



**Erdwärme PLUS**  
Wir bringen Geothermie ins Haus

## **Symposium „Geothermie - Wärme aus der Erde“**

Vortrag

„Erdwärme, ein sinnvoller Beitrag zur Energiewende -  
Planung und Projektumsetzung“

Frank v. Brandis, Dipl.-Geologe, Erdwärme plus



---

„Ich bräuchd´ amol a Bohrung“



## ➤ Planungsgrundlagen Geothermie

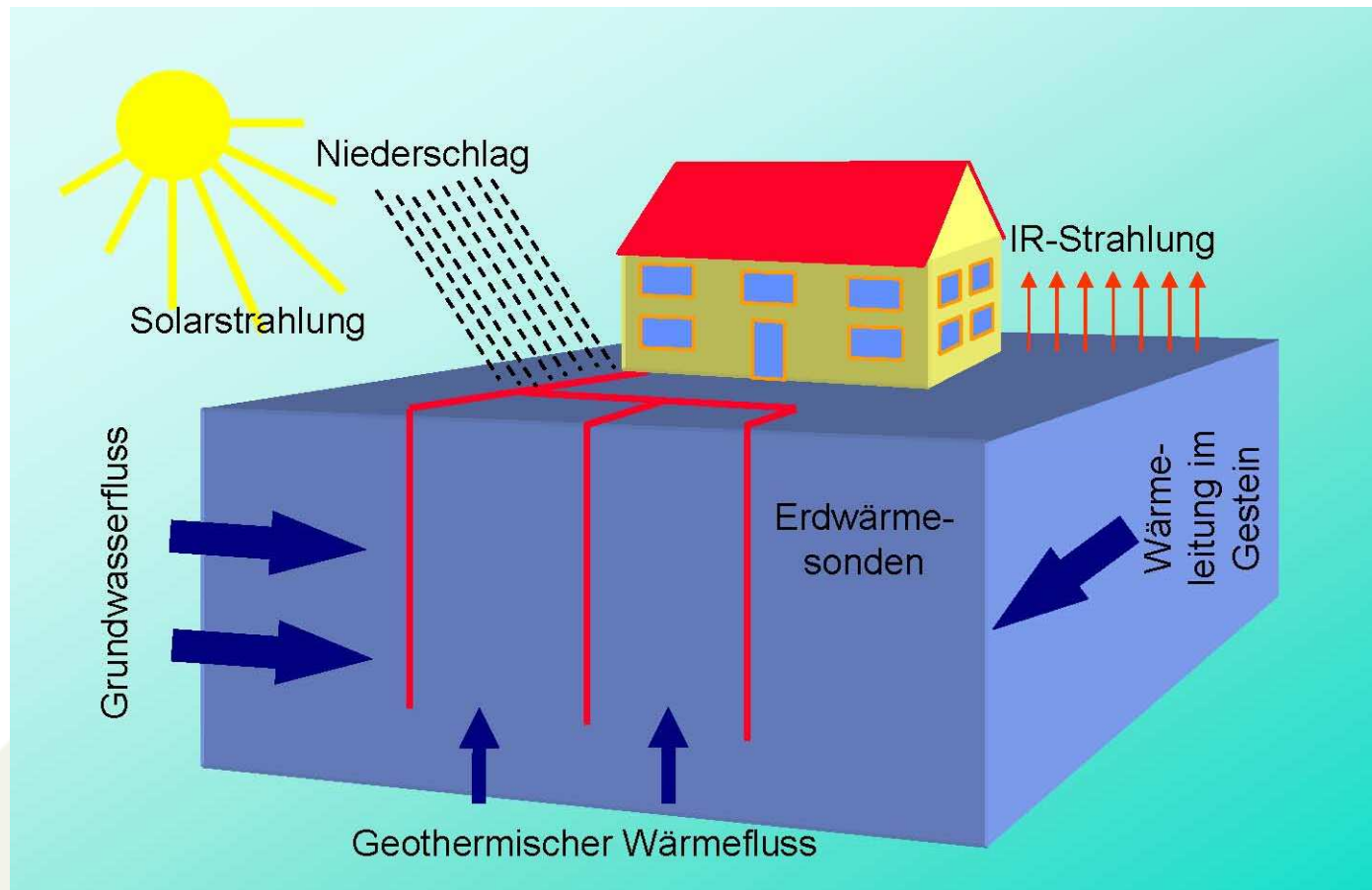
- Thermisches Regime im Untergrund und Nutzungsmöglichkeiten
- Das System der Wärmepumpenheizung und Auslegungskriterien
- Ermittlung der Planungsgrundlagen für Erdwärmesysteme

## ➤ Projektumsetzung

- Sondenanlage: Sondenfeld Baugebiet „Strüdlein“
- Brunnenanlage: Beispiel 9 Apartmenthäuser München Trudering
- Kollektoranlage: Beispiel Verwaltungs- und Produktionsgebäude Probstzella

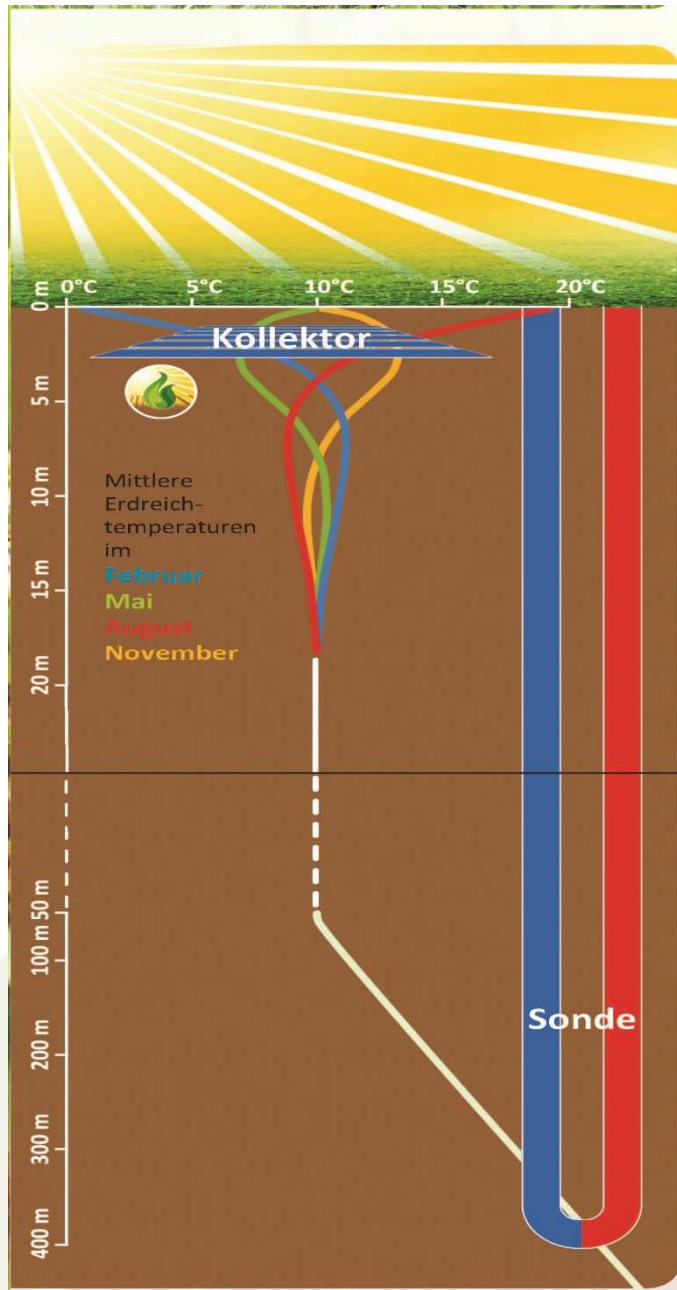


### Thermisches Regime des Untergrundes



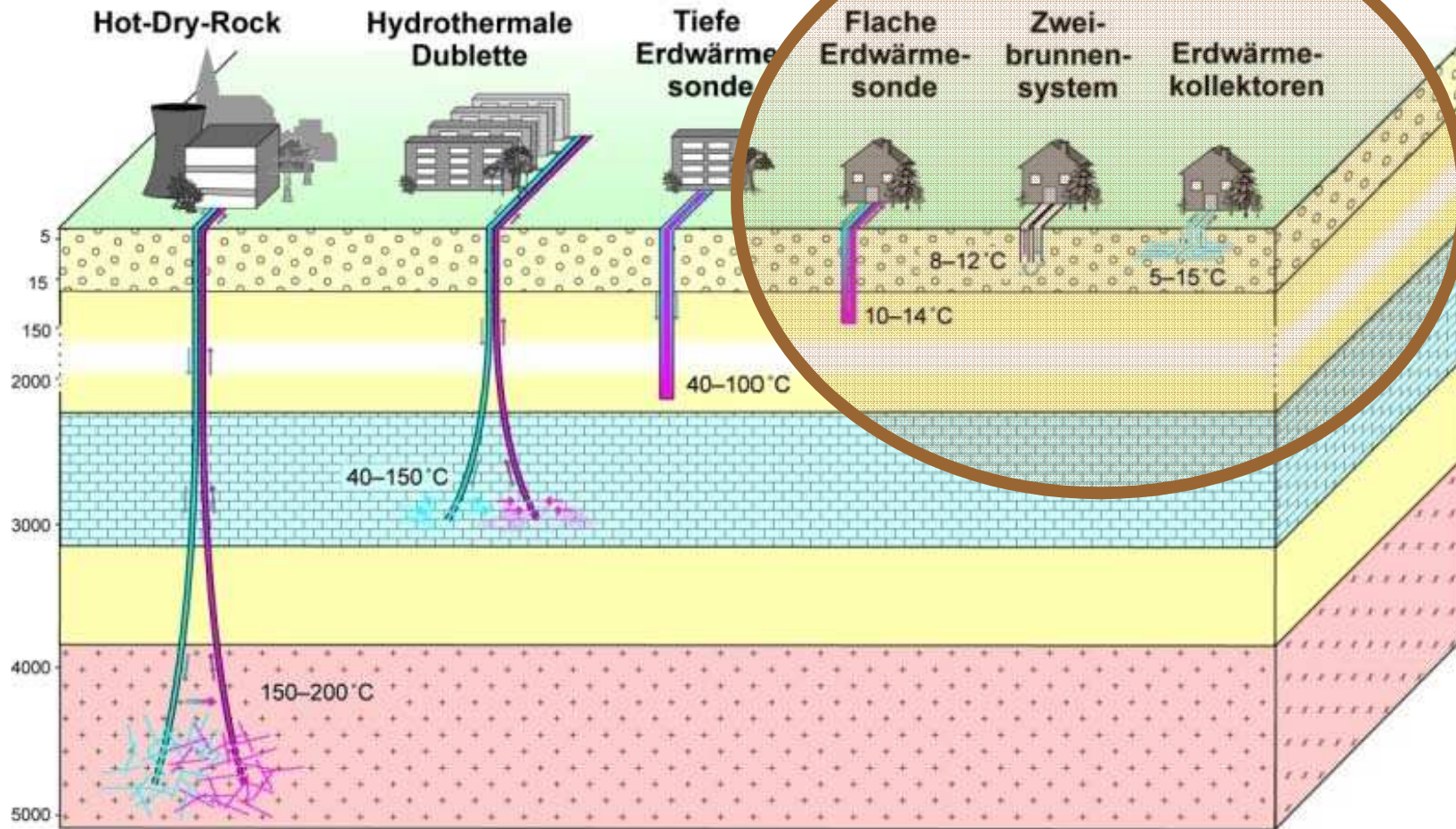


## Thermisches Regime im Untergrund und Nutzungsmöglichkeiten



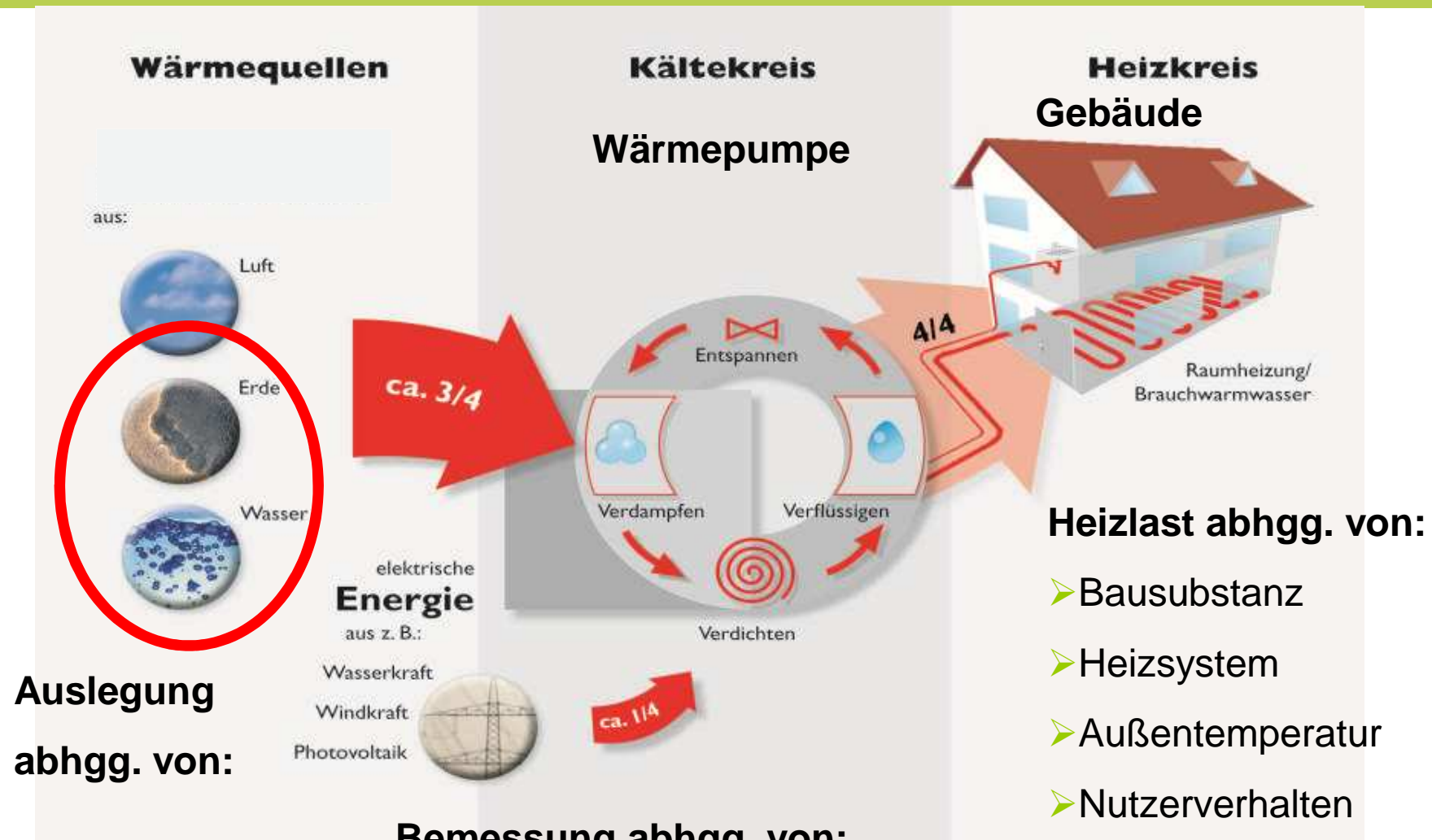
Die Entwicklung  
des natürlichen  
ungestörten  
Temperaturprofils  
im Untergrund

## Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie



Quelle: LfU Bayern

# Das System der Wärmepumpenheizung und Auslegungskriterien



**Auslegung  
abhgg. von:**

**Bemessung abhgg. von:**

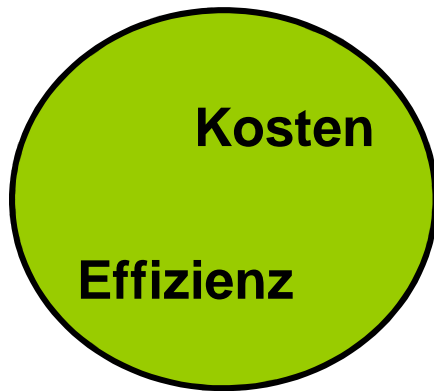
- Heizlast
- Nutzung (Heizen, Kühlen, WW)
- COP (Leistungszahl)

**Heizlast abhgg. von:**

- Bausubstanz
- Heizsystem
- Außentemperatur
- Nutzerverhalten
- Sondernutzungen

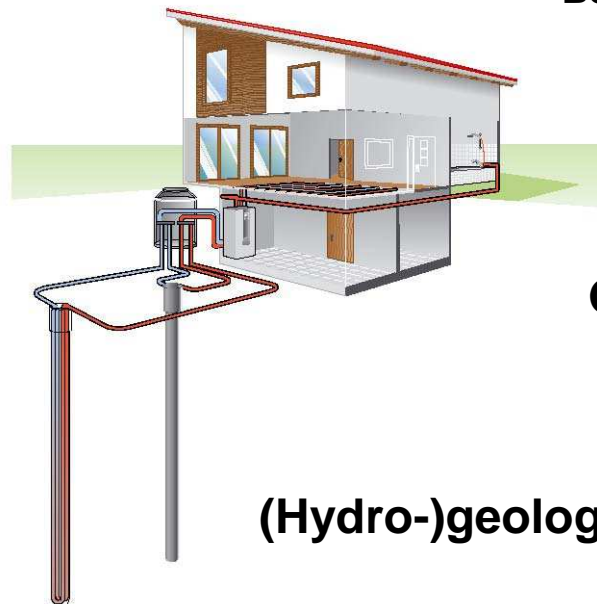
# Einflussfaktoren bei der Planung und Auslegung einer Erdwärmeerschließung

- Prinzip:**
- Bohrungen 5 – 150 m
  - Kollektoren bis 5 m
  - Brunnen



**Kälteleistung  
Wärmepumpe**  
(Energiebedarf des  
Gebäudes!)

**Genehmigungsrecht**  
Wasserrecht  
Bergrecht



**örtliche Verhältnisse**

**Grenzabstände**

**Thermische  
Eigenschaften des  
Untergrundes**

**(Hydro-)geologische Verhältnisse**

**Bohr- bzw.  
Erschließungsverfahren**



## Genehmigungsrecht => Bergrecht

Erdwärme gilt in Deutschland als **bergfreier Bodenschatz**. In § 3, Abs. 3, letzter Satz BBergG:  
*...Als bergfreie Bodenschätze gelten: ...*

*2.b) Erdwärme und die im Zusammenhang mit ihrer Gewinnung auftretenden anderen Energien (Erdwärme).*

☞ Erdwärme befindet sich nicht im Eigentum des Grundbesitzers, sondern gehört der Allgemeinheit (dem Staat) und unterliegt folglich dem Bergrecht.

*...aber § 4, Abs. 2 BBergG :*

*Gewinnen (Gewinnung) ist das Lösen oder Freisetzen von Bodenschätzen ...;  
ausgenommen ist das Lösen oder Freisetzen von Bodenschätzen*

*1. in einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher  
oder sonstiger städtebaulicher Nutzung...*



Die "**100 m Grenze**„: Nach § 127 BBergG müssen alle Bohrungen, also nicht nur Bohrungen auf bergfreie Bodenschätze, die "mehr als hundert Meter in den Boden eindringen sollen", der zuständigen Bergbehörde angezeigt werden.

☞ Bohrungen < 100 m unterliegen nicht dem Bergrecht

Praxis: Bohrungen > 100 m oder Anlagen mit thermischen Leistungen > 0,2 MW müssen zwar bergrechtlich angezeigt und geprüft werden, unterliegen i.d.R. aber nur bei besonderen bergrechtlich relevanten Verhältnissen der Betriebsplanpflicht.

## Genehmigungsrecht => Wasserrecht

---

Bohrungen unter 100 m unterliegen der wasserrechtlichen **Anzeigepflicht** nach § 49 Abs. 1 Satz 1 WHG, da die Arbeiten in der Regel so tief in den Boden eindringen, dass sie sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung, die Höhe oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können.

Der Betrieb von Erdwärme- oder Erdkälteanlagen ist gemäß den §§ 8, 9 und 10 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) als Gewässerbenutzung fast immer **erlaubnispflichtig**.

Was ist erlaubnispflichtig?

- das **Einbringen** und Einleiten **von Stoffen** in Gewässer,
- das Entnehmen, Zutagefördern und Ableiten von Grundwasser.

Benutzungen, die geeignet sind...

... dauernd oder in einem nicht nur unerheblichen Ausmaß nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen...

## Genehmigungsrecht => Wasserrecht

In Bayern sind für Bau und Betrieb von Anlagen, die oberflächennahe Geothermie nutzen, die Bestimmungen des

- **Wasserhaushaltsgesetzes (WHG)** in Verbindung mit dem
- **Bayerischen Wassergesetz (BayWG)** und der hierzu ergangenen
- **Verwaltungsvorschrift (VwVBayWG)** maßgebend.  
ergänzend
- **Leitfaden für Erdwärmesonden in Bayern** (aktuell: Stand Juni 2012) m. Merkblatt 3.7.2, ergänzt durch Ministeriumsschreiben v. 17.12.2012
- **VDI Richtlinie 4640 Blatt 1 und 2 Thermische Nutzung des Untergrundes**
- **DIN 8901:2002-12 Kälteanlagen und Wärmepumpen - Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen und Prüfung**
- **SIA-Norm 384/6 Erdwärmesonden** (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein)
- **VAwS Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen**
- ...

.Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen dürfen keinesfalls das Grundwasser schädlich verunreinigen oder seine Beschaffenheit nachteilig verändern – weder während die Anlage gebaut noch während sie betrieben wird.

## Genehmigungsrecht => Wasserrecht

---

### **Aufschlussarbeiten oberhalb des Grundwassers:**

Anzeigepflicht nach § 49 WHG in Verbindung mit Art. 30 BayWG => Prüfung durch Fachbehörde

### **Aufschlussarbeiten, die in das Grundwasser reichen:**

Im Regelfall immer wasserrechtlich erlaubnispflichtig

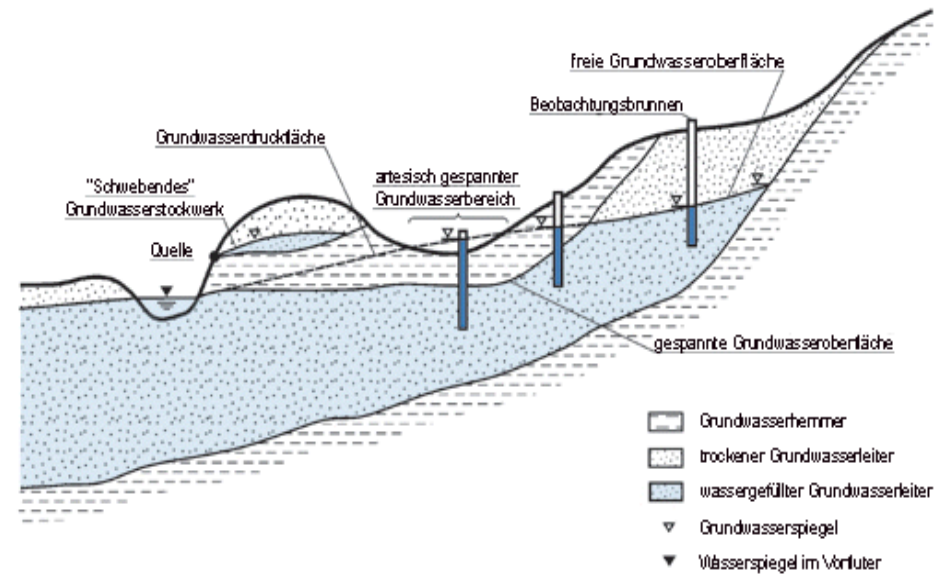
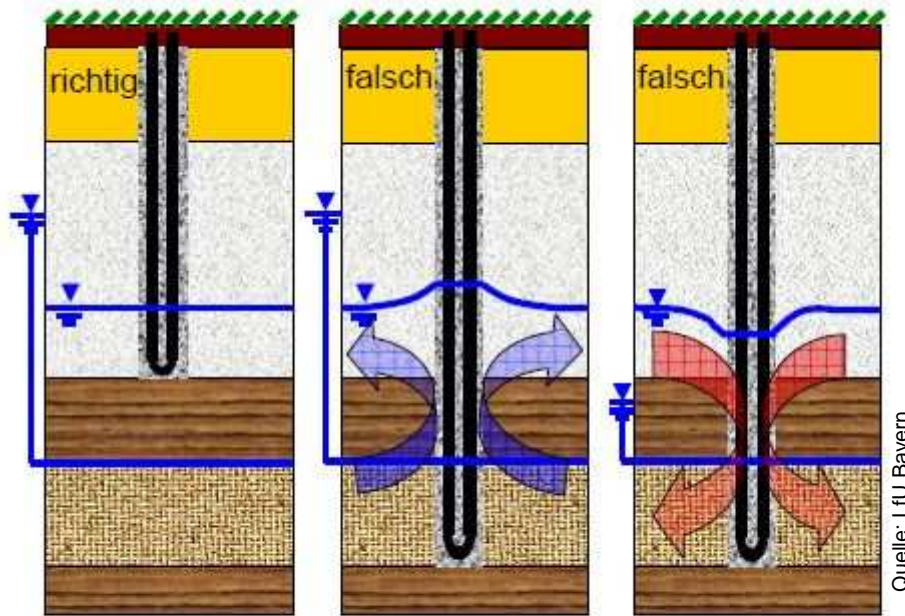
Genehmigungsbehörde: Untere Wasserbehörde (Landratsamt oder kreisfreie Stadt)  
ggf. weitere Behörden (Wasserwirtschaftsamt, Bergamt)





# Grundlagen Geothermie: Besonderheiten in Bayern

Im Regelfall kein stockwerksübergreifender Ausbau von Sonden  
=> Bohrtiefenbeschränkungen



→ Grundsätzlich keine Durchörterung von Grundwasserstockwerkstrennenden Schichten!

Quelle: <http://www.nlwkn.niedersachsen.de>

# Grundlagen Geothermie: Besonderheiten in Bayern

Bei Anlagen  $< 50$  kJ/s und in nicht sensiblen Gebieten  
= außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten  
= außerhalb von Altlastenflächen  
= oberflächennahes, nicht gespanntes Grundwasser ersetzt der

## Private Sachverständige der Wasserwirtschaft (PSW)

den amtlichen Sachverständigen und erstellt ein Fachgutachten bzw. eine hydrogeologische Prognose (separate Beauftragung durch den Bauherren)

Sonst: Wasserwirtschaftsamt als amtlicher Sachverständiger

Im Regelfall:  
Baubegleitende Abnahme durch PSW  
(separate Beauftragung durch den Bauherren)



Bayerisches Landesamt für Umwelt



Stand: 01.04.2013

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

#### Übersicht

Oberbayern	Seite	3-8	Mittelfranken	Seite	16-17
Niederbayern	Seite	9-11	Unterfranken	Seite	18
Oberpfalz	Seite	12-13	Schwaben	Seite	19-22
Oberfranken	Seite	14-15	Außerhalb Bayerns	Seite	23-24



**Erdwärme PLUS**

Wir bringen Geothermie ins Haus

# Grundlagen Geothermie: Besonderheiten in Bayern

Leifaden f. Erdwärmesonden v. Juni 2012

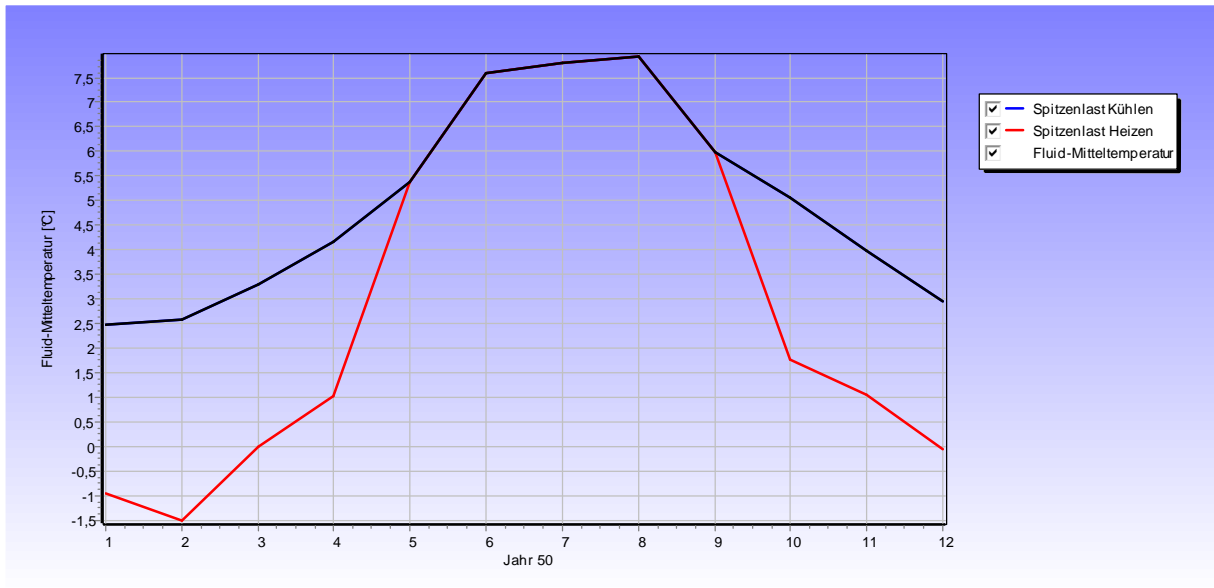
⇒ Minimal zulässige Eintrittstemperatur des Wärmeträgerfluids in die Erdwärmesonde = **0°C**,

Beispiel 10 kW-Anlage bei 40 W/m:  
**265 Bohrmeter** für monovalenten Betrieb erforderlich

Ergänzende Erläuterung vom 17.12.2012

Bei Auslegung und Betrieb nach SIA 384/6 und Einsatz eines spez. Verpressmaterials = **-3°C**

Bei gleicher Anlage nur **200 Bohrmeter** erforderlich



## Standortauskunft Erdwärmesonden

### Standort

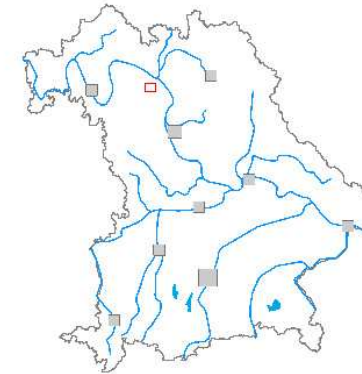


Maßstab 1:20.000



#### Burgebrach

Koordinate (Gauß-Krüger):  
RW: 4410230 HW: 5522038  
Höhe ü. NN: 267,1 m

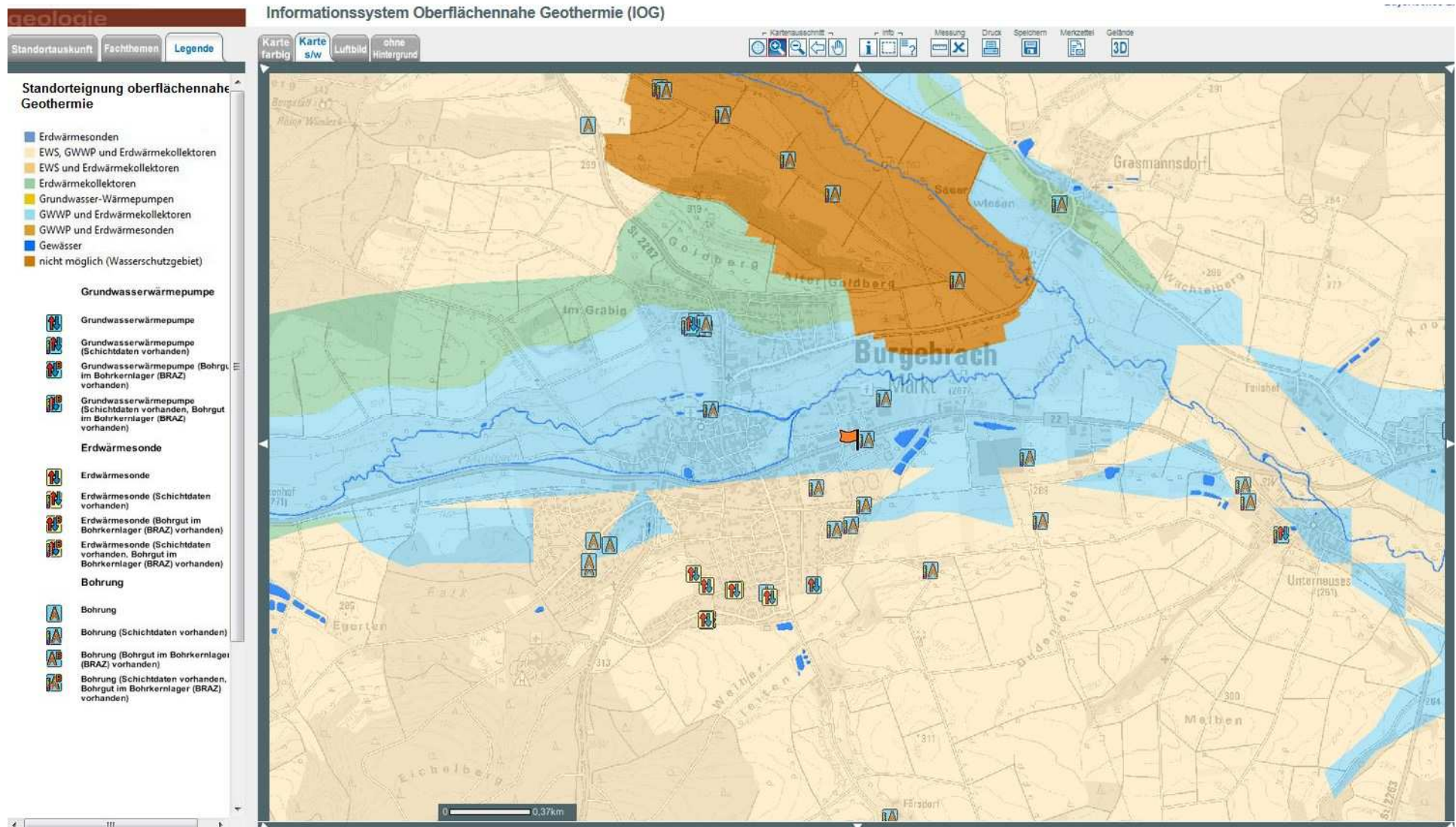


**Erdwärme PLUS**

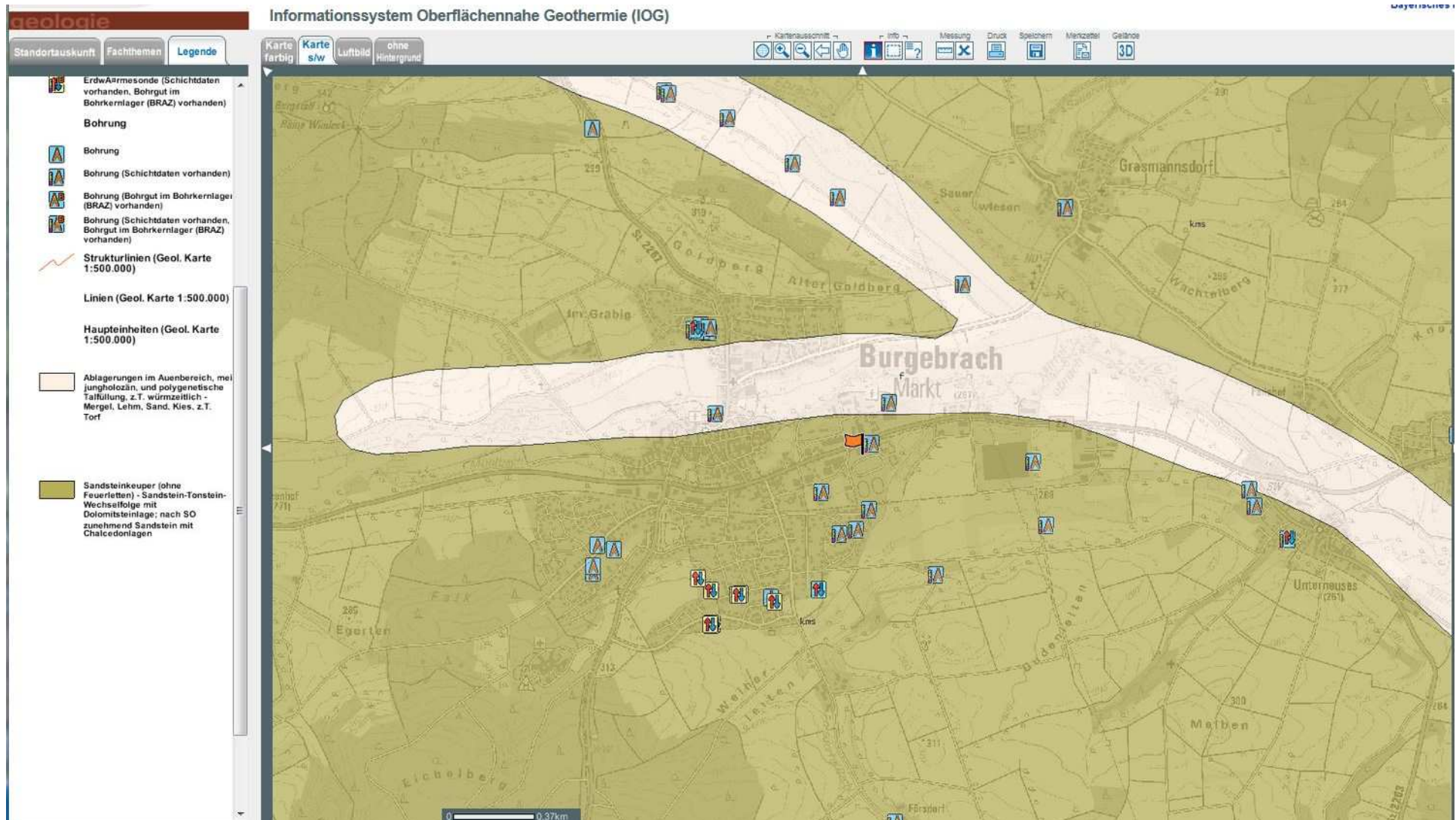
Wir bringen Geothermie ins Haus



# Planungsgrundlagen: Hydrogeologisch-genehmigungsrechtliche Recherche

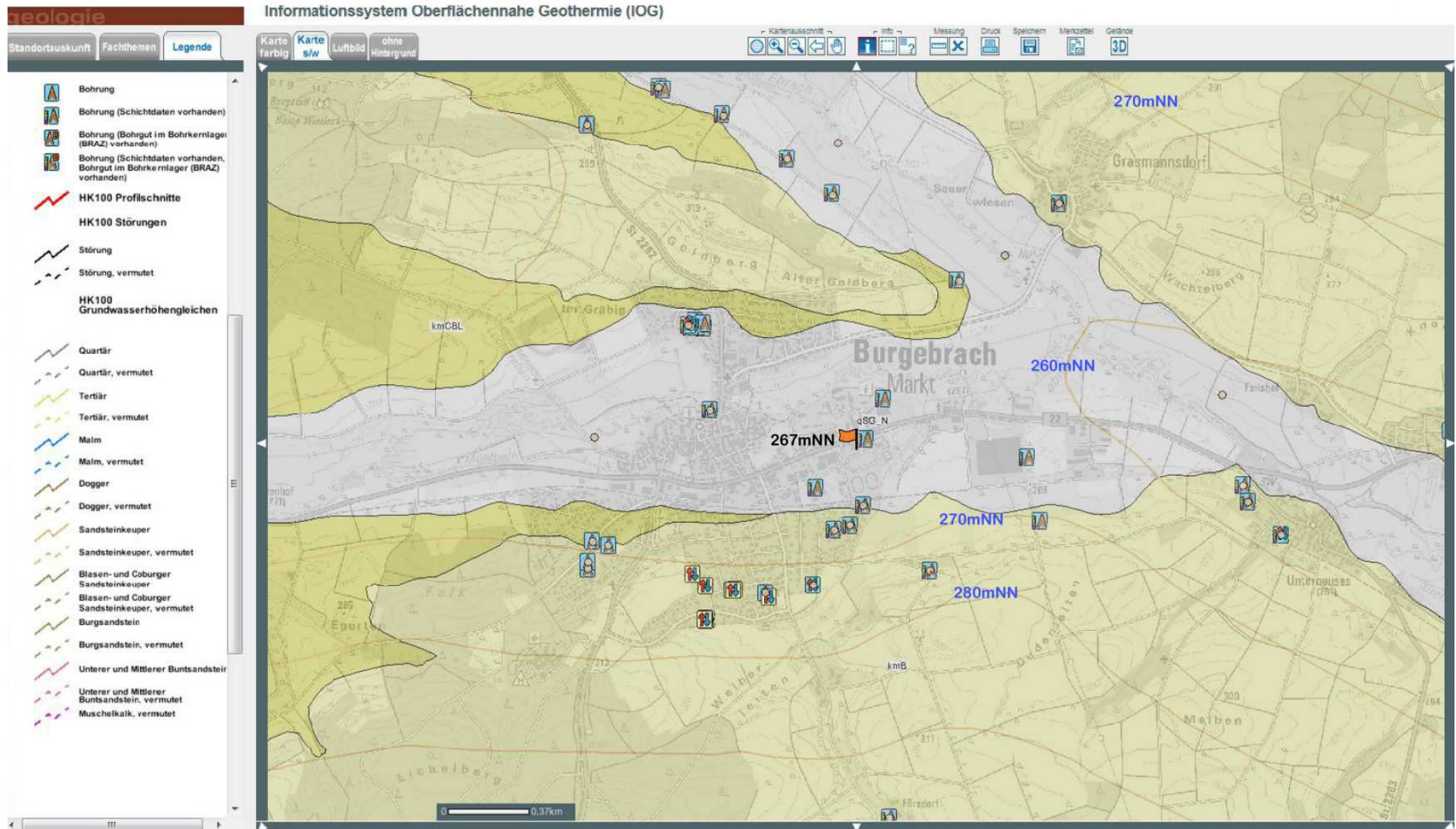


# Planungsgrundlagen: Hydrogeologisch-genehmigungsrechtliche Recherche

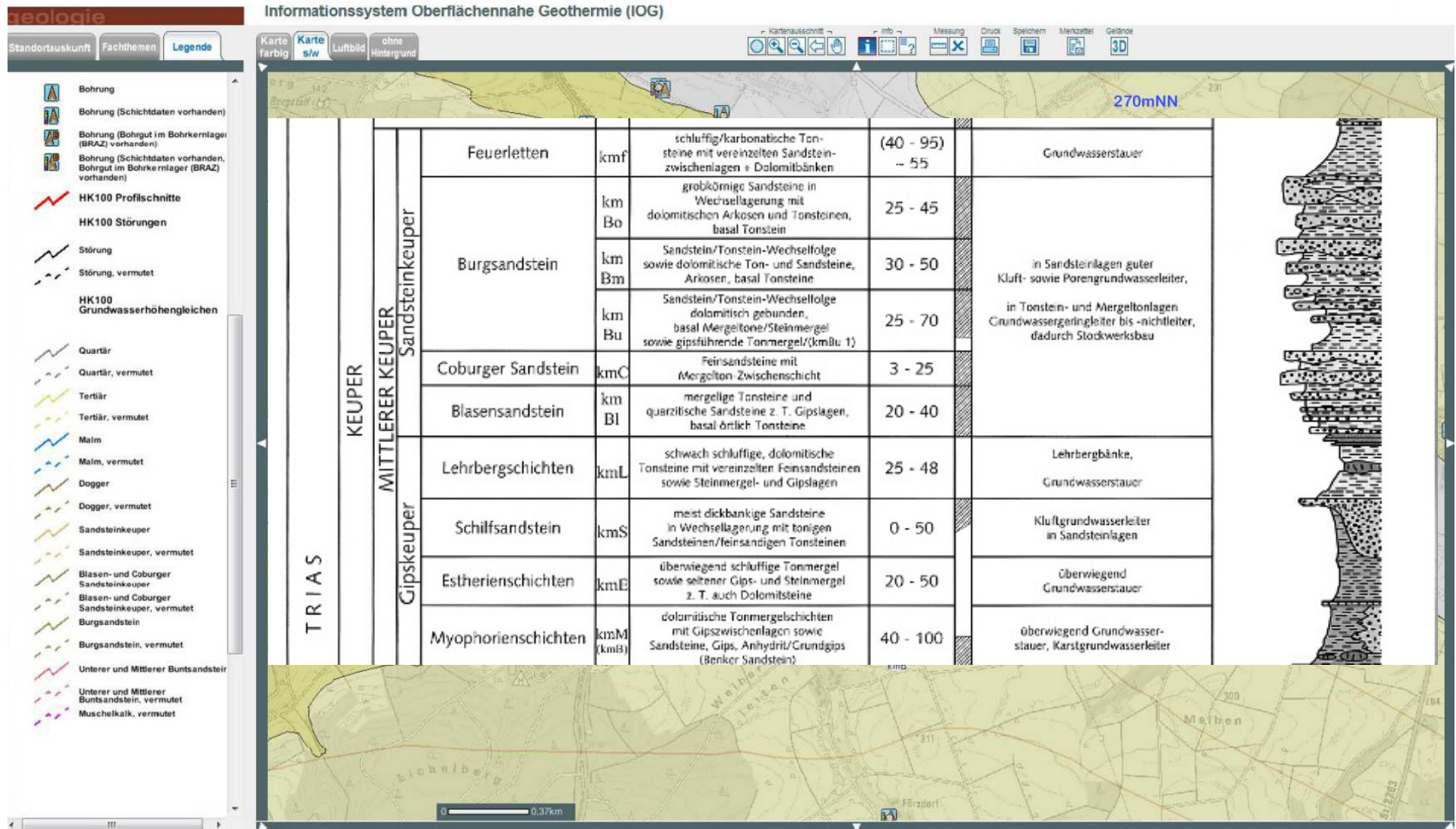




# Planungsgrundlagen: Hydrogeologisch-genehmigungsrechtliche Recherche

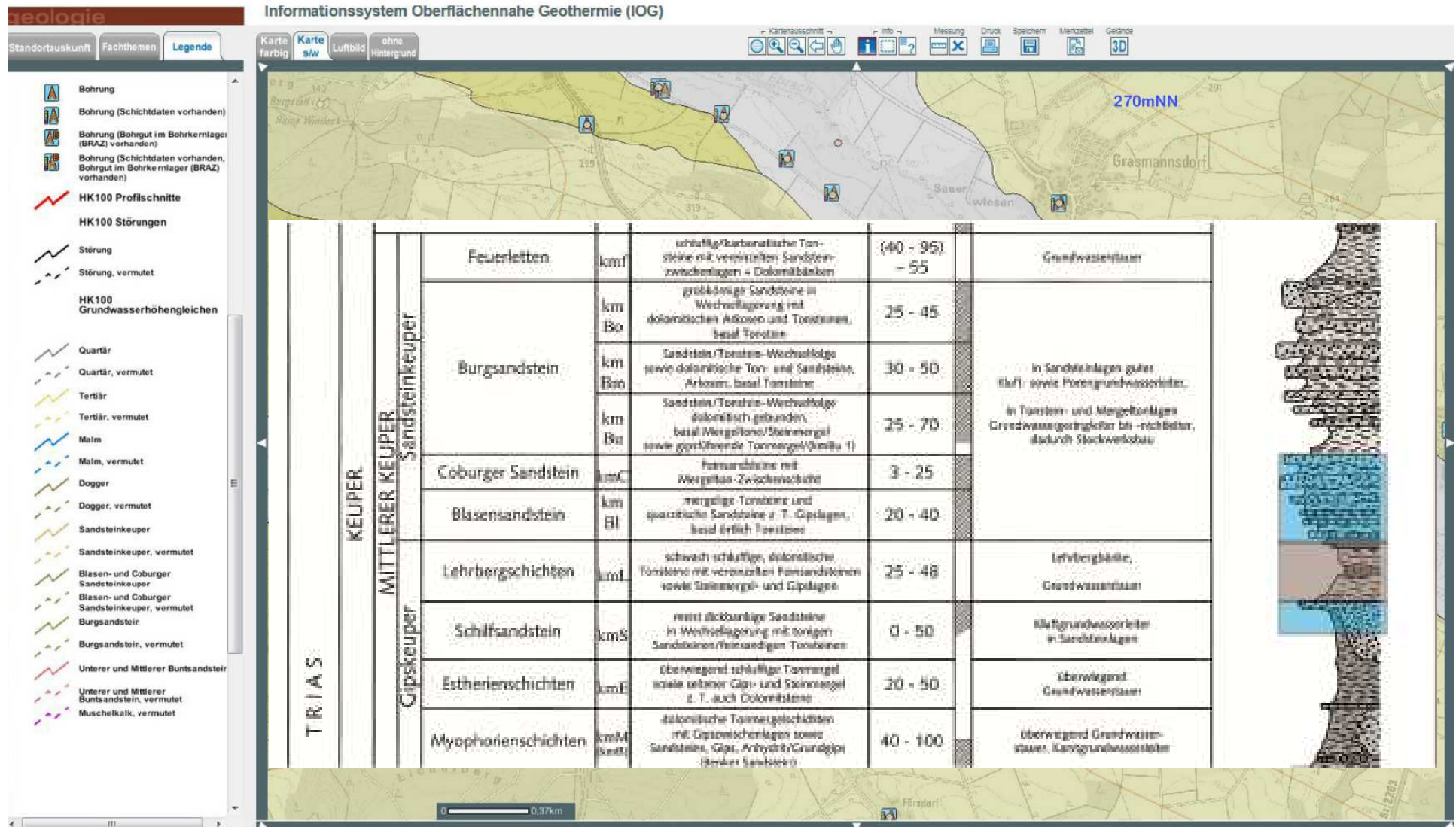


# Planungsgrundlagen: Hydrogeologisch-genehmigungsrechtliche Recherche





# Planungsgrundlagen: Hydrogeologisch-genehmigungsrechtliche Recherche



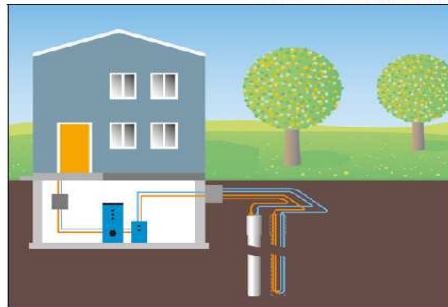
# Grundlagen Geothermie: Vorrecherche

## Ergebnis an Ihrem Standort

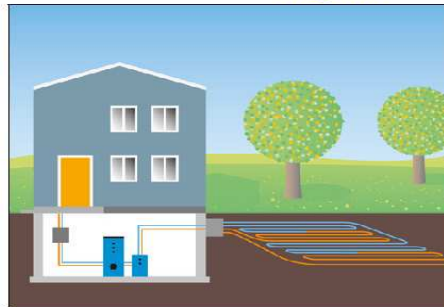
- ✘ Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand **nicht möglich (hydrogeologisch und geologisch oder wasserwirtschaftlich kritisch)**.
- ✔ Die Erdwärmesondenanlage würde **außerhalb** eines Wasserschutzgebietes (WSG) liegen.
- ✘ Aus Gründen des Grundwasserschutzes ist eine Bohrung **nicht erlaubt**.
- ⚠ Bei einer Bohrung können **Sulfatgesteine** angetroffen werden.
- ✔ Im Umkreis von 50 m befindet sich **keine bekannte** geologische Störung.
- ✔ Bis 100 m Tiefe werden nach derzeitigem Kenntnisstand **Locker- über Festgesteine** durchbohrt.
- ✔ Im direkten Umfeld (ca. 500 m) wurden **6 Bohrungen** gefunden.  
[\(Hilfe zur Verwendung von Bohrungen im IOG\)](#)

## Ersteinschätzung für oberflächennahe Entzugssysteme am Standort

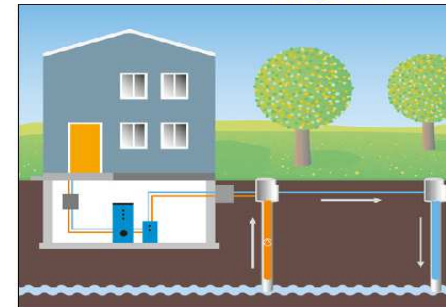
Erdwärmesonden: **nicht möglich**



Erdwärmekollektor: **möglich**



Grundwasser-WP: **möglich**



# Planungsgrundlagen: örtliche Gegebenheiten

## Baustellenbesichtigung

Platzverhältnisse: Zufahrten, Stellplatz Bohrgerät, Container, Neigung, Befahrbarkeit, Standsicherheit

Bohrpunktfestlegung

Lage Wasser- Stromanschluss

Untergrundbeschaffenheit (Gräben)

Sicherungsmaßnahmen

Schutz von Objekten

Grenzabstände

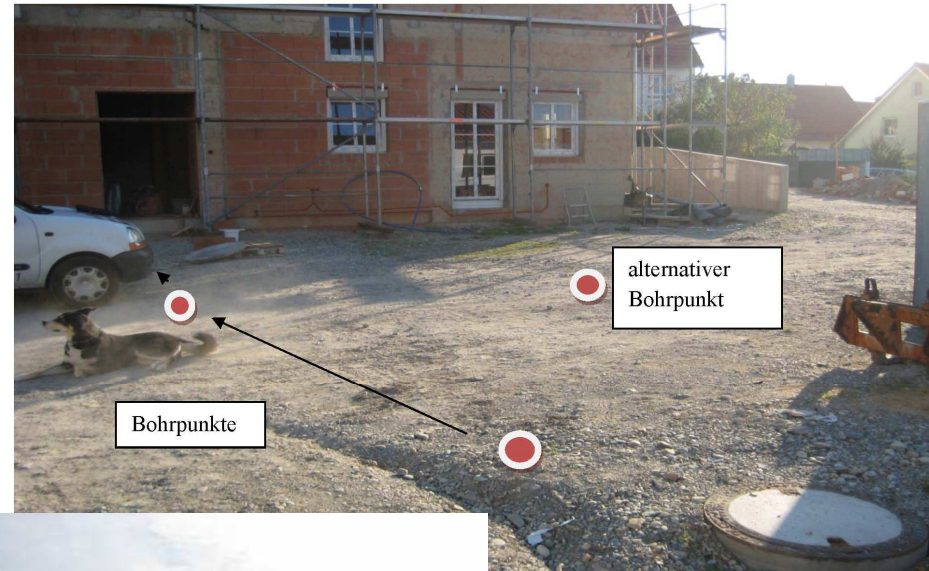
Leitungs- und Kampfmittelfreiheit,

Entsorgung Bohrgut, Spülwasser

Leistungsumfang

bekannte Besonderheiten

(WSG, Quellen, Nachbarbohrungen etc.)

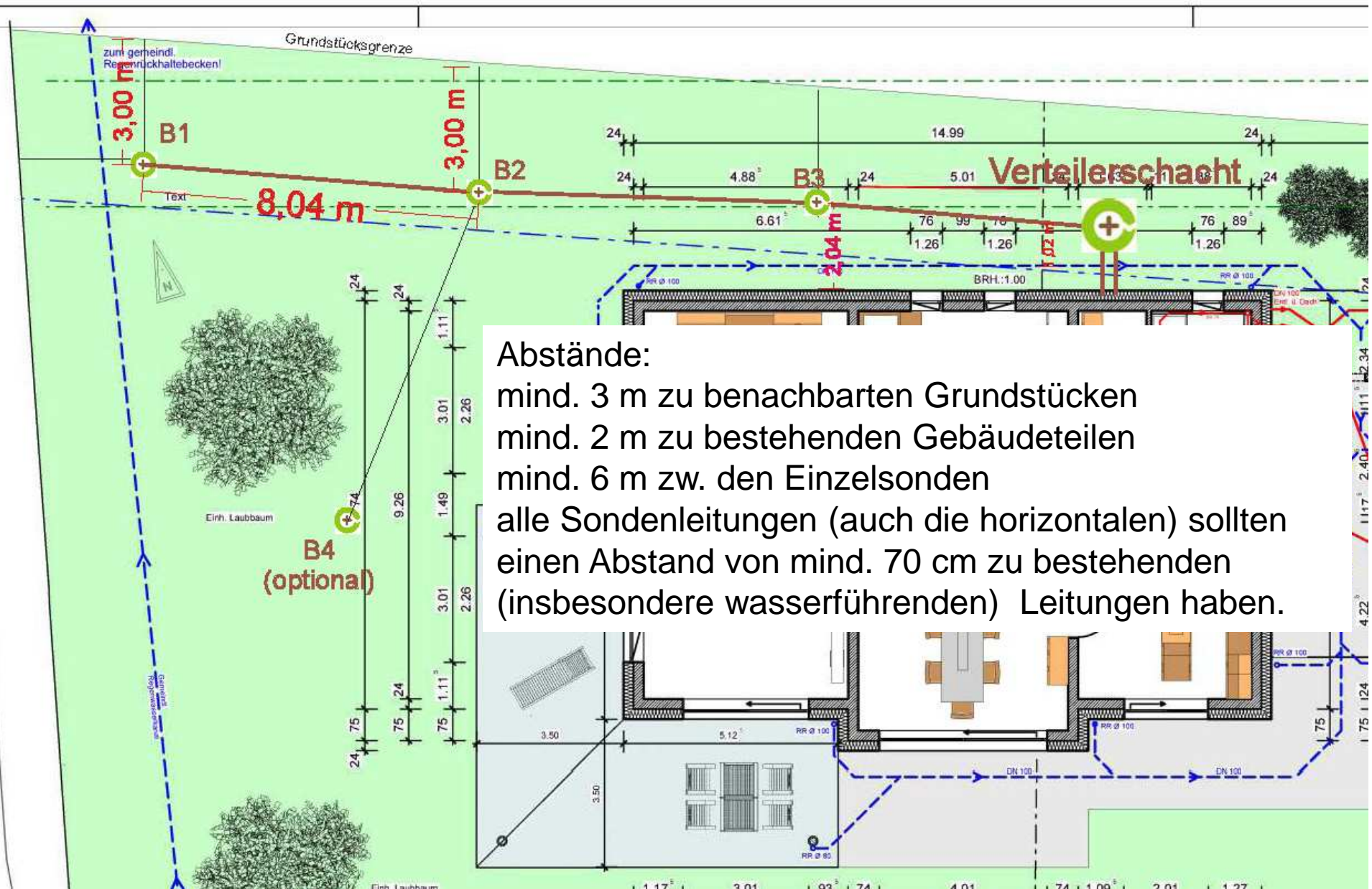


**Erdwärme PLUS**

Wir bringen Geothermie ins Haus



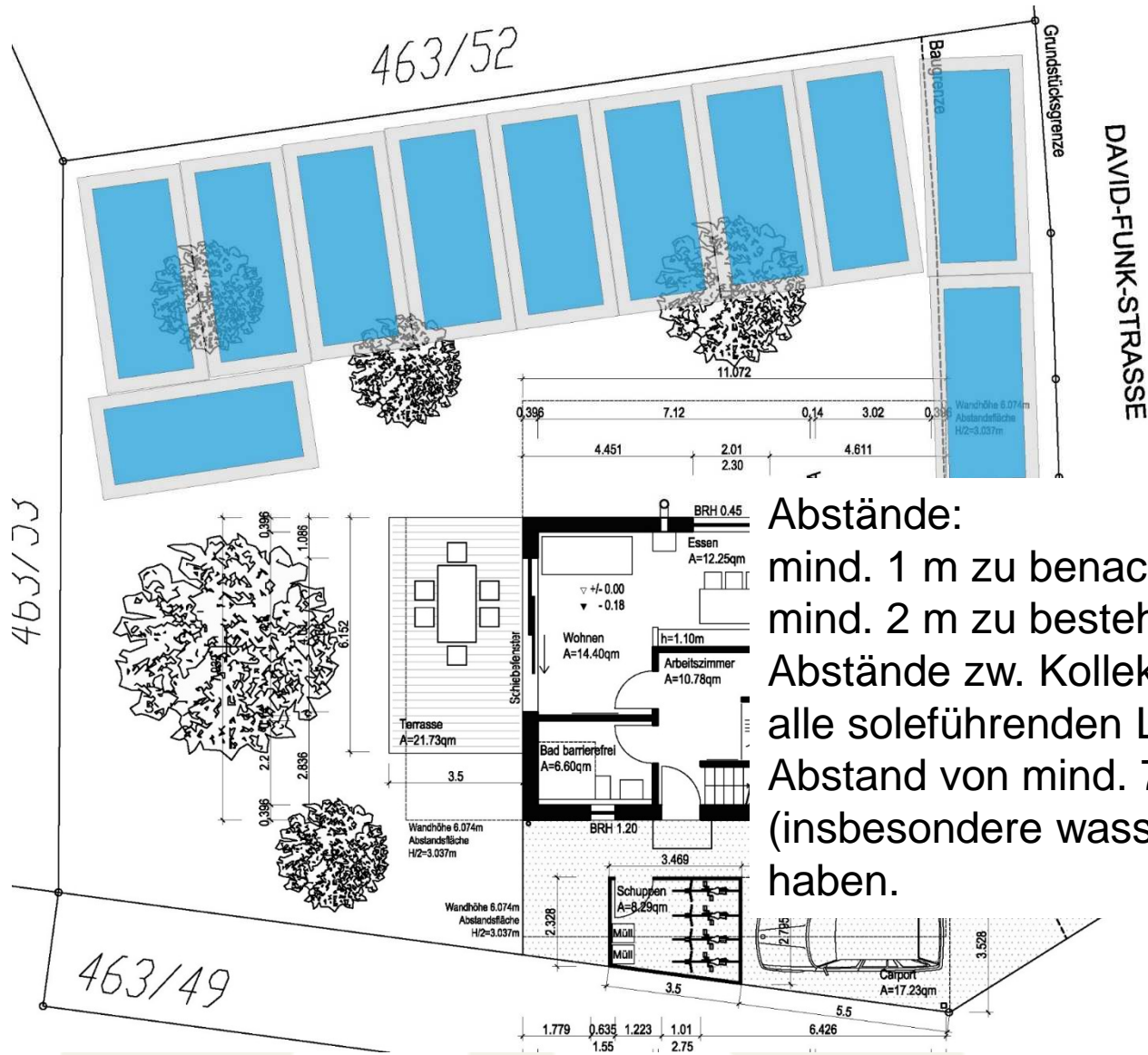
# Erdwärmesonden Grenzabstände



Abstände:  
mind. 3 m zu benachbarten Grundstücken  
mind. 2 m zu bestehenden Gebäudeteilen  
mind. 6 m zw. den Einzelsonden  
alle Sondenleitungen (auch die horizontalen) sollten einen Abstand von mind. 70 cm zu bestehenden (insbesondere wasserführenden) Leitungen haben.

Wir drängen Geotermie ins Haus

# Kollektoranlage: Örtliche Verhältnisse



## Abstände:

mind. 1 m zu benachbarten Grundstücken  
 mind. 2 m zu bestehenden Gebäudeteilen  
 Abstände zw. Kollektoren systembedingt  
 alle soelführenden Leitungen sollten eine  
 Abstand von mind. 70 cm zu bestehenden  
 (insbesondere wasserführenden) Leitungen  
 haben.

# Erdwärmesonden

## Erdwärmesonde

- **Prinzip: Bohrungen 70 – 150 m**
- **Doppel-U-Sondenrohre aus HDPE, Durchmesser 32 mm**
- **Wärmeträger Wasser mit Frostschutzmittel**

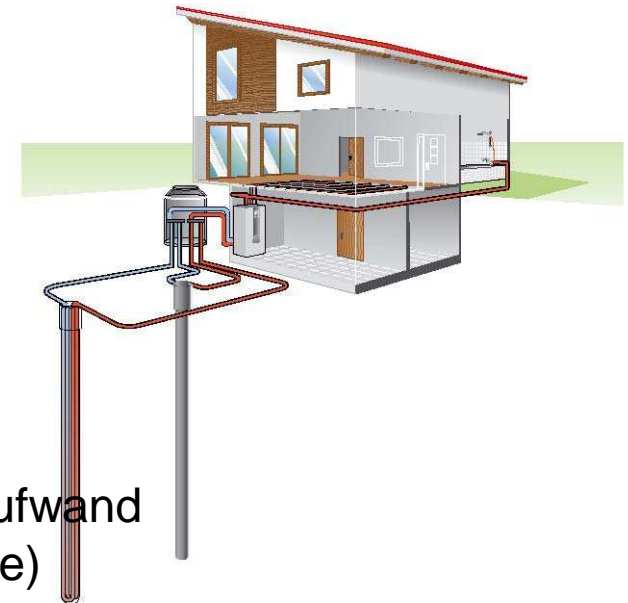
- + geringer Flächenbedarf, überbaubar
- + hohe Arbeitszahl, geringe Betriebskosten und Wartungsaufwand
- + sehr hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer (50-100 Jahre)
- + Heizen, Kühlen und Speichern möglich

### Auslegung:

abhgg. von den (hydro-)geologischen Verhältnissen, Klima, Bohrtiefe, Anzahl und Abstand der Bohrungen, Eigenschaften der eingesetzten Stoffe und Materialien, Lastfall (Heizen-Kühlen), behördliche Vorgaben

### Anwendung:

Heizen, Warmwasserbereitung, Kühlen, Speichern



## Baugebiet „Strüdlein“:

### Pilotprojekt Gemeinde Schwebheim – Unterfränkische Überlandzentrale eG

Erschließung von 13 Bauplätzen

- Heizenergiebedarf von 242.760 kWh für das Quartier
- Heizenergiebedarf von 18.674 kWh pro Wohneinheit
- Gesamtleistung 13 x 8,9 kW = 116 kW

Ziele:

- ⊕ Hoher Wohnwert
- ⊕ Möglichst wenig umweltschädliche Emissionen vor Ort
- ⊕ Geringe CO<sub>2</sub>-Belastung
- ⊕ Energiewende in der Region unterstützen
- ⊕ Zukunftssichere Energieversorgung
- ⊕ Vertretbare Grundstückspreise
- ⊕ Bezahlbare Energie für künftige Generationen



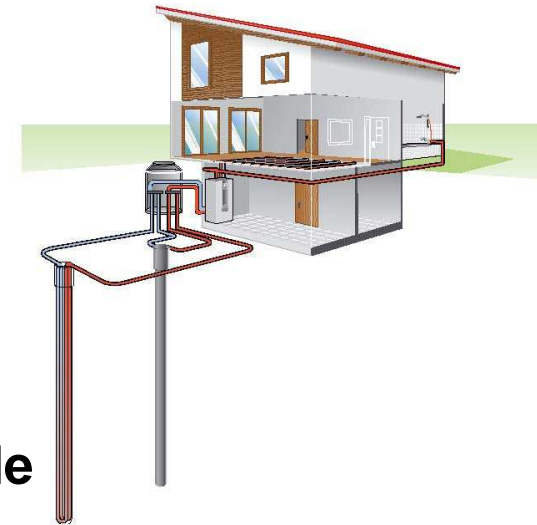


### Vergleich

- Nahwärme auf Basis Biomasse
- Nahwärme auf Basis Erdgas-BHKW und Spitzenheizung
- Erdgasbrennwerttechnik + Thermische Solaranlage
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Sole-Wasser-Wärmepumpe

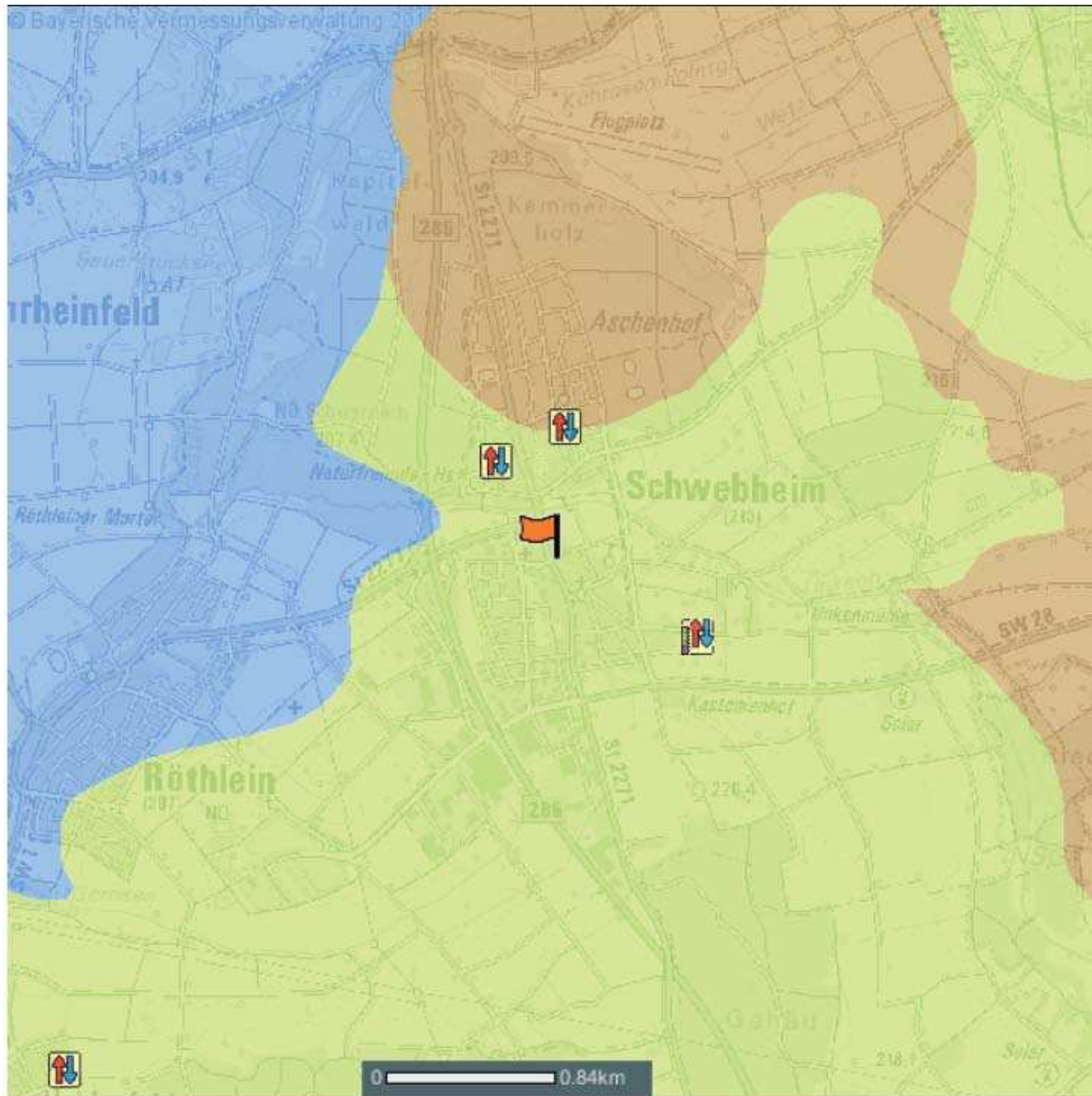
### Ergebnis: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonde

- + Geringste Betriebskosten unter den verfügbaren Heizsystemen Jahresarbeitszahl von:  $> 4,5 / 1 \text{ kWh Strom erzeugt } 4,5 \text{ kWh Wärme}$
- +  $> 75\%$  der genutzten Energie kommt kostenlos aus der Umwelt
- + Beste CO<sub>2</sub>-Bilanz
- + Monovalente Betriebsweise = Nur Wärmepumpenbetrieb
- + Kaum Geräusche am Aufstellort, keine Emissionen
- + Keine Verbauung der Dachfläche durch Solarthermie
- + Dachfläche frei für Photovoltaik





# Baugebiet „Strüdlein“: Vorrecherche



Grundsätzliche  
Standortbeurteilung

R <sup>43</sup>71767, H <sup>55</sup>38462 <sup>^</sup>

0 1.000 m

\*R = Rechtswert, H = Hochwert (Gauß-Krüger-Koordinaten, 4. Meridianstreifen)

# Baugebiet „Strüdlein“: Vorrecherche

## Standort



### Schwebheim

Gauß-Krüger-Koordinaten  
Rechtswert: 4374803  
Hochwert: 5541610



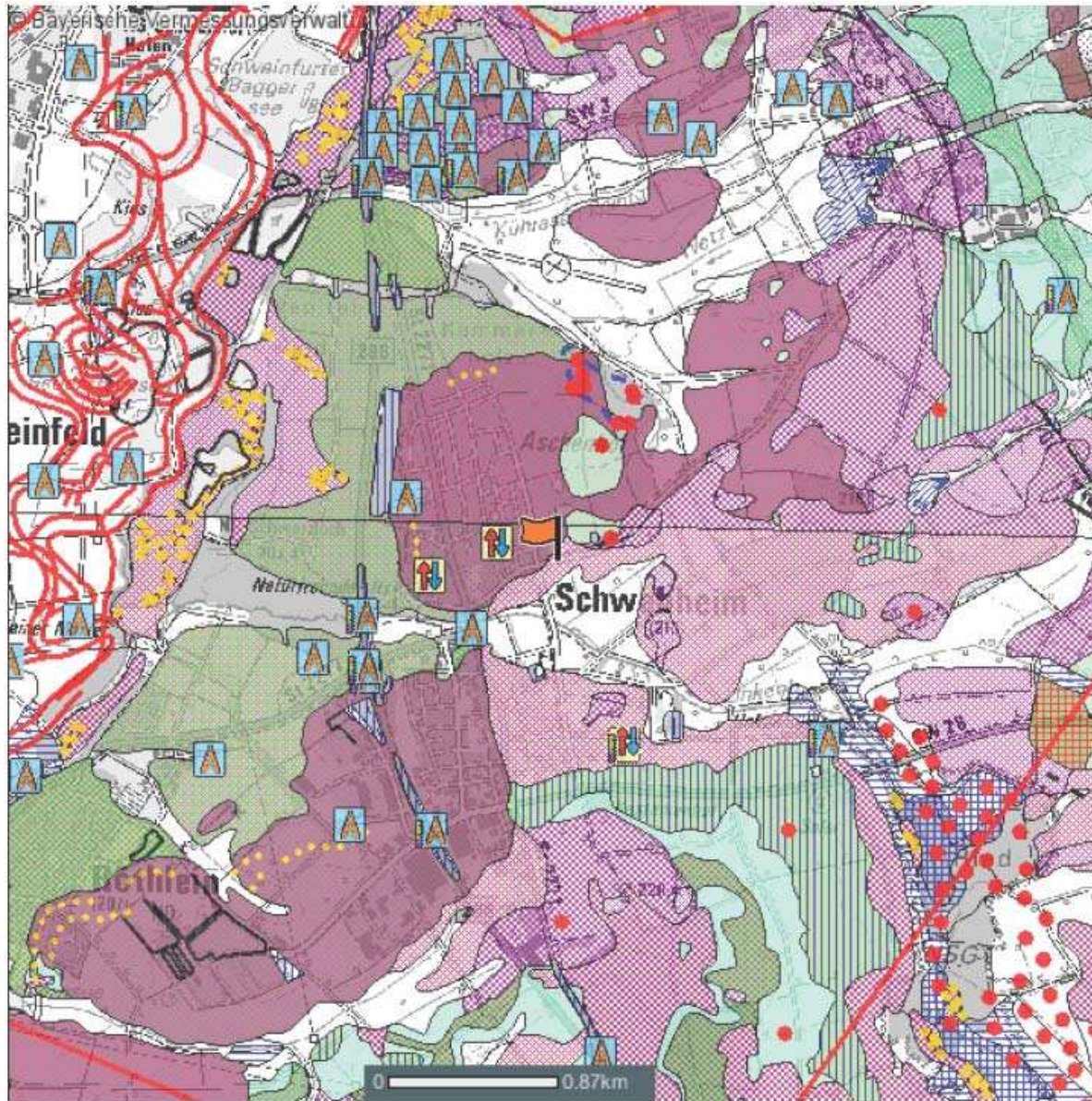
## Grundsätzliche Standortbeurteilung

### Ergebnis an Ihrem Standort

- ✓ Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand voraussichtlich **möglich**.
- ✓ Die hydrogeologischen und geologischen Bedingungen sind **nicht kritisch**.
- ✓ Die Erdwärmesondenanlage würde **außerhalb** eines Wasserschutzgebietes (WSG) liegen. In der Regel ist Erdwärmenutzung in WSG unzulässig.
- ✓ Eine aus Gründen des Grundwasserschutzes mögliche Begrenzung der Bohrtiefe wurde **noch nicht bearbeitet**.
- ✓ Es sind **keine Bohrrisiken** bekannt.
- ✓ Nach den vorliegenden Erkenntnissen befindet sich in unmittelbarer Nähe **keine bekannte** geologische Störung, die Einfluss auf die Lagerung und die Festigkeit des Gesteins haben könnte.
- ✓ Bis 100 m Tiefe werden voraussichtlich **Locker- über Festgesteinen** durchbohrt.
- ✓ Im direkten Umfeld (ca. 500 m) wurden **keine Bohrungen** gefunden. ([Hilfe zur Verwendung von Schichtenverzeichnissen](#))
- ✓ Alternativ ist der Bau einer Grundwasser-Wärmepumpe voraussichtlich **nicht möglich** / einer Erdwärmekollektoranlage voraussichtlich **möglich**.



# Baugebiet „Strüdlein“: Vorrecherche



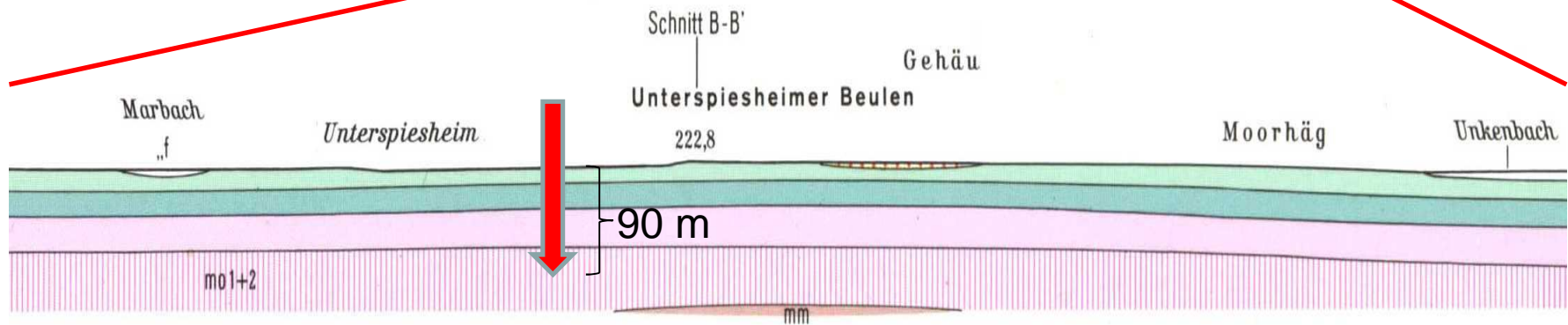
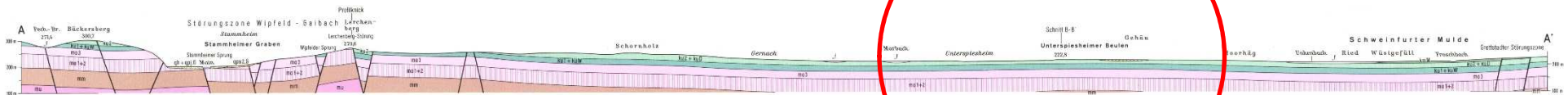
R 4372176, H 5538796

0 1.000 m

R = Rechtswert, H = Hochwert (Gauß-Krüger-Koordinaten, 4. Meridianstreifen)

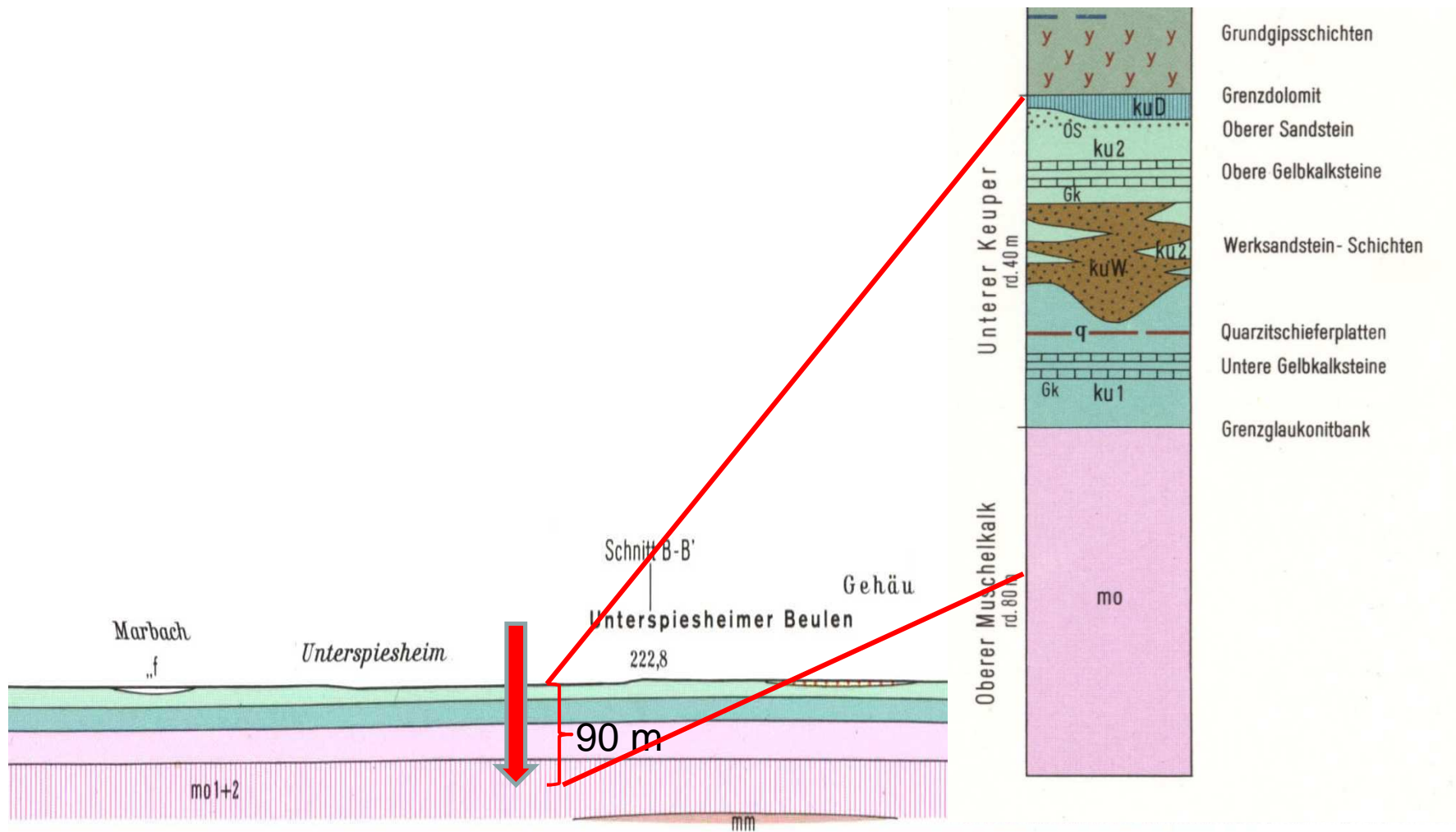
Geologische Karte

# Baugebiet „Strüdlein“: Vorrecherche





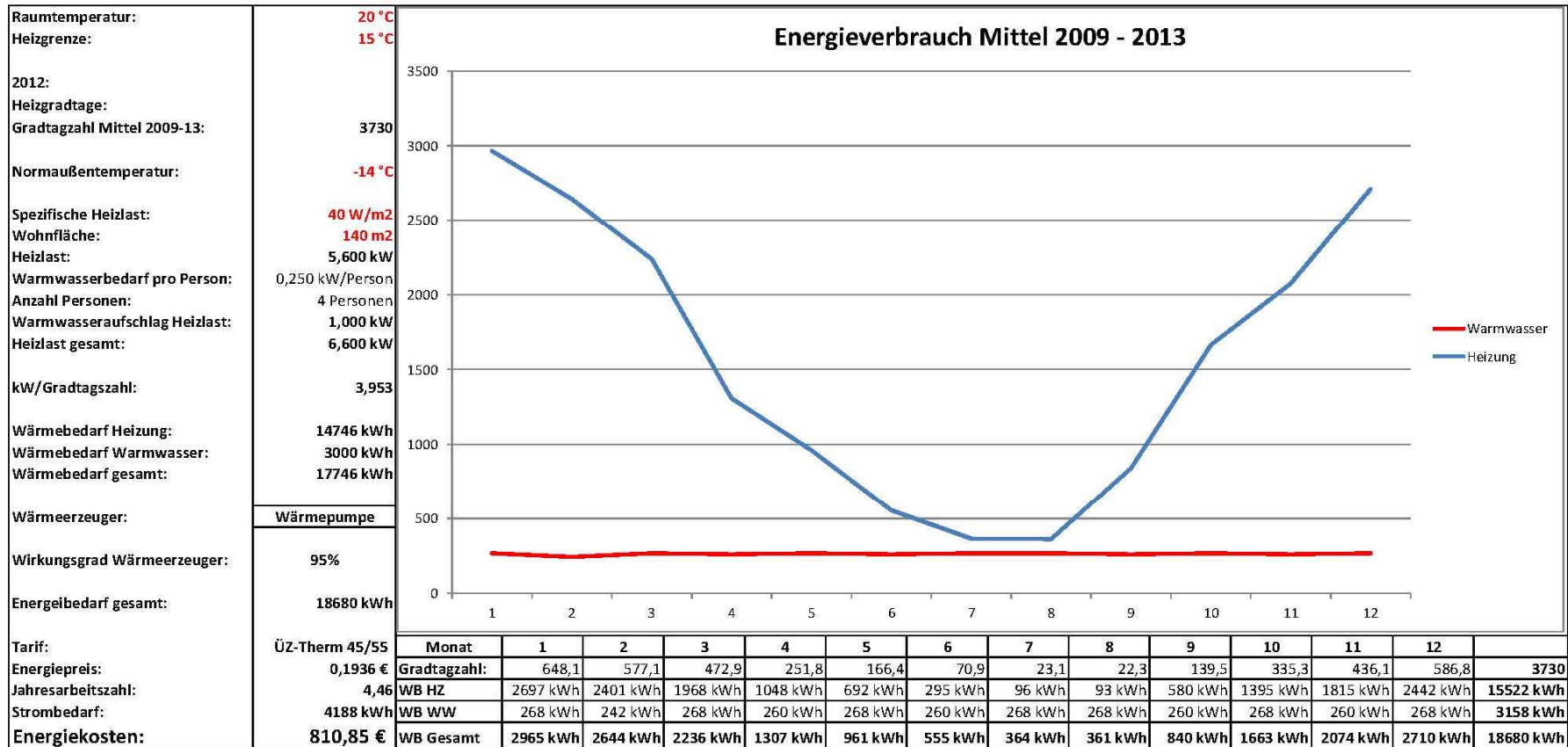
# Baugebiet „Strüdlein“: Vorrecherche



# Baugebiet „Strüdlein“: Heizbedarfsprofil

## Klärung der Heizlast und der Gebäudeanforderungen

### Verbrauchsmodell / Kostenvergleich



# Baugebiet „Strüdlein“: Sondenauslegung

Tabelle 2. Mögliche spezifische Entzugsleistungen für Erdwärmesonden

- nur Wärmeentzug (Heizung einschl. Warmwasser)
- Länge der einzelnen Erdwärmesonden zwischen 40 und 100 m
- kleinster Abstand zwischen zwei Erdwärmesonden:  
mindestens 5 m bei Erdwärmesondenlängen 40 bis 50 m  
mindestens 6 m bei Erdwärmesondenlängen >50 bis 100 m
- als Erdwärmesonden kommen Doppel-U-Sonden mit DN 20, DN 25 oder DN 32 mm oder Koaxialsonden mit mindestens 60 mm Durchmesser zum Einsatz
- nicht anwendbar bei einer größeren Anzahl kleiner Anlagen auf einem begrenzten Areal

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.

Vereinfachte Lithologie	WLF
Beschreibung	W/(mK)
<i>Griffe der Petrographieliste (vgl. Anlage 2)</i>	
Torf	0,2 – 0,7
Ton	0,4 – 2,2
Schluff	0,4 – 2,2
Sand	0,3 – 5,0
Kies	0,4 – 2,6
Steine	0,4 – 2,6
Sandstein	1,3 – 5,1
Tonstein	1,1 – 3,2
Kalkstein	2,2 – 4,0
(Hart-) Braunkohle	0,2 – 1,7
<i>Als geogenetische) Gesteinsbegriffe</i>	
Mudde	0,4 – 1,5
Mergel	1,5 – 3,9
Tonmergel	1,5 – 2,5
Lehm	0,4 – 2,2
Geschiebelehm	0,4 – 2,4
Geschiebemergel	0,4 – 2,5
Feinstsand	0,3 – 5,2
Feinsand	0,3 – 5,2
Mittelsand	0,3 – 5,2
Grobsand	0,3 – 5,2
Feinkies	0,4 – 2,6
Mittelkies	0,4 – 2,6
Grobkies	0,4 – 2,6
Steine, fein	0,4 – 2,6
Geröll	0,4 – 2,6
Kalkmergelstein	0,4 – 3,4
Schreibkreide	0,4 – 2,8

## Baugebiet „Strüdlein“: Sondenauslegung

Teufe	Mächtigkeit	Bodenart	Lithologie/Stratigraphie	Wärmeleitfähigkeit	spez. Wärmekapazität	Entzugsleistung (VDI 4640)
m. u. GOK	m			W/m x K	MJ/(m <sup>3</sup> x K/m)	W/m
20	20	Ton-/Mergelstein	Sedimentgestein /ku	2,2	2,3	40
30	10	Sandstein	Sedimentgestein /ku	2,3	2	65
40	10	Kalkstein	Sedimentgestein /ku	2,8	2,3	60
75	35	Kalkstein	Sedimentgestein /mo	2,8	2,3	60
<b>gewichtete Mittelwerte</b>				<b>2,57</b>	<b>2,26</b>	<b>55,33</b>

Beispiel : Standort Baugebiet Strüdlein

Wärmepumpe 8,9 kW COP 4,5 (B0/W35) inkl. Warmwasser f. 4 Personen  
 bei 2000 Betriebsstunden pro Jahr entspr. Heizbedarf v. ca. 18,5 MWh/a  
 ⇒erforderliche Entzugsleistung = 6,9 kW

⇒Erforderliche Gesamtsondenlänge nach VDI 4640 = 125 m



# Baugebiet „Strüdlein“: Sondenauslegung

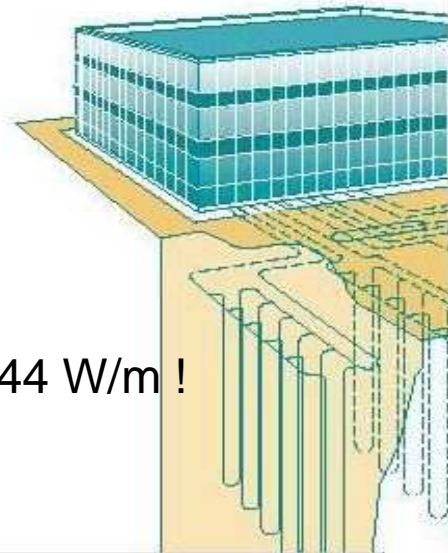
Earth Energy Designer EED\_ÜZ LÜLSFELD 24.04.2013.DAT License for VOH BRAIDIS, ALPHA INIOTEC  
 Datei Eingabedaten Kosten Berechnung Ergebnisausgabe Einstellungen Hilfe

Earth Energy Designer - EED  
 Version 3.16 (Unicode)  
 798 configurations (0-797)

Auslegung auf 50 Jahre  
 Minimale Soletemperatur -3°C

⇒ Erforderliche  
 Gesamtsondenlänge  
 nach SIA 384/6

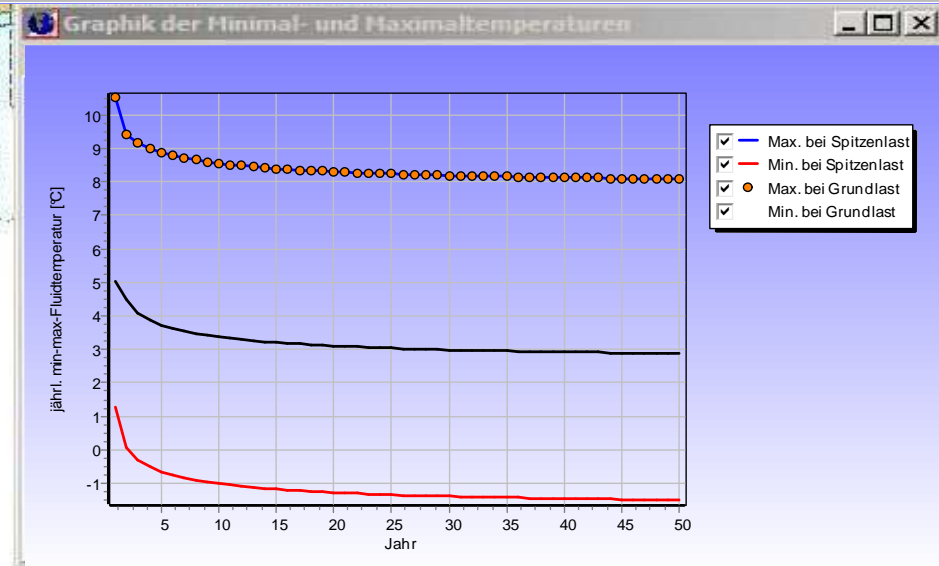
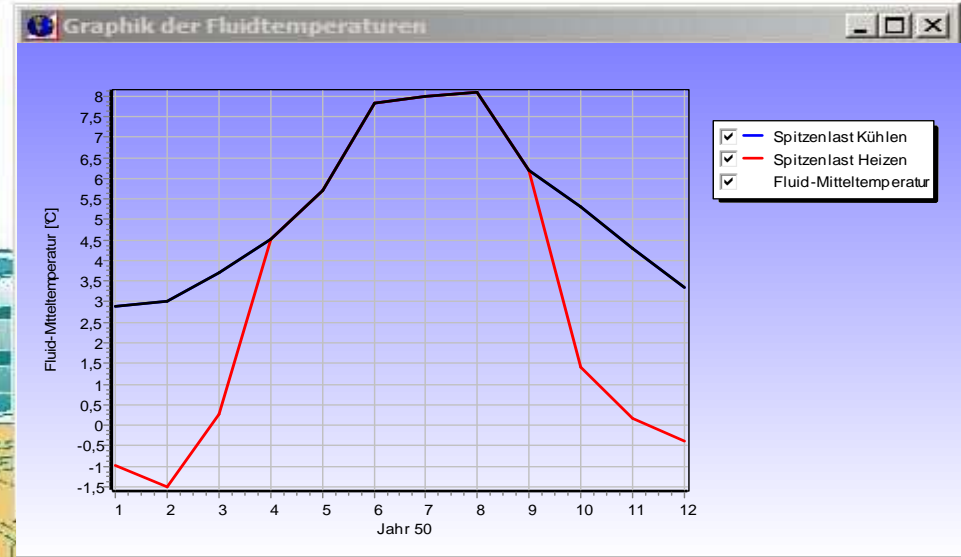
= 160 m entspr. 44 W/m !



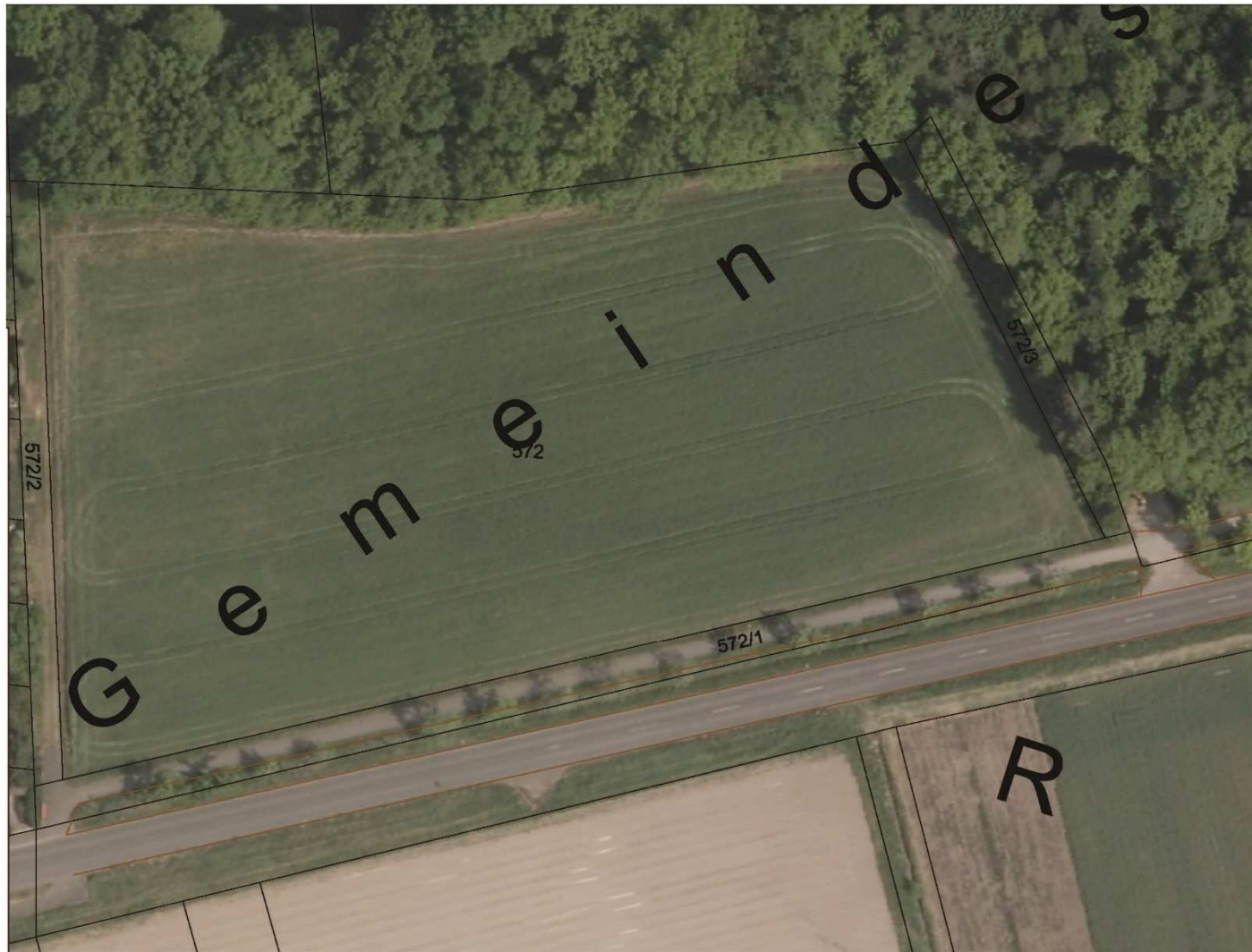
**Untergrundeigenschaften**

Wärmeleitfähigkeit	2,570	?	W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität (vol.)	2,260	?	MJ/(m³·K)
Mittl. Temperatur a.d. Erdoberfläche	9,200	?	°C
Geothermischer Wärmefluss	0,08000	?	W/m²

Übernehmen



## Baugebiet „Strüdlein“



Ortsbesichtigung



# Baugebiet „Strüdlein“: Probebohrung 90 m





# Baugebiet „Strüdlein“: Thermal Response Test



Geotechniklabor © Bayerische Vermessungsverwaltung

**G** Probebohrung

Erstellt von: Alexander Wolf  
Erstellt am: 06.11.2013  
Maßstab 1:500

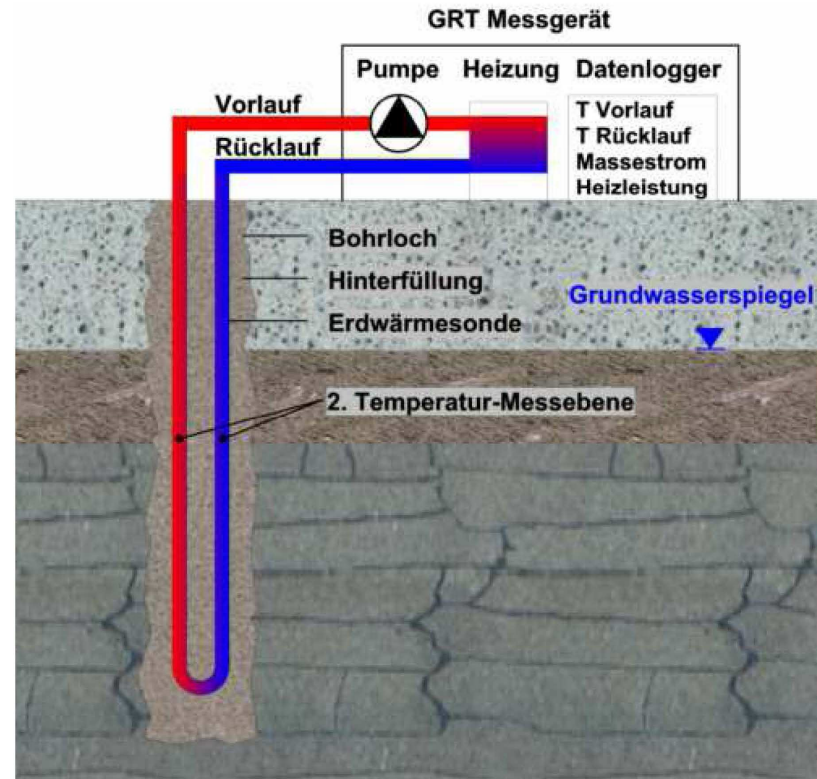
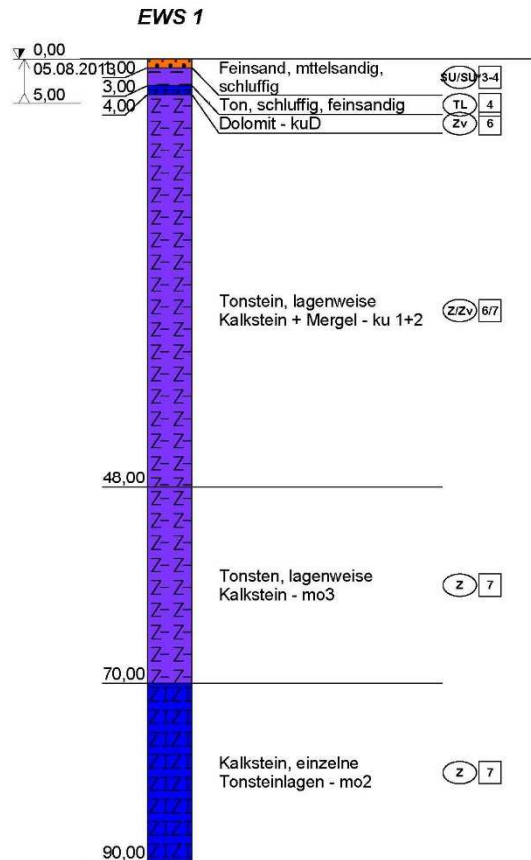


Abb. 1 Schematische Darstellung des GRT



# Baugebiet „Strüdlein“: Ergebnisse Probebohrung und TRT

<b>geotechnik dr. rimpel gmbh</b> Ludwig-Krug-Str. 1 97424 Schweinfurt Tel.: 09721-804642	Zeichnerische Darstellung von Bodenaufschlüssen nach DIN 4023	Anlage: 1	
		Projekt: EWS Schwebheim	
		Auftraggeber: ÜLZ Lültsfeld	
		Bearb.: Rimpel	Datum: 17.12.2013



Höhenmaßstab 1:500

1. Bohrprofil: Absicherung der Prognose hinsichtlich Geologie und Genehmigungsrecht

2. Wärmeleitfähigkeit: Maß für das Wärmetransportvermögen: 2,3 W/mK

3. Wärmekapazität: Maß für das Wärmespeichervermögen: 3,3 MJ/ (m<sup>3</sup> K)

4. Ungestörte Untergrundtemperatur: 12,2 °C

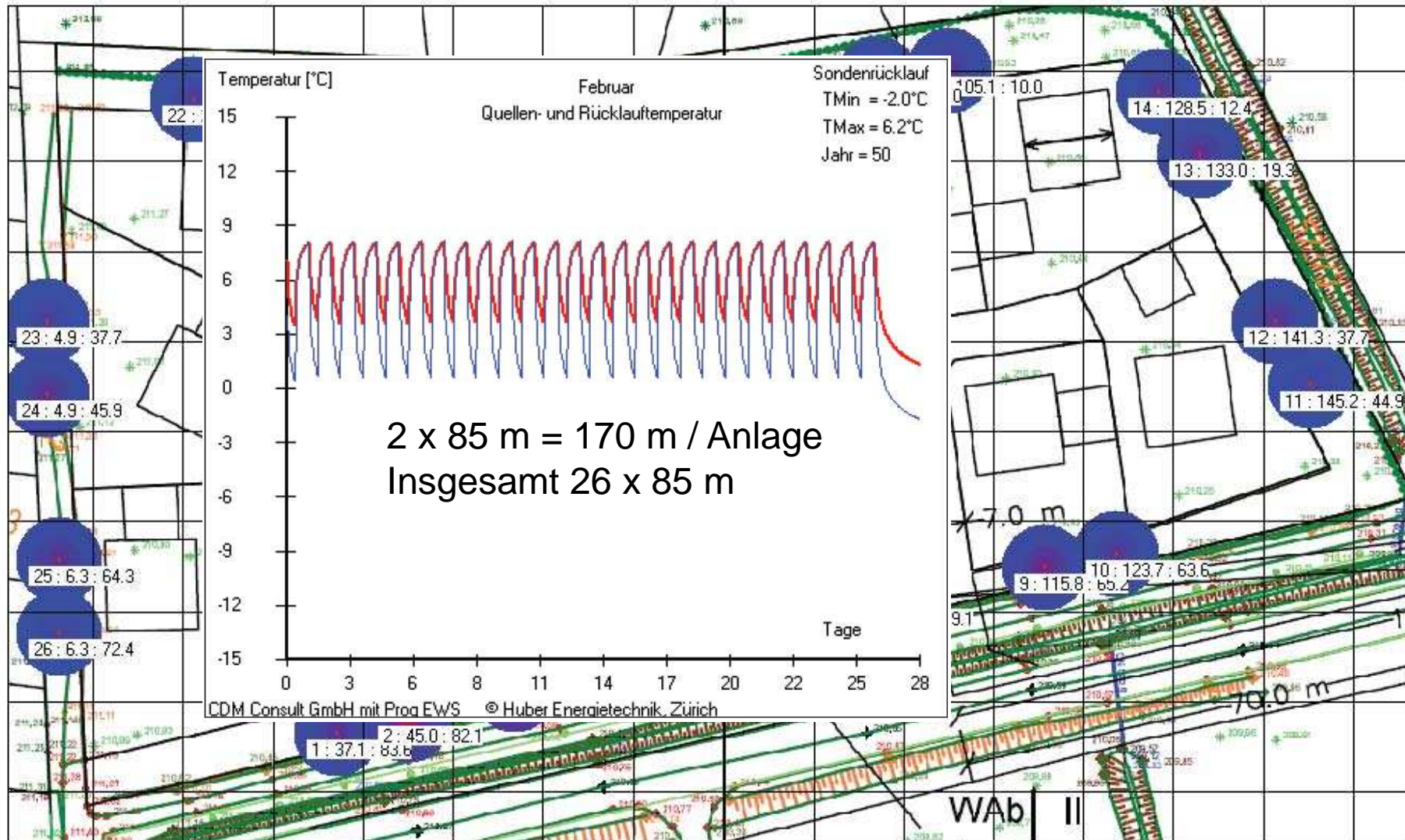
# Baugebiet „Strüdlein“: Auslegung und Dimensionierung des Erdsondenfeldes



CDM-Consult

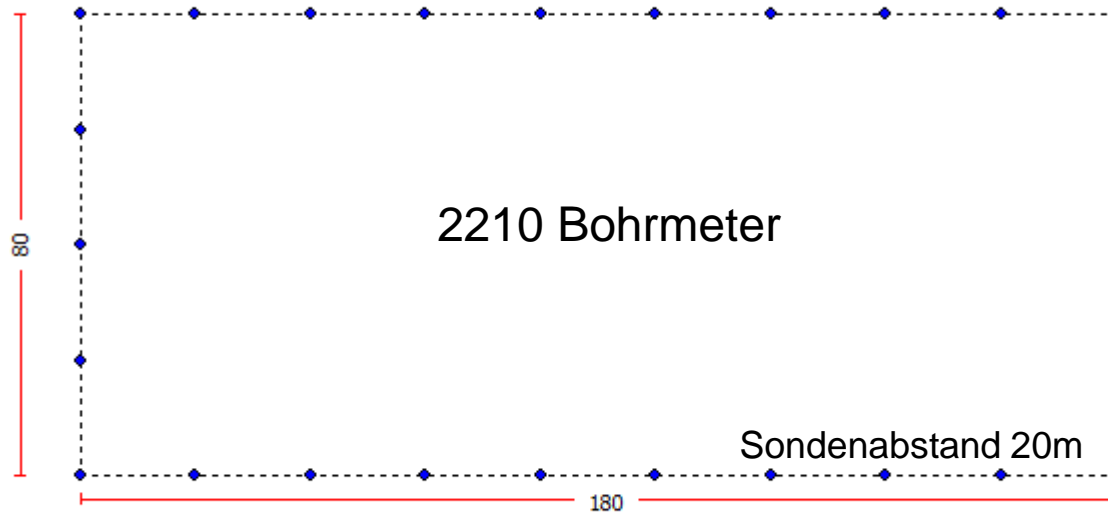


# Baugebiet „Strüdlein“: Auslegung und Dimensionierung des Erdsondenfeldes

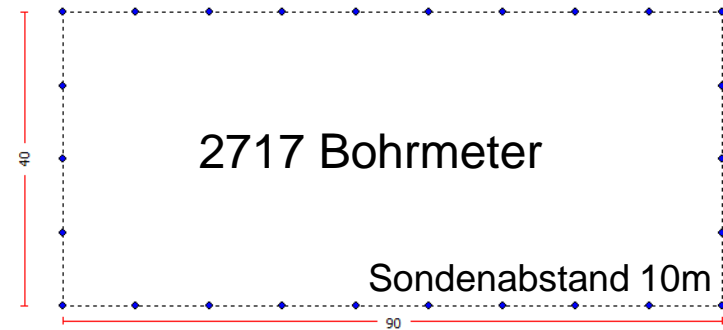
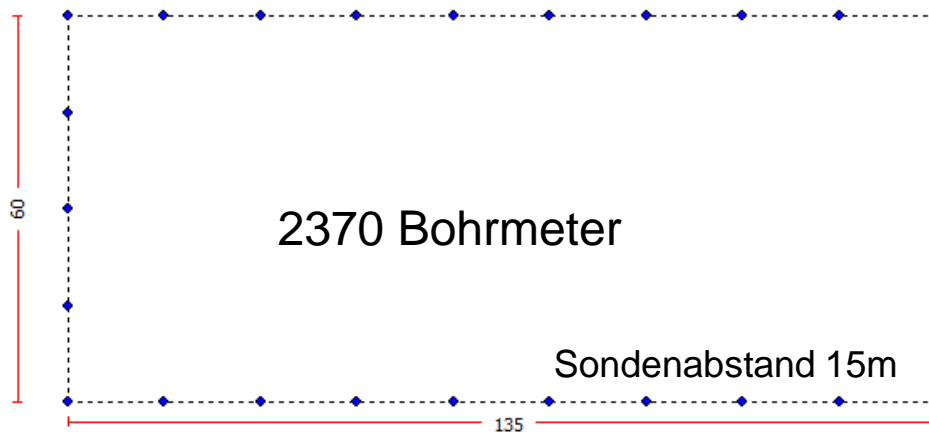


CDM-Consult

# Baugebiet „Strüdlein“: Auslegung und Dimensionierung des Erdsondenfeldes

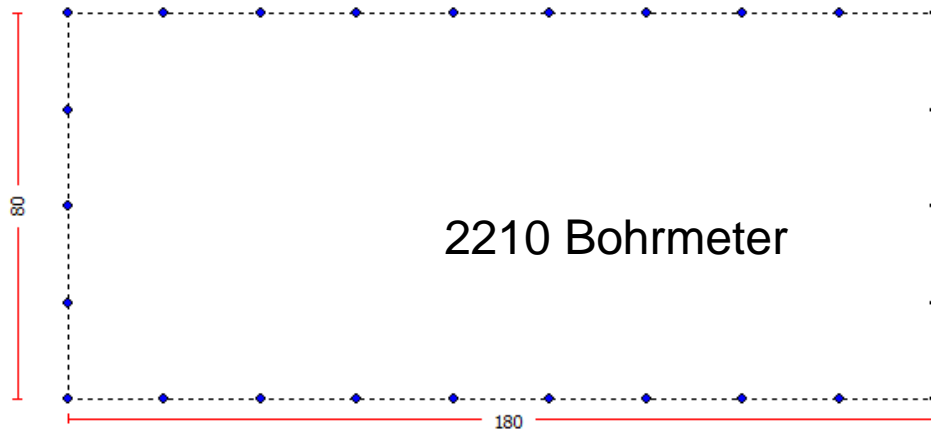


Sondenabstand

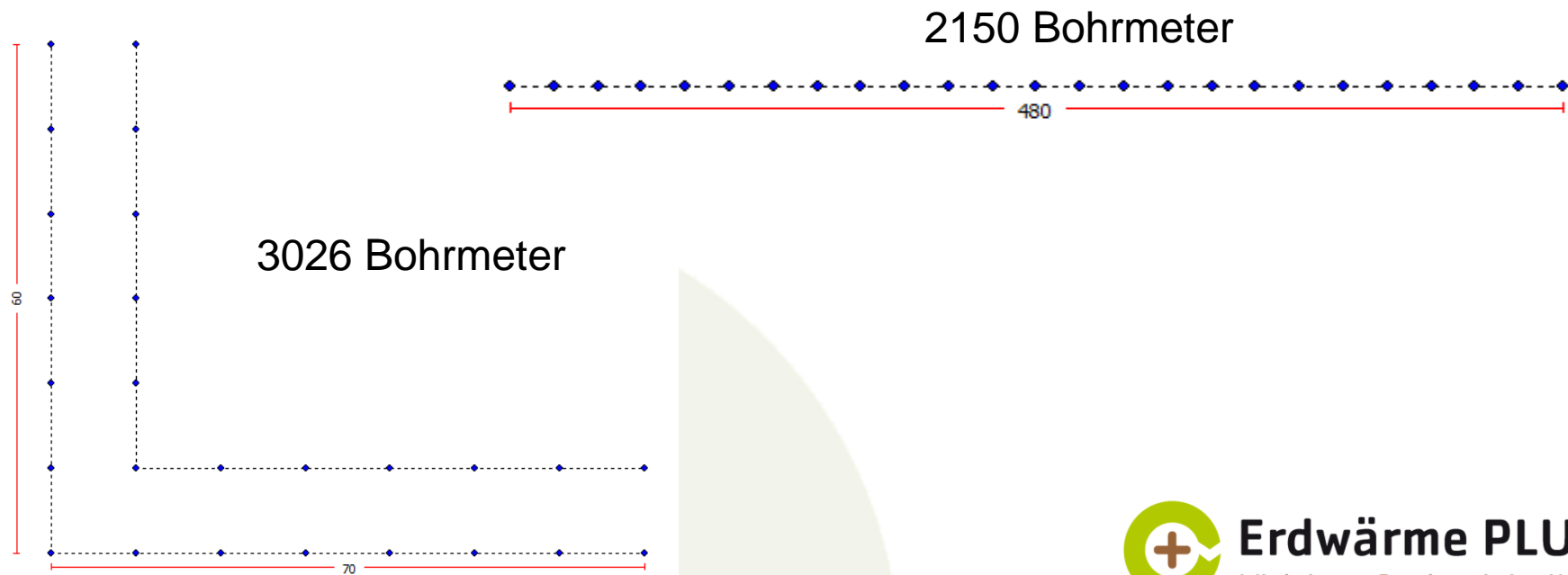




# Baugebiet „Strüdlein“: Auslegung und Dimensionierung des Erdsondenfeldes



Sondenfeld-  
geometrie



2150 Bohrmeter

# Baugebiet „Strüdlein“: Auslegung und Dimensionierung des Erdsondenfeldes

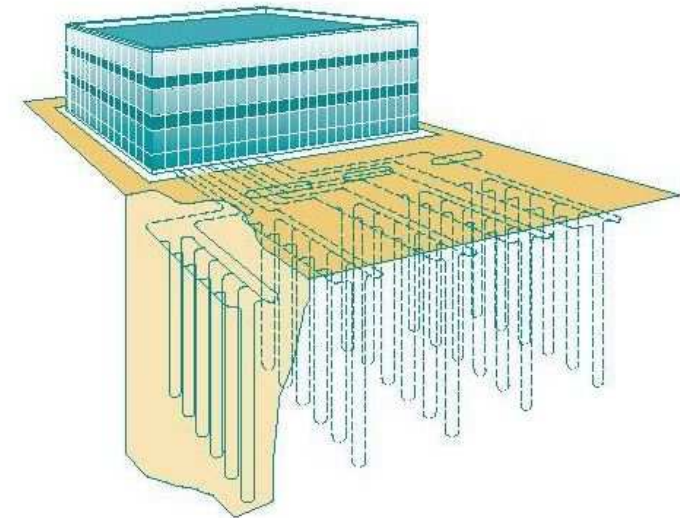
Earth Energy Designer - EED

3.22 (Unicode)

798 configurations (0-797)


## Weitere Einflussparameter

- ⊕ Sondenmaterial und -geometrie
- ⊕ Bohrdurchmesser
- ⊕ Verpressmaterial (Wärmeleitfähigkeit)
- ⊕ Hydraulik
- ⊕ Wärmeträgerflüssigkeit
- ⊕ Temperaturgrenzen
- ⊕ Dauer der Simulation
- ⊕ Quantitative Aufteilung der Heiz- und Kühllasten



# Baugebiet „Strüdlein“: Wasserrechtlicher Genehmigungsbescheid

BL  
 FE1-Netz  
 FE2-Vertrieb  
 FE3-Kfm. Dienste  
 ÜZ-  
 Eing. am 1.1. Aug. 2014  
 FE3-Str.  
 FE4-Netzservice  
 Besetzung- bzw.  
 Weitergabemerkmal


**LANDRATSAMT  
SCHWEINFURT**  
 Umweltamt

Landratsamt Schweinfurt - Postfach 14 45 - 97404 Schweinfurt  
 D:/FE0-Wärmekonzepte - scan  
 frank.von.bondis@erdwaermeplus.de (nur Bescheid)

Firma  
 Unterfränkische Überlandzentrale eG  
 Schallfelder Straße 11  
 97511 Lütlsfeld

Herr Reder  
 Bitte bei Antwort angeben!  
 Unser Zeichen  
 42.3 - 6420/01/01/21/4  
 eMail  
 hubert.reder@irasw.de

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom	Telefon (09721)	Zimmer - Nr.	Telefax (09721)	Datum
27.06.2014	55512	272	5578512	07.08.2014

**Vollzug der Wassergesetze:**  
**Einbringen von Stoffen (26 Erdwärmesonden) in das Grundwasser auf dem Grundstück**  
**Fl.Nr. 272 der Gemarkung Schwebheim zur Gewinnung von Erdwärme**

Anlage: 1 Kostenrechnung mit Überweisungsschein → FE3-PP  
 1 Plansatz

Das Landratsamt Schweinfurt erlässt folgenden

## B e s c h e i d :

### 1. Erlaubnis

Die Unterfränkische Überlandzentrale eG, Lütlsfeld, erhält in widerruflicher Weise die beschränkte Erlaubnis nach §§ 8 und 10 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) i.V.m. Art. 15 Bayer. Wassergesetz (BayWG), auf dem Grundstück Fl.Nr. 572 der Gemarkung Schwebheim **26 Erdsonden-Bohrungen** bis zu einer Tiefe von **jeweils maximal 85 m** niederzubringen.

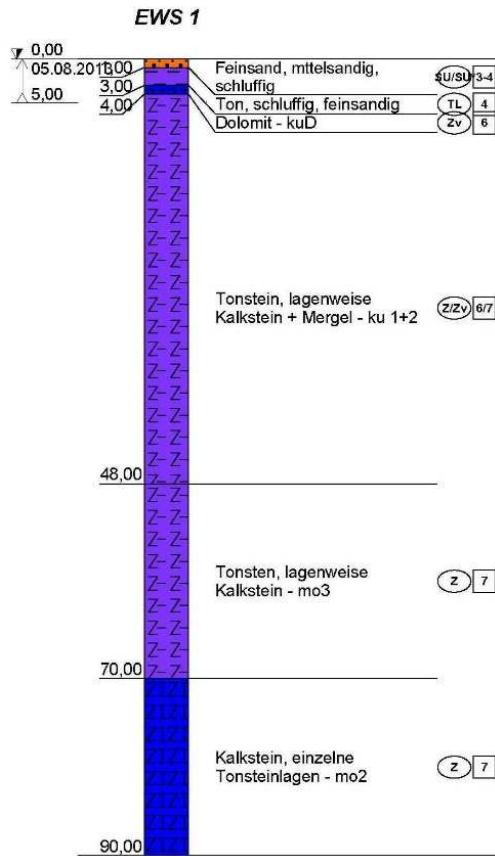
### 2. Zweck der Gewässerbenutzungen

Die Bohrungen und der Einbau der Erdwärmesonden dienen der Gewinnung von Erdwärme zum Betrieb von mehreren Wärmepumpen.

Hausanschrift Landratsamt Schweinfurt Schrammstraße 1 97421 Schweinfurt	Telefon-Vermittlung (09721) 55-0 Telefax - Nr. (0 97 21) 55-337 Internet: www.landkreis-schweinfurt.de	Besuchzeiten Mo-Fr 08.00 – 12.00 Uhr Di 14.00 – 16.00 Uhr Do 14.00 – 17.00 Uhr	Sparkasse Schweinfurt Nr. 570 050 005 (BLZ 793 501 01) IBAN: DE37 7935 0101 0570 0500 05 SWIFT-BIC: BYLADEM1KSW
--	--	---	--

# Lieferumfang Wärmequelle

## Bohrung und Ausbau 2 x 85 m



Höhenmaßstab 1:500



124



## Lieferumfang Wärmequelle

- 2 x qualitätsgeprüfte Erdwärmesonde

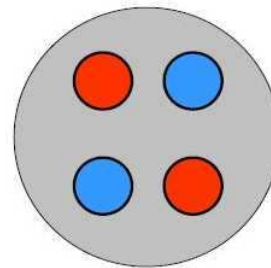


Doppel-U-Sonde



# REHAU®

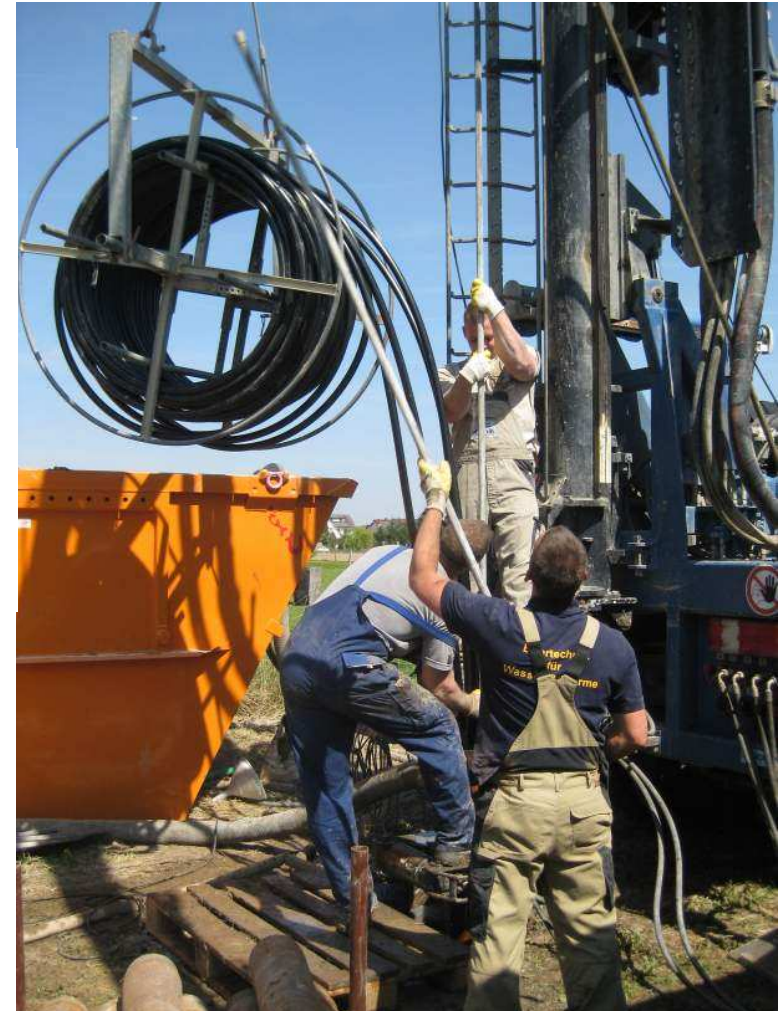
Unlimited Polymer Solutions



RAUGEO Sonde PE-100 RC Duo  
Doppel-U-Sonde aus PE-100 RC

←-----→  
 $d_{bh} = 130 \text{ bis } 150 \text{ mm}$

- Zertifizierte Sondenqualität nach SKZ HR 3.26
- Werksseitige Verschweißung der Sondenfüße mit den Sondenrohren
- Kompakter und robuster Sondenfuß mit Vertikalverrippung
- Strömungsgünstiges U-förmiges Sondenfußdesign
- Geringe Sondenfußdurchmesser für kleine Bohrlöcher
- Für Dauer-Betriebstemperaturen  $-20 \text{ °C}$  bis  $+30 \text{ °C}$ , kur zzeitig  $+40 \text{ °C}$
- Einfache Montage von SONDENGewichten und Einschubhilfen

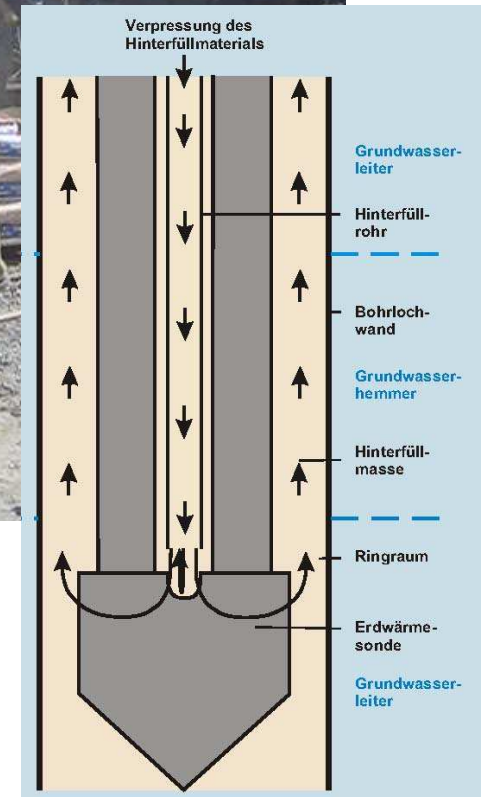


## Erdwärme PLUS

Wir bringen Geothermie ins Haus

# Lieferumfang Wärmequelle

## ■ Verpressung

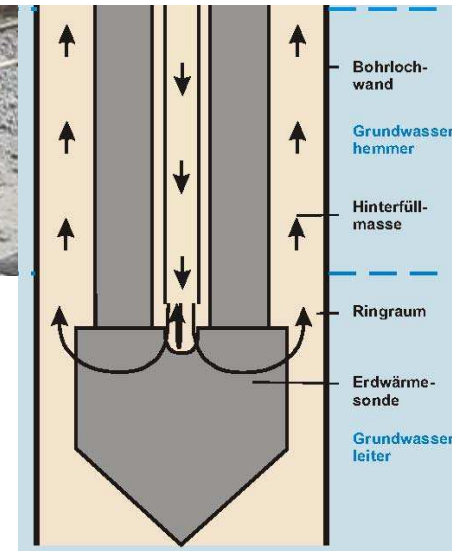


- **Für sulfataggressive Grundwässer** speziell für Erdwärm Bohrungen an Standorten mit sulfataggressiven Grundwässern entwickelt
- **Frostbeständigkeit** nach DIN CEN/TS 12390-9, Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit nachgewiesen
- **Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit** Wärmeleitfähigkeit  $\geq 2,40 \text{ W/mK}$
- **Entspricht VDI 4640** Thermische Nutzung des Untergrundes, Blatt 2

## Lieferumfang Wärmequelle

### Aufgaben der Hinterfüllung (Verpressung)

- **Vertikale Abdichtung mehrerer Grundwasserstockwerke** gegeneinander, Verhindern von Wegsamkeiten entlang der EWS, Wiederherstellung der Dichtwirkung von Grundwasserstauern
- **Thermisch optimale Anbindung der EWS** an das umgebende Gestein
- Schutz des Grundwassers vor auslaufenden Wärmeträgerflüssigkeiten bei defekten Sondensträngen
- Dauerhafte und setzungsfreie Bohrlochverfüllung



- **Für sulfataggressive Grundwässer** speziell für Erdwärmebohrungen an Standorten mit sulfataggressiven Grundwässern entwickelt
- **Frostbeständigkeit** nach DIN CEN/TS 12390-9, Frost-Tau-Wechsel-Beständigkeit nachgewiesen
- **Sehr hohe Wärmeleitfähigkeit** Wärmeleitfähigkeit  $\geq 2,40 \text{ W/mK}$
- **Entspricht VDI 4640** Thermische Nutzung des Untergrundes, Blatt 2



## Lieferumfang Wärmequelle

### ■ 1 Verteilerschacht inkl. Sondenanschluss



- stabiler Schacht mit fertig montierten PE-Verteiler für 2 Solekreise
- Kugelhähne und/ oder Durchflussmengenregler Inline jederzeit auswechselbar, da beiderseits mit Überwurfmutter und Flachdichtung verschraubt
- Abdeckung begehbar bis 200kg, optional erhältlich mit Schachterhöhung um 20cm oder 40cm, Hauptabspernung
- Kugelhähne am Hochpunkt des Verteilers/ Sammlers zum optimalen Spülen, Füllen und Entlüften der Anlage

In Betonschachtausführung für nachträgliche Höhenanpassung durch Einfügen von Zwischenringen





# Lieferumfang Wärmequelle

## ▪ Befüllung mit Wärmeträgermedium

### PRODUKTINFORMATION

## Kühlsolekonzentrat N-K

Langzeit-Frostschutz- und Kälte Trägerkonzentrat mit Korrosionsinhibitoren für Kühl- und Heizanlagen (z. B. Wärmepumpen, Klimaanlage etc.)

#### Produktdaten:

Aussehen:	klare, grün eingefärbte Flüssigkeit	
Stockpunkt (°C):	< -15	
Flammpunkt (°C):	> 100	(ASTM D 51758)
Siedepunkt (°C):	> 166	(ASTM D 1120)
Dichte (20 °C):	1,115 - 1,125 g/cm <sup>3</sup>	(DIN 51757)
Brechungsindex nD20:	1,432 - 1,435	
Wassergehalt:	< 1 %	
pH-Wert (1 : 1 mit neutr. Wasser 20 °C):	7,5 - 8,5	(ASTM D 1287)
Viskosität (20 °C):	25 - 30 mm <sup>2</sup> /s	

#### Produkteigenschaften:

**Kühlsolekonzentrat N-K** ist eine geruchlose Flüssigkeit auf der Basis von Monoethylenglykol, die in Kühl- und Heizanlagen als Kühlsole bzw. Kälte- oder Wärmeträgerflüssigkeit eingesetzt wird. Die speziellen Korrosionsinhibitoren schützen die im Anlagenbau üblicherweise verwendeten Metalle und Kunststoffwerkstoffe, auch Kupfer und Aluminium, vor Korrosionen, Schichtbildungen und Ablagerungen. Somit bleibt der Wirkungsgrad der Anlagen erhalten. Dichtungsmaterialien werden durch Kühlsolekonzentrat N-K nicht angegriffen.



STAUB & CO. -  
SILBERMANN GmbH  
Ostendstraße 124  
90482 Nürnberg  
T +49 (911) 54 82 - 0  
F +49 (911) 54 82 - 239  
info@staub-silbermann.de  
www.staub-silbermann.de



**Erdwärme PLUS**

Wir bringen Geothermie ins Haus

# Lieferumfang Wärmequelle



## Baugebiet „Strüdlein“: Zusammenfassung

### Kosteneinsparung

- + Genehmigung
- + Privater Sachverständiger der Wasserwirtschaft
- + Bohr- und Erschließungsarbeiten

### Sicherheit

- + Planung/Sondenauslegung
- + Kalkulation
- + Nutzung

### hier zusätzlich

- + Sondertarife bei hoher EEG-Einspeisung
- + Bonus für Einbau eines Pufferspeichers mit Heizstab und Rundsteuerempfänger
- + In Verbindung mit SmartGrid-Funktion der WP Nutzung von Regelenergie





# Brunnenanlage

## Grundwasser-Wärmepumpe

- **Prinzip: Förder- und Schluckbrunnen**
- **Wärmeträger: Wasser**
- **hydrogeolog. Verhältnisse besonders zu beachten: Fließrichtung, Herkunft des Wassers, Wasserqualität**

### Plus

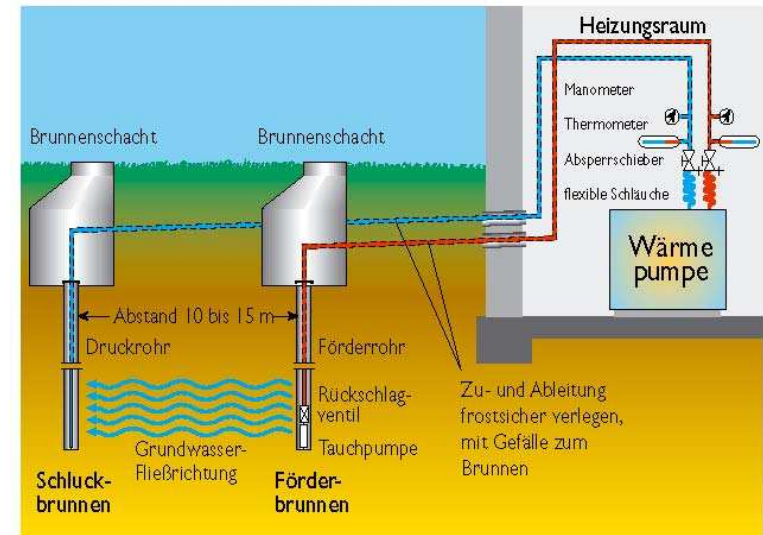
- + geringer Flächenbedarf
- + hohe Arbeitszahl, geringe Energiekosten
- + Heizen und Kühlen möglich

### Auslegung:

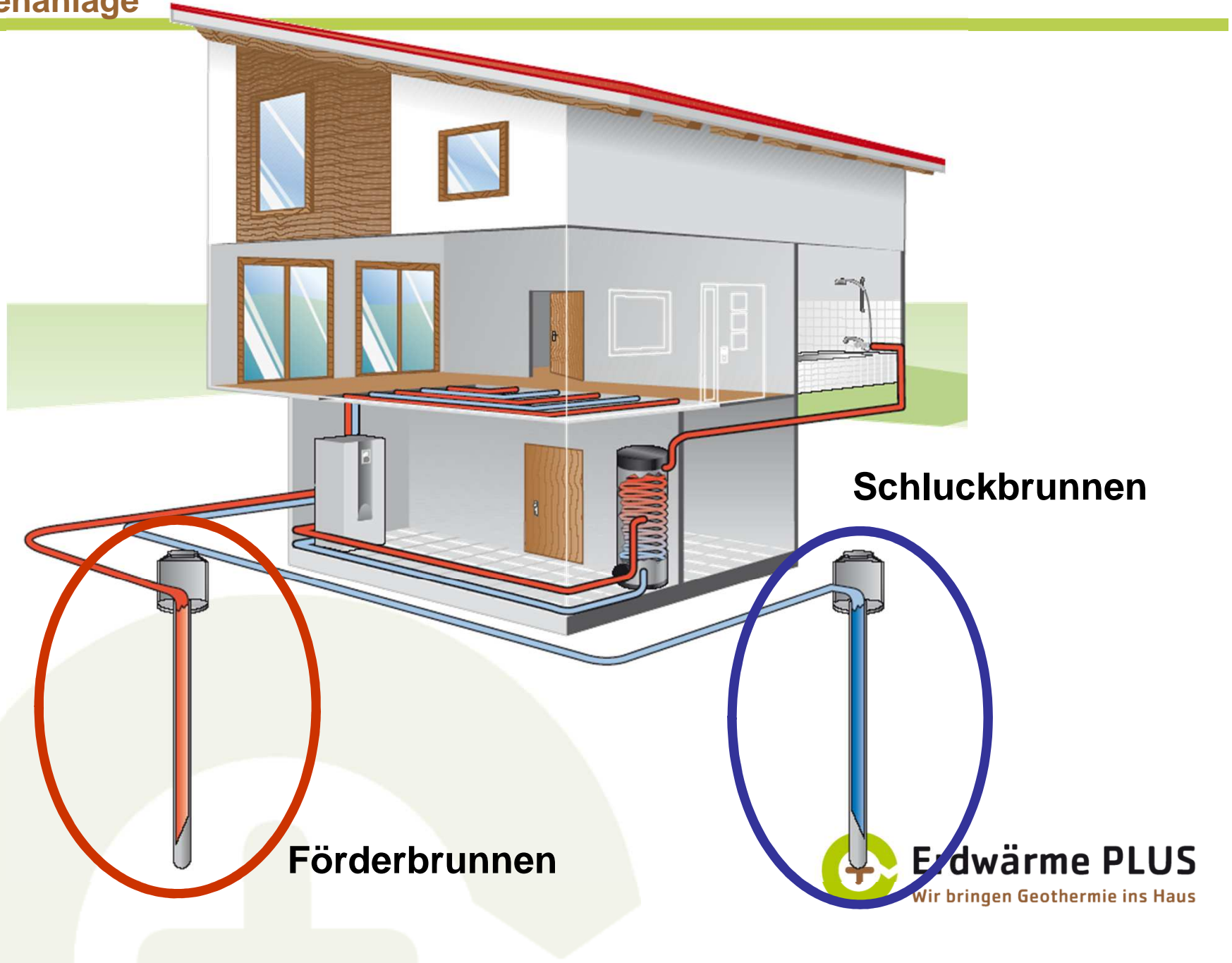
Unkompliziert über Volumenstrom der Wärmepumpe  
aber: Probebohrung mit Pumpversuch zur Absicherung der Wasserquantität und -qualität erforderlich

### Anwendung:

Heizen, Warmwasserbereitung, Kühlen



# Brunnenanlage



**Schluckbrunnen**

**Förderbrunnen**

**Erdwärme PLUS**  
Wir bringen Geothermie ins Haus

# Brunnenanlage

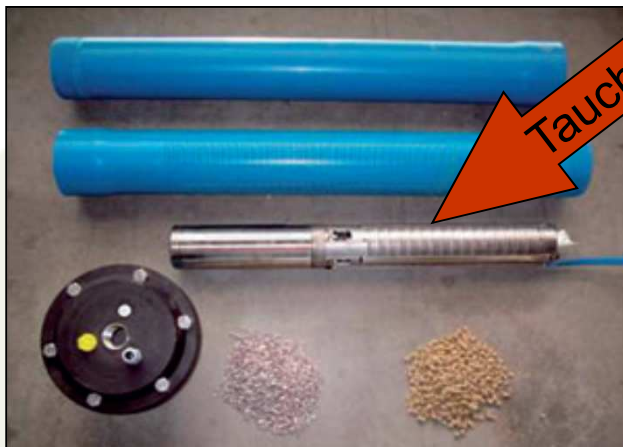
## Einbaubeispiel



Brunnenkopf



Brunnenschacht



Tauchpumpe



# Brunnenanlage: Beispiel Apartmentanlage München Trudering

9 Apartmenthäuser in München

8 x 17 kW + 1 x 37 kW = 173 kW

9 Brunnen + 4 Schluckbrunnen





# Brunnenanlage: Beispiel Apartmentanlage München Trudering

9 Apartmenthäuser in München

8 x 17 kW + 1 x 37 kW = 173 kW

9 Brunnen + 4 Schluckbrunnen



- Ergiebigkeit und geeignete Wasserqualität über Probebohrung und Pumpversuch nachzuweisen
- Brunnenreichweite ermitteln => Abstand Förder- und Schluckbrunnen
- Fließrichtung beachten
- Bei großen Anlagen ggf. Berechnung der Temperaturfeldausbreitung



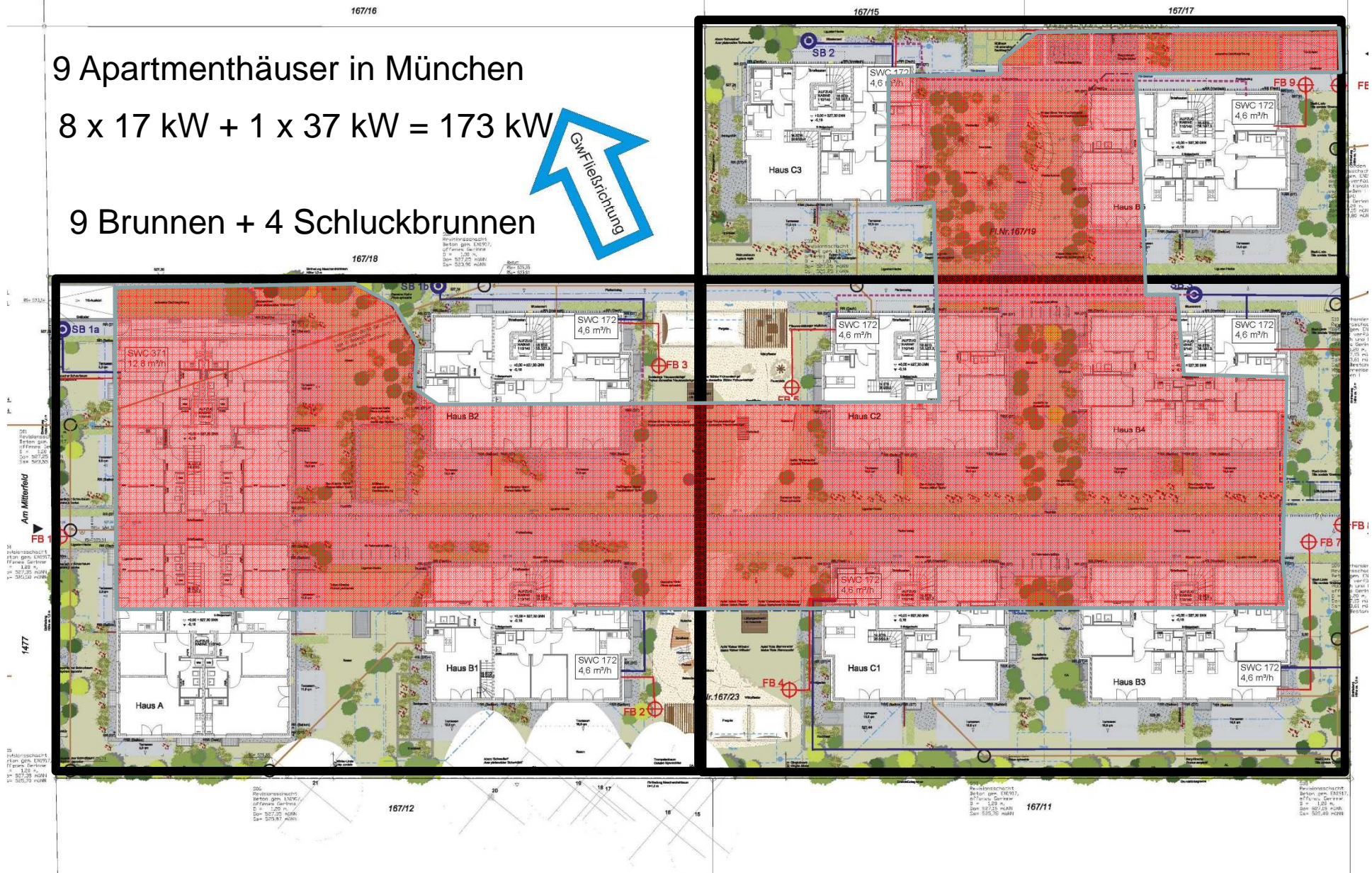


# Brunnenanlage: Beispiel Apartmentanlage München Trudering

9 Apartmenthäuser in München

8 x 17 kW + 1 x 37 kW = 173 kW

9 Brunnen + 4 Schluckbrunnen





## Kollektoranlage

### Erdreich- und Grabenkollektoren (bis max. 5m)

- Prinzip: Kunststoff-Rohrregister in ca. 1 - 5 m Tiefe)
- geothermischer Wärmefluss vernachlässigbar
- es wird direkte und indirekte Sonnenenergie von der darüberliegenden Bodenschicht aufgenommen

#### Plus

- + fast überall einsetzbar
- + geringer Aufwand Planung u. Einbau
- + meist geringere Kosten gegenüber Bohrung

#### Auslegung:

abhgg. von den Bodenverhältnissen, Klima  
relativ unkompliziert nach VDI 4640 bzw. nach Herstellerangaben

#### Anwendung:

Heizen, Warmwasserbereitung; seltener auch Kühlen







## Kollektoranlage: Produktionshalle mit Verwaltungsgebäude 120 kW



Aktuell: Produktionshalle mit Verwaltungsgebäude  
In Probstzella (Thüringen) 120 kW, 1. Bauabschnitt



## Kollektoranlage: Produktionshalle mit Verwaltungsgebäude 120 kW



Aktuell: Produktionshalle mit Verwaltungsgebäude  
In Probstzella (Thüringen) 120 kW, 2. Bauabschnitt



# Kollektoranlage



# Kollektoranlage

## weitere Anwendungsmöglichkeiten

- Erdwärmekörbe

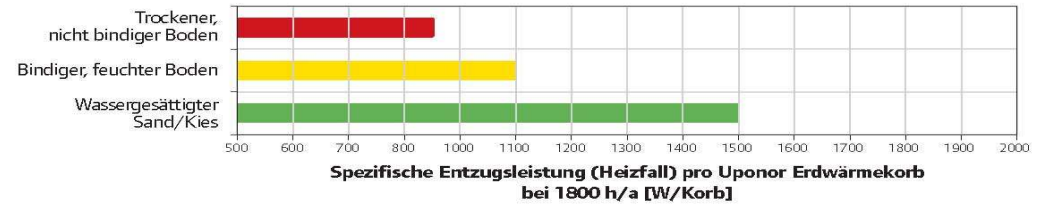


Quelle: Uponor

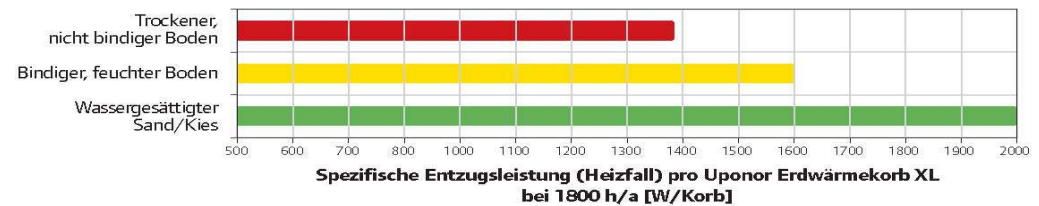


Bild: betatherm

Anhaltswert für die Auslegung eines Uponor Erdwärmekorbes



Anhaltswert für die Auslegung eines Uponor Erdwärmekorbes XL

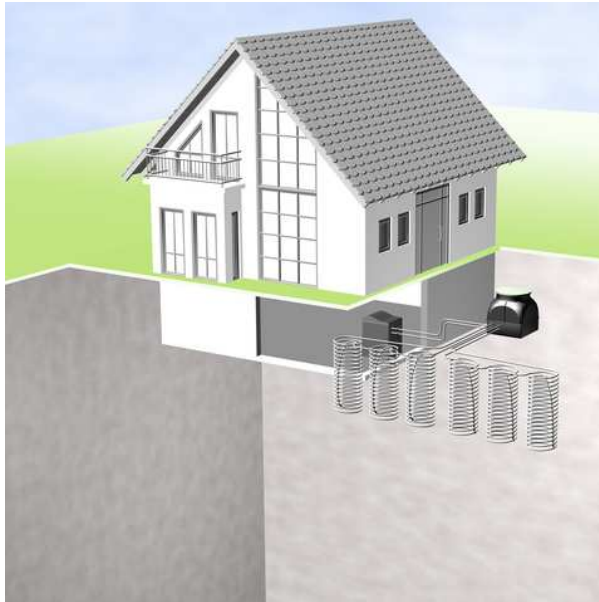




# Kollektoranlage

## weitere Anwendungsmöglichkeiten

- Spiralkollektoren



Quelle: Rehau



Bild: Rehau



Bild: enregis

# Kollektoranlage

## weitere Anwendungsmöglichkeiten

- Vertikalkollektoren



Quelle: TerraQ



Bild: TerraQ



Bild: GeoCollect

## Oberflächennahe Geothermie

---

### Zusammenfassung:

#### Geothermie ist aufgrund ihrer

- hohen Effizienz und damit einhergehenden CO<sub>2</sub> - Einsparpotentials
- Grundlastfähigkeit
- Hohen Lebensdauer der Systemkomponenten (mehrere Generationen)
- vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten (Heizen, Kühlen, Speichern)
- Umweltfreundlichkeit (erneuerbar, nicht sichtbar, hörbar oder riechbar)
- Unabhängigkeit von Import und Zulieferung

ein **wichtiger und unverzichtbarer Baustein der Energiewende,**

**Ein wirtschaftlich und ökologisch sinnvoller Einsatz** bedingt jedoch eine frühzeitige Planung und eine standortbezogene Wahl des passenden Erschließungs- und Nutzungssystems auf Basis

- der genehmigungsrechtlichen Vorgaben (Boden- und Grundwasserschutz)
- Untergrundverhältnisse (Geologie/Hydrogeologie)
- Standort- und Platzverhältnisse
- der Gebäudeanforderung





## PRESSEMITTEILUNG

Nr. 14/16

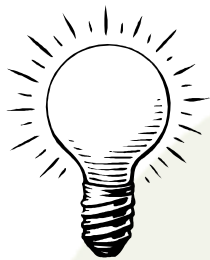
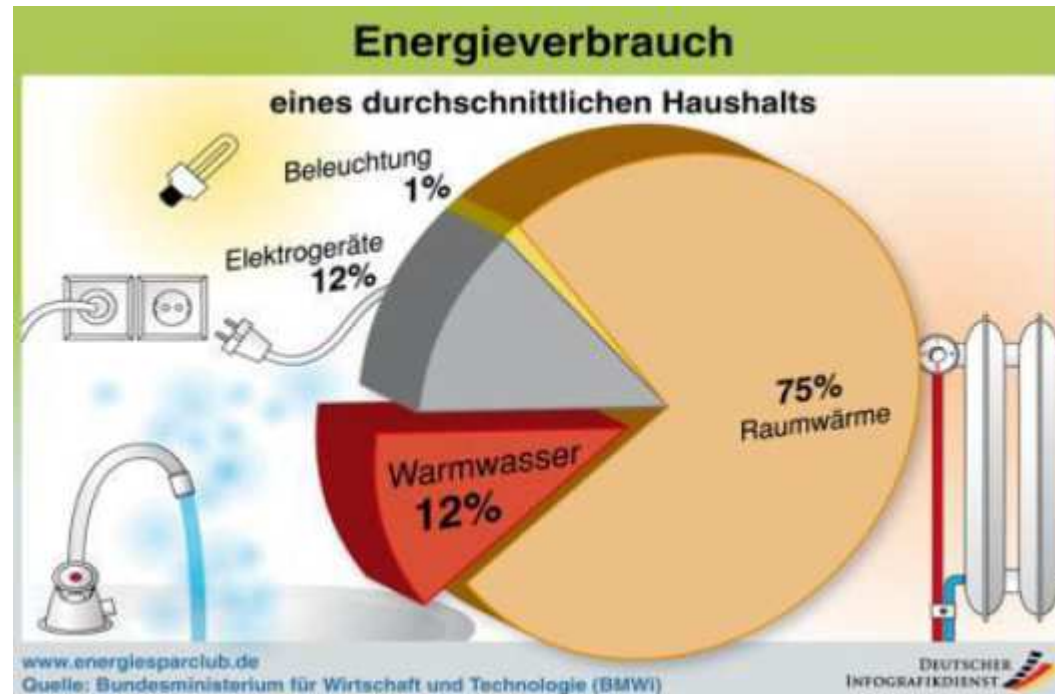
08.02.2016

### Scharf: Mit Erdwärme das Klima schützen

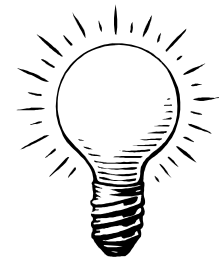
Erstmals standortgenaue Informationen für ganz Bayern

Erdwärme ist eine unerschöpfliche und saubere Energiequelle. Welche Möglichkeiten zur Erdwärmennutzung an konkreten Standorten bestehen, zeigt erstmals für ganz Bayern ein neues Online-Tool. Dazu betonte die Bayerische Umweltministerin Ulrike Scharf heute in München: "Der Umbau der Energieversorgung ist eine der Schlüsselaufgaben dieses Jahrhunderts. Unter unseren Füßen liegt ein riesiger geothermischer Bodenschatz. Die in der Erde gespeicherte Wärme ist unerschöpflich. Dieser Schatz schützt auch das Klima. Erdwärme ist unabhängig von der Witterung und der Tageszeit verfügbar. Gleichzeitig können damit erhebliche Mengen klimaschädliches Kohlendioxid eingespart werden." Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Grundwasser-Wärmepumpen - die Nutzungsmöglichkeiten von Erdwärme für den eigenen Heizbedarf sind vielfältig. Die jeweiligen klimafreundlichen

# Oberflächennahe Geothermie



Die Energiewende wird auf dem Wärmemarkt entschieden und nicht durch den Austausch von Glühbirnen !



---

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

