

Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW

Kurzdokumentation: Mitteltiefe & Tiefe
Geothermie (Dublette)

Stand 05.09.2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Einordnung.....	3
Geothermische Reservoirs in NRW.....	4
Potenzialermittlung.....	4
Bewertungsmatrix.....	7
Datengrundlagen und Quellen.....	10
Impressum	11

Einordnung

Die Analyse der tiefen Geothermie im Rahmen der Wärmestudie ordnet die Potenziale für NRW ein und bewertet wo es sich lohnt, die Nutzung dieser Technologie genauer zu betrachten und weitergehende Untersuchungen vorzunehmen. Bei der Potenzialermittlung, die durch die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG) bearbeitet wurde, handelt es sich um eine grobe Abschätzung der Potenziale, da die Fündigkeit und die tatsächliche Schüttung, also die Menge an warmem Wasser, die nach einer Bohrung auch tatsächlich genutzt werden kann, unbekannt ist. Um das tatsächliche Potenzial genauer bewerten zu können und Pilotprojekte zu initiieren ist es notwendig, die geologische Landesaufnahme weiter voranzutreiben sowie regional Seismiken und Probebohrungen durchzuführen.

Bewertet wurden die Potenziale der hydrothermalen Geothermie, bei der eine direkte Nutzung des warmen Wassers über eine oder mehrere Dubletten möglich ist und keine hydraulische Stimulation des Gesteins stattfindet. Dabei handelt es sich um Poren-, Kluft- und Karstgrundwasserleiter. Die Potenzialanalyse wurde dabei in zwei unterschiedliche Tiefenbereiche untergliedert:

- Mitteltiefe Geothermie: Tiefenbereich von 400 m bis 1.500 m unter Geländeoberkante (GOK)
- Tiefe Geothermie: Tiefenbereich von 1.500 m bis 5.000 m unter GOK

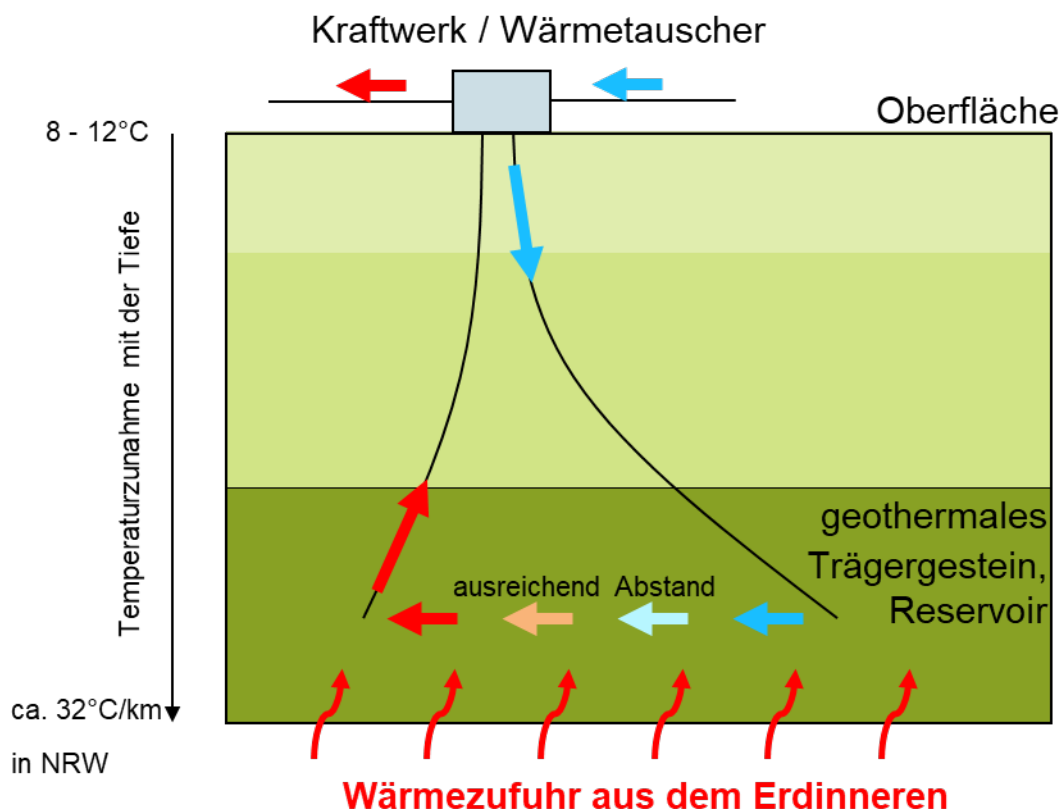


Abbildung 1 Skizzenhafte Darstellung eines hydrothermalen Geothermiekraftwerks (eigene Darstellung)

Geothermische Reservoirs in NRW

Für die Potenzialermittlung wurden vier geothermische Reservoirs in NRW betrachtet. Hierbei handelt es sich um:

- Das „Tertiär“: Lockersedimente aus der Zeit des Tertiärs
 - Mitteltiefe geothermische Reservoirs
- Die „Kreide“: Karbonatgesteine, Cenoman- und Turon-Ablagerung aus der Kreidezeit
 - Mitteltiefe und tiefe geothermische Reservoirs
- Den „Kohlenkalk“: Plattform-Karbonate und Calciturbidite aus der Karbonzeit
 - Mitteltiefe und tiefe geothermische Reservoirs
- Den „Massenkalk“: Karbonatgesteine aus der Devonzeit
 - Mitteltiefe und tiefe geothermische Reservoirs

Als Datengrundlage für die Berechnung der Potenziale dienen die Angaben zur Tiefenlage und Mächtigkeit der Reservoirs vom Geologischen Dienst NRW (GD) (s. auch [Geothermie-portal](#)), die durch Annahmen und grobe Schätzungen seitens des GD für weitere Bereiche ergänzt wurden. Zudem sind Parameter wie die Oberflächentemperatur oder der geothermische Gradient in die Bewertung eingeflossen. Weitere potenzielle Reservoirs (z.B. Sand- und Kalksteine aus der Zeit Jura und Trias) wurden aufgrund derzeit noch unzureichender Datenlage in NRW nicht betrachtet.

Potenzialermittlung

In einem ersten Schritt wurde ein Raster über NRW gespannt, welches Gitterzellen von 3 x 3 km beinhaltet. Mit der daraus entstehenden Fläche von 9 km² ist gewährleistet, dass für eine potenzielle Bohrung genug Abstand zur nächsten Bohrung vorhanden ist und sich somit zwei Projekte nicht gegenseitig beeinflussen (Jochum, 2017; Sandrock; 2020), denn pro Gitterzelle wird nur eine hypothetische Geothermieanlage betrachtet.

Für jede dieser Zellen wurde das theoretische hydrothermale Geothermiepotenzial mit Hilfe des Tools DoubletCalc (Mijnlieff, 2014) berechnet. Dabei wird eine geothermische Dublette (Produktions- und Injektionsbohrloch) stochastisch simuliert. Das Ergebnis sind Leistungswerte in Megawatt, die mit 10 %, 50 % und 90 % Wahrscheinlichkeit bei einer Anlage erzielt werden können. Dabei werden sowohl geologische Parameter wie u. a. Tiefe, Mächtigkeit, Temperatur, Permeabilität und Salinität sowie auch technische Parameter berücksichtigt, wie u. a. die Verrohrung der Bohrlöcher, die Pumpen oder die Injektionstemperatur bzw. Rücklauf-temperatur, welche auch in der weiteren Analyse innerhalb der Wärmestudie verwendet wurden. Fehlende Informationen wurden mit pauschalen Annahmen und Schätzungen ergänzt. In der folgenden Abbildung ist die Berechnungslogik zusammengefasst dargestellt:

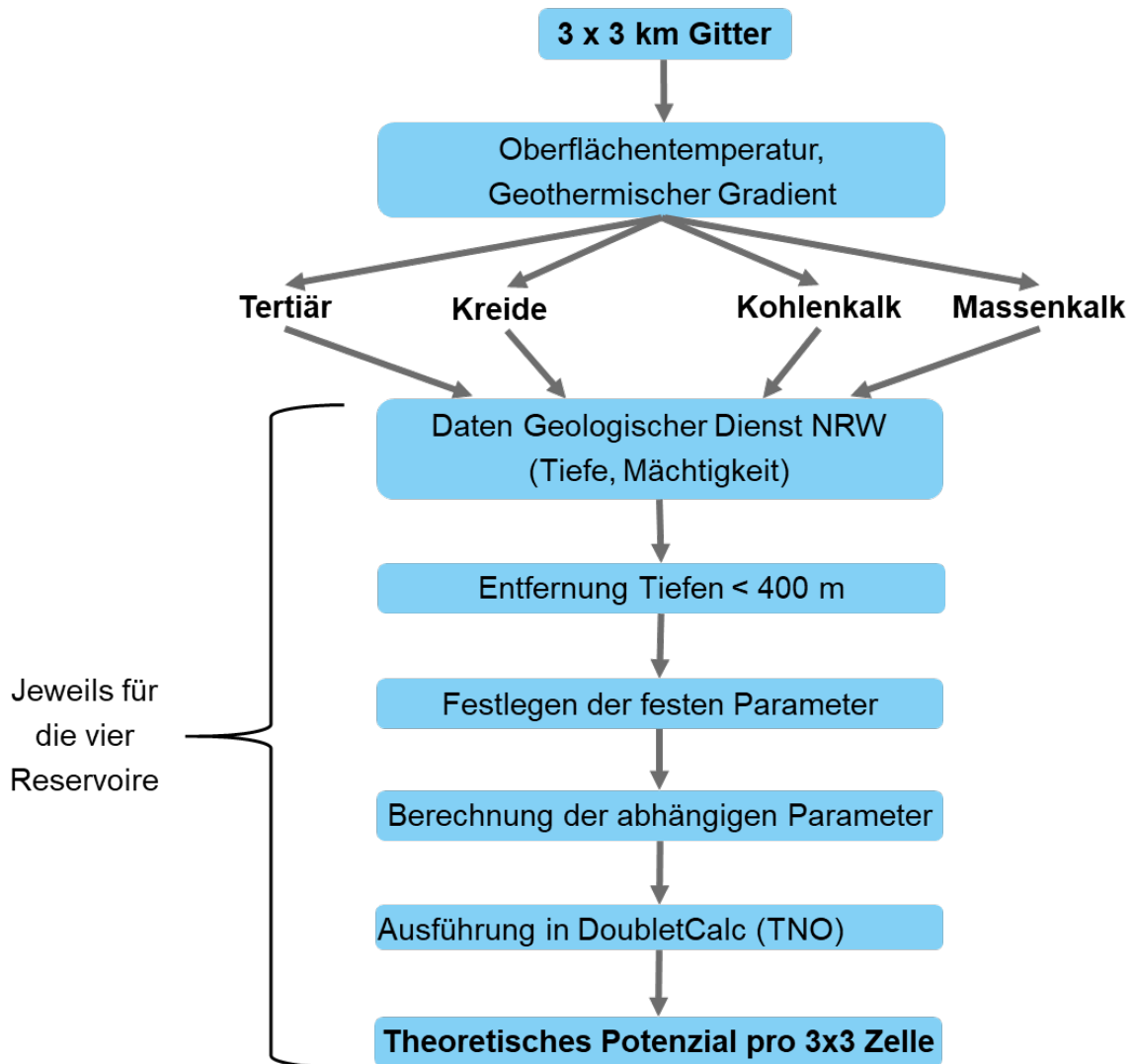


Abbildung 2 Vorgehensweise bei der Berechnung des theoretischen Potenzials

Im Ergebnis entsteht somit für jede Rasterzelle ein theoretisches Potenzial, welches in 10 %, 50 % und 90 % der Simulation zutrifft. Je höher die Wahrscheinlichkeit, desto kleiner wird das Gesamtpotenzial der Zelle. Existieren mehrere potenzielle Reservoirs innerhalb eines Rasters, so wird separat für die mitteltiefe und tiefe Geothermie das vom energetischen Ertrag beste Reservoir ausgewählt.

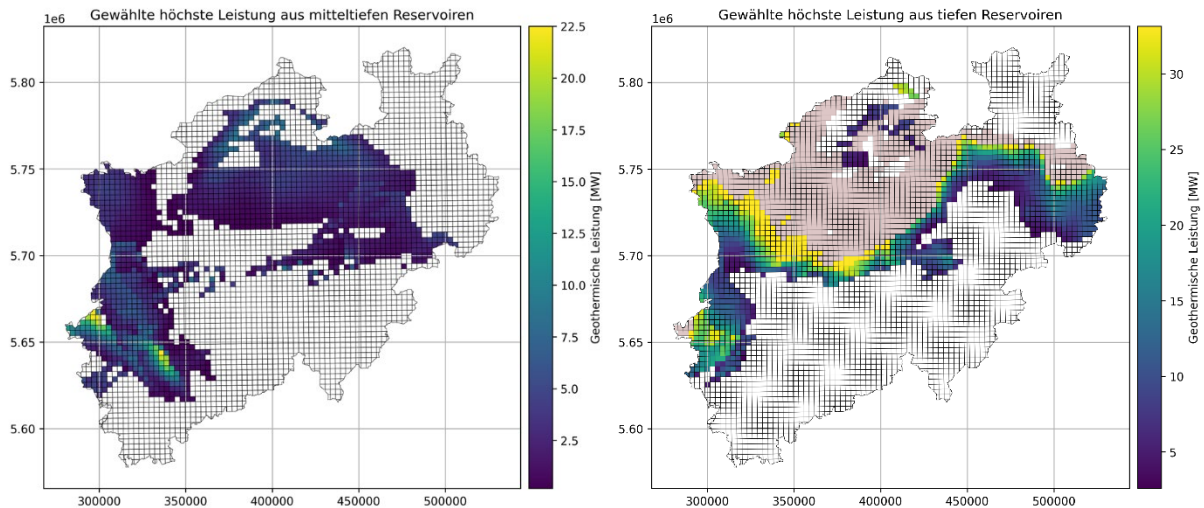


Abbildung 3 Theoretisches Leistungspotenzial pro Gitterzelle der mitteltiefen (links) und tiefen (rechts) hydrothermalen geothermischen Reservoirire in NRW (eigene Darstellung).

Gesamtpotenzial auf NRW-Ebene

Innerhalb der Raster werden die theoretischen Potenziale der unterschiedlichen Reservoirire dargestellt. In der Aggregation auf NRW-Ebene wurde das Potenzial nochmal restriktiver bewertet, um ein technisches Abnahmepotenzial ableiten zu können. Hierfür wurde die GPOS-Methode angewandt, welche die Wahrscheinlichkeit unterschiedlicher Einflussparameter miteinander verrechnet, wie das Vorhandensein des Reservoirs, die angenommene Permeabilität und die Eignung des Tiefenwassers für die energetische Wärmegewinnung (Lochem, 2021). Die Methode bewertet demnach die Unsicherheiten, welche bei der Nutzung der tiefen Geothermie vorhanden sind. Dies entspricht bei der tiefen Geothermie nach Bewertungsgrundlage dieser Studie einem Unsicherheitsfaktor von 0,1 - 0,2 sowie bei der mitteltiefen Geothermie von 0,2 - 0,4. Das Gesamtpotenzial wurde somit um diese Faktoren reduziert. Im Ergebnis existiert demnach in NRW bei der Annahme von 6.000 Betriebsstunden pro Jahr ein technisches Abnahmepotenzial von 6,2 - 12,3 TWh/a für die mitteltiefe Geothermie und 10,3 - 20,6 TWh/a für die tiefe Geothermie.

Bewertungsmatrix

Um sich bei der Betrachtung der tiefen Geothermie nicht nur auf die energetischen Potenziale zu fokussieren, sondern den Kommunen und relevanten Akteuren grundlegende Informationen mit auf den Weg zu geben, wurde zudem eine Matrix für NRW erstellt, die zeigt, inwiefern die jeweilige Region für den Einsatz der tiefen hydrothermalen Geothermie geeignet ist (wird im Wärmekataster zur Verfügung gestellt, nicht auf OpenData verfügbar). Hierzu wurden diverse Kriterien bewertet, ob und wie stark sie einen Einfluss auf die Nutzung der tiefen Geothermie haben. Dies waren einerseits Oberflächenkriterien, wie z. B. das Vorhandensein von Wasser- und Naturschutzgebieten sowie reservoirspezifische Kriterien, wie das theoretische Potenzial oder geologische Störungen. Ebenso wie die Potenzialermittlung fand eine Bewertung auf Basis des 3 x 3 km Rasters statt.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Bewertungskriterien und ob diese positiv (grün) oder negativ (rot) gewichtet wurden:

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

Sobald der Flächenanteil in einer Zelle bei Schutzgebieten, wie Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten der Zone 1 & 2 oder Naturschutzgebieten sowie Überschwemmungsgebieten, Abgrabungsbereiche und Oberflächengewässer über 80 % steigt, wird das als Ausschluss gesehen und diese Zelle als für die tiefe Geothermie ungeeignet gekennzeichnet. Alle anderen Faktoren werden für die Berechnung anteilig bewertet, je nachdem welche Gewichtung dieser Faktor erhält und ob es ein positiver oder negativer Einfluss ist. Im Ergebnis erhält jede Zelle einen Prozentpunktwert, der anschließend qualitativ bewertet wurde.

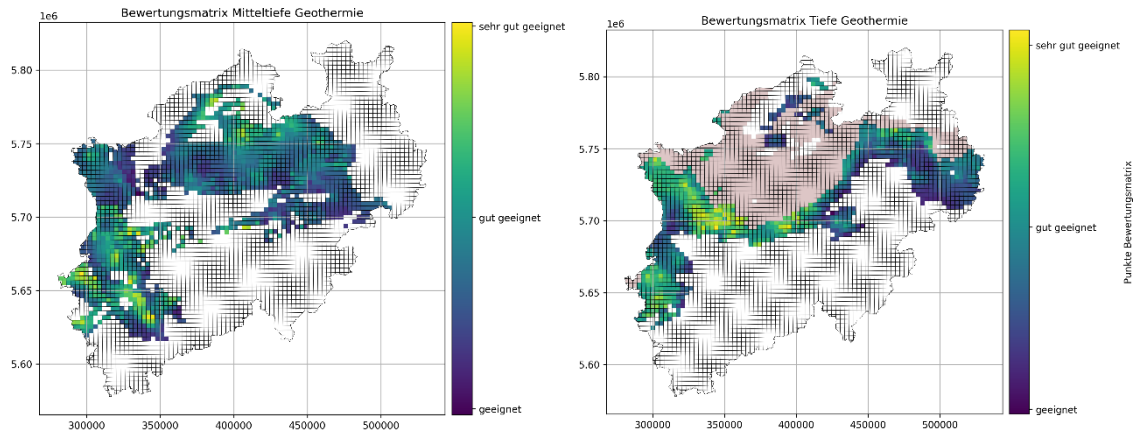


Abbildung 4 Bewertungsmatrix der Eignung für tiefe und mitteltiefe Geothermie (eigene Darstellung).

Datengrundlagen und Quellen

- Agemar, T. et al. (2023): GeotIS-Informationssystem für Geothermie. Hg. v. LIAG. Online verfügbar unter <https://www.geotis.de/geotisapp/templates/heatsumstatistic.php?bula=D>, zuletzt aktualisiert am aufgerufen am Februar 2024.
- Jochum, Patrick; Lempik, J; Böttcher, S; Stelter, D; Krenz, T; Mellwig, P; Hertle, H (2017): Ableitung eines Korridors für den Ausbau der erneuerbaren Wärme im Gebäudebereich. Hg. v. Beuth Hochschule für Technik, Berlin
- Geologischer Dienst NRW: Geothermieportal <https://www.geothermie.nrw.de/tief>, Letzter Zugriff Feb, 2024
- van Lochem, H. (2021): GPOS Evaluation For Geothermal Projects in the Netherlands. In: 82nd EAGE Annual Conference & Exhibition. 82nd EAGE Annual Conference & Exhibition. Online, October 18-21, 2021: European Association of Geoscientists & Engineers, S. 1-5.
- LAEA Gitter: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/inspire/sonstige-inspire-themen/geographische-gitter-fur-deutschland-in-lambert-projektion-geogitter-inspire.html>, letzter Zugriff Feb 24
- Mijnlieff, H.; Obdam, A.; van Wees, J. -D.; Pluymaekers, M.; Veldkamp, J. (2014): TNO 2014 R11396 - DoubletCalc 1.4 manual – English version for DoubletCalc 1.4.3: TNO.
- Sandrock, Matthias; Maaß, Christian; Weisleder, Simona; Westholm, Hilmar; Schulz, Wolfgang; Löschan, Geraldine et al. (2020): Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefegeothermischer Ressourcen. In: Climate Change 2020 (31).

Impressum

Herausgeber	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen Telefon 02361 305-0 E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de
Bearbeitung	Nils Dering, Philipp Eickhoff, Enrico Fleiter, Valentin Hülfenhaus, Robin Jansen, Klaus Vogel (alle LANUV)
Veröffentlichung	September 2024
Stand der Daten	5. September 2024
Titelbild	Wärmebedarfe in NRW. Quelle: Energieatlas.NRW. Kartengrundlage Land NRW (2020) Datenlizenz Deutschland – Zero – Version 2.0
Informationsdienste	Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter • www.lanuv.nrw.de Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im • WDR-Videotext
Bereitschaftsdienst	Nachrichtensbereitschaftszentrale des LANUV (24-Std.-Dienst) Te- lefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet. Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Landesamt für Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

Für Fragen oder Anmerkungen wenden Sie
sich bitte an:

**Fachzentrum Klimaanpassung, Klimaschutz,
Wärme und Erneuerbare Energien**

Fachbereich37@lanuv.nrw.de