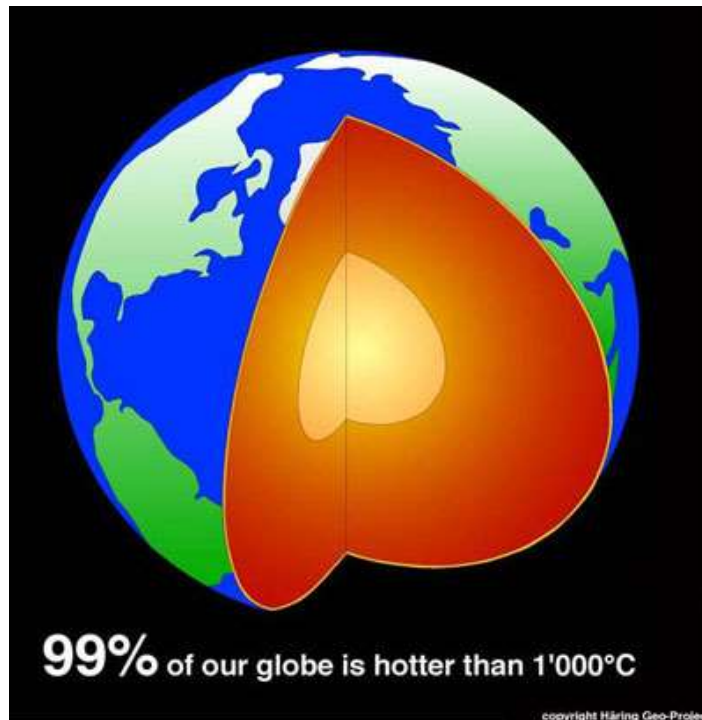


Das Potenzial der Geothermie/Erdwärme in Deutschland

Dr. Erwin Knappek
Ehrenpräsident des
Bundesverband Geothermie

Tiefe Geothermie – Wärme aus dem Erdinneren



**99% der Erdkugel
sind heißer als**

1.000° C

und nur

0,1% ist kälter als

100° C

Der Beginn des Zeitalters der energetischen Nutzung von Tiefer Geothermie in Deutschland (5 MWtherm)

Die erste deutsche Geothermieranlage:

Im Jahre 1984 nahm am Papenberg in Waren (Müritz) die erste deutsche Anlage zur Nutzung von Erdwärme im Megawatt-Leistungsbereich ihren Betrieb auf und begründete damit die Ära der Nutzung der Tiefen Geothermie für die Wärmeversorgung in Deutschland.



FW_FFB_221116

Mecklenburg – Vorpommern in den 80er Jahren

SZ 27. Februar 1991:

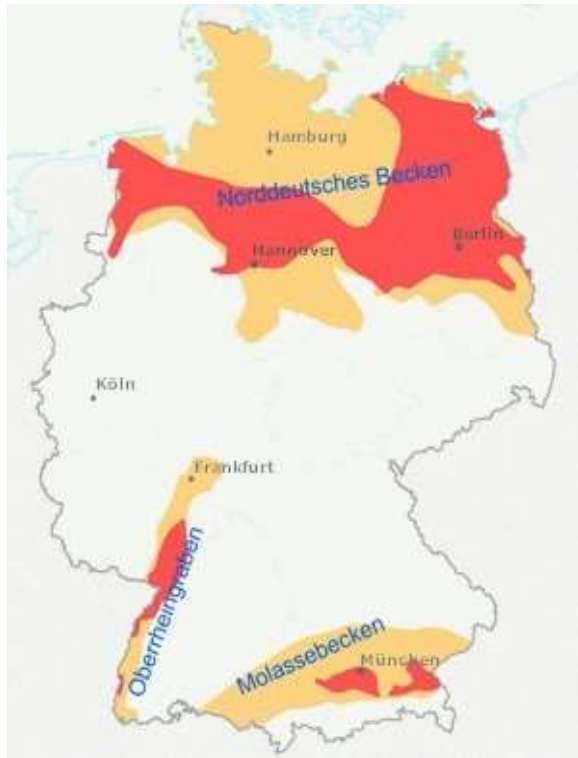
Waren (Müritz)
Neubrandenburg
Prenzlau
Neustadt-Glewe
Neuruppin

Steiger schon lange. Und daß diese Energie tatsächlich Nutzen bringen und uns ein Stück mehr aus jenen Ketten befreien kann, die uns heute noch fest an die tödliche Atomenergie wie an die lebensfeindliche Verbrennung von Kohle, Öl und Gas binden – dies ist nicht etwa nur die Erkenntnis ferner Forscher irgendwo in den USA. Sondern eine Erfahrung, die östlich der Elbe schon seit langem bekannt ist.

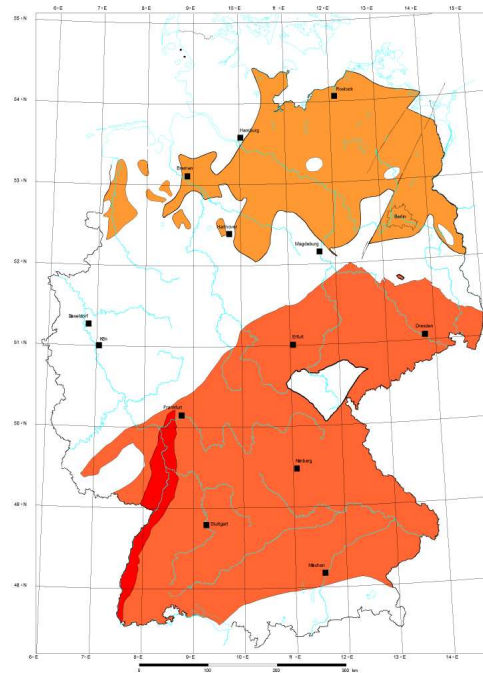
Quelle: SZ: B. Erhoff; Energie und Umwelt, 27.02.1991

FW_FFB_221116

Reservoir in Deutschland

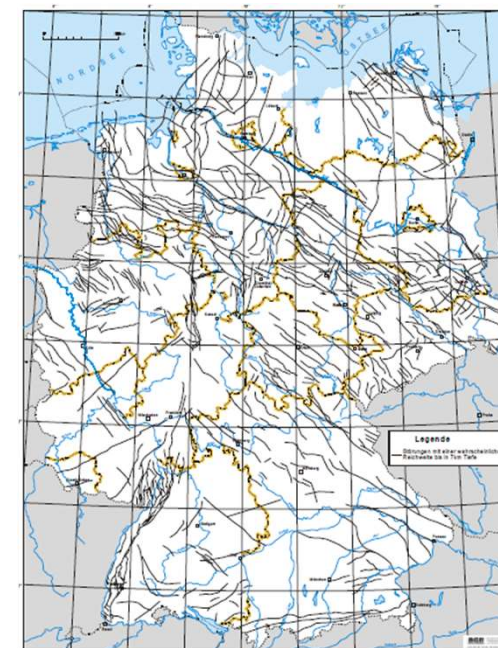


1% Heißwasseraquifere



95% kristalline Gebiete

**Stromgewinnung:
300.000 TWh oder 1.200 EJ
Strombedarf:
2 EJ pro Jahr**

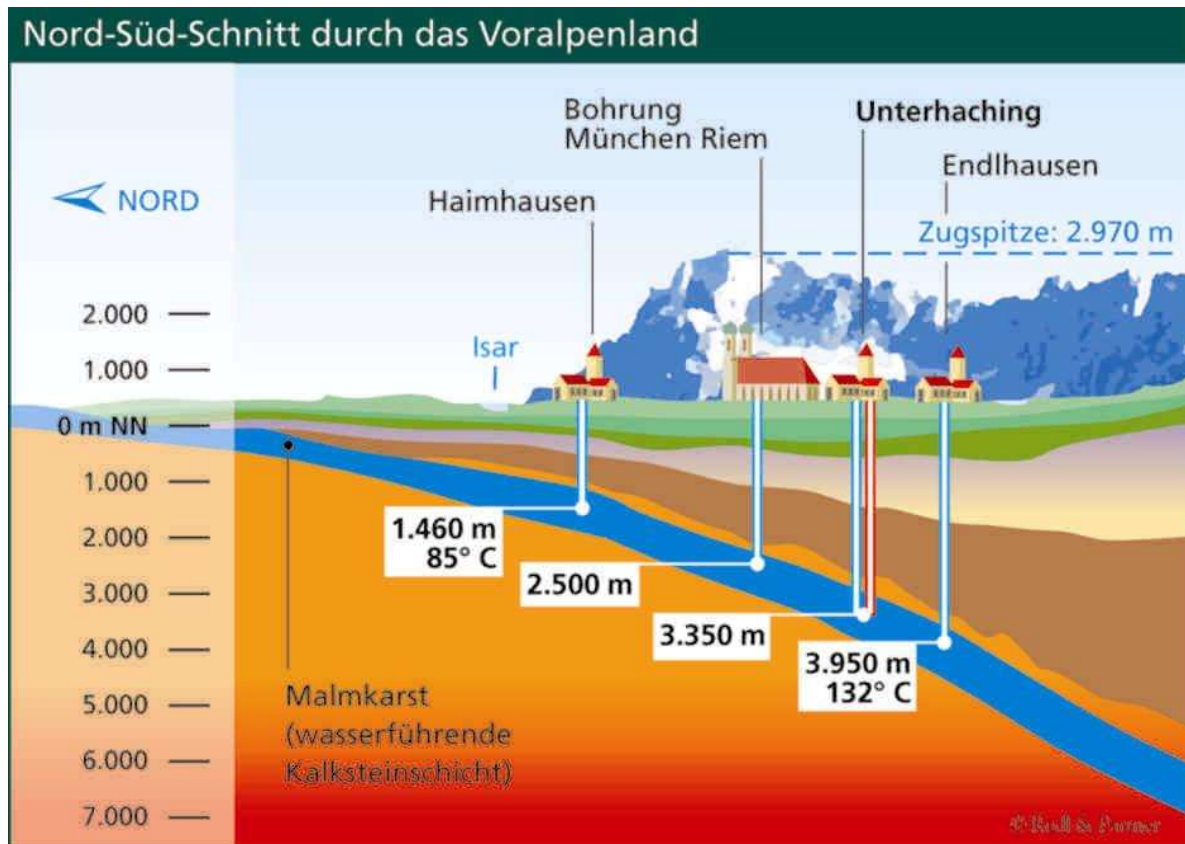


4% Störungszonen

Quelle: Sachstand: Möglichkeiten Geothermischer Stromerzeugung.
H. Paschen, D. Oertel, R. Grünwald; TAB Feb. 2003

FW_FFB_221116

Das war schon längst bekannt:



FW_FFB_221116

Bayrische Verfassung, Artikel 83 (kommunale Daseinsvorsorge)

- (1) In den eigenen Wirkungskreis der Gemeinden (Art. 11 Abs. 2) fallen insbesondere die Verwaltung des Gemeindevermögens und der Gemeindebetriebe; der örtliche Verkehr nebst Straßen- und Wegebau; die **Versorgung der Bevölkerung mit Wasser, Licht, Gas und elektrischer Kraft;...**
- (3) 1 Überträgt der Staat den Gemeinden Aufgaben, verpflichtet er sie zur Erfüllung von Aufgaben im eigenen Wirkungskreis oder stellt er besondere Anforderungen an die Erfüllung bestehender oder neuer Aufgaben, hat er gleichzeitig Bestimmungen über die Deckung der Kosten zu treffen.
- 2 Führt die Wahrnehmung dieser Aufgaben zu einer Mehrbelastung der Gemeinden, ist ein entsprechender finanzieller Ausgleich zu schaffen.

Der kommunale Energienutzungsplan 1997 (Energie – oder Wärmeatlas)

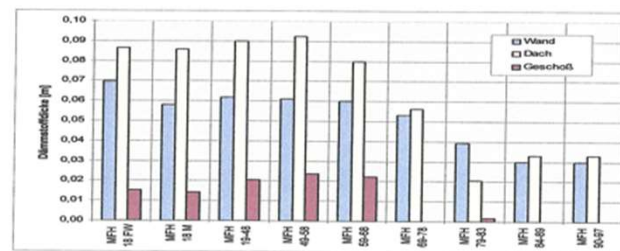
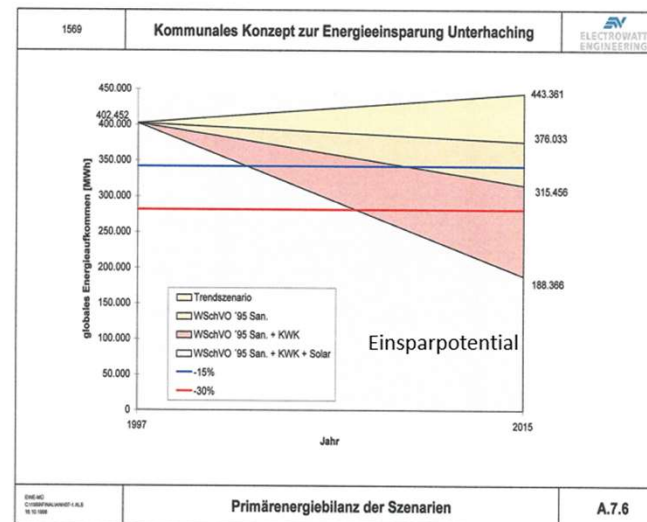
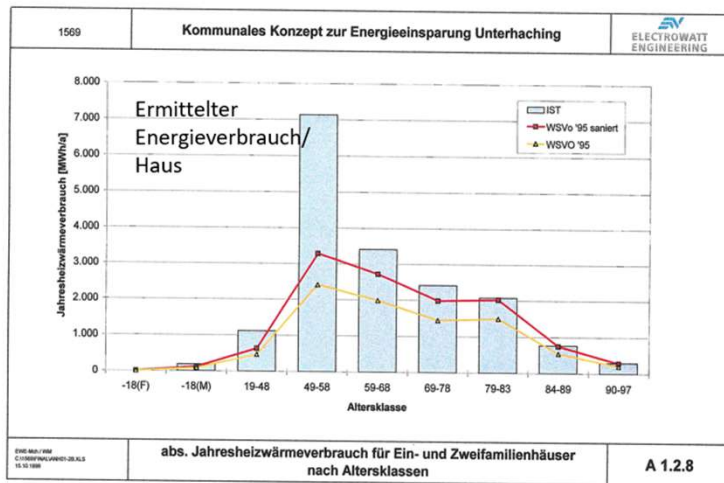
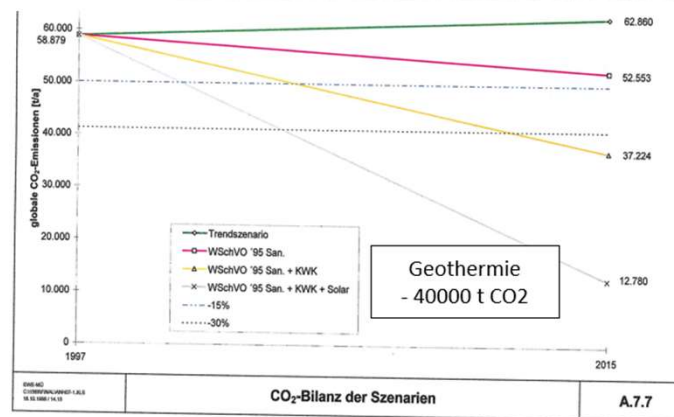


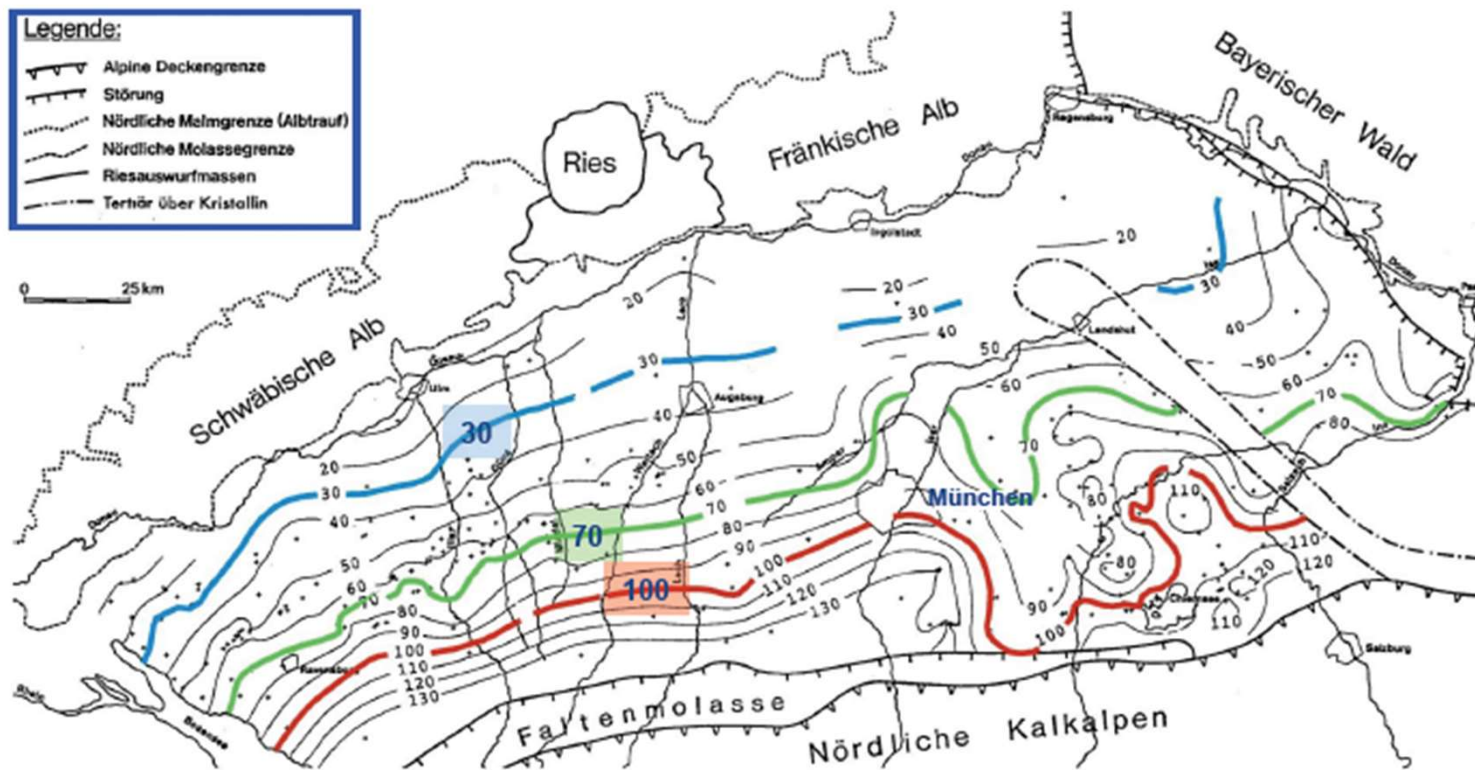
Bild 16.6: Erforderliche Dämmstoffdicken für die nachträgliche Isolierung von Außen wand, Dach und Geschoßdecken eines MFH in Abhängigkeit des Baujahres

Zum Vergleich ist zusätzlich der alte spezifische Jahres-Gebäudewärmeverbrauch q_{th} und der spezifische Jahres-Gebäudewärmeverbrauch q_{95} , der bei Neubauten nach der WSVo 95 zu erwarten ist, dargestellt.



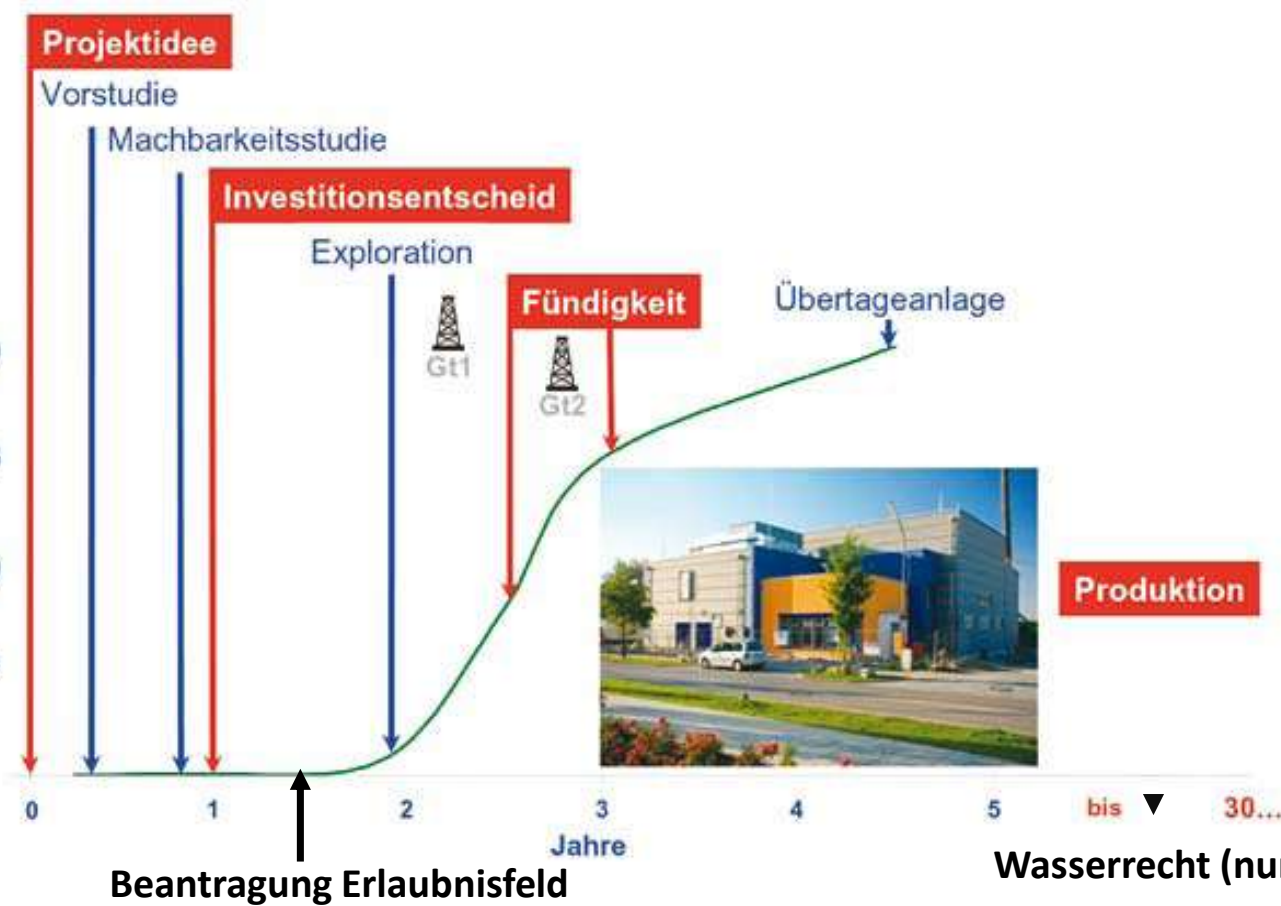
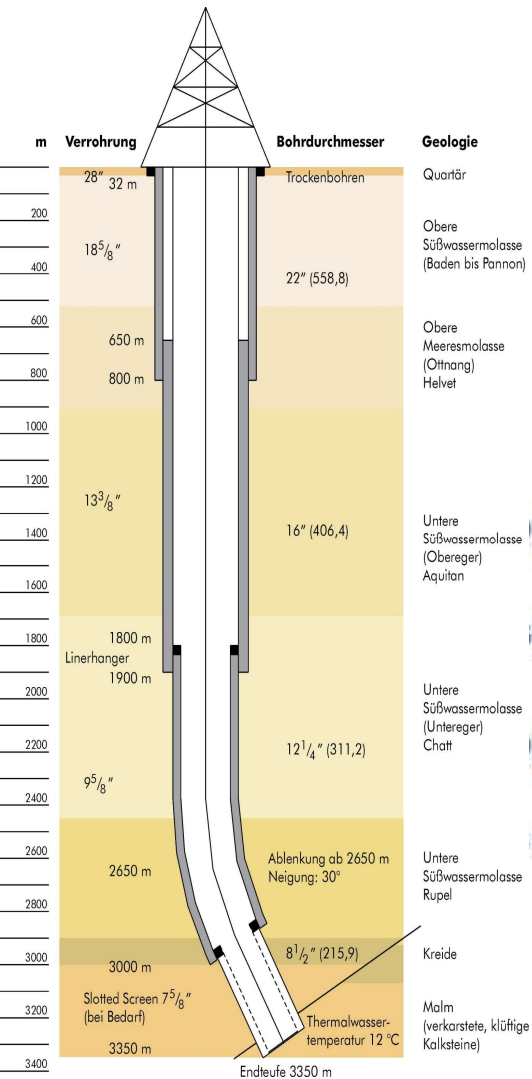
Möglichkeiten der Energieeinsparung in Unterhaching			
Verbrauchsminimierende Maßnahmen bei Alt- und Neubauten (z.B. Wärmedämmung)	Einsparpotential		
	Gebäudewärme	33 %	
	Warmwasser	50 – 70 %	
Rationelle Energieumwandlung (z.B. mit modernen Heizkesseln)	Einsparpotential		
	Brennwertkessel	bis zu 40 %	
	Dezentrale Blockheizkraftwerke	37 %	
Einsatz regenerativer Energien Solar nutzbare Dachfläche ca. 200.000 m²	Deckungsrate		
	Solarthermische Nutzung	Warmwasser	2 43 %
		ges. Wärmeverbrauch	38 %
	Photovoltaik	Stromverbrauch Tarifkunden	56 %
Einsatz dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung (Versorgung von Einzelgebäuden und Wärmeinseln mit Strom und Wärme aus Blockheizkraftwerken)	Technisches Potential		
	ges. Wärmeverbrauch	45 %	
	ges. Stromverbrauch	70 %	

Isothermen Top Malm (1989)



Jobmann & Schulz (1989)

Projektverlauf für die Tiefe Geothermie (Unterhaching)



Bewilligung

50...

FW_FFB_221116

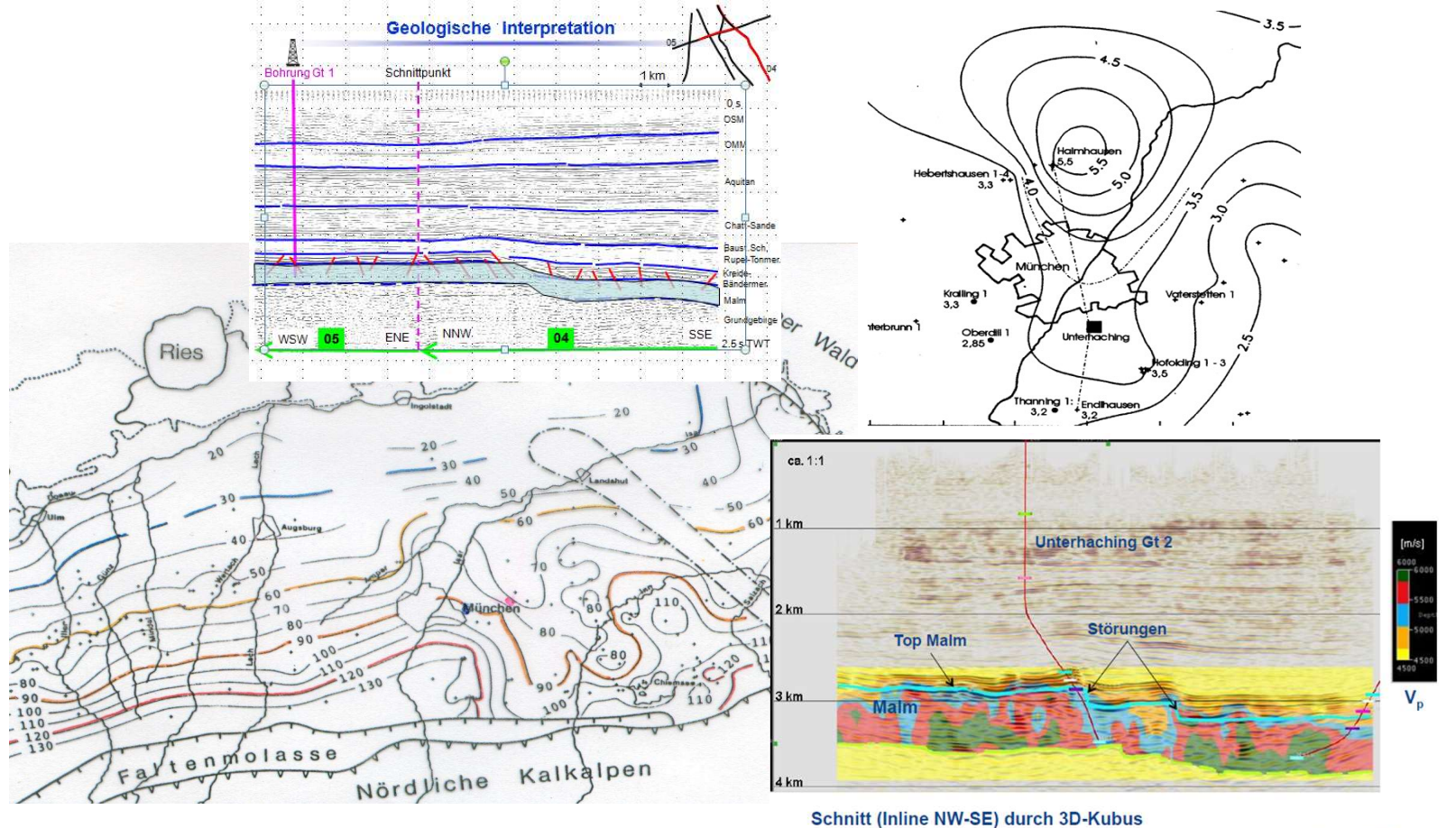
BStMWIVT:
Aufsuchungserlaubnis 11 März 2002 mit Einschränkung der
Erwartungen

„Zum Aufsuchungsvorhaben wurden Stellungnahmen der
Regierung von Oberbayern und des Landesamtes für
Wasserwirtschaft als Träger öffentlicher Belange insbesondere
zu entgegenstehenden Interessen der Landesplanung,
Raumordnung und des Naturschutzes sowie der
Wasserwirtschaft eingeholt.

**Das Geologische Landesamt wurde um Stellungnahme zu
den geologischen und geothermischen Annahmen des
Antrages gebeten.** Die beteiligten Behörden erhoben gegen
das Vorhaben keine Einwendungen, die Versagensgründe
darstellen.

**Das Geologische Landesamt erhob allerdings Bedenken zu
den geothermischen Annahmen. Aufgrund der Analyse der
vorhandenen Bohrungen und seismischen Untersuchungen
erscheinen Temperaturen von ca. 95°C sowie Förder- und
Reinjektionsraten um ca. 50 l/s plausibler.“**

Die südbayrische Alpenmolasse aus der Sicht des GGA/LIAG

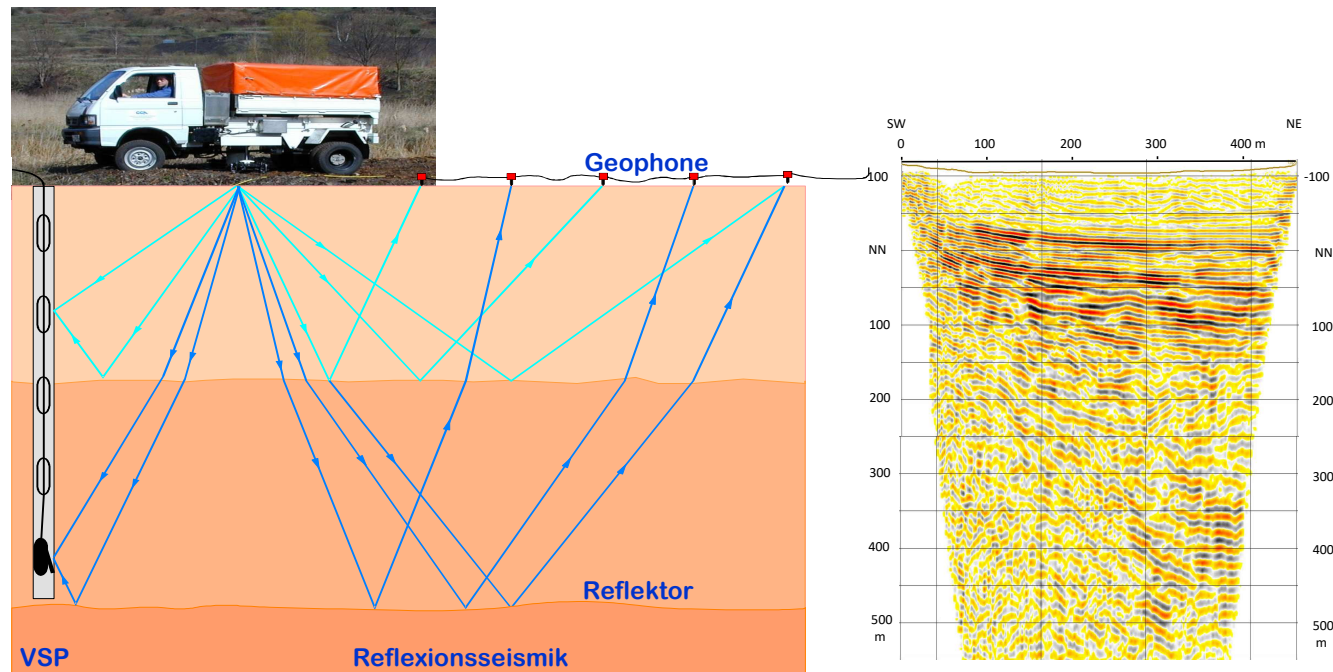


Quelle: GGA/LIAG

Lüschen et al. (2013, accepted)

FW_FFB_221116

Reflexionsseismik

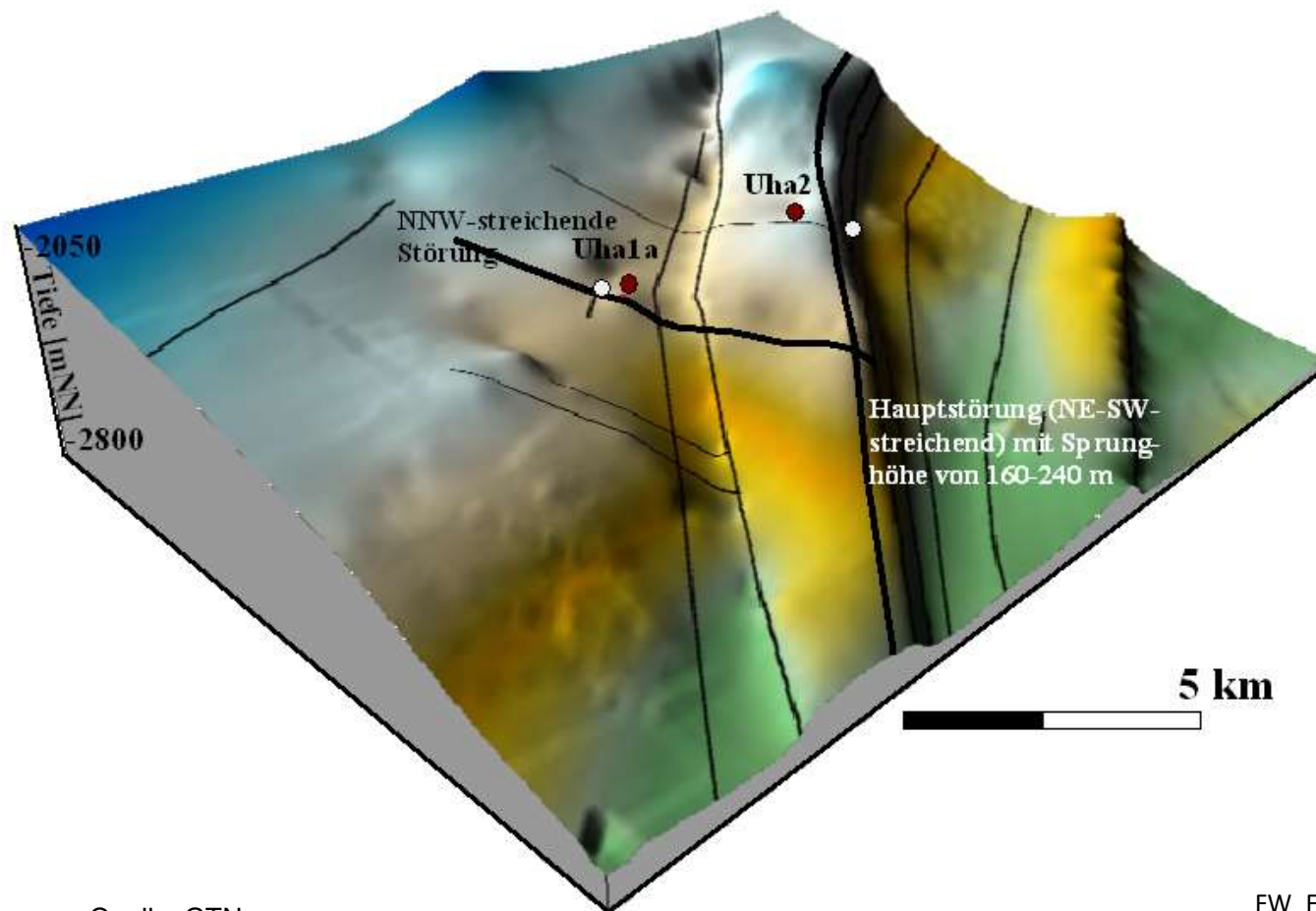


Quelle: GGA

Umweltakademie_180309

FW_FFB_221116

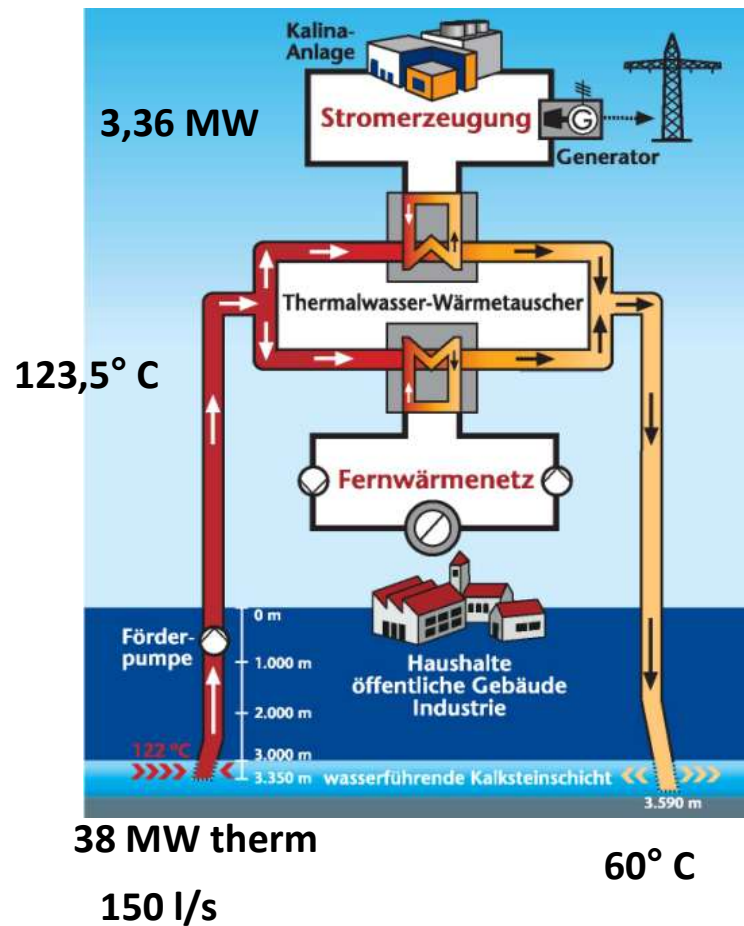
...zur grafischen Abbildung der Erdschichten im
Aufsuchungsgebiet
(Höhenmodell des Purbeck in Unterhaching)



Quelle: GTN

FW_FFB_221116

Die Pionierrolle der Geothermie Unterhaching: Wärme und Strom parallel



Quelle: Geothermie Unterhaching

Ein Dreiwegeventil steuert die Fließraten für die Wärme – und Stromproduktion

Die Anforderung von Wärme hat Priorität

Die Stromproduktion wird präzise im Sekundentakt der alternierenden Fließrate angeglichen

Die Vorlauftemperatur für die Fernwärme kann ohne Zuheizung erzeugt werden

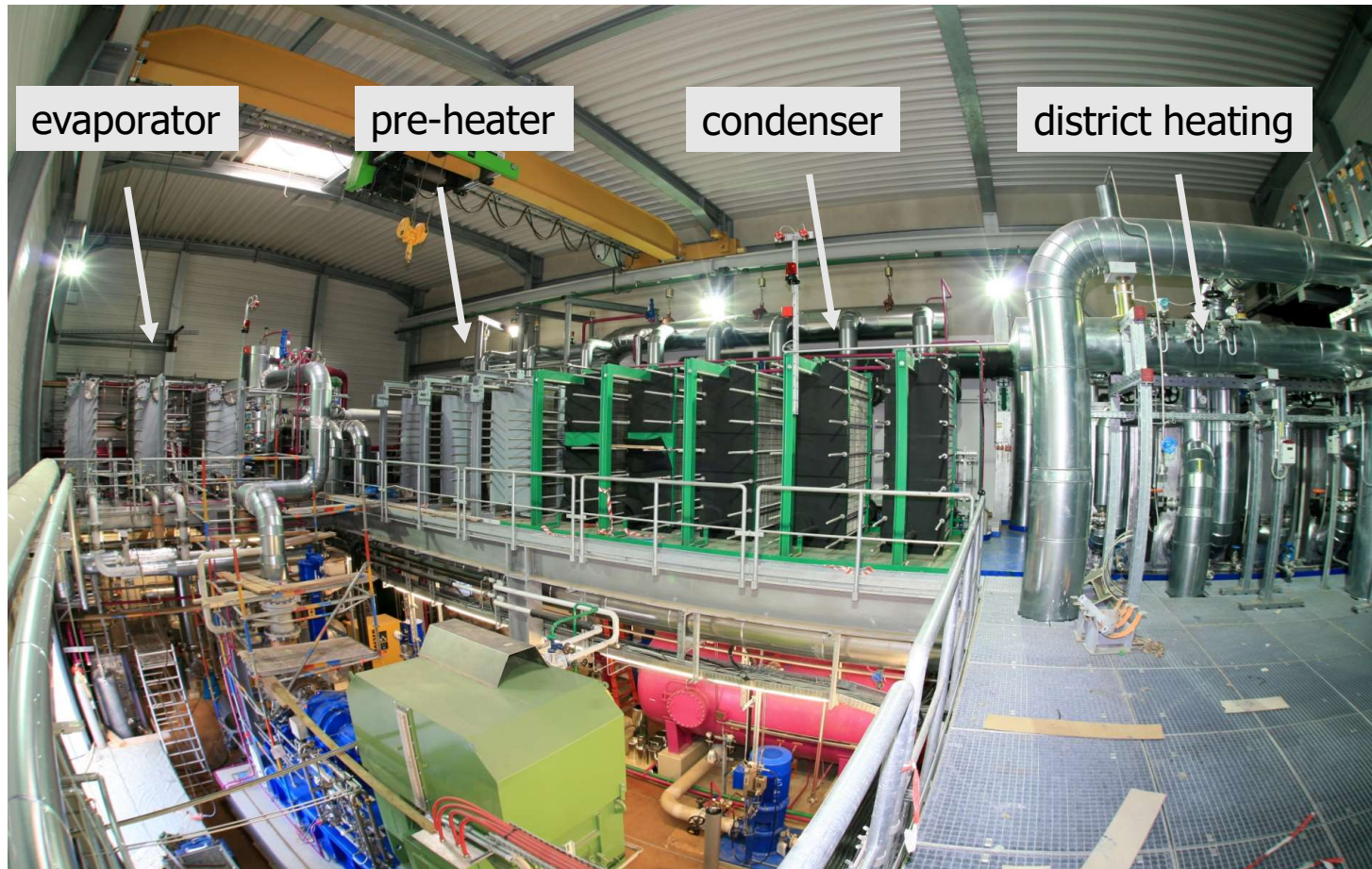
Es werden stets 100% des Thermalwassers verarbeitet

Weitere mögliche Nutzung:

Kältenetz
Gewächshäuser
Fischzucht
Spa-Thermalbad

FW_FFB_221116

Plattenwärmetauscher

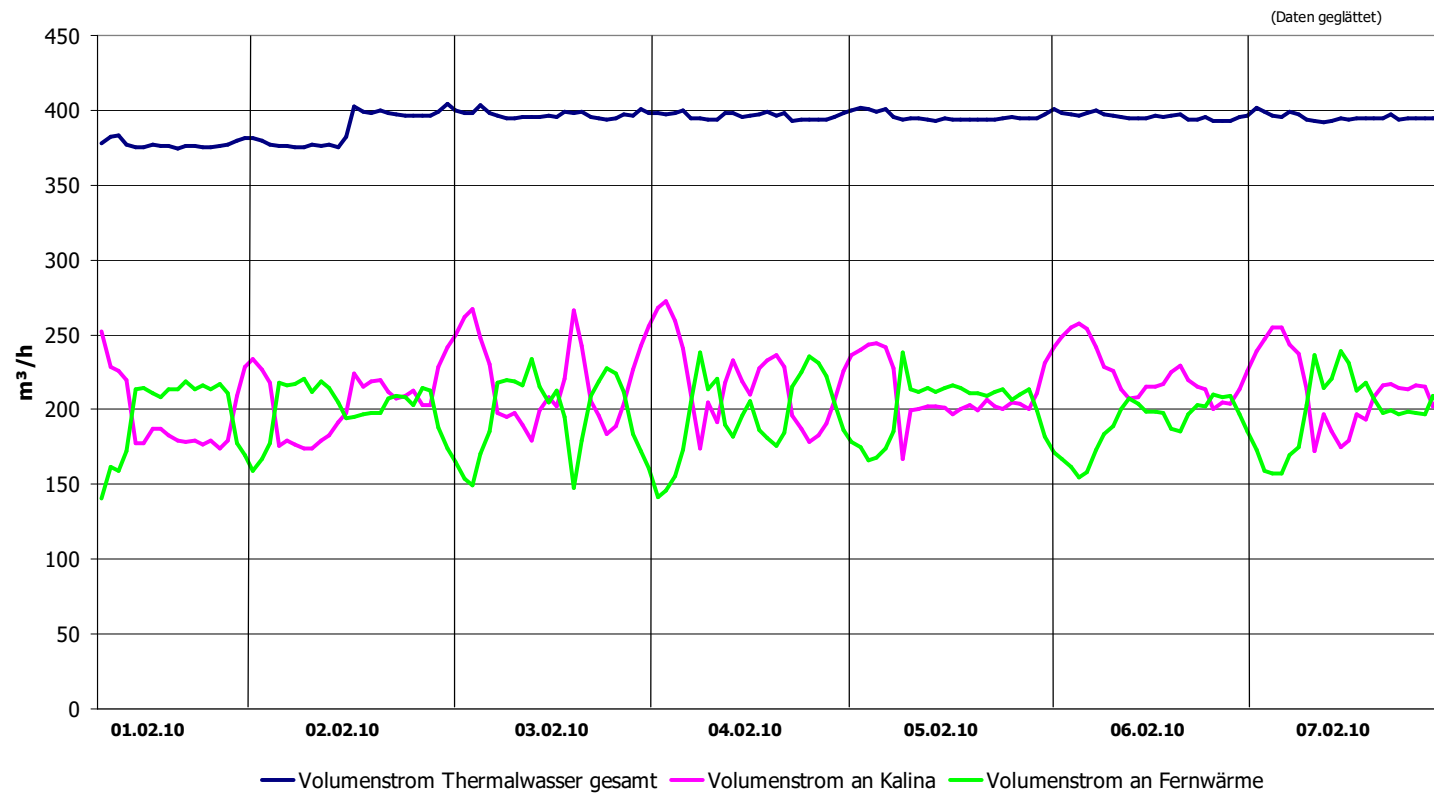


Quelle: Geothermie Unterhaching

FW_FFB_221116

... und es funktioniert!

Parallelbetrieb Strom/Fernwärme KW 5/2010



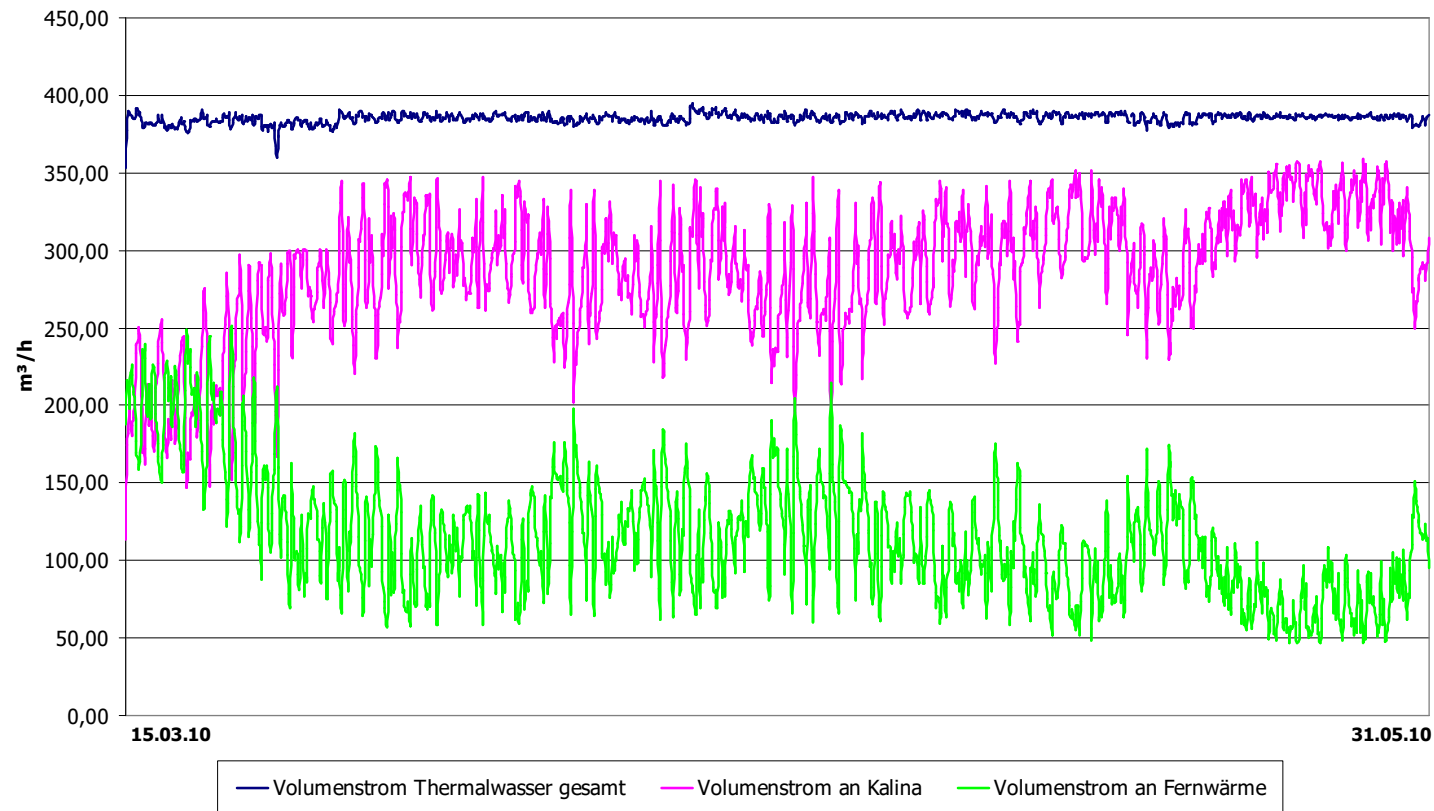
Quelle: Geothermie Unterhaching

FW_FFB_221116

... und es funktioniert auch auf Dauer!

Parallelbetrieb Strom/Fernwärme KW 10 - 22

(Daten geglättet, ohne Stillstandszeiten)



Quelle: Geothermie Unterhaching

FW_FFB_221116

Fernwärmeversorgung nach massiven Preissteigerungen bei Heizöl und Erdgas ab 2004

45 km Fernwärmeleitung

**Invest: ca. 90 Mio. Euro davon 52 Mio.
Euro für FW**

Anschlussleistung 2016:

65 MW therm

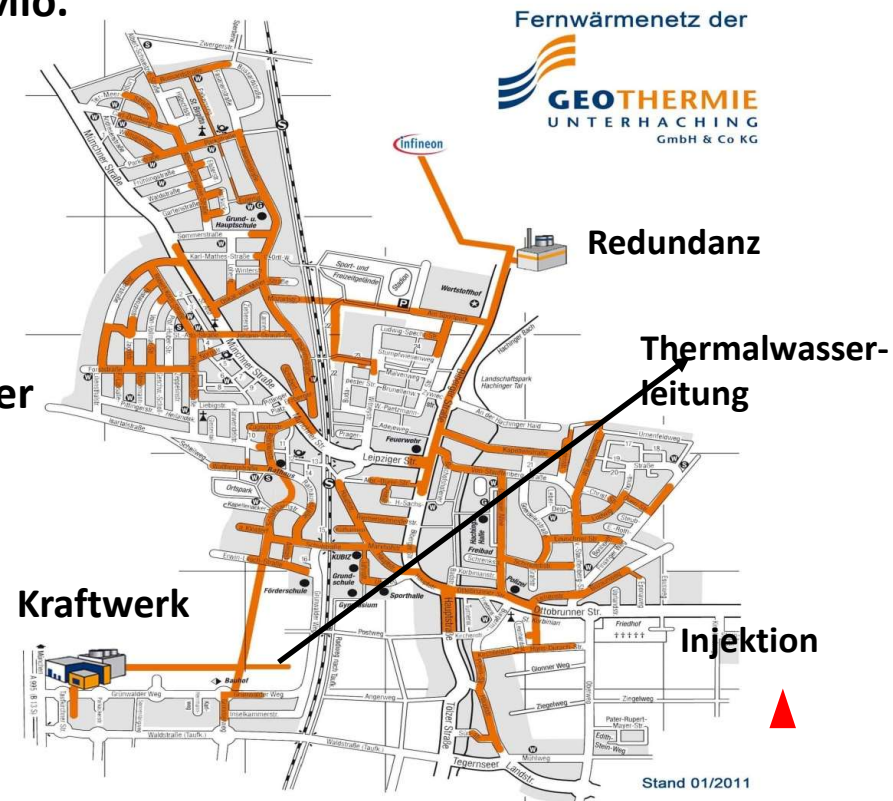
60% der Haushalte in Uhg

**Anschlusskosten für Wärmetauscher
und 5 m Leitung im Grundstück:**

1233,00 Euro (bis Ende 2010)

Arbeitspreis netto 2007:

5,587 ct/kWh



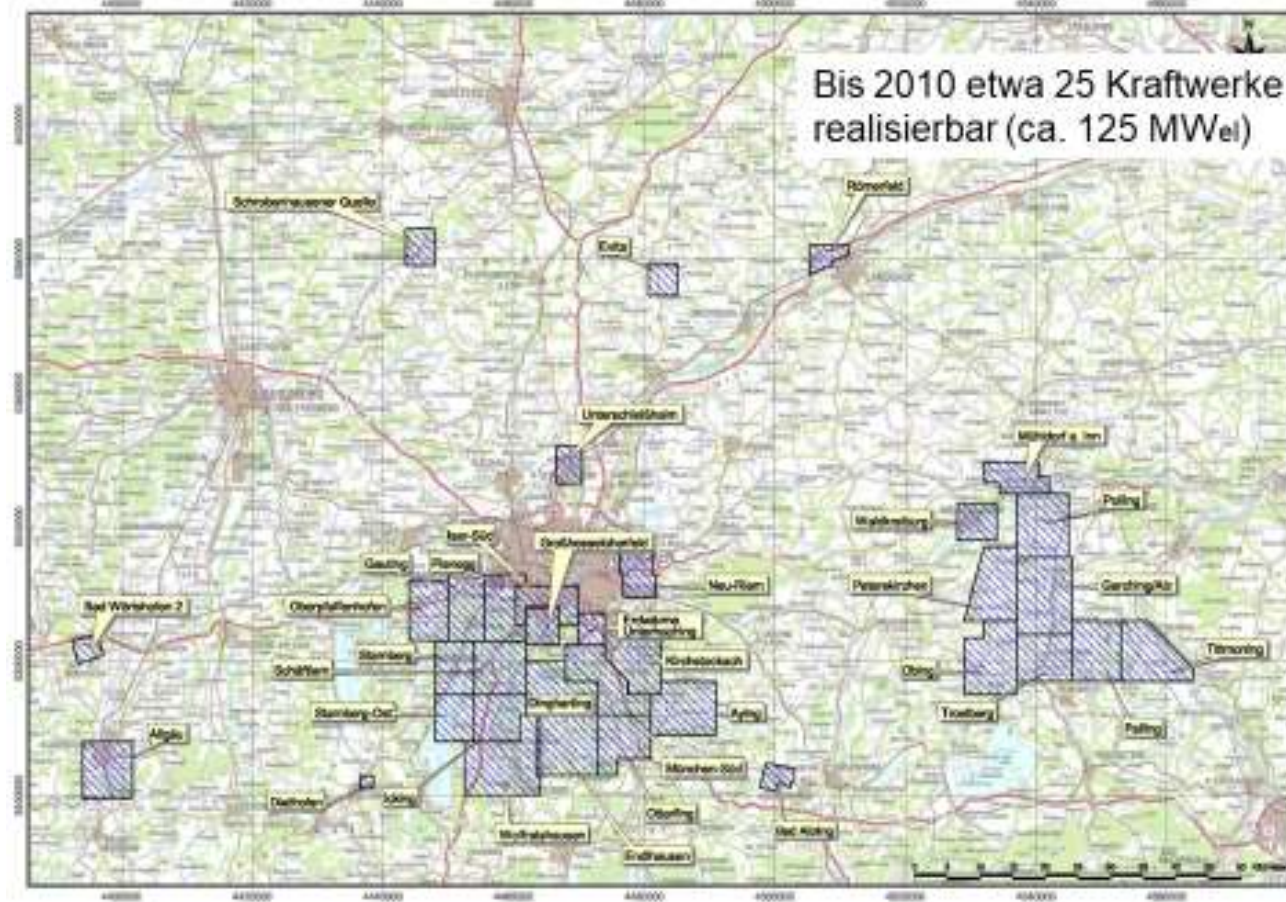
Anschlusskostenpauschale neu: 4.428,57 € (KfW: 1800,00 €)

Erlaubnisfelder Jan. 2005

Erlaubnisfelder Südbayern (genehmigt)

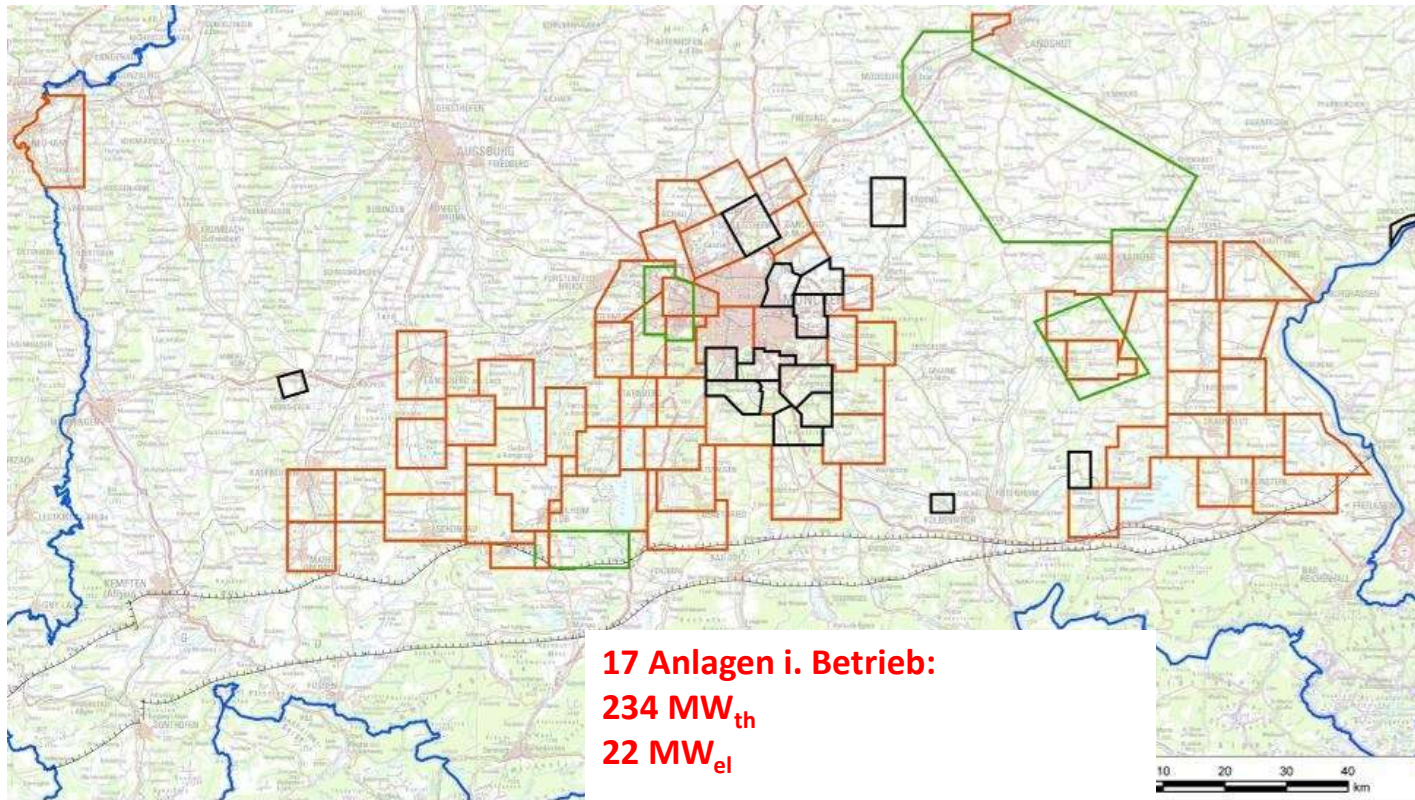
Maßstab: 1 : 500.000 (für DIN A3)

Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (Stand: 13.01.2005)



FW_FFB_221116

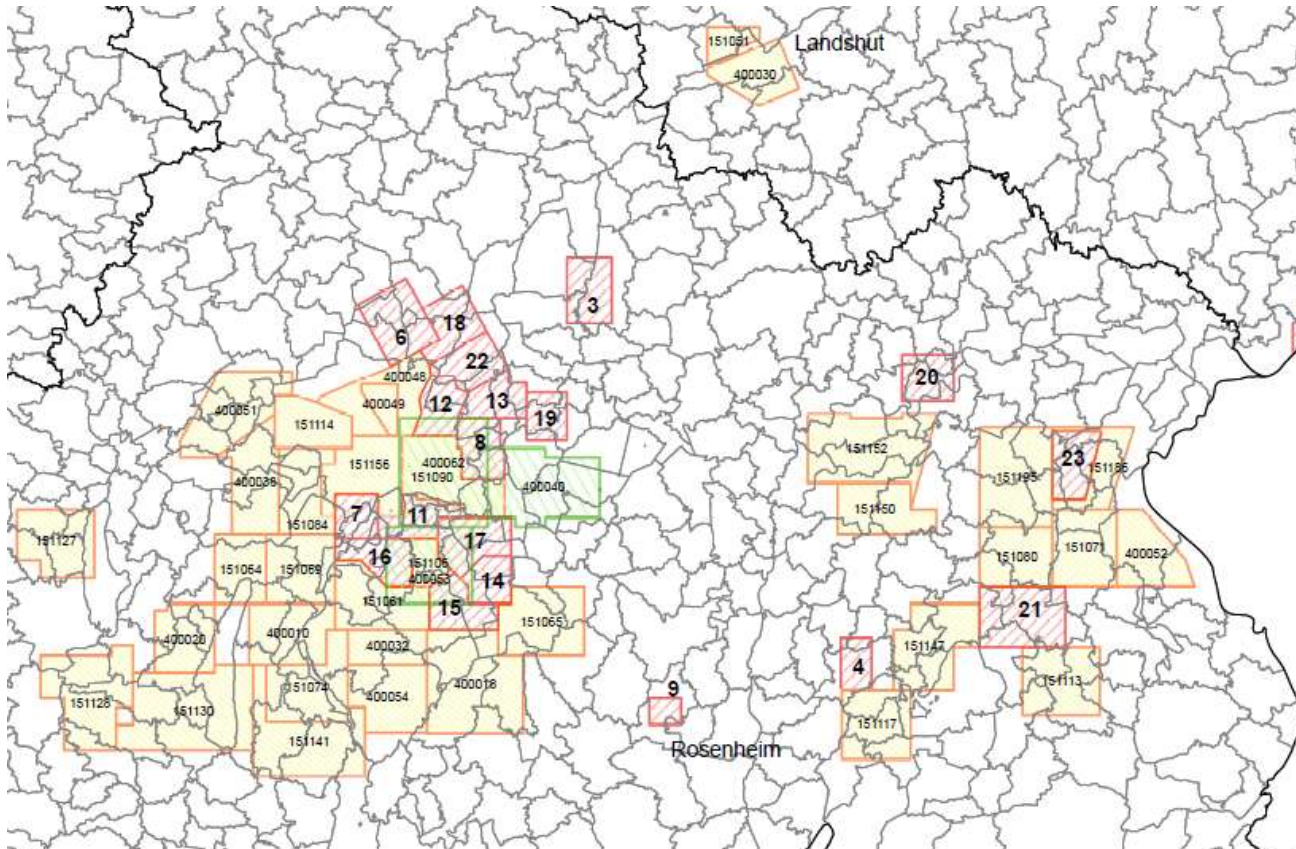
Erlaubnis – und Bewilligungsfelder in der Molasse 2011



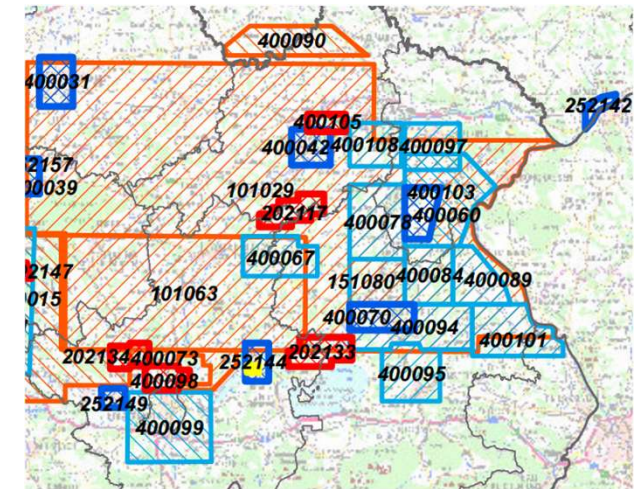
87 Felder

Quelle: BStMWIVT 2011

FW_FFB_221116



55 Aufsuchungs-/Bewilligungsfelder



Tiefe Geothermie-Projekte in Deutschland 2021/22

Nutzung der Tiefen Geothermie in Deutschland
(Stand August 2017)

Anzahl der Anlagen in Betrieb: 12 (Strom und/oder Wärme)
 1a davon Anlagen mit Wasseraumwärmung 3b
 1c davon Anlagen mit Stromerzeugung 12
 1d davon kombinierte Anlagen mit Strom- und Wärme-
 installierter Wasseraumwärmung 304 MW
 installierte elektrische Leistung 55 MW
 Bruttoelektrischezeugung 2020: 217 GWh
Anzahl der Anlagen in Bau: 5
Forschungsanlagen: 4
Thermalisierer: 1/0 * ohne Thermalisierer

Legende

-  in Betrieb
-  in Betrieb mit Stromerzeugung
-  in Bau
-  in Bau mit Stromerzeugung
-  Forschung
-  in Planung (Strom und/oder Wärme)
-  Thermalbad / Kälteanlage
-  Anzahl Thermalbäder / Kälteanlage

Weitere Informationen zu allen geothermischen Projekten der Tübinger Geothermie stehen auf www.geothermie.de zur Verfügung. Gesamtgründungs-Kundenwert und Geothermie auf www.geo.de



ANGER

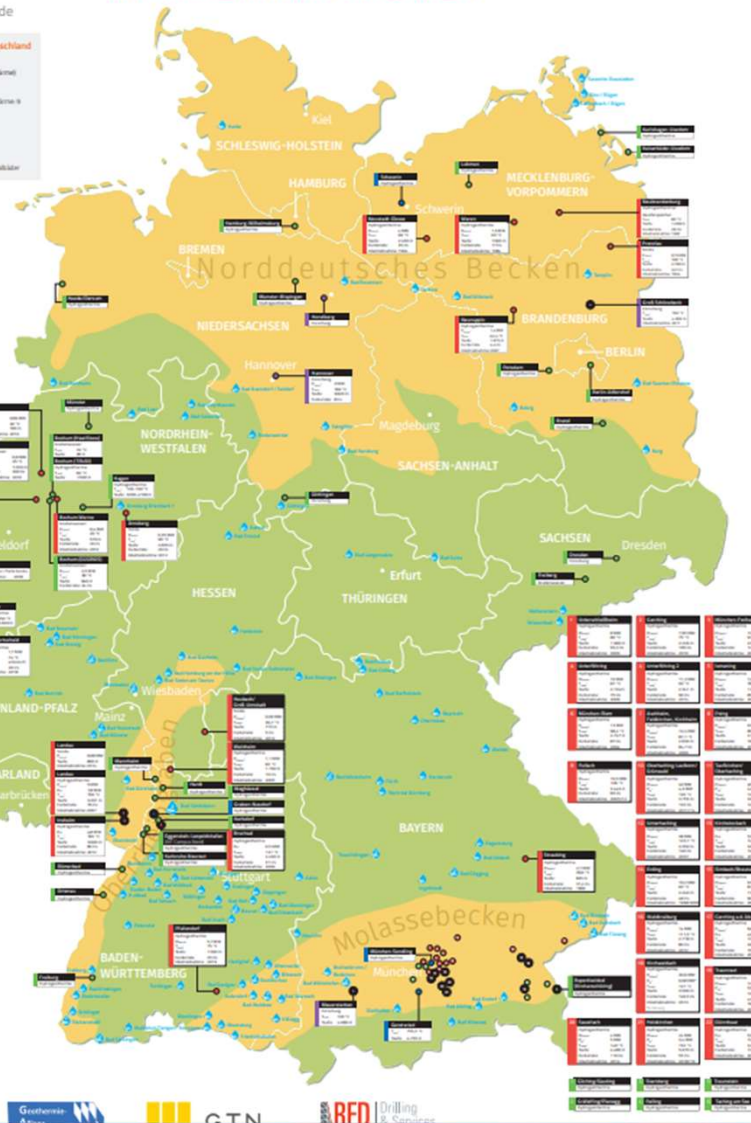
Deutsche
ERDWÄRME



FAU FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

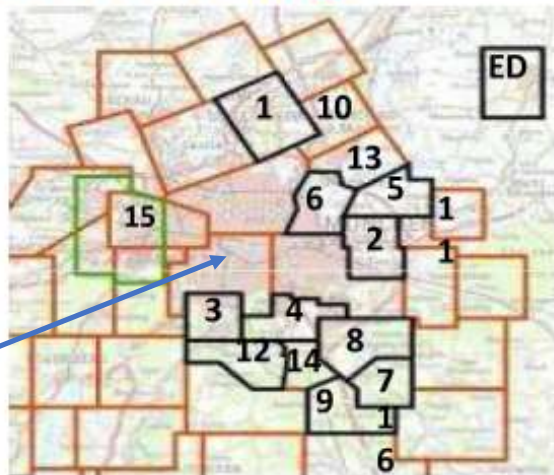
 **Fraunhofer**
IG

gec-co
GLOBAL ENGINEERING & CONSULTING



Geothermieranlagen der Region München in Betrieb

Munich and Surroundings



1	Unterschleißheim (Wärme)	31 MWth
2	SWM München-Riem (Wärme)	10 MWth
3	Pullach (Wärme)	15 MWth
4	Unterhaching (Wärme/ Strom)	38 MWth
5	Aschheim-Feldkirchen-Kirchheim (Wärme)	19 MWth
6	Unterföhring (Wärme)	20 MWth
7	Dürrnhaar (Strom)	(>45 MWth)
8	Kirchstockach (Strom) <i>SWM-Umrüstung: Wärme/Strom</i>	(>45 MWth)
9	SWM Sauerlach (Strom/Wärme)	5 MWth
10	Garching (Wärme)	6 MWth
11	Poing (Wärme)	7 MWth
12	Grünwald Wärme/Strom)	40 MWth
13	Ismaning (Wärme)	7 MWth
14	Taufkirchen (Wärme/Strom)	40 MWth
ED	Erding (Wärme)	10 MWth
15	München-Freiham <i>Wärme 2017</i>	10 MWth
16	Holzkirchen <i>Wärme/Strom 2019</i>	25 MWth

Stand 2021

17 Anlagen in Betrieb

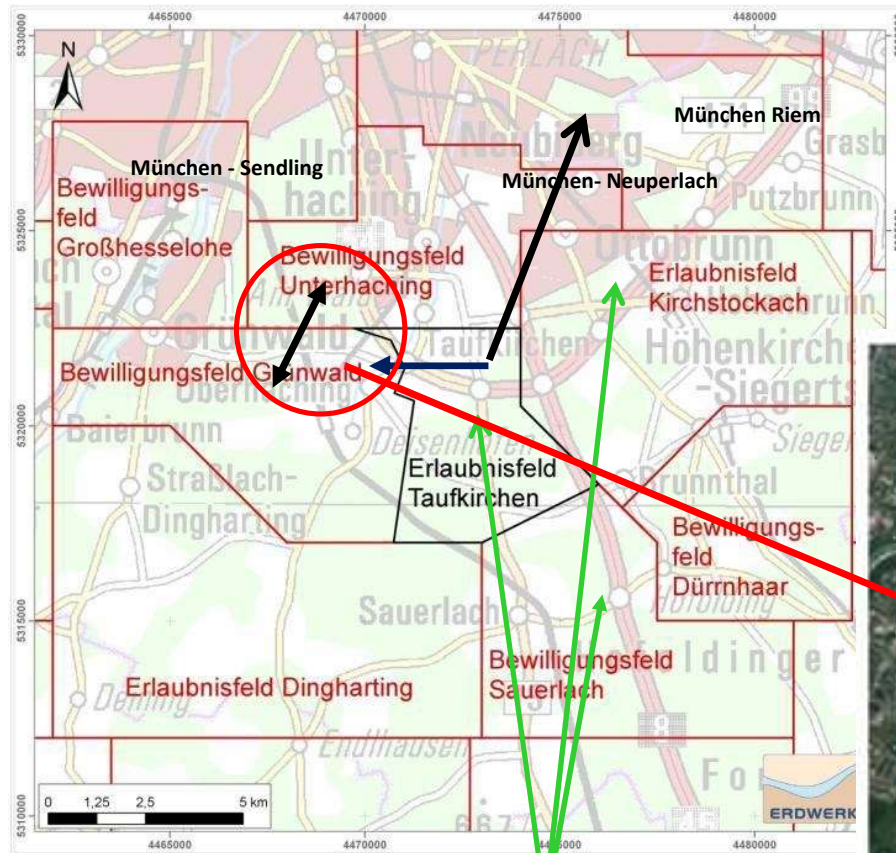
ca. 300 MW_{th}

ca. 24 MW_{el}

1 Anlage im Bau

bis 80 MW_{th}

Aufsuchungs – und Bewilligungsfelder südlich von München



Kombination mit
Biomasse

Wärmeversorgung

Strom und Wärme



FW_FFB_221116

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



In Zusammenarbeit mit:



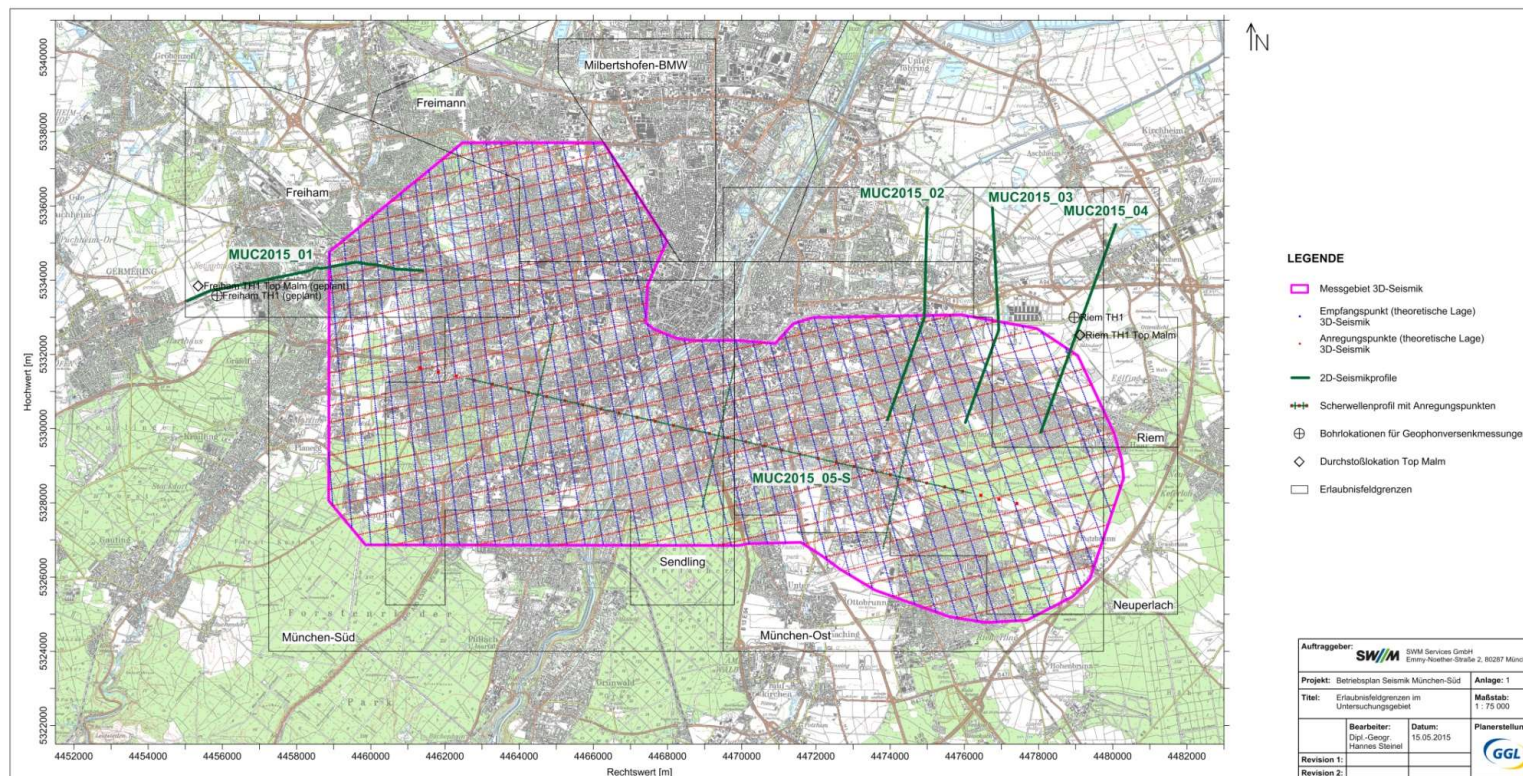
„Ganzheitlich optimierte und nachhaltige Reservoirerschließung für
tiefengeothermische Anlagen im bayerischen Molassebecken -

Entwicklung eines 50 MWel Kraftwerks und Erschließung von 400 MWth für die
Fernwärme in München“

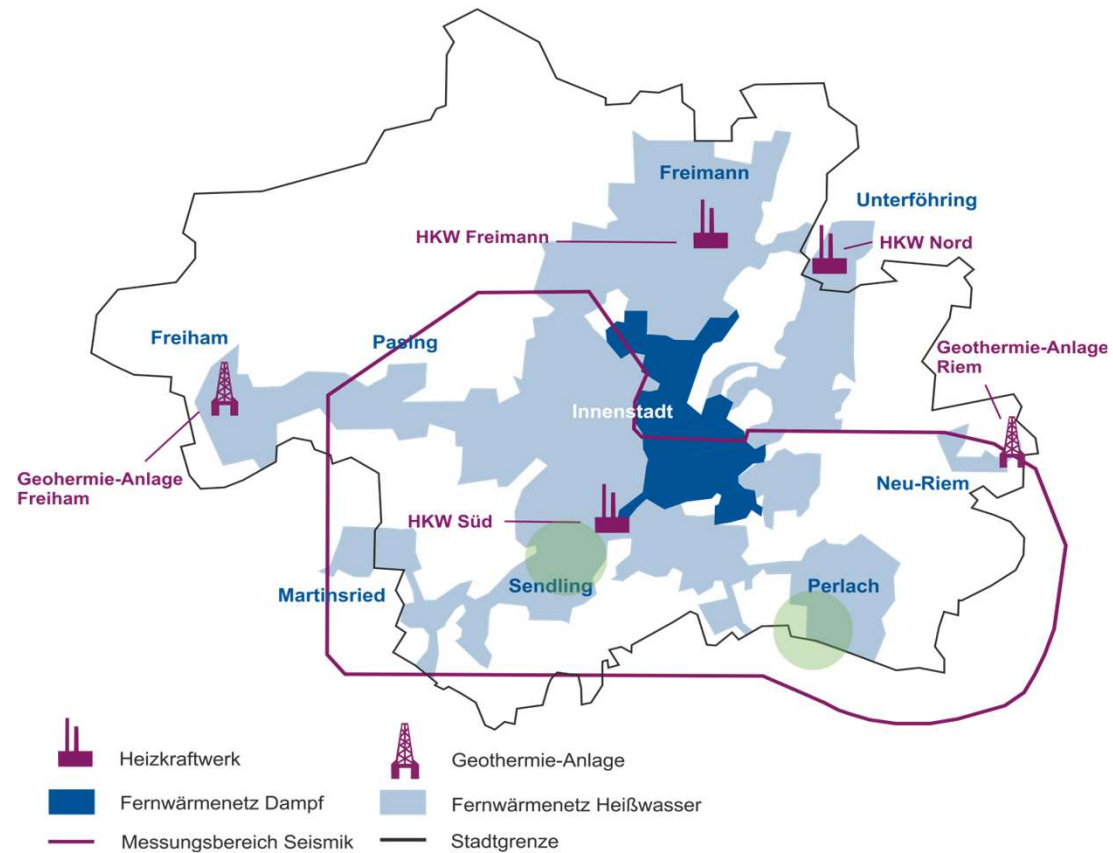
GRAMÉ

FKZ: 0325787A

GRAME: Geophysikalische Messungen



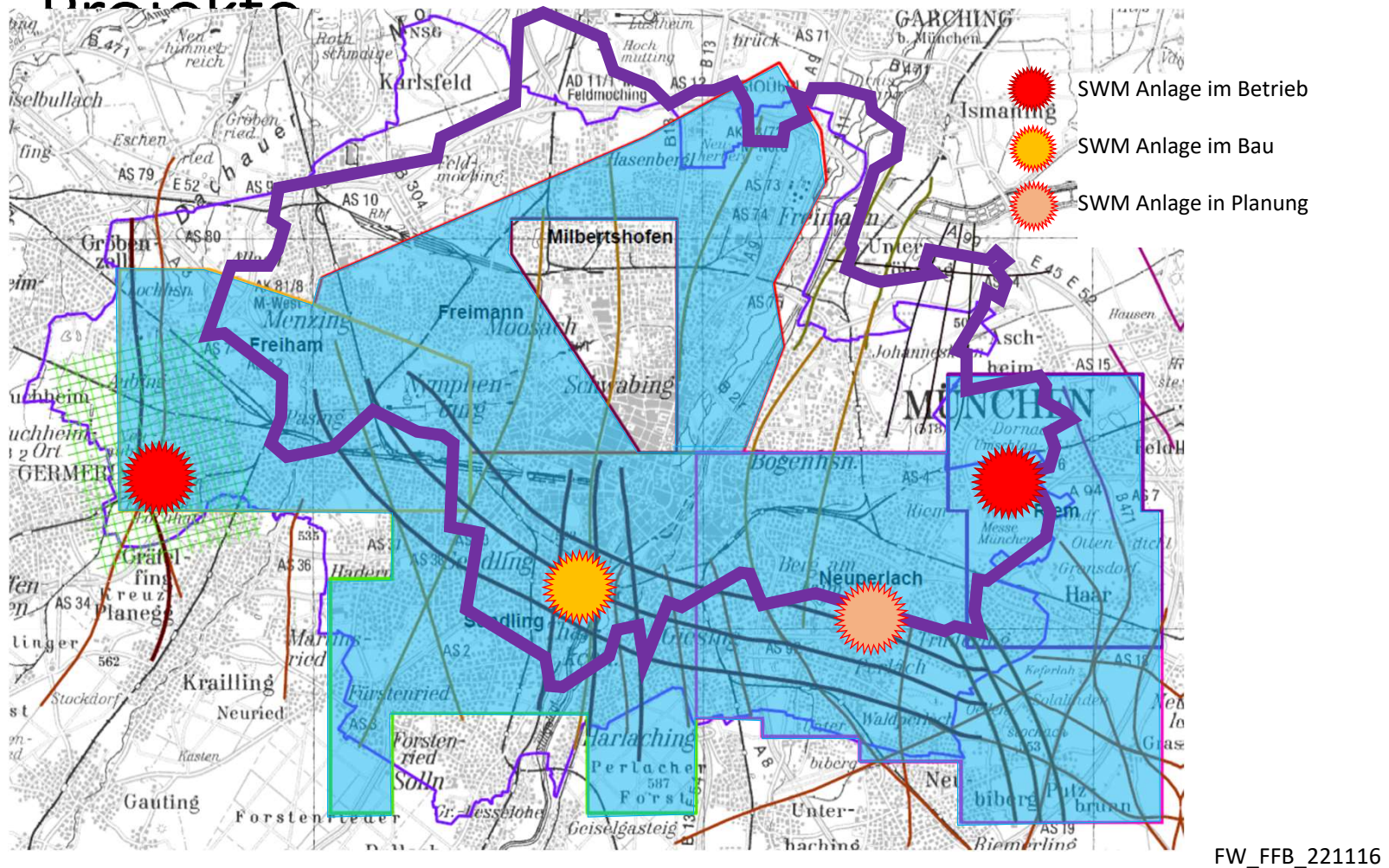
Fernwärmevision 2040 – 100% Erneuerbare Energien



Quelle: SWM

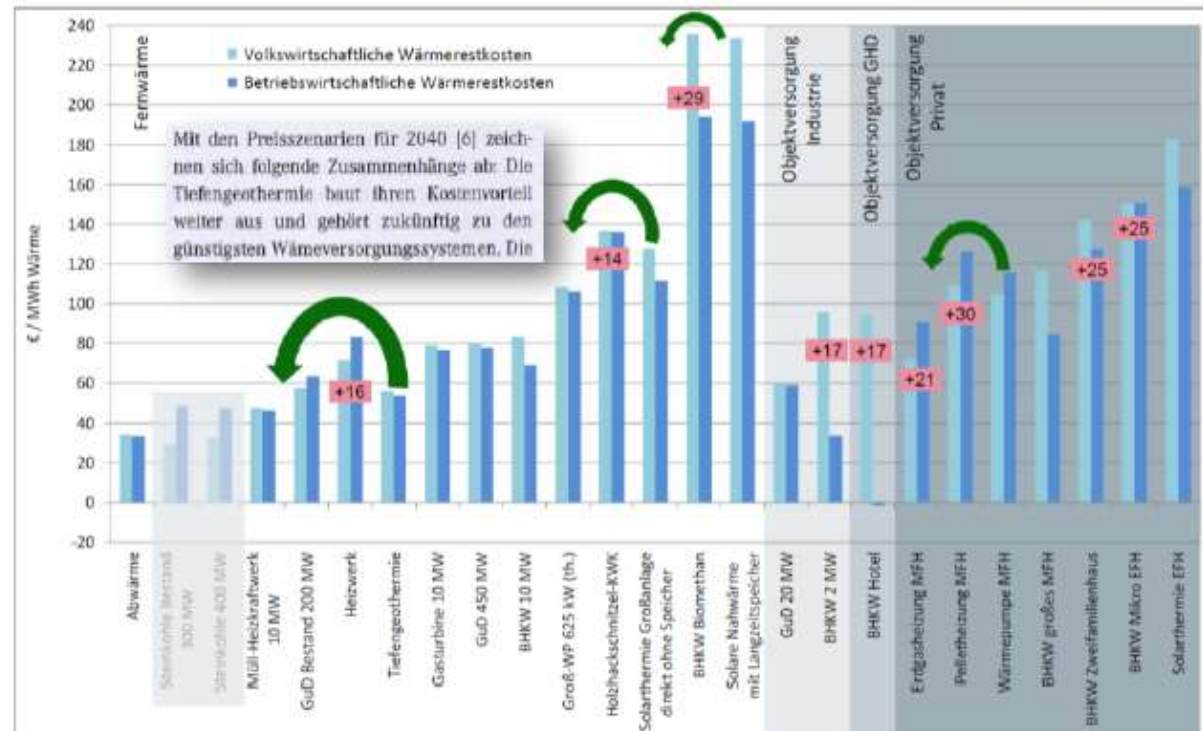
FW_FFB_221116

SWM Geothermieaktivitäten und Projekte



ewt 8/2015

Technologievergleich für 2040* - Gewinner und Verlierer



acatech; Strategietreffen Geothermie; 26.10.2016

7

26.10.2015

Abschätzung celarius paribus mit 2040er Preisen für Brennstoffe, CO₂, Strom

SW/M

FW_FFB_221116

Standortentwicklung HKW Süd zum modernen Energiestandort

Geothermie:

- ▶ 6 Bohrungen
- ▶ bis 80 MW_{th}
- ▶ Bohrstrecke gesamt: 24,8 km
- ▶ Bohrphase: 04/18 – 05/20
- ▶ Inbetriebnahme: 2021

Wärmespeicher:

- ▶ Flexibilisierung d. Anlagenparks
- ▶ ca. 45.000 m³ Inhalt, 50 m Höhe
- ▶ Be- und Entladeleistung bis 250 MW_{th}
- ▶ Bauzeit: 2021-2023

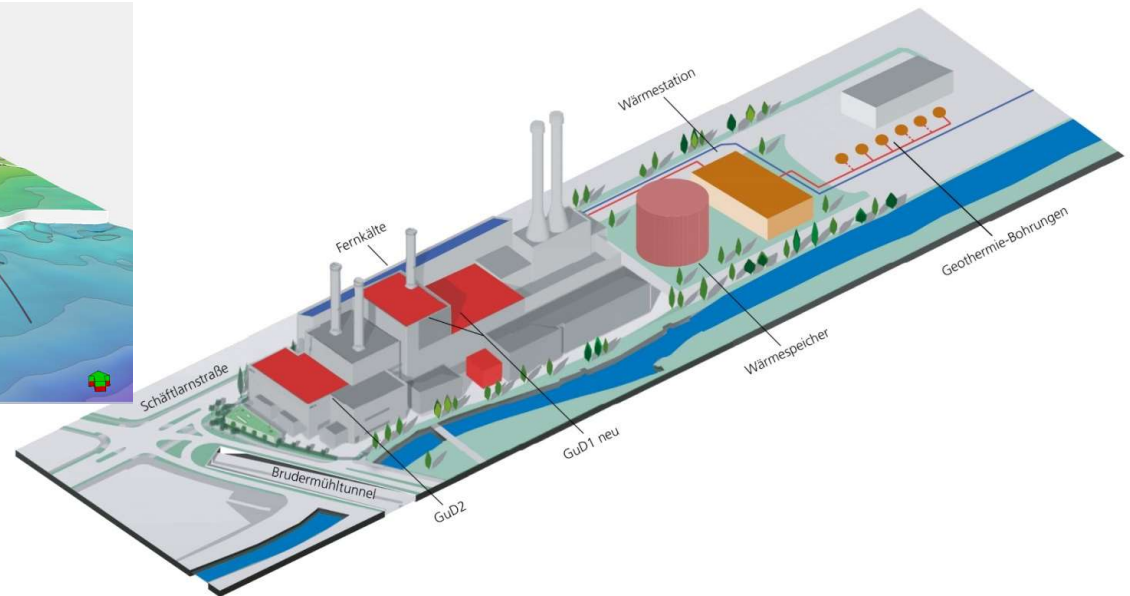
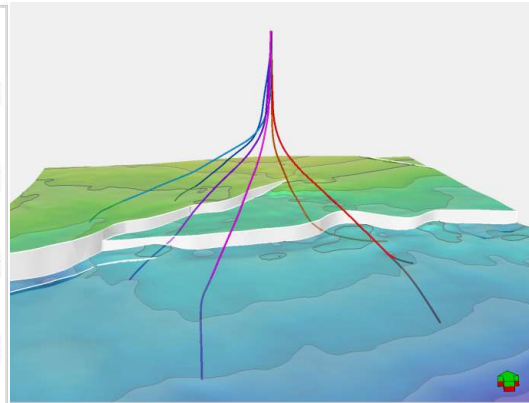
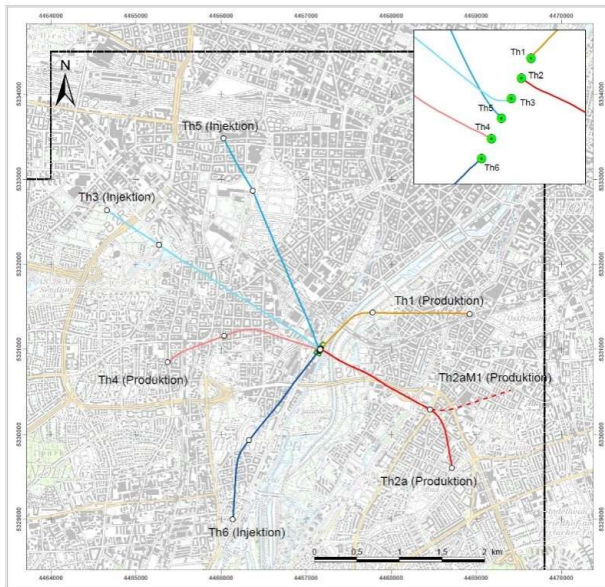
Modernisierung

GuD-Anlagen:

- ▶ Effiziente, flexible und umweltfreundliche Strom- und Wärmeerzeugung
- ▶ Bauzeit 2020-2022

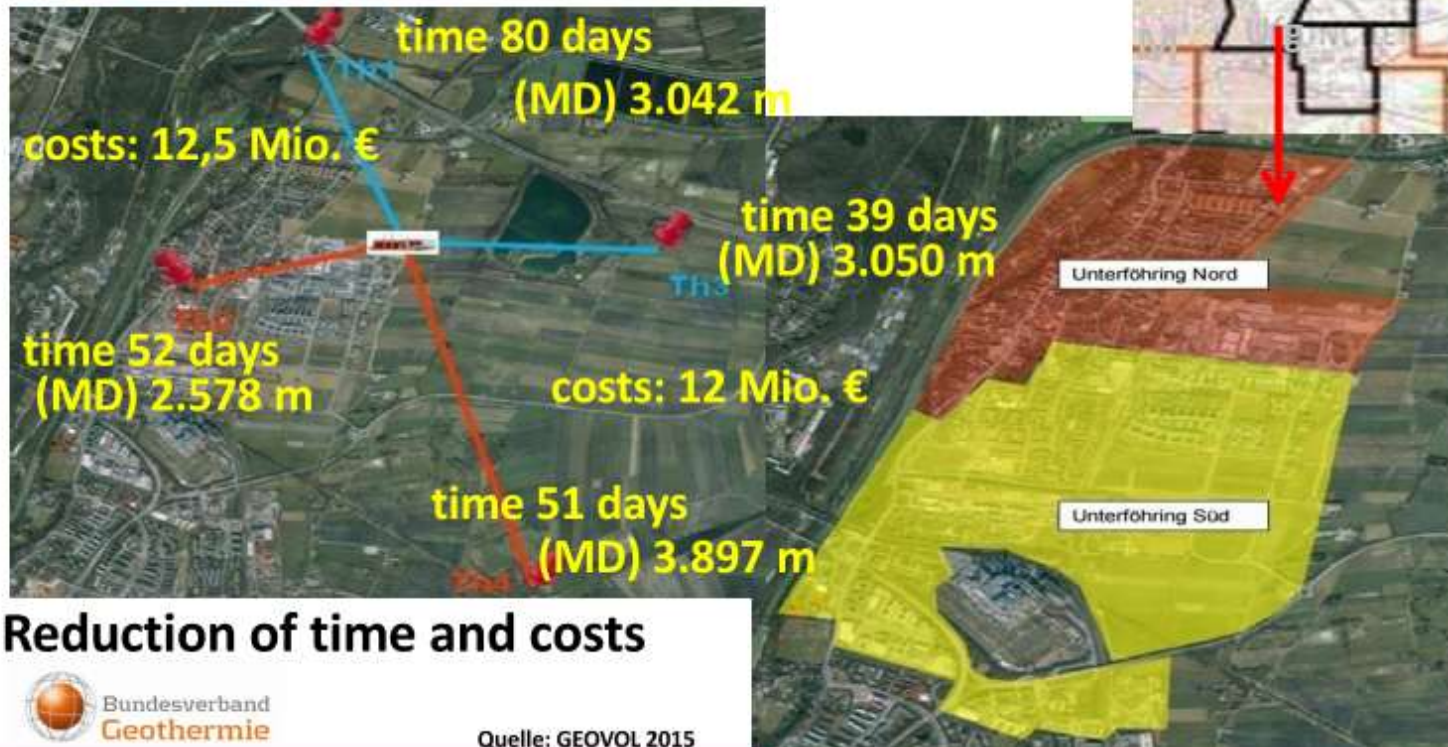
Fernkälte:

- ▶ Effiziente und umweltfreundliche Kälteerzeugung
- ▶ Bauzeit (1. BA): 2020-2021

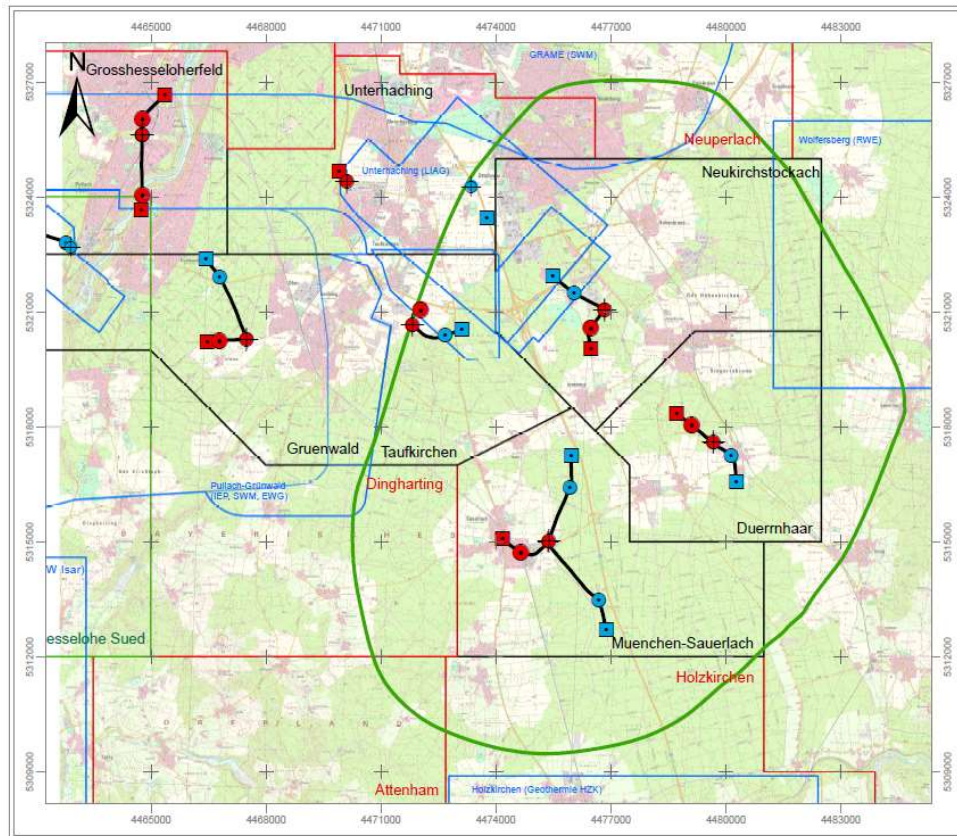


Das Wärme-/ Kälteprojekt Unterföhring

GEOVOL Geothermie Unterföhring 2-Doublett System

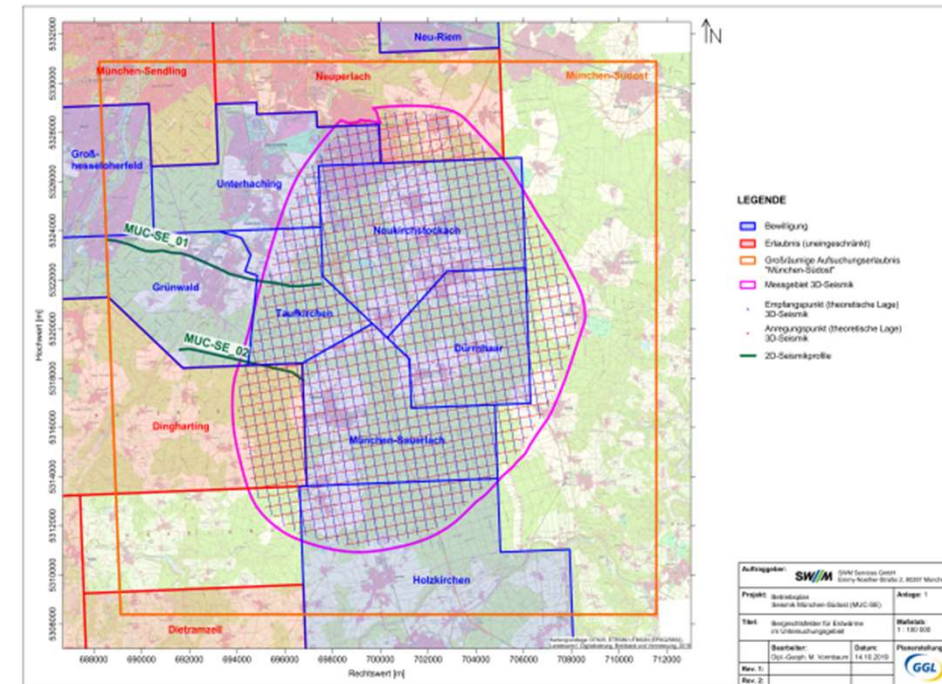


Erkundung des Untergrundes südöstlich von München auf zusätzlich erschließbares geothermisches Potenzial mittels 3D-Seismik



Messfläche:
ca. 180 km²

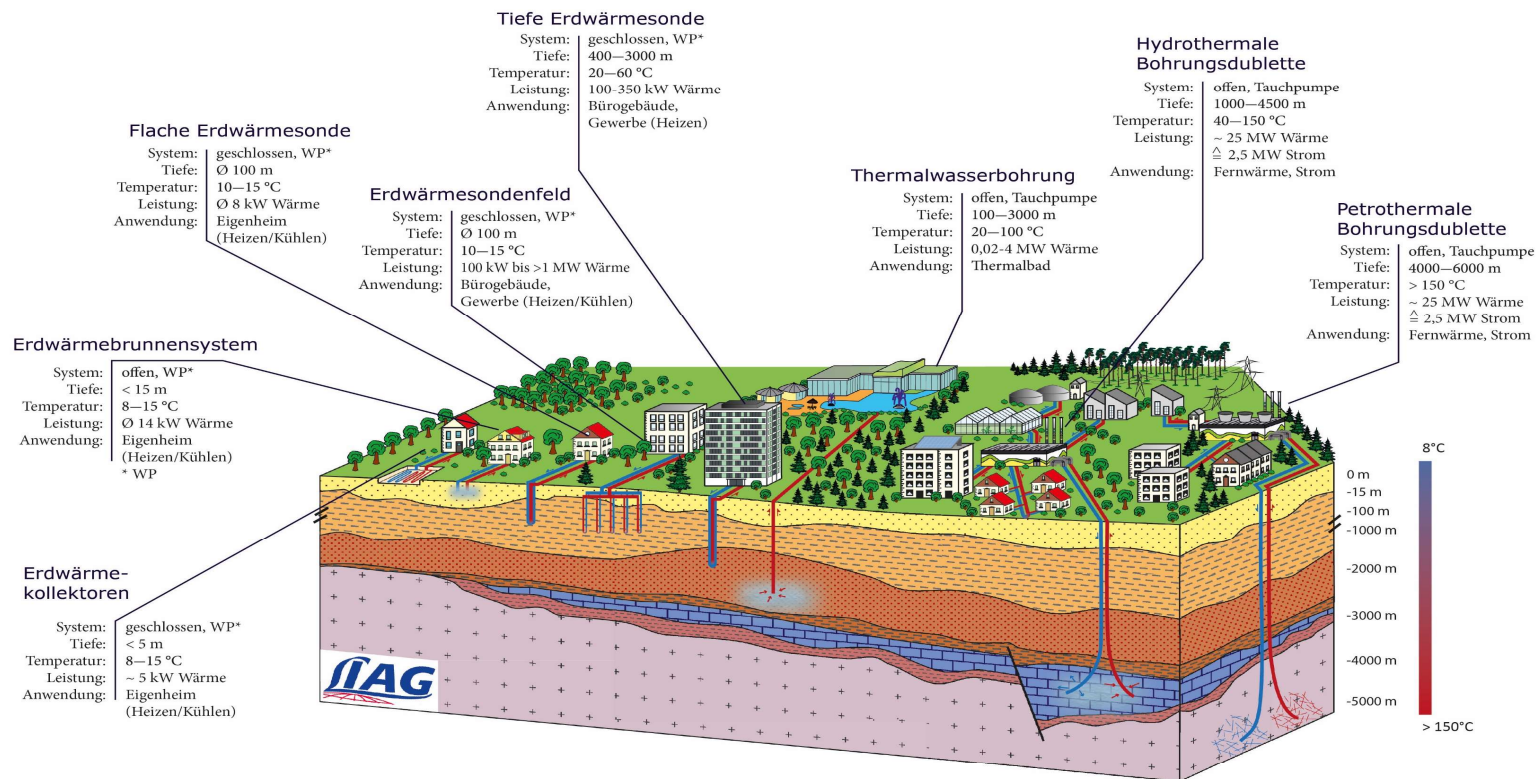
Zeitraum:
Q1 2020



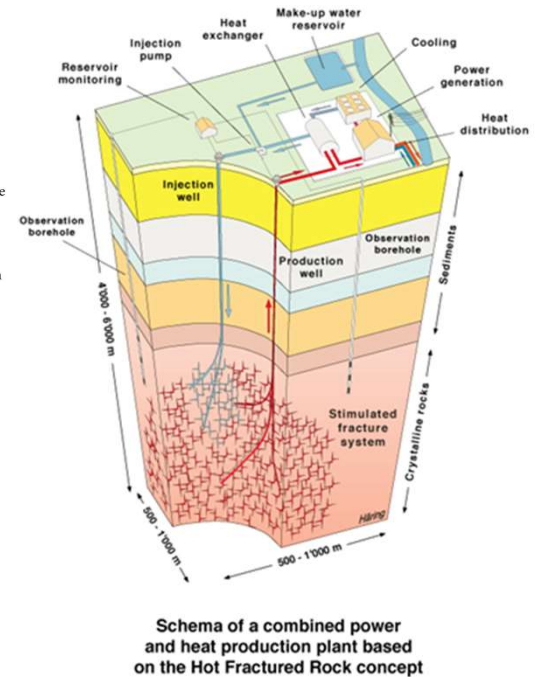
FW_FFB_221116

Erdwärme ist mehr als nur Tiefe hydrothermale Geothermie

Einsatzmöglichkeiten der Geothermie

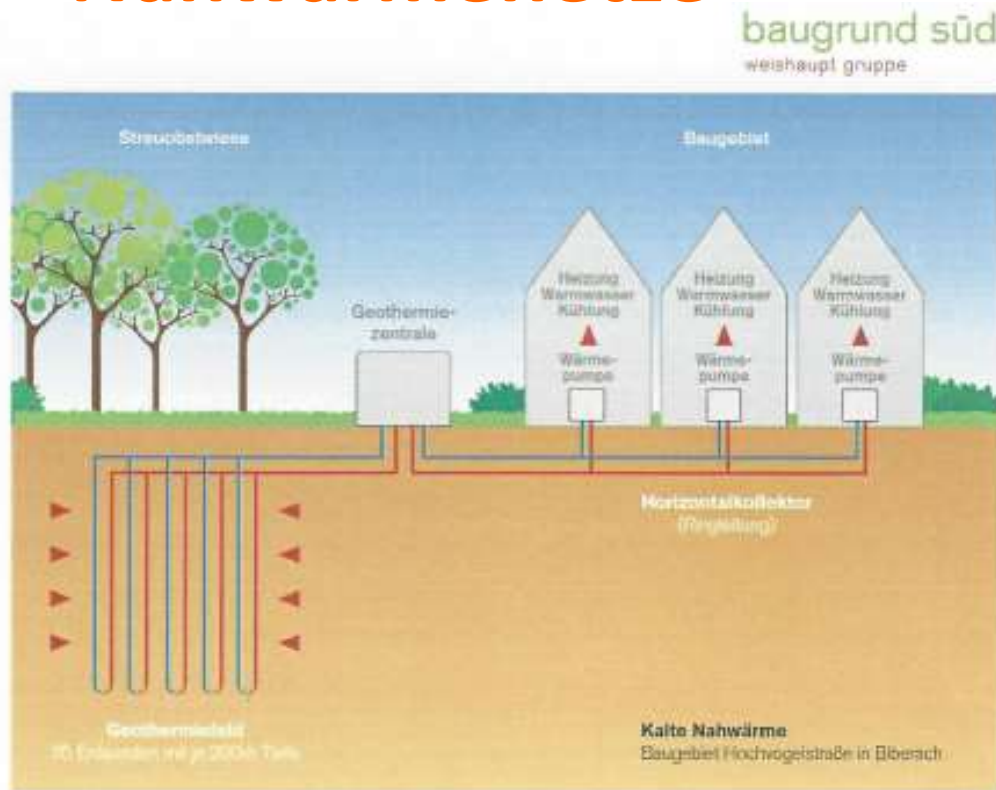


WP* = Wärmepumpe



FW_FFB_221116

Kalte Nahwärmenetze



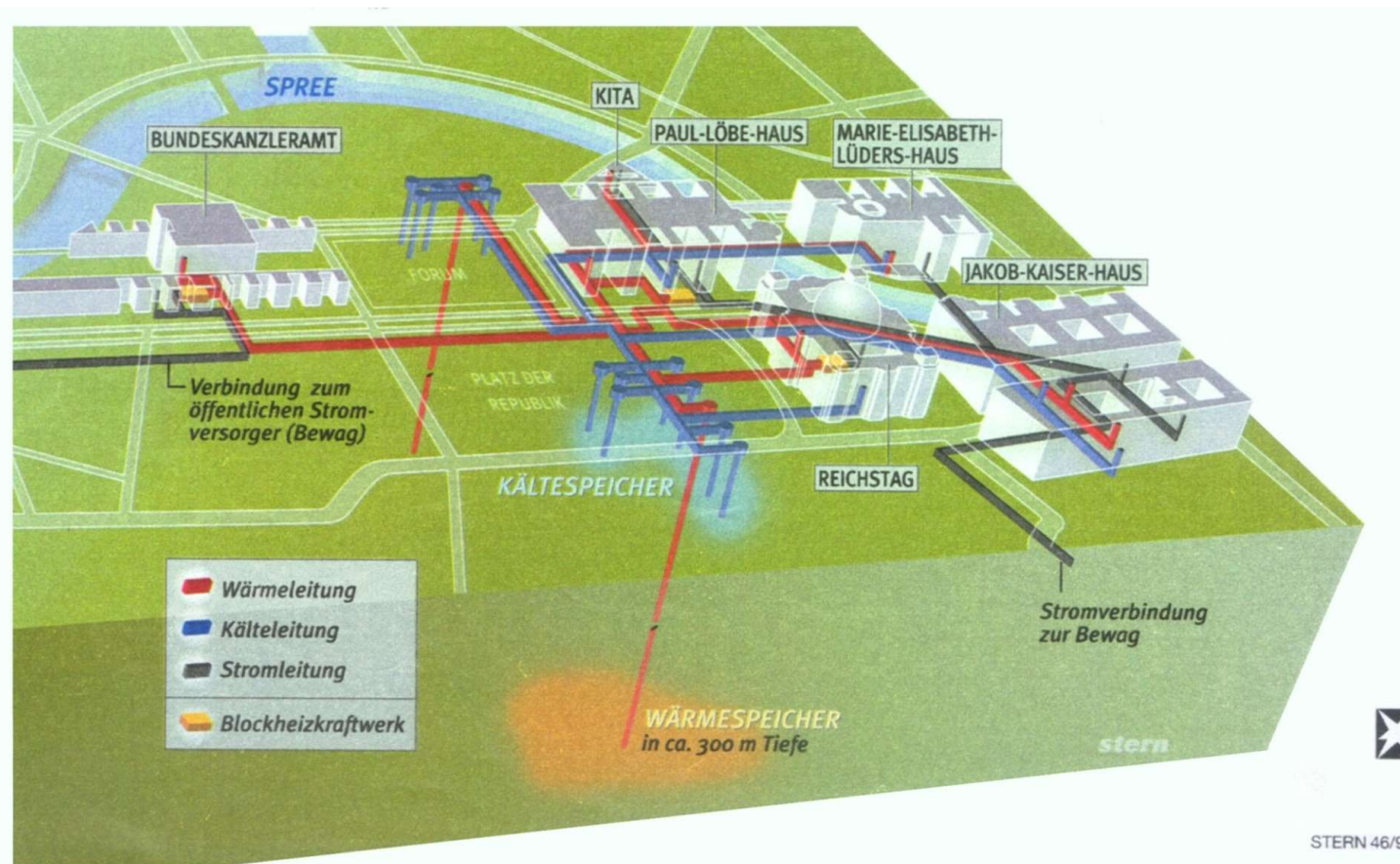
Kombinierbar mit Solarthermie

WP 1,2 t CO₂
 Erdgas 3,0 t CO₂
 Heizöl 4,1 t CO₂
 Bei 488 g/kWh CO₂
 Stromproduktion
 GEMIS 4.94



FW_FFB_221116

Berliner Spreebogen (erdgebundene Wärmepumpen)



Power to Heat?

Anwendungsstatistik der Endenergie für Deutschland



Entwicklung der Nachfrage und des Anteils des Stromes an der Endenergie

Einheiten in TWh/a

	Raum-wärme	Warm-wasser	Prozess-wärme	Kälte	Mechanische Energie	IKT	Beleuchtung
Industrie	63,3	6,6	463,8	10,1	157,8	9,3	10,9
GHD	183,9	20,9	30,2	13,8	59,0	21,8	58,5
HH	462,3	102,9	40,2	29,2	3,4	24,7	12,8
Verkehr	3,6	0,0	0,0	0,7	703,4	2,9	3,6
Summe	713,2	130,4	534,2	53,7	923,6	58,6	85,8

Quelle: AG Energiebilanzen e.V., Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012, Berlin 2013

Roadmap 2050 des IEG

Tiefe Geothermie: 300 TWh Wärme bis 2050

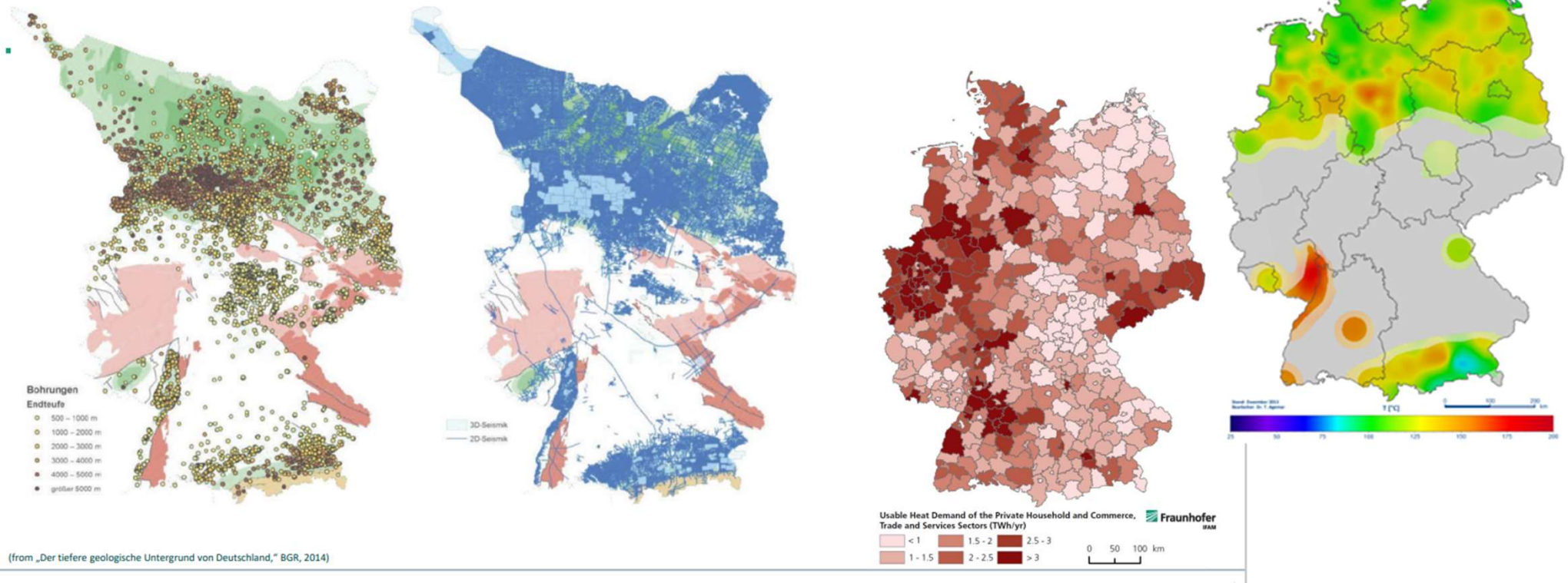
Oberflächennahe Geothermie: 600 TWh bis 2050

Aquiferspeicher: 500 TWh bis 2050

FW_FFB_221116

Warum gibt es in der Mitte Deutschlands keine Tiefe Geothermie?

Deep Boreholes & 2D/3D Seismic Profiles from the Oil & Gas Industry



Wir haben keine Daten !

**Lösung: Flächendeckende Untersuchung
unseres Untergrunds**

FW_FFB_221116

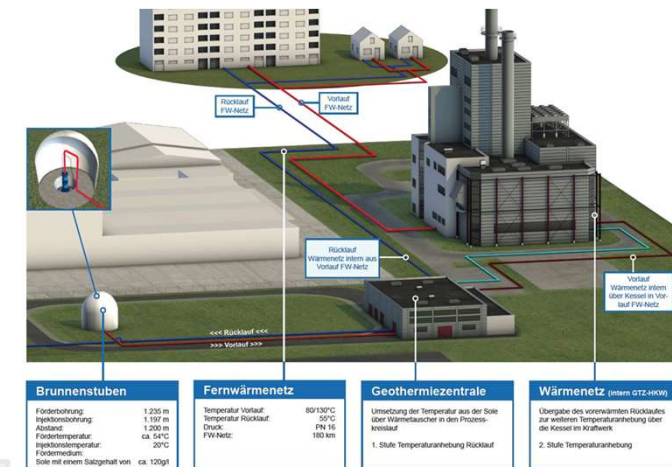
Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Hamburg: Schleswig-Holstein

Schwerin: Fernwärme Tiefe Geothermie (Bohrbeginn 2017)
Heringsdorf: Fernwärme Tiefe Geothermie (Planung seit 2010)

Cottbus: Was kommt nach der Braunkohle 2030? Geothermie?

Hamburg: Erdwärmespeicher und Mitteltiefe Geothermie

Kiel: Erdwärmespeicher



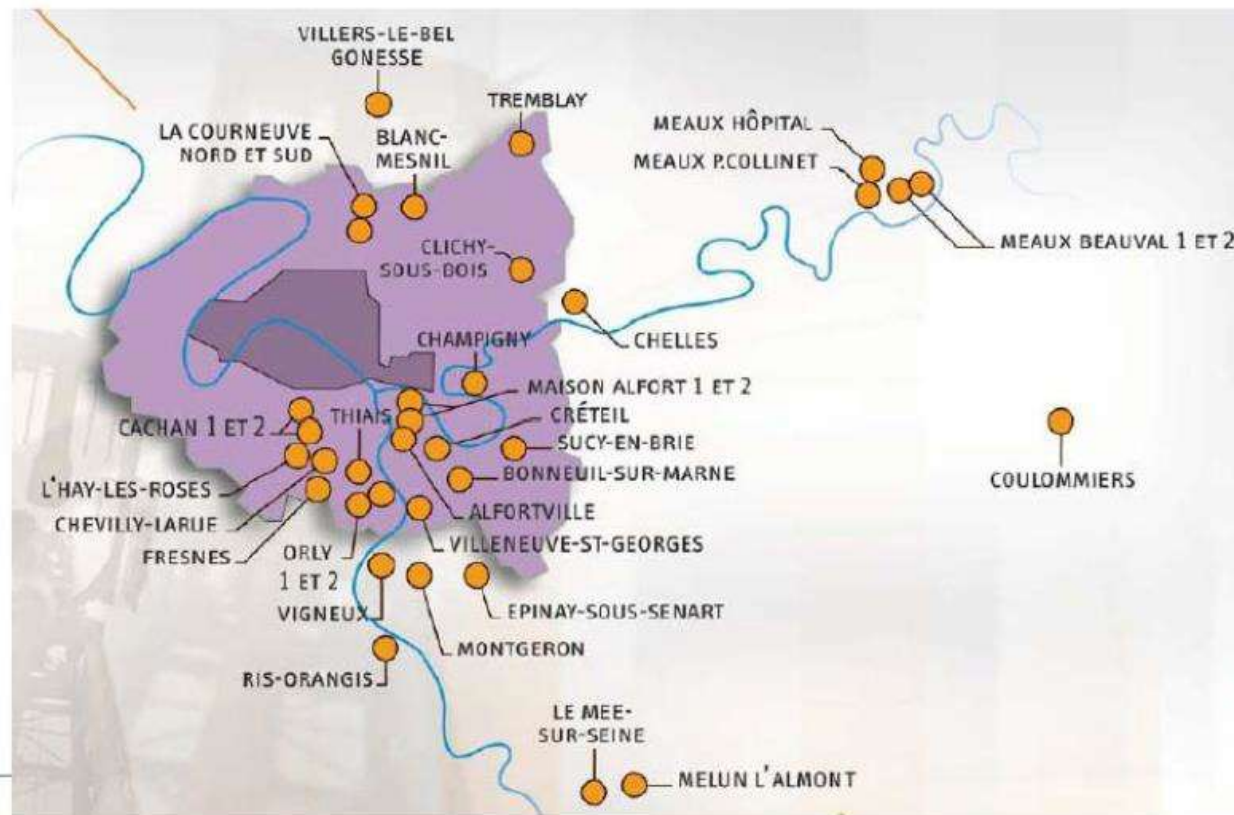
Geothermie in Schwerin: Wärmepumpen wurden geliefert

Europaweit erste Kombination aus mitteltiefer Geothermie und Wärmepumpen im Bau

FW_FFB_221116



Geothermische Wärmeversorgung Paris:



Source ADEME/BRGM

36 aktive Dubletten (2017)
1000 GWh_{th} im Jahr
500.000 t CO₂-Einsparung
Ziel: 55 Dubletten bis 2030
Stand 2022: 42 Dubletten

Masterplan Geothermie Bayern

Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger im Oktober 2019:

Beauftragung eines „Masterplan Geothermie Bayern“

„Mit der Tiefen Geothermie haben wir für die Wärmewende einen Schlüssel in der Hand, den wir nur umdrehen müssen.“

Förderregime 2022

Das Projekt von SWM: GRAME ist der erste Schritt, um das Tal der Tränen zu verlassen.

Jetzt haben wir einen Vorschlag für einen Masterplan für Bayern von den Betreibergesellschaften der Geothermie im Raum München. Sie werden von GAB und BVG optimal unterstützt.

Aber:

Es ist kein Plan für weitere Projekte. Es ist eine Aufgabenliste für die Politik, um bessere regulatorische Rahmenbedingungen für Investoren zu schaffen.



Bundesverband
Geothermie

Die Geothermie spielt auf dem Spielfeld des sogenannten „freien Marktes“ immer nur bergauf

Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) 2020
Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW) (09.2022)



Masterplan Geothermie in Bayern

Bestehende Hemmnisse beim Ausbau der Geothermie

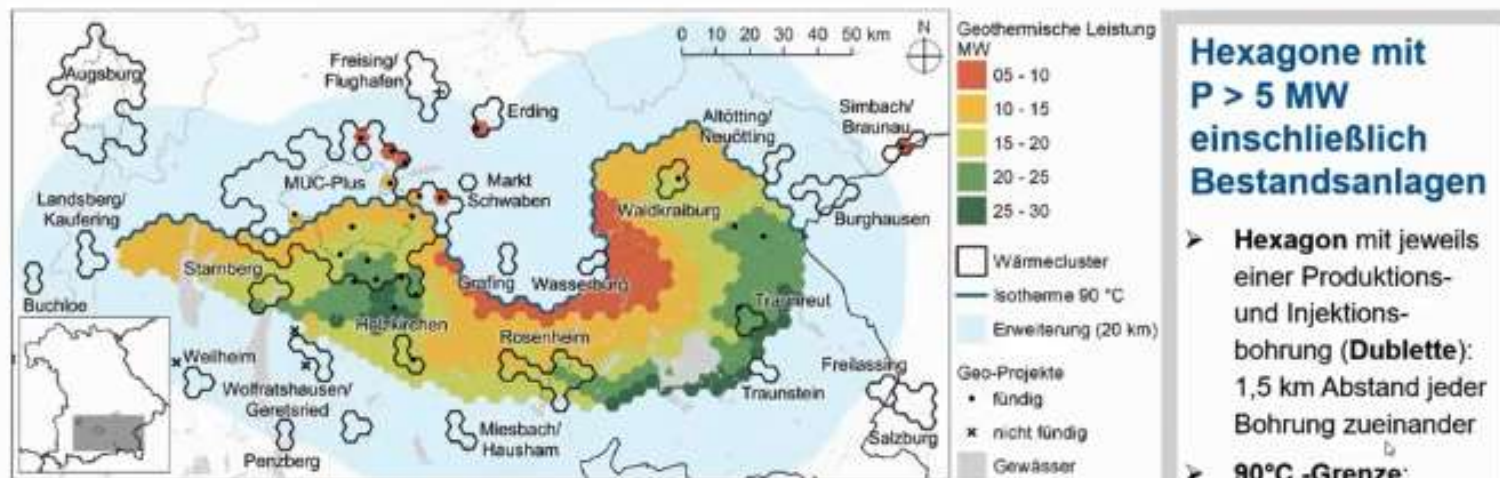


Masterplan Geothermie Bayern

Optimierung durch Wärmeverbundleitungen



Technisches Potential und Wärmenachfrage-Cluster

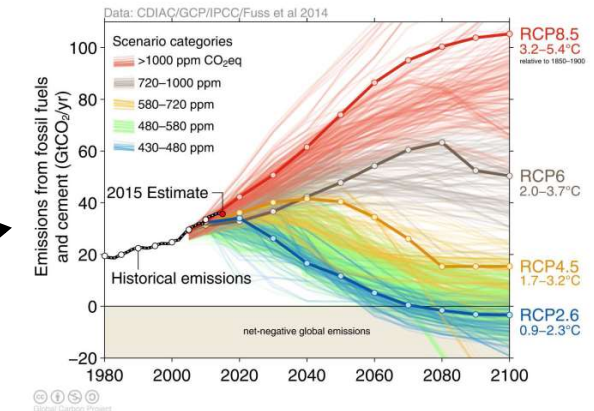


- **Bevorzugte Gebiete** für die Tiefengeothermie vielfach **außerhalb der Wärmenachfrage-Cluster**
- Nutzung der Tiefengeothermie auch außerhalb des definierten Potentialgebiets **nur über Verbundleitungen möglich**

Geothermie:

- Strom, Wärme und Kälte*)
- Grundlastenergie
- **dekarbonisierend**
- Umweltfreundlich (nachhaltig, regenerativ, klimaschonend)
- Versorgungssicher (keine Importe)
- Unerschöpfliches Reservoir
- Keine stark schwankenden Energiepreise
- Heimische Energiequelle (krisensicher, **keine politische Erpressung**)
- **Wertschöpfung bleibt in der Region**

Die Wärmewende gelingt nur
mit Geothermie



*)..und Wellness:



Danke für die
Aufmerksamkeit



SOMMERWIND 2030