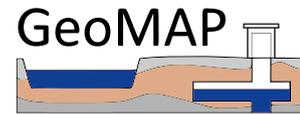




Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Zusammenfassung 4. Workshop GeoMAP

„Grubenwasser als regenerative Energiequelle in der gesamten Bergbauregion Erzgebirge/Krušnohoří“

27.02.2020, TU Bergakademie Freiberg, Lehrstuhl für technische Thermodynamik

Im Rahmen des 4. Workshops mit dem Thema „Grubenwasser als regenerative Energiequelle in der gesamten Bergbauregion Erzgebirge/Krušnohoří“ organisierte der GEOMAP-Projektpartner Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik (TU Bergakademie Freiberg) eine Exkursion in das Bergbaurevier Freiberg, sowie eine anschließende Vortragssession mit Diskussion.

Während der Exkursion untertage wurden Bestandteile der Grubenwassergeothermieanlage des Freiburger Krankenhauses, z.B. der Wärmeübertrager und Zyklonabscheider, besichtigt und den Teilnehmern die Schwierigkeiten der Anlageninstallation und –wartung dargestellt. In einer Teufe von über 200 m wurde außerdem der Hauptentwässerungsstollen des Freiburger Reviers (Rothschönberger Stolln) besucht, aus dem die Grubenwassergeothermieanlage das etwa 13 °C warme Wasser nutzt.

An die Exkursion anschließend wurden in drei Vorträgen die Möglichkeiten der energetischen Nutzung von Grubenwasser betrachtet, sowie anfallende Probleme und mögliche Lösungen diskutiert.

Im ersten Vortrag bekamen die Teilnehmer einen Überblick über die Notwendigkeit und Problematik der Wasserreinigung, was anhand von zwei Beispielen in Sachsen vertieft wurde. Wasserreinigung bietet auch bei der energetischen Nutzung von Grubenwasser eine Möglichkeit Verunreinigungen in Anlagenbestandteilen zu senken.

Anschließend wurden Betriebsdaten bestehender Grubenwassergeothermieanlagen vorgestellt, sowie weitere Potenziale auf sächsischer und tschechischer Seite des Erzgebirges evaluiert und unter den Anwesenden diskutiert.

Abschließend wurde über die Sanierungsmaßnahmen am Altbergbaustandort Königstein berichtet, auch dort wird zukünftig Grubenwasser als regenerative Energiequelle eingesetzt.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.





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



V rámci workshopu na téma „Důlní vody jako regenerativní zdroj energie v celé hornické oblasti Krušnohoří/Erzgebirge“ zorganizoval jeden z partnerů projektu GEOMAP - Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik (TU Bergakademie Freiberg) - exkurzi do důlního revíru Freiberg a následnou přednáškovou akci s diskusí.

Během exkurze do podzemí si účastníci prohlédli součásti geotermálního zařízení nemocnice Freiberg využívajícího důlní vodu, např. přenašeč tepla a cyklónový odlučovač, a seznámili se s obtížemi při instalaci a údržbě zařízení. V hloubce více než 200 m účastníci mimo to navštívili hlavní odvodňovací štolu revíru Freiberg (Rothschönberger Stolln), z níž geotermální zařízení využívá vodu o teplotě cca 13°C.

Po exkurzi následovaly tři přednášky, které představily možnosti energetického využití důlních vod, a proběhla diskuse o problémech s tím spojených a možných řešeních.

První přednáška poskytla účastníkům přehled o nezbytnosti a problematice čištění vody, která byla podrobněji představena na dvou příkladech v Sasku. Čištění vody nabízí také při energetickém využití důlních vod možnost snížit znečištění součástí zařízení.

Následně byla představena provozní data stávajících geotermálních zařízení využívajících důlní vodu, a byly vyhodnoceny další potenciály na české a saské straně Krušnohoří a prodiskutovány s přítomnými.

Následně byla prezentována opatření sanace staré těžební oblasti Königstein, i zde bude v budoucnu používána důlní voda jako regenerativní zdroj energie.

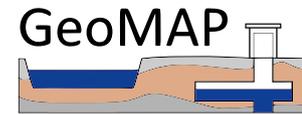


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.





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



Programm:

9:00 - 12:30

Exkursion

Einfahrt in das Bergbauggebiet Freiberg mit Besichtigung einer
Grubenwassergeothermieanlage

12:30 - 14:00

Mittagspause

14:00 - 16:00

Referentenbeiträge mit anschließender Diskussion

Möglichkeiten der Wasserreinigung
(B. Russin, H+E GmbH & S-Tec GmbH)
Energetische Nutzung von Grubenwasser
(L. Oppelt, TU Bergakademie Freiberg)
Sanierung der Uranerzgrube Königstein
(Dr. U. Jenk, WISMUT GmbH)



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.



Möglichkeiten der Wasserreinigung

H+E GmbH & S-Tec GmbH



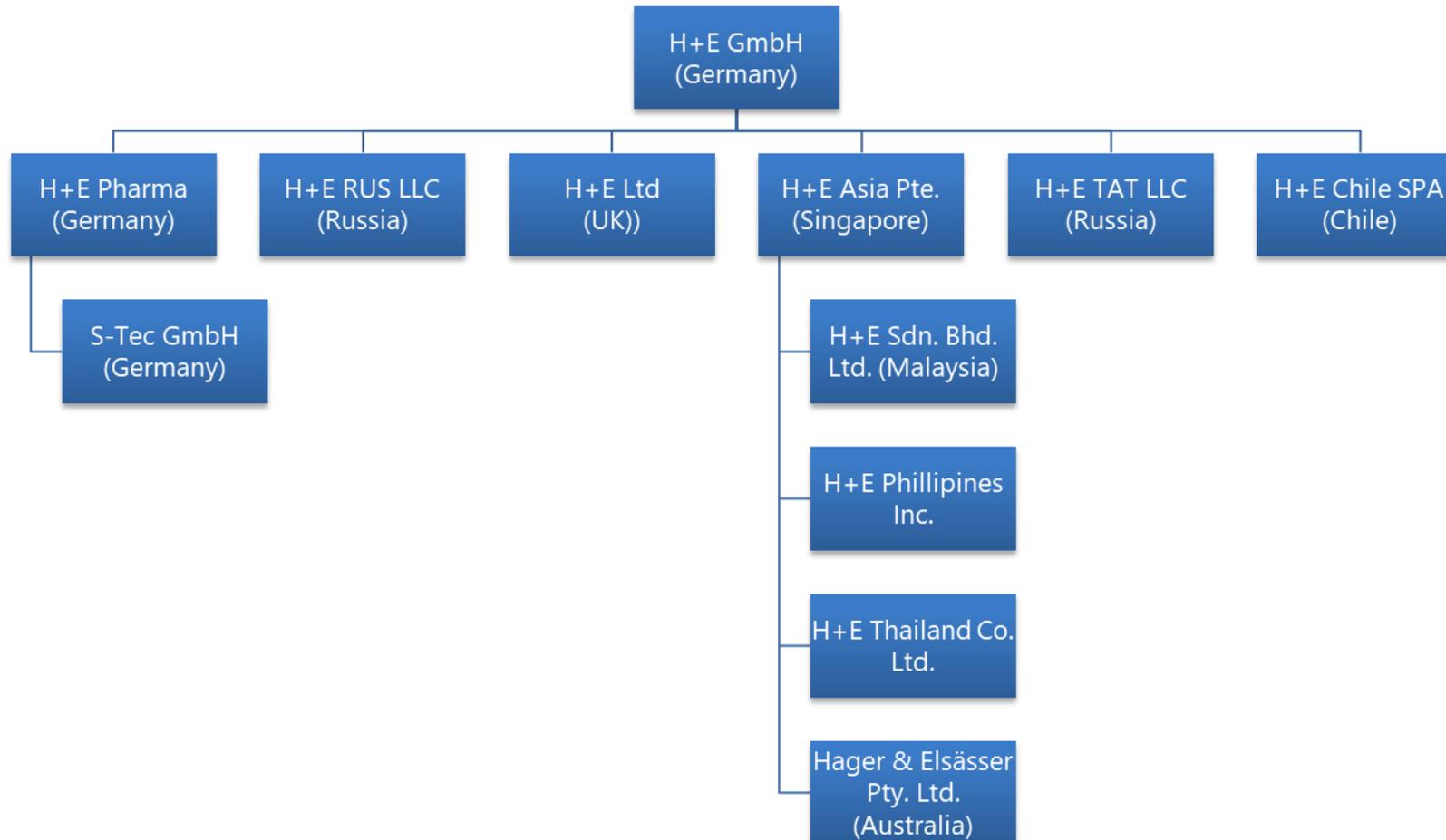
Gliederung

- Vorstellung S-tec GmbH und H + E GmbH als Mitglieder der Aquarion-Gruppe
- Beispiele zu industriellen und kommunalen Wasseraufbereitungsanlagen in Sachsen
 - Reinstwassererzeugung für die Halbleiterindustrie
 - Schwermetallentfernung aus Trinkwasser
- Diskussion

Wer sind wir?

H + E GmbH
S-tec GmbH

Know How und Technologiezentrum
Fertigungszentrum



S-Tec GmbH – Das Fertigungszentrum

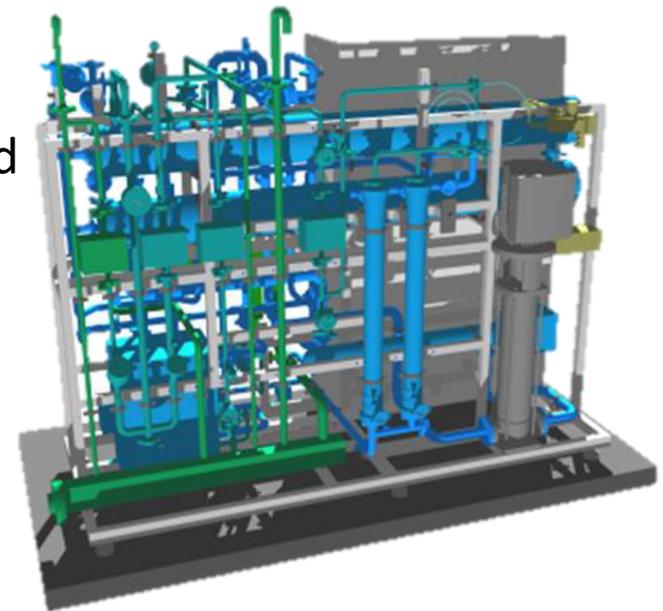
- Standort: Klipphausen
- Gründung 2006
- ca. 40 Mitarbeiter
- ca. 2.500m² Fertigungs- und Lagerfläche
- ca. 350 m² Büro
- moderner Maschinen- und Werkzeugpark



Übersicht Leistungsspektrum

- **Projektmanagement (Termin, Qualität, Kosten)**
 - Gesamtheitliche und „Schlüsselfertige“ Projektbearbeitung in Bezug auf Termine, Qualität und Kosten.
 - Schnittstellenmanagement zw. den Fachdisziplinen
 - Qualitätssicherungsmaßnahmen anhand von QS-Plänen

- **Konstruktionsplanung 3D in System AutoCAD**
 - Planung von Baugruppen auf Grundlage von PID's und Komponentendatenblättern
 - Rohrleitungsplanung , Stücklisten



Übersicht Leistungsspektrum

- **Vormontage**
 - Fertigung von kompletten Anlagenbaugruppen
 - Vorfertigung von verbindenden Rohrleitungen / Rohrleitungstrassen
 - Serienfertigung von Anlagen einschließlich Verkabelung

- **Montage**
 - Anlagenmontagen in Dtl. Und ggf. Anrainerstaaten
 - Wasserstandtests, Druckprüfung



Zertifikate und Qualifikationen

- Qualitätsmanagement
Zertifikat nach ISO 9001:2015
- Schweißfachbetrieb
HPO Zertifikat
Kunststoff: DVS
Stahl/Edelstahl: DIN EN 287-1, EN ISO 9606-1
- Deutsches Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
Zulassung
Bescheinigung gemäß §19



MARKTFÜHRENDES UNTERNEHMEN IN DER WASSERAUFBEREITUNG

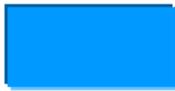
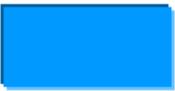
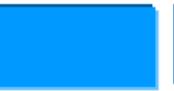
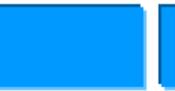
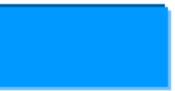
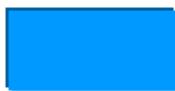
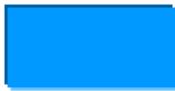
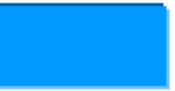
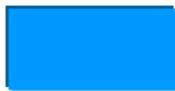
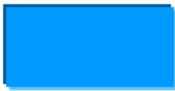
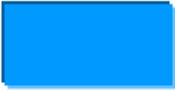
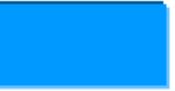
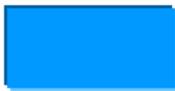
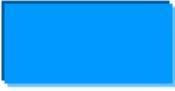
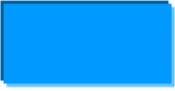
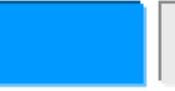
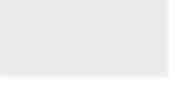
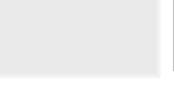
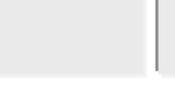
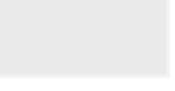
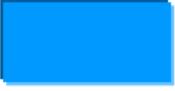
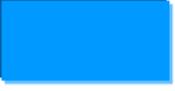
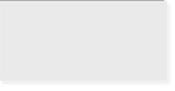
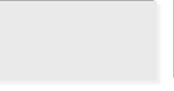
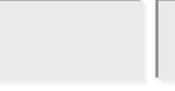
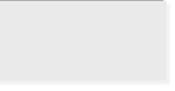
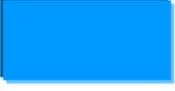
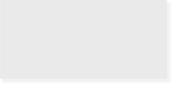
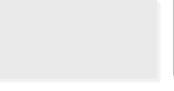
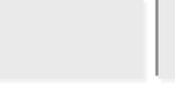
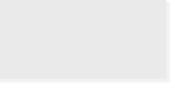


Wir sind ein marktführendes Unternehmen im Anlagenbau für die industrielle Prozesswasser-aufbereitung und Abwasserreinigung

- Wir bieten immer die individuell beste technische und wirtschaftliche Lösung an. Dazu nutzen wir das gesamte Know-how und die Erfahrung aus über 100 Jahren Wasseraufbereitung und über 30.000 gebauten Anlagen
- Wir haben exzellentes Knowhow über alle eingesetzten Verfahrenstechnologien. Dies basiert auf unserer Investition in unsere Mitarbeiter, in Forschung und Entwicklung sowie unserer langjährigen Marktstätigkeit
- Wir sind Experten in den kundenseitigen Herstellungsprozessen und kennen die daraus resultierenden Technologie- und Projektanforderungen sehr genau. Eine breite Kundenbasis durch unsere langjährige Marktstätigkeit unterstützt dies zusätzlich
- Wir haben einen klar definierten Fokus – unsere Technologien sind auf unsere Märkte abgestimmt und der Vertrieb wird zentral durch das Headquarter gesteuert

Technologien zur Reinst- und Prozesswasseraufbereitung

 = Anwendung
 = Keine Anwendung

	Filtration	Ionen- austausch	Umkehr- osmose	Nano- filtration	Ultra-/ mikro- filtration	Membran- entgasung	Elektro- deionisation EDI
Halbleiter / Elektronik							
Pharma / Life Science							
Energie							
Nahrung / Getränke							
Papier / Zellstoff							
Chemie							
Petrochemie							

Technologien zur Abwasseraufbereitung und zum Recycling

Anwendung	Chemo-/physikalisch				Biologisch/Anaerob				Biologisch / Aerob			Andere	
	Flock./ Fällung	Sedimentation	Flotation	Filtration	Fließbett	EGSB	Kontaktschlamm	Festbett	Belebtschlamm SBR	Schwebbett	Biofilter	Ozon	Aktivkohle
Halbleiter /Elektronik	■	■	■	■	□	□	□	□	□	■	■	■	■
Pharma/LifeScience	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■
Energie	■	■	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Nahrung / Getränke	■	■	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■	□
Papier- / Zellstoff	■	■	■	■	■	■	■	□	■	■	■	■	■
Chemie	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Petrochemie	■	■	■	■	□	□	□	□	■	■	■	■	■

Reinst- und Prozesswasseraufbereitung in der Halbleiterindustrie

- Beginn eines Projektes - Klärung grundlegender Fragen zur Planung des Vorhabens
 - Welches Wasser steht als Rohwasser zur Verfügung, Zusammensetzung?
 - Welche Qualitäten und welche Mengen werden benötigt?
 - Welche Technologien und welche Verfahrenskombinationen eignen sich für die Aufbereitung
- Beispiele für Firmen in Sachsen:
 - Siltronic AG Freiberg
 - FCM Freiberg
 - (Deutsche Solar AG Freiberg)
 - Global Foundries Dresden
 - Infineon Dresden
 - X-Fab GmbH Dresden

Reinst- und Prozesswasseraufbereitung in der Halbleiterindustrie

Bsp. Solar World Freiberg: Herkunft des Rohwassers



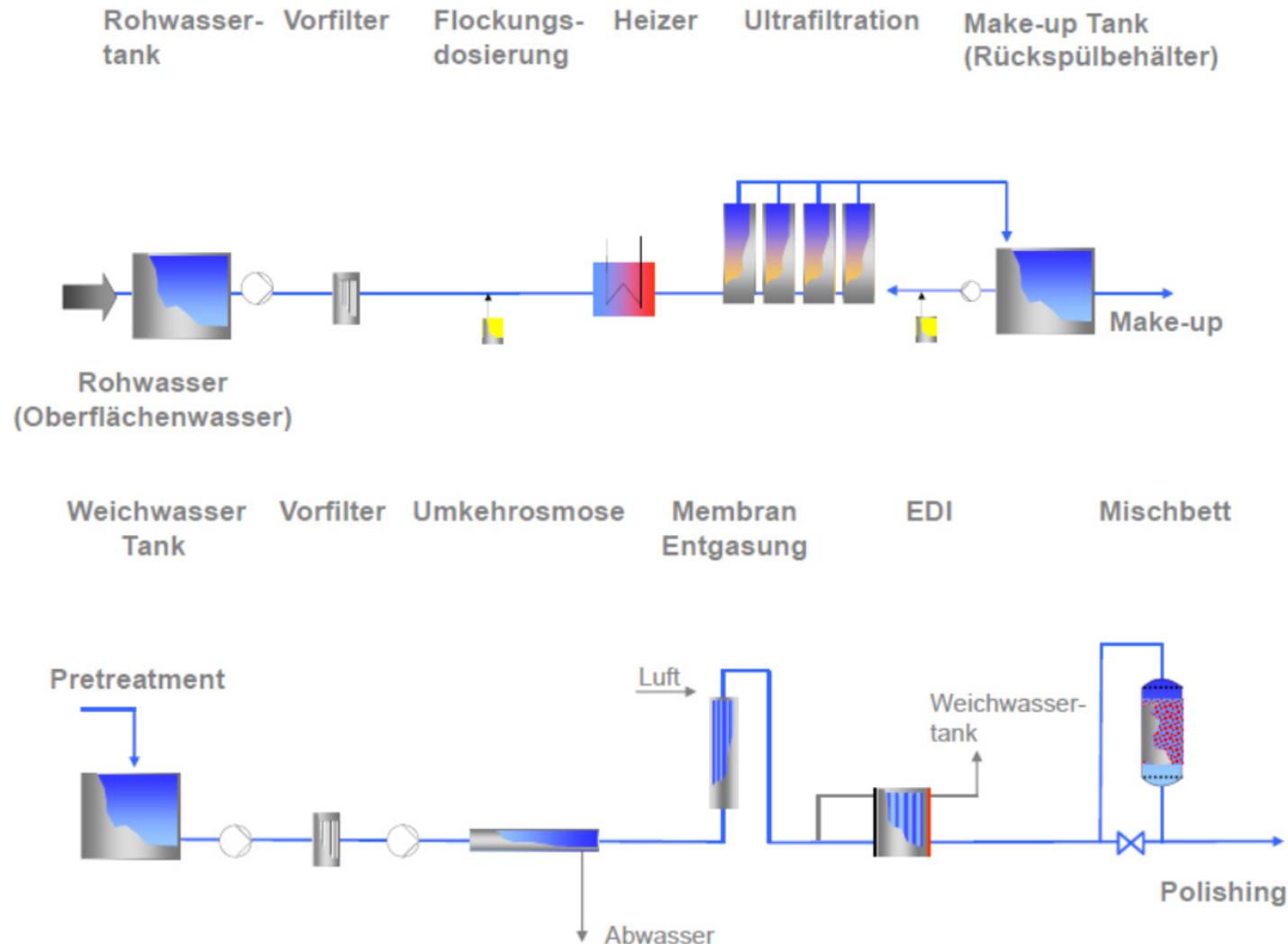
Reinst- und Prozesswasseraufbereitung in der Halbleiterindustrie

Anforderungen an das Prozesswasser:

	Hohe Spezifikation (HL)	Mittlere Spezifikation (PV)
Angaben aus:	Semi (0,13-0,5 µm Linienbr.)	Semi 2010 PV3-310
Leitfähigkeit	18,2 MΩ·cm	10 - 18 MΩ·cm
Partikel	< 100 Partikel/L (0,05µm)	< 1000 (0,1 µm - > 0,5 µm)
TOC	1-5 ppb	20 - 200 ppb
Kieselsäure	0,2-1 ppb	20 - 50 ppb
Bor	0.02-20 ppb	
andere Ionen/Metalle	20-100 ppt	1 - 10 ppb
Temperatur	+/-1°C (Gradient<0,1K/10min)	
Sauerstoff	0,5 - 20 ppb	
Bakterien	0 - 5 KBE/L	10-100 KBE/L

Reinst- und Prozesswasseraufbereitung in der Halbleiterindustrie

Bsp. Solar World Freiberg: Typischer Anlagenaufbau Reinstwassererzeugung



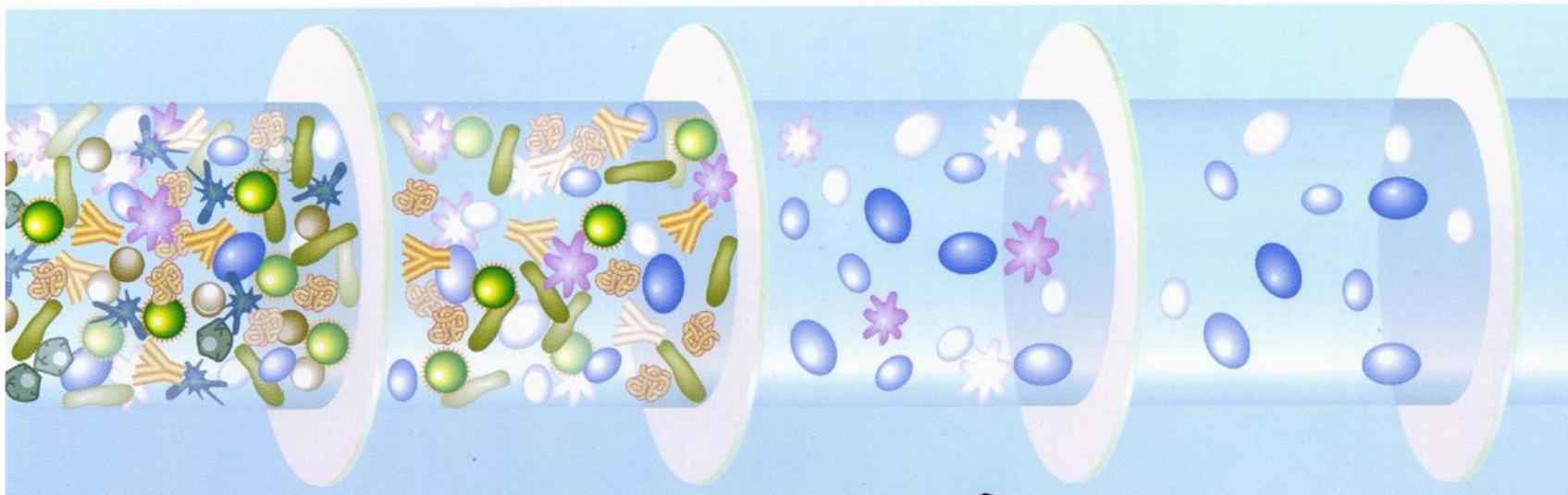
Technologien zur Reinst- und Prozesswasseraufbereitung

Bsp Solar World Freiberg: Klassische Filtration in Druckbehältern



Technologien zur Reinst- und Prozesswasseraufbereitung

Membranfiltration:



Mikrofiltration
 $> 0,1 \mu\text{m}$

- Trübung
- Partikel
- Plankton
- Algen

Ultrafiltration
 $0,1 - 0,01 \mu\text{m}$

- Kolloide
- Bakterien
- Viren
- Makromoleküle

Nanofiltration
 $0,01 - 0,001 \mu\text{m}$

- Organische Verbindungen
- Pestizide
- mehrwertige Ionen

Umkehrosмосe
 $< 0,001 \mu\text{m}$

- Ionen

Technologien zur Reinst- und Prozesswasseraufbereitung

Bsp. Solar World Freiberg: Ultrafiltration



Technologien zur Reinst- und Prozesswasseraufbereitung

Bsp. Solar World Freiberg: Umkehrosmose



Schwermetallentfernung aus Trinkwasser

Wann sind Schwermetalle im Trinkwasser?

- Gelogische/hydrogeologische Ursachen
- Industrielle Altlasten / Bergbau

Wann wird die Schwermetallentfernung ein Thema?

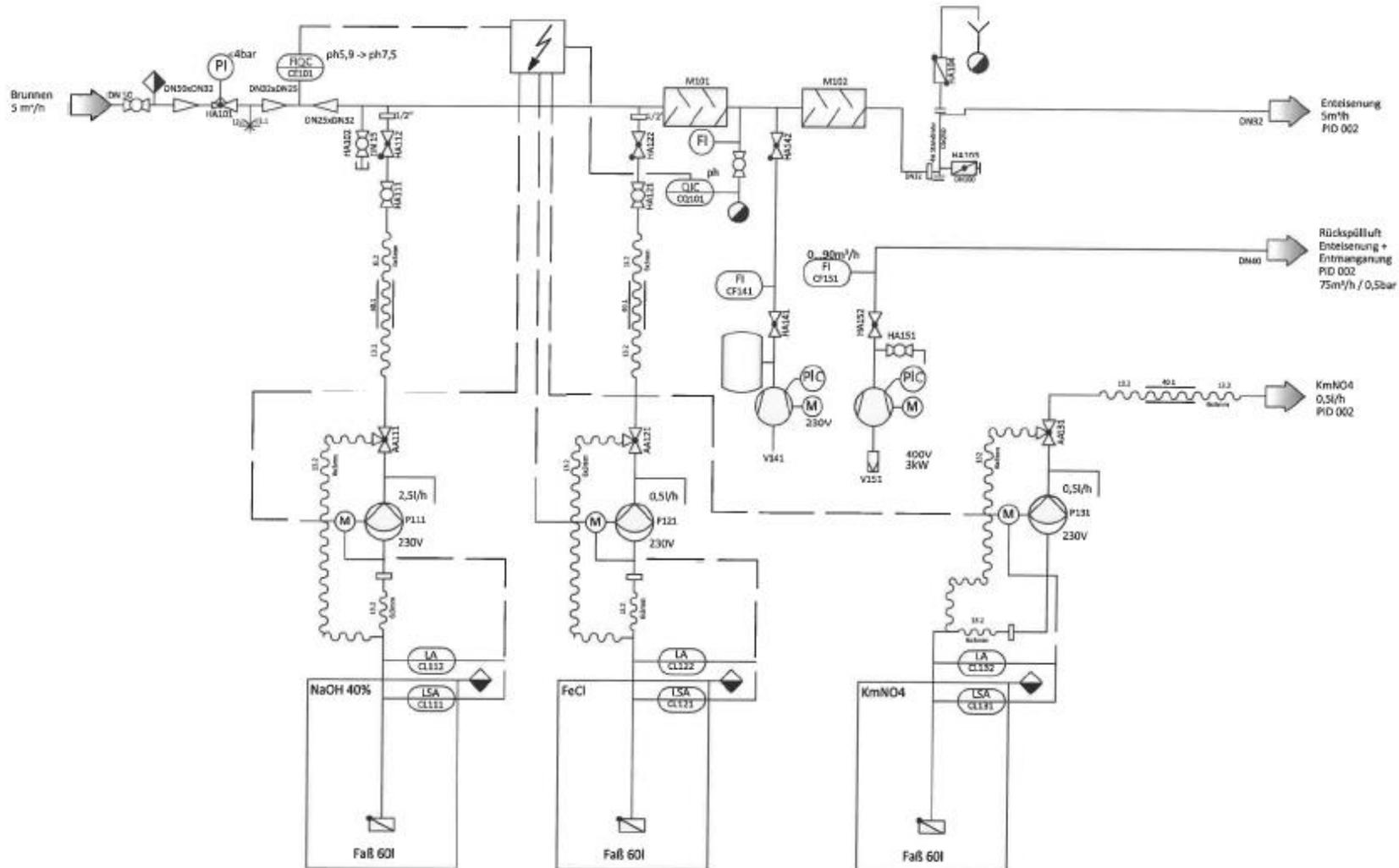
- Dezentrale Wasserversorgung – kein einfacher Anschluss an das Trinkwassernetz möglich
- Kleine Wasserwerke in ungünstiger Lage

Beispiel aus dem mittleren Erzgebirge

- Rohwasser: Brunnenwasser
- Anforderungen an das aufbereitete Wasser: TVO
- Handlungsbedarf (Grenzwertüberschreitung) bei folgenden Parametern:
 - ph-Wert,
 - Eisen,
 - Mangan,
 - Aluminium,
 - Arsen

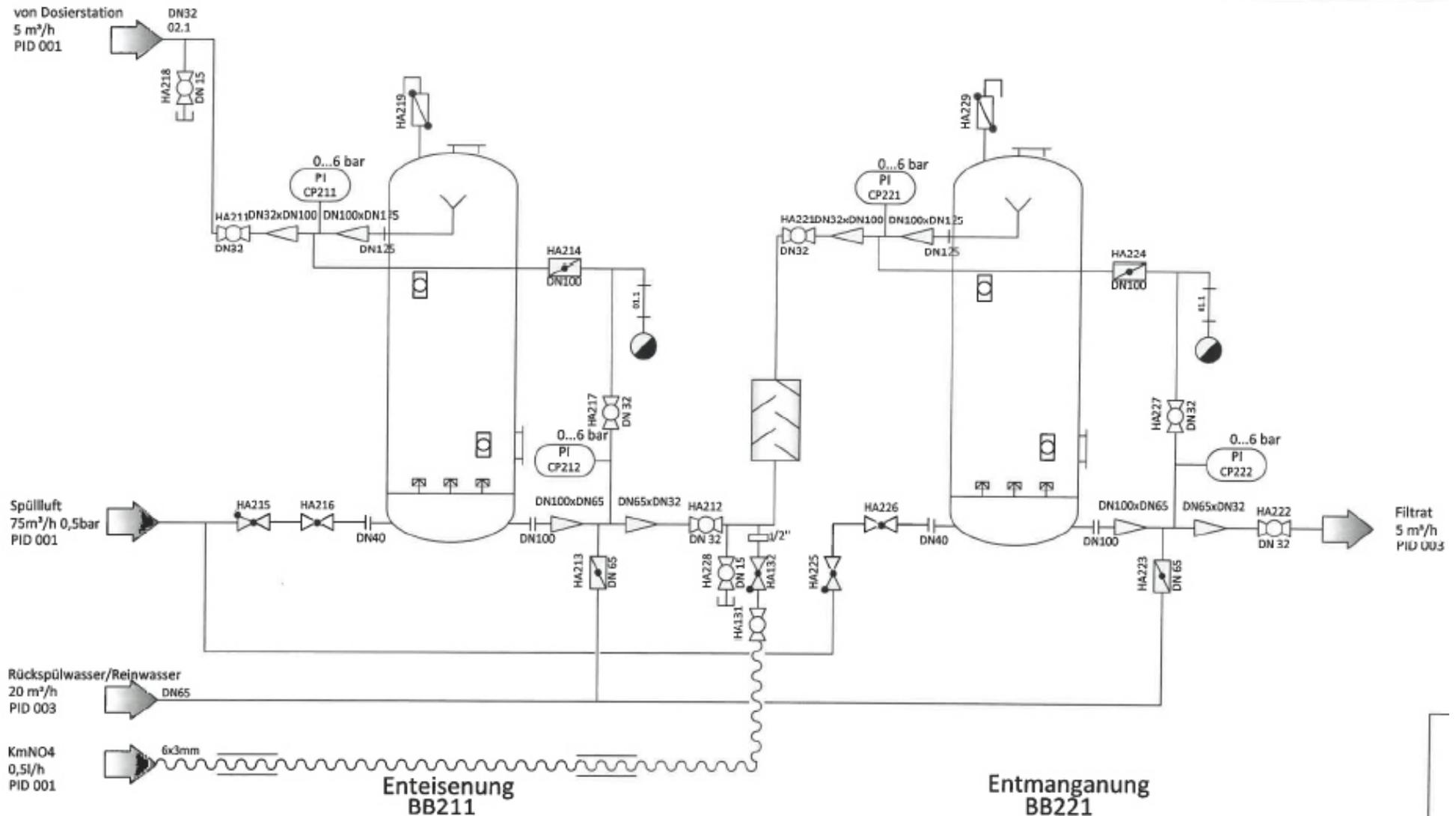
Schwermetallentfernung aus Trinkwasser

Aufbau Aufbereitungsanlage mittleres Erzgebirge: Dosieranlagenanlagen



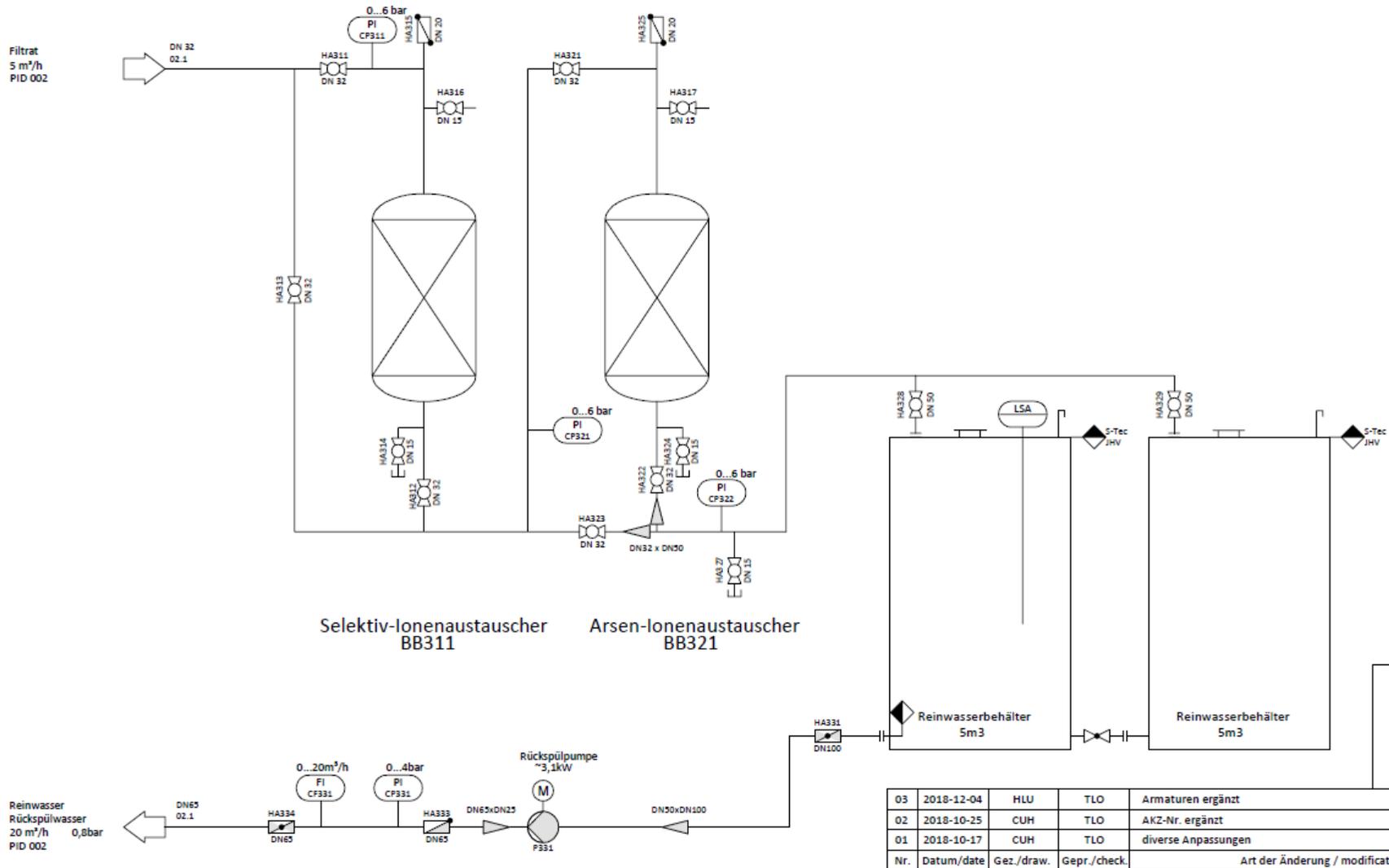
Vormontage - Baugruppen

Aufbau Aufbereitungsanlage mittleres Erzgebirge: Eisen- und Manganentfernung



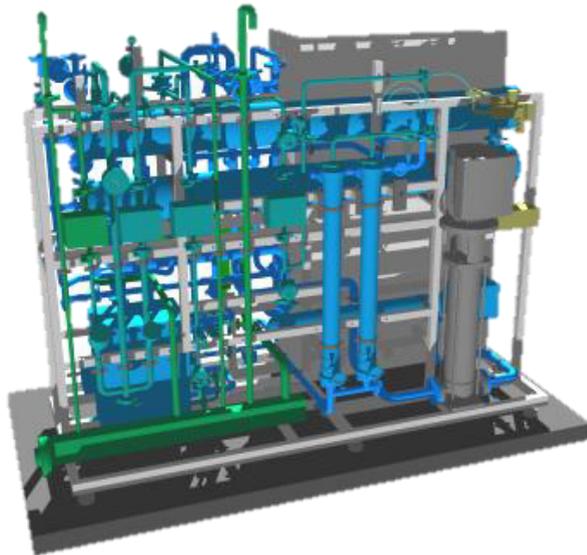
Planung - Vormontage - Montage

Aufbau Aufbereitungsanlage mittleres Erzgebirge: Aluminium- und Arsenentfernung



Fertigung der Anlagen in Klipphausen

- Serienfertigung von Kompaktanlagen in unterschiedlichen Größen
- Montage der Anlagen Vorort oder in Containern



Wartungs- u. Servicearbeiten

Garant für umfassenden Service

Wir sind immer für Sie da

- Service Hotline
- Ersatzteile / Verbrauchsstoffe
- Individuelle Serviceleistungen
 - Supervision
 - Standard Service
 - Full Service
- Zusatzleistungen
 - Wasseranalysen
 - Verfahrenstechnische Beratung
 - Betriebsdatenauswertung
 - Schulungen
 - Fernüberwachung



Flächendeckender
Kundendienst
in Deutschland und weitere
Service-Centren im Ausland

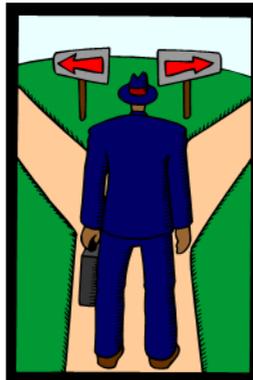


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Es sind noch
Fragen offen
geblieben??**

**Gerne stehen wir Ihnen
für alle Fragen und
Anregungen und für ein
gemeinsames Gespräch
zur Verfügung.**



**Sie stehen vor
einem konkreten
Problem??**



S-Tec GmbH

Dr.-Jungheinrich-Platz 2 | 01665 Klipphausen

Telefon: +49 35204 3925-0

Fax: +49 35204 3925-60

info@stec-anlagenbau.de

<http://www.stec-anlagenbau.de>

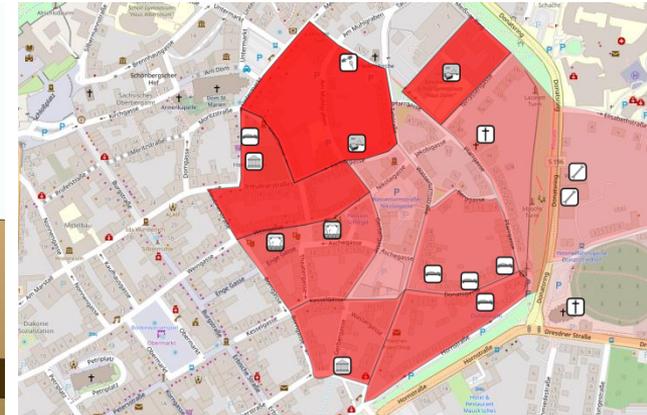
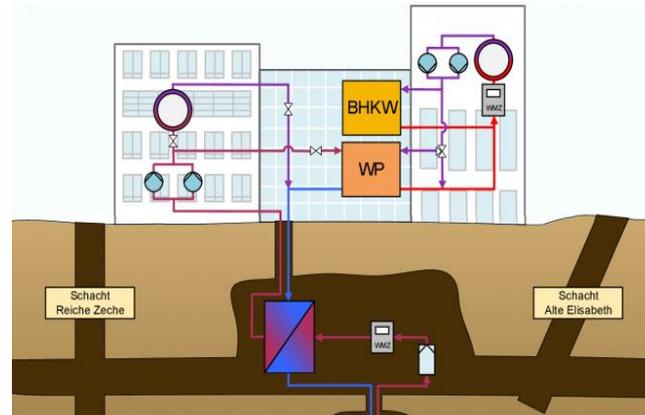
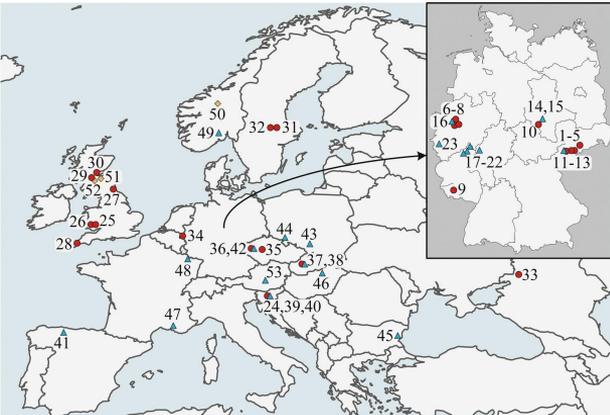
An  Group Company

„Zusammenkommen ist ein Beginn, zusammenbleiben ist ein Fortschritt, zusammenarbeiten ist ein Erfolg“

(Henry Ford)

Grubenwasser als regenerative Energiequelle

Funktion-Beispiele-Potenziale

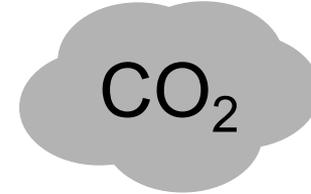


4. Workshop des Projektes GeoMAP, Freiberg 27.02.2020

Lukas Oppelt, Sebastian Pose, Thomas Grab, Tobias Fieback

➤ Strukturwandel erzeugt Ewigkeitsaufgabe

100 Millionen m³ warmes Wasser
müssen im Ruhrgebiet jährlich
gepumpt werden

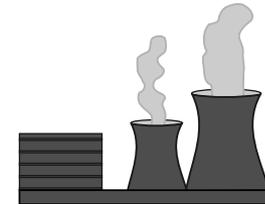
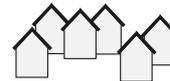


➤ Weltweites thermisches Potenzial durch Bergbauwasser

Potenzial von 6 100 GWh/a
Heizenergie in NRW



390 000
Haushalte

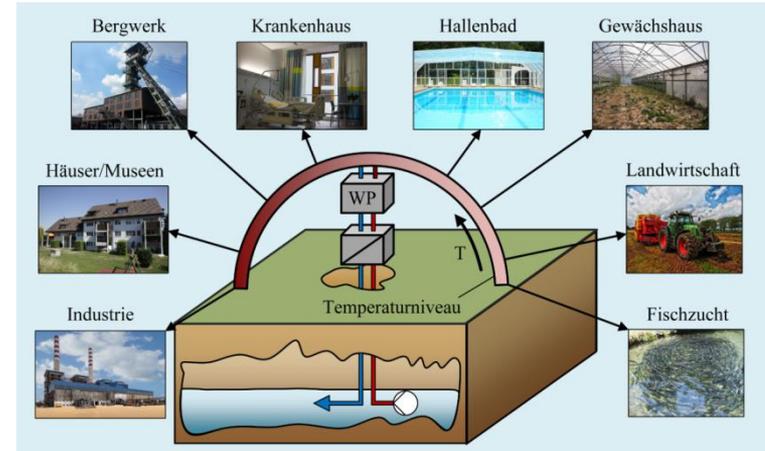


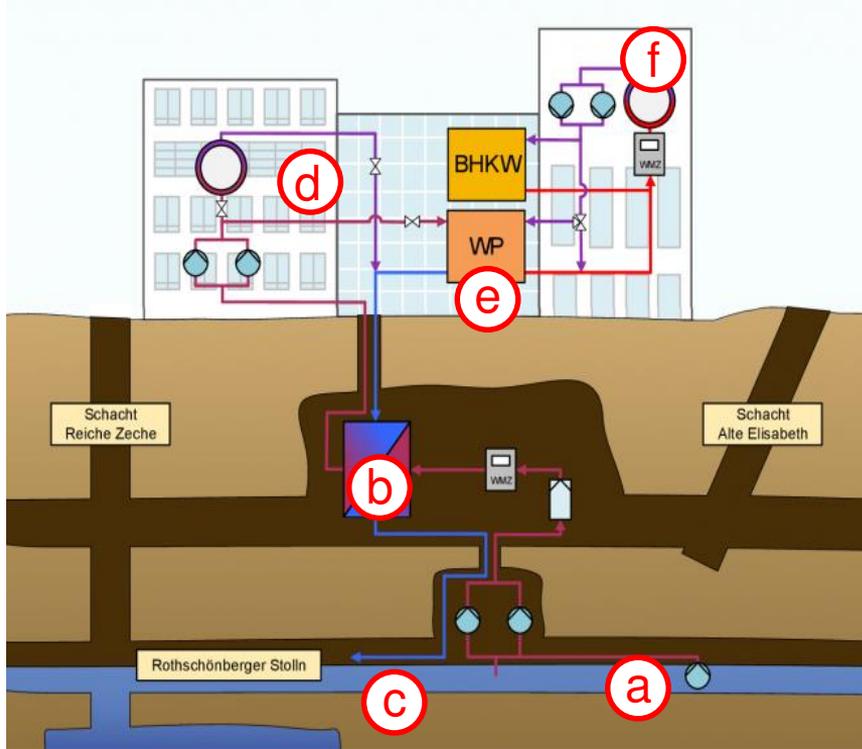
➤ Durch Klimaerwärmung steigender Kühlbedarf

Grubenwasser zum Kühlen bereits erprobt

Gliederung

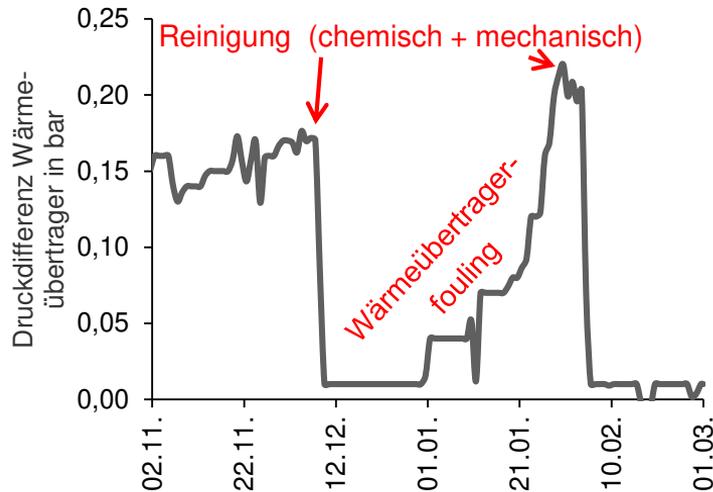
- Funktionsweise
- Übersicht bestehender Anlagen
 - Anlage Ehrenfriedersdorf
 - Beispiel Ruhrgebiet
- Potenziale in Freiberg
- Zusammenfassung und Ausblick





- (a) Entnahme des Grubenwassers
- (b) Wärmeübertragung an Zwischenkreislauf
- (c) Rückleitung Grubenwasser
- (d) Kühlkreislauf
- (e) Wärmepumpe zur Erhöhung des Temperaturniveaus
- (f) Heizkreislauf

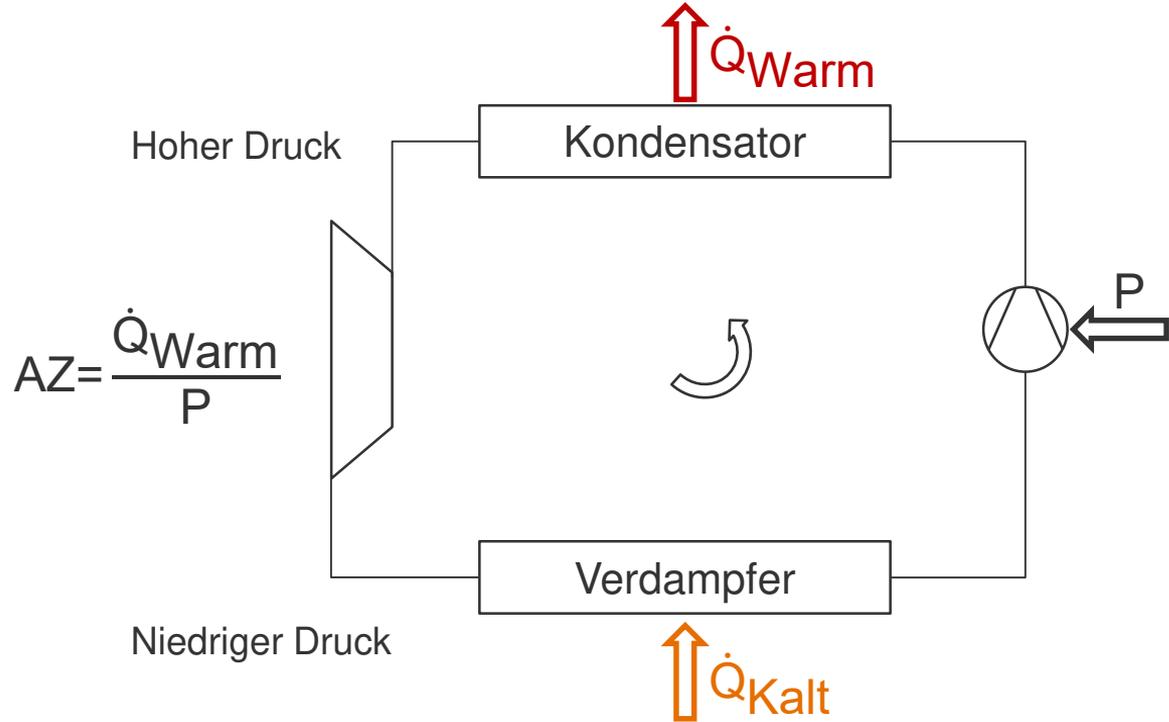
Platten-Wärmeübertrager



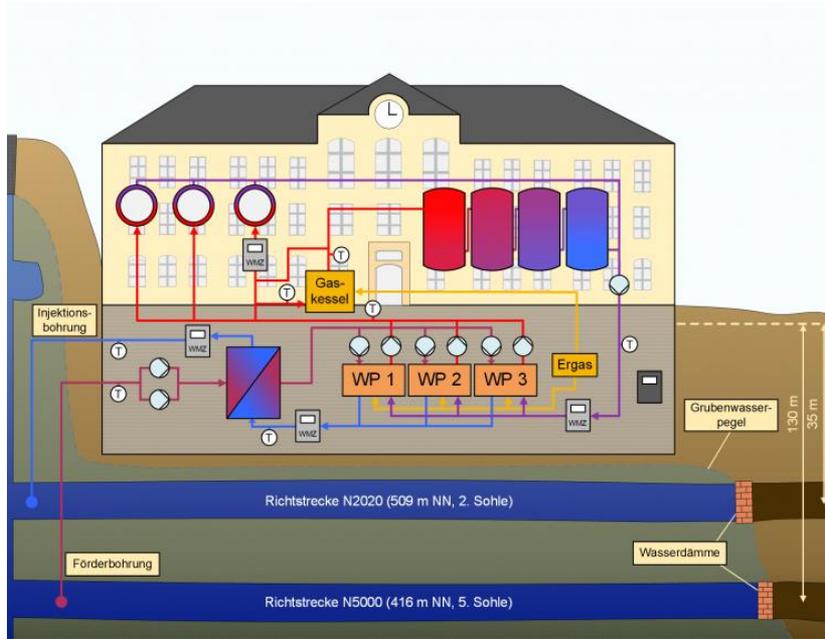
Quelle: VDI-Wärmeatlas 11. Auflage

- Geprägte, strukturierte Platten:
Dicke: 0,5–1,2 mm
- Typ. Werkstoffe: Stahl, Kupfer, Aluminium
- Kompakte Bauweise
- Geringe Investitionskosten
- (Einfache Reparatur und Wartung)

Wärmepumpe



Oberschule Ehrenfriedersdorf

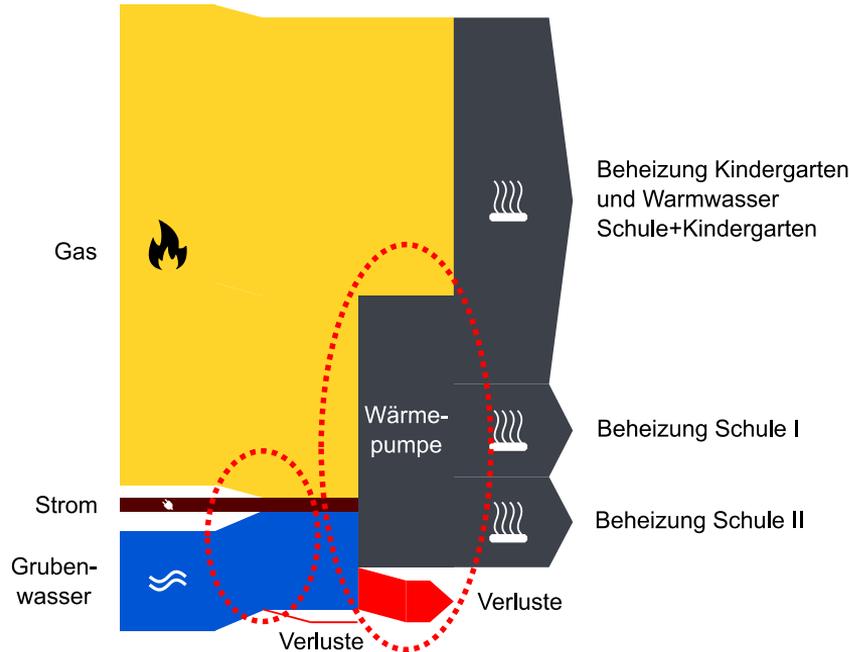


- Betrieb seit: 1994
- Keine aktive Hebung des Grubenwassers notwendig
- Nutzung von Gaswärmepumpen

10 °C

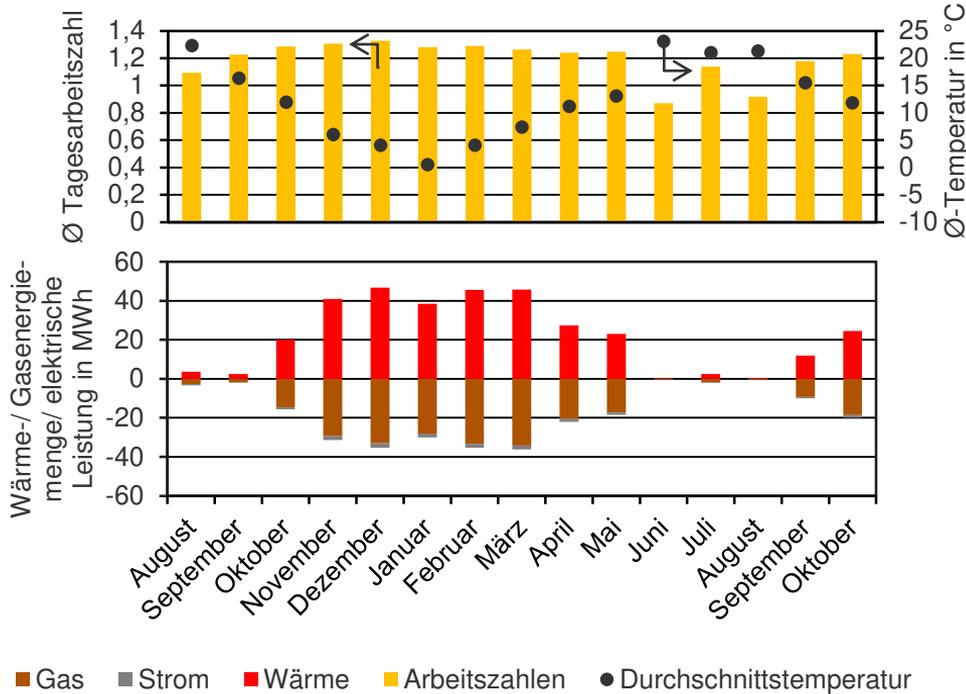
95 kW

Oberschule Ehrenfriedersdorf



- Nur Beheizung Schule messtechnisch detailliert erfasst
- Heizwärme Warmwasser und Heizbedarf Kindergarten nur als Summe
- Beheizung Schule wäre allein über Wärmepumpen möglich

Oberschule Ehrenfriedersdorf



- Arbeitszahlen Gaswärmepumpe
≠ Arbeitszahl elektrische WP
- Anlage dient zum Heizen
→ Nutzung im Winter
- Größte Wärmebedarf zwischen
November und März
→ höchste Arbeitszahlen

Wasserstadt Aden



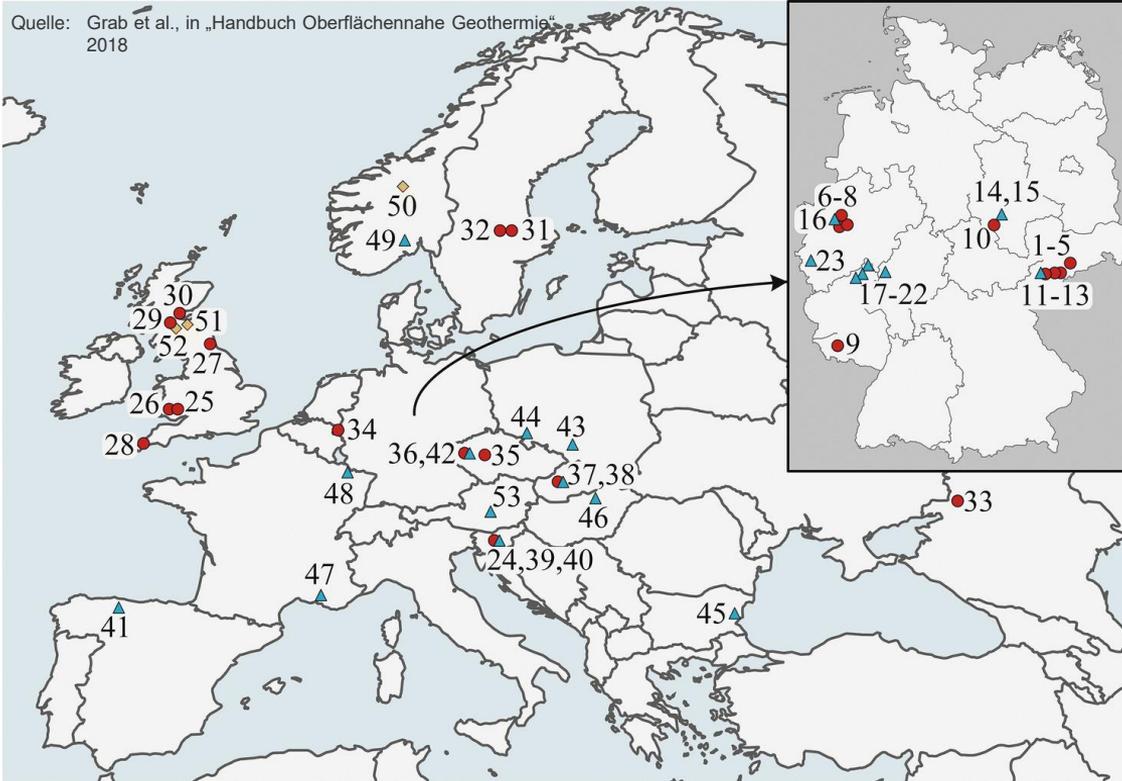
- Ehemalige Zeche „Haus Aden“
 - ewiger Wasserhebungsstandort
- 24 m³/min Grubenwasser mit 25 – 29 °C
- Grubenwasser Hauptwärmequelle:
 - Plan: Deckung 80 % Wärmebedarf

Wasserstadt Aden

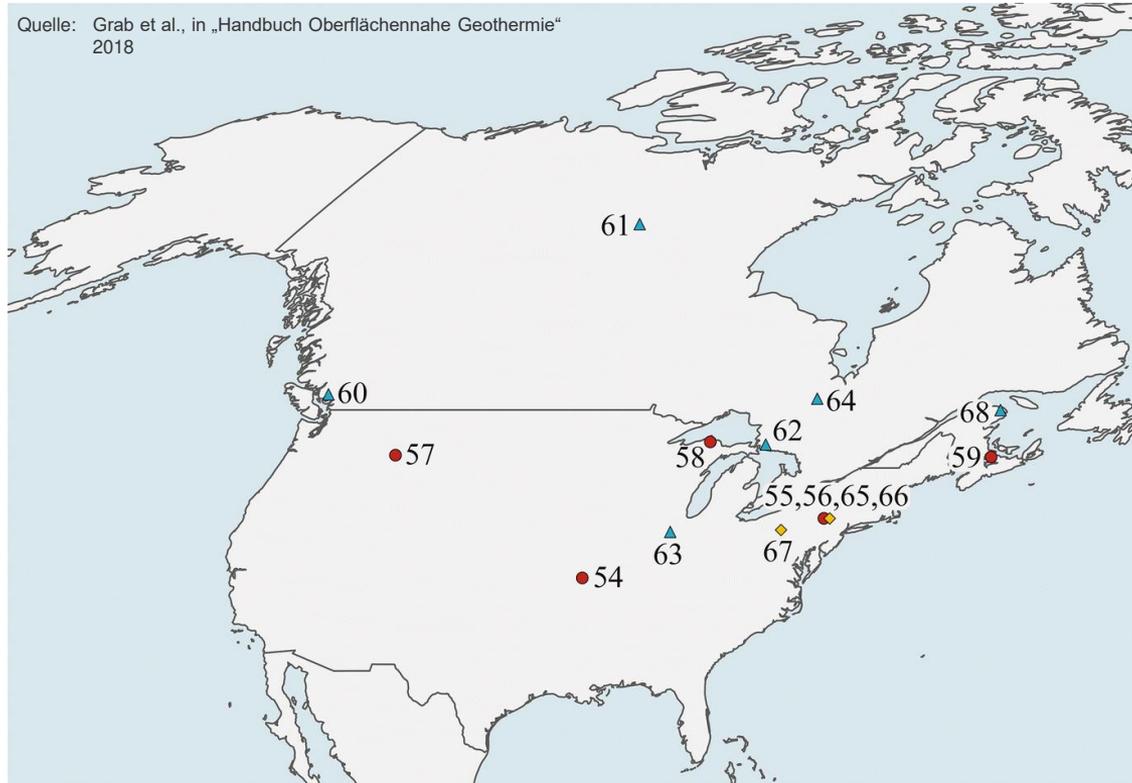


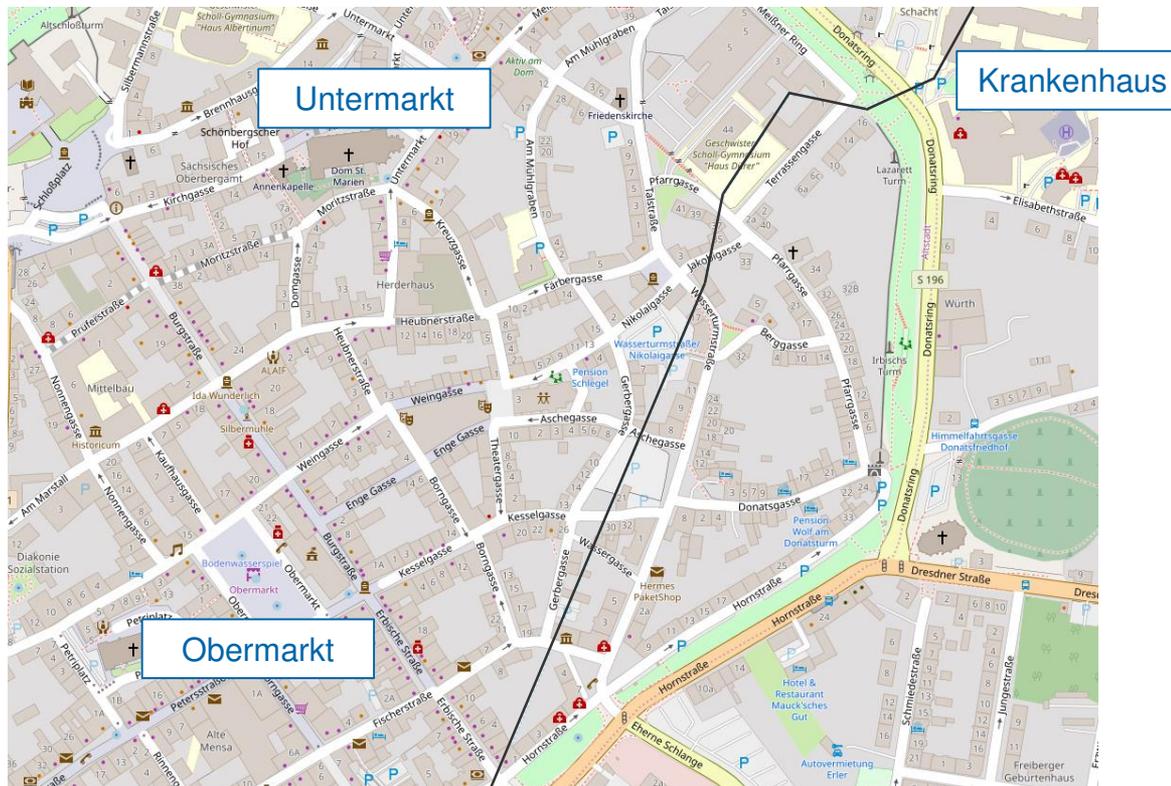
Quelle: <https://www.bergkamen.de/wasserstadt-aden-1861.html>

- Entwicklung mehrerer Quartiere
- Gesamtkosten: 41 Mio. €
- Realisierung bis 2026

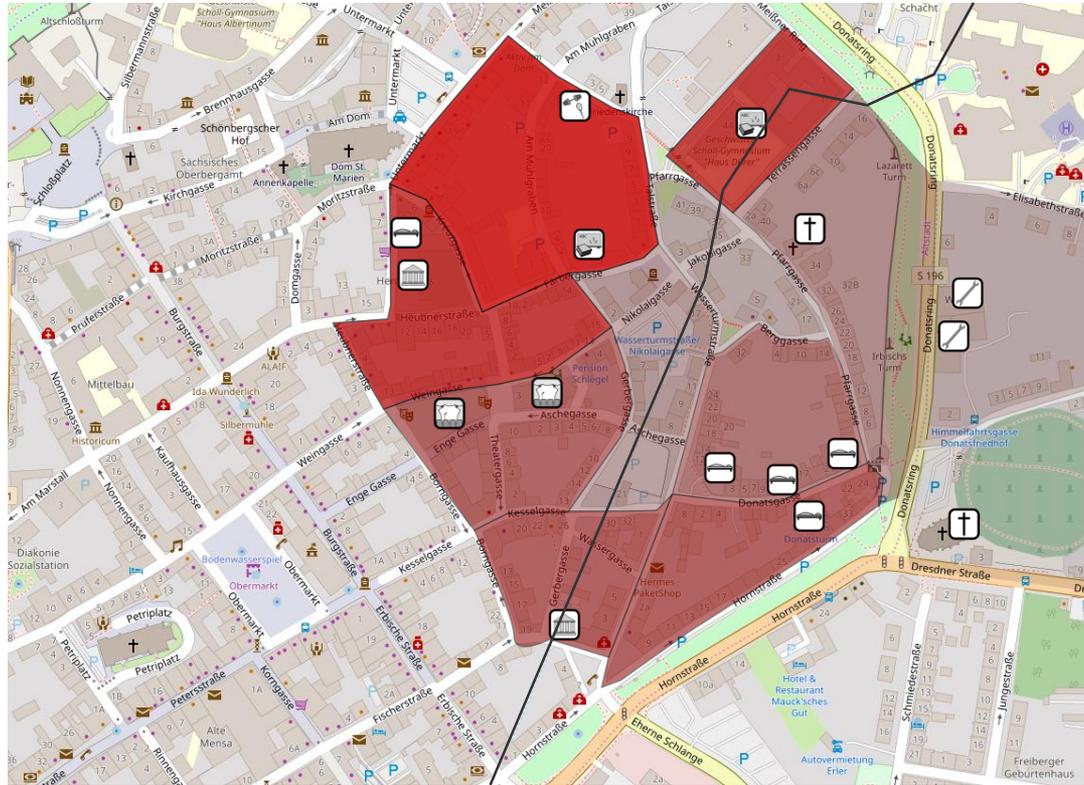


Quelle: Grab et al., in „Handbuch Oberflächennahe Geothermie“
2018

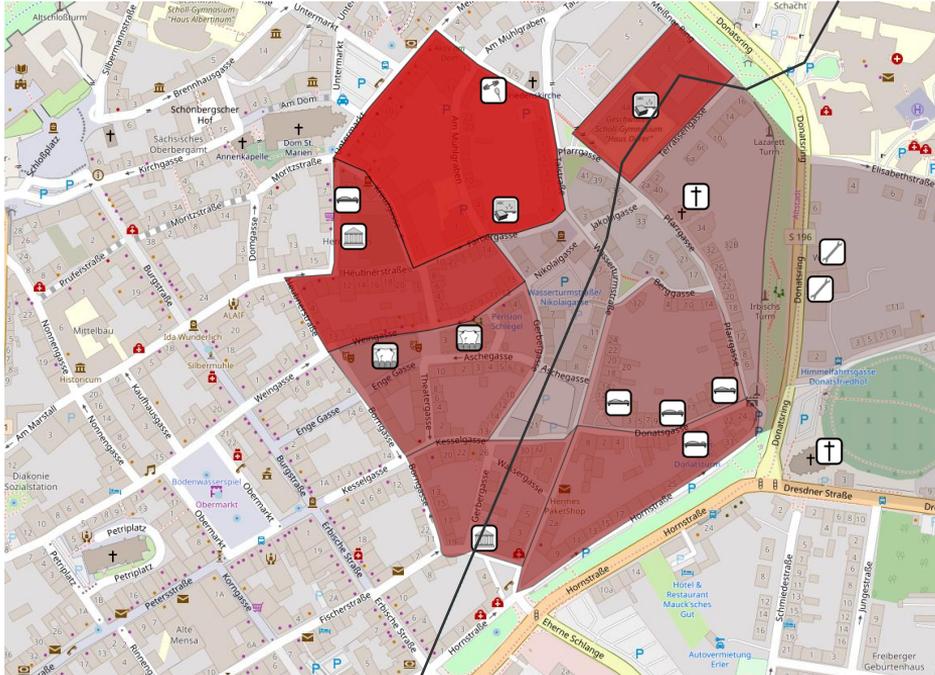




Karte: OpenStreetMap

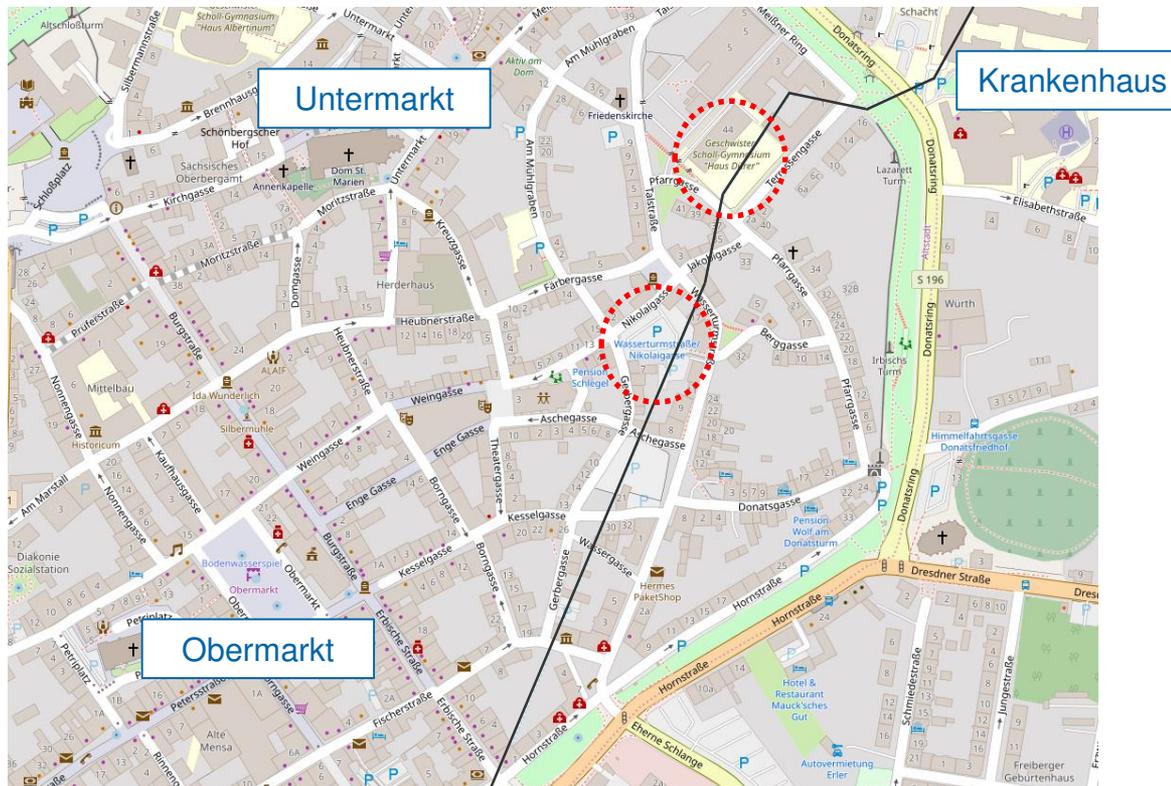


Karte: OpenStreetMap



- Gesamtwärmebedarf untersuchtes Gebiet: $\approx 83,4$ GWh/a
- Hoher Bedarf in Bereichen mit Schulen
- Rothschnberger Stolln: $T \approx 11$ °C
- Jährliches Potenzial:
 ≈ 102 GWh/a (Arbeitszahl=4)
(Annahme: Wasser 5 K abkühlen)

Karte: OpenStreetMap



Karte: OpenStreetMap

Weitere mögliche Standorte

	T	\dot{V}	Teufe	pH	El. L.
Freiberg Rothschnnberger S.	Light Green	Dark Green	Light Green	Light Green	Dark Green
Mundloch Rothschnnberger S.	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green	Light Green
Annaberg Tiefer St. Christoph S.	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Light Green
Johanngeorgenstadt, Gluckauf-S.	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Light Green
Marienberg Weisstraubner S.	Light Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Light Green
Mariánské Radčice MR1	Dark Green	Light Green	Dark Green	Dark Green	Dark Green

Zusammenfassung und Ausblick

- Grubenwassergeothermie als **regenerative Energiequelle** für Heizen und Kühlen
- **Großes Potential** bei stillgelegten Bergwerken
- **Fouling** wesentliche **Problemstelle**
- Verschiedene **Projekte Realisiert** oder in **Umsetzung**
- Wesentliches **Potenzial** weiterhin in **Freiberg** und dem **Erzgebirge**

Vielen Dank für Ihr Interesse



geothermie.iwtt.tu-freiberg.de

TU BERGAKADEMIE FREIBERG

Lukas Oppelt

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik

Gustav-Zeuner-Straße 7

09599 Freiberg

Tel. +49(0)3731 39-3252

Lukas.Oppelt@ttd.tu-freiberg.de



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



Abj souzede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020





Wismut GmbH Sanierung der Uranerzgrube Königstein

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das WISMUT-Projekt – Sanierung der Hinterlassenschaften des ostdeutschen Uranbergbaus

- › **31.12.1990** **Ende der Uranerzgewinnung und -aufbereitung**
- › 16.05.1991 Regierungsabkommen zwischen der BRD und der UdSSR zum Ende der gemeinsamen Tätigkeit der SDAG Wismut
- › **20.12.1991** **Umwandlung der SDAG Wismut in die Wismut GmbH als Unternehmen des Bundes**
- › **ab 1991** **Unternehmensziel:
Stillegung der Gruben und Sanierung der bergbaulichen Hinterlassenschaften**

Standorte der Wismut GmbH



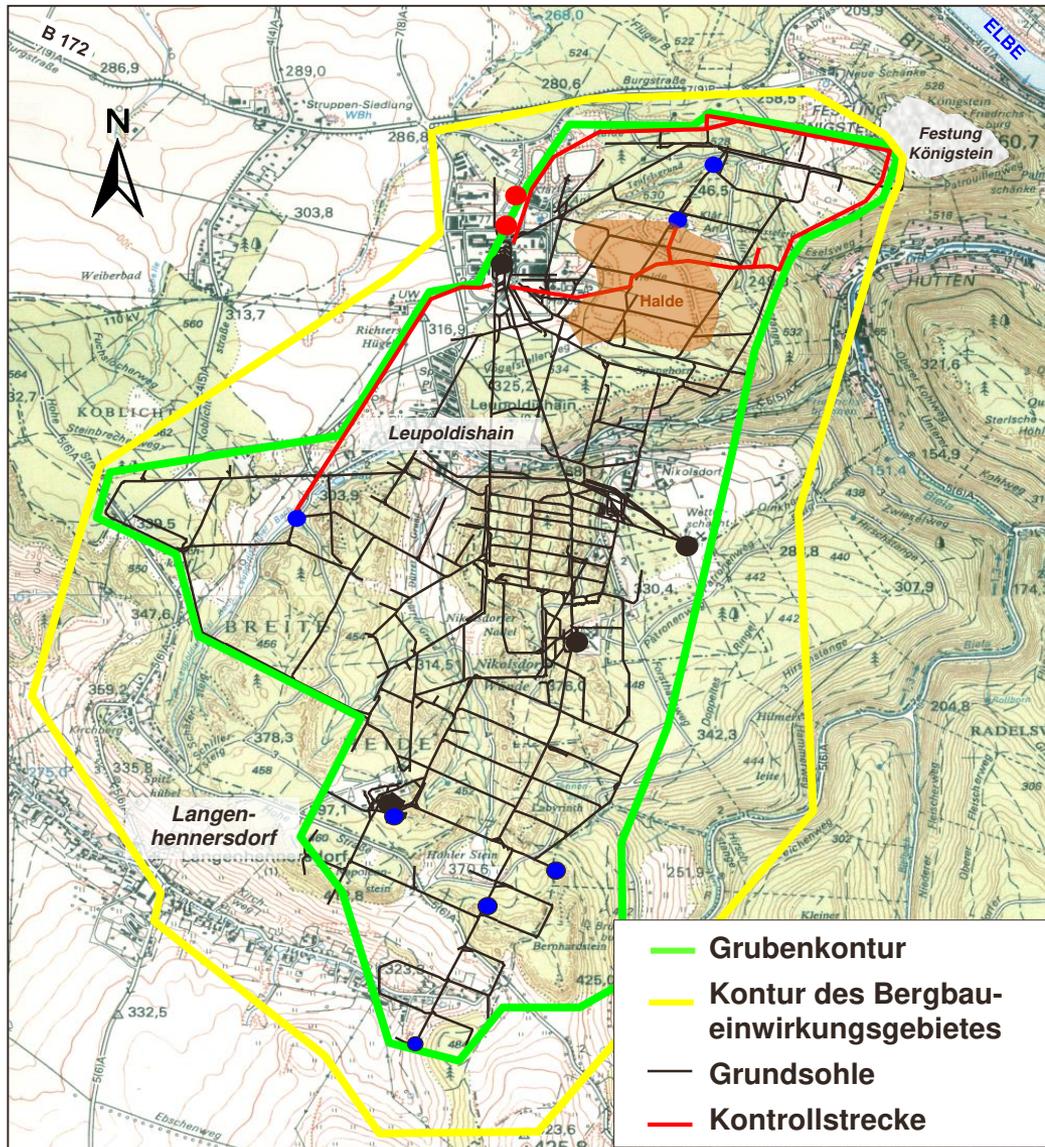
Grube Königstein - historische Entwicklung

- 1961** **Geologische Erkundungsbohrungen im oberen Elbtalgraben**
- 1967** **Aufschluss der Grube, Beginn des konventionellen Abbaus**
- 1984** **Umstellung auf ausschließlichen Laugungsbergbau**
- 1990** **Einstellung der Urangewinnung**

- 1993** **Beginn erstes Flutungsexperiment**
- 1995** **Erarbeitung Flutungskonzept und Antrag Flutung Teilbereich I**
- 1997** **Beginn erweitertes Flutungsexperiment**
- 2001** **Beginn Flutung Teilbereich I, Einstau bis max. 140 m NN**
- 2013** **Ende Flutung Teilbereich I - Einstauniveau 139,5 m NN
danach Halten Flutungsniveau**

Flutung TB II 2011 beantragt, abgelehnt, z. Z. Widerspruchsverfahren

Topografische Lage und Angaben zum Standort



Ausrichtung des Grubenfeldes auf vier Sohlen mit fünf Tagesschächten und sieben Wetterbohrlöchern

**Fläche ca. 6 km²
(4,5 x 1,5 km)**

**Teufe 300 (N) ... 200 m (S)
unter Geländeoberkante**

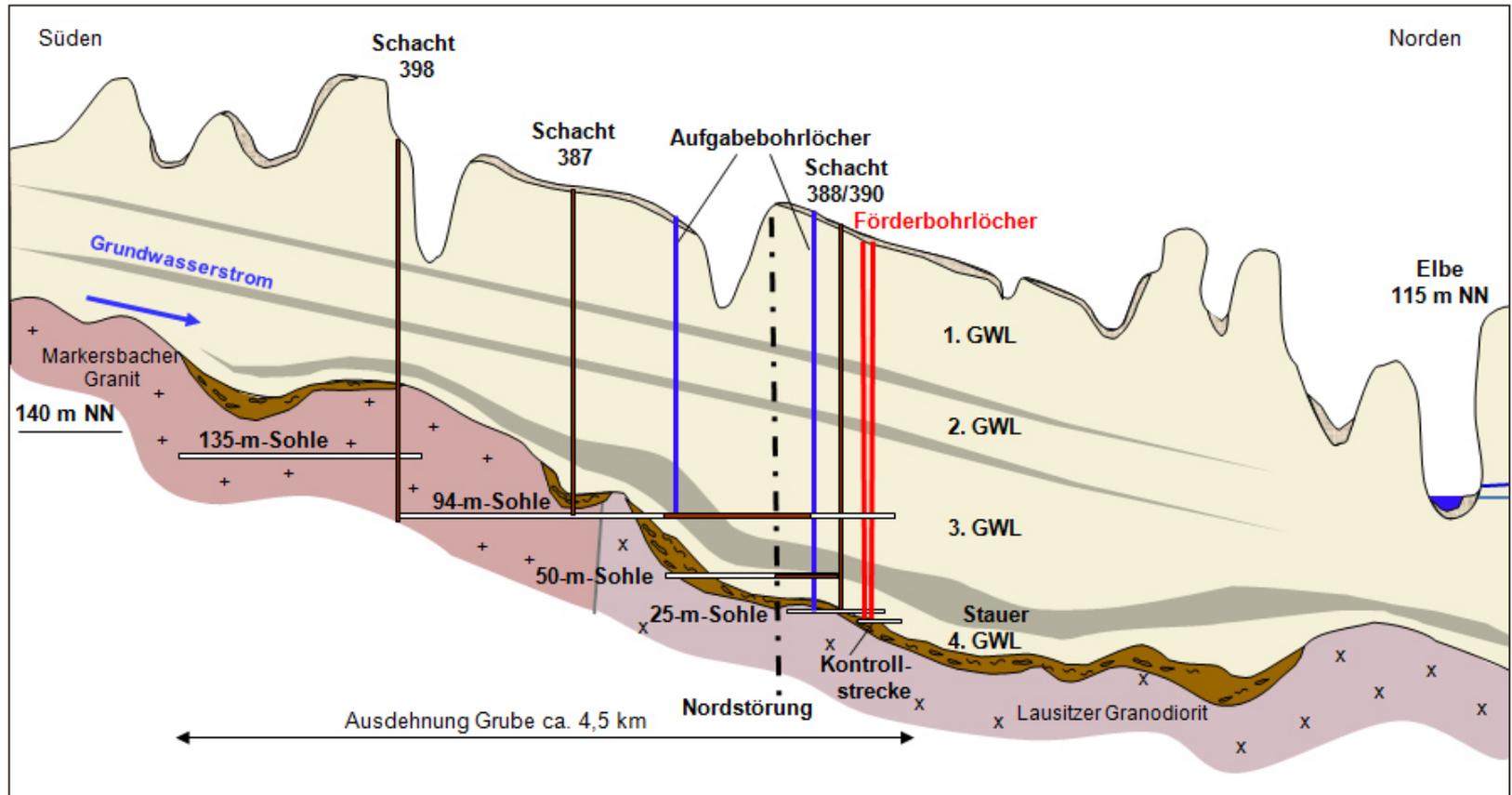
**Aufgefahrener Hohlraum
ca. 8,7 Mio. m³**

**Urangewinnung im Abbau
ca. 18.000 t**

**Uran aus Sanierung
ca. 1.700 t**

**Abfallentsorgungseinheit
Halde Schüsselgrund
ca. 24 ha,
4,4 Mio. m³**

Schematisches geologisches Profil



Grube Königstein – Abbauphase

1) Konventionelle Bergbauphase

1967 - 1983, Urangewinnung ca. 12.000 t

Hauptabbauverfahren Kammerpfeilerbau mit Versatz



Lafettenbohrwagen



Bunkerlader

› Verschlechterung der Abbaubedingungen Ende der 1970er Jahre

- Ausdehnung der Abbaufont/Verlagerung an die Flanken der Lagerstätte
- Absinken der Erzmächtigkeit
- Sinkende Urangelhalte

Umstellung der Bergbautechnologie

Bereits 1969 erste Experimentalarbeiten zur chemischen Gewinnung

- Vervollkommnung der technologischen Verfahren
- Etappenweiser Bau der übertägigen Aufbereitungskapazitäten

2) Ab 01.01.1984 ausschließlich chemische Gewinnung

Urangewinnung ca. 5.750 t

Gewinnungsquellen:

- **Blocklaugung unter Tage**
- **Übertägige Haufenlaugung**
(der bei der untertägigen Blockvorbereitung anfallenden Erze)
- **Schlamm-laugung**
(der bei der Grubenwasserreinigung anfallenden Erzschlämme)

Sanierung am Standort Königstein

Schwerpunkte

- › Stilllegung des Bergwerkes
- › Flutung der Grube
- › Reinigung kontaminierter Flutungs- und Oberflächenwässer
- › Demontage und Abbruch kontaminierter Anlagen und Gebäude
- › Haldenbewirtschaftung
- › Umweltüberwachung



Besondere Randbedingungen

- › **Abbautechnologie**
schwefelsaure Untertagelaugung
- › **Lage im Landschaftsschutzgebiet**
„Nationalpark Sächsische Schweiz“, dichte Besiedlung

Sanierung am Standort Königstein - Stilllegung und Verwahrung der Grube

- › Entsorgung von wassergefährdenden Stoffen**
 - Abfahren/Entsorgung Lösungskreislauf der Untertagelaugung
 - Immobilisierung in Laugungsblöcken
(dauerhafte Bindung von Schadstoffen)
- › Verwahrung von Grubenbauen in geologischen Schwächezonen**
- › Errichtung von Absperrbauwerken**
- › Verwahrung von Schächten, Wetter- und Versatzbohrlöchern**
- › Sanierung der Grube / des beanspruchten Grundwasserleiters durch vollständige Flutung**

Sanierung am Standort Königstein - Grubensanierung durch Flutung

Anwendung konventioneller Sanierungskonzepte nicht möglich

Vorbereitung über 10 Jahre

- › Umfassende Untersuchung des zu erwartenden Flutungsprozesses
- › Mehrjährige Vorbereitungsarbeiten einschließlich großräumiger Experimentalflutungsabschnitte (1991 – 2000)

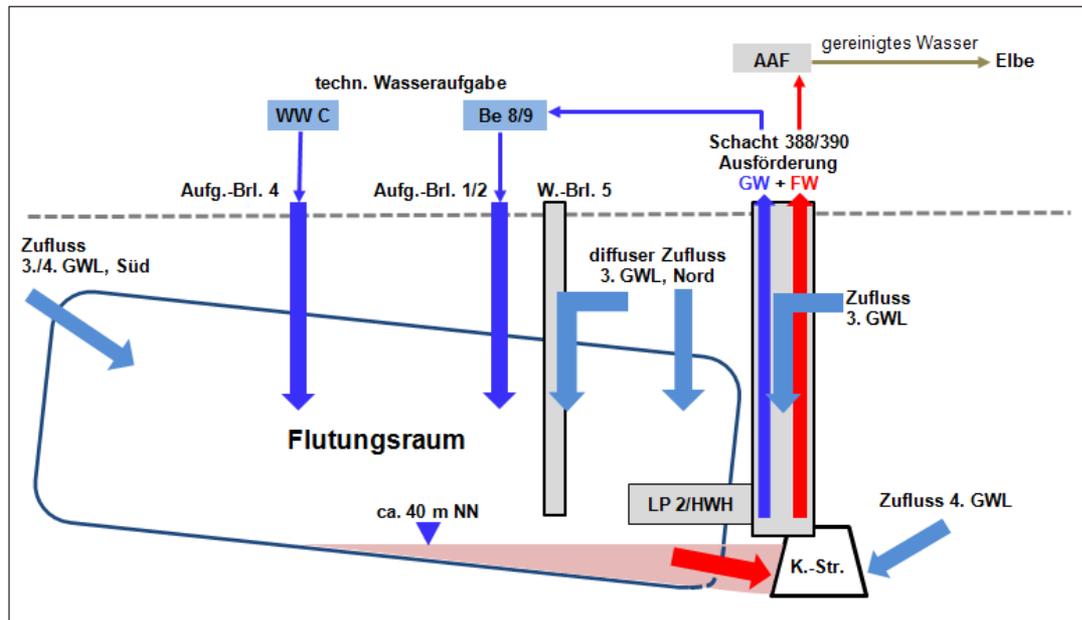
Ableitung des Konzepts der gesteuerten Flutung

- › **Schrittweise Flutung der Grube bis 140 m NN (Teilbereich I)**
- › **Fassung kontaminierter Wässer durch ein Wasserfassungssystem (Kontrollstrecken, Förderbohrlöcher)**
 - Gewährleistung einer sicheren Steuerung der Flutung sowie der Betriebssicherheit des Systems der Flutung
 - Begleitendes, teils automatisiertes Monitoring (Pfade Wasser und Luft sowie Themenkomplex Geomechanik)
 - Entwicklung eines Modellkonzeptes zur Beschreibung der Entwicklung des Flutungswasserkörpers und möglicher Auswirkungen auf das Grubenumfeld

Umsetzung des Konzepts der gesteuerten Flutung (1)

01/2001 Beginn Flutung der Grube mit offener Kontrollstrecke

Kontrollierter Flutungswasseranstieg auf ca. 110 m NN bis 2004,
dann Halten des Pegels, weiterer Rückzug unter Tage



- › Separate Fassung von Flutungswasser und zusätzlichem Grundwasser über die Kontrollstrecke
- › Ausförderung durch untertägige Pumpstationen
- › Reinigung der kontaminierten Wässer (AAF) und Einleitung in die Elbe
- › Reinfiltration des flutungsunbeeinflussten GW in den Flutungsraum

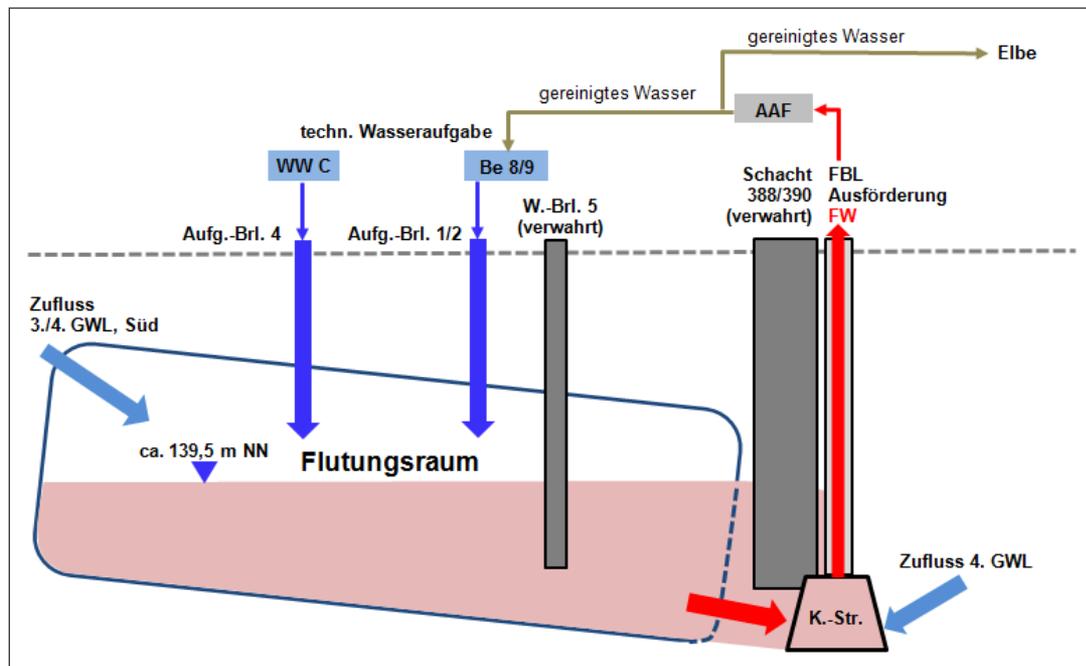


Umsetzung des Konzepts der gesteuerten Flutung (2)

Konzeptionelle Neuorientierung zur Flutung 2005

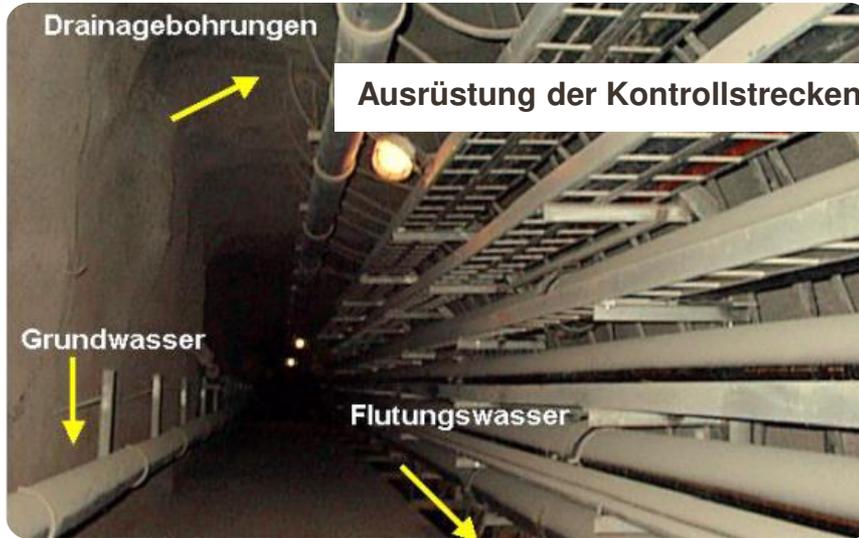
- › Variantenvergleich, Umweltbewertungen, Abschätzung der Verhältnismäßigkeit

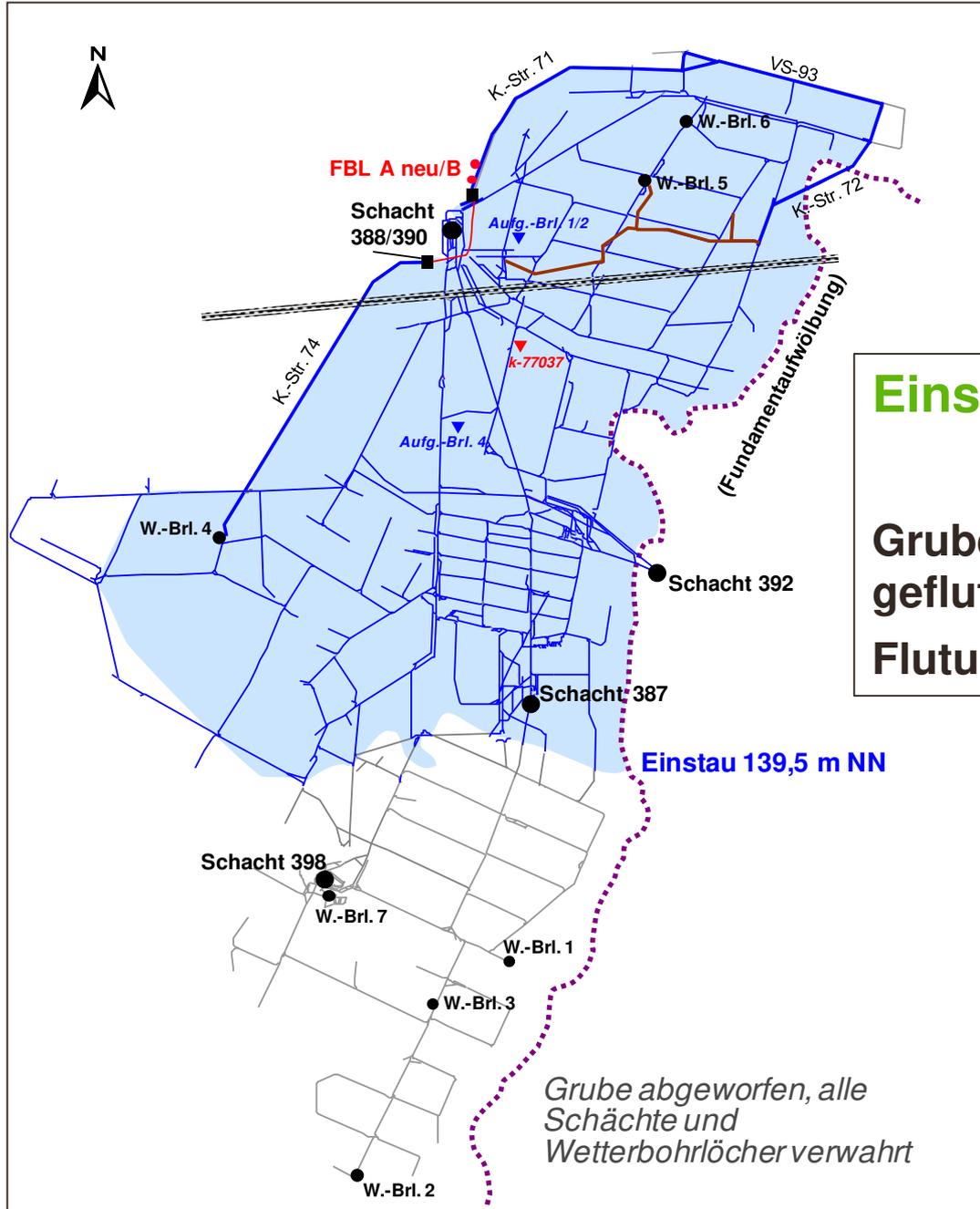
Fortsetzung der Flutung des TB I bis FN 140 m NN, Flutung der Kontrollstrecken und Wasserhebung über Förderbohrlöcher (Brunnen)



- › Betreiben der Kontrollstrecke als Horizontalbrunnen
- › Ausförderung über zwei übertägige Förderbohrlöcher
- › Reinigung des Mischwassers (AAF), Einleitung in die Elbe, ab 06/2011 teilweise Rückführung in die Grube zum Einstau

Technische Ausrüstung





Einstausituation

**Grube im Teilbereich I
geflutet,
Flutungsniveau 139,5 m NN**

*Grube abgeworfen, alle
Schächte und
Wetterbohrlöcher verwahrt*

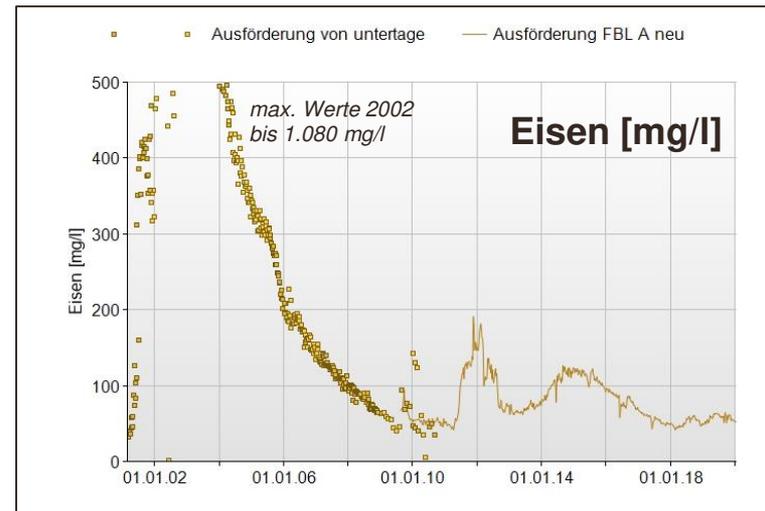
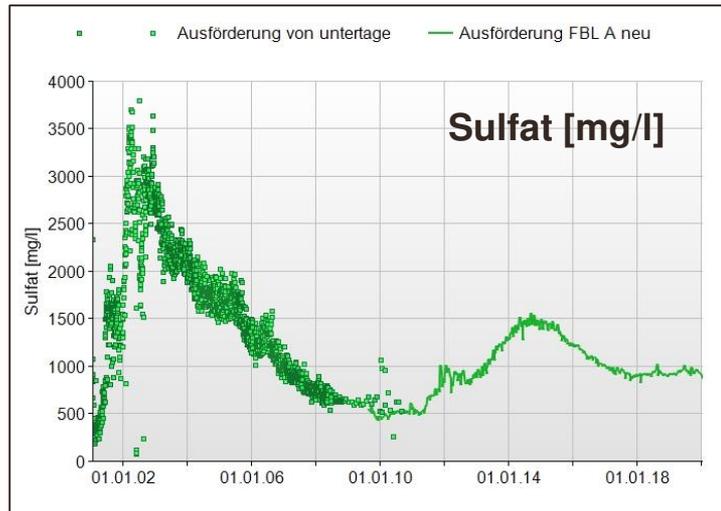
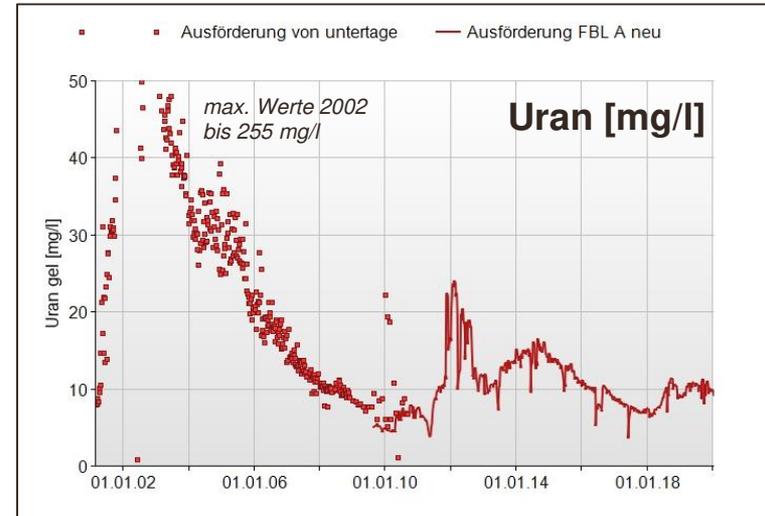
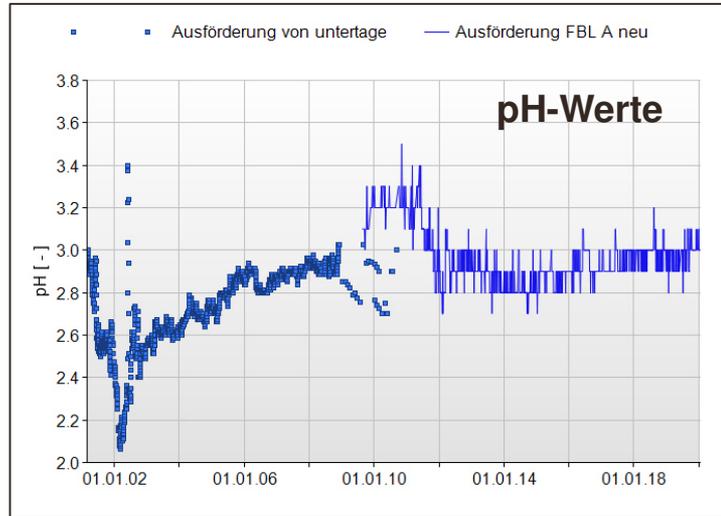
Veränderung der geochemischen Verhältnisse im aufgeschlossenen Bereich des 4. Grundwasserleiters

- › Infolge des bergmännischen Aufschlusses und damit einhergehender Versauerungsprozesse
- › Insbesondere jedoch durch die schwefelsaure Laugung
 - nach Einstellung der Gewinnung großes Potenzial an wasserlöslichen Schadstoffen
 - ca. 2 Mio. m³ schwefelsaure Porenwässer im Grubengebäude:

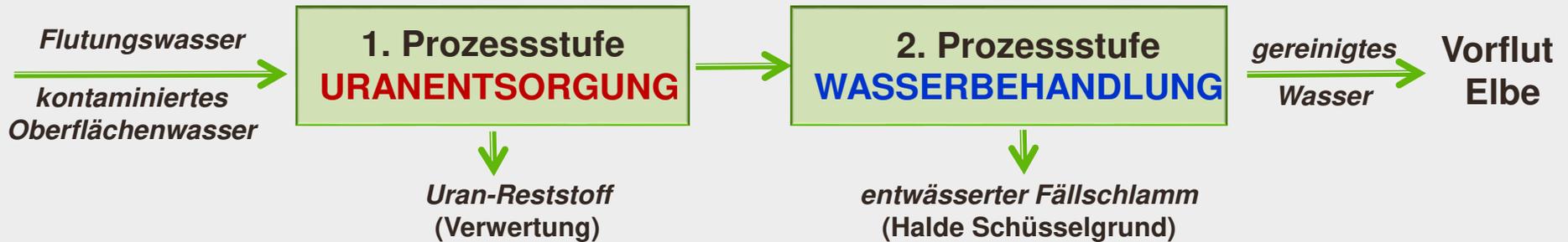


pH	0,9 – 2,5
EH	600 – 800 mV
Gesamtmineralisation	3 – 25 g/l (max. 335)
Leitfähigkeit	8 – 34 mS/cm (max. 98)
SO ₄	ca. 10 g/l (max. 170)
Uran	5 – 500 mg/l (max. 3.000)

Entwicklung Chemismus Flutungswasser (Gesamtausförderung)



Aufbereitung von Flutungswasser in der AAF



Bilanzierung des Stoffaustrages aus dem Flutungsraum 01/2001 bis 12/2018

Uran 971 t

Chlorid 3.023 t

Eisen 10.231 t

Sulfat 63.571 t

→ Entsorgung über AAF am Standort

Überwachungs- und Einleitwerte in die Elbe - Auswahl -

Parameter	Maßeinheit	Ü-Wert	Einleitwerte 2019		
			Min.	Mittel	Max.
pH	[-]	6,5...8,5	7,30	7,90	8,50
AFS	[mg/l]	20	< 5	< 5	< 5
Fe	[mg/l]	2,9	0,02	0,1	0,24
Cl	[mg/l]	950	113	151	167
Al	[mg/l]	2,0	0,24	0,33	0,43
U	[mg/l]	0,5	0,069	0,115	0,200
SO ₄	[mg/l]	2.000	762	884	951

Prozessüberwachung und Umweltmonitoring

- › **Dokumentation des Ausgangszustandes**
- › **Überwachung der während der Flutung stattfindenden Auswirkungen in der zu flutenden Grube und in deren Umfeld im Sinne einer Beweissicherung**
- › **Bereitstellung von Daten und Informationen**
 - zur sicheren Steuerung des Flutungsprozesses
 - zur Planung der weiteren Flutung
 - zur Präzisierung von Prognosen zum weiteren Flutungsverlauf
- › **Überwachung/Gewährleistung der Betriebssicherheit des Systems der Flutung und zur Einhaltung behördlicher bzw. gesetzlicher Vorgaben**

Aufteilung in Pfade Luft, Wasser und den Themenkomplex Geomechanik, räumliche Gliederung in über- und untertägigen Bereich

Ausgangssituation 2001: 1.303 Messstellen

Ende Flutung Teilbereich I, 2013: 692 Messstellen

→ *laufende Anpassung*

Flutung der Grube Königstein – Resümee

Abschluss der Flutung der Grube Teilbereich I im Januar 2013, erfolgreiche Realisierung eines komplexen Vorhabens

- ✓ Geordneter bergmännischer Rückzug aus der Grube
- ✓ Zeitgleiche Flutung der Grubenbaue



- › Signifikanter Abbau von Schadstoffen im Grubenraum
- › Keine Beeinflussung der hydrochem. Verhältnisse 3. GWL
- › Im 4. GWL nur im Nahfeld der Grube hydrochemische Beeinflussungen im Rahmen der prognostizierten und genehmigten Umfänge
- › Keine Beeinträchtigung der umgebenden Oberflächengewässer und Wasserfassungen
- › Keine Umweltbeeinflussung Luftpfad (Arbeitnehmer, Bevölkerung)
- › Keine gebirgsmechanische Beeinflussung (Senkungen, Bergschäden)

A B E R :

Bisher nur ca. 2/3 der Grube geflutet (Teilbereich I)

→ Gesamtprozess der Flutung nicht abgeschlossen

Flutung der Grube Königstein – Aktuelle Situation

- › Flutung TB I – Einstau 139,5 m NN 2013 abgeschlossen, seitdem Halten den Flutungsniveaus
- › Flutung TB II 2011 beantragt, abgelehnt, z. Z. Widerspruchsverfahren

Szenarien zur Fortführung der Sanierung

1) Schrittweise vollständige Flutung

- Inkaufnahme einer lokal begrenzten Grundwasserbeeinträchtigung
- Abschluss der Sanierung von Grube und Standort

Vorzugsszenarium

2) Dauerhafte Wasserhebung - unvollständige Flutung der Grube

- Sanierung bleibt unvollendet
- Umweltschaden für Folgegenerationen



Umsetzung der Zielstellung Grubensanierung (1)

› Ausführliche Fachgespräche WISMUT - Genehmigungsbehörden

› Wesentliches Ergebnis:

Durchführung eines 1. hydraulischen Tests

- Temporäre Anhebung des Flutungsniveaus um 10 m auf ca. 150 m NN, danach sofortiges Absenken auf das Ausgangsniveau 139,5 m NN
- Technische Durchführung (2017/18) erfolgreich abgeschlossen, keine chemische Beeinflussung des GW im 3. GWL
- Erweiterung des Kenntnisstandes zum hydraulischen und stofflichen Verhalten des GWL-Systems derzeit und bei weiterer Flutung
- Verifizierung hydraulischer und geochemischer Modelle
- Prüfung des Monitorings, Nachweis der Funktionsfähigkeit der Überwachungselemente

› Schlussfolgerung:

Weiterer Erkenntnisgewinn unter der Maßgabe eines sicheren GW-Schutzes nur durch Folgeschritte der Flutung möglich

Umsetzung der Zielstellung Grubensanierung (2)

- › **Im Fachgespräch am 06.11.2019 wurde von den Genehmigungsbehörden ein schrittweiser Höhereinstau mit zusätzlichen Maßnahmen zur Verringerung des Schadstoffpotentials als grundsätzlich durchführbar und auch als erforderlich eingestuft**

- › **Planung und Beantragung eines ersten Teilschrittes zur Flutung der Grube im TB II im Rahmen eines 2. hydraulischen Tests:**
 - **Einstau auf 150 m NN, Halten des Einstauniveaus ca. 2 Jahre, solange keine unzulässigen GW-Beeinflussung auftreten**
 - 2020 Planung und Beantragung
 - 2021 Einstau auf 150 m NN

Sanierung am Standort Königstein - Demontage, Abbruch, Betriebsflächensanierung

Nach Abbruch getrennte Entsorgung der Materialien mit unterschiedlichen Kontaminationen, abschließend Abdeckung und Begrünung der Flächen



Demontage Schacht 388/390



Sanierung am Standort Königstein - Haldenbewirtschaftung



Aufnahme 10/2017

Historie

1964 Beginn der Haldenschüttung, Basisabdichtung entsprechend technolog. Vorgaben der 1960er Jahre

Bis 1992 Entwicklung der Haldenaufstandsfläche auf ca. 24 ha

1978 erste Schlammablagerung aus Beräumung der Auflandebecken

Ab 1985 Anlage von Trockenbeeten auf der Plateaufläche

- › Planfeststellungsbeschluss des Sächs. Oberbergamtes vom 19.10.2016
Bewirtschaftung der Abfallentsorgungseinheit (AEE) Halde Schüsselgrund mit Sondereinlagerungsbereich

- › **Ergebnis Umweltverträglichkeitsuntersuchung:**

Keine nicht tolerierbaren Umweltauswirkungen durch die Bewirtschaftung der AEE Halde Schüsselgrund auf Wasser, Luft, Boden, Fauna, Flora und das Landschaftsbild bzw. werden sich daraus ergebende Risiken für die menschliche Gesundheit so weit wie möglich vermieden oder reduziert

Anpassung und Optimierung der Aufbereitungsanlage für Flutungswasser (AAF)

Änderung wesentlicher Randbedingungen wie Mengen und Beschaffenheit des ausgeförderten Flutungswassers im weiteren Flutungsverlauf



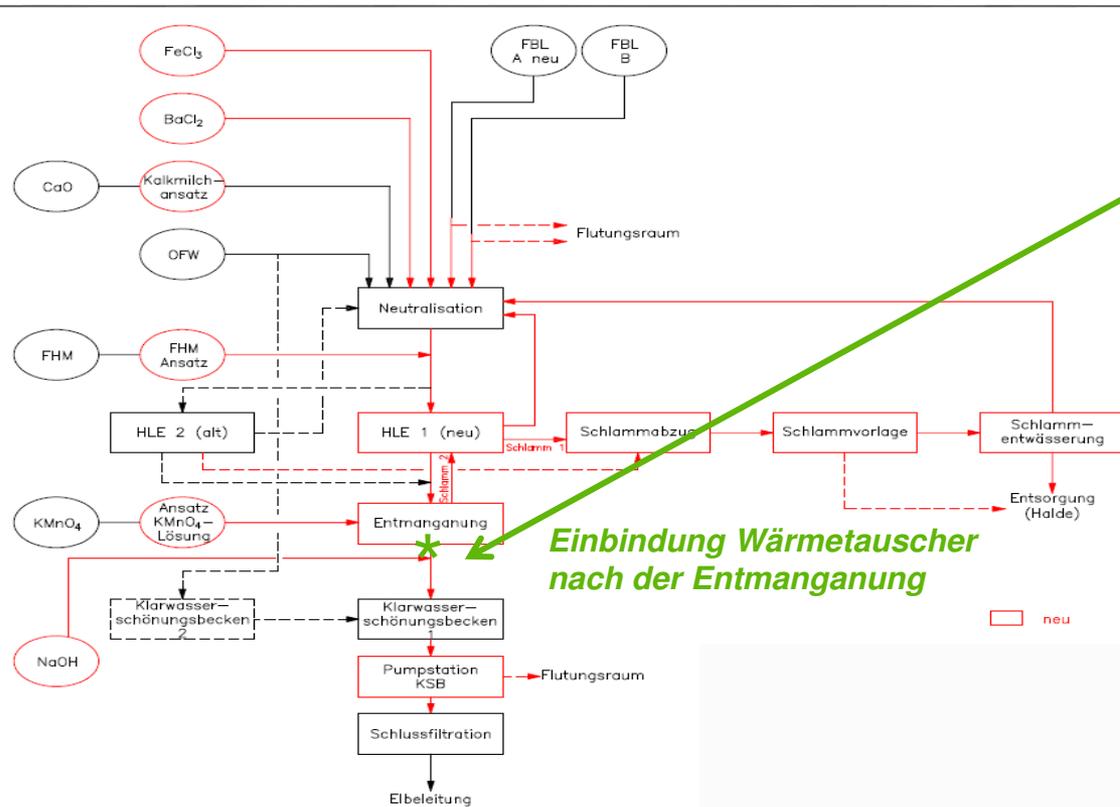
- **Anpassung der bisherigen, bewährten Technologie der Prozessstufe Wasserbehandlung, Wegfall der Prozessstufe Uranentsorgung**
- **Umbau der Anlage 2018 bis 2020**
- **Probetrieb der umgebauten Anlage ab 02/2020 ca. 5 Monate**

Gewährleistung des mittel- bis langfristigen Wassermanagements am Standort

- › **Behandlung zukünftig anfallender Flutungs-, Oberflächen- und Haldensickerwässer unter Einhaltung der Einleit- und Überwachungswerte (Elbe)**
- › **Kapazität: Regelbetrieb 150-300 m³/h, Ausnahmebetrieb 650 m³/h**
- › **Beibehaltung der Einbautechnologie der Rückstände bei Verbringung in den Sondereinlagerungsbereich der Abfallentsorgungseinrichtung Halde Schüsselgrund am Standort**

Standortumbau - Regenerative Energie aus Grubenwasser als Hauptquelle der Wärmeversorgung

Neukonzipierung der Wärmeversorgung am Standort



- › Nutzung der Wärme des Flutungswassers im Prozess der Flutungswasserbehandlung
- › Wärmeerzeugung mittels Wärmetauscher
- › zentrale Wärmeerzeugung für Funktionalgebäude, Betriebsgebäude der AAF und Elektrowerkstatt
- › Ergänzende konventionelle Wärmeerzeugung für periphere Gebäude

Einbindung Wärmetauscher im Blockschema AAF nach Umbau

Ausblick / Standortentwicklung



- › Weiterer Rückbau des ehemaligen Bergbaustandortes
- › Erfüllung der Langzeitaufgaben
Aufbereitung kontaminierter Gruben-
und Oberflächenwässer sowie
Umweltmonitoring
- › Anpassung technischer und technolog.
Betriebseinheiten an den weiteren
Fortgang der Sanierungsarbeiten

Randbedingungen

- › Verfahrensstand zur Flutung der Grube Königstein
- › Betrieb der Aufbereitungsanlage für Flutungswasser in neuer Konfiguration
- › Optimierte Infrastruktur
- › Betrieb AEE Halde Schüsselgrund mit Sondereinlagerungsbereich
- › Zentrales Materiallager, Reparaturstützpunkt
- › Ersatzneubau Funktionalgebäude in Nutzung

**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!
Glückauf!**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages