

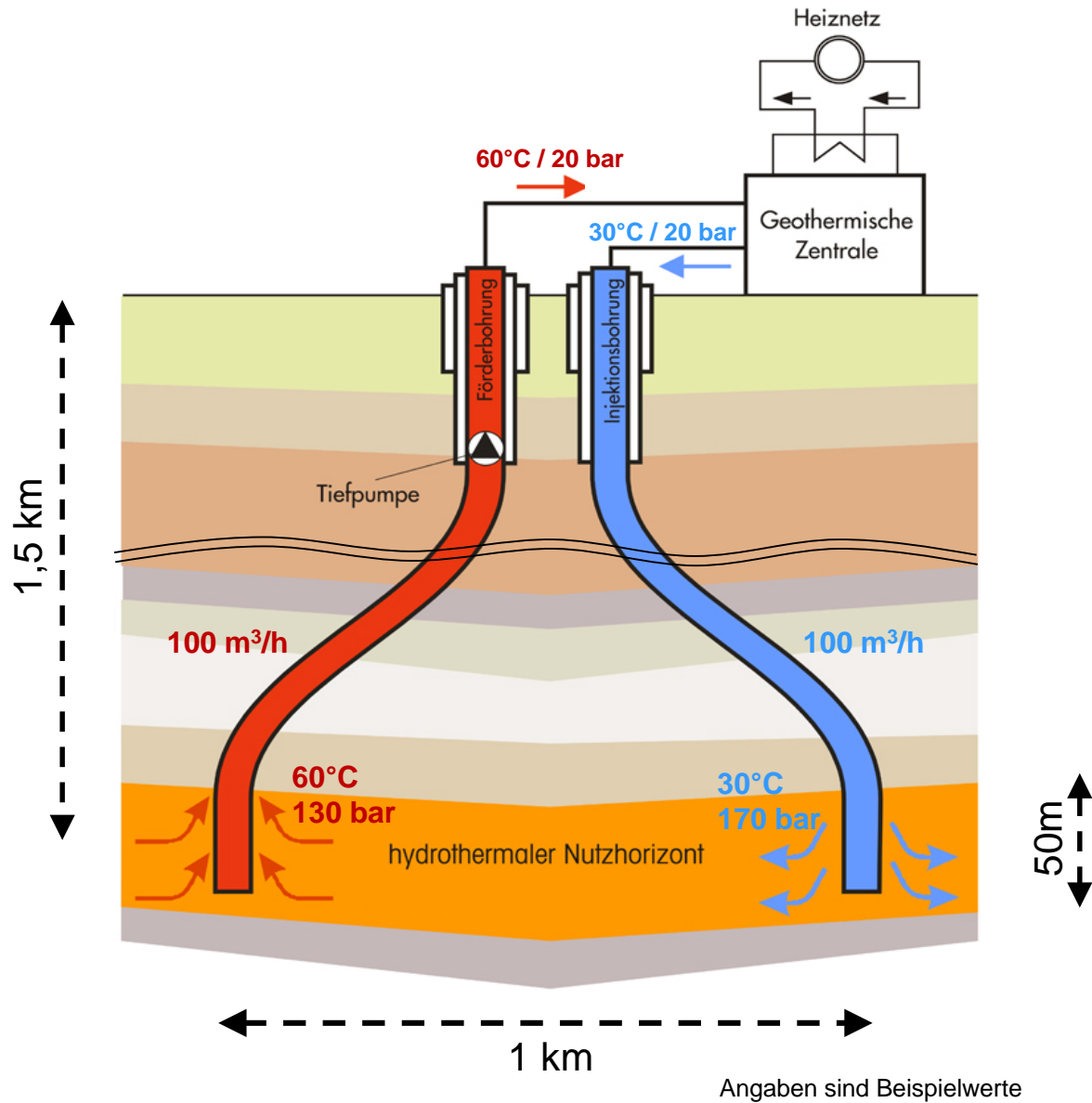
Umsetzung von Geothermievorhaben

Dr. Torsten Tischner

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

(e-mail: Torsten.Tischner@bgr.de)

Geothermische Dublette



Grundvoraussetzung: Fließwege im Untergrund!

Thermalwasserzirkulation im geschlossenen Kreislauf (zur Druckhaltung und Anlagensicherheit)

Oftmals abgelenkte Bohrungen vom gleichen Bohrplatz (Kostensparnis)

Ablauf von Geothermievorhaben

5 – 10 Jahre



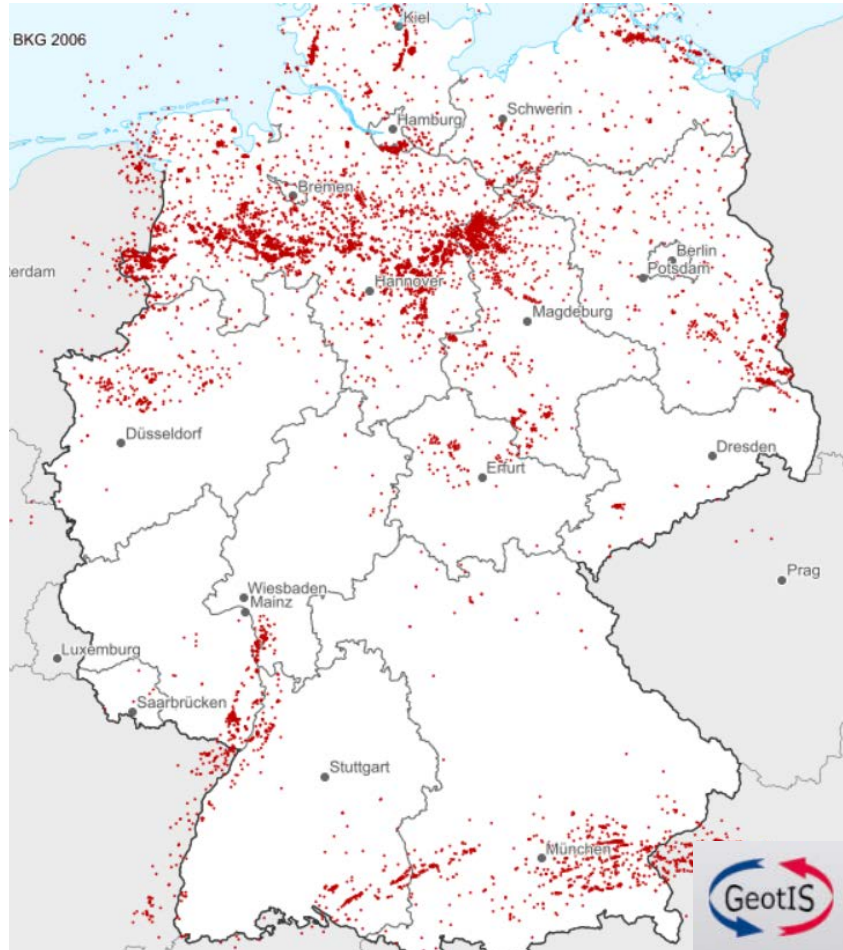
1. Planung, Vorerkundung, Genehmigung
2. Bohrarbeiten
3. Test der Bohrungen
4. Obertägige Installation + Inbetriebnahme



Thermalwasserzirkulation in Soultz sous forêts

Vorerkundung

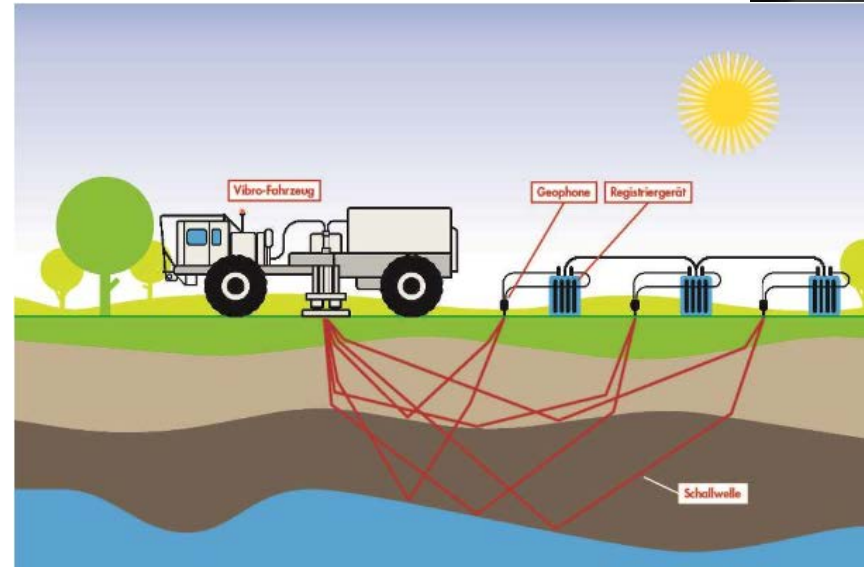
Datengrundlage: Tiefbohrungen > 1000 m
(überwiegend Gas u. Ölbohrungen)



<https://www.geotis.de/>

Jeder Punkt repräsentiert eine Bohrung

Reflexionsseismik



https://www.stadtwerke-schwerin.de/home/ueber_uns/geothermie/

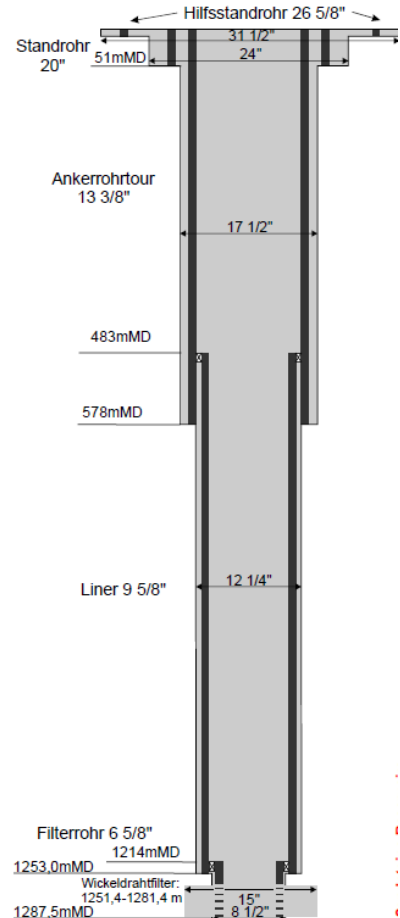
- Gute Vorhersage des geologischen Schichtaufbaus, aber keine Prognose der hydraulischen Durchlässigkeit
- In neuen Gebieten verbleibt ein (hohes) Fündigkeitsrisiko!



Vibrator-Trucks

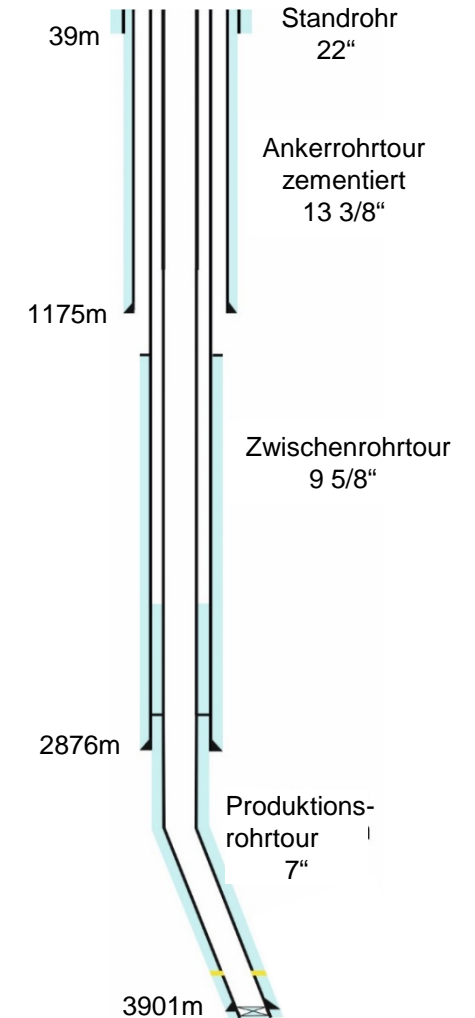
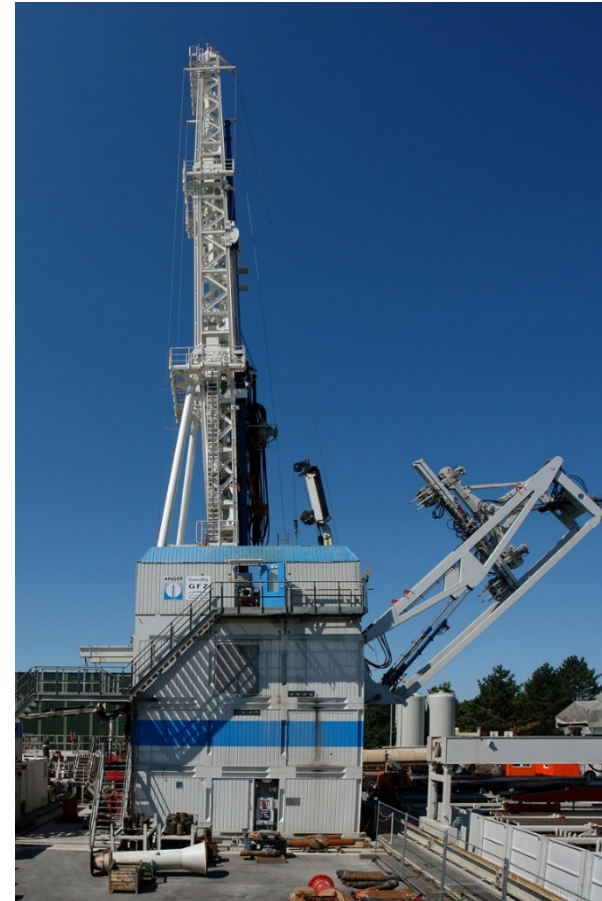
Bohranlage und Bohrungsausbau

Schwerin, 1300m



Quellen:
https://www.stadtwerke-schwerin.de/home/ueber_uns/geothermie/
 Wolfgramm et al. (2019): Geothermieprojekt Schwerin-Lankow: Ein Leuturmprojekt; Der Geothermiekongress, München.

Hannover, 3900m



- Trinkwasserführende Schichten nur im obersten Bereich, hinter mehreren Verrohrungen
- Bohrungsausbau nach den Standards der Öl- und Gasbranche

Test der Bohrungen

Fördertest (Garching an der Alz)



Quelle: Matthes et al. (2019)

Test der Thermalwasserförderung zur:

- **Bestimmung von Fließrate und Temperatur**
- **Beschaffenheit des Wassers**
- **Planung des späteren Betriebs**
(Dimensionierung von Pumpen, Wärmetauscher,...)

Kostenschätzung

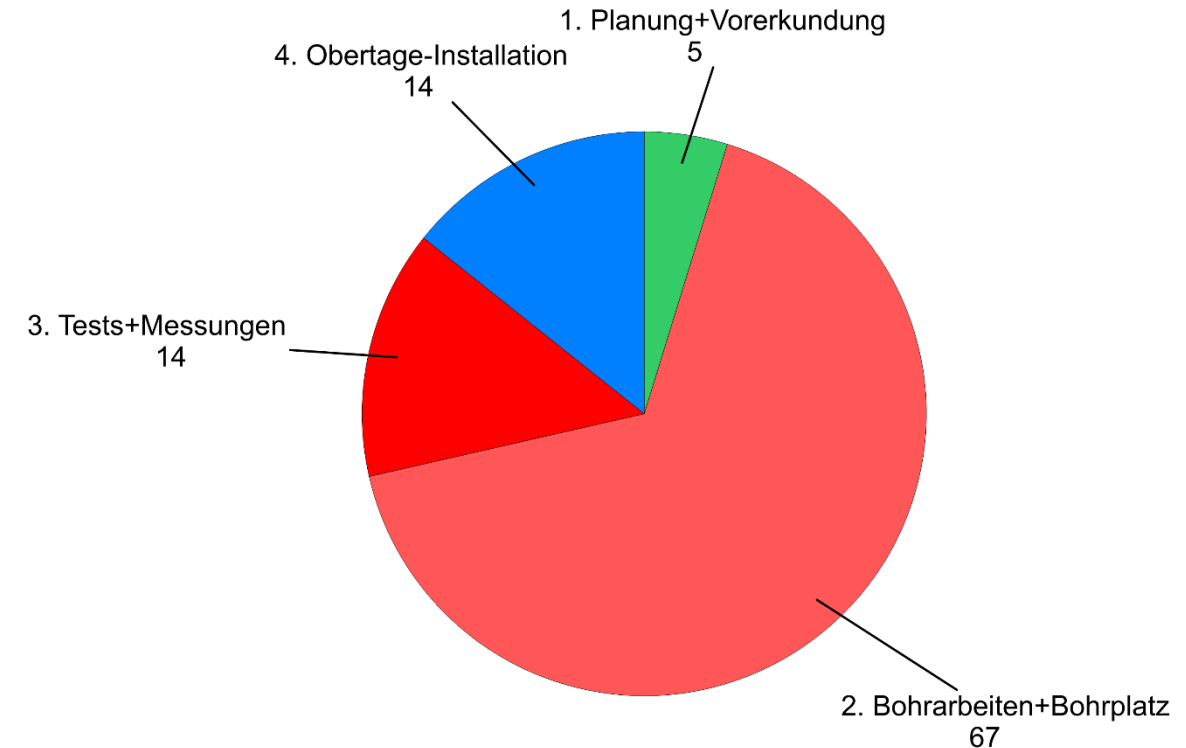
Kostenschätzung für Dublette in 1500m Tiefe (netto):

1. Planung + Vorerkundung	: 0,5 Mio. €
2. Bohrarbeiten, inkl. Bohrplatz	: 7,0 Mio. €
3. Tests + Bohrlochmessungen	: 1,5 Mio. €
4. Obertägige Installation	: 1,5 Mio. €
Summe	: 10,5 Mio. €

Anmerkungen:

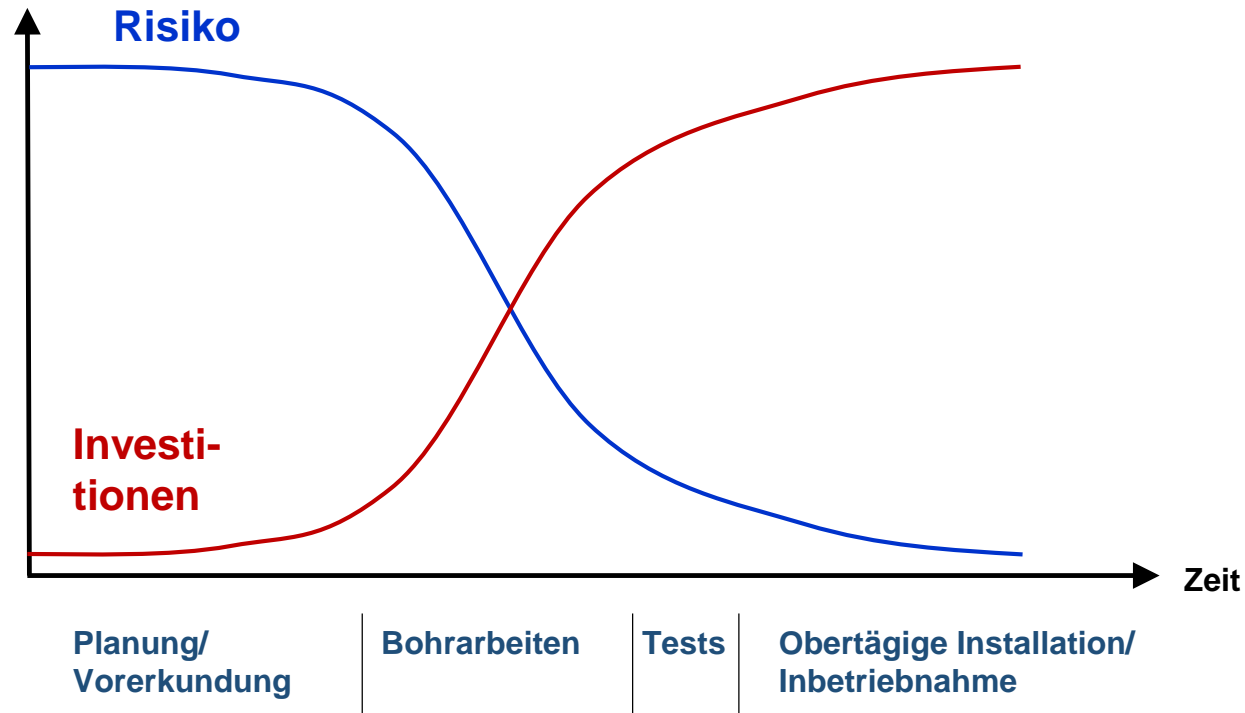
- basierend auf Angeboten u. Schätzungen in Hannover
- obertägige Installation ohne Wärmenetzausbau
- Aufwand für Vorerkundung standortabhängig, hier mit zwei seism. Profilen

Kostenverteilung prozentual



**Ca. 80 % der Kosten für die Bohrarbeiten
(untertägigen Arbeiten)**

Risiko und Investitionen

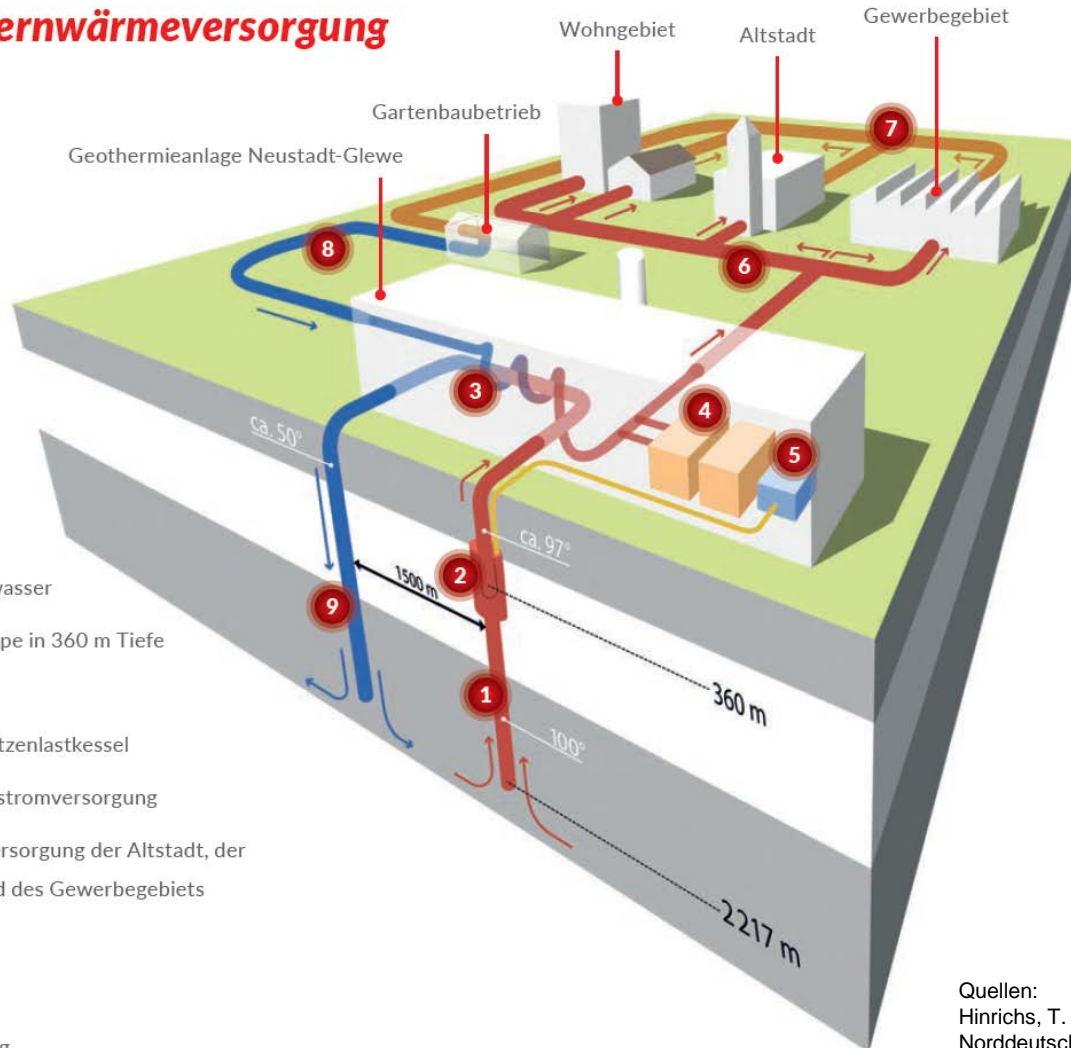


- **Große Investitionen (Bohrarbeiten) bei erheblichem Projektrisiko!**
- **Förderung wichtig**

Neustadt-Glewe

Aufbau des Heizkraftwerks

und der Fernwärmeversorgung



- 1 Heißes Thermalwasser
- 2 Unterwasserpumpe in 360 m Tiefe
- 3 Wärmetauscher
- 4 Reserve- und Spitzenlastkessel
- 5 BHKW zur Eigenstromversorgung
- 6 Heizkreise zur Versorgung der Altstadt, der Wohngebiete und des Gewerbegebiets
- 7 1. Rücklauf
- 8 2. Rücklauf
- 9 Injektionsbohrung

- Tiefe : 2200m
- Gesteinstemp. : 100°C
- Fließrate : bis 100m³/h
- Salzgehalt : 230 g/l

- Geoth. Leistung : 4 MW
- Netzanschlussleist. : 13 MW
- Geoth. Deckungsgrad: ca. 85 %
- Leitungsnetz : ca. 15 km
(Versorgung von 1400 Haushalten,
17 Gewerbebetriebe, + städt. Gebäude)

Seit Inbetriebnahme 1995 kontinuierliche Erweiterung des Anschlussgebiets!

Quellen:

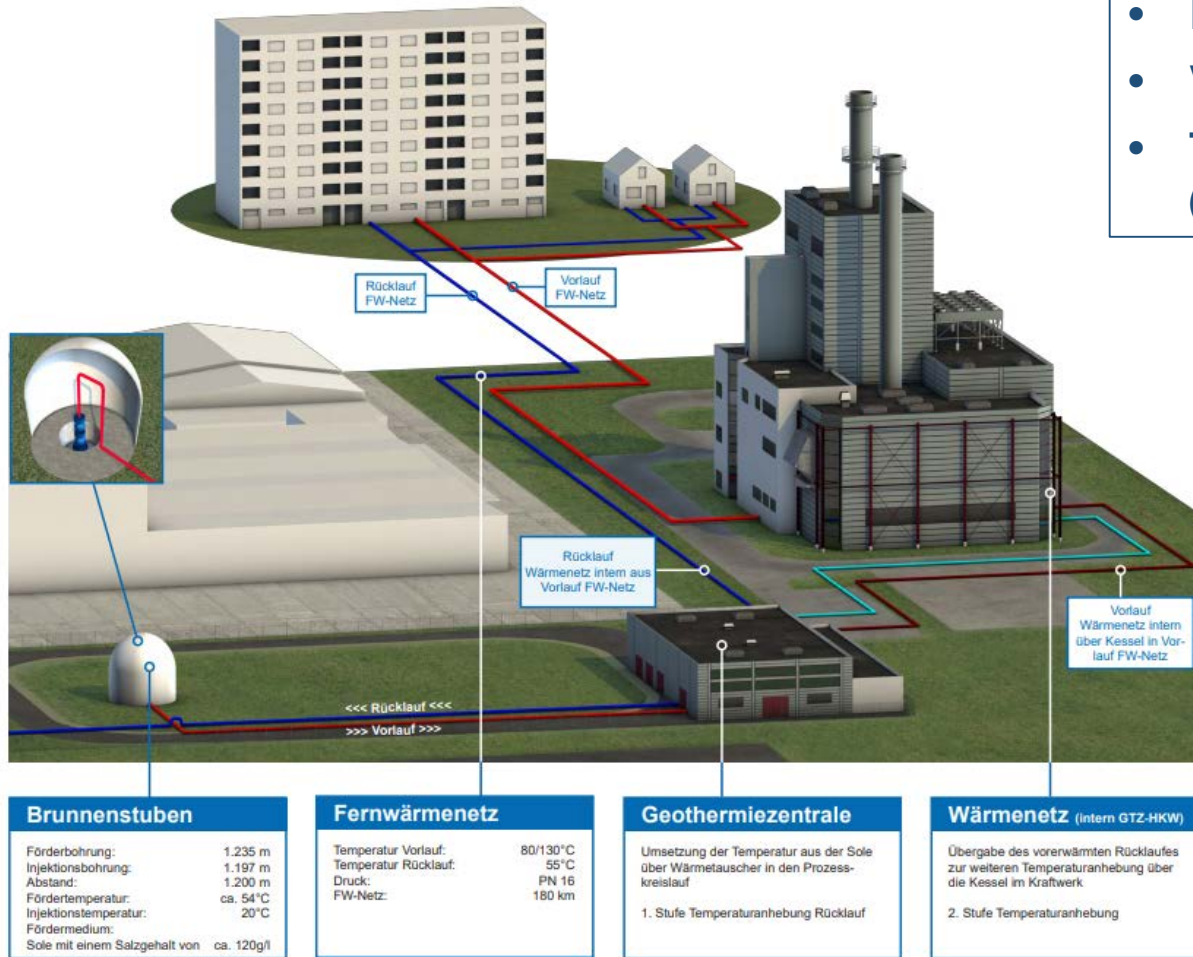
Hinrichs, T. (2013): 20 Jahre Betriebserfahrungen mit der geothermischen Wärmeversorgung in Neustadt-Glewe. Vortrag, Norddeutscher Geothermietag, Hannover, 24.10.2013.

https://www.erdwaerme-neustadt-glewe.de/export/sites/fernwaerme/dokumente/Erdwaerme_Neustadt_Glewe_Broschuere.pdf

Schwerin-Lankow

Konzept:

- Kopplung mit Heizkraftwerk (HKW) und Fernwärmenetz
- Vorerwärmung durch Geothermie (auf ca. 55°C)
- Temperaturanhebung durch Wärmepumpe und HKW (auf 80°C – 130°C)



- Förderbohrung und Injektionsbohrung gebohrt und erfolgreich getestet (ca. 1300m tief)
- Thermalwasserzirkulation (Fließrate > 150 m³/h erwartet)
- Aktuell: Obertägige Installation

Quelle: https://www.stadtwerke-schwerin.de/home/ueber_uns/geothermie/

Vorteile der tiefen Geothermie

- **Grundlastfähig und regelbar**
- **Geringer Flächenverbrauch**
- **unabhängig von Brennstoffkosten**
- **Beste Klimaschutzbilanz aller Erneuerbaren**
- **Hohe Akzeptanz speziell in Norddeutschland**

**Vielen
Dank !**



Geothermieranlagen



Heizwerk Neustadt-Glewe (MV)



Kraftwerk Insheim
(RP) mit Bohrungen
+Förderpumpe

Bilder bereitgestellt von:
Pfalzwerke geofuture GmbH



Heizwerk Unterhaching (Bayern)

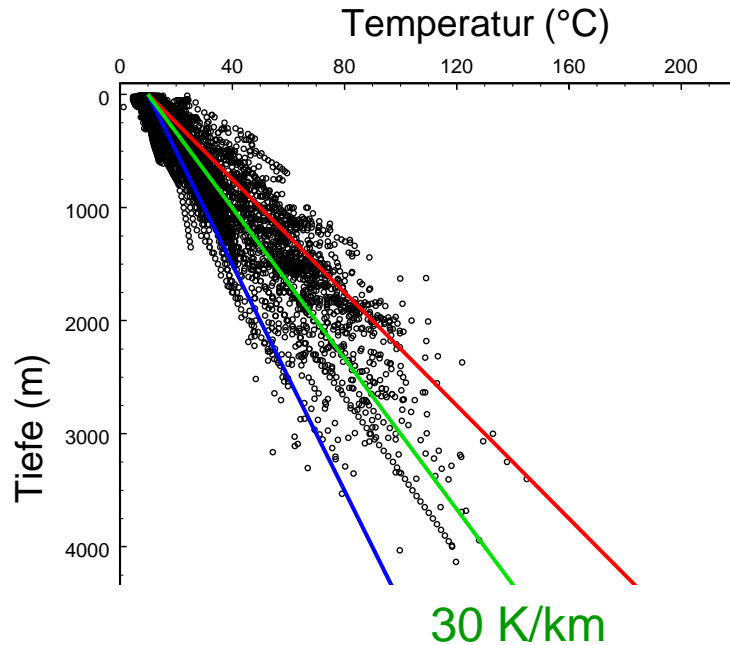
<https://www.geothermie-unterhaching.de/cms/geothermie/web.nsf/>

Förderprogramme im Umbruch...

- **Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW) – in Endabstimmung**
(u.a. 40% Förderung der Investitionen, Betriebskostenzuschuss,...)
- **Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)**
(Gebäude und kleine Wärmenetze)
- **7. Energieforschungsprogramm – Forschungsförderung**
- **Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)**
(Einspeisung in KWKG-Netze)
- **Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft (EEW) –**
(Prozesswärme)
- **Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)**
(Stromproduktion)

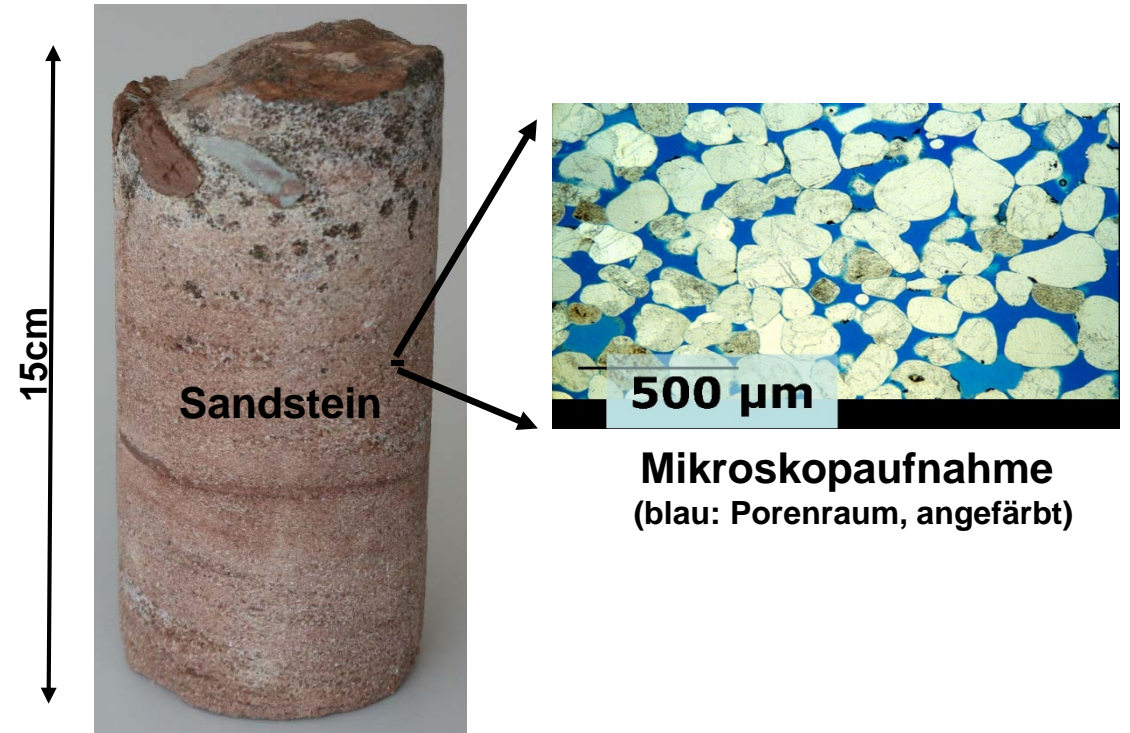
Tiefe Geothermie - Zwei Voraussetzungen:

Untergrundtemperatur



- steigt um ca. 30 Grad pro Kilometer Tiefe,
- ist gut prognostizierbar.
(An der Temperatur ist noch kein Projekt gescheitert!)

Hydraulische Durchlässigkeit



- entscheidend für die geothermische Nutzung,
- von der Oberfläche schwer prognostizierbar.

Tiefe Geothermie für Fernwärme und Strom



Geothermische Anlagen:

- 24 Fernwärme - Hauptnutzung
- 6 Strom – Hauptnutzung
- 4 Anlagen im Bau

Parameterbereich:

Tiefe : 1200 – 5000m

Temp. : 55 – 165°C

Fließrate : 60 – 500 m³/h

bei 4000h Volllast : 0,24 Mio. m³/y – 2 Mio. m³/y

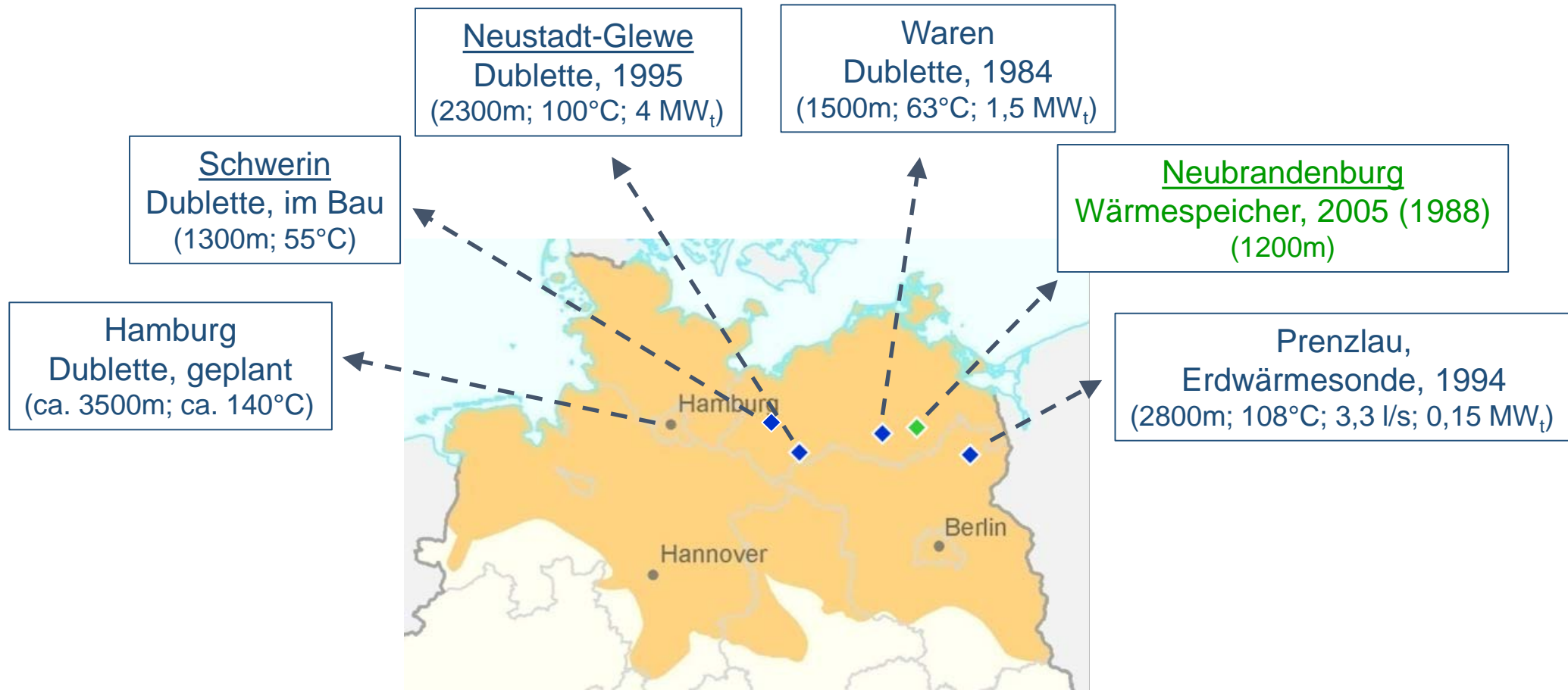
Therm. Leist. : 1,5 – 40 MW

Elektr. Leist. : 0,4 – 5 MW

(Erdwärmesonde ausgenommen)

Daten aus: <https://www.geotis.de/>

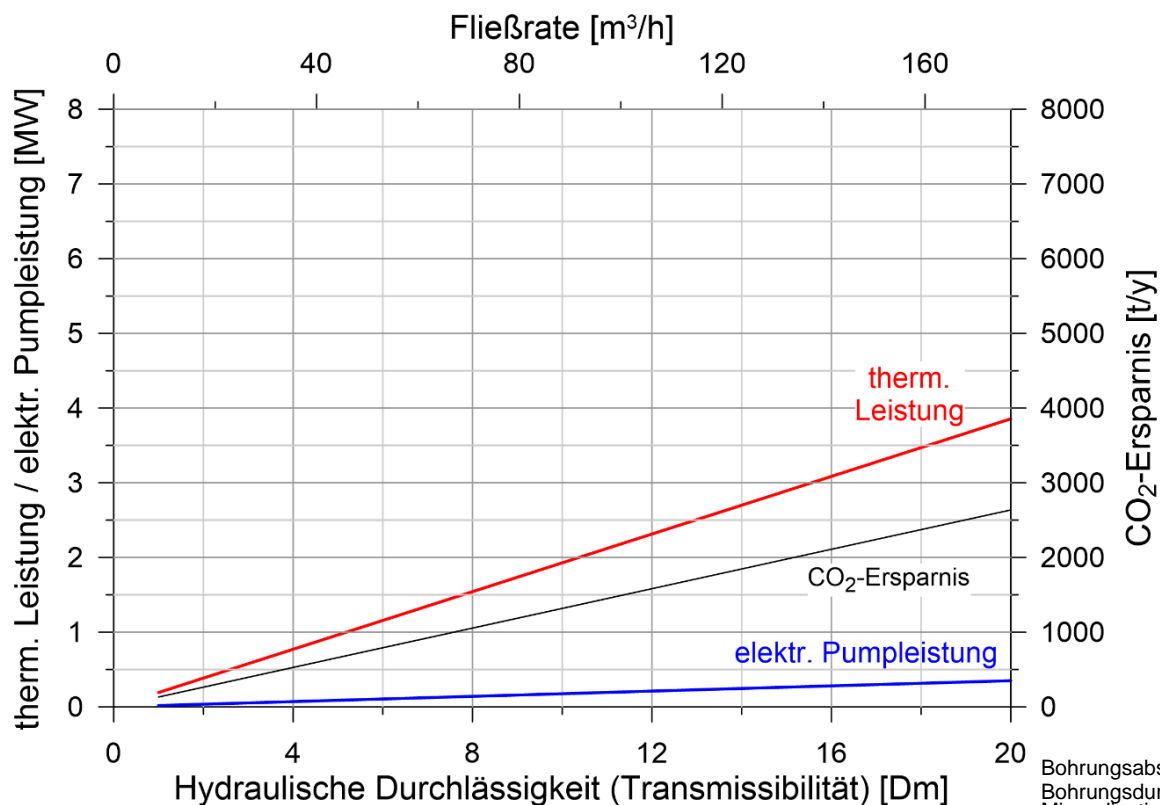
Geothermieranlagen – Fernwärme, Norddeutsches Becken



Leistung einer geothermischen Dublette – Beispiel

Tiefe: 1500m; Temperatur: 60°C; Druckänderung: 25 bar je Bohrung

$\Delta T = 20$ Kelvin

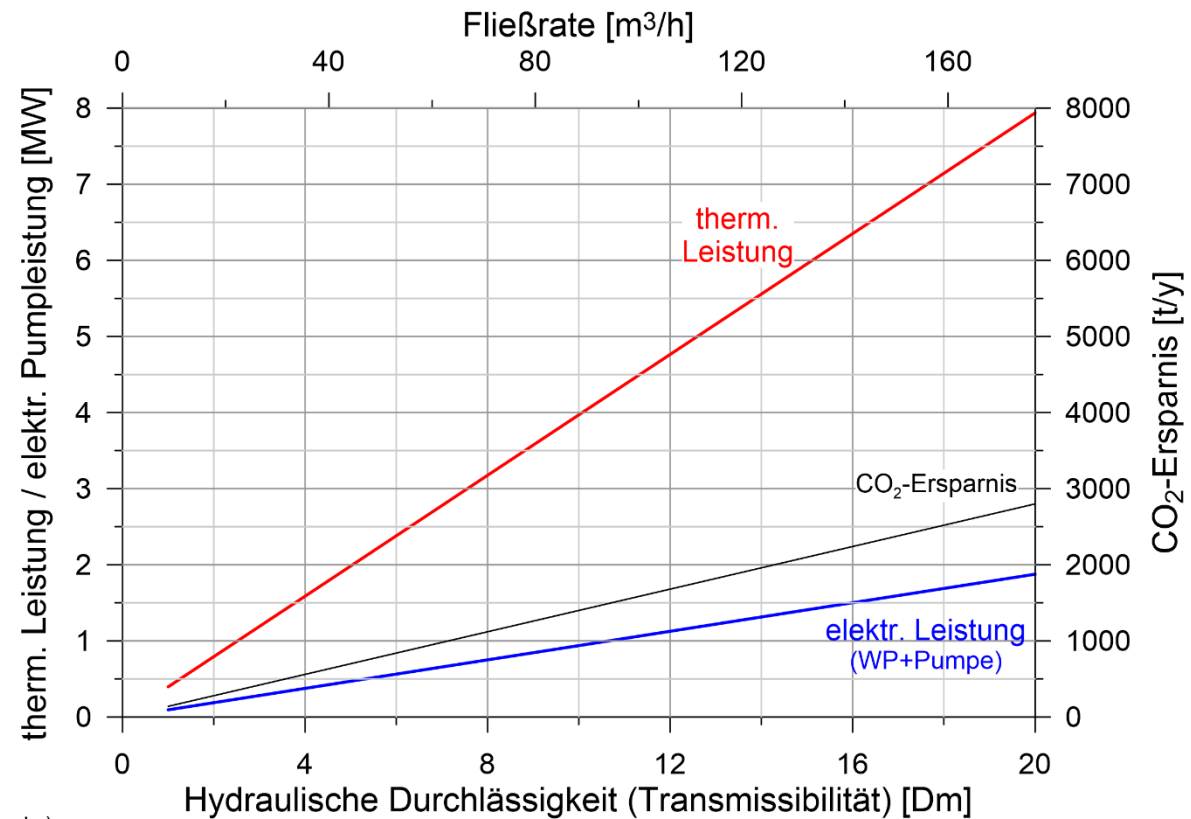


(Viskosität: $7 \cdot 10^{-4}$ Pa*s)

Dm: Darcymeter

Bohrungsabstand: 1000m
 Bohrungsdurchmesser: 8,5"
 Mineralisation: 160 g/l (Normbedg.)
 Wärmekapazität-Fluid: 3,65 kJ/kg/K
 Wirkungsrad Pumpe: 0,7
 Primärenergiefaktor: 1,5
 Vollaststunden: 4000 h
 gegen Erdgas gerechnet
 Erdgas - CO2-Emissionsfakt: 198 kg/MWh

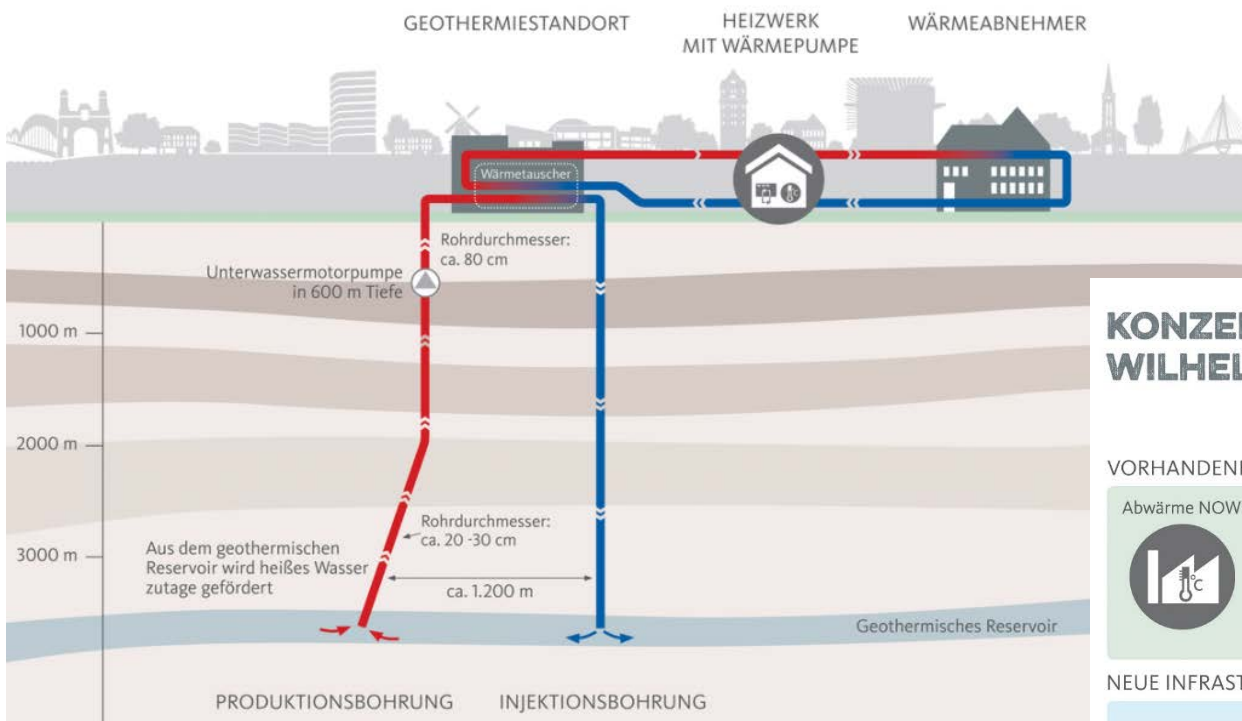
$\Delta T = 40$ Kelvin (mit Wärmepumpe)



(Viskosität: $8,5 \cdot 10^{-4}$ Pa*s, Arbeitszahl-WP: 4,0)

Dm: Darcymeter

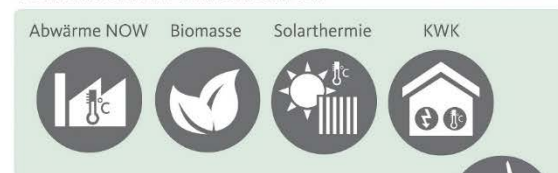
Reallabor, Hamburg-Wilhelmsburg



KONZEPT IW3 - INTEGRIERTE WÄRMEWENDE WILHELMSBURG



VORHANDENE INFRASTRUKTUR



NEUE INFRASTRUKTUR (in Planung)



NEUE INFRASTRUKTUR IM REALLABOR



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

HAMBURG WASSER / Michael Widner

Bohrplatz

Hannover

