

## Wir für Jena und die Region.

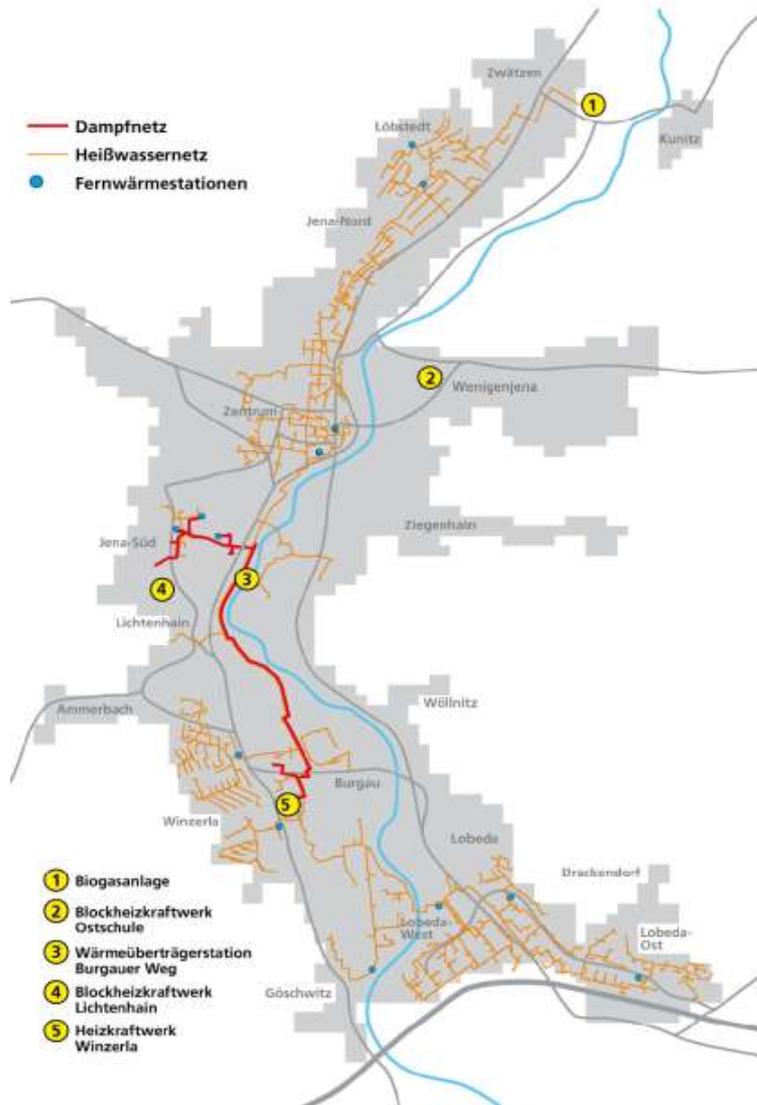
**ThEGA-Forum 2017**

Chancen der Wärmegewinnung aus mitteltiefer Geothermie

Weimar, 10. Mai 2017



# Fernwärme in Jena



- Das Fernwärmenetz ist ca. 120 km lang.
- Die größte Erzeugungsanlage, das HKW Jena-Süd ( $225 \text{ MW}_{\text{th}}$ ,  $197 \text{ MW}_{\text{el}}$ ), liefert 98 % der benötigten Wärmemenge.
- Ca. 60 % aller Jenaer Haushalte sind an das Fernwärmenetz angeschlossen.
- Der mittlere Fernwärmeabsatz beträgt ca. 450 GWh/a.
- Das Heißwassernetz wird in Abhängigkeit von der Außentemperatur mit gleitender Vorlauftemperatur gefahren (90-130 °C).

# Biogasanlage

- Inbetriebnahme im Dezember 2007
- vollständige Einspeisung der erzeugten Wärme ins Fernwärmenetz (rund 11,3 GWh/a; knapp 2 % des Fernwärmebedarfes)
- Stromeinspeisung ins öffentliche Netz
- Mais- und Grassilage, Ganzpflanzensilage sowie Ziegenfestmist

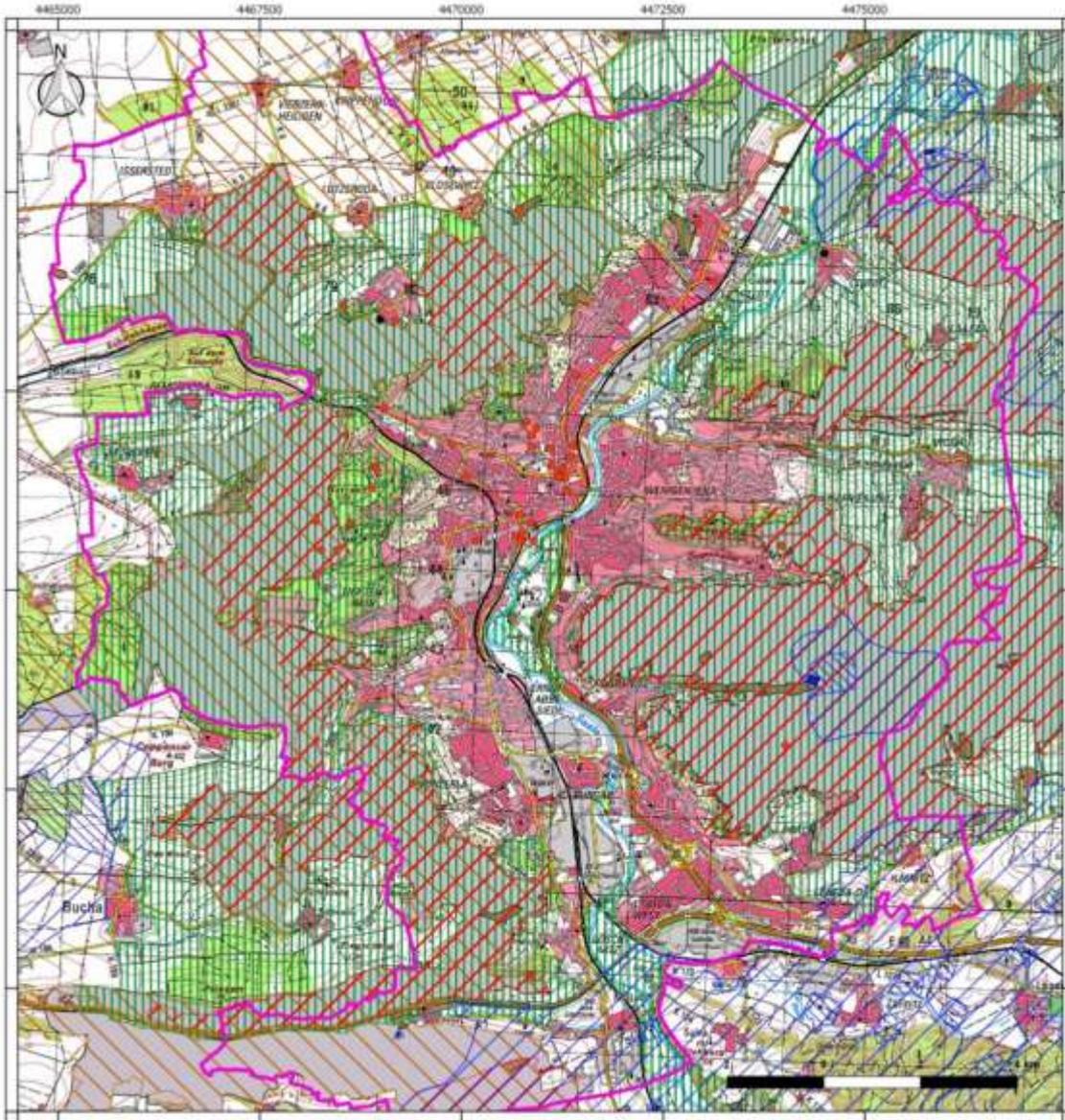


# Solarthermieanlage

- 20 CPC-Vakuum-Röhrenkollektoren von Ritter XL Solar
- Kollektorneigung: 30°
- Ausrichtung: Südabweichung gen Osten von 21°
- Bruttokollektorfläche: 98,8 m<sup>2</sup>
- maximale Leistung: 70 kW
- Kollektoren werden direkt vom Wasser des Fernwärmenetzes durchströmt
- Solltemperatur Einspeisung: 90 °C



# Flächenknappheit durch Nutzungskonkurrenz



## Legende

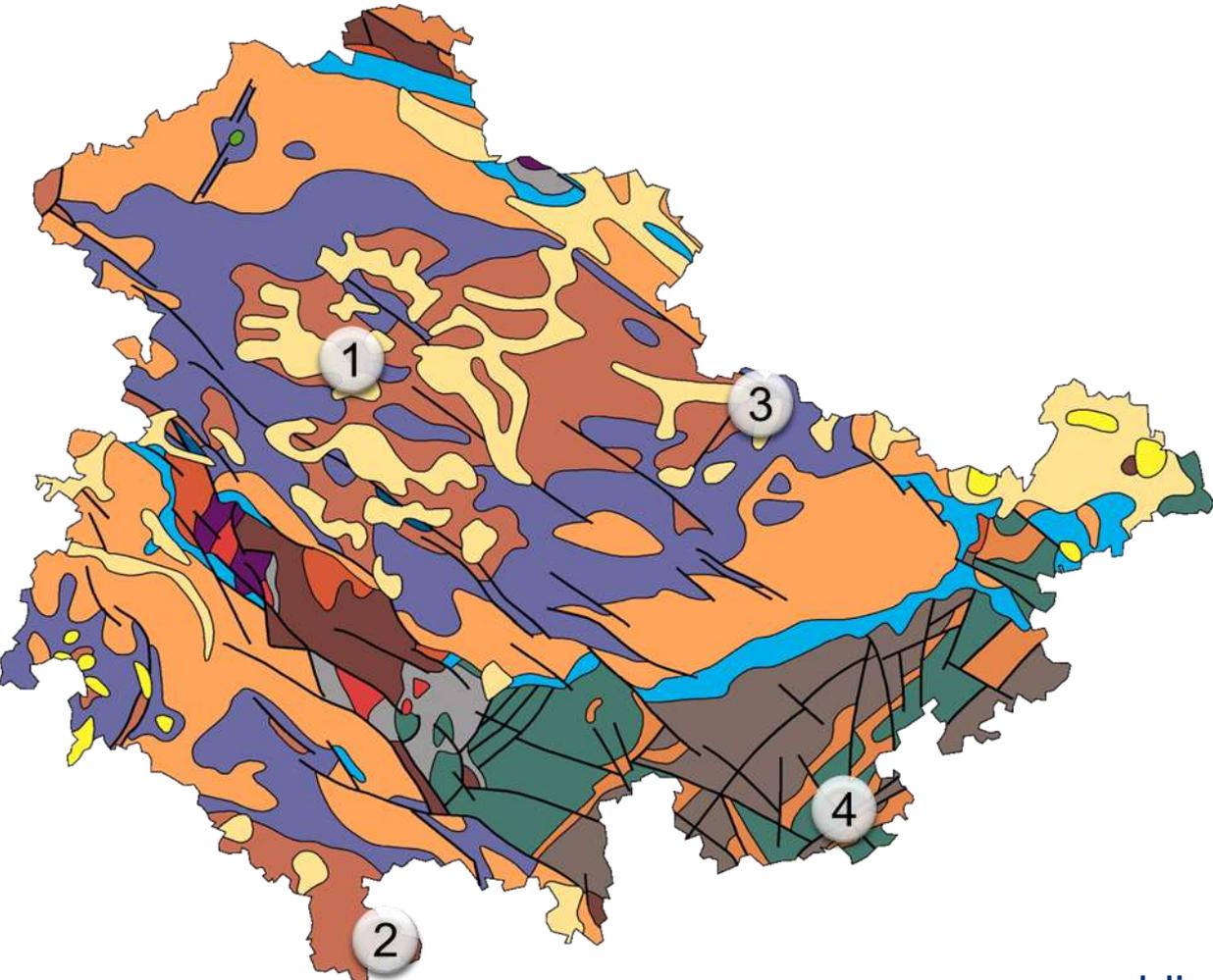
- Stadt Jena
- Kreisgrenzen
- Schutzgebiete**
- Trinkwasserschutzzone I
- Trinkwasserschutzzone II
- Trinkwasserschutzzone III
- Naturschutzgebiet
- Landschaftsschutzgebiet
- Flächennaturdenkmal
- Naturdenkmal (Bäume)
- FFH-Gebiet
- EG-Vogelschutzgebiet
- FFH-Objekt

Quelle: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH

# Geothermie?

- geringer oberirdischer Platzbedarf
- Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien in der Fernwärmeversorgung
- Verbesserung des Primärenergiefaktors
- Mitwirkung bei der Erfüllung der Klimaschutzziele
- Grundlastfähigkeit

# Bestand (mittel)tiefe Geothermie in Thüringen



- ① Bad Langensalza, 1996, Thermalsolebohrung, Endteufe: 741 m
- ② Bad Colberg, 1994, Thermalsolebohrung, Endteufe: 1.400 m
- ③ Bad Sulza, 1984, Thermalsolebohrung, Endteufe: 613 m
- ④ Bad Lobenstein, 1995, Thermalwasserbohrung, Endteufe: 1.833,5 m

=> ausschließlich balneologische Nutzung

Quelle: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH

# Ausgangslage

- wasserführende Gesteinsschichten (Werrakarbonat) unterhalb Jenas in 700 m Tiefe durch frühere Bohrungen belegt
- genaue Lage, Ergiebigkeit und Temperatur der geothermischen Reservoirs im Stadtgebiet nicht bekannt

→ Beauftragung einer Vorstudie Anfang 2016:

- Ermittlung der Spannbreite möglicher Wärmegestehungskosten anhand von Beispielszenarien
- Ermittlung der Faktoren mit maßgeblichem Einfluss auf die Wärmegestehungskosten

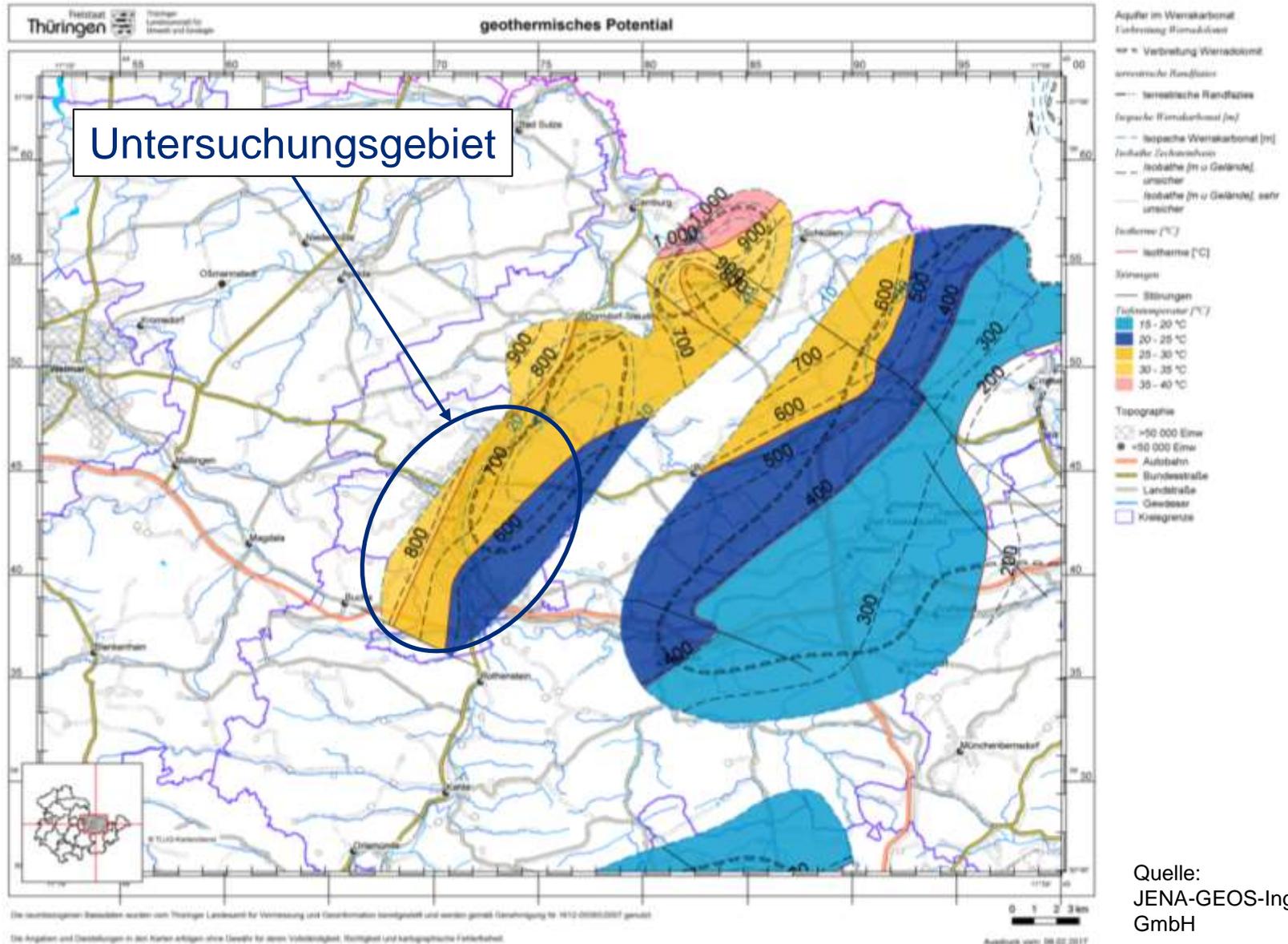


# Geothermiestudie

- Förderantrag im Rahmen des Programmes „GREEN invest“ des Thüringer Umweltministeriums
- definierte Projektziele:
  - Präzisierung des verfügbaren geothermischen Potenzials
  - Ableitung eines Vorzugsstandortes
  - Erarbeitung einer realisierbaren und ins Fernwärmenetz integrierbaren Geothermie-Anlagenkonfiguration
  - umfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Bewilligung der Fördermittel am 16.09.2016
- Projektlaufzeit: 19.09.2016 – 31.08.2017



# Temperaturen im Untergrund



# Analyse der geologischen Datenbasis

- Einsichtnahme in Berichte aus Bohrkampagnen der DDR
  - Auswertung der Daten mehrerer Bohrungen aus dem Jenaer Umland
- vorgefundene Datenlage erlaubt keine präzise Lokalisierung der wasserführenden Gesteinsschichten im Stadtgebiet Jenas
- wenige aussagekräftige Informationen über die Gesteinsstruktur und die verfügbare Wassermenge vorhanden
- ermitteltes Geothermiepotenzial:
- Schüttungsrate: **12,5 ± 2,5 l/s**
- Temperatur: **27 °C**
- ⇒ Wegen der unvollständigen Datengrundlage bestehen noch erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich Fündigkeit und Schüttungsrate.

# Eckdaten für Konzepterstellung

## Auslegungsrandbedingungen

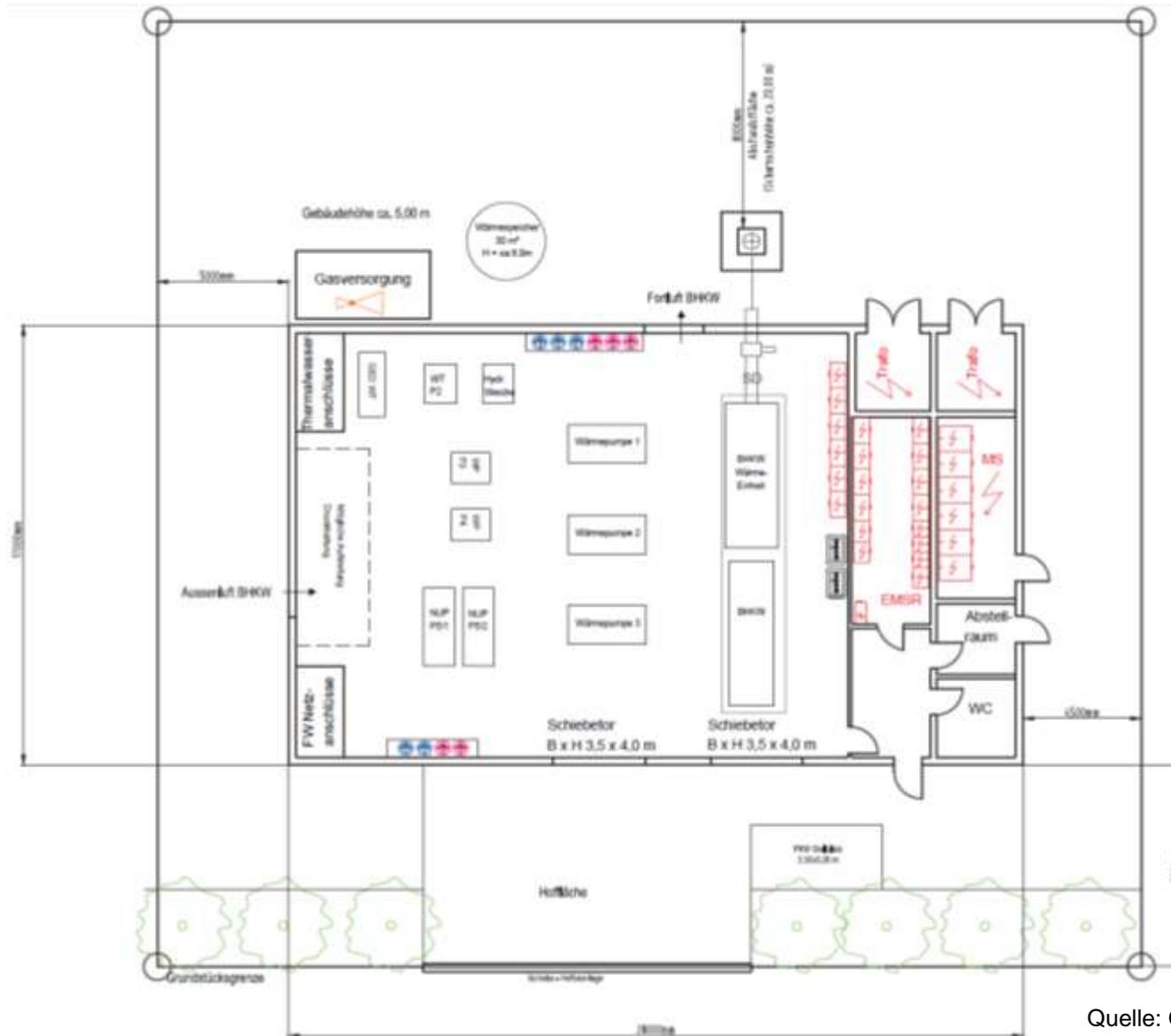
- Volumenstrom Thermalwasser: 15 l/s
- Vorlauftemperatur Thermalwasser: 27 °C
- Rücklauftemperatur Fernwärmenetz: 62 °C
- Vorlauftemperatur Fernwärmenetz: 90 °C

Nur ein Hersteller konnte mit den vorgegebenen Parametern ein realisierbares Konzept anbieten.

Die ausgearbeitete Anlagenkonfiguration ist sensibel hinsichtlich Schwankungen der Eingangsvolumenströme und -temperaturen.



# Aufstellungskonzept



Quelle: GEF Ingenieur AG

# Leistungsdaten der Geothermieanlage

Erzeuger Leistung $\text{kW}_{\text{th}}$		Erzeuger Brennstoffeinsatz $\text{kW}_{\text{Br}}$		Erzeuger Leistung $\text{kW}_{\text{el}}$		Bedarf $\text{kW}_{\text{el}}$	
$Q_{\text{Geothermie}}$	1.300					$P_{\text{el Pu. Thermalwasser}}$	65
$Q_{\text{Wärmepumpe 1-3}}$	733					$P_{\text{el Wärmepumpe 1-3}}$	733
						$P_{\text{el Pumpen}}$	20
$Q_{\text{BHKW}}$	1.042	$Q_{\text{BHKW}}$	2.326	$P_{\text{el BHKW}}$	1.000	$P_{\text{el BHKW}}$	20
						$P_{\text{el Netzpumpen}}$	160
<b><math>Q_{\text{gesamt}}</math></b>	<b>3.075</b>	<b><math>Q_{\text{gesamt}}</math></b>	<b>2.326</b>	<b><math>P_{\text{el gesamt}}</math></b>	<b>1.000</b>	<b><math>P_{\text{el gesamt}}</math></b>	<b>998</b>

Quelle: GEF Ingenieur AG

Vollbenutzungsstunden	8.000	h/a
<b>elektrische Bilanz</b>		
gesamte Stromverbrauchsleistung	0,998	MW
Summe jährliche Stromerzeugung	7.984	MWh/a
<b>thermische Bilanz</b>		
Summe thermische Leistung	3,075	MW
Summe jährliche Wärmeerzeugung	24.600	MWh/a
KWK-Wärmeanteil	34%	
<b>Brennstoffbilanz</b>		
Summe jährlicher Erdgaseinsatz	18.608	MWh/a

Quelle: GEF Ingenieur AG

# Wärmegestehungskosten

<b>Randbedingungen</b>		
Zinssatz	2,5%	
Amortisationsdauer	15	a
Nutzungsdauer	20	a
<b>Investitionen</b>		
untertägiger Anlagenteil	2.486	T€
obertägiger Anlagenteil	5.074	T€
<b>kapitalgebundene Kosten</b>	605	T€/a
<b>verbrauchsgebundene Kosten</b>	505	T€/a
<b>betriebsgebundene Kosten</b> Wartung, Personal, Versicherung, etc.	366	T€/a
<b>Mittelwert Wärmegestehungskosten über 20 a (gerundet)</b>	<b>54</b>	<b>€/MWh</b>

Quelle: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH

# Parametervariationen für Sensitivitätsanalyse

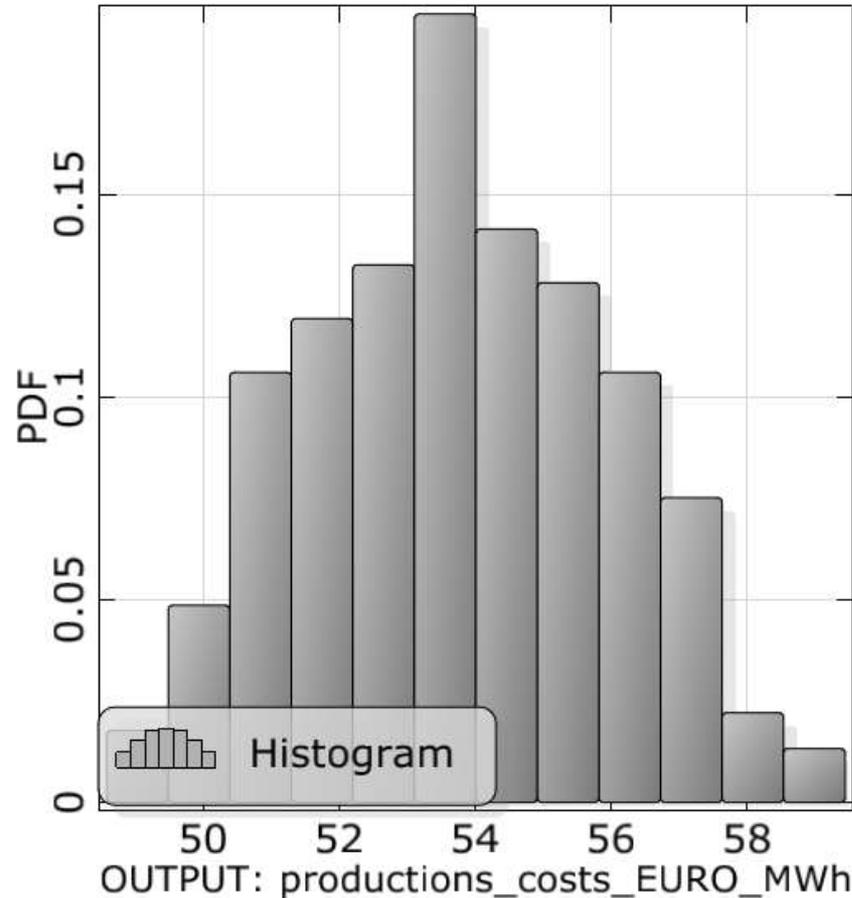
<b>variierte Parameter</b>	<b>Variationsbereich</b>	
Zirkulationsrate untertägiger Anlagenteil	12 - 15	l/s
Produktivität Aquifer	0,5 - 1,0	l/s*bar
Vollbenutzungsstunden	7.800 - 8.200	h/a
Salinität Thermalwasser	13 - 260	g/l
Temperatur Thermalwasser	25,7 - 29,7	°C
Erdgaspreis inkl. Energiesteuer	30 - 35	€/MWh
Investitionskosten untertage	1.900 - 2.400	T€
Investitionskosten übertage	4.400 - 5.500	T€
Zinssatz	1 - 3	%

<b>nicht variierte Parameter</b>		
Amortisationsdauer	15	a
Nutzungsdauer	20	a
Vorlauftemperatur Fernwärmenetz	90	°C

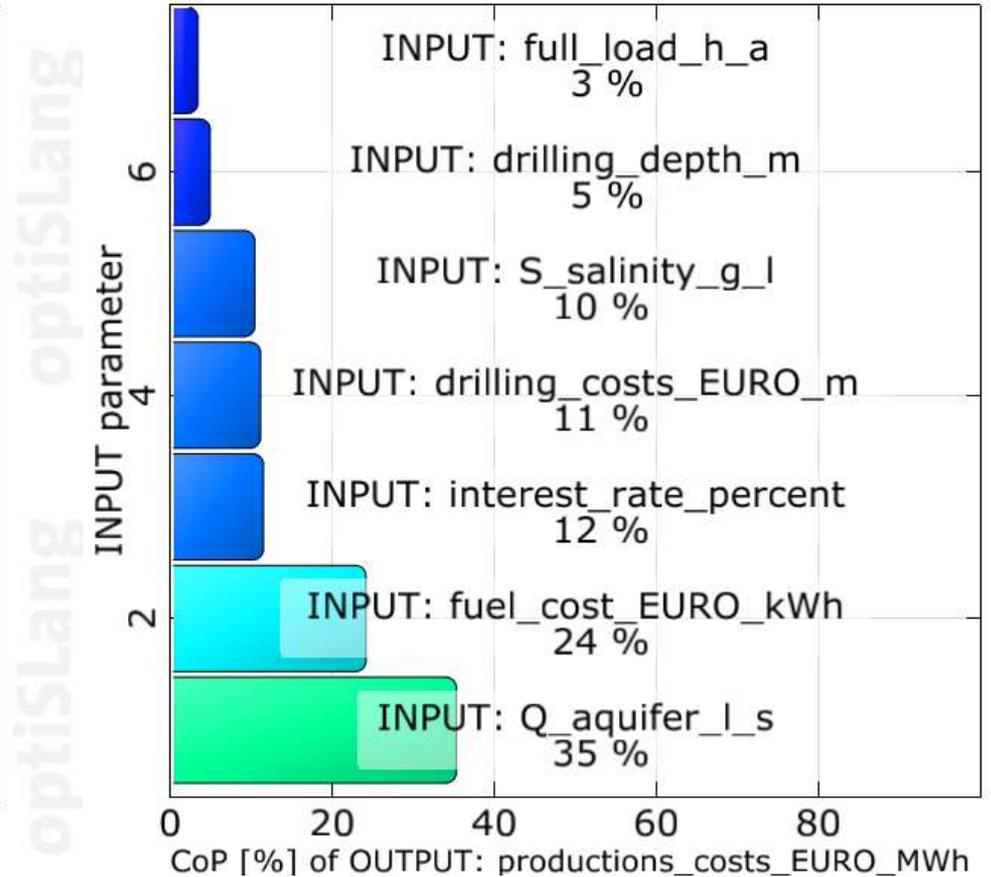
Quelle: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH

# Ergebnis Sensitivitätsanalyse

OUTPUT: productions\_costs\_EURO\_MWh



Coefficients of Prognosis (using MoP)  
full model: CoP = 99 %



Quelle: JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH

# Projektzwischenstand

- Die Integration der Geothermie ins Fernwärmenetz ist technisch realisierbar.
- Es besteht ein nicht unerhebliches Risiko hinsichtlich Fündigkeit und Schüttungsrate des geothermischen Reservoirs.
- Die Wärmegestehungskosten der Geothermieanlage sind bei derzeitigen Energiepreisen und den vorgegebenen technischen Parametern ohne Förderung nicht konkurrenzfähig.

# mögliche weitere Schritte nach Projektabschluss

- Durchführung seismischer Untersuchungen zur genauen Lokalisierung der wasserführenden Gesteinsstrukturen (ca. 100 T€)
- Verifizierung der Untergrundparameter am geplanten Standort der potenziellen Geothermieanlage
- Durchführung einer Probebohrung am Vorzugs-Standort inklusive aller notwendigen Tests und Analysen (ca. 350 T€)
- Entscheidung

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

