

Überblick

Beurteilung verschiedener Sondentypen für die mitteltiefe Erdwärmegewinnung

1. Einleitung

2. Zielstellung

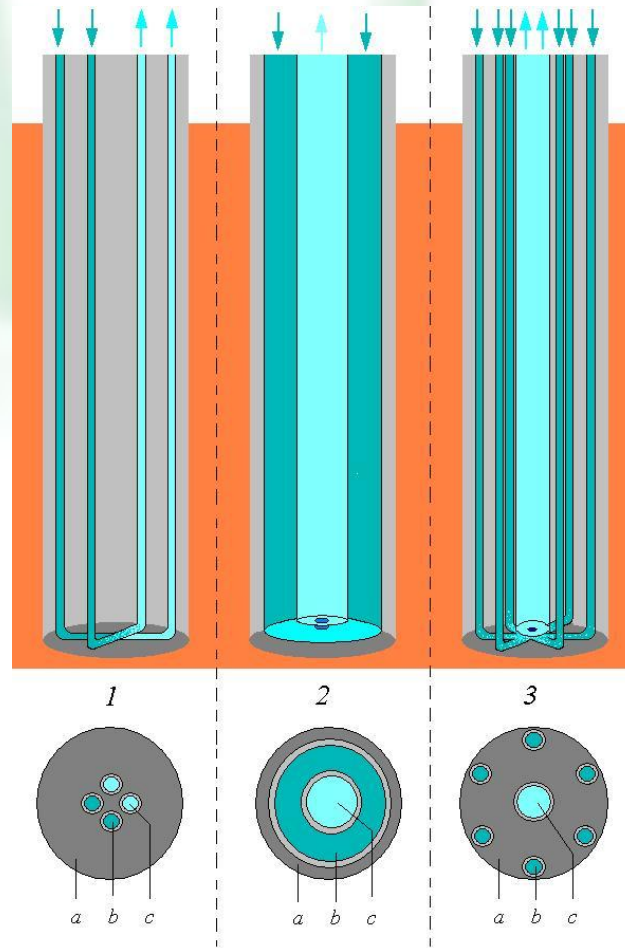
3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung



1. Doppel-U-Rohrsonde
2. Koaxialrohrsonde
3. Ringrohrsonde

Einleitung

Planungs- und Monitoringsoftware mit ModTherm

Häfner, F., Wagner, R., & Meusel, L. (2015). Bau und Berechnung von Erdwärmeanlagen. Berlin/Heidelberg: Springer

1. Einleitung

2. Zielstellung

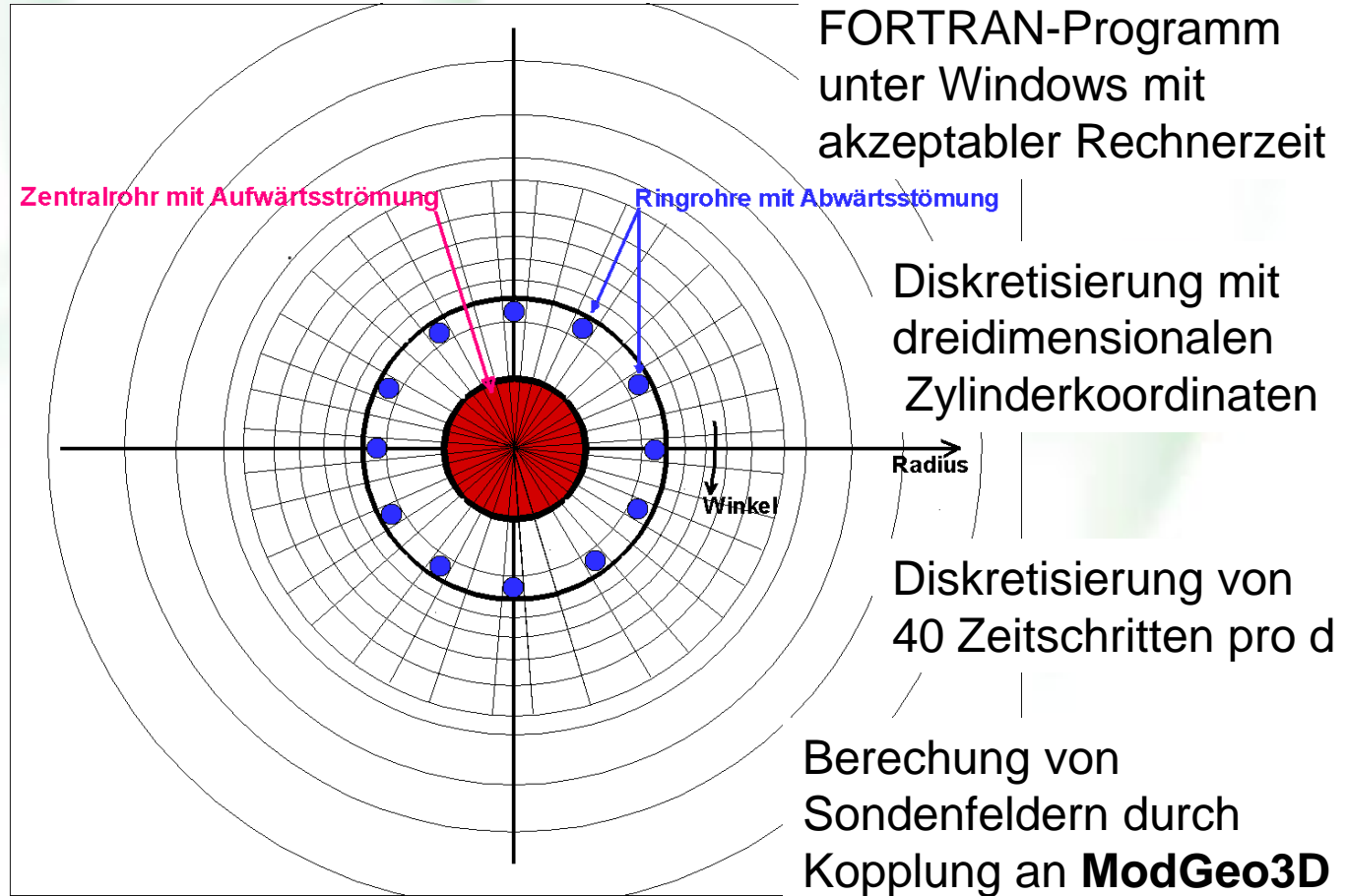
3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung



Einleitung

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Technischer Stand der mitteltiefen Geothermie

- Sonden mit über 400 m Tiefe sind noch Einzelfälle mit spezieller technologischer Vorbereitung für die Beachtung umfangreicher Bedingungen. Aber der Bedarf steigt mit der Verdichtung der Besiedlung.
 - Bohrtechnische Voraussetzungen (Verwendung von Altbohrungen, Fehlbohrungen, Neubohrungen, Einbautechnologien, Gesteinseigenschaften, Verlustbereiche, Sicherheit)
 - Geothermische Eigenschaften (wie Regeneration, Verluste beim Transport, geologische Bedingungen, Wärmeentzug)
- Materialeignung für den Sondenbau (Kunststoff, Stahl)
- Genehmigungsfähigkeit und Qualitätssicherung
- Energetische Effizienz steht im Wettbewerb

Zielstellung

Anwendbarkeit geschlossener Systeme für die mitteltiefe Geothermie

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

- Erdwärmesondenspeicher für größere Wärmemengen am Versorgerstandort
- Sicherstellung einer langzeitstabilen Versorgung – verbrauchergerechte Dimensionierung
- Genehmigung und Wärmeentnahme - Nachbarschaftsprobleme
- Integritätsuntersuchungen - lange Lebensdauer
- Standortbedingungen – geologisch, bergbaulich und bautechnisch
- Materialien, Materialgrenzen für die Erdwärmesonden (Festigkeit von PE bei 20 K Temperaturerhöhung ca. - 25%)

Zielstellung

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Teufengrenzen für die mitteltiefe Geothermie

- Bohrtechnische Faktoren
 - Bohrplatzbedarf im urbanen Gebiet
- Sondenkonstruktion
 - Beschränkung durch die Festigkeiten der Kunststoffrohre – Einbautechnologie - bohrtechnischen Möglichkeiten - Außendruckfestigkeit der Rohre durch Suspensionsdichte und Pumpregime sicherstellen
 - Stahlrohre in Kombination sind erprobt in der Tiefbohrtechnik (Aachen, Kaiserslautern) und bei großen Teufen eingesetzt
 - Beschränkung durch den hydraulischen Widerstand

Aufgabenstellung

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Aufgabenstellung für mitteltiefe Sonden

- Regenerationsfähigkeit im Dauerbetrieb – Dimensionierung und Auslegung
- Erschließung von CO₂-schonenden Energiequellen
- Nutzung von tieferen Formationen mit höheren Temperaturen - Einsatz in Gebieten mit vorteilhaften geothermischen Verhältnissen
- Anwendung in sanktionierten Regionen für die oberflächennahe Geothermie – Einsatz technischer Rohrtouren
- Auswahl und Risiken bei Anwendung der verschiedenen Sondentypen

Regeneration

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

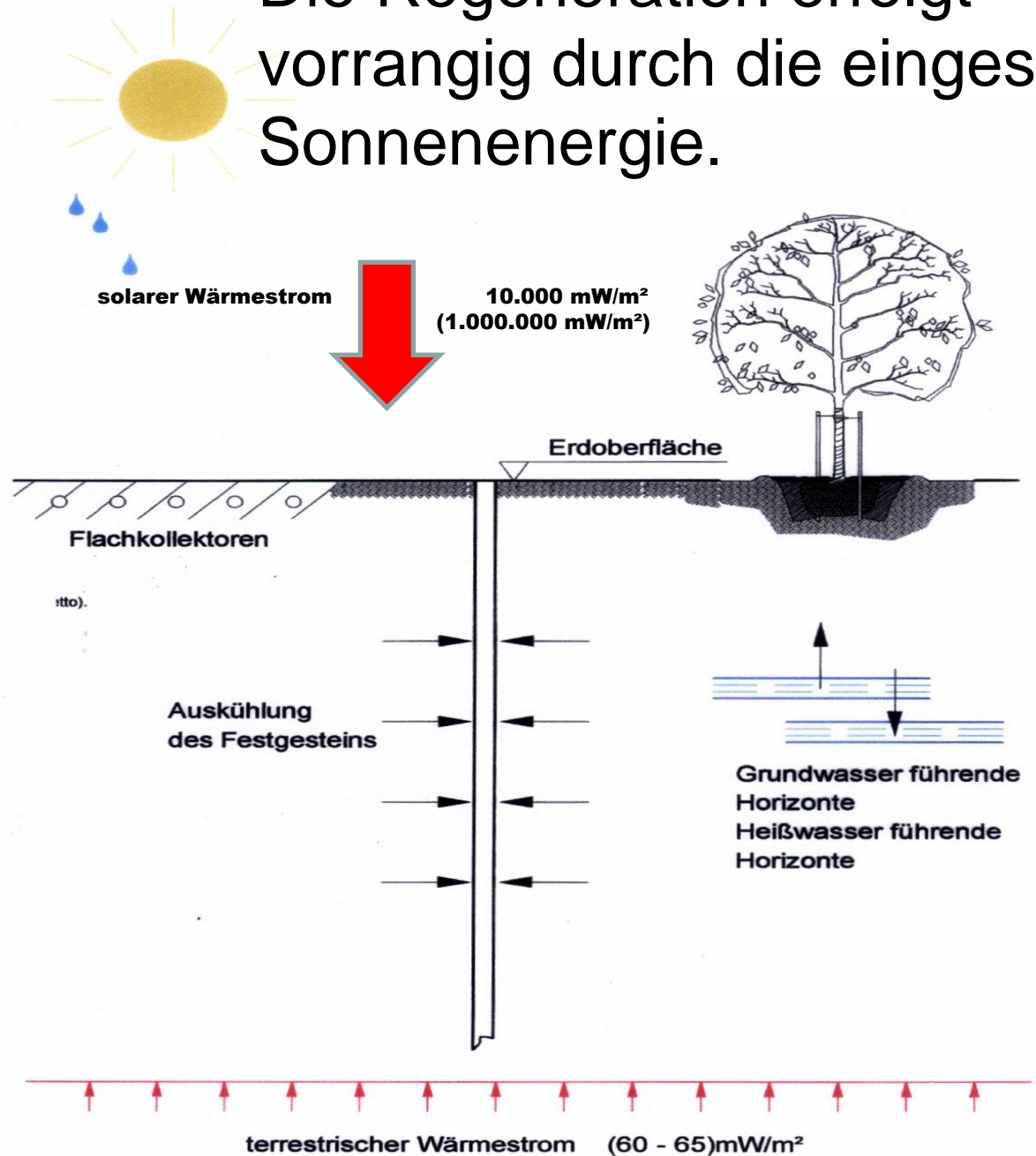
4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Die Regeneration erfolgt vorrangig durch die eingestrahlte Sonnenenergie.



Leistungsvermögen verschiedener Sondentypen

Daten der Sonden

- Bohrlochdurchmesser 200mm,
- Sondentiefe 800 m ,
- Wärmeleitfähigkeit des Gesteins 2,3 W/(m K),
- Porosität 10%,
- Verfüllbaustoff - Bohrlochzement 0,8 W/(m K),
- Jahresarbeitszahl 4.4 (U2), 4.7 (KOAX), 4.5(RR))

Typ	Komplet- tierung	Injektionstemperatur Heizungsvorlauf °C	Wärmeleistung nach 25 a Betrieb, kW	Gesamt- wärme MWh
KOAX	Casing 5“ Stahl PE 73 mm, SDR 11	10/45	21.2	4.94
Doppel-U (U2)	PE 42 mm, SDR 11	10/45	23.3	5.23
Ringrohr (RR)	Zentralrohr 73 mm, SDR 11, 12 Ringrohre, 25 mm, SDR 11	10/45	26.5	6.12

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. **Regeneration**

5. Einfluss im
Erdreich

6. Wirtschaft-
lichkeit

7. Zusammen-
fassung

Regeneration

Leistungsvermögen verschiedener Sondentypen

1. Einleitung

2. Zielstellung

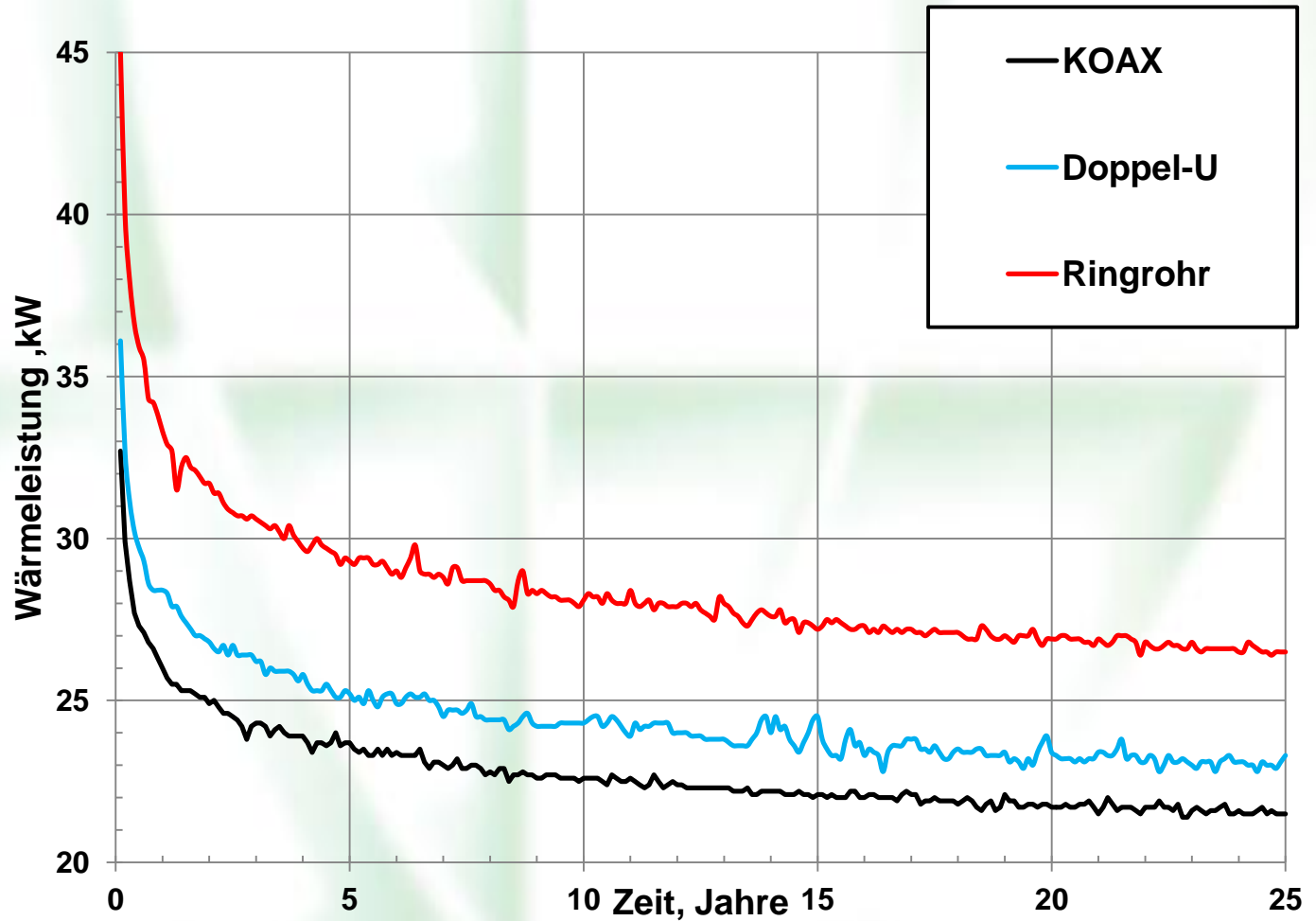
3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung



Regeneration

Leistungsvermögen bei 2550 Stunden heizungstypischer Jahresbetriebszeit Koaxialsonde

1. Einleitung

2. Zielstellung

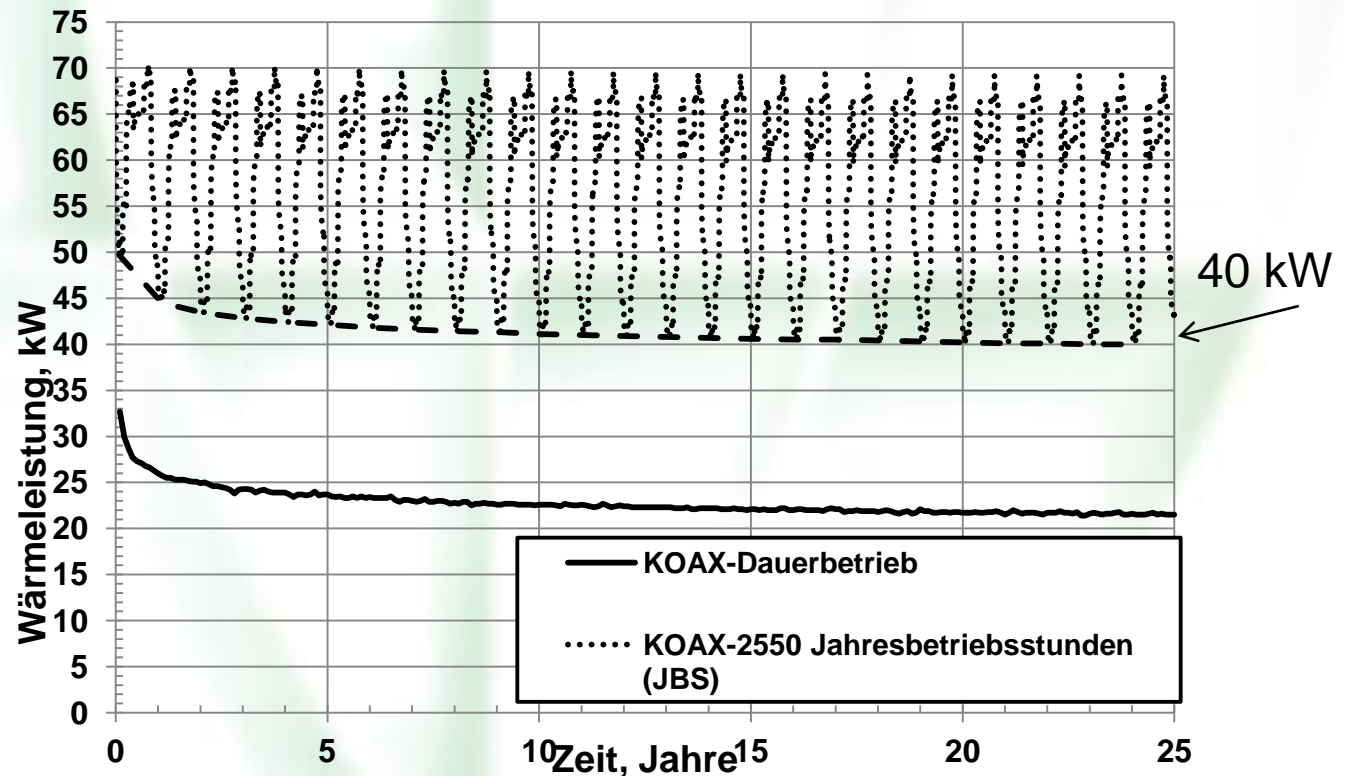
3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im
Erdreich

6. Wirtschaft-
lichkeit

7. Zusammen-
fassung



Regeneration

Leistungsvermögen bei 2550 Stunden heizungstypischer Jahresbetriebszeit Ringrohrsonde

1. Einleitung

2. Zielstellung

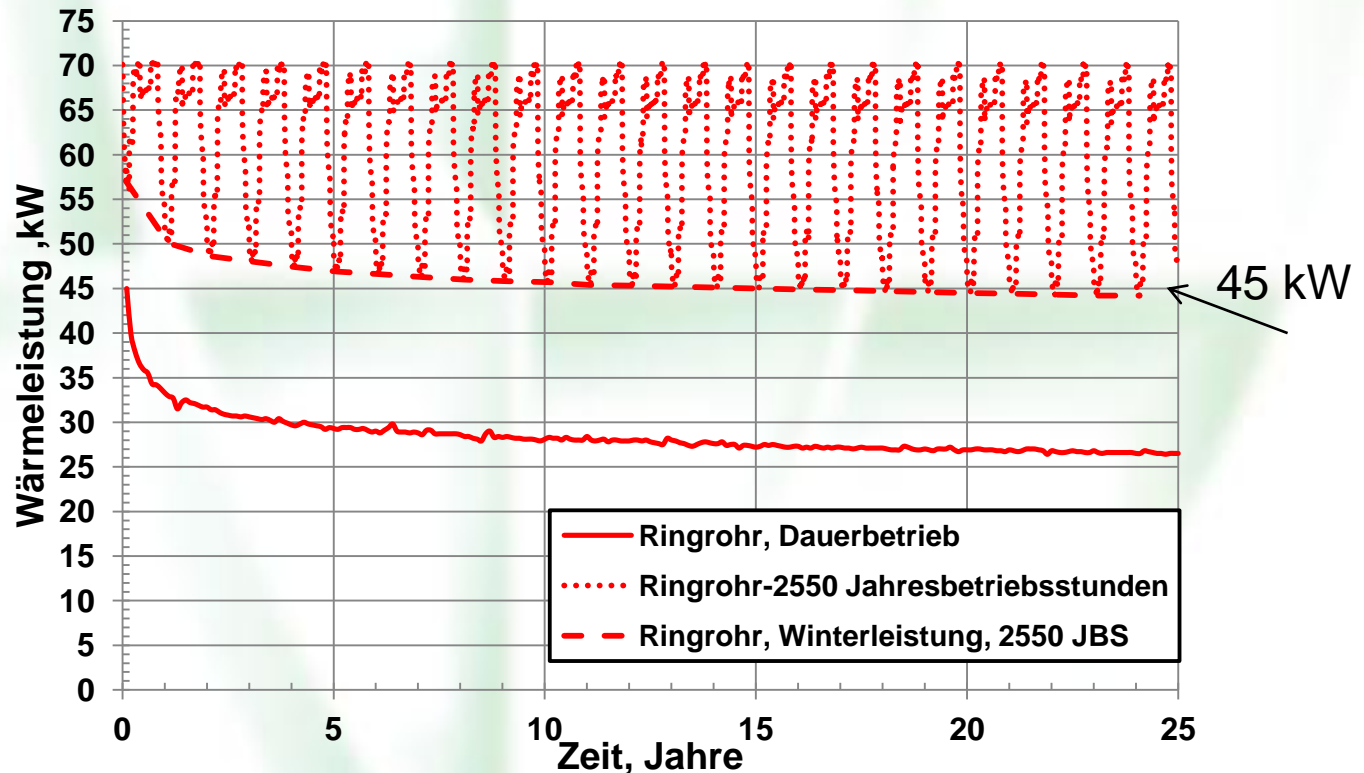
3. Aufgaben

4. **Regeneration**

5. Einfluss im
Erdreich

6. Wirtschaft-
lichkeit

7. Zusammen-
fassung



Einfluss im Erdreich

Temperaturabsenkung um eine 800 m tiefe Sonde nach 25 Betriebsjahren

1. Einleitung

2. Zielstellung

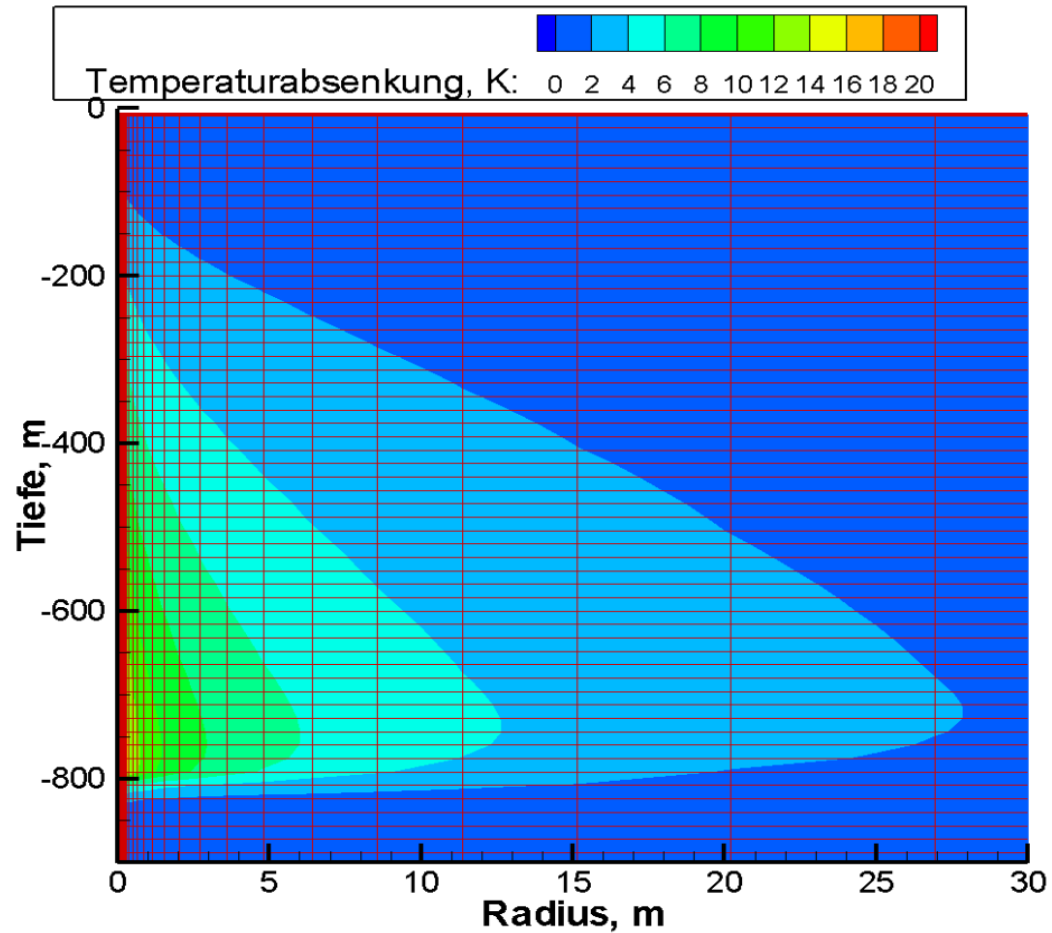
3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung



Ein Großteil der Regeneration muss durch den natürlichen Erdwärmestrom erfolgen.

Einfluss im Erdreich

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

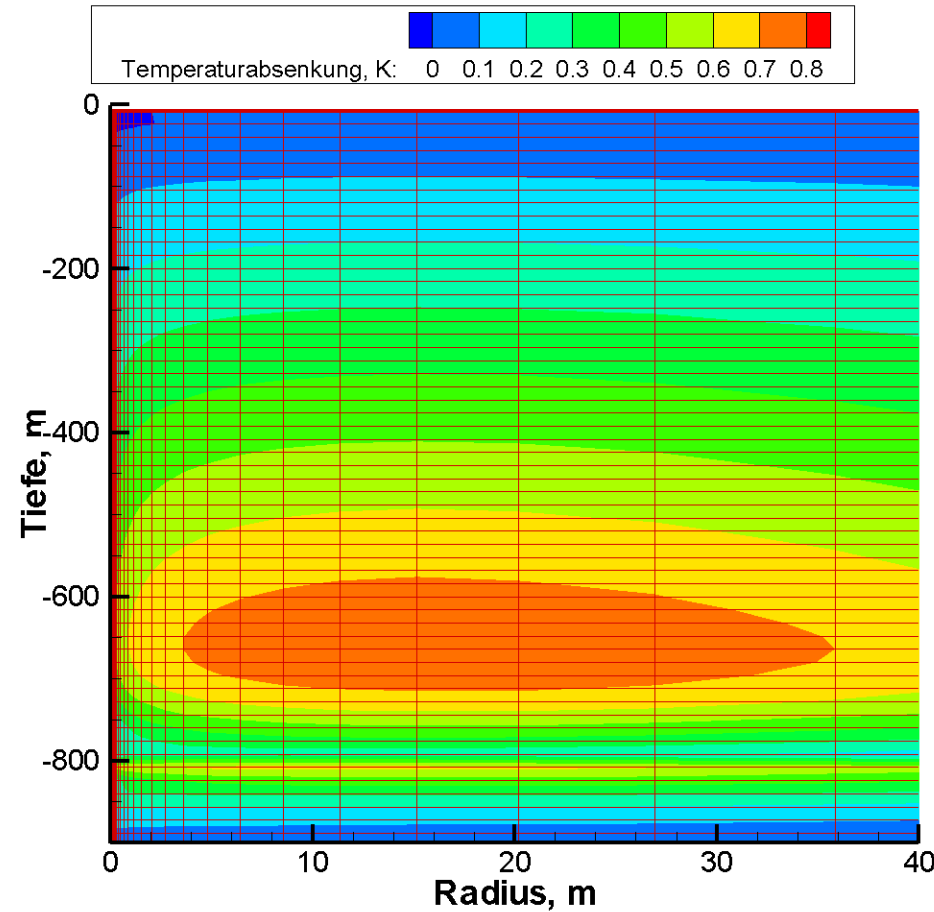
4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Temperaturprofil der gleichen Sonde nach 50 Ruhejahren

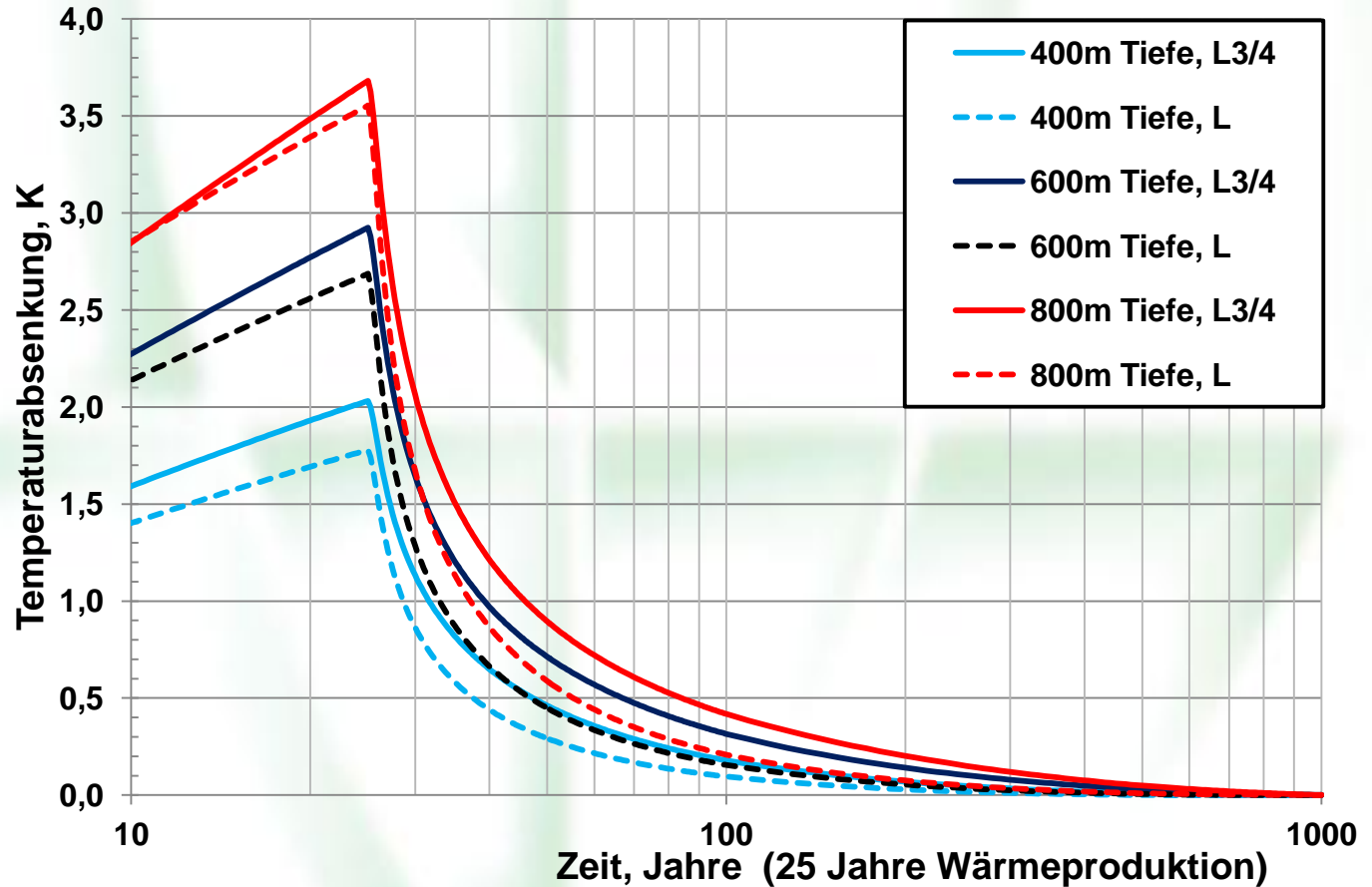


Die maximale Temperaturabsenkung tritt in ca. 600 m Tiefe (also in etwa $\frac{3}{4}$ der Gesamttiefe) auf.

Einfluss im Erdreich

- 1. Einleitung
- 2. Zielstellung
- 3. Aufgaben
- 4. Regeneration
- 5. Einfluss im Erdreich**
- 6. Wirtschaftlichkeit
- 7. Zusammenfassung

Regenerationszeit unterschiedlich tiefer Sonden



Temperaturverlauf ein drei verschieden tiefen Sonden, 25 Jahre Betriebszeit Radiusabstand 10 m, jeweils am Sondenfuß (L) und in 75% der Gesamttiefe ($L^{3/4}$).

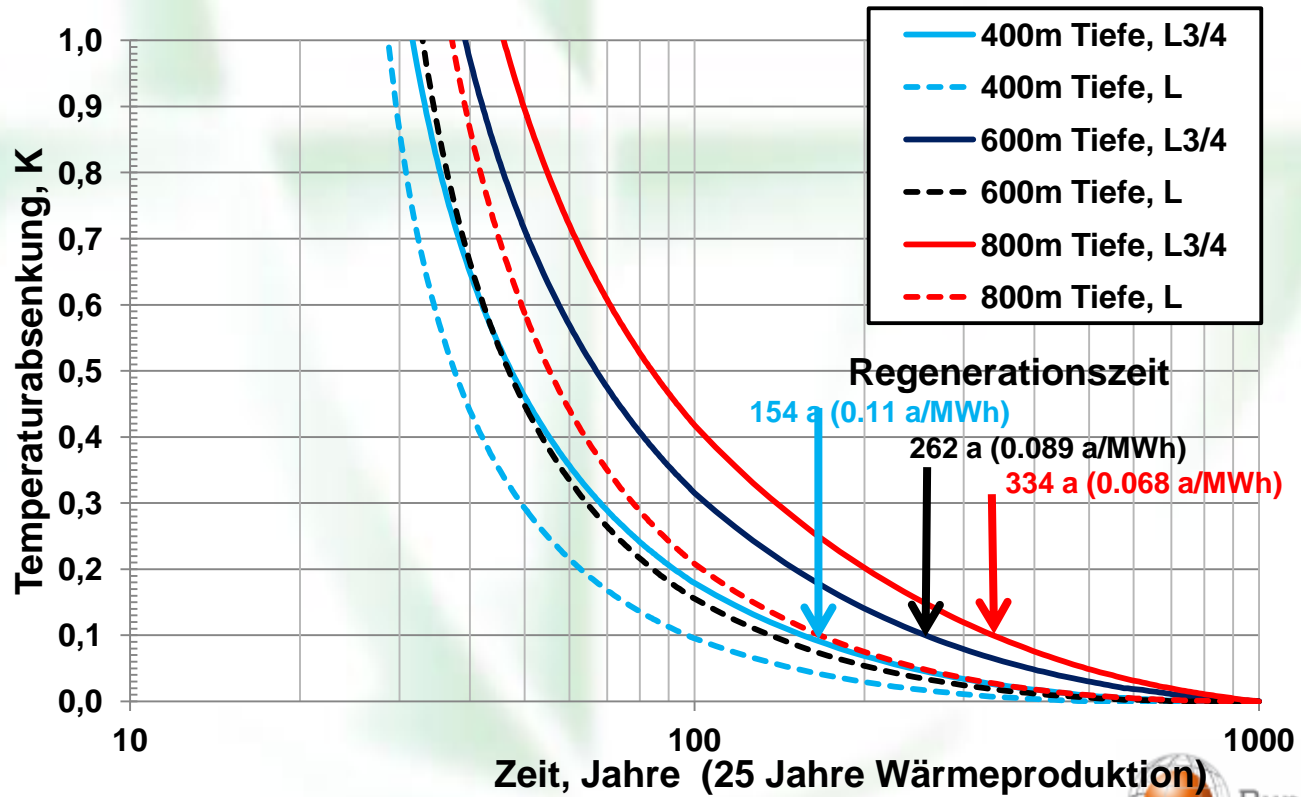
Einfluss im Erdreich

- 1. Einleitung
- 2. Zielstellung
- 3. Aufgaben
- 4. Regeneration
- 5. Einfluss im Erdreich**
- 6. Wirtschaftlichkeit
- 7. Zusammenfassung

Temperaturabsenkung im Radiusabstand von 10 m für verschieden Tiefen

Definition der Regenerationszeit:

Zeit, in der sich das Temperaturfeld im Erdreich bis auf 0,1 K wieder an die geothermische Initialtemperatur angenähert.



Wirtschaftlichkeit

Potential erneuerbarer oberflächennaher Geothermie

Erdwärmesondentyp	Länge in m	JAZ (2014)	CO ₂ -Vermeidungsfaktor in g/kWh	CO ₂ -Vermeidung pro Haushalt und Jahr in t
Dp.-U-Rohrsonde	ca. 100	3,3	108	1,43
Ringrohrsonde	ca. 100	4,3	141	1,86
Ringrohrsonde	ca. 400	5,0	163	2,15
Ringrohrsonde	ca. 600	6,5	212	2,80
Luft-WP		2,9	91	1,20
Solarthermie			260	3,43
Tiefe Geothermie			326	4,30

- Dimensionierung der Erdwärmesonden (kosten- oder emissionsoptimiert ?? 0,660 t CO₂ pro Haushalt und Jahr zusätzliche Vermeidung gegenüber der Luft-WP)
- Erschließung höherer Temperaturen in größerer Teufe
- Kosteneinsatz für CO₂-Vermeidung oder für Invest und Betrieb

Aufgabenstellung

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Anwendung unterschiedlicher Sondentypen für die Speicherung

- Wärmeentzugsleistung
 - Typabhängige Variation bis zu 25% der Leistung
 - Ein- und Ausspeisezyklen (saisonal oder real im Kurzzeitbetrieb oder extrem Tag/Nacht)
 - Teufenabhängige Wärmemengenaufnahme
- Zielstellung für die Optimierung
 - CO₂-Reduzierung
 - Wärme- oder Kälteversorgung
 - Speicherladezeiten
 - Wärme- und Temperaturbilanz im Gebirge/Grundwasser

Wirtschaftlichkeit

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

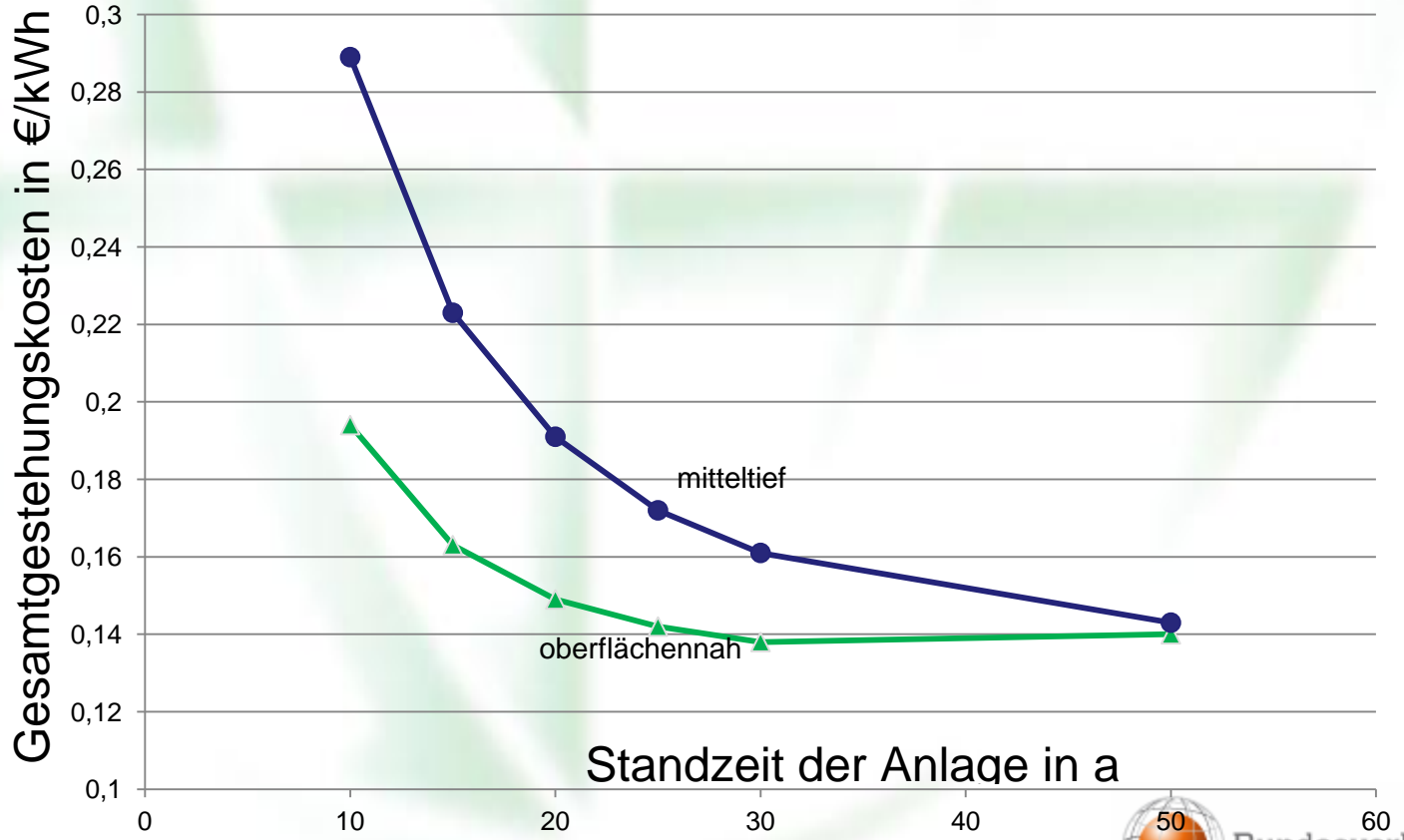
5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Kostenvergleich oberflächennahe mit mitteltiefer Geothermie

- höhere Herstellungskosten bei tiefen Sonden
- höhere Effizienz – der tiefen Sonden im wirtschaftlichen Betrieb



Zusammenfassung

1. Einleitung

2. Zielstellung

3. Aufgaben

4. Regeneration

5. Einfluss im Erdreich

6. Wirtschaftlichkeit

7. Zusammenfassung

Zusammenfassende Wertung

- **Mitteltiefe Sonden** besitzen eine höhere energetische Effizienz
- **Mitteltiefe Sonden** können mit erprobter Bohrtechnik eingebaut werden
- **Regenerationsdauer** steigert sich mit zunehmende Teufe
- Sondenabstand hat bei mehreren mitteltiefen Sonden größeren Einfluss – **Abkühlungsradien** sind bei $\frac{3}{4}$ der Gesamtlänge am größten
- **Sondenmaterialien und Einbautechnologien** besitzen noch Reserven

Zusammenfassung

1. Einleitung
2. Zielstellung
3. Aufgaben
4. Regeneration
5. Einfluss im Erdreich
6. Wirtschaftlichkeit
- 7. Zusammenfassung**

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit
und
helfen Sie mit, die Einsatzmöglichkeiten
im mitteltiefen Bereich zu optimieren!**

