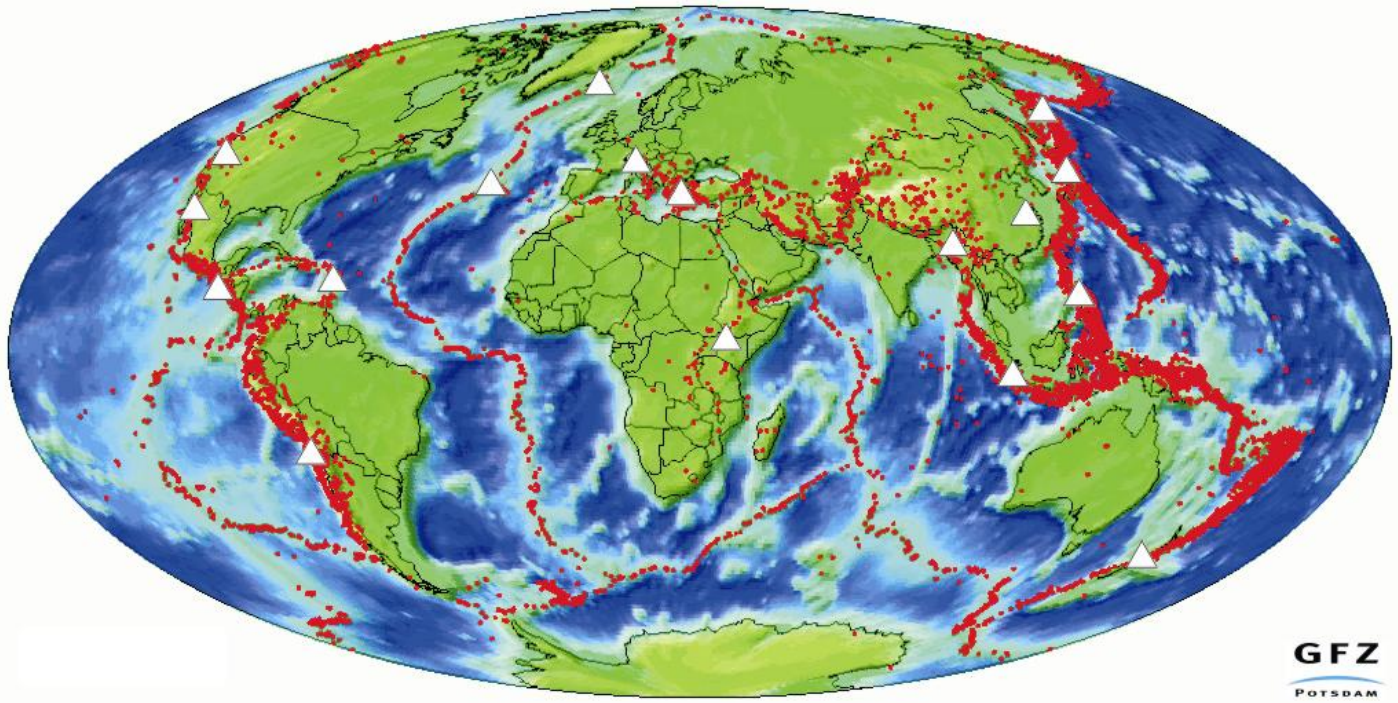
Nachhaltige Energiebereitstellung mit Geothermie

Ernst Huenges & David Bruhn

International Center for Geothermal Research
am GFZ Potsdam

Regionen mit konventioneller geothermischer Energieerzeugung

„The ring of fire“ – Zonen an geologischen Plattengrenzen, wo starker Vulkanismus und Erdbebenaktivität auftreten

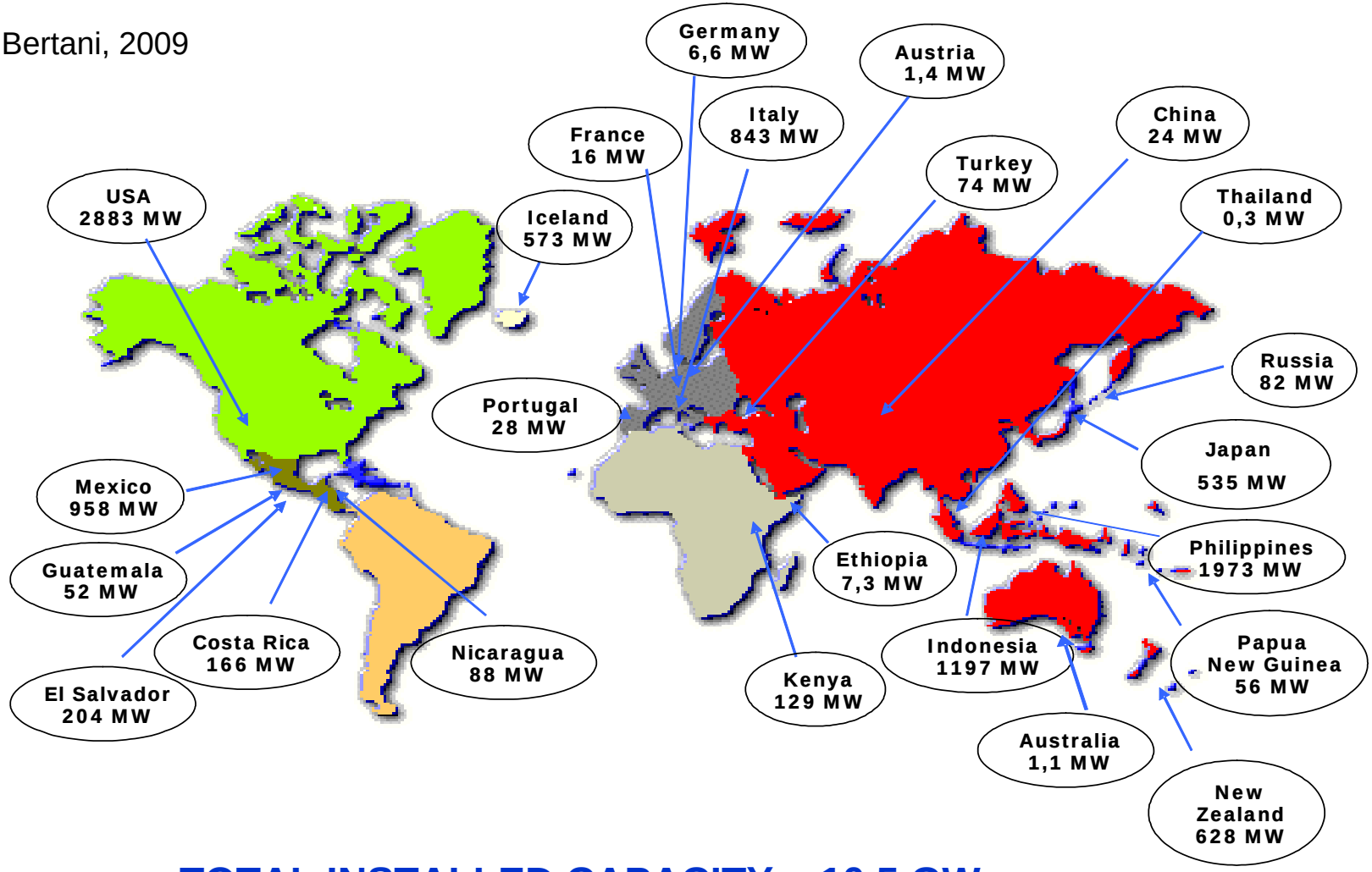


△ *Geothermie-Kraftwerke*

● *Regionen mit intensiver Erdbebenaktivität*

World geothermal energy production (2009)

From: Bertani, 2009



TOTAL INSTALLED CAPACITY = 10,5 GW

Nutzung der Geothermie (2010)

Nesjavellir power

Geothermal spa, Iceland

Elekrizität:

- Installierte Leistung: 11 GWe
- Produktion: 80 TWh
  24 Länder; 5 erzeugen 15-22% des Landesbedarfs an elektr. Strom aus Geothermie (Costa Rica, El Salvador, Island, Kenia, Philippinen).
- F&E zur Nutzung von 87- 150ºC Wasser zur elektr. Stromgewinnung (0.3-10 MWe) – USA, Österreich, Deutschland, Island

Direkte Nutzung:

- Installierte Leistung: 60 GW,
  Produktion: 496,000 TJ/2010
  ~ 50% zum Heizen (Erdwärmepumpen) in 72 Ländern
  2010: Jährliche Zuwachsrate = 7% direkt Nutzung und 22 % für Wärmepumpen

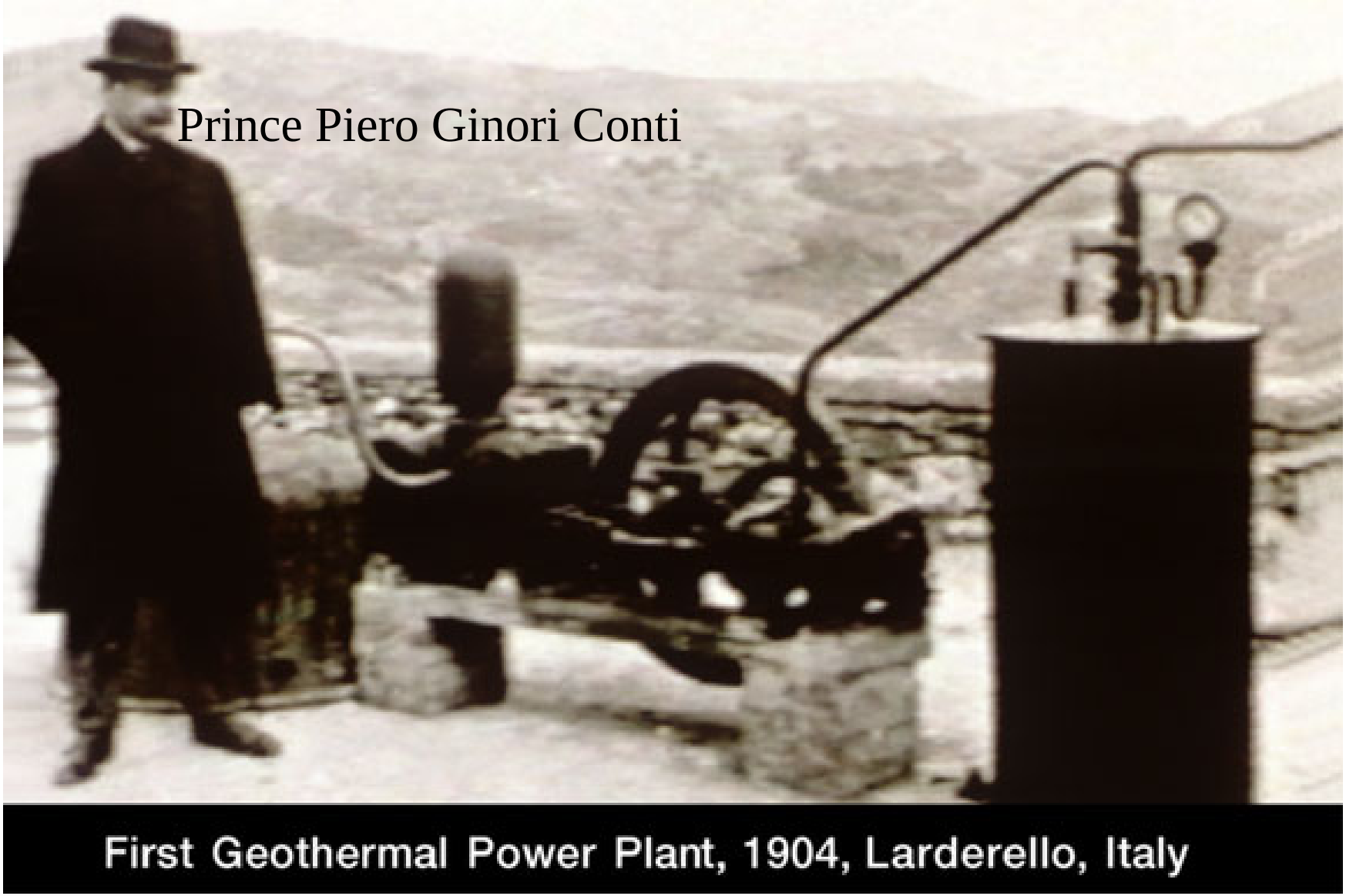
IPCC 2010

Status

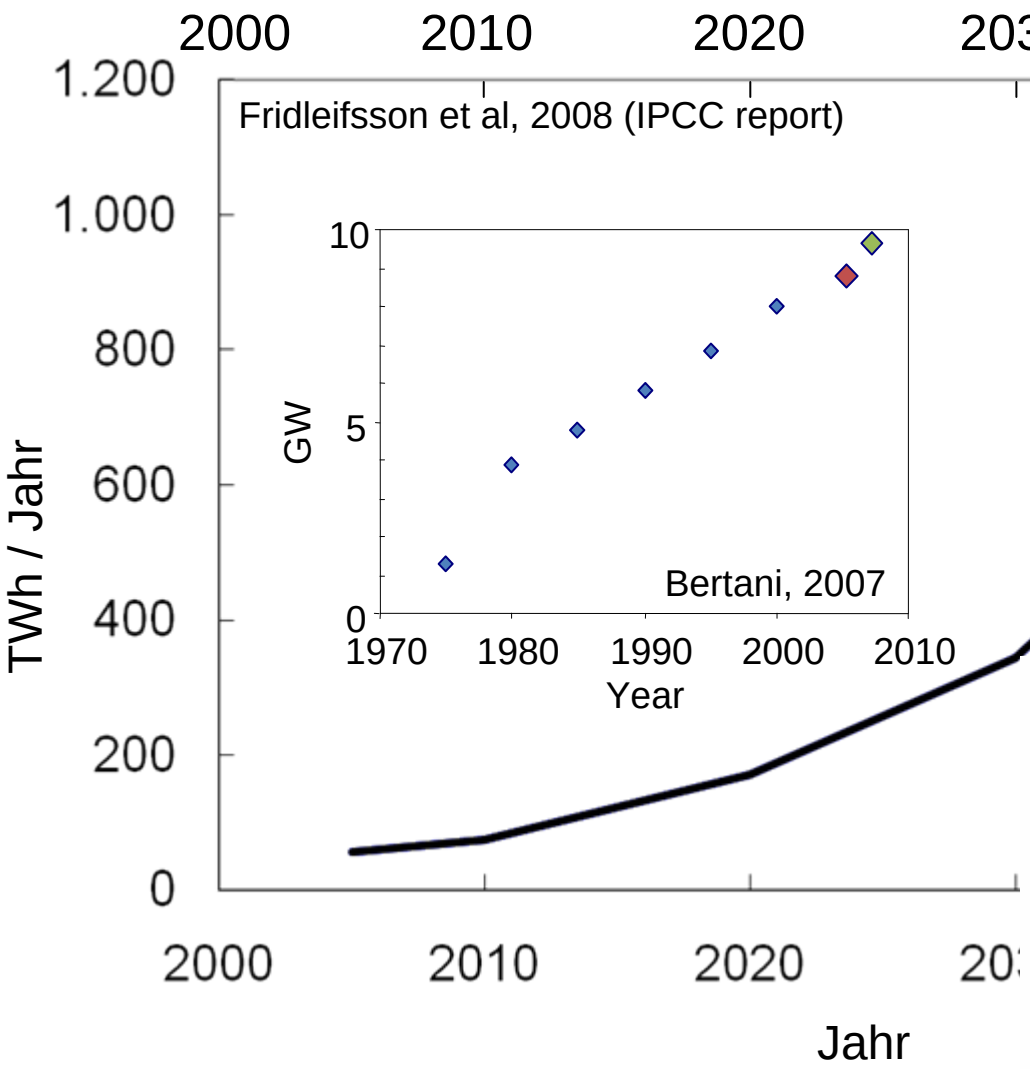
Weltweit sind mehr als 9000 MWe neuer Kraftwerke in Planung bzw. im Bau, was fast einer Verdopplung der gegenwärtigen – über die letzten 50 Jahre errichteten – Leistung (10,500 MW) entspricht.

Diese Entwicklung beschränkt sich fast ausschließlich auf „konventionelle“ Hochtemperatur-Anlagen

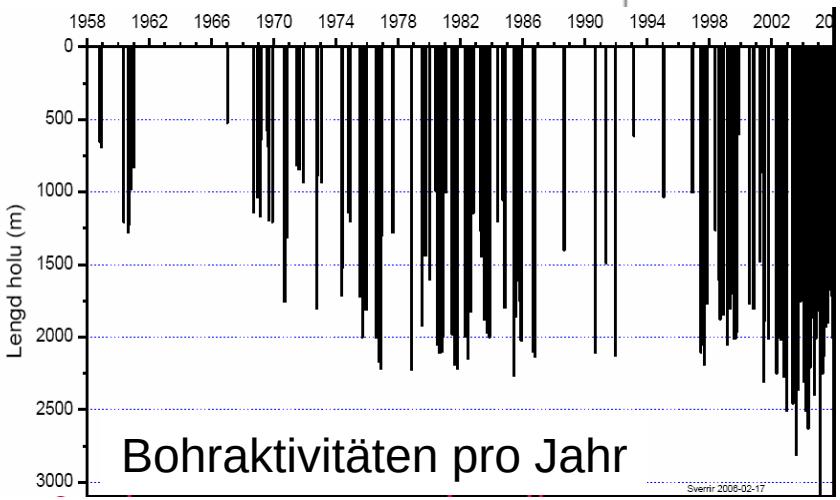
Larderello: Das erste Geothermiekraftwerk



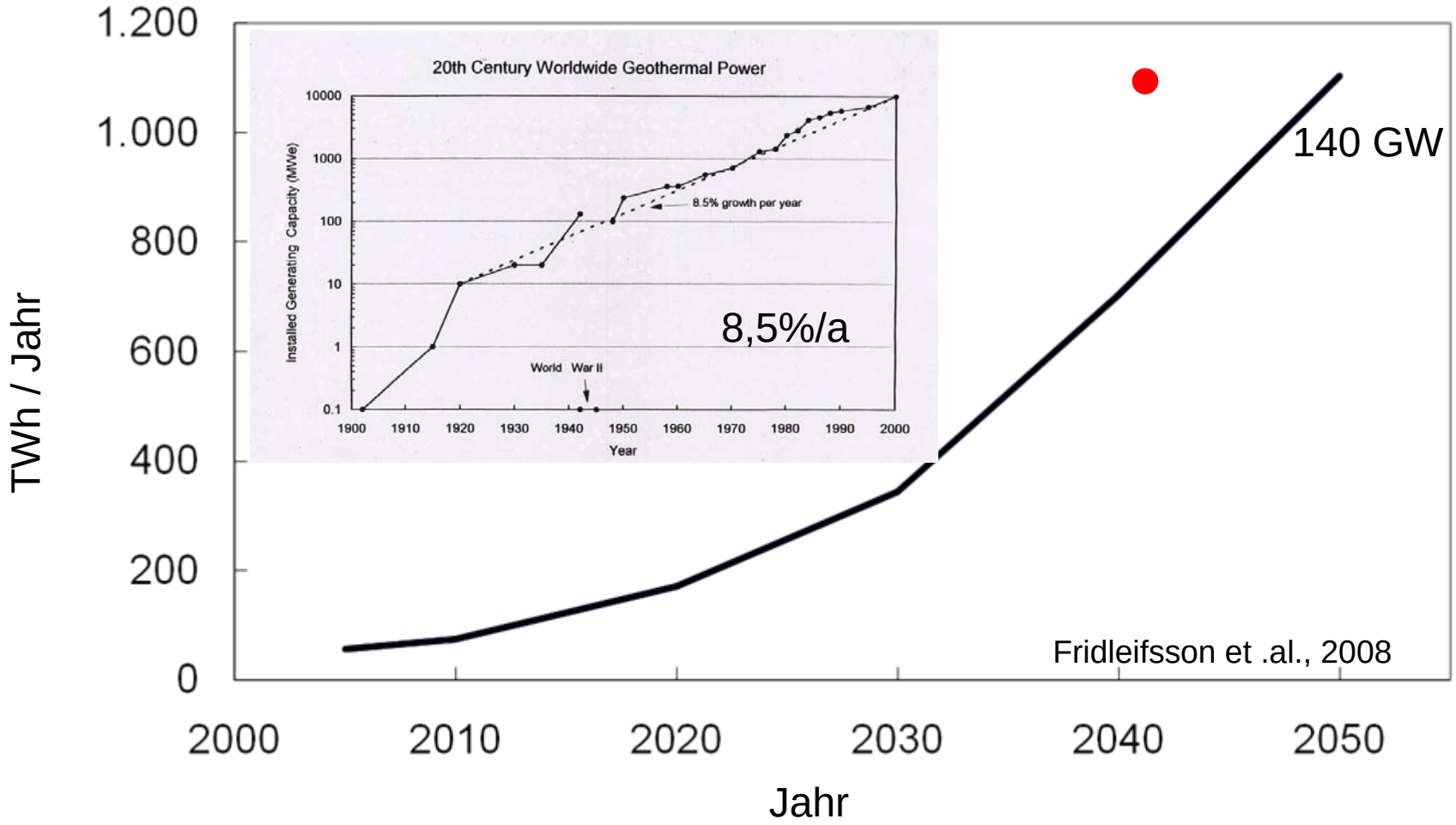
Prognose: Geothermische Stromerzeugung



→ **Konventionelle Nutzung wächst exponentiell**

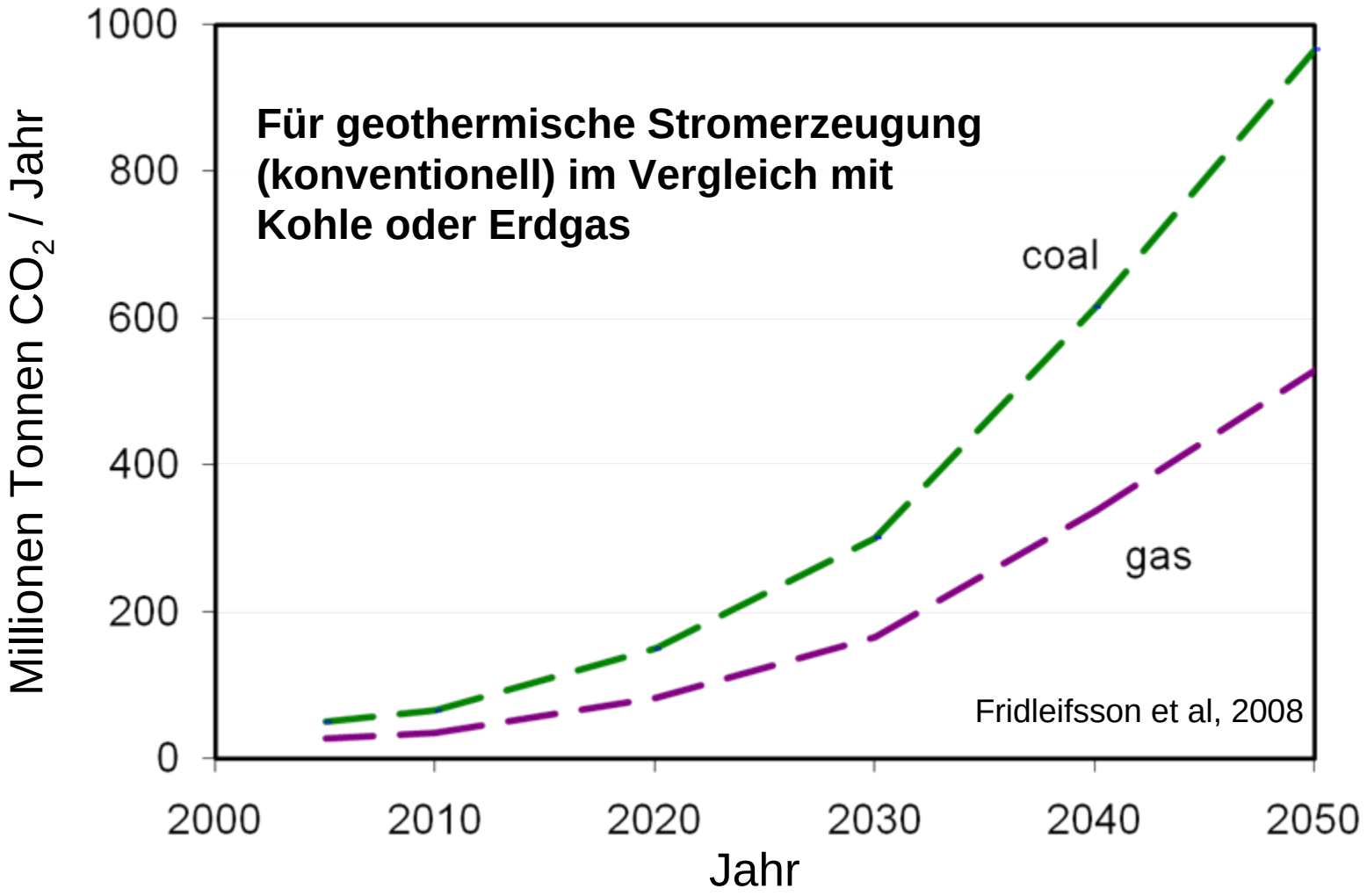


Geothermische Stromerzeugung



- 140 GW installierte Leistung bei jährlichem Wachstum von 8,5 %

CO_2-Vermeidungspotenzial



→ **Vermeidung von 1 Gigatonne CO_2 p.a. möglich**

Geothermal energy: Pros and Cons

Vorteile geothermischer Energieerzeugung

- riesiges noch nicht entwickeltes Potenzial für nachhaltige Energieversorgung
- dezentral/lokal verfügbar, auch ohne Netz, grundlastfähig
- CO_2-arme/freie Bereitstellung von Wärme und Elektrizität
- Technologie und >100 Jahre Erfahrung vorhanden, (konventionell/HT)
- kombinierbar mit verschiedenen Energieträgern bzw. Systemen (Biomasse, Kohle, Solarthermie, Wind) oder CCS
- hohe Akzeptanz

Nachteile

- Investitionsrisiko
- geringe Unterstützung von F&E durch Industrie
- Am Anfang der Lernkurve bei neuenTechnologien
- Lokale Verunsicherung bis hin zu Ablehnung (z.B. Basel)

Prinzip tiefer Erdwärmenutzung

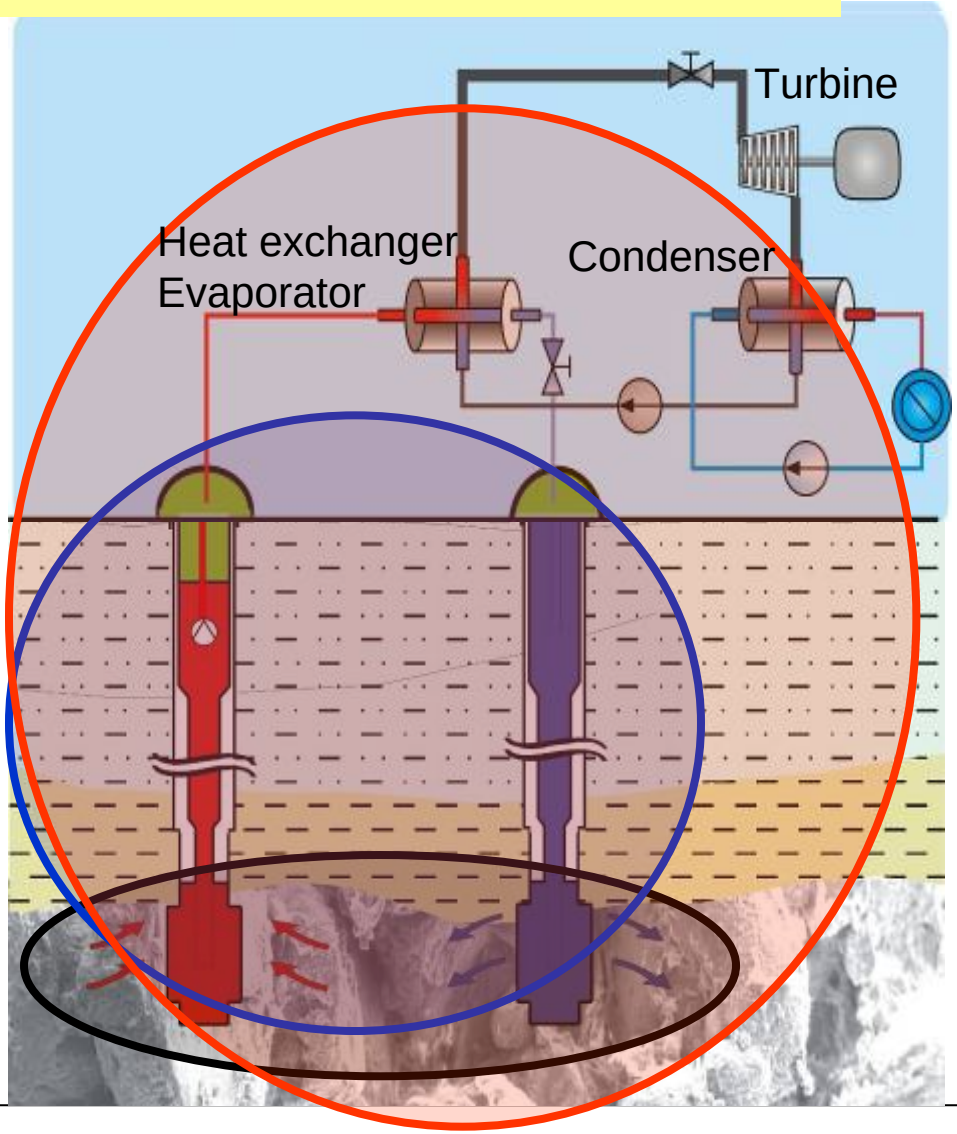
Direkte Nutzung von Geothermie für Wärme/Kälte und Elektrizität

Grundprinzip

- Thermalwasserkreislauf
  ~ 100 - 200 °C,
  Tiefe : ~ 2 - 5 km
- Binär-Kreislauf
  Organic Rankine oder Kalina Cycle

Challenges:

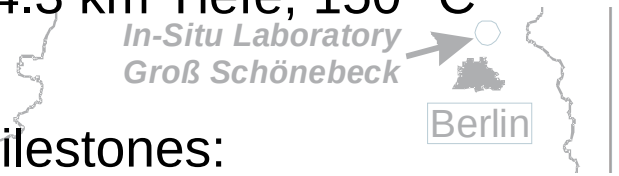
- Wo ist das Reservoir?
- Erschließung / Stimulation
  => Enhanced Geothermal System
- Effiziente Nutzung und
  Wandlung der Wärme



Forschungsstandort Groß Schönebeck

Projektfördeung durch Bundesministerium für Umwelt:
Technologieentwicklung zur Bereitstellung von Grundlaststrom aus Erdwärme

- ehem. Gasexplorationsbohrung
- Forschungsbohrung in Sedimentgesteinen
- 4.3 km Tiefe, 150 °C



Milestones:

- Stimulation des Reservoirgesteins durch „hydraulic-fracturing“
- 2. Bohrung (2006)
- Ziel: Erhöhung der Förderrate an heißem Tiefenwasser bis zum wirtschaftlich nutzbaren Bereich

Forschungs-Konzeption

Prozesse

- Wärmeübertragung
- Chemische Reaktionen
- Korrosion & Ausfällung
- 2-Phasenfluss & nvd. Leitfähigkeit (p, T, C)
- Trennflächensysteme & Bruchmechanik
- Poro- & Thermoelastizität (→Risse)
- Gesteinsalteration (incl. clay swelling)

Basis Experimente

⇔

Komponenten

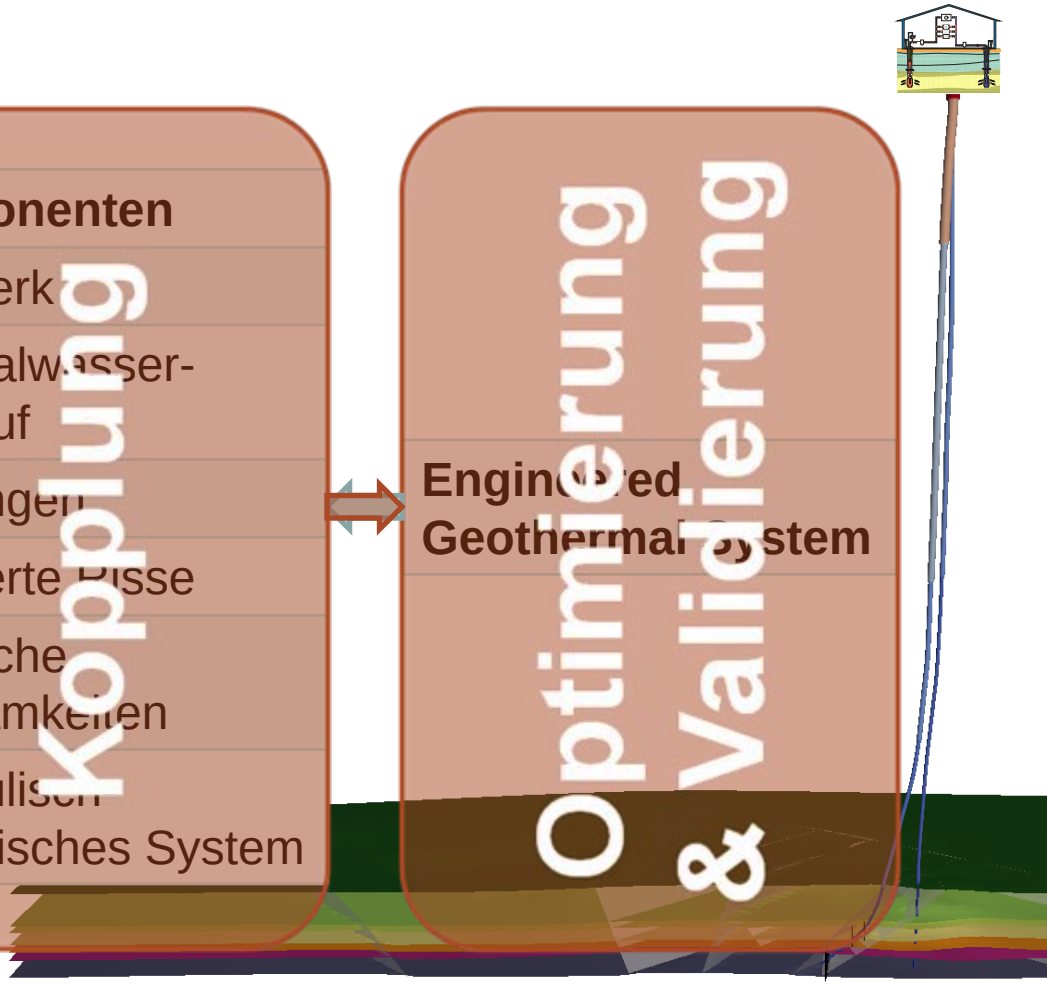
- Kraftwerk
- Thermalwasser-kreislauf
- Bohrungen
- Induzierte Risse
- Natürliche Wegsamkeiten
- Hydraulisch-geologisches System

Kopplung

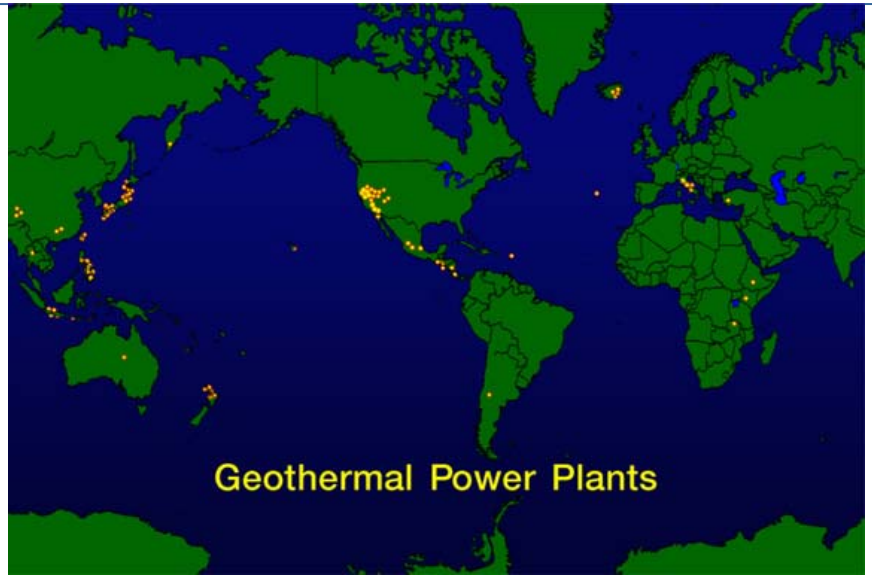
⇔

Engineered Geothermal System

Optimierung & Validierung



Status und Ziel



2009

- 10,5 GW_{el} weltweit
- Erste Enhanced Geothermal System (EGS) – Kraftwerke im Betrieb
- 150 MW_h in Deutschland von 12 geothermischen Anlagen
- → 150.000 t/Jahr CO_2 Vermeidung

2050

- Nutzung der Erdwärme → 1 Gigatonnen /Jahr CO_2 Vermeidung weltweit erwartet
- „engineering the geothermal systems“ erforderlich

Bohrprogramm (national und/oder EU)

Beispiel: US DoE Stimulus Programm (~400 Mio US$)

Nutzung der Erdwärme nachhaltig, ortsunabhängig

Was erreichen wir mit dem Geothermie-Forschungsbohrprogramm (=GF)

- **Die Machbarkeit von EGS ist gezeigt aber es besteht F&E-Bedarf**
- **GF trägt zur Halbierung der Realisierungszeit nach einer Standortentscheidung (zurzeit 60 Monate auf 30 Monate 2030) bei**
- **Entwicklungsziel: Installierte Leistung in Deutschland von 0,006 GW_{el} (11GW_{el} weltweit) auf 0,8 (60 GW_{el} weltweit) 2030**
- GF hat Potenzial zur signifikanten **Risikominimierung**
- **Die Kosten** von 10-20 k€/kW heute können durch Best Practise 2030 **auf 3-5 k€/kW** gebracht werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !