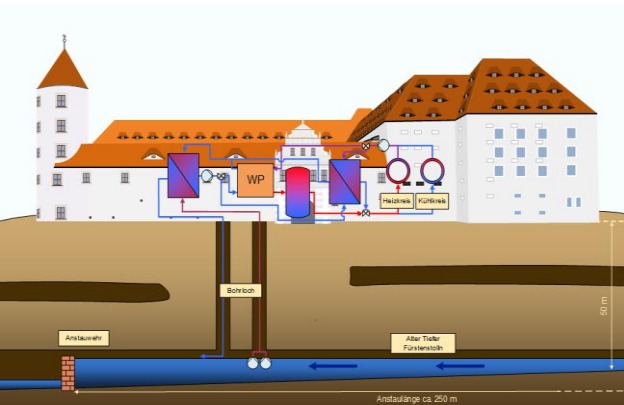


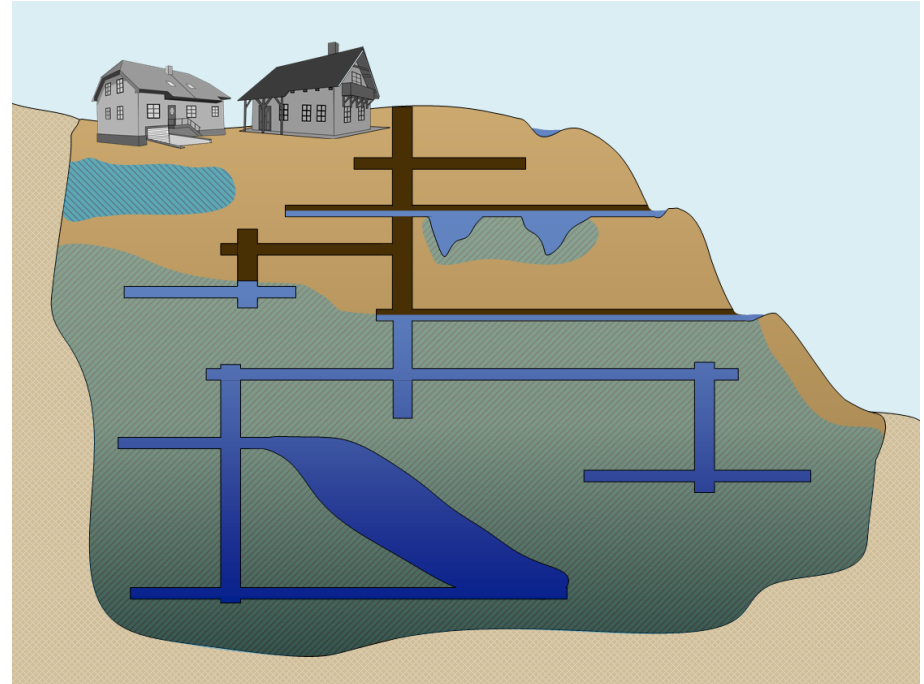
## Grubenwassergeothermie als innovative Energiequelle – Status quo und Ergebnisse aus fünf Jahren Monitoring

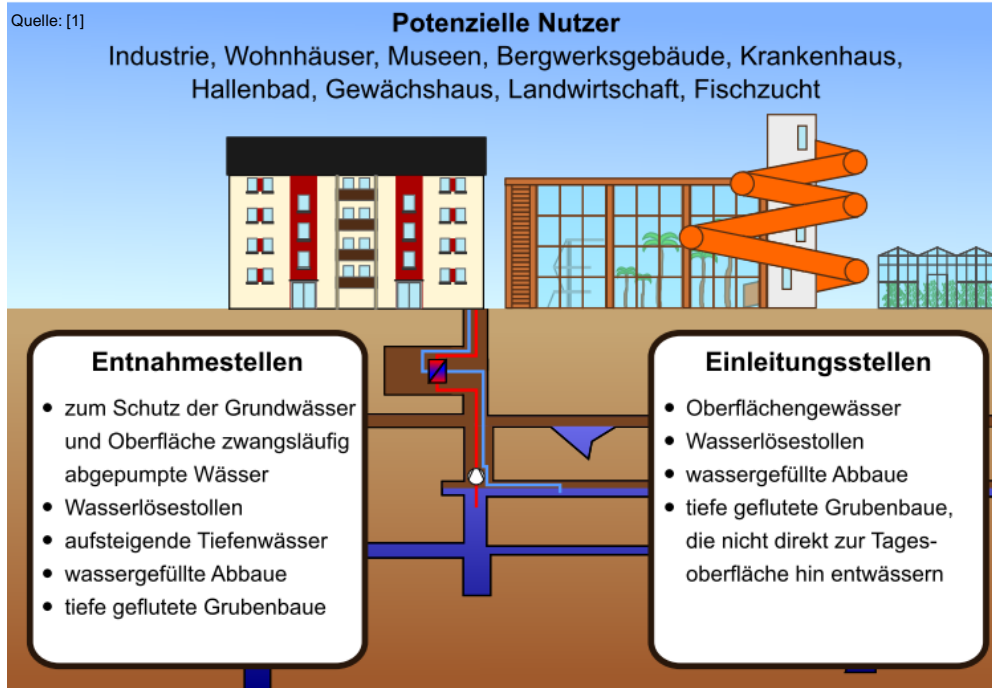


Lukas Oppelt, Sebastian Pose, Thomas Grab, Tobias Fieback

## Gliederung

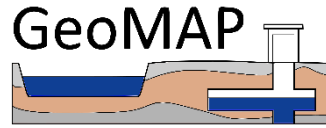
- Motivation
- Status quo
- Monitoringergebnisse
  - Reiche Zeche
- Herausforderungen
- Ausblick und Zusammenfassung





- Flutung alter Bergwerke schafft große Wärmespeicher
- Wasserhaltung als Ewigkeitsaufgabe → Möglichkeit der thermischen Nutzung
- Möglichkeit des Heizens und Kühlens durch ganzjährig konstantes Temperaturniveau





01/2019 – 12/2020

- Einfluss der Wasserchemie auf den Anlagenbetrieb
- Erfahrungsaustausch

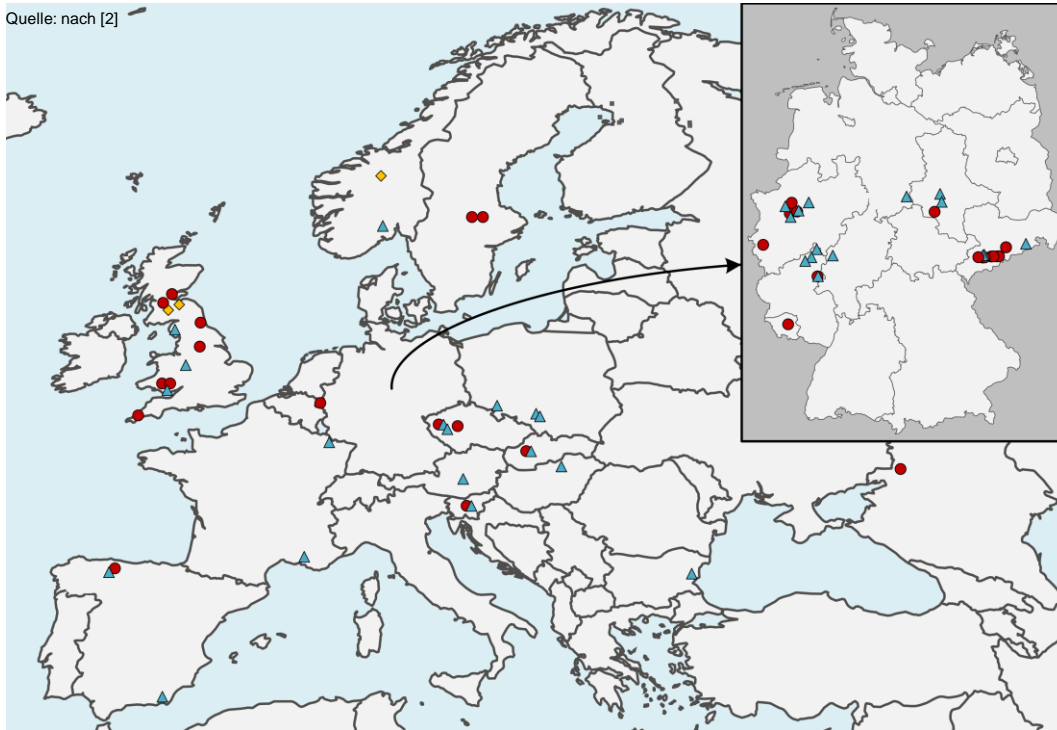
und



06/2016 – 10/2020

- Potentiale und Herausforderungen bei der geothermischen Grubenwassernutzung
- Einfluss der Wasserchemie auf den Anlagenbetrieb

Quelle: nach [2]



➤ Installierte Gesamtleistung:



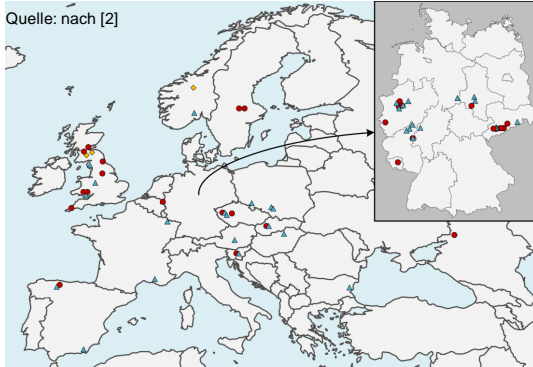
195 MW



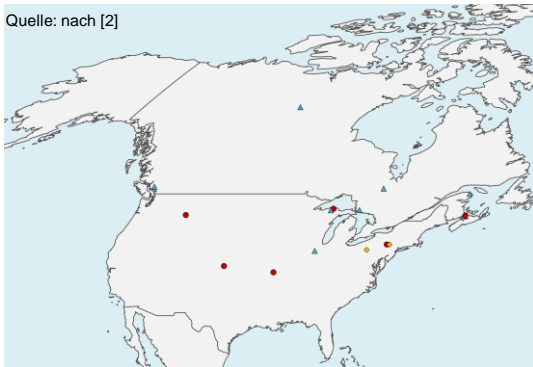
2,5 MW

- Anlage in Betrieb
- ◆ Anlage nach Betrieb stillgelegt
- ▲ Anlage in Bau oder Planung

Quelle: nach [2]

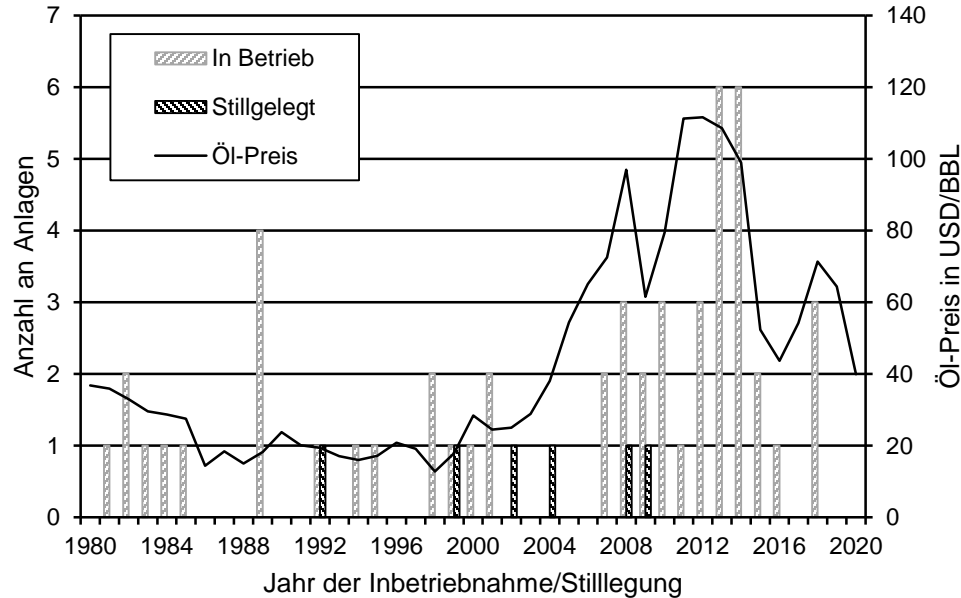


Quelle: nach [2]



Name	Ort	Land	Abnehmer	Ressource	Q in kW
HUNOSA's mines in Cuenca Central	Mieres, Asturien	ES	Universität	Kohle	160 700
	Novoshakhtinsk, Rostov Region	RU	Mehrere Gebäude	Kohle	10 900
Zhang-shuanglou Coal Mine	Xuzhou City	CN	Mehrere Gebäude	Kohle	4750
Wismut-Schacht 302	Marienberg	DE	Schwimm-bad	Uran	1700
Rothschönberger Stollen	Freiberg	DE	Kranken-haus	Silber	860
Zeche Robert Müser	Bochum	DE	u.a. Schulen	Kohle	690
Tagebau Hambach	Bergheim	DE	Mehrere Gebäude	Kohle	620
Steinkohlerevier	Zwickau	DE	Hochschule	Kohle	600
Hachov-Plana	Marienbad	CZ	Schule	Uran	550

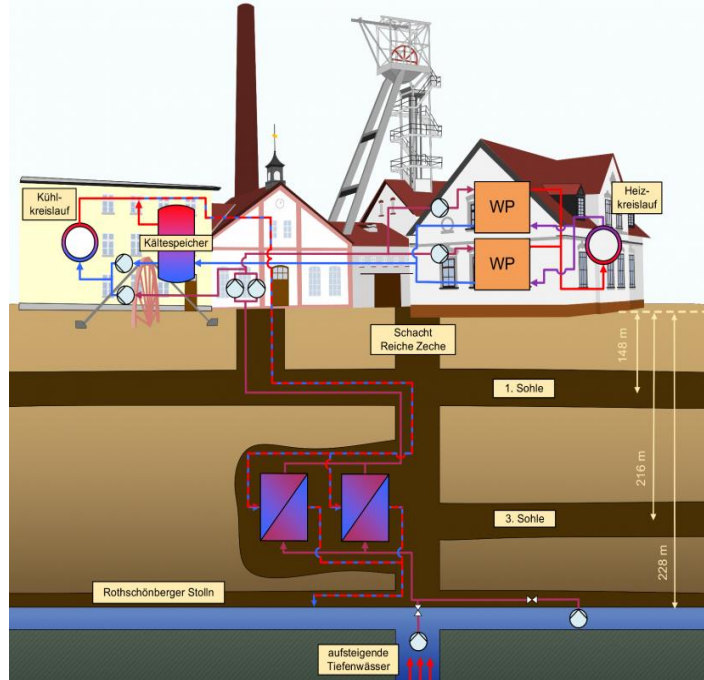
Quellen: [3-17]



- Öl-Preise steigen
  - Mehr Anlagen werden geplant
  - Zeitversetzt in Betrieb genommen
- Aktuell: Großteil der installierten Anlagen mit Heizleistung < 200 kW
- Trend zu größeren Anlagen
- Kaum Anlagen zum Kühlen geplant/umgesetzt



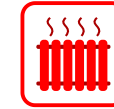
## Reiche Zeche Freiberg



➤ Betrieb seit: 2013



19 °C



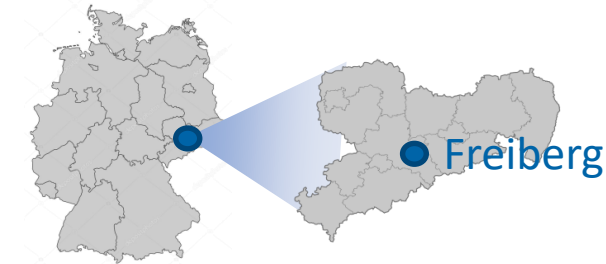
175 kW



14 °C

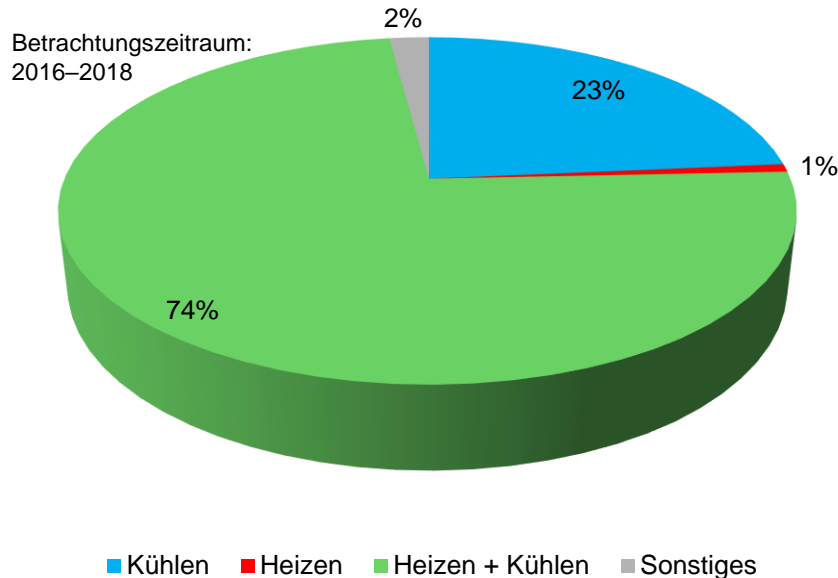


100 kW



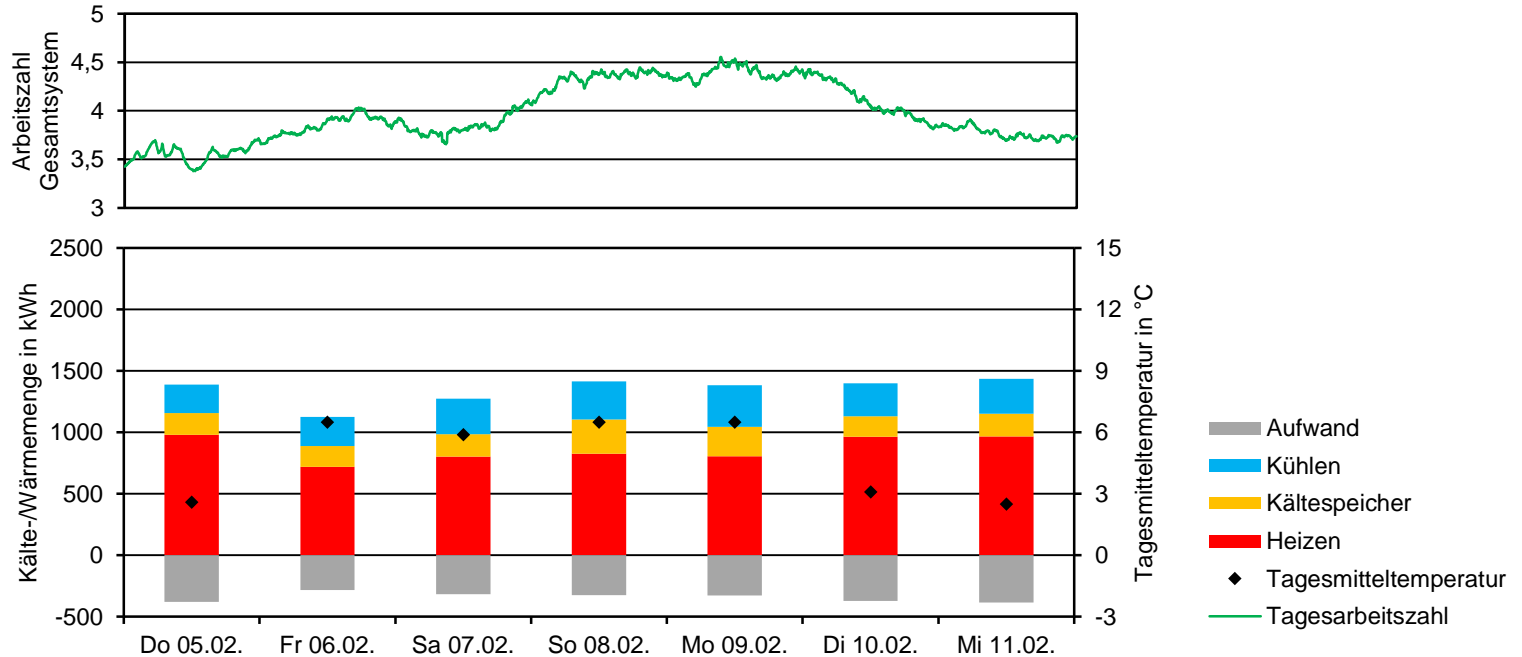


## Reiche Zeche Freiberg

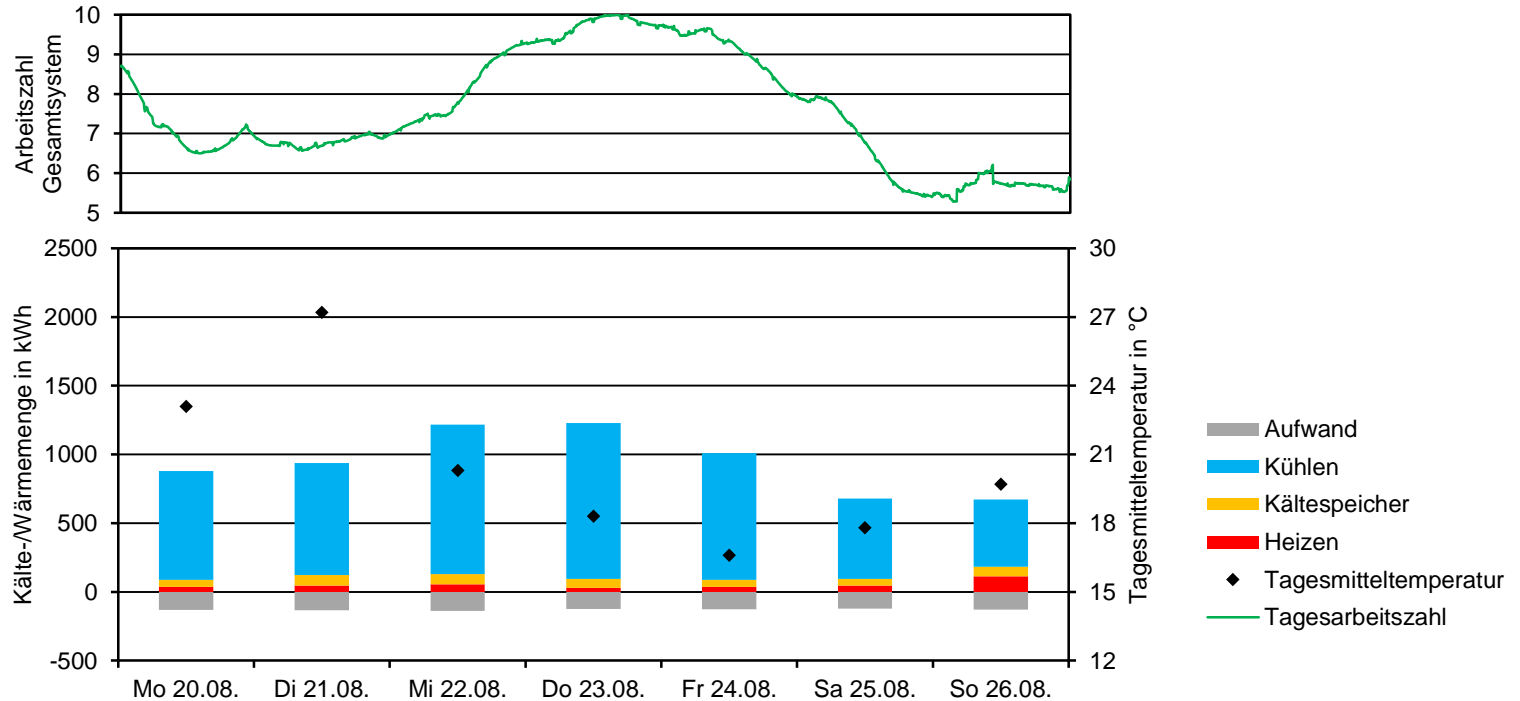


- 10 Betriebsmodi definiert  
Kombination aus Heizen + Kühlen  
dominiert
- Sehr geringer Anteil in dem nur  
geheizt wird  
→ Kühlung Serverräume  
notwendig

## Reiche Zeche Freiberg – Winterwoche 2016



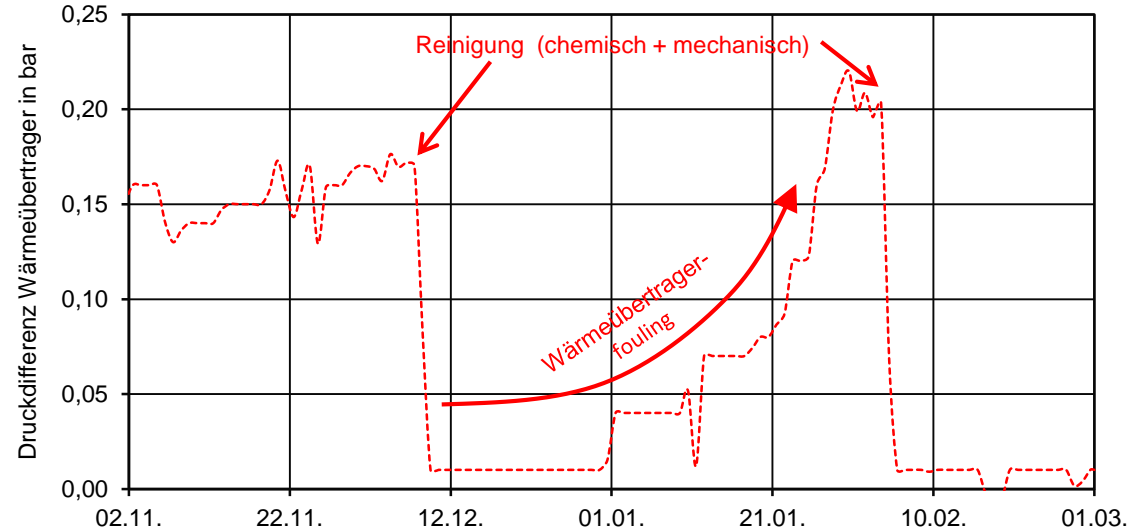
## Reiche Zeche Freiberg – Sommerwoche 2018



- Anlage läuft zu oft im Teillastbetrieb
  - Laufzeit erhöhen um dauerhaft hohe Effizienz zu haben
- Defekt der automatischen Umschaltung zwischen Wasserentnahmestellen
  - Effizienzsteigerung durch Nutzung wärmeres Wasser im Winter
- Verschmutzungen im Wärmeübertrager



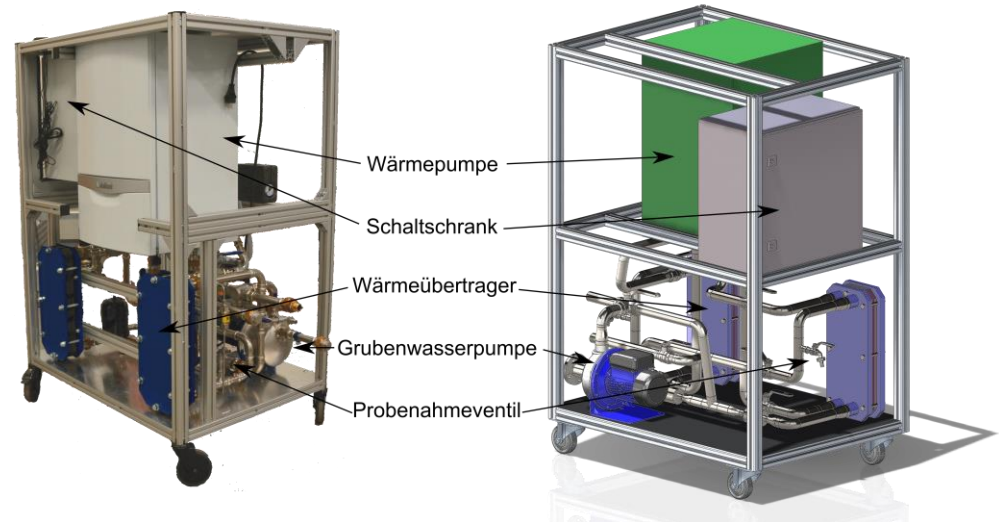
## Fouling



Betrachtungszeitraum: 02.11.2015–01.03.2016

- Eingeschränkte Zugänglichkeit
- Teilweise keine geeignete  
 Probennahmemöglichkeit
- Abhängigkeit von den  
 Anlagenbetreibern bei  
 Wartung und Inspektion

→ **Mobile Grubenwasser-  
 anlage im Labormaßstab**



- Großes **Wärmepotential** bei stillgelegten **Bergwerken**
  - Anlagen vorwiegend in Europa, Nordamerika
  - Überwiegend Heizanwendung
- **Effektiver Anlagenbetrieb** möglich
  - Arbeitszahlen >5 regelmäßig möglich
- **Laufzeiten** müssen **erhöht** werden
- Standortkonkrete **Maßnahmen gegen Fouling** entwickeln
- **Preiserhöhung** bei **fossilen Energien** (CO<sub>2</sub>-Steuer) sogt für Ausbau Grubenwassergeothermie?







# Vielen Dank für Ihr Interesse!



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



Der **Digital**  
Geothermie  
Kongress  
2020

TU BERGAKADEMIE FREIBERG

Lukas Oppelt

Gustav Zeuner Straße 7

09599 Freiberg

Tel. +49(0)3731 39-3277

E-Mail: [Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de](mailto:Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de)



Europäische Union. Europäischer  
Fonds für regionale Entwicklung.  
Evropská unie. Evropský fond pro  
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.  
Interreg V A / 2014–2020



**Vodamin II**  
SN-CZ



- [1] Oppelt, L. et. al: Geothermische Nutzung von Grubenwasser zur regenerativen Energieversorgung, Geothermische Energie, Jg.29, Nr.95, S.24–27, 2020
- [2] Grab, T.; Stroch, T.; Groß, U. Energetische Nutzung von Grubenwasser aus gefluteten Bergwerken, Erschienen in: Bauer, M. et al (Hrsg.): Handbuch Oberflächennahe Geothermie, Kapitel 17, Springer Spektrum, 2018, ISBN: 978-3-662-50306-5
- [3] Loredó, J., Ordóñez, A., Jardón, S., Álvarez, R.: Mine water as geothermal resource in Asturian coal mining basins (NW Spain). In: Rúde, R. T., Freund, A., Wolkersdorfer, C. (Hrsg.) 11th Int. Mine Water Association Congress. Mine Water – Managing the Challenges. Aachen, Germany. Int. Mine Water Association, S. 177–181. [https://www.imwa.info/docs/imwa\\_2011/IMWA2011\\_Loredo\\_314.pdf](https://www.imwa.info/docs/imwa_2011/IMWA2011_Loredo_314.pdf) (2011)
- [4] Ordóñez, A., Andres, C., Alvarez, R., Jardón, S.: Harnessing groundwater as a water supply and energy resource. Seguridad y medio ambiente. 30(118), 43–60 (2010)
- [5] JISC – Joint Implementation Supervisory Committee: Low-Potential heat of abandoned coal mines water for heating needs of Novashaktinsk. Hg. v. Joint Implementation Supervisory Committee. <http://ji.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/VB1T6B30ENIRDH5AZXLCO3MOXPYSND> (2007). Zugriffen: Okt. 2012
- [6] Guo, P., He, M., Zheng, L., & Zhang, N. A geothermal recycling system for cooling and heating in deep mines. Applied Thermal Engineering, 116, 833-839. (2017).
- [7] Wieber, G., Ofner, C.: Geothermische Potenziale gefluteter Bergwerke. bbr Jahresmagazin, 12/2008. [http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/12\\_2008/bbr\\_5912\\_72\\_77\\_Ofner\\_Wieber.pdf](http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/12_2008/bbr_5912_72_77_Ofner_Wieber.pdf) (2008). Zugriffen: Nov. 2012
- [8] Lagerpusch, K. H.: Stellenwert Bergbau – Geothermie in Sachsen. Workshop „Bergbau-Geothermie“ im Rahmen der ReSource-Arbeitsgruppe „Natürliche Potentiale“. Bad Schlema, 04 Febr. 2010
- [9] Wieber, G.; Ofner, C. (2008): Geothermische Potenziale gefluteter Bergwerke. In: bbr Jahresmagazin, 12/2008. Online verfügbar unter [http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/12\\_2008/bbr\\_5912\\_72\\_77\\_Ofner\\_Wieber.pdf](http://www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/12_2008/bbr_5912_72_77_Ofner_Wieber.pdf), zuletzt geprüft am 05.11.2012.
- [10] Ulbricht, S.: Wieder Pionierrolle für Freiberg. Projekt Energetische Optimierung im Kreiskrankenhaus Freibergnutzt Warmwasser des Supertunnels. Wochenspiegel – regional S. 3, 02. Jan. 2013
- [11] Johnson Controls: Hohe Heizkosten sind heilbar: Grubenwasser dient als Energiequelle für zweistufige Ammoniak-Wärmepumpe im Kreiskrankenhaus Freiberg. Fallstudie. [http://www.johnsoncontrols.com/de\\_de-/media/jci/be/germany/solutions-by-industry/files/bts\\_case\\_study\\_hospital\\_freiberg\\_de.pdf](http://www.johnsoncontrols.com/de_de-/media/jci/be/germany/solutions-by-industry/files/bts_case_study_hospital_freiberg_de.pdf). Zugriffen: 20. Nov. 2017
- [12] Willmes, J., Bücker, C.: Nutzung von Grubenwasser zur Wärmeerzeugung. Ein Projektbeispiel. bbr Sonderheft Geothermie. 2014, 46–52 (2014)
- [13] Thien, L. (2015): Geothermal Re-use of Coal Mining Infrastructures and Mine Water in Hard Coal Mining in the Ruhr Area/Germany. Paper-ID: 28017. In: International Geothermal Association IGA (Hg.): Proc. of World Geothermal Congress 2015. Melbourne / Australia, 19.-24. April.
- [14] EnergieAgentur NRW (2014): Geothermie – Erdwärme für Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- [15] Röder, U.: Geothermie im Fokus der Nachnutzung von Bergbaufolgelandschaften am Beispiel des Zwickauer Steinkohlenreviers. Geothermische Nutzung von Flutungswässern. Vortrag, 30 Aug. 2012
- [16] Sunbeam – Sunbeam GmbH: Forschung für Energieeffizienz: Projekt: Geothermische Nutzung von Grubenwässern zur Nahwärmeversorgung. Hg. v. EnEFF : Stadt Forschung für die energieeffiziente Stadt. <http://www.eneff-stadt.info/de/pdf/waerme-und-kaeltenetze/projekt/details/geothermische-nutzung-von-grubenwaessern-zur-nahwaermeversorgung/> (2013). Zugriffen: Jan. 2013
- [17] Wolf, P., Lagerpusch, K. H., Hofmann, K.: Zur geothermischen Nutzung von Grubenwässern in Sachsen. Sächsischer Geothermietag Spezial: Geothermie und Bergbau. Marienberg, 26 Nov. 2007