

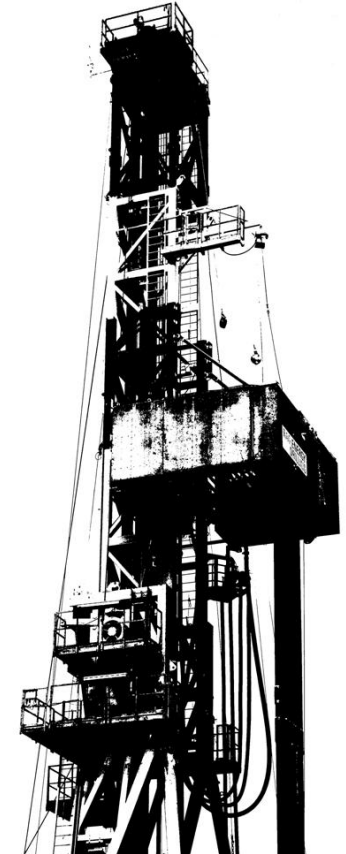
Geothermie-Allianz Bayern

Forschungsverbund zur Stärkung des heimischen Energieträgers

Dr. Markus Loewer, Ferdinand Flechtner, Dr. Katharina Aubele,
Technische Universität München
29. November 2018, Haus der Technik, Essen



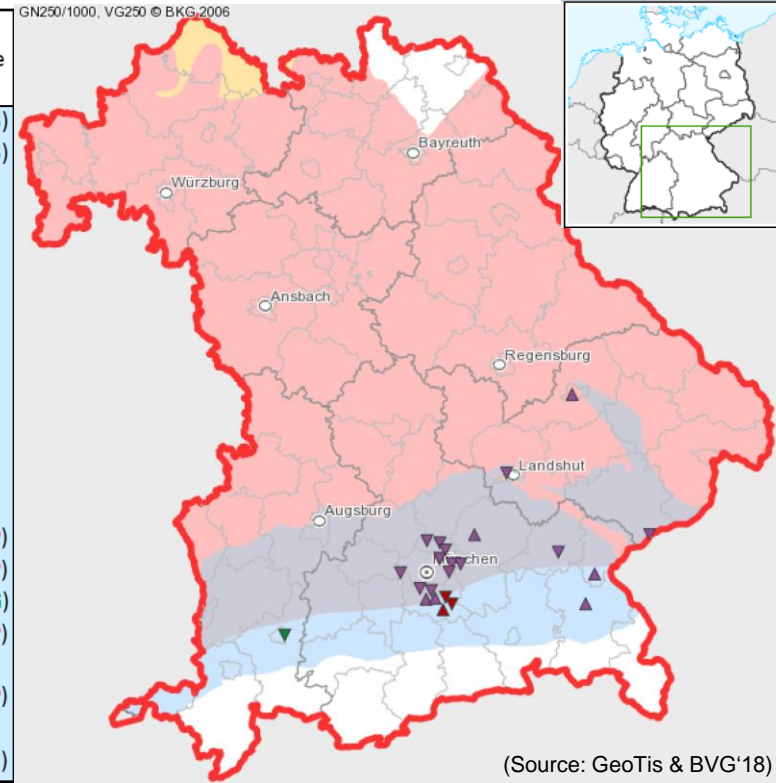
Der
Geothermie
Kongress



Aktuell: Geothermie-Anlagen in Bayern

21 Anlagen in Betrieb
 2 mit Thermalbädern
 6 mit Stromproduktion
 1 mit Gewächshäusern
 4 im Bau

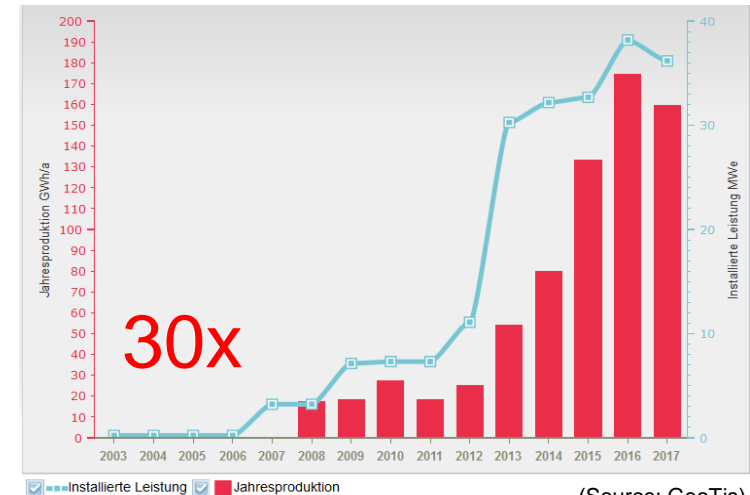
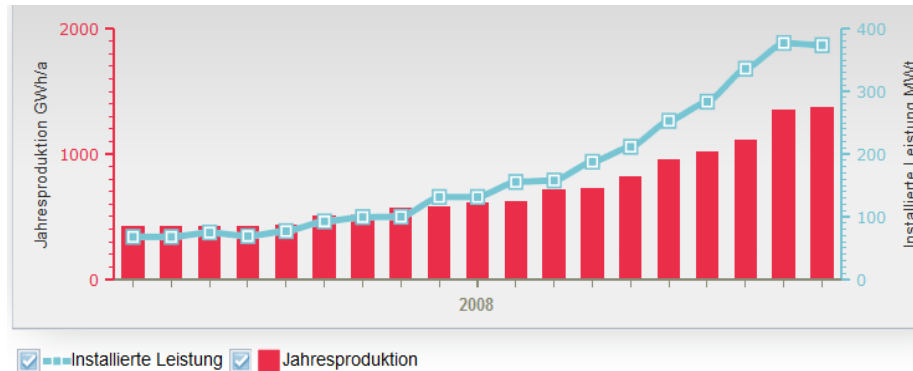
Geothermal projects in Bavaria	Operating since	Depth [m]	Temperature [°C]	Usage
Straubing	1999	823	35	H (+ B)
Erding	1998	2360	65	H (+ B)
Garching	2011	2226	75	H
Poing	2012	3014	85	H
Ismaning	2013	1900	78	H
Simbach-Braunau	2001	1940	81	H
Unterschleißheim	2003	1960	82	H
Aschheim	2009	2630	87	H
Unterföhring	2015	2510	93	H
Freiham	2016	2520	92	H
Riem	2004	2747	99	H
Pullach	2005	3443	107	H
Waldkraiburg	2012	2718	106	H
Traunreut	2014	4646	120	H (+ P)
Unterhaching	2007	3350	124	H (+ P)
Kirchweidach	2013	3810	127	H (+ G)
Grünwald	2011	3760	135	H (+ P)
Kirchstockach	2013	3645	141	P
Taufkirchen	2015	3700	136	H (+ P)
Dürnhaar	2012	3930	141	P
Sauerlach	2013	4480	140	P (+ H)



Steigerung in den letzten 20 Jahren

- Installierte Leistung (2018): **298 MW_{th}** and **27 MW_{el}**
- Produzierte Energie (2017): **900 GWh_{th}** thermal and **136 GWh_{el}**
- Volllaststunden (2017): **8760** (thermal) and **8584** (power)

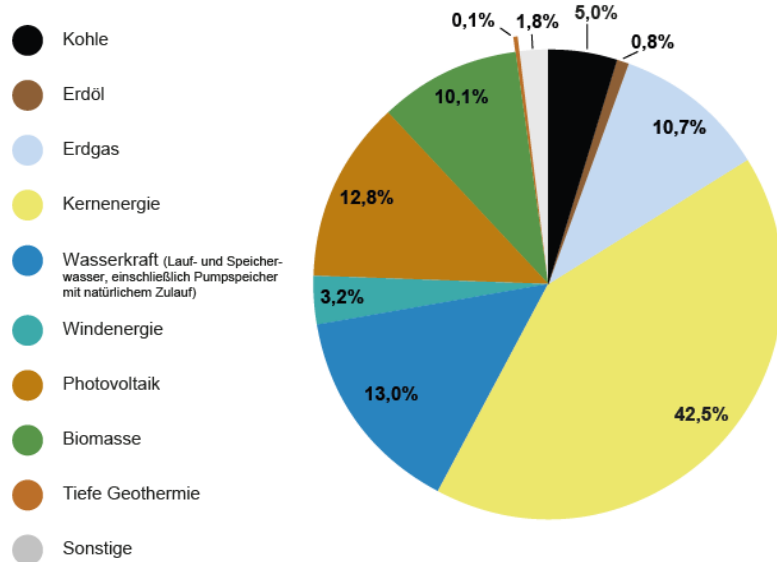
10 MW_{th} (1999) → 300 MW_{th} (2018)



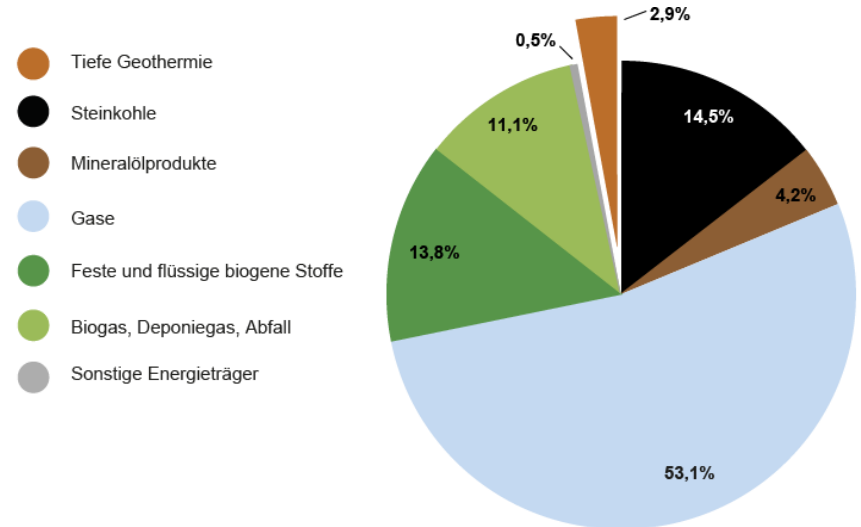
(Source: GeoTis)

Energiequellen in Bayern

Struktur der Bruttostromerzeugung:



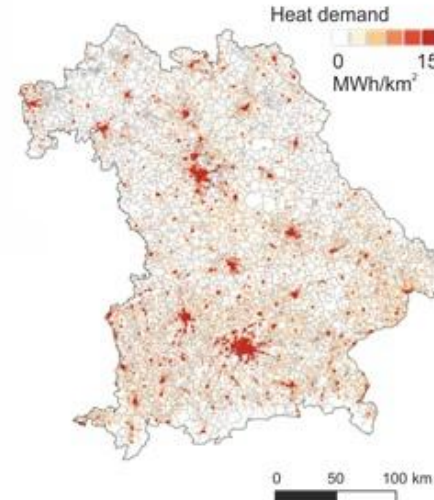
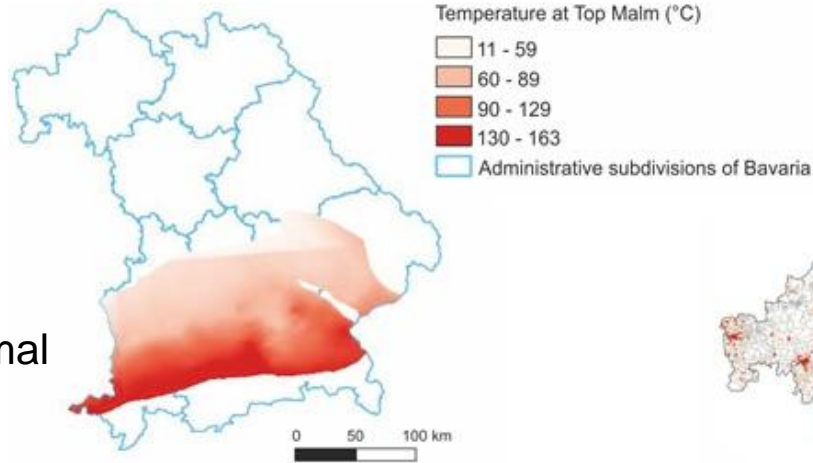
Struktur der Nettowärmeerzeugung:



Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2016, 2017), Berechnungen des LfU

Ausbaupotential in Bayern

hydrothermal



Siala, K. & Molar-Cruz, A. (2017)

Ziel: Ausbau und Nachhaltigkeit

(Source: GeoTis)

120 liters - 1 second - 1 geothermal site



3,750,000 liters - 30 minutes - 17 sites



Verbundprojekt: Geothermie-Allianz Bayern



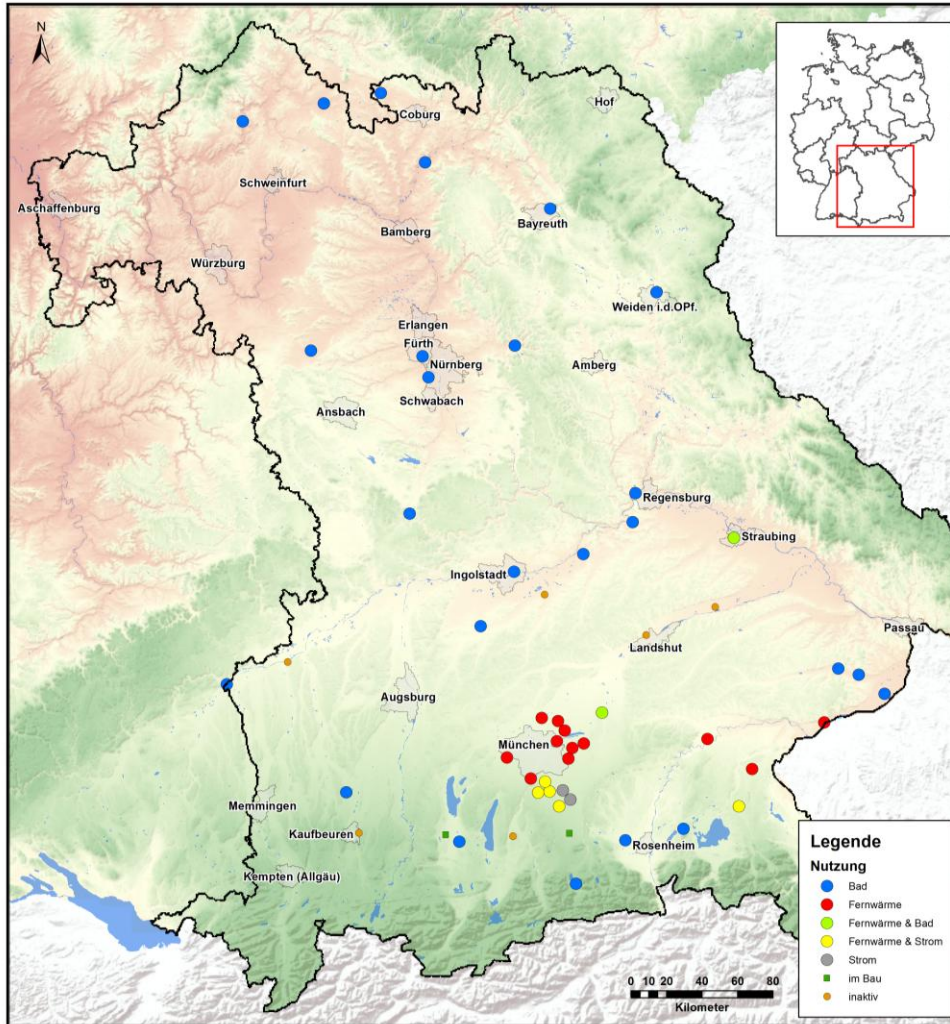
Technical University of Munich



Friedrich-Alexander University
Erlangen- Nuremberg



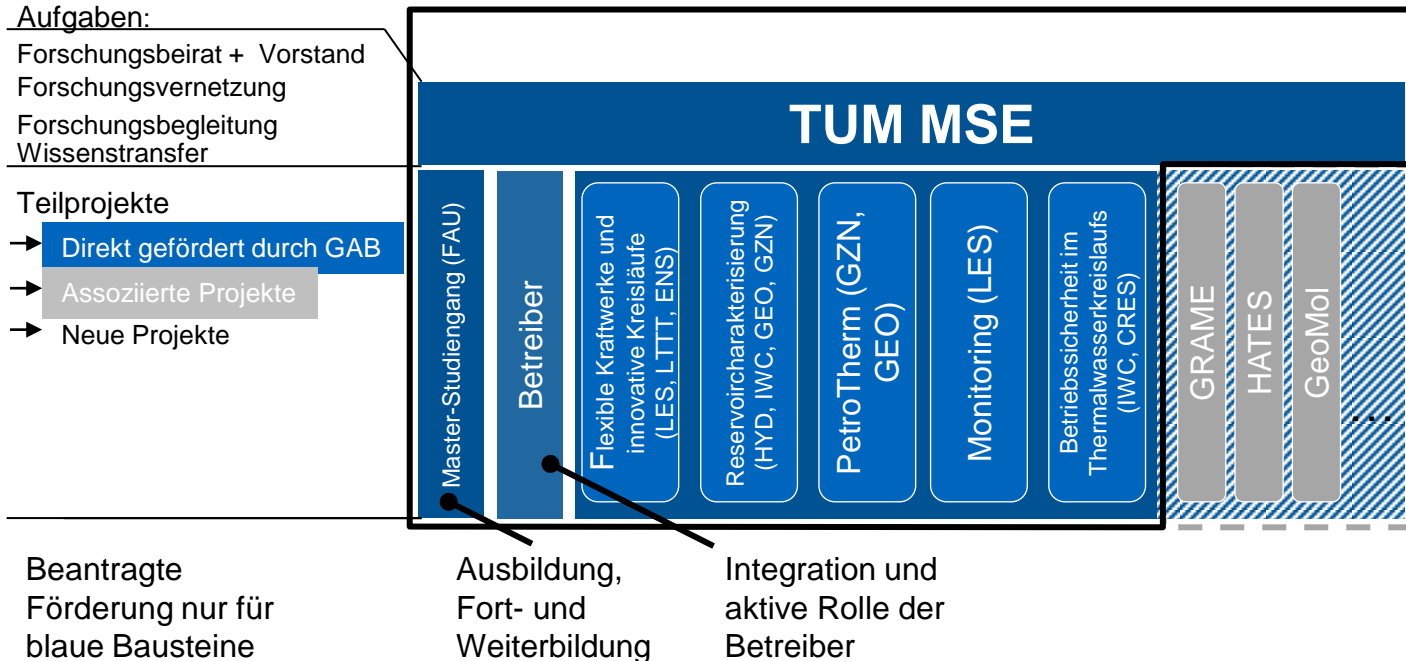
University of Bayreuth



Bayerisches Staatsministerium für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst



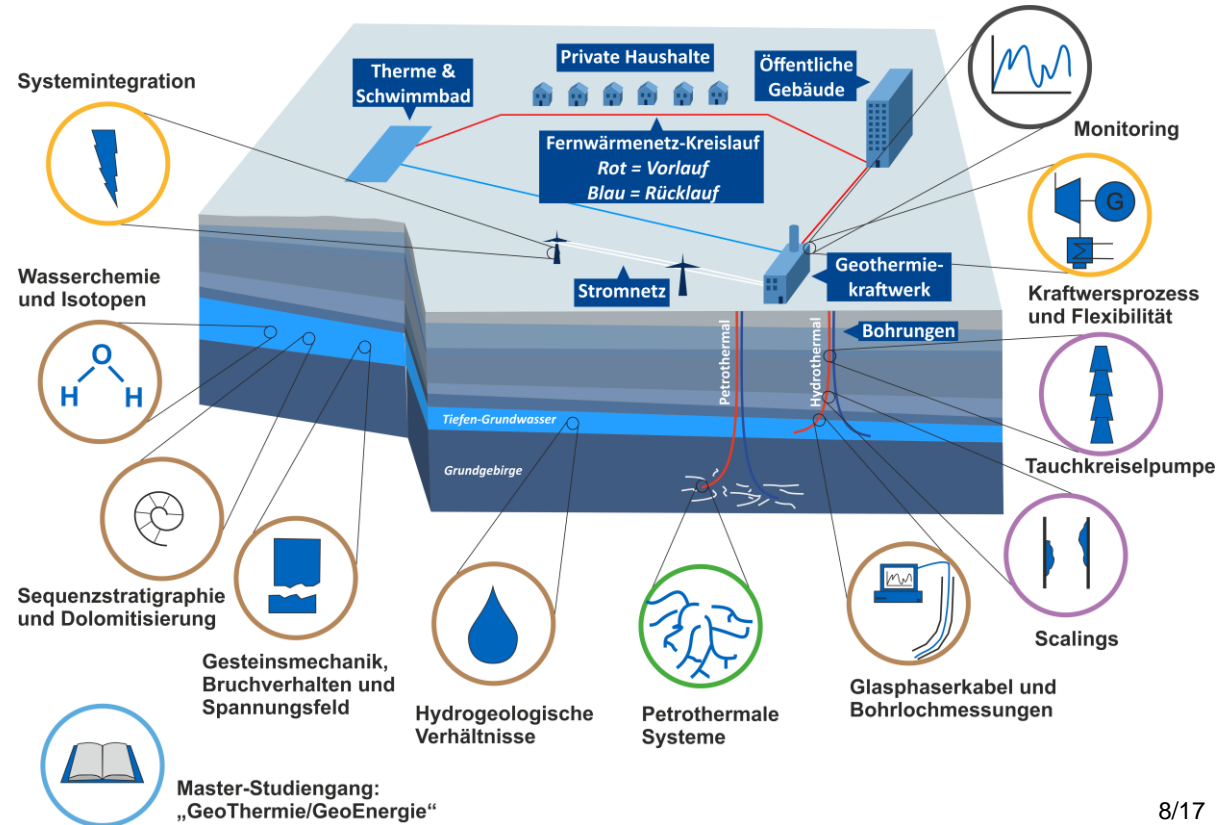
Konzept der GAB



Philosophie: Forschung mit ganzheitlichem Ansatz

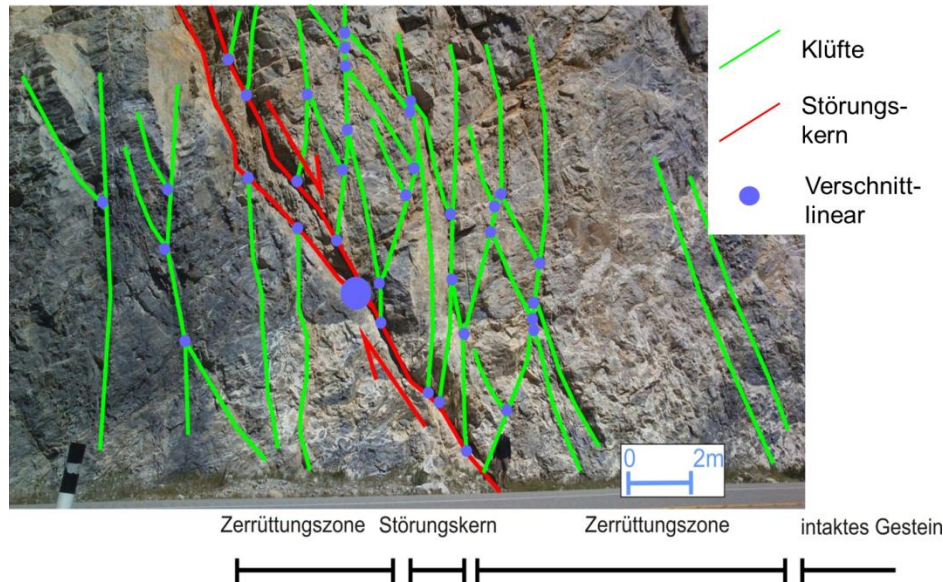
Teilprojekte (Phase 1):

1. Reservoircharakterisierung
2. Betriebssicherheit im Thermalwasserkreislauf
3. Effiziente und Flexible Kraftwerke
4. Monitoring
5. PetroTherm



Reservoircharakterisierung

Störungen und Klüfte im Malm



→ Reduzierung des Fündigkeitrisikos:

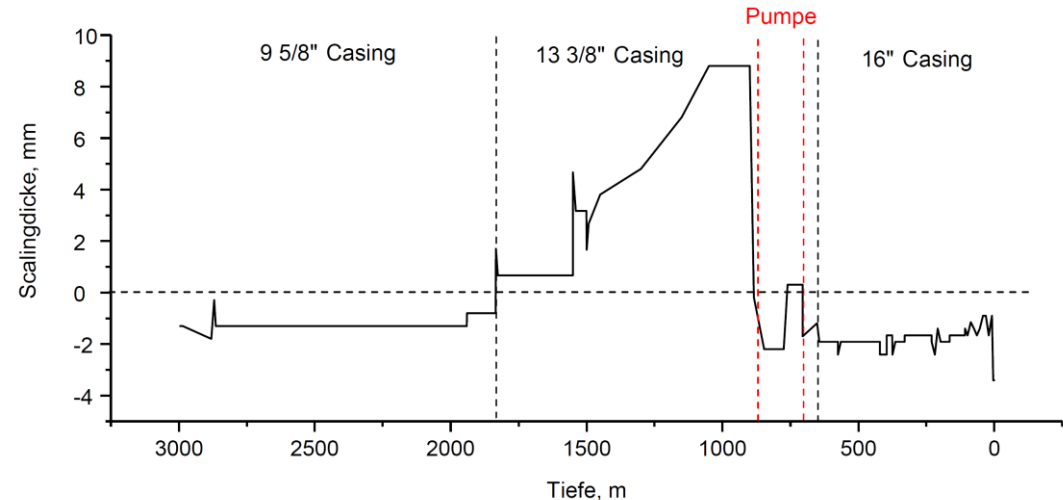
- Hydraulische Wirksamkeit von Störungen
- Seismische Interpretation
- Sequenzstratigraphie
- Prognose von Fördertemperaturen

→ Langzeitprognose des Reservoirs:

- Spannungsfeldanalyse
- Monitoring des Betriebs
- Optimierung

Betriebssicherheit | Scalingbildung

- Ablagerungen in Bereichen mit **kritischen Strömungszuständen**
- **Anfahrzyklen** ausschlaggebend für Ablagerungen im Steigrohr oberhalb der Pumpe
- **Beschichtungen** erhöhen die Mobilisierbarkeit der Ablagerungen und führen zur Ablösung und **Akkumulation an Engstellen**



(T. Baumann, DGK'18, WS2 Scalings – Monitoring & Forensics)

→ Verbesserung der Prognosefähigkeit für Scalingbildung

Betriebssicherheit | Zustandsüberwachung Tauchkreiselpumpe

- Herleitung eines modularen mathematischen **Modells** der einzelnen Komponenten einer Tauchkreiselpumpe
- Entwurf eines geeigneten **Regelverfahrens** zur Drehzahlregelung des Motors
- Entwurf von **Zustandsbeobachtern** zur Überwachung bestimmter Kenngrößen (Scalingsbildung)

→ Erhöhung von Effizienz und Robustheit des TKP Motors durch intelligente Regelung

→ Frühzeitiges Erkennen von Fehlern (Zustandsüberwachung)



Tauchkreiselpumpe (Quelle: merkur.de)

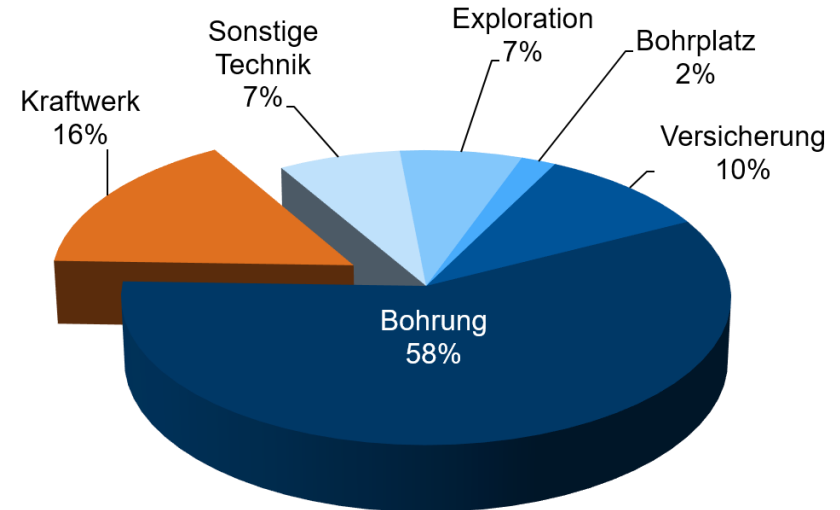
Effiziente und flexible Kraftwerke

Kraftwerk hat kleinen Anteil an gesamten Investitionskosten

Aber: Kraftwerk verantwortlich für Einnahmen

→ Effizienzsteigerung im Kraftwerk kann Wirtschaftlichkeit des Projektes deutlich verbessern

→ Identifikation und praktische Erprobung von **effizienten** Anlagenverschaltungen



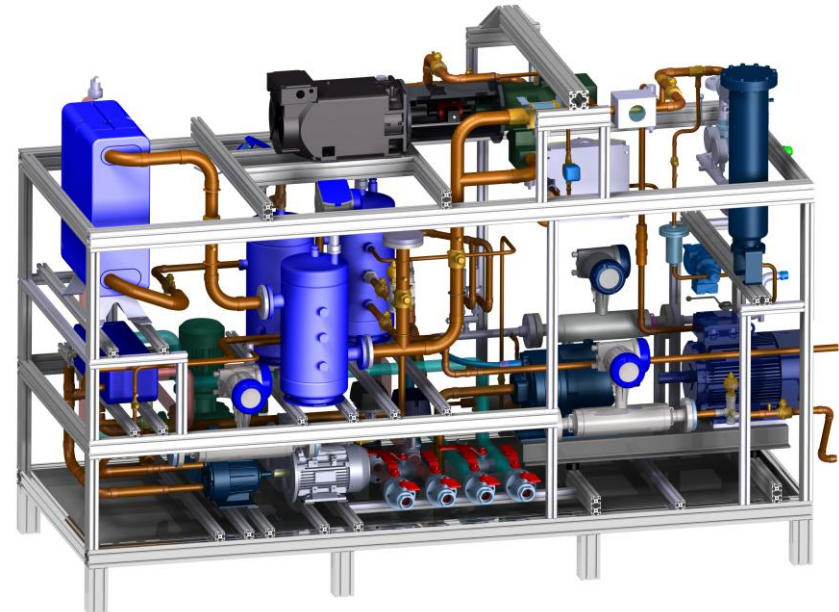
Kostenstruktur eines typischen Geothermie-Projekts

Effiziente und flexible Kraftwerke

ORC-Prüfstand am LES:

Experimentelle Untersuchung von
verschiedenen **Arbeitsmedien**,
Kreislaufschaltungen und Konzepten zur
Wirkungsgradsteigerung

- Steht vor Inbetriebnahme
- Entwicklung Regelungskonzept



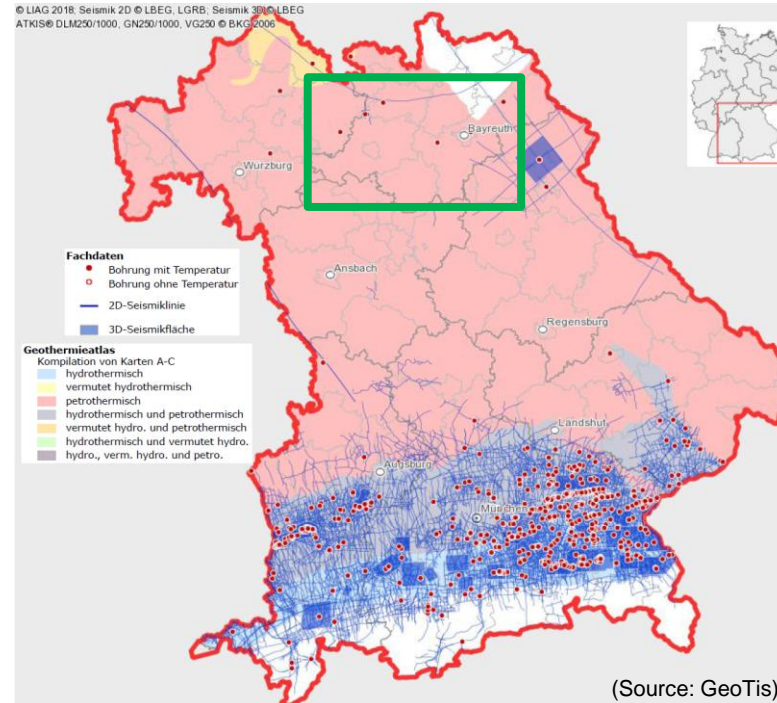
PetroTherm

Exploration NO-Bayern zum besseren Verständnis des Untergrundes in Hinblick auf einen geeigneten Standort zur Errichtung eines Demonstrationsprojektes der petrothermalen Geothermie

AP1: 2D Seismik (FAU)

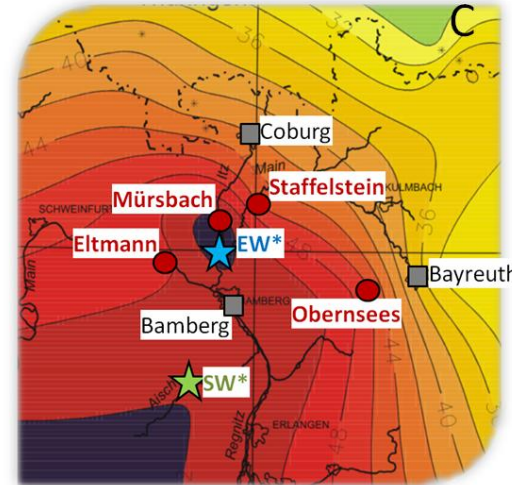
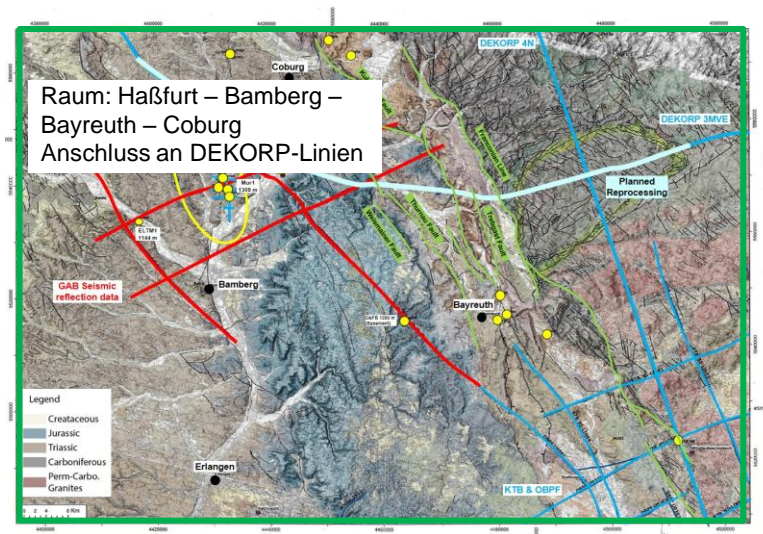
AP2: non-Seismik Exploration (FAU)

AP3: Geomechanik (TUM)



PetroTherm

AP1: 2D Seismik, europaweite Ausschreibung, Messkampagne mit 4 Profillinien (200 km) am Dauer ca. 4 Wochen.



**Aktuell: seismische
Messungen!**

MSc. GeoThermie/ GeoEnergie



	ECTS		ECTS
Methoden der Beckenanalyse Bohrungen & Bohrlochgeophysik	5	Sedimentpetrographie & Diagenese Petrophysik von Reservoiren Labormethoden	5
Störungssysteme Strukturgeologie & Mikrotektonik	5	Seismische Interpretation I (2D) Geophysikalisches Praktikum	5
Geo-Energieressourcen Geothermie: Erschließung & Nutzung	5	Reservoir-Geomechanik Spannungsfeldanalyse/Seism. Monitoring	5
Tiefbohrtechnik Prozessmaschinen und Apparatechnik	5	Energiewirtschaft & Umweltrecht Energietechnik	5
BWL für Ingenieure I Projektmanagement I	5	BWL für Ingenieure II Projektmanagement II	5
Nebenfach: Bauleistungen Nebenfach: Bergrecht	5	Schlüsselqualifikation Bürgerbeteiligung I + II	5
	ECTS		ECTS
Seismische Interpretation II (3D) Seismo- und Sequenzstratigraphie	5	Masterarbeit	25
Reservoirgeologie Reservoirmodellierung (Struktur/Diagenese)	5	Masterkolloquium	5
Mineralogie der Gesteins-Fluid-Interaktion Korrosion und Scalings	5	schwarz =Geo-Lehrveranstaltung blau = Ing-Lehrveranstaltung Grün = BWL, Recht etc	
Strömungs- & Wärmetransportmodellierung Geohydraulik	5		
Nutzungsmöglichkeiten geotherm. Energie Numerische Simulation energet. Systeme	5		
Schlüsselqualifikation Industriepraktikum od. Projektarbeit	5	weißer Hintergrund = Lehre FAU blauer Hintergrund = Lehre Münchner Geozentrum	

Kompetenzzentrum Geothermie

Workshops & Schools:

1st International Autumn School on
Enhanced Geothermal Systems
in Straßburg (Oktober 2018)



Danke für die
Aufmerksamkeit!

