renerco
plan|consult

Geothermie in Bayern: Erfahrung mit ORC-Anlagen, Anlagenbetrieb und Betreiberkooperation

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt-Ing. Tilo Wachter

19. Januar 2018

Vom GROWIAN zur renerco plan consult…

1983

GROWIAN

1989

ETA

/E/T/A/ PLAN

2003

RENERCO
renewable energy concepts

renerco

BayWa r.e.
renewable energy

2013

100 %

renerco
plan|consult

Unsere Kompetenzen…

Technische Beratung	✓	✓	✓	✓
Planung	✓	✓	✓	
Projektmanagement Owner‘s Engineering	✓	✓	✓	✓
Ertrags- und Immissionsgutachten	✓	✓		
LiDAR-Messung	✓			
Thermographie	✓	✓	✓	✓
Seminare	✓	✓	✓	

Projektentwicklung, Konzeption, Projektmanagement, Betriebsoptimierung, Due Diligence in über 20 Geothermieprojekten

ORC-Anlage Anlage Dürrnhaar

- ORC-Anlage mit 5,5 MW el.
- Start Projektentwicklung: 2003
- IBN: 2012
- Bohrtiefe: ca. 4.000 m
- Förderleistung: > 130 l/s
- Thermische Leistung > 45 MW
- Temperatur > 137 °C
- Wärmeauskopplung ab 2020

renerco plan|consult

ORC-Anlage Kirchstockach

- ORC-Anlage mit 5,5 MW el.
- Start Projektentwicklung: 2004
- IBN: 2013
- Bohrtiefe: ca. 4.000 m
- Förderleistung: > 140 l/s
- Thermische Leistung > 45 MW
- Temperatur > 135 °C
- Wärmeauskopplung ab 2019

Dürrnhaar und Kirchstockach sind Deutschlands größte Geothermiekraftwerke.

Erstkontakt Geothermie, Typ I

- Wahnsinnsrendite..
- Alles versicherbar…
- Siemens/GE/Allianz/Staat garantieren alles…
- Überall in der Region ist Wasser…
- Bohren ist HIER ganz einfach…
- Wir haben eine (oder mehrere) ganz neue Technologien erfunden…
- Wir benötigen aber noch einen, der das Ganze bezahlt…

Erstkontakt Geothermie, Typ II

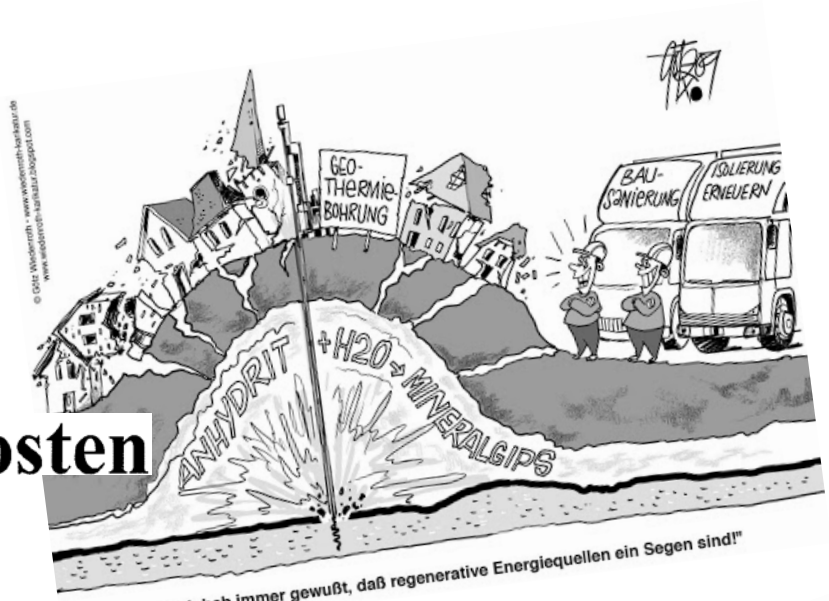
13. August 2013, 13:48 Uhr Geothermie in Gelting

Vergebliche Bohrung

Die Firma Enex Power Germany erleidet einen herben Rückschlag beim Geothermie-Projekt: Statt 120 werden nur zehn Liter heißes Wasser pro Sekunde gefördert. Aufgeben will das Unternehmen dennoch nicht.

hohe Bohrkosten

Pumpenschäden



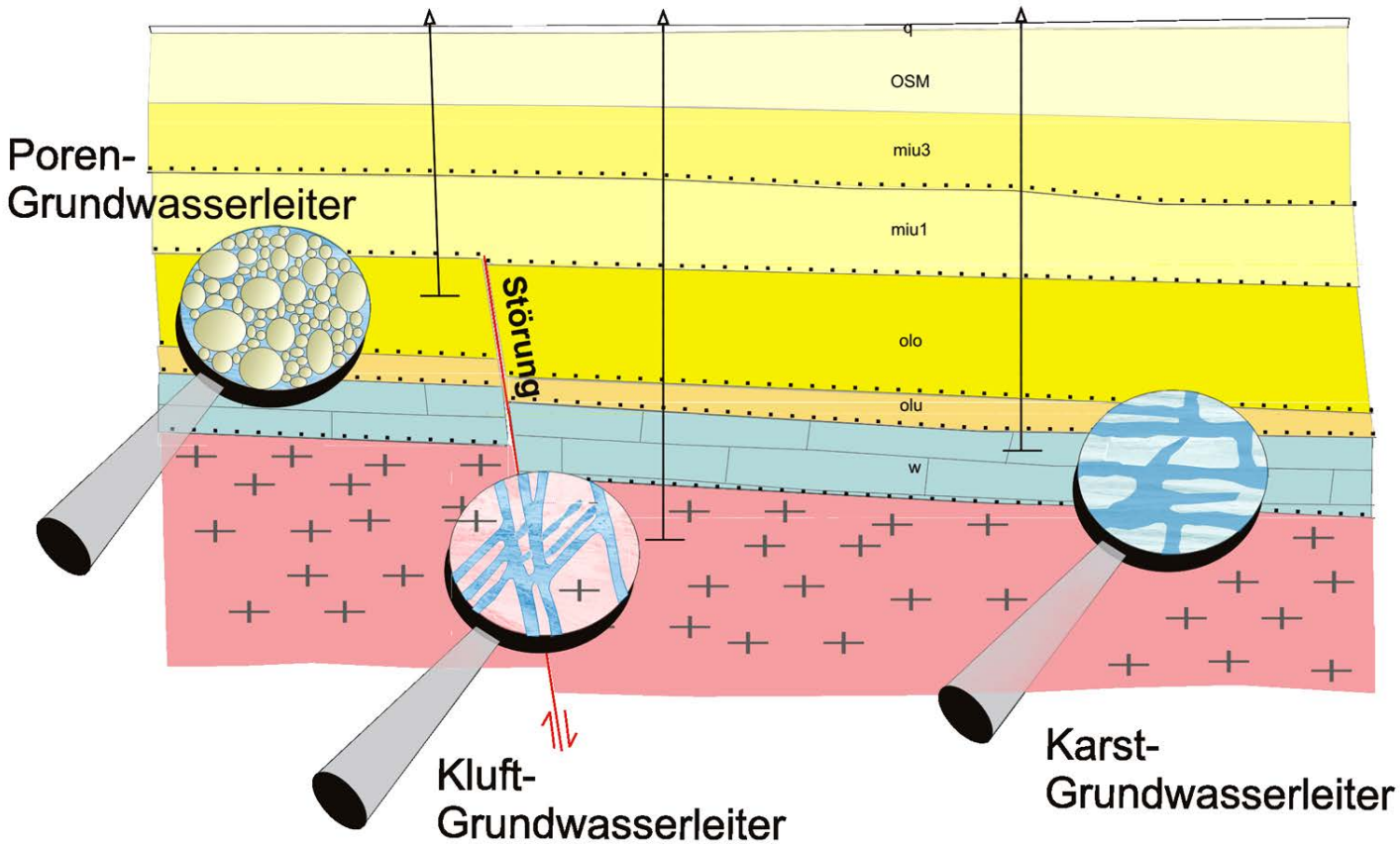
"Ich hab immer gewußt, daß regenerative Energiequellen ein Segen sind!"

Die Erde bebt – Landau steht kopf

Die Landauer Erde hat schon wieder gewackelt. Das Geothermie-Kraftwerk im Süden Landaus ist für eine Woche außer Betrieb. Oberbürgermeister Hans-Dieter Schlimmer lädt die Bürger morgen zum Informationsabend mit Staatssekretär Alexander Schweitzer und Experten ins Alte Kaufhaus. Sollte die Geothermie schuld am Beben sein, stellt der Stadtchef die Technologie in Frage.

renerco plan|consult

Wie funktioniert Geothermie?



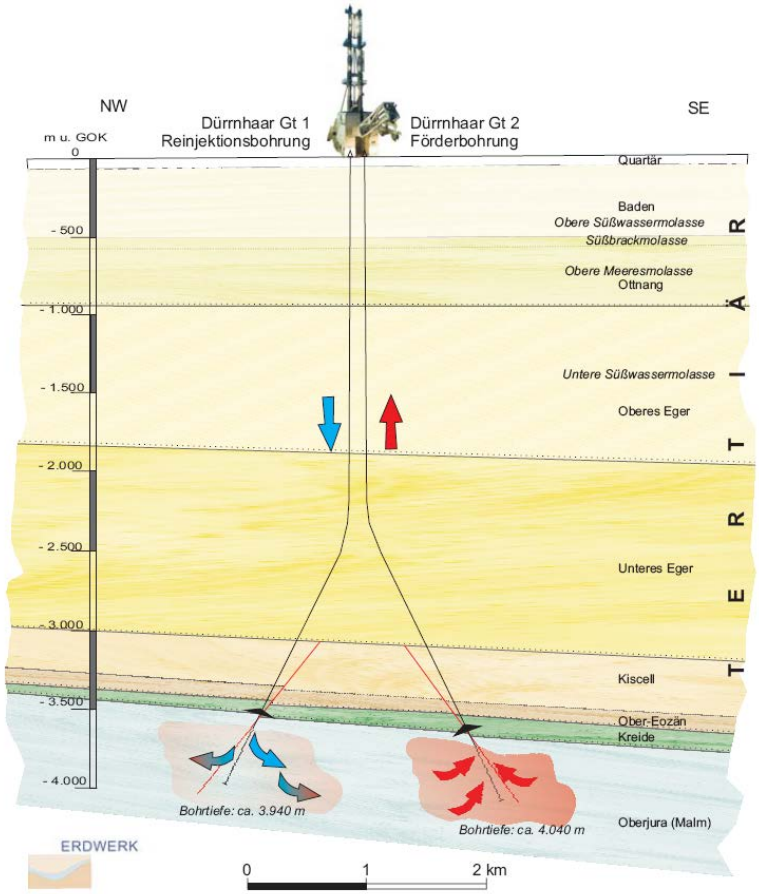
Durchschnittlicher Temperaturgradient weltweit 3°C/100m

renerco plan|consult

Schema einer Geothermiebohrung

Beispiel aus dem Molassebecken:

- Förderbohrung und Injektionsbohrung
- Bohrtiefe zwischen 3.800 m und 4.100 m
- Wasserführende Kalksteinschicht
- Thermalwassertemperatur ca. 135 - 140 °C
- Fördermenge ca. 130 l/s
- Einbautiefe Pumpe ca. 900 m



renerco
plan|consult

Tiefengeothermie im Bayerischen Molassebecken

Projekt	Nutzung	MW_{therm}	MW_{el}	Temperatur [°C]	Teufe [m]	Förderrate [l/s]	IBN
Aschheim, Feldkirchen, Kirchheim	Wärme	10		85	2.630	75	2009
Dürrnhaar	ORC/(Wärme)		7,0	137	3.926	115	2013
Erding	Wärme	10		62	2.359	48	1998/2008
Garching	Wärme	8		74	2.226	100	2010
Ismaning	Wärme	7		78	1.906	85	2013
Kirchstockach	ORC/(Wärme)		7,0	134	3.882	135	2013
Kirchweidach	Wärme	12		124	3.500	50	2013
München-Freiham	Wärme	20		90	2.520	90	2016
München-Riem	Wärme	13		96	2.747	90	2004
Oberhaching-Laufzorn / Grünwald	ORC/Wärme	40	4,3	127	3.755	132	2011/2014
Poing	Wärme	9		76	3.014	100	2011
Pullach	Wärme	16		105	3.443	94	2005/2012
Sauerlach	ORC/Wärme	4	5,0	140	4.480	110	2014
Simbach/Braunau	Wärme	9		81	1.942	90	2001
Straubing	Wärme	2		36	825	45	1999
Taufkirchen/Oberhaching	(Kalina)/Wärme	35	(4,3)	133	3.696	120	2014
Traunreut	ORC/Wärme	12	5,5	113	4.646	143	2014
Unterföhring	Wärme	10		86	2.124	75	2009
Unterföhring (2. Dublette)	Wärme	11		93	2.341	90	2014
Unterhaching	(Kalina)/Wärme	38	(3,4)	123	3.350	140	2007
Unterschleißheim	Wärme	8		78	1.960	100	2003
Waldkraiburg	Wärme	16		104	2.718	80	2012
22		**290**	**28,8 (36,5)**				

- 22 Projekte (Wärme, Wärme/Strom, Strom)
- Stromerzeugung an 6 Standorten (meist ORC)
- 1 Kalina-Anlage wird stilllgelegt
- 1 Kalina-Anlage seit mehreren Jahren kurz vor Inbetriebnahme

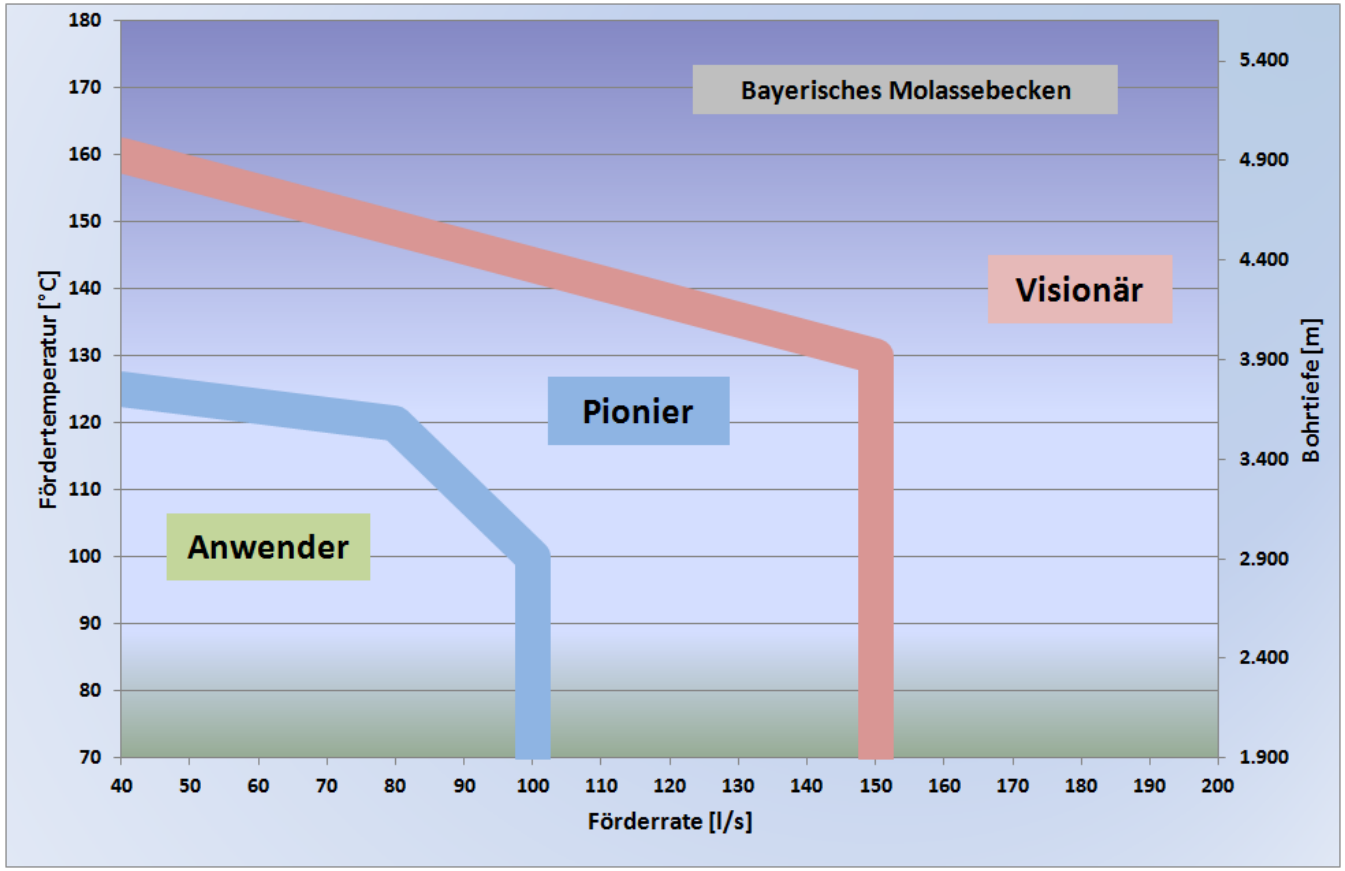
Erwartete Entwicklung:

- Wenige neue Stromprojekte (1 in 2018)
- Massiver Ausbau der Wärmegewinnung im Stadtgebiet München

renerco plan|consult

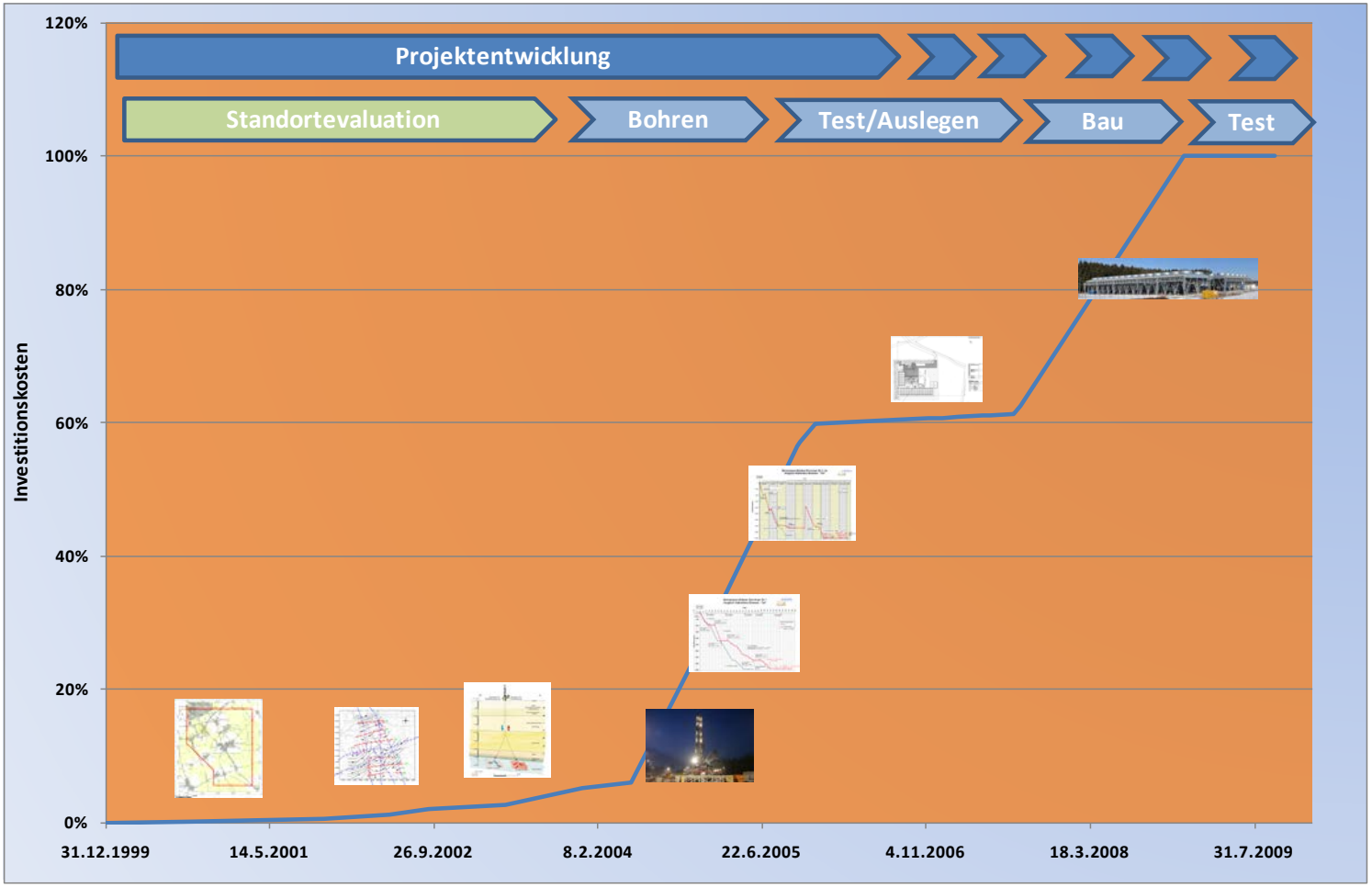
Bewusstseinsbildung: Welche Rolle möchte ich besetzen?

Die ORC-Anlage spielt dabei kaum eine Rolle – (nur) die Geologie und der Thermalwasserchemismus



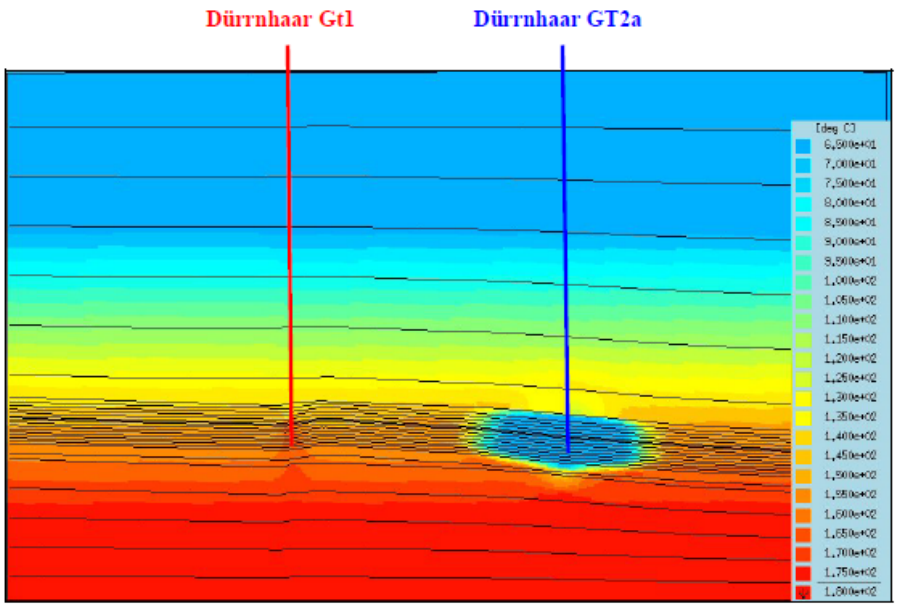
renerco plan|consult

Die Projektphasen eines Geothermieprojektes



renerco plan|consult

Geothermie schafft langfristige Werte mit Optionen



- Ein Geothermieprojekt ist ein Investment auf Jahrzehnte
- Strom <u>und</u> Wärme als Produkt möglich
- Entwicklungsmöglichkeit am Standort

renerco plan|consult

Technische Herausforderung: Systemintegration

4 Module und kein GU…

- Förder- und Reinjektionsbohrung(en)
- Pumpeneinheit: Förder- und ggfls. Reinjektionspumpe
- Thermalwasserkreislauf
- Energieerzeugungseinheit: Fernwärme/Stromerzeugung/Kombination

Integration zu einem funktionsfähigen System

Von Anfang an die Energieerzeugungsanlage im Blick haben!!!

Obertage kann ich tauschen, Untertage bestenfalls „flicken“

Projektlebensdauer ist durch Lebensdauer der Bohrung bestimmt!

- Geplante Förderrate und Pumpeneinbausituation antizipieren
- Deutliche Auslegungsreserve bei Verrohrungsdesign vorsehen

Bohrung schafft mit Hydraulik, Auslegung und Qualität die Grundvoraussetzung!

Ansprüche an den Standort

- **Geologisch geeignet (conditio sine qua non)**
- Ausreichend Platz (ca. 10.000 m^2), vorausschauende Berücksichtigung von
  - Platzbedarf der Energieerzeugungsanlagen
  - Workoverflächen für Bohrungen
- Naturschutzrechtlich geeignet
- Einhaltung von Lärmvorschriften
  - Bei Stromerzeugung min. 400m Abstand von Wohnbebauung (Lärmemission der Rückkühlanlage ist beherrschend)
  - Bei reiner Wärmeerzeugung auch quartiernaher Betrieb möglich
  - Künftige Lärmsituation/lokale Genehmigungsvorgaben muss antizipiert werden

Herausforderung Wasserqualität

Thermalwasser ist kein reines H_2O, sondern kann enthalten z.B.:

- Kalk
- Salze (bis zu etliche 100g/l)
- Gase (z.B. Methan, H_2S)
- Kohlenwasserstoffe

Förderung und Energiegewinnung bedingt massiven Eingriff ins Lösungsgleichgewicht

- Druckänderungen um ggfls. mehrere 100 bar
- Temperaturänderungen um ggfls. mehrere 100 °C

Mögliche Folgen für Thermalwasserkreislauf und Wärmetauscher:

- Entgasung
- Korrosion
- Ausfällungen

Grundlage: Eine vernünftige Brunnenanalytik

Die Grundlage schaffe ich mit:

- Realitätsnahen Pumptests (hinsichtlich Fördermenge und Dauer) und gründlicher Wasseranalytik (was man weiß, ist kalkulierbar, technisch und ökonomisch)
- Gründliches Nutzen regionalen oder übertragbaren nichtregionalen Erfahrungsschatzes

Damit erreiche ich (wahrscheinlich):

- Eine vernünftige hydraulische Dimensionierung
- Passende Werkstoffwahl
- Konstruktive Anpassung des Thermalwasserkreislaufes an die Wasserqualität
- Geeignetes Betriebsregime hinsichtlich Druckhaltung und Temperaturführung

Trotzdem kann es Überraschungen geben!

ORC-Anlage: Geprüfte Technik?

- ORC-Anlagen weltweit in verschiedensten Anwendungen, Größen und Temperaturbereichen erprobt
- Renommierte Hersteller mit sehr unterschiedlichen Vertragsphilosophien
- Turboden (5x in Deutschland), effiziente Anlagen
- ORMAT (2x in Deutschland), Weltmarktführer, preiswert, funktionieren auch am Arsch der Welt
- Viele weitere Anbieter
- ORC funktioniert und kann (häufig) als „black box“ betrachtet werden

- Technische Fortschritte/Preisreduzierung erwartbar: Eher nicht
  - geringe Skaleneffekte
  - thermodynamisch ausgereizter Prozess

Auslegung ORC-Anlage

Thermodynamischer Exkurs

$$Carnot - Wirkungsgrad : \eta = 1 - \frac{T_n}{T_h}$$

$$\left(d.h.\ Abhängigkeit\ von\ Verdampfertemperatur\ und\ Außentemperatur\right)$$

$$Q_{th} \sim \Delta T_{Thermalwasser}$$

$$(d.h.\ Abhängigkeit\ von\ der\ Auskühlung\ des\ Thermalwassers)$$

$$W = \eta \times Q_{th}$$

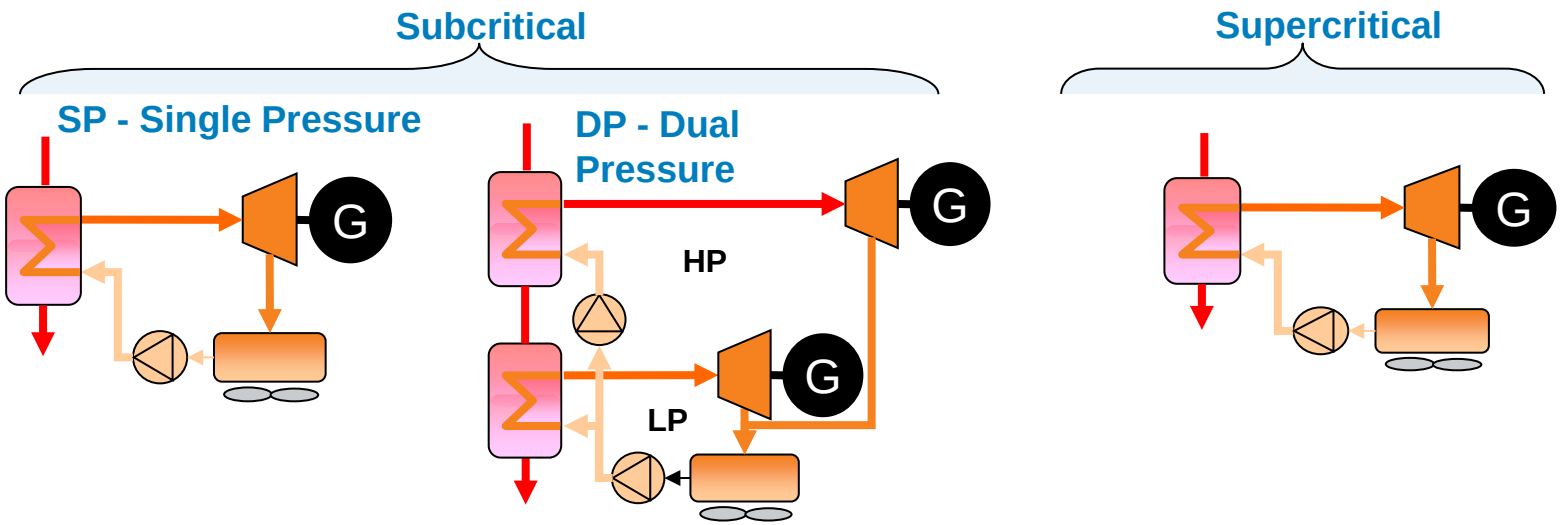
$$\Delta T_{Thermalwasser} \uparrow \quad und \quad T_h \uparrow : gegenläufige\ Ziele$$

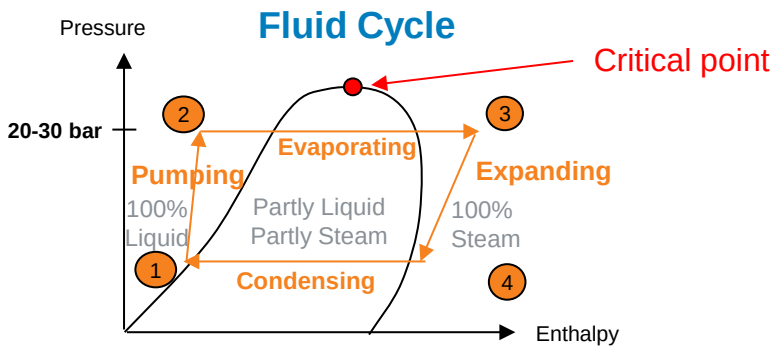
- Nicht der Wirkungsgrad ist entscheidend
- Nicht die verarbeitete Wärmemenge ist entscheidend

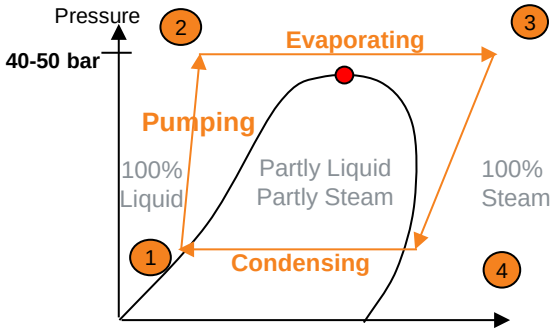
Wichtig ist das **Optimum** aus **genutzter Wärmemenge und Wirkungsgrad**

renerco
plan|consult

Varianten ORC-Prozess

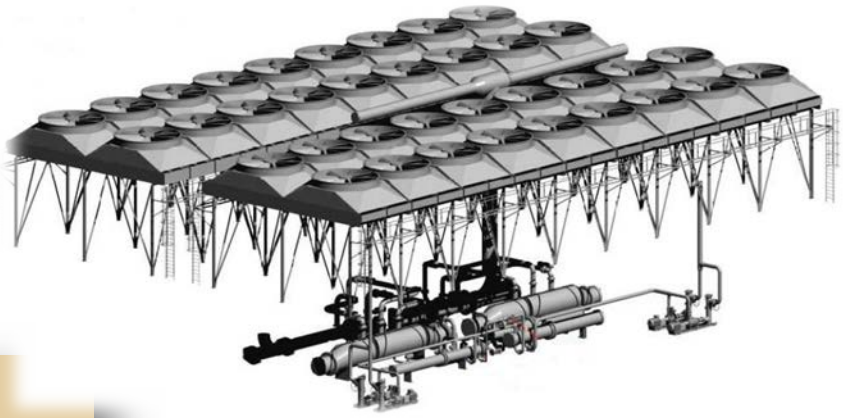


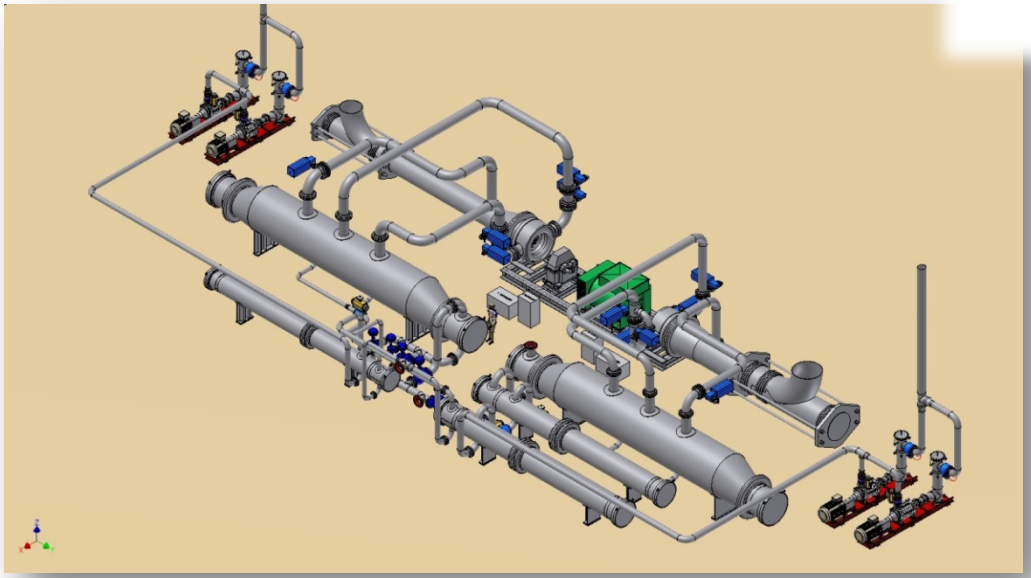




renerco plan|consult

Apparateschema einer 2-stufigen ORC-Anlage





Quelle: Turboden s.r.l.

Luftkondensation versus Nasskühlung

Nasskühlung weist eine Reihe von Nachteilen auf:

- Höhere Investitions- und Betriebskosten
- Hoher Wasserbedarf mit Standortgebundenheit (>> 100.000 t p.a., Abschlämmwasser > 100.000 t p.a.)
- Schwadenbildung
- In gemäßigten und kalten Breiten kein Leistungsgewinn bzw. Leistungsnachteile der Nasskühlung gegenüber der <u>direkten</u> Luftkondensation

→ Geothermie-ORC-Anlagen sind fast ausschließlich mit Luftkondensatoren realisiert

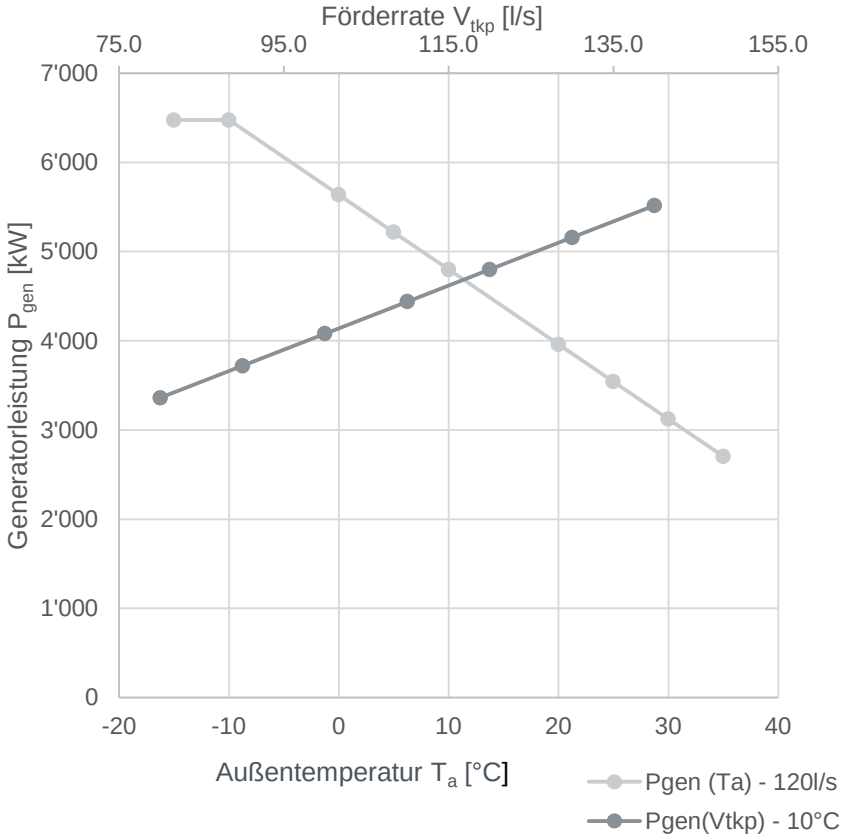
renerco plan|consult

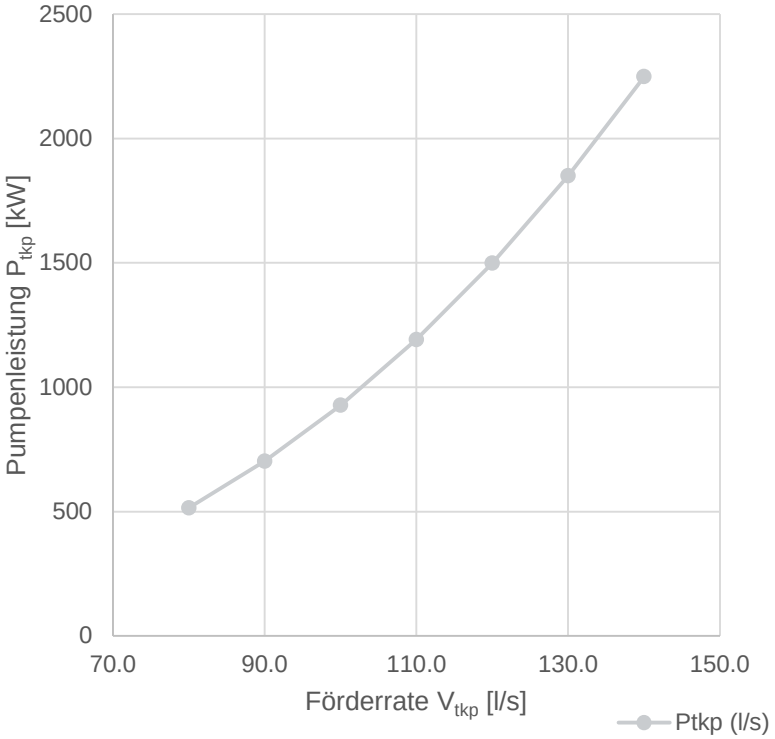
Entscheidungskriterien bei der Wahl einer ORC-Anlage

- technische Daten
  - Höhe der (Jahres)-Energieerzeugung
  - Höhe des (Jahres)-Eigenbedarfs
- Korrekturkurven für Anlagenleistung
  - Bezüglich Außentemperatur (hohe Empfindlichkeit!)
  - Teillast
  - Thermalwassertemperatur
- Akzeptanz Arbeitsfluid (GWP, Explosivität, Wassergefährdung)
- Möglichkeit einer Wärmeauskopplung im ORC
- Preis
- Betriebskosten
- Betreiberkonzept
- Referenzen

Wie findet man die optimale Förderrate?

Generatorleistung und Pumpenleistung (Verbrauch) sind abhängig von Förderrate





renerco plan|consult

Förderrate: Energetische Optimierung

Förderrate zu optimieren nach:

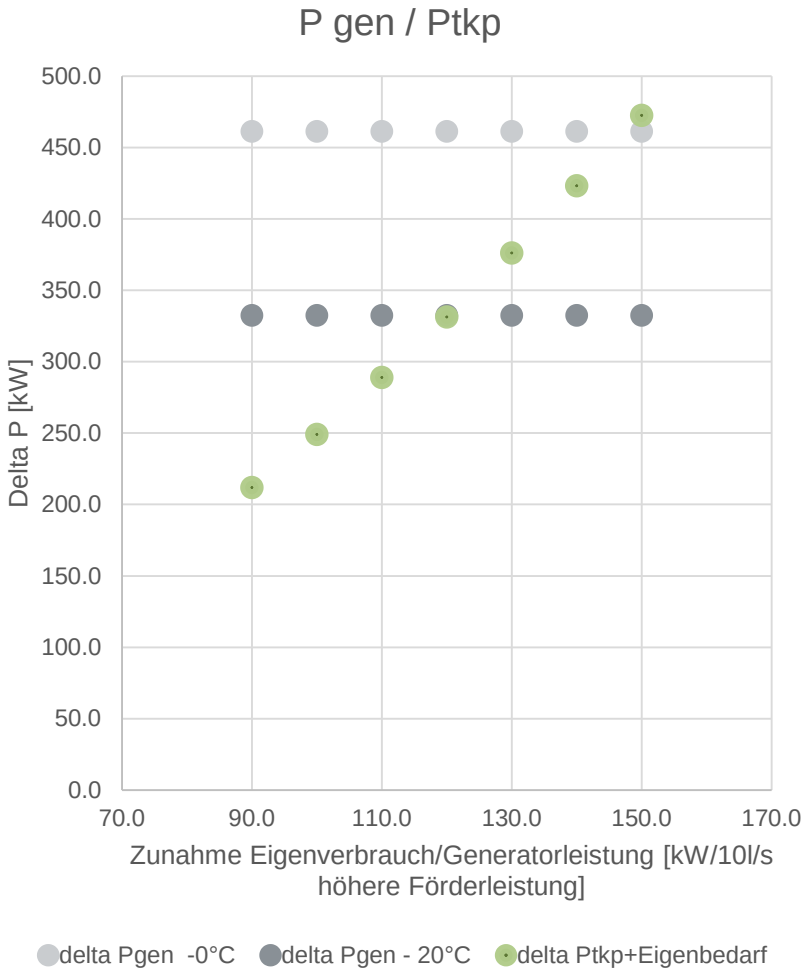
$$\Delta Pgen\left(\frac{l}{s}\right) \geq \Delta Ptkp\left(\frac{l}{s}\right) + \Delta Peigen\left(\frac{l}{s}\right)$$

Beispiel:

Bei T_a=0°C
$V_{tkp} \geq$ **149,8 l/s**

Bei T_a=20°C
$V_{tkp} \geq$ **128,9 l/s**

Betrachtung wird komplexer, wenn parallel Wärmeauskopplung geplant wird (reduzierte Stromerzeugung im Winter)



renerco plan|consult

Förderrate: Wirtschaftliche Optimierung

Förderrate zu optimieren nach:

$$\Delta€gen\left(\frac{l}{s}\right) \geq \Delta€tkp\left(\frac{l}{s}\right) + \Delta€eigen\left(\frac{l}{s}\right)$$

Unterschiedlich hohe Einspeisevergütung und Strombezugspreis führen zu anderen Grenzwerte für den optimalen Betriebspunkt.

Beispiel:

Einspeisevergütung: 0,25 €/kWh

Strombezugskosten: 0,125 €/kWh

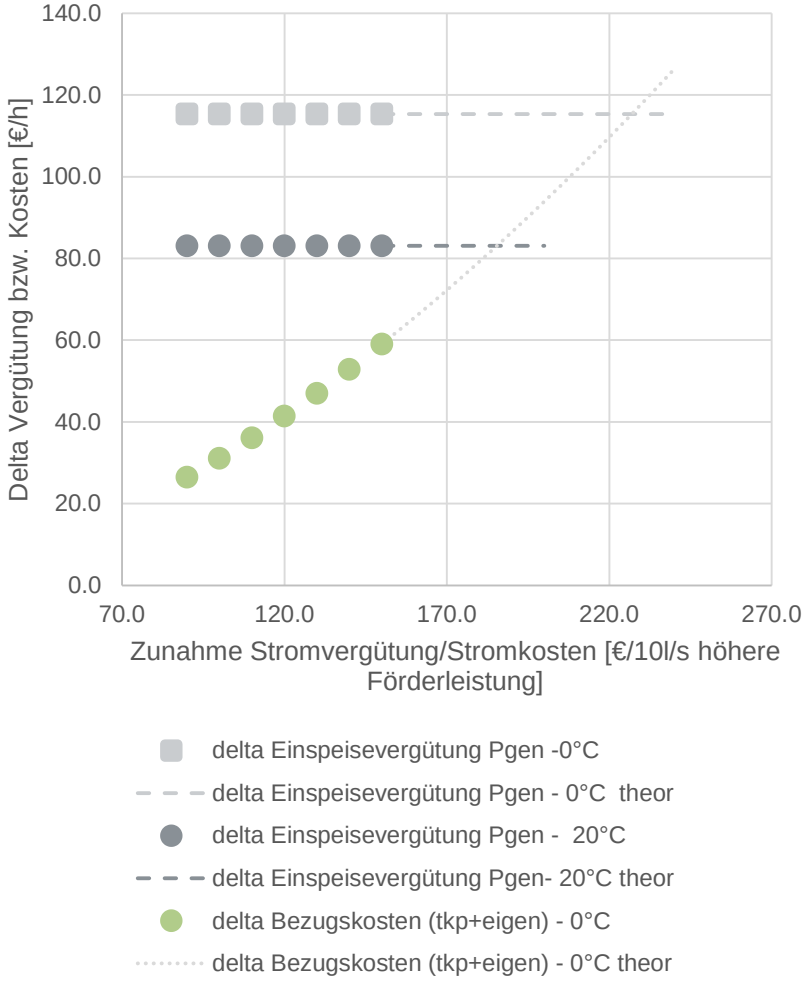
Bei T_a=0°C

$V_{tkp} \geq$ **229,8 l/s**

Bei Ta=20°C

$V_{tkp} \geq$ **189,6 l/s**

Erhöhte Komplexität bei Betrachtung einer Strompreisentwicklung!



renerco plan|consult

Stromerzeugung versus Wärmeerzeugung

130 l/s bei 138 °C erzeugen:

- 5,5 MW el. Leistung

Dafür benötigt man außerdem:

- 0,5 MW Eigenbedarf KW
- 1,8 MW Eigenbedarf Pumpe

Energienutzung geoth. Stromerzeugung in Bayern: um 7%

Zum Vergleich: in moderner GuD-Anlage (ohne KWK): 60%

130 l/s bei 138°C entsprechen:

- nahezu 45 MW Heizleistung

Dafür benötigt man außerdem:

- 1,8 MW Eigenbedarf Pumpe

Energieeinsatz vergleichbar mit konventionellen Kesselanlagen, jedoch (weitgehend frei) von fossilen Emissionen

Der Schlüssel: Kaskadennutzung Thermalwasser

- Einsatz höherenthalpiger Wärme für Stromerzeugung
- Auskoppelung von Wärme auf anwendungsgerechtem Temperaturniveau

Beispiel: 138°C Thermalwassertemperatur

- 138-100°C: Prozesswärme (Dampf), Auskoppelung vor Stromerzeugung
- 100-75°C: Fernwärme, Auskoppelung nach Dampferzeuger
- < 70°C: Niedertemperaturwärme (z.B. Gewächshäuser), Auskopplung vor Reinjektion

- „quasi-KWK“ mit unterproportionaler Reduzierung der Stromerzeugung über große Wärmelastbereiche möglich

➡ erhebliche Senkung der Stromsubstitutionskosten

renerco
plan|consult

Betrieb

Erfahrung in Deutschland zeigt, dass der Anlagenbetrieb noch keine Routine darstellt:

- Systemintegration
- Zustandsorientierte Wartung
- Pumpentechnik
- Scalingproblematik (im Vorlauf der Anlagen in Bayern, im Nachlauf der Anlagen im Oberrheingraben)
- Seismisches Monitoring

Probleme betreffen insbesondere höhere Temperaturbereiche/höhere Fördervolumina.

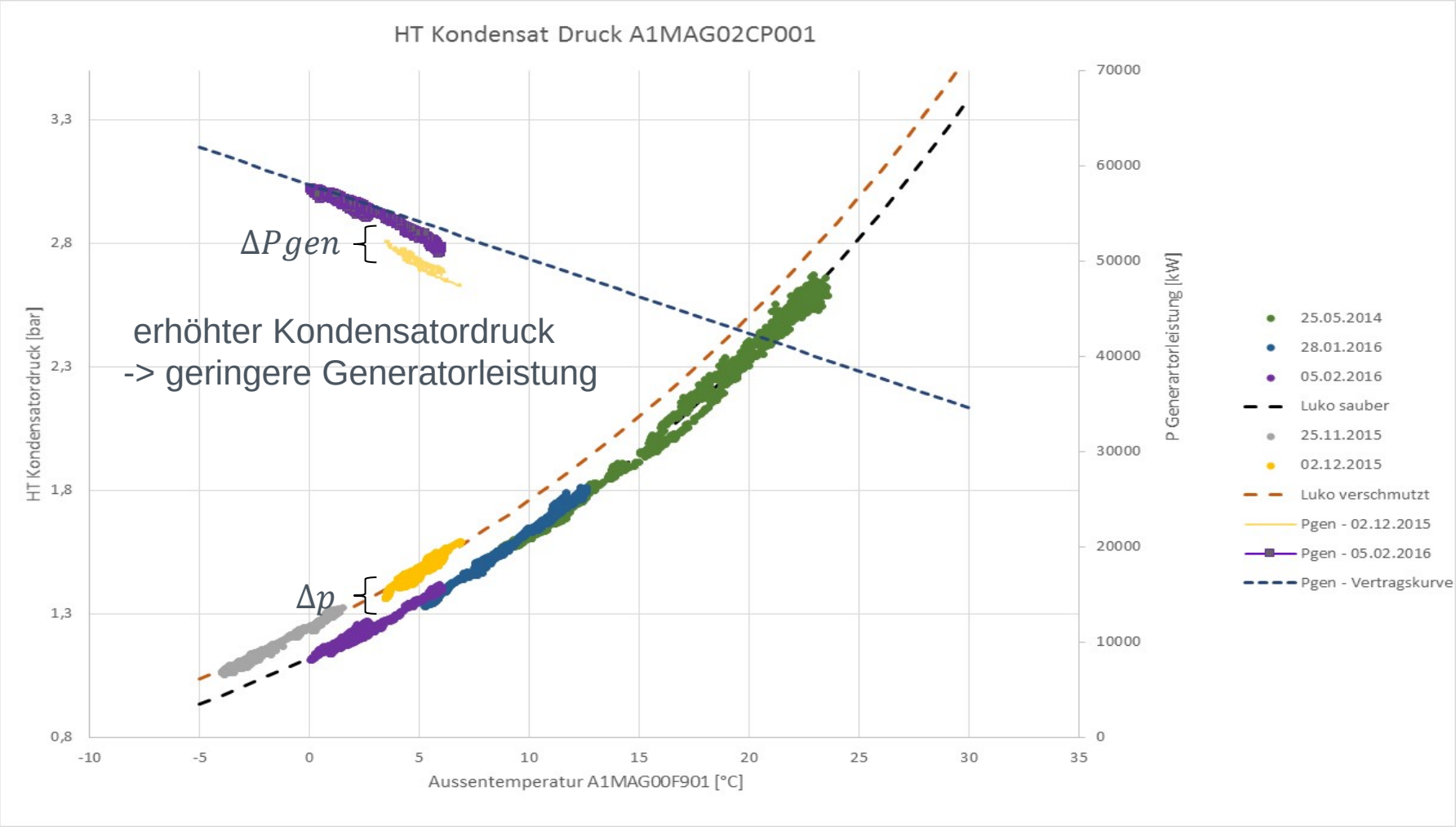
Entwicklungsphase verlängert sich in die Betriebsphase zur langfristigen Optimierung des Anlagenbetriebs.

Projektentwicklung insbesondere zur Entwicklung eines erweiterten Abnehmerpotentials (Wärmeabsatz) erforderlich.

Zustandsorientierte Wartung: Beispiel Reinigung Luftkondensator

renerco plan|consult

Verschmutzung Luftkondensator

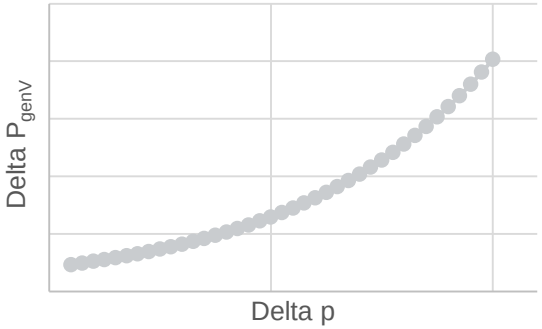


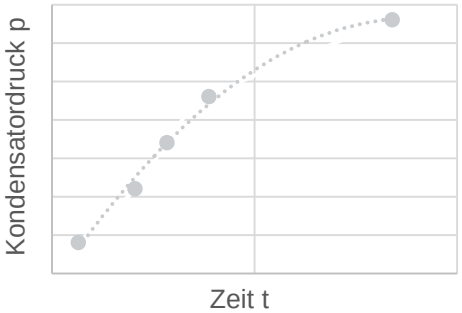
renerco plan|consult

Reinigungszeitpunkt Luftkondensator

Bestimmung Verlust Generatorleistung ΔP_{genV} :

anlagenspezifisch $\Delta P_{genV} = f(p)\ und\ p = f(t)$





Bestimmung Zeitpunkt der Reinigung

$$\int_{t=0}^{Zeitpunkt\ Reinigung} \Delta P_{genV} \cdot t\ \ dt = \frac{Kosten\ Reinigung}{Vergütung\ Strom}$$

renerco plan|consult

Molassebecken: Scalingproblematik

- Thermalwasser enthält gelöste Inhaltsstoffe wie Calcium, Eisen, Kupfer und Sulfid
- Verschiebung Löslichkeitsgleichgewicht durch Druck- und Temperaturveränderung während der Förderung

➡ Ausfällung / Ablagerung von Feststoffen in Tauchkreiselpumpe und Steigleitungen und obertägigem Thermalwasserkreislauf

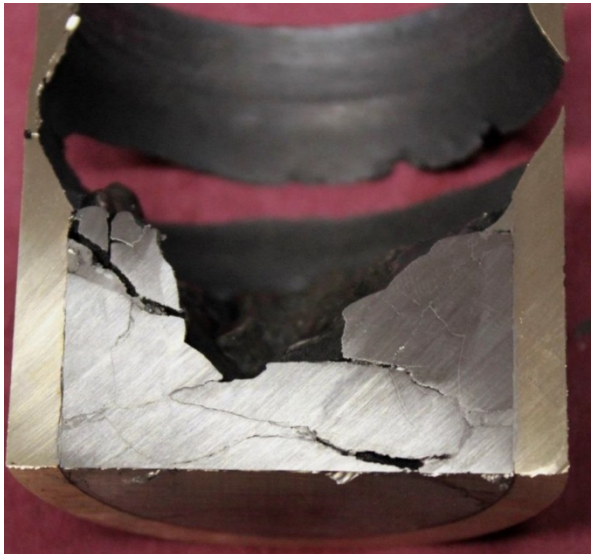
renerco plan|consult

Scaling Untertage: Lagerschäden der Förderpumpen

Auswirkungen von Scaling auf die Pumpenhydraulik:

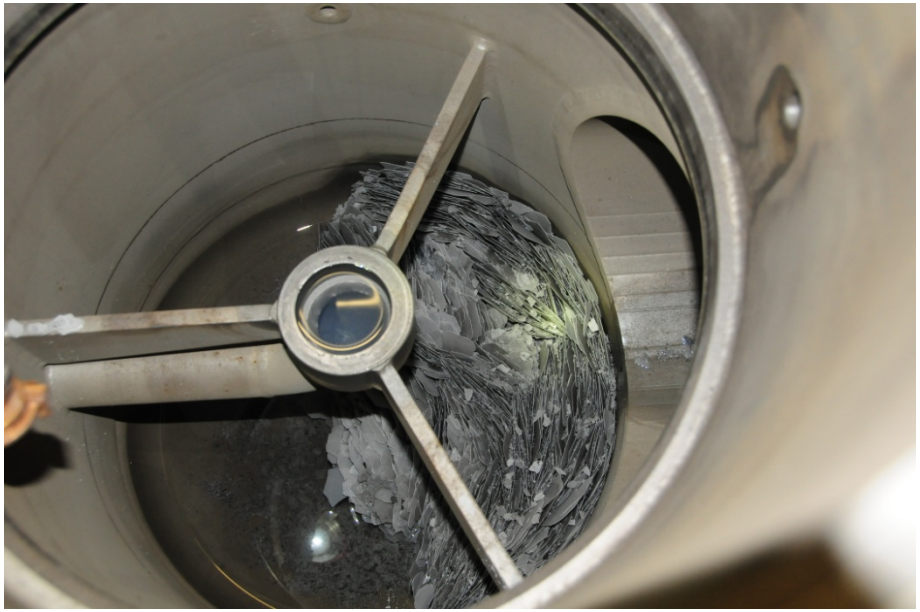
- erhöhte Reibung durch enger werdenden Lagerspalt
- keine ausreichende Kühlung/Schmierung
- Materialverformung/-versagen

Ausfall von ca. 10 Pumpen nach wenigen Wochen Betrieb in verschiedenen Projekten



Scaling - Obertage

- von Steigleitung / Rohrleitungen abgeplatzte Scaling-Partikel werden in obertägige Anlage eingetragen
- Ansammlung / Verklumpung in Rohrleitungen, Filtern, Klappen und Wärmetauschern
- lokale Bildung auf Filterkerzen



renerco plan|consult

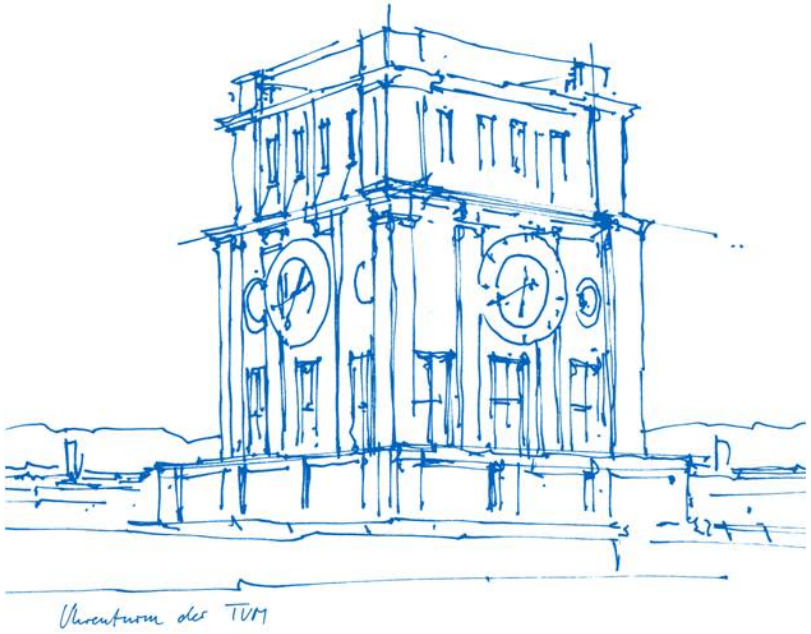
Diverse Probleme führen zu…

Geothermie-Allianz Bayern - Forschung zur Stärkung der Tiefengeothermie

Projektleitung: Dr. Katharina Aubele

Munich School of Engineering

Technische Universität München



www.mse.tum.de/gab/
gab@mse.tum.de
+49 (089) 289 10 6 41

Rahmenbedingungen

„Die Forschungsaktivitäten in Bayern für Tiefengeothermie sollen **gebündelt** und **ausgebaut** werden. Es sollen **ganzheitlich** alle Forschungsfragen von der Erschließung bis zur energetischen Nutzung und Speicherung aufgegriffen werden, wofür gegebenenfalls ein eigenes Institut gegründet werden soll, das zugleich als **Kompetenzzentrum für Geothermie** fungiert.“ (Bayerisches Energiekonzept „Energie Innovativ“, 2011)

„Die Hochschulen und Forschungseinrichtungen sollen in dieser **bayerischen Geothermie-Allianz** fest eingebunden sein.“ (Pressemitteilung der bayerischen Staatsregierung vom 26.11.2012)

Laufzeit: 01.01.2016 – 31.12.2019

FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

UNIVERSITÄT BAYREUTH

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst

Partneruniversitäten

Technische Universität München:
Expertise im Bereich Geothermie ist an über einem Dutzend Lehrstühlen zu finden. Außerdem übernimmt die Projektleitung an der Munich School of Engineering die Projektkoordination, Vernetzung der Partner intern und extern, den Wissenstransfer in die Öffentlichkeit und zu anderen Forschungseinrichtungen und vieles mehr.

Geothermieanlagenbetreiber und Behörden sind über Datenaustausch und Kooperation angebunden. Zudem bietet die Geothermie-Allianz Bayern eine Plattform zum Austausch und zur Vernetzung.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg:
Der EnergieCampus Nürnberg vernetzt die Fakultäten im Bereich „Energie, Umwelt und Klima“
Breite, interdisziplinäre Expertise im Bereich Tiefengeothermie von Exploration und Reservoiranalyse bis hin zu Energiewirtschaft und Umweltrecht.

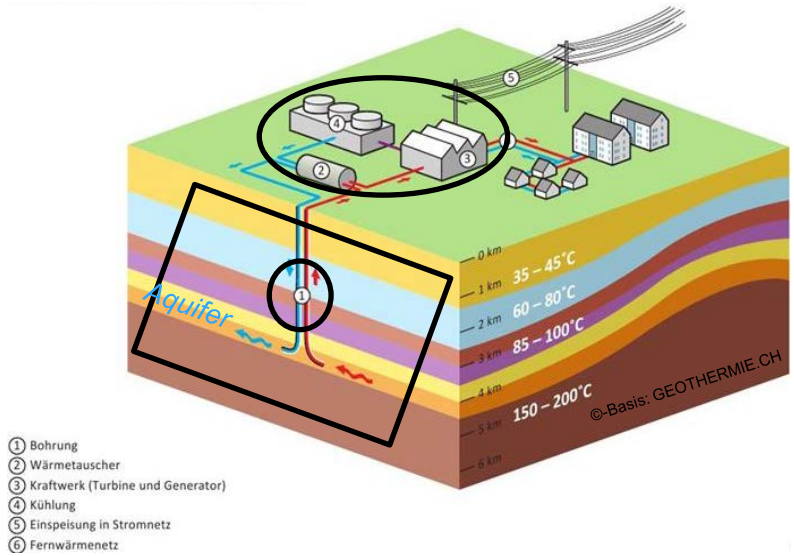
Universität Bayreuth:
Mit dem Zentrum für Energietechnik (ZET) werden die Bereiche Erzeugung, Übertragung, Speicherung und Nutzung von Energie vernetzt.

Gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst

Forschungsprojekte

1. Reservoircharakterisierung
2. Thermalwasserkreislauf: Scalingbildung & Thermalwasserpumpe
3. Effiziente und flexible Kraftwerke
4. Monitoring
5. Petrotherm
6. Studiengang GeoThermie/GeoEnergie



FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

UNIVERSITÄT BAYREUTH

Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst

„Münchner Betreibertreffen“

Anfangssituation

- Misstrauen zwischen den Betreibern, gefühlte Konkurrenzsituation

Desperate Entwicklung der Scalingproblematik

- Pumpenschäden, „freche“ Pumpenlieferanten, Scalingproblematik im Thermalwasserkreislauf bewirken Umdenken
- Bewusstseinsbildung, dass Betreiber nicht in Konkurrenz stehen (territoriale Sicherheit)

Installieren eines regelmäßigen Betreibertrefffens

- Austausch zu Problemfeldern (technisch, Lieferanten, Genehmigungsbehörden)
- Entwicklung abgestimmter Strategien
- Unterstützung bei techn. Problemen (Stellung von Ersatzteilen, etc.)
- Bündelung der Einkaufsmacht (Pumpenlieferanten)
- Gemeinsame Strategien zu Inhibitorversuchen, Inhibitorgenehmigung

- Teilnahme auf Betreiberkreis beschränkt, keine „Spaß“-Zuhörer und Wissensabschöpfer

Scaling – Untertage: technische Lösungen

Konstruktive Modifikationen der Pumpenhydraulik:

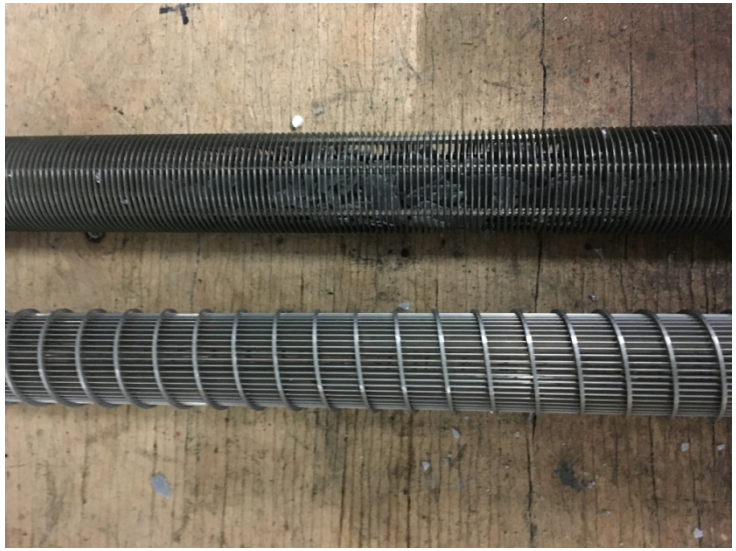
- Anpassung Materialwahl der Gleitlager
- Anpassung Materialkombinationen (Vermeidung Lötbrüche)
- Verbesserung der Lagerschmierung (Thermalwasser) durch spiralförmige Nuten in den Lagern der Pumpstufen

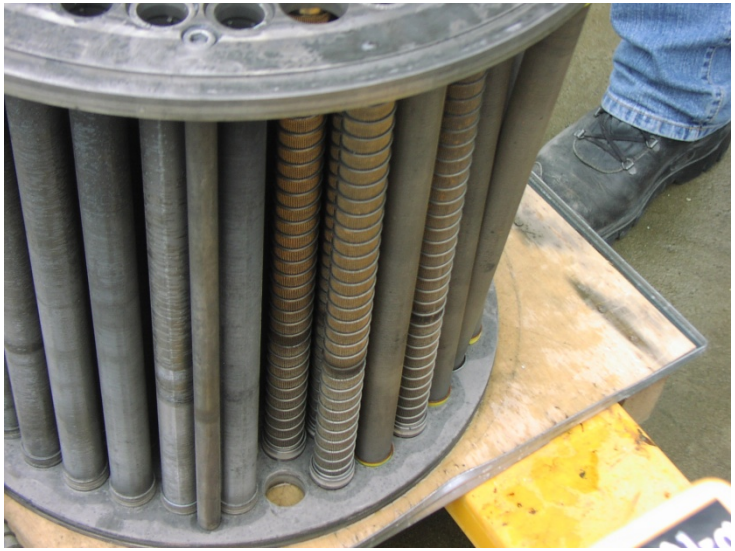
Seit Ende 2014 wurden keine diesbezüglichen Lagerschäden mehr verzeichnet.

Scaling – Obertage: technische Lösungen

Maßnahmen zur Optimierung des Betriebsablaufs:

- zusätzliche Spülreinigungsöffnungen im obertägigen Kreislauf
- Schwerkraftabscheider vor gefährdeten Apparaten (Filteranlage, Verdampfer)
- Anpassung der Filterkerzen (Material, Bauform, Spaltweite)





Einsatz von Inhibitoren: ganzheitliche Lösung

präventive Verhinderung der Scalingbildung:

- Zugabe geeigneter Substanzen (Komplexbildner)→ stärkere Bindung gelöster Mineralien
- Einsatz für Injektionsbohrung möglich, um Ausfällungen im abgekühlten Wasser zu vermeiden
- Weltweit werden Inhibitoren seit Jahren erfolgreich in der Geothermie eingesetzt

Derzeit in Bayern nicht genehmigungsfähig: „Grundwasserschutz“

Betreiberallianz erreicht nach langwierigen Verhandlungen mit den Behörden Pilotversuche mit Aussicht auf mittelfristige Zulassung von Inhibitoren

Geothermie: Goldquelle oder Höllenschlund?

Versuch eines Fazits:

- Geothermie funktioniert technisch seit Jahrzehnten
- Allerdings sind die ökonomischen Rahmenbedingungen nicht immer risikoadäquat
- Ein Investment erfordert sorgfältige Vorbereitung, die beste Vorbereitung ist die fachmännische Bewertung der **regionalen** Gegebenheiten
- Obertagetechnik funktioniert, wenn entsprechend Thermalwasserqualität ausgelegt wird
- ORC stellt keine wirkliche Herausforderung dar
- **Die Herausforderung liegt vor allem darin, von Anfang an das geplante Gesamtsystem im Auge zu behalten**
- Langfrist-Chancen (Nutzungsdauer, wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten) oft unterbewertet

Subsumierend:

- Als Investor sollte man einen gewissen Entertainmentfaktor bei der Projektentwicklung zu schätzen wissen

renerco
plan|consult

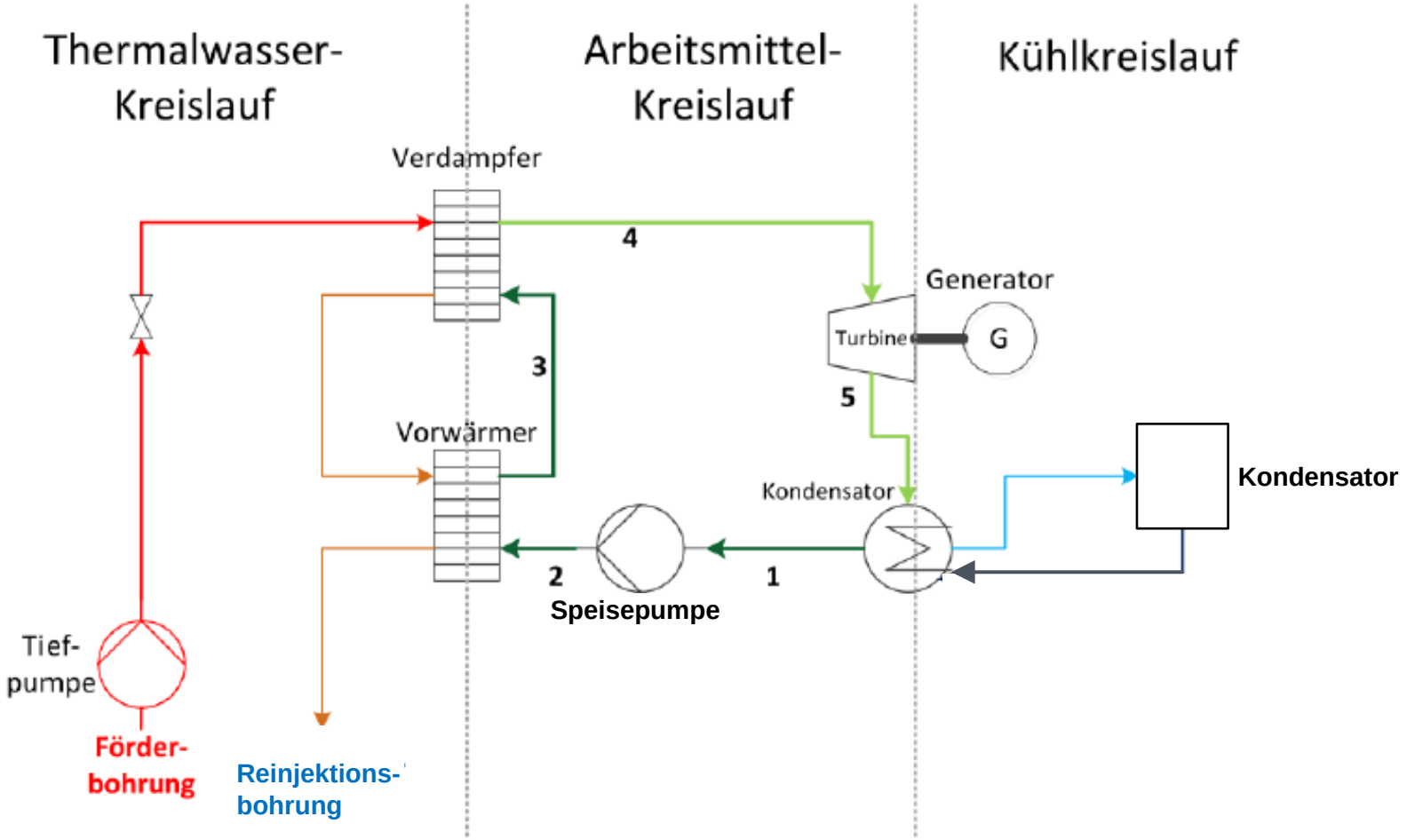
renerco
plan|consult

renerco plan consult GmbH
Ganghoferstr. 66
80339 München

Telefon: 089 383932-147
Telefax: 089 383932-32

info@renerco.com
www.renercoplanconsult.com

Grundlagen Geothermie - Obertage



renerco
plan|consult

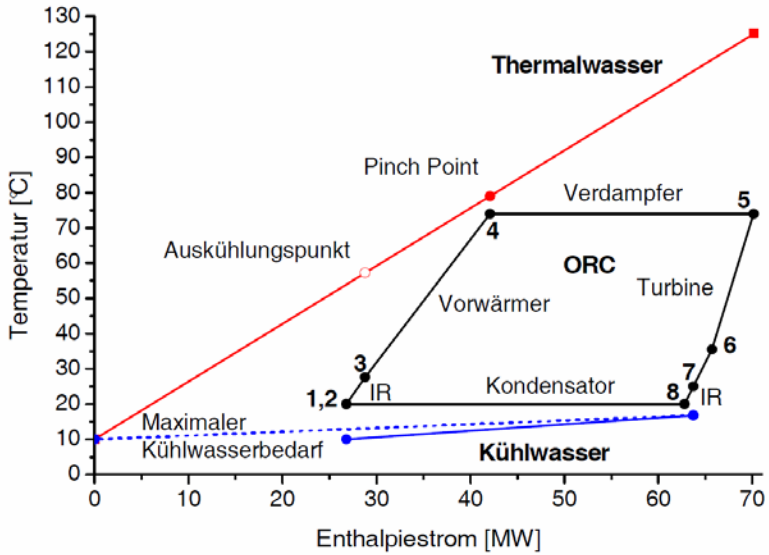
Unsere Dienstleistungen

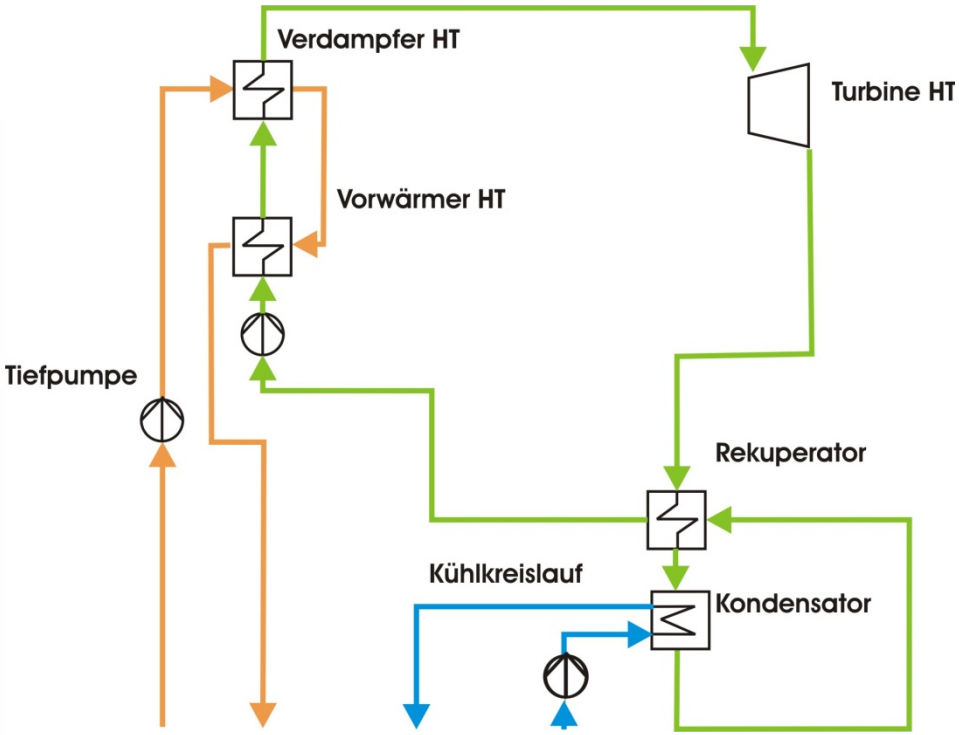
In allen Phasen eines Geothermieprojekts:

- Machbarkeitsstudien
- Standortidentifikation
- Technische Konzeption
- Projektsteuerung und -management
- Genehmigungserstellung und -management
- Bauüberwachung
- Due-Diligence-Gutachten

renerco plan|consult

Einstufiger ORC



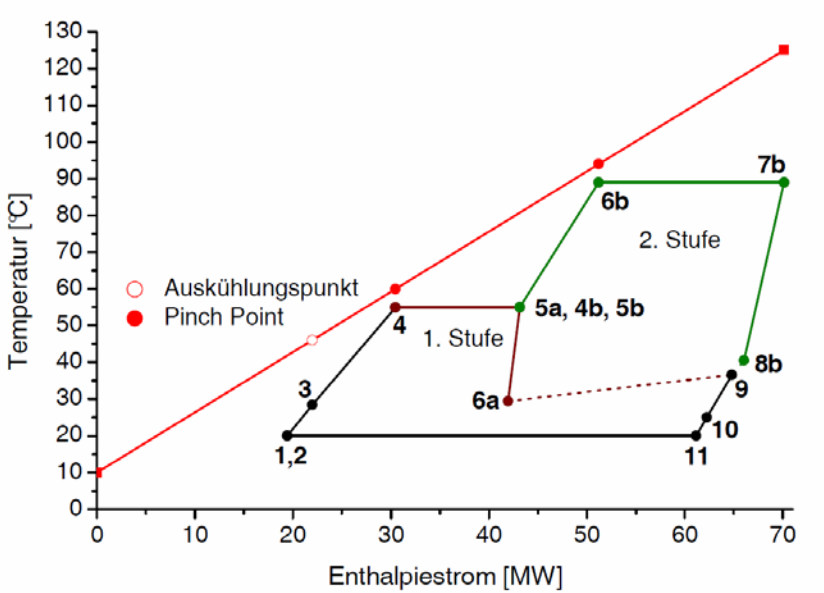


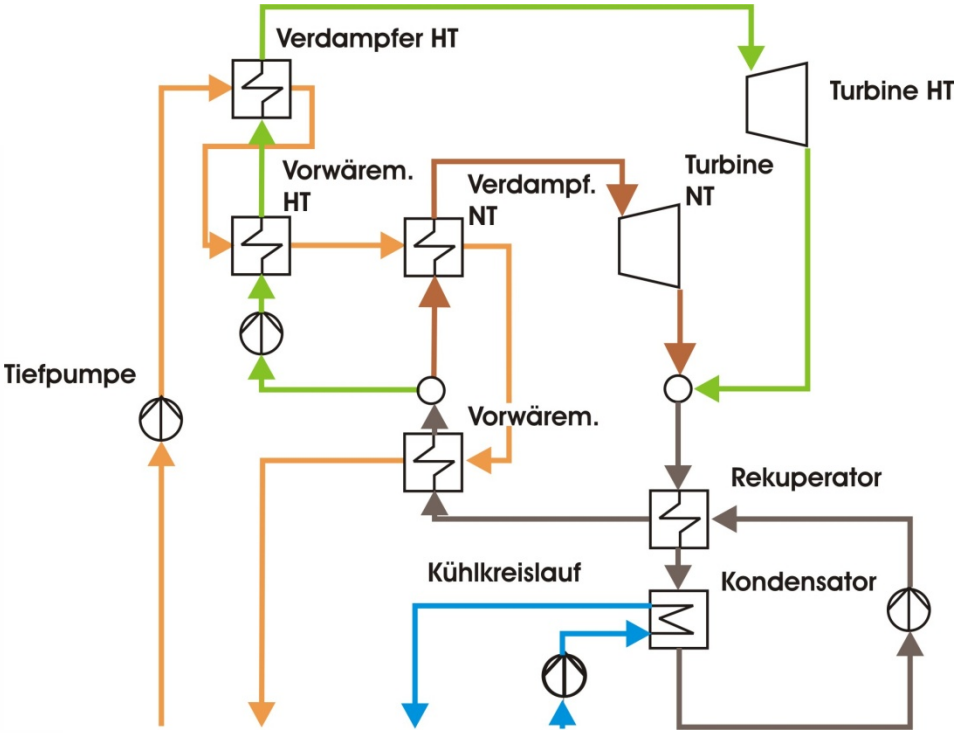
renerco
plan|consult

Zweistufiger ORC

Hochdruck- und Niederdruckkreislauf

Optimierte Wärmeausnutzung





renerco plan|consult

Thermalwasserpumpen. Herausforderung?

In über 500 Geothermieprojekten weltweit wird Thermalwasser gefördert. Unspektakulär.

In Bayern gibt es in einigen Projekte (mit den weltweit tiefsten und leistungsstärksten Geothermiebohrungen) erhebliche Probleme mit der Lebensdauer der Förderpumpen (> 40 Pumpenschäden in 5 Jahren).

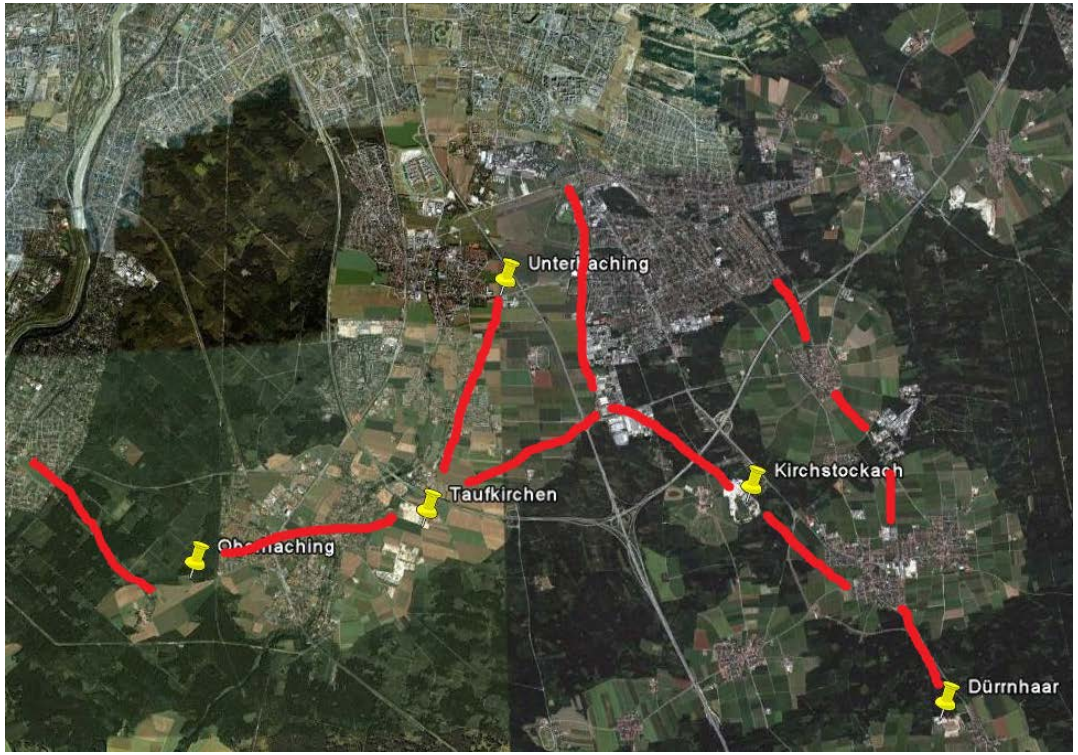
Eine nüchterne Betrachtung dieses für Einzelne ernsthaften Problems:

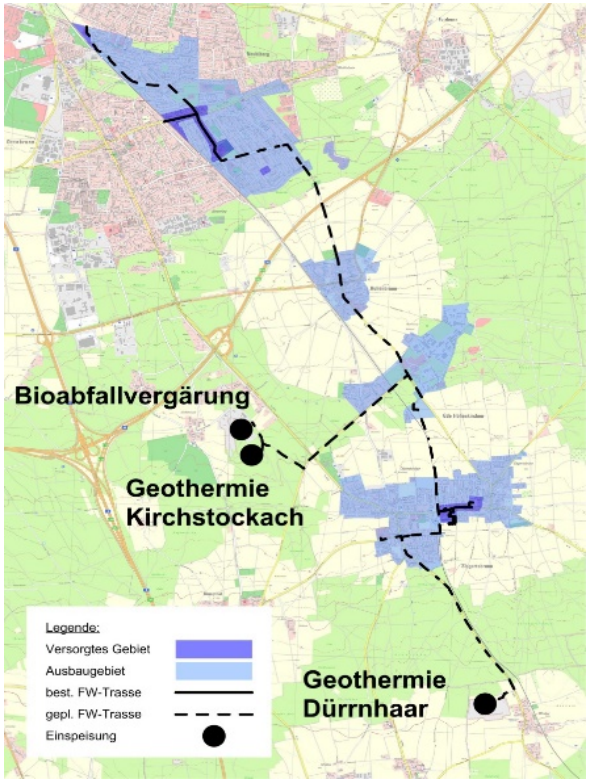
- Keinerlei Probleme bei flacheren Bohrungen (Temperaturbereich bis 105 °C)
- 2/3 der Schäden sind Probleme beim Upscaling von Pumpen oder schlichter Pfusch
- 1/3 beruhen auf einer (unerwarteten) Eigenheit des lokalen Thermalwassers (Kalkausfällungen), die die Gleitlager der Pumpe schädigen. Dieses Problem konnte konstruktiv erheblich reduziert werden.

Entscheidend ist: Man schaue sich die <u>regionale</u> Situation <u>im Detail</u> an.

Vom Strom zur Wärme

Weiterentwicklung der Geothermiekraftwerke Dürrnhaar und Kirchstockach





renerco
plan|consult