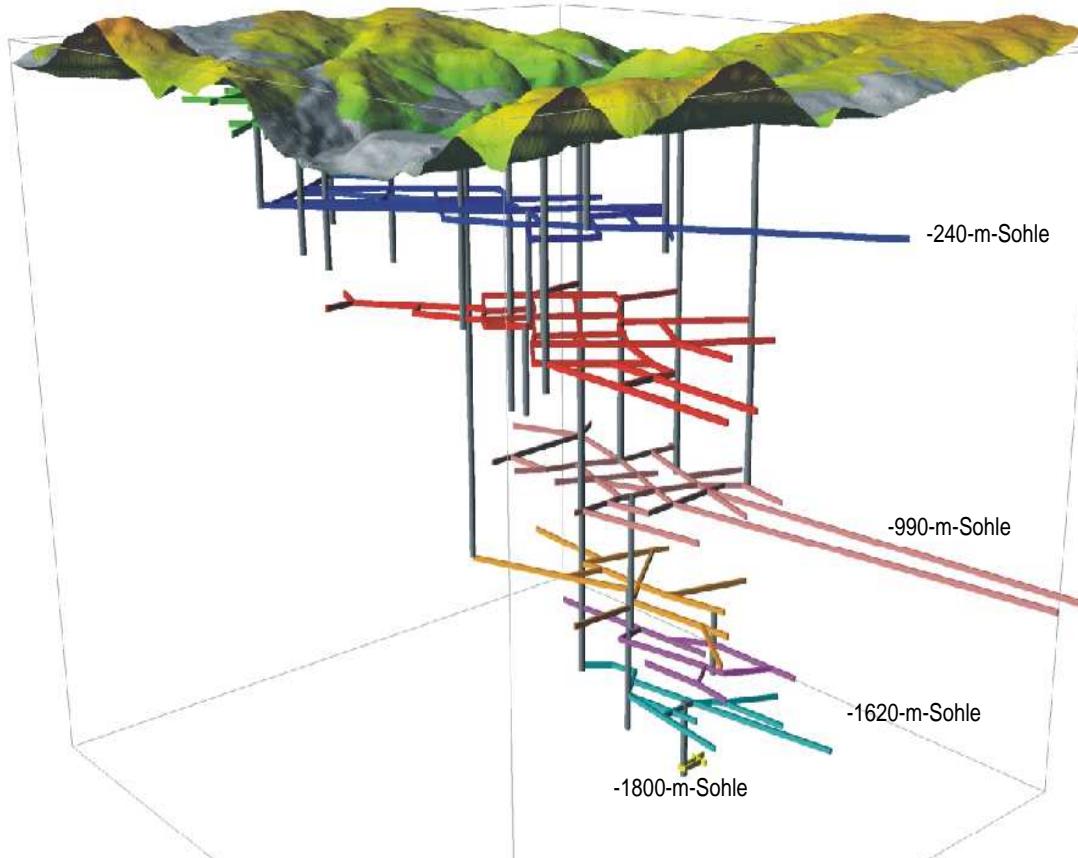

Untersuchungen im Zeitraum 1982 bis 1991 zur Nutzung der geothermischen Energie der Lagerstätte Schlema-Alberoda

Frank Pelz
Wismut GmbH
Abteilung Datenbanken/Modellierung

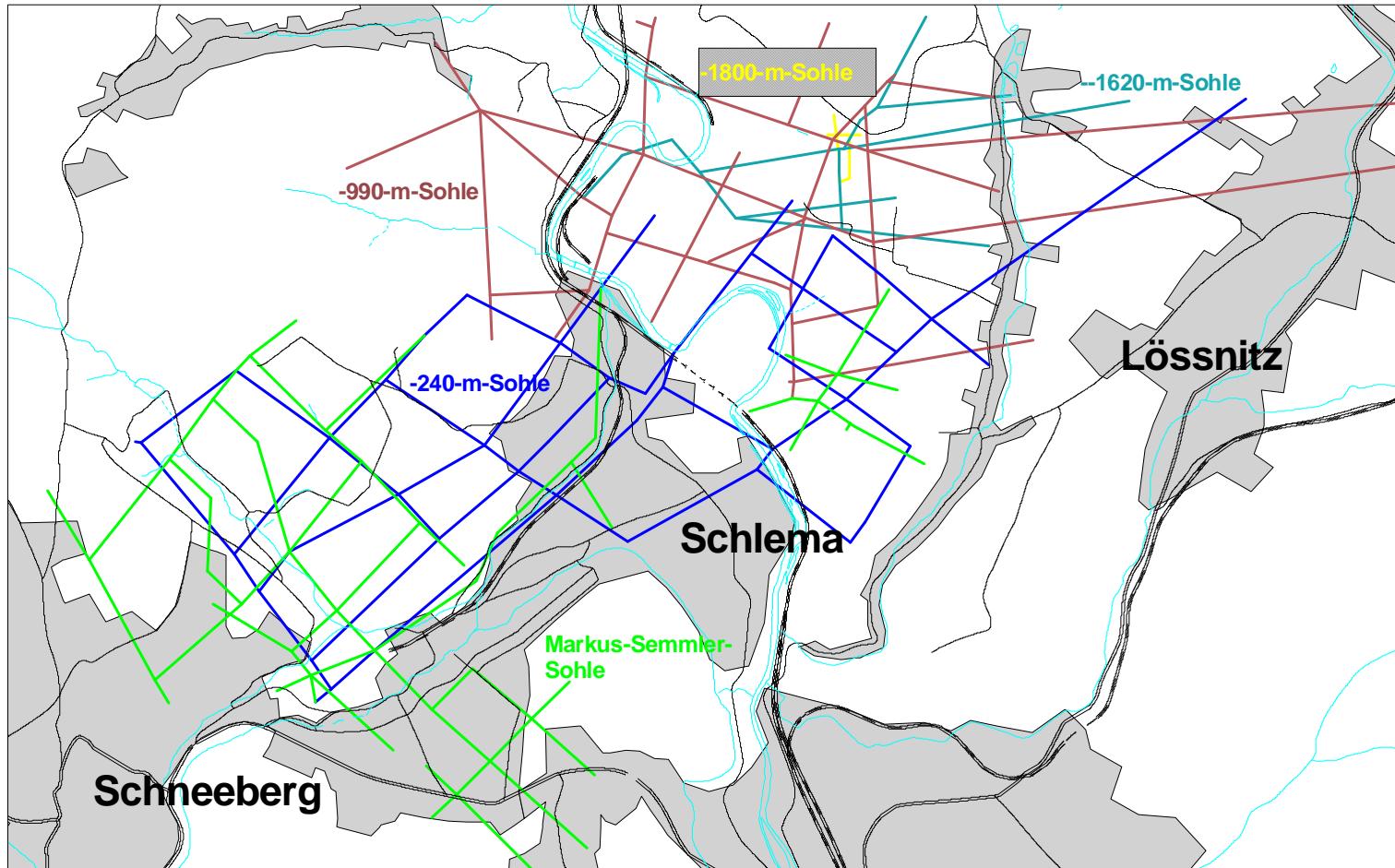


Grubengebäude des Bergwerks Schlema/Alberoda





Grubenbaue des Bergwerks Schlema/Alberoda



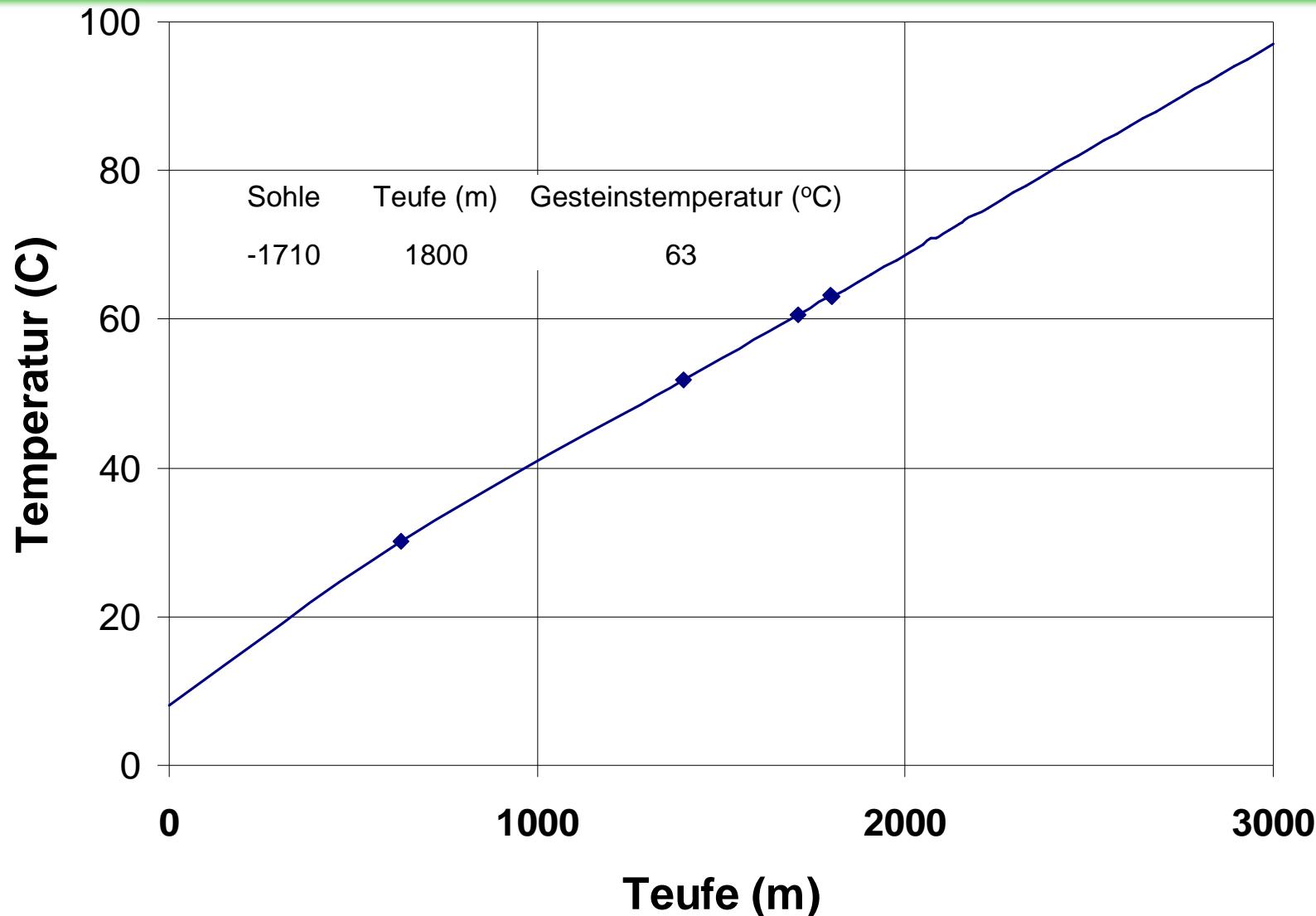


Geothermische Grundparameter

Gute Kenntnisse im Zusammenhang mit Bewetterung und Klimatisierung im BB 9/Aue

- Messungen der „ursprünglichen Gebirgstemperatur“
 - Ohne Auskühlung durch Bewetterung, ohne Erwärmung durch Bohrprozeß
 - Teufenabhängig
- Bestimmung der Wärmeleitfähigkeiten und spezifischen Wärmekapazitäten
 - Direkte Messungen im Labor
 - Kalibrierung anhand von Wärmestrommodellierungen und Temperaturmessungen
- Kenntnisse über thermische Inhomogenitäten im Grubengebäude infolge jahrzehntelanger Bewetterung und Klimatisierung
 - Nachhaltige Auskühlung des Teils des Gebirges, das die Hauptfrischwetterwege auf den tieferen Sohlen umgibt
 - Schächte 382 und 383 bis Sohle –1305, anschließende Blindschächte und Ausrichtungsgrube
 - Erwärmung des Gebirges um die Hauptabwetterschächte in geringer Teufe
 - z. B. Schächte 373, 208w

Zunahme der Gesteinstemperatur mit der Teufe in der Lagerstätte Schlema-Alberoda





Wärmeleitfähigkeiten und spezifische Wärmekapazitäten

- Im Bereich der Sohlen - 1485 bis –1710
 - Geothermische Tiefenstufe 35,3 m / K
 - Geothermischer Temperaturgradient 2,83 K / 100m
 - Wärmestromdichte 85 mW / m²
- Generalisiert zwischen „neutraler Zone“ und tiefsten Sohlen
 - Geothermische Tiefenstufe 33 m / K
 - Geothermischer Temperaturgradient 3 K / 100m
- Mittelwerte für Lagerstätte
 - Wärmeleitfähigkeit 2,7 W / (K · m)
 - Spezifische Wärmekapazität 0,88 kJ / (kg · K)
 - Dichte 2850 kg / m³
 - Temperaturleitzahl $1,08 \cdot 10^{-6}$ m²/s

„Nutzung von Anfallenergie und geothermischer Energie im Bergbaubetrieb 9“ (Konzeption 1982)

- Wärmequellen: Abwetter, Wasserhaltung, Klimatisierung
 - Insgesamt mehrere 10 MW
- Potentielle Nutzer:
 - Wismut selbst
 - Potentieller Wohnungsbaustandort Lößnitz
 - Orientierung auf niedrige Vorlauftemperaturen: technisch möglich Modifikation der Hausanschlußstationen
 - Gewächshausheizung
- Wärme-Kälte-Kopplung Schacht 383
 - Neue Kältemaschinen im Wärmepumpenbetrieb als Ersatzinvestitionen für 18 Jahre alte NH₃-Kälteanlagen
- Probleme, offene Fragen
 - für Nutzung: keine „rollende Woche bei Wismut“
 - Rechtsträgerschaften, Tarife und Preise
 - Niedriges Temperaturniveau der Anfallenergie: wie kann Erdwärmepotential auf höherem Temperaturniveau genutzt werden?

K o n z e p t i o n

zur Nutzung von Anfallenergie und geothermischer Energie im Bergbaubetrieb 9

Bearbeiter:

Muss
Schlotter
Stv. Abt.-Leiter
TAHB

Pef
Pelz
Gruppenleiter
Klimatisierung

lauer
Dr. Konietzky
Direktor

Jewl
Dr. Jewljuchin
Hauptingenieur



„Nutzungsmöglichkeiten geothermischer Energie im BB 9“ (Studie 1983)

Ausgangspunkte

- Erfahrungen in Wismut mit NH₃-Kolbenmaschinen sowie TKWS und SKWS (über- und unter Tage)
- Einsatz von Kompressions- und Absorptionskältemaschinen als Wärmepumpe zur Abwärmenutzung („Anfallenergie“) für Heizzwecke
 - „Wärmepumpenverordnung“ der DDR von 1981
 - besondere Auslegungsparameter für untertägige Verdampfer- und Kondensator für Wismut
- Kälteanlage = Wärmepumpe
 - Energieaufnahme bei niedrigerer Temperatur (1)
 - Bei Kälteanlage genutzt zur Kühlung
 - Betrieb der Anlage mit zusätzlicher Energiezufuhr (2)
 - Kompressionsanlagen benötigen elektrischen Antrieb (oder anderweitigen mechanischen Antrieb)
 - Absorptionsanlagen benötigen Heizenergie zum Betrieb, (elektrisch, thermisch)
 - Energieabgabe bei höherer Temperatur (3) = (1) + (2)
 - Bei Wärmepumpe genutzt zur Heizung
- Schwerpunkt der Studie auf Ableitung der Erdwärme mittels Wärmeträger



„Nutzungsmöglichkeiten geothermischer Energie im BB 9“ (Studie 1983)

- Stand der Erkundung, Gewinnung und Nutzung der Erdwärme
 - Gewinnung und Nutzung niedrigthermaler Wässer aus Sedimentgestein
 - DDR: Waren-Papenberg, Neubrandenburg
 - „Hot Dry Rock“-Untersuchungen zur Wärmegewinnung aus kristallinem Festgestein

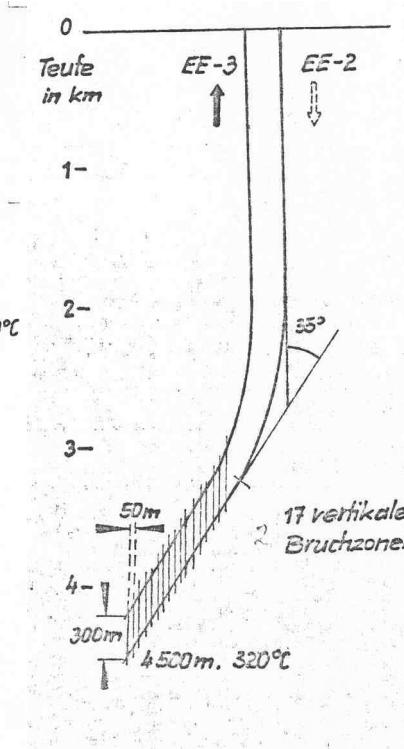
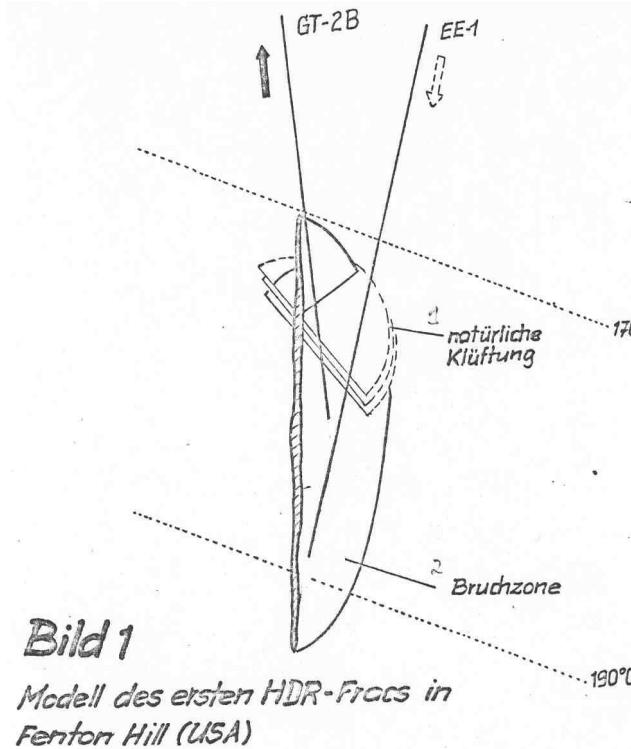


Bild 2
Modell des geplanten
HDR-Reservoirs in Fenton Hill
(USA) für etwa 20...50 MW
über 20 Jahre



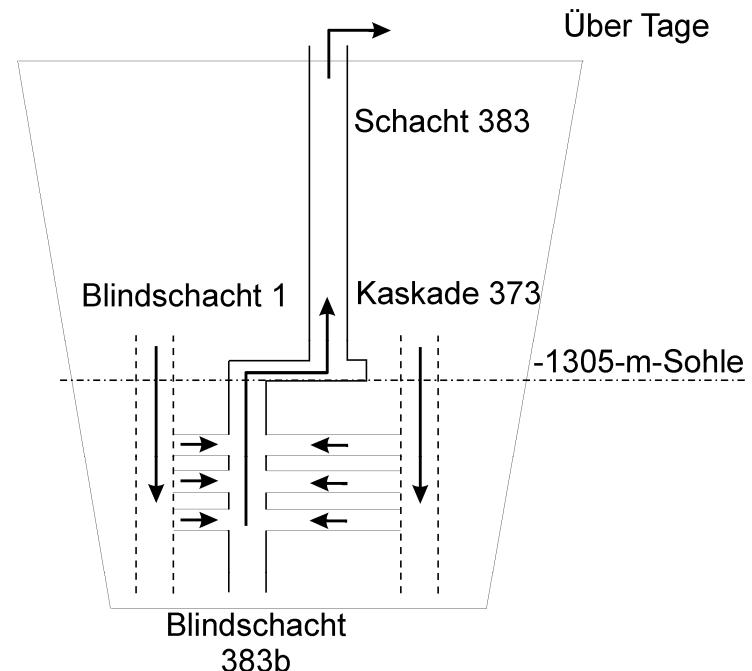
Schlußfolgerungen für Zeitraum nach Endschaft des BB Aue (Studie 1983)

- Nutzung warmer Abwetter ist unrealistisch
 - Grube kann nicht allein zur Bewetterung offen gehalten werden wegen Aufrechterhaltung der geomechanischen Stabilität und der damit verbunden Kosten
- Nutzung des Grubenwassers ist technisch möglich
 - Systematisierung der Führung des Grubenwassers für optimale Wärmegewinnung nach folgenden Aspekten:
 - Entnahme- und Rückführungsart sowie Flutungsniveau (tiefste Sohle, beliebige Höhe, am Auslauf MS-Sohle)
 - Wasserbewegung in der Grube (organisiert, unbeeinflußt)
 - Rückführung des genutzten Wassers (vollständig, teilweise, ohne)
 - Zusätzliche Wasserhaltung (mit, ohne)
 - Kontamination des Grubenwassers wurde damals nicht betrachtet
 - Einschränkung aus heutiger Sicht:



Vorgeschlagene Wasserführung in der Grube (Studie 1983)

- Ziel: langanhaltender Wärmeentzug aus dem Gebirge unterhalb Sohle -1305
- Durch Abdämmung konsequente Teilung der Grube in einen kalten Teil mit abwärts und in einen warmen Teil mit aufwärts gerichteter Strömung
 - Entnahme im Schacht 383 als einziger „warmen Röhre“ (durchgehende Verbindung von über Tage bis auf Sohle -1305)
 - Ggf. Wasserrückführung über beliebigen anderen Aufgabepunkt
 - Damals bis -1710 aufgefahren
- Verbindung des warmen und kalten Teils erst unterhalb der Sohle -1305
 - Zuführung des warmen Wassers zum Schacht 383 von Blindschächten 1 und 383b im Zentrum der Sohlen
 - Zuführung des kalten Wassers von der Peripherie der Sohlen über Blindschacht 1 und Kaskade 373b



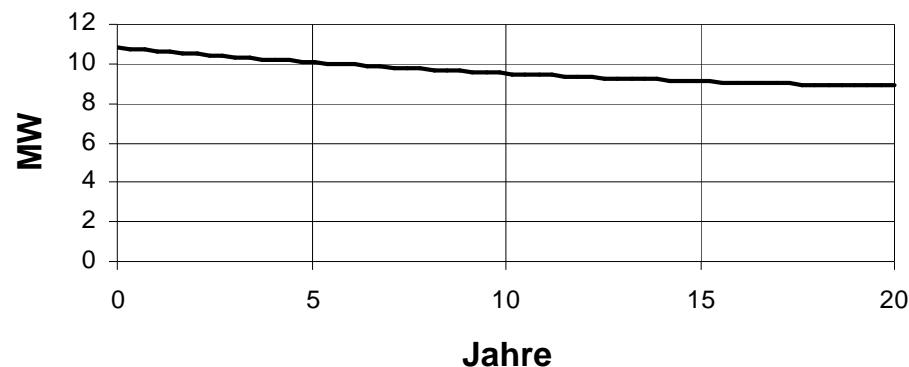
Prognose der Flutungszeiten, der Wärmeleistung und Nutzungsdauer (Studie 1983)



Kaskade	Hohlräum 1000 m³				Gebirgs- wasserzufluß m³/h	Flutungsdauer a
		NS/A	Oberschlema	Gesamt Schlema/Alberoda		
V (-1395 bis -1710)	1500			1500	28	0,2
IV (-1035 bis -1356)	4900			4900	47	0,7
III (-585 bis -996)	9800			9800	75	1,4
II (-270 bis -546)	7200	4750		11950	98	1,8
I (MS bis -240)	3500	4750		8250	527	1,2
Gesamt	26900	9500		36400	775	5,4

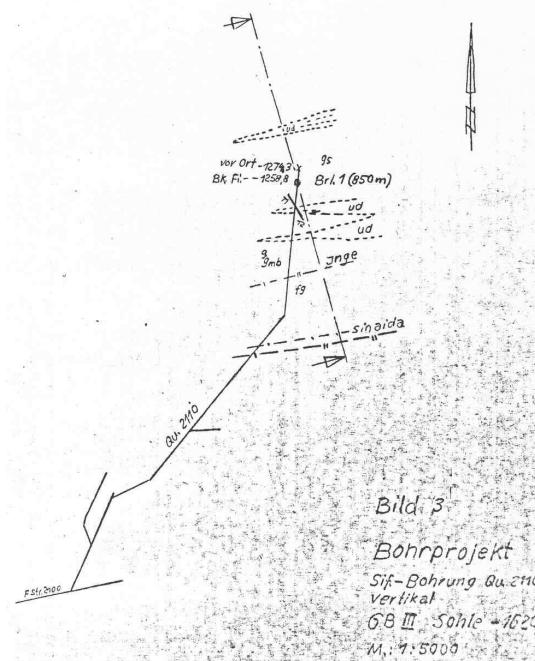
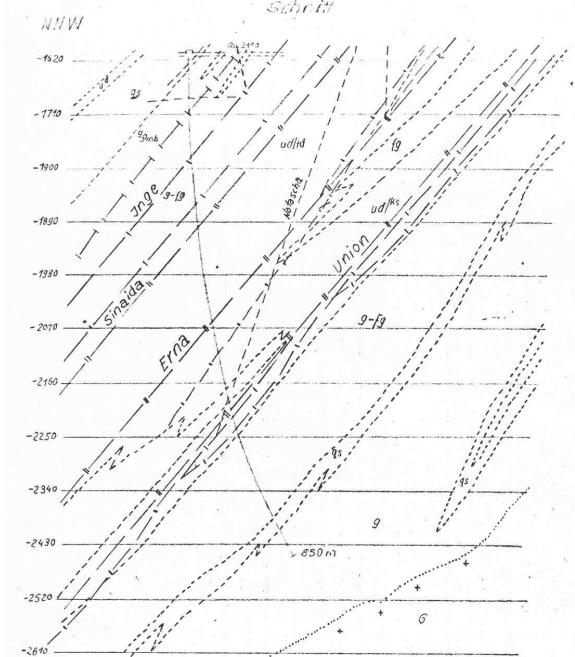
- Etwa 10 MW Wärmeleistung
 - im Mittel 1 MW pro (tiefe) Sohle zwischen –1305 und –1710 ($\pm 13\%$)
- mittlere Temperatur des Wassers:
 - $> 20^\circ\text{C}$
 - $< 35^\circ\text{C}$ (etwa mittlere ursprüngliche Gebirgstemperatur)

Wärmeleistung (-1305 bis -1710)



Schlußfolgerungen für HDR-Forschung (Studie 1983)

- Bohrungen von unter Tage aus, mit Wismut-Bohrtechnik
 - Länge: 1200 m, Enddurchmesser: 110 mm
 - Nutzung der vorhandenen Hochdruckleitungen von über Tage zur Druckhaltungen in den Fracs
 - Lediglich Anschluß an Sohle –1305 mit geringem Durchmesser



- Ausbau des vorhandenen Systems der Geophone zur Ortung von mikroseismischen Ereignissen bei Ausbildung der Fracs



„Wärmeversorgung des Schachtes 366 im BB Aue“ (Projektstudie 1984)

- Ziel: Ablösung einer Dampfheizanlage durch Sekundärwärmemenutzung von max. 5,5 MW aus Wärme-Kältekopplung, jedoch Übergangslösung war wegen Verschleißzustand zusätzlich notwendig
- Grundlage: Projektstudie des Kombinats Luft- und Kältetechnik (ILK Dresden)
 - „Wärmeerzeugung mit Großwärmepumpen in Kombination mit der Kälteerzeugung für untertägige Wetterkühlung“
 - Entwicklung von Schraubenverdichter-Heiz-Einheiten (SHE) mit Warmwasservorlauftemperaturen von 60°C vorgesehen
- Umstellung der Wärmeversorgung des Schachtes 383 auf Niedertemperurbereich und Sekundärwärmemenutzung (etwa 100 KW) realisiert
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen erbrachten Vorteil gegenüber konventionellem Typenprojekt (3 DGK 3S-3,2 t/h)



„Absorptionskälteanlage zur Grubenwetterkühlung“ (DA 1985)

- Absorptionskälteanlagen zur Kaltwassererzeugung für Klimatisierung
 - Niedrigthermale Kondensatorwärme ggf. für Heizwecke nutzbar
- Dampf zum Betrieb der Absorptionskälteanlage
 - D.h., Hochtemperaturwärme steht parallel auch für industrielle Zwecke zur Verfügung
- Betriebserfahrungen in chemischer Industrie
- großer Apparate, unkomplizierte Mechanik



Studie „Geothermie“ NS/A

(Wismut PB [Planungsbüro Chemnitz] 1990)

- Standorte: Schacht 371; Schacht 382, Schacht 383, dort Nutzung der Großkühlhallen
- Auslegungsparameter
 - 500 m³/h Wasser (bei zwei Standorten in Summe)
 - Quellentemperatur: 40°C
- R-22-SKWS (Mafa Halle), alternativ: Stal-Astra (etwa 2 MW Heizleistung)
- Komplette Projektstudie einschließlich
 - Bergbautechnik, Elektrotechnik, Bergmechanik, Bautechnik, Verkehrsbau, Investitionen, Bewertung
- Nachteile:
 - Barwertvergleich:
 - Investitionsförderung notwendig, sonst nicht wirtschaftlich darstellbar
 - Für Gewinnung relativ hoher Temperaturen:
 - Enge Verkopplung mit weiteren Aktivitäten des Abwerfen der Grube und dem weiteren Flutungsgeschehen erforderlich



- Projektträger Jülich,
im Auftrag des damaligen BMFT:

Flutungsgeothermie

„Sollte man nicht alles Mensch mögliche tun, die Umweltverschmutzung zu verhindern, statt geothermischen Brosamen nachzujagen?“



„Energetische Nutzung der Flutungswässer der Lagerstätte NS/A“ (Studie GTN 1991)

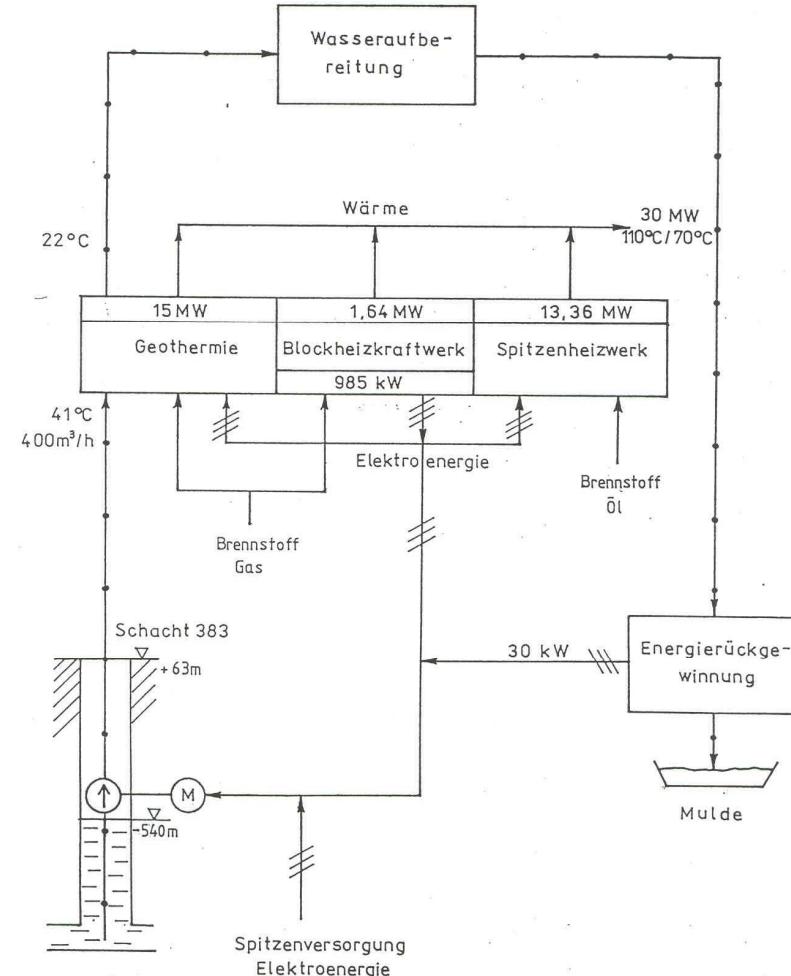
Wärmephysikalische Abschätzungen (für Sohlen 1035 und tiefer)

- Auskühlung des Gebirges: etwa 90 MW um 1980, bei im Mittel 25°C Wettertemperatur (65 MW Wetterstrom, 25 MW Klimatisierung)
 - „bleibende“ Auskühlung des Gebirges von etwa 0,5 K/Jahr Bewetterungszeit
- Natürlicher Erdwärmestrom im Vergleich (4 km^2): 0,3 MW
- Thermisch induzierte Strömung
 - 2 seigere 45 m Schachtabschnitte mit einer Temperaturdifferenz von 1 K
 - Oben und unten verbunden durch etwa 1000 m lange Feldstrecken
 - Erzeugen Kreislaufströmung von einigen 10 dm/h, dh. $> 1000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Reduzierung der Strömung durch:
 - Kompressibilität des Wassers kompensiert Temperaturerhöhung von 1K pro 130 m
 - Konzentrationsdifferenz von 380 mg/l kompensiert Temperaturdifferenz von 1K in verbunden seigeren Grubenbauen
- Abnahme der Entnahmetemperatur um etwa 5 K in 30 Jahren bei etwa $450 \text{ m}^3/\text{h}$

„Energetische Nutzung der Flutungswässer der Lagerstätte NS/A“ (Studie GTN 1991)

Technische Konzeption einer Wärmeversorgung

- Etwa 19 MW Erdwärme ergeben 29 MW Heizleistung durch Wärmepumpen
- Geothermischer Heizzentrale im Gebiet Schacht 383 als konkurrenzfähige FernwärmeverSORGUNG für mögliches Versorgungsgebiet Aue-Alberoda
 - Effizienzsteigerung durch niedrige WP-Austrittstemperatur, deshalb Nachschaltung von Blockheizkraftwerk (Eigenversorgung und Einspeisung von Elt und Abwärme) und Heizwerk für Spitzenlast; ermöglicht konventionelle Heiznetzauslegung von 110°C/70°C
 - hohe Versorgungssicherheit





„Energetische Nutzung der Flutungswässer der Lagerstätte NS/A“ (Studie GTN 1991)

- Förderkonzeption nach damaligen Bedingungen
 - 48% für Geothermieteil, 9% sonstige Investitionszulage
- Unter diesen Bedingungen:
Kostengleichheit zu Gas-Heizwerk mit Öl-Spitzenheizwerk
- Betreibergesellschaft erforderlich
- Abhängig vom Finanzierungsmodell
- Bevorzugt unter kommunaler Regie