

Fachgerechte Planung von Erdwärmeanlagen

Dr. Verena Herrmann

GMP – Geotechnik GmbH & Co. KG, Würzburg

11.10.2017

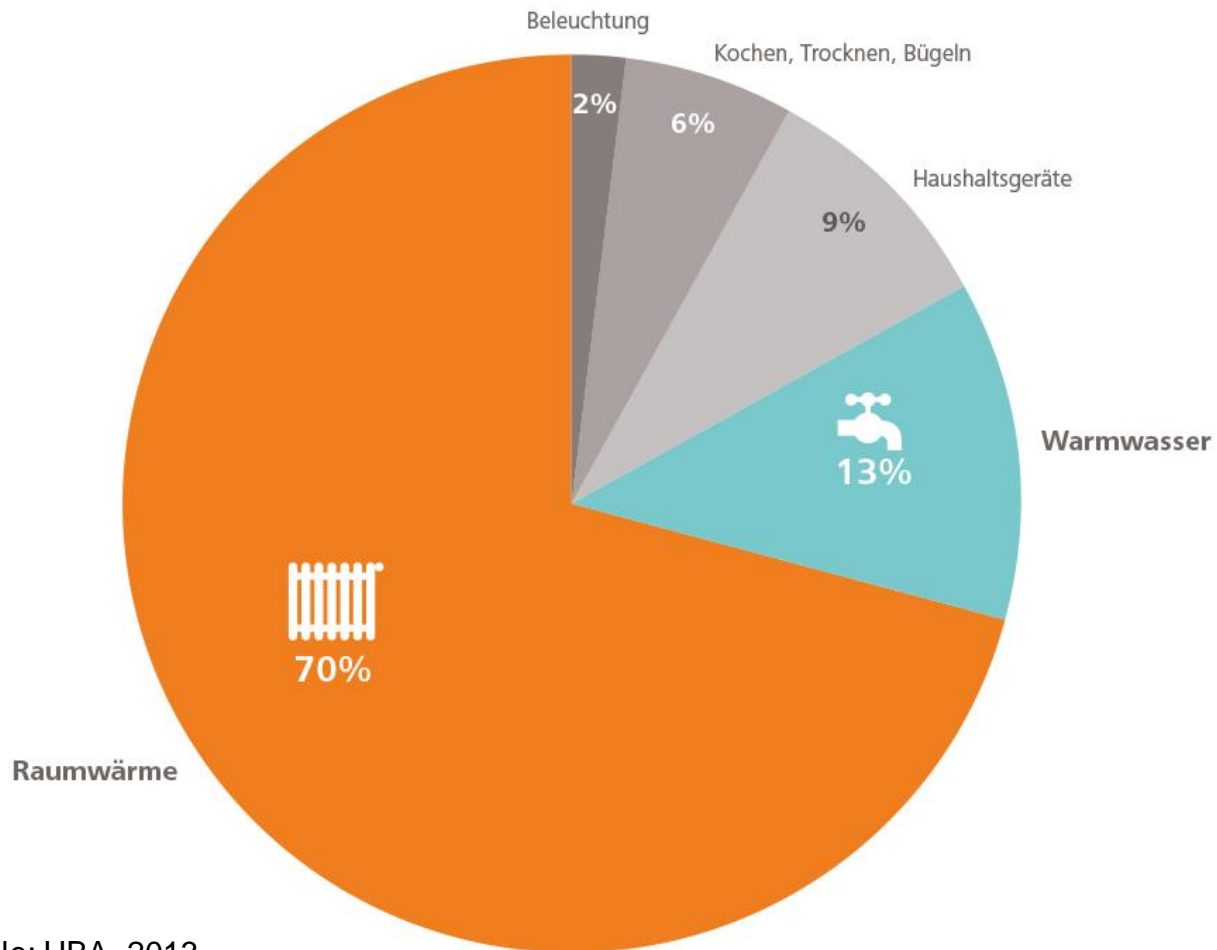
Erdwärme mit Wärmepumpen im Neubau und Bestand

Hallstadt

Zum Unternehmen

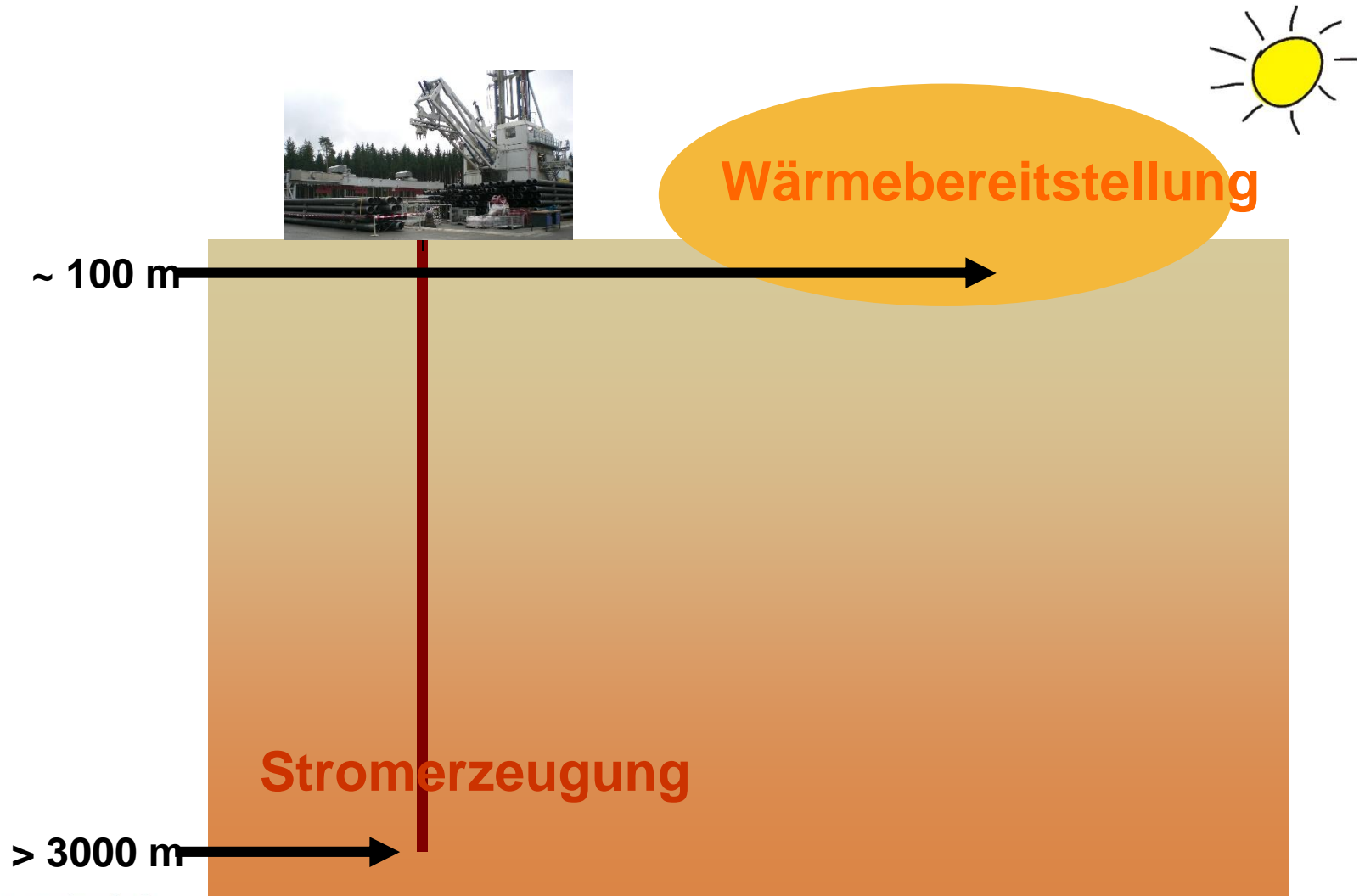
- Beratende Ingenieure und Geologen (Geographen & Umweltingenieure)
- Eines der größten Ingenieurbüros für Geotechnik in Bayern
- Seit über 50 Jahren am Markt
- 36 Mitarbeiter
- Interdisziplinäre Beratung privater und öffentlicher Auftraggeber in den Fachbereichen Geotechnik, Umwelttechnik (Altlasten und Abfallverwertung), Hydrogeologie und Geothermie
- Eigenes Baustofflabor
- Ausbildungsbetrieb für 2 Baustoffprüfer und 2 Bürokauffrauen
- Eigene Erkundungsteams mit ausgebildeten Baustoffprüfern und fachkundigen Probenehmern
- Sachverständige für Geotechnik und §18 BBodSchG
- Sachkundige gem. TRGS 519 (Asbest) und TRGS 521 (KMF)

Energieverbrauch im Privathaushalt



Quelle: UBA, 2013

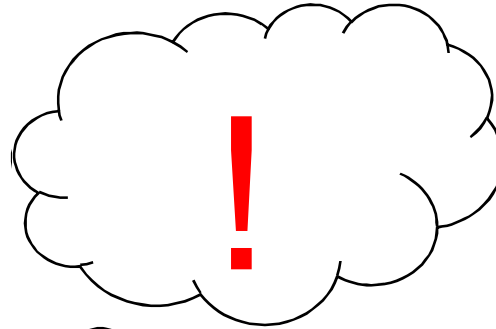
Oberflächennahe und tiefe Geothermie



Fragen & Antworten zum Thema

Funktioniert das auch auf meinem Grundstück?

Standortabfrage in Informationssystemen



Wie lange hält eine
Erdwärmeheizung?

Regenerative Energie

Welche Kosten?

Angebote von Fachfirmen
& BAFA-Förderung

Kühlt der Boden nicht aus?

Fachgerechte Planung

Was muss beachtet werden?

Fachgerechte Ausführung

Wie funktionieren diese Systeme?

Wärmepumpe und Wärmequelle

Brauche ich eine Genehmigung?

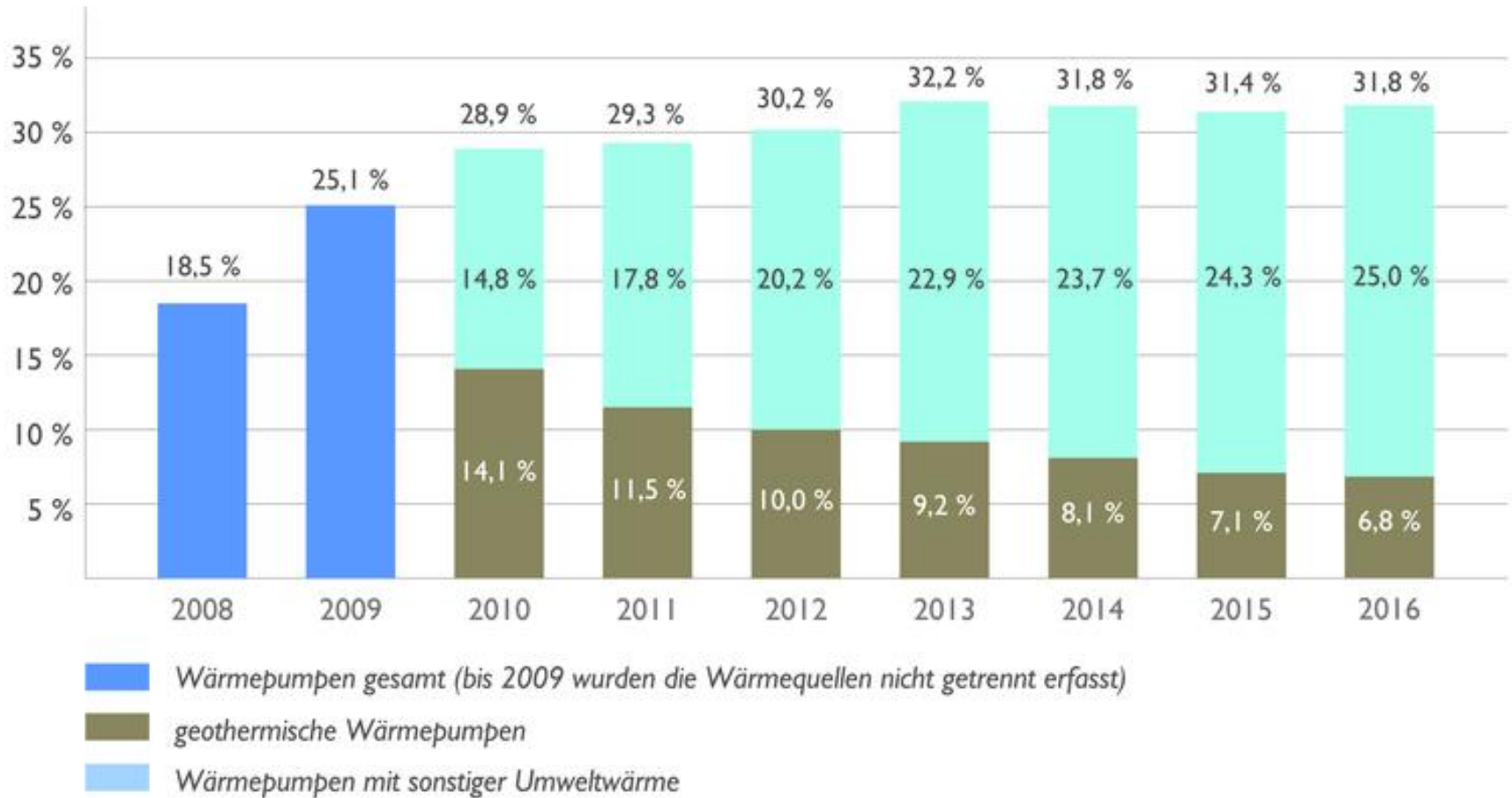
Bohranzeige & Wasserrechtsantrag



Vorteile der Erdwärmennutzung

- Keine Verwendung von teuren, „endlichen“ fossilen Energieträgern
- Grundlastfähig
- Ökologische Aspekte (umweltfreundlich durch CO₂-Einsparung und geringeren Energieverbrauch)
- Vorteile bei Genehmigungsanforderungen hinsichtlich Energieeffizienz von Gebäuden
- Geringe Betriebskosten
- Für Heizen und Kühlen

Wärmepumpen im Neubau 2008 - 2016

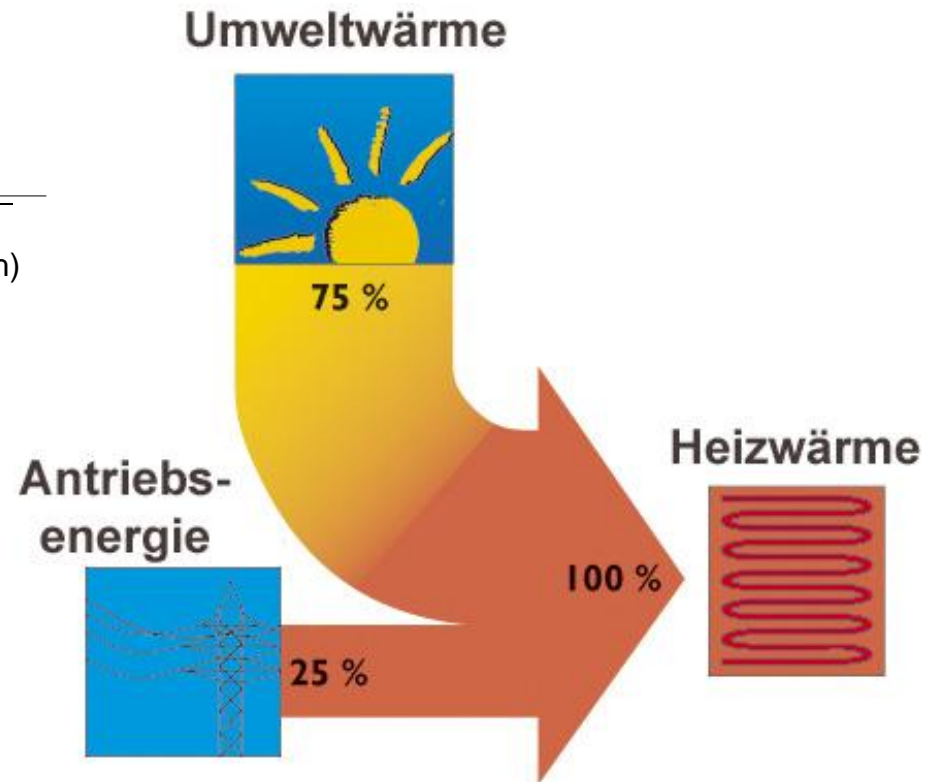


Quelle: Statistisches Bundesamt. Baufertigstellungen bei Wohngebäuden nach vorwiegend verwendeter primärer Heizenergie

bwp Bundesverband Wärmepumpe e.V.

Wärmepumpe Jahresarbeitszahl

Jahresarbeitszahl $\beta = \frac{W_{\text{(nutzbare Wärmeenergie in kWh)}}}{W_{\text{(zugeführte elekt. Leistung in kWh)}}$



Quelle: www.waermepumpe-bwp.de, Zugriff 02.05.2007

➔ Beträgt die Jahreszahl 4,0 bedeutet dies, dass das 4-fache der eingesetzten elektrischen Arbeitsleistung in Wärmeenergie umgesetzt wird.

Vergleich Heizsysteme

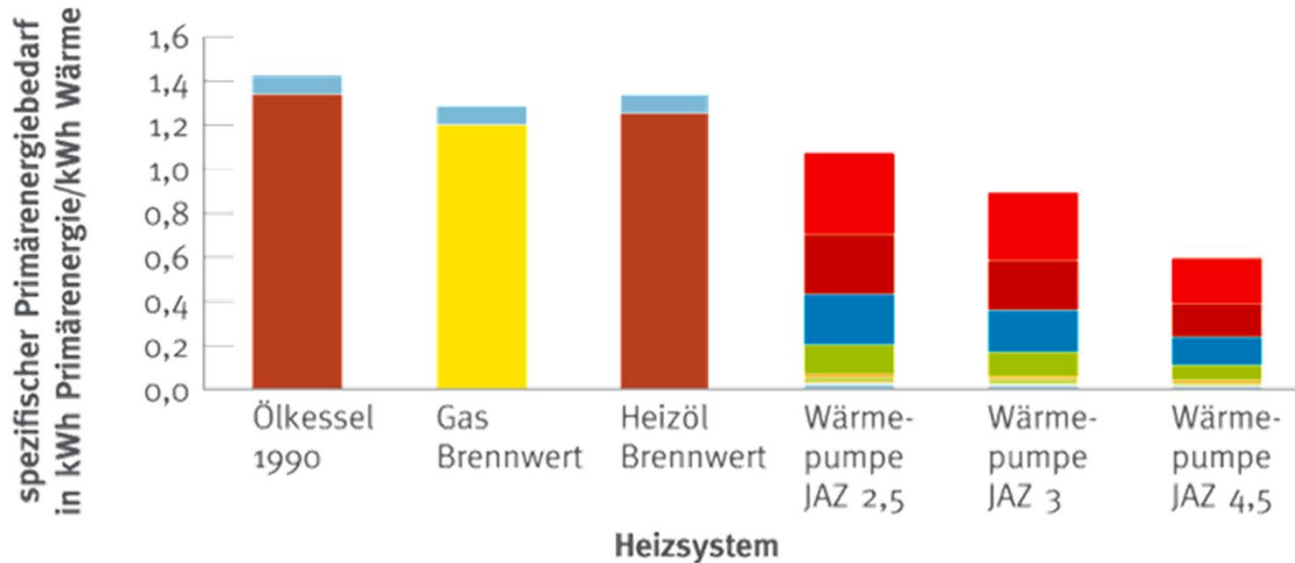


Abb. 1: Vergleich verschiedener Heizsysteme für den Strommix des Jahres 2008



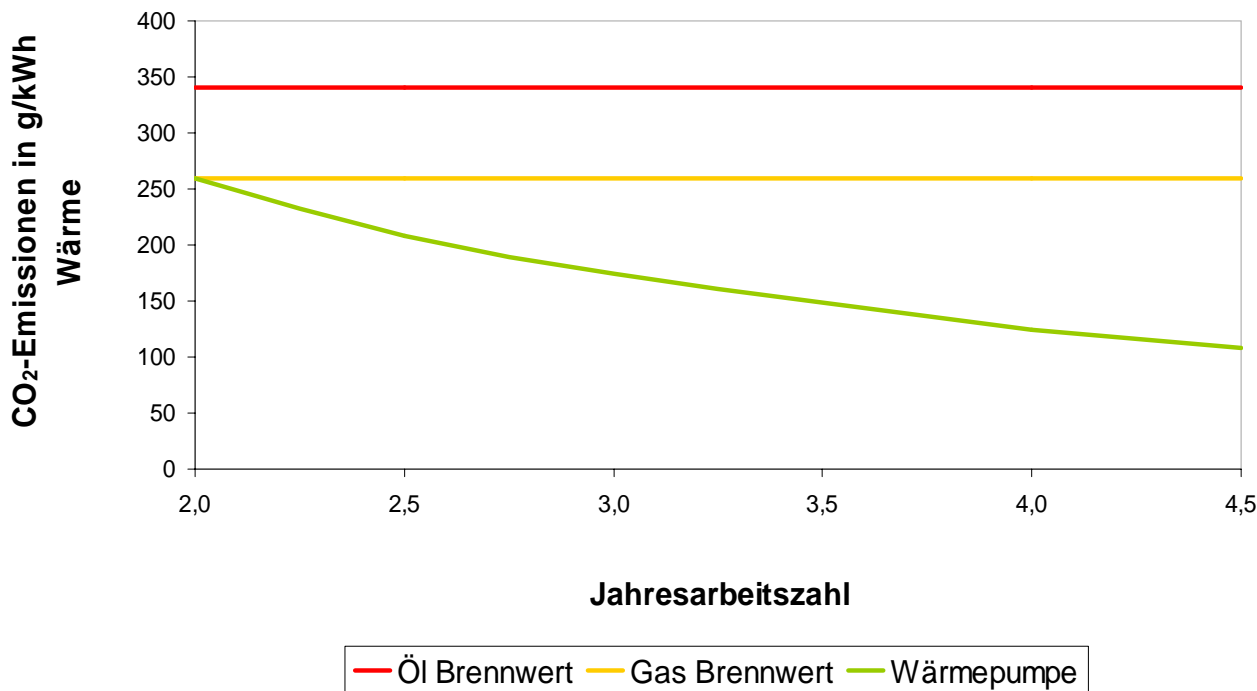
Mit dem derzeitigen Strom-Mix spart eine Wärmepumpe im Vergleich zu einem hocheffizienten Gas-Brennwertkessel ab einer JAZ von 2,2 Primärenergie und verbraucht bei einer JAZ von 4,5 weniger als die Hälfte.



Reduzierung CO₂-Ausstoß

Die JAZ und der Strom-Mix sind entscheidend für den tatsächlichen CO₂-Ausstoß durch eine Wärmepumpen-Heizungsanlage.

Spezifische CO₂-Emissionen unterschiedlicher Heizsysteme für das Jahr 2008

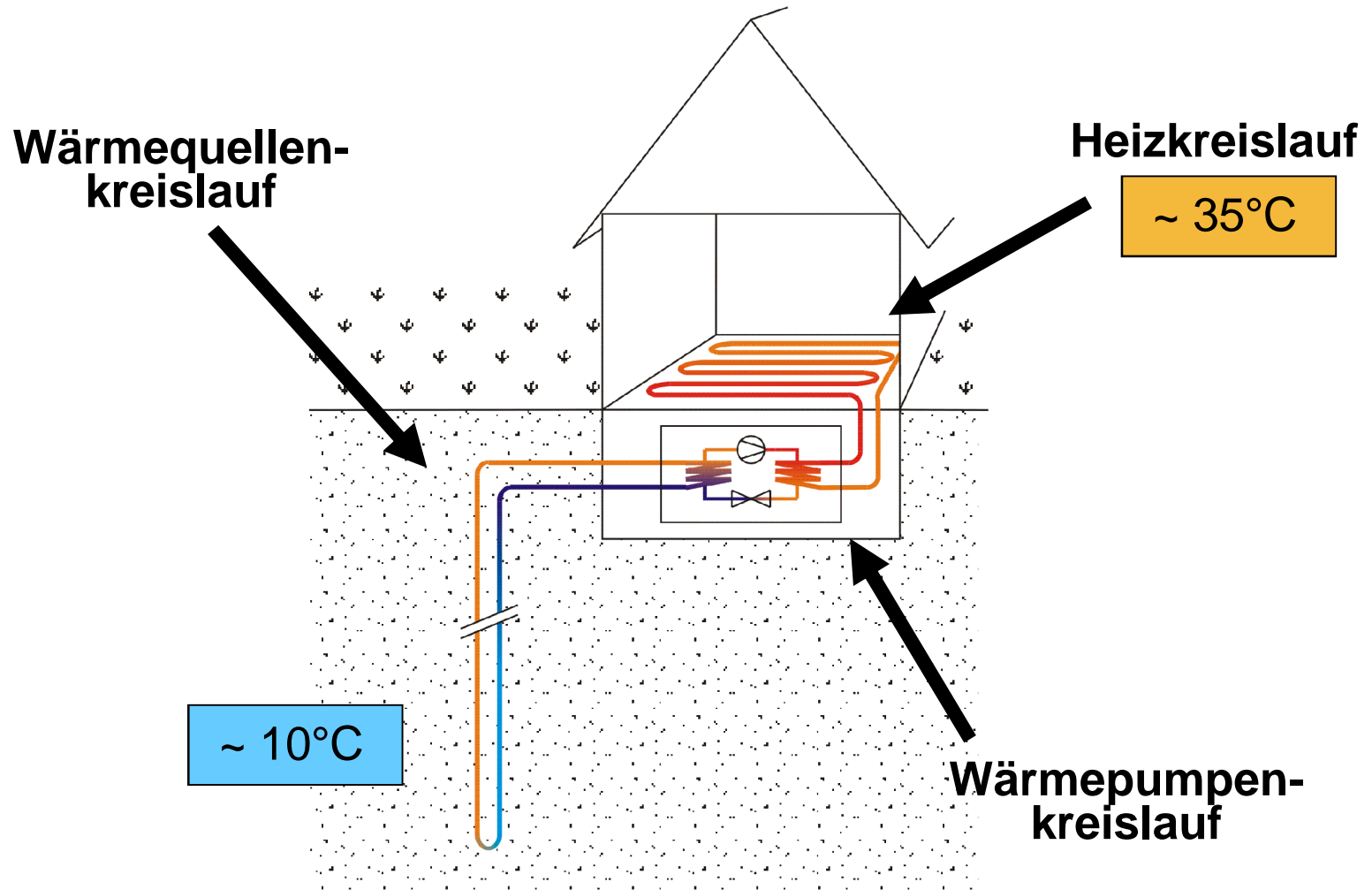


CO₂-Ausstoß:

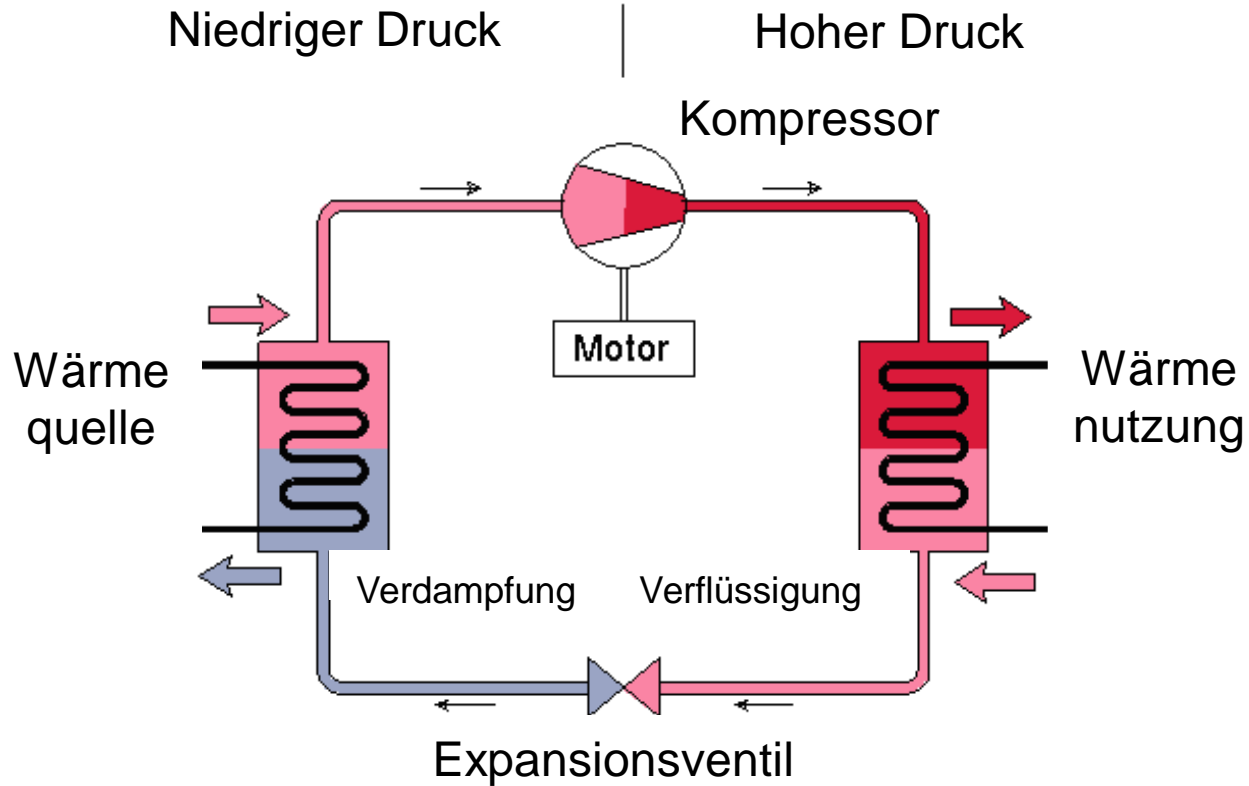
- Ölheizkessel
ca. 340 g/kWh
- Gasheizkessel
ca. 260 g/kWh
- Wärmepumpe
(JAZ 2,5) ca. 200 g/kWh
(JAZ 4,5) ca. 160 g/kWh



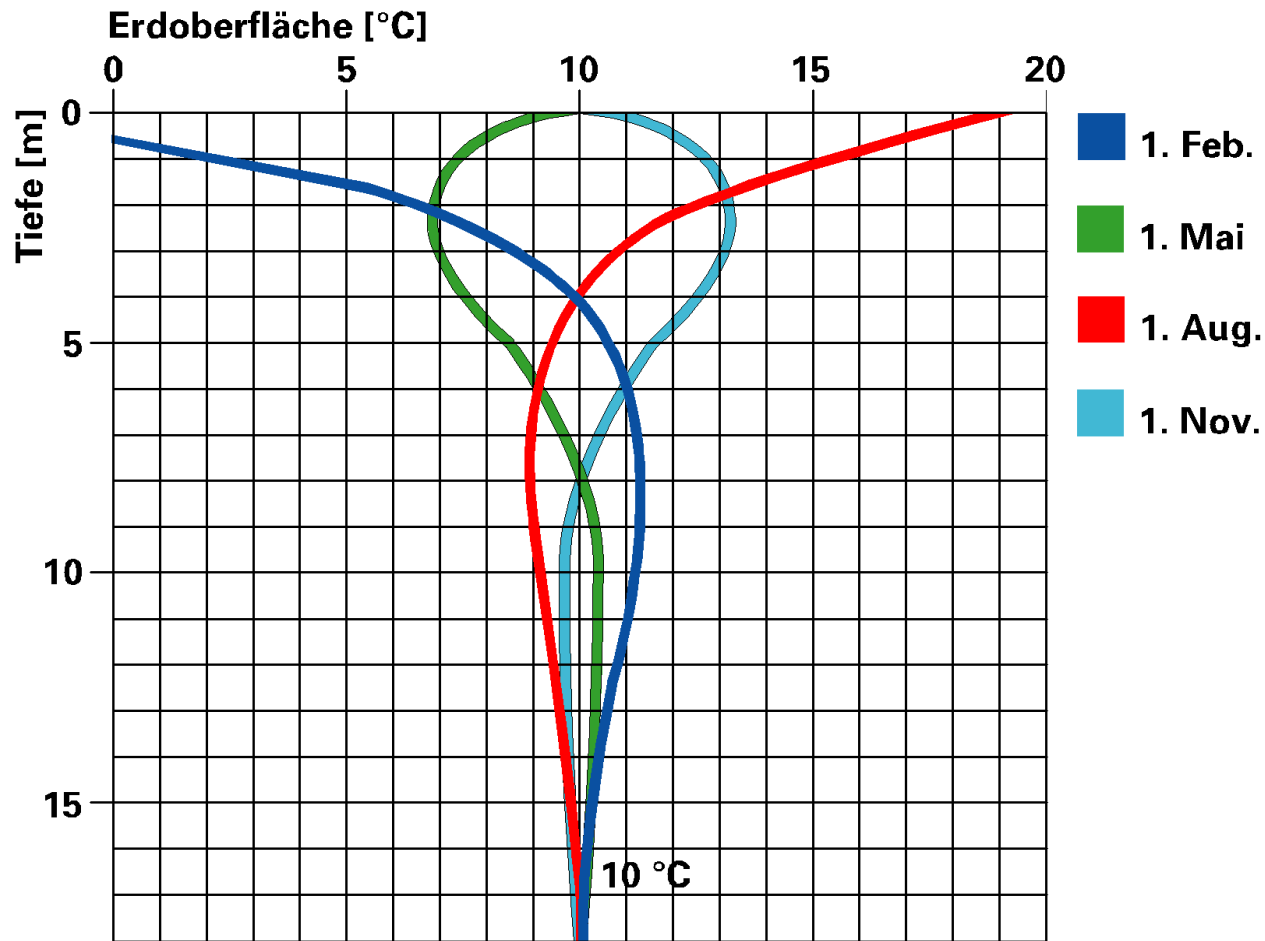
Wärmepumpe im Gesamtsystem



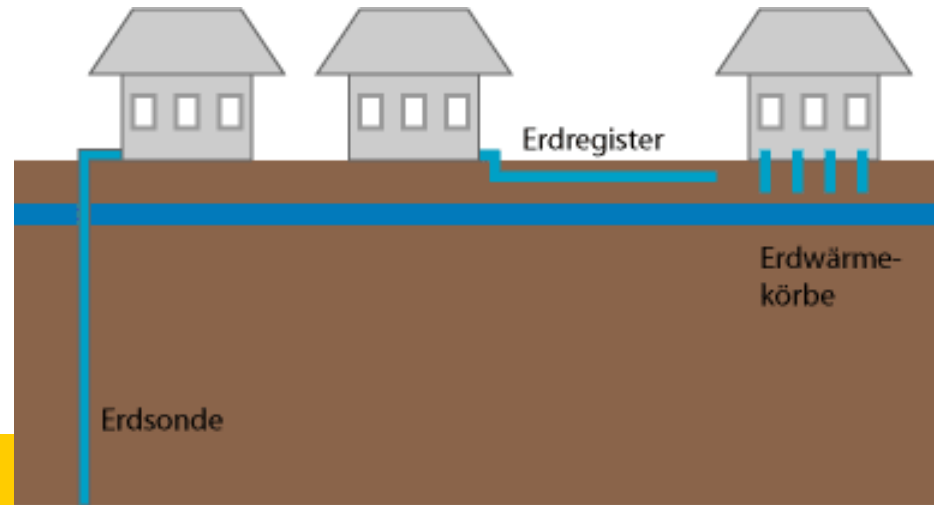
Wärmepumpe: Funktionsweise



Verlauf Jahrestemperatur im Untergrund



Wärmequellensysteme



Indirekte Nutzung (geschlossene Systeme)

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Erdberührte Bauteile

Quelle: www.energie-lexikon.info

Wärmequellensysteme



Quelle: www.energie-lexikon.info

Direkte Nutzung (offene Systeme)

- Grundwasserbrunnen

Sonderformen:

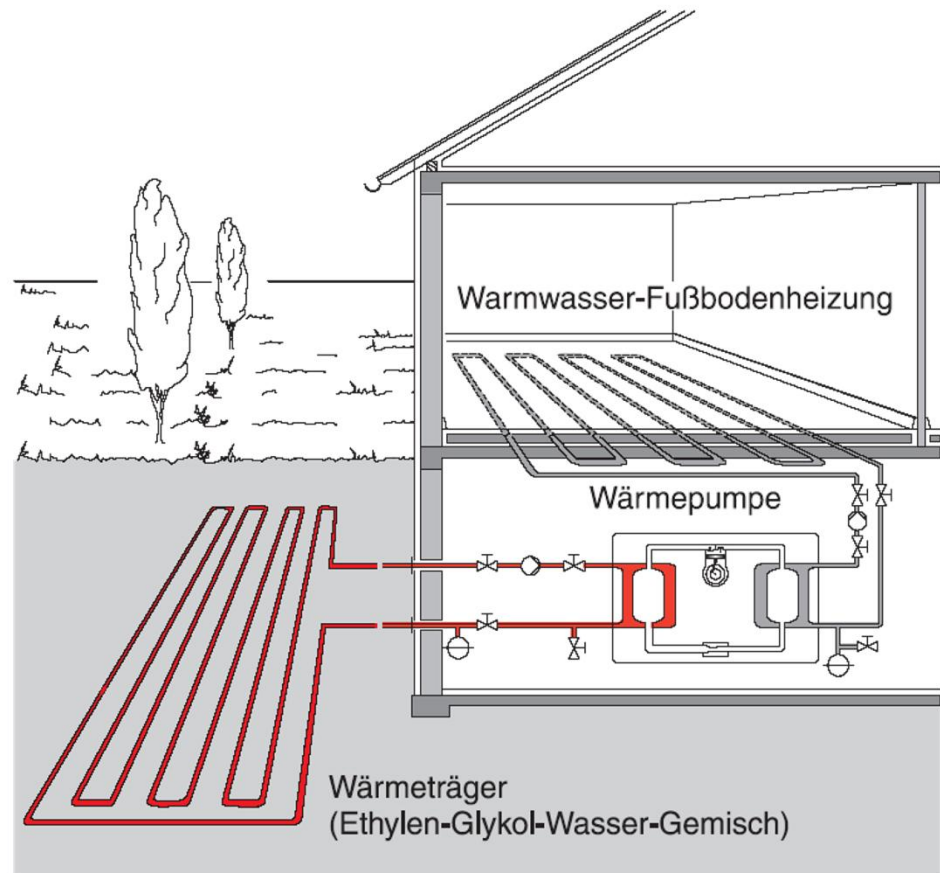
- Energetisch aktivierte Bauteile
- Energiepfähle
- Direktverdampfung (CO₂-Sonden)
- Gruben-/Tunnelwassernutzung
- Energierückgewinnung aus Abwasserkanälen

Wärmequellensysteme: Kollektoren

- Horizontal verlegte Rohrschlangen
- Tiefe: ~ 1,5 m

Sonderformen:

- Energiekörbe
- Spiralsonden (Helix)

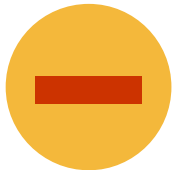
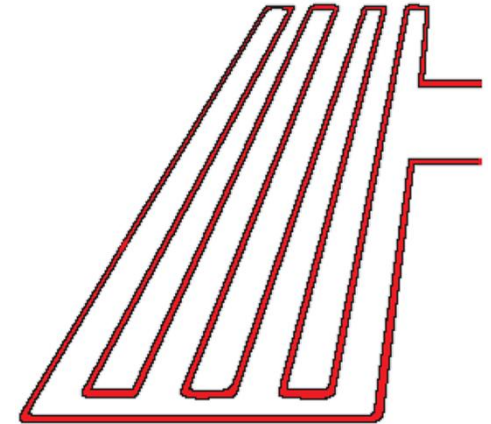


Quelle: VDI-Richtlinie 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes

Vor- und Nachteile Kollektoren



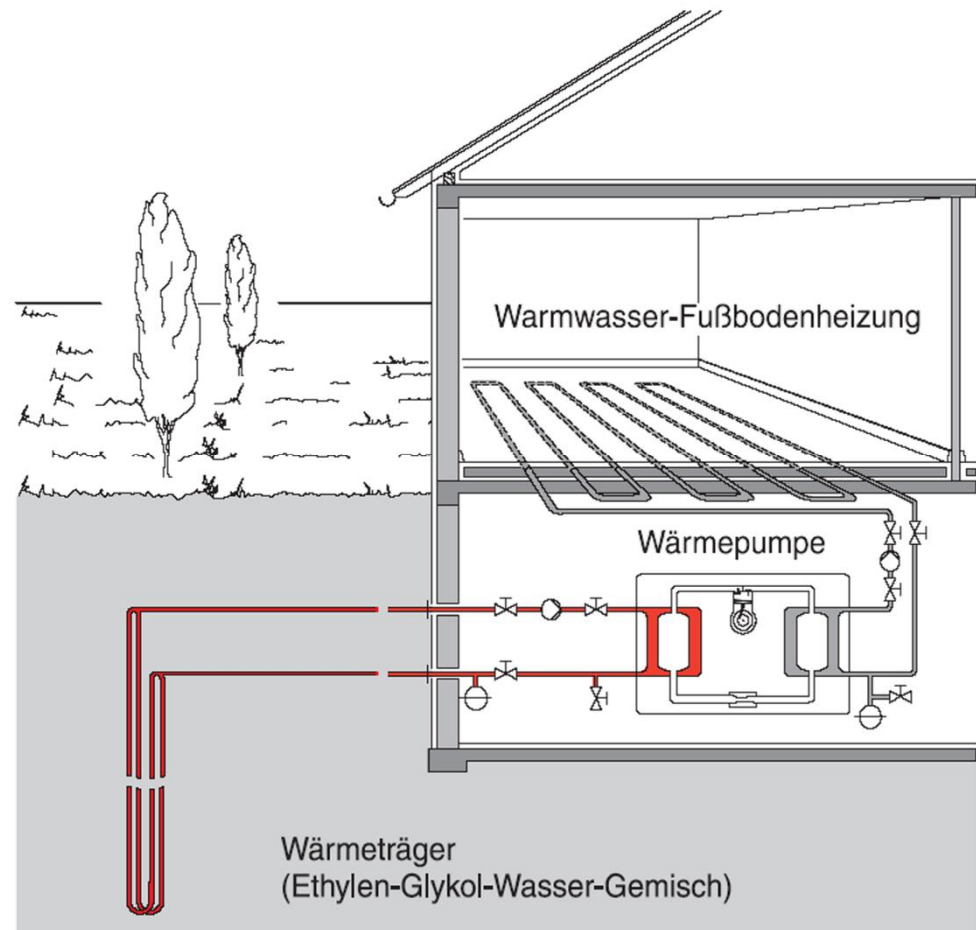
- Geringe Verlegungstiefe
- Einbau unkompliziert
- Niedrigere Investitionskosten
- Kein Wartungsaufwand
- (keine Genehmigung)



- Große Freiflächen erforderlich
- Niedriges Temperaturniveau
- Höhere Betriebskosten

Wärmequellensysteme: Erdwärmesonden

- Vertikale U-Rohre
- Tiefe: ~ 100 m
(bis 200 m)

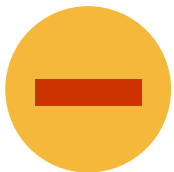


Quelle: VDI-Richtlinie 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes

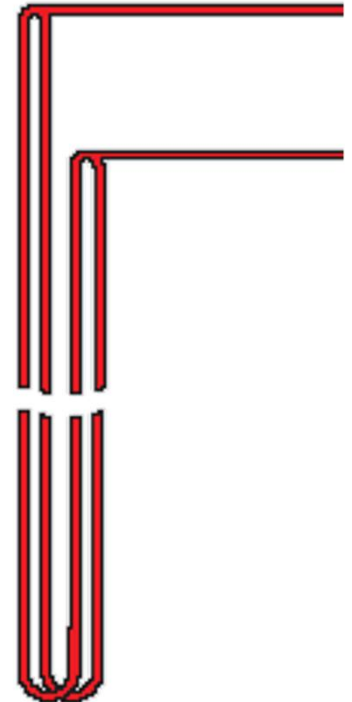
Vor- und Nachteile Erdwärmesonden



- + Geringer Platzbedarf
- + Höhere Quellentemperaturen (Effizienz!)
- + Niedrigere Betriebskosten
- + Kein Wartungsaufwand

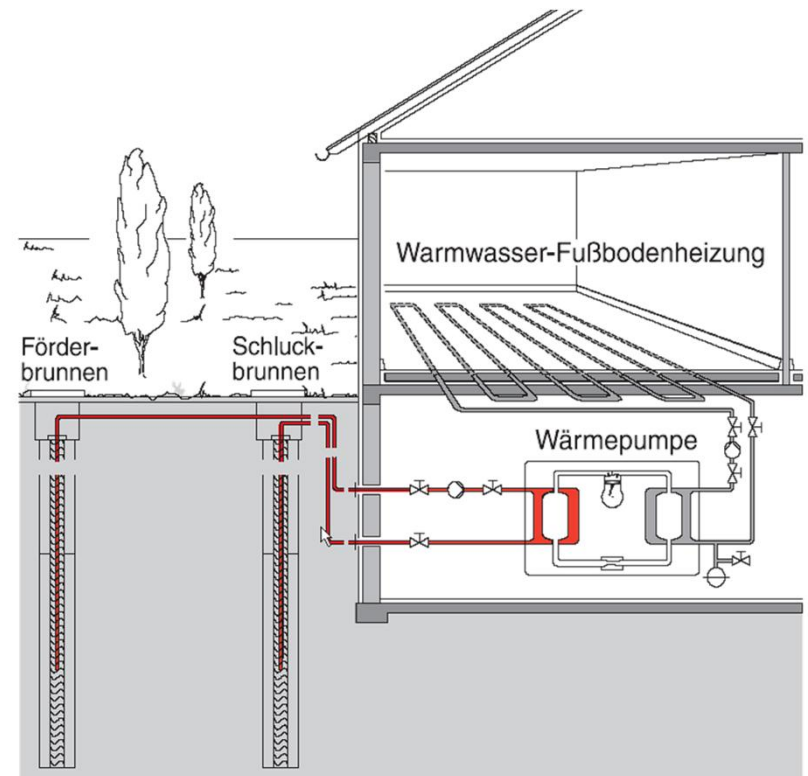


- Höhere Investitionskosten
- Höherer Planungsaufwand
- Genehmigung



Wärmequellensysteme: Grundwasserbrunnen

- Zwei Brunnen zur Förderung (= Entnahmebrunnen) und Versickerung (= Schluckbrunnen) von Grundwasser
- Tiefe: je nach Grundwasserstand, einige Meter

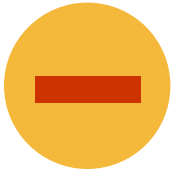


Quelle: VDI-Richtlinie 4640: Thermische Nutzung des Untergrundes

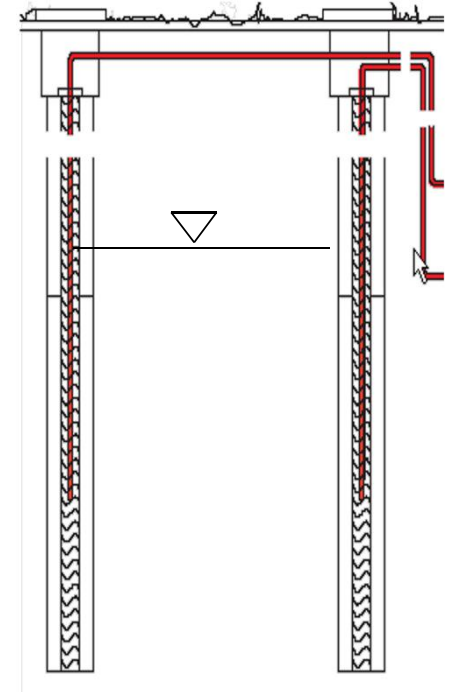
Vor- und Nachteile: Grundwasserbrunnen



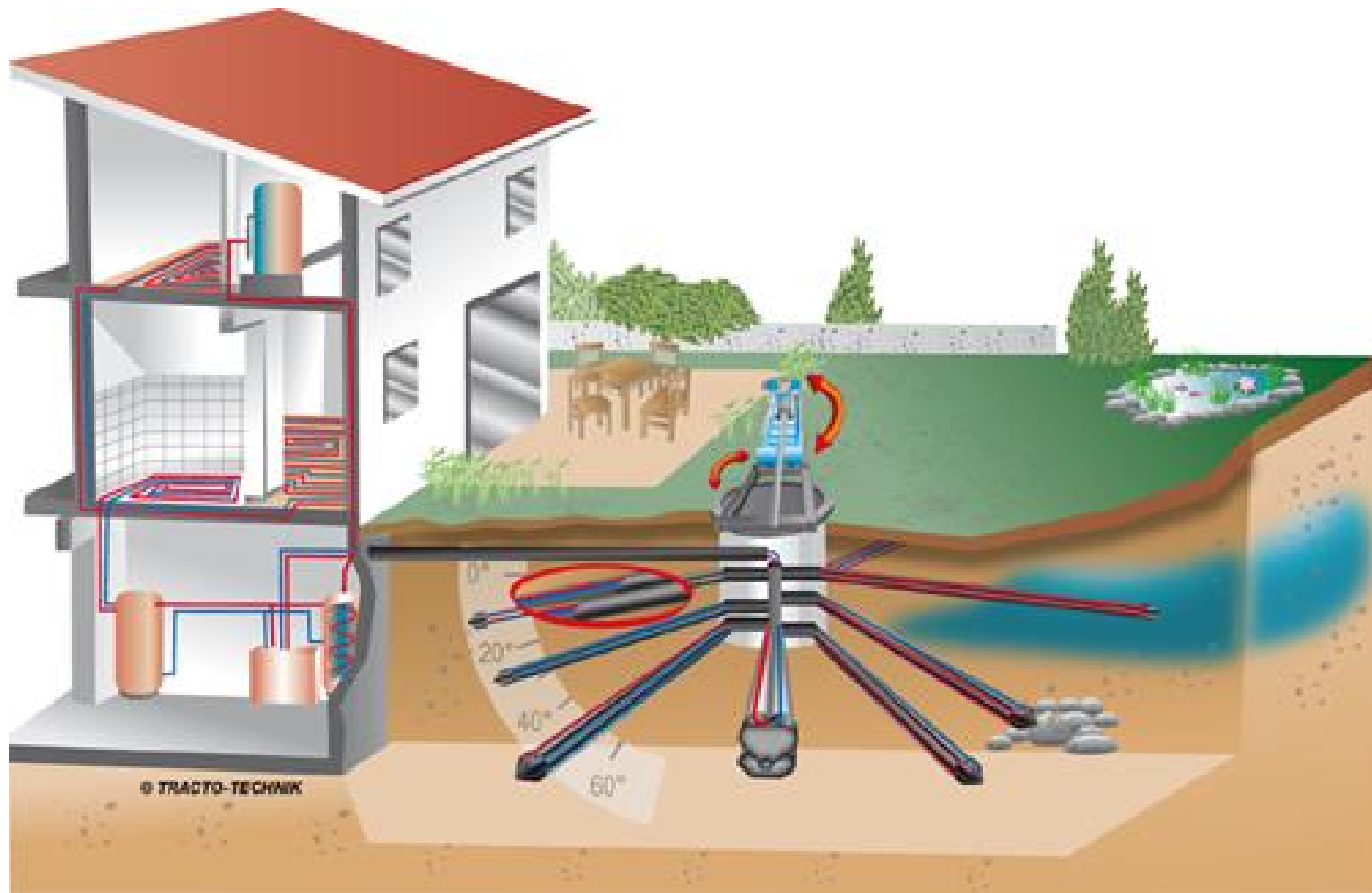
- + Hohe Quellentemperaturen
- + Große Effizienz
- + Große Einsparpotentiale



- Grundwasserverhältnisse geeignet
- Höhere Investitionskosten
- Wartungsaufwand
- Genehmigung



Geschlossene Systeme: Sonderformen - GRD



Geschlossene Systeme: Sonderformen – Körbe, Spiralsonden/-kollektoren



Quelle: www.heizungsfinder.de



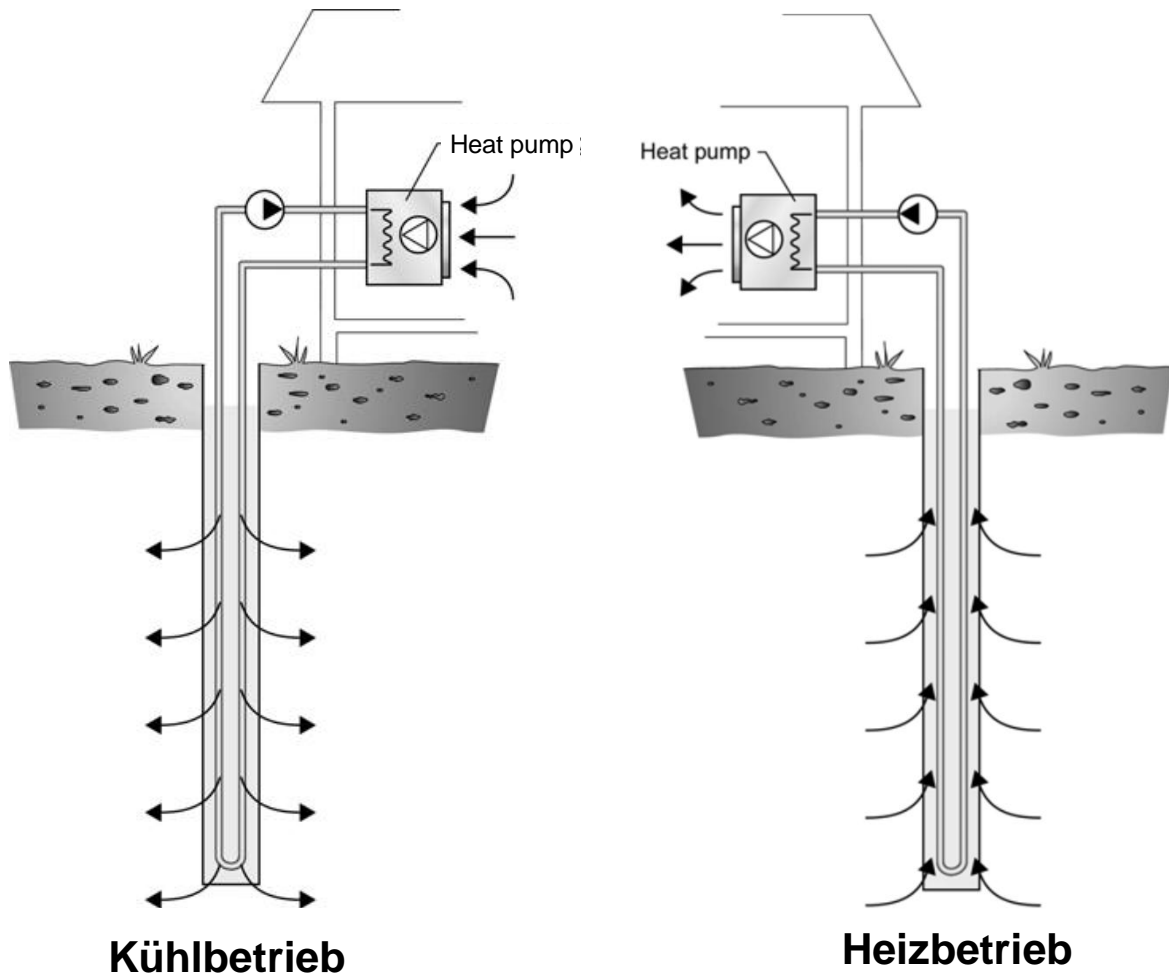
Quelle: <http://www.rosenthal-geothermie.de>



Quelle: <http://idahogeothermal.com/wp-content>



Erdgekoppelte Wärmepumpen: Heizen & Kühlen



Wahl der Wärmequelle

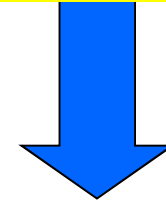


- Standorteignung (Geologie, Hydrogeologie)
- Platzangebot
- Nutzeranforderungen
- Investitionskosten und Einsparpotentiale
- Genehmigungsfähigkeit

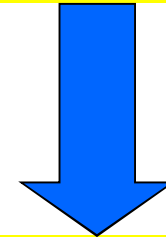
Der Weg zur Erdwärmennutzung



BERATUNG



PLANUNG & GENEHMIGUNG



BAU DER ANLAGE



Planung Erdwärmennutzung: Geodaten



Der UmweltAtlas Bayern bietet Karten und Fachdaten zu folgenden Themenbereichen:





<http://www.umweltatlas.bayern.de/startseite/>




Planung Erdwärmennutzung: Standortteignung

Startseite/Hilfe Kontakt Datenschutz Nutzungsbedingungen Copyright Impressum LFU-Hauptangebot

UmweltAtlas  Angewandte Geologie

Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Inhalt An der Marktscheune 1, 96103 Hallst  mehr

Meine Inhalte

Inhalt

- Geofahren
- Geologie erleben
- Oberflächennahe Geothermie
 - Standortteignung Oberflächennahe Geothermie
 - Erdwärmesonden
 - Erdwärmekollektoren
 - Grundwasserwärmepumpen
 - Tiefe Geothermie
 - Verwaltungsgrenzen
 - Blattschnitte

Standortauskunft

Gewählte Position für die Standortauskunft

An der Marktscheune 1, 96103 Hallstadt, Hallstadt

Rechtswert: 4419251.31
Hochwert: 5532939.13

Neue Position wählen

Wählen Sie bitte eine Standortauskunft aus:

Erdwärmesonden

Standortauskunft erstellen

Alternativ können Sie die Standortauskunft per E-Mail versenden. Geben Sie bitte hierzu eine E-Mail-Adresse ein:

Bamberger Straße

An der Marktscheune

30m 4.419.293 : 5.532.962 Gauß-Krüger Zone 4 Maßstab: 1:945

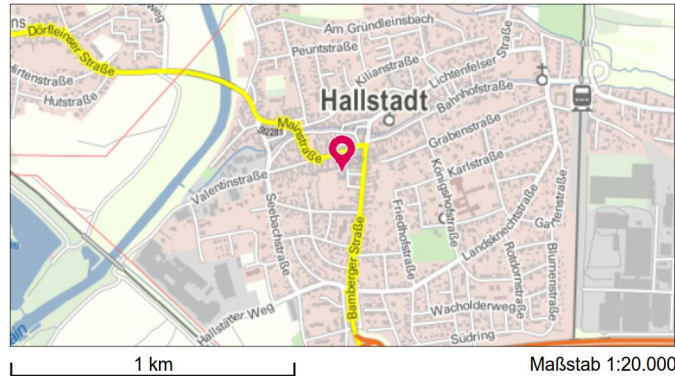
Inhalt wechseln

<http://www.umweltatlas.bayern.de>

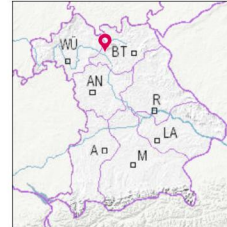
Planung Erdwärmennutzung: Geodaten

Angewandte Geologie

Standortauskunft Erdwärmesonden



Hallstadt
Gauss-Krüger-Koordinate (Zone 4):
Rechtswert: 4419253
Hochwert: 5532933
Höhe [m NN]: 236,3

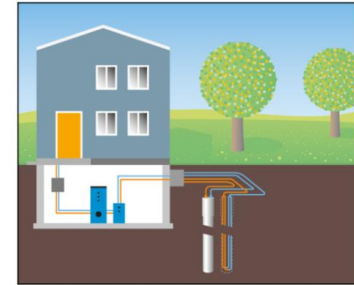


Ergebnis an Ihrem Standort

- ✔ Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand **möglich**.
- ✔ Der Standort liegt **außerhalb** eines Wasserschutzgebietes (WSG).
- ⚠ Aus Gründen des Grundwasserschutzes besteht voraussichtlich **eine Begrenzung** der Bohrtiefe **von 10 m**.
- ⚠ Bei einer Bohrung können **Sulfatgesteine** angetroffen werden.
- ✔ Im Umkreis von 50 m befindet sich **keine bekannte** geologische Störung.
- ✔ Bis 100 m Tiefe werden voraussichtlich **Locker- über Festgesteinen** durchbohrt.

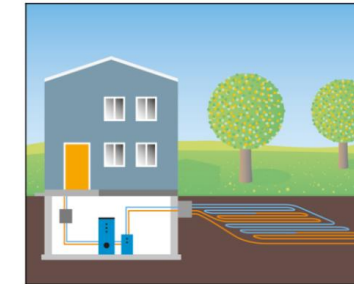
Erdwärmesonde:

möglich.



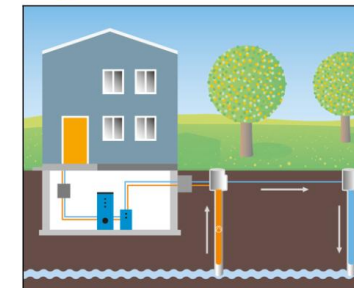
Erdwärmekollektor:

möglich



Grundwasser-Wärmepumpe:

möglich

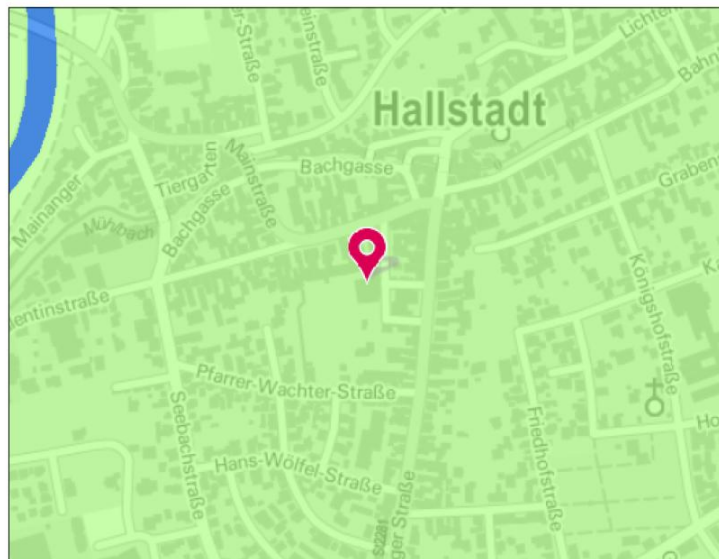


Planung Erdwärmennutzung: Geodaten

Standortauskunft Erdwärmesonder

Geologisch und hydrogeologisch kritische Gebiete

In Bayern wird die Erdwärmennutzung aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Dies gilt insbesondere in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten sowie in geologisch und hydrogeologisch kritischen Gebieten. Hier kann der Bau einer Erdwärmesondenanlage untersagt werden oder ist nach Einzelfallprüfung unter Auflagen möglich. Der Kartenausschnitt zeigt die geologische und hydrogeologische Ersteinschätzung im Umkreis des ausgewählten Standortes.








200 m

Maßstab 1:10.000

Nutzungsmöglichkeiten der oberflächennahen Erdwärme mittels Erdwärmesonden

Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist

-  möglich
-  möglich (bedarf aber einer Einzelfallprüfung durch die Fachbehörde)
-  nicht möglich (geologisch und hydrogeologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch)
-  nicht möglich (Wasserschutzgebiet)
-  Gewässer

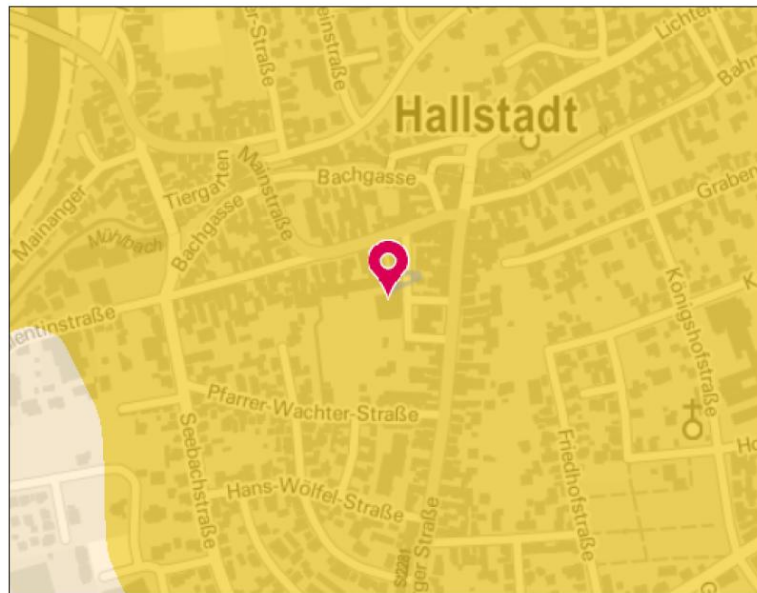
<http://www.umweltatlas.bayern.de>



Planung Erdwärmennutzung: Geodaten

Bohrrisiken bis 100 m Tiefe

Die Erdwärmennutzung in Bayern kann in Gebieten mit bekannten geogen bedingten Bohrrisiken wie z. B. Sulfatvorkommen, Karstgesteine oder aufgrund von artesisch gespannten Grundwasserverhältnissen nur eingeschränkt möglich sein. Der Kartenausschnitt zeigt die bekannten Bohrrisiken im Umfeld Ihres Standortes.



200 m

Maßstab 1:10.000

Bohrrisiken

Gesteinsabfolgen mit bekannten Bohrrisiken

- keine bekannten Bohrrisiken
- Dolinenfeld
- Karstgesteine
- Karstgesteine, Sulfatgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Karstgesteine und Sulfatgesteine
- Karstgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Sulfatgesteine
- Sulfatgesteine und artesisch gespanntes Grundwasser
- Grundwasserleiter mit artesisch gespanntem Grundwasser

<http://www.umweltatlas.bayern.de>



Planung Erdwärmennutzung: Geodaten

Standortauskunft Erdwärmesonden

Die ersten Schritte - das Genehmigungsverfahren

[Anzeige ausdrucken](#)
[oder online ausfüllen](#)

Die Kreisverwaltungsbehörde
prüft die eingereichte Anzeige

Anschrift der Genehmigungsbehörde:

Landratsamt Bamberg

Ludwigstr. 23

96052 Bamberg

Tel: 0951/85-0(-709)

Fax: 0951/85125

[poststelle @ lra-ba.bayern.de](mailto:poststelle@lra-ba.bayern.de)

www.landkreis-bamberg.de

<http://www.umweltatlas.bayern.de>



Planung Erdwärmennutzung: Geodaten

Startseite/Hilfe Kontakt Datenschutz Nutzungsbedingungen Copyright Impressum LFU-Hauptangebot

UmweltAtlas Geologie

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Inhalt Hallstadt x

Meine Inhalte

Inhalt x

- Bohrungen und Quellen
- Geologie
 - Aufschluss Geologie
 - Geologisches Profil
 - Geologische Raumgliederung
 - Geologische Karte 1:500.000 (GK500)
 - Geologische Karte 1:500.000 (GK500 Raster)
 - Geologische Übersichtskarte 1:200.000 (GÜK200)
 - digitale Geologische Karte 1:25.000 (dGK25)
- Hydrogeologie
- Rohstoffe
- Verwaltungsgrenzen
- Blattschnitte

Legende x

- Talfüllung, polygenetisch oder fluvial
- Künstliche Ablagerung
- Künstlich verändertes Gelände
- Anmoor
- l öß oder l ößlehm
- Flugsand
- Hangsand
- Schwemmsand
- Schutt aus Restmaterial (verwitterungsresistent)
- Blasensandstein i. e. S.
- Mittlerer Burgsandstein
- Mittlerer Burgsandstein, Basisletten
- Oberer Burgsandstein
- Oberer Burgsandstein, Basisletten
- Oberer Burgsandstein, Zwischenletten
- Coburger Sandstein
- Feuerletten und Oberer Keuper
- Untere Heldburgschichten

Inhalt wechseln

1km 4.419.096 : 5.532.895 Gauß-Krüger Zone 4 Maßstab: 1:30.236

<http://www.umweltatlas.bayern.de>

Planung Erdwärmesonden

Mögliche spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden
 (Doppel-U-Rohrsonden)
 nach VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“,
 Blatt 2 (2001)

Untergrund	spezifische Entzugsleistung	
	für 1800 h	für 2400 h
<i>Allgemeine Richtwerte:</i>		
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment) ($\lambda < 1,5 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)	25 W/m	20 W/m
Normaler Festgesteins-Untergrund und wassergesättigtes Sediment ($\lambda = 1,5\text{--}3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)	60 W/m	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit ($\lambda > 3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{L)}$)	84 W/m	70 W/m
<i>Einzelne Gesteine:</i>		
Kies, Sand, trocken	< 25 W/m	< 20 W/m
Kies, Sand, wasserführend	65–80 W/m	55–65 W/m
Bei starkem Grundwasserfluss in Kies und Sand, für Einzelanlagen	80–100 W/m	80–100 W/m
Ton, Lehm, feucht	35–50 W/m	30–40 W/m
Kalkstein (massiv)	55–70 W/m	45–60 W/m
Sandstein	65–80 W/m	55–65 W/m
saure Magmatite (z.B. Granit)	65–85 W/m	55–70 W/m
basische Magmatite (z.B. Basalt)	40–65 W/m	35–55 W/m
Gneis	70–85 W/m	60–70 W/m
Die Werte können durch die Gesteinsausbildung wie Klüftung, Schieferung, Verwitterung erheblich schwanken.		



Planung Erdwärmesonden

Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern



bwp Bundesverband
Wärmepumpe e.V.
in Zusammenarbeit mit

Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit
Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Merkblatt Nr. 3.7/2

Stand: Januar 2012

Ansprechpartner: Referat 93

Planung und Erstellung von Erdwärmesonden

Sole- oder wasserbetriebenen Erdwärmesonden für
Wärmepumpenanlagen mit einer Heizleistung bis
maximal 30 kW

Inhaltsverzeichnis

1	Planung	3
1.1	Vorerkundung	3
1.2	Sondenlänge	3
1.3	Bohrtiefe	3
1.4	Sondenabstände	4
1.5	Betriebstemperatur	4
2	Anforderungen an Bohrunternehmer und Bohrung	4
2.1	Anforderungen an Bohrunternehmen	4
2.2	Bohrloch- und Sondenrohrdurchmesser	6
2.3	Anforderung an die Bohrung	7
3	Bohrlochausbau zur Erdwärmesonde	8
3.1	Sondenrohrmaterial	8
3.2	Vorbereitende Arbeiten am Sondenbündel und Einbringen der Sondenrohre	9
3.3	Sichern der Sonde	11
3.4	Verpressung	12
3.5	Verpressmaterial	12
3.6	Verpressen des Bohrloches nach Sondereinbau	14
3.7	Druckprobe und Durchflusstest	16
4	Dokumentation nach Abschluss der Bohrarbeiten	16
4.1	Bohrvorgang	16
4.2	Schichtenfolge / Bohrprofil	16
4.3	Ausbauplan	16
4.4	Druck- und Durchflussprüfung	18
4.5	Verpressmaterial und -arbeiten	18

https://www.lfu.bayern.de/geologie/geothermie/geothermie_oberflaechennah/index.htm



Erdwärme Gemeinschaft
Bayern e.V.



Private Sachverständige in der Wasserwirtschaft (PSW)

2 Internetangebot

Das LfU hat zum Inkrafttreten der VPSW ein umfassendes Informationsangebot erarbeitet, das ständig aktualisiert wird. Sie finden unser Internetangebot unter

www.lfu.bayern.de => Themen A-Z => Wasser / Sachverständige in der Wasserwirtschaft

http://www.lfu.bayern.de/wasser/sachverstaendige_wasserrecht/psw/index.htm

=> „Private Sachverständige in der Wasserwirtschaft“.

Wichtig für die Betreiber und externen Behörden sind hier insbesondere die Listen der anerkannten PSW.

Stand: 01.10.2017

Liste der PSW mit Tätigkeitsgebiet „Thermische Nutzung“ geordnet nach Regierungsbezirken, dann nach Postleitzahlen

Übersicht

Oberbayern	Seite	3-8	Mittelfranken	Seite	15-16
Niederbayern	Seite	9-11	Unterfranken	Seite	17
Oberpfalz	Seite	12-13	Schwaben	Seite	18-20
Oberfranken	Seite	14	Außerhalb Bayerns	Seite	21



Genehmigung Erdwärmesonden

Stand: 30.11.2011

Schemaskizze für die wasserrechtliche Behandlung von Erdwärmesonden

Antrag auf Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis bei der KVB und ggf. Anzeige nach § 127 BBergG bei der Bergbehörde

oder

Anzeige des Vorhabens nach § 49 WHG i.V. m. Art. 30 BayWG bei der KVB bzw. nach § 127 BBergG bei der Bergbehörde

Prüfung wasserrechtlicher Benutzungstatbestände und ggf. Festlegung des Verfahrenswegs durch die KVB; ggf. Beurteilung durch das Wasserwirtschaftsamt (WWA)

Hinweis: Schema deckt nur typische Fallgestaltungen ab.
Kein Anspruch auf Vollständigkeit!



Genehmigung Erdwärmesonden

Einbringen fester Stoffe in

- nicht gespanntes,
- oberflächennahes Grundwasser und
- außerhalb eines Wasser-/Heilquellenschutzgebietes (WSG/HQSG) oder einer Fläche im Altlastenkataster

Benutzung:
Einbringen von Stoffen (= Erdwärmesonde) in das Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG)

Erlaubnis mit Zulassungsfiktion nach Art. 15 Abs. 1, Abs. 3 i.V.m. Art. 70 Abs. 1 Nr. 1 2. Hs BayWG

Einbringen fester Stoffe in

- gespanntes oder
- nicht oberflächennahes Grundwasser

Benutzung:
Einbringen von Stoffen in das Grundwasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG)

Erlaubnis nach Art. 15 BayWG

Kein Einbringen fester Stoffe in das Grundwasser, aber nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit möglich

Benutzung:
Nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit möglich (§ 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG)

Erlaubnis nach Art. 15 BayWG

Kein Einbringen fester Stoffe in das Grundwasser und keine nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit zu erwarten

Keine **Benutzung** nach WHG

Keine wasserrechtliche Erlaubnispflicht



Genehmigung Erdwärmesonden

Falls nur Anzeige vorliegt:
Mitteilung durch KVB, dass Wasserrechtsverfahren nach Art. 15 BayWG i.V.m. Art. 70 Abs. 1 Nr. 2. Hs BayWG erforderlich ist (mit Gutachten eines PSW)

Antrag auf Erlaubnis mit Unterlagen nach Art. 70 Abs. 2 BayWG bzw. Ergänzung (insbesondere PSW-Gutachten)

Prüfung durch KVB

Nach drei Monaten kann mit den Bohrarbeiten begonnen werden oder vorher, wenn eine Erlaubnis (ggf. mit Auflagen) durch die KVB erteilt wurde

Falls nur Anzeige vorliegt:
Mitteilung durch KVB, dass Wasserrechtsverfahren nach Art. 15 BayWG erforderlich ist (amtlicher Sachverständiger ist das WWA)

Antrag auf Erlaubnis nach Art. 15 BayWG und ggf. Ausnahmegenehmigung nach WSG-Verordnung

Prüfung durch KVB und WWA

Liegt die Erlaubnis vor, kann mit den Bohrarbeiten begonnen werden

Falls nur Anzeige vorliegt:
Mitteilung durch KVB, dass Wasserrechtsverfahren nach Art. 15 BayWG erforderlich ist (amtlicher Sachverständiger ist das WWA)

Antrag auf Erlaubnis nach Art. 15 BayWG

Prüfung durch KVB und WWA

Liegt die Erlaubnis vor, kann mit den Bohrarbeiten begonnen werden

Nach einem Monat kann mit den Bohrarbeiten begonnen werden (Art. 30 Abs. 2 BayWG), falls keine Einstellungs- oder Beseitigungsanordnung ergeht



Berechnung Erdwärmesondenanlage

- Mit der Wärmebedarfsberechnung und den geologischen Bodenverhältnissen wird die Sondenlänge ermittelt

Beispiel:

- 180 m² Wohnfläche mit einem Wärmebedarf von 8,0 kW
 - Wärmepumpe 8,2 kW mit 2,0 kW Leistungsaufnahme
 - Verdampferleistung 6,2 kW
 - mögliche Entzugsleistung des Untergrundes * 50 W/m
- ^
- Verdampferleistung = Wärmeleistung der Wärmepumpe – Leistungsaufnahme

$$\text{Sondenlänge} = \frac{\text{Verdampferleistung}}{\text{Spez. Entzugsleistung Untergrund}^*} = \frac{6,2 \text{ kW}}{50 \text{ W/m}} = 124 \text{ m}$$

=> Es wird eine Erdwärmesonde mit 124 m Länge benötigt um den Wärmebedarf zu decken..

*abhängig von den geologischen Bedingungen



Kosten Erdwärmesondenanlage

Berechnungen (BWP):

8-9 kW, 180 m² beheizte Fläche, Neubau ca. 40 W/qm,
(inkl. Regelung, Pufferspeicher, Umwälzpumpe, ohne Wärmequelle u. -verteilung)

Luft/Wasser-Wärmepumpe

Wärmequellenerschließung: ca. 250 - 500 Euro inkl. MwSt.
(unabhängig von der Heizleistung)

Wärmepumpe: ca. 10.000 - 12.000 Euro inkl. MwSt.

Sole/Wasser-Wärmepumpe

Wärmequellenerschließung: Erdwärmesonden ca. 650 - 950 Euro inkl. MwSt.
(je kW Heizleistung)

Erdwärmekollektoren ca. 250 - 300 Euro inkl. MwSt.
(je kW Heizleistung)

Wärmepumpe: ca. 8.500 - 11.500 Euro inkl. MwSt.

Wasser/Wasser Wärmepumpe

Wärmequellenerschließung: Brunnenanlage mit 2 Brunnen je 15 m
ca. 5.500 - 6.000 Euro inkl. MwSt.

Wärmepumpe: ca. 9.000 - 12.000 Euro inkl. MwSt.



Bundesamt für Wirtschaft und Ausführungskontrolle (BAFA)



Marktanreizprogramm (MAP)

<http://www.bafa.de>

Maßnahme	Basisförderung ⁷	Innovationsförderung ^{1 7}		
		Gebäudebestand	Neubau	
Wärmepumpen (WP) bis 100 kW Nennwärmeleistung	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	
Gasbetriebene Wärmepumpen (gasmotorische WP, SorptionsWP)	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW
	Mindestförderbetrag	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)
Elektrisch betriebene Luft/Wasser-WP	→	40 €/kW	60 €/kW	40 €/kW
	Mindestförderbetrag bei leistungsgeregelten und/ oder monovalenten WP	1.500 € (bis 37,5 kW)	2.250 € (bis 37,5 kW)	1.500 € (bis 37,5 kW)
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	1.300 € (bis 32,5 kW)	1.950 € (bis 32,5 kW)	1.300 € (bis 32,5 kW)
Elektrisch betriebene Wasser/Wasser-WP oder Sole/Wasser-WP	→	100 €/kW	150 €/kW	100 €/kW
	Mindestförderbetrag bei elektr. Sole-WP mit Erdsondenbohrungen	4.500 € (bis 45,0 kW)	6.750 € (bis 45,0 kW)	4.500 € (bis 45,0 kW)
	Mindestförderbetrag bei anderen WP	4.000 € (bis 40,0 kW)	6.000 € (bis 40,0 kW)	4.000 € (bis 40,0 kW)

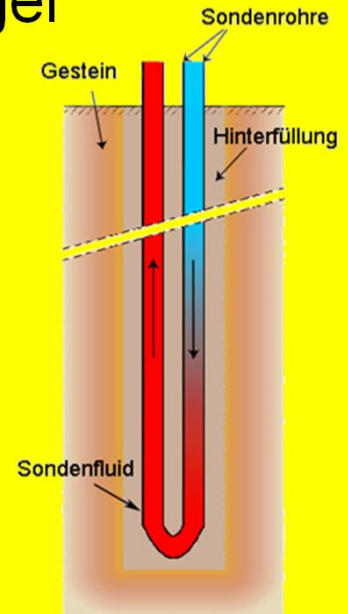
Neue gesetzliche Regelungen: StandAG

Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG)

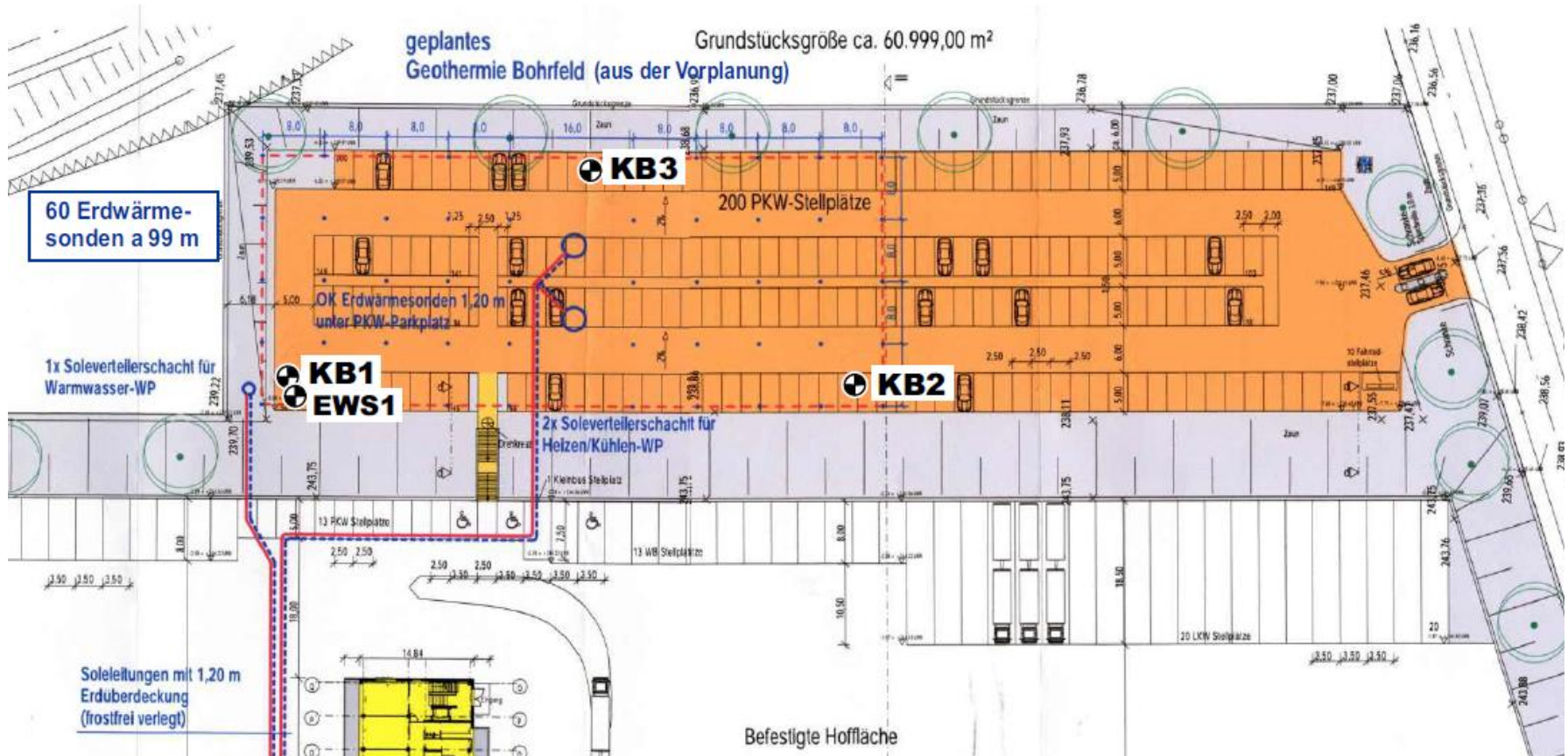
- ➔ Standortprüfung bei Bohrungen > 100 m Tiefe
Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit holt Stellungnahme beim Geologischen Dienst des Bundeslandes ein
- ➔ Verlängerung der Bearbeitungszeiten für wasserrechtliche Genehmigungen

Umsetzung Erdwärmesondenanlage

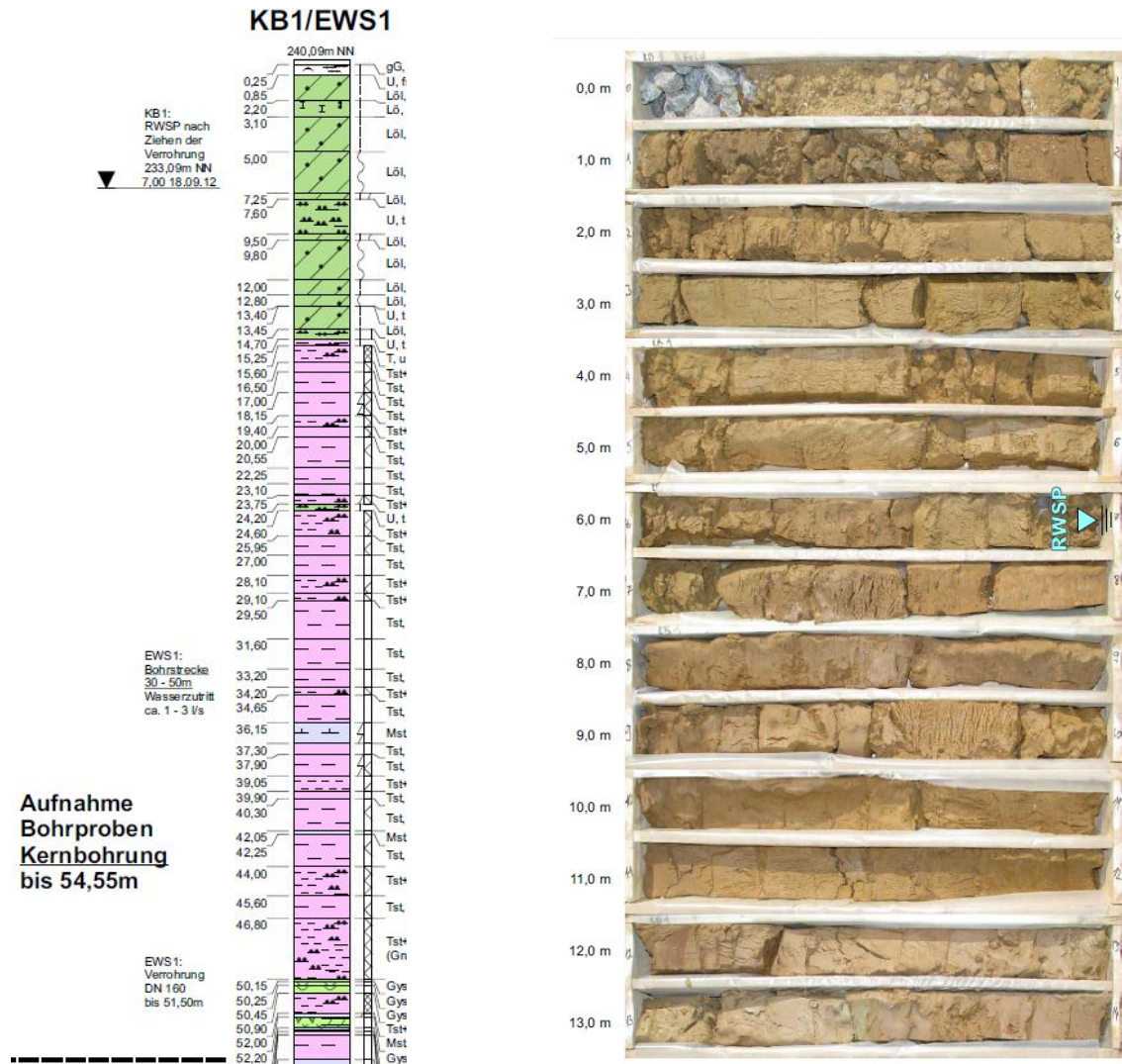
- ü Genehmigungsbescheid liegt vor
- ü Bohrfirma und Privater Sachverständiger beauftragt
- ü Bau Erdwärmesonden
- ü Bau Horizontalanbindungen und Verteilerschacht
- ü Fertigstellung Dokumentation und Schlussabnahme



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal Ilsfeld



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal IIsfeld

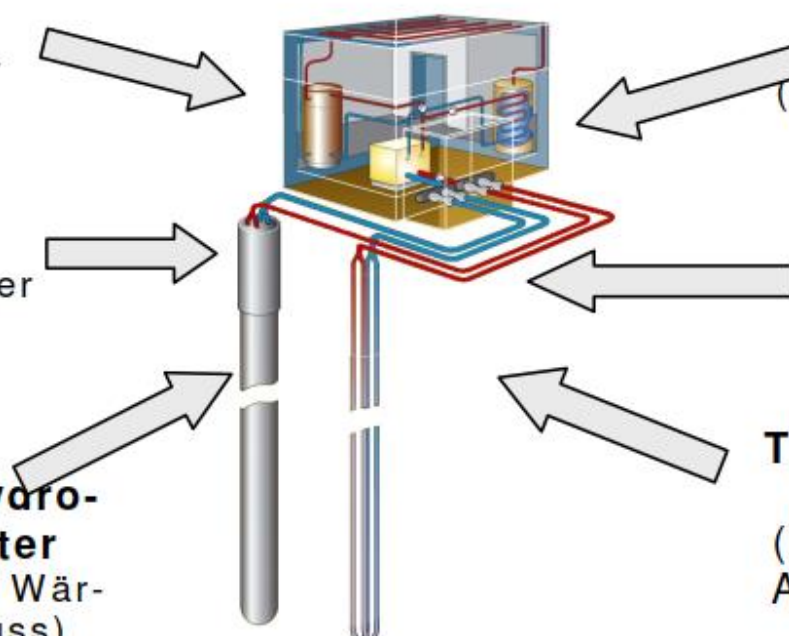


Auslegung Erdwärmesondenfeld

Klima
(Jahresdurchschnitts-
temperaturen)

**Geometrische
Gegebenheiten**
(Abstände & Anordnung der
Erdwärmesonden)

**Geothermische und hydro-
geologische Parameter**
(thermische Leitfähigkeit, Wär-
mekap., Grundwasserfluss)



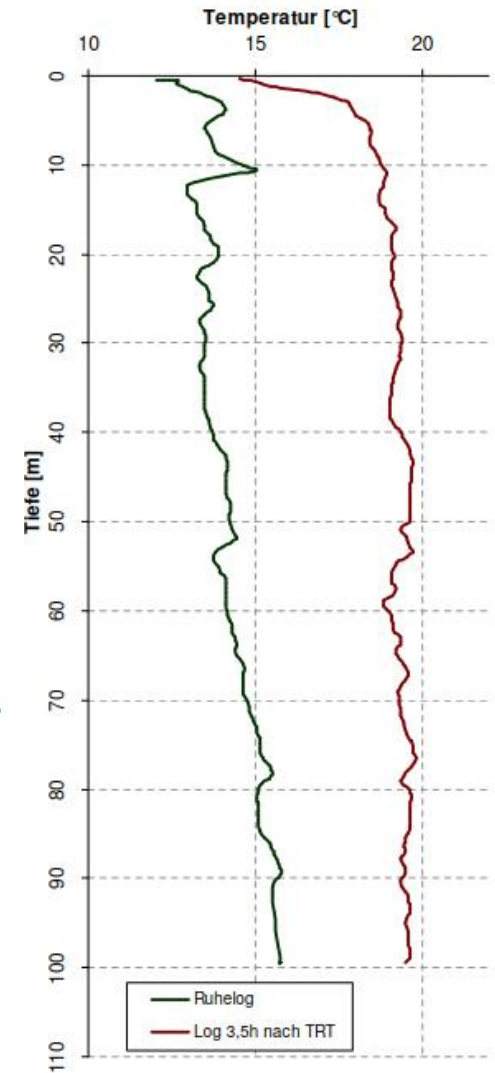
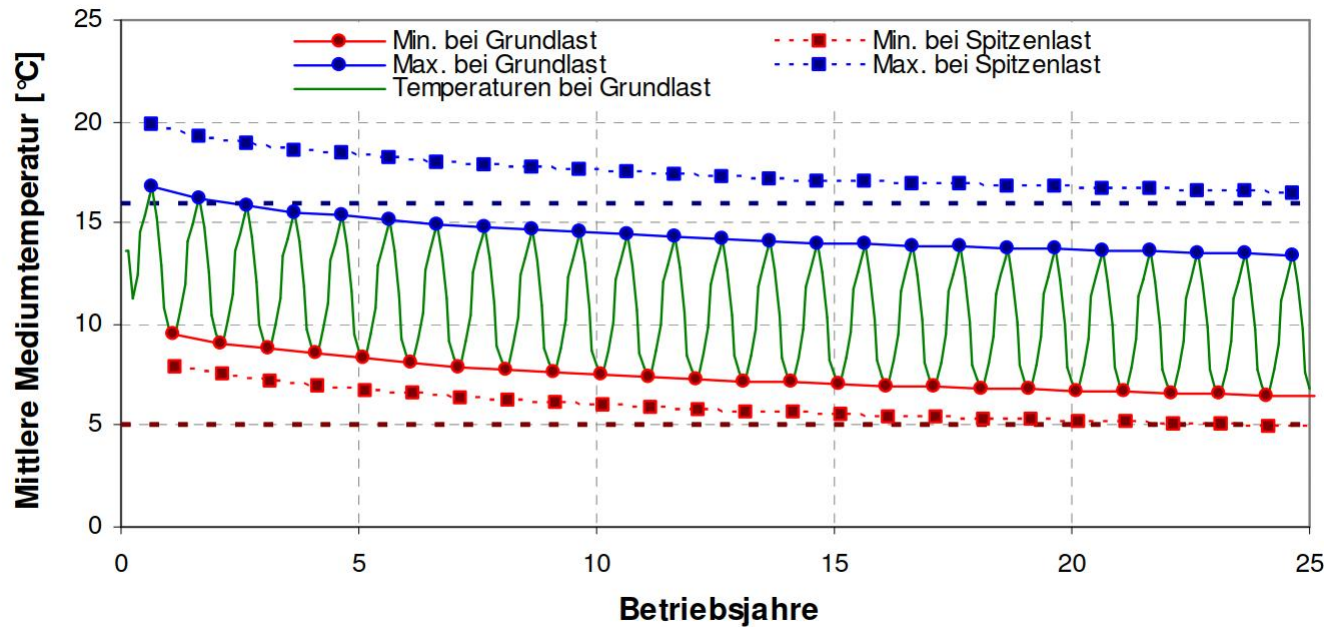
**Anforderung
Heizen + Kühlen**
(Heiz- und Kühllast, Energie-
bedarf des Gebäudes)

**Eigenschaften des
Wärmeträgermediums**

**Thermischer Bohr-
lochwiderstand**
(Bohrdurchmesser,
Ausbaumaterial,...)

Quelle: Tewag

Auslegung Erdwärmesondenfeld



Quelle: Tewag

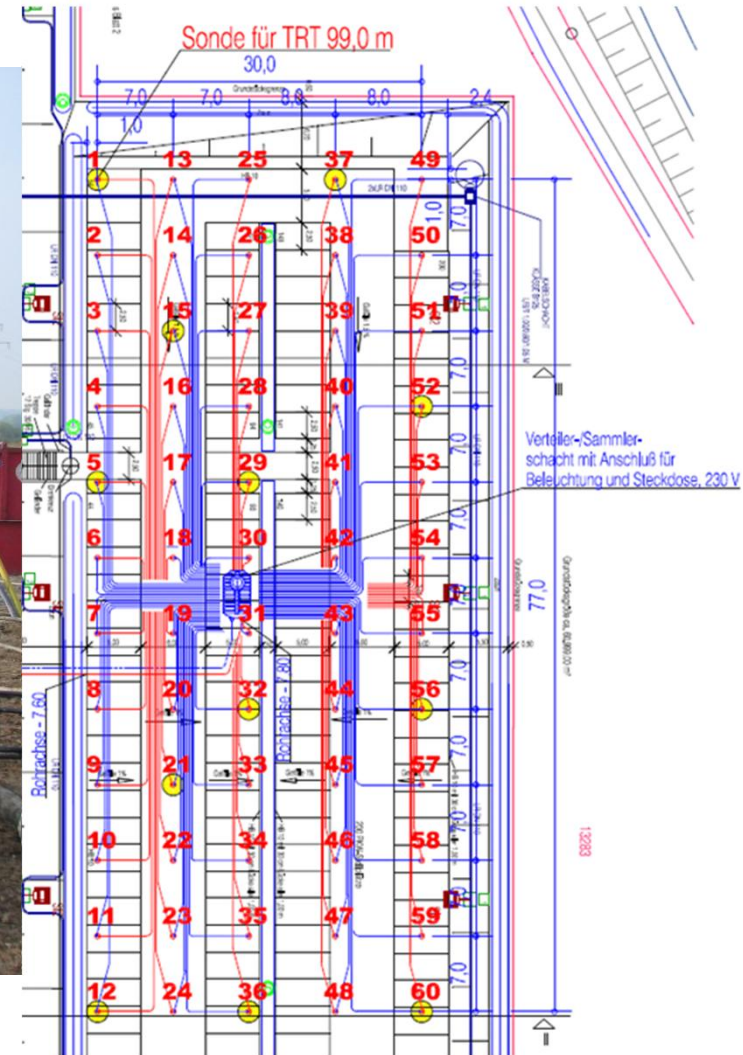
Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal Ilsfeld



- 60 Bohrungen bis 99 m Tiefe
- Bohrabstände: 8 m
- Bohrverfahren:
Imlochhammerbohrung mit
Luftspülung



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal IIsfeld



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal IIsfeld



Umsetzung Erdwärmesondenanlage



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal Ilsfeld



- Verbindung der Rohre mit jeweils einer Vor- und Rücklaufleitung zum Soleverteiler
- Wärmeträger:
hier: Trinkwasser bzw. Wasser-Alkohol-Gemisch (Ethylenglykol)



Projektbeispiel: DB Schenker, Logistikterminal Ilsfeld



Verbände / Links

- Erdwärmegemeinschaft Bayern e.V.
<http://www.erdwaermegemeinschaft.de/>
- Bundesverband Geothermie
<http://www.geothermie.de>
- Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V., München
<https://www.waermepumpe.de>
- Bayerisches Landesamt für Umwelt, Umweltatlas Bayern
<http://www.umweltatlas.bayern.de>



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Noch Fragen...?**

**Dr. Verena Herrmann
verena.herrmann@gmp-geo.de**

