

Quartierslösungen mittels Wärme aus Grubenwasser



Freiberg, 07.09.2022

Timm Wunderlich, Lukas Oppelt, Thomas Grab, Tobias Fieback

Gliederung

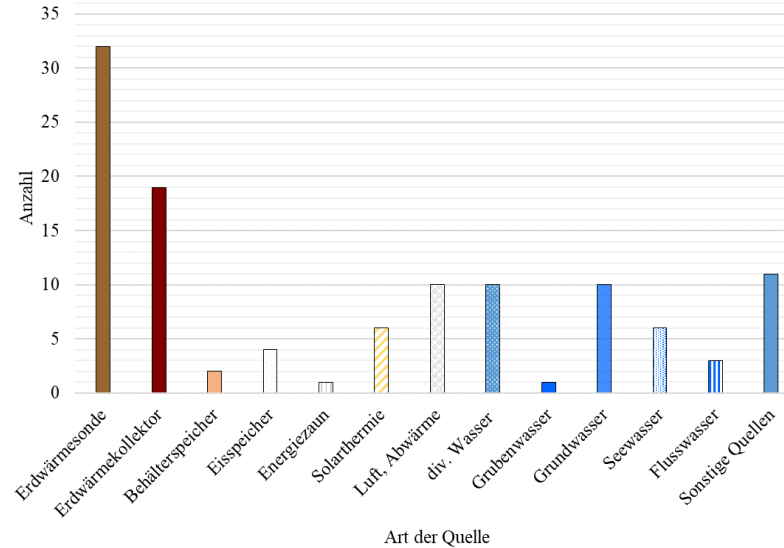
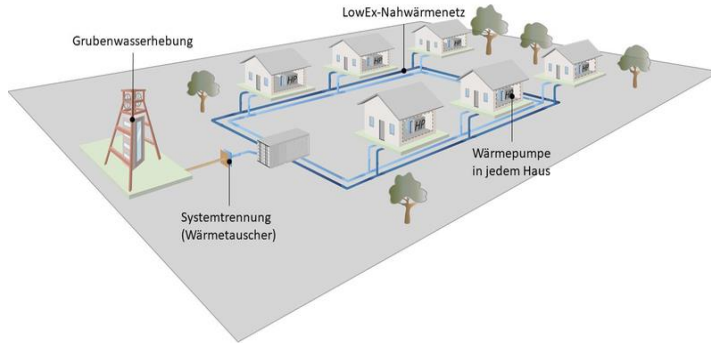
- Grubenwasser und Deutschland
- Quartiersversorgungssysteme
- Quartierslösung zum Heizen und Kühlen
- Konzepte zur Quartiersversorgung
- Wirtschaftliche Betrachtung

Was ist Grubenwasser?



- Wasser, das mit Bergwerken in Kontakt steht (Tagebau, Untertagebau)
- Unterscheidung in Tagewasser und Grundwasser
- chemische Beschaffenheit stark abhängig von abgebautem
 - Rohstoff
 - umgebenden Gestein
 - Alter des Wassers
 - Strömungsbedingungen, ...
- Wassermengen- und Temperaturzunahme mit zunehmender Teufe
- Entwässerung ungefiltert in Vorfluter, teilweise erhebliche Nachbehandlung nötig

Nahkältenetze



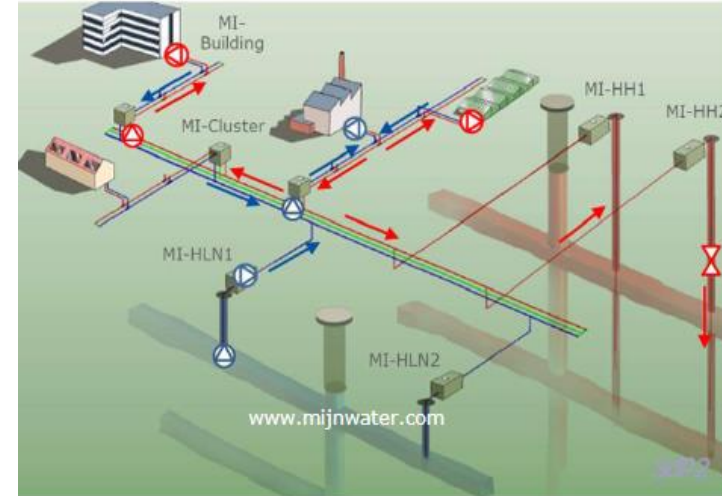
[1]

Übersicht über Wärmequellen von 84 in Europa befindlichen kalten Nahwärmenetzen, nach [2,3]

Heerlen

- Grubenwasser aus ehemaliger Kohlemine
- Minenschließung 2008
- 2 Leiter Netzaufbau
- Heizen: 35-37°C (825 m) Rücklauf 29°C
- Kühlen: 17°C (250 m) Rücklauf 15°C
- Angeschlossene Fläche 800.000 m² (2018)

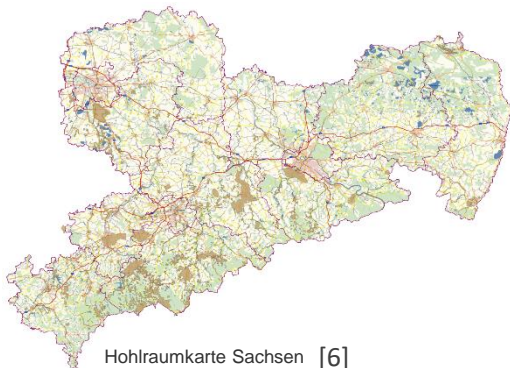
[4, 5]



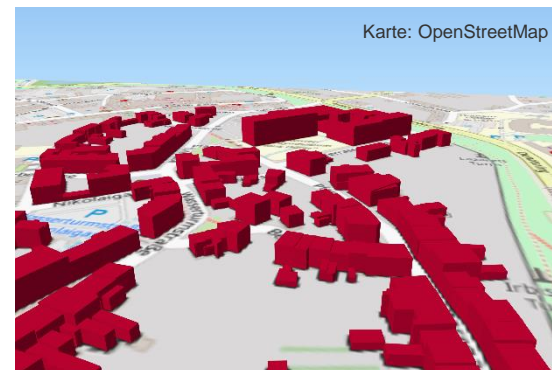
[4]

Welche Wärme steht zur Verfügung ?

- Erfassen/ Erforschen von Grubenwassertemperaturen, Volumenströmen
- Berechnung der theoretischen Wärmemenge

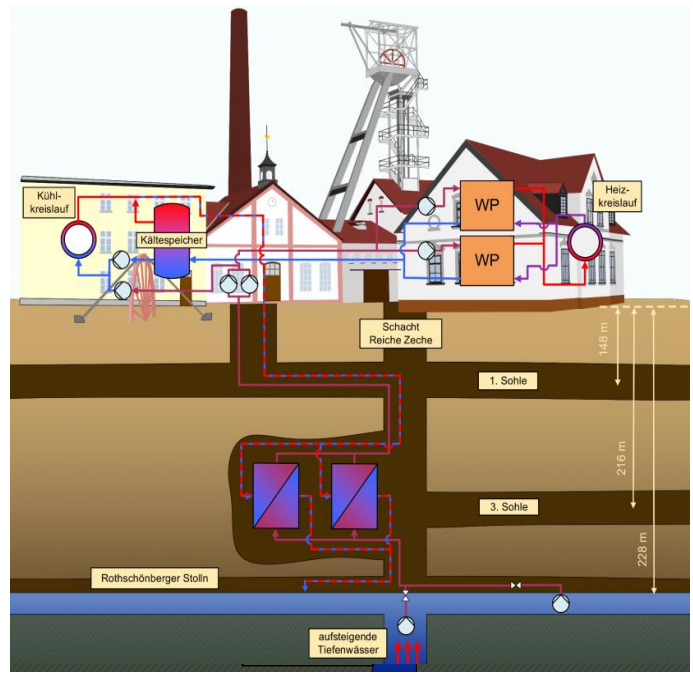


Welche Nachfrage ist verfügbar?



- Nutzung von 3D- stadtmodellen (GeoSN, dl-en/ by-2-0)
- Beheizte Flächen in 2 Szenarien für den Wärmebedarf

„Reiche Zeche“ Freiberg



➤ In Betrieb seid: 2013



19 °C



175 kW

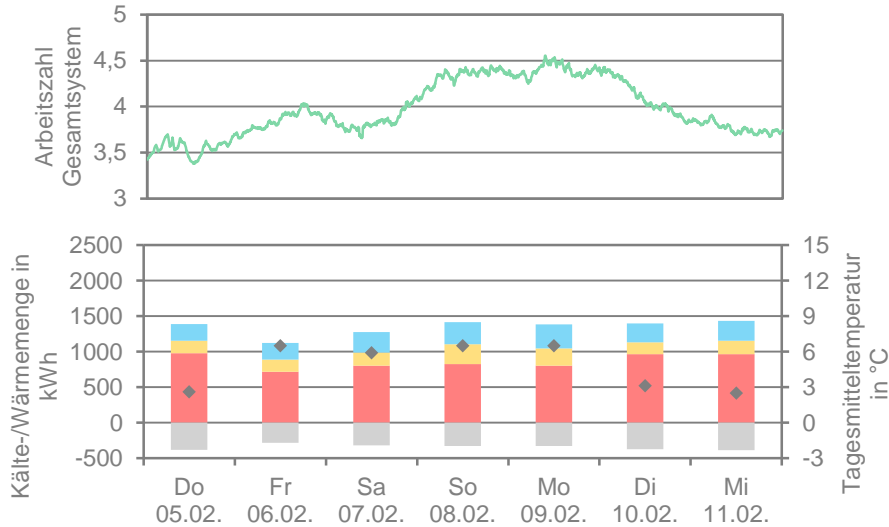


14 °C

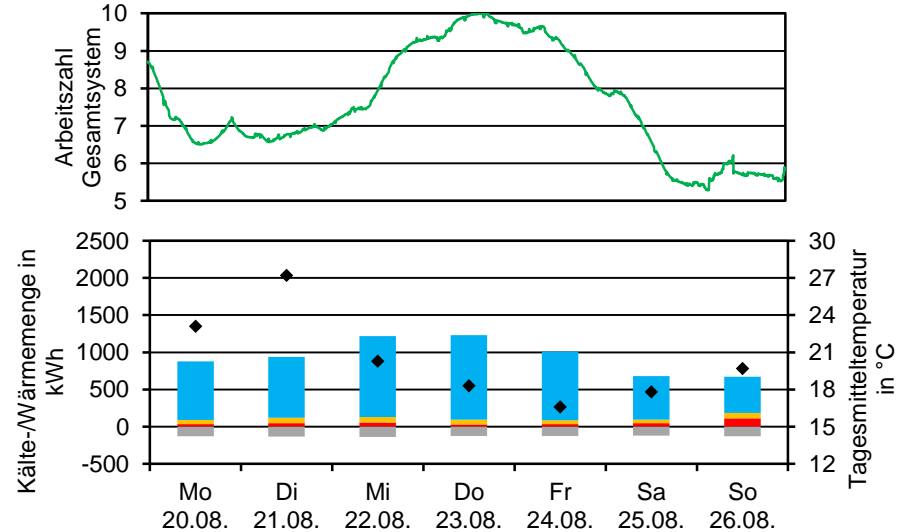


100 kW

Exemplarische Winterwoche



Exemplarische Sommerwoche

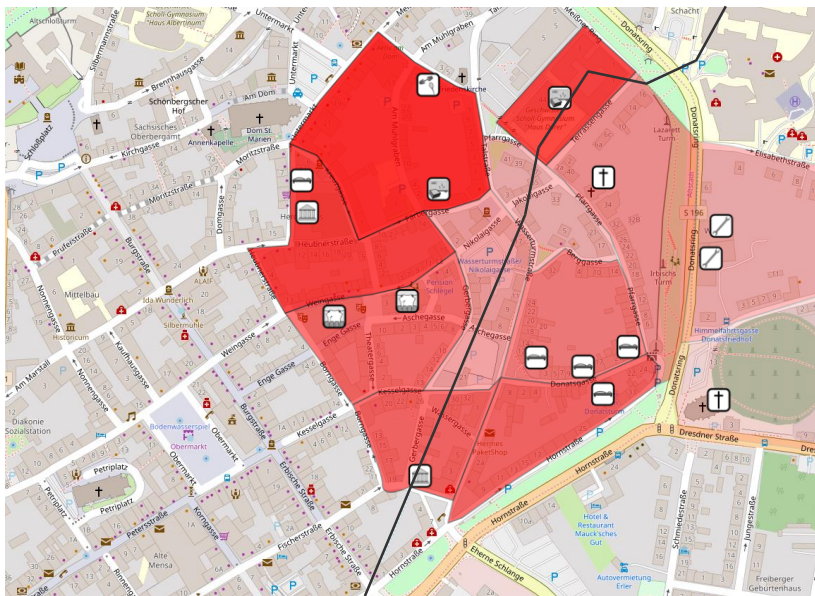


- Aufwand
- Kühlen
- Kältespeicher
- Heizen
- Tagesmitteltemperatur
- Tagesarbeitszahl



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

Bestehende Anlage – Freiberg „Reiche Zeche“

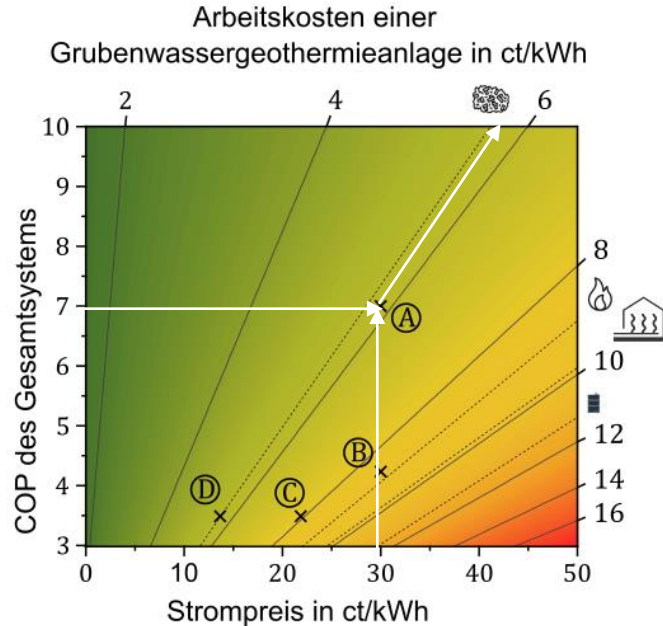


Karte: OpenStreetMap

[7]

- Untersuchungsgebiet Gesamtwärmebedarf \approx 83,4 GWh/a / 47,8 GWh/a
- Hohe Nachfrage in Gebieten mit Schulen
- Rothschröberger Stolln: $T \approx 14$ °C
- Jahrespotenzial: ≈ 102 GWh /a (Arbeitszahl = 4) (Annahme: Kaltwasser 5 K)

- Für drei verschiedene Anlagen
- COP des gesamten Grubenwassersystems und der Strompreis in Cent
- Die Arbeitskosten sind in den Szenarios inbegriffen
- Arbeitskosten für Grubenwassergeothermie von weniger als 6 ct/kWh (Kühlung) werden bei Strompreisen > 30 ct/kWh erreicht



- Eine hohe Auslastung bewirkt stabile (niedrige) Betriebskosten [8]

"Reiche Zeche" Freiberg



Sommermodus (A)
Standort: Deutschland
COP: 7
Strompreis: 30 ct/kWh*

Wintermodus (B)
Standort: Deutschland
COP: 4,2
Strompreis: 30 ct/kWh*

Ehrenfriedersdorf



Jahresmodus (C)
IStandort: Deutschland
COP: 3,5
Strompreis: 22 ct/kWh*

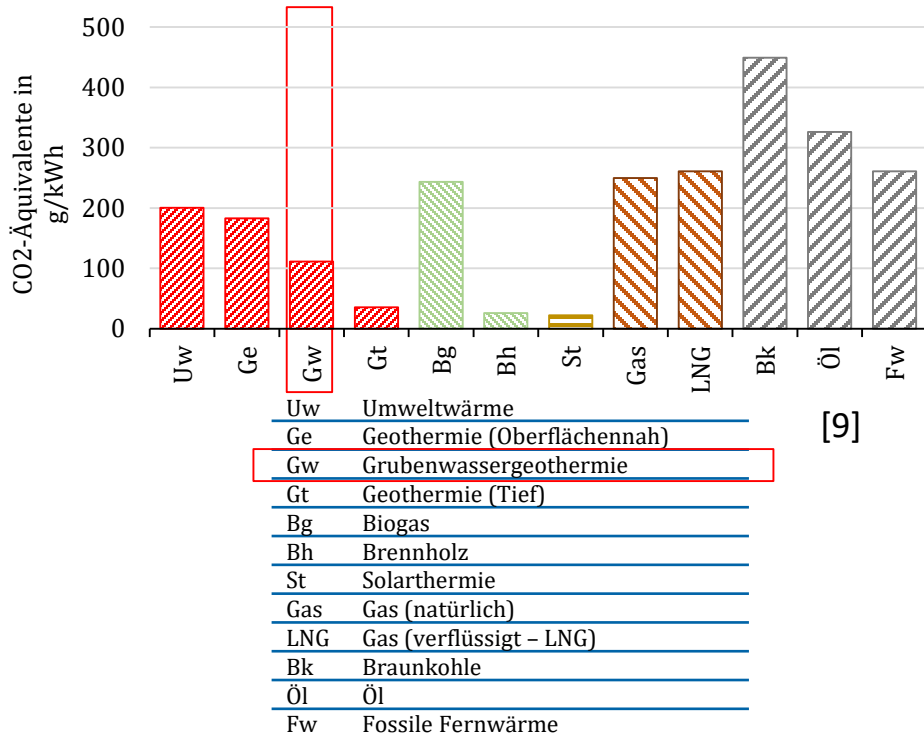
Butte, Montana



Jahresmodus (D)
Standort: USA
COP: 3,5
Strompreis: 13 ct/kWh*

* Strompreise sind angenommen/ geschätzt | Umrechnung aus nationaler Währung

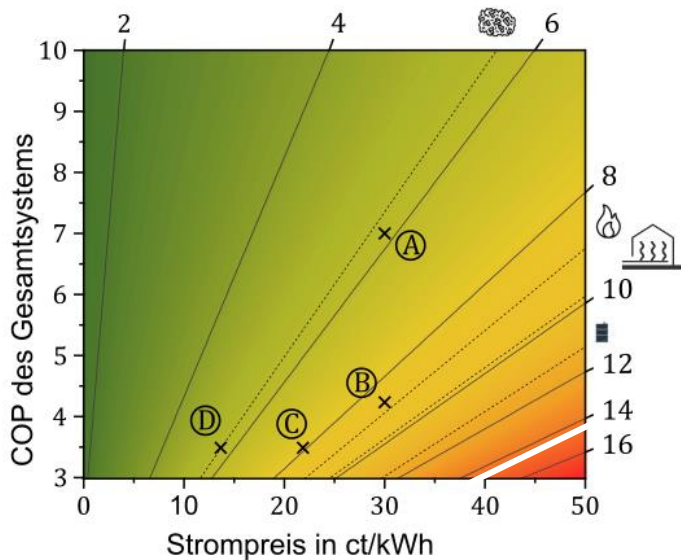
Stand 2021



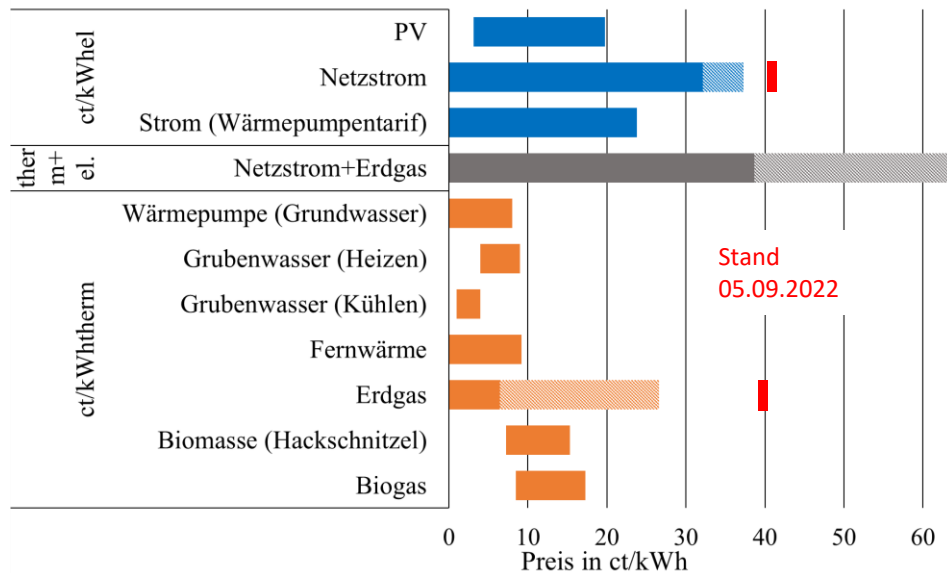
- Grubenwasser reduziert die CO₂-Emissionen um mindestens 50 % im Vergleich zu fossilen Energieträgern
- Fossile Brennstoffe verursachen höhere jährliche Umweltkosten durch Luftschadstoffe und Treibhausgase [8]
- Umweltauswirkungen der Grubenwassergeothermie treten hauptsächlich während der Betriebsphase auf

Stand 2021

Arbeitskosten einer
Grubenwassergeothermieanlage in ct/kWh



Kosten verschiedener Energieträger in ct/kWh



- (Stand 2021), nach [10–18]
- (Stand Juli 2022), nach [19, 20]

Zusammenfassung

- Es gibt regionale Unterschiede in der Verfügbarkeit von Grubenwasserenergie
- Grubenwasser ist eine erneuerbare Energiequelle, welche den Grundlastfähigen Wärmebedarf in hohem Maß decken kann
- Optimale Lösungen für Quartiere und Stadtteile mit hohem Wärmebedarf (nicht wirtschaftlich für einzelne Häuser)
- Grubenwasser passt zu den LowEX-Systemen, wegen der niedrigen Systemtemperaturen
- Gute Eignung zur Dekarbonisierung des Energiemarktes im Hinblick auf den Anstieg der Preise für fossile Brennstoffe



10/2021 – 12/2022



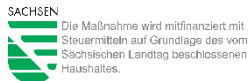
01/2022 – 12/2024

WINZER

06/2022 – 06/2024

MineATES

06/2022 – 06/2025





TU BERGAKADEMIE FREIBERG

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



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



tu-freiberg.de/en/fakult4/iwtt/ttd



tubaf_ttd



geothermie.iwtt.tu-freiberg.de



GEFÖRDEBT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Supported by



Funded by the
European Union



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

- [1] Bundesverband Geothermie, <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/n/nahwaermenetz.html> [Zugriff am: 22.04.2022].
- [2] Martin Pehnt (ifeu-Institut für Energie-und Umweltforschung Heidelberg GmbH): Wärmenetzsysteme 4.0-Endbericht – Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme „Modellvorhaben erneuerbare Energien in hocheffizienten Niedertemperaturwärmenetzen“ (2014).
- [3] Franziska Bockelmann; Markus Peter; Henning Roggenkamp: future:heatpump II Erweiterung und Ausbau des Vordimensionierungsprogramms WP SOURCE-Steinbeis Innovations Zentrum SIZ Energie Plus – Präsentation-Abschlussworkshop future:heatpump_II im Rahmen der Workshopreihe „Niedertemperaturwärmequellen Potentiale und effiziente Nutzung“, online, 26. April 2022.
- [4] Mijnwater: Minewater Circular Energy Network of The Future, 2021, <https://mijnwater.com/en/> [Zugriff am: 30.03.2022].
- [5] Op 't Veld, P.; Demollin Schneiders, E.: The Mine Water Project Heerlen, the Netherlands low exergy in practice Ausgabe 2007.
- [6] Oberbergamt Sachsen, Hohraumkarte Sachsen; Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), Dresden, 2017, https://geoportal.sachsen.de/cps/metadaten_portal.html?id=6006540e-fbb1-4b41-8e3e-cd20ff71cf6f
- [7] Bauer, M.; Freeden, W.; Jacobi, H. et al. (Hrsg.): Handbuch Oberflächennahe Geothermie. Springer Spektrum, Berlin, 2018.
- [8] L. Oppelt, T. Grab, T. Wunderlich, T. Storch, T. Fieback: Mine Water Geothermal Energy Abandoned Mines As A Green Energy Source, CLIMA 2022 Proceedings, Rotterdam, 2022, DOI: 10.34641/clima.2022.55
- [9] https://www.gwruhr.rub.de/webseitecs5/Hotspots/haus_aden_bergkamen.html
- [10] Memmler, M., et al.; „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“. Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau, 2018.
- [11] Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, Technische Universität Bergakademie Freiberg: Vergleich von Grubenwassergeothermie zu fossilen Energieträgern mittels ökonomischer, ökologischer und technologischer Kriterien Wissenschaftliches Poster-Geothermiekongress 2021.
- [12] Bundesverband Wärmepumpe e.V. (bwp)-Energiepreise, 2022, <https://www.waermepumpe.de/politik/energiepreise/>.
- [13] BDEW-Gaspreisanalyse Januar 2022, 2022, <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/bdew-gaspreisanalyse/>.
- [14] CO2online-Fernwärme: Technik, Nutzung, Kosten und Alternativen, 2022, <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/heizung/fernwaerme/>.
- [15] CO2online-Ölheizung: Die wichtigsten Fragen & Antworten, 2022, <https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/heizung/oelheizung/#c129943>.
- [16] CO2online-Strompreis in Deutschland: Herkunft, Zusammensetzung, Einsparungen, 2022, <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/strompreis/>.
- [17] Agora Energiewende; Öko-Institut e.V.: Erneuerbare vs. fossile Stromsysteme: ein Kostenvergleich – Stromwelten 2050 – Analyse von Erneuerbaren, kohle- und gasbasierten Elektrizitätssystemen (2017).
- [18] Dr. Christoph Kost, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme: Studie: Stromgestehungskosten erneuerbare Energien (2021)
- [19] Gaspreisentwicklung 2022 – Die Gaspreise steigen extrem, <https://1-gasvergleich.com/gaspreise/> [Zugriff am: 08.08.2022].
- [20] Bantle, C.: BDEW-Strompreisanalyse Juni 2021, <https://www.bdew.de/service/datenund-grafiken/bdew-strompreisanalyse/> [Zugriff am: 08.08.2022].