



Wärmestudie NRW: Daten für die Wärmewende

Fachforum 1: Mitteltiefe und Tiefe Geothermie

Gregor Bussmann, Fraunhofer IEG

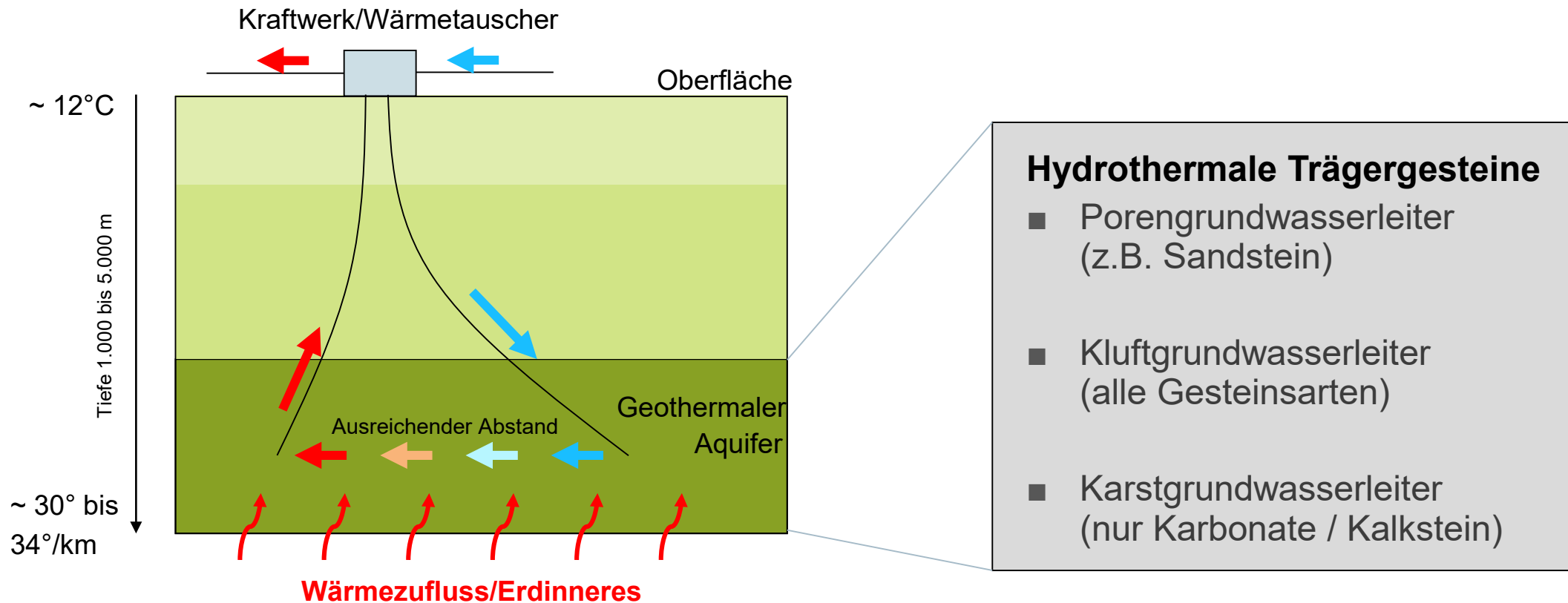
[Link zur
Veranstaltungsdokumentation](#)

LANUV – Fachzentrum Klimaanpassung, Klimaschutz, Wärme und Erneuerbare Energien

Mitteltiefe+Tiefe Geothermie – Hydrothermale Systeme

- Fokus: Nutzung thermalwasserführende Gesteine für mitteltiefe und tiefe geothermische Energieversorgung > 400 m

- Schlüsselparameter
 - Tiefe ~ Temperatur
 - Durchlässigkeit ~ Förderraten



Mitteltiefe + Tiefe Geothermie – Relevante Reservoirre in NRW

- Karbonatreservoirre (Mitteltiefe bis tiefe Kalksteine mit hoher Verkarstungsfähigkeit)

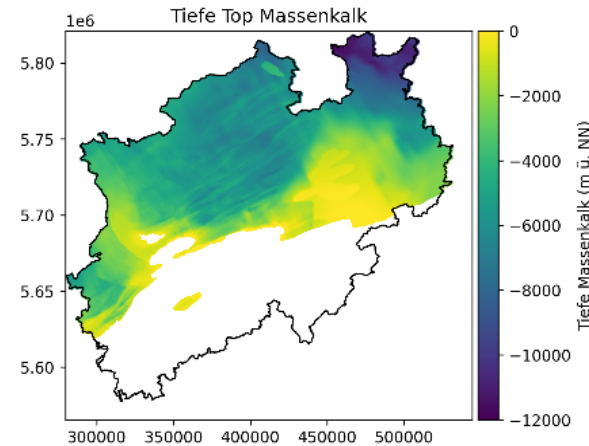
1. Devonische Massenkalk
2. Unterkarbonische Kohlenkalke
3. Cenoman-/Turon Ablagerungen der Oberkreide

- Sandige Lockersedimente des Tertiärs (Porengrundwasserleiter)

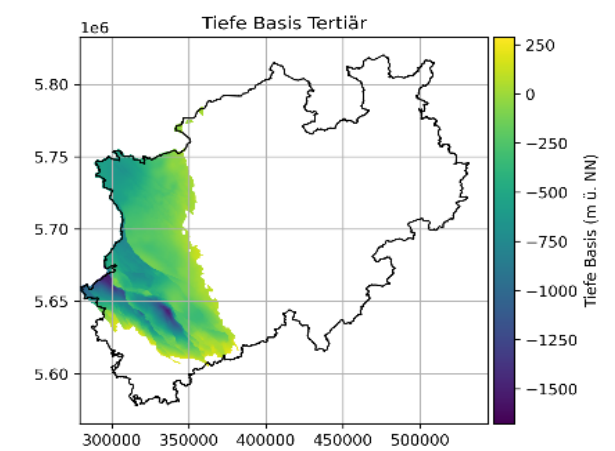
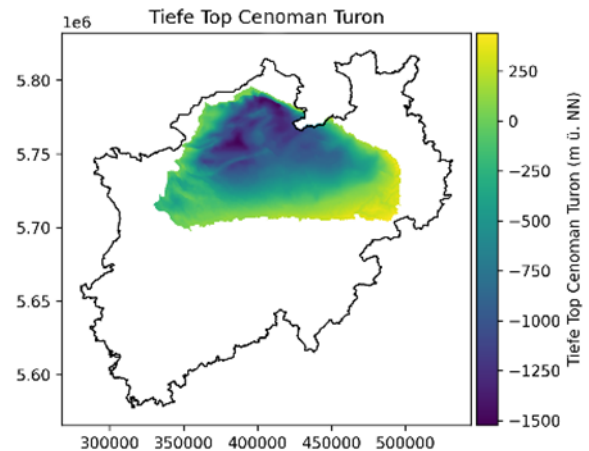
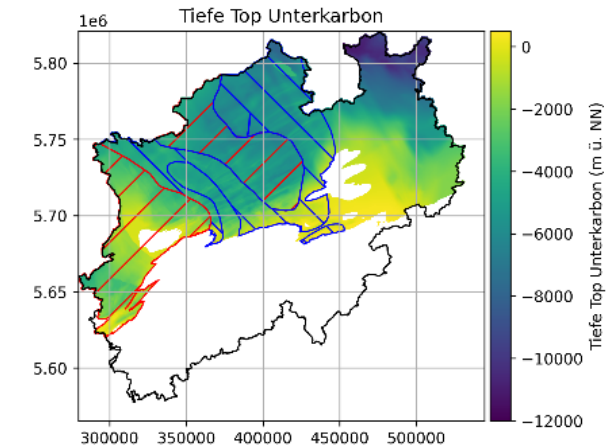
→ Quantifizierung der geothermischen Potenziale auf Datengrundlage und Abschätzungen des GD NRW

- Tiefenlage Top Reservoir
- Reservoirmächtigkeiten
- Porositäten und Permeabilitäten
- Temperaturen

Weitere potenzielle Reservoirre (z.B. mesozoische Sand-/Kalksteine) werden aufgrund noch unzureichender Datenlage zunächst nicht betrachtet. Aktuell erfolgt ein Explorationsprogramm des GD NRW zur Verbesserung der Datengrundlage. Nähere Informationen unter [Geowärme.NRW](https://www.geowaerme.nrw.de).



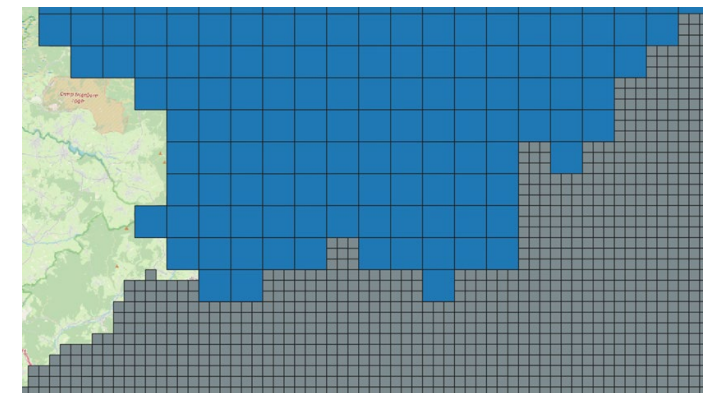
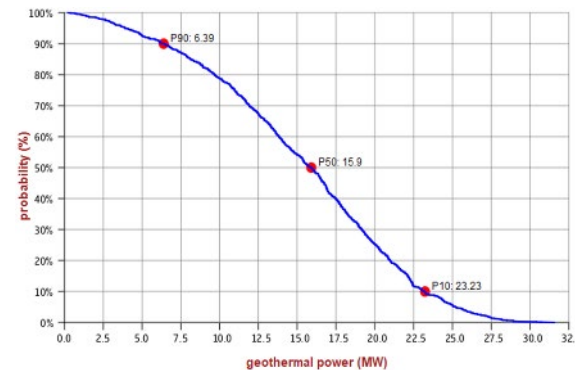
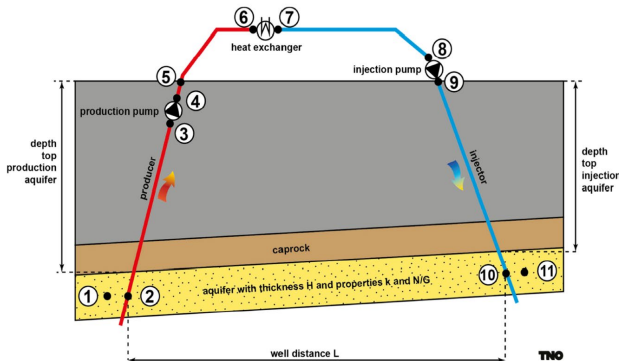
Plattformkarbonate Calciturbidite



Tiefe Geothermie – Theoretisches Potenzial DoubletCalc (TNO)

- Stochastische Simulation der thermischen Leistung einer geothermischen Dublette
 - Reservoirparameter u.a. Tiefe, Permeabilität, Mächtigkeit, Salinität, Net-to-Gross-Verhältnis (N/G), Temperatur
 - Technische Parameter wie Geometrie der Dublette, Verrohrung, Pumpen, Injektionstemperatur,
 - Durchführung von Monte Carlo Simulationen (mit P90, P50, P10 Wahrscheinlichkeiten als Ergebnis)

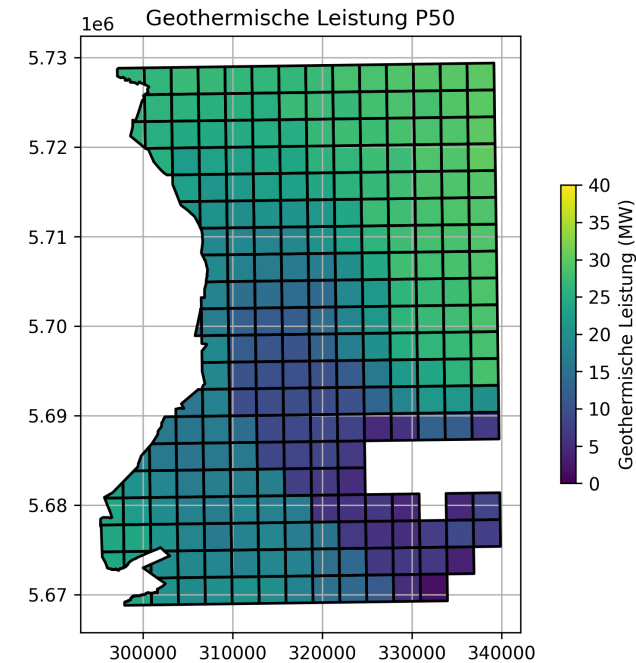
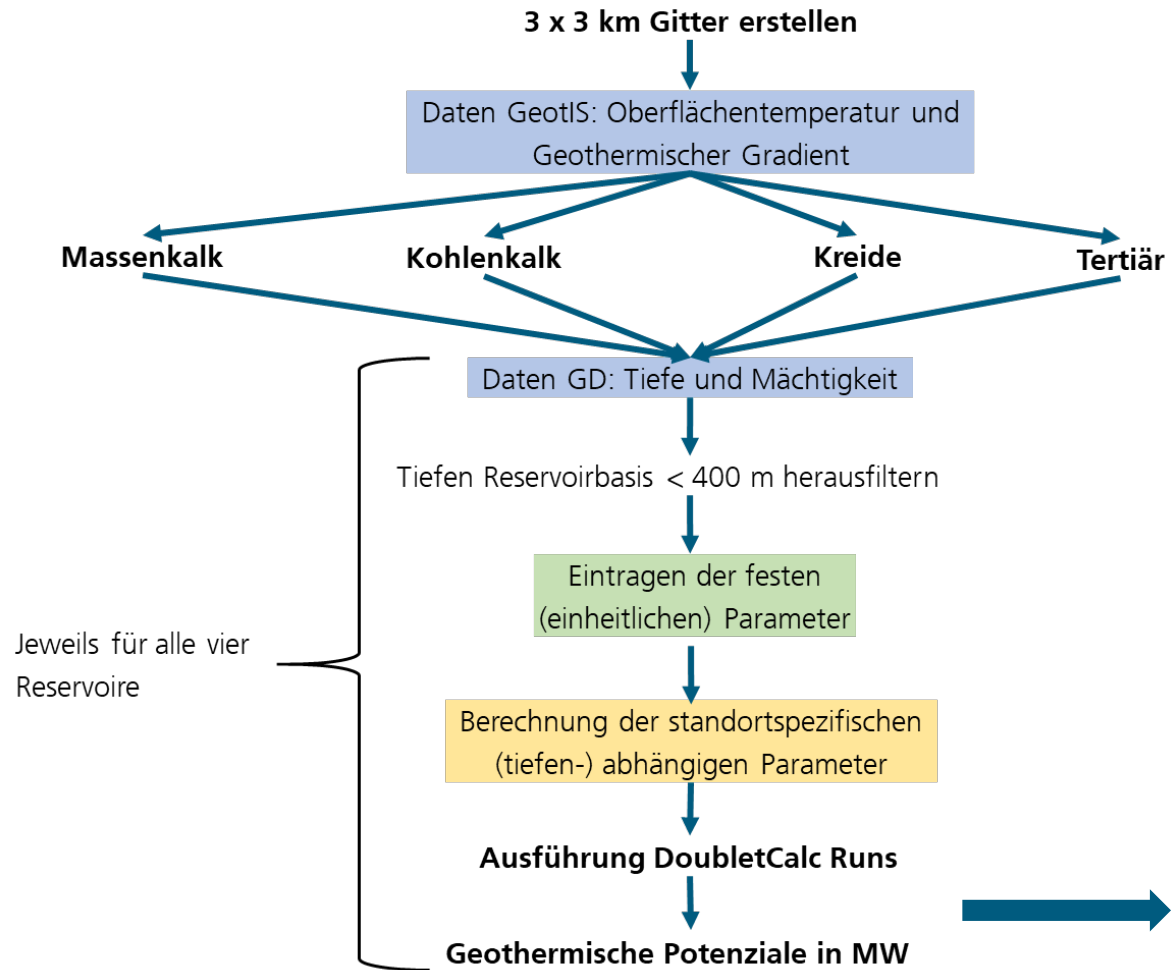
- Erstellung eines 3 x 3 km Gitter für NRW aus LAEA Gitter (1km)
 - Wahl eines konservativen Ansatz: Berechnung einer geoth. Dublette pro Rasterelement (von 9 km²)
 → keine gegenseitige thermische und hydraulische Beeinflussung durch benachbarte Dubletten



- LAEA Gitter 1 x 1 km
- verwendetes Gitter 3 x 3 km

Quelle für beide Abbildungen: TNO Handbuch DoubletCalc (Mijnlieff et al. (2014))

Berechnung des theoretischen Potenzials (Ablauf)



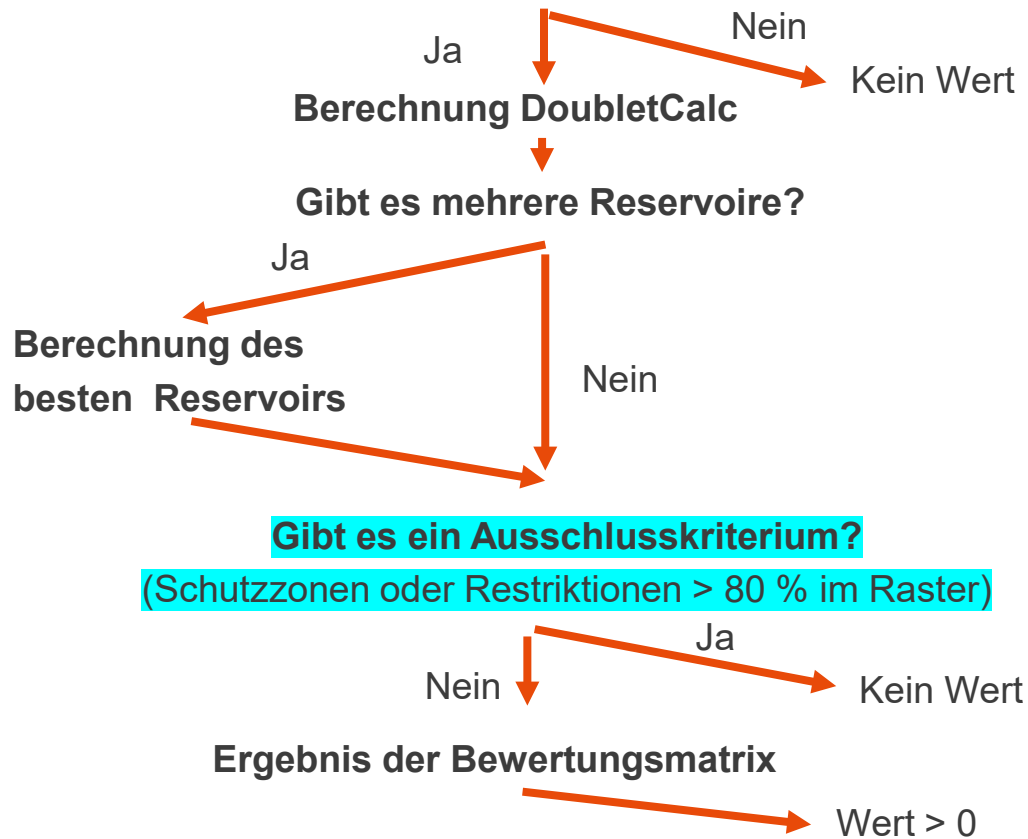
Zweiteilung in

- **Mitteltiefe** Geothermie >400 - ≤1.500 m Basis
- **Tiefe** Geothermie >1.500 bis ≤ 5.000 m Basis

Mitteltiefe + Tiefe Geothermie – Ganzheitliche Bewertung

Ablaufplan und Bewertungsmatrix der geothermischen Nutzungspotenziale

Notwendiges Kriterium: A) Mitteltiefes 400 – 1.500 m oder
B) Tiefes Reservoir 1.500- 5.000 m im Rahmen der Studie vorhanden

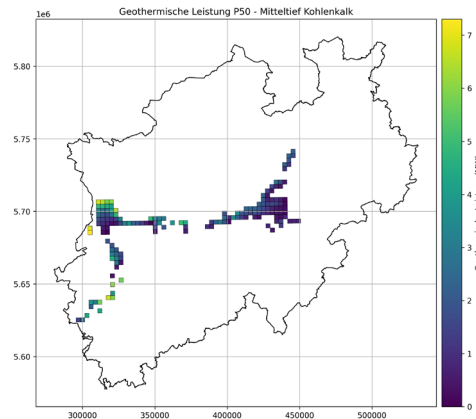
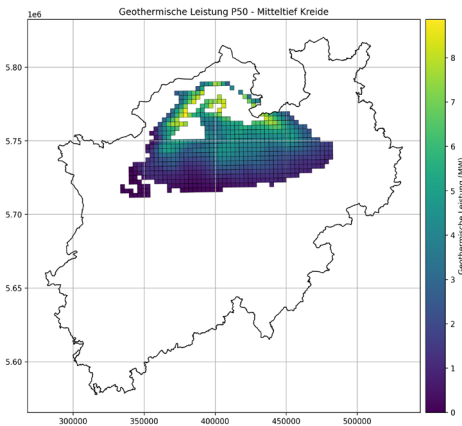


Bewertungskriterien	Bewertung	Wichtung
Potenzialermittlung		
Ergebnis DoubletCalc	Therm. Leistung [MW]	positiv
Fündigkeit/Erschließungsrisiko/Datensicherheit		
Anzahl erschließbarer Reservoirs	Anzahl (1, 2 oder 3)	positiv
Bohrtechnischer Erschließungsaufwand	Tiefenlage	positiv
Altdaten (Seismik/relevanten Bohrungen)	Abstand zum Mittelpunkt	positiv
Bearbeitungsraum GD NRW/Hauptstörungszonen	Abstand zum Mittelpunkt	positiv
Schutzzone		
Trinkwasserschutzgebiete (I, II, III)	Flächenanteil	negativ
Heilquellenschutzgebiete (I, II, III)	Flächenanteil	negativ
Naturschutzgebiete	Flächenanteil	negativ
Überschwemmungsgebiete	Flächenanteil	negativ
Sonstige Restriktionen		
Abgrabungsbereiche	Flächenanteil	negativ
Oberflächenwasserkörper	Flächenanteil	negativ
Erdbebenzone	Flächenanteil	negativ
Waldgebiete	Flächenanteil	negativ
Altbergbau	Flächenanteil	negativ
Versiegelung	Flächenanteil	negativ
Wärmeabnehmersituation		
Bestandsfernwärmenetze	Abstand zum Mittelpunkt	positiv
Wärmebedarf in Raster	Wärmebedarf in [GWh / a]	positiv

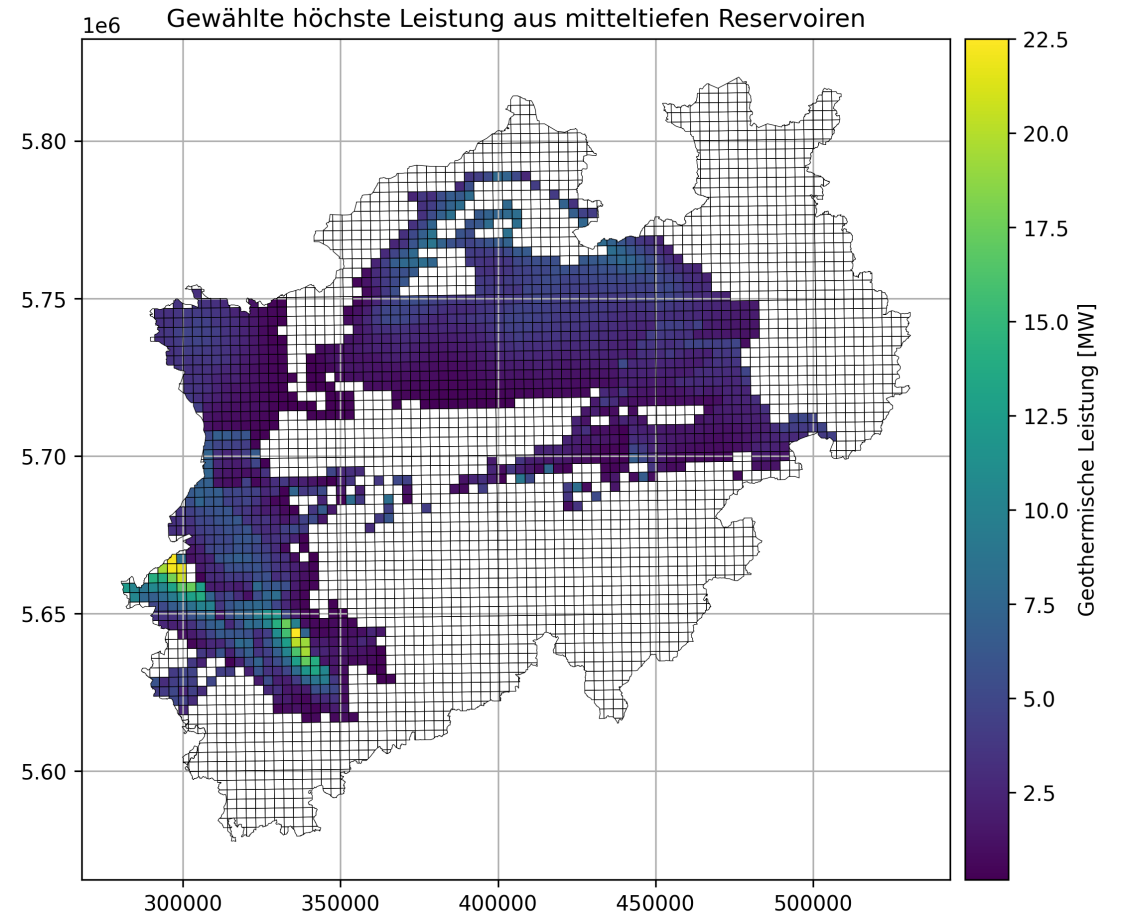
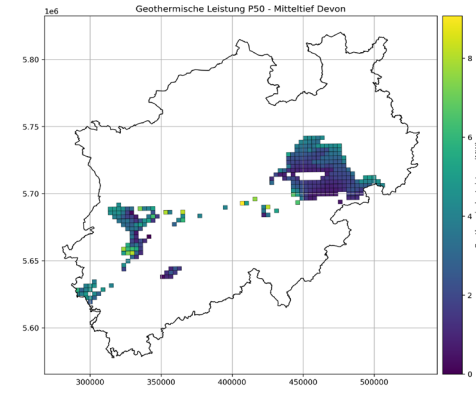
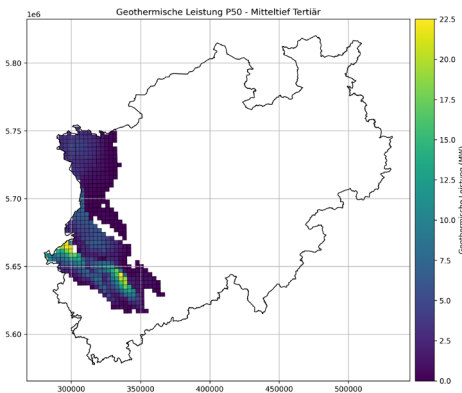
Mitteltiefe Geothermie – Ergebnisse Theoretisches Potenzial

Leistungen Mitteltiefer Geothermie 400 - 1.500 m

Summe Leistung mitteltiefer Reservoirre: 5.246 MW



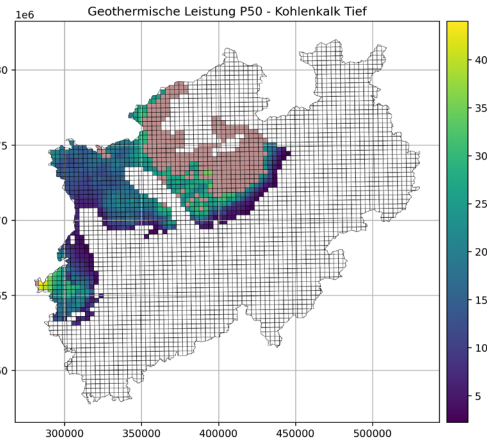
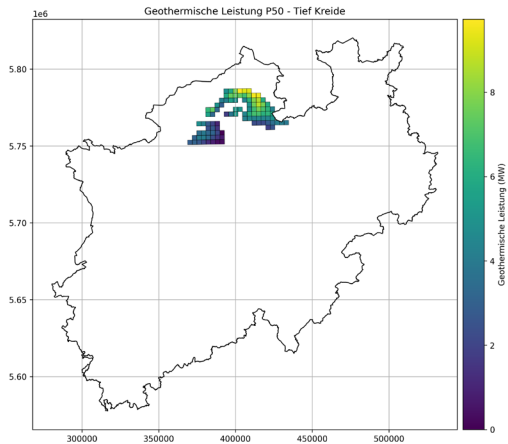
Auswahl der höchsten Leistung im Raster



Tiefe Geothermie – Ergebnisse Theoretisches Potenzial

Leistungen Tiefe Geothermie 1.500 - 5.000 m

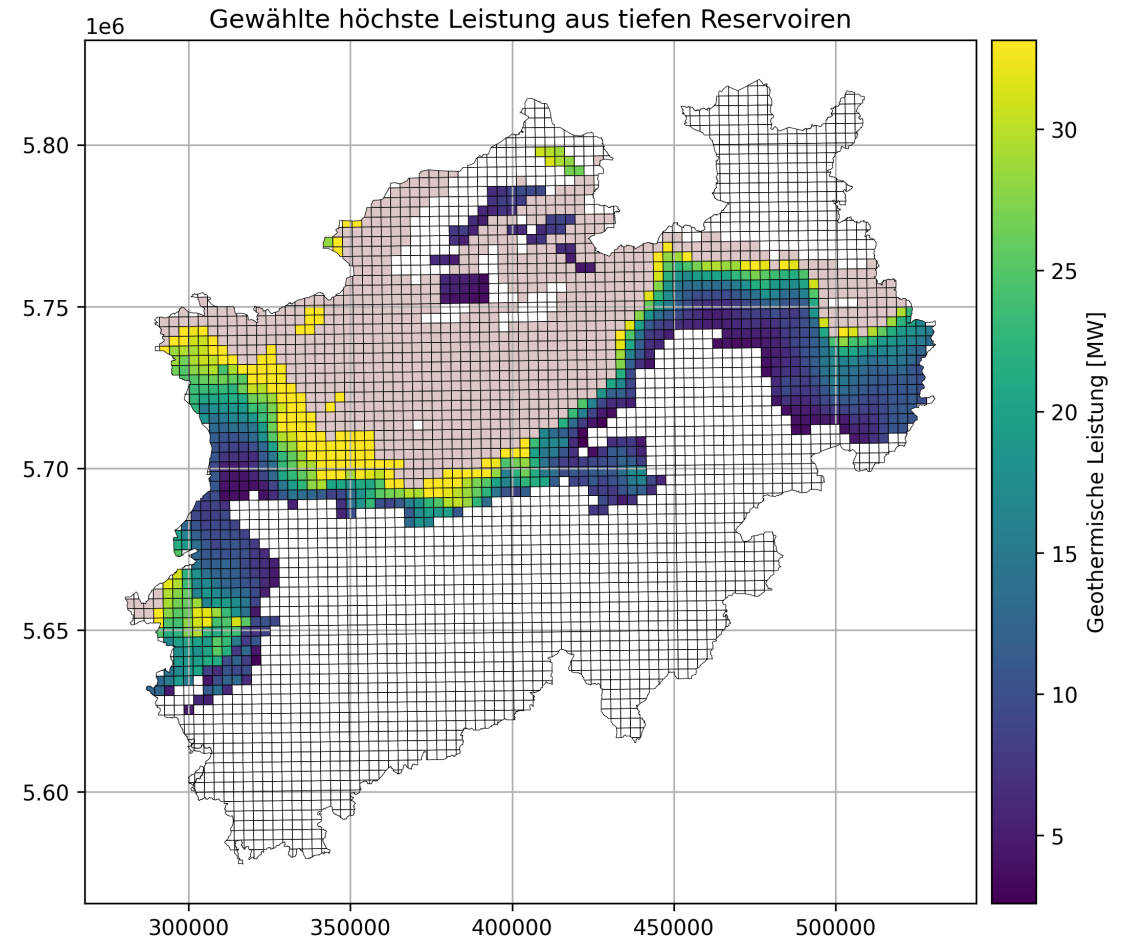
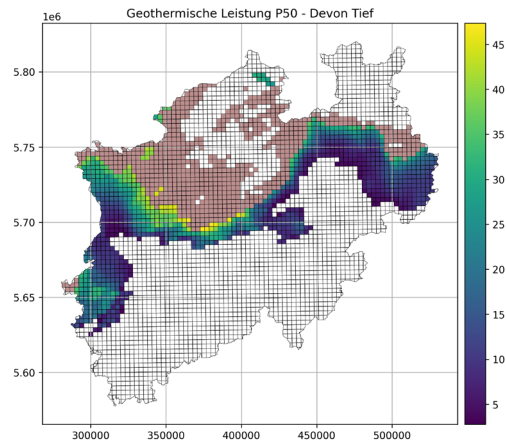
Summe Leistung tiefer Reservoirre: 17.240 MW



Auswahl der höchsten Leistung im Raster



Braune Flächen 5.000 – 6.000 m
außerhalb Bewertungsbereich
→ keine Simulation
→ Einzelfallbetrachtung erforderlich



Beispielberechnung der Bewertungsmatrix

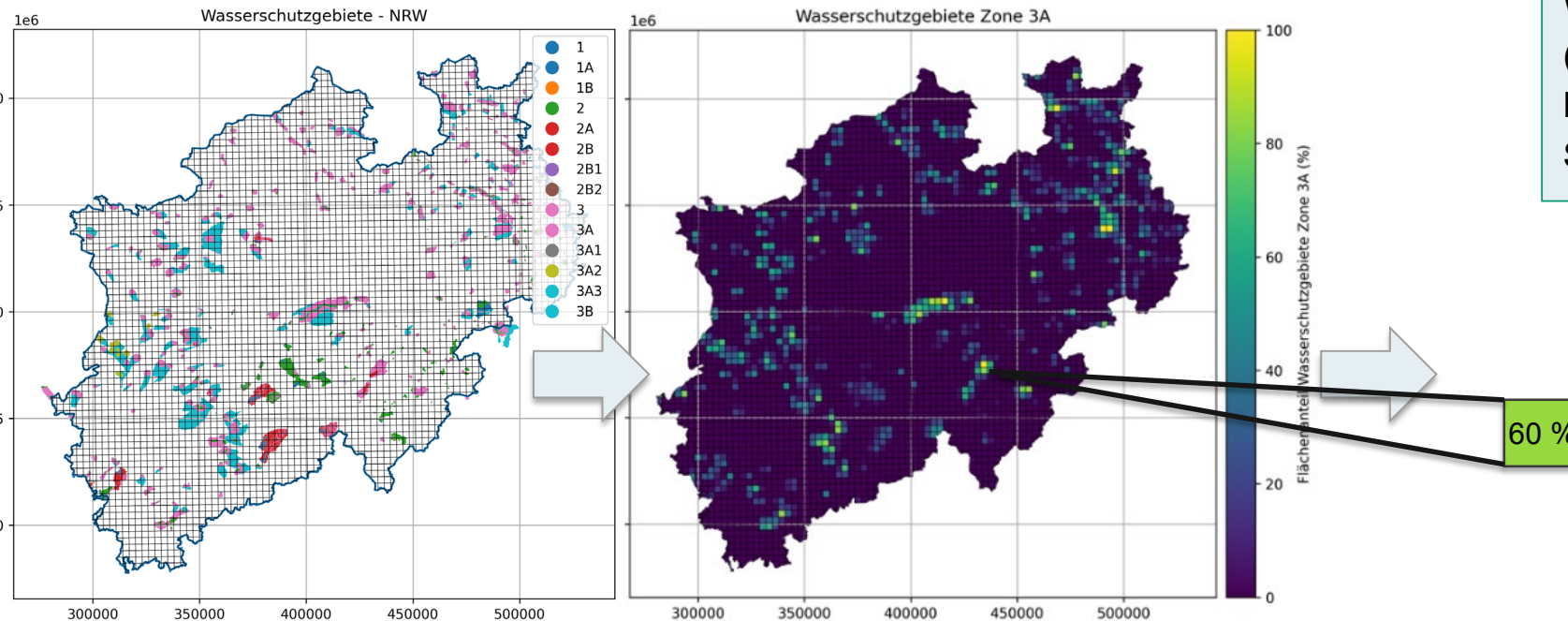
Anhand der Trinkwasserschutzzone 3a

Flächenanteil in %

Oberflächen-Kriterien	Bewertung	Wichtung
Schutzzonen (insg.)		22 %
Trinkwasserschutzgebiete	Flächenanteil Zone 1 oder 2	5 %
	Flächenanteil Zone 3A	3 %
	Flächenanteil Zone 3B	1 %

Berechnung Bewertungsmatrix
Trinkwasserschutz hat negativen Einfluss auf Matrixergebnis:

Wenn negativer Einfluss:
 $(100 - \text{Flächenanteil [\%]}) * \text{Wichtung}$
 Bewertungsmatrix = Summe aller Kriterien
 Summe Wichtung = 100%



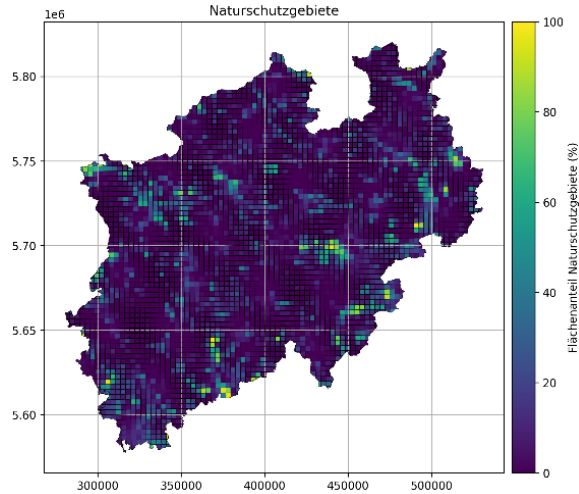
$(1 - 0,6) * 0,03 = 0,012$
 = 1,2 Prozentpunkte fließen mit ins Ergebnis
 der Matrix in dieser Gitterzelle
 (3 Prozentpunkte wären es ohne Schutzgebiet)

Anwendung Bewertungsmatrix Oberflächen-Kriterien

Naturschutzgebiete

Flächenanteil in %

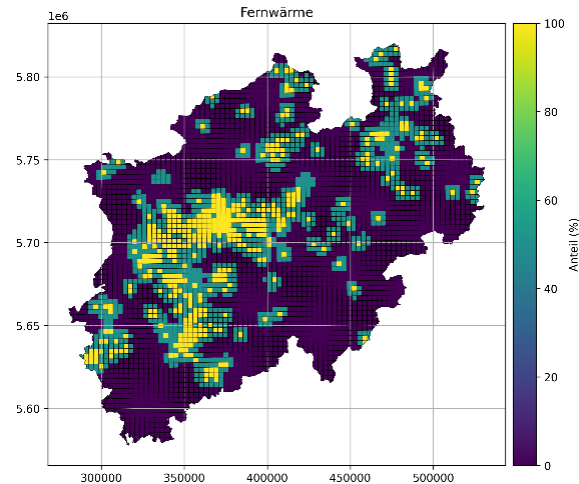
> 80 % = Ausschluss



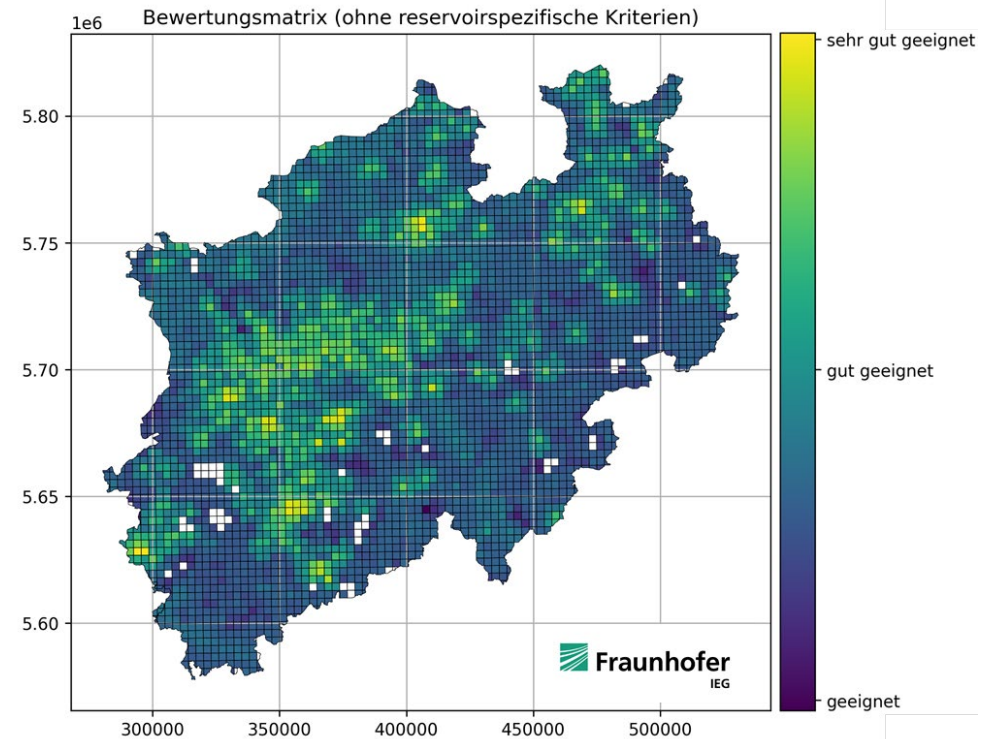
Abstand zum Fernwärmenetz

prozentual

Prozente	100 %	50 %	0 %
Entfernung	≤ 1,5 km	1,5 – 5 km	≥ 5 km



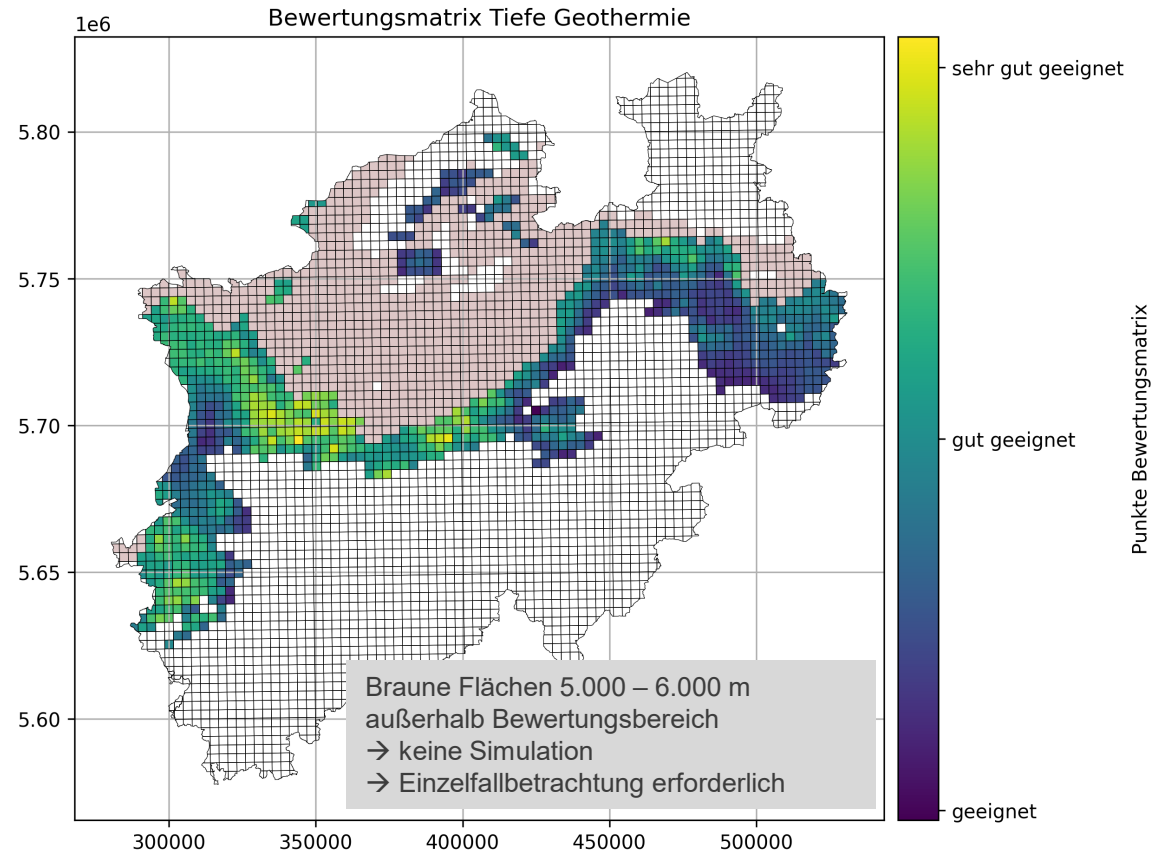
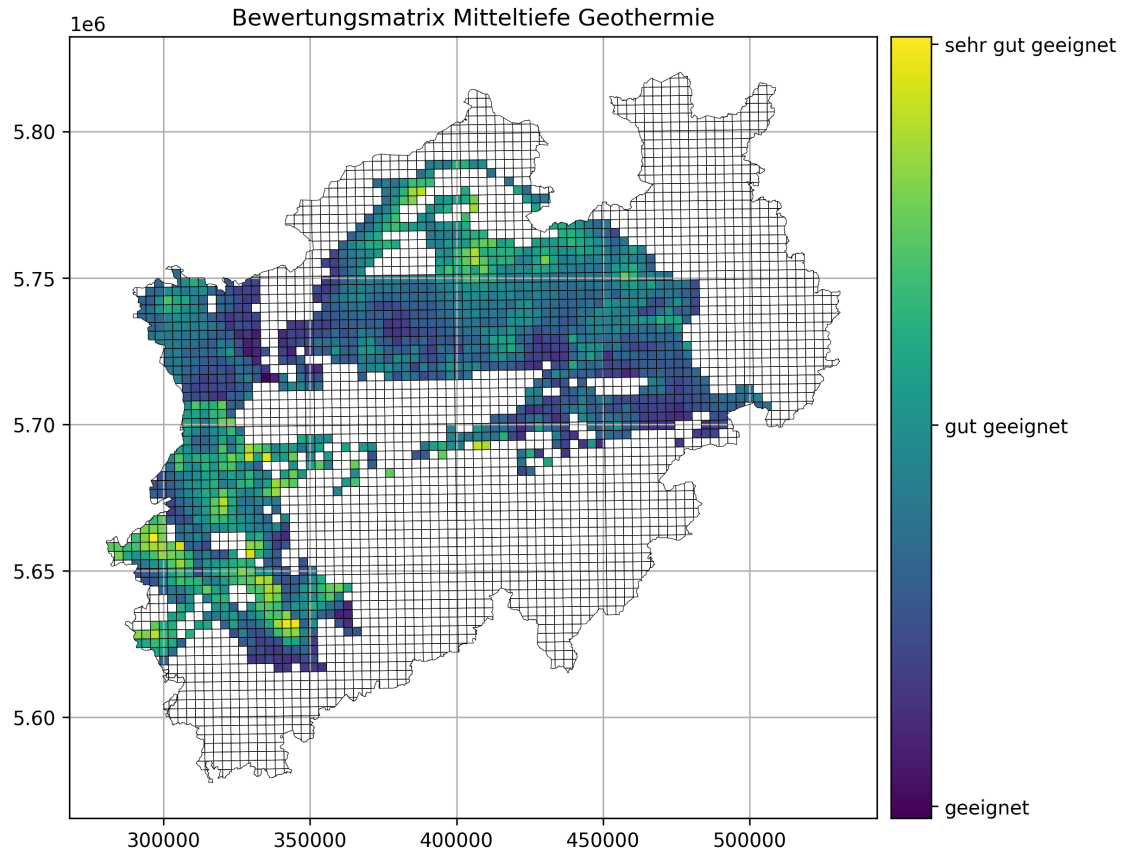
Ergebnisse Bewertungsmatrix aus Oberflächen- und Ausschlusskriterien



Weiß: Ausschlusskriterium hat Wirkung gezeigt

Mitteltiefe + Tiefe Geothermie – Ergebnisse Bewertungsmatrix

Gesamtbewertung Mitteltiefe (400 – 1.500 m) und Tiefe Geothermie (1.500 – 5.000 m)



Weißer Flächen: im Rahmen der Studie kein Potenzial

Mitteltiefe und Tiefe Geothermie – Zusammenfassung

■ Mitteltiefe Geothermie in NRW

- Theoretische Leistung: **5,25 GW**
- Theoretische Wärmemenge: 31,5 TWh /a (bei 6.000 h/a)

■ Tiefe Geothermie in NRW

- Theoretische Leistung: **17,24 GW**
- Theoretische Wärmemenge: 103,4 TWh / a (bei 6.000 h/a)

■ Technisches Abnahmepotenzial

- Große Unsicherheiten bezüglich fazieller Ausbildung und Permeabilitäten
- Große Unsicherheiten bezüglich Präsenz des Reservoirs
- Generelle Annahme, dass mit der Tiefe diese Unsicherheiten zunehmen
- Mitteltiefe Geothermie: 20 – 40 % Unsicherheitsaufschlag = 6,3 – 12,6 TWh / a
- Tiefe Geothermie: 10 – 20 % Unsicherheitsaufschlag = 10,3 – 20,7 TWh / a

Kernaussagen Mitteltiefe und Tiefe Geothermie

Allgemein

- Schwerpunkt liegt auf der Nutzung der hydrothermalen Reservoirs, d.h. thermalwasserführenden Gesteinen in Tiefen von 400 m - 5.000 m mit Temperaturen zwischen 15 °C und 180 °C.
- Hydrothermale Systeme sind grundlastfähig und Jahres- und Tageszeiten-unabhängig verfügbar mit Einsatzbereich in Wärmenetzen, Industrielle und weitere Großanwendungen u.a.
- Ausgereifte Technologie (Beispiele München / Paris).
- Weitere Potenziale bei mitteltiefen Erdwärmesonden und saisonalen Untergrundwärmespeicher vorhanden.

NRW

- Hydrothermale Potenziale in vielen Bereichen in NRW vorhanden.
- Derzeit systematische Erkundung potenzieller Reservoirs (insbes. Seismiken und Tiefbohrungen) durch den GD NRW, um verbesserte Datengrundlage zu erhalten → anschließend Aktualisierung der theoretischen Potenziale
- Erste Leuchtturmprojekte bereits in Aussicht.
- Da die Umsetzung von Projekten in NRW noch einige Hürden aufweist, wie z.B. das hohe Fündigkeitsrisiko, laufen in NRW mehrere Vorhaben zur Verbesserung der Umsetzbarkeit und das Schaffen einer optimierten Datengrundlage. u.a.:
 - [Masterplan Geothermie](#)
 - Explorations- und Bohrprogramm des GD NRW → [Geowärme](#)
 - Erarbeitung der theoretischen Potenziale innerhalb der Wärmestudie als Datengrundlage für die kommunale Wärmeplanung → [Wärmekataster](#)

Vielen Dank!

Kontakt

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Wallneyerstr. 6

45133 Essen

Fachbereich37@lanuv.nrw.de

Kartengrundlage: Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0