

GEOQart - Klimaneutrale und sektorenübergreifende Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden mit Grubenwassergeothermie als innovative Energiequelle ortskonkret für Quartiere in der Montanregion Erzgebirge als Modellregion

Thomas Wenzel

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Online-Workshop Steinbeis SZ+
12.05.2026

1. Projektvorstellung GEoQart



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



1. Projektvorstellung / Projekteinführung

Was ist das Projekt GEoQart?

- Thema: **Grubenwasser** als Wärme- & Kältequelle im Quartier
- Ziel: Identifizierung von Regionen / Quartieren, in denen ein lukratives und realisierbares Versorgungskonzept auf Basis von Grubenwasser-Geothermie möglich ist.
→ **Entwicklung eines Analysewerkzeuges /-tools für Grubenwasserquartiere**

Ausführende Projektpartner



Assoziierte Projektpartner



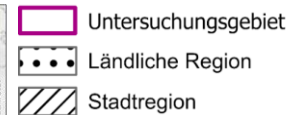
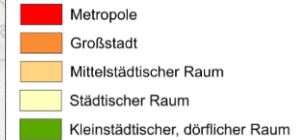
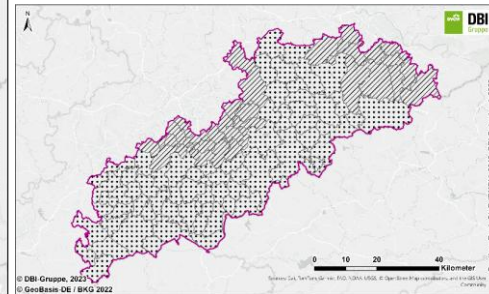
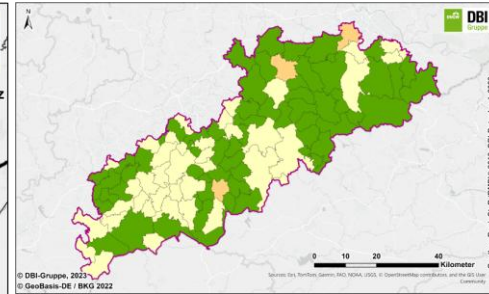
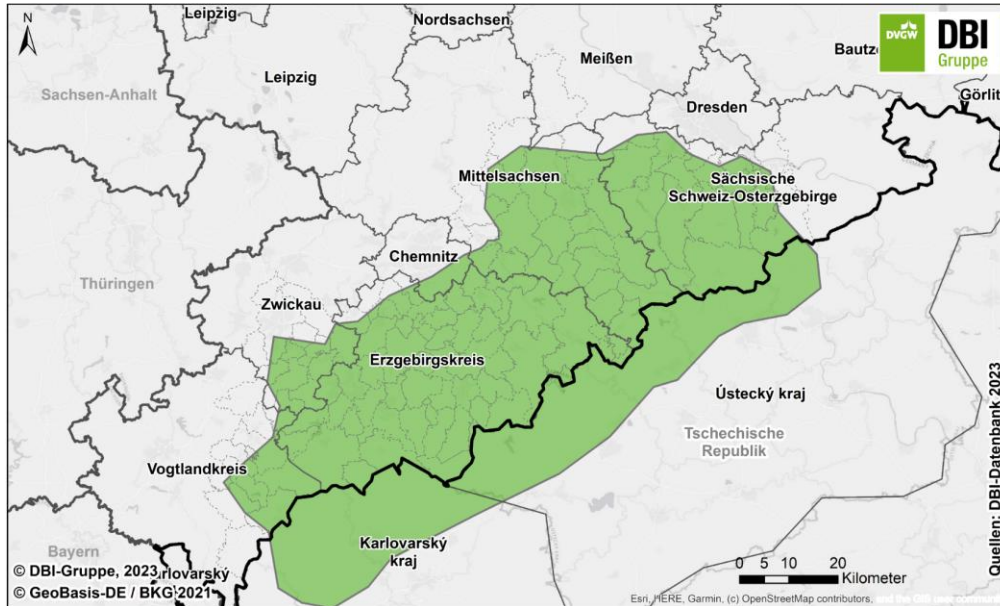
Bundesverband
Geothermie



1. Projektvorstellung / Projekteinführung

Was ist das Projekt GEoQart?

➤ Untersuchungsgebiet: Montanregion Erzgebirge auf deutscher Seite



Untersuchungsraum erstreckt sich auf etwa 4.000 km² mit ca. 613.000 Einwohnern

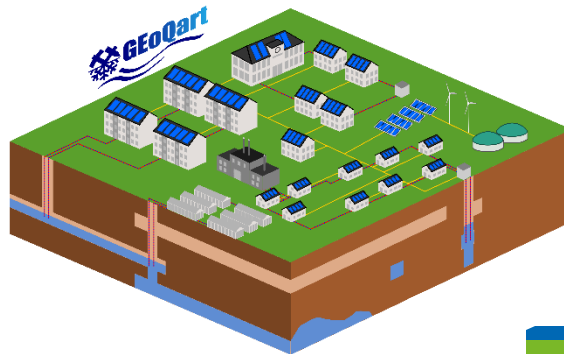
1. Projektvorstellung / Projekteinführung

Zusammengefasste Arbeitsschwerpunkte:



Berechnung Untertage-Potenzial

Modellierung Obertage-Wärmebedarfe via LOD 2



Systemauslegung Modellquartiere

Praxisbezogene Wärmenetzauslegung

→ TU-Bergakademie Freiberg

→ DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Versorgungskonzepte und wirtschaftliche Bewertung



2023

2024

2025

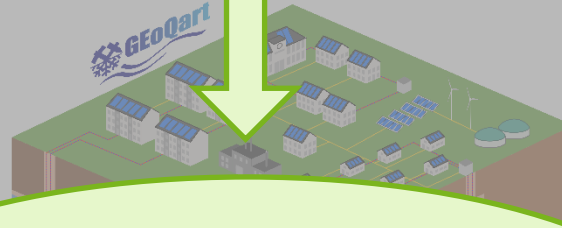
Projektstart: 01.10.2022

Abschlussbericht: 31.03.2026

DBI
Gruppe

1. Projektvorstellung / Projekteinführung

Zusammengefasste Arbeitsschwerpunkte:



- TU-Bergakademie Freiberg
- DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**Projektergebnis:
Auslegungswerkzeug**

versorgungskonzepte und
ökologische Bewertung

Berechnung Untertage-Potenzial

Kombination der untertägigen und obertägigen Analysen in einem anwendungsbereiten Tool

2023

2024

2025

Projektstart: 01.10.2022

Abschlussbericht: 31.03.2026

DBI
Gruppe

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen (DBI-Schwerpunkt)



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

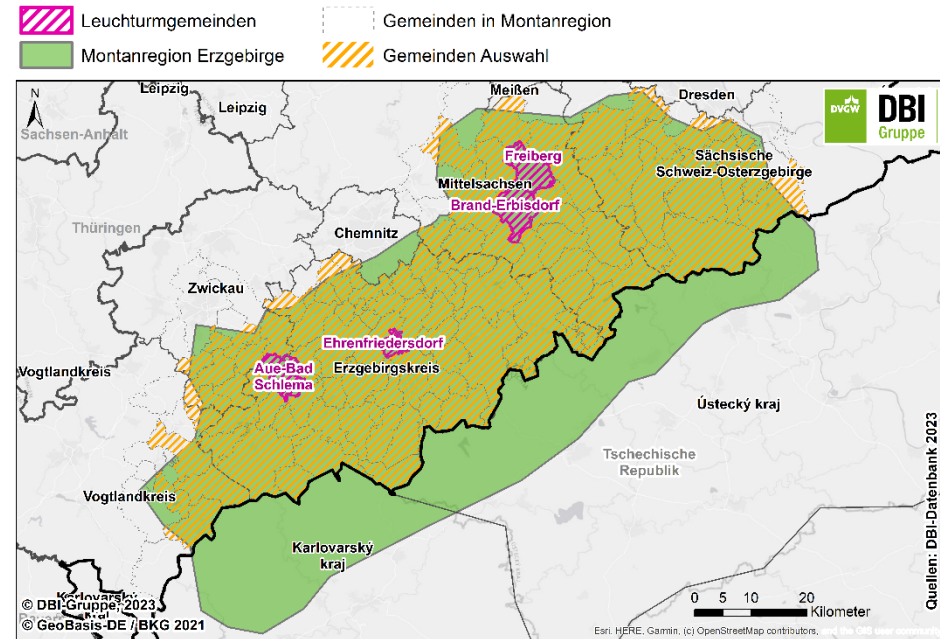


2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Untersuchungsgebiet

Abgrenzung Untersuchungsgebiet:

- **vier** vordefinierte Leuchtturmgemeinden (siehe Abb. rechts)
 - Ergänzung um weitere Gemeinden (Auswahl von 102)
- Auswahl anhand verschiedener Kennwerte:
- Siedlungsstrukturelle Prägung
→ Gemeinden im ländlichen und städtischen Raum
 - Sektorenspezifische Abnehmerstrukturen
→ Gemeinden mit Wohnen, Nicht-Wohnen & Mischnutzung
 - Größe/Ausdehnung des Bergwerks
→ %-Anteil der Gemeinde, unter der Hohlräume liegen
 - ...



Modellregion **Montanregion Erzgebirge** des Projektes GGeoQart

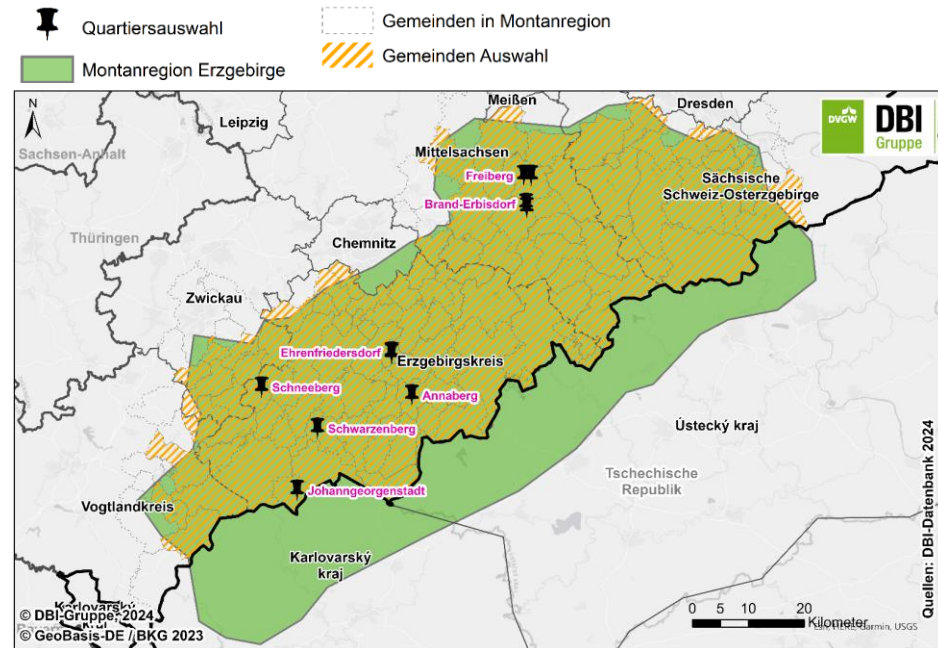
Ziel: Vorauswahl von relevanten Gemeinden in der Montanregion Erzgebirge

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Quartiersauswahl

Ausgewählte Quartiere zur Detailanalyse:

- **Freiberg**, *Quartier Friedeburg*
- **Freiberg**, *Quartier Altstadt*
- **Brand-Erbisdorf**, *Quartier Goldbachtal*
- **Brand-Erbisdorf**, *Quartier Berthelsdorfer Str.*
- **Ehrenfriedersdorf**, *Quartier Frauenberg*
- **Ehrenfriedersdorf**, *Quartier Schulkomplex*
- **Annaberg-Buchholz**, *Quartier Mitte*
- **Schneeberg**, *Quartier Alte Siedlung*
- **Schwarzenberg**, *Quartier Stadtteil Heide*
- **Johanngeorgenstadt**, *Quartier am Pulverturm*



Modellregion und ausgewählte Quartiere des Projektes GGeoQart

➔ Durchführung von verschiedenen energetischen Analysen für die Quartiere

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Detailanalyse Gebäudemodell

Ausgewählte Quartiere zur Detailanalyse:



Darstellung der Gebäudenutzungen für das Quartier Mitte

Gebäudenutzung

- EFH
- GHD und Kommune
- MFH
- Mischnutzung
- Nebengebäude / Sonstige

Annaberg-Buchholz Quartier Mitte

Entwicklung einer neuartigen Wärmebedarfsberechnung im Projekt GGeoQart durch DBI

- Abbildung aller Gebäude und Gebäudestrukturen losgelöst von Adressen
- standortspezifische Besonderheiten / Geometrie berücksichtigen: LOD2-Daten

„Projektvision“:

Methodik der Energieberater adaptieren auf universal anwendbare GIS-Methodik

→ d.h. Anwendung der **DIN V 18599** mittels eines datenbasierten Ansatzes

→ Basis für Wärmebedarfsmodellierung entsprechend der neu im Projekt entwickelten Methodik

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Wärmebedarfsanalyse

Vorgehensweise für die Wärmebedarfsmodellierung

- Berechnung soll in Anlehnung an die DIN V 18599 erfolgen
- automatisierte Bilanzierung von Wärmesenken und –quelle

Wärmequellen

- Wärmeeintrag durch solare Einstrahlung auf Fenster und opake Flächen (Wand / Dach)
- Wärmeeintrag durch Transmission über Gebäudeelemente (Wand / Dach)
- Wärmeeintrag durch Lüftung
- Innere Wärmequellen

Wärmesenken

- Wärmeabstrahlung des Gebäudes (Wand / Dach)
- Wärmeverlust durch Transmission über Gebäudeelemente (Wand / Dach)
- Wärmeverlust durch Lüftung
- Speicherwärmeverluste
- Wärme für die Warmwassererzeugung

→ **Ziel:** Entwicklung einer GIS-gestützten Berechnungsmethodik zur automatisierten Berechnung von Wärmebedarfen nach **DIN V 18599**

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Wärmebedarfsanalyse

Datenbasis von 3D-Modelle:

- ca. **1,23 Mio. einzelne Gebäudestrukturen** (LOD2-Modell)
 - ➔ Identifikation von zusammengehörenden Strukturen
- Gebäudehöhe / Stockwerke
- je Haupthimmelsrichtung:
 - Orientierung und Neigung Dach
 - Dachfläche und Wandfläche
 - Einteilung in Freistehend und Bedeckte Wandfläche
- Bodenfläche, Gesamthüllfläche und Gebäudevolumen

Datenanreicherung (DBI):

- ➔ Bestimmen von Gebäudekategorien (Wohnhaus, Büro, etc.)
- ➔ Identifikation beheizte Gebäude bzw. Gebäudeteile
- ➔ Klimadaten und Anwendung von Nutzungsprofile
- ➔ Anreichern mit Informationen zur Solaren Einstrahlung
- ➔ Modellierung von Sanierungsständen anhand von Gebäudebaujahren



Schematischer Ausschnitt aus dem LOD2 Gebäudemodell

➔ einzigartige Gebäudedatenbank durch Kombination von 3D-Modelle und DBI-Daten

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

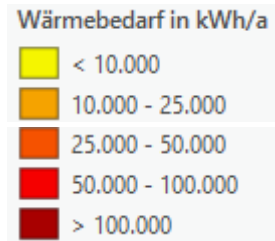
Wärmebedarfsanalyse

Ergebnisbeispiel

Annaberg-Buchholz, Quartier Mitte

Ergebnisse des Quartiers:

- Wärmebedarf:
→ ca. 4,2 GWh/a
- Strombedarf:
→ ca. 2,4 GWh/a



Darstellung der gebäudescharf modellierten Wärmebedarfe

→ Modellierungsergebnisse liegen für alle 10 ausgewählten Quartiere vor, siehe [Abschlussbericht](#)

2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

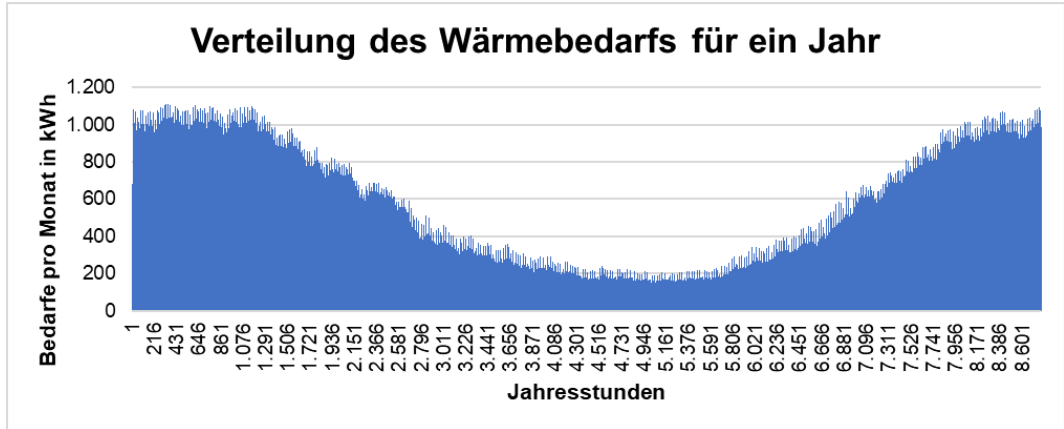
Wärmebedarfsanalyse

Beispiel der 10 ausgewählten Quartiere:

Annaberg-Buchholz, Quartier Mitte

Ergebnisse des Quartiers:

- Wärmebedarf:
→ ca. 4,2 GWh/a
 - Strombedarf:
→ ca. 2,4 GWh/a
- Basis für die Modellierung stündlicher Wärme- und Strom-Bedarfsprofile



Darstellung der stündlich aufgelösten Wärmebedarfe

→ Modellierungsergebnisse liegen für alle 10 ausgewählten Quartiere vor, siehe [Abschlussbericht](#)

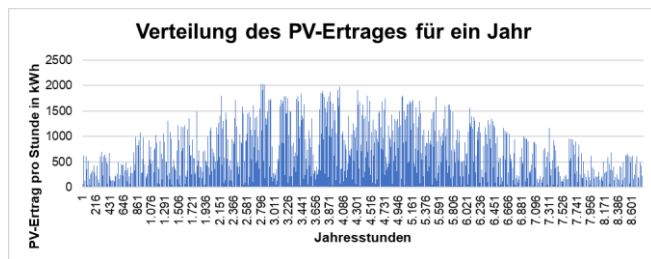
2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen

Analyse des Photovoltaik-Potenzials

Beispiel der 10 ausgewählten Quartiere: Annaberg-Buchholz, *Quartier Mitte*

Ergebnisse des Quartiers:

- installierbare Leistung:
➔ ca. 2.400 kW
- modellierter Jahresstromertrag:
➔ ca. 2,2 GWh/a



Darstellung der gebäudescharf modellierten maximal installierbaren PV-Leistungen

➔ Modellierungsergebnisse liegen für alle 10 ausgewählten Quartiere vor

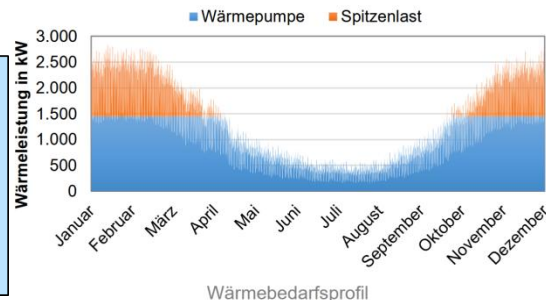
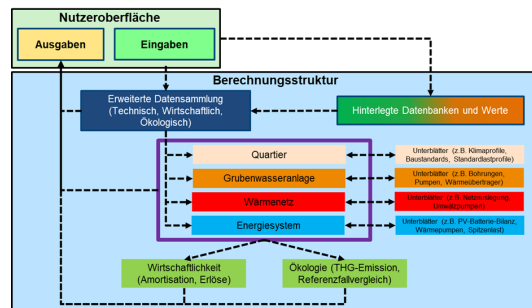
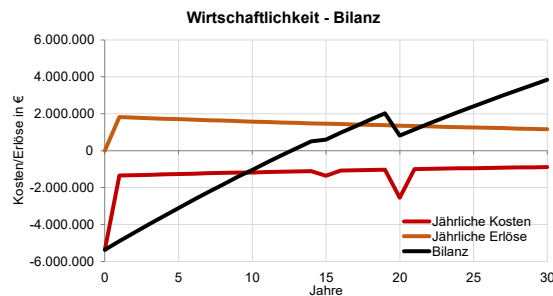
2. Projektinhalte und Ergebnisse der obertägigen Analysen Kernergebnisse und Übergabe für Projekttool

Ergebnisse Teilprojekt DBI für GGeoQart-Toolentwicklung:

- Typisierung Siedlungsstruktur → Ableitung von typischen Parametern (z.B. für Wärmenetze oder Versorgungskonzepte)
- Energiebedarfe:
 - Durchschnittliche Wärmebedarfe, Strombedarfe, Kältebedarfe für verschiedene Abnehmergruppen
 - Lastprofile für Wärme & Strom & Kälte für verschiedene Abnehmergruppen
 - Standortsspezifische Faktoren zur Klimabereinigung
- Energieangebot:
 - Durchschnittliche PV-Erträge je Region & Gebäude pro Modulfläche
 - Lastprofile für stündliche Solarerträge

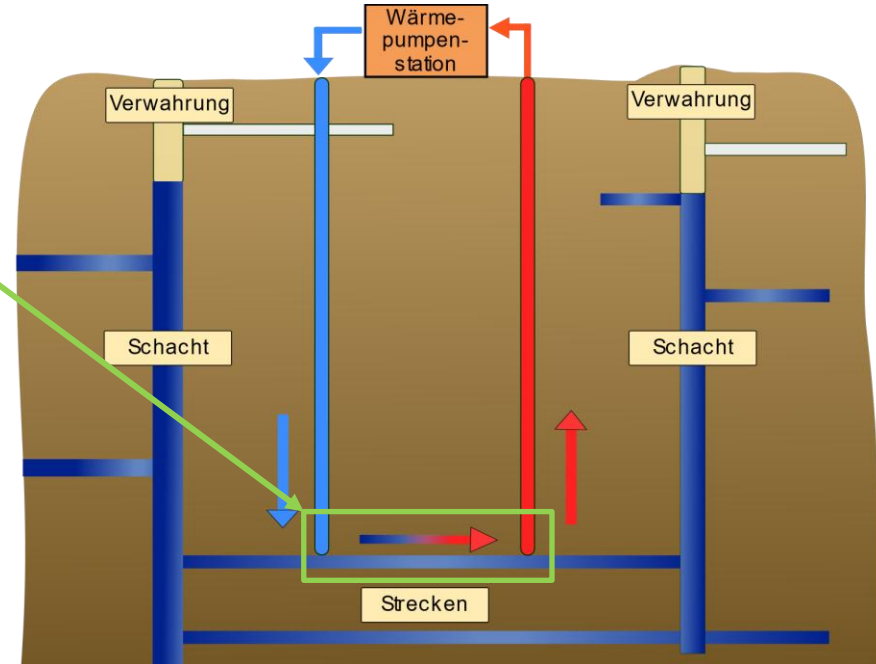
→ Näheres folgt im Rahmen der Tool-Vorstellung der TU Freiberg

Grubenwasser als Wärmequelle für Quartiere – Vorstellung eines Tools zur Potenzialbewertung



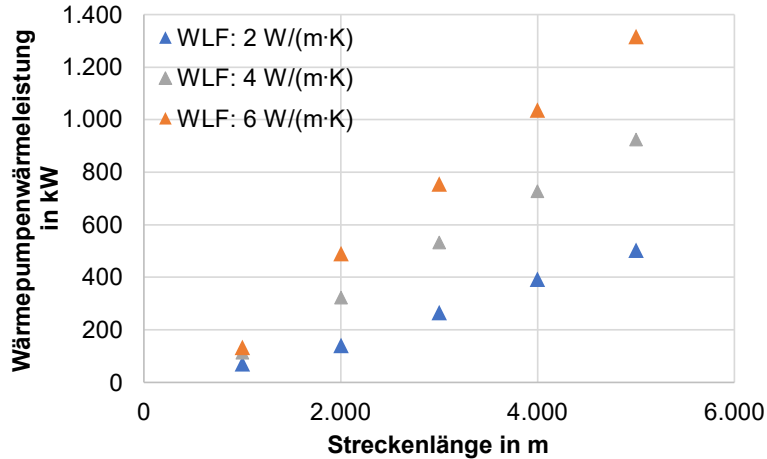
Untertägige Analysen

- Nutzung eines selbst entwickelten reduzierten Modells einer gefluteten Strecke
 - Konstante Leistung: ΔT zwischen Einlass und Auslass konstant
 - Bewertungsparameter: angelegte Leistung, bei der krit. Reinjektionstemperatur nicht erreicht wird
- ⇒ Datenbank mit Grubenwasserfällen in Auslegungswerkzeug hinterlegt



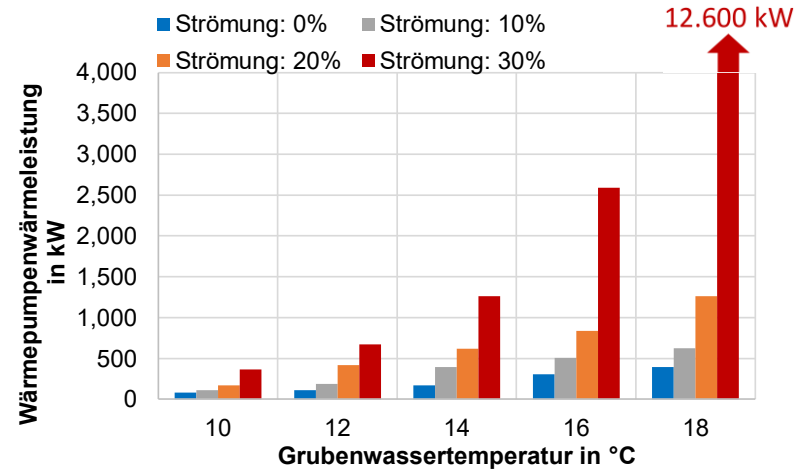
Einflussfaktoren

Wärmeleitfähigkeit Gestein und Streckenlänge



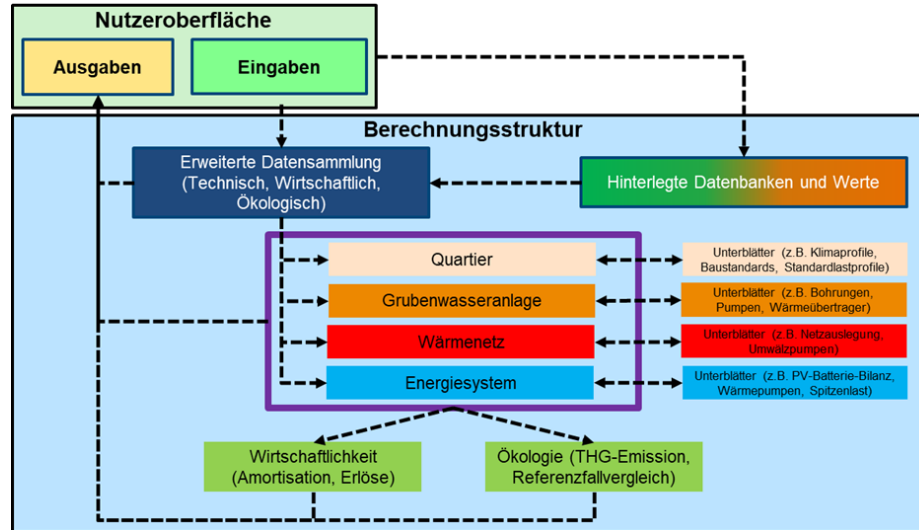
➡ Lineare Abhängigkeit der Wärmeleistung von Streckenlänge und Wärmeleitfähigkeit

Sekundärer Zustrom und Grubenwassertemperatur



➡ Überproportionaler Anstieg bei Erhöhung der Grubenwassertemperatur und sekundärem Zustrom (z.B. verzweigte Strecken)

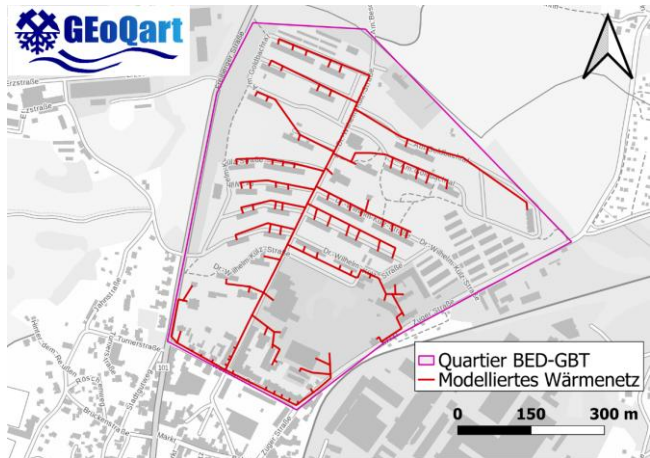
Vorstellung des Auslegungswerkzeugs



1. Eingaben in Nutzeroberfläche (Quartier, Grubenwasseranlage, Wärmenetz, Energiesystem, Wirtschaftlichkeit)
2. Übergabe an Berechnungsmodule im Hintergrund
3. Ausgabe der berechneten Werte in Nutzeroberfläche (Technisch, Wirtschaftlich, Ökologisch)

⇒ Zusätzlich Parameterstudie möglich

Beispielquartier



Anzahl Gebäude

Ein- und Zweifamilienhäuser	11
Mehrfamilienhäuser	122
Kommunal- und Gewerbeobjekte	34 (mittlere Gebäude)
Wärmenetzart	Dezentral
Wärmenetzlänge	5.267 m

Parameter Grubenwasser:





Erschließungstiefe	300 m
Länge der Grubenwasserstrecke	3000 m
Wärmeleitfähigkeit Gestein	4 W/(m·K)
Grubenwassertemperatur	20 °C
Natürlicher Zufluss	20 %

Parameter Wirtschaftlichkeit:

Wärmepumpendeckungsgrad	70 %
Batteriespeicherkapazität	1.000 kWh
Spitzenlast	Erdgas
Basiszinssatz	3,4 %
Angestrebte Amortisationszeit	15 a
Spitzenlast	Erdgas

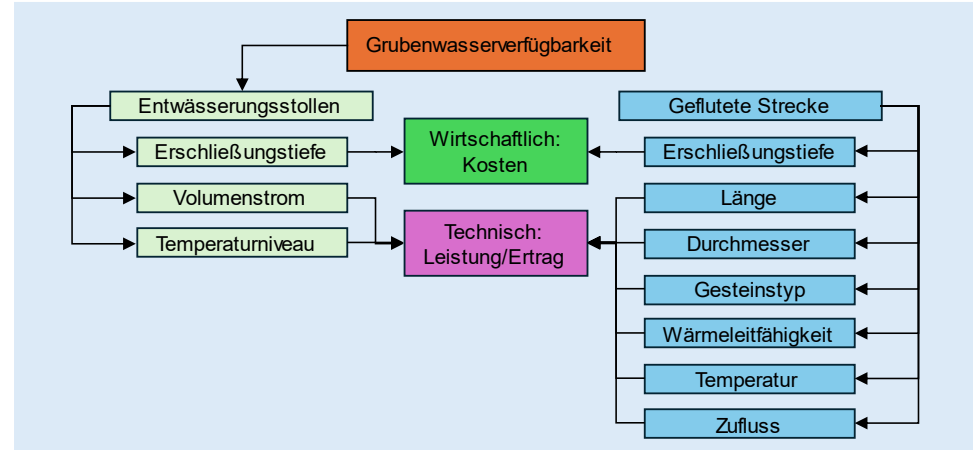
Eingabe - Quartier

- Festlegung Standort anhand Landkreis
- Anzahl Gebäude und Haushalte
- Modellierung von Strom-, Wärme- und Kältebedarf durch Anzahl der Bewohner, Energieeffizienzklasse und Baujahr/
Sanierungszustand
- Bestimmung Photovoltaikpotenzial über Richtwerte für Dachflächen
- Eingabe eigener Werte falls bekannt auch möglich
- Gleiche Vorgehensweise für Mehrfamilienhäuser und Kommunal/
Gewerbeobjekte

Quartierszusammensetzung		Auswahl/Wert	Einheit
Quartierslage			
Landkreis (AGS / Name)		14522 Mittelsachsen	
Ein- und Zweifamilienhäuser			
	Anzahl Gebäude	11	
	Anzahl Haushalte	16	
	Strombedarf bekannt?	Nein	
	durchschnittliche Bewohnerzahl pro HH	2	
	durchschnittliche Energieeffizienzklasse Strom	A	
	modellierter Strombedarf	30.400 kWh/a	
	Wärmebedarf bekannt?	Nein	
	durchschnittliche Bewohnerzahl pro HH	2	
	durchschnittlicher Modernisierungsstand	keine Modernisierung	
	durchschnittliches Baujahr	1961 bis 1970	
	modellierter Raumwärmebedarf	393.950 kWh/a	
	modellierter Warmwasserbedarf	25.600 kWh/a	
	Kältebedarf bekannt?	Nein	
	durchschnittliches Baujahr	1961 bis 1970	
	modellierter Kältebedarf	19.501 kWh/a	
	Soll Photovoltaik installiert werden?	Ja	
	PV-Ertrag bekannt?	Nein	
	Ist die installierte Peakleistung bekannt?	Nein	
	modellierter PV-Ertrag	90.750 kWh/a	

Eingabe - Grubenwasseranlage

- Geflutete Strecke oder Entwässerungstollen
- Eingabe von Erschließungssituation (Bohrung, Schacht, Teufe etc.)
- Berücksichtigung weiterer Kostenpunkte (z. B. Elektroinstallation)
- Eingabe Kühlenergieanteil, Wärmeübertrager-Foulingfaktor
- Eigene Kosteneingabe möglich, sonst automatische Berechnung



Eingabe - Wärmenetz

- Unterscheidung Netz mit dezentraler oder zentraler Wärmeerzeugung
- Eingabe Gesamtlänge, mittlere Hausanschlusslänge und Verlegekosten

Allgemein	Auswahl/Wert	Einheit
Wärmenetz berücksichtigen?	Ja	
Wärmenetztyp	Dezentral	
Trasseninstallation		
Wärmenetzlänge	5.267	m
Mittlere Hausanschlusslänge	15	m
Kosten bekannt?	Nein	
Grubenwasseranlage Abstand bekannt?	Nein	
Verlegekosten	Mittel	
Umwälzpumpe		
Kosten bekannt?	Nein	

Eingabe - Energiesystem

- Festlegung Wärmepumpendeckungsgrad und Spitzenlast
- Iterative Bestimmung der WP-Leistung über Button
- Berücksichtigung von Photovoltaikanlagen und Batteriespeichern
- Festlegung der Spitzenlastart (Erdgas, Holzpellets, Strom)

Wärmepumpe	Auswahl/Wert	Einheit
Wärmepumpe berücksichtigen?	Ja	
Gewünschter Deckungsgrad (Wärmeanteil)	70	%

Neuauslegung starten

Kosten bekannt?	Nein	
-----------------	------	--

Photovoltaikanlagen		
Photovoltaikanlagen berücksichtigen?	Ja	
Kosten bekannt?	Nein	

Batteriespeicher		
Batteriespeicher berücksichtigen?	Ja	
Nennkapazität	1.000	kWh
Kosten bekannt?	Nein	

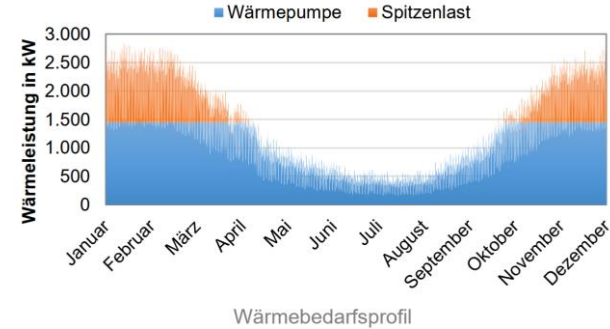
Spitzenlastdeckung		
Energieträger	Erdgas	
Kosten bekannt?	Nein	

Eingabe - Wirtschaftlichkeit

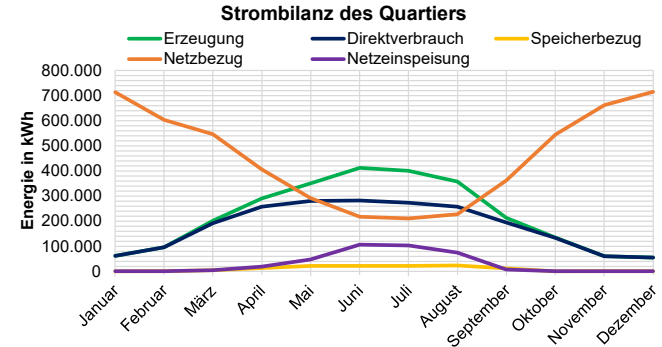
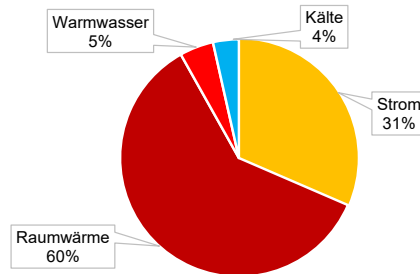
- Basiszinssatz, Amortisationszeit
- Energiepreise im Einkauf und zugehörige Preisänderungen
- Fördersätze auf Investitionskosten auch einzeln festlegbar

Allgemein	Auswahl/Wert	Einheit
Basiszinssatz	3,4	%
Angestrebte Amortisationszeit	15	Jahre
Energiepreise		
Anfänglicher Strompreis (Einkauf)	18	Cent/kWh
Änderung Strompreis (Einkauf)	1,4	%/Jahr
Anfänglicher Gaspreis	7,8	Cent/kWh
Änderung Gaspreis	3,8	%/Jahr
Anfänglicher Pelletpreis	6,7	Cent/kWh
Änderung Pelletpreis	2,0	%/Jahr
Anfängliche PV-Einspeisevergütung	6	Cent/kWh
Änderung PV-Einspeisevergütung	0	%/Jahr
Fördersätze für Investitionen		
Eingabeart Fördersatz Grubenwasseranlage	Einheitlich	
Fördersatz Grubenwasseranlage	40	%
Eingabeart Fördersatz Wärmenetz	Einheitlich	
Fördersatz Wärmenetz	40	%
Eingabe Fördersatz Energiesystem	Einheitlich	
Fördersatz Energiesystem	40	%

- Daten Grubenwasseranlage (Volumenstrom, Temperatur etc.)
- Wärmebedarfsprofil
- Dimensionierung Wärmenetz
- Energiebilanzen Strom und Wärme
- Wärmepumpen- und Spitzenlastleistung

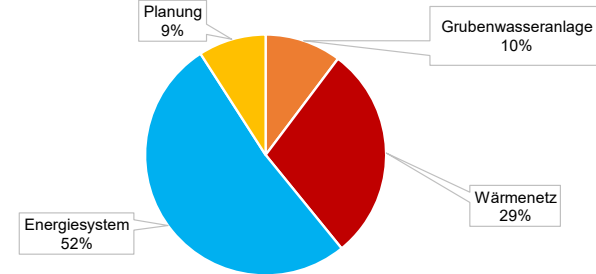


Zusammensetzung des Gesamtenergiebedarfs vom Quartier

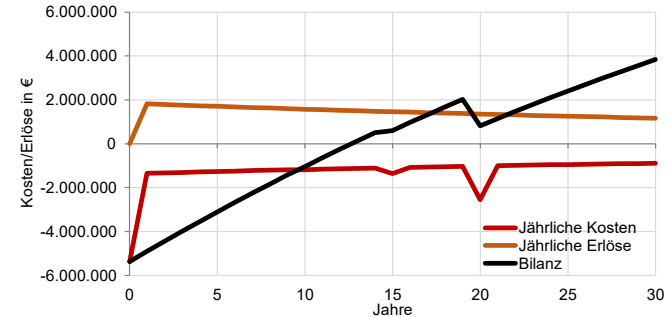


- Aufschlüsselung der Investitionskosten der Komponenten
- Jährliche Zahlungsströme nach VDI 2067
- Wirtschaftliche Bilanz über Betrachtungszeitraum (30 a)
- Berechnung der Energiepreise für Endkunden über Button

Verteilung der gesamten Investitionskosten



Wirtschaftlichkeit - Bilanz



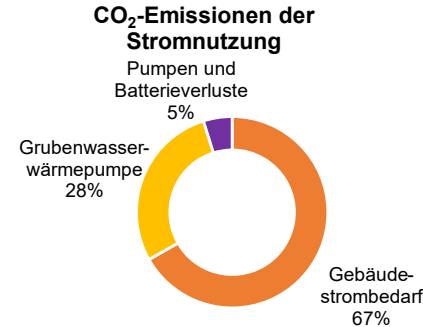
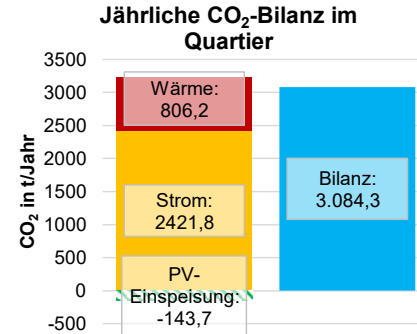
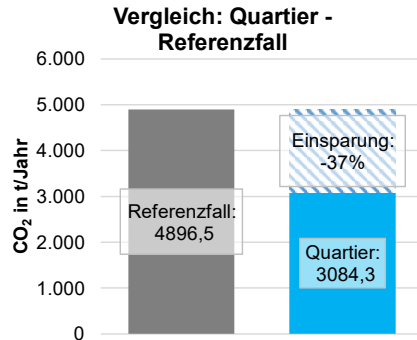
Energiepreise für Endkunden

Strom	24,61	ct/kWh
Wärme	5,16	ct/kWh
Kälte	4,81	ct/kWh

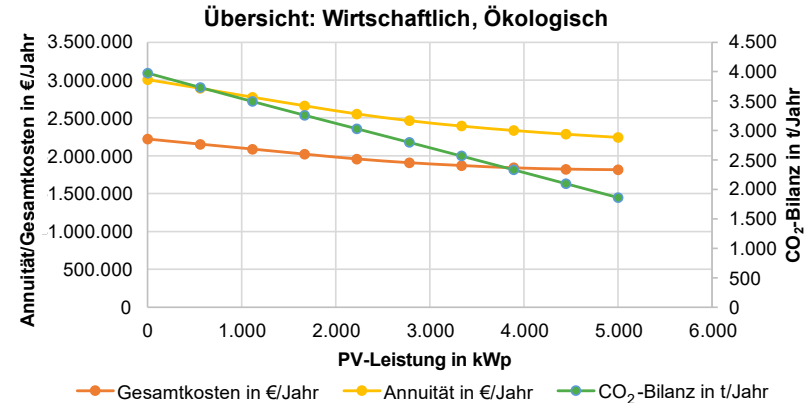
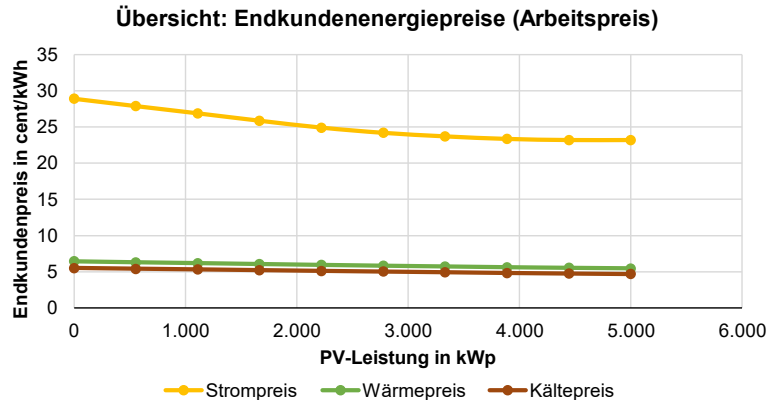
Für genaue Energiepreise bitte
Berechnung durchführen.

Energiepreisberechnung

- CO₂-Emissionen für Strom und Wärme
- Aufgeschlüsselt in Komponenten
- CO₂-Bilanz für Quartier
- Einsparung ggü. Versorgung mit Netzstrom und Gasheizung



- Variation jeweils eines Parameters zur Bestimmung der Sensitivität (z. B. Amortisationszeit, PV-Leistung, Strompreis, Wärmepumpendeckungsgrad)
- Ausgabe von Endkundenpreisen, Annuität, Gesamtkosten und CO₂-Emissionen



Wie kann es weitergehen?



**Lösung für ehemalige
Bergbaustandorte**



Weiterentwicklung zu einer technologieoffenen Entscheidungsplattform

- Weiterentwicklung zu einer technologieoffenen Entscheidungsplattform
- Steigerung der lokalen Wertschöpfung und resilienter Wärmeversorgung im ländlichen Raum
- Entwicklung von Beratungs- & Entscheidungshilfen

Weitere Informationen



Projekt und Projektbericht:

<https://tu-freiberg.de/fakult4/iwtt/ttd/forschung/forschungsprojekte/geoart>



Download Auslegungswerkzeug:

<https://tu-freiberg.de/fakult4/iwtt/ttd/forschung/forschungsprojekte/geoart/auslegungswerkzeug>



Der Projektbericht kann auch an dieser Stelle heruntergeladen werden:

<https://www.tib.eu/de/suchen/id/renate-dtf:1baec5a5403f6c75695d387d9bbfed2d03cebb3a/GEoQart-Klimaneutrale-und-sektoren%C3%BCbergreifende?cHash=f5adc72825ff73e2b0155af1e62ed11c>



TU BERGAKADEMIE FREIBERG

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik,
Gustav-Zeuner-Straße 7, 09599 Freiberg



technische
THERMO
DYNAMIK



DBI
Gruppe



Vielen Dank für Ihr Interesse!



Dr.-Ing. Lukas Oppelt
Tel. +49 (0) 3731 39-3277
Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de



M. Sc. Alexander J. Klein
Tel. +49 (0) 3731 39-3252
Alexander-Johannes.Klein@ttd.tu-freiberg.de