Geothermiekraftwerk Bruchsal
Aktuelle Ergebnisse

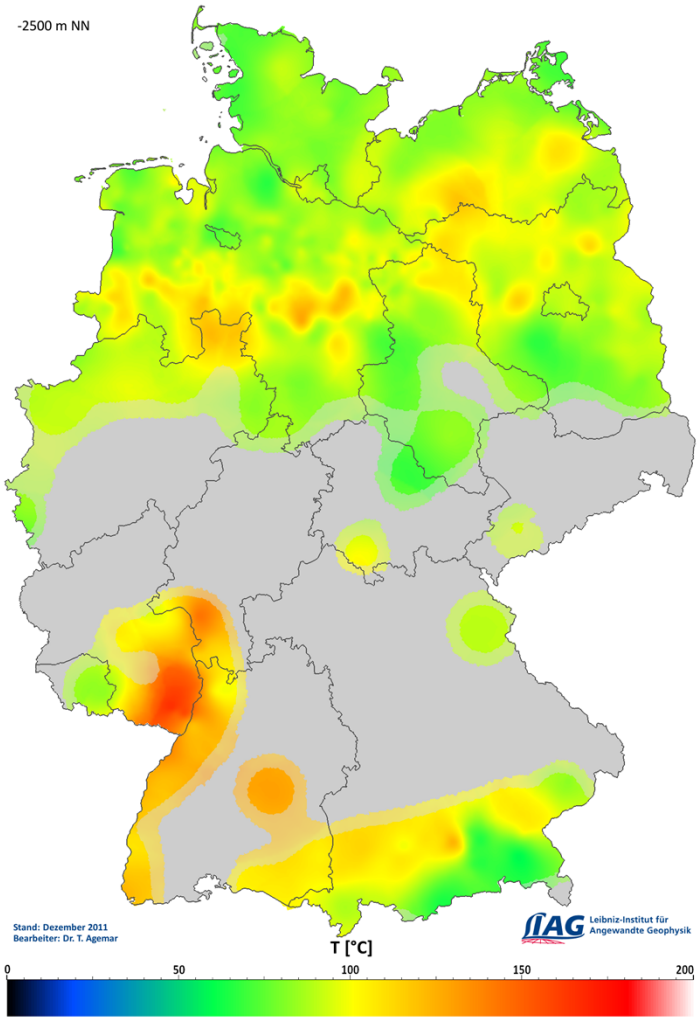
DGK2013, Essen
11. November 2013

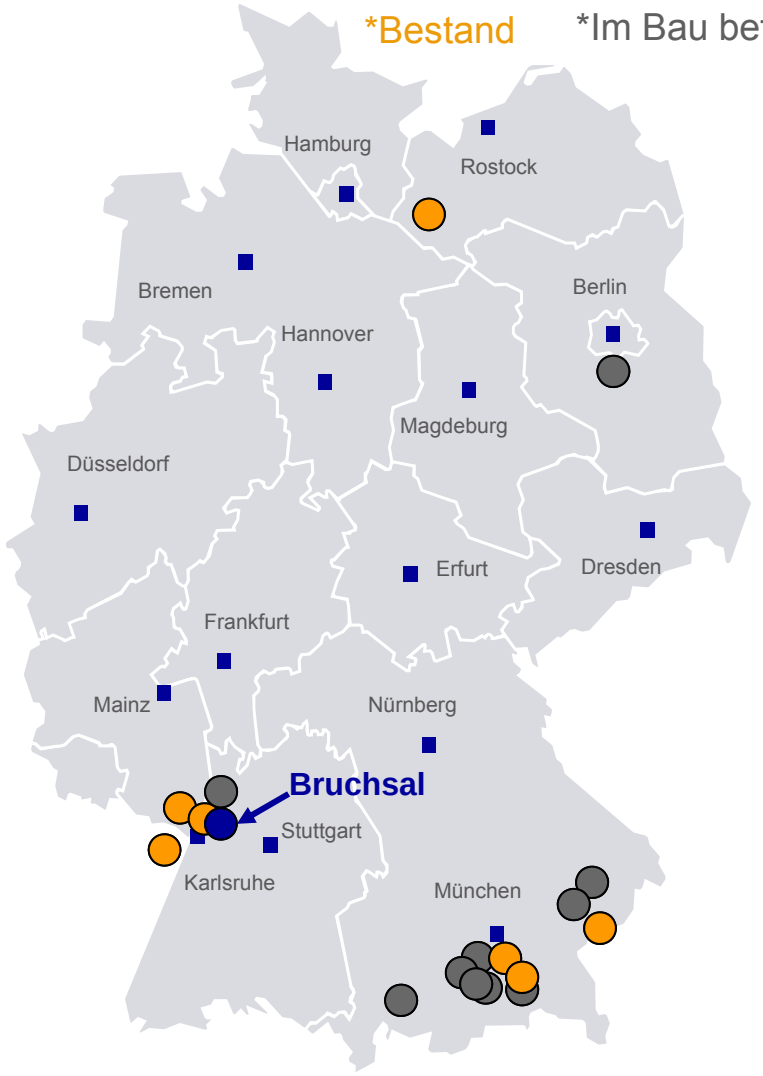
R. Ottenschläger, H. Mergner, C. Freudenmann & T. Kölbel
Forschung und Innovation
EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Energie
braucht Impulse

Geothermische Stromerzeugung in Deutschland

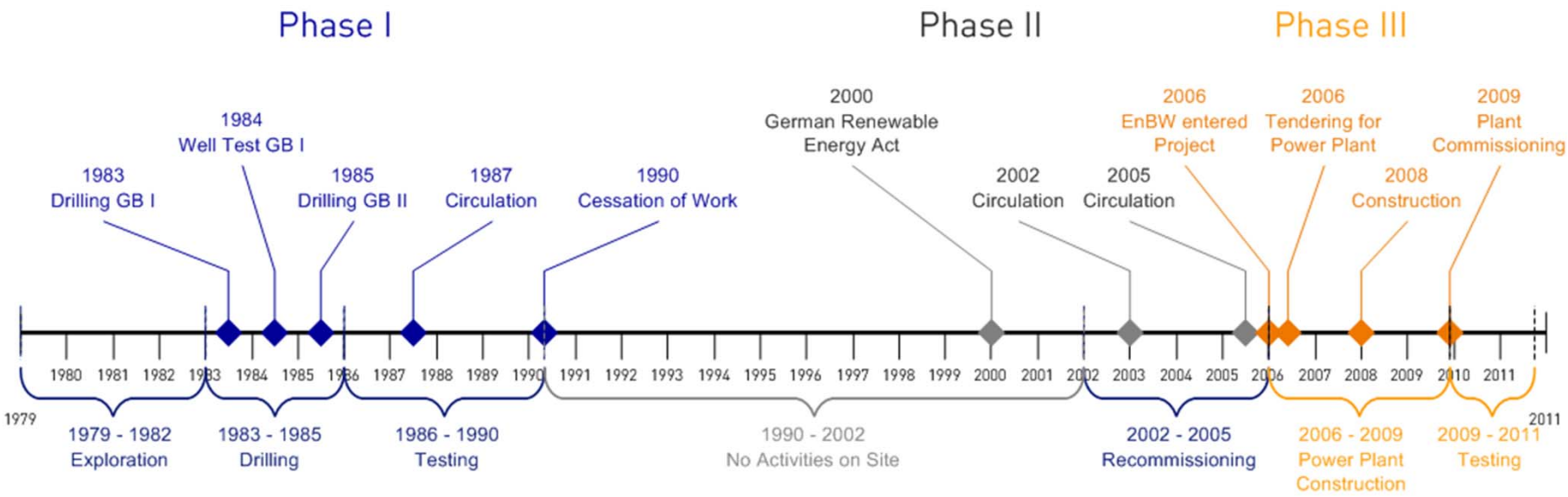
Überwiegend im Süden und Südwesten





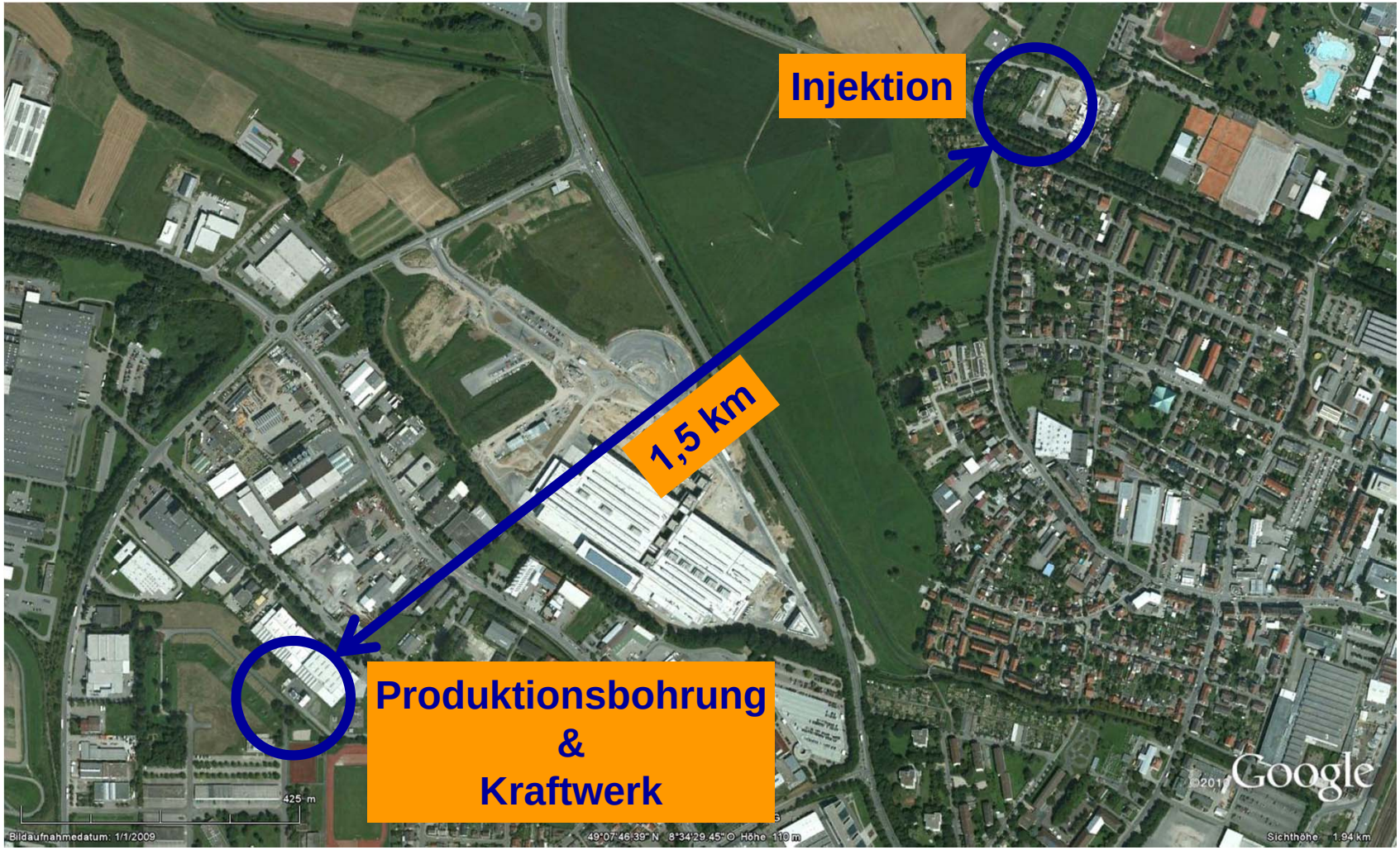
Was lange währt…

Von Wärme zu Strom – Projekthistorie Bruchsal



Bohrungsanordnung

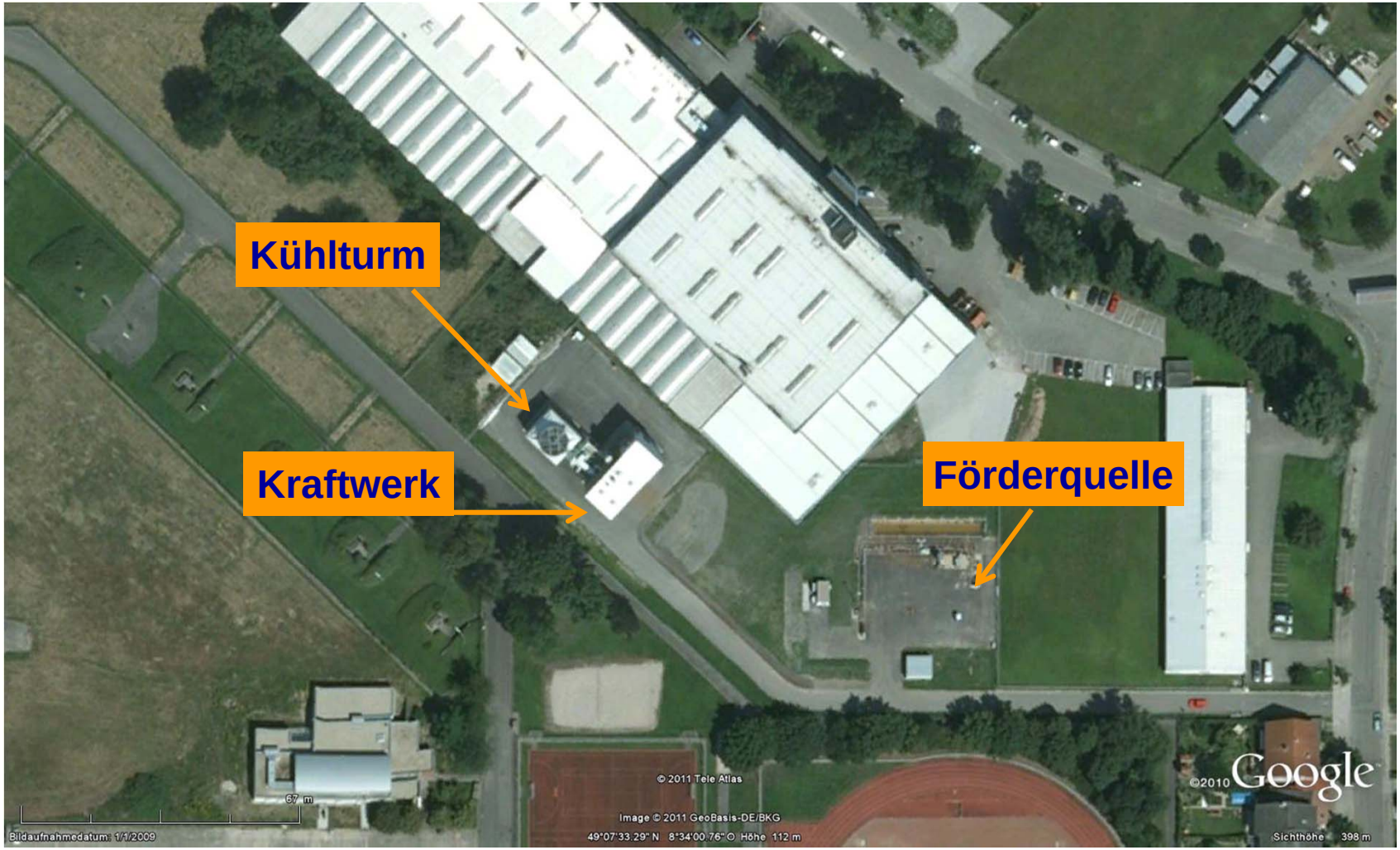
Förder- & Injektionsbohrung durch obertägige Leitung verbunden



Ref.: Google Maps 2011

Kraftwerk & Erzeugung

Marginaler Flächenbedarf



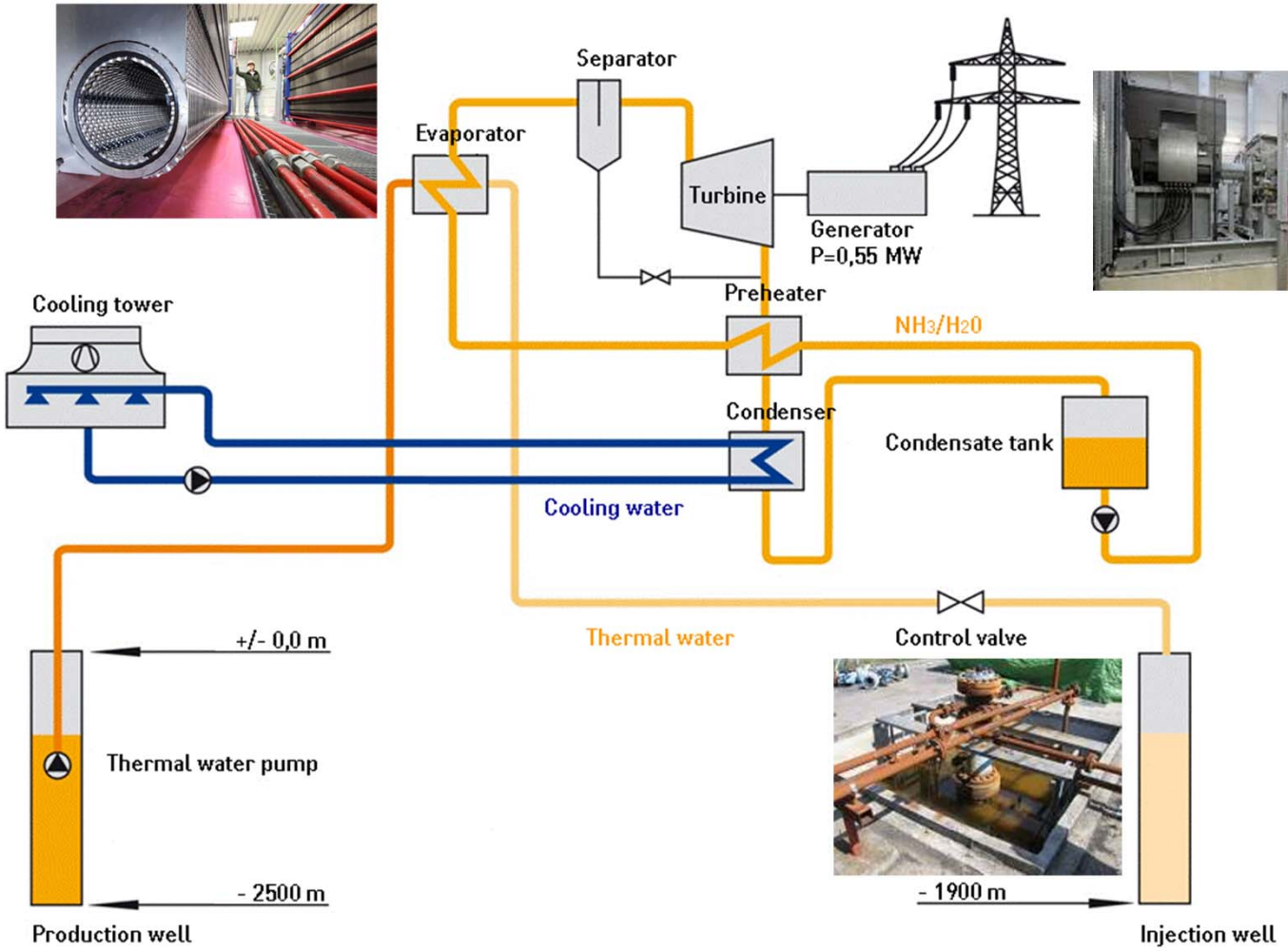
Ref.: Google Maps 2011

Obertägige Einrichtungen

Maschinenhalle reduziert Lärmemissionen

Prozessschema

Kalina-Kreislauf



Auslegungsdaten

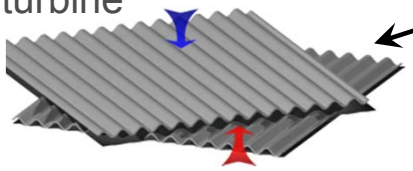
Thermische & Kraftwerksseitig

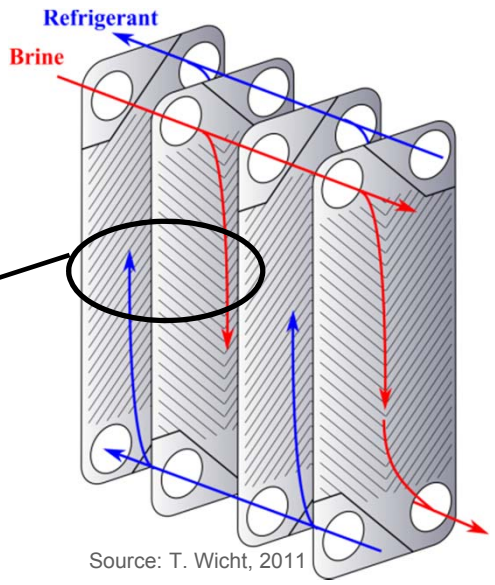
Thermalwasser

- Fördermenge: 24 l/s
- Vorlauftemperatur: 123 °C
- Rücklauftemperatur: 60 °C
- Thermische Leistung: 5.500 kW

Komponenten der Kalinaanlage

- Arbeitsmedium: Ammoniak/Wasser
- Kühlturm: Nasskühlturm
- Wärmeübertrager: Plattenwärmeübertrager
- Turbine: einstufige Radialturbine





Source: T. Wicht, 2011

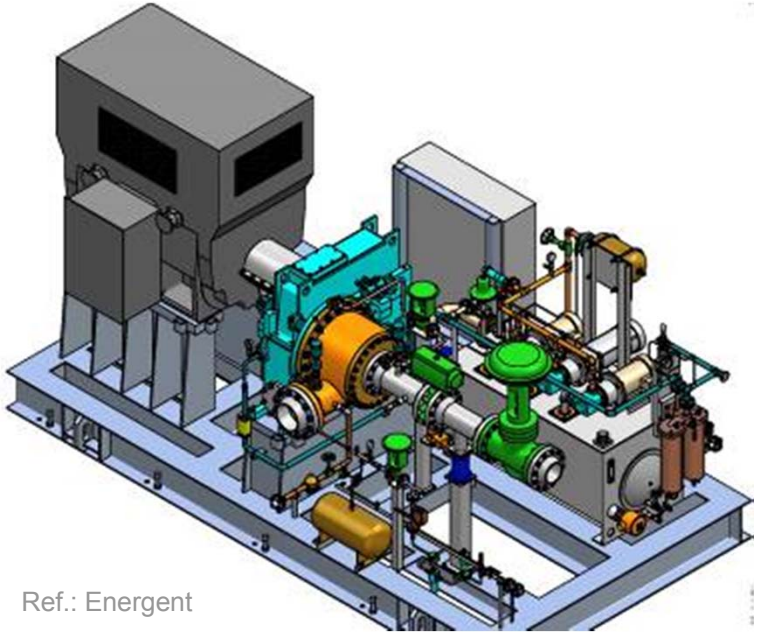
Auslegungsdaten der Kalinaanlage

- Elektrische Leistung: 550 kW
- Verdampfungstemperatur: ca.120 °C
- Druck am Turbineneinlass: ca. 20 bar

Turbine

Klein, aber schnell

- 555 kW
- Titanium Rotor mit 28.000 U/min
- Gesättigter Dampf am Turbineneingang
- Wirkungsgrad: 82 %



Ref.: Energent

Re.f: EnBW

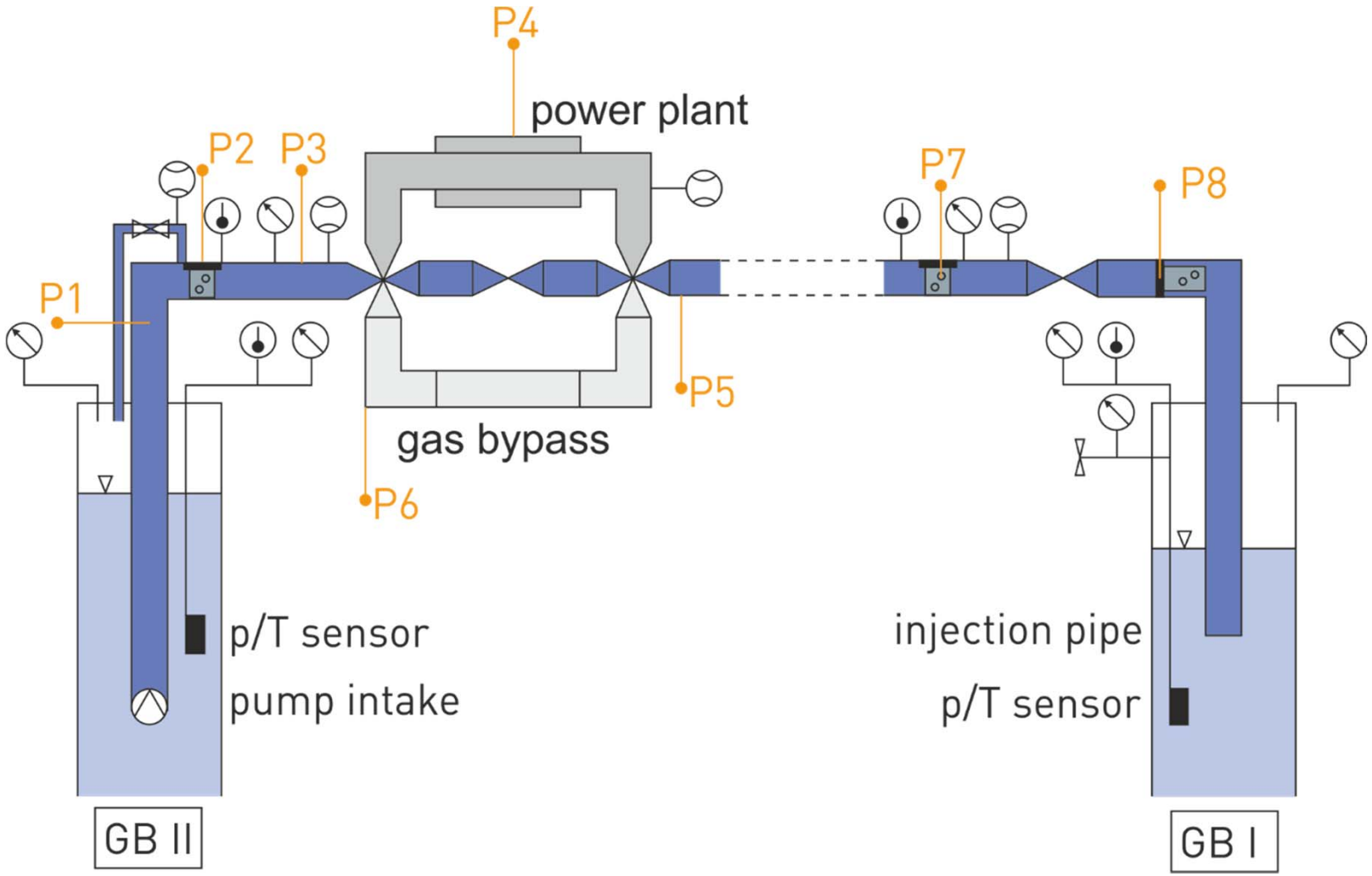
Turbine

Klein, aber schnell

- 555 kW
- Titanium Rotor mit 28.000 U/min
- Gesättigter Dampf am Turbineneingang
- Wirkungsgrad: 82 %

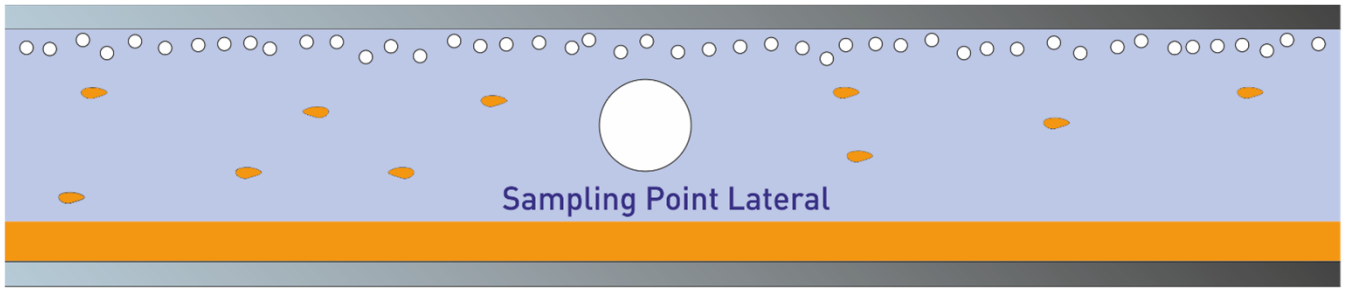
Messeinrichtungen

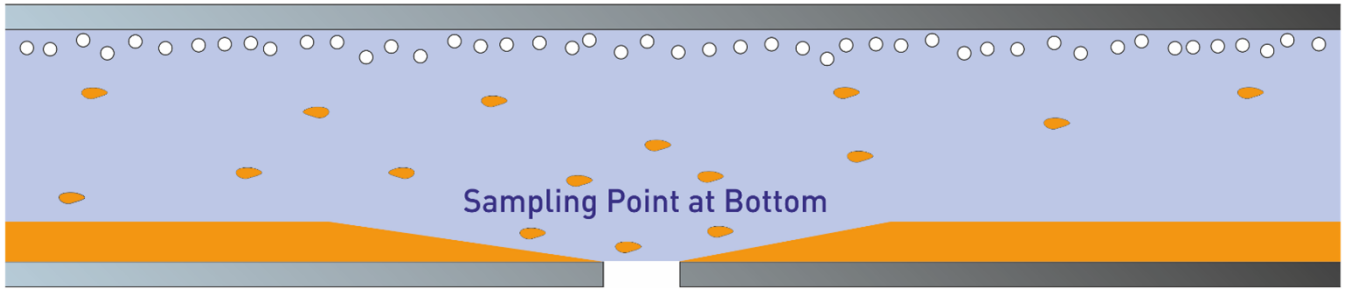
Druck, Temperatur, Chemie, Radioaktivität…

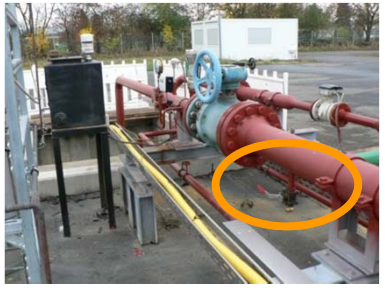


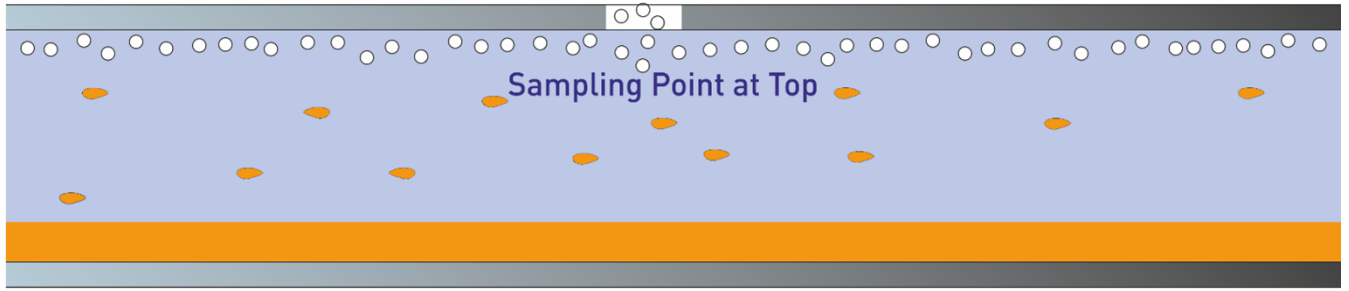
Chemisches Monitoring

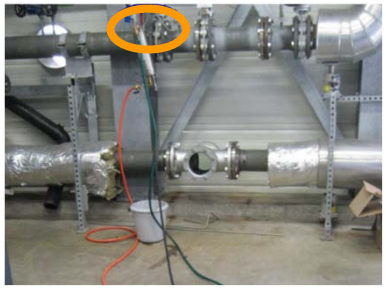
Messergebnis abhängig von Position der Probeentnahme





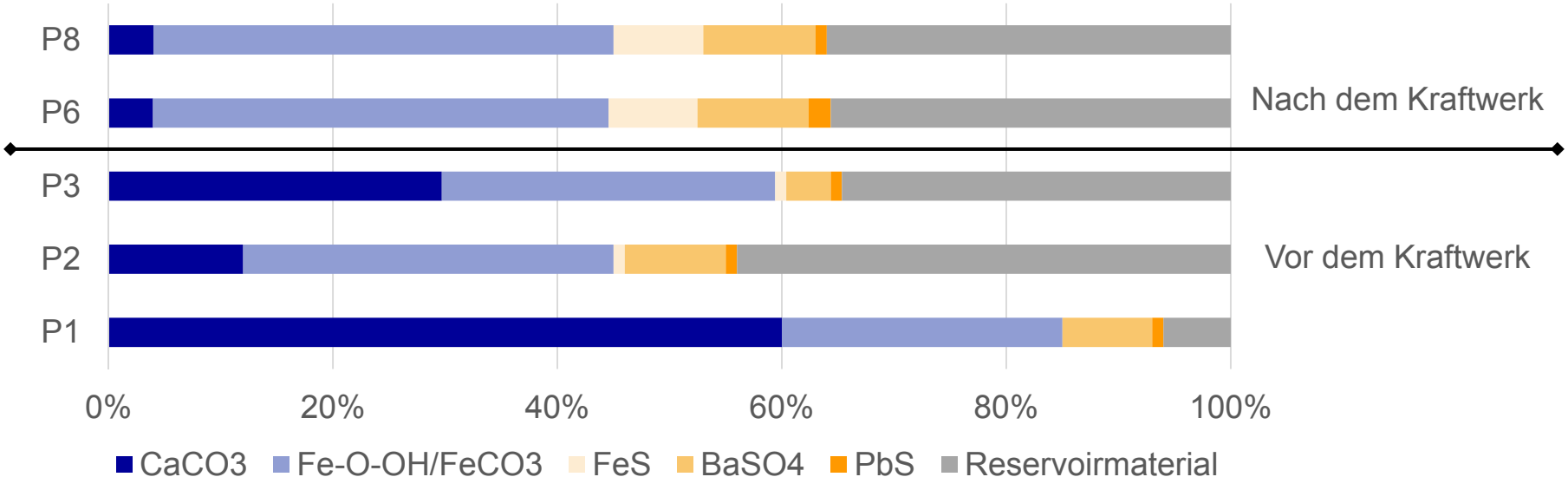


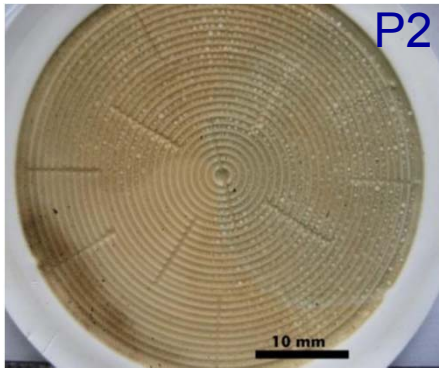


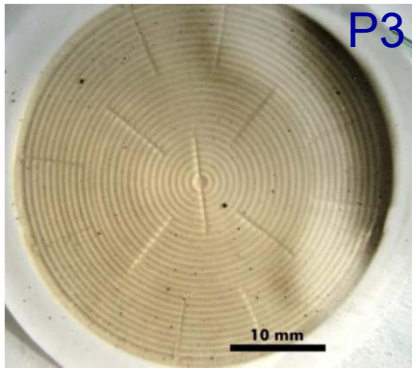


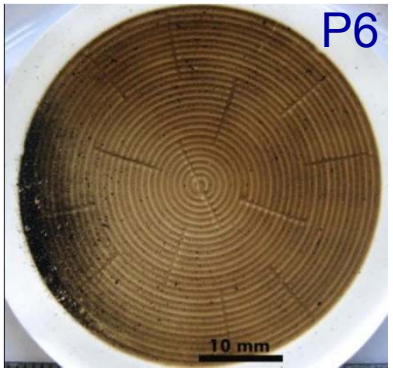
Feststoffe im übertägigen System

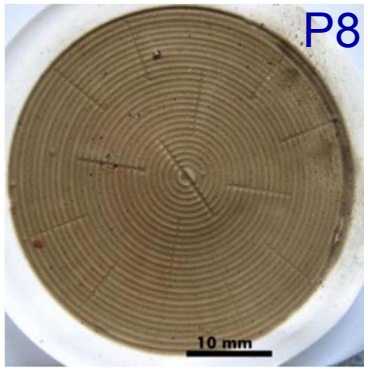
Rückgang von $CaCO_3$, konstante $BaSO_4$-Konzentration











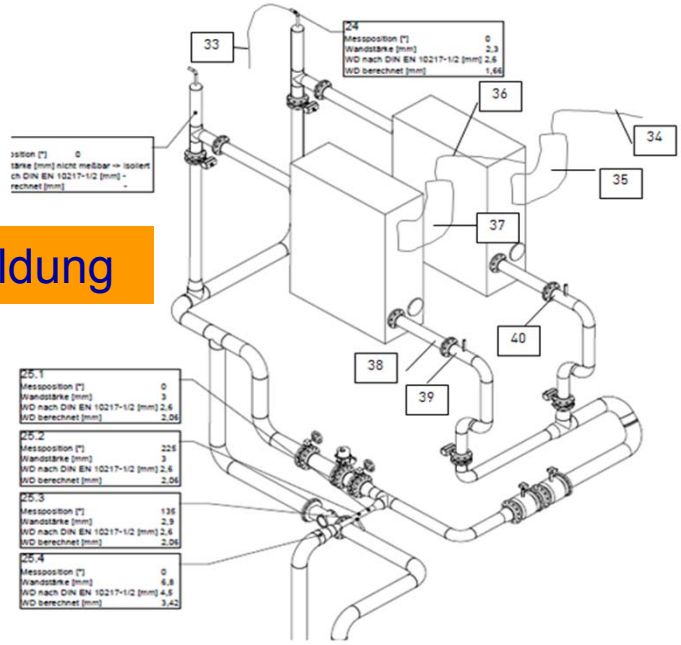
Feststoffe im übertägigen System

Trenngut

Korrosion

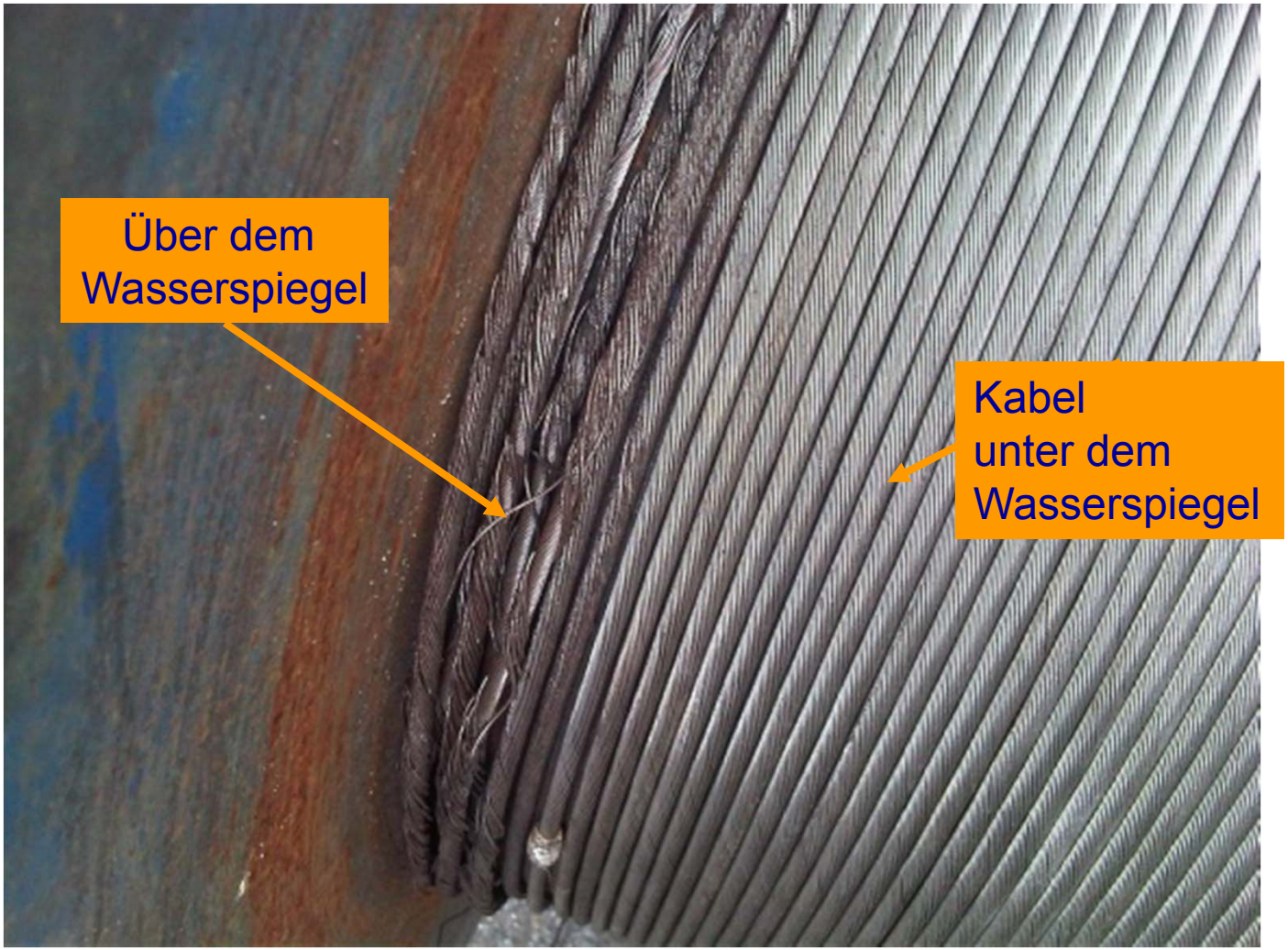
Obertägige Thermalwasserleitung mit Temperatursensor

- Beurteilung der Korrosion durch Wandstärkenmessungen
- Definieren der Messpunkte anhand kritischer Bauteile aus den Ergebnissen der Strömungssimulation
- Punktuelle Ultraschallmessung, Optische Beurteilung/Endoskopie während der Revision



Korrosion

p/T –Sensorkabel in der Injektionsbohrung



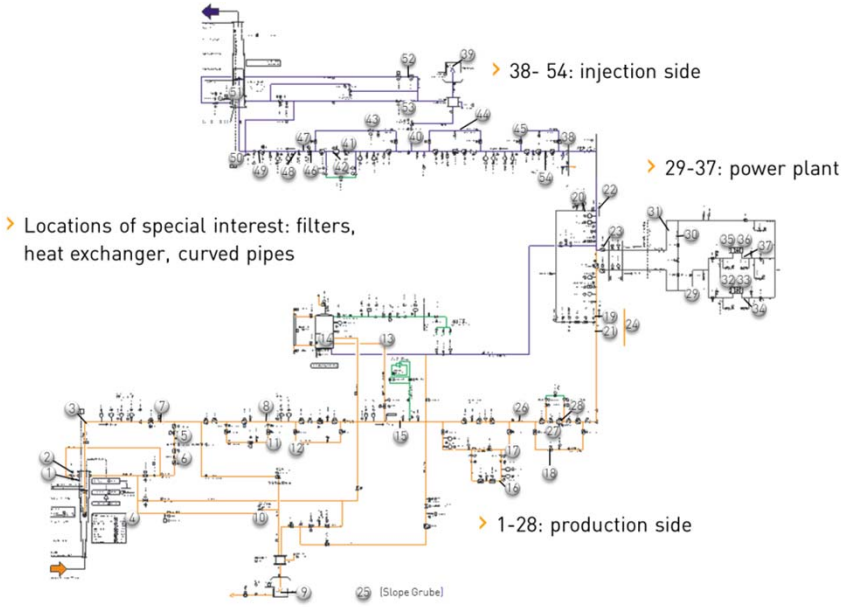
Überwachung der Radioaktivität

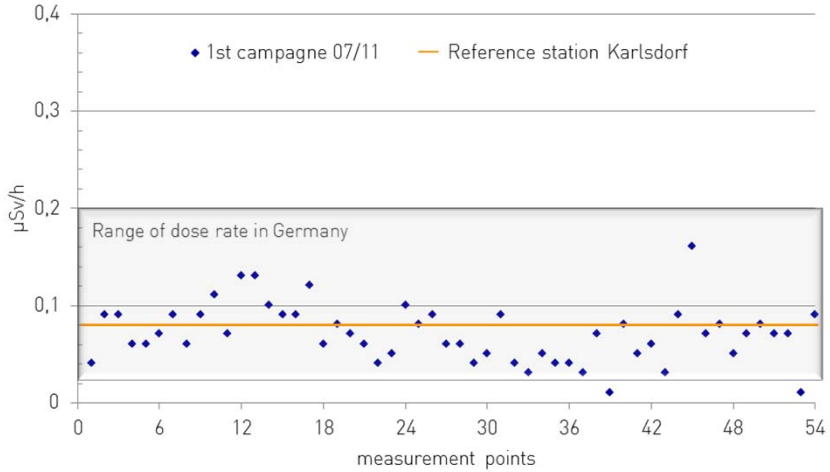
Kombinierte Messeinrichtung

Messeinrichtungen am Standort

Arbeiterschutz

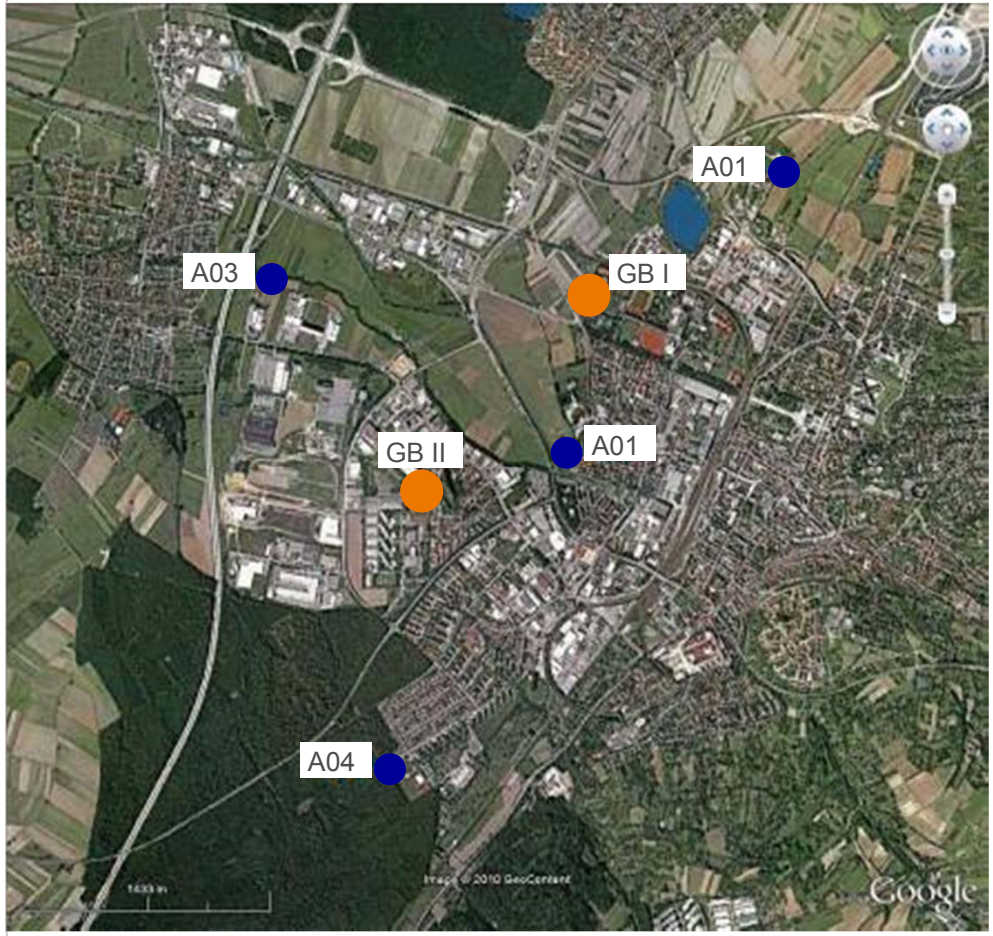
- Regelmäßige Messungen an 60 Positionen auf dem Gelände
- Kontaktmessungen
- Ergebnisse zeigen keine radioaktiven Ablagerungen
- Alle Werte bewegen sich innerhalb natürlicher Strahlenvorkommen
- Durchschnittliche lokale Strahlendosis: 0.072 µSv/h
- Bis heute keine wesentlichen Schwankungen der Messwerte

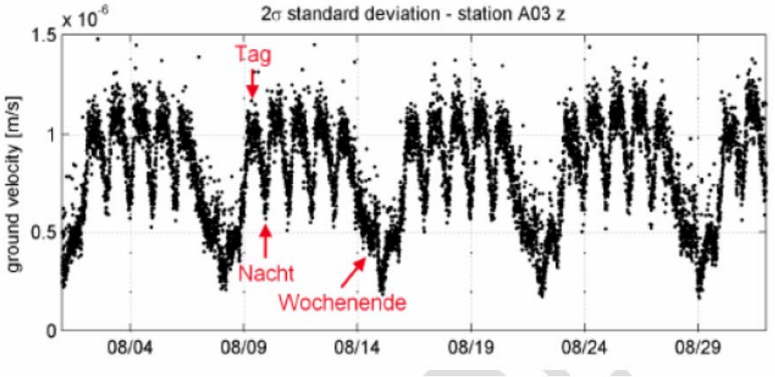


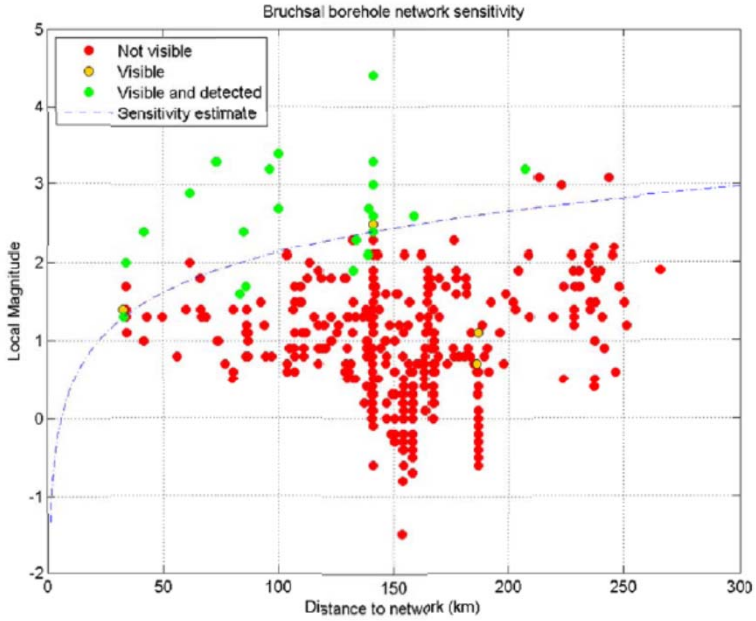


Überwachung seismischer Aktivitäten

Bis heute noch keine menschlich bedingten seismischen Aktivitäten festgestellt

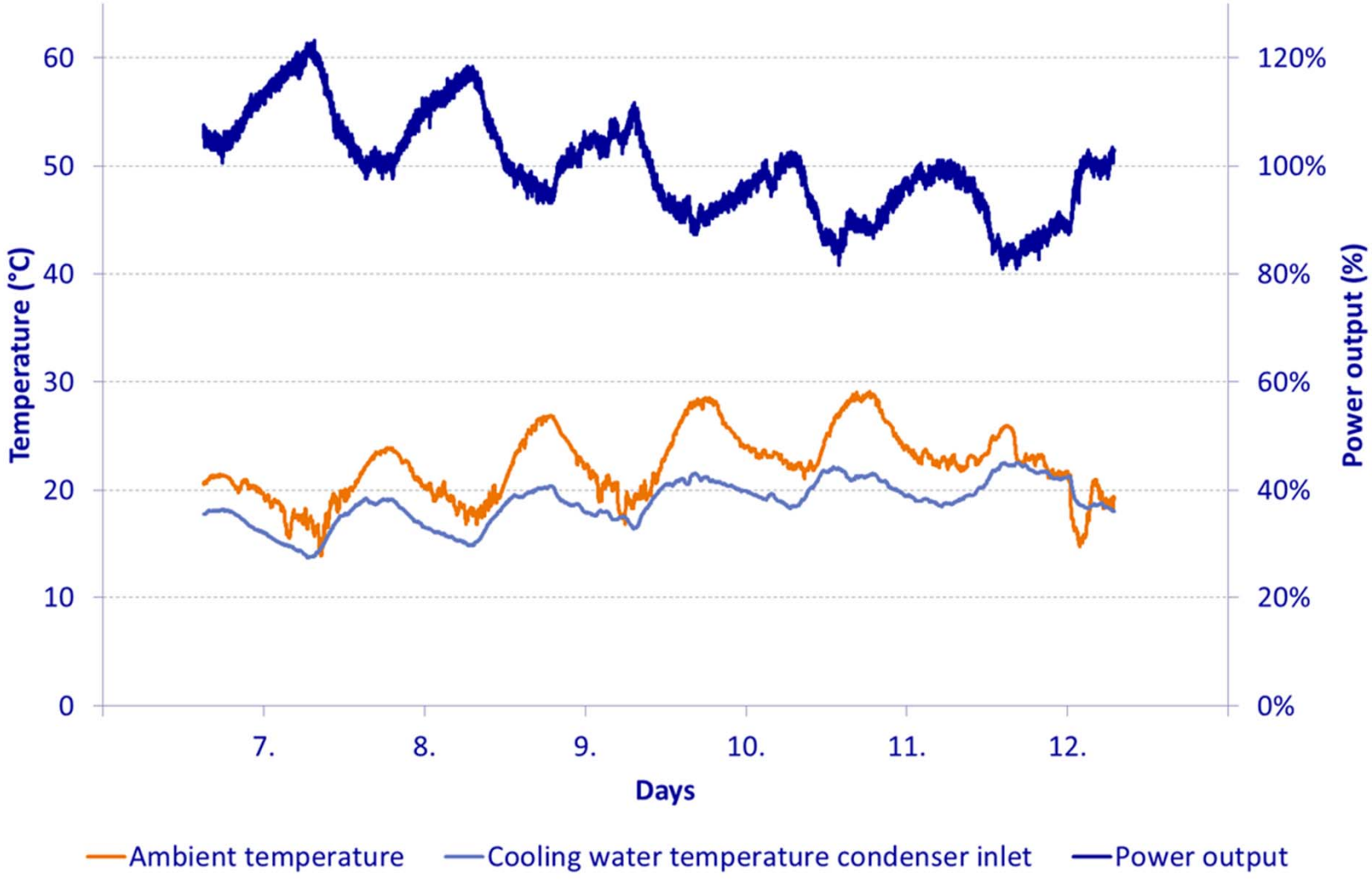






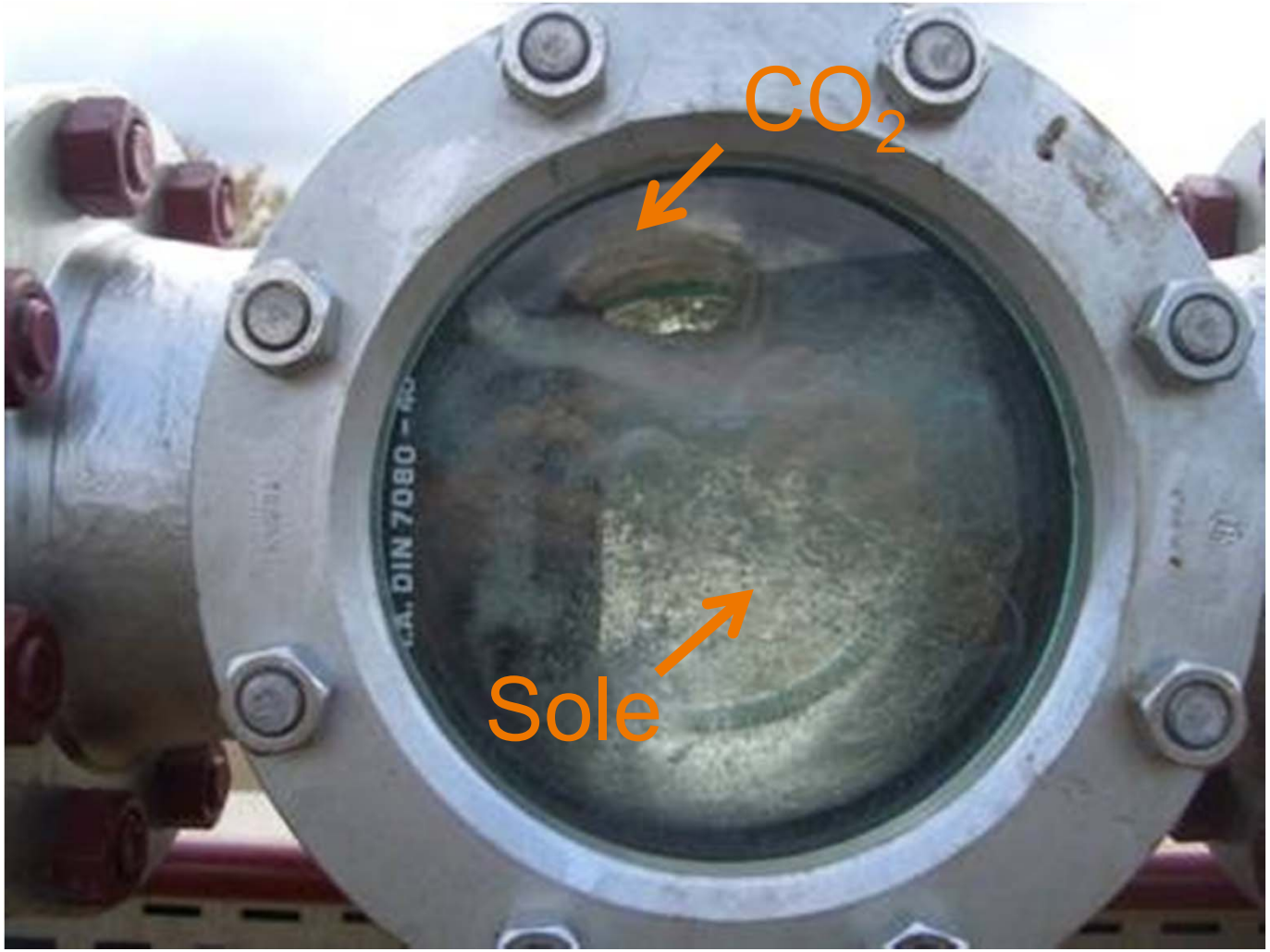
Betriebs-Monitoring (Stromproduktion)

Einfluss der Umgebungstemperatur



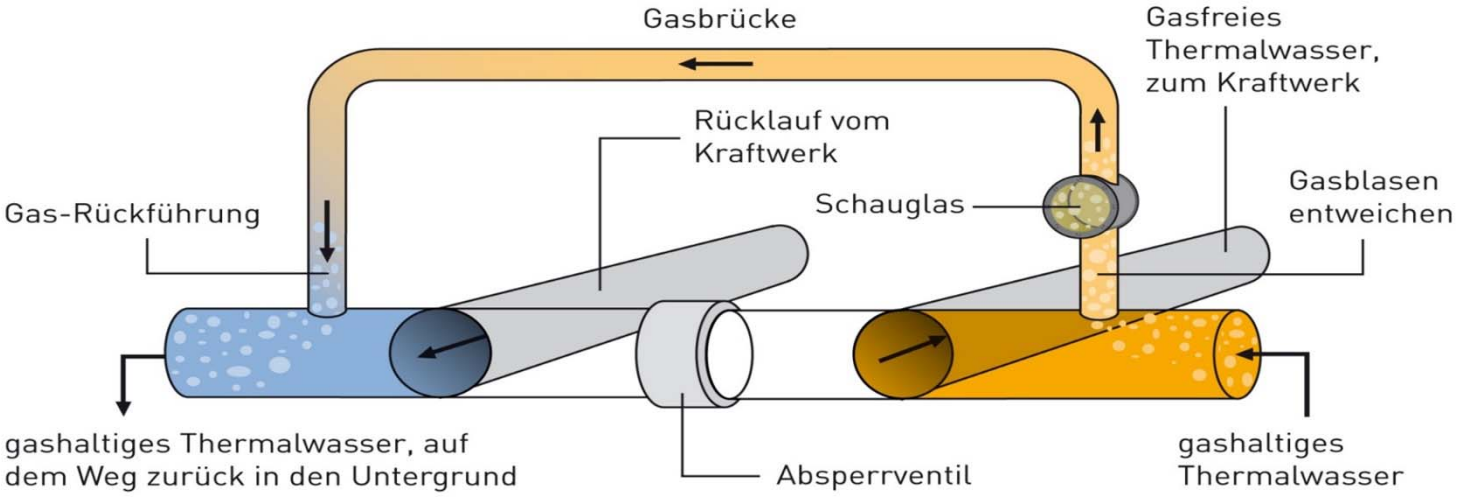
Gas und Thermalwasser

Zwei separierte Phasen

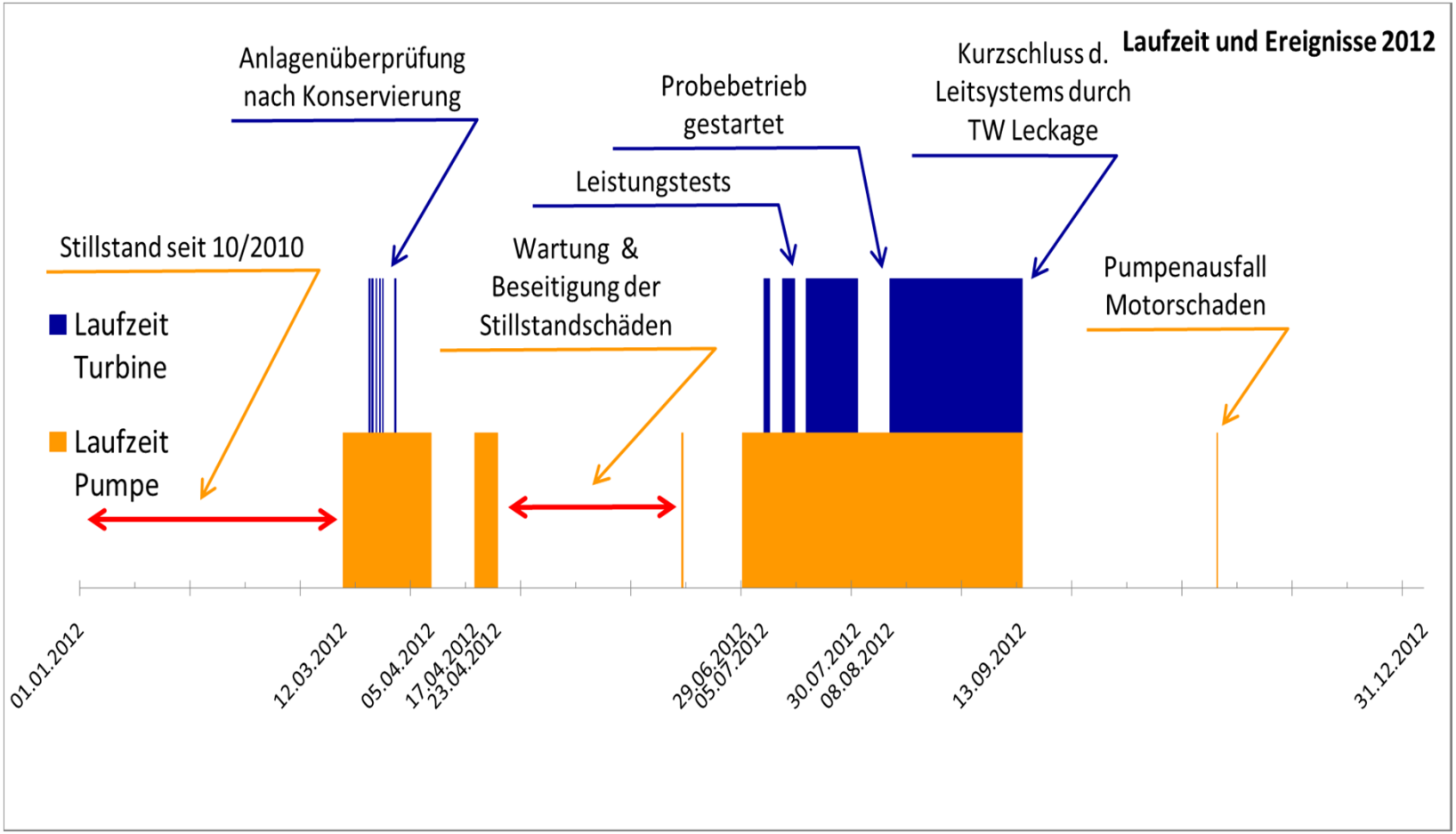


Gas-Bypass

Weder zusätzliche Energie noch zusätzliche Chemikalien

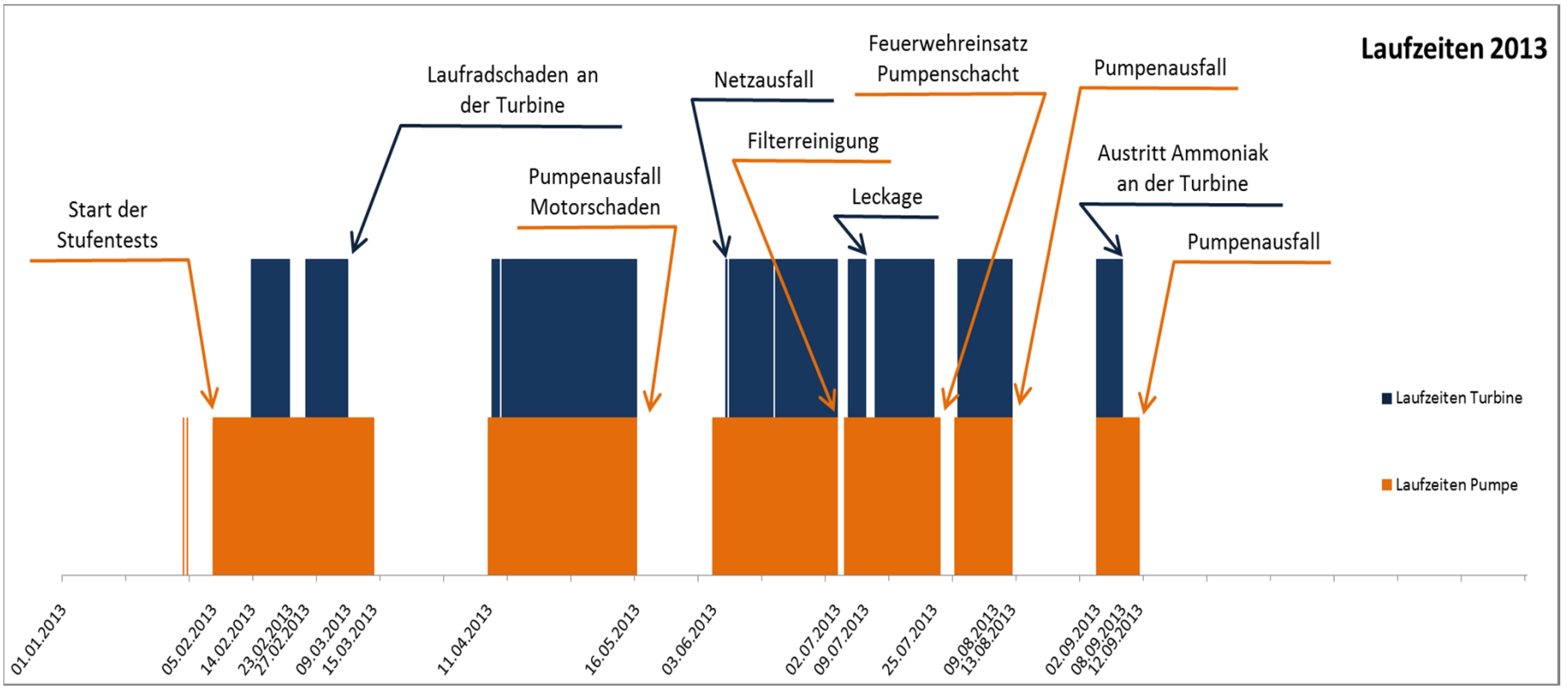


Laufzeit und Ereignisse
2012



Laufzeit und Ereignisse

2013



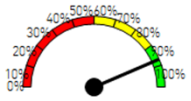
Berichtswesen

Excel-basiert mit Datenarchivierung

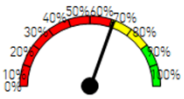
Technischer Wochenbericht
Geothermiekraftwerk (GKW) Bruchsal

GKW Bruchsal	
Zeitraum von:	16.7.12 0:00
Zeitraum bis:	23.7.12 0:00
Nennzeit:	168 h

Verfügbarkeit



Ausnutzung



Leistungswerte

Stromerzeugung/ Verbrauch

		Istwert (W)
GKW Bruttoerzeugung (berechnet)	kWh	56.290,1

Betriebsstunden

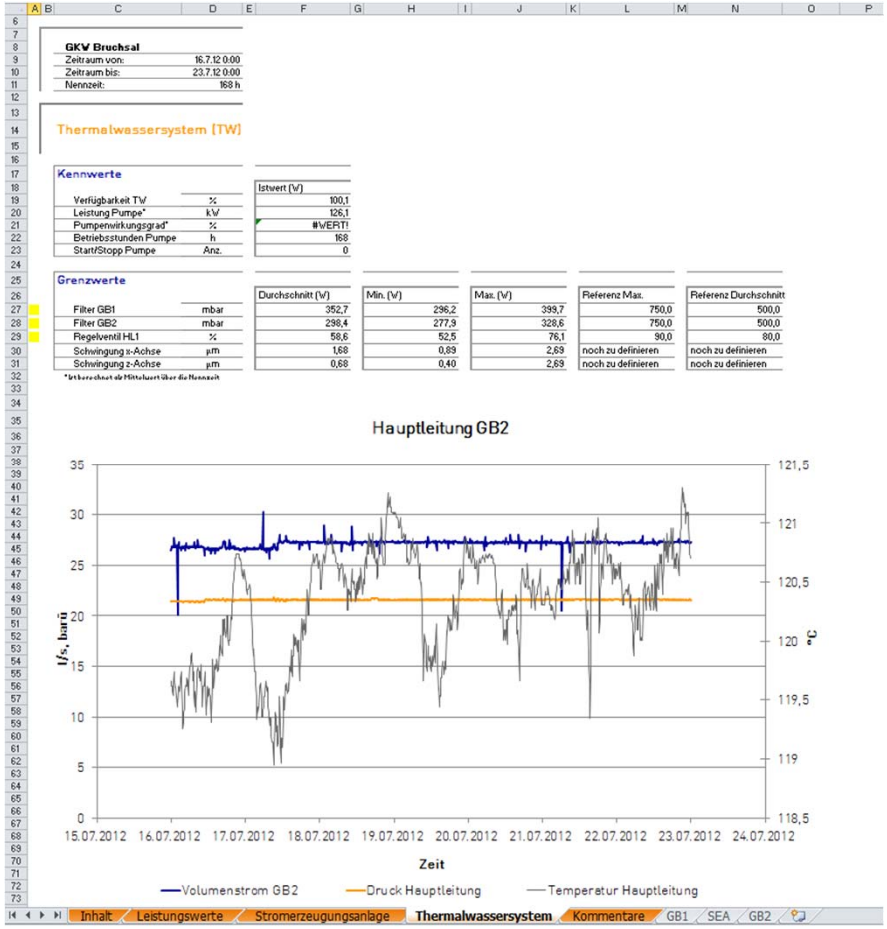
		Istwert (W)
GKW	h	146,0
SEA	h	146,0
TW	h	168,2

Verfügbarkeit

		Istwert (W)
GKW	%	87
SEA	%	87
TW	%	100

Ausnutzung

		Istwert (W)
GKW	%	61



GKW Bruchsal

Zeitraum von:	16.7.12 0:00
Zeitraum bis:	23.7.12 0:00
Nennzeit:	168 h

Thermalwassersystem (TW)

Kennwerte

		Istwert (W)
Verfügbarkeit TW	%	100,1
Leistung Pumpe*	kW	126,1
Pumpenwirkungsgrad*	%	#WERT!
Betriebsstunden Pumpe	h	168
Start/Stopp Pumpe	Anz.	0

Grenzwerte

		Durchschnitt (W)	Min. (W)	Max. (W)	Referenz Max.	Referenz Durchschnitt
Filter GB1	mbar	352,7	296,2	399,7	750,0	500,0
Filter GB2	mbar	298,4	277,9	328,6	750,0	500,0
Regelventil HL1	%	58,6	52,5	76,1	90,0	80,0
Schwingung x-Achse	µm	1,68	0,89	2,69	noch zu definieren	noch zu definieren
Schwingung z-Achse	µm	0,68	0,40	2,69	noch zu definieren	noch zu definieren

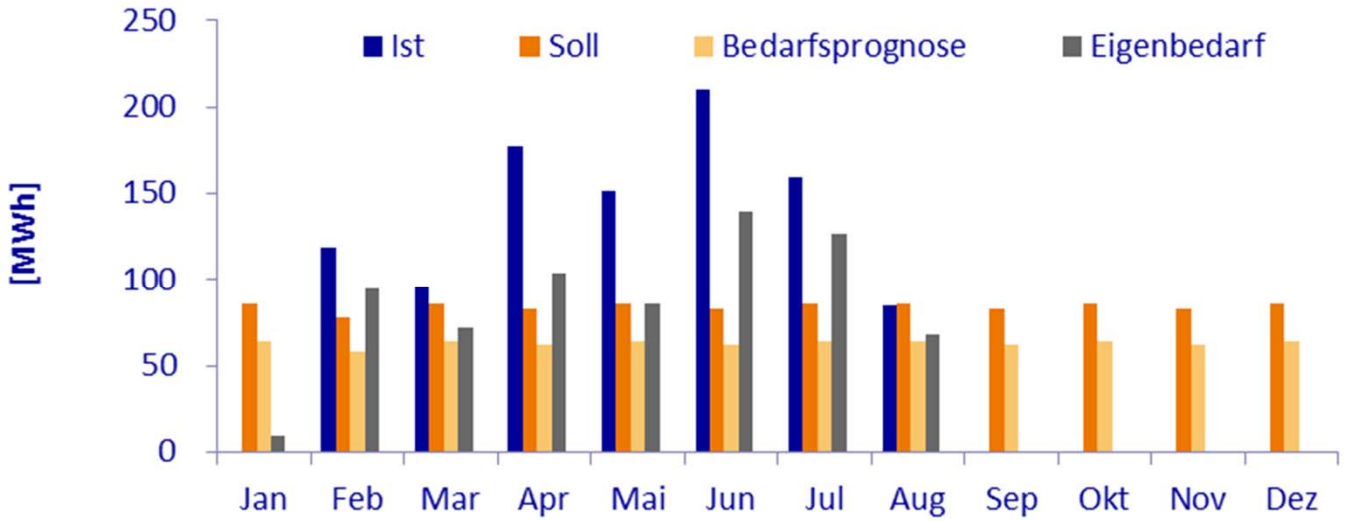
*berechnet als Mittelwert über die Nennzeit

Inhalt | Leistungswerte | Stromerzeugungsanlage | Thermalwassersystem | Kommentare | GB1 | SEA | GB2

Performance der Anlage

Erzeugung und Eigenverbrauch monatlich

Erzeugung/Verbrauch	August			
	Ist	Soll	Bedarfsprognose	Eigenbedarf
in MWh	85	86	64	68

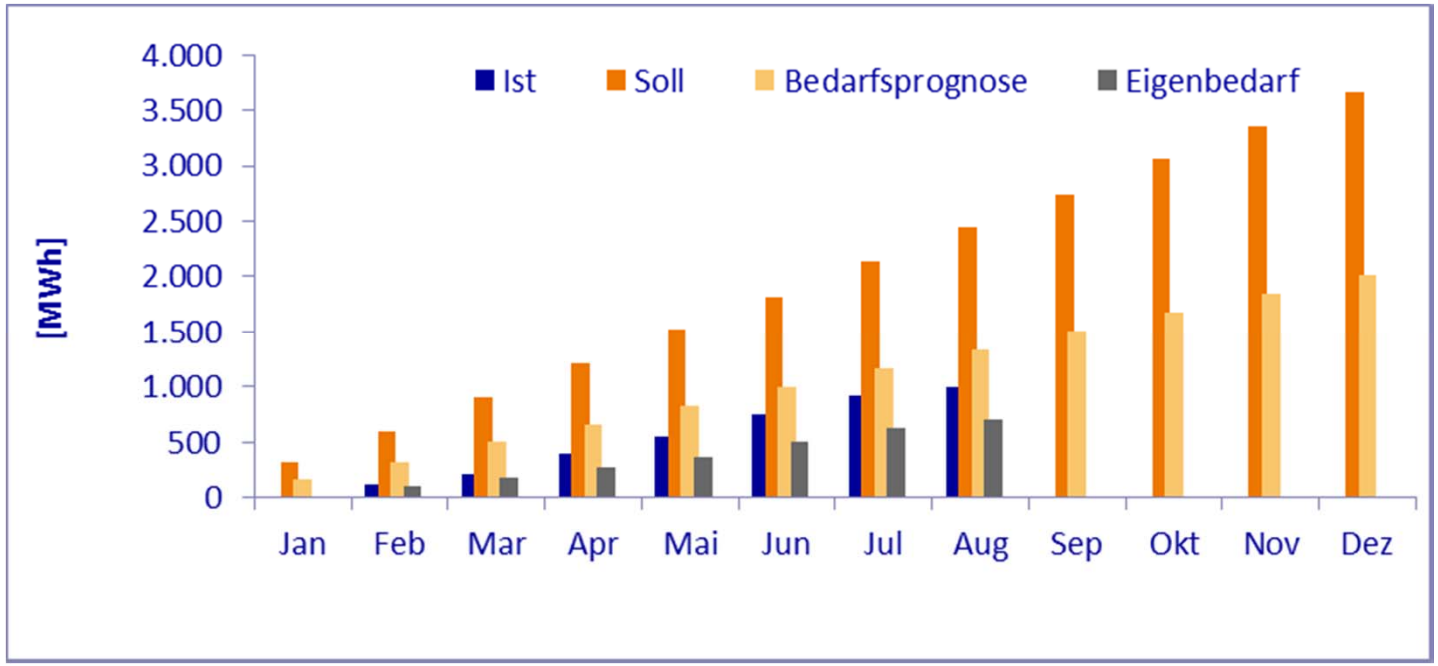


Bezugsdaten: Planung 2013: SEA: 2.200 VBh, TWK: 3.200 VBh

Performance der Anlage

Erzeugung und Eigenverbrauch kumuliert

Erzeugung-/Verbrauch		Stand August 2013 kumuliert		
	Ist	Soll	Bedarfsprognose	Eigenbedarf
in MWh	998	2444	1341	699

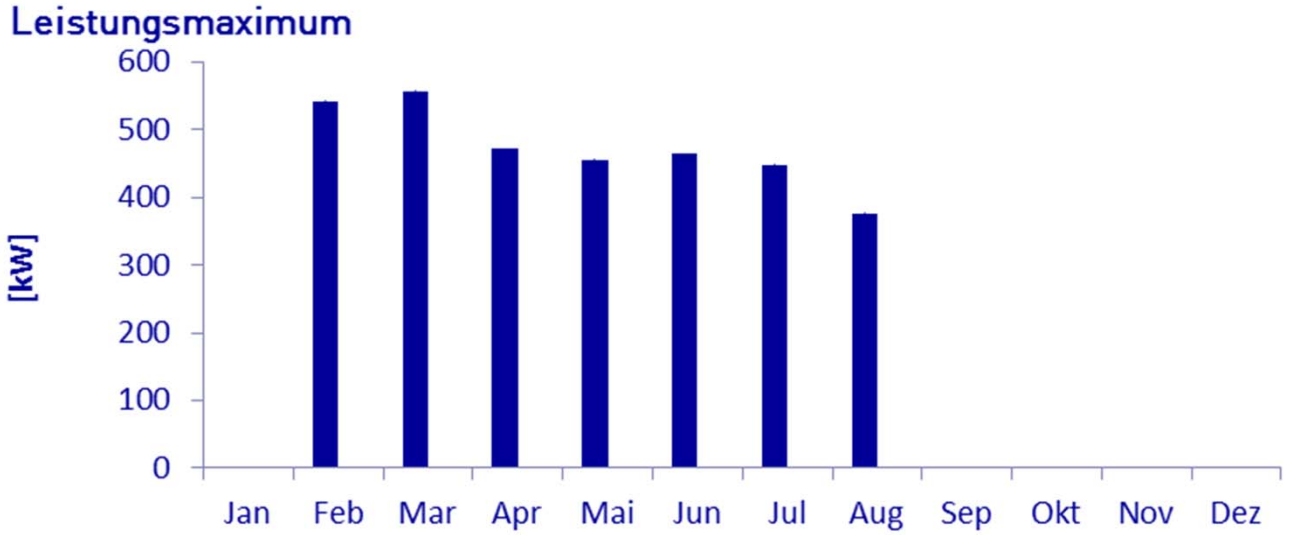


Bezugsdaten: SEA: 8.000 VBh, TWK: 8.500 VBh

Performance der Anlage

Entwicklung der elektrischen Leistung

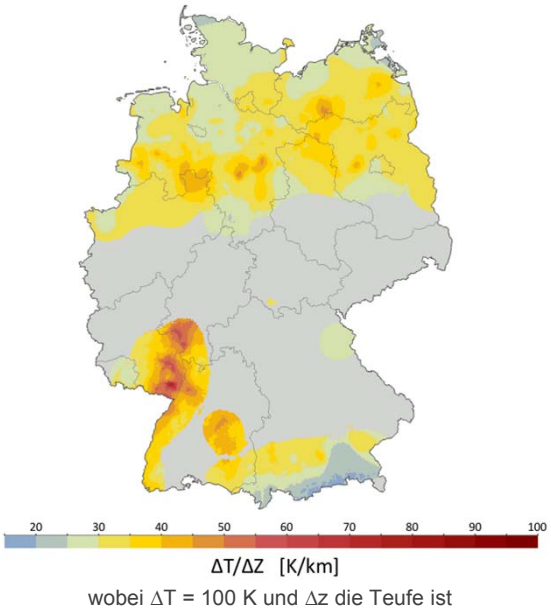
Durchschnittliche Leistung ca. 440 KW



Benötigen wir geothermische Stromerzeugung in Deutschland?

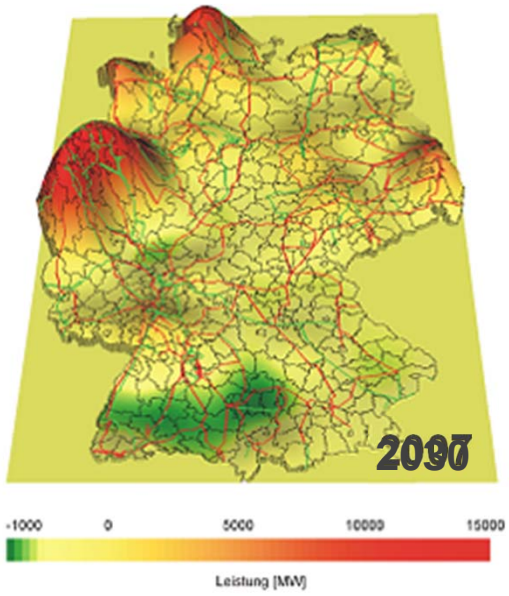
Bedeutung für die Zukunft

Geothermisches Potential

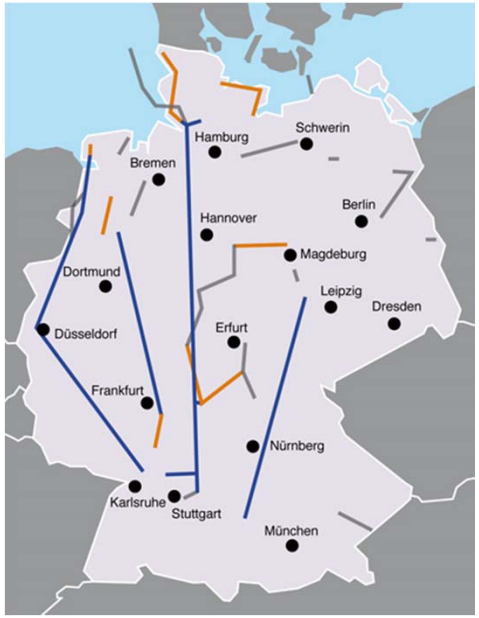


wobei ΔT = 100 K und Δz die Teufe ist

Produktions- & Konsumbilanz



Benötigter Netzausbau



Quellen: www.amprion.net; www.liag-hannover.de; www.ipp.mpg.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Forschung & Innovation

r.ottenschlaeger@enbw.com
t.koelbel@enbw.com