 x 4 rectangle) .....	10
<b>Abbildung 3:</b> Grafik der Fluidmitteltemperaturen im Betriebszeitraum 25 Jahre .....	11
<b>Abbildung 4:</b> Grafik der Fluidmitteltemperatur im 25. Betriebsjahr .....	11
<b>Abbildung 5:</b> Grafik der Fluidtemperatur am Eingang in die Sonde ( $t_{f_{out}}$ ) im Betriebszeitraum 25 Jahre.....	12

## TABELLEN

<b>Tabelle 1:</b> Kenndaten der Pilotsonde .....	6
<b>Tabelle 2:</b> Standortspezifische thermophysikalische Parameter.....	7
<b>Tabelle 3:</b> Kenndaten der Haustechnik .....	7
<b>Tabelle 4:</b> Bemessungsgrundlagen für die Simulation mittels EED 4.20 .....	9
<b>Tabelle 5:</b> Sondenfeld (optimierte Variante).....	10

## ANLAGEN

- Anlage 1:** Lageplan mit Anordnung der Erdwärmesonden  
**Anlage 2:** Datenerfassung Haustechnik mit Ergänzungen und Änderungen  
**Anlage 3:** Datentabelle EED-Simulation



## 1. Anlass

Auf dem Grundstück Kochstraße 5-7, 14612 Falkensee ist der Neubau einer Kindertagesstätte geplant. Zur Beheizung und Kühlung soll eine Wärmepumpe das Potenzial der oberflächennahen Geothermie über Erdwärmesonden nutzen. Die Heizlast beträgt 62 kW, die Kühllast 18,5 kW

Aufgrund der Anlagengröße war für die Dimensionierung des Erdwärmesondenfeldes eine Vorerkundung erforderlich. Dazu wurde am 06.08.2024 auf dem Grundstück eine 99 m tiefe Pilotbohrung abgeteuft und zu einer Einfach-U-Erdwärmesonde 40 x 3,7 mm ausgebaut. Im Zeitraum zwischen dem 13.08.2024 und 16.08.2024 wurde an dieser Pilotsonde ein Geothermal Response-Test (GRT) durchgeführt, um die thermophysikalischen Parameter des Untergrundes zu erkunden. Der Pilotbohrung, deren Ausbau und dem GRT liegt die Erlaubnis der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Havelland (Reg.-Nr.: 66.3-52642-24) vom 15.07.2024 zugrunde.

Die Ergebnisse des GRT sind im Bericht der aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH vom 22.09.2024 [U1] dokumentiert.

In einem nächsten Planungsschritt ist nunmehr anhand des geologischen Vorprofils, der Ergebnisse aus dem GRT und der anlagentechnischen Daten des Bauherrn eine Dimensionierung des Erdwärmesondenfeldes (Bemessung von Länge und erforderlicher Anzahl sowie Anordnung der Erdwärmesonden) mittels der Software Earth Energy Designer (EED) auf der Basis analytischer Rechenmodelle vorzunehmen.

Die aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 15.05.2024 von der GSA Analytisches Laboratorium GmbH mit der Berechnung des Erdwärmesondenfeldes entsprechend beauftragt.

## 2. Unterlagen

[U1] aQua-thermic Ingenieurgesellschaft mbH: Abschlussbericht GRT vom 22.09.2024

[U2] tetra Ingenieure GmbH: Lageplan vom 21.08.2024, mail vom 02.10.2024

[U3] tetra Ingenieure GmbH: Angaben zur Haustechnik, Emails vom 06.09.2024 und 16.09.2024

[U4] LBGR Brandenburg: Geoportal Brandenburg, <https://geo.brandenburg.de/>

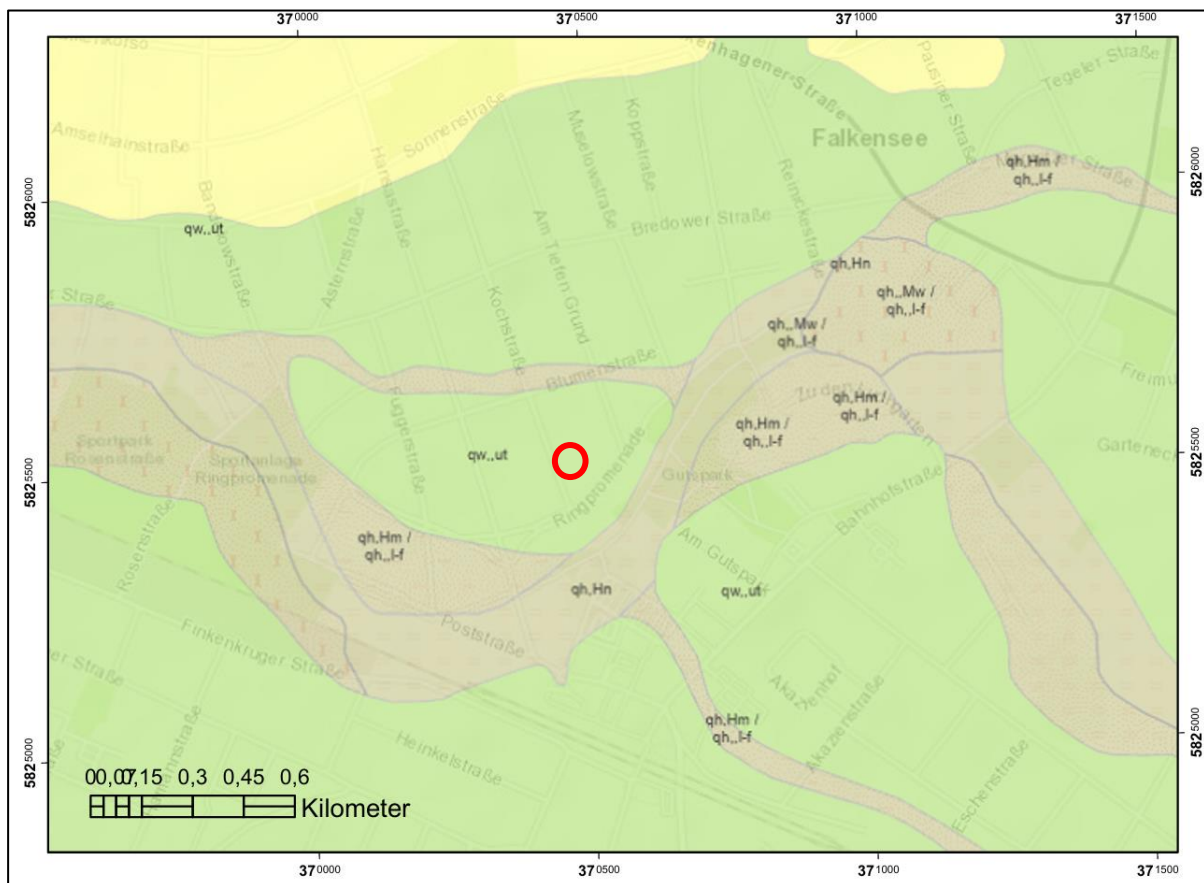
[U5] Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 4640 – Blatt 1: Thermische Nutzung des Untergrundes, Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte, Juni 2010

[U6] Verein Deutscher Ingenieure: VDI-Richtlinie 4640 – Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen, Juni 2019

[U7] Blocon (2019): EED Version 4, Earth Energy Designer; Update Manual, letzte Aktualisierung vom 11.04.2019

### 3. Geologische und hydrogeologische Randbedingungen

Der für die Erdwärmesondenanlage geplante Standort liegt regionalgeologisch innerhalb des Berliner Urstromtals als weichselkaltzeitlicher Schmelzwasserabflussbahn. Oberflächennah sind flächenhaft fein- bis grobkörnige Sande (Talsande), organisch durchsetzte Sande und fein- bis mittelkörnige Dünensande verbreitet (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Ausschnitt aus Geologischer Karte 1:25.000 (Quelle: Geoportal Brandenburg)

Legende: qw//ut (grün) – Talsande der Urstromtäler; qw-qh//d (gelb) – Dünensande, qh, Hm/qh..I-f (braun) – Sand-Humus-Mischbildungen - über Ablagerungen in Seen und Altwasserläufen, qh,Hn (braun) - Moorbildungen

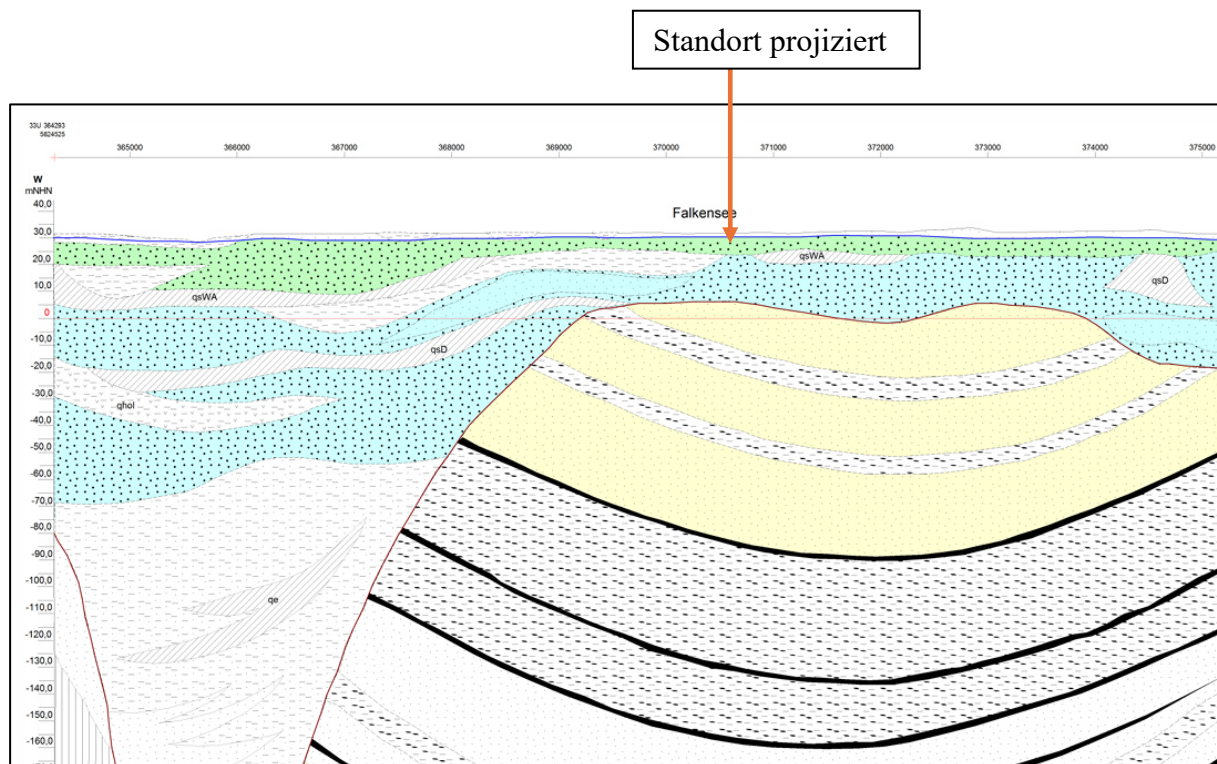
 Standort

Aus der am Standort abgeteufte 99 m tiefen Probebohrung B1/2024 und der in dieser durchgeführten bohrlochgeophysikalischen Messung wurde folgendes geologisches Profil erkundet: Bis 61,4 m stehen überwiegend Sande an, die in Lagen kiesig oder schluffig sein können und denen vereinzelt geringmächtige Schlufflagen zwischengeschaltet sind. Im Liegenden folgt ein 0,4 m mächtiges Braunkohleband und bis 71,8 m Sande mit Lagen von Braunkohle. Bis zu einer Teufe von 98,3 m wurden darunter Sande erkundet, die in Lagen schluffig und/oder braunkohlehaltig sind. Sie werden selten von geringmächtigen Schluff- oder Braunkohleschichten unterbrochen. Bis zur Endteufe von 99 m folgen Sande, die grobsandig ausgebildet sind. Das Bohrprofil und die Ergebnisse der Bohrlochgeophysik können dem Abschlussbericht GRT [U1] vom 22.09.24 entnommen werden.

Nach der Hydrogeologischen Karte [U4] befindet sich der Untersuchungsstandort zwischen der +30 m und + 31 m NHN-Hydroisohypse Grundwasserleiterkomplexes 1 (GWLK 1). Nordöstlich verläuft eine Grundwasserscheide, die das unterirdische Grundwassereinzugsgebiet begrenzt. Der oberste Grundwasserleiter (hier GLW 1.1) ist unbedeckt und das Grundwasser ungespannt. Der Grundwasserflurabstand beträgt 1-2 m.

Mit der Pilotbohrung wurden auch der quartäre GWLK 2 (ab ca. 10-15 m unter GOK) und der tertiäre GWLK 3 (ab ca. 27 m unter GOK) aufgeschlossen.

Der Standort liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.



**Abbildung 2:** Auszug aus Hydrogeologischem Schnitt Ost-West 5825 Blatt L3544 Berlin-Spandau [Quelle: LBGR Brandenburg]

Legende:

	GWL 1. 1	weitgehend unbedeckter Grundwasserleiter der Urstromtäler und Niederungen
	GWL 2. 1 GWL 2. 2	bedeckter gebietsspezifischer Grundwasserleiter
	GWL 3 t	Grundwasserleiter/Tertiär



## 4. Thermophysikalische Parameter des Untergrunds und der Erdwärmesonde

### 4.1 Allgemeines

Grundlage für die analytischen Berechnungen zur Dimensionierung des Erdwärmesondenfeldes sind die thermophysikalischen Parameter des Untergrundes und der Erdwärmesonde.

Diese wurden durch einen in situ an der installierten Probesonde durchgeführten Geothermal Response Tests (GRT) ermittelt. Detaillierte Angaben zum GRT können dem Abschlussbericht GRT [U1] entnommen werden.

### 4.2 Probebohrung und Ausbau zur Pilotsonde

Am 06.08.2024 wurde durch die GSA mbH eine Bohrung mit einer Teufe von 99 m niedergebracht, zu einer Erdwärmesonde (Einfach-U-Sonde 40 x 3,7 mm, PE 100 RC) ausgebaut und der Ringraum mit einer Bentonit-Zementsuspension (Fischer GeoFlow®) abgedichtet. Die Pilotsonde soll später in das Erdwärmesondenfeld integriert werden.

In Tabelle 1 sind die Kenndaten der Probesonde zusammengestellt. Die Lage der Probebohrung ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

**Tabelle 1:** Kenndaten der Pilotsonde

Gemeinde/Stadt	14612 Falkensee
Anschrift/Bezeichnung	Kochstraße 5-7
Gemarkung, Flur, Flurstück	Gemarkung Falkensee, Flur 14, Flurstücke 71 und 72
Angaben zur Pilotsonde	Bohrung GRT fertiggestellt am 06.08.2024 Bohrdurchmesser: 153 mm Endteufe: 99 m Einfach-U-Sonde PE 100 RC, PN 16, 40 x 3,7 mm Einbautiefe 99 m gespült, wassergefüllt, druckgeprüft Ringraum verpresst mit Fischer GeoFlow®

### 4.3 Durchführung Geothermal Response Test

Am 13.08.2024 konnte an der Pilotsonde eine teufenaufgelöste Messung der ungestörten Untergrundtemperatur und anschließend der GRT über einen Zeitraum von ca. 71 Stunden durchgeführt werden. Die ermittelten thermophysikalischen Parameter sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Sie bilden neben den haustechnischen Parametern die Grundlage der weiteren Betrachtungen zur Dimensionierung des Sondenfeldes.

**Tabelle 2:** Standortspezifische thermophysikalische Parameter

GRT durchgeführt von... bis	13.08.2024 ...16.08.2024
Dauer	ca. 71 Stunden
Ungestörte Untergrundtemperatur (20 – 99 m, ohne jahreszeitliche Einflüsse)	10,94 °C
lokale effektive Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{\text{eff}}$	2,841 W/mK
Spezifische Wärmekapazität $c_v$	2,0 MJ/(m <sup>3</sup> K)
Ausbauspezifischer thermischer Bohrlochwiderstand $R_b$	0,13 mK/W

## 5. Thermische Nutzung des Untergrundes

Zur Bewertung des möglichen Umfanges der thermischen Nutzung des Untergrundes auf der zur Verfügung stehenden Fläche sind die Angaben zur Auslegung und Beanspruchung der Wärmesenke (Wärmepumpe) erforderlich. Dabei werden objekttypische Nutzungen zugrunde gelegt.

Die Heiz- und Kühllastverteilung folgt dabei den jahreszeitlich beeinflussten Außentemperaturen. Die thermischen Lasten wurden in der Fortschreibung der Planung durch das vom Bauherrn beauftragte Planungsbüro tetra ingenieure GmbH präzisiert. Diese TGA-Daten sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Heizlast wird mit 62 kW angegeben. Zur Gebäudetemperierung soll eine passive Kühlung mit 18,5 kW Kühllast in die Berechnungen einfließen. Die Kühllast trägt zur Regeneration des Sondenfeldes in den Sommermonaten bei.

Um das Erdwärmesondenfeld aufgrund der zunächst vom Planer angegebenen monovalenten Betriebsweise der Wärmepumpe nicht größer durch eine Spitzenlastenbetrachtung auslegen zu müssen, wurde auf eine monoenergetische Betriebsweise umgeplant, so dass ein E-Heizstab die möglichen Spitzenlasten in den kältesten Monaten abdeckt.

**Tabelle 3:** Kenndaten der Haustechnik

Heizlast Wärmepumpe(n)	62 kW
Betriebsweise	monoenergetisch
Vollbetriebsstunden	1600 h/a
Heizarbeit (HZ)	62 kW x 1600 h/a = 99.200 kWh/a
JAZ	4,5
Warmwasserbereitung	keine
Volumenstrom Solepumpe	12 m <sup>3</sup> /h
Kühllast passiv	18,5 kW
Vollbetriebsstunden	350 h/a
Kühlarbeit (KL)	18,5 kW x 350 h = 6.475 kWh/a



Fortsetzung Tabelle 3:

Jahresverteilung der thermischen Nutzung gesamt							in %					
%	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
HZ	17	14	13	9	5	1	0	1	4	9	12	15
KL	0	0	0	0	4	22	43	29	2	0	0	0

## 6. Flächenbetrachtung, Abstandsregelungen und Sondenlängen

Die Flächen für das Erdwärmesondenfeld und die Lage der möglichen Erdwärmesonden wurden mit dem Bauherrn abgestimmt. Sie liegen östlich des zu errichteten Kita-Gebäudes. Dabei waren die nach VDI 4640, Blatt 2 [U8] erforderlichen Mindestabstände zwischen den Sonden von 6 m, zu Gebäuden von 2 m und zu Grundstücksgrenzen von 5 m einzuhalten.

Bei der Ausführungsplanung ist darauf zu achten, dass zu Ver- und Entsorgungsleitungen mindestens 1 m Abstand einzuhalten ist. Wird der Abstand unterschritten, sind die entsprechenden Leitungsabschnitte zu dämmen. Erdwärmesonden und Anbindeleitungen sind außerhalb des Wurzelbereichs von Bäumen zu errichten bzw. zu verlegen.

## 7. Berechnung des Erdwärmesondenfeldes

### 7.1 Allgemeines

Die Auslegung der Sondengeometrie und Bemessung der erforderlichen Sondenlängen erfolgt mit der Software EED 4.20 der Firma BLOCON. Die Algorithmen des Simulationsprogramms basieren auf Ableitungen aus Modellierungen und Parameterstudien mit numerischen Simulationsmodellen. Mittels integrierter sogenannter „g-funktionen“ wird die thermische Simulation unterschiedlicher Bohrlochgeometrien, Sondenlängen und -anordnungen ermöglicht.

Mit dem Programm EED berechnet man dabei die mittlere Fluidtemperatur im Erdwärmesondenkreislauf für einen wählbaren Betriebszeitraum. Geeignet sind die analytischen Berechnungen für Standorte mit geringer Grundwasserströmung bzw. Transmissivität.

Der Simulationszeitraum wurde mit 25 Jahren festgelegt.

### 7.2 Bemessungsgrundlagen

#### *Eingangsparameter Untergrund*

Als Eingangsparameter dienen die mit dem GRT ermittelten thermophysikalischen Untergrundeigenschaften Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität, Bohrlochwiderstand und ungestörte Untergrundtemperatur (siehe Tabelle 2).

Für die Simulation sind darüber hinaus die Angaben zu den Heizlasten und zur Wärmepumpenanlage selbst erforderlich (siehe Tabelle 3 und Anlage 2).



Unter Berücksichtigung der Leistungsaufnahme der Wärmepumpen wurde anhand des Heizlastprofils mit monatlicher Auflösung eine instationäre Wärmeentnahme im Untergrund als zyklische Jahresganglinien umgesetzt. Auf der Grundlage der monatlichen Anteile für Heizen und passives Kühlen berechnet EED den erdseitig anfallenden Wärmeentzug bzw. -eintrag für das EWS-Feld sowie die Entwicklung der mittleren Fluidtemperaturen im gewählten Betriebszeitraum.

Für die EED-Simulation wurde Monoethylenglycol (34%ig) als Wärmeträgermittel angenommen, der Bohrdurchmesser mit 153 mm. Der Ausbau erfolgt jeweils mit einer Einfach-U-Sonde 40 x 3,7 mm. Für das Ringraum-Verpressmaterial wird eine Wärmeleitfähigkeit von 2 W/mK eingesetzt.

Die zur Auswahl stehenden Sondengeometrien des EED-Programms wurden nach dem bestehenden Platzangebot für Erdwärmesonden auf dem Grundstück ausgewählt.

### *Temperaturgrenzen*

Gemäß VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2 muss die Auslegung der Erdwärmesonden so erfolgen, dass für ein gegebenes Lastprofil die Fluid- und Sondentemperaturen im vorgesehenen Betriebszeitraum der Anlage innerhalb vorgegebener Grenzen bleiben. Im Heizbetrieb soll die Eintrittstemperatur des Wärmeträgermediums in die Erdwärmesonden im Monatsmittel 0°C nicht unterschreiten, im Kühlbetrieb (Regeneration Sondenfeld) soll diese Temperatur nicht mehr als 15 K über der ungestörten Untergrundtemperatur liegen.

Ausgehend von der gemessenen mittleren ungestörten Untergrundtemperatur von 10,94 °C (Tabelle 2) wird bei den Berechnungen davon ausgegangen, dass die Fluidtemperatur bei Eintritt in die Sonden im 25-jährigen Betriebszeitraum bei Grundlastbetrieb Heizen nicht unter 0°C fällt und bei Kühllastbetrieb theoretisch 25,94 °C nicht überschreitet. Um jedoch eine passive Kühlung nicht zu ermöglichen, wurden die Fluidmitteltemperaturen im Kühlbetrieb auf 18 °C festgelegt.

Eine Spitzenlastbetrachtung wurde aufgrund der monoenergetischen Betriebsweise der Wärmepumpen nicht vorgenommen.

In Tabelle 4 sind die Bemessungsgrundlagen für die EED-Simulation zusammengefasst.

**Tabelle 4:** Bemessungsgrundlagen für die Simulation mittels EED 4.20

<b>Maximale Länge der EWS</b>	99 m
<b>Bohrlochdurchmesser</b>	153 mm
<b>Sondentyp</b>	Einfach-U-Sonde PE 100 RC, 40 x 3,7 mm
<b>Wärmeträgermittel</b>	Monoethylenglykol bis -21°C
<b>Verpressmaterial</b>	$\lambda = 2,0 \text{ W/m}^*\text{K}$
<b>Simulationszeitraum</b>	25 a
<b>Jahresheizwärmebedarf</b>	99,2 MWh

Fortsetzung Tabelle 4

<b>Jahreswarmwasserbedarf</b>	Kein WW
<b>Jahreskühlbedarf</b>	6,475 MWh
<b>JAZ Heizen</b>	4,5
<b>Volumen Solepumpen</b>	12 m <sup>3</sup> /h
<b>ungestörte Untergrundtemperatur</b>	10,94 °C
<b>niedrigste Fluidmitteltemperatur</b>	Grundlast: 0 °C

### 7.3 Ergebnisse der EED-Simulation

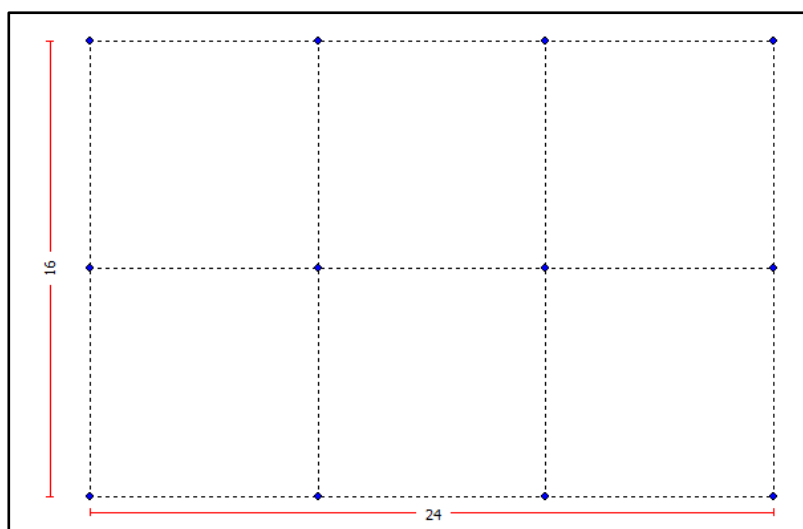
Die Berechnungen ergaben unter Berücksichtigung der oben genannten Eingangsparameter folgende optimierte Variante:

Es werden 12 Einfach-U-Sonden erforderlich, die bis in eine Tiefe von 99 m einzubauen sind. Der Abstand der Sonden untereinander beträgt 8 m. Die Sonden sind in Form Rechtecks in 6 Reihen mal 19 Sonden anzuordnen (siehe Abb. 2). Die Gesamtbohrmeterzahl beträgt 1.188 Meter. In Tabelle 5 sind die Parameter des Sondenfeldes zusammengefasst.

**Tabelle 5:** Sondenfeld (optimierte Variante)

Anzahl Bohrungen	Tiefe EWS	Anordnung der EWS	Abstand der EWS	Gesamtbohrmeter
12	99 m	12: 3 x 4 rectangle	8 m	1.188 m

Die EED-Datentabelle zu dieser Variante ist der Anlage 3 zu entnehmen.

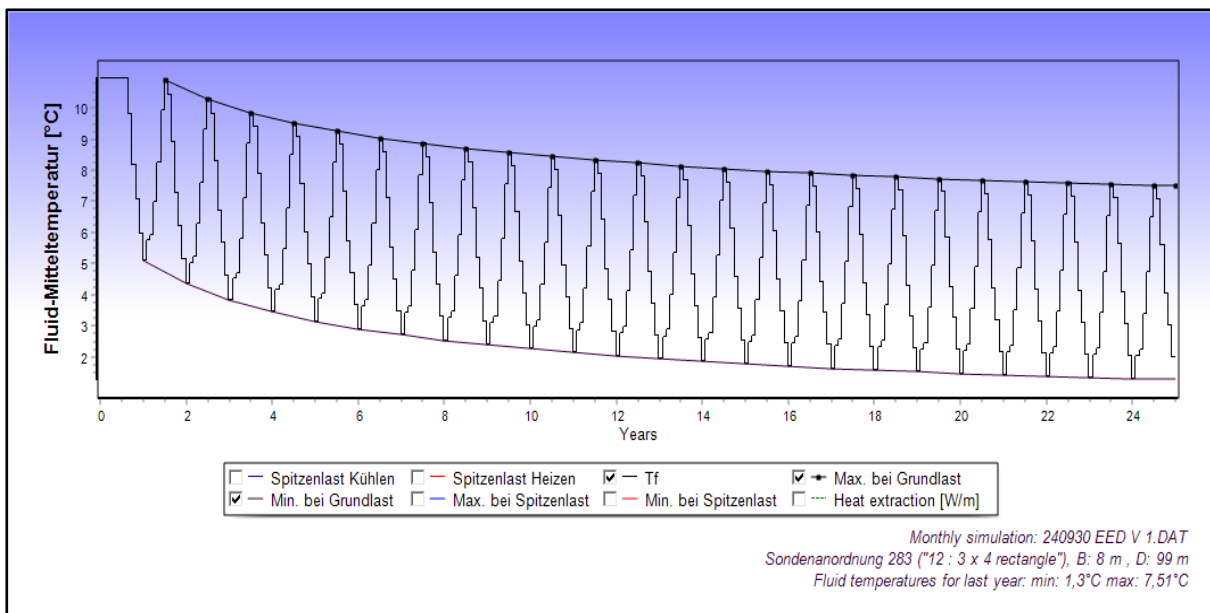


**Abbildung 2:** Anordnung der EWS – optimierte Variante (12: 3 x 4 rectangle) mit 8 m Abstand

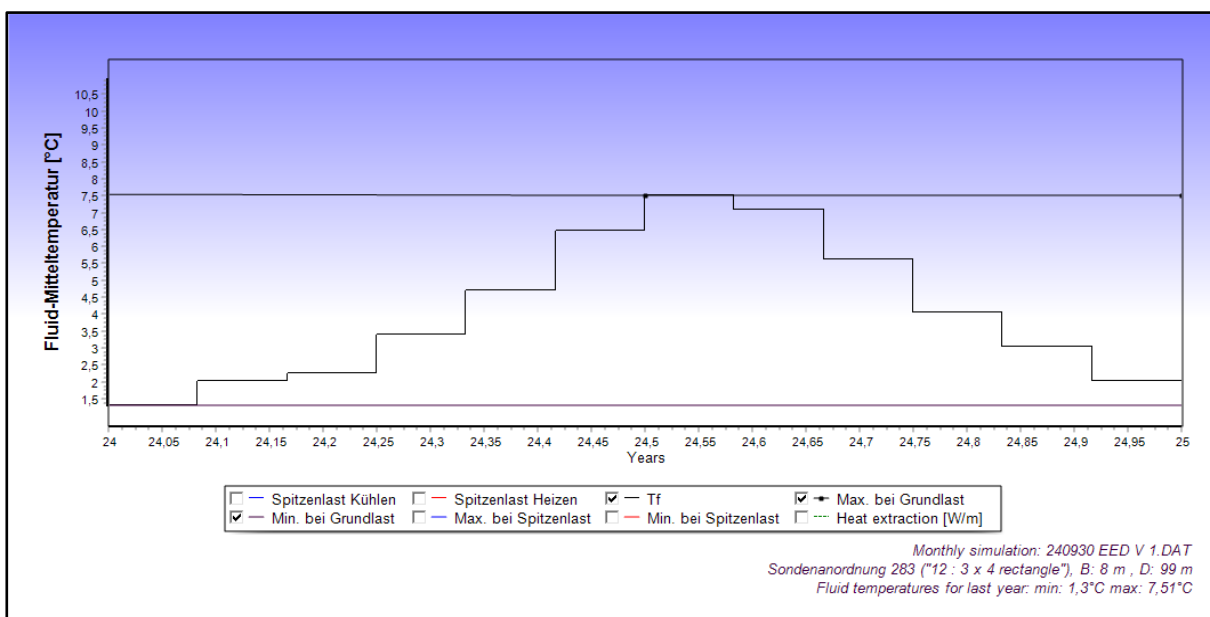
Im Lageplan (Anlage 1) wurden die sich daraus ergebende mögliche Anordnung der Erdwärmesonden auf dem betreffenden Grundstück dargestellt.

Die Entwicklung der Fluidmitteltemperaturen im betrachteten Betriebszeitraum von 25 Jahren kann der Grafik in Abbildung 3 entnommen werden. In Abbildung 4 ist simulierte Entwicklung der Fluidmitteltemperatur im 25. Betriebsjahr dargestellt.

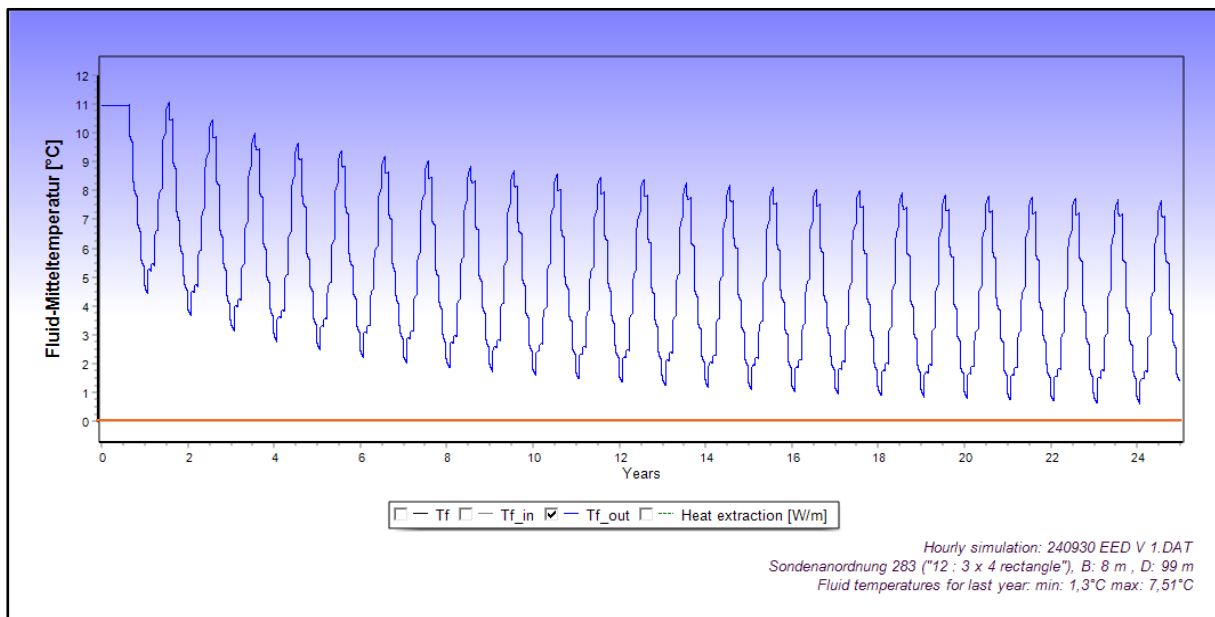
Die Grafik in Abbildung 5 gibt die Entwicklung der Temperaturen des Fluid bei Eintritt in die Erdwärmesonden (in EED als  $T_{F_{out}}$  bezeichnet) im Betriebszeitraum von 25 Jahren wieder. Die Fluidtemperatur fällt im Grundlastbetrieb nicht unter  $0^{\circ}\text{C}$ , so dass die Temperaturgrenzen der VDI 4640, Blatt 2 eingehalten werden.



**Abbildung 3:** Grafik der Fluidmitteltemperaturen im Betriebszeitraum 25 Jahre



**Abbildung 4:** Grafik der Fluidmitteltemperatur im 25. Betriebsjahr



**Abbildung 5:** Grafik der Fluidtemperatur am Eingang in die Sonde ( $t_{f,out}$ ) im Betriebszeitraum 25 Jahre (rote Linie = 0°C)

## 8. Zusammenfassung und Ausblick

Für die geothermische Wärme- und Kälteversorgung, die im Rahmen der Errichtung der neuen Kita in 14612 Falkensee, Kochstraße 5-7 geplant ist, wurde unter Berücksichtigung der vom Bauherrn zur Verfügung gestellten anlagentechnischen Parameter, sowie mit den Ergebnissen eines am Standort durchgeführten Geothermal Response Tests eine Simulation der Temperaturen des Wärmeträgerfluids (Wärmeträgermittel) bei unterschiedlicher Anordnung und Länge der Erdwärmesonden mittels der Fachsoftware Earth Energy Designer (EED) durchgeführt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass bei Betrieb der Anlage das Wärmeträgerfluid die in der VDI 4640 vorgegebenen Temperaturgrenzen einhält. Für die Simulation wurde ein Zeitraum von 25 Jahren gewählt.

Für eine gesamte Jahresheizarbeit von 99,2 MWh und unter Berücksichtigung einer Regeneration des Untergrundes über passive Kühlung von 6,475 MWh/Jahr ergaben die Berechnungen, dass 12 Erdwärmesonden (Einfach-U 40 x 3,7 mm) mit einer Länge von je 99 m in Form eines Rechtecks von 4 x 3 Sonden und mit einem Abstand der Sonden untereinander von 8 m zu errichten sind.

In einem nächsten Planungsschritt wird eine thermohydrodynamische Modellierung erforderlich, anhand der die Temperaturentwicklung im Untergrund sowie auch die Ausdehnung der durch den Betrieb der Erdwärmesondenanlage verursachten Kältefahne über einen Zeitraum von 50 Jahren prognostiziert wird.



Die Ergebnisse dieses Berichts gelten für die im Bericht genannten Bedingungen. Sollten sich Änderungen der diesen Berechnungen zu Grunde liegenden Ausgangsparameter oder der berechneten Sondengeometrie (Anordnung, Tiefe der Sonden) ergeben, werden neue Berechnungen erforderlich.

Strausberg, den 02.10.2024

i.V. Christine Buddenbohm  
(Dipl.-Geologin)

# **ANLAGE 1**

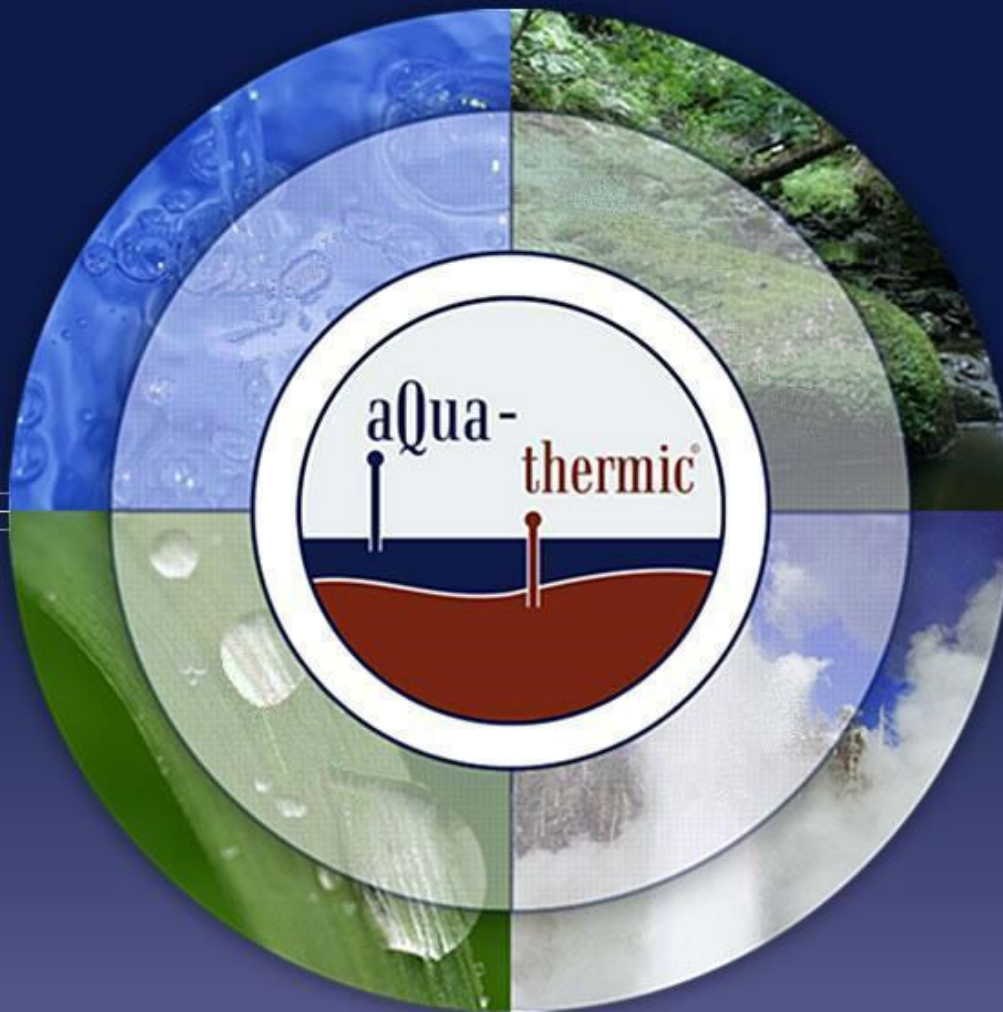
**Lageplan Sondenfeld**

**Maßstab 1 : 100**



## **ANLAGE 2**

### **Datenerfassung Haustechnik zur Sondenfeldberechnung**



Ihr Ansprechpartner für:

- die Beratung zur Auslegung,
- die Planung der Umsetzung,
- die behördliche Beantragung,
- die technische Ausführung,

von Erdwärmeanlagen



# aQua-thermic Ingenieur GmbH

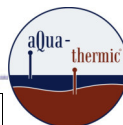
*Entwurfsplanung, Auslegung, Berechnung*

## Datenerfassung Haustechnik zur Sondenfeldberechnung

Gegenstand: Berechnung des Geothermiefeldes  
Kochstrasse,  
14612 Falkensee  
24ING027

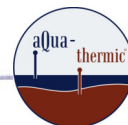
Bearbeiter: Dipl. Ing. D. Rücker





Bezeichnung	Daten	K
<b>Objekt</b>	Kochstrasse, 14612 Falkensee	!
Heizlastverteilung	Januar: 17 %	!
	Februar: 14 %	!
	März: 13 %	!
	April: 9 %	!
	Mai: 5 %	!
	Juni: 1 %	!
	Juli: 0 %	!
	August: 1 %	!
	September: 4 %	!
	Oktober: 9 %	!
	November: 12 %	!
	Dezember: 15 %	!
<b>Wärmepumpen</b>		
Leistung der WP	62 KW = Heizlast bei Ta -12,2°C	!
Anteil Heizung	99.200 kWh/a	!
Anteil Warmwasser	0 kWh/a	!
Sonstige Wärmeerz.	0 KW, .....h/a	
El.Leistungsaufnahme	18 kW KW	!
Kälteleistung	- KW	!
Vollbetriebsstunden	1.600 h/a	!
Jahresarbeitszahl	4,5 (bei Quelltemp. 0°C, Heizung 45/38°C)	!
Kühlleistung	18,5 kW (passive Kühlung über FBH)	
Leistung Solepumpen:	0,6 KW	!
Volumen Solepumpen	12 m <sup>3</sup> /h	!
Druckverlust	3,5 mWs Wärmetauscher bei Nennvolumenstrom	!
Wärmeträger EWA	Wasser/Ethylenglycol 34%	
Wärmeträger WP	Wasser	
ULV-Abschaltung	<input type="checkbox"/> Ja / <input type="checkbox"/> Nein	
Erhöhung H.Leistung	0 KW, .....h/a	
Betriebsart	monoenergetisch (monoenergetisch/bivalent)	!
Funktion	nur Hzg. (Heizung/Warmwasser, nur Hzg., nur WW)	
Speichergrösse	1.000 Liter	!

Tabelle 2: Eingangsparmeter der technischen Gebäudeausrüstung, Heizung



Kühllastverteilung	Januar: 0 %	!
	Februar: 0 %	!
	März: 0 %	!
	April: 0 %	!
	Mai: 4 %	!
	Juni: 22 %	!
	Juli: 43 %	!
	August: 29 %	!
	September: 2 %	!
	Oktober: 0 %	!
	November: 0 %	!
	Dezember: 0 %	!
<b>Wärmepumpen</b>		
Regeneration	<input type="checkbox"/> Rückkühler <input type="checkbox"/> PVT <input checked="" type="checkbox"/> Gebäudetemperierung	!
Kühllast	18,5 KW (max. Kühlleistung der FBH)	!
Vollbetriebsstunden	350 h/a, passiv	!
Vollbetriebsstunden	0 h/a, aktiv	!
Wärmeträger EWA	Wasser/Ethylenglycol 34%	
Wärmeträger KK	Wasser	
Druckwächter	automatisch	
Betriebsart	passiv (aktiv / passiv)	!
Funktion	Kühlung über Fußbodenheizung	
Speichergrösse	1.000 Liter	

Tabelle 3: Eingangsparameter der technischen Gebäudeausrüstung, Kühlung

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift

# **ANLAGE 3**

## **Datentabelle EED-Simulation**

EED 4.20 - www.buildingphysics.com - license for @aqua-thermic.de  
 Eingabedatei:C:\Users\cbudd\leitzcloud\Team Share\Projekte\Aqua-thermic  
 Ing\Projekte\_ING\_2024\24ING027\_11922\_GSA\_AHO\_Stadt\_Falkensee\_KITA\_Kochstr  
 \02\_AHO\02\_GRT\06\_EED\_Simulation\240930 EED V 1.dat  
 Diese Ausgabedatei: 240930 EED V 1.OUT Datum: 03.10.2024 Uhrzeit:  
 19:29:13

Anmerkungen zum Projekt  
 [BV Neubau Kita, Falkensee, Kochstr. 5-7]

DATEN KURZFASSUNG

Kosten	-
Anzahl Bohrungen	12
Tiefe der Erdwärmesonde	99 m
Erdwärmesondenlänge gesamt	1188 m

E I N G A B E D A T E N ( P L A N U N G )  
 =====

UNTERGRUND

Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs	2,84 W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität des Erdreichs	2 MJ/(m <sup>3</sup> ·K)
Mittl. Temperatur d. Erdoberfläche	10,9 °C
Geothermischer Wärmefluss	0 W/m <sup>2</sup>

BOHRUNG UND ERDWÄRMESONDE

Sondenanzordnung	283 ("12 : 3 x 4 rectangle")
Tiefe der Erdwärmesonde	99 m
Abstand der Erdwärmesonden	8 m
Sondentyp	Einfach-U
Bohrlochdurchmesser	153 mm
U-Rohr, Außendurchmesser	40 mm
U-Rohr, Wandstärke	3,7 mm
U-Rohr, Wärmeleitfähigkeit	0,42 W/(m·K)
U-Rohr, Mittenabstand d. U-Schenkel	65 mm
Wärmeleitfähigkeit der Verfüllung	2 W/(m·K)
Übergangswiderst. Rohr/Verfüllung	0 (m·K)/W

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Thermischer Widerst. Fluid/Erdreich	0,13 (m·K)/W
Thermischer Widerstand intern	0,5 (m·K)/W

WÄRMETRÄGERMEDIUM

Wärmeleitfähigkeit	0,45 W/(m·K)
Spezifische Wärmekapazität	3565 J/(Kg·K)
Dichte	1068 Kg/m <sup>3</sup>
Viskosität	0,0076 Kg/(m·s)
Gefrierpunkt	-21 °C
Umwälzmenge pro Bohrloch	0,28 l/s

GRUNDLAST

Jährlicher Warmwasserbedarf	0 MWh
Jahresheizarbeit	99,2 MWh

Jahreskühlarbeit 6,47 MWh  
 Jahresarbeitszahl (WW) 3  
 Jahresarbeitszahl Heizen 4,5  
 Jahresarbeitszahl Kühlen 1E5

Monatliches Bedarfsprofil [MWh]

Monat	Wärmebedarf	Kühlbedarf	Erdseite	
1	0,17	16,9	0	13,1
2	0,14	13,9	0	10,8
3	0,13	12,9	0	10
4	0,09	8,93	0	6,94
5	0,05	4,96	0,04	3,6
6	0,01	0,99	0,22	-0,65
7	0	0	0,43	-2,78
8	0,01	0,99	0,29	-1,11
9	0,04	3,97	0,02	2,96
10	0,09	8,93	0	6,94
11	0,12	11,9	0	9,26
12	0,15	14,9	0	11,6
Gesamt	1	99,2	1	70,7

SPITZENLAST

Monatliche Spitzenlast [kW]

Monat	Spitzen-Heizlast	Dauer	Spitzen-Kühlleistung	Dauer [h]
1	0	8	0	0
2	0	8	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	0	0
7	0	0	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0	0	0	0
11	0	0	0	0
12	0	8	0	0

Dauer der Simulation (Jahre) 25  
 Monat der Inbetriebnahme 9

BERECHNETE WERTE  
 =====  
 \* Monthly calculation \*

Erdwärmesondenlänge gesamt 1188 m

THERMISCHE WIDERSTÄNDE

Effekt. therm. Bohrlochwiderstand 0,13 (m·K)/W

SPEZIFISCHER WÄRMEENTZUGSLEISTUNG [W/m]

Monat	Grundlast	Spitzen-Heizlast	Spitzen-Kühlleistung
1	15,1	0	0
2	12,5	0	0

3	11,6	0	0
4	8,01	0	0
5	4,15	0	0
6	-0,75	0	0
7	-3,21	0	0
8	-1,28	0	0
9	3,41	0	0
10	8,01	0	0
11	10,7	0	0
12	13,3	0	0

GRUNDLAST: FLUID-MITTELTEMPERATUREN (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	25
1	10,9	5,11	3,45	2,4	1,3
2	10,9	5,77	4,15	3,11	2,02
3	10,9	5,92	4,34	3,32	2,24
4	10,9	6,98	5,45	4,45	3,38
5	10,9	8,24	6,77	5,78	4,71
6	10,9	9,93	8,51	7,54	6,48
7	10,9	10,9	9,52	8,56	7,51
8	10,9	10,4	9,06	8,11	7,07
9	9,79	8,89	7,57	6,64	5,6
10	8,15	7,27	5,98	5,06	4,04
11	7,06	6,22	4,96	4,05	3,03
12	5,95	5,15	3,92	3,03	2,02

GRUNDLAST: JAHR 25

Niedrigste Fluid-Mitteltemperatur 1,3 °C zum Ende 1  
Höchste Fluid-Mitteltemperatur 7,51 °C zum Ende 7

SPITZENLAST HEIZEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	25
1	10,9	8,24	6,58	5,53	4,43
2	10,9	8,34	6,73	5,69	4,6
3	10,9	5,92	4,34	3,32	2,24
4	10,9	6,98	5,45	4,45	3,38
5	10,9	8,24	6,77	5,78	4,71
6	10,9	9,93	8,51	7,54	6,48
7	10,9	10,9	9,52	8,56	7,51
8	10,9	10,4	9,06	8,11	7,07
9	9,79	8,89	7,57	6,64	5,6
10	8,15	7,27	5,98	5,06	4,04
11	7,06	6,22	4,96	4,05	3,03
12	8,71	7,92	6,68	5,79	4,78

SPITZENLAST HEIZEN: JAHR 25

minimale Fluid-Mitteltemperatur 2,24 °C zum Ende 3  
maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,51 °C zum Ende 7

SPITZENLAST KÜHLEN: FLUID-MITTELTEMPERATUR (zum Monatsende) [°C]

Jahr	1	2	5	10	25
1	10,9	5,11	3,45	2,4	1,3
2	10,9	5,77	4,15	3,11	2,02
3	10,9	5,92	4,34	3,32	2,24
4	10,9	6,98	5,45	4,45	3,38

5	10,9	8,24	6,77	5,78	4,71
6	10,9	9,93	8,51	7,54	6,48
7	10,9	10,9	9,52	8,56	7,51
8	10,9	10,4	9,06	8,11	7,07
9	9,79	8,89	7,57	6,64	5,6
10	8,15	7,27	5,98	5,06	4,04
11	7,06	6,22	4,96	4,05	3,03
12	5,95	5,15	3,92	3,03	2,02

SPITZENLAST KÜHLEN: JAHR 25

minimale Fluid-Mitteltemperatur 1,3 °C zum Ende 1

maximale Fluid-Mitteltemperatur 7,51 °C zum Ende 7