

**Dimensionierung und Auslegung von Erdwärme-
sondenfeldern bei unterschiedlichen wasserrechtlichen
und anlagentechnischen Anforderungen anhand der
Projektbeispiele:
Achim, McDonalds; Burgwedel, Edeka; Freiburg, Pfizer**

Dipl.-Ing. Stephan Oehlert
ZENT-FRENGER



Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Erdwärmesonden

Projektbeispiel Restaurant, MC Donalds

MC Donalds
Planstraße C/D
28832 Achim

$$Q_H = 40,5 \text{ kW}$$
$$Q_K = 35,7 \text{ kW}$$

Eckdaten:

Erdwärmesonden:

10 Doppel-U-Sonden mit 75 m Länge

1 Doppel-U-Sonde mit 99 m Länge

Durchmesser:

ca. 180 mm

Σ EWS :

849 m

Wärmeträgermedium:

Wasser





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Planungsgrundlagen

- **Externer Planer – Wir befinden uns in einem Wasserschutzgebiet es ist keine Geothermische Lösung möglich !**
- **Kein Geothermie (Energieeffizientes System !) basierendes Anlagensystem möglich !**
- **ZF-Kontakt mit der Behörde bzgl. der einzuhaltenden Randparameter welche eine geothermische Nutzung erlauben.**
 - **Wasser als Wärmeträgermedium (Kühllastiges System !)**
 - **Teufen < 100 m möglich**





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Voruntersuchung

- **Durchführung einer Probebohrung zur Ermittlung der Lage des 2ten GW-Leiters am Projektstandort.**
- **Geologische Begleitung (Geologe mit Standort Kenntnissen).**
- **Geophysikalische Messung (Gamma Ray, Fel) zur Bestätigung der Lage des 2ten GW-Leiters.**
- **Darauf hin wurde die Teufe der weiteren EWS auf 75 m beschränkt (Sicherheitsabstand zum GW-Leiter).**
- **Durchführung eines Tiefenabhängigen TRT.**

Tiefenbereich	abgeschätzte Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} (Abschnitt)
um 25 m unter GOK	2,13 W/(m·K)
um 50 m unter GOK	1,99 W/(m·K)
um 75 m unter GOK	1,98 W/(m·K)





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick



Geothermische Simulationsberechnung

TRT - Ergebnisse:

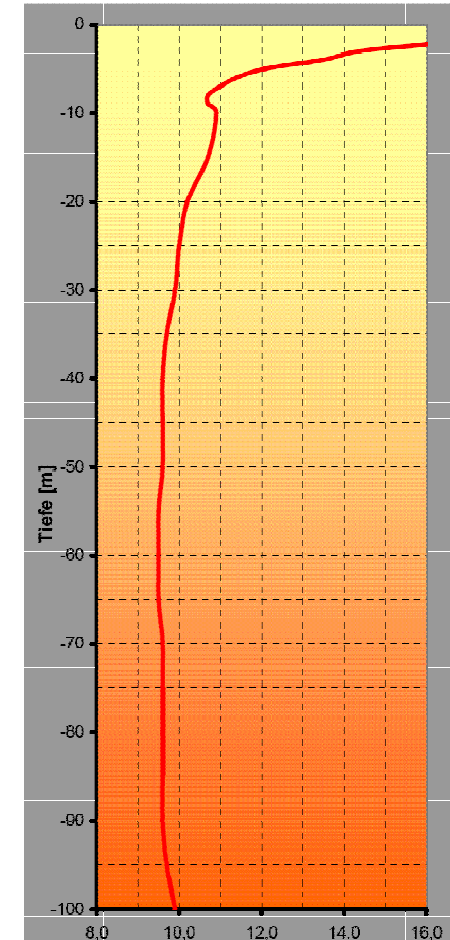
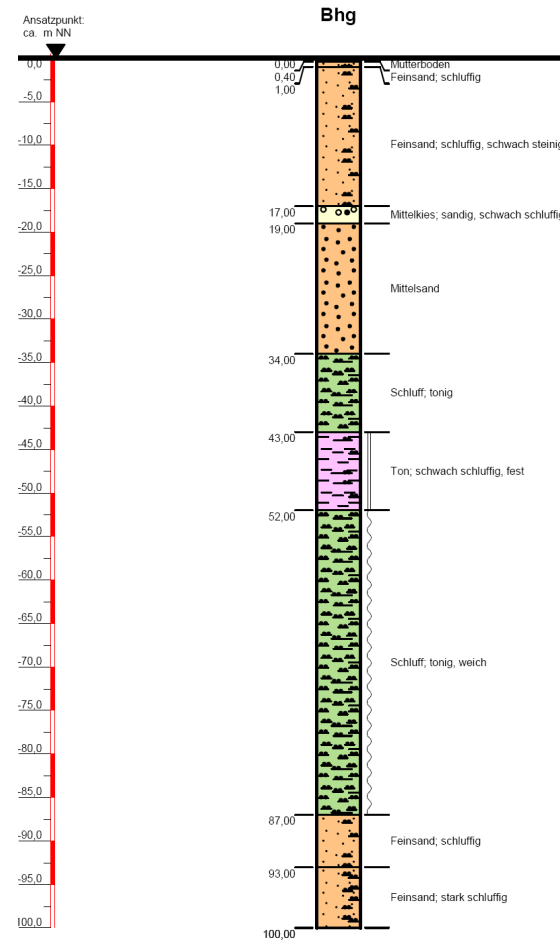
$$R_b = 0,088 \text{ mK/W}$$

$$\lambda = 2,23 \text{ W/mK}$$

$$T = 10,16 \text{ °C}$$

Geschätzte Wärmespeicherkapazität:

$$c = 2,3 \text{ MJ/m}^3\text{K}$$





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Ausführungsplanung

- **Simulation mit den zu vor ermittelten Geologischen bzw. Geothermischen Randbedingungen (Teufe, TRT und angepasste Gebäudetechnik).**
- **Lage des EWS-Feldes durch den Bauablauf bestimmt (Drive In Straße – Optimaler wäre eine Anordnung orthogonal zur GW-Fließrichtung gewesen).**
- **Die Anordnung des EWS-Feldes wurde auf Basis der Anlagentechnischen Randparameter (Kühllastig, vernichten von Energie auf niedrigem Niveau).**
 - Die GW-Temperaturen werden nicht signifikant beeinflusst.
 - Monitoring der Anlage (WMZ, Temperaturfühler).
 - Optimierung des Anlagenbetriebes
- **Qualitativ hochwertige ortsansässige Bohrunternehmen und Equipment wurde zur Ausführung herangezogen.**

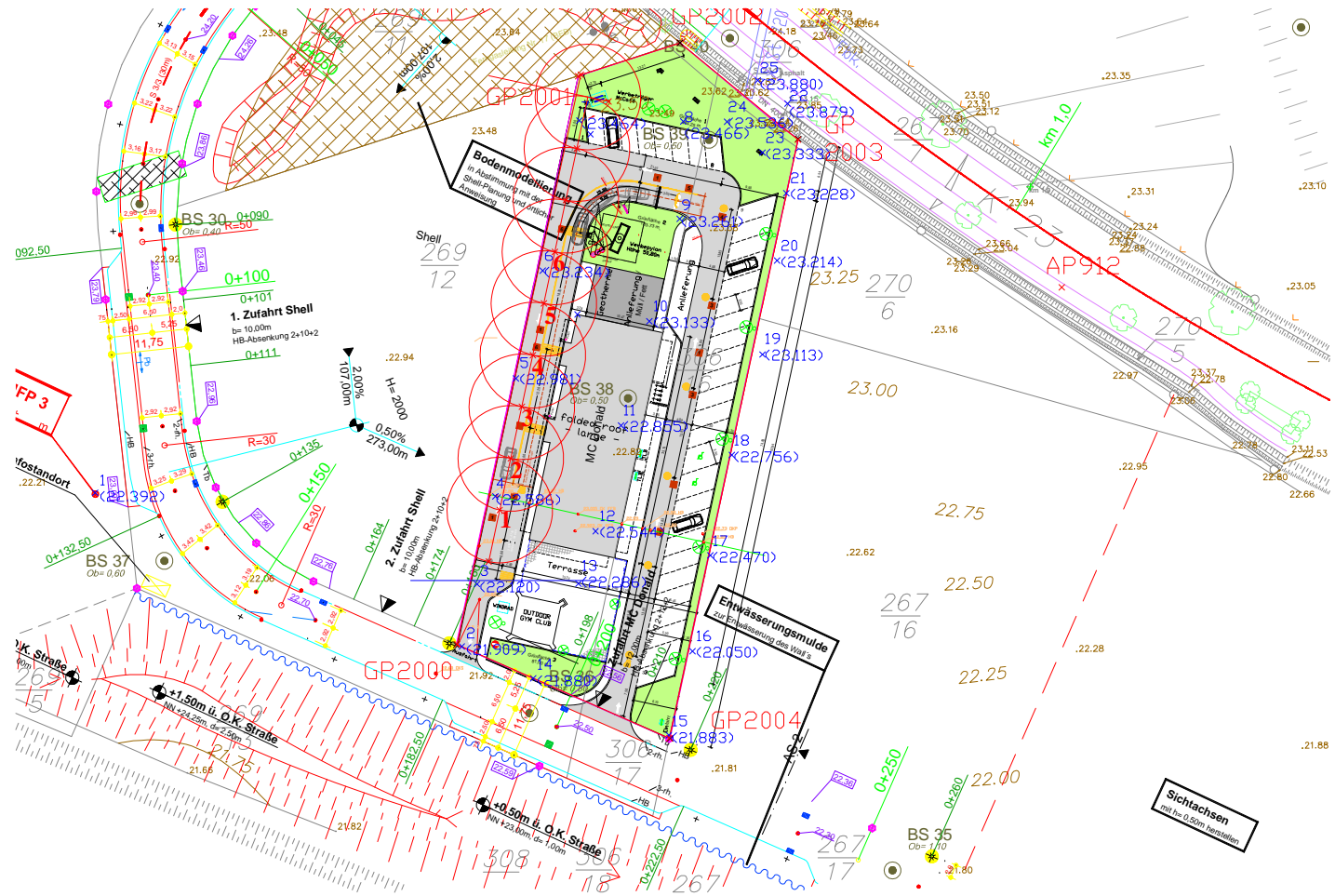




Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Lage des Erdwärmesondenfeldes





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermische Simulation - Ergebnisse

	Bedarf	Simulations-Ergebnisse
$Q_{H,Geoth}$	18,2 KW (21,3 W/lfm)	18,5 KW (21,7 W/lfm)
$Q_{H,Geoth}$	43,2 MWh	45,0 MWh
$Q_{K,Geoth}$	35,4 KW (41,6 W/lfm)	54,0 KW (63,6 W/lfm)
$Q_{K,Geoth}$	56,4MWh	79,3 MWh





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermisches System

- **Ganzheitliche Planung angepasst an die Situation am Standort.**
- **Zusammenarbeit zw. Behörde und Planer auf technisch hohem Niveau.**
 - **Mit entsprechendem Know-How lassen sich Geothermieanlagen auch an kritischen Standorten realisieren.**
- **Mit einem geeigneten Monitoring des Systems wird die Qualität der Anlagentechnik sichergestellt.**





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Erdwärmesonden

Projektbeispiel EDEKA Großburgwedel

EDEKA

Hannoversche Str.
30938 Großburgwedel

$$Q_H = 60 \text{ kW}$$

$$Q_K = 50 \text{ kW}$$

Eckdaten:

Erdwärmesonden: 11 Doppel-U-Sonden mit 99 m Länge

Durchmesser: ca. 152 mm

Σ EWS : **1089 m**

Wärmeträgermedium: Wasser





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Planungsgrundlagen

- **Kunde tritt mit dem Wunsch eines Geothermie (Energieeffizientes System !) basierenden Anlagensystem an Zent-Frenger (ZF) heran.**
- **Lage des Projektstandortes liegt in einem Wasserschutzgebietes (Zone III b).**
- **ZF-Kontakt mit der Behörde bzgl. der einzuhaltenden Randparameter welche eine geothermische Nutzung erlauben.**
 - **Wasser als Wärmeträgermedium (Kühllastiges System !)**
 - **Es darf zu keiner Temperaturerhöhung im Untergrund kommen (Einzugsbereich TW-Gewinnung); (< 20 °C).**





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Voruntersuchung

- Durchführung einer Probebohrung zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit am Projektstandort.
- Durchführung eines Tiefenabhängigen TRT.

Tiefenbereich	abgeschätzte Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} (Abschnitt)
um 25 m unter GOK	2,16 W/(m·K)
um 75 m unter GOK	1,68 W/(m·K)





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermische Randparameter

TRT - Ergebnisse:

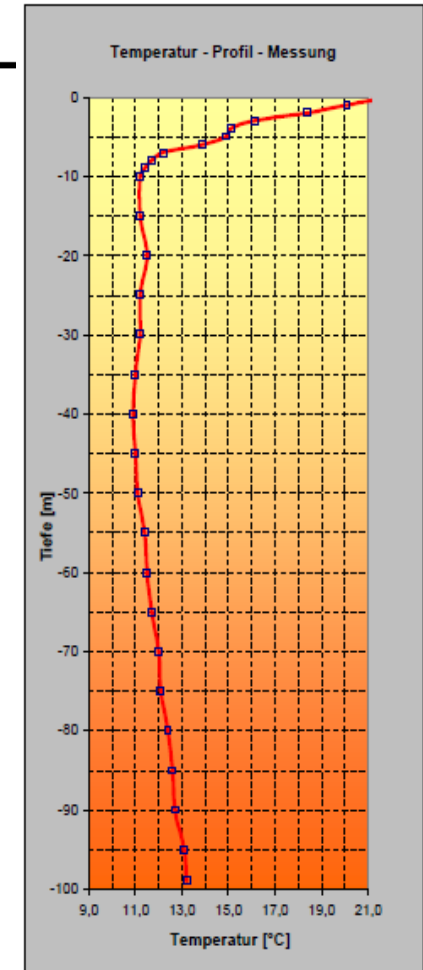
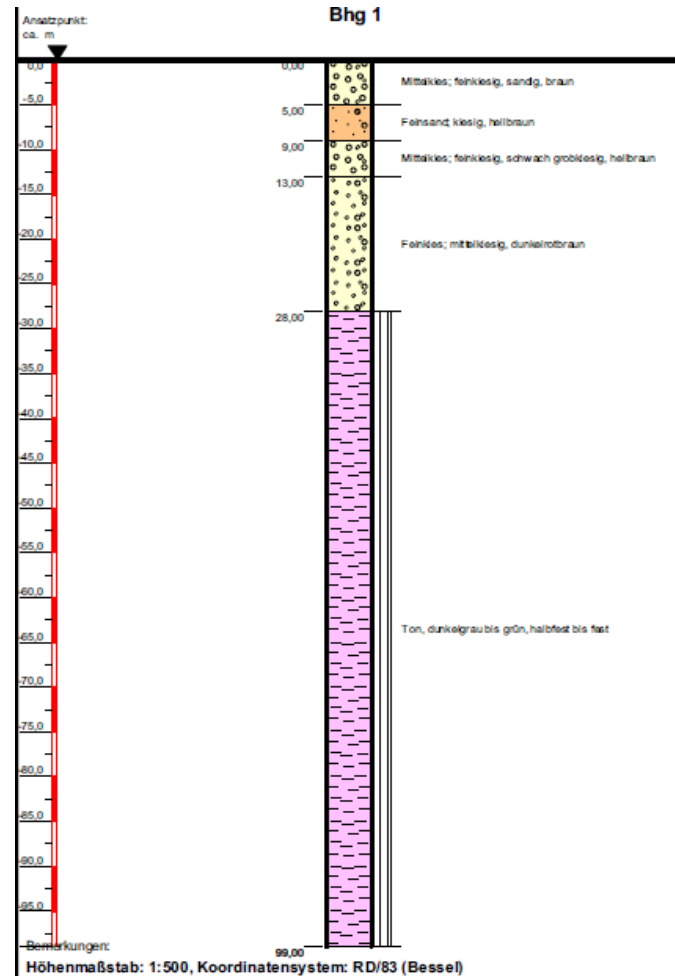
$$R_b = 0,126 \text{ mK/W}$$

$$\lambda = 2,2 \text{ W/mK}$$

$$T = 12,05 \text{ °C}$$

Geschätzte Wärmespeicher- kapazität:

$$c = 2,2 \text{ MJ/m}^3\text{K}$$





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Ausführungsplanung

- **Simulation mit den zu vor ermittelten Geologischen bzw. Geothermischen Randbedingungen (TRT und angepasste Gebäudetechnik-Rückkühler).**
- **Kompakte Anordnung des EWS-Feldes zur Speicherung (STES).**
- **Die Regelung des Unterkühlers (Wärmeeintrag) wird zur Herstellung einer ausgeglichenen Bilanz im Untergrund herangezogen. Anlagentechnischen Randparameter.**
 - **Die GW-Temperaturen werden nicht signifikant beeinflusst.**
 - **Monitoring der Anlage (WMZ, Temperaturfühler).**
 - **Optimierung des Anlagenbetriebes**

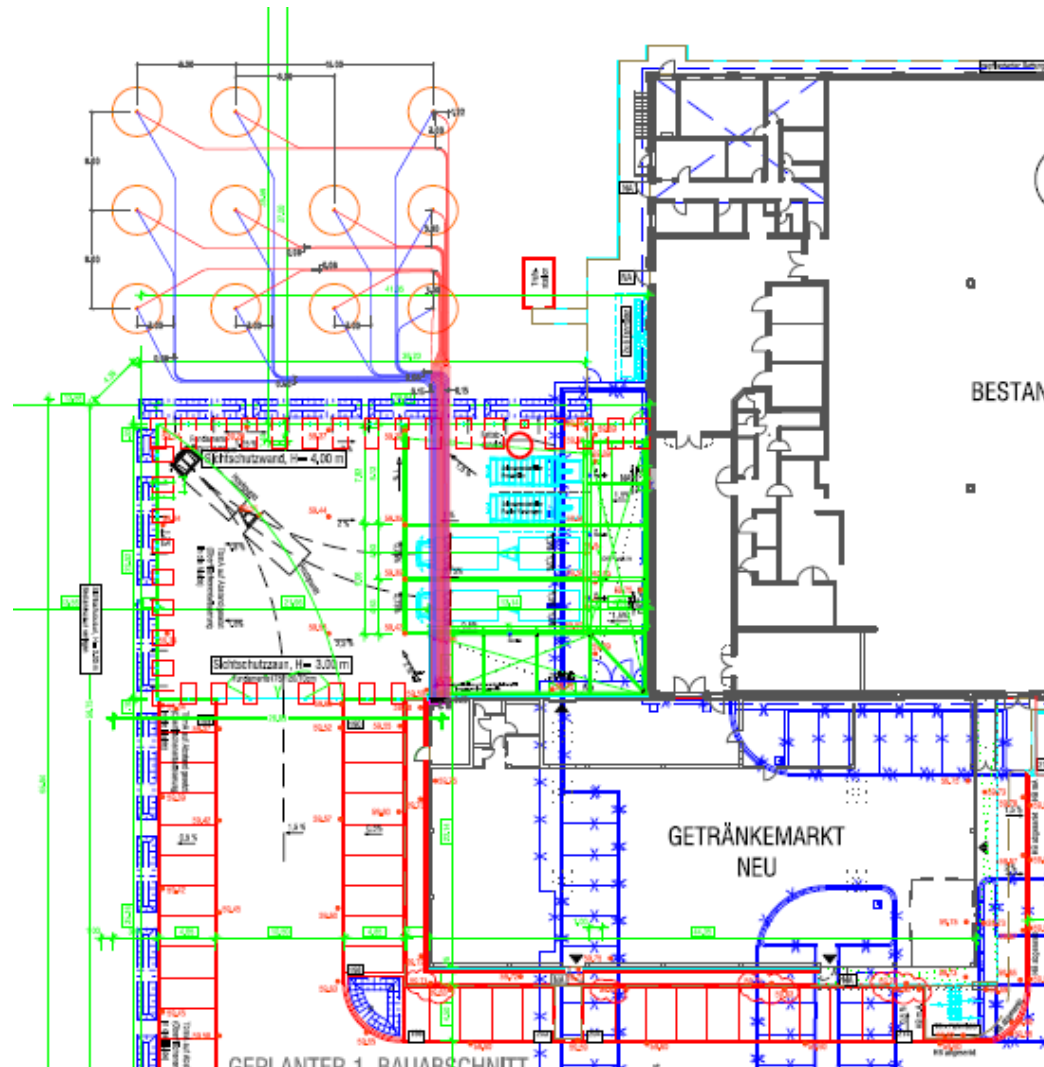




Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Lage des Erdwärmesondenfeldes





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Ergebnis Simulationsberechnung

	Bedarf	Simulations-Ergebnisse
$Q_{H,Geoth}$	47,2 KW (43,4 W/lfm)	49,5 KW (45,5 W/lfm)
$Q_{H,Geoth}$	85 MWh	124 MWh
$Q_{K,Geoth}$	50,0 KW (45,9 W/lfm)	54,0 KW (49,6 W/lfm)
$Q_{K,Geoth}$	99 MWh	101 MWh





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermisches System

- **Ganzheitliche Planung angepasst an die Situation am Standort.**
- **Mit entsprechendem Know-How lassen sich Geothermieanlagen auch an kritischen Standorten realisieren.**
- **Anpassung der Anlagentechnik (Energieeffizients) auf die geologische Situation am Projektstandort.**
- **Wasserrecht geht vor geothermischer Nutzung!**
- **Mit einem geeigneten Monitoring des Systems wird die Qualität der Anlagentechnik sowie der Einhaltung behördliche Auflagen sichergestellt.**





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Erdwärmesonden

Projektbeispiel Bürogebäude Pfizer GmbH

Pfizer GmbH

Arzneimittelwerk Gödeke
79090 Freiburg

$$Q_H = 122 \text{ kW}$$

$$Q_K = 110 \text{ kW}$$



Eckdaten:

Erdwärmesonden:

19 Doppel-U-Sonden mit 130 m Länge

Durchmesser:

170 mm (teilw. Schutzverrohrung)

Σ EWS :

2470 m

Wärmeträgermedium:

20%-iges Antifrogen-N/Wasser-Gemisch





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie – Planungsgrundl. / Vorunters.

- **ZF-Kontakt mit der Behörde bzgl. der einzuhaltenden Randparameter welche eine geothermische Nutzung erlauben.**
 - **Ethylenglykol/Wasser-Gemisch als Wärmeträgermedium**
 - **Die ersten 15 m sind verrohrt zu Bohren (Geschiebemergel).**
 - **Möglicherweise Artheser am Projektstandort (Vorsorgemaßnahmen)**
- **Durchführung einer Probebohrung zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit am Projektstandort.**
- **Kein Artheser angetroffen.**
- **Durchführung eines TRT.**
- **Qualitativ hochwertige ortsansässige Bohrunternehmen und Equipment wurde zur Ausführung herangezogen.**





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermische Randparameter

TRT - Ergebnisse:

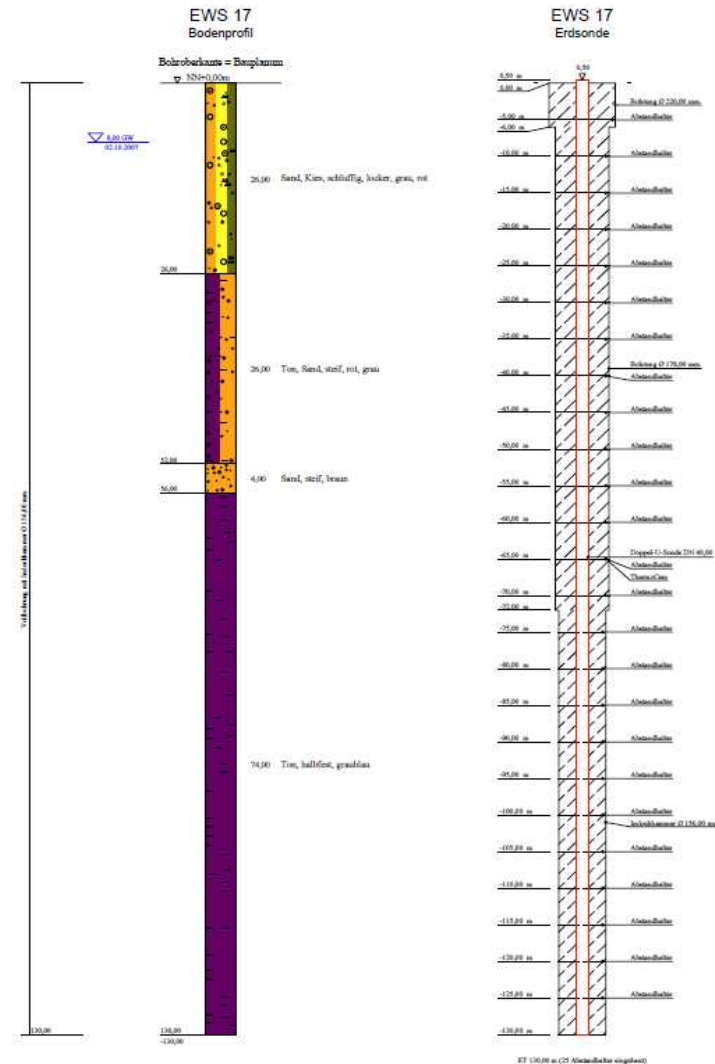
$$R_b = 0,06 \text{ mK/W}$$

$$\lambda = 2,3 \text{ W/mK}$$

$$T = 13,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

Geschätzte Wärmespeicherkapazität:

$$c = 2,3 \text{ MJ/m}^3\text{K}$$





Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermie - Ausführungsplanung

- **Simulation mit den zu vor ermittelten Geologischen bzw. Geothermischen Randbedingungen (TRT und angepasste Gebäudetechnik).**
- **EWS-Teufe in Abhängigkeit der Hydraulik definiert (Optimierung der Anlagentechnik).**
- **Kompakte Anordnung des EWS-Feldes zur Speicherung (STES). In Abhängigkeit der baulichen Situation am Projektstandort.**
- **Monitoring der Anlage (WMZ, Temperaturfühler) – FRAUNHOFER - LOW-EX.**
 - **Optimierung des Anlagenbetriebes**

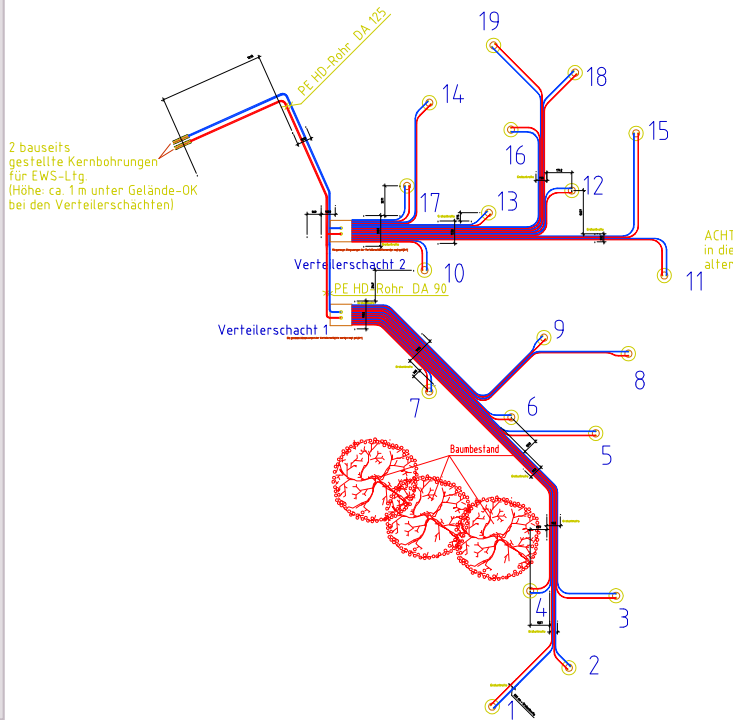




Agenda

- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Geothermische Simulationsberechnung



	Bedarf	Simulations-Ergebnisse
$Q_{H,Geoth}$	93 KW (38 W/lfm)	97 KW (39/lfm)
$Q_{H,Geoth}$	133 MWh	293 MWh
$Q_{K,Geoth}$	130 KW (52 W/lfm)	170 KW (69W/lfm)
$Q_{K,Geoth}$	150 MWh	370 MWh

Betriebsweisen	Jahresarbeitszahl* JAZ unterschiedlicher Bilanzgrenzen		
	I	II	III
Heizen	42.6	5.3	4.3
Kühlen	46.2	5.6	3.7
freie Kühlung opt.	9.1	9.1	4.7
freie Kühlung HUZR	6.9	6.9	3.6
Gesamt	14.9	5.8	3.9





Agenda

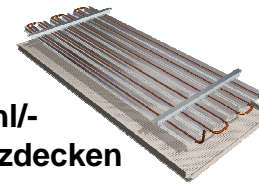
- Achim, McDonalds
- Großburgwedel, EDEKA
- Freiburg, Pfizer
- Ausblick

Ausblick

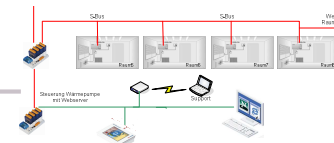
- Durch eine ganzheitlichen Planung in Kooperation mit den zuständigen Behörden lassen sich Geothermieanlagen auch an kritischen Standorten realisieren.
- Mit einem geeigneten Monitoring des System wird die Qualität der Anlagentechnik sowie der Einhaltung behördlicher Auflagen sichergestellt.



Kühl-/Heizdecken



MSR



Wärmepumpe



Erdwärmeabsorber



Die Effizienz regenerativer Systeme ist abhängig von:

- Konzeption,
 - MSR
 - Komponenten
- sowie
- Monitoring/Optimierung !!!!





**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**



ZENT-FRENGER

**Gesellschaft für
Gebäudetechnik mbH**

Kühl-/Heizdecken
Betonkerntemperierung
Geothermisch Heizen/Kühlen

Zentrale

Schwarzwaldstraße 2
D-64646 Heppenheim
Telefon 0 62 52 - 7907 - 0
Telefax 0 62 52 -7907 - 31
zentrale@zent-frenger.de
heppenheim@zent-frenger.de

Niederlassung Nord

Büro Hamburg
Kantstraße 6A
D-21629 Neu Wulmstorf
Telefon 040 - 700 40 17 - 0
Telefax 040 - 700 40 17 - 9
hamburg@zent-frenger.de

Niederlassung Süd

Büro Stuttgart
Maybachstraße 7
D-71229 Leonberg
Telefon 0 71 52 - 9 39 93 - 0
Telefax 0 71 52 - 9 39 93 - 1
stuttgart@zent-frenger.de

**Kompetenzzentrum
Geothermie**

Schwarzwaldstraße 2
D-64646 Heppenheim
Telefon 0 62 52 - 7907 - 640
Telefax 0 62 52 -7907 - 740
geothermie@zent-frenger.de