



Geothermiekraftwerk Soutz-sous-Fôrêts

## Verbrauchernahe Strom- und Wärmeversorgung

## Technische Aspekte der tiefen Geothermie im Rupertiwinkel

Kirchanschöring 22.07.2014

# Inhaltsverzeichnis

---

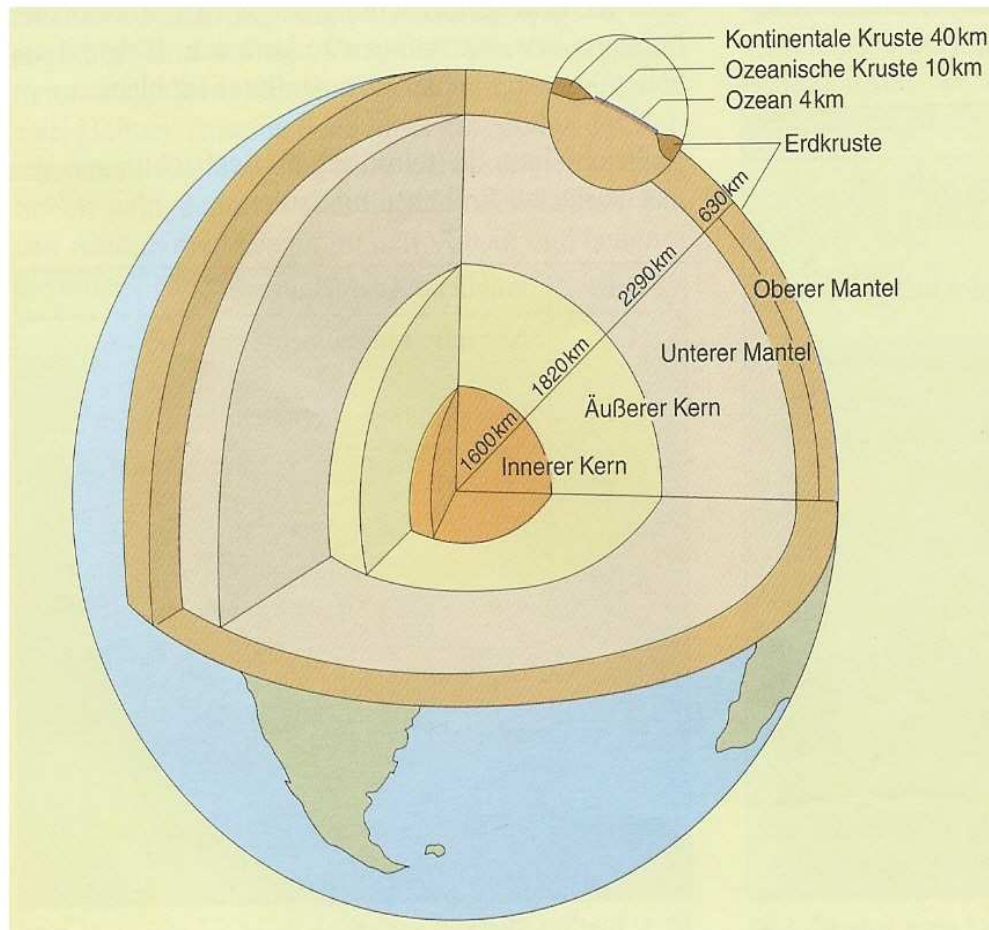
1. Geothermie
2. Erfahrungen aus anderen Geothermieprojekten
3. Technische Aspekte am Beispiel Traunreut
4. Perspektiven im Rupertiwinkel
5. Zusammenfassung



Fragmente von rd. 45 Mio. Jahre alten  
Rotalgen im Dünnschliff aus 3.630 m Tiefe

# 1. Geothermie

- Geothermie: laut VDI 4640 die in der Erde gespeicherte Wärme
- [www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw20erdwaerme.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw20erdwaerme.pdf)



- Im Erdinneren  $> 5.000^{\circ}\text{C}$
- Energie aus der Entstehung der Erde
- Energie aus ständigem radioaktivem Zerfall
- Erde als heißer Planet
- Abstrahlung des 2-3 fachen des menschlichen Energieverbrauchs ins Weltall

# 1. Geothermie

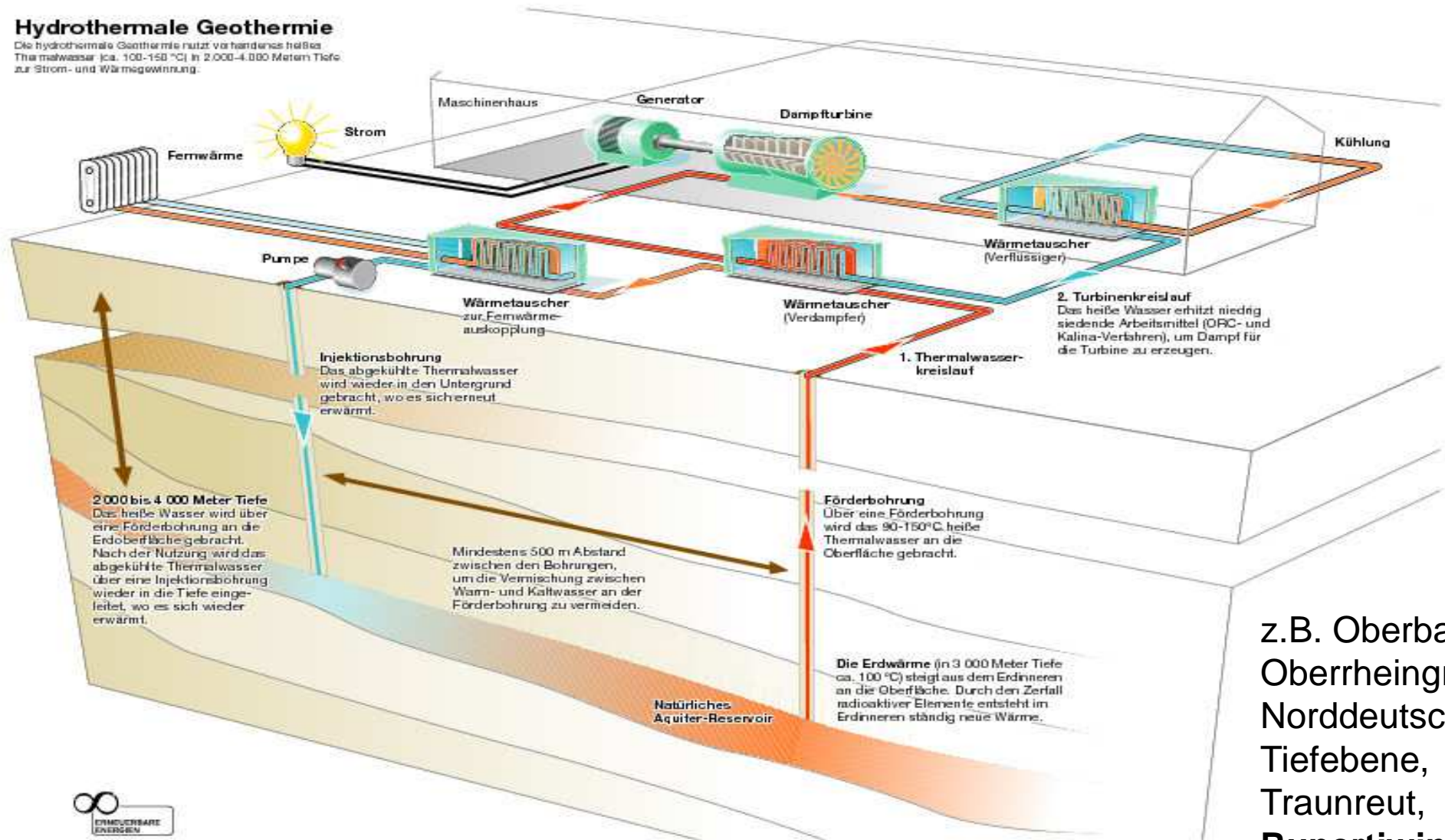
---

- Kontinuierlicher Wärmestrom aus dem Inneren, solange es die Erde gibt
- **Oberflächennahe Geothermie:** Bohrungen bis 400 m Tiefe in Verbindung mit Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung
- **Hydrothermale Geothermie:** heiße Quellen (z.B. Baden-Baden, Aachen, Vichy, Plombières les Bains) oder heiße Aquifere, die sowohl Fernwärme (z.B. Erding, Riem, Pullach, Ascheim, Braunau, Schleißheim, Grünwald, u.a.) als auch Strom und Fernwärme (z.B. Landau, Unterhaching, Neustadt-Glewe, Braunau-Simbach, **Traunreut**) liefern können, meistens an geologische Störungszonen gebunden,  
**geologische Ausnahme – aber Stand der Technik!**
- **Petrothermale Geothermie:** Strom und Wärme aus heißen, trockenen Gesteinsschichten, **geologisch häufig anzutreffen**

# 1. Geothermie

## Hydrothermale Geothermie

Die hydrothermale Geothermie nutzt vorhandenes heißes Thermalwasser (ca. 100-150 °C) in 2.000-4.000 Metern Tiefe zur Strom- und Wärmegewinnung.

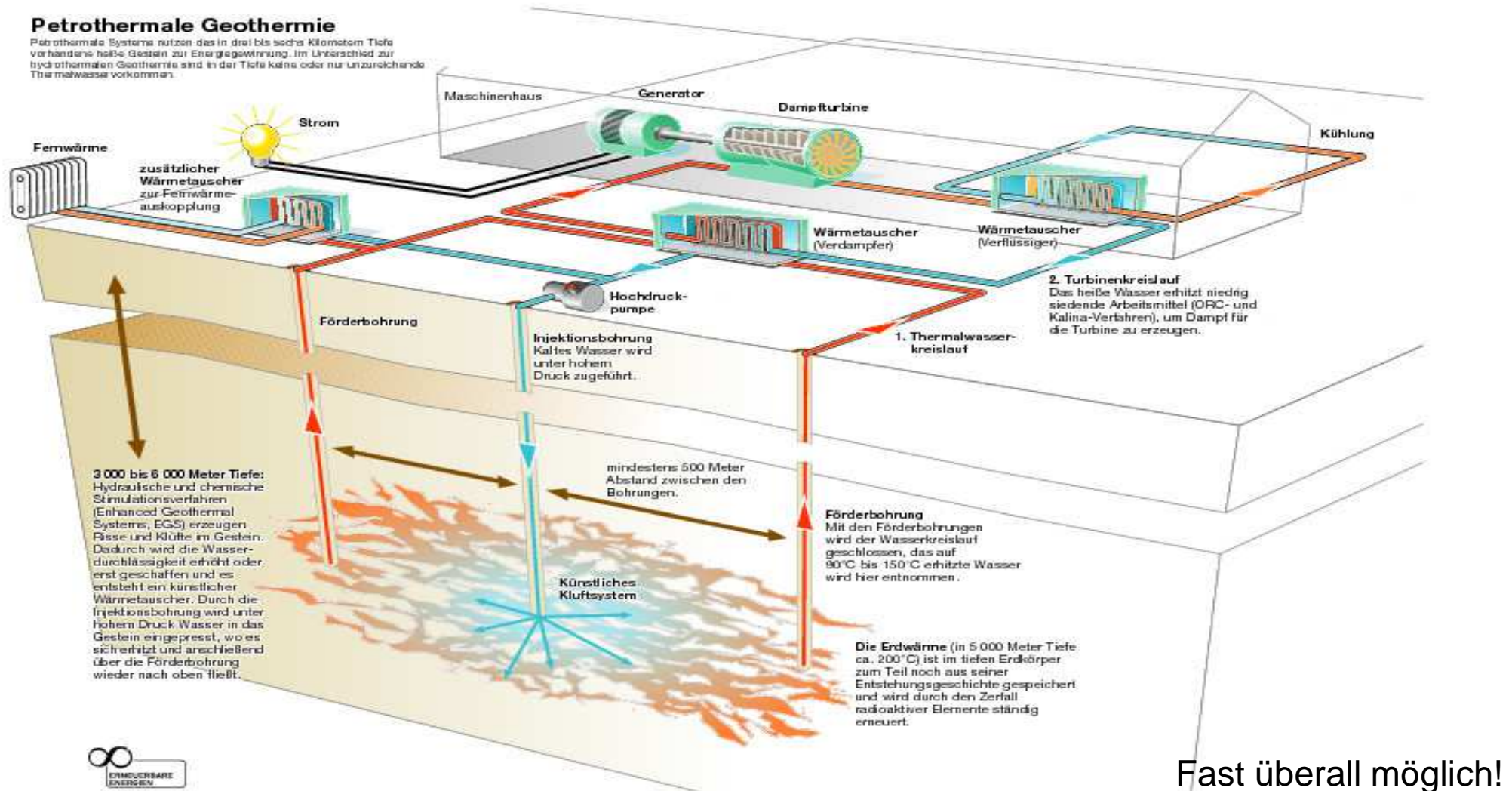


z.B. Oberbayern,  
Oberrheingraben,  
Norddeutsche  
Tiefebene,  
Traunreut,  
Rupertiwinkel

# 1. Geothermie

## Petrothermale Geothermie

Petrothermale Systeme nutzen das in drei bis sechs Kilometern Tiefe vorhandene heiße Gestein zur Energiegewinnung. Im Unterschied zur hydrothermalen Geothermie sind in der Tiefe kaltes oder nur unzureichende Thermalwasser vorhanden.



Fast überall möglich!



# 1. Geothermie

## Sachstandsbericht TAB Nr. 84 für den Deutschen Bundestag über die Möglichkeiten der geothermischen Stromerzeugung 2003:

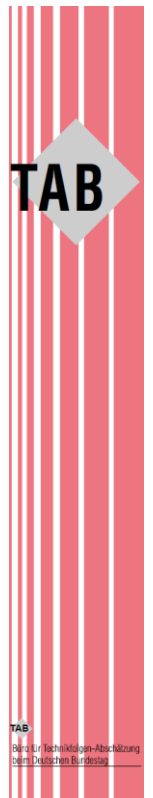
- Die Geothermie ist eine ernst zu nehmende Option für die Energieversorgung in Deutschland.
- Das technische Gesamtpotential zur geothermischen Stromerzeugung liegt bei 300.000 TWh, d.h. etwa dem 600-fachen des deutschen Jahresstromverbrauchs von 500 TWh.
- 500 MW können durch hydrothermale Projekte aus Tiefen von 4.000 bis 5.000 m realisiert werden: Oberrheingraben, bayrische Molasse.
- 95% des Potentials steckt in petrothermalen Projekten
- Geothermie ist in Deutschland technisch machbar.

Herbert Paschen  
Dagmar Oertel  
Reinhard Grünwald

Februar 2003

Möglichkeiten geothermischer  
Stromerzeugung in Deutschland  
Sachstandsbericht

TAB Arbeitsbericht Nr. 84



# 1. Geothermie

## Geothermie ist:

- dauernd verfügbar
- unerschöpflich
- verbrauchernah zu erzeugen
- witterungsunabhängig
- unabhängig von außenpolitischen Einflüssen
- unabhängig vom Preisniveau Öl, Gas und Kohle
- frei von klimaschädlichen Abgasen
- geringster Flächenbedarf der Erneuerbaren Energien
- „unter unseren Füßen“ überall vorhanden

## Weitere Informationen:

- [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)
- [www.wirtschaftsforum-geothermie.de](http://www.wirtschaftsforum-geothermie.de)
- [www.geothermie-traunreut.de](http://www.geothermie-traunreut.de)





## 2. Erfahrungen aus anderen Geothermieprojekten

---

Geothermieprojekte in Deutschland, nach Geothermischer Vereinigung GtV e.V., Berlin, April 2014:

### **Tiefe Geothermie (Bohrtiefe > 400 m)**

- Anzahl der Anlagen in Betrieb (Heizwerke und Heizkraftwerke): 27  
mit einer installierten Wärmeleistung von 248,4 MW  
- davon Anlagen mit Stromerzeugung (Heizkraftwerke): 7 mit 31,31 MW elektrischer Leistung
- Anzahl der Anlagen in Bau: 10
- Anzahl der Anlagen in Planung: 37



## 2. Erfahrungen aus anderen Geothermieprojekten

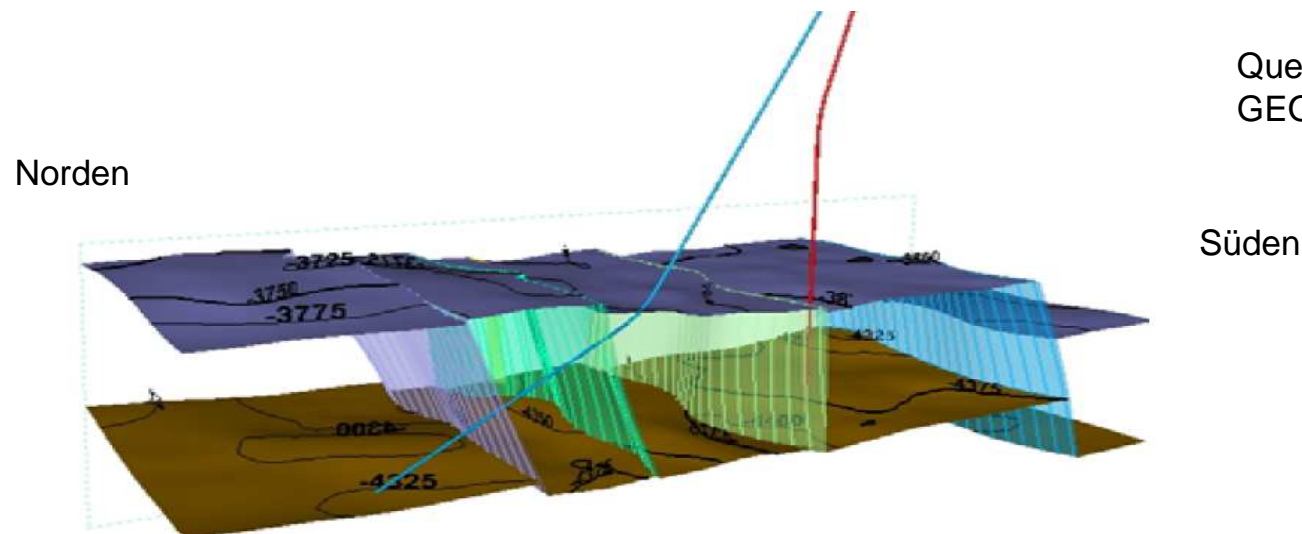
---

Was lernen wir aus anderen Geothermieprojekten?

- Bestmögliche Erkundung des Untergrundes, ausgefeiltes Lagerstättenmodell unter Verwendung sämtlicher vorhandener Daten und neuester Auswertemethoden
- Auflagen und Hinweise in Bescheiden wollen ernst genommen werden
- Stand der Technik und Best Practice sollten selbstverständlich sein
- Nur qualifiziertes, erfahrenes Personal
- Budget für Unvorhergesehenes
- Keine Experimente in kritischem Umfeld
- Magisches Dreieck des Projektmanagements „Kosten – Zeit – Qualität“
  
- U-Bahn Bau Köln/Stadtarchiv: Es war nicht der “U-Bahnbau“!
  
- Alte bergmännische Weisheit: „**Vor der Hacke ist es duster**“ gilt auch weiterhin

### 3. Traunreut: Lagerstättenmodell

- Zahlreiche Bohrungen, 2D-Seismik-Linien sowie 3D-Seismik liefern gute Datengrundlage zur Erstellung der Lagerstättenmodells.
- Erdgasbohrung Hörpolding A1 (nicht fündig) rd. 200 m entfernt: die oberen 2.300 m können sehr sicher beurteilt werden.
- Kontinuierliche Verbesserung des Lagerstättenmodells z.B. durch InBohrlochseismik.
- Malmkarst ca. 500 m mächtig in ca. 4.300 m unter GOK



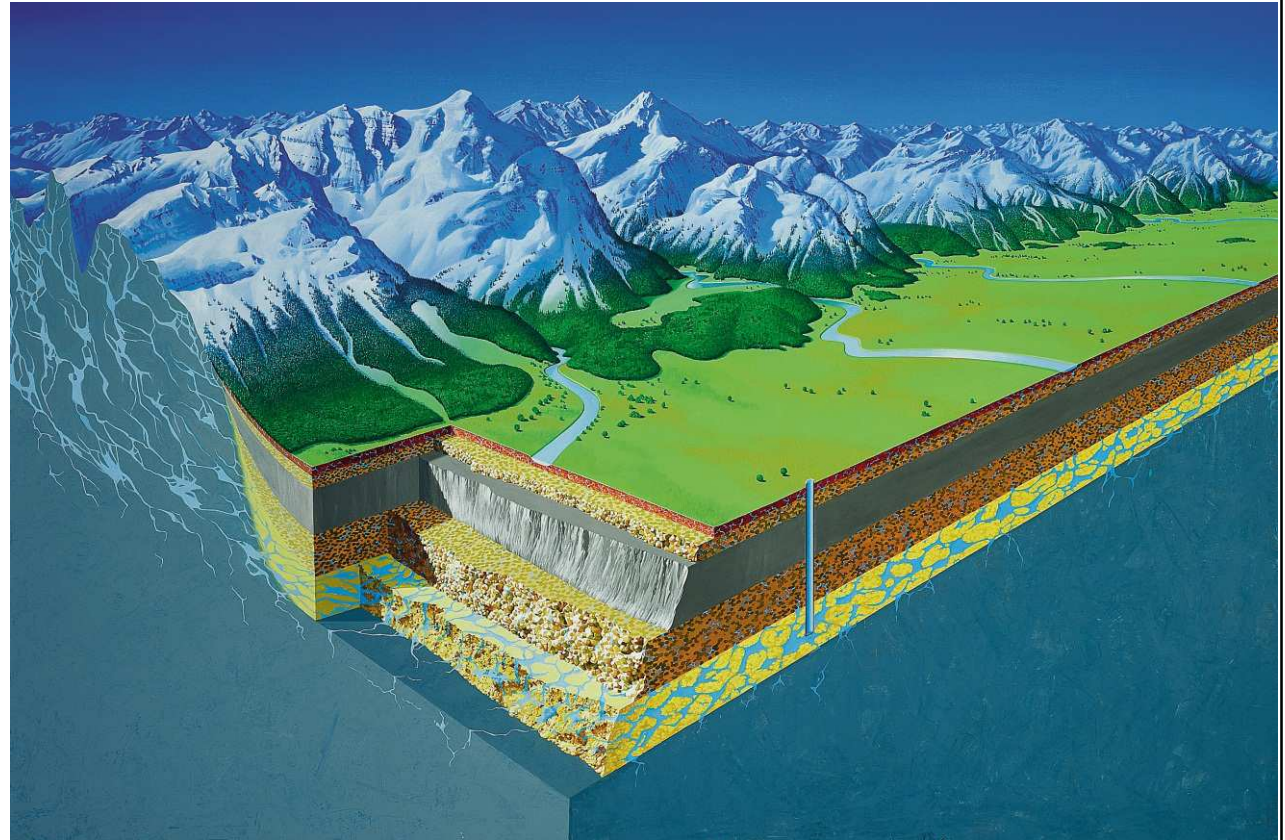
Quelle: Entwurf Zwischenbericht  
GEOS/DMT, 12.03.2012

Abbildung 1: Bohrpfad der aus der Interpretation der PSDM-prozessierten Seismik abgeleitet wurde (blau) zusammen mit dem ursprüngliche Bohrpfad (rot) auf der Grundlage des Standard-Processing.

### 3. Traunreut: Lagerstättenmodell

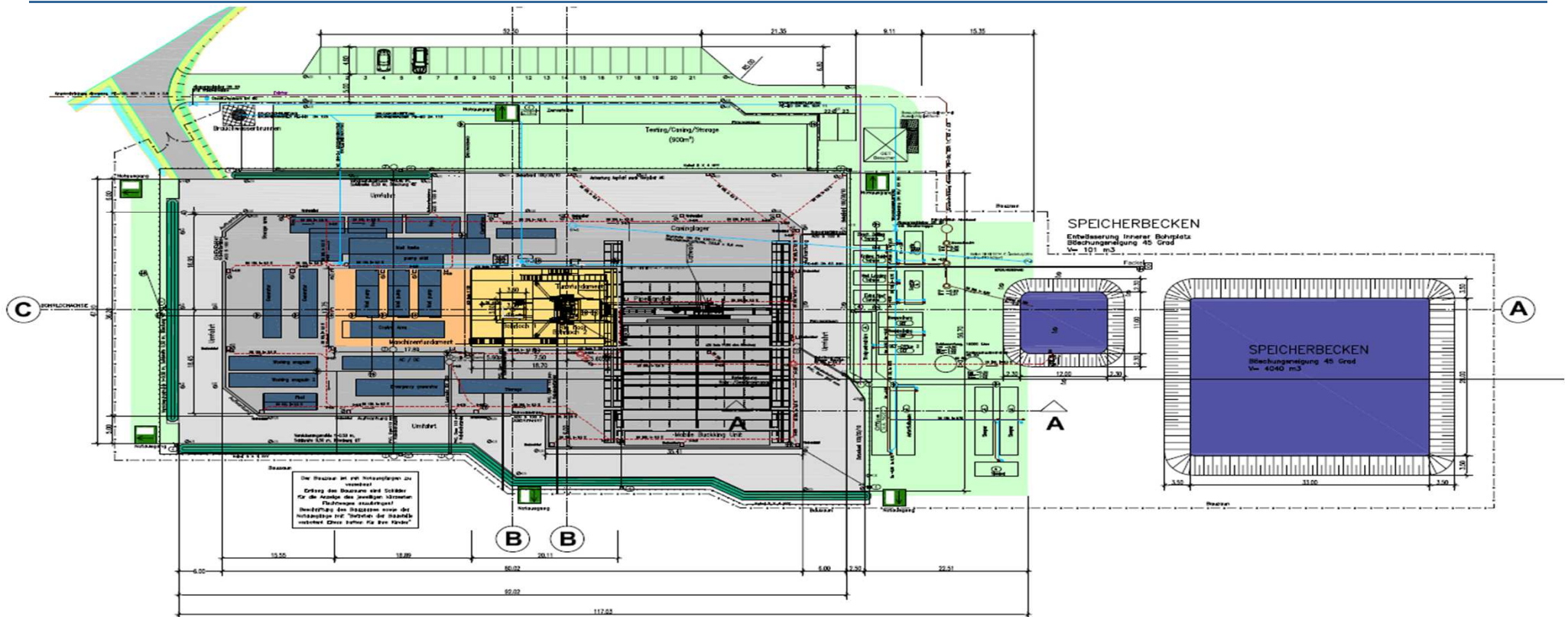
#### Hydrogeologie (stark vereinfacht):

- Oberflächenwasser versickert in den Alpen
- Speist Schichten mit entsprechender Porosität und Permeabilität
- In rd. 6.000 m Tiefe treffen Malmkarst und Alpen aufeinander. Thermalwasser erwärmt sich und dringt in Hohlräume des Malmkarst ein
- Malmkarst steigt nach Norden auf (Schwäbische und Fränkische Alp), Vorfluter Donau



Quelle: Adelholzener Alpenquelle GmbH, Siegsdorf

### 3. Traunreut: Bohrplatz



- Hauptbetriebsplan A als Baugenehmigung
- Intensive Begleitung der Betriebspläne in Abstimmung mit dem Bergamt vor Ort, um Fragen der Kommune, des Landratsamtes, des Wasserwirtschaftsamtes oder der Straßenverwaltung sehr früh zu beantworten
- Vorstellung im Gemeinde- oder Stadtrat sowie ggf. auch im Kreisrat

## 3. Traunreut: Bohrungen

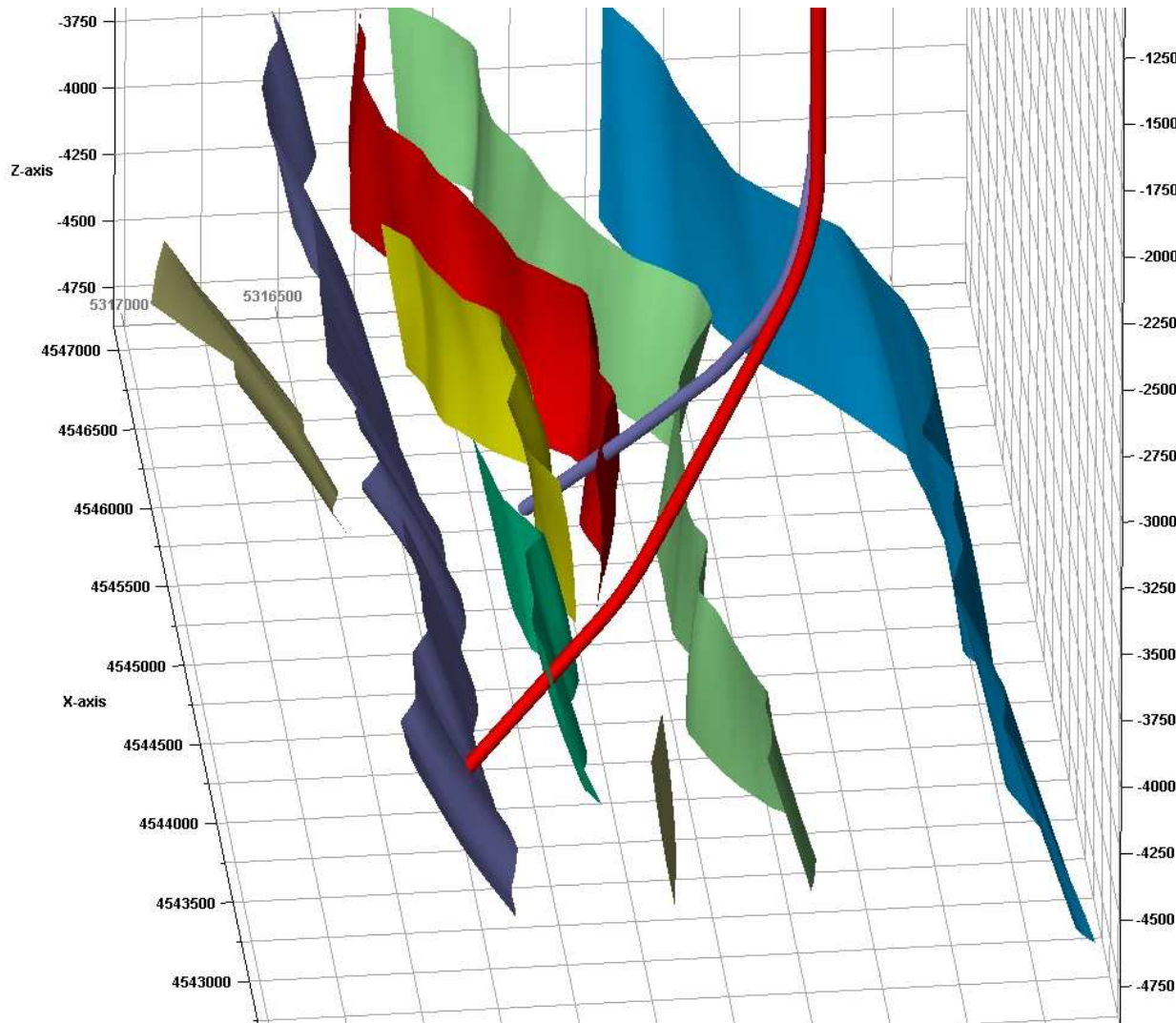
### Bohranlage

- Hersteller Herrenknecht, Typ INNOVARig: elektro-hydraulischer Antrieb, leiseste Bohranlage Europas mit 410 t Hakenausnahmelast.
- H. Anger's Söhne Bohr und Brunnenbaugesellschaft mbH, Hessisch Lichtenau: renommiertes Bohrunternehmen, auf Wasserbohrungen spezialisiert
- Bisherige Einsätze: z.B. Dürnhaar, Kirchstockhach, Hannover, Kirchweidach
- **Aber:** zum Bohrerfolg tragen noch rd. 20 andere Dienstleister, Servicefirmen und Lieferanten bei. In Spitzenzeiten bis zu 60 Personen beschäftigt.



Quelle: GeneSys, Hannover

### 3. Traunreut: Bohrungen



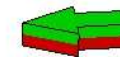
Kontinuierliche Überprüfung der Bohrfadplanung und – optimierung

MD > 5300 m

TVD Bohrzielpunkt: > 4800 m

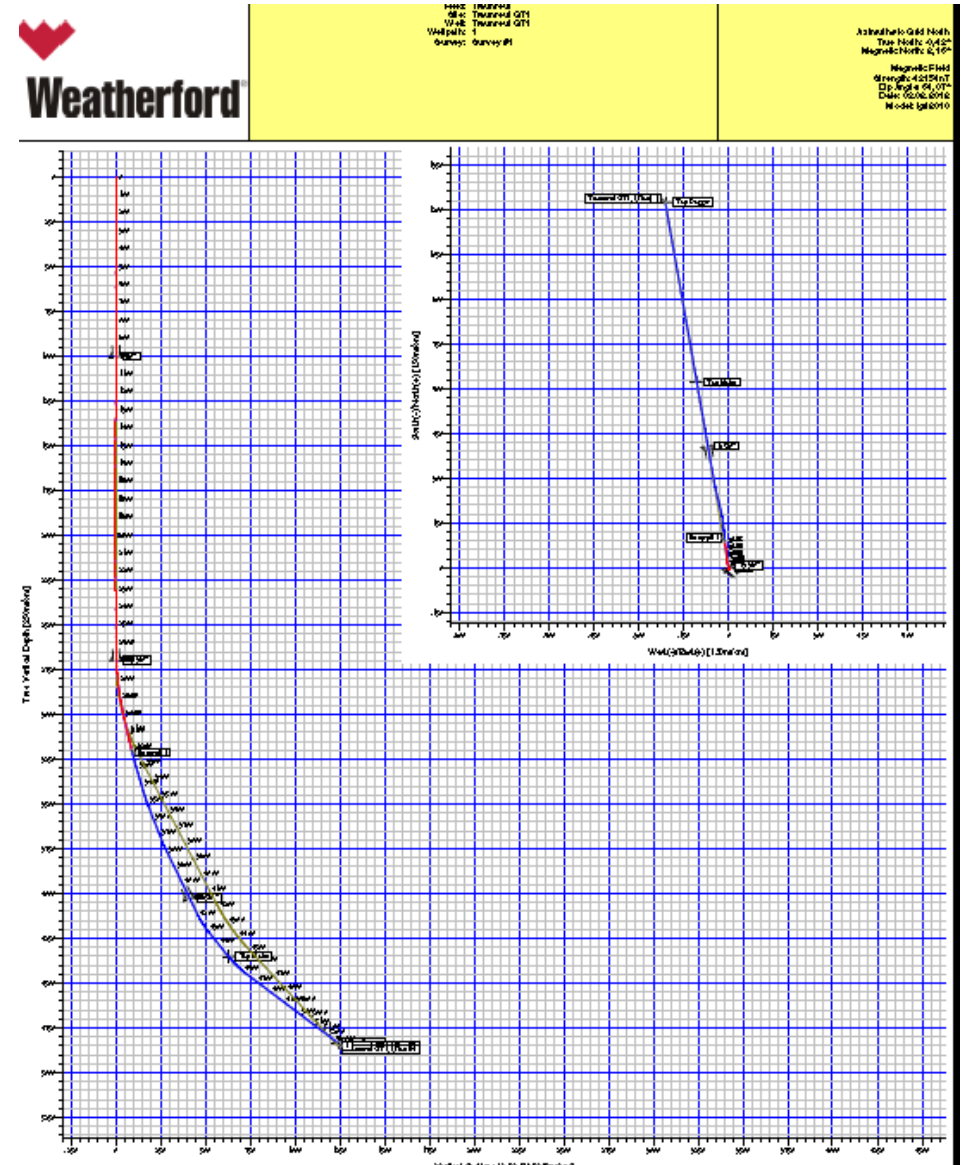
Abstand der Bohrungen über Tage: 7,5 m

Abstand der Bohrzielpunkte im Aquifer: ca. 1.800 m



### 3. Traunreut: TrGt1

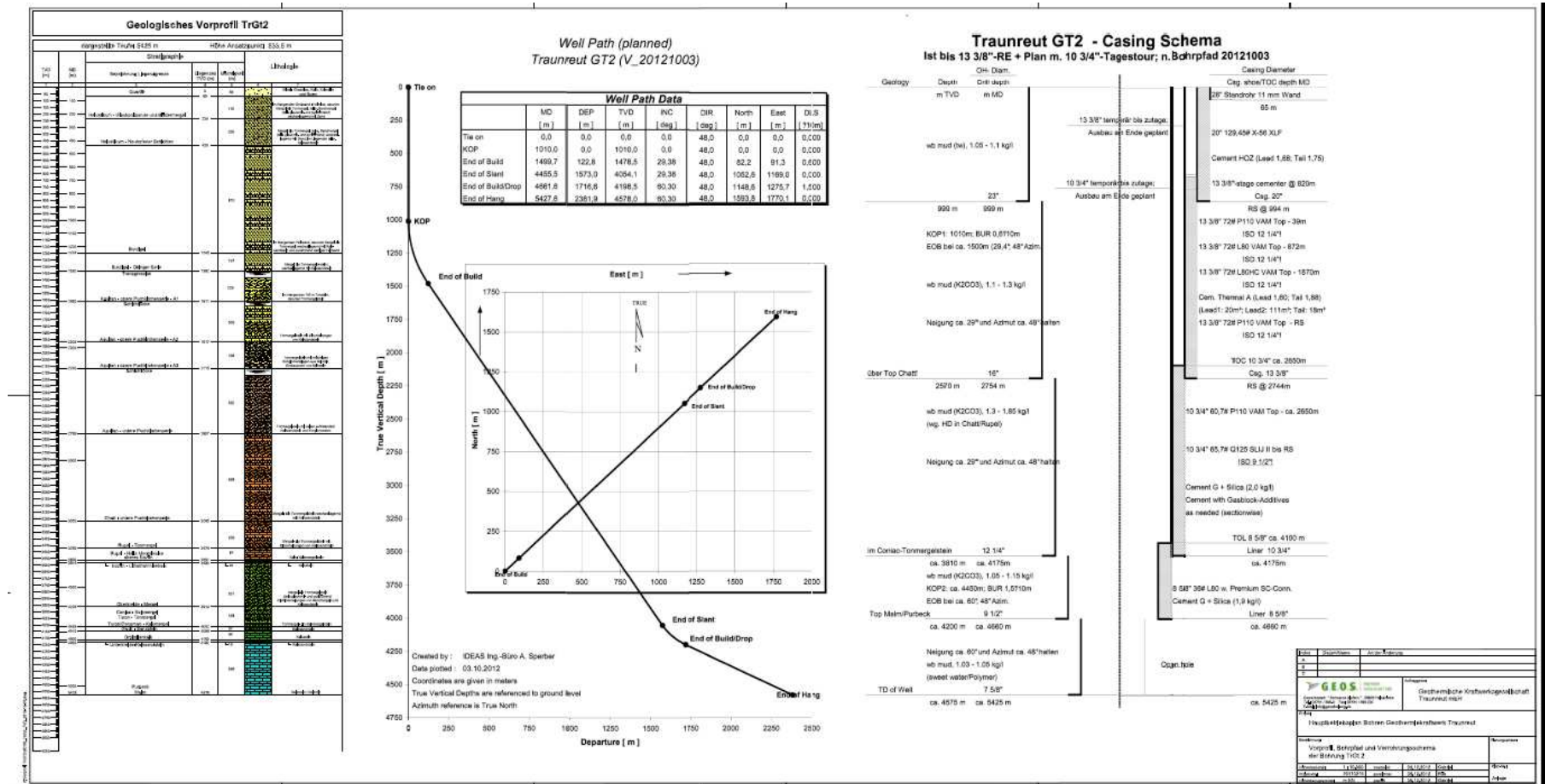
- Juli – Oktober 2011 Bohrplatzbau
- TrGt1 Mitte Januar 2012 Bohrbeginn, Endteufe am 02.07.2012 bei (MD/VD) 5.067m/4.645m unter GOK erreicht, Dogger sicher erkannt
- Die Ergebnisse der TrGt1 lassen sich wie folgt zusammenfassen:
  - Mineralisation 706 uS/cm
  - Druckabsenkung 55l/s/MPa, d.h. 26 bar für eine Förderung von 140 l/s
  - 120,9°C gemessen im Bohrlochtiefsten nach 14 Tagen
  - Erdgas und technische Probleme: fast doppelte Zeit benötigt





# 3. Traunreut: TrGt2

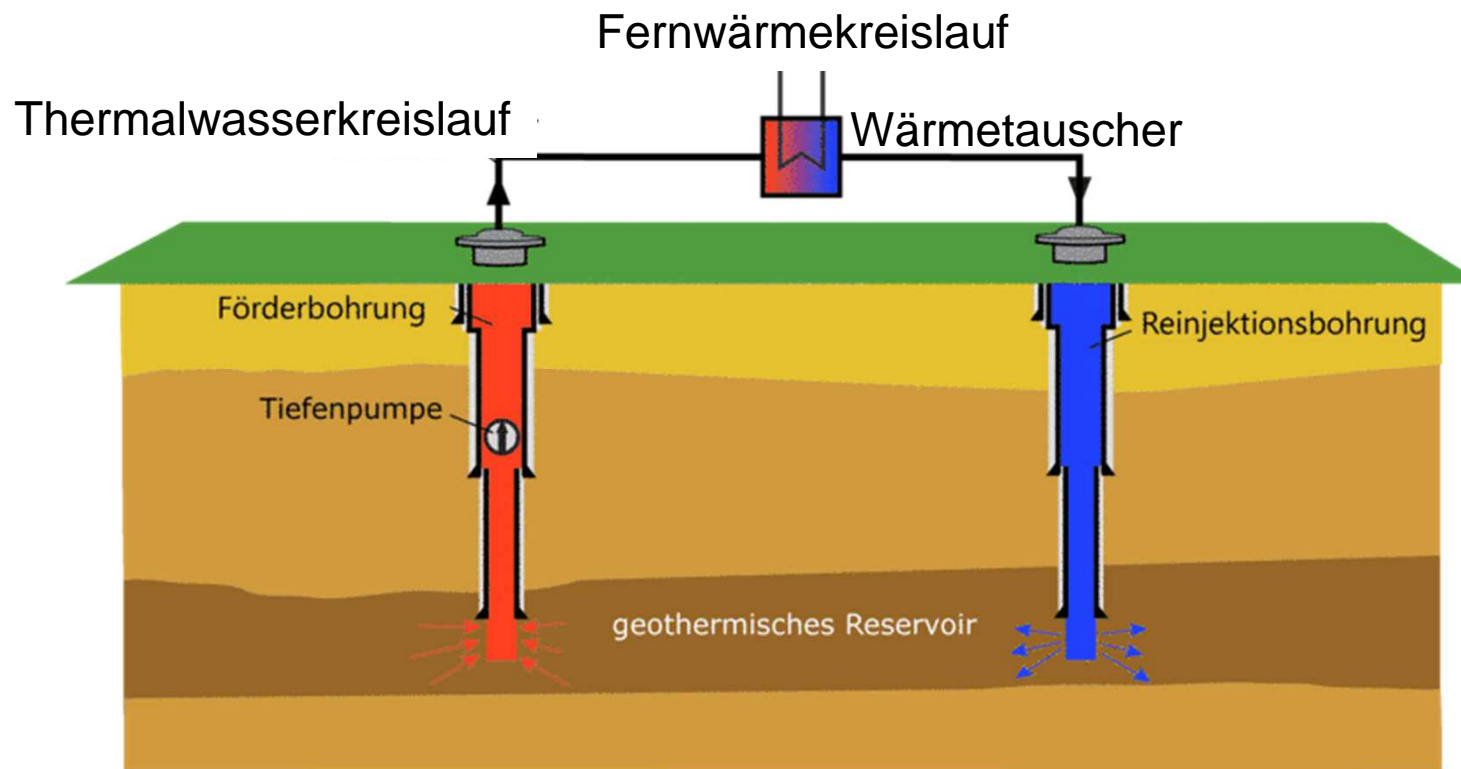
- TrGt2 Mitte Oktober 2012 Bohrbeginn, Endteufe am 07.03.2013 bei (MD/VD) 5.413m/4.582m unter GOK erreicht, Dogger sicher erkannt, im Zeitplan
- Anschl. Ergiebigkeitstest



### 3. Traunreut: Fernwärme

Fernwärmeauskopplung für die Stadtwerke Traunreut aus dem Thermalwasser :

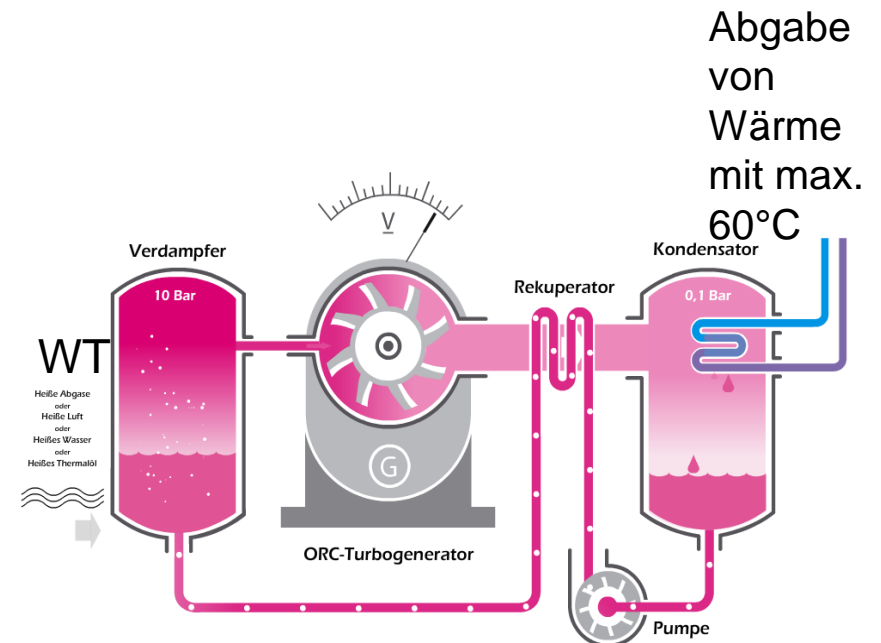
- Offener Thermalwasserkreislauf
- Geschlossener Fernwärmekreislauf
- Wärmetauscher trennt Kreisläufe, nur Energieübertragung



### 3. Traunreut: Kraftwerk

#### Option: ORC-Kraftwerk:

- **Wenn technisch-wirtschaftlich machbar!**
- ORC: Organic Rankine Cycle
- heißes Thermalwasser gibt Energie über Wärmetauscher (WT) an zweiten Kreislauf ab.
- Zweiter Kreislauf: spezielles Arbeitsmedium (Butan/Propan/Kältemittel) siedet bereits bei Temperaturen deutlich unter 100°C.
- Verdampftes Arbeitsmedium treibt die Turbine mit dem Generator an.
- Je nach Hersteller geschlossener 3. Kreislauf (Wasser) für Kühlung/Abgabe von Abwärme
- Jährliche Stromproduktion:  
150 x Traunreut = stillgelegtes Kernkraftwerk (z.B. ISAR 1)



Rot: geschlossener  
Arbeitsmittelkreislauf  
im Kraftwerk

Quelle: Germania Technologieholding GmbH

# 3. Traunreut: Kraftwerk

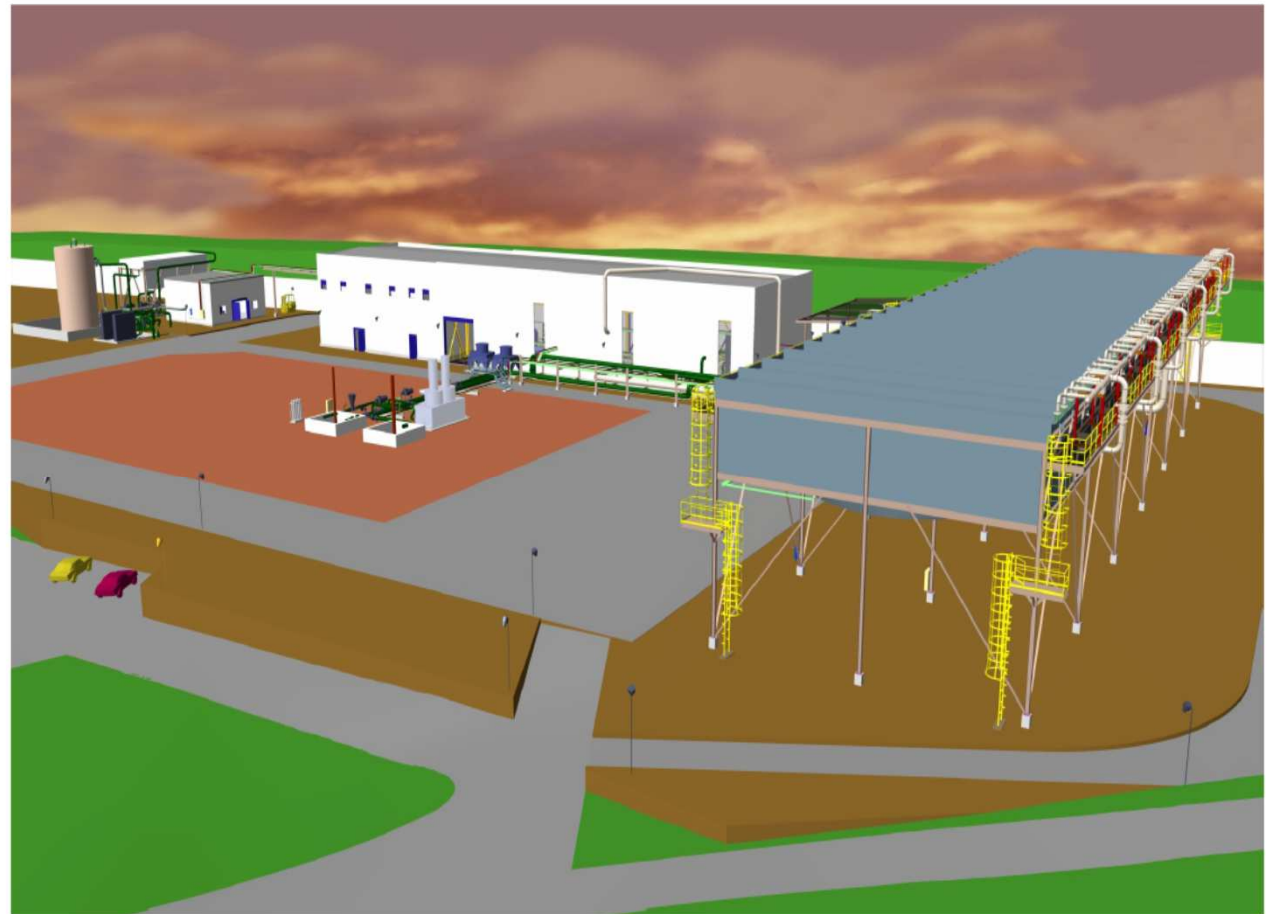
GTHK TRAUNREUT – DESIGN REVIEW MAY 18th / 19th – 2011

## Flächenbedarf

pro 1 MWh Strom/a:

(laut gec-co, Augsburg)

- Geothermie = 1
- Photovoltaik = 50
- Windkraft = 60
- Biomasse > 3.000
- **Geothermieheizkraftwerk (Turbine 7 MW, 12 MW Fernwärmeauskopplung) benötigt bei großzügiger Auslegung und Luftkondensatoren max. 2,5 Fußballfelder; unauffällige Industriehalle, Giebelhöhe = Zweifamilienhaus**



ISOMETRIC VIEW FROM MAIN ENTRANCE (NORTH)

EA.56407.10.MM.10.0.02\_A

this document is strictly confidential, and may not be disclosed to third parties without prior written approval from Cryostar SAS

CRYOSTAR

Juli  
2014

### 3. Traunreut: Nachbarschaftspflege

#### Vertrauensbildende Maßnahme I: Lärm

- 2. Nebenbestimmung des Hauptbetriebsplanes B zum Niederbringen der TrGt1 vom 28.11.2011:  
„Mit Aufnahme des Bohrbetriebs ist die Immissionsprognose durch **regelmäßige Lärm-messungen** zu bestätigen. Die Messungen sind nachvollziehbar zu dokumentieren“.
- insgesamt 3 Messstellen zur kontinuierlichen Aufzeichnung durch Fachfirma
- nächtliche Kontrollmessung 07./ 08.03.2012 durch Gutachter:  
„...**keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm** in der schutzbedürftigen Nachbarschaft...“
- 



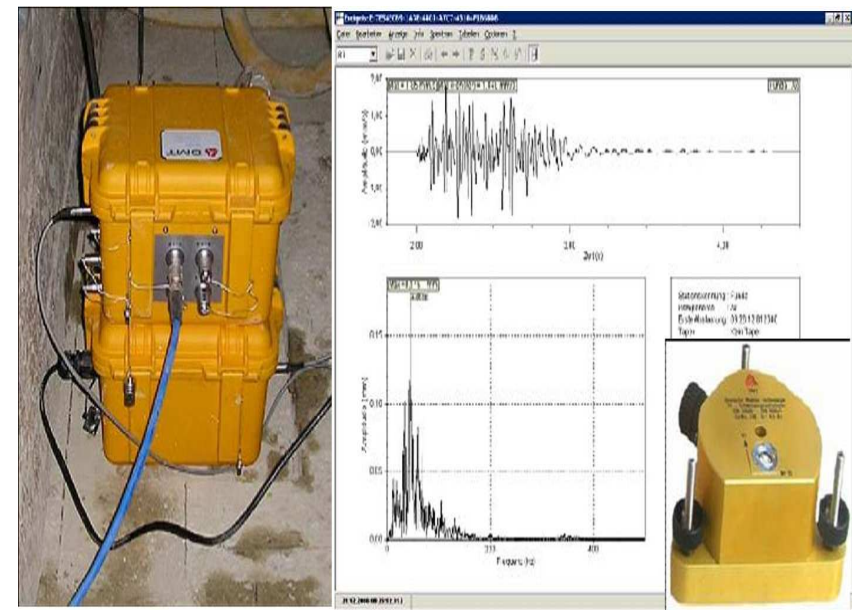
Lärmmessstationen



### 3. Traunreut: Nachbarschaftspflege

#### Vertrauensbildende Maßnahme II: Seismik

- „Erdbeben“ = seismische Ereignisse
- 3. Nebenbestimmung des Hauptbetriebsplanes B zum Niederbringen der Tr Gt1 vom 28.11.2011:  
„In Abstimmung mit dem Erdbebendienst Bayern ist vor Beginn der Bohrung, ...ein Seismometer an geeigneter Stelle aufzustellen bzw. aufstellen zu lassen.“
- Beobachtungsnetz zur Triangulation von Erschütterungen, zur Beweissicherung und zur Erstellung des Lagerstättenbildes
- s.a. DIN 4150 und Stellungnahme der GtV.: [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)



Quelle: DMT, Essen

### 3.Traunreut: Baustelle

Juni und Juli 2011:

Erweiterung Schaltheus in Traunreut, rd. 1.700 m erdverlegte Kabel zur Versorgung des Bohrplatze und zur Kraftwerkseinspeisung



### 3.Traunreut: Baustelle

26. Juli 2011

Traunreut's Bürgermeister Parzinger  
beim 1. „Spaten“stich





### 3. Traunreut: Baustelle

---

13.11.2011

Vom Bergamt Südbayern abgenommener Bohrplatz mit Fundamenten für Bohranlage

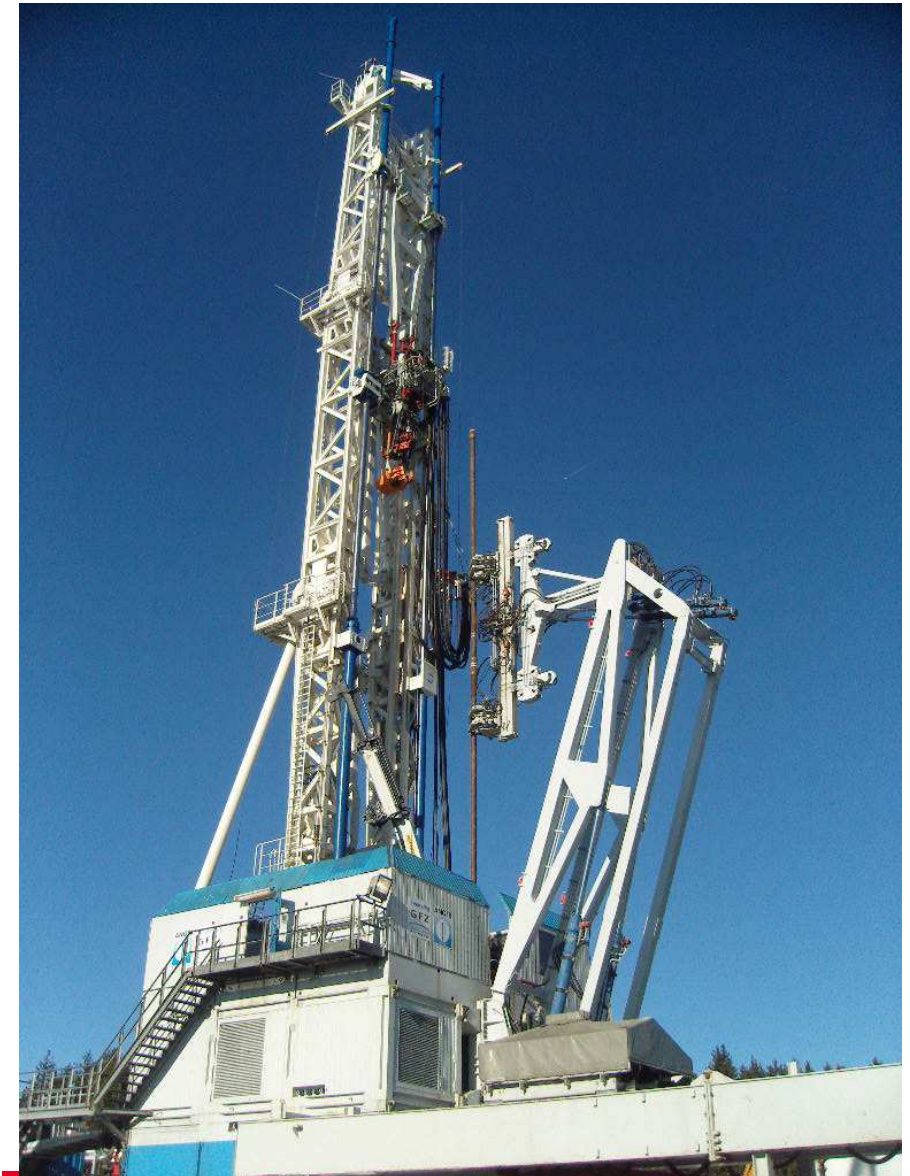


### 3. Traunreut: Baustelle

16.01.2012

#### Vom Bergamt Südbayern abgenommene Bohranlage

- rechts: Bohranlage mit Pipe Handler beim Rohreinbau
- Unter: 23“-Rollenmeißel für die Ankerrohrtour



### 3. Traunreut: Baustelle

31.01.2012

#### Offizieller Meißelanschlag mit Segnung

- rechts: Segnung vor 23“-Rollenmeißel
- Unten: Stadtkapelle vor Pipe Handler
- Hauptredner: Landrat, Bürgermeister, Investor



### 3. Traunreut: Baustelle



1. Reinigungsift nach Säuerung am 12.07.2012

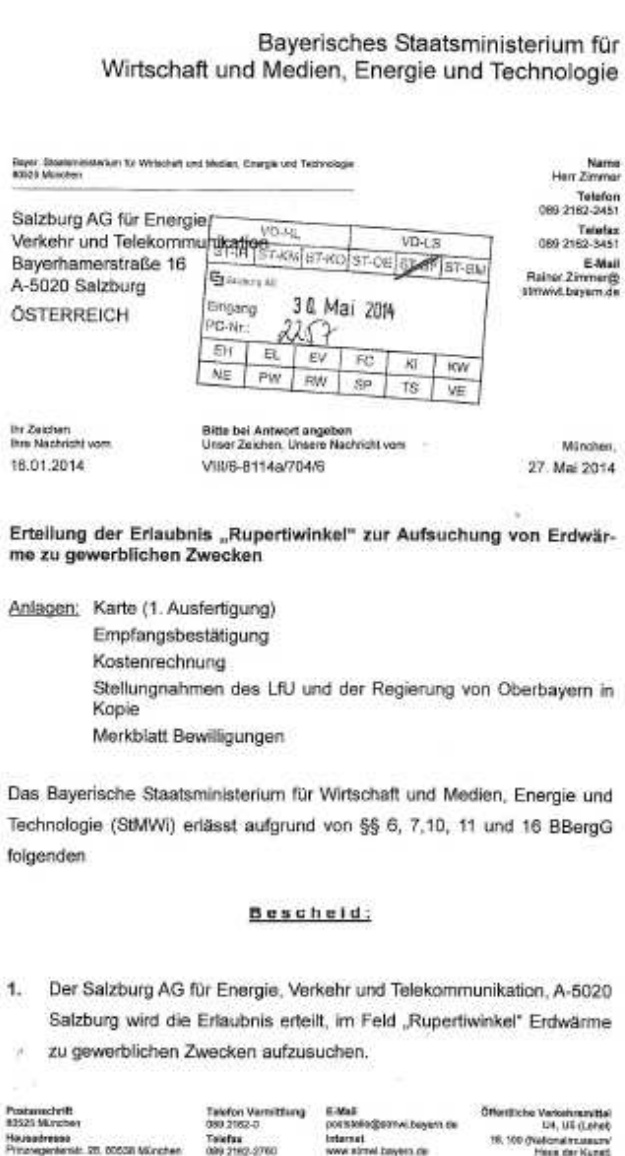
### 3. Traunreut: Baustelle

---

- Fernwärmeauskopplung seit 25.01.2014
- Jetzt Zirkulationstest, um Messungen für Wärmebergbaugutachten (Basis für bergrechtl. Bewilligung) und gehobene wasserrechtl. Erlaubnis zu erhalten sowie Auslegungsparameter für Kraftwerk abzusichern



# 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



- Bescheid des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, und Medien, Energien und Technologie vom 27.05.2014 für die Salzburg AG für ein Erlaubnisfeld
- „Claim“ laut Duden:
  - Internat. Recht: Anrecht, Rechtsanspruch, besonders auf Grundbesitz
  - Umgangssprachlich: Grundbesitz, Grund und Boden, Bodenfläche, Territorium
  - Werbung: Werbeslogan, der eine Behauptung, einen Anspruch aufstellt
  - Früher: Anteil an einem Goldgräberunternehmen (USA)

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

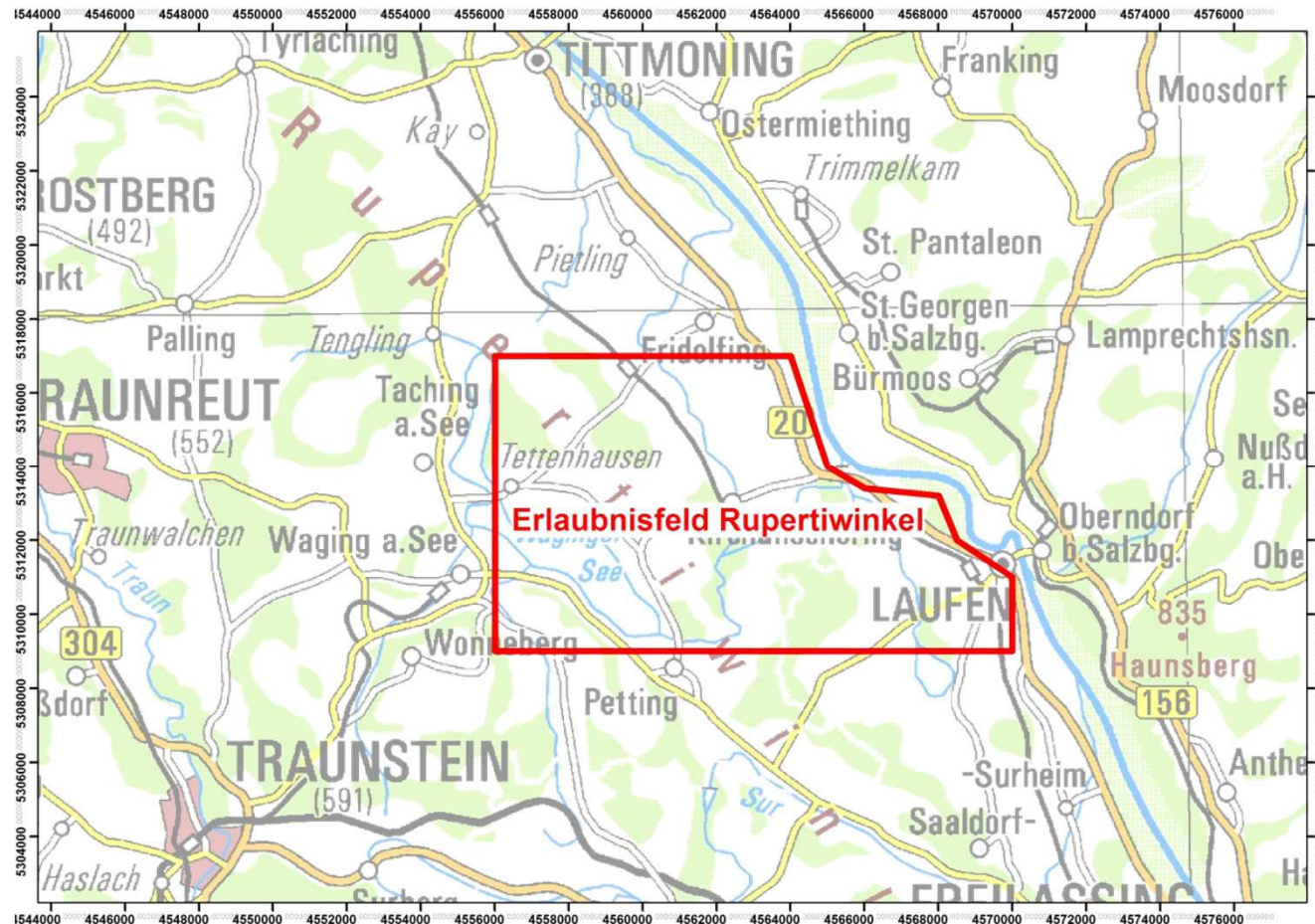
---

Anmerkung:

Erlaubnisbescheid für Geothermie Rupertiwinkel vom 27.05.2014, Seite 3:

- Bau des/der Bohrplätze und Errichtung einer seismometrischen Messstation (i.d.R. Standort Reinjektionsbohrung),

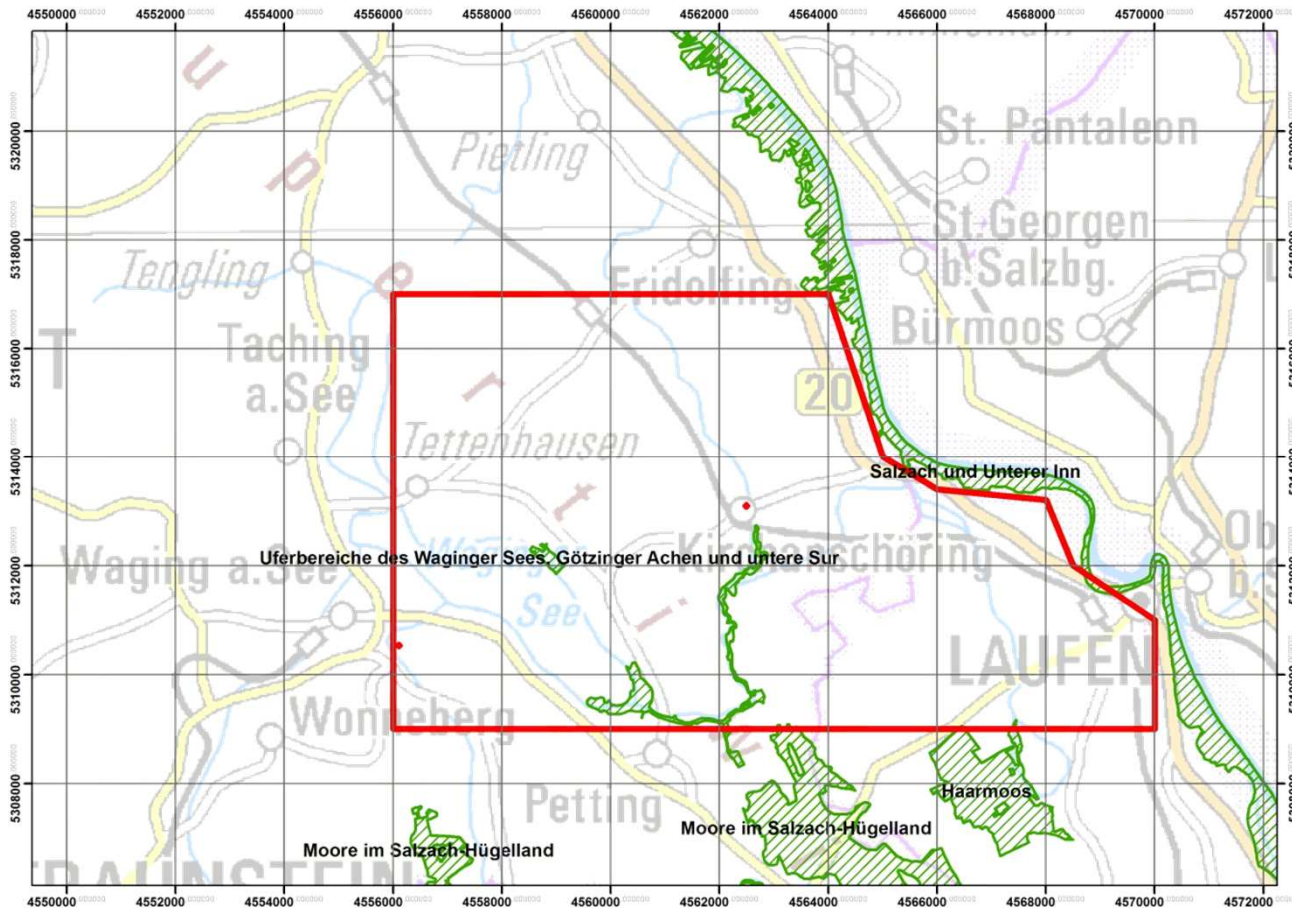
## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



Erlaubnisfeld  
RUPERTIWINKEL  
für Erdwärmen  
Fläche: 89,35 km<sup>2</sup>



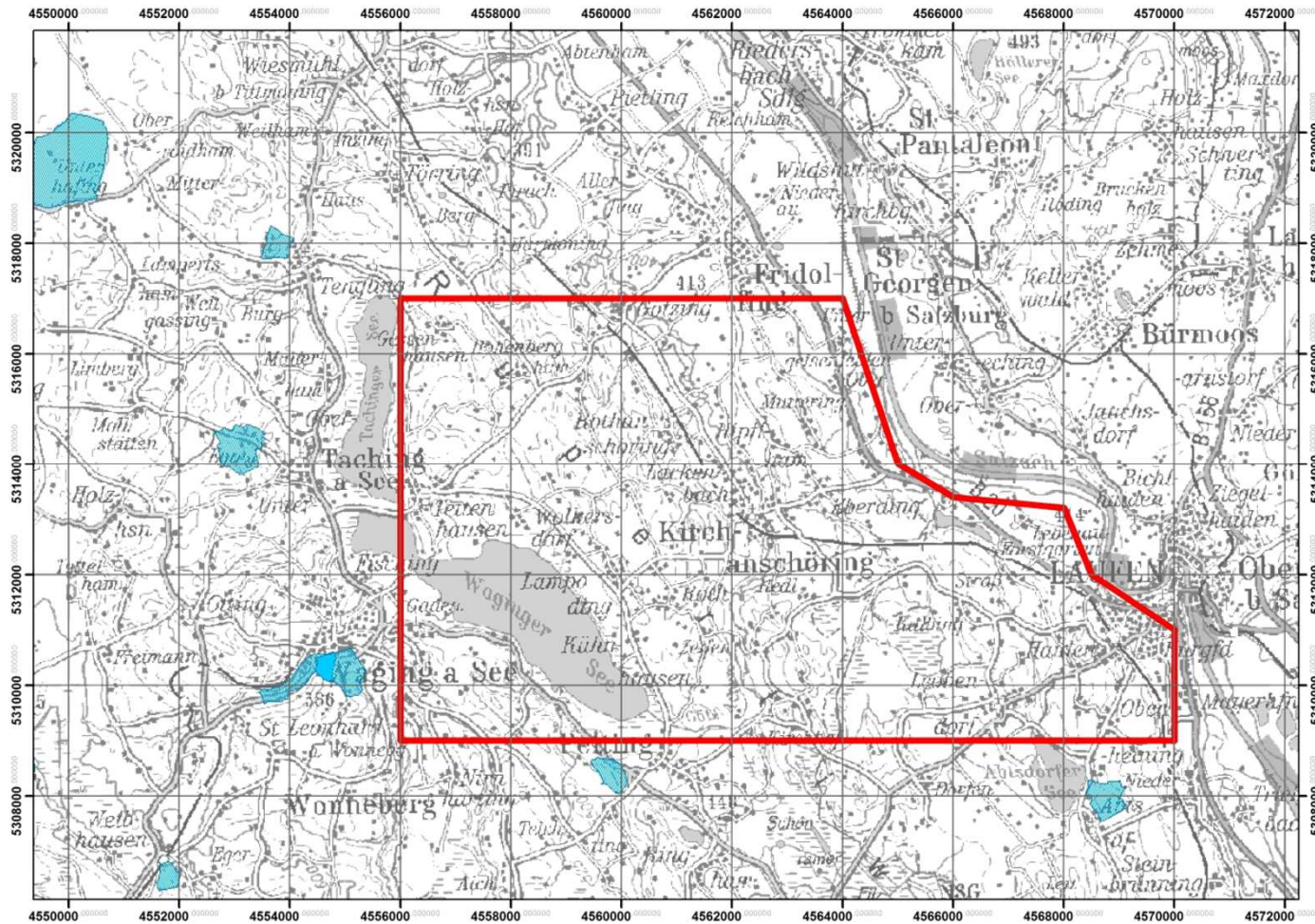
# 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



Naturschutzgebiete  
(FFH):

Keine  
Interessenskollision

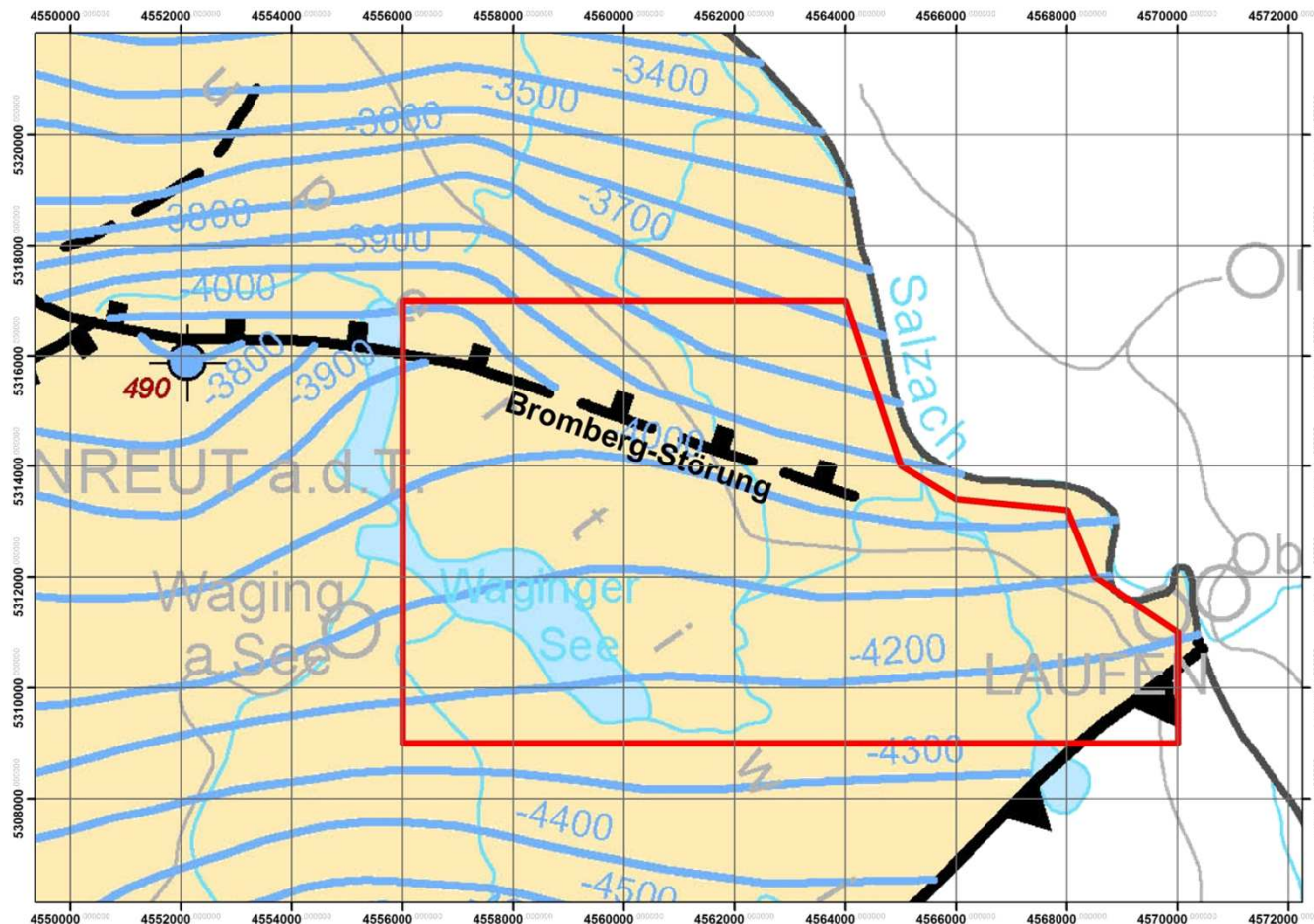
# 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



Trinkwasserschutzgebiete:

keine Interessenskollision

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



- Lage der Brombergstörung innerhalb des Erlaubnisfeldes
- Hellblau: Teufenlage der Malmoberkante
- Südlich Laufen: Ende Malmkarst

(Fritzer, et al., 2010)

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



Bilder: Thermalwasserprobe Traunreut 12.09.2012

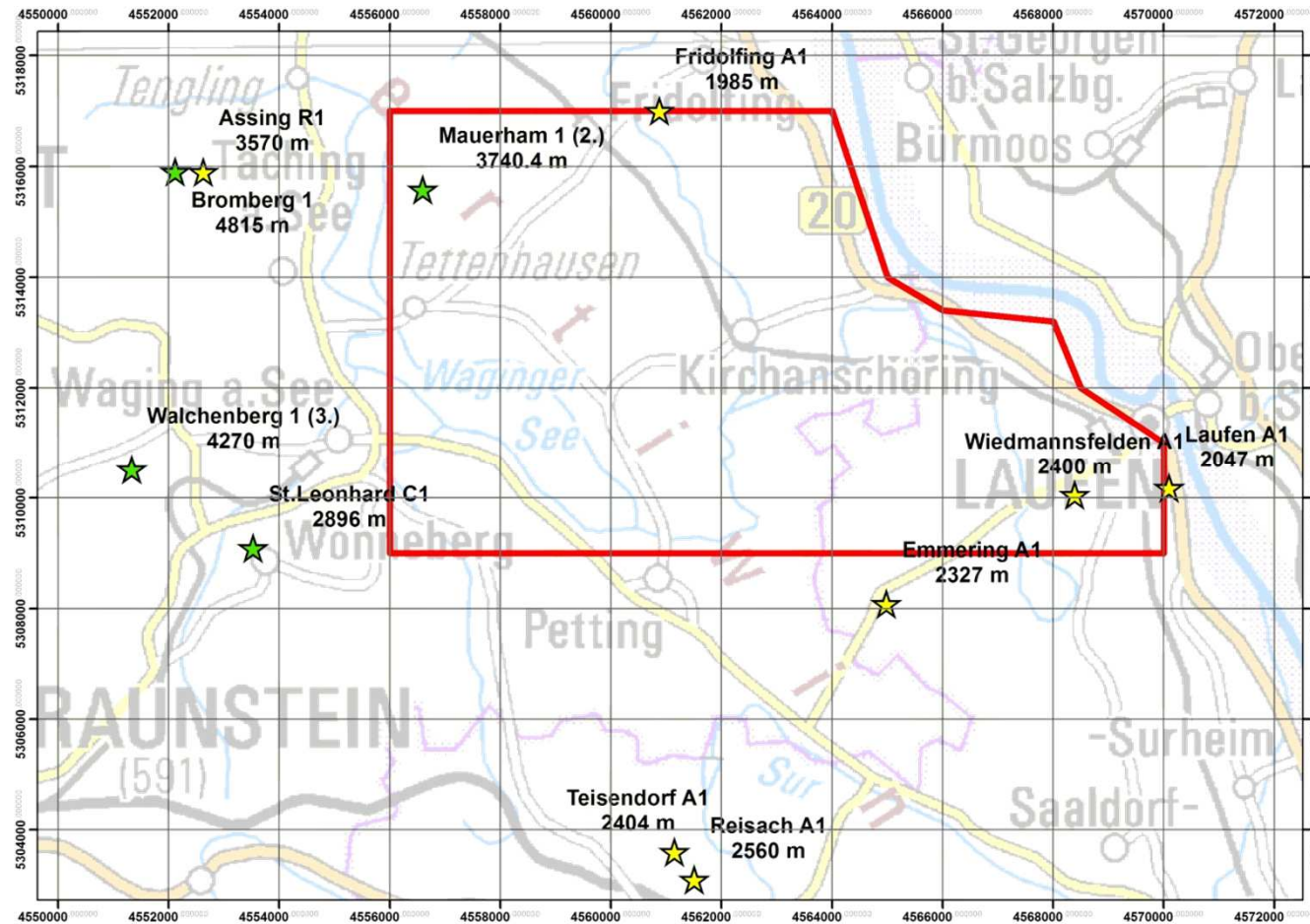


### ■ Wasserchemismus:

- Repräsentative Analysen zur Wasserzusammensetzung im Bereich Rupertiwinkel liegen nicht vor.
- Anhand von hydrogeologischen Überlegungen wird eine Mineralisation im Bereich bis zu wenigen g/l erwartet.
- Traunreut: ca. 0,7 g/l



## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

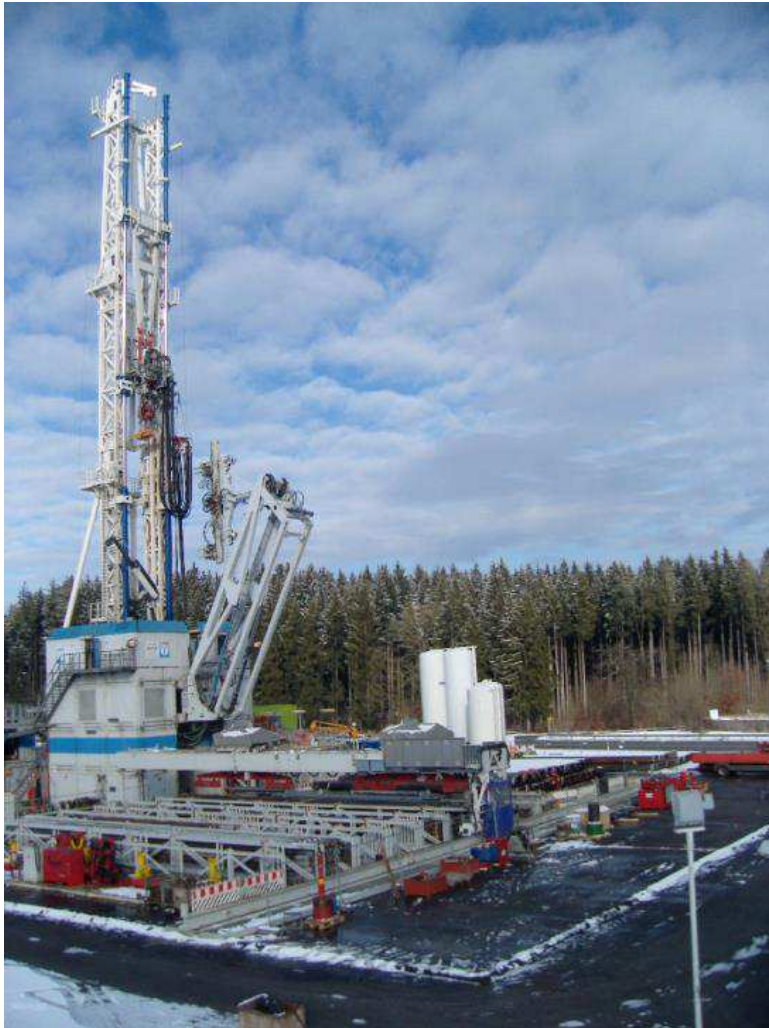


Darstellung der im Bearbeitungsgebiet vorhandenen Bohrungen ab 1500 m Teufe.

Grün markierte Bohrungen: LBEG  
Gelb markierte Bohrungen: RAG

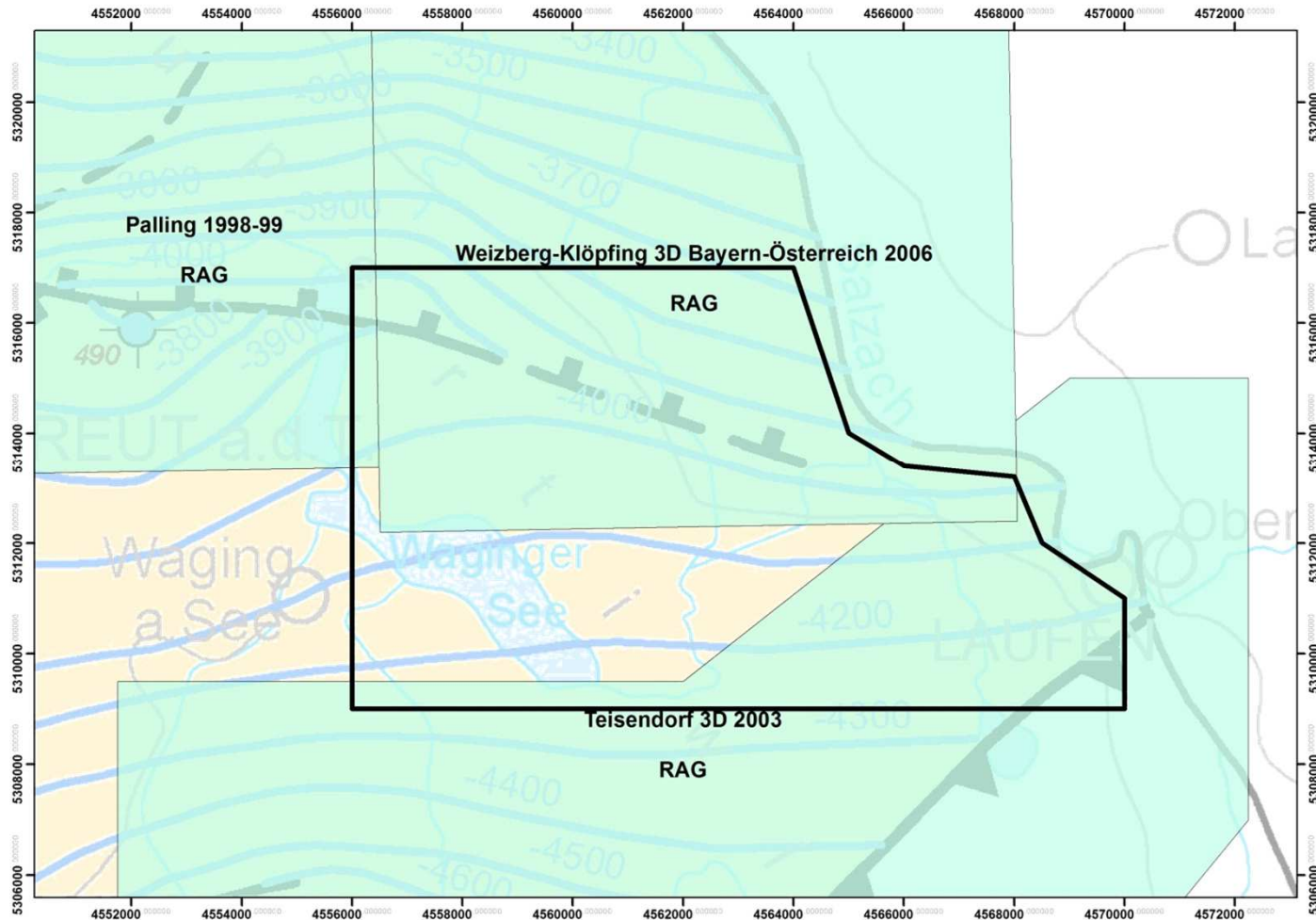
## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

---



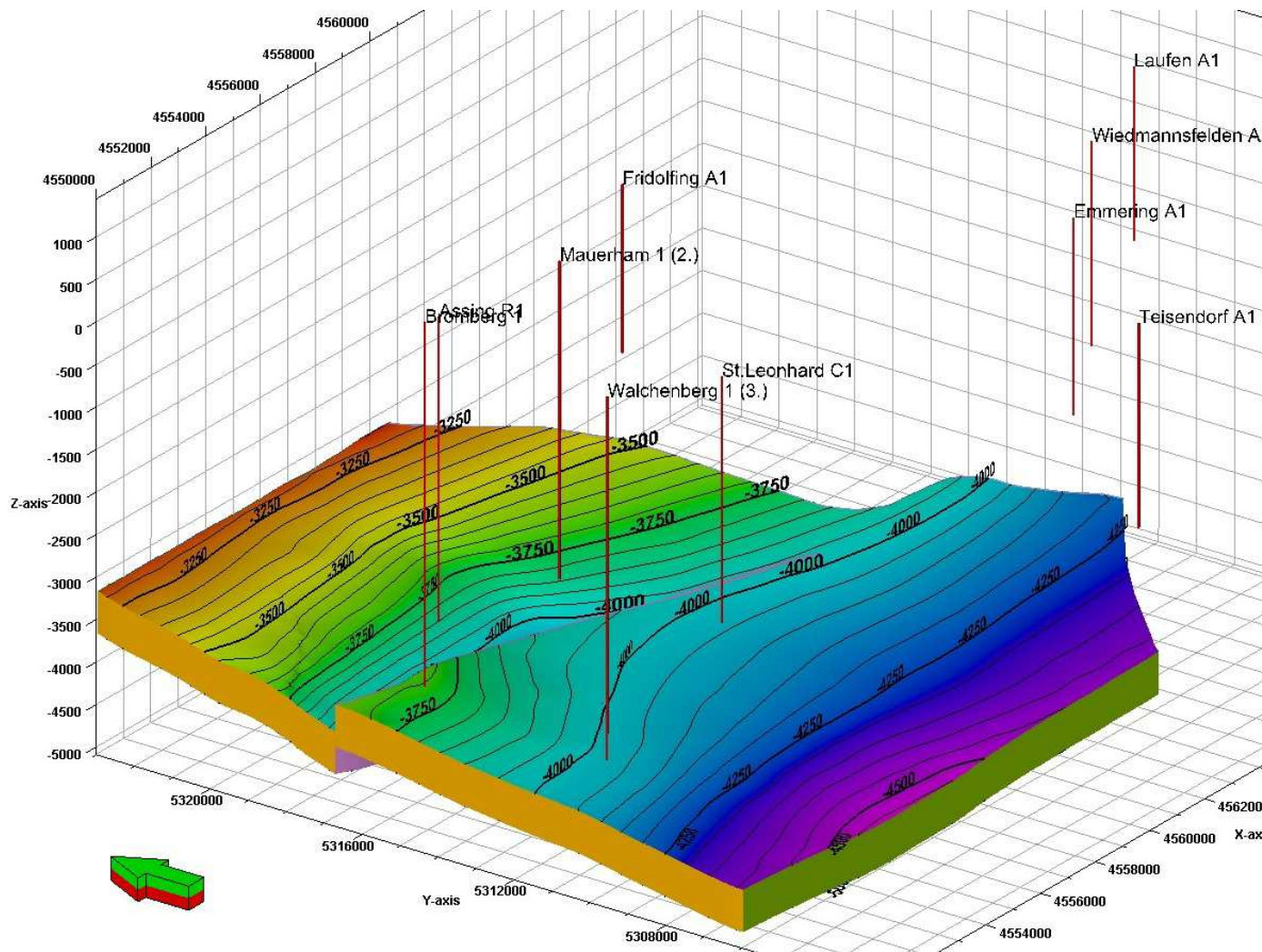
- Bohrungen:
  - Im Erlaubnisfeld erreicht keine Bohrung den Malm
  - nächstgelegene Bohrung, aber ohne Tests im Malm: Bromberg
  - nächstgelegenen Bohrungen mit Tests im Malm: Traunreut (rechts) und Kirchweidach
  - Weitere Ergebnisse: Analog zu Traunreut ist im Bereich des Chatt und des Rupel mit Hochdruckzonen zu rechnen.

# 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



RAG, Wien: Übersicht über Lage und Eigentümer der im Untersuchungsgebiet vorhandenen 3D-Seismikvolumen

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



Ansicht des 3D-Modellierten Malm-Aquifers.

Der Versatz an der Brombergstörung ist deutlich zu erkennen.

Die Bromberg 1 (außerhalb des Feldes) durchteuft den Malm als einzige Bohrung.

Wenige frei verfügbare Primärdaten → Verbesserung erfordert Datenerwerb



## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

- Voraussetzungen für hohe Schüttung im Malm:
  - Wasserwegsamkeiten sind an Störungszonen und deren Zerrüttungsbereich gebunden  
→ Bohrfad sollte möglichst mehrere ( $\geq 2$ ) tektonische Elemente innerhalb des Malms durchstoßen, um Fündigkeitsrisiko zu minimieren.
  - Der Spannungszustand sollte geeignet sein  
→ Tektonische Elemente sollten sich möglichst im extensiven Regime befinden, nicht im kompressiven (Spannungsfeldanalyse)
  - Fazielle Ausprägung sollte ausreichende Permeabilität des ungestörten Gesteins zeigen  
→ Hinweise auf Riff- und Massenfazies aus Attributanalysen
- Reihenfolge entspricht Gewichtung!

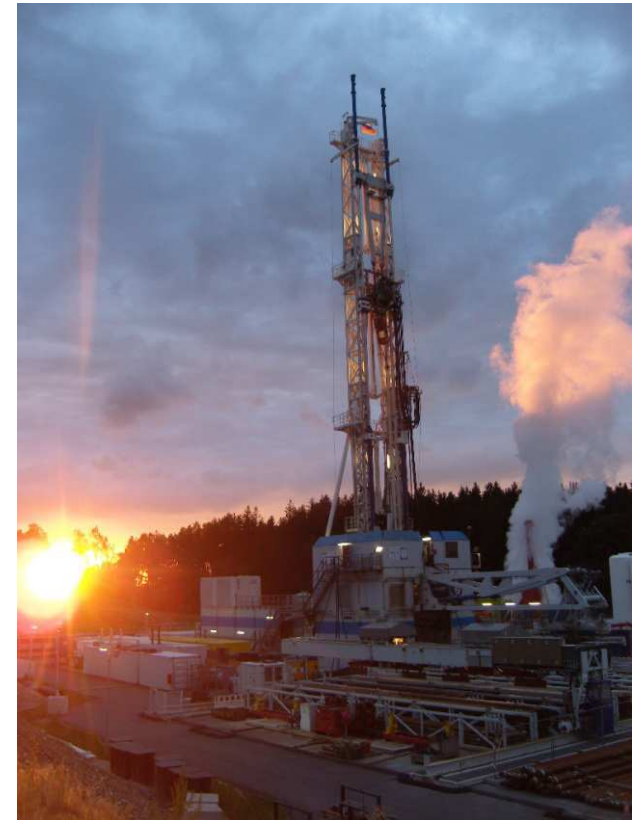


Bohrung Geretsried:  
nur auf Fazies gebohrt

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

---

- Nächste Schritte – teilweise iterativ:
  - Keine eigene Seismik notwendig
  - Erwerb von Nutzungsrechten an Bohr- und Seismikdaten
  - Erarbeitung Machbarkeitsstudie inkl.
    - Seismikinterpretation nach neuestem PSDM-Prozessing und Attributanalyse
    - Erarbeitung eines geologischen Modells
    - Spannungsfeldanalyse
    - Identifikation Bohrtargets und Entwicklung der Bohrpfade
  - Suche geeigneter Bohrplätze und Sicherung von Rechten
  - Suche geeigneter Bohranlagen und Verhandlungen mit Bohrunternehmen
  - Planung Bohrung und Bohrplatz



Traunreut. 1. Pumptest  
12.07.2012

## 5. Zusammenfassung

---

„Geothermie ist eine **umweltfreundliche Alternative** zu herkömmlicher Energiegewinnung ... Erdwärme ist eine nahezu **unerschöpfliche Ressource**, die es zu nutzen gilt. Zudem **schont sie die Natur.**“

Prof. Klaus Töpfer, Vorsitzender der Ethik-Kommission für eine sichere Energieversorgung 2011

Rupertiwinkel könnte ab 2018/2019 über Geothermie verfügen, für sich nutzen und Fernwärme und bis nach Salzburg liefern => Win-Win-Situation!



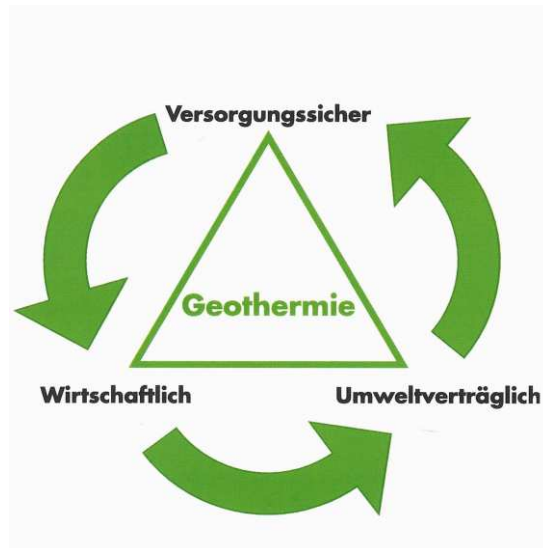
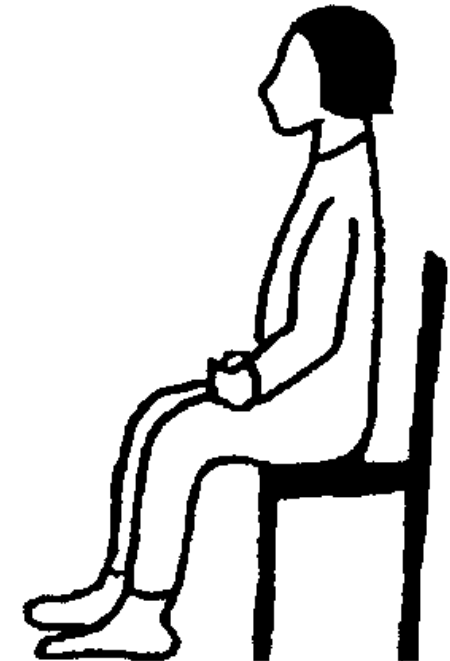
Traunreut: 2 x 6 MW Wärmetauscher  
Thermalwasser – Fernwärme, in Betrieb  
seit Ende Januar 2014

---

# Backups

## 2. Erfahrungen aus anderen Geothermieprojekten

- Für die Energieversorgung ist ein Gleichgewicht aus
  - Wirtschaftlichkeit,
  - Versorgungssicherheit,
  - Akzeptanz in der Öffentlichkeit ,
  - und Umweltverträglichkeit erforderlich



Veraltete Darstellung – die Bedeutung der Öffentlichkeit wurde unterschätzt, z.B. Diskussion um neue Stromtrassen oder die Höhe des EEG-Betrages auf jeder Stromrechnung!

### 3. Traunreut: Kraftwerk

#### Zusätzliche Perspektiven:

- **Restwärme:** aus dem Thermalwasser vor der Injektionsbohrung; ca. 55 °C
- **Ggf. Abwärme:** aus dem Arbeitsmedium hinter dem Kraftwerk und vor den Luftkondensatoren; ca. 50°C
- viel Wärme will genutzt werden:
  - Klärschlamm-, Getreide- oder Holz Trocknung
  - Wellnessanlage (Bad St. Georgen?)
  - Gewächshäuser (z.B. Kirchweihdach)
  - Lackierbetrieb
  - Niedertemperaturnahmewärmesystem (Traunreut-St. Georgen: in Planung)

#### => Weitere Chancen für die Entwicklung

Beispiele: oben: Therme Bad Rilchingen mit Hotel (gepl.) und Ärztehaus; unten: Gewächshaus für Tomaten o.ä.

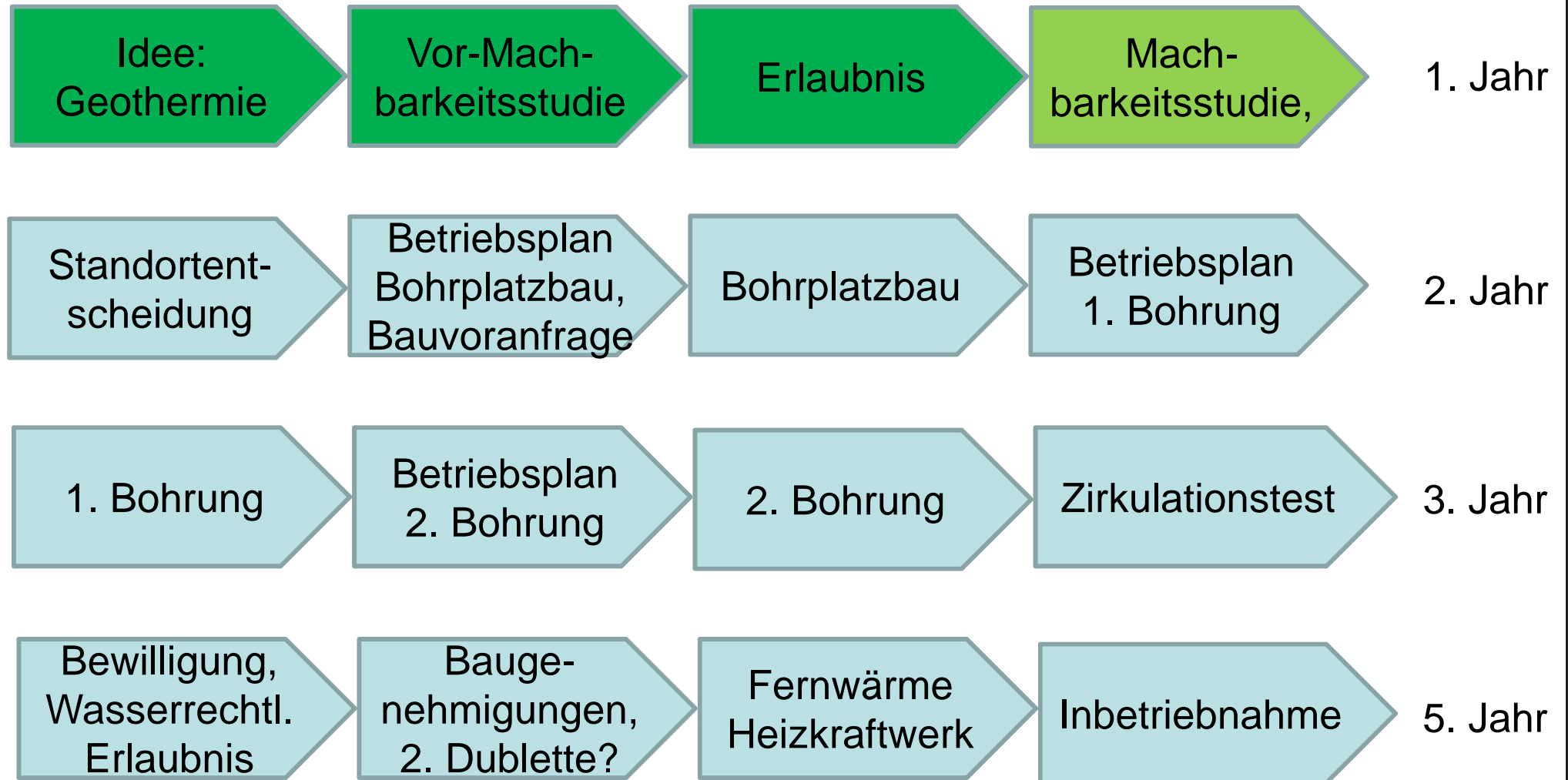


### 3. Traunreut: Vorteile für die Stadt



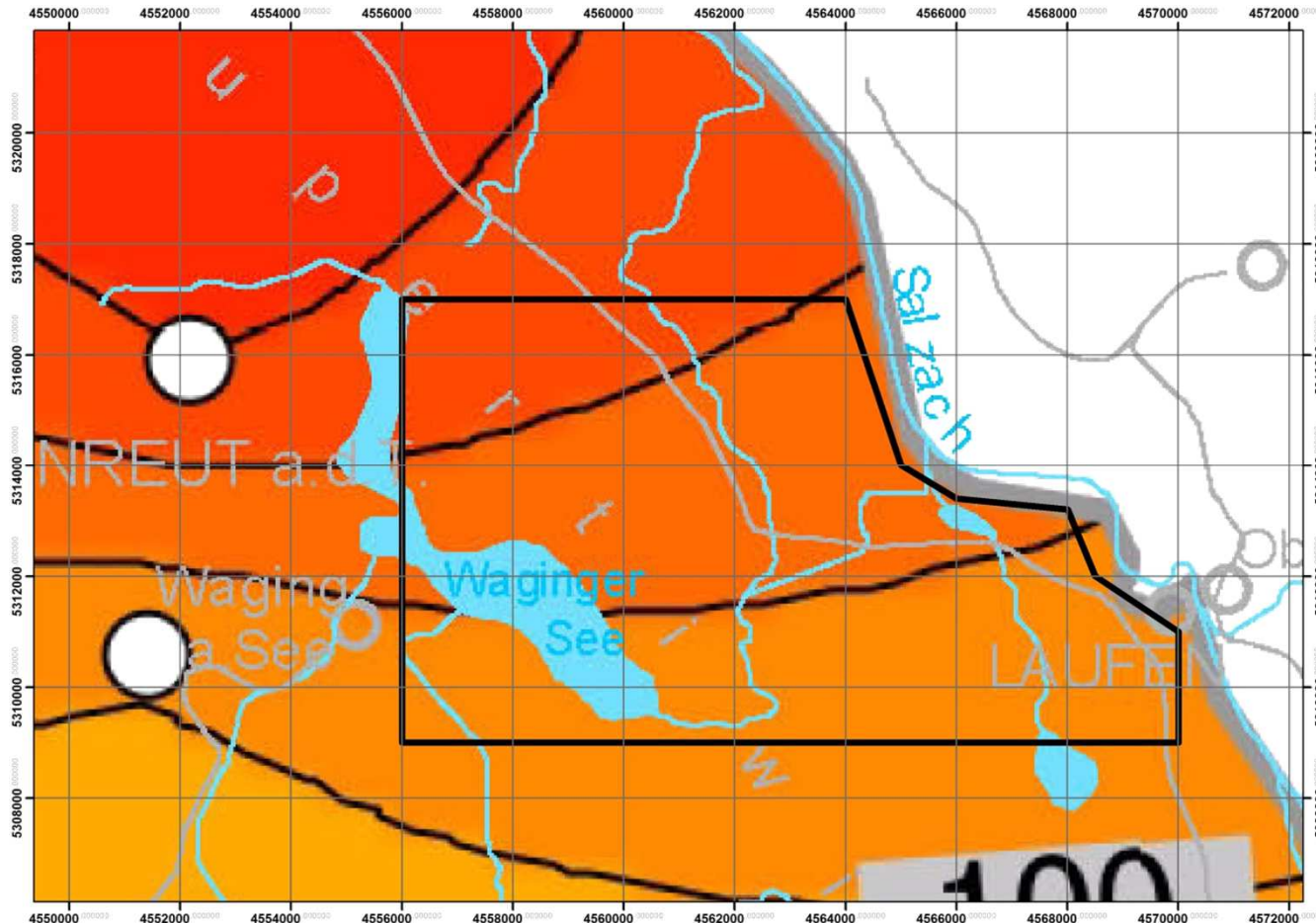
- **Balneologische Nutzung** des Thermalwassers wird geprüft.
- Stadt erhält deutliche **Gewerbesteuereinnahmen**
- **Stromtankstelle** für Elektromobile
- Kreistagsbeschlusses „**Energievision Landkreis Traunstein**“ aus 2007: bis 2020 100% Strom aus Erneuerbaren Energien
- Stadtwerke werden **kostengünstig mit Fernwärme** versorgt.
- Kraftwerk deckt den Strombedarf von rd. **6.6000 4-Personen-Haushalten** und den Wärmebedarf von **2.200 Haushalten** (Traunreut: rd. 21.000 Einwohner = rd. 5.000 Haushalte)
- **Werbewirksam:** Traunreut erzeugt mehr Energie als die Stadt insgesamt benötigt und wird dadurch CO<sup>2</sup> - neutral.
- [www.traunreut.de](http://www.traunreut.de): mit Informationen und Link zum geothermischen Kraftwerk

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel





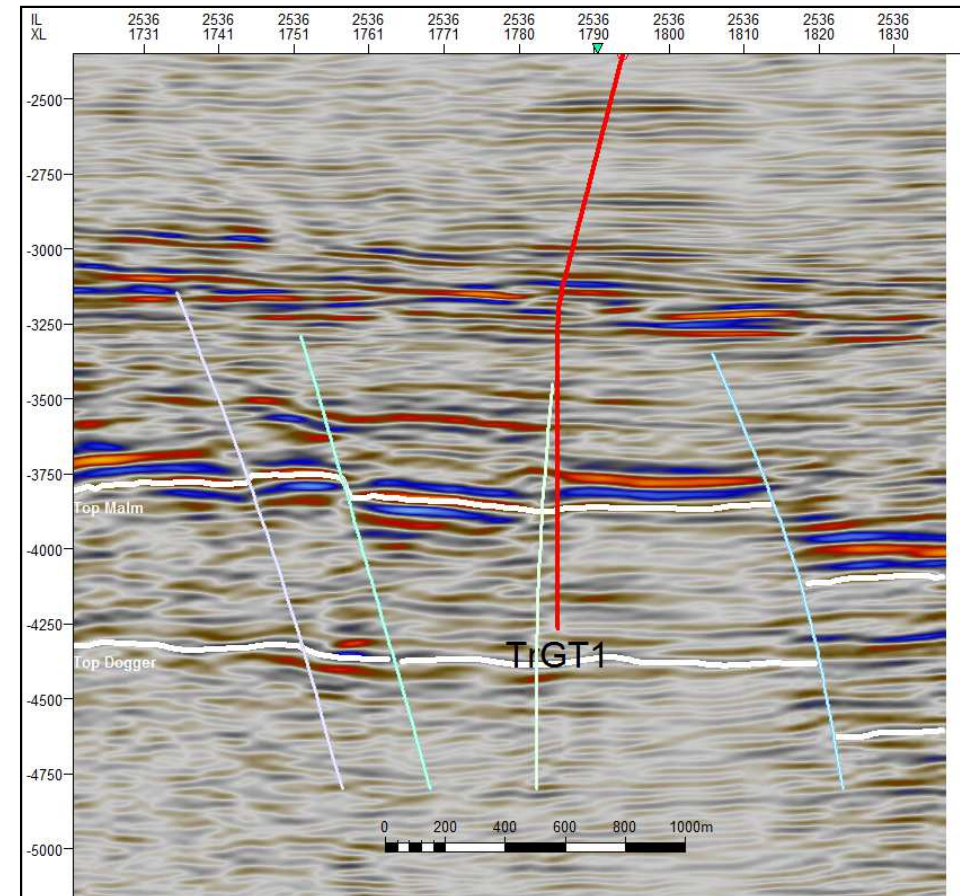
## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



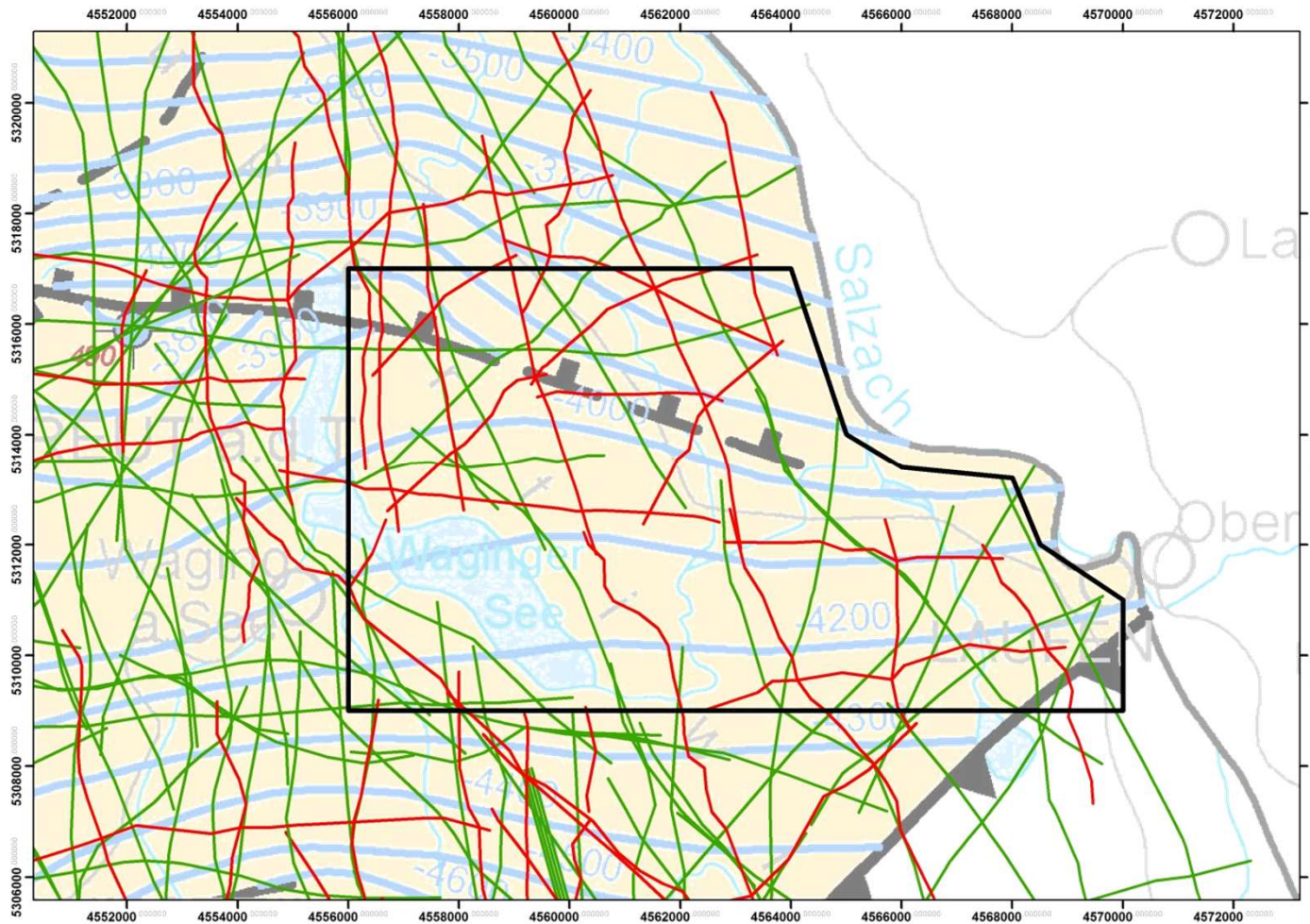
- Temperaturverteilung in 4.000 m unter Gelände aus den Anlagen des Geothermieatlas von Bayern (Fritzer, et al., 2010)
- erwarteter mittlerer geothermischer Gradient: 2,3 K / 100 m

## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel

- Dateneinsichtnahme beim LIAG in Hannover durchgeführt,
- Bewertung hinsichtlich des Vorhandenseins von Störungszonen speziell im Malm sowie hinsichtlich der Tiefenlage und Mächtigkeit des Malm und hangender Schichten
- Dateneinsichtnahme bei der Rohöl Aufsuchung AG Wien wg. durchgeführter 3D-Seismiken



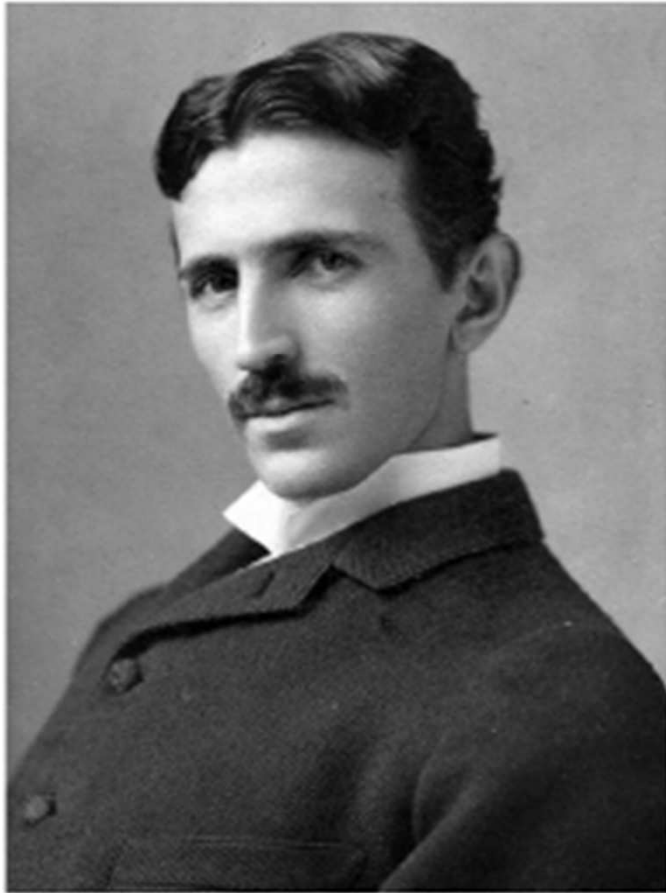
## 4. Perspektiven für den Rupertiwinkel



- LIAG/LBEG: im Untersuchungsgebiet vorhandenen 2D-Seismiklinien.
- Grün: frei einsehbar
- Rot: müssten gekauft werden.

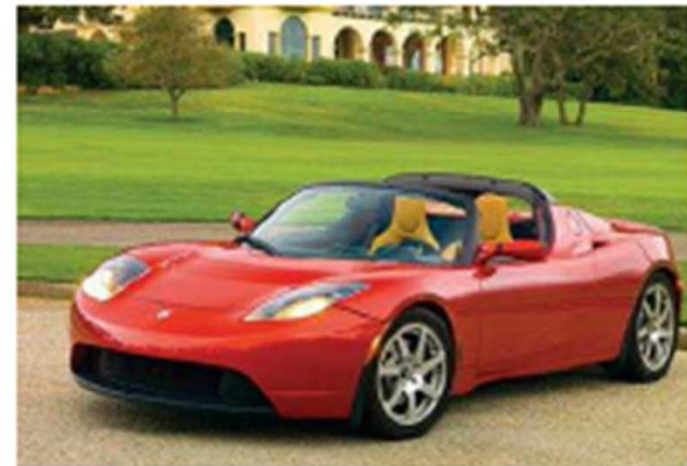
## 5. Zusammenfassung

---



Nikola Tesla 1856-1943

- Entdeckung der Wechselstromtechnologie um 1890
- Grundprinzipien der Radio- und Funktechnik (Teslaspule)
- Scheibenläuferturbine
- 1900 Veröffentlichung eines Artikels im *Century Magazine* mit Hinweis auf beschränkte fossile Energiereserven (Sonne und Erdwärme als zukünftige Energieformen)



# Schlusswort

---

*„Sollten einst auf der mehr oder weniger bevölkerten Erde die Wälder so stark gelichtet und die Kohlenlager erschöpft sein, so ist es wohl denkbar, dass man die Innenwärme der Erde sich mehr und mehr dienstbar macht, dass man sie durch besondere Vorrichtungen in Schächten oder Bohrlöchern zur Oberfläche leitet und zur Erwärmung der Wohnungen oder selbst zur Heizung von Maschinen verwendet.“*

*(Carl Bernhard von Cotta, 1858)*

(von Cotta war Bergrat und Hochschullehrer an der Bergakademie Freiberg/Sachsen)

