



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



technische  
**THERMO  
DYNAMIK**



**DBI** GUT  
Gas- und Umwelttechnik

## Standortgenaue Machbarkeitsstudie zur regenerativen Energieversorgung von Gebäuden mittels Grubenwassergeothermie



SACHSEN  
Die Maßnahme wird mitfinanziert mit  
Steuermitteln auf Grundlage des vom  
Sächsischen Landtag beschlossenen  
Haushaltes.

Thomas Grab, Lukas Oppelt, Tom Ebel, Timm Wunderlich, Tobias Fieback  
Thomas Wenzel, Patrick Heinrich, Robert Manig

kassel23 18.10.2023



**Allgemeines** – Motivation – Untertägiges Potential –  
 Übertägige Bedarfsprognose– Potentialkombination – Zusammenfassung

SACHSEN Die Maßnahme wird mitfinanziert mit  
 Steuermitteln auf Grundlage des vom  
 Sächsischen Landtag beschlossenen  
 Haushaltes.

## Projektkonsortium Verbundprojekt MareEn

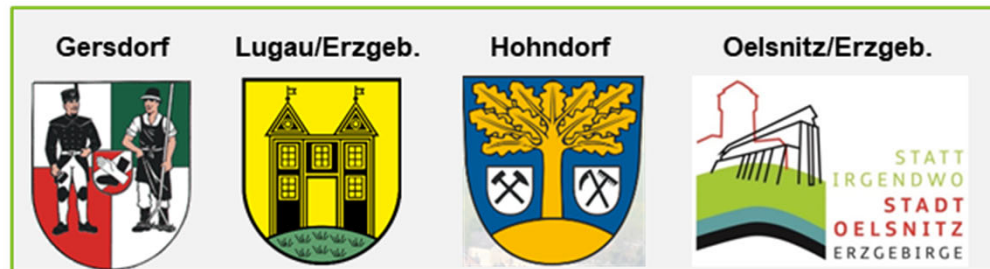


TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
 BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



technische  
 THERMO  
 DYNAMIK



## Ziele des Arbeitsplans & Kernziele des Projektes



- Ermittlung **standortgenauer energetischer Potenziale** zur Versorgung von Gebäuden mit Grubenwasser



- Ermittlung **gebäudescharfer Konzepte** zur Versorgung von Gebäuden mit Wärme- und Kälteenergie aus Grubenwässern im ehemaligen Steinkohlenrevier Lugau/Oelsnitz



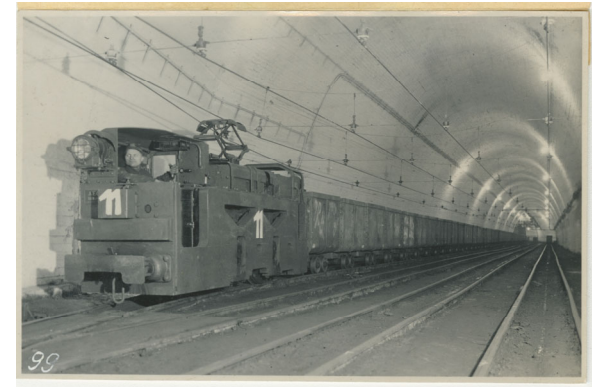
- Ableiten von **allgemeinen Handlungsempfehlungen** zur regenerativen Wärme- und Kälteversorgung im **Sinne der Ziele der Bundesregierung**



- **Grubenwassergeothermie** als grundlastfähige erneuerbare Energiequelle zur Wärmeversorgung von Gebäuden **der Öffentlichkeit bekannt machen**

## Untertägiger Zustand

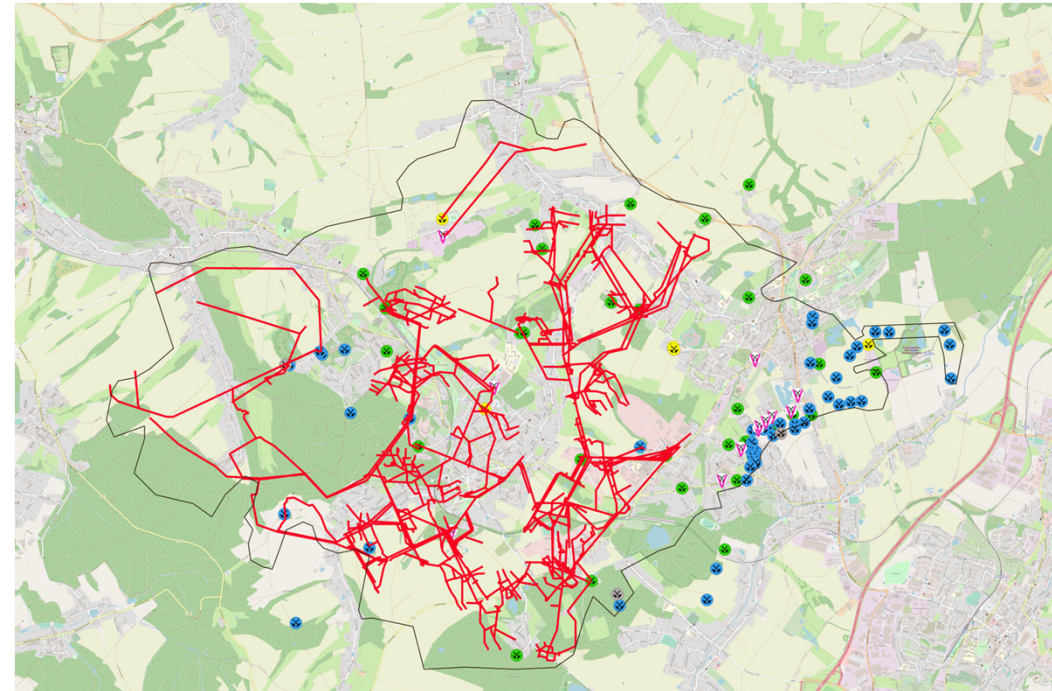
- ca. 142 Mio t verwertbare Kohle bis 1971 gefördert [1]
- Großfüllort Kaiserin-Augusta-Schacht 7 m Höhe und 11 m Breite
- Rohfördervolumen 150 Mio. m<sup>3</sup>
- Resthohlraumvolumen ca. 32 %
- Verschieden ausgebaute Strecken und untertägige Bereiche



[Abb. 5, 6]

## Untertägiger Zustand

- ca. 142 Mio t verwertbare Kohle bis 1971 gefördert [1]
- Großfüllort Kaiserin-Augusta-Schacht 7 m Höhe und 11 m Breite
- Rohfördervolumen 150 Mio. m<sup>3</sup>
- Resthohlraumvolumen ca. 32 %
- Verschieden ausgebaute Strecken und untertägige Bereiche
- Analyse von Strecken in der Nähe von Schächten
- Fokus auf Streckenabschnitte

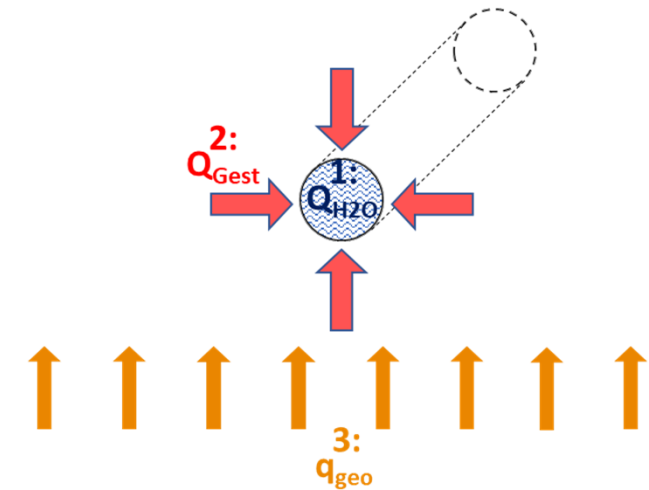


## Potentialberechnung

- Entnahme- und Reinjektionsbohrung
- Regenerationsfähigkeit des Gesteins

### Annahmen:

- Strecke ist ein ideales Rohr
- Rohrdurchmesser 2m (idealisiert)
- Ausschließliche Nutzung des Wassers im Rohrvolumen



### Wärmeleistungsbereitstellung durch:

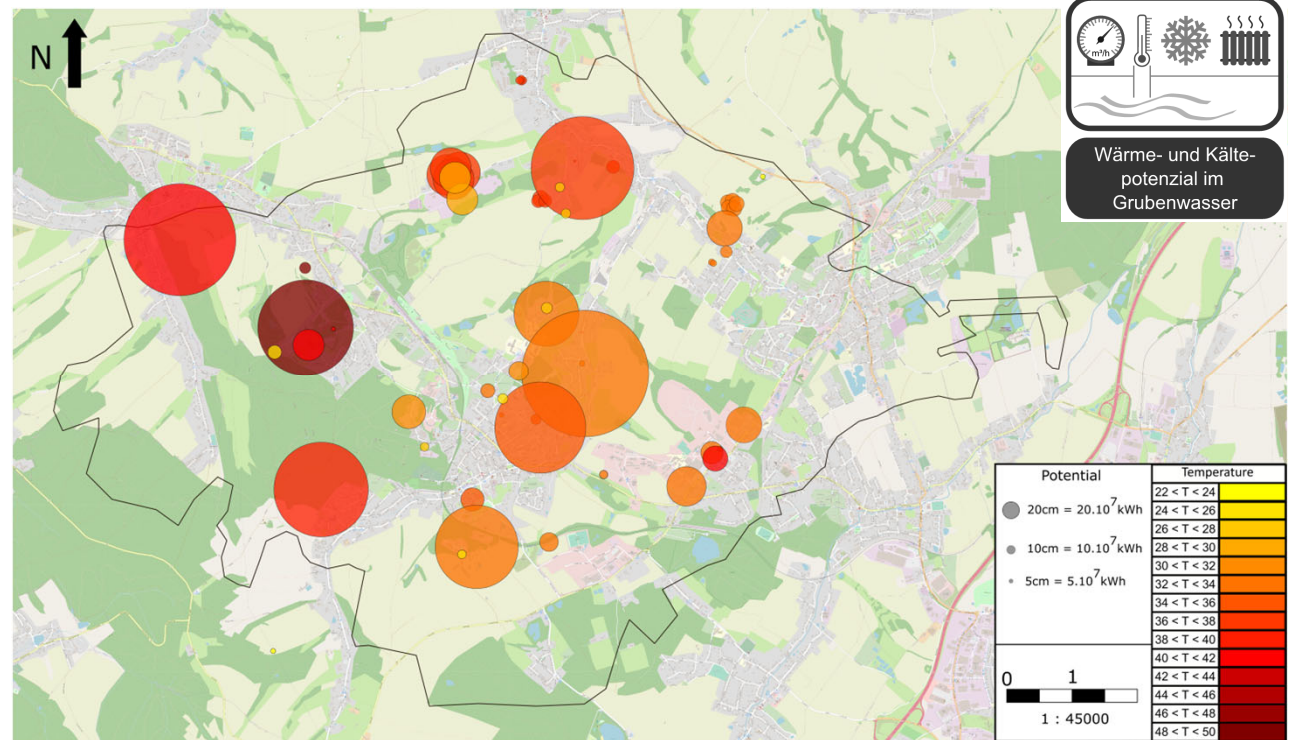
1: Gespeicherte Wärme im Wasser  $Q_{H_2O}$   
 ( $T_{H_2O} = T_{Gest}$ )

2: Gespeicherte Wärme im Gestein  $Q_{Gest}$

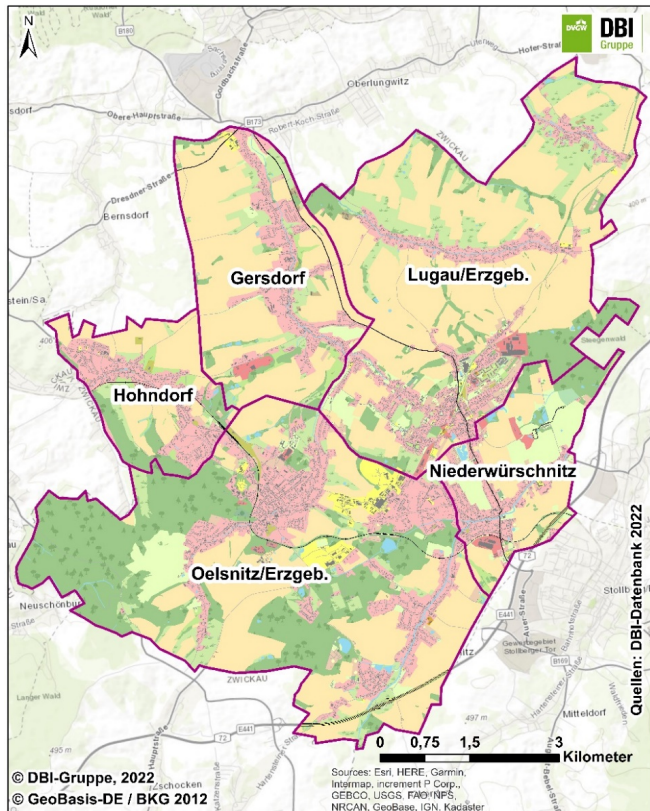
3: Geothermischer Wärmestrom  $q_{Geo}$

## Potentiale für Grubenwassergeothermie

- Insgesamt 59 Standorte im Revier betrachtet und Potentiale von Strecken/Schächten etc. berechnet
- Nutzbare Temperaturen zwischen 20 und 50 °C erwartet
- Betrachtungszeitraum: 25 und 50 Jahre



# Räumlich-Strukturelle Analyse der Gemeinden



## Räumlich-Strukturelle Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Gebietsgrenze	Agrarflächen	Gewässer	Obstplantage
Gebäude	Bauernhöfe	Gewerbe-/Industriegebiet	Parkanlage
Schiene	Büro/Business	Gras	Wald
Autobahn	Einzelhandel	keine Informationen	Weide
Bundesstraße	Friedhof	Kleingärten	Wohngebiet
Sonstige Straße	Gestrüpp		

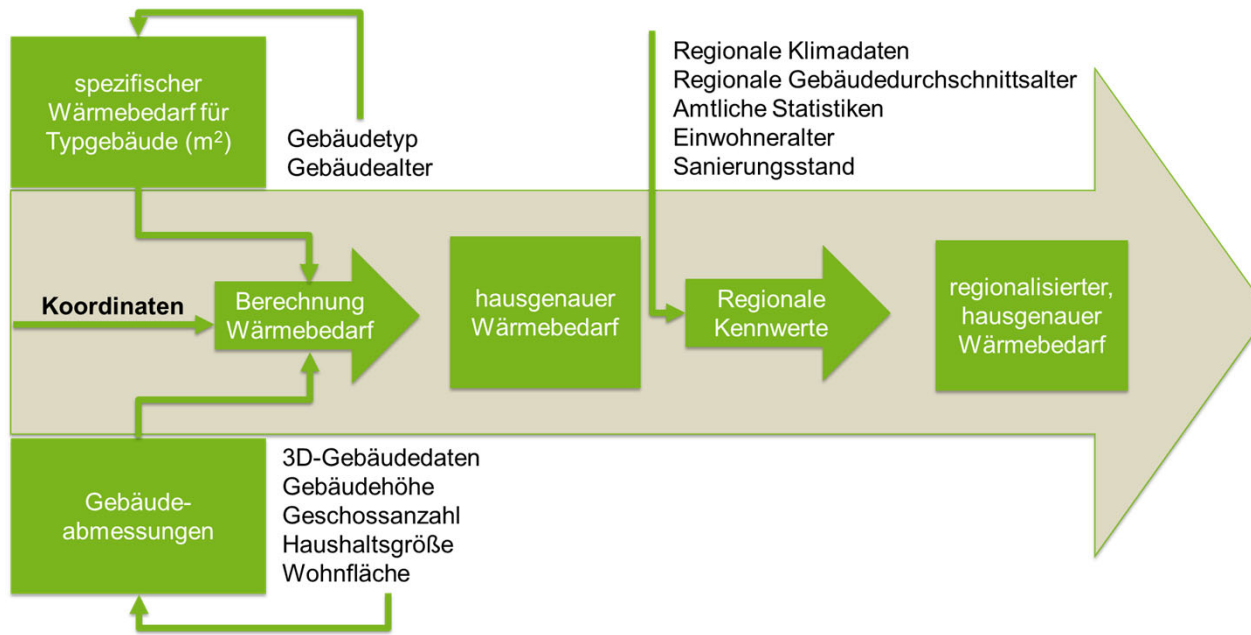
## Kennzahlen zum Untersuchungsgebiet:

- Gesamtfläche: ca. 70 km<sup>2</sup>
- Einwohnerzahl: ca. 28.000 Personen
- Bevölkerungsdichte: ca. 410 Personen pro km<sup>2</sup>
- Kleinstädtischer & dörflicher Raum in Südsachsen

➔ **Möglichkeit für eine klimaneutrale kommunale Wärmeversorgung mit Grubenwasser**



## Modellierung von Wärmebedarfen: Methodik



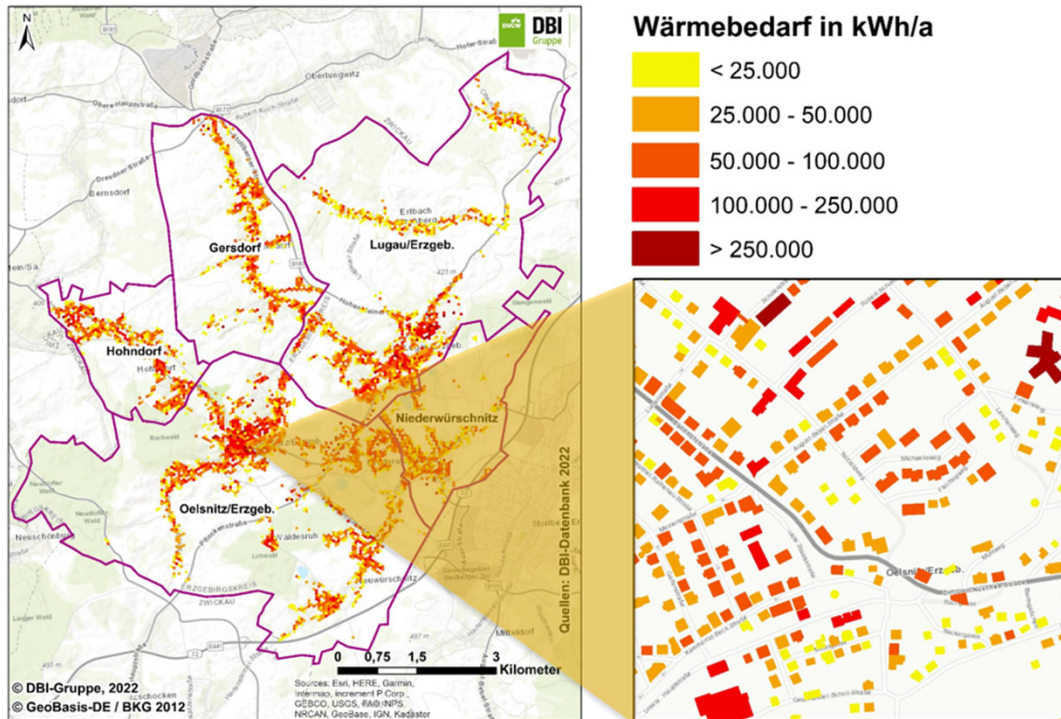
### Algorithmus:

1. Erfassen der Adressen mit Geo-Koordinaten
2. Zuordnung von Gebäudeabmessungen in verschiedener Qualität
3. Zuordnung spezifischer Wärmebedarfskennwerte:
4. Bestimmung des standortgenauen Wärmebedarfs
5. Regionalisierung des Wärmebedarfs mit zusätzlichen Kennwerten (s. Methodik)

→ **Abgleich der modellierten Werte mit von Gemeinden bereitgestellten Realdaten für die Liegenschaften**

Ergebnis: für **jedes Gebäude** liegt ein modellierter Wärmebedarf in kWh/a vor

# Modellierung von Wärmebedarfen: Ergebnisse



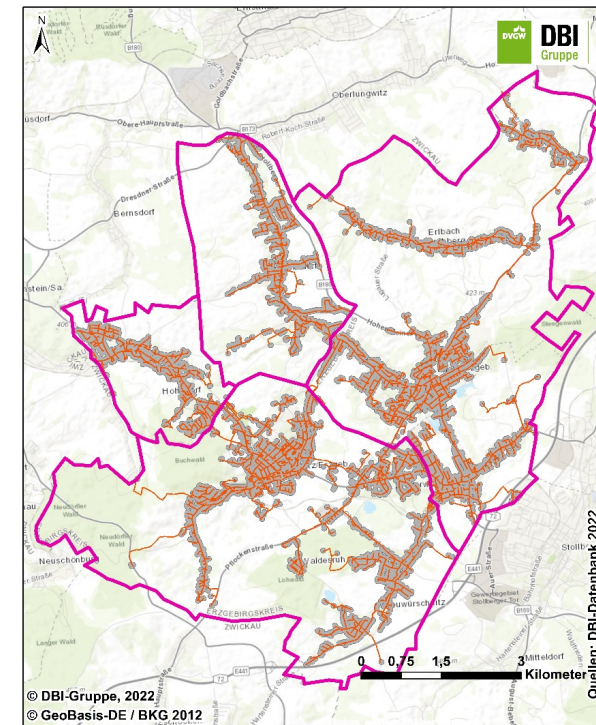
	<b>Wärmebedarf in GWh/a</b>	<b>33,69</b>
<b>Gersdorf</b>	Anzahl der Gebäude	1.185
	<b>Wärmebedarf in GWh/a</b>	<b>29,98</b>
<b>Hohndorf</b>	Anzahl der Gebäude	969
	<b>Wärmebedarf in GWh/a</b>	<b>101,79</b>
<b>Lugau (inkl. Niederwürschnitz)</b>	Anzahl der Gebäude	1.845
	<b>Wärmebedarf in GWh/a</b>	<b>108,78</b>
<b>Oelsnitz</b>	Anzahl der Gebäude	2.728
	<b>Wärmebedarf in GWh/a</b>	<b>274,24</b>
<b>Summe</b>	Anzahl der Gebäude	6.727

Ergebnis: für **jedes Gebäude** liegt ein modellierter Wärmebedarf in kWh/a vor

## Mögliche Netzversorgung in den Gemeinden

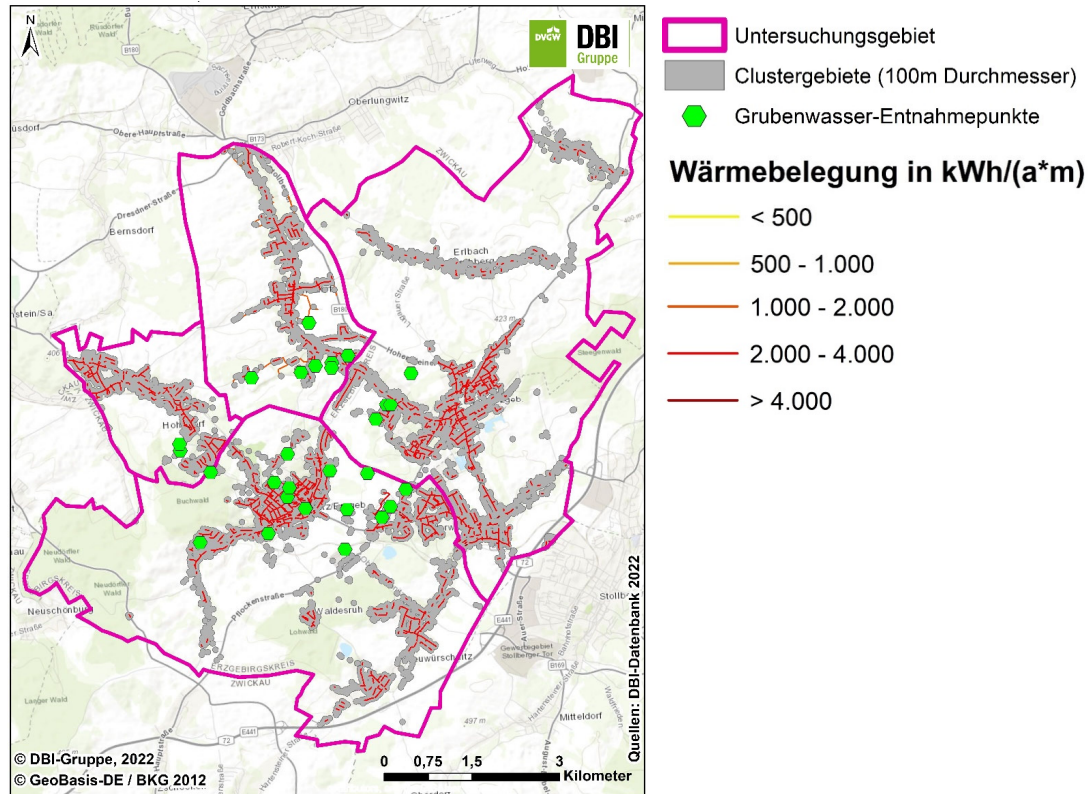
- **Gesamtnetzmodellierung** für die Versorgung jedes Gebäudes in den einzelnen Gemeinden
- Identifikation von **Versorgungsclustern** auf Basis möglicher Netzversorgung im Gebiet

Gebiet / Gemeinde	Netzlänge [m]	Wärmemenge [kWh/a]	Wärmebelegung [kWh/(m*a)]
Lugau / Niederwürschnitz	90.193	91.194.260	1.011
Hohndorf	24.971	29.836.075	1.194
Oelsnitz	93.574	100.916.644	1.078
Gersdorf	30.029	32.367.047	1.077



### → Fragestellung: Wo liegen besonders lohnenswerte Cluster?

## Identifizierung lohnenswerter Cluster



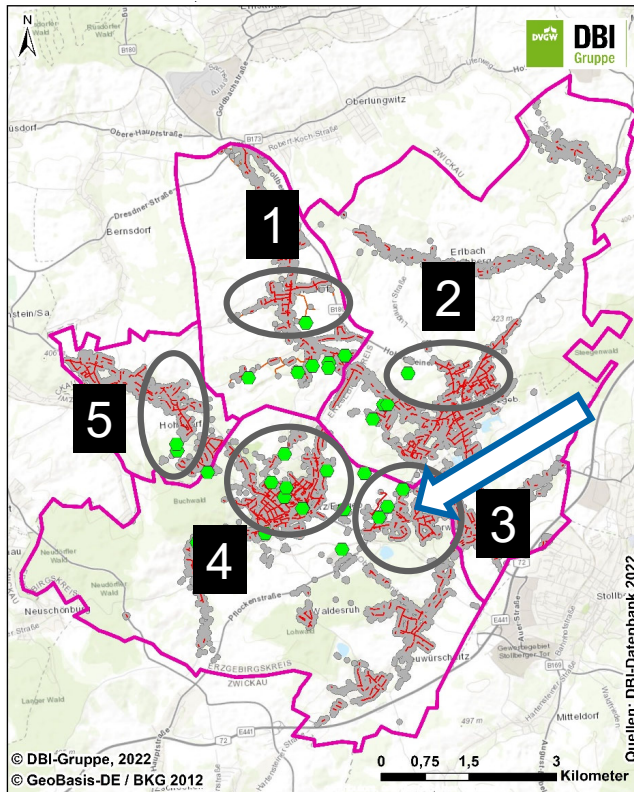
### Fazit:

- 2.000 kWh/(m\*a) bildet gute Basis für den Start der Analyse zur Identifizierung lohnenswerter Cluster

### Nächste Schritte:

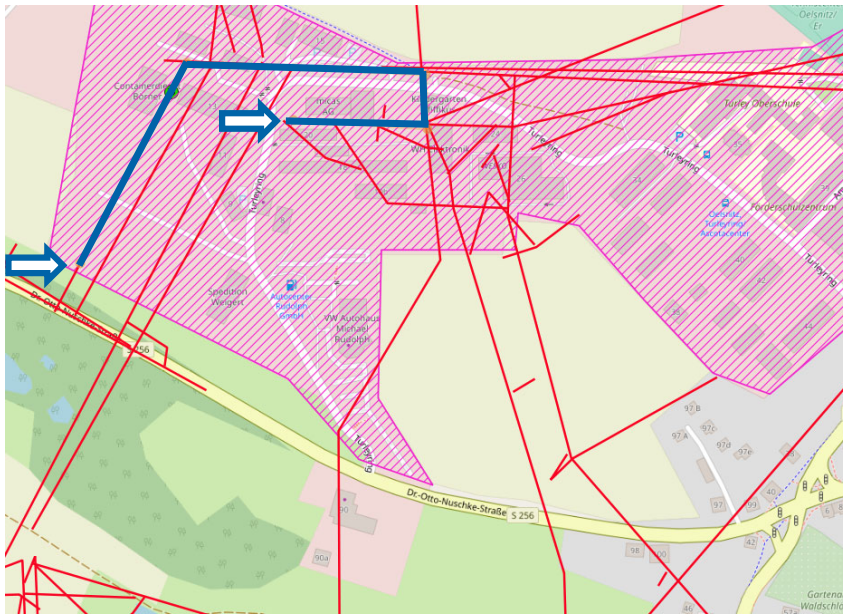
- Verschneidung der Clustergebiete und Wärmenetze mit den im AP 1 identifizierten Entnahme- und Einspeisepunkten  
 → s. Abbildung links
- Identifizierung von besonders geeigneten Gebieten im Untersuchungsgebiet

## Beispiel „Am Bergbaumuseum“

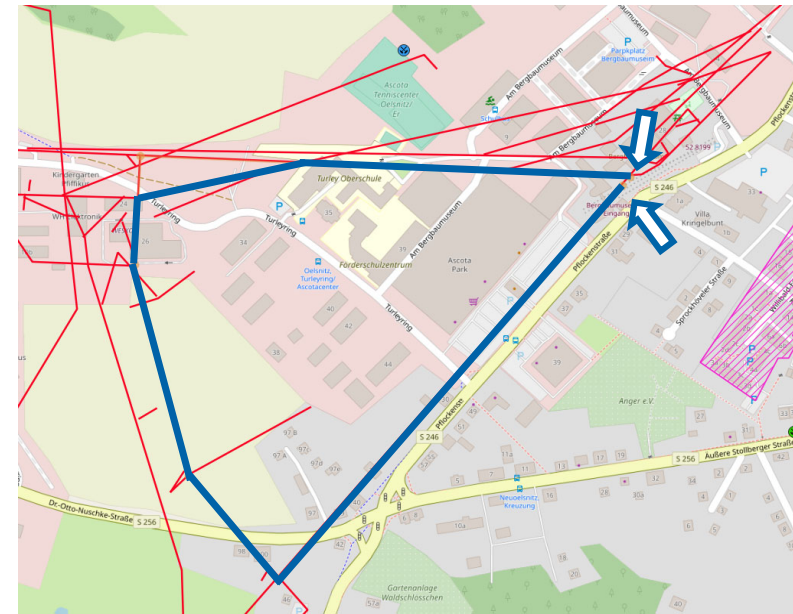


- Für insgesamt 10 Standorte wurde/wird ein konkretes Nutzungskonzept erstellt
- Beispiel „Am Bergbaumuseum“ in Oelsnitz
- Höffiger Standort da:
  - ➡ Streckentiefen liefern Hinweis auf hohe nutzbare Temperatur
  - ➡ Definiertes Versorgungsgebiet Turleyring in der Nähe
  - ➡ Clusteranalyse zeigt große Menge möglicher Abnehmer

## Beispiel „Am Bergbaumuseum“

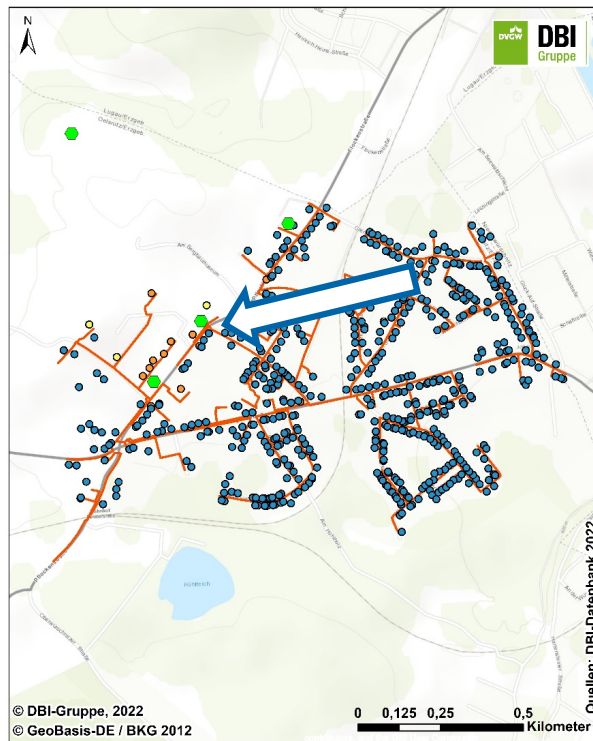


Potential: ca. 500 kW, 1,9 GWh/a



Potential: ca. 1400 kW, 5,7 GWh/a

## Beispiel „Am Bergbaumuseum“ – Variante A

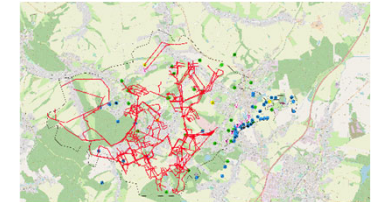


- Nutzbare Temperatur > 35 °C
- Angenommener nutzbarer Volumenstrom: 100 m<sup>3</sup>/h
  - ➡ Potential: 1,4 MW | 5,7 GWh/a
  - ➡ Energiebedarf Netz: 5,5 MW | 19,6 GWh/a
  - ➡ Mögliche Netzlänge: 12,7 km | 582 Abnehmer
- Kosten?
  - ➡ Investitionskosten: ca. 1,9 Mio.+ 7,5 Mio.
  - ➡ Arbeitskosten: ca. 7 ct/kWh
- CO<sub>2</sub>-Einsparungen?
  - ➡ Jährliche Reduktion: ca. 700 t/a

## Ergebnisse des Projekts „MareEn“

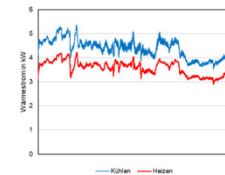
### Untertägiges energetisches Potenzial + Wärmeübertrager

- Metastudie Datenakquise
- Erfassung der aktuellen energetischen Potenziale des Steinkohlereviere  
→ 59 Standorte für 25 und 50 Jahre Laufzeit
- Wärmeübertragerversuche in Hohndorf



### Obertägiges energetisches Potenzial + Wärmenetzsimulationen

- Ca. 6.727 Gebäude zur Wärmeversorgung charakterisiert und verortet
- Modellierung der Wärmebedarfe je Gebäudetyp und Gemeinde
- Trassierung möglicher Wärmenetze zur Versorgung der Gebäude





Allgemeines – Motivation – Untertägiges Potential –  
Übertägige Bedarfsprognose– Potentialkombination – Zusammenfassung

Die Maßnahme wird mitfinanziert mit  
Steuermitteln auf Grundlage des vom  
Sächsischen Landtag beschlossenen  
Haushaltes.

## Ergebnisse des Projekts „MareEn“

### Kombination der Potenziale Über und Untertage - technische, ökologische, ökonomische Bewertung

- Entwicklung konkreten Konzepten für 10 Standorte im Quartier
- Verschneidung der Analysen
- Ökologische, ökonomische Bewertung der Potentiale

### Öffentlichkeitsarbeit und Exploitation der Ergebnisse

- Wärmepumpenworkshop
- Konferenzen
- Veröffentlichungen
- Abschlussbericht





TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



technische  
THERMO  
DYNAMIK



**DBI** GUT  
Gas- und Umwelttechnik

# Vielen Dank für Ihr Interesse





## TU BERGAKADEMIE FREIBERG

Chair of technical thermodynamics,  
Gustav-Zeuner-Straße 7, 09599 Freiberg



[geothermie.iwtt.tu-freiberg.de](http://geothermie.iwtt.tu-freiberg.de)



[tu-freiberg.de/en/fakult4/iwtt/ttd](http://tu-freiberg.de/en/fakult4/iwtt/ttd)



Dr.-Ing. Thomas Grab  
Tel. +49(0)3731 39-3004  
[Thomas.Grab@ttd.tu-freiberg.de](mailto:Thomas.Grab@ttd.tu-freiberg.de)



Dipl.-Wi.-Ing. Lukas Oppelt  
Tel. +49(0)3731 39-3277  
[Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de](mailto:Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de)



MBA. Timm Wunderlich  
Tel. +49(0)3731 39-3276  
[Timm.Wunderlich@ttd.tu-freiberg.de](mailto:Timm.Wunderlich@ttd.tu-freiberg.de)



## Quellen – Literatur

**SACHSEN** Die Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.




[1] BEYER, C. u. a. (1974): Bergschadenskundliche Analyse „Lugau/Oelsnitz“. - Unveröff., VEB Baugrund Berlin, Produktionsbereich Zwickau & VEB Steinkohlenwerk Oelsnitz, Zwickau, Archiv Oberbergamt; Freiberg.



## Quellen – Abbildungen

- [1] <https://www.tagesschau.de/thema/gaskrise/> (zuletzt besucht am 18.11.2022)
- [2] 12. Bergbaukonferenz 2022 Maria Ussath, [http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle\\_Ver%C3%B6ffentlichungen](http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle_Ver%C3%B6ffentlichungen) (zuletzt besucht am 18.11.2022)
- [3] 12. Bergbaukonferenz 2022 Maria Ussath, [http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle\\_Ver%C3%B6ffentlichungen](http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle_Ver%C3%B6ffentlichungen) (zuletzt besucht am 18.11.2022)
- [4] 12. Bergbaukonferenz 2022 Maria Ussath, [http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle\\_Ver%C3%B6ffentlichungen](http://floe-z-sachsen.de/Aktuelle_Ver%C3%B6ffentlichungen) (zuletzt besucht am 18.11.2022)
- [5] Fotoarchiv Bergbaumuseum Oelsnitz
- [6] Fotoarchiv Bergbaumuseum Oelsnitz
- [7] FELIX, M., Das Grubenwasseranstiegsmodell im Steinkohlerevier Lugau/Oelsnitz, 2010
- [8] Erarbeitung inhaltlicher Aspekte für ein Rahmenkonzept zu Bergbaunachfolgen des ehemaligen Steinkohlereviere Lugau-Oelsnitz/ Erzgeb., Darstellung der Schächte, Störungen, Erdrisse, Bergschäden, Streckensystem, Grubenwassermessstellen, Grubengasaustritte, Ausbissbereich Oberkarbon, Vita-Min Projekt, LfULG, DMT 2017
- [9] Übersicht der bergmännischen Auffahrungen im Phyllit, Untersuchungsgebiet Lugau / Oelsnitz, LfULG 25.09.2007
- [10] Fotoarchiv Bergbaumuseum Oelsnitz
- [11] Fotoarchiv Bergbaumuseum Oelsnitz
- [12] Wikipedia. Datei:Deutschland Lage von Sachsen.svg. url: [https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Deutschland\\_Lage\\_von\\_Sachsen.svg](https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Deutschland_Lage_von_Sachsen.svg) (zuletzt besucht am 20.09.2022)

 Die Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

