

Energiekonzept / Regenerative Energien – Schloß Freudenstein

Prof. Dr. Steffen Wagner, TU Bergakademie Freiberg

Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau

Stadt der Wissenschaft

**Kooperationen zwischen Hochschule und außeruniversitären Partnern,
zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie zwischen Wissenschaft und
Kultur**

Innovation Wissenschaft / Wirtschaft und Kultur :

Wirtschaftliche Heizung und Klimatisierung für das Schloß Freudenstein mittels regenerativer Energien

Das Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau arbeitet und forscht an Konzepten zur wirtschaftlichen Nutzung der Geothermie zur Heizung und Klimatisierung von Gebäuden. Im Ergebnis dieser Arbeiten sind innovative Lösungen entwickelt worden, die bundesweit Impulse gesetzt haben. Die Initiativen garantieren eine enge Verflechtung der TU Bergakademie Freiberg, der Stadt Freiberg mit der regionalen Wirtschaft unter Berücksichtigung kulturpolitischer und wirtschaftsökologischer Interessen des Freistaates Sachsen.

Die geothermische Heizung und Klimatisierung liegt in ihren spezifischen Kosten niedriger als konventionelle Heizungs- und Kühlanlagen. Eine Kombination mit Umweltwärme oder Abwärme auch mit geringem Temperaturniveau kann eingekoppelt werden und so die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern. Von großem Vorteil für die Umwelt ist, dass Heiz- und Kühlbetrieb zu einer deutlichen Reduzierung der CO₂ Emission führen.

Das Nutzungskonzept für das Schloß Freudenstein mit Sammlungen und Bergarchiv bietet eine einzigartige Chance für die TU Bergakademie Freiberg, die Stadt Freiberg und den Freistaat Sachsen ein Vorzeigeobjekt zum wirtschaftlichen Einsatz regenerativer Energien zu initiieren.

Zur unterstützenden Beheizung und Klimatisierung von Schloß Freudenstein wird in Zusammenarbeit mit der Stadt Freiberg, der Geologischen Landesuntersuchung GmbH Freiberg (Herr Benthin), dem Oberbergamt Freiberg, der Projektierungsfirma Zammit und der TU Bergakademie eine geothermische Grubenwassernutzung vorbereitet. Dazu soll der Alte Tiefe Fürstenstolln auf einer Strecke von ca. 200m angestaut und für eine hydrothermale WärmeverSORGUNG über einen Pumpenkreislauf mit Produktions- und Injektionsbohrung (ca. 60m) genutzt werden. Diese Projektidee verbindet Tradition mit Zukunft in unserer Universitätsstadt Freiberg.

Ansprechpartner:

[Prof. Dr. rer. nat. habil. Steffen Wagner](#)

Institut für Bohrtechnik und Fluidbergbau Tel. 03731/ 39 2830

Mail: steffen.wagner@tbt.tu-freiberg.de



Universitätsstadt Freiberg
Hochbau- und Liegenschaftsamt
Herr H. Radeck

Ingenieurbüro Zammit
Herr S. Schmidt

Technisches Konzept:
Andreas Benthin
Dr. Jochen Hamann

Koordination:
Prof. Dr. Steffen Wagner

Präsentation:
Desmond Tsui
Kathrin Kranz

Schloss Friedenstein Geothermal Project

2008

Inhalt

- Tradition und Zukunft in der Universitätsstadt Freiberg
- Grundprinzipien der Erdwärmegewinnung
- Zur Entwicklung des geothermischen Konzepts
- Technologie und Leistungsdaten
- Monitoring zur effizienten Betriebsführung
- Kooperation

Theoria cum praxi (G. W. Leibniz, 1646 - 1716)

Bergbau in Freiberg erfordert wissenschaftliche Forschungen im Berg- und Hüttenwesen und den Geowissenschaften.

1765 Gründung der Bergakademie Freiberg

1827-1866 Ferdinand Reich, Professor für Physik an der Bergakademie Freiberg, führt die ersten geophysikalischen Untersuchungen in Freiberg durch, u.a.

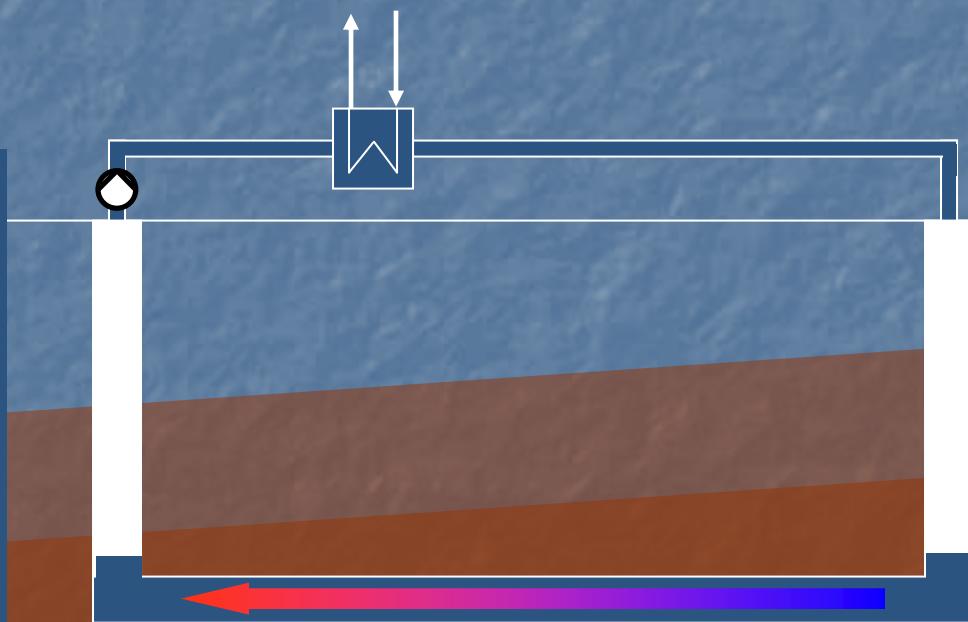
Temperaturmessungen in sächsischen Gruben (1830).



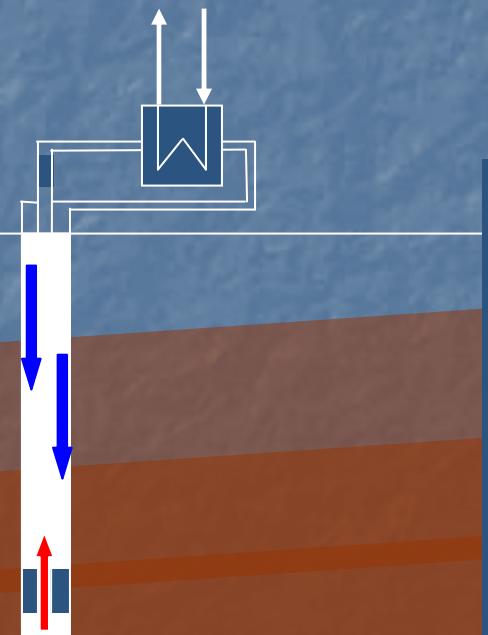
Erdwärmenutzung

- geschlossene Systeme -

geschlossener Wärmeübertrager



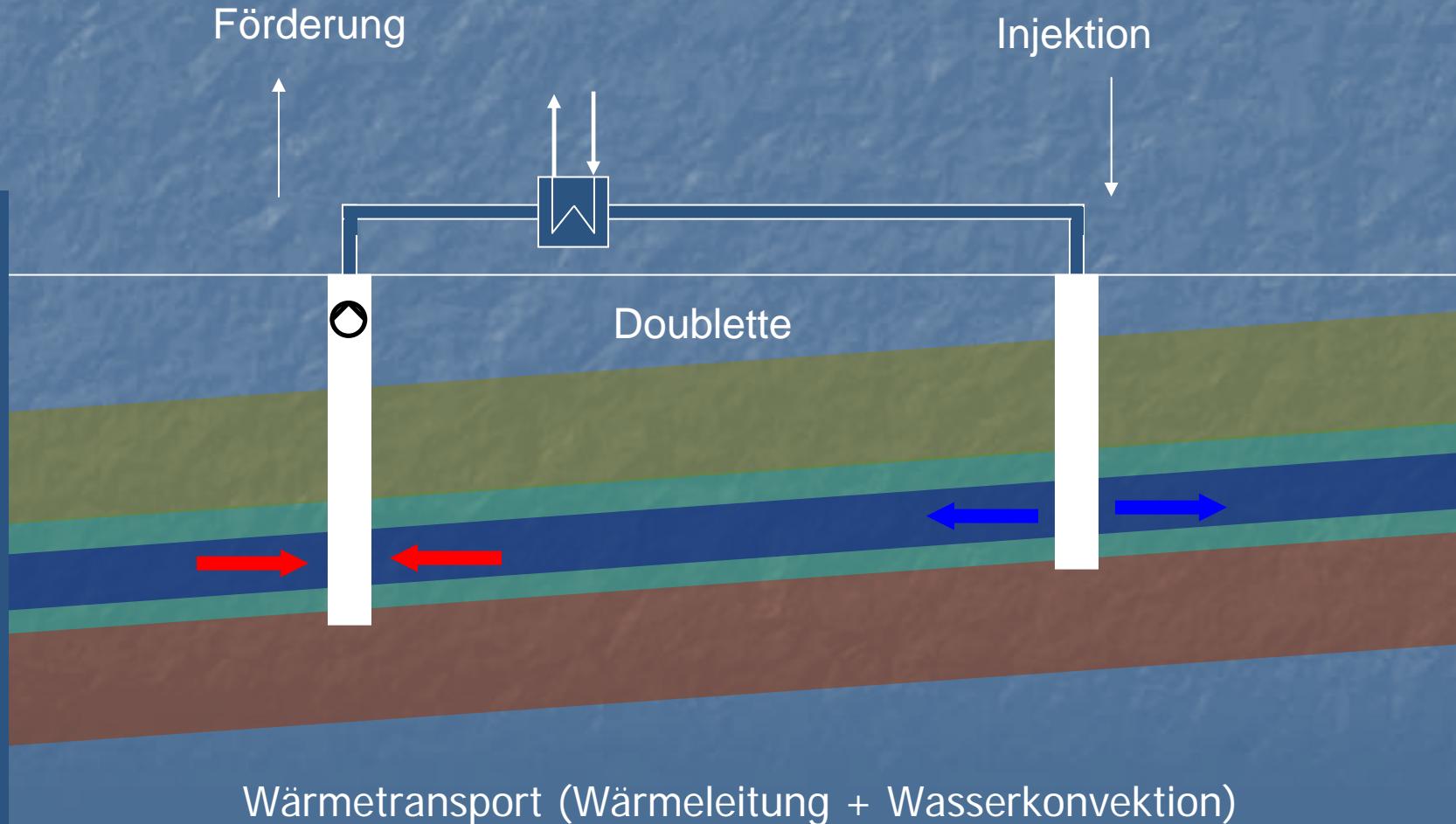
Zirkulationssonde

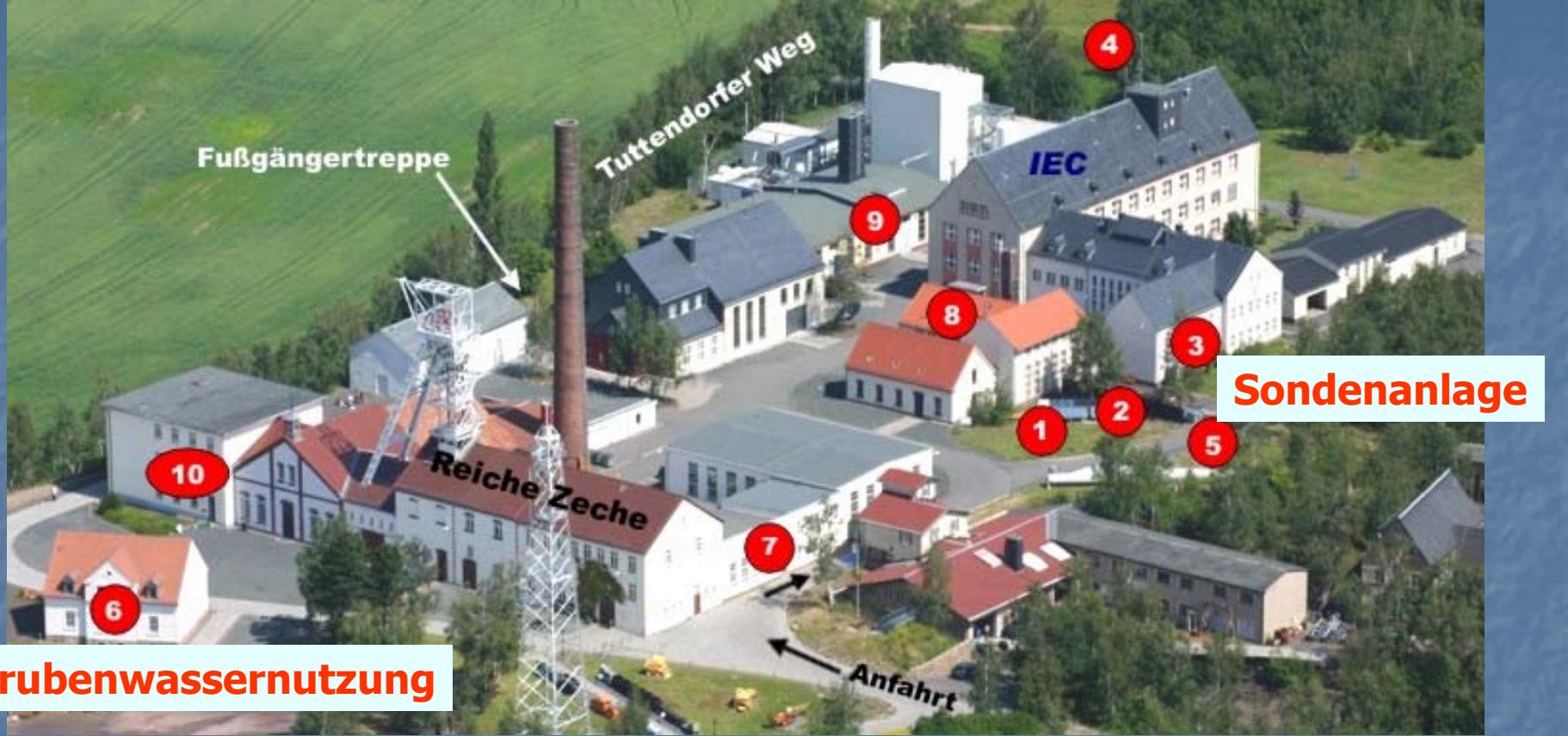


Wärmeaustausch (Wärmeleitung) über Rohrwandung

Erdwärmennutzung

- Offenes hydrothermales System - (Aquifernutzung)





Energiepark „Reiche Zeche“

- 1- Solarthermie, 2- Photovoltaik, 3- Brennstoffzelle, 4- Windmessstation,
5- WKA-Rotorflügel, 6- Wärmepumpe, 7- Blockheizkraftwerk, 8- Brennwerttechnik,
9- Biomassefeuerung, 10- Stirlingmotor

Schloss Freudenstein (Markgraf Otto v. Meissen, 1175)



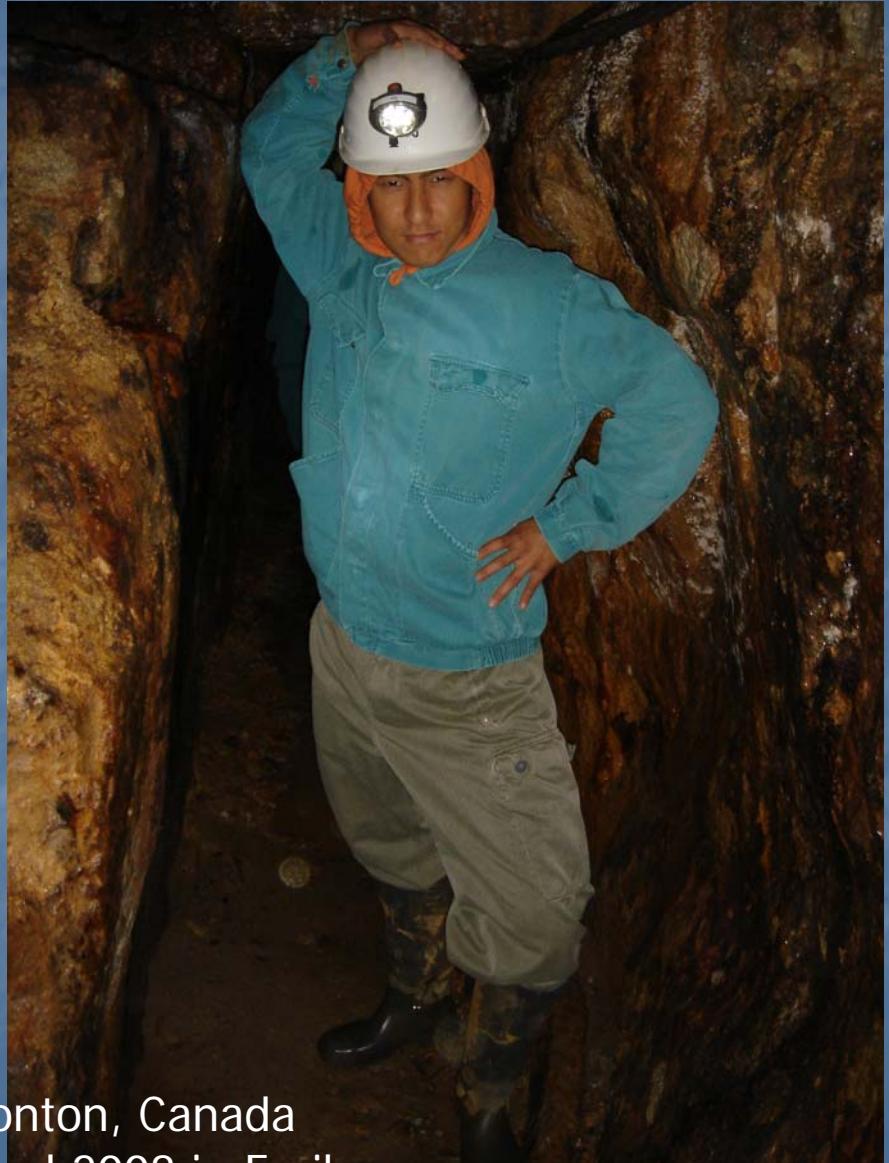
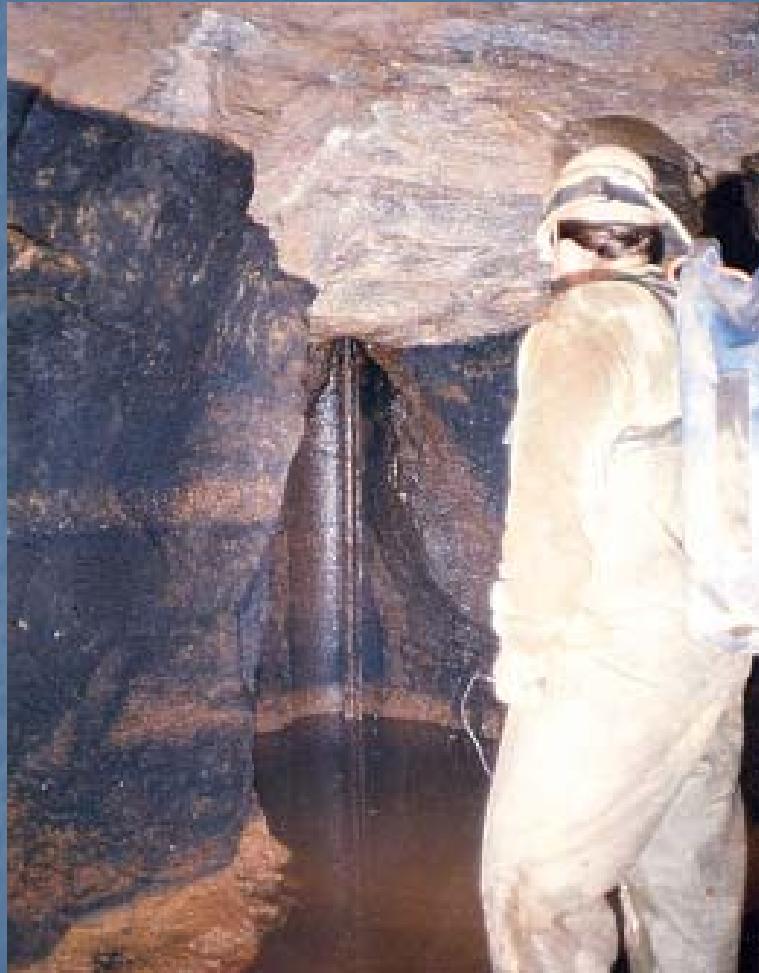
Internationale Summerschool, 2008



The Terra Mineralia



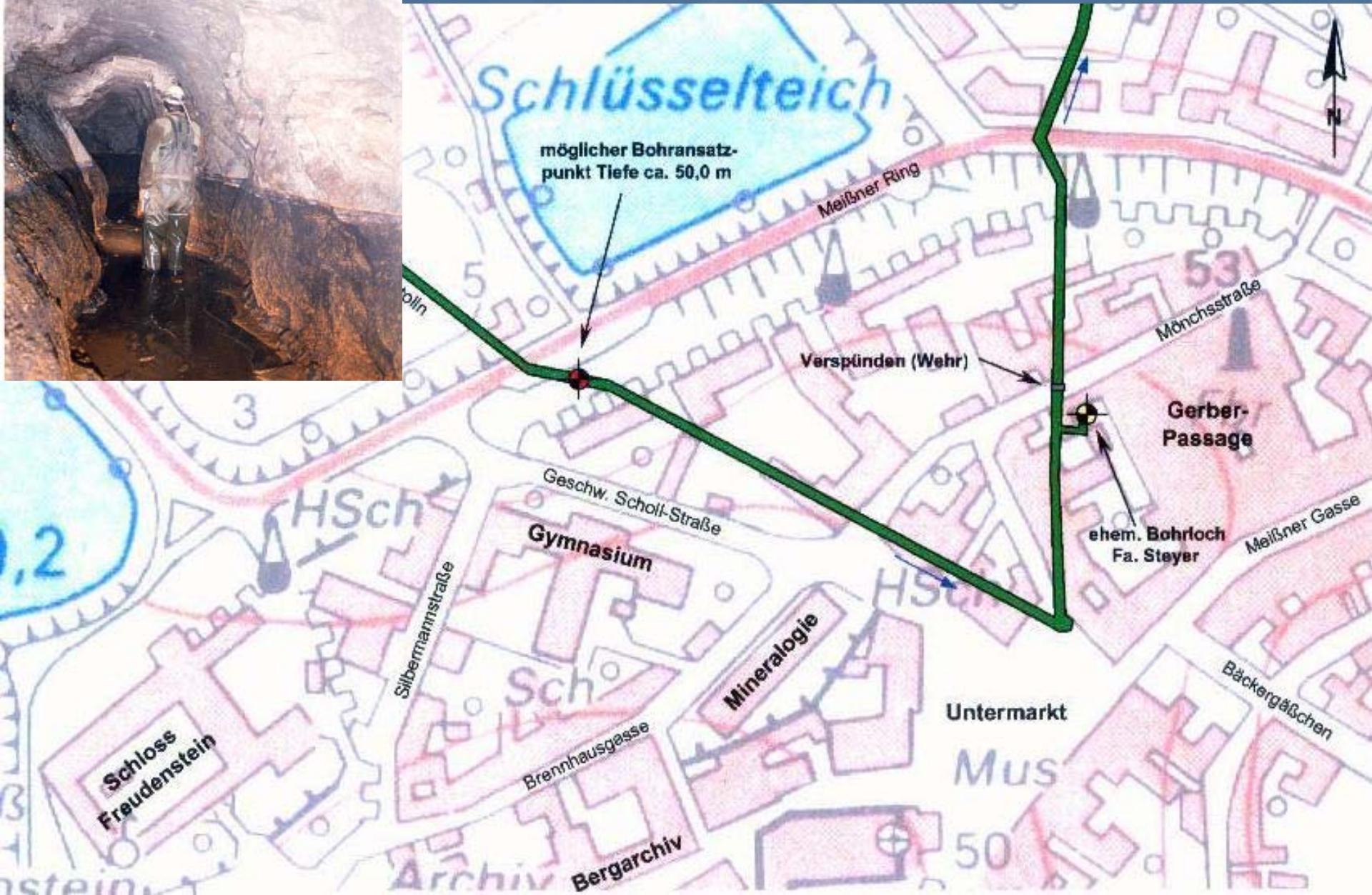
Lehre und Forschung an der TU Bergakademie



Desmond Tsui, Universität von Alberta, Edmonton, Canada
Teilnehmer der Internationalen Summer School 2008 in Freiberg

Geothermisches Konzept

- **Grundidee (Wagner, 2002) war bereits vor Ankauf des Schlosses durch die Stadt Freiberg, eine geothermische Beheizung (330 kW) und Klimatisierung (60 kW) mittels Bohrungen zu realisieren.**
- **Im Jahre 2005 wurde durch das Ingenieurbüro A. Benthin der Vorschlag der Grubenwassernutzung zur Grundlastversorgung unterbreitet.**
- **Als Wasserreservoir sollte der schloßnahe "Alte Tiefe Fürstenstolln" mit einer Temperatur von ca. 10°C dienen.**



Projektidee verbindet Tradition und Zukunft unserer Universitätsstadt Freiberg

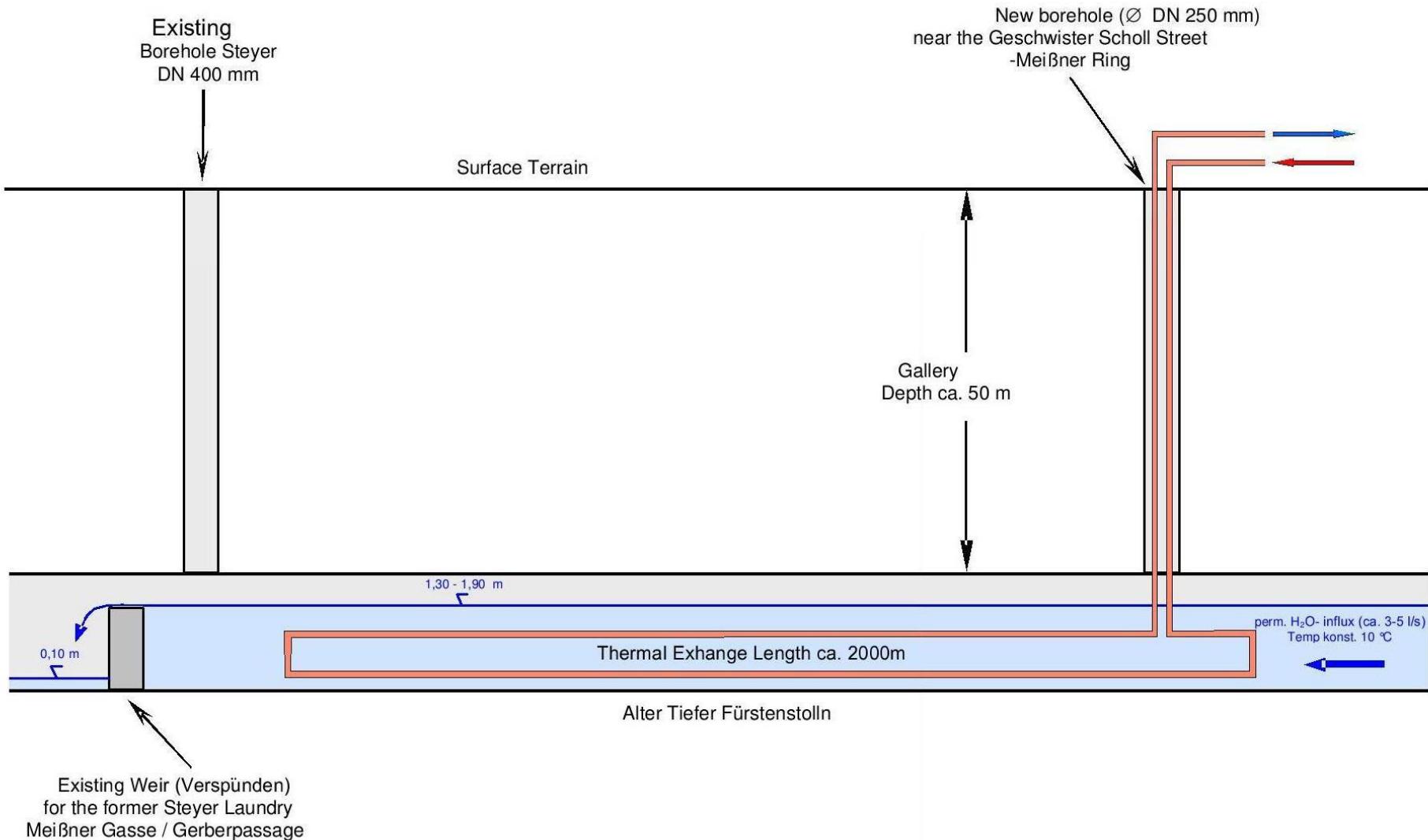
- Die Nutzung von Grubenwasser ist bergbau- und freibergspezifisch und in der vorgeschlagenen Technologie des Wasseranstaus bisher einmalig.
- Eine wirtschaftlich vertretbare Wärme- und Kälteleistung (160 kW / 120 kW) ist verbunden mit einer lokalen Besonderheit der Erdwärmenutzung. Es ist für die Autoren deshalb kein „Feigenblatt“ (Freie Presse, Juli 2007), sondern ein kleiner Schmuckstein.

Geothermisches Konzept I (2005)

- **geschlossenes Kollektorsystem L ~ 2000m**
- **Rohrbündel (PE-Rohr) mit einer Gesamtlänge von ca. 4200m als Wärmetauscher im Grubenwasser**
- **Vorteil: Wärmeleitung ohne Stoffaustausch, wartungsarm**
- **Problem: Hoher Aufwand, kostenintensiv, geringe Wärmeleistung (ca. 70 kW)**

Geothermisches Konzept I (2005)

(geschlossenes Kollektorsystem)



Geothermisches Konzept II (2008)

- **Offenes System :**

direkter Wassernutzung mittels 2 Förderpumpen aus 200m Stauraum des "Alten Fürstenstolln"

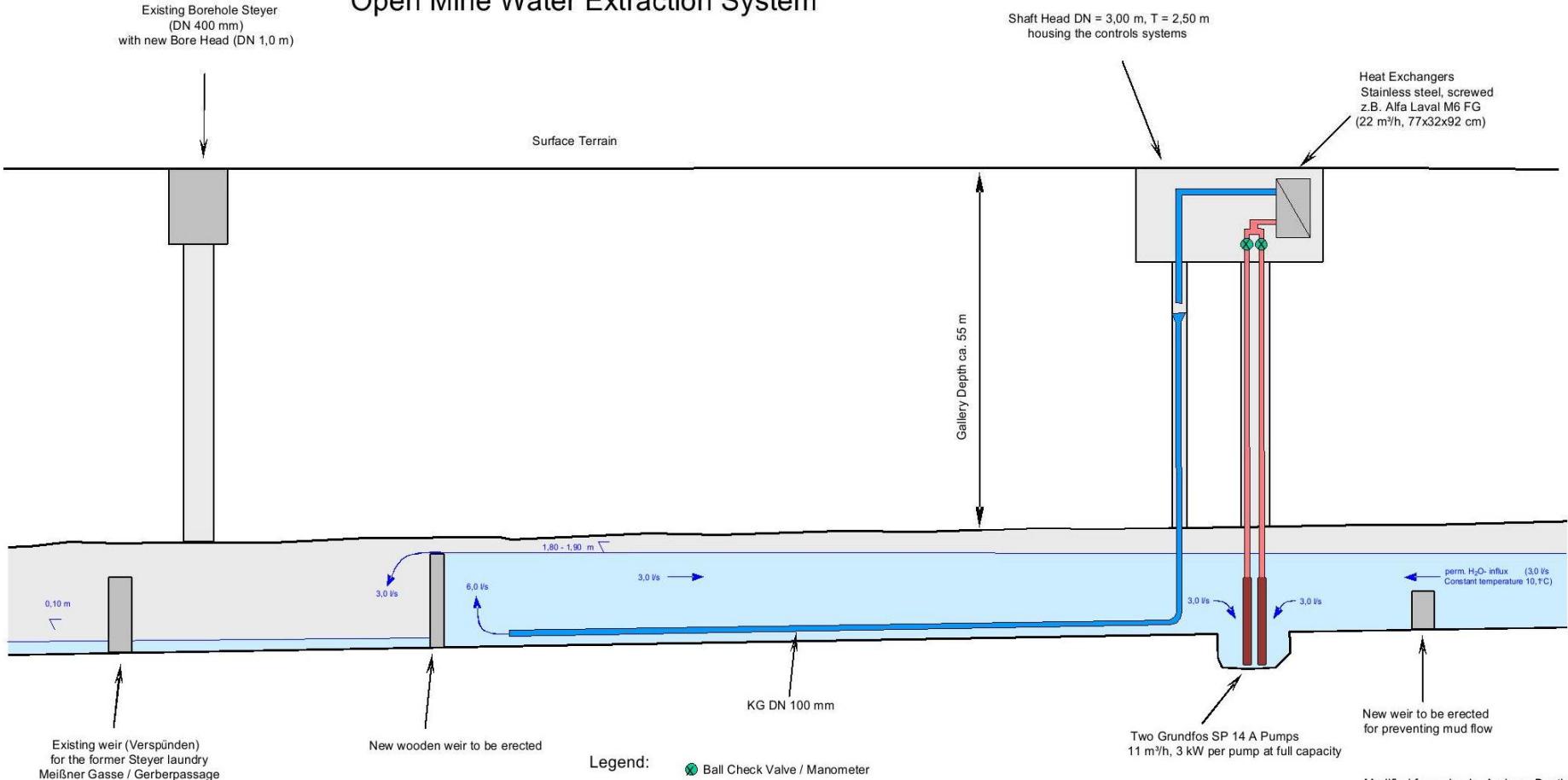
- **Vorteil:** geringerer Aufwand, < 50% der Kosten nach Konzept I, höhere Wärme- und Kälteleistung.

- **Konstruktion:** 1. Wehr zum Anstau auf ca. 2m Wasserhöhe im Stolln,
2. Wehr zum Schlammrückhalt,
"Bohrloch Steyer" zur Bewetterung

Geothermisches Konzept II (2008)

(offenes System)

Schematic Representation of the Underground Open Mine Water Extraction System



Existing weir (Verspüden)
for the former Steyer laundry
Meißner Gasse / Gerberpassage

New wooden weir to be erected

Legend:

Ball Check Valve / Manometer

Two Grundfos SP 14 A Pumps
11 m³/h, 3 kW per pump at full capacity

New weir to be erected
for preventing mud flow

Modified from plan by Andreas Benthin

Technologisches Konzept - Leistungsdaten

- 200m Anstaulänge des Grubenwassers ($H \sim 2\text{m}$, $B \sim 1\text{m}$)
- 2 Bohrungen zu 50 m Tiefe (Injektionsstrang DN 80mm und Förderstrang mit Pumpen DN 330mm)
- 2 Förderpumpen (6 kWel. total), mit einer maximalen Förderleistung von 6 l / s.
- Strömungsgeschwindigkeit in der Grube $v \sim 1.5 - 3 \text{ mm/s}$
- Kühlleistung der Anlage 120 kW ($\Delta T=5 \text{ K}$), N/A= 20 : 1
- Wärmepumpenleistung ca. 160-180 kW, N/A $\sim 3,5 : 1$

Monitoring

K. Kranz & J. Dillinardt, TU Bergakademie Freiberg, im Rahmen der Diplomkartierung und Diplomarbeit

- Geologische Kartierung des Untertagebereichs
- Bestimmung der Zuflussmengen (~ 3 l/s)
- Bestimmung von Permeabilität und Porosität des Anstehenden (Gneis)
- Beprobung des Grubenwassers (Wasserchemie und Schwebstoffe)
- 5 Temperaturmeßstellen (Zu- und Abfluss, 3 Niveaus im gestauten Wasser) zur effizienten Betriebsführung



Das Projekt zur geothermischen Nutzung des Grubenwassers für Heizung und Klimatisierung im Schloß Freudenstein wurde in kollegialer Zusammenarbeit von Stadt, TU BAF und den projektierenden Ingenieurbüros erarbeitet, unterstützt von der Lehrgrube "Reiche Zeche" (K. Grund), dem Oberbergamt und finanziell durch das LfUG gefördert.

Die Initiativen garantieren eine enge Verflechtung der TU Bergakademie Freiberg, der Stadt Freiberg mit der regionalen Wirtschaft unter Berücksichtigung kulturpolitischer und wirtschaftsökologischer Interessen des Freistaates Sachsen.

