



GEOTHERMIE
SCHWEIZ SUISSE SVIZZERA

connect

Forum 2021

D

Eavor-Loop – Tiefengeothermie mittels geschlossenen Kreislaufsystemen

F

Eavor-Loop – Géothermie profonde en circuit fermé

E

Eavor-Loop – Deep geothermal energy using closed loop system



Daniel Molk
Eavor

Eavor™

Geothermie Schweiz
Connect Forum 2021

21.09.2021

daniel.moelk@eavor.com



Eavor™

Eavor Corporate Übersicht

A World Class Team

Eavor's Ziel ist Weltmarktführer für Geothermie Entwicklung zu werden

- 2017 gegründet mit Finanzierungsmitteln in Höhe von CAD \$100 million
 - Investoren und internationale Energiekonzerne
- Die Eavor-Loop™ Technologie ist als eigene Kategorie der Energieerzeugung anzusehen
 - Neuer Ansatz zur geothermischen Energiegewinnung
 - Erstellung Demonstrationsanlage "Eavor-Lite™"
- Eavor-Loop™ IP Komponenten zur Erstellung der Technologie wurden geschützt
- Umfangreiche strategische Partnerschaften, R&D Projekte und Kooperationen zur Technologieverbesserung



Eavor-Loop™ - Charakteristik

Bereit zur globalen wirtschaftlichen Implementierung

Reine Wärmeleitung, kein Flüssigkeitsaustausch

- Kein Thermalwasser aus dem Untergrund erforderlich
- Kein Explorationsrisiko

Geschlossener Wärmekreislauf

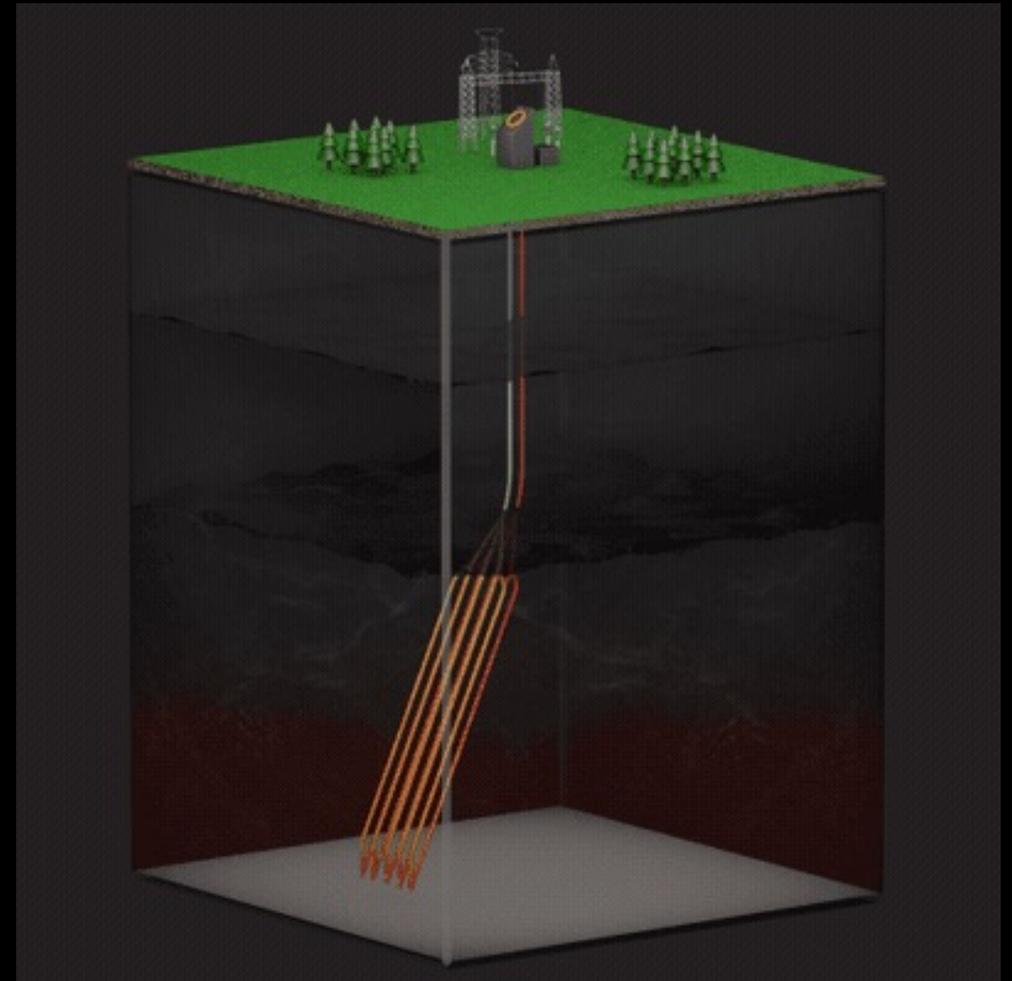
- Prinzip "Fußbodenheizung"
- Thermosiphon Effekt – keine Pumpen notwendig
- Geförderte Wärmemenge ist regelbar!

Erstellung des Eavor Loop

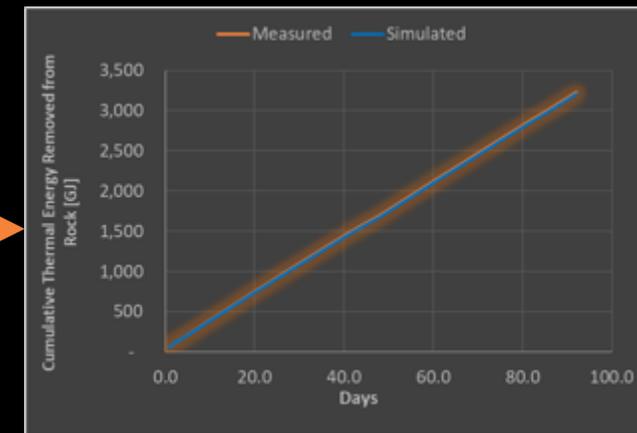
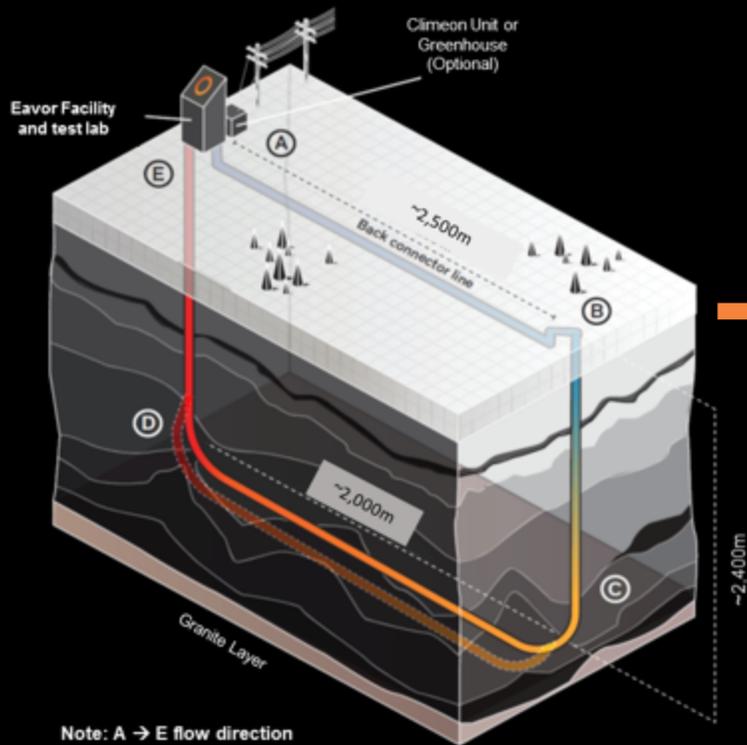
- Unverrohrte Multilateralbohrung
- Kosteneffizient, geringer Flächenverbrauch
- Von einem einzigen Standort aus möglich

Energieerzeugung regelbar ("Eavor Earth Battery")

- Möglichkeit zum steuerbaren Energieaustrag
- Möglicher Beitrag zur Stabilität in Stromnetzen

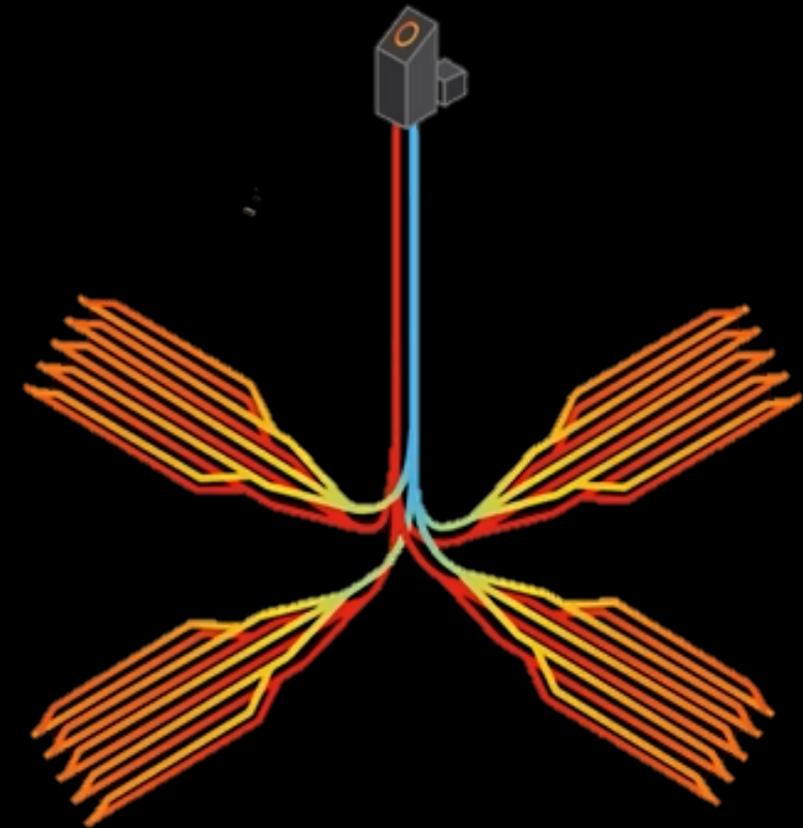
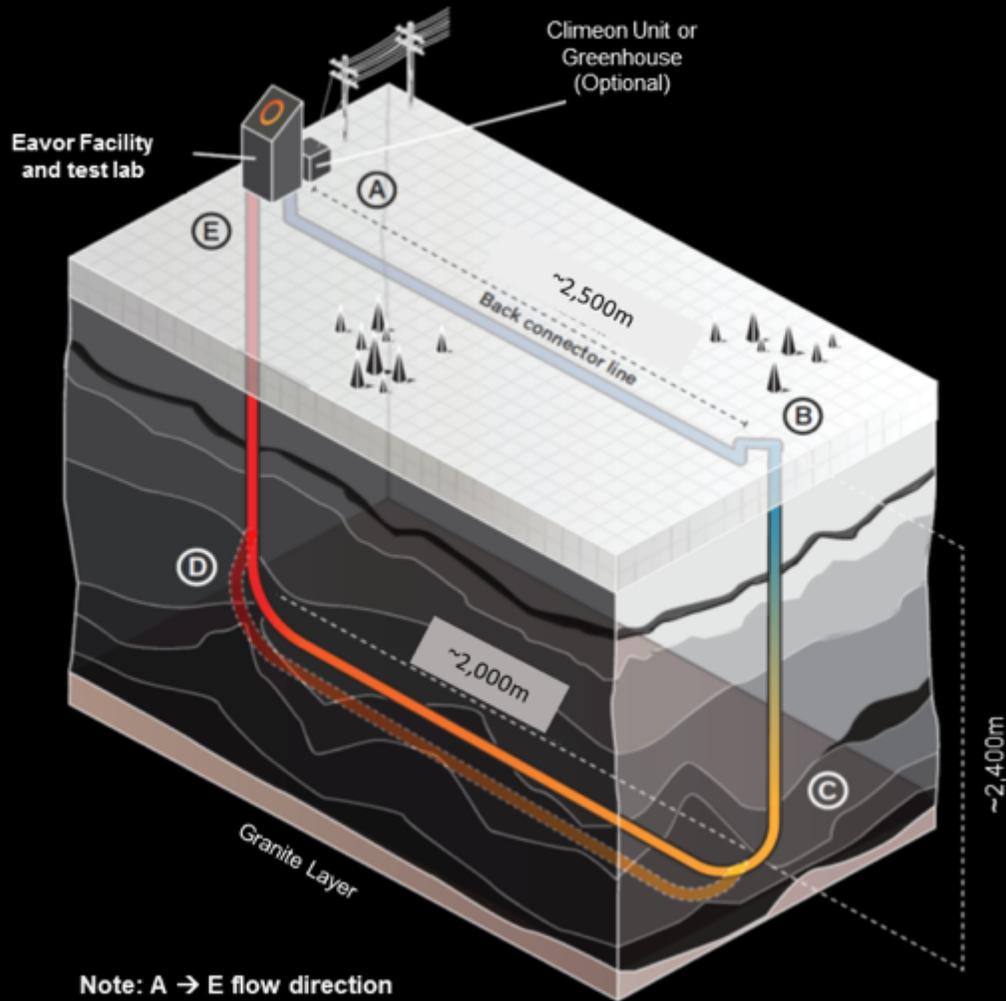


Eavor-Lite™ Demonstrationsanlage



Erreichte Ziele	
Erstellen Wärmeschleifen	✓
Verbinden der Bohrungen	✓
Versiegelung der Bohrlochwand	✓
Nachweis Thermosiphoneffekt	✓
Energieaustrag wie berechnet	✓

Von Eavor-Lite™ zum Eavor-Loop™



Key Elements & Vorteile Eavor-Loop™



Geschlossener Kreislauf Thermosiphon Effekt

Wirkprinzip durch Wärmeaufnahmen in einem in sich geschlossenem System, kein Reservoir notwendig. Durch den Dichteunterschied des Wassers zirkuliert das Arbeitsmedium selbstständig ohne zusätzlichen Pumpeneinsatz. Dadurch große Verringerung der Betriebskosten.



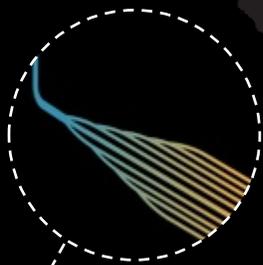
Flexibel & Langlebig

Durch obertägige Regelung des Volumenstroms ist das System regelbar. Eine Reduzierung der Fließraten erhöht die Temperatureaufnahme des Arbeitsmediums im Untergrund. Somit kann beim Hochfahren des Systems temporär ein höheres Energieniveau erreicht werden. Diese Regelung kann zum Netzausgleich im Zusammenspiel mit anderen Energiequellen genutzt werden.



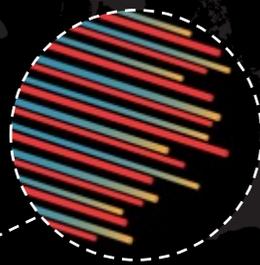
Günstiger Footprint

Unterbetachtung der gesamten Wertschöpfungskette, hat ein Eavor Loops den geringsten Umwelteinfluss aller erneuerbaren Energien. Stillgelegte Bohrplätze, Bohrungen oder Industriestandorte können nachgenutzt werden. Der Betrieb erfolgt vollkommen emissionsfrei.



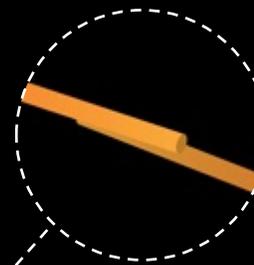
Anordnung Bohrabschnitte

Aus der verrohrten Vertikalbohrstrecke wird eine Mehrzahl von Abzweigungen erstellt. Modernste Bohrtechnik für multilaterales Bohren ermöglichen effiziente Bohrprofile und die Anzahl der Bohrlänge erhöht Bohrperformance.



Multilateral / Rock-Pipe™

Die horizontalen Bohrabschnitte sind vollständig vom Gestein und untereinander isoliert. Dies wird durch den Einsatz den Rock-Pipe™-Arbeitsmediums ermöglicht. Somit ist steht das zirkulierende Arbeitsmedium in keiner Interaktion mit dem abgedichteten Formationsgestein



Verbindung

Magnetische Ranging Technik ermögliche die sichere Verbindung der einzelnen Bohrstrecken und die Planung von Bohrprofilen maximaler Wärmeauskopplung und Beständigkeit.

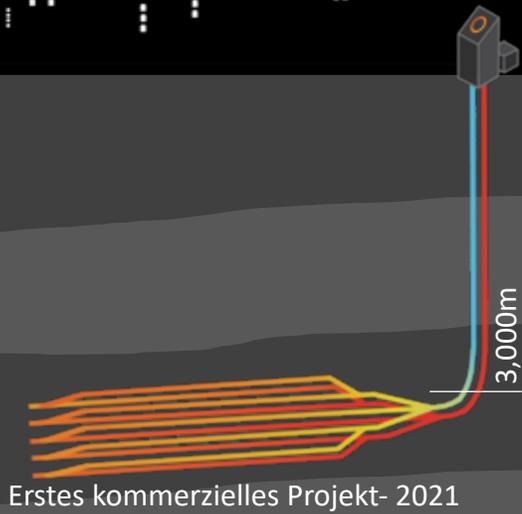


Innovation

RUGGERO BERTANI
European Geothermal
Innovation Award 2020



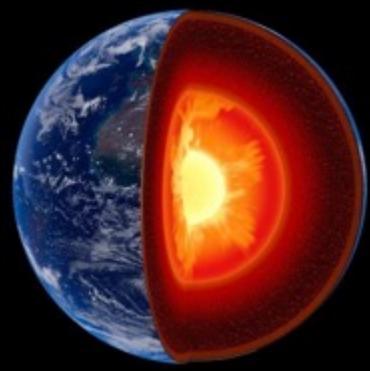
Sedimentgestein



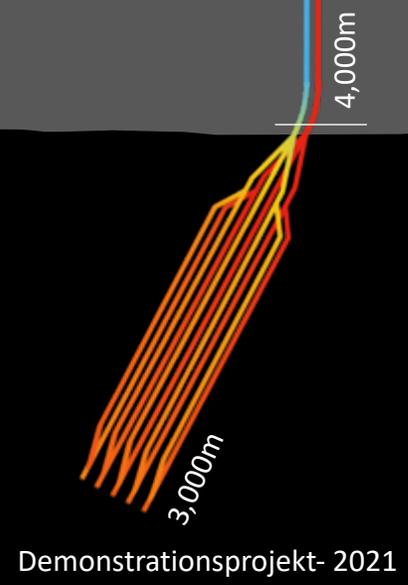
Grundgebirge

Massive Ausbaufähigkeit:

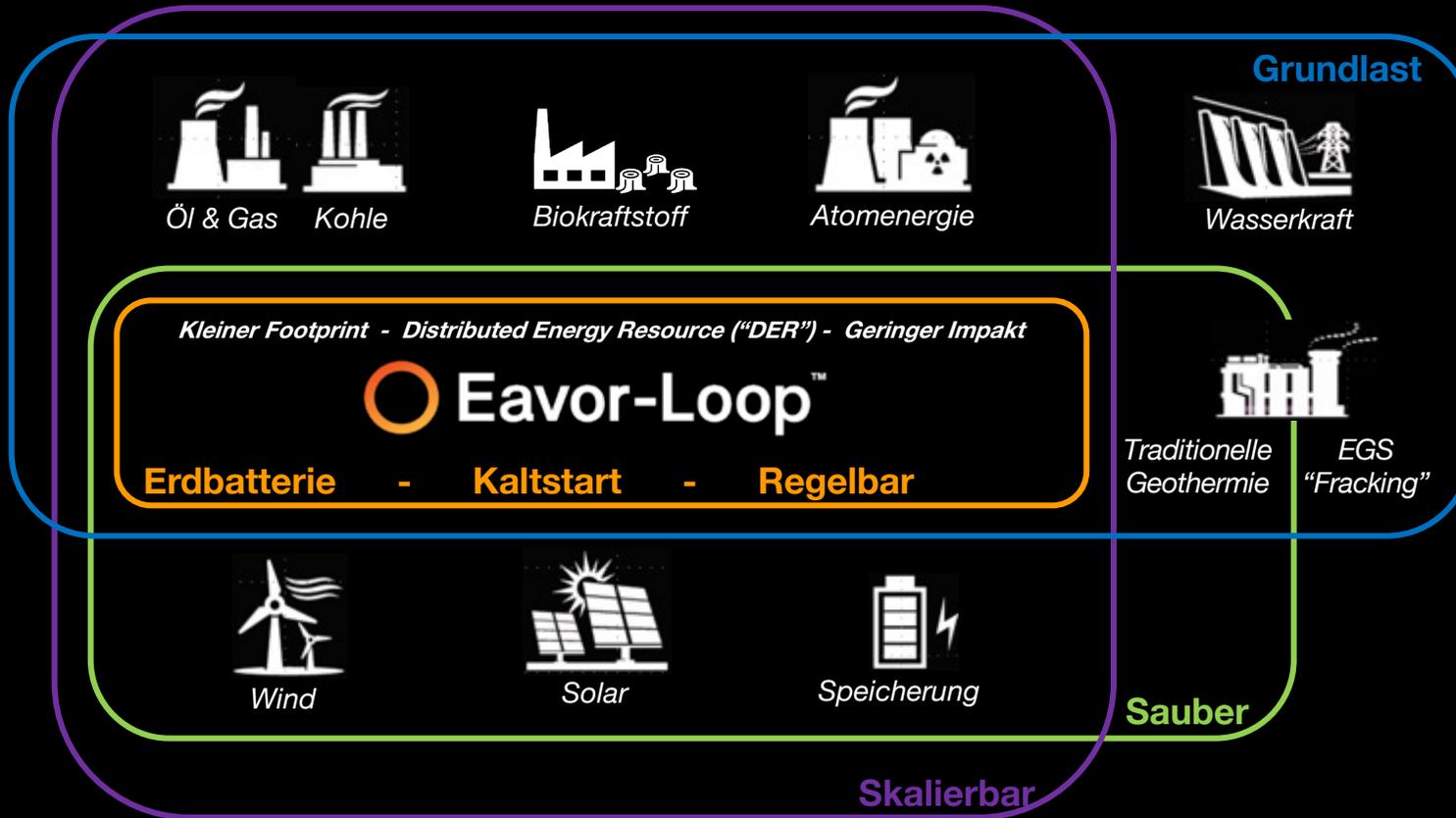
- Kann überall implementiert werden
- Nutzung von bestehendem Know-How aus Kohlenwasserstoff Industrie



6,000°C

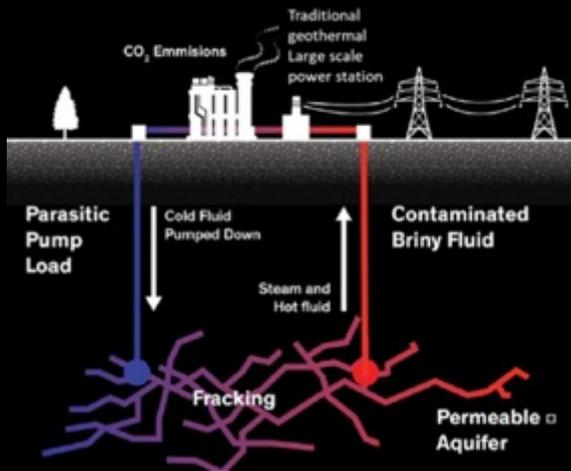


Eavor-Loop™: Eine neue Kategorie der Energieerzeugung

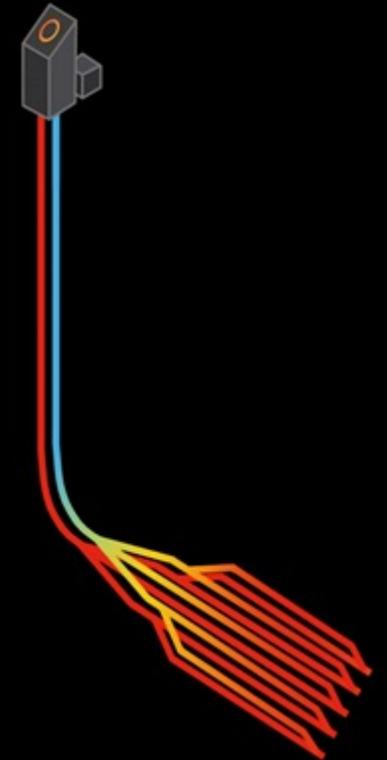


Die **weltweit erste** nachhaltige Form einer **sauberen, skalierbaren** Energie für die **Grundlast & Regelbarkeit**

Eavor-Loop™ vs. Hydro-Geothermie

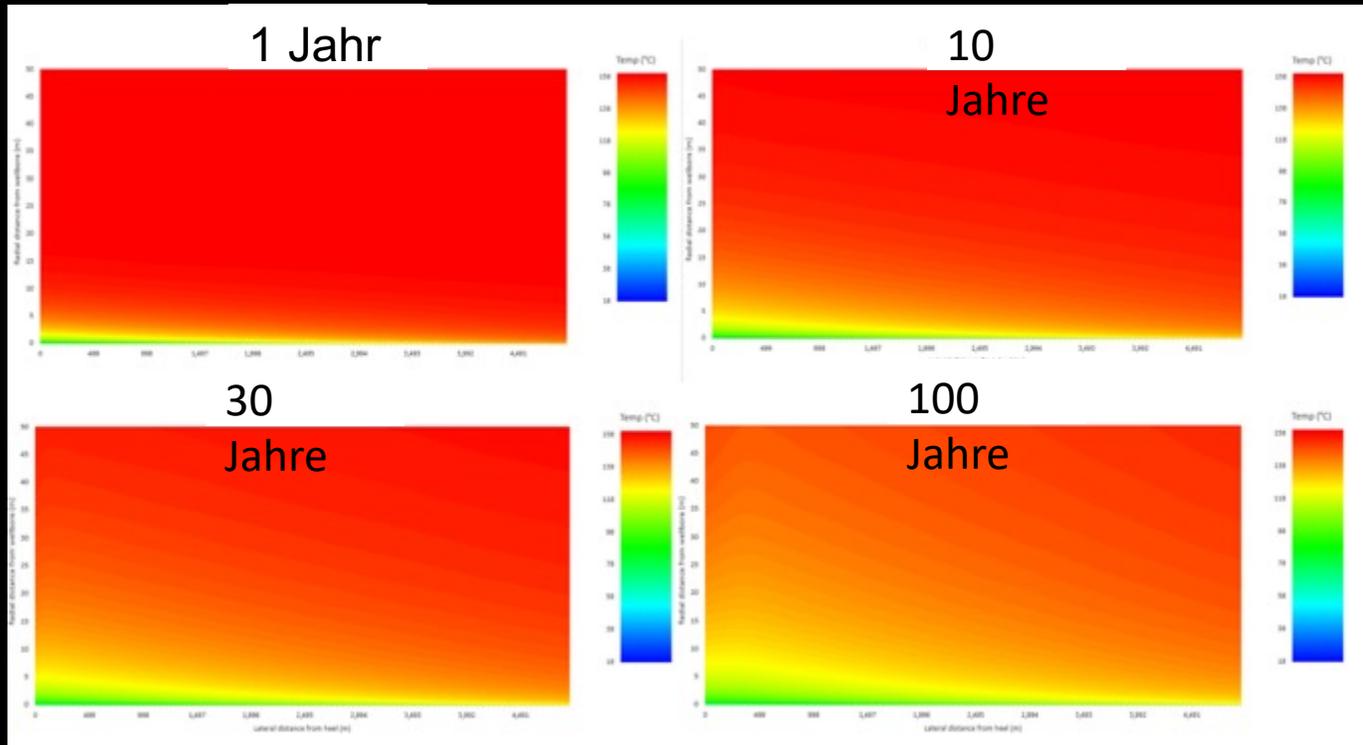
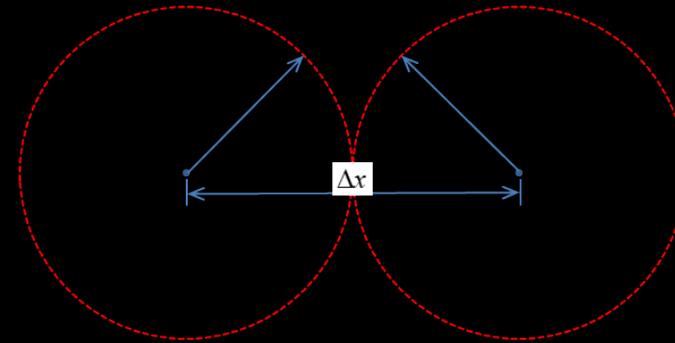


Hydro-Geothermie	Eavor-Loop™
Offenes System: Wasserfluss durch ein Reservoir, Fluidaustausch zwischen System & Reservoir	Geschlossenes System: Die Arbeitsflüssigkeit zirkuliert isoliert vom Reservoir, kein Austausch von Fluiden
Erfordert einen durchlässigen Aquifer und eine heiße Konvektionszone	Kein durchlässiger Aquifer erforderlich
Benötigt eine elektrische Pumpe zur Zirkulation der Thermalwassers, dies bedingt einen hohen Eigenverbrauch	Antrieb durch natürlichen Thermosiphon, keine Pumpe erforderlich
Für einen stärkeren Zufluss u. U. Fracking erforderlich, Erdbebenrisiko durch induzierte Seismizität	Kein Fracking erforderlich, kein Erdbebenrisiko durch induzierte Seismizität
Mögliche Produktion von Treibhausgas einschließlich CO ₂ mit dem Thermalwasser	Kein THG oder CO ₂
Anhaltende Wasserförderung erfordert kontinuierliche Behandlung (Scaling)	Kein Wasserverbrauch, keine Fluidbehandlung
Grundlastfähig, nicht regelbar	Grundlast und flexibel bedarfsgerecht einsetzbar (Strom, Wärme)



Wärmeaustrag über Jahrzehnte

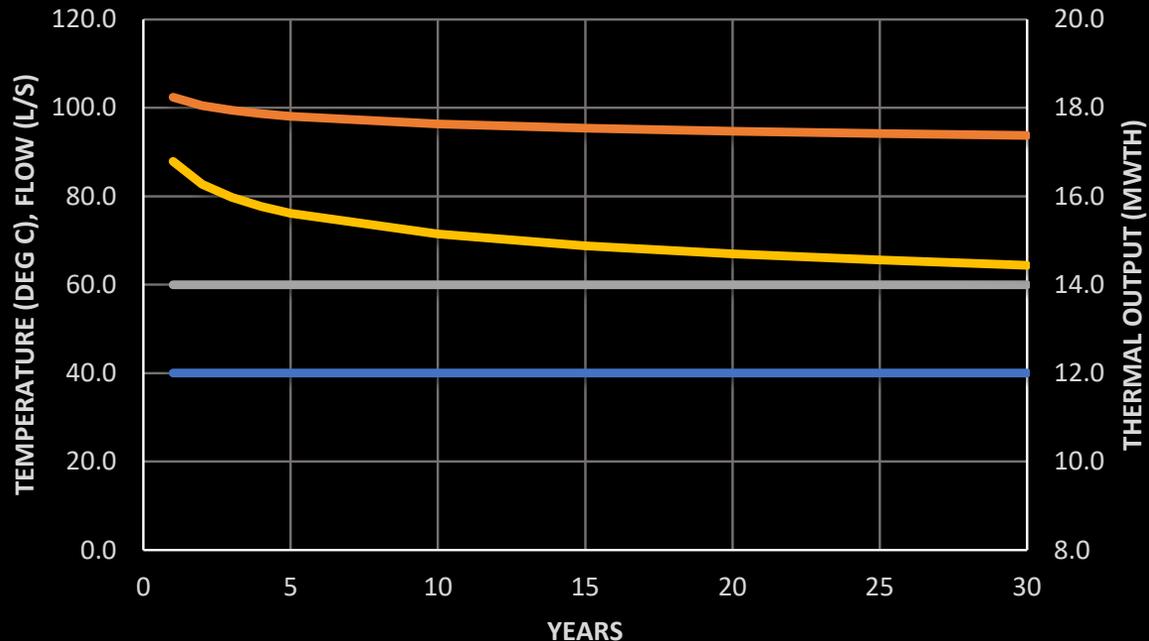
Vorhersehbarer und wirtschaftlicher Wärmeaustrag durch kontrollierte Wärmeentnahme und Einhaltung von Mindestabständen zwischen den Wärmeschleifen



Wärmeaustrag während der Betriebszeit – verschiedene Optionen

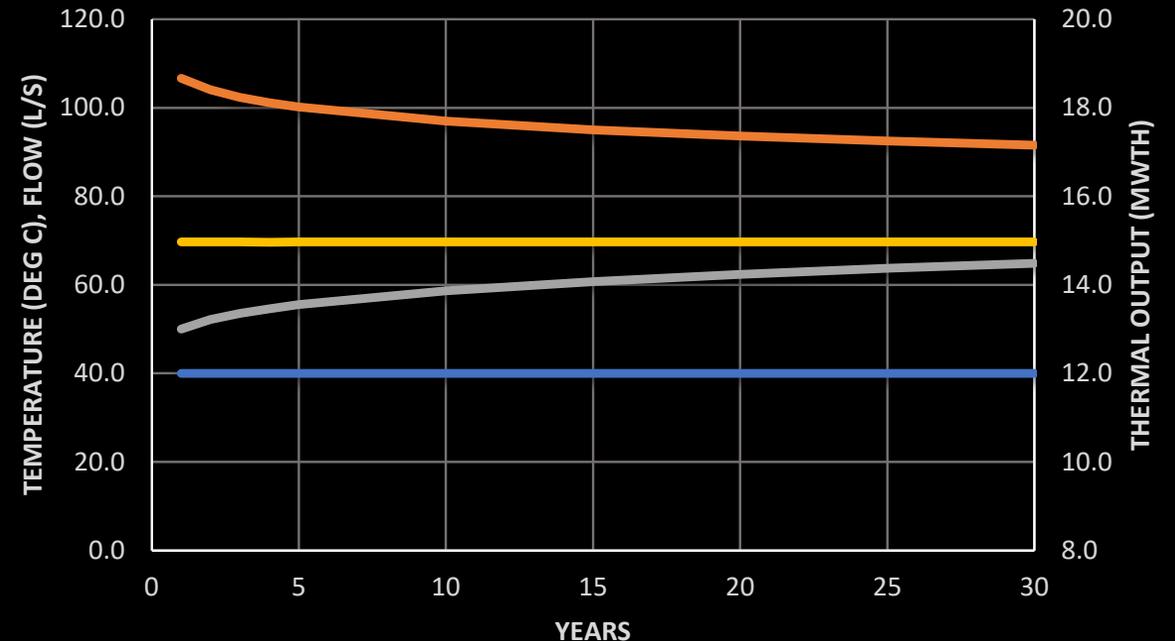
- **Option 1: Maximaler Wärmeaustrag:** Konstante Einstellung der Fließrate über 30 Jahre (Beispiel 60 l/s). Der Wärmeaustrag sinkt stärker während der ersten 6 Jahre, danach wird die Absenkung geringer und gleichmäßiger. Dies entspricht dem Betrieb der Eavor-Lite Versuchsanlage, deren Temperaturverringerung bisher exakt der Prognose folgt.
- **Option 2: Gleichmäßiger Wärmeaustrag:** Ein regulierter Anstieg der Fließrate im Zeitverlauf liefert einen gleichmäßigen Wärmeaustrag über 30 Jahre.

Max Thermal Output



— Inlet Temp (deg C) — Outlet Temp (deg C)
— Flow Rate (L/s) — Heat Output (MWth)

Flat Thermal Output

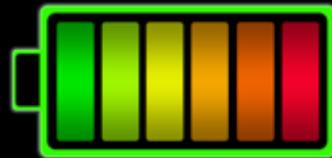


— Inlet Temp (deg C) — Outlet Temp (deg C)
— Flow Rate (L/s) — Heat Output (MWth)

Eavor-Loop™ - Regelbarkeit nach Bedarf (Dispatchability)

Eavor ermöglicht eine Anpassung an Schwankungen der Energienachfrage bzw. des natürlichen Energieangebots

- Vorübergehend erlaubt das System einen flexiblen Wechsel vom “Ladebetrieb” während Zeiträumen niedriger Nachfrage zum “Entnahmebetrieb” während Zeiträumen hoher Nachfrage.
 - Demonstriert am Eavor-Lite™
 - Keine Beeinträchtigung des Nettoenergieertrags während der Laufzeit einer Anlage.
- Das Ertragsprofil kann flexibel an viele unterschiedliche Bedürfnisse von Endnutzern angepasst werden:
 - Gut kompatibel in Gebieten mit hohem Solaranteil (z.B. Kalifornien, Nevada, Chile, usw.)
 - Alternativ kann primär Netzstabilität oder Spitzenlast gewährleistet werden.
- Eavor-Loop™ ist ein nachhaltiger und natürlicher Energiespeicher



Eavor Earth Battery™

Load Following with Solar



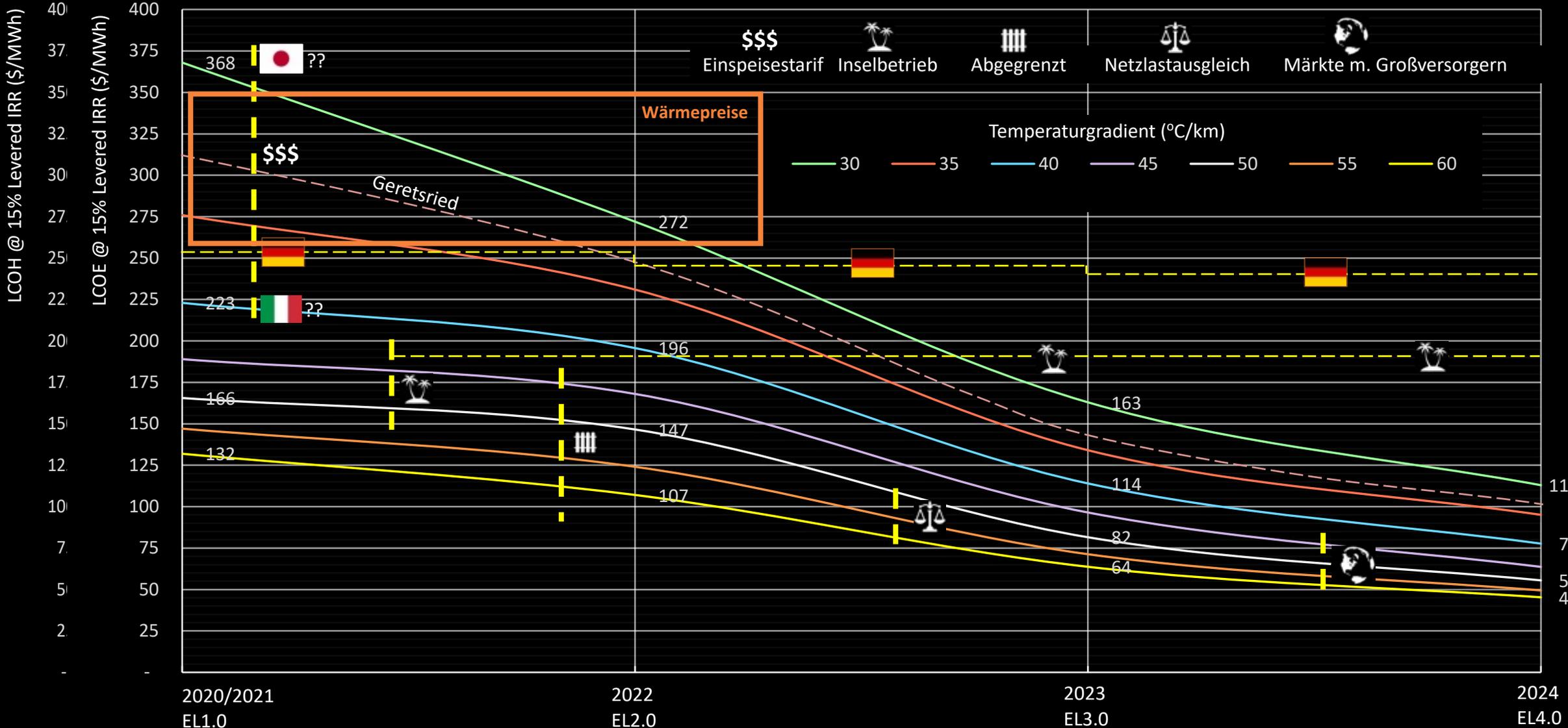
	Li-ion Batterie [1, 2, 3]	Eavor
Speicherdauer in Stunden	8	8-20
Lebensdauer in Jahren	10	30
Kapazitätsverringernug	25%	0%
Entladungsuntergrenze	90%	90%
Speicherenergiekosten (\$/MWh)	>125	<75

[1] Smith, Ziwei & al. 2017 *Life Prediction Model for Grid Connected Li-ion Battery Energy Storage System*

[2] NV Energy 2019

[3] Tesla 2020

Energiekostentrends (LCOE / LCOH) & Entwicklungsperspektiven der Eavor-Loop Technologie in den kommenden Jahren



Eavor-Loop™ 1.0/2.0+ – Geretsried Projekt

Hintergrund

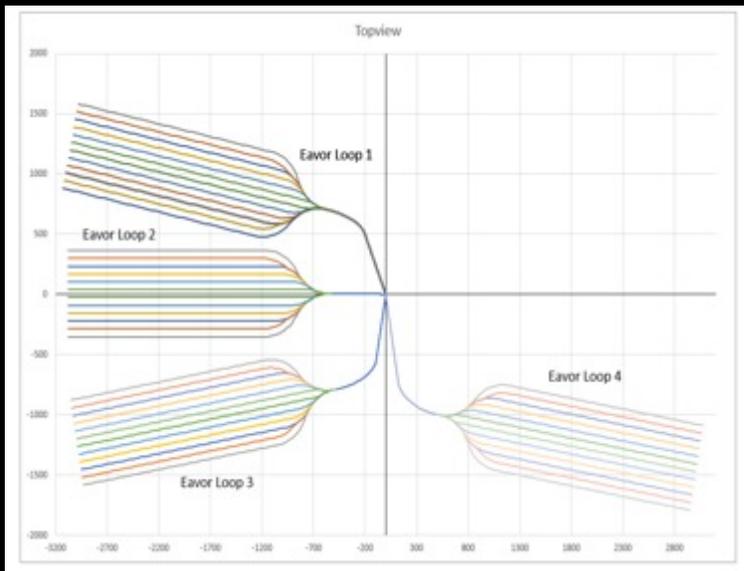
- 2009-2012: Aufsuchungserlaubnis Enex
 - Kraft Wärme Kopplung
 - Fernwärmenetz Geretsried
- Projektgenehmigungen, Infrastruktur und Landpartien vorhanden
- Trockene hydrothermale Bohrung



Entwicklungsschritte

Derzeitige Entwicklung (2020 – 2024)

- $\sim 9 \text{ MW}_e / 65 \text{ MW}_{th}$
- Erste vier (4) Eavor-Loop™ 1.0 Implementierungen von einer gemeinsamen Projektlokation abgeteuft
- Direkte Strom- und Wärmeerzeugung



Einsparung Treibhausgase Phase 1:

- $\sim 40,000 \text{ t CO}_2 / \text{Jahr}$

Ausbaustufen

- Entwicklung wie in Fabrikbetrieb
- Implementierung in Modulbauweise
- Weiterentwicklung der Eavor-Loop™ Technologie und Effizienz mit kontinuierlichem Ausbau für Wärme und Strom
- Gesamtes elektrisches Potential skalierbar auf 200 MW_e





Vielen Dank!

www.eavor.de