

digikoo

Report Potenzialanalyse Hansestadt Stendal

#weilwirzukunftlieben

Gliederung

01



Grundlagen und Informationen zum Report

02



Logik und Parameter der Potenzialanalyse

03



Ergebnisse und Einordnung

Grundlagen und Informationen

Wärmeplanungsgesetz, § 16:

Im Rahmen der Potenzialanalyse ermittelt die planungsverantwortliche Stelle quantitativ und räumlich differenziert die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung.

Bekannte räumliche, technische, rechtliche oder wirtschaftliche Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen sind zu berücksichtigen.



Thematik der Analyse und Daten



Potenziale für
dezentrale
Wärmeversorgung



Potenziale für
Wärmenetze



Potenziale für
Wärmespeicherung

Potenzialanalyse als Grundlage für die Szenarioberechnung

Inhalt des Reports



- Analyse der verfügbaren Potenziale vor Ort
- Erste Abschätzung welcher Anteil der Potenziale realistisch zu erschließen ist
- Aufschlüsselung der Potenziale nach Flächentyp und Eigenschaften

Kein Inhalt des Reports



- Finaler Maßnahmenkatalog
- Wirtschaftlichkeitsanalyse und notwendiger Infrastrukturausbau
- Ein Abgleich zwischen Erzeugungspotenzial und Verbrauch in der Kommune.
- Priorisierung der Maßnahmen

Weiterverwendung der Ergebnisse



- Input für die Szenarioanalyse
- Validierung der Ergebnisse mit lokalen Partnern
- Grundlage für den Austausch/Bildung von Interessens- und Energiegenossenschaften

Gliederung

01



Grundlagen und Informationen zum Report

02



Logik und Parameter der Potenzialanalyse

03



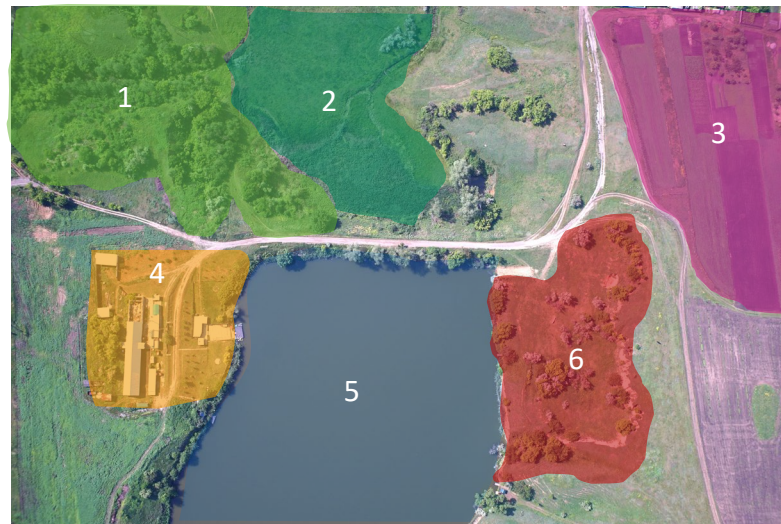
Ergebnisse und Einordnung

Bundesweite Daten werden mit lokalen Daten kombiniert

Datenquellen



Grundlage sind digitale Landschaftsdaten des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie sowie öffentliche Daten zu Geothermie, Grundwasser und Wärmeleitfähigkeit. Ergänzt wird dies durch Informationen aus dem Marktstammdatenregister, durch bereits durchgeführte Studien des Auftraggebers und durch lokale Restriktionen.



Exemplarische Darstellung der verschiedenen Flächentypen

1 Wald, 2 Vegetationslose Fläche, 3 Landwirtschaft,
4 Siedlungsfläche, 5 See, 6 Heide

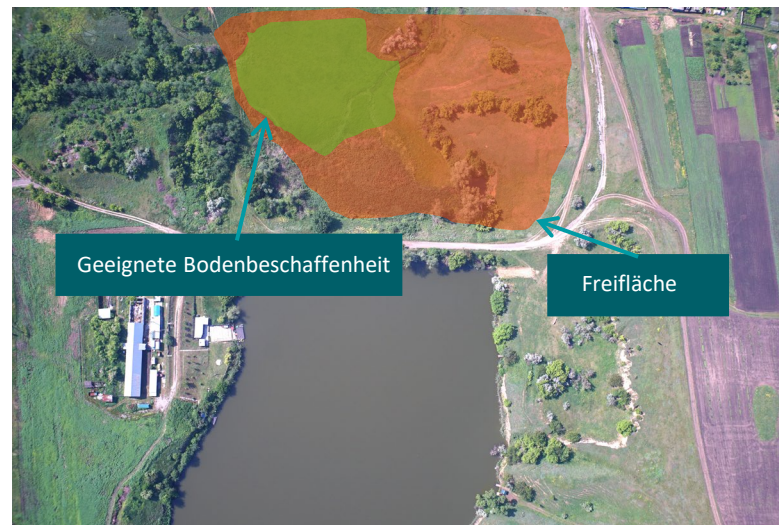
Datenvorbereitung - Flächen werden nach den Potenzialen definiert und angepasst

Datenverschneidung



Für die Ermittlung der möglichen Potenzialflächen für erneuerbare Energien werden im ersten Schritt Flächentypen definiert, welche als mögliche Freifläche betrachtet werden soll.

Dies geschieht in Abhängigkeit des jeweiligen Potenzials: Während für Biomasse fokussiert Acker- und Waldflächen in Betracht gezogen werden, sind für Grundwasserwärmepumpen zusätzlich Siedlungsflächen als mögliches Gebiet freigeschaltet. Neben der Freifläche selbst, müssen je nach Potenzial weitere Bedingungen wie ein geeigneter Untergrund vorliegen.



Datenverschneidung – vereinfachte Darstellung

Datenverarbeitung - Reduktion des Potenzials durch Definition eines Ausnutzungsgrads

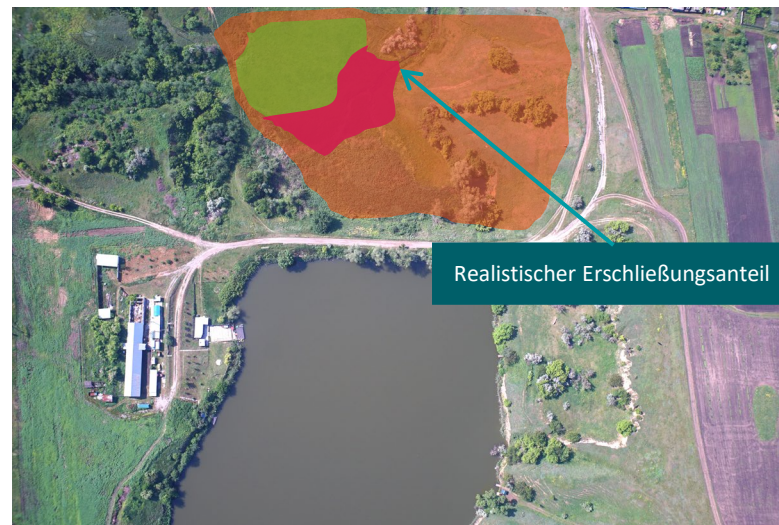
Reduzierung durch Ausnutzungsgrad



Des Weiteren werden für die jeweiligen Potenziale ein sogenannter Ausnutzungsgrad definiert, welcher einen realistischen Anteil des zu nutzenden Potenzials angibt.

Gründe für die Reduzierung des Potenzials können konkurrierende Nutzungen wie beispielsweise Lebensmittelanbau oder thermische Ergiebigkeit des Untergrunds sein.

Durch eine Anpassung der Faktoren können so individuelle Erschließungsszenarien definiert werden.



Erschließungsgrad – vereinfachte Darstellung

Potenzialberechnung - Freiflächen werden gemäß ihrer Typisierung ein Energiepotenzial zugeordnet

Verknüpfung der Freifläche mit Energiedichten



Des Weiteren werden für die jeweiligen Potenziale ein sogenannter Ausnutzungsgrad definiert, welcher einen realistischen Anteil des zu nutzenden Potenzials angibt.

Gründe für die Reduzierung des Potenzials können konkurrierende Nutzungen wie beispielsweise Lebensmittelanbau oder thermische Ergiebigkeit des Untergrunds sein.

Durch eine Anpassung der Faktoren können so individuelle Erschließungsszenarien definiert werden.



Wichtig ist es an dieser Stelle zu betonen, dass die Ergebnisse Möglichkeiten für eine zukünftige Erschließung aufzeigen und keinen Maßnahmenkatalog definieren.

Da insbesondere in ländlicheren Gebieten das Erzeugungspotenzial den lokalen Verbrauch um ein Vielfaches übersteigt, sind elektrische oder thermische Speicher als Option laut Leitfaden zu berücksichtigen.

Gliederung

01



Grundlagen und Informationen zum Report

02



Logik und Parameter der Potenzialanalyse

03



Ergebnisse und Einordnung

digikoo

Übersicht Potenziale für dezentrale Versorgung

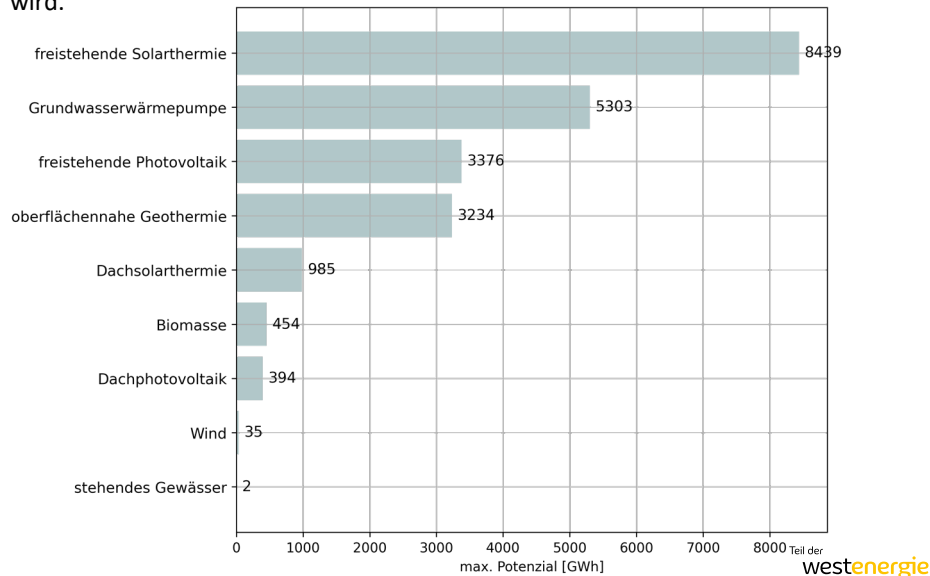
#weilwirzukunftlieben

Vor- und Nachteile der geprüften dezentralen Potenziale

	Freiflächen-PV	Freiflächen-ST	Dachflächen-PV	Dachflächen-ST	Oberflächenn. Geothermie	Biomasse	Grundwasser
Ertragsdichte	 hoch	 hoch	 hoch	 hoch	 mittel	 gering	 mittel
Zuverlässige Verfügbarkeit	 gering	 gering	 gering	 gering	 hoch	 hoch	 mittel
Speichernot- wendigkeit	 mittel	 hoch	 mittel	 hoch	 gering	 gering	 gering
Sonstige Vorteile	Skalierbarkeit	Hoher Wirkungsgrad	Keine Flächen- versiegelung	Keine Flächen- versiegelung	Wetterunabhängig, hohe Lebensdauer	Gut speicherbar, CO ₂ -Neutraler Brennstoff	Hohe Leistungszahlen bei Wärmepumpen möglich
Sonstige Nachteile	Saisonale Schwankungen, Flächenkonkurrenz	Saisonale Schwankungen, Flächenkonkurrenz	Saisonale Schwankungen, begrenzte Dachflächen	Saisonale Schwankungen, begrenzte Dachflächen	Investitionsaufwand, nicht flächendeckend anwendbar	Flächenbedarf	Investitionsaufwand, nicht flächendeckend anwendbar

Übersicht

Im folgenden ist eine Übersicht der identifizierten Potenziale dargestellt, welche sich überwiegend für eine dezentrale Wärmeversorgung eignen. Die dargestellten Energiemengen dienen als Orientierung, nicht als Ausbauziel oder Prognose. Die Methodik sowie Datenbasis zur Berechnung der Zahlenwerte wird in den folgenden Folien für jedes Potenzial einzeln erläutert. Insbesondere im ländlichen Raum sind die berechneten Energiemengen deutlich höher als der lokale Bedarf. Detaillierte Machbarkeitsstudien sind hier notwendig, welcher Anteil im Rahmen von Infrastrukturprojekten erschlossen wird.



Freiflächen-PV

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials von Freiflächen-PV wurde ein Wirkungsgrad ε von 20% der Module angenommen. Bei einer durchschnittlichen solaren Strahlungsdichte G von 1000 kWh/m² ergibt dies abgeschätzt 200 kWh/m² Gesamtertrag pro Jahr und Freifläche. Hierbei wird allerdings keine Aussage zur zeitlichen Verfügbarkeit getroffen.

Formel: $Q_{\max} = G \cdot \varepsilon \cdot A$

mit $G = 1000 \text{ kWh/m}^2$ und $\varepsilon = 0.2$

Gesamtpotenzial: 3375 GWh

Erschließbares Potenzial: 3375 GWh

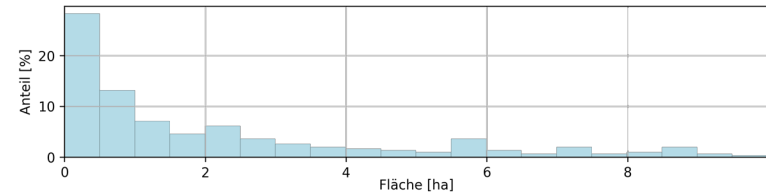
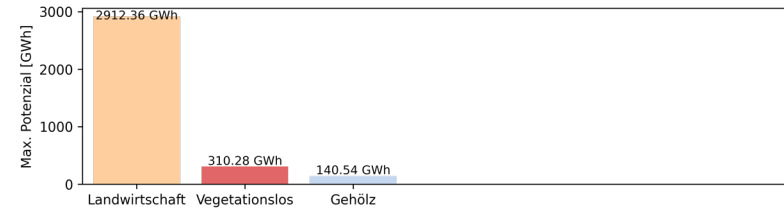
Erschließungsgrad: 1.0

Freiflächen-PV

Gewählte Flächen

Als verfügbare Fläche wurden die nach 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB privilegierten Freiflächen definiert. Diese beinhalten einen 200 m breiten Streifen zu Autobahnen und Schienen. Flächen außerhalb dieser Gebiete wurden nicht berücksichtigt, da diese in Konkurrenz beispielsweise zum Nahrungsmittel- und Biomasseanbau stehen. Außerhalb dieser Streifen ist Agri-PV als mögliche Alternative zu betrachten.

Verteilung der Freiflächen



Freiflächen-Solarthermie

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials von Freiflächen-Solarthermie wurde ein analoges Vorgehen wie bei Freiflächen-Photovoltaik gewählt. Allerdings wurde hier der Wirkungsgrad ε auf **50%** gesetzt. Bei einer durchschnittlichen solaren Strahlungsdichte G von 1000 kWh/m^2 ergibt dies abgeschätzt 500 kWh/m^2 Gesamtertrag pro Jahr und Freifläche. Hierbei wird allerdings ebenfalls keine Aussage zur zeitlichen Verfügbarkeit getroffen.

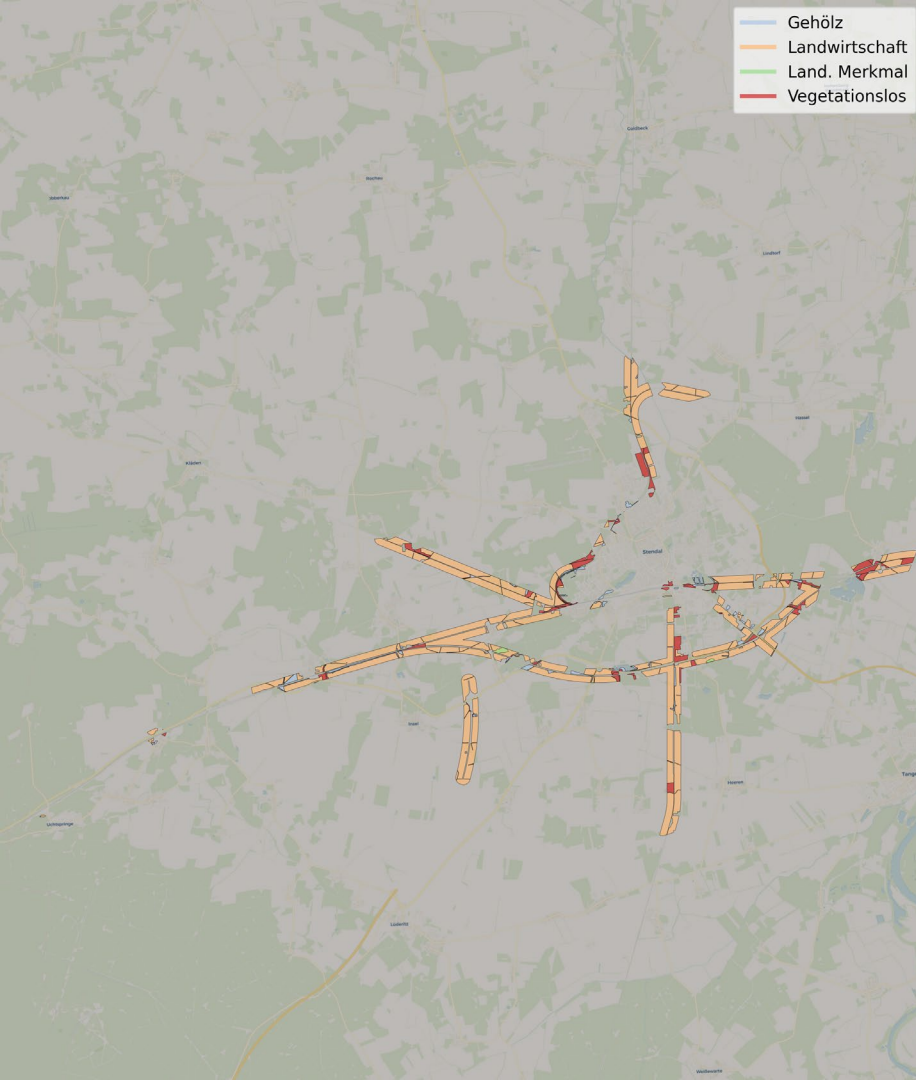
Formel: $Q_{\max} = G \cdot \varepsilon \cdot A$

mit $G = 1000 \text{ kWh/m}^2$ und $\varepsilon = 0.5$

Gesamtpotenzial: 8439 GWh

Erschließbares Potenzial: 8439 GWh

Erschließungsgrad: 1.0

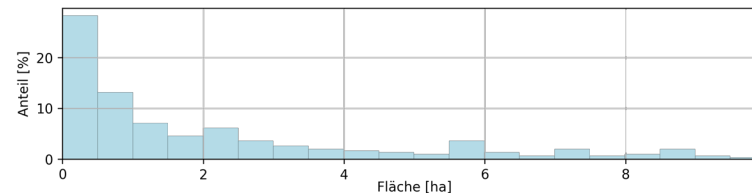
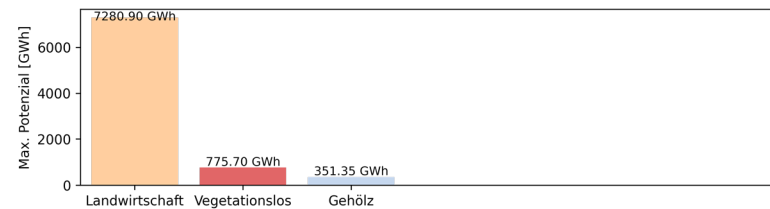


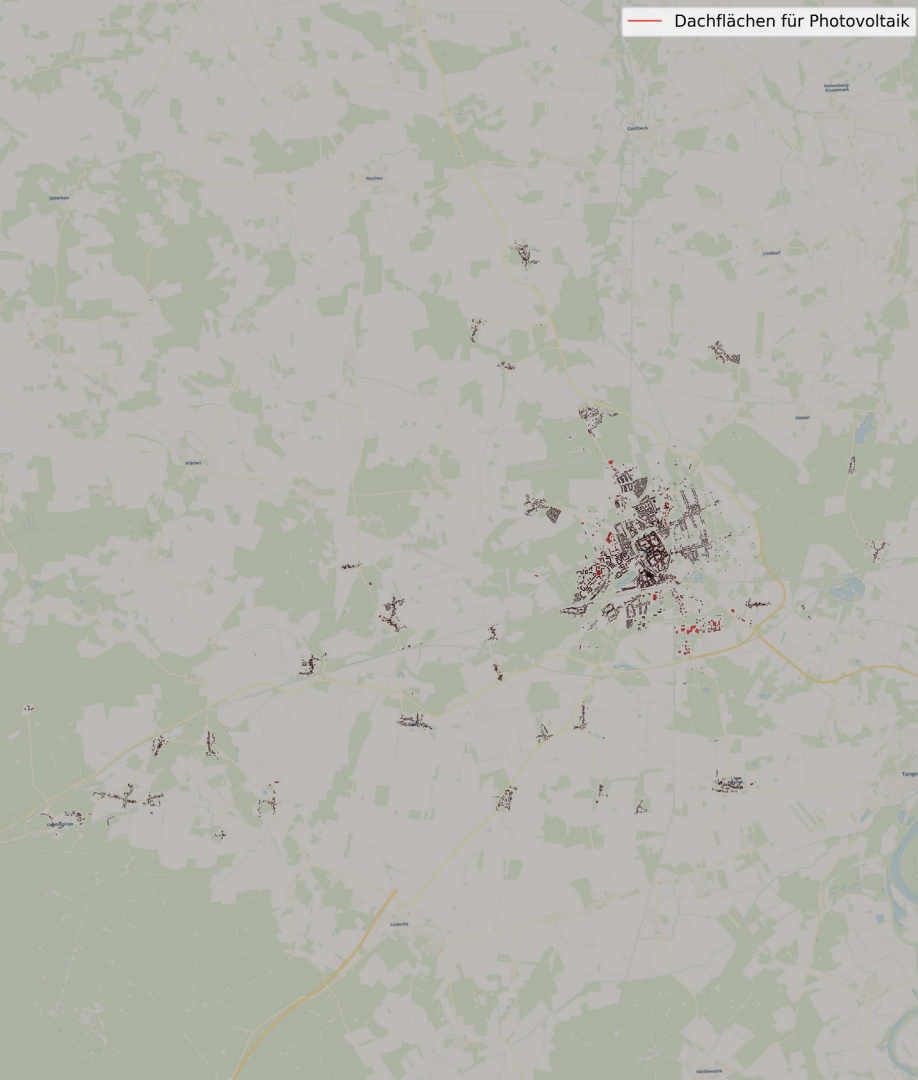
Freiflächen-Solarthermie

Gewählte Flächen

Als verfügbare Fläche wurden die nach 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB privilegierten Freiflächen definiert. Diese beinhalten einen 200 m breiten Streifen zu Autobahnen und Schienen. Flächen außerhalb dieser Gebiete wurden nicht berücksichtigt, da diese in Konkurrenz beispielsweise zum Nahrungsmittel- und Biomasseanbau stehen. Außerhalb dieser Streifen ist Agri-Solarthermie als mögliche Alternative zu betrachten.

Verteilung der Flächen





Dachflächen-Photovoltaik

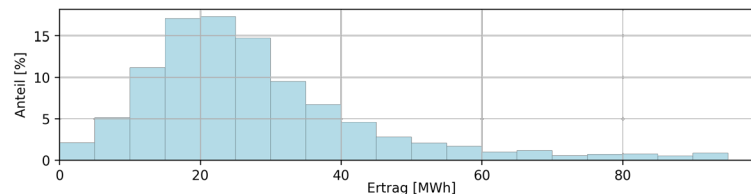
Berechnung

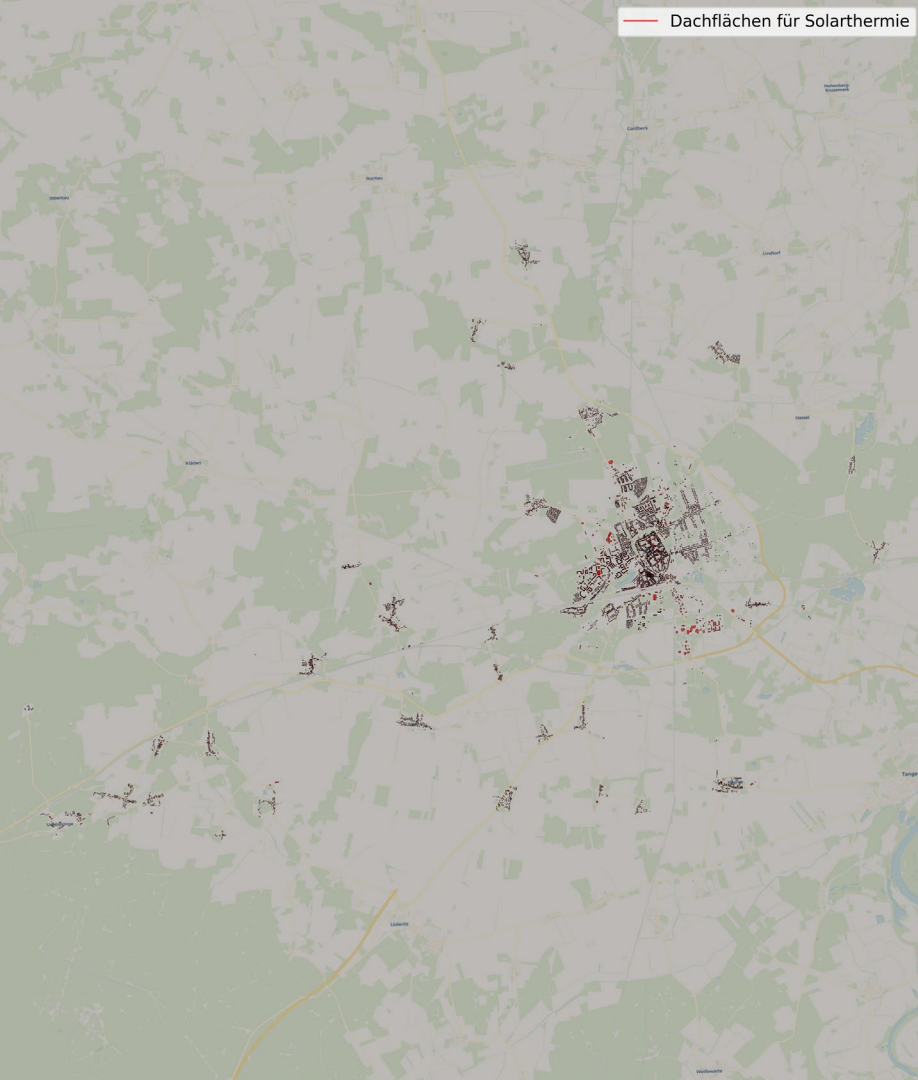
Das Potenzial wurde mithilfe der Dachfläche A , einer Referenzeinstrahlung Q_0 und einem Wirkungsgrad ε berechnet, welcher abhängig vom Azimut-Winkel ist. Der Azimutwinkel gibt die Ausrichtung der Dachfläche bzw. der potenziell verbauten Dachmodule in Bezug auf die Südausrichtung an. Eine Nord-Süd Ausrichtung des Daches ergibt somit die höchsten Erträge über das Jahr. Eine Abweichung von dieser Ausrichtung hat dementsprechend eine Verringerung des Potenzials zur Folge. Für die Dachneigung wurde ein mittlerer Winkel von 35° angenommen.

Formel: $Q_{\max} = A \cdot \varepsilon(\text{Azimut, Dachneigung}) \cdot Q_0$

Mit Q_0 = Referenzwert durchschnittliche Globalstrahlung in der Kommune und ε_{PV} = PV-Effizienz in Abhängigkeit vom Azimut-Winkel und der Dachneigung.

Gesamtpotenzial: 394.0 GWh





Dachflächen-Solarthermie

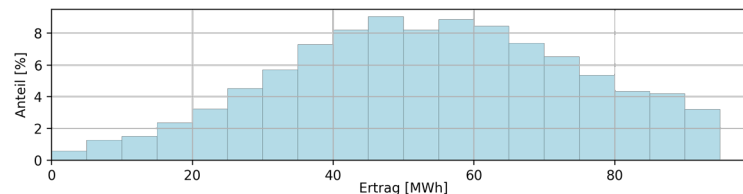
Berechnung

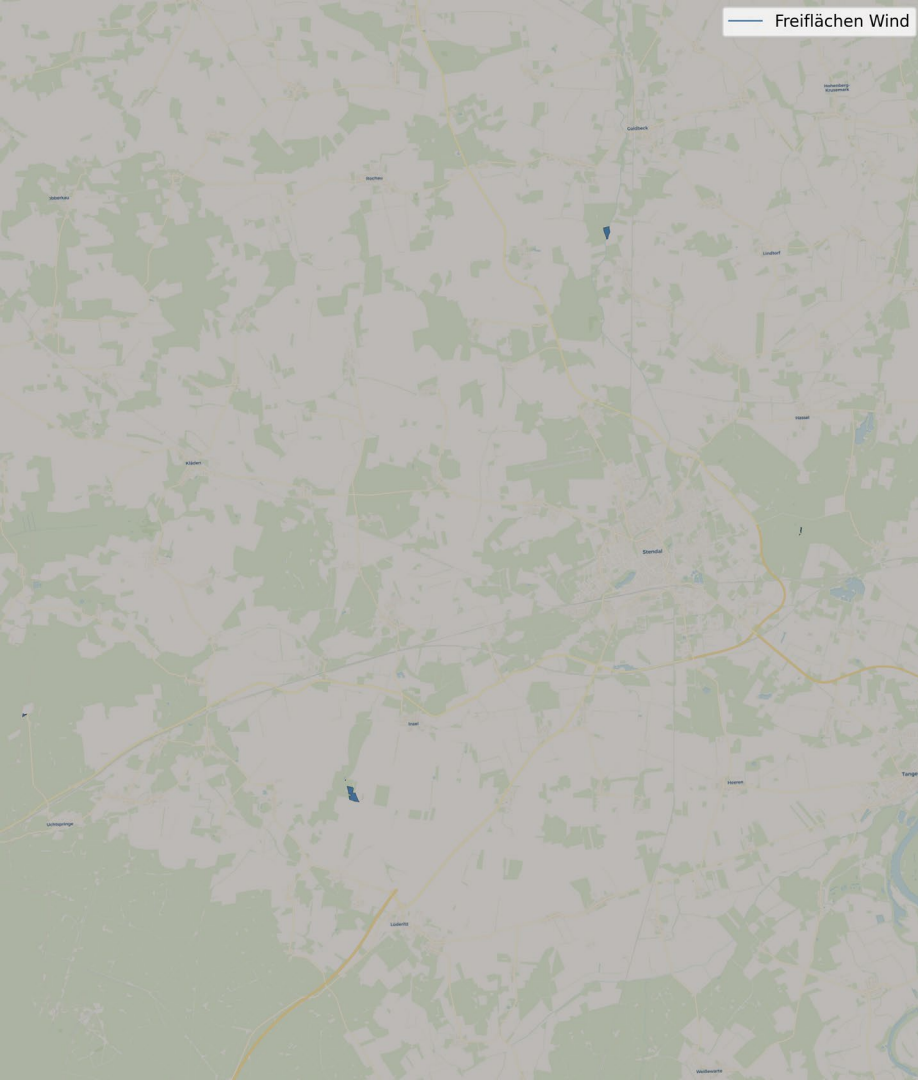
Das Potenzial wurde mithilfe der Dachfläche A , einer Referenzeinstrahlung Q_0 und einem Wirkungsgrad ε berechnet, welcher abhängig vom Azimut-Winkel ist. Der Azimutwinkel gibt die Ausrichtung der Dachfläche bzw. der potenziell verbauten Dachmodule in Bezug auf die Südausrichtung an. Eine Nord-Süd Ausrichtung des Daches ergibt somit die höchsten Erträge über das Jahr. Eine Abweichung von dieser Ausrichtung hat dementsprechend eine Verringerung des Potenzials zur Folge. Für die Dachneigung wurde ein mittlerer Winkel von 35° angenommen.

Formel: $Q_{\max} = A \cdot \varepsilon(\text{Azimut, Dachneigung}) \cdot Q_0$

Mit Q_0 = Referenzwert durchschnittliche Globalstrahlung in der Kommune
und ε = Solar-Effizienz in Abhängigkeit vom Azimut-Winkel und der Dachneigung.

Gesamtpotenzial: 985.0 GWh





Freiflächen Wind

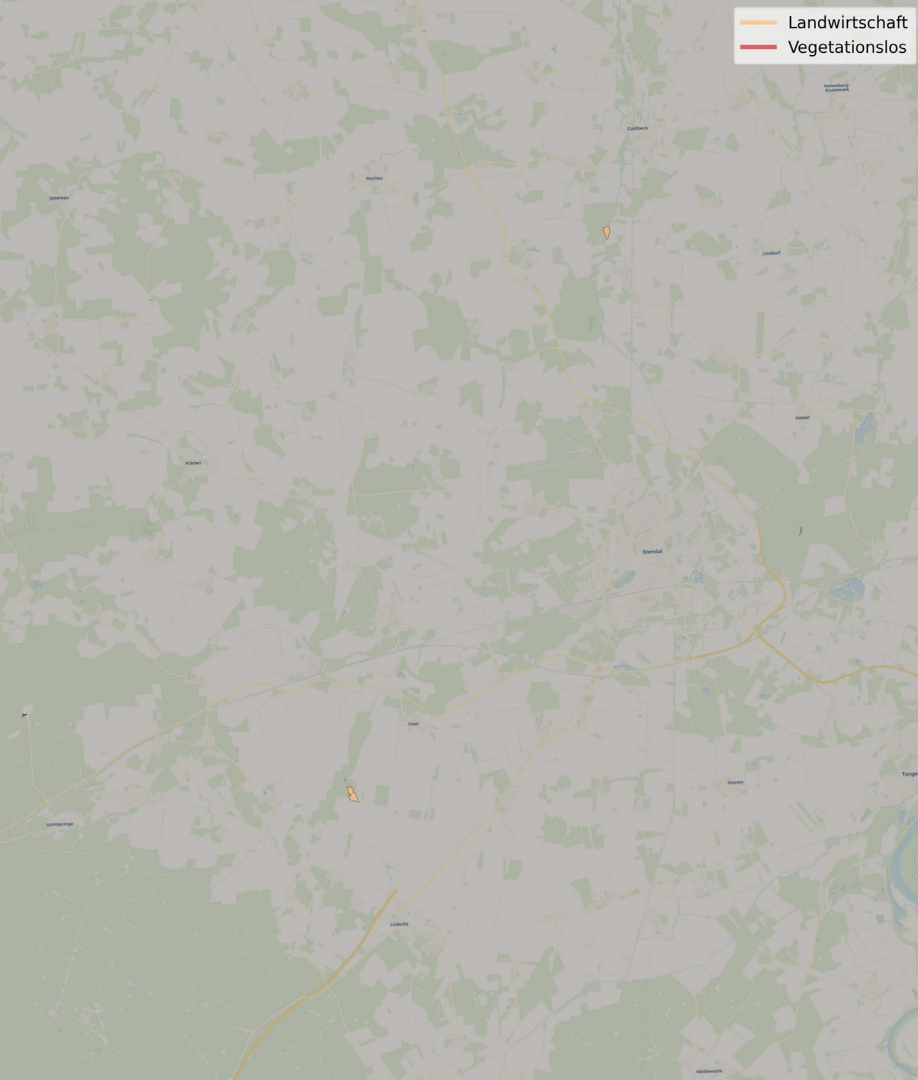
Berechnung

Wie viel Strom eine Windkraftanlage erzeugt, hängt stark vom Standort ab. Besonders wichtig sind die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe und die Anlagengröße; beide Faktoren beeinflussen den Ertrag deutlich. Für eine grobe Einschätzung wird ein bewusst konservativer spezifischer Stromertrag von 270 kWh/m² angesetzt. Diese Näherung basiert auf einer 2,5-MW-Anlage mit 150 m Rotordurchmesser und 2 000 Volllaststunden. Die Energiedichte ist auf die überstrichene Rotorfläche bezogen und konservativ gewählt, um betriebliche Einschränkungen (z. B. Abschaltungen, Netzengpässe) auch bei vermeintlichen Einzelstandorten nicht zu unterschätzen. Aufgrund von Abstandsregeln entstehen häufig nur wenige zusammenhängende Flächen für mehrere Anlagen; Nachlauseffekte zwischen einzelnen, weiter auseinanderliegenden Anlagen sind dann meist gering.

Bei größeren Flächen beispielsweise für Windparknutzung müssen allerdings Mindestabstände strikt eingehalten werden, um Nachlauseffekte zu reduzieren. Dadurch sinkt die flächenspezifische Energiedichte typischerweise deutlich auf unter 100 kWh/m² (Rotorflächenbezug). Sollten im Rahmen der Planung entsprechend große, zusammenhängende Eignungsflächen identifiziert werden, empfiehlt sich eine standortspezifische Detailstudie im Maßnahmenkatalog.

Formel: $Q_{\max} = A \cdot Q_0$

Gesamtpotenzial: 35 GWh

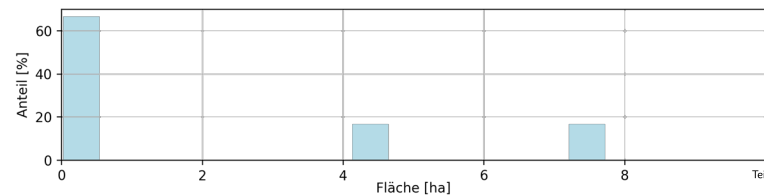


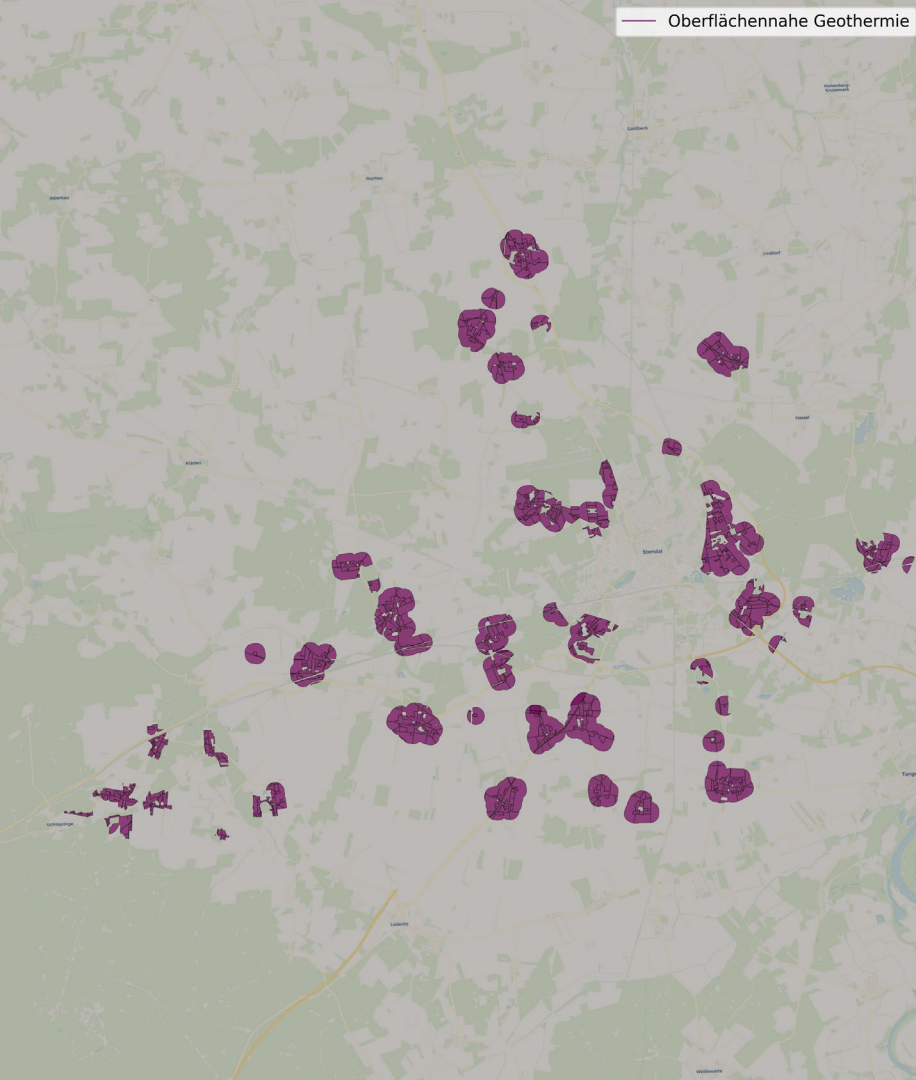
Wind

Gewählte Flächen

Für die Berechnung wurden unter anderem Agrar, Heide- und vegetationslose Gebiete als Freiflächen definiert. Hierbei wurde ein Mindestabstand von 1000 Metern zu Infrastruktur und Gebäude angenommen und Flächenabschnitte innerhalb dieses Radius aus der Betrachtung entfernt. Entsprechende Analysen sollten allerdings immer mit lokalen Gegebenheiten bzw. bereits ausgeschriebenen Flächen abgeglichen werden. Zu (Militär-) Flughäfen beispielsweise sind sogar wesentlich größere Abstände notwendig.

Verteilung der Freiflächen





Oberflächennahe Geothermie ^{digikoo}

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials von oberflächennaher Geothermie wurde ein mittlerer Ertrag W_0 von 28 kWh/m^2 angenommen. Dieser Wert wird aus einer festgelegten mittleren Bohrungstiefe d , einer Volllaststundenzahl t , einem Anlagenplatzbedarf A_{Anlage} sowie einer Wärmeentzugsleistung Q_{geo} berechnet. Die Werte stammen aus typischen Anlagenwerten, können aber deutliche Variationen aufweisen.

Formel: $Q = A \cdot W_0$ mit $W_0 = t \cdot d \cdot \frac{Q_{\text{geo}}}{A_{\text{Anlage}}}$

- W_0 als mittleren Ertrag und A als Freifläche.
- Weitere Parameter sind: $t = 1800 \text{ h/a}$; $Q_{\text{geo}} = 0,060 \text{ kW/m}$; $d = 60 \text{ m}$ und A_{anlage} (aus Abstand Vor- und Rücklauf) = 225 m^2 .

Gesamtpotenzial: 3233 GWh

Erschließbares Potenzial: 646 GWh

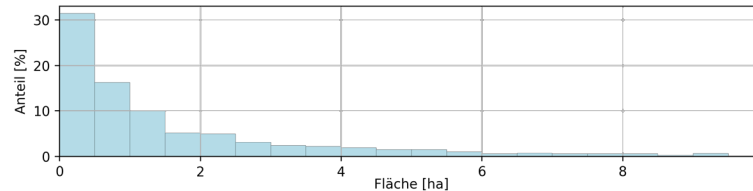
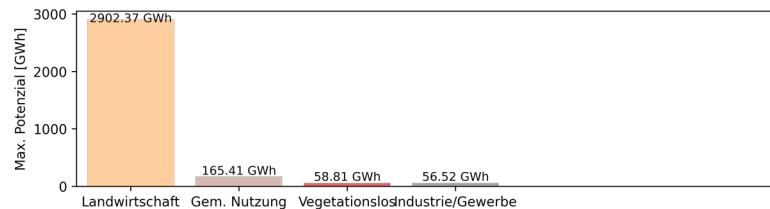
Erschließungsgrad: 0.2

Oberflächennahe Geothermie

Gewählte Flächen

Für die Bestimmung der Potenzialflächen wurde die deutschlandweite Wärmeleitfähigkeit des Bodens als Referenz genommen und Bodenflächen mit einer minimalen mittleren Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/mK ausgewählt. Diese Grundflächen wurden im Anschluss mit nutzbaren Freiflächen verschnitten. Nutzbare Flächen sind hierbei Siedlungsflächen sowie deren unmittelbare Umgebung, da davon ausgegangen wird, dass oberflächennahe Geothermie verbrauchernahe installiert wird.

Verteilung der Freiflächen



Freiflächen Biomasse

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials von Biomasse Freiflächen wurde basierend auf Daten aus der Literatur ein flächenspezifischer Ertrag Q_0 im Bereich $2,5 \text{ kWh/m}^2$ angenommen. Dieser wird dann mit der Potenzialfläche A multipliziert. Zu beachten ist hierbei insbesondere die Flächenkonkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Brennstoffherzeugung. In Regionen mit besonders fruchtbaren Böden, wird die Fläche präferiert zur Nahrungsmittel/Futterproduktion genutzt. Der Bodenwertzahl (BWZ) ist hierbei eine wichtige Kenngröße. Je nach Bodentyp und Biomasseart (Raps oder biogene Gas) können entsprechende Variationen in den Erträgen auftreten. Diese nehmen grundsätzlich Werte ähnlicher Größenordnung an.

Formel: $Q_{\max} = A \cdot Q_0$

Gesamtpotenzial: 453 GWh

Erschließbares Potenzial: 38 GWh

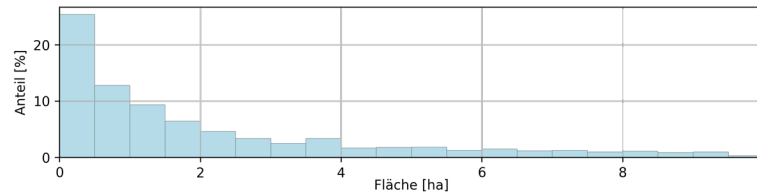
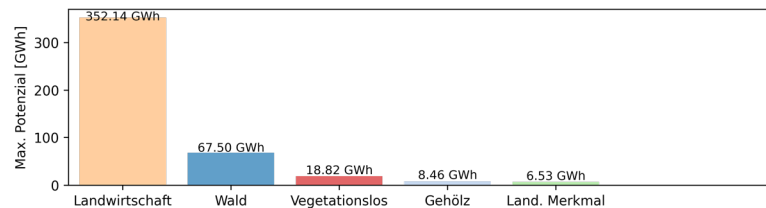
Erschließungsgrad: 0.08

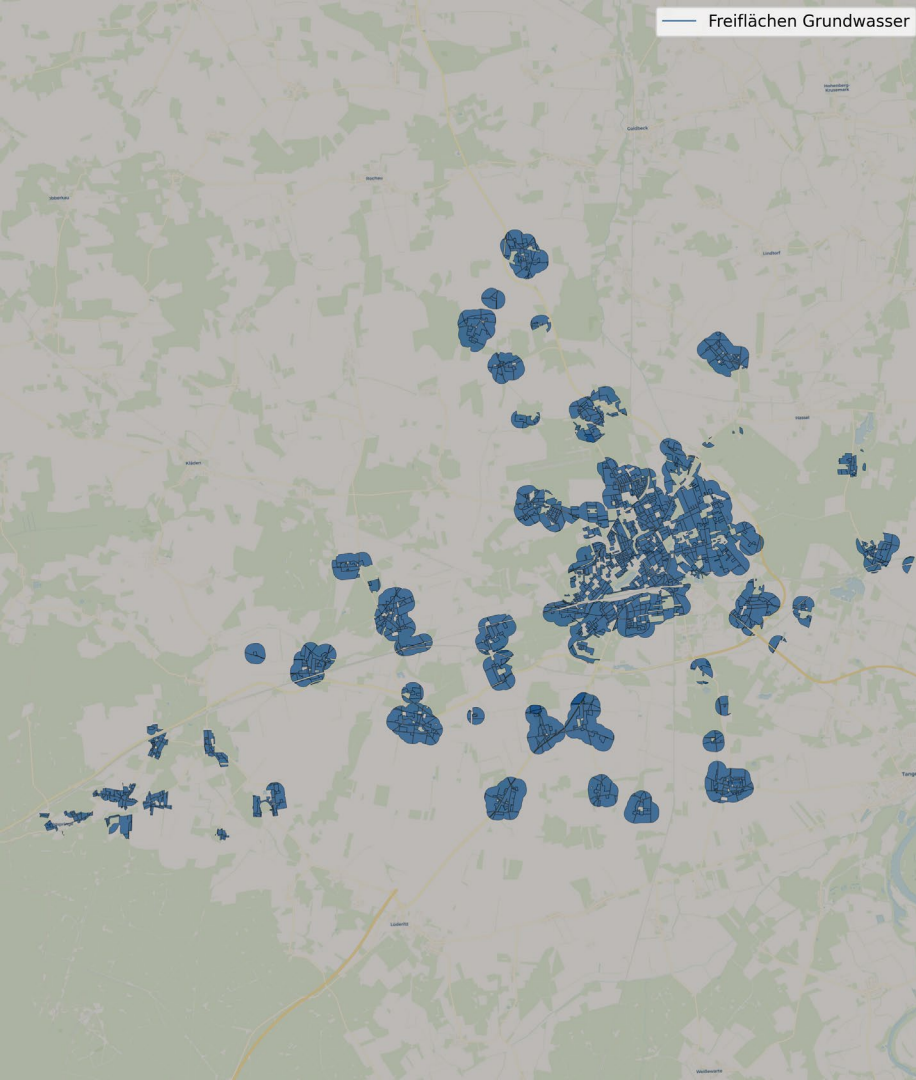
Freiflächen Biomasse

Gewählte Flächen

Für die Berechnung des Potenzials wurden sowohl Agrar- als auch Gehölz, Wald und Heideflächen berücksichtigt. Es erfolgte keine weitere Einschränkung dieser Flächen – eine Priorisierung der zu erschließenden Flächen gemeinsam mit der Kommune- und lokalen Verbänden wird empfohlen. Insbesondere Flächennutzungspläne sowie besonders fruchtbare Böden sind auszuschließen.

Verteilung der Flächen





Grundwasser Wärmepumpe

digikoo

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials für Grundwasserwärmepumpen fließen eine Vielzahl von Einflussfaktoren ein, Ergiebigkeit des Grundwassers, Volumenströme im Untergrund, Trocken- und Nasswetterperioden oder Jahreszeiten. Dementsprechend sind die Vorhersagen hierbei mit großen Unsicherheiten behaftet. Für eine erste Abschätzung wurde eine Grundwasserwärmepumpe für die Deckung des Wärmebedarfs eines Einfamilienhauses mit 15.000 kWh/a angenommen. Mit einer angenommenen Effizienz von 3 ergibt sich eine entzogene Energiemenge von 10.000 kWh. Durch den Mindestabstand von 15m zwischen möglichen Anlagen folgt eine abgerundete Energiedichte von ca. 40 kWh/m² für die Potenzialflächen. Detaillierte Karten zur Ergiebigkeit des Grundwassers in der Region sind im Anhang der Analyse zu finden. Anhaltende Trockenperioden in den letzten Jahren haben fast flächendeckend zu einer Absenkung des Grundwasserpegels geführt, sodass eine umfassende Wärmenutzung auf lokaler Ebene abzustimmen ist.

Formel: $Q_{\max} = A \cdot Q_0$ mit $Q_0 = 40 \text{ kWh/m}^2$

Gesamtpotenzial: 5302 GWh

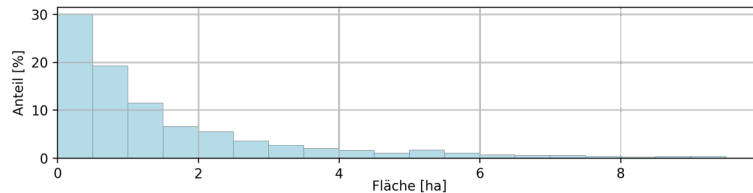
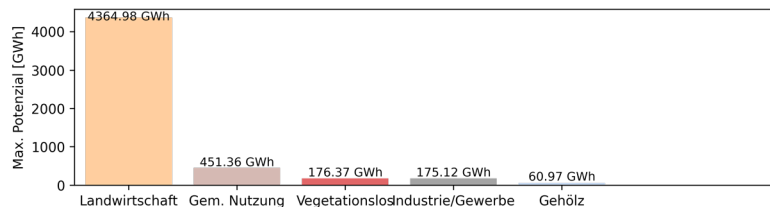
Erschließbares Potenzial: 1060 GWh

Grundwasser Wärmepumpe

Gewählte Flächen

Für die Bestimmung der Potenzialflächen wurden Daten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffen zur Grundwasserergiebigkeit zugrunde gelegt. Diese werden mit den Freiflächen der Kommune sowie dem Siedlungsgebiet verschnitten.

Verteilung der Flächen



digikoo

Potenziale für Wärmenetze

#weilwirzukunftlieben

Vor- und Nachteile der geprüften zentralen Potenziale

	Abwasser- thermie	Flussthermie	Seethermie	Tiefe Geothermie	KWK-Anlagen	Industrie- abwärme	
Vorteile	Erschließungskosten, nahezu konstante Temperatur	Weniger Variation in der Temperatur im Vergleich zur Außenluft	Weniger Variation in der Temperatur im Vergleich zur Außenluft	Hohe thermische Entzugsleistungen möglich	Vorhandene Erzeugungsinfrastruktur	Hohe Wärmemengen verfügbar	
Nachteile	Kläranlagen meist außerorts, verbraucherfern	Absprache mit Naturschutz und Verbänden notwendig	Absprache mit Naturschutz und Verbänden notwendig	(Mehrere) Kostenintensive Probebohrung notwendig	Zukünftige Förderlandschaft unklar	Abwärmennutzung konkurriert zur internen Prozessoptimierung	
Zeitliche Verfügbarkeit	 hoch	 hoch	 hoch	 hoch	 mittel	 mittel	
Notwendige Investitionen	 mittel	 mittel	 mittel	 hoch	 gering	 mittel/hoch	

Abwasserthermie-Kläranlagen ^{digikoo}

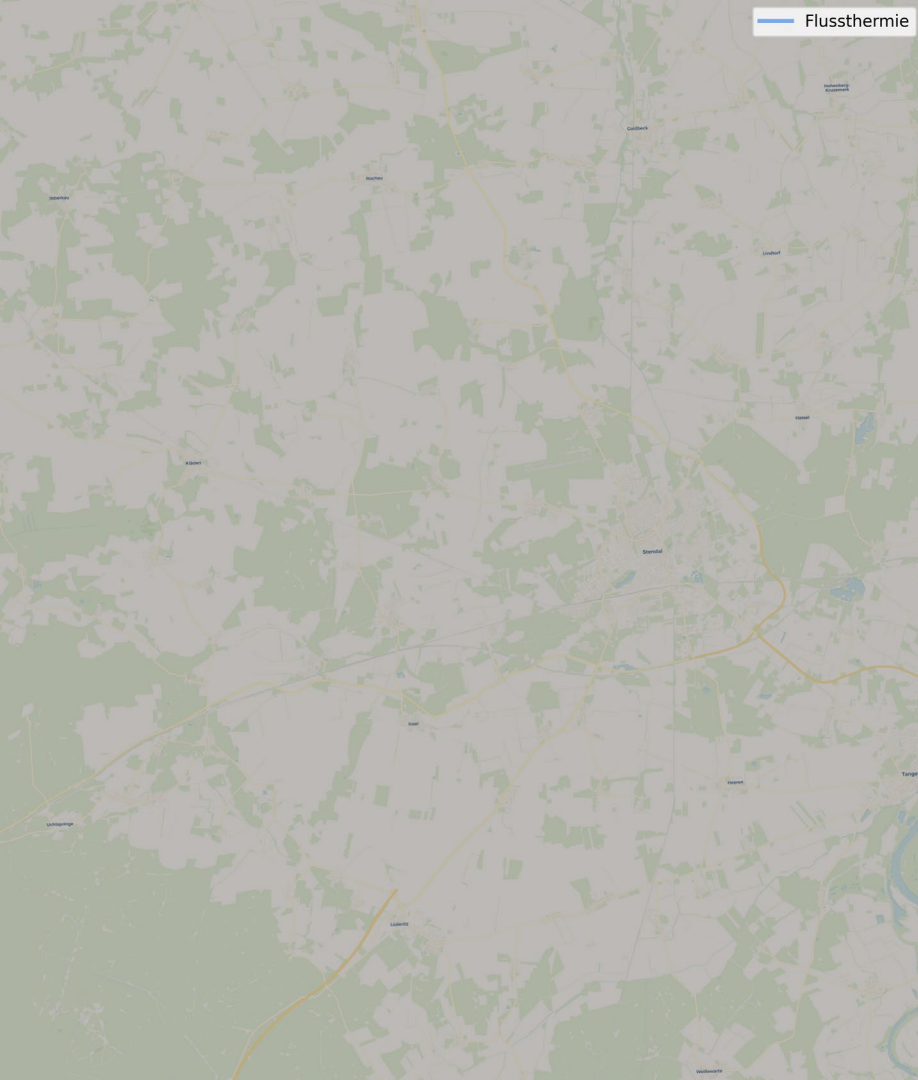
Erläuterung

Das gesammelte Abwasser in Kläranlagen kann als Wärmequelle für eine Großwärmepumpe genutzt werden, welche ein kaltes Nahwärmenetz versorgt oder mit Hilfe einer zusätzlichen Befeuerung durch Heizstäbe oder grüne Gase / Brennstoffe für ein konventionelles Hochtemperatur-Wärmenetz genutzt werden kann. Da die Abwassertemperatur im Vergleich zur Umgebungsluft über das Jahr eine geringere Schwankung aufweist kann eine höhere Effizienz im Vergleich zu Luft-Wasser Wärmepumpen erreicht werden.

Abschätzung des Potenzials

Das Potenzial wird mit Hilfe des angegebenen jährlichen Volumenstroms der Kläranlage sowie einer maximalen Temperaturdifferenz des Abwassers abgeschätzt. Saisonale Schwankungen im Abwassermassenstrom können zu einer reduzierten Leistung führen, dementsprechend ist in einer detaillierten Machbarkeitsstudie zu untersuchen für welche maximale Entzugsleistung die Anlage ausgelegt werden kann. Möglichkeiten bieten hier ebenfalls Speicherlösungen als Ausgleich zwischen den Lasten.

Gesamtpotenzial: 15.0 GWh



Flussthermie

Erläuterung

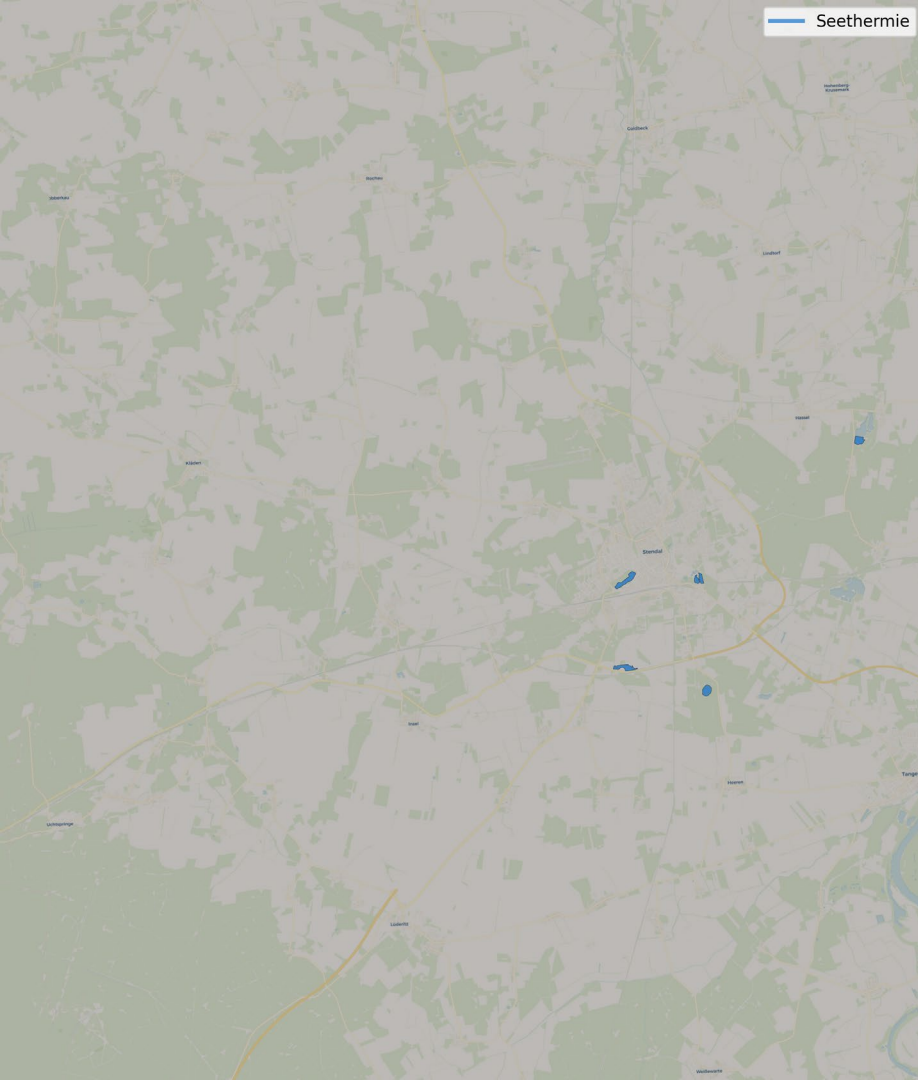
Flüsse bieten ein beträchtliches thermisches Potenzial für den Betrieb von Großwärmepumpen – ähnlich wie bei der Nutzung von Abwärme aus Kläranlagen. Entscheidend ist dabei der Volumenstrom, der unter anderem von Flussbreite, -tiefe, Gefälle und Untergrund abhängt. Da Geodaten zu Neigung und Untergrund oft nicht verfügbar sind, werden zur ersten Einschätzung vereinfachte Annahmen getroffen und Flüsse in Potenzialklassen eingeteilt. Eine genauere Bewertung erfolgt anschließend über saisonale Daten zum Pegelstand des Flusses sowie des Volumenstroms.

Abschätzung des Potenzials

Analog zur Abschätzung des Potenzials bei Klärwerken wird hier auf Basis des Wasservolumenstroms sowie einer maximalen Temperaturdifferenz gerechnet. Allerdings wird hier kein absoluter Wert sondern eine Größenordnung angegeben, da Trocken- und Nassperioden zu deutlichen Unterschieden führen können.

Formel: $Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T \cdot t_{vl}$

Gesamtpotenzial: $\leq 1 \text{ GWh}$



Seethermie

Erläuterung

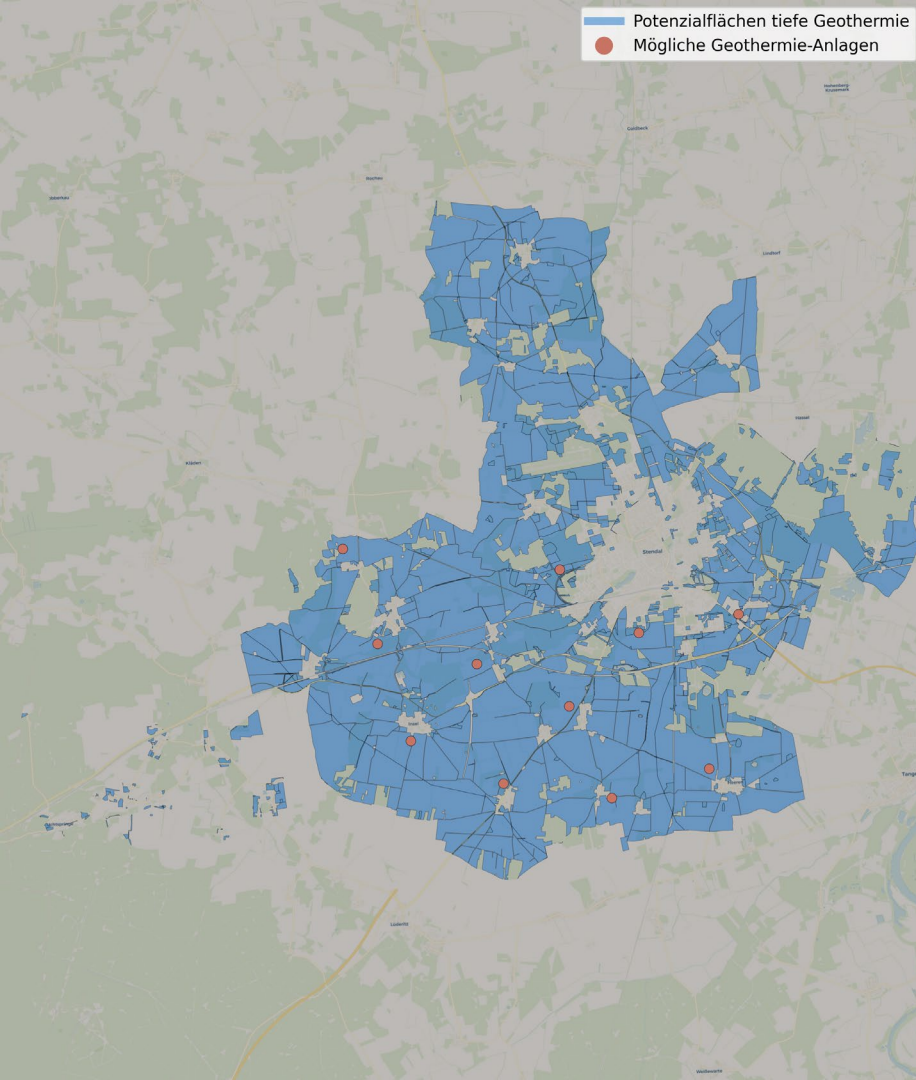
Ähnlich wie bei den bereits vorgestellten Potenzialen von Klärwerken und Flüssen wird bei der Seethermie das Temperaturniveau von Seen genutzt, um mithilfe einer Großwärmepumpe dem Wasser Wärme zu entziehen und diese für Wärmenetze bereitzustellen. Je nach Bedarf können entweder Niedertemperaturwärmenetze direkt versorgt oder – durch zusätzliches Aufheizen mittels elektrischer Heizelemente oder erneuerbarer Brennstoffe – auch höhere Temperaturniveaus erreicht werden. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit einer solchen Infrastruktur ist insbesondere die Nähe zu den Wärmeverbrauchern, da lange Transportwege mit höheren Energieverlusten und Kosten einhergehen.

Abschätzung des Potenzials

Das Potenzial wird mit Hilfe der Seefläche sowie einer Abschätzung der Seetiefe durchgeführt. Die Seetiefe wird dabei anhand der Größe der Oberfläche abgeschätzt. Die Annahmen basieren dabei auf vorgestellten Studien des Lanuk NRW¹.

Gesamtpotenzial: 1.8 GWh

¹ [Seethermie](#)



Tiefe Geothermie

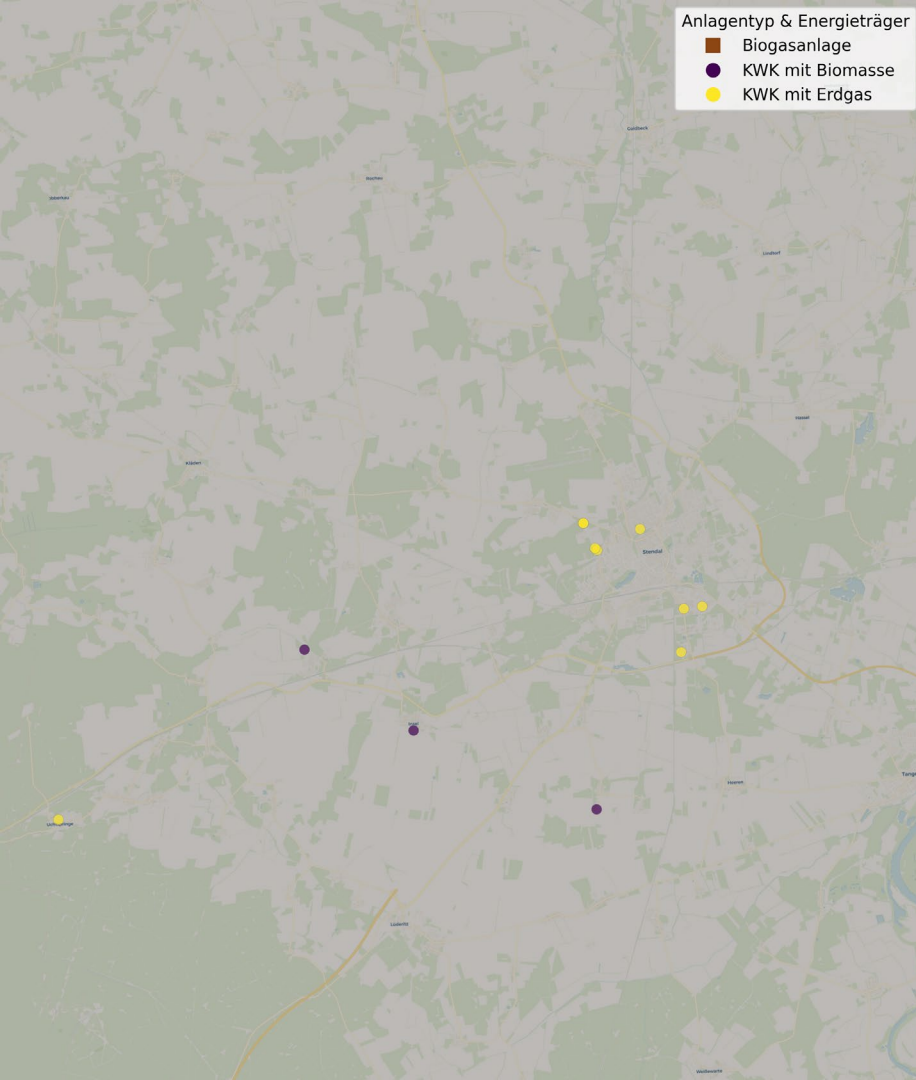
Erläuterung

Für die Potenzialabschätzung tiefer Geothermie werden Karten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) verwendet. Diese zeigen Gebiete mit gesicherter Eignung auf Basis von: Petrothermaler Geothermie (heiße Gesteinsschichten) oder Hydrothermaler Geothermie (heißes Fluid). Solche Anlagen eignen sich zur Versorgung von Hochtemperatur-Wärmenetzen und sollten nahe zu Siedlungs- oder Industriegebieten geplant werden. Aufgrund hoher Investitionskosten ist eine hohe jährliche Auslastung (Volllaststunden) erforderlich. Kraft-Wärme-Kopplung die im Sommer strom- und im Winter wärmegeführt sind plus Wärmespeicher sind Lösungsoptionen.

Abschätzung des Potenzials

Tiefe Geothermieanlagen sind bisher als Projekte mit Pilotcharakter insbesondere im Süden Deutschlands errichtet worden. Auch wenn eine grundlegende Eignung im Gebiet vorliegt müssen gezielte Probebohrungen für die Abschätzung der Entzugsleistung genutzt werden. Daher werden für die Abschätzung grobe Richtwerte genutzt. Für petrothermale Anlagen wurde hier eine Anlagenleistung mit 4 MW bzw. bei hydrothermalen Anlagen, durch den verbesserten Wärmeübergang bei Wasser eine Leistung von 8 MW angenommen. Diese Werte können basierend auf lokalen Studien erweitert und validiert werden.

Gesamtpotenzial: 264.0 GWh



KWK- und Biogasanlagen

Erläuterung

Mit Hilfe des Marktstammdatenregisters und durchgeführten Umfragen im Rahmen der Wärmeplanung können existierende Biogaserzeugungsanlagen sowie bestehende KWK-Anlagen identifiziert und benannt werden. Im Rahmen der Akteursbefragung können dann etwaige Ausbaupläne bzw. verbleibende Kapazitäten bzw. die Bereitschaft in ein Wärmenetz einzuspeisen erfragt werden. Hierdurch entsteht ein erstes Bild, in welchem Umfang Anlagen vorhanden sind und wo Kapazität ausgebaut bzw. erweitert werden kann. Zahlenwerte für mögliche Energiemengen müssen konkret mit den Betreibern ermittelt und diskutiert werden und sollten in der Umsetzungsstrategie als Ziel formuliert werden. Dementsprechend ist hier auf der linken Seite zunächst eine Karte mit bisherigen bzw. geplanten KWK- und Biogaserzeugungsanlagen dargestellt.

Industrie Abwärme

Erläuterung

Industrielle Abwärme kann als Wärmequelle für Wärmenetze genutzt werden. Je nach Branche und Größe des Betriebs können hier unterschiedlichste Mengen an Abwärme und Temperaturniveaus anfallen. Insbesondere die Form der Abwärme (Abgase, Strahlung, Kühlmedien) erfordern unterschiedlichste Methoden, um diese in ein Wärmenetz zu integrieren. Hiervon ebenfalls abhängig sind notwendige Investitionskosten für die Erschließung der Abwärme sowie der folgenden Infrastruktur. Zeitliche Verfügbarkeit und Nähe zu Abnehmern spielt hierbei ebenfalls eine wichtige Rolle.

Abschätzung des Potenzials

Als Grundlage für die Darstellung werden die Daten für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) genutzt. Sofern sich im Projekt weitere relevante Akteure mit Abwärmepotenzialen ergeben, werden diese mit aufgeführt.

Identifizierte Potenziale

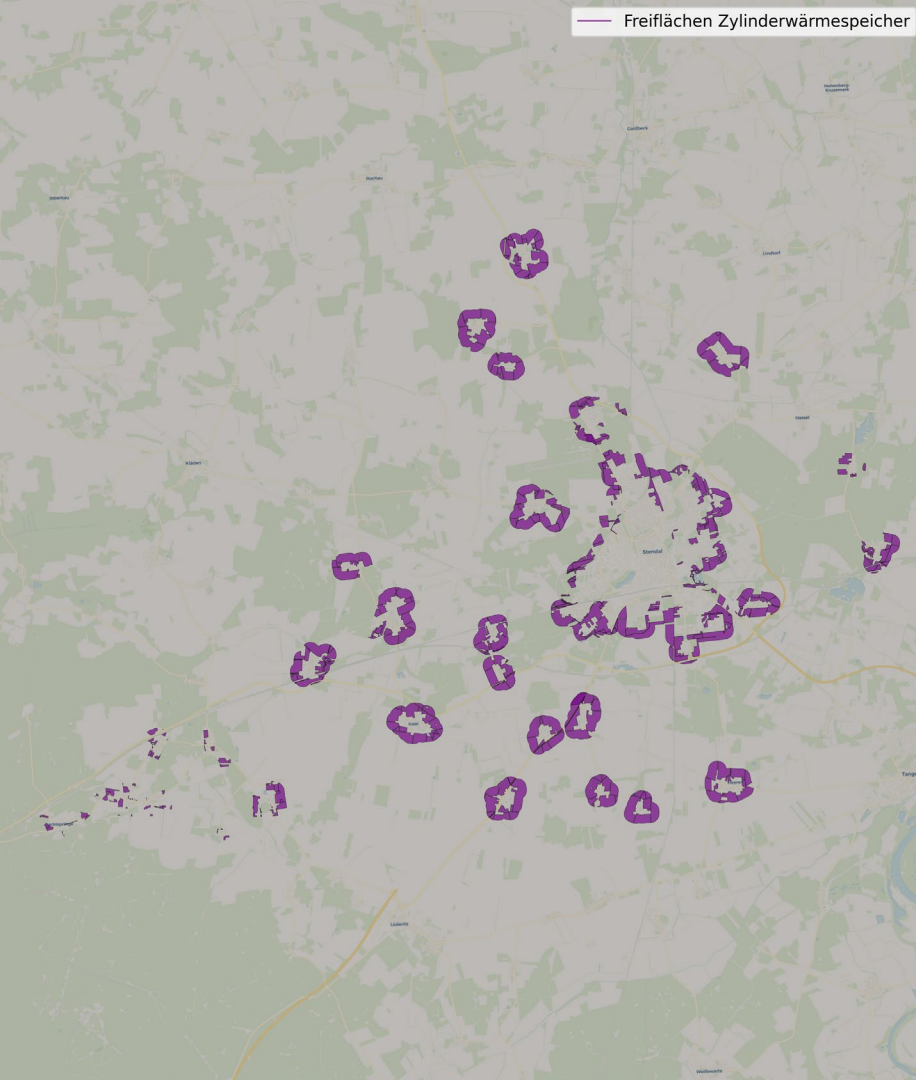
Für Stendal wurden Abwärmepotenziale für die Milchwerke (hellerer Punkt, da mehrere Standorte) sowie für die Landbäckerei Stendal identifiziert. Zudem wurden Standorte von Energieanlagen der Stadtwerke Stendal gelistet, diese werden im Rahmen der Akteursbeteiligung und den Ausbauplänen der Stadtwerke diskutiert.

Gesamtpotenzial: 76.4 GWh

digikoo

Übersicht Speicher

#weilwirzukunftlieben



Zylinderwärmespeicher

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials zur Speicherung von Wärme wird die Möglichkeit des Einsatzes von Zylinderwärmespeichern geprüft. Für die Berechnung der Wärmespeicherkapazität werden die potenziell nutzbaren Flächen mit einem Ausnutzungsgrad und einer der spezifischen Speicherfähigkeit von 60 kWh/m^3 verrechnet. Unter der Annahme einer durchschnittlichen Anlagenhöhe von 30 Metern wird eine flächenspezifische Speicherkapazität s von 1800 kWh/m^2 an.

Formel

$$Q_{s,\max} = A \cdot s$$

Gesamtpotenzial: 37912 GWh

Erschließbares Potenzial: 3791 GWh

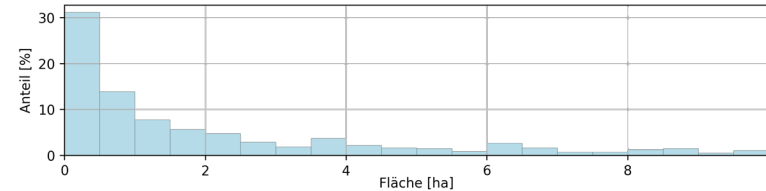
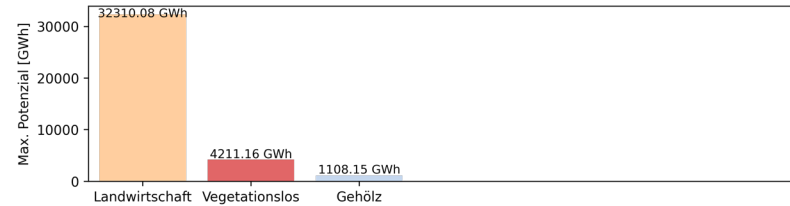
Erschließungsgrad: 0.1

Zylinderwärmespeicher

Gewählte Flächen

Zylinderwärmespeicher sind in der Regel an Wohngebiete angeschlossen. Daher wird für die Ermittlung ein 250m Radius um bestehende Wohngebiete betrachtet und diese Flächen mit Gehölz-, Heide-, Moor-, Landwirtschafts- und vegetationslosen Flächen verschnitten.

Verteilung der Flächen



Erdwärmespeicher

Berechnung

Für die Berechnung des Potenzials zur Speicherung von Wärme wird ebenfalls die Möglichkeit des Einsatzes von Erdwärmespeichern geprüft. Für die Berechnung der Wärmespeicherkapazität $Q_{s,max}$ werden die potenziell nutzbaren Flächen mit einem Ausnutzungsgrad c_4 (Annahme 10%) und einer der spezifischen Speicherfähigkeit von 45 kWh/m^3 verrechnet. Unter der Annahme einer durchschnittlichen Anlagenhöhe von 10 Metern nehmen wir eine flächenspezifische Speicherkapazität s von 450 kWh/m^2 an.

Formel

$$Q_{s,max} = A \cdot s$$

Gesamtpotenzial: 9478 GWh

Erschließbares Potenzial: 947 GWh

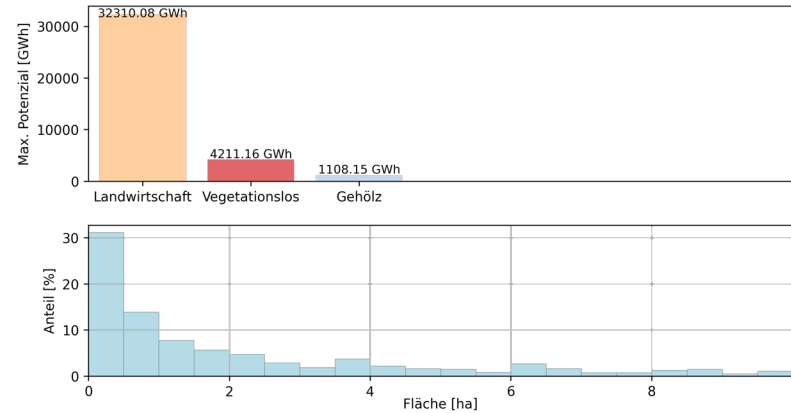
Erschließungsgrad: 0.1

Erdwärmespeicher

Gewählte Flächen

Erdwärmespeicher sind in der Regel an Wohngebiete angeschlossen. Daher wird für die Ermittlung ein 250m Radius um bestehende Wohngebiete betrachtet und diese Flächen mit Gehölz-, Heide-, Moor-, Landwirtschafts- und vegetationslosen Flächen verschnitten.

Verteilung der Flächen



digikoo

Quellen und Glossar

#weilwirzukunftlieben

Quellen Ausnutzungsgrad Biomasse

Agrarflächen

Der Ausnutzungsgrad für Agrarflächen wird auf Basis der veröffentlichten Studien der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) abgeschätzt. Veröffentlichte Studien¹ zeigen, dass derzeit ca. 13% der Agrarflächen für Energiepflanzen genutzt werden. Dies beinhaltet Biogas, Biodiesel, Bioethanole sowie Festbrennstoffe. Je nachdem welche Brennstoffe bilanziert werden, werden geringere Flächenanteile erreicht. Basierend auf diesen aktuellen Zahlen sind ca. 10% realistische Flächenanteile.

Waldflächen

Hinsichtlich Waldflächen wird auf die Studien LANUK NRW² zurückgegriffen. Hier wird für verschiedene Naturschutzszenarien (MAX, NATUR 1 und NATUR 2) des Ausbaupotenzial für Wärmeenergiegewinnung in Megawattstunden angegeben. Das Szenario NATUR 2 weist dabei den ambitioniertesten Naturschutz auf, während NATUR 1 einen leicht schwächeren Naturschutz betrachtet. Bezogen auf das abgeschätzte Gesamtpotenzial werden 6,8% bzw. 17,3% maximales Ausbaupotenzial ausgewiesen. Da die Energiemenge proportional zur genutzten Fläche ist, können diese Ergebnisse entsprechend auf die Flächenanteile übertragen werden. Daher werden 10% angenommen.

¹ FNR; ² Lanuk Biomasse Studie

Wald

(kWh/m²)



Acker

(kWh/m²)



Ertragsdichte für Biomasse

digikoo

In Abhängigkeit der jeweiligen Flächen wie Wald, Landwirtschaft oder ungenutzte Heide und Wiesenflächen können unterschiedliche Rohstoffe für die Biomasseerzeugung genutzt werden. Während Waldflächen insbesondere die Nutzung des Baumbestandes zur Holzgewinnung genutzt werden, sind auf Agrarflächen verschiedene Erzeugungsprodukte wie Raps oder Mais genutzt und verwertet werden. Im Rahmen des Projekts können die folgende diskutierten Ertragsdichten für die jeweiligen Flächentypen individuell angepasst werden.

Für die Abschätzung der möglichen Energiemenge wird ein einheitlicher Flächenenertrag mit 2,6 kWh/m² für Waldflächen konservativ abgeschätzt. Dieser basiert auf den langjährigen Holzzuwachs der Bundeswaldinventur³ ($\approx 9,4 \text{ m}^3/\text{ha}$)³ in Kombination mit einem typischen Heizwert lufttrockenen Laubholzes⁴ von ca. 2 800 kWh/m³. Multipliziert ergibt dies einen Wert von 2,63 kWh/m². Der Ertrag für Biogas⁵ variiert in Abhängigkeit der Bodenqualität, liegt insgesamt aber zwischen 5000-7000 m³/ha bei einem Brennwert von 5-7 kWh/m³. Dies führt auf Energiemengen zwischen 2,5 und 4,9 kWh/m². Damit liegen die Erträge zwar höher im Vergleich zu Waldflächen, fallen aber aufgrund nachhaltiger Flächennutzung, Eigenenergieverbrauch durch Verarbeitung jedoch in eine ähnliche Größenordnung wie Waldflächen. Für eine konservative Abschätzung wird daher ebenfalls eine Ertragsdichte von 2,6 kWh/m² gewählt.

³Bundeswaldinventur; ⁴Heizwerttabelle; ⁵Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V

Quellen Ausnutzungsgrad Oberflächennahe Geothermie/Grundwasser Wärmepumpe

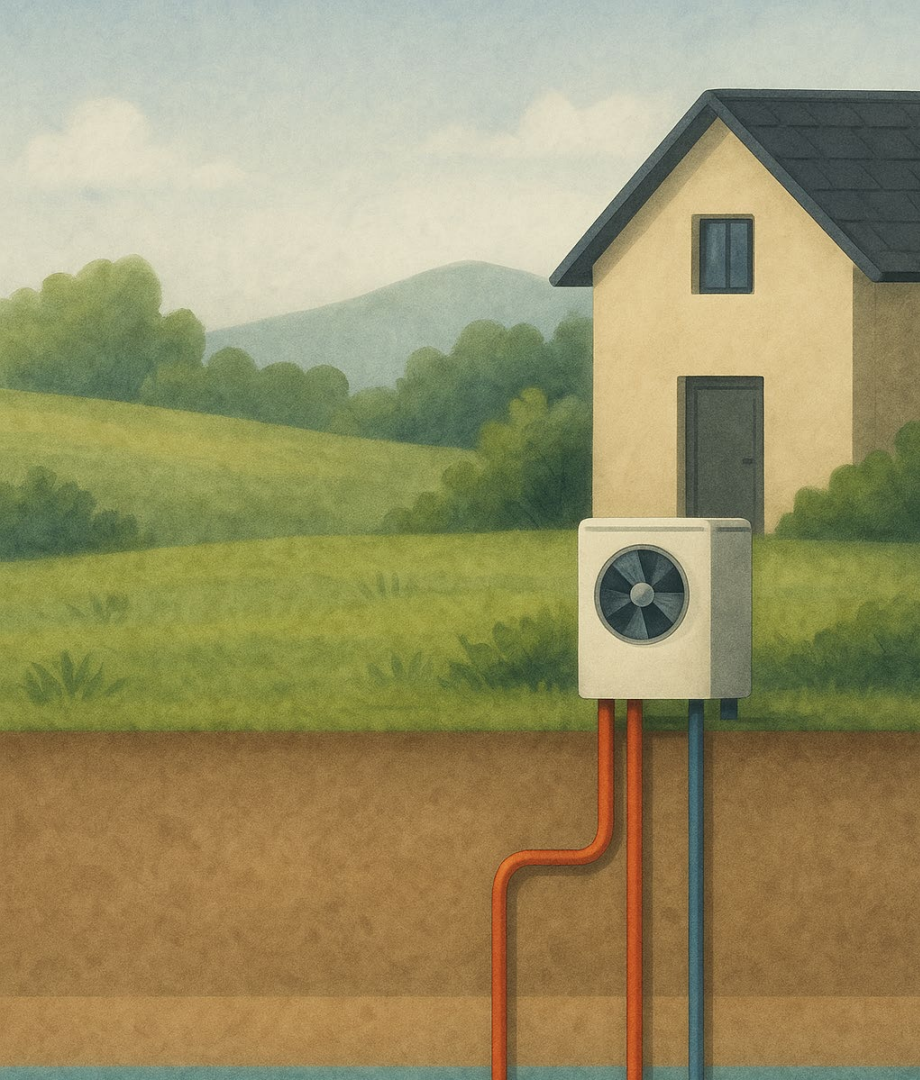
Oberflächennahe Geothermie

Basierend auf den Studien des LANUK in NRW ist ein technisches Potenzial von 135 TWh möglich⁶. Der Masterplan Geothermie⁷ sieht bis 2045 vor eine Energiemenge von bis 21 TWh durch oberflächennahe Geothermie zu erschließen. Dies entspricht knapp 16% Erschließungsgrad. Zur Kompensation der konservativ abgeschätzten Entzugsleistung (60W/m bei 60m Bohrtiefe) wurde der Erschließungsgrad um einige Prozentpunkte angehoben.

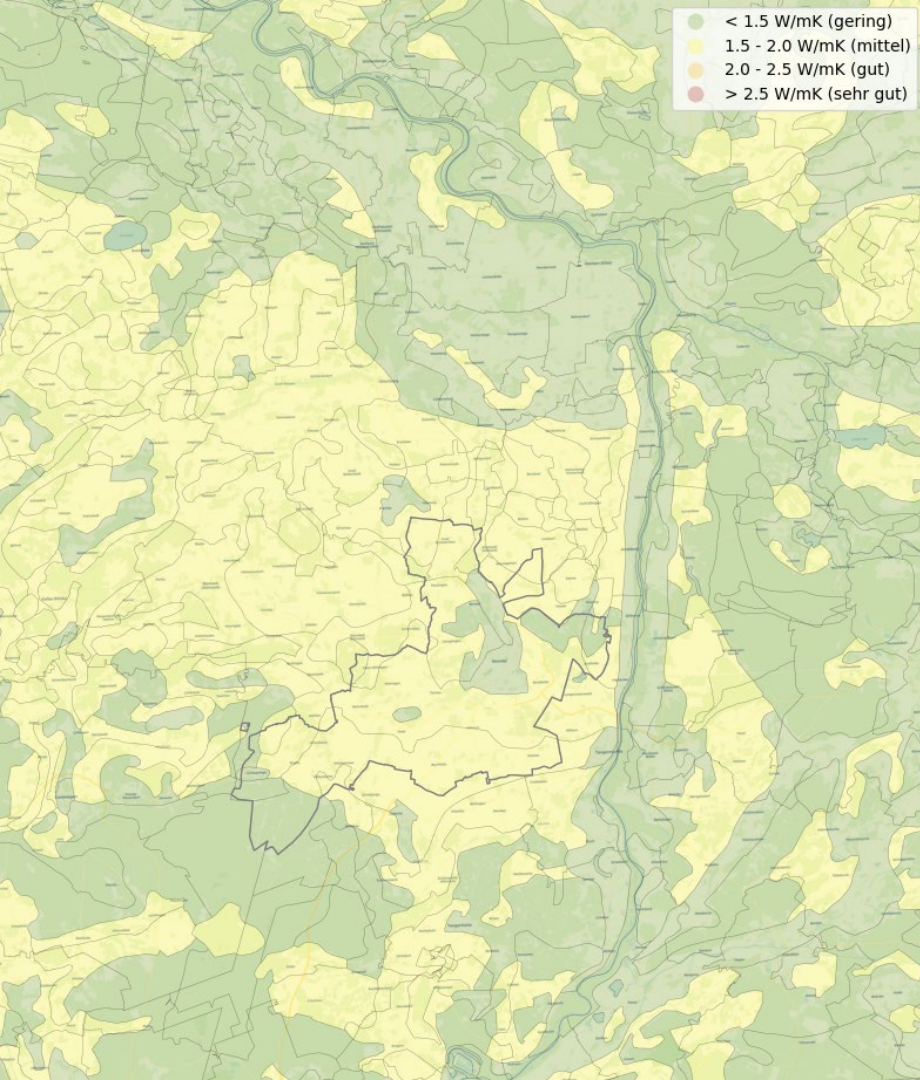
Grundwasserwärmepumpe

Hinsichtlich Grundwasserwärmepumpen gibt es wenige durchgeführte Studien. Durchgeführte Analysen in der Schweiz gehen von einem Anteil von bis zu 23% (17 TWh⁸ Potenzial bei 74 GWh⁹ Gesamtbedarf) aus, während für Bayern ca. 14 TWh¹⁰ abgeschätzt worden. Letzteres entspricht bei einem Gesamtwärmebedarf von 160 TWh¹¹ weniger als 10%. Diese Zahlen verdeutlichen, dass bei Grundwasserwärme in Abhängigkeit der Situation vor Ort starke Unsicherheiten bestehen, die konkret vor Ort analysiert werden müssen.

⁶[Wärmestudie NRW](#); ⁷[Masterplan Geothermie](#); ⁸[Potenzialstudie Schweiz](#); ⁹[Wärmebedarf Schweiz](#);
¹⁰[Geothermiestudie Bayern](#); ¹¹[Gesamtwärmebedarf Bayern](#);



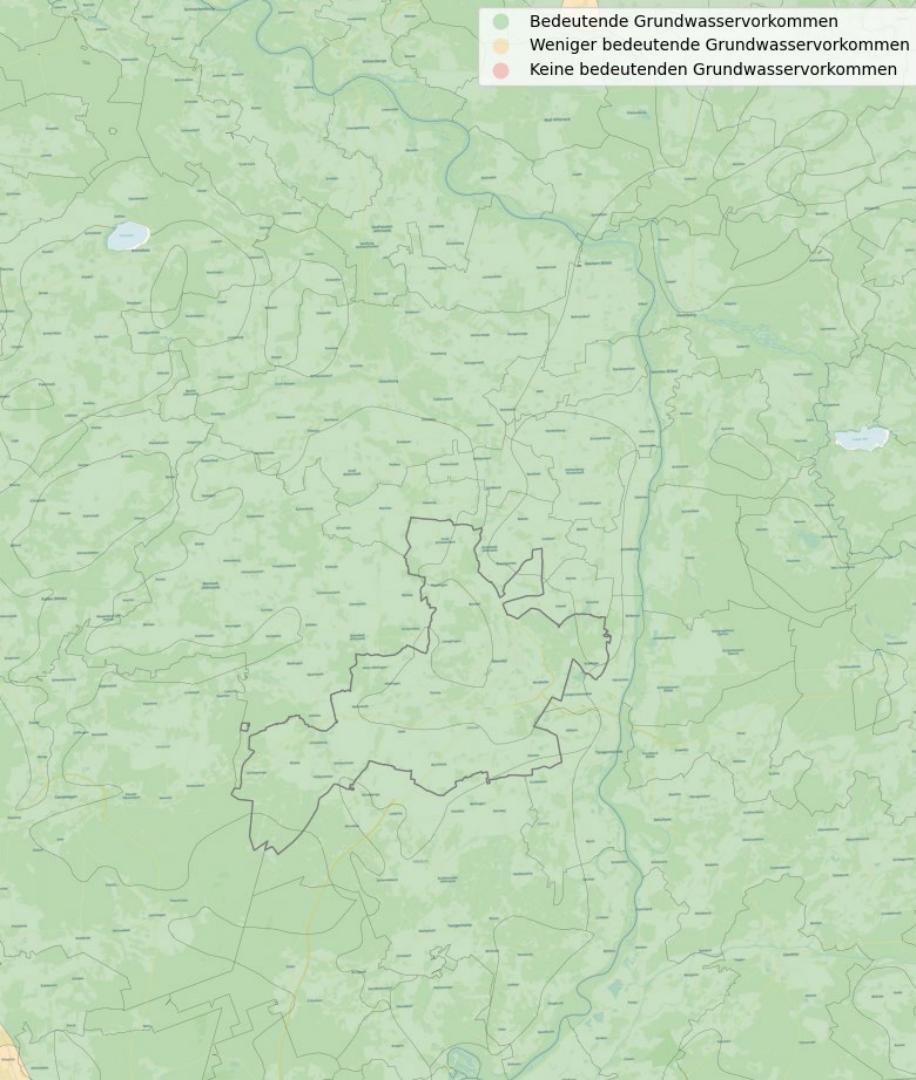
Thermische Leitfähigkeit des Untergrunds



Auf der linken Seite ist die thermische Leitfähigkeit des Untergrunds in Watt pro Meter und Kelvin dargestellt. Diese Karte ist auf Landkreisebene dargestellt und zeigt umrandet die untersuchten Kommunen mit einer schwarzen Linie. Die enthaltenen Informationen dienen als Bewertungsgrundlage für die Eignung von oberflächennaher Geothermie. Die Einteilung in die jeweiligen Eignungsstufen erfolgt basierend auf den Kategorien des Lanuk NRW¹².

Aufgrund von Veränderungen im Untergrund z.B. Feuchte können die angegebenen Werte Variationen aufweisen. Daher gibt die Karte einen ersten Anhaltspunkt, welche Regionen grundlegend geeignet sind¹³. Insbesondere in Bereiche, in denen sowohl Werte ober- als auch unterhalb des Grenzwertes (1,5 W/mK) visualisiert sind, werden weitere Studien zur Validierung empfohlen. Dies ist damit zu begründen, dass die vorliegende Karte vermutlich über lokale Messstellen und darauf aufbauend auf räumlicher Interpolation ermittelt wurden.

¹²[Kategorien Oberflächennahe Geothermie](#); ¹³[BGR](#)



Grundwasserergiebigkeit

Für die Bestimmung des Potenzials für Grundwasserwärmepumpen wird auf Karten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zurückgegriffen (BGR)¹⁴. Diese Karte ist links für den Landkreis dargestellt, und zeigt mit der schwarzen Umrandung die untersuchte Kommune. Die Daten zeigen die Ergiebigkeit des Grundwasservorkommens basierend auf wissenschaftlichen Studien aus. Aufgrund anhaltender Trocken- aber auch Nasswetterperioden in den letzten Jahren sind entsprechende Karten mit der aktuellen Nutzung der Wasservorkommen in der Region abzugleichen. Lokale Wasserstände können insbesondere auf den Internetpräsenzen des BGR¹⁵ eingesehen werden und erlauben eine detailliertere saisonale Betrachtung des Grundwasserpegels.

¹⁴[Grundwasserergiebigkeit Daten](#), [Grundwasserergiebigkeit Karte](#)

¹⁵[Saisonale Grundwasserpegel](#)

digikoo

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!