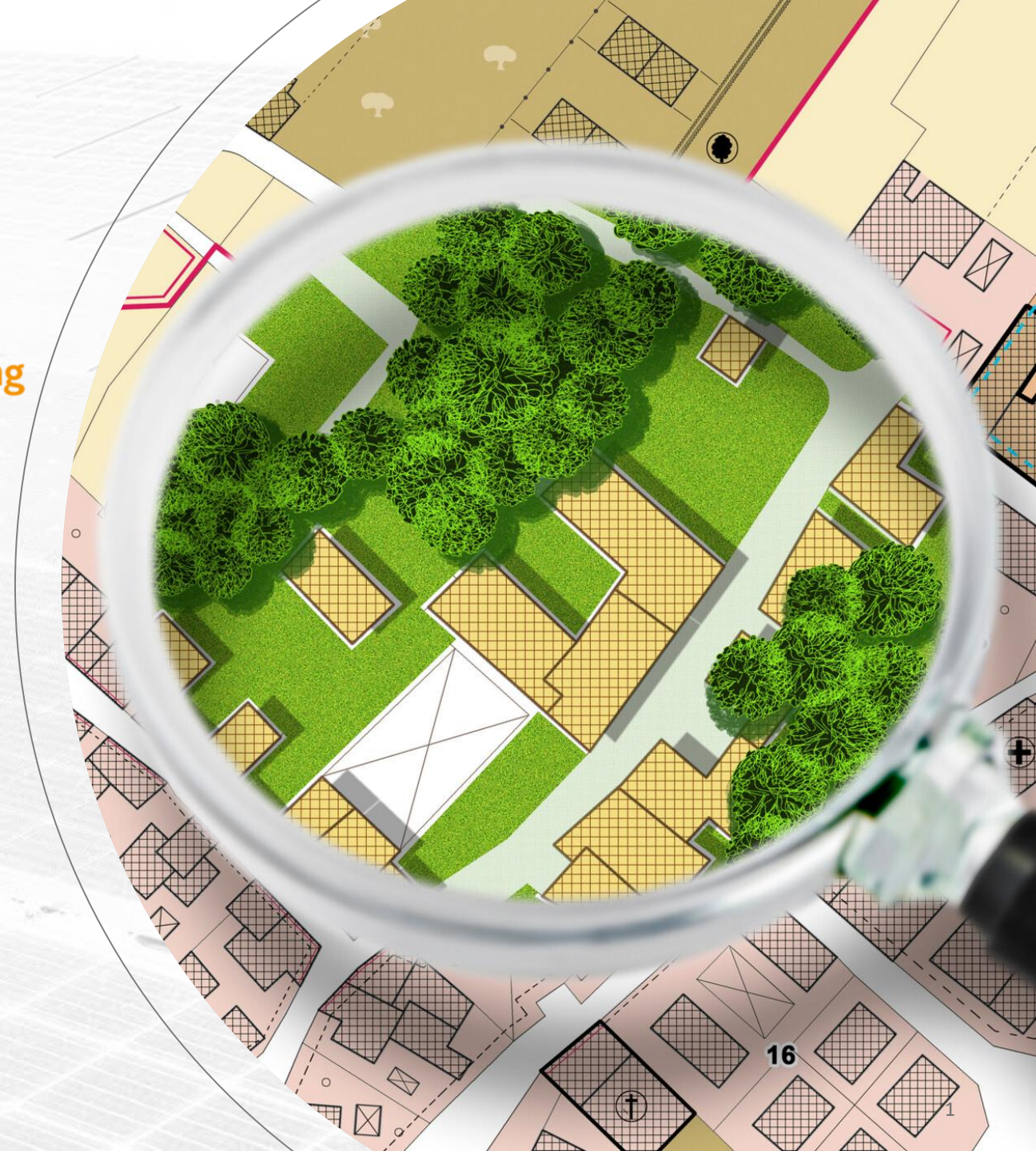
STADTWERKE SIEGBURG

Kommunale Wärmeplanung

Kommunale Wärmeplanung der Kreisstadt Siegburg

Offenlage der Ergebnisse der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse

Februar 2026



Inhalt

1 Einleitung

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Inhalt

1 **Einleitung**

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Die Stadtwerke Siegburg wurden mit der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung beauftragt

KREISSTADT SIEGBURG

Stadtbetriebe Siegburg AöR
– ein Kommunalunternehmen der KREISSTADT SIEGBURG –

Auftrag

STADTWERKE SIEGBURG

Erarbeitung der kommunalen Wärmeplanung für Siegburg

Die Wärmeplanung besteht aus fünf Projektphasen – Eignungsprüfung, Bestands- und Potenzialanalyse sind nun abgeschlossen

*Hier stehen wir aktuell und möchten die Ergebnisse mit Ihnen **transparent** teilen. Wir freuen uns über Ihre **Rückmeldungen** über die **Kommentarfunktion**.*

*Alle **sachdienlichen Hinweise** werden berücksichtigt und fließen in den weiteren Projektverlauf oder die Umsetzung mit ein.*

Eignungsprüfung

Unterteilung der Stadt in **Teilgebiete** und **Bewertung** der Eignung für **Wärme- oder Wasserstoffnetze**

Bestandsanalyse

Erhebung des **Status Quo** bei Wärmebedarf, THG*-Emissionen sowie Gebäude- und Versorgungsstruktur

Potenzialanalyse

Ermittlung der lokal verfügbaren **Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme**

Zonierung und Zielszenario

Identifikation von **Eignungsgebieten** und Versorgungskonzept bis 2045

Wärmewendestrategie

Ausarbeitung von **Maß-nahmen** auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung

Umsetzung (nach der KWP)

Abgeschlossene Projektphasen – Offenlage der Ergebnisse in diesem Dokument

Laufende Projektphasen – Offenlage der Ergebnisse Mitte 2026

*THG = Treibhausgas

Inhalt

1 Einleitung

2 **Kurzzusammenfassung**

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Eignungsprüfung: Es wird zunächst nur Wasserstoff als Versorgungsoption für den Haushalts- und Gewerbebereich ausgeschlossen

STADTWERKE SIEGBURG

Ziele & Methodik

- Unterteilung der Stadt in Teilgebiete zur Prüfung ihrer Eignung für ein Wärme- oder Wasserstoffnetz (Kriterien siehe § 14 WPG*)
- Für Teilgebiete, die sich weder für ein Wasserstoff- noch für ein Wärmenetz eignen, könnte eine verkürzte Wärmeplanung durchgeführt werden (→Abkürzung wird bewusst nicht gewählt)

Kernerkenntnisse

- **Wasserstoffnetzgebiete** können für das gesamte Stadtgebiet **ausgeschlossen** werden.
  - Begründung: Fehlende Verfügbarkeit und vermutlich zu hohe Preise für den Haushalts- und Gewerbebereich
- **Wärmenetzgebiete** sind grundsätzlich möglich und werden **nicht ausgeschlossen**.
- Es wird eine **vollständige** Wärmeplanung durchgeführt.

Dies ist nicht das Endergebnis!

Kann für Wärmenetze nicht ausgeschlossen werden
→Weitere Untersuchungen erforderlich (im Rahmen der KWP)

Kann für Wärmenetze ausgeschlossen werden
→Dezentrale Versorgung wahrscheinlich (welche das sein kann, wird im Bürgerforum erläutert)

*WPG: Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz; BMSWB)

Bestandsanalyse: Aktuell wird in Siegburg hauptsächlich noch mit Gasheizungen geheizt

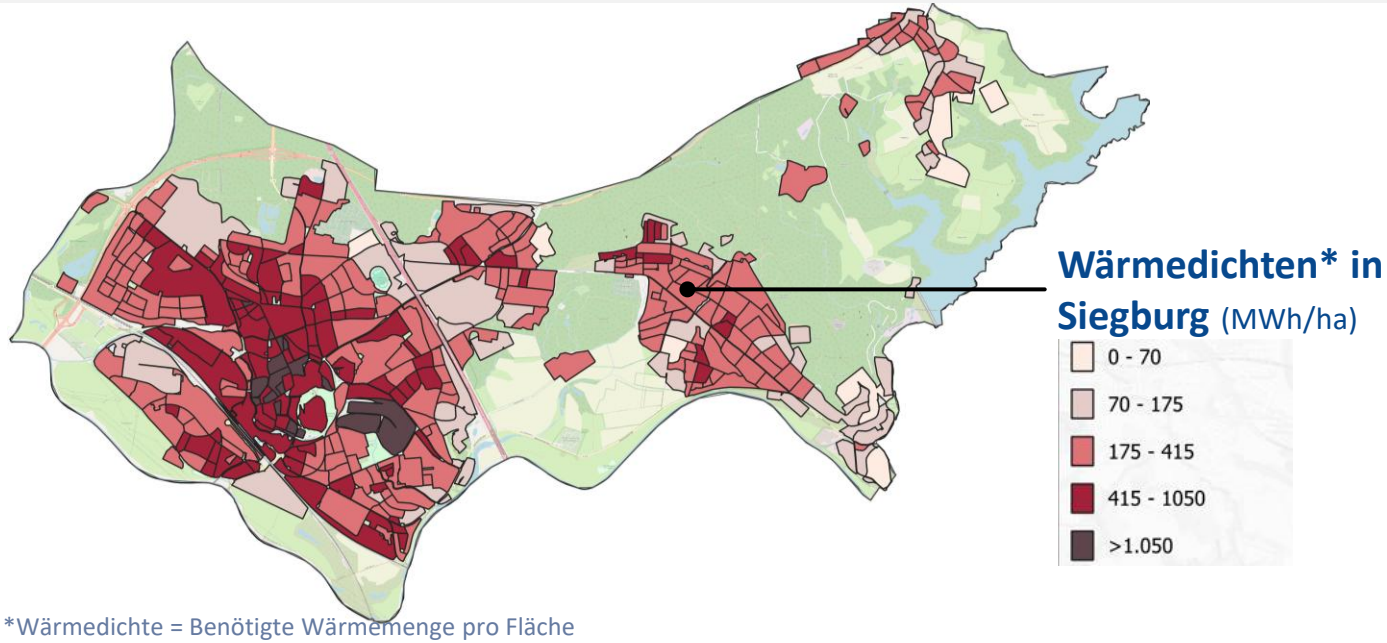
STADTWERKE SIEGBURG

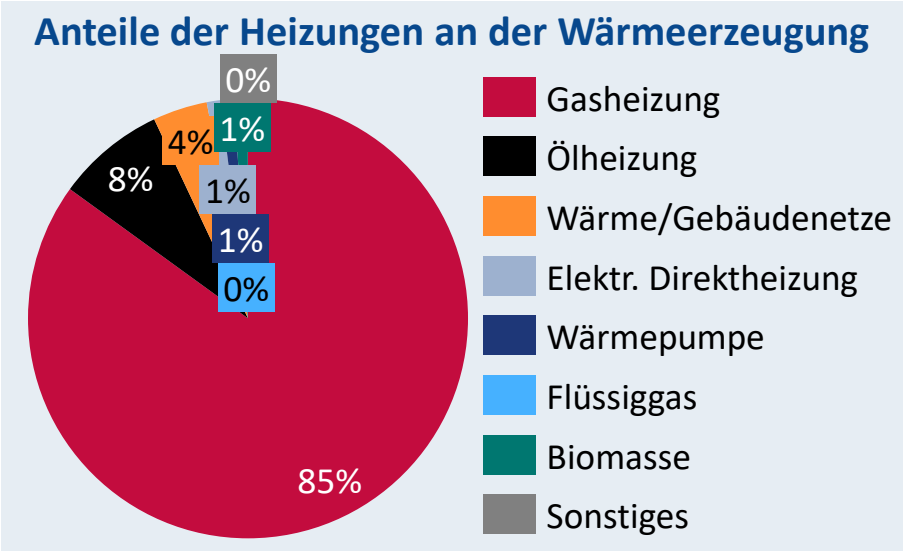
Ziele & Methodik

- Erfassung des Status Quo bezüglich Wärmeverbrauch sowie Gebäude- und Versorgungsstruktur
- Erarbeitung Datenbasis für Szenarien, Zonierung und Umsetzungsstrategie
- Abfrage von relevanten Daten bei der Stadt, Schornsteinfegern und Gasnetzbetreiber sowie Einbindung öffentlicher Quellen

Kernerkenntnisse

- Rund ein Fünftel des Wärmeverbrauchs entfällt auf Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie
- 98 % der Wärme wird mit fossilen Energieträgern erzeugt
- Hohe Wärmedichten vor allem in der Innenstadt
- Die bestehenden Wärmenetze decken den Wärmebedarf der Stadt zu rund 4%





*Wärmedichte = Benötigte Wärmemenge pro Fläche

Potenzialanalyse: Solarthermie und oberflächennahe Geothermie weisen die höchsten Wärmeerzeugungspotenziale in Siegburg auf

STADTWERKE SIEGBURG

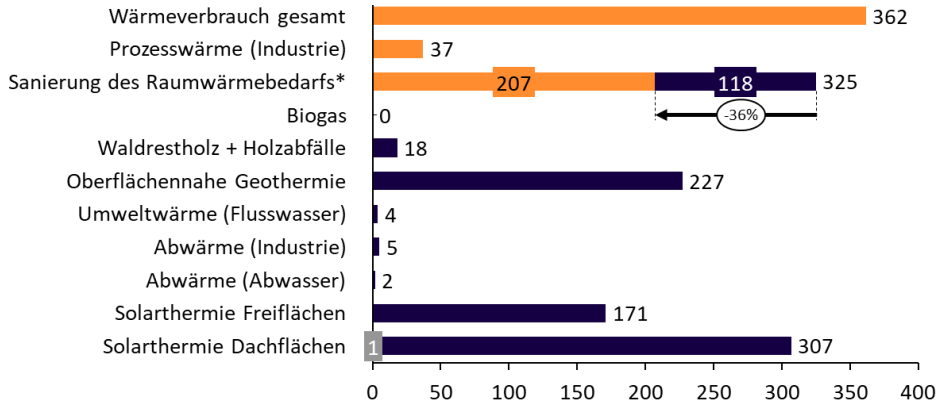
Ziele & Methodik

- Ermittlung der lokal verfügbaren, maximal möglichen Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärme
- Ermittlung der maximal möglichen Energieeinsparungspotenziale (wenn alle Gebäude vollsaniert wären – rein hypothetisch)

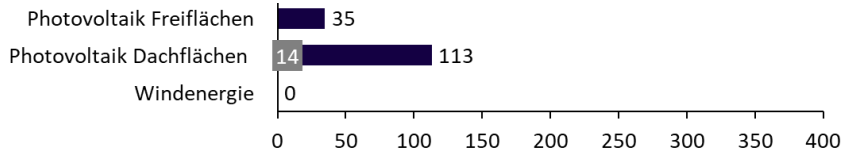
Kernerkenntnisse

- Große Potenzial bei Solarthermie und oberflächennaher Geothermie
- Die Nutzung von Abwärme im Siegwerk und im Abwassernetz wird im nächsten Schritt detaillierter geprüft
- Der Raumwärmebedarf kann durch Gebäudesanierung theoretisch maximal um ein Drittel reduziert werden

Wärmeerzeugungs-Potenzial (GWh)



Stromerzeugungs-Potenzial (GWh)



*gilt für Haushalte, kommunale Liegenschaften und GHD

Verfügbares Potenzial | Bereits genutzt | Wärmeverbrauch

Erläuterung

Der Wärmeverbrauch sollte zunächst durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen so weit wie möglich gesenkt werden. Welche Sanierungsquote realistisch ist, wird im nächsten Schritt ermittelt. (Hier abgebildet ist erstmal nur die maximal mögliche Einsparung. Das wird nicht unser Ziel!)

Anschließend kann der Wärmebedarf in Siegburg durch Wärmepumpen in Kombination mit Umweltwärme (Luft) oder oberflächennaher Geothermie sowie Solarthermie gedeckt werden. Der Strom für die Wärmepumpen kann teilweise durch Auf-Dach-PV-Anlagen oder auch Freiflächenanlagen kommen. Windenergie spielt in Siegburg mangels Flächen keine Rolle.

Dieselben Wärmequellen gelten auch für Wärmenetze. Hier kann zusätzlich noch die Abwärme eingebunden werden.

Inhalt

1 Einleitung

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Gemäß Wärmeplanungsgesetz wurden Eignungsprüfung sowie Bestands- und Potenzialanalyse durchgeführt

STADTWERKE SIEGBURG

Inhalte

§ 14 Eignungsprüfung und verkürzte Wärmeplanung

- Das beplante Gebiet wird bei einer Eignungsprüfung auf Teilgebiete untersucht, welche sich nicht für eine Versorgung durch ein Wärmenetz oder ein Wasserstoffnetz eignen.
- Gründe für eine Nichteignung können sein:
  - Keine konkreten Anhaltspunkte für nutzbare Potenziale oder unvermeidbarer Abwärme
  - Derzeit kein Gasnetz besteht und keine konkreten Anhaltspunkte für eine dezentrale Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff vorliegen
  - Keine Wirtschaftlichkeit aufgrund der Siedlungsstruktur und des Wärmebedarfs

§ 15 Bestandsanalyse

- Bei der Bestandsanalyse wird der derzeitige Wärmebedarf oder –verbrauch innerhalb des beplanten Gebiets sowie die eingesetzten Energieträger ermittelt.
- Zudem werden die vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen sowie die relevanten Energieinfrastrukturanlagen für die Wärmeversorgung ermittelt.
- Die Bestandsanalyse dient als Grundlage für das Zielszenario (§17), für die Einteilung der geplanten Gebiete (§18 I) und für die Darstellung von Gebieten (§18 V) sowie für die Darstellung der Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr (§19).

§ 16 Potenzialanalyse

- Im Rahmen der Potenzialanalyse werden die im beplanten Gebiet vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme aus erneuerbaren Energien, zur Nutzung von unvermeidbarer Abwärme und zur zentralen Wärmespeicherung ermittelt.
- Dies findet unter Berücksichtigung von räumlichen, technischen, rechtlichen oder wirtschaftlichen Restriktionen für die Nutzung von Wärmeerzeugungspotenzialen statt.
- Die Potenziale zur Energieeinsparung werden durch die Wärmebedarfsreduktion ermittelt.

Ergebnisse

- Die Wärmeplanung kann in den Teilgebieten, welche sich nicht für ein Wasserstoff- oder Wärmenetz eignen, verkürzt durchgeführt werden.
- Die Bestandsanalyse dient als Darstellung des Status Quo und als Grundlage für die weiteren Schritte.
- In der Potenzialanalyse werden die vorhandenen Potenziale zur Erzeugung von Wärme und zur Energieeinsparung ermittelt.

Verschiedene Daten werden für die Erstellung der Eignungsprüfung sowie der Bestands- und Potenzialanalyse **datenschutzkonform** verwendet

STADTWERKE SIEGBURG

Netzbetreiberdaten: Gasheizungen (7.906 Gasanschlüsse)

Schornsteinfegerdaten: Ölheizungen, Biomasse-Heizungen und sonstige Feuerstätten (8 Kehrbücher, 12.361 Feuerstätten)

Zensus 2022: Wärmepumpen und elektrische Direktheizungen (Daten zu 1.134 Gebäuden)

Wir erhalten alle Daten in **aggregierter** und **anonymisierter** Form, wie nach WPG gefordert.

Integration in digitales Gebäudemodell (auf Baublöcke aggregiert)

Gebäudealter | Gebäudetyp | Heizungsalter | Wärmeverbräuche | …

Die geltenden Datenschutz-anforderungen werden jederzeit eingehalten.

Inhalt

1 Einleitung

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 **Ergebnisse der Eignungsprüfung**

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Zusammenfassung der Ergebnisse der Eignungsprüfung

Auf einen Blick

Zielsetzung

- Unterteilung der Kreisstadt Siegburg in 51 Teilgebiete zur Prüfung ihrer grundsätzlichen Eignung auf Wärme- oder Wasserstoffnetze

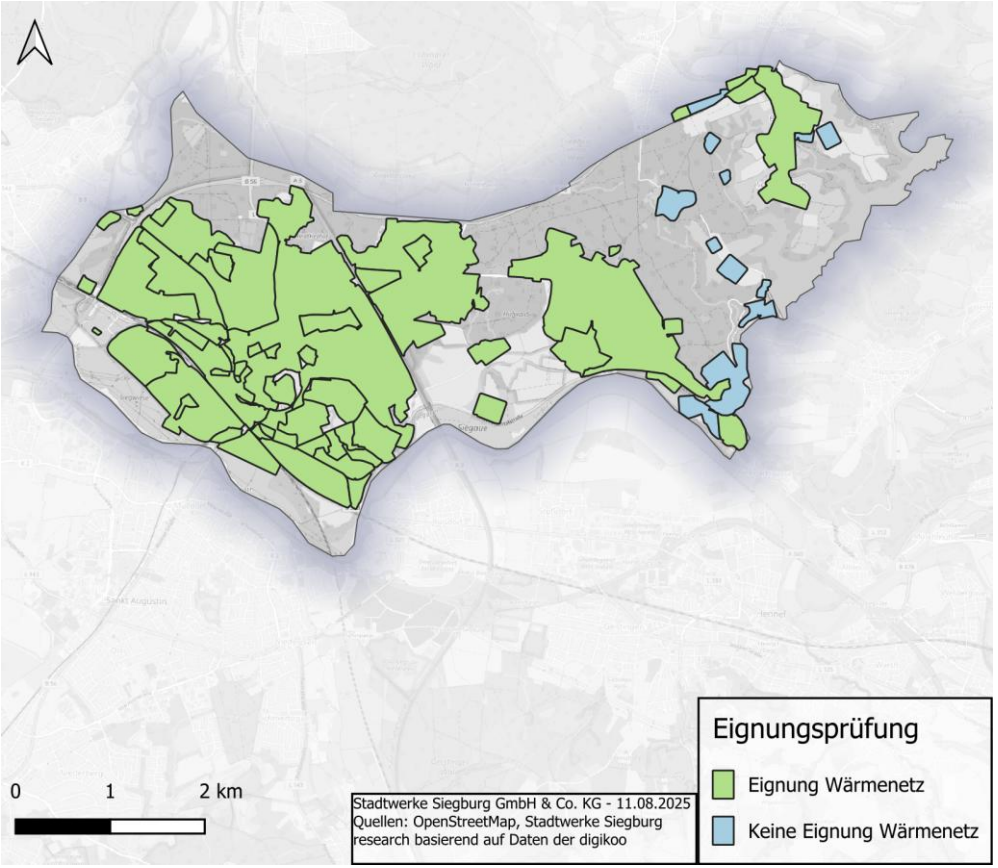
Methodik

- Kriterien der Eignungsprüfung sind in § 14 WPG* festgelegt

Kernergebnisse

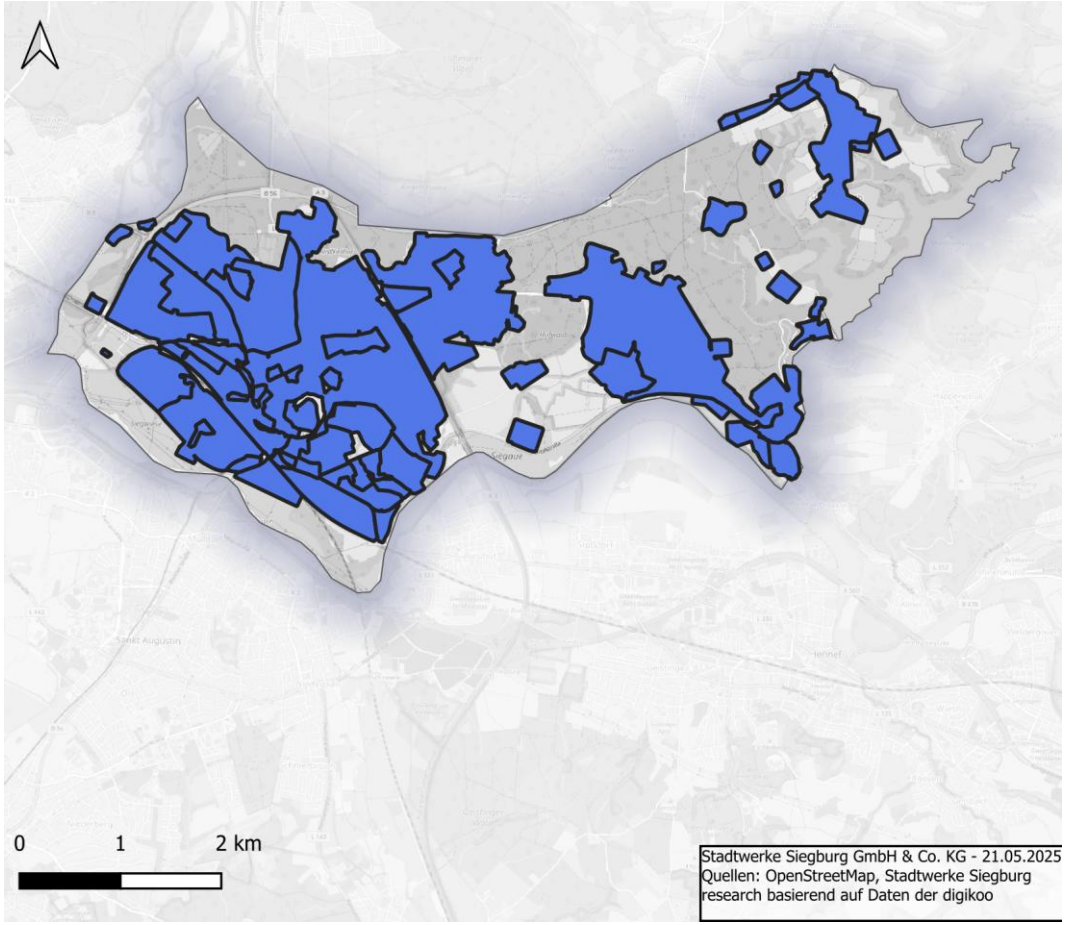
- 46 Teilgebiete sind geeignet für ein Wärmenetz
- 5 Teilgebiete weder geeignet für ein Wärme- oder ein Wasserstoffnetz

Konkrete Ergebnisse



*WPG: Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz ; BMSWB)

Für die kommunale Wärmeplanung wird das Stadtgebiet mittels einer Datenauswertung in 51 homogene Teilgebiete unterteilt



Abgrenzung der Teilgebiete

- **Definition:**
  - Ein Teilgebiet besteht aus **mehreren Grundstücken** oder aus Teilen von einzelnen oder mehreren **Baublöcken**. Diese Gebiete werden für die weitere Eignungsprüfung verwendet.
- **Ziel:**
  - Festlegen sinnvoller **Wärmeversorgungsgebiete** aus Sicht der kommunalen Wärmeplanung
- **Methodik:**
  - Auf Basis einer Analyse der Bestandsdaten der Stadt Siegburg werden die **einzelnen Gebäude** zu sinnvollen Gebäudeclustern und im Anschluss zu **Teilgebieten** zusammengefasst.
- **Ergebnis:**
  - Auf Basis der Daten auf Baublockebene wurde die Kreisstadt Siegburg in **51 Teilgebiete** unterteilt
  - Auf Grundlage der Teilgebiete kann im gesamten Stadtgebiet die **Eignungsprüfung** nach § 14 WPG erfolgen.

Die Eignung für Wärmenetze ist maßgeblich von der Wärmedichte und verfügbaren erneuerbaren Energiepotenzialen abhängig

Es sind **ausreichend nutzbare EE-Potenziale** für eine zentrale Versorgung vorhanden. ✓

Rückmeldung Abwärmefragebogen: **Unvermeidbare Abwärme** ist vereinzelt vorhanden, eine externe Nutzung muss noch geprüft werden. !

Die **Wärmedichte** ist in wenigen Teilen der Kreisstadt nicht ausreichend hoch (< 70 MWh/ha), sodass eine Versorgung über ein Wärmenetz in diesen Gebieten **nicht wirtschaftlich** ist. !

Die Eignung für Wärmenetze kann für einen Teil der Teilgebiete aufgrund der Wärmedichten ausgeschlossen werden.

Die Eignung für Wasserstoffnetze ist abhängig von dem bestehenden Gas-netz, Potenzialen für Speicherung & Erzeugung sowie der Abnehmerstruktur

STADTWERKE SIEGBURG

Ein **Erdgasverteilnetz** ist fast im gesamten Stadtgebiet vorhanden. Bestehende Leitungen könnten theoretisch mit geringem Aufwand für Wasserstoff genutzt werden (Einzelfallprüfung erforderlich). ✓

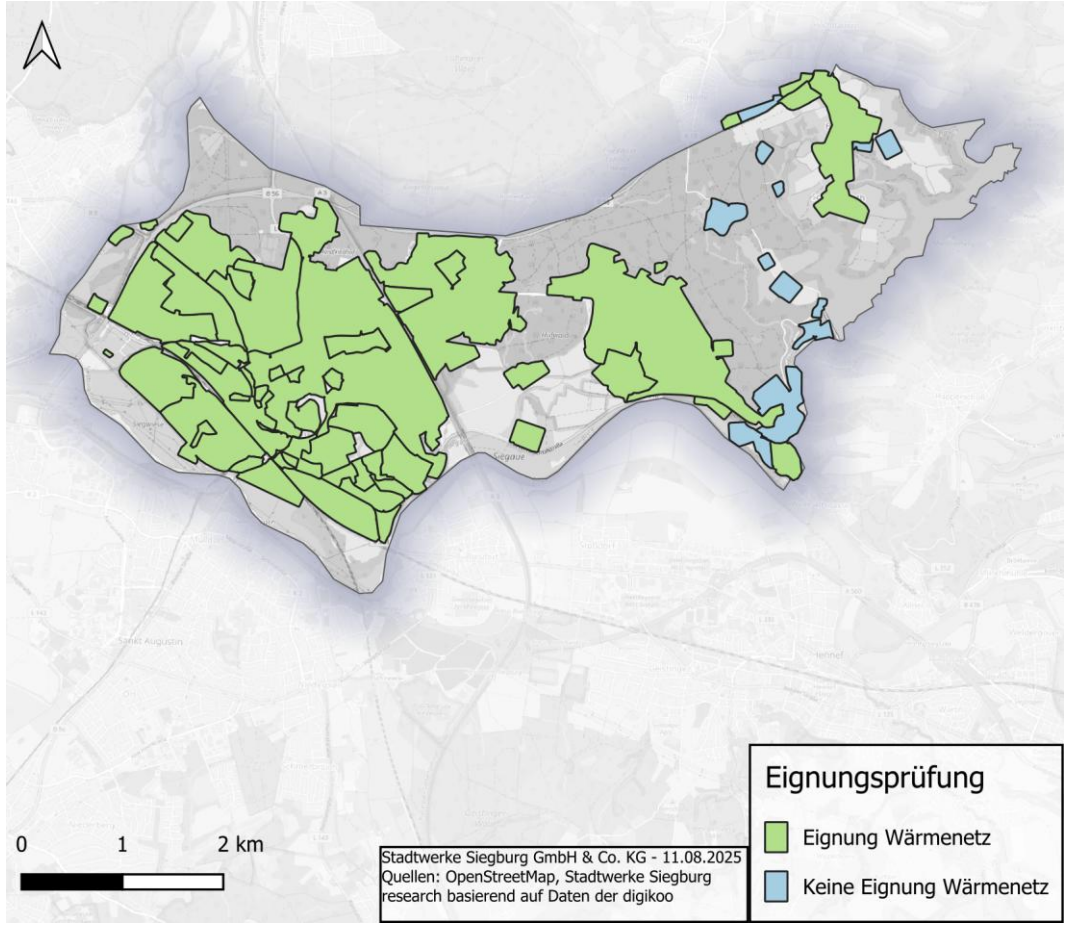
Ein Wasserstoffnetz wird entlang von großen Abnehmern aus der Industrie geplant. Es sind **keine konkreten Anhaltspunkte zur dezentralen Erzeugung, Speicherung und Nutzung** in der Industrie vor Ort ersichtlich. ✗

H_2

Eine **wirtschaftliche Wärmeversorgung von Gebäuden mit Wasserstoff** ist aufgrund der Verfügbarkeit und der Entfernung zum H_2-Kernnetz **nicht ersichtlich.** Die Industrie und Gaskraftwerke werden priorisiert. ✗

In der Eignungsprüfung können Wasserstoffnetze für das gesamte Stadtgebiet ausgeschlossen werden.

Es wird zunächst nur Wasserstoff als Versorgungsoption für den Haushalts- und Gewerbebereich ausgeschlossen



Ergebnisse der Eignungsprüfung

- In der Eignungsprüfung konnten **Wasserstoffnetze für das gesamte Gebiet ausgeschlossen werden**
- Für **fünf Teilgebiete** werden neben den **Wasserstoffnetzen** auch **Wärmenetze ausgeschlossen**
- Für einige Teilgebiete kann die **Wärmenetzeignung nicht ausgeschlossen** werden
- Für die gesamte Stadt wird mangels Aufwandsersparnis eine **vollständige Wärmeplanung** durchgeführt

*WPG: Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz ; BMSWB)

Inhalt

1 Einleitung

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 **Ergebnisse der Bestandsanalyse**

5 Ergebnisse der Potenzialanalyse

Zusammenfassung der Ergebnisse der Bestandsanalyse

Auf einen Blick

Zielsetzung

- Erfassung des Status Quo bezüglich Wärmeverbrauch sowie Gebäude- und Versorgungsstruktur
- Erarbeitung Datenbasis für Szenarien, Zonierung und Umsetzungsstrategie

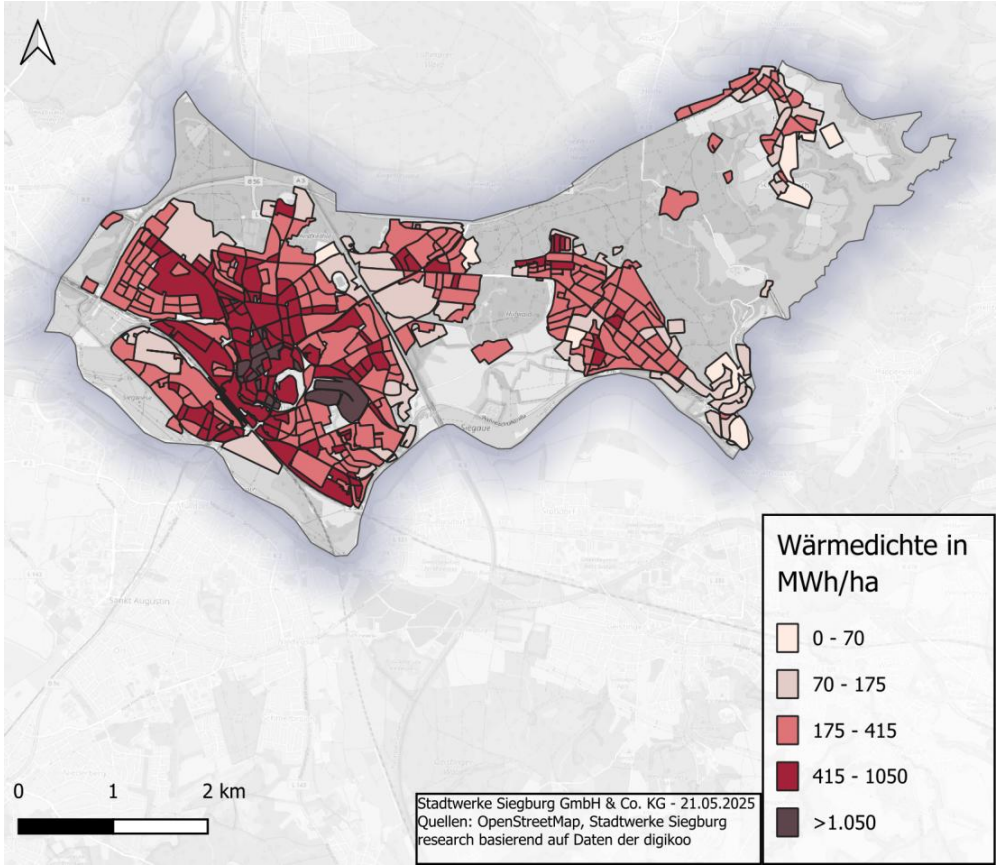
Methodik

- Abfrage von relevanten Daten bei der Kommune, Schornsteinfegern und Gasnetzbetreiber
- Einbindung von öffentlichen Quellen und des Zensus 2022
- Nutzung des bestehenden digitalen Zwillings

Kernergebnisse

- Rund ein Fünftel des Wärmeverbrauchs entfällt auf GHD* und Industrie
- 98 % der Wärme wird mit fossilen Energieträgern erzeugt
- Hohe Wärmedichten vor allem in der Innenstadt
- Die bestehenden Wärmenetze decken den Wärmebedarf der Stadt zu rund 4%

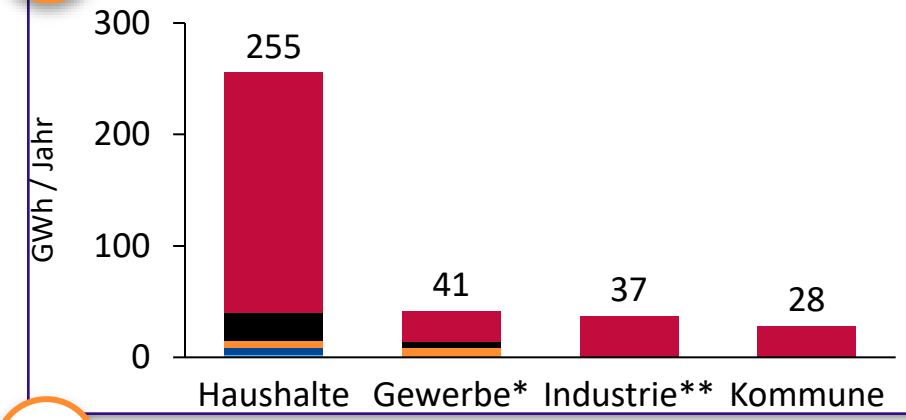
Kartografische Darstellung



*Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs im Sektor Wärme und der THG-Emissionen wird von den Haushalten verursacht

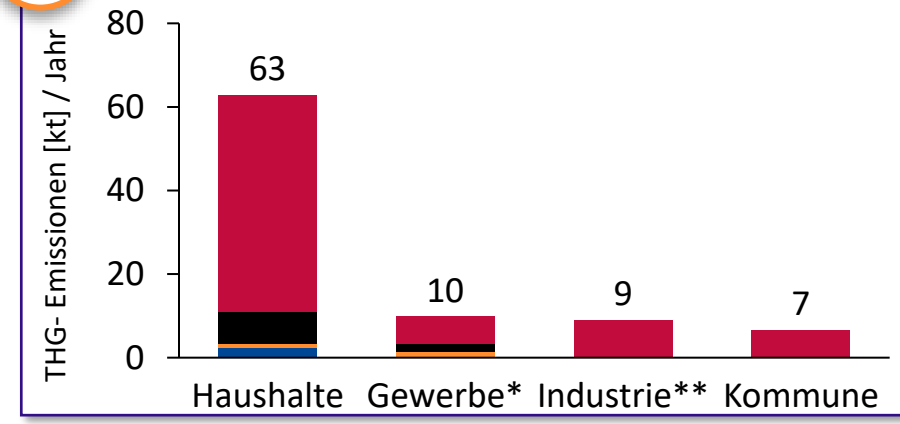
Endenergieverbrauch absolut: 362 GWh



und pro Kopf

- Haushalte: 6,08 MWh/a
- Gewerbe: 0,99 MWh/a
- Industrie: 0,88 MWh/a
- Komm. Liegenschaften: 0,66 MWh/a

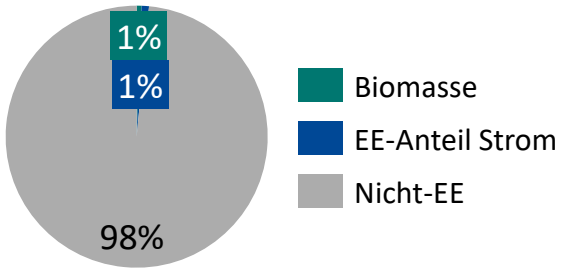
Treibhausgas-Emissionen absolut: 88T t CO_2-Äq.



und pro Kopf

- Haushalte: 1,49 t CO_2
- Gewerbe: 0,23 t CO_2
- Industrie: 0,21 t CO_2
- Komm. Liegenschaften: 0,16 t CO_2

Aktueller EE-Anteil



Anmerkungen

- Biomasse zählt zu 100% als EE
- Allgemeiner EE-Anteil am Endenergieverbrauch Strom beträgt im Jahr 2024 53%

Legende

- Gas
- Öl
- Wärmenetz
- Strom
- Biomasse
- Flüssiggas
- Sonstiges

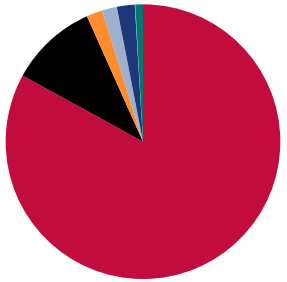
*Gewerbe, Handel und Dienstleistung; **Ohne elektrische Prozesswärme
Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH basierend auf Daten der digikoo

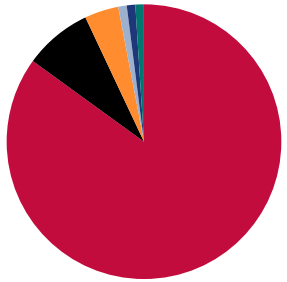
Die Bereitstellung von Wärme erfolgt zu rund 80% durch Gasheizungen und ein Viertel der Gebäude verfügt zusätzlich über eine Sekundärheizung

STADTWERKE SIEGBURG

Die Heizungen zur Wärmeversorgung in der Kreisstadt Siegburg

Primärheizungen

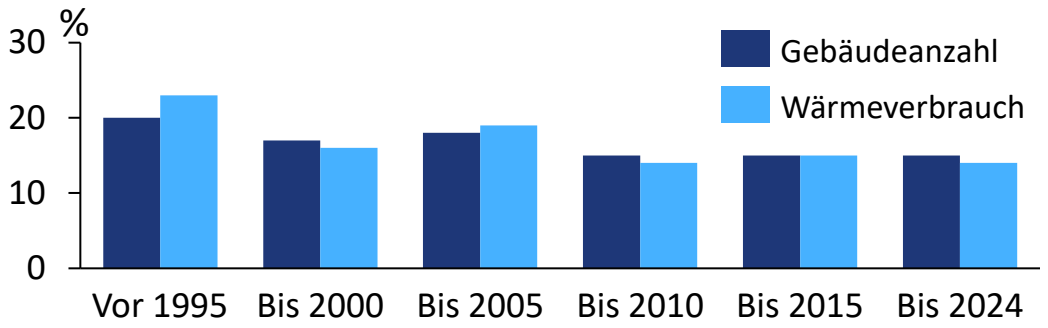




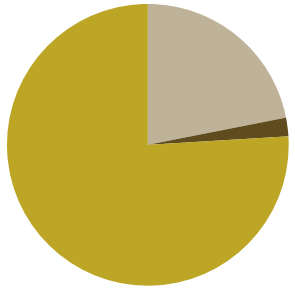
Wärmeverbrauch Gesamt
361 GWh

Gebäudeanzahl		Wärmeverbrauch*		
83,0 %	7902 Stk.	84,8 %	306 GWh	Gasheizung
10,3 %	982 Stk.	8,0 %	29 GWh	Ölheizung
1,9 %	180 Stk.	3,7 %	13 GWh	Wärmenetz
1,7 %	166 Stk.	1,4 %	5 GWh	Elektr. Direktheizung
2,1 %	200 Stk.	1,4 %	5,1 GWh	Wärmepumpe
0,1 %	6 Stk.	0,1 %	0,2 GWh	Flüssiggas
0,9 %	85 Stk.	0,6 %	2,1 GWh	Biomasse
0 %	0 Stk.	0 %	0 GWh	Sonstiges

Baujahr der Primärheizungen



Sekundäre Heizungen*



22 %	2.086 Stk.	Kamin**
2 %	203 Stk.	Ofen***
76 %	7.233 Stk.	Gebäude ohne Sekundärheizung

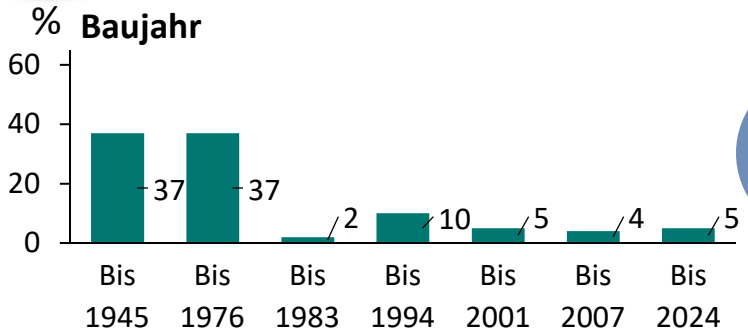
*Nicht-elektrisch
**Kamineinsatz, Kaminkassette, Kaminofen, Offener Kamin
***Grundofen, Kachelofen, Pelletofen, Specksteingrundofen

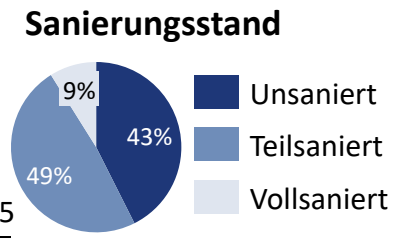
Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, Bezirksschornsteinfeger
* Die Unterschiede zwischen Gebäudeanzahl und Wärmeverbrauch kommen insbesondere durch einzelne Großverbraucher zustande.

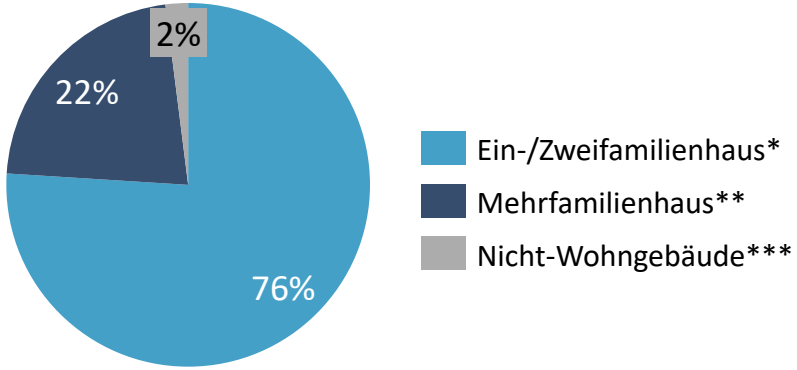
Die Kreisstadt ist geprägt von teil- oder unsanierten Ein- und Mehrfamilienhäusern vor 1976

Der Gebäudebestand in der Kreisstadt Siegburg

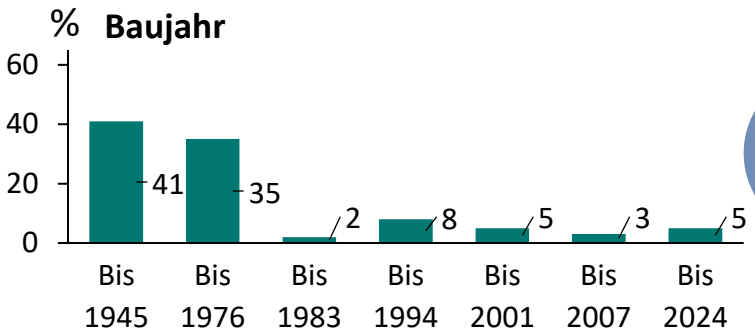
Gebäudeanzahl

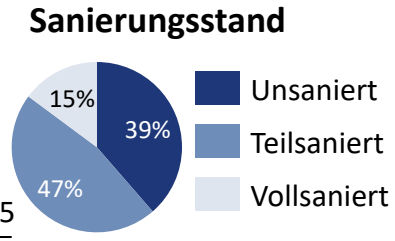


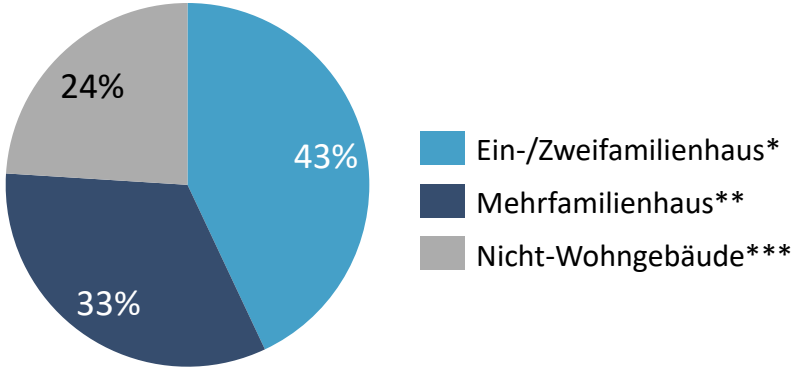




Wärmeverbrauch

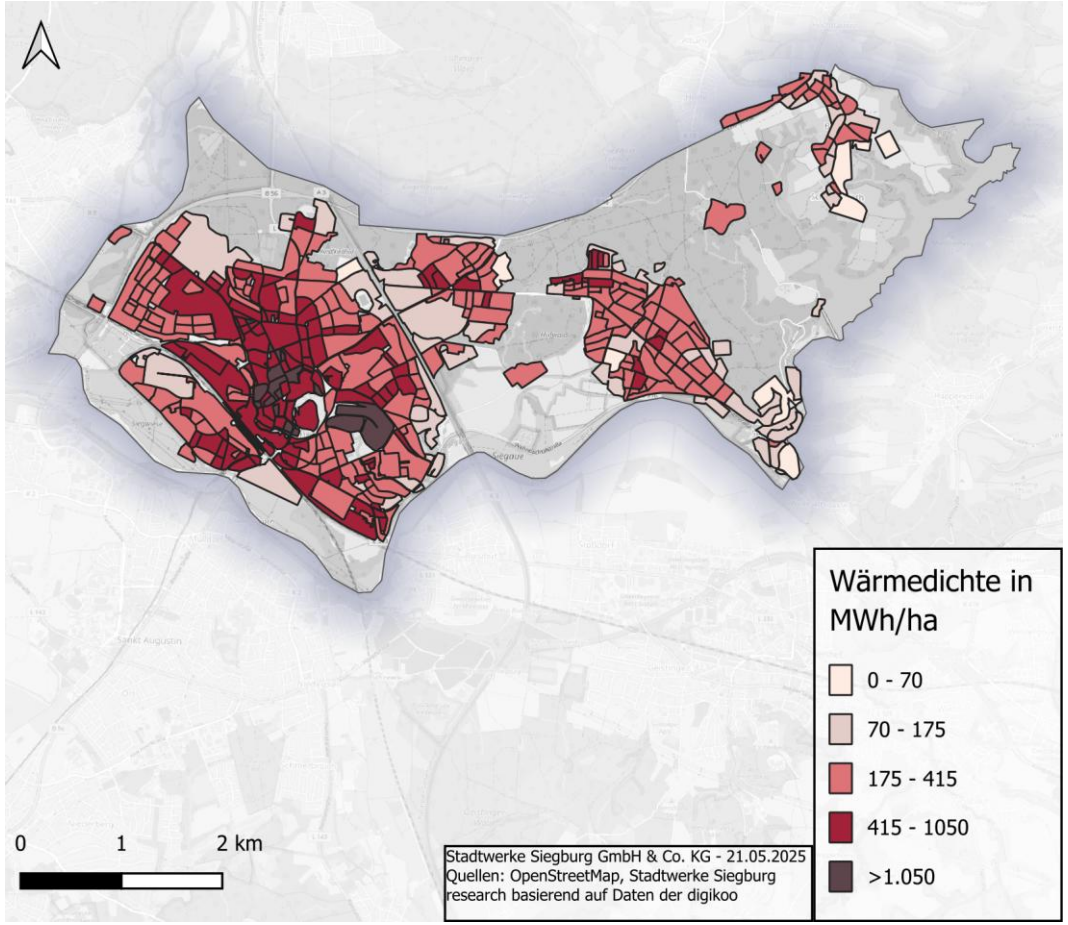






Quellen: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH,
*Ein- oder Zweifamilienhaus, Reihen- oder Doppelhaus, Bauernhaus; **Terrassenhaus, Wohnhochhaus, Wohnblock und Mehrfamilienhaus, ***Büro- oder sonstiges Gebäude und Fabrik- oder Lagergebäude

Im Stadtgebiet liegen flächendeckend mittlere bis sehr hohe Wärmedichten vor

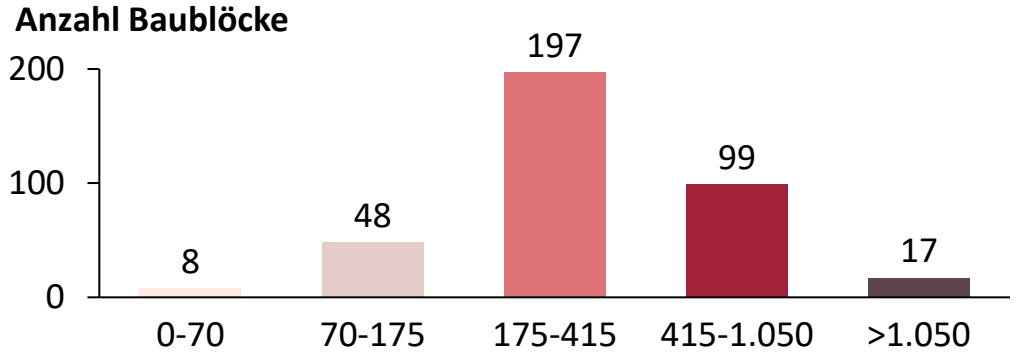


Definition Wärmedichte:

- Je höher die flächenspezifische Wärmedichte, desto höher ist die theoretische Eignung für den Einsatz von Wärmenetzen.
- Es gibt allerdings weitere Indikatoren, die die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen beeinflussen (z.B. Verfügbarkeit von EE-Potenzialen).

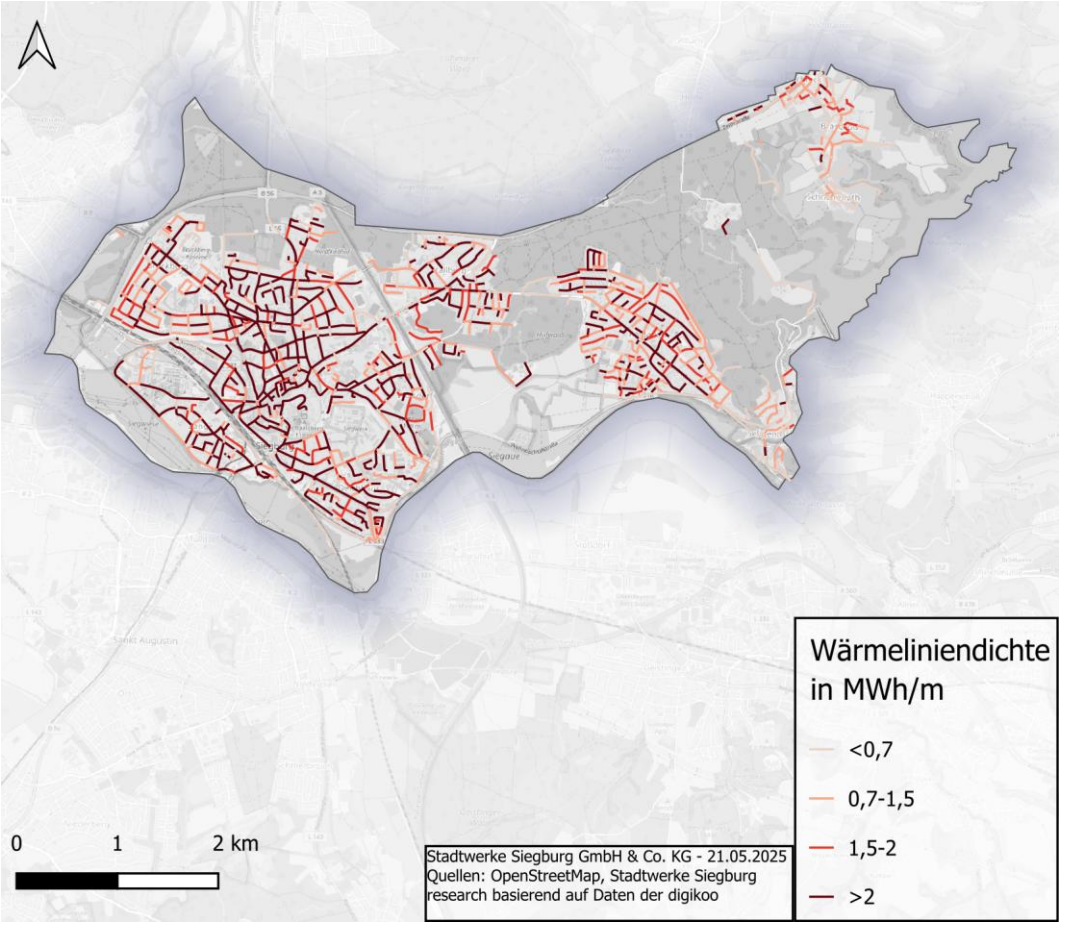
$$\text{Wärmedichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmeverbräuche}_i}{\text{Fläche}}$$

Ergebnisse:



Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, Daten der Kommune
*Handlungsleitfaden: https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/wohnen/leitfaden-waermeplanung-lang.pdf?__blob=publicationFile&v=2

In der Kreisstadt bestehen große Gebiete mit hohen bis sehr hohen Wärmeliniendichten

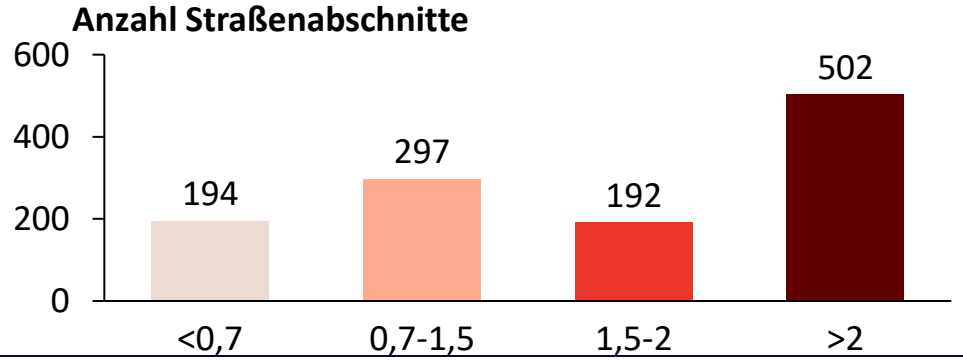


Definition Wärmeliniendichte:

- Theoretische Verlegung eines Wärmenetzes entlang des Straßennetzes. Der Wärmebedarf jedes Gebäudes wird dem nächstliegendem Wärmenetzabschnitt zugerechnet.
- Je höher die längenspezifische Wärmeliniendichte, desto wirtschaftlicher kann ein theoretisches Wärmenetz sein.
- Es gibt allerdings weitere Indikatoren, die die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen beeinflussen (z.B. Verfügbarkeit von EE-Potenzialen).

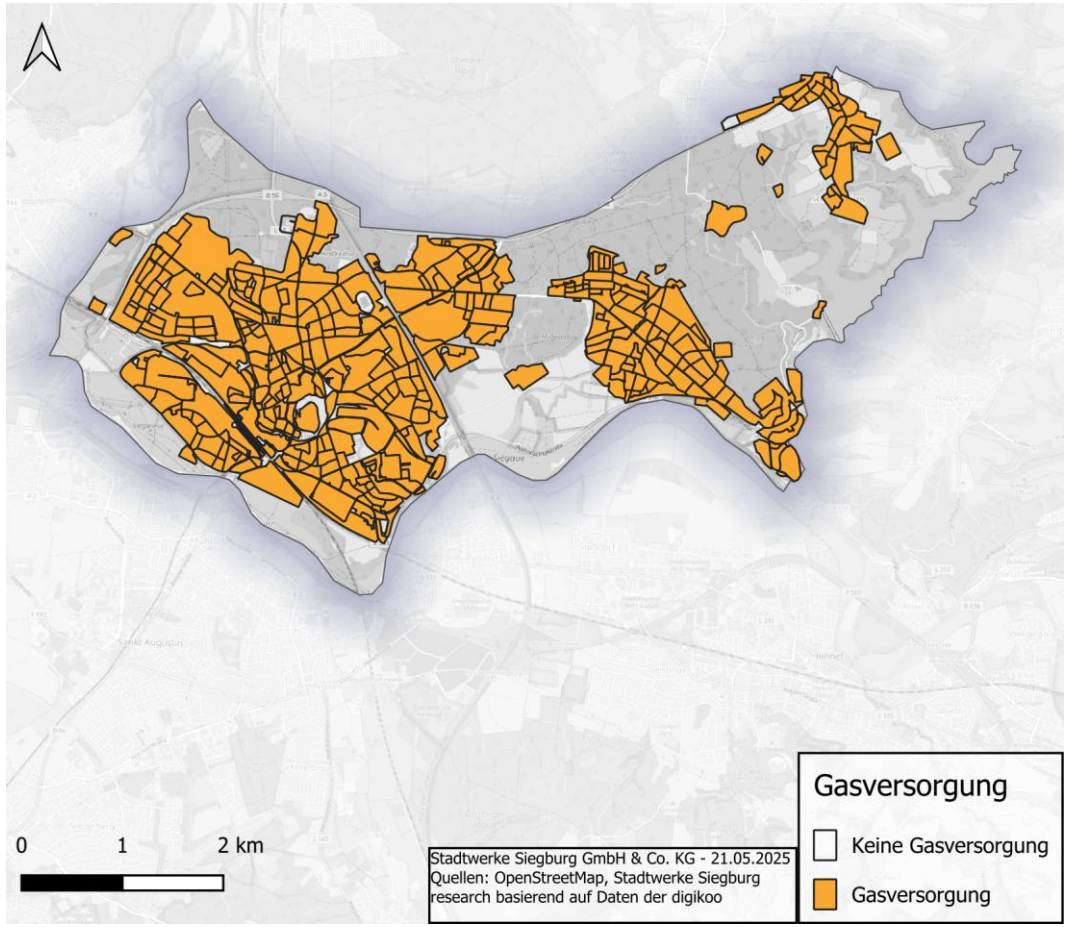
$$\text{Wärmeliniendichte} = \frac{\sum_i \text{Wärmeverbräuche}_i}{\text{Straßenlänge}}$$

Ergebnisse:



Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, Daten der Kommune

Das Stadtgebiet ist nahezu vollständig an das Erdgasnetz angeschlossen



Definition:

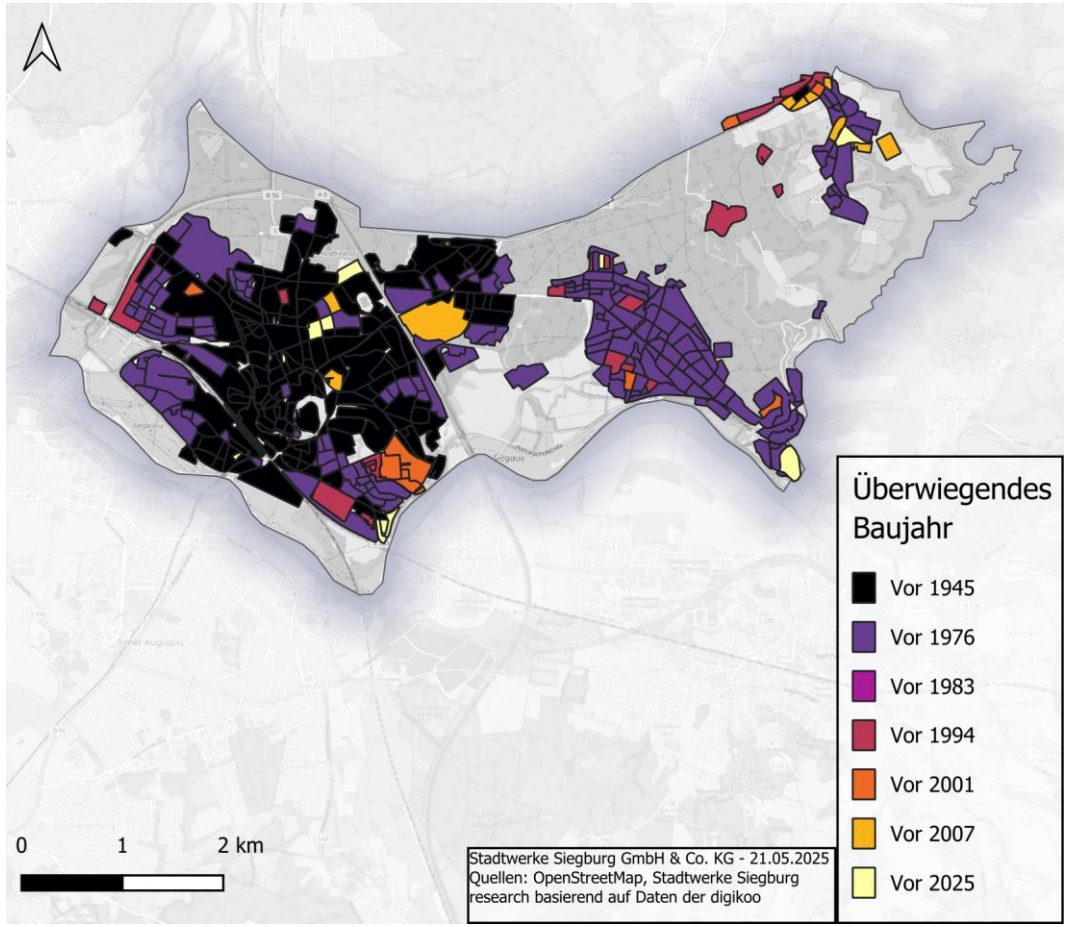
- Die gelb markierten Baublöcke zeigen Baublöcke, die über **mindestens einen Gasanschluss** verfügen
- Die Informationen basieren auf Daten der Rhein-Sieg Netz GmbH

Ergebnisse:

- Im Stadtgebiet verfügt fast jeder Baublock über einen Gasnetzanschluss
- Insgesamt haben **366 der 369 Baublöcke** mindestens einen Gasanschluss
- Die gesamte Trassenlänge des **Erdgas-Verteilnetzes** in der Kreisstadt beträgt **232 km mit 7.927 Anschlüssen**

Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, Daten der Kommune

In den Baublöcken dominieren die überwiegenden Baualtersklassen vor 1976

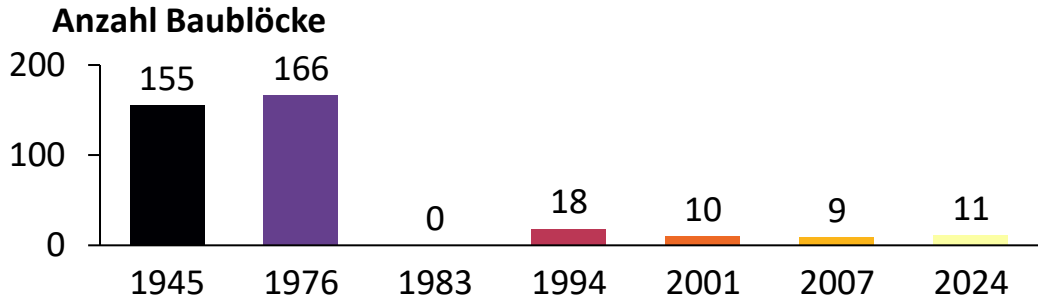


Definition:

- Die Karte zeigt die **überwiegende Baualtersklasse aller Gebäude** in einem Baublock auf Basis einer einfachen Mehrheit
- Die Auswertung basiert auf statistischen Informationen

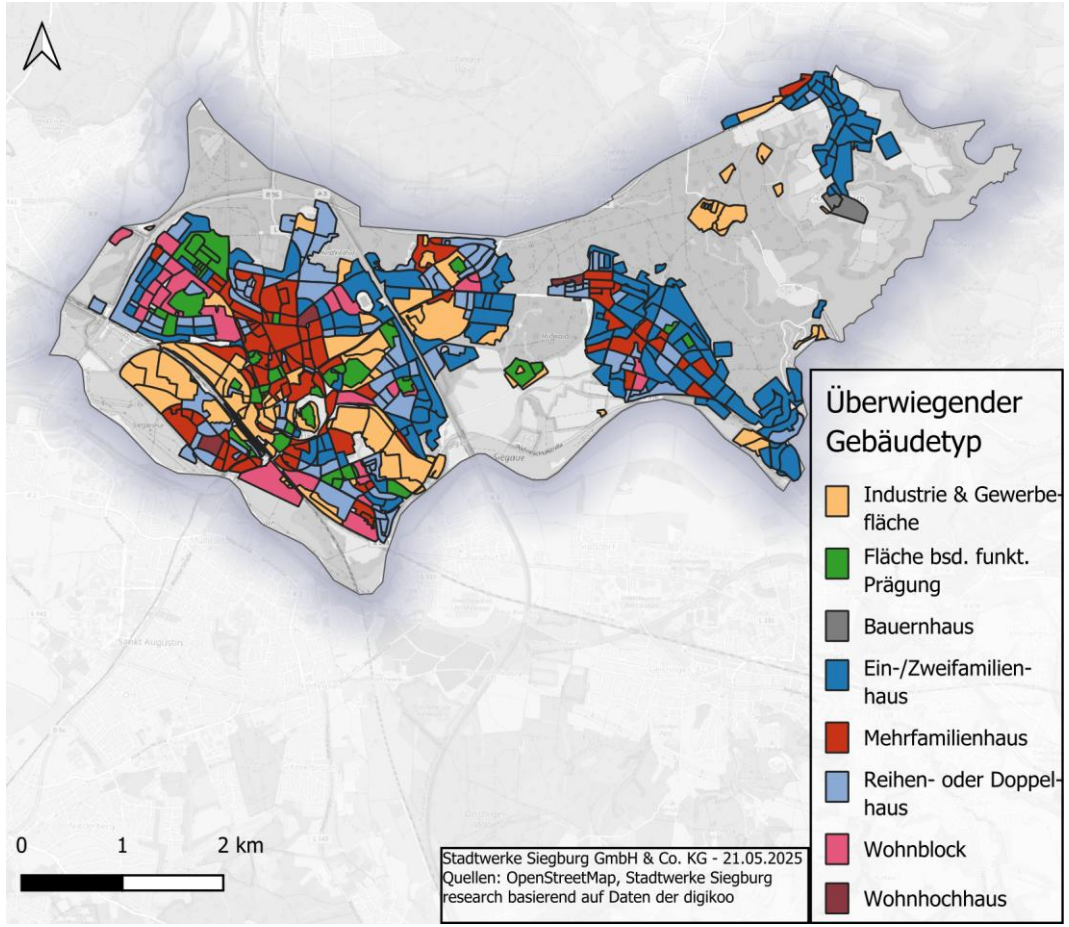
Ergebnisse:

- 87% der Baublöcke weisen ein überwiegendes Baujahr **vor 1976** auf
- 5% der Baublöcke enthalten mehrheitlich Gebäude, die jünger sind als 25 Jahre



Quelle: digikoo GmbH

Die Kommune ist geprägt von einer Mischung aus Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Gewerbe- und Industriegebäuden



Definition:

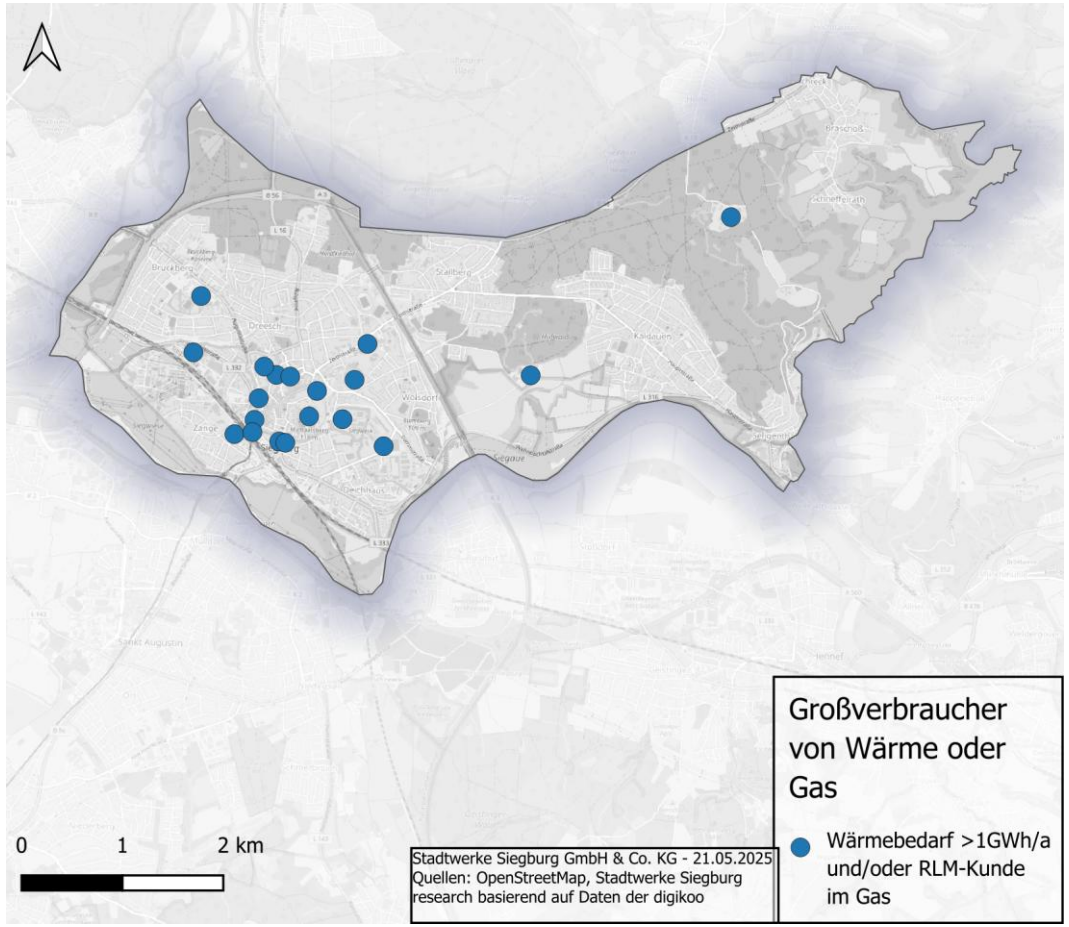
- Die Karte zeigt den **überwiegenden Gebäudetypen aller Gebäude** in einem Baublock auf Basis einer einfachen Mehrheit
- Die Auswertung basiert auf statistischen Informationen und dem DLM50-Datensatz

Ergebnisse:

- Die Innenstadt von Siegburg ist geprägt durch Mehrfamilienhäuser aller Art sowie Gewerbe und Industrieflächen
- Ein- und Zweifamilienhäuser sowie Reihen- oder Doppelhäuser machen einen Großteil der Baublöcke aus
- Ausgedehnte Wald- und Wiesenflächen in der östlichen Hälfte der Kommune

Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, DLM50

In der Kreisstadt befinden sich 19 Großverbraucher von Wärme oder Gas



Definition:

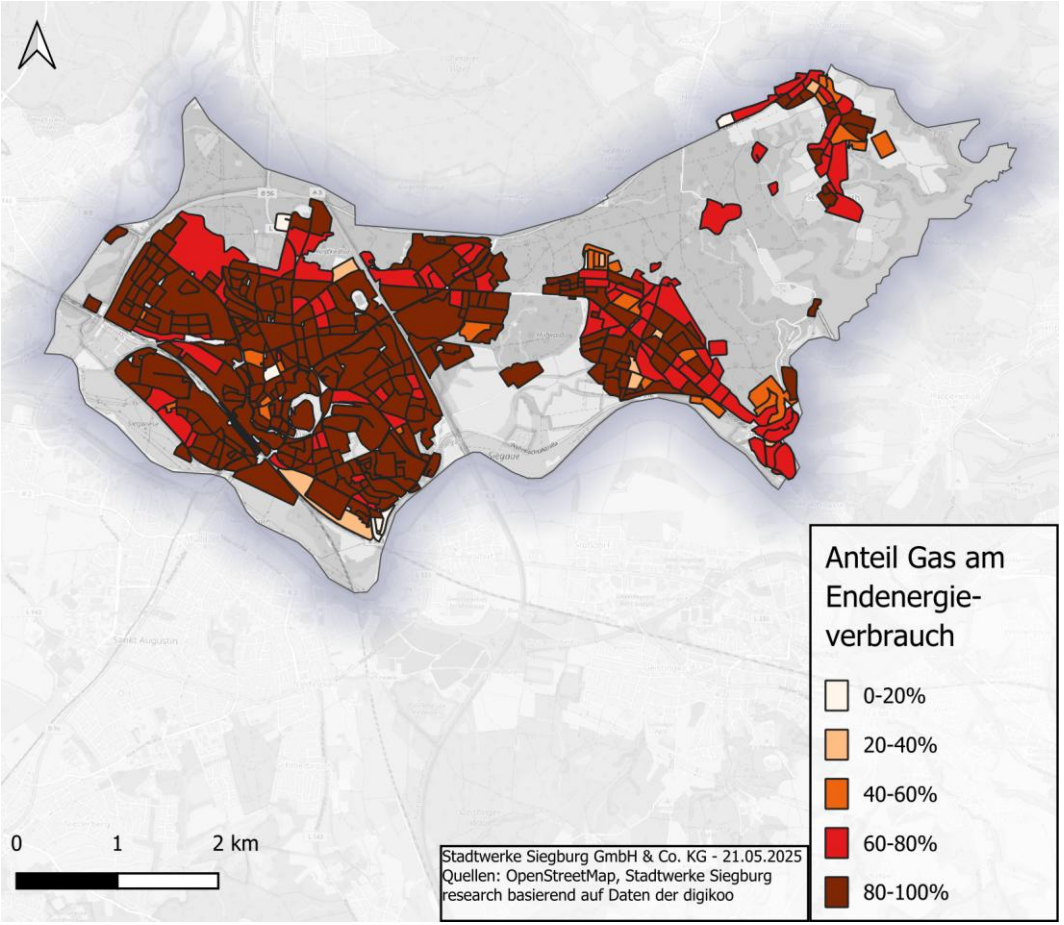
- Karte zeigt Großverbraucher von Wärme, die einen jährlichen **Wärmeverbrauch von > 1 GWh** aufweisen und/oder **über eine registrierende Leistungsmessung (RLM)** verfügen
- Basierend realen Gasverbrauchswerten und statistischen Daten

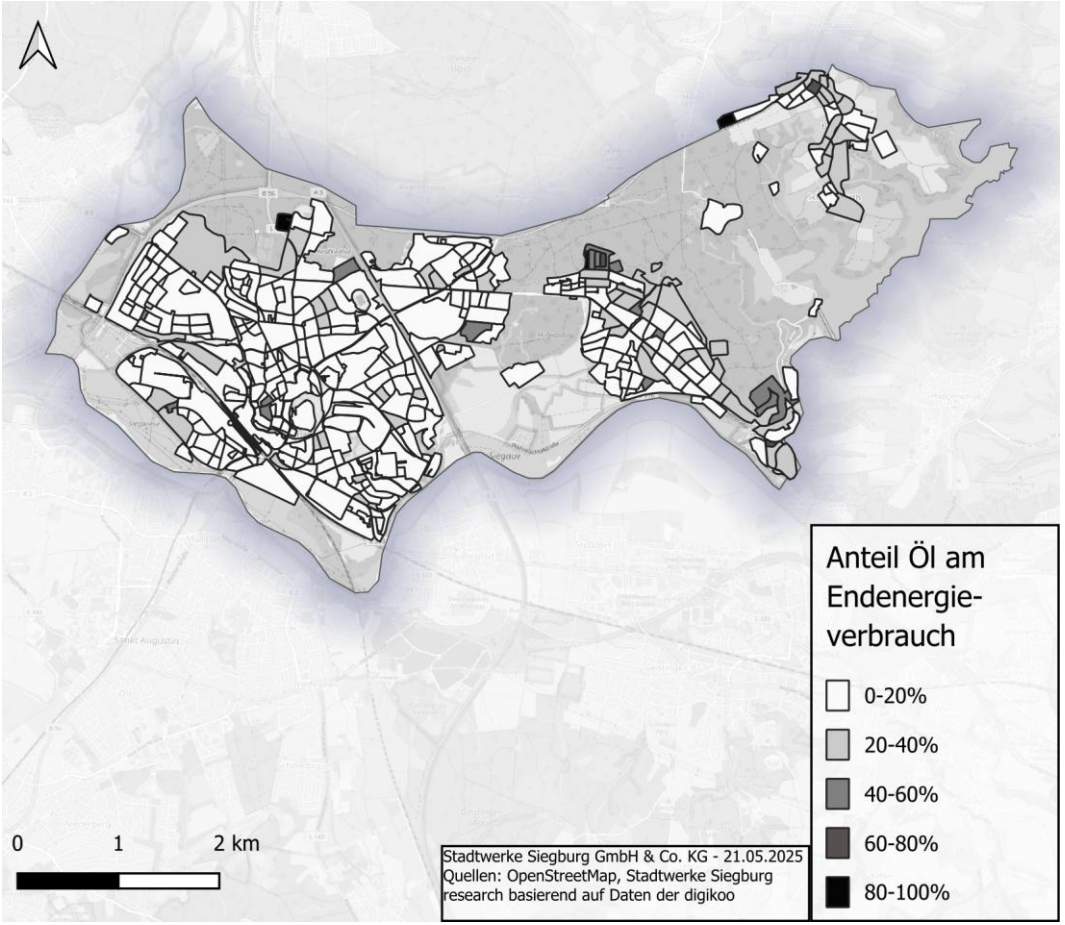
Ergebnisse:

- Großverbraucher für Strom gem. WPG nicht erhoben
- Es bestehen 19 Großverbraucher von Wärme oder Gas

Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH, Daten der Kommune

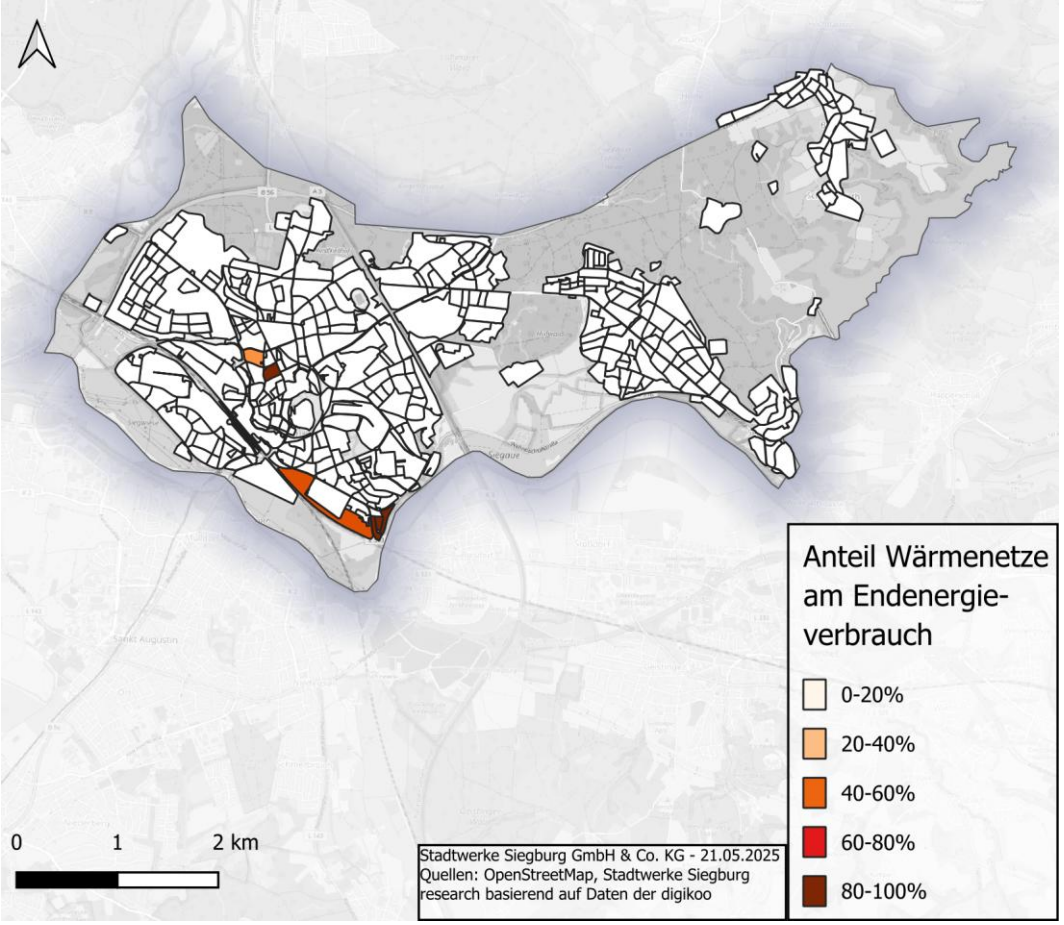
Die überwiegenden Baublöcke werden zu 60-100% mit Gas versorgt, die nicht-gasversorgten Baublöcke werden mit Öl versorgt

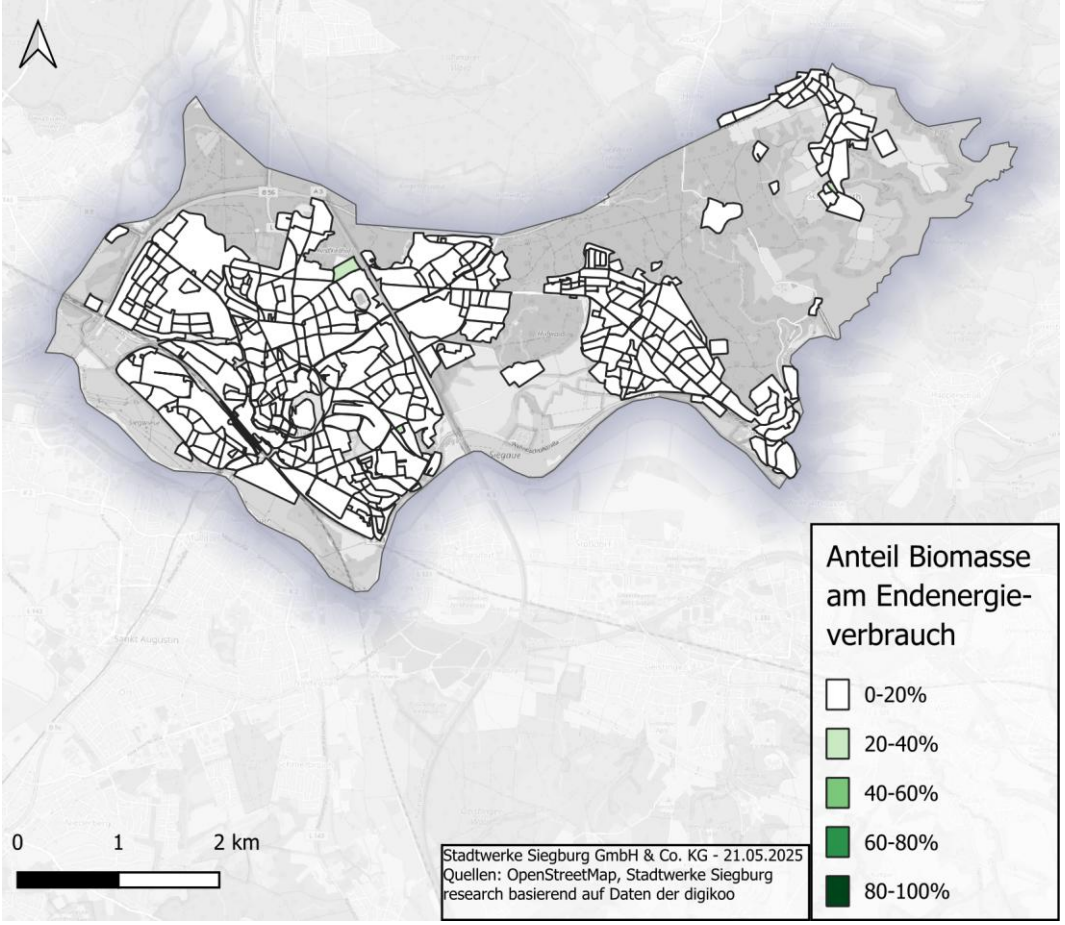




Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH

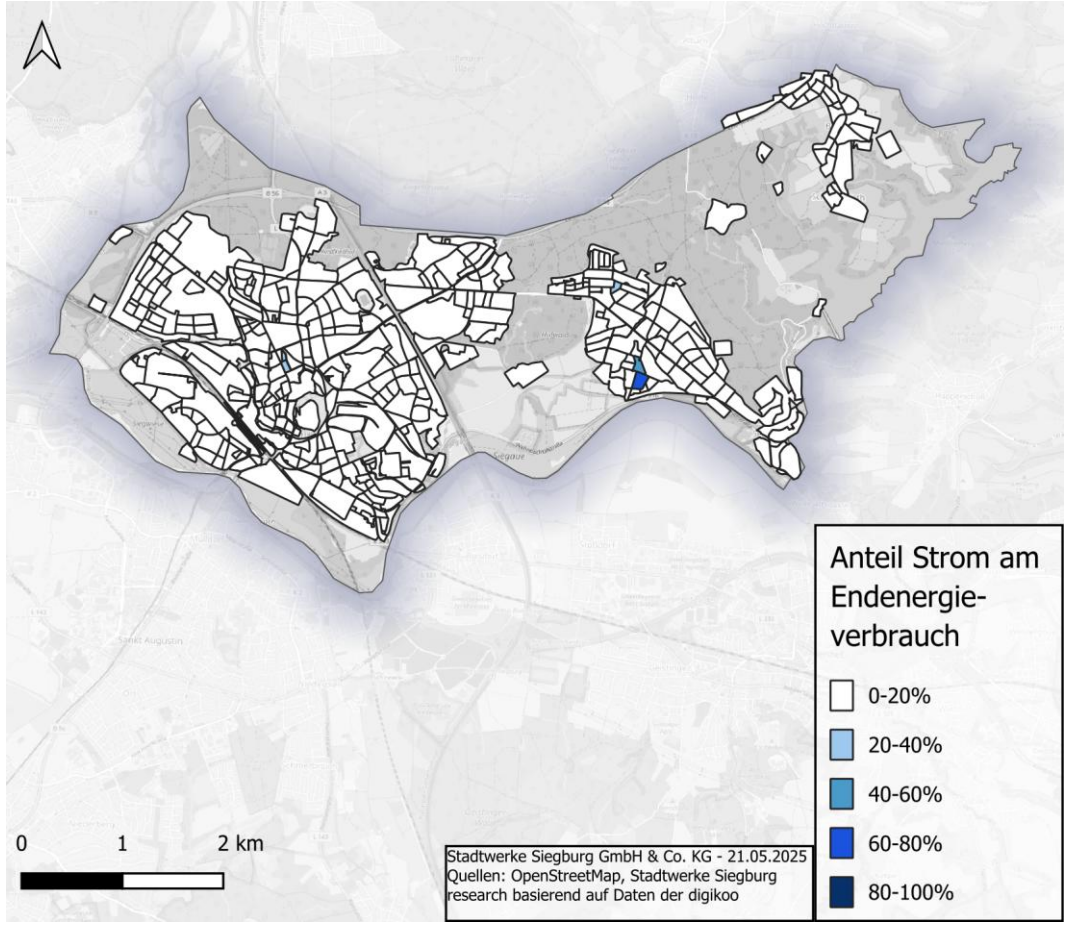
Es existieren drei Wärmenetze in der Stadt, die Wärmeversorgung mittels Biomasse (als Primärheizung) ist von untergeordneter Bedeutung

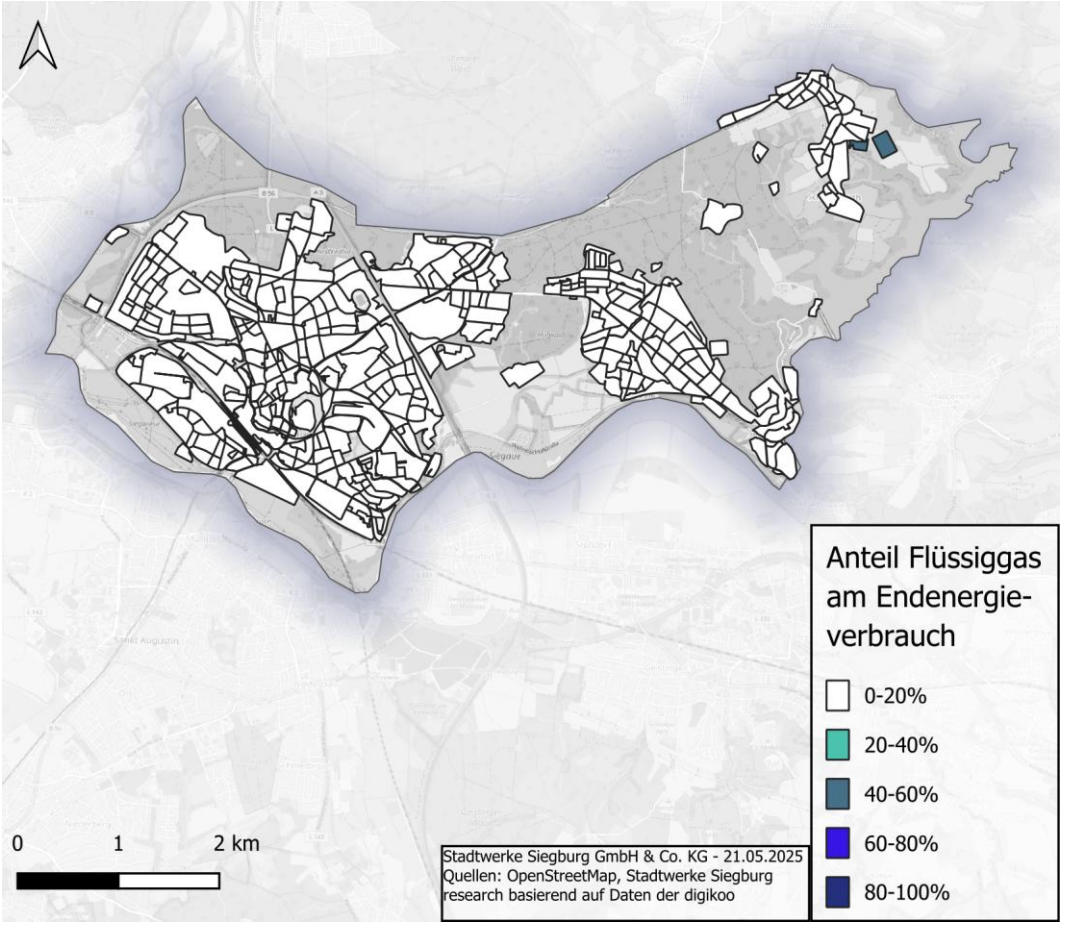




Quelle Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH

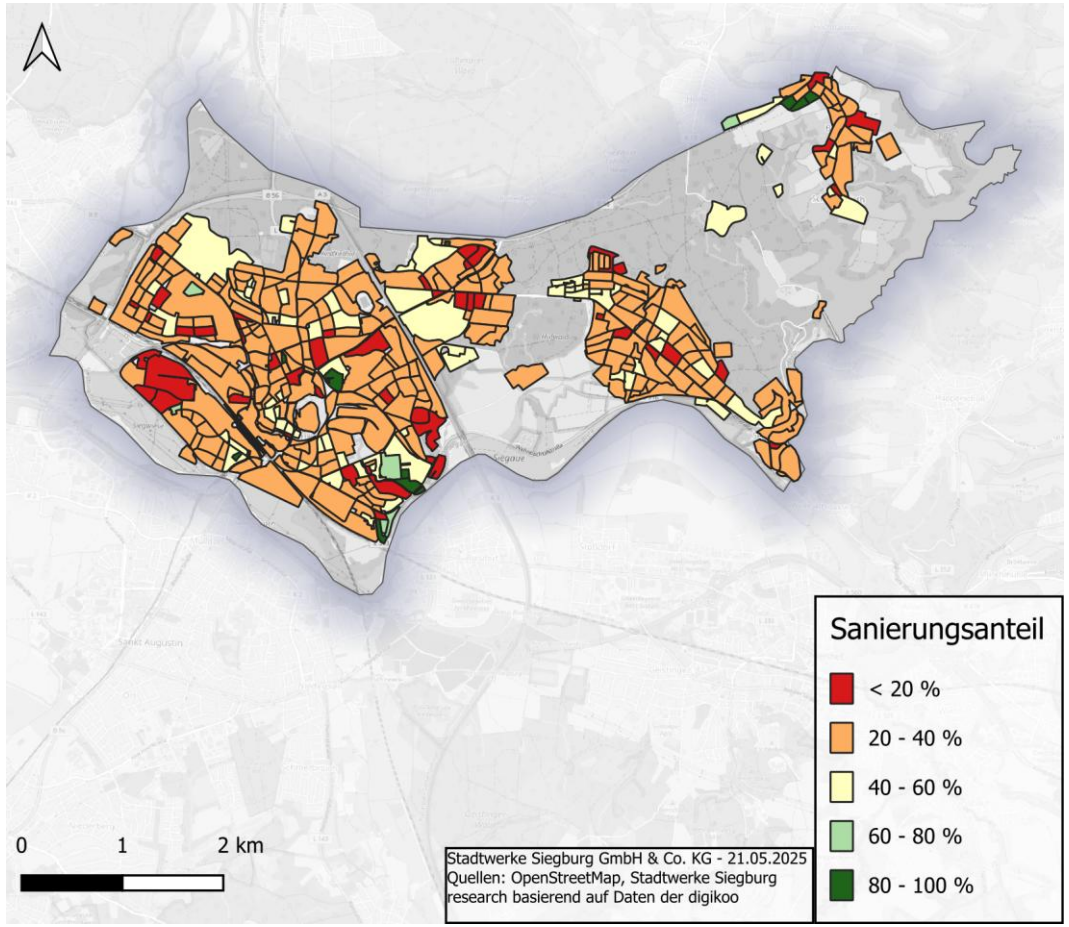
Die Energieträger Strom und Flüssiggas decken in nahezu allen Baublöcken den Endenergiebedarf zu 0-20%





Quelle: Rhein-Sieg Netz GmbH, digikoo GmbH

Der Sanierungsanteil in Siegburg liegt größtenteils im Bereich von 20-40 %



Definition:

- Eine Vollsanierung[1] gilt als 100 % saniert
- Ein teilsaniertes[2] Objekt gilt als 50 % saniert
- Unsanierte Gebäude werden als 0 % saniert angenommen
- Bildung eines Durchschnittswertes je Baublock
- Basiert auf statistischen Informationen
- Darstellung ohne Industrie

Ergebnisse:

- Viele Baublöcke im Bereich **20-40 %** Sanierungsanteil
- 13% der Baublöcke weisen einen Sanierungsanteil <20% auf
- 4% der Baublöcke mit hohem oder sehr hohem Sanierungsanteil liegen im Stadtgebiet verteilt

Quelle: digikoo GmbH; 1 = Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2 = Dach und Keller

Aus der Bestandsanalyse lassen sich vier Kernerkenntnisse ableiten

STADTWERKE SIEGBURG

1. Rund ein Fünftel des Wärmeverbrauchs entfällt auf GHD und Industrie.

2. 98 % der Wärme wird mit fossilen Energieträgern erzeugt.

3. Hohe Wärmedichten liegen vor allem in der Innenstadt vor.

4. Die bestehenden Wärmenetze decken den Wärmebedarf der Stadt zu rund 4%.

Inhalt

1 Einleitung

2 Kurzzusammenfassung

Nachfolgend Ergebnisse im Detail

3 Ergebnisse der Eignungsprüfung

4 Ergebnisse der Bestandsanalyse

5 **Ergebnisse der Potenzialanalyse**

Zusammenfassung der Ergebnisse der Potenzialanalyse

Auf einen Blick

Zielsetzung

- Ermittlung der lokal verfügbaren **Potenziale erneuerbarer Energien**
- Erfassung von **Abwärmepotenziale**
- Bewertung der **Energieeinsparungspotenziale**

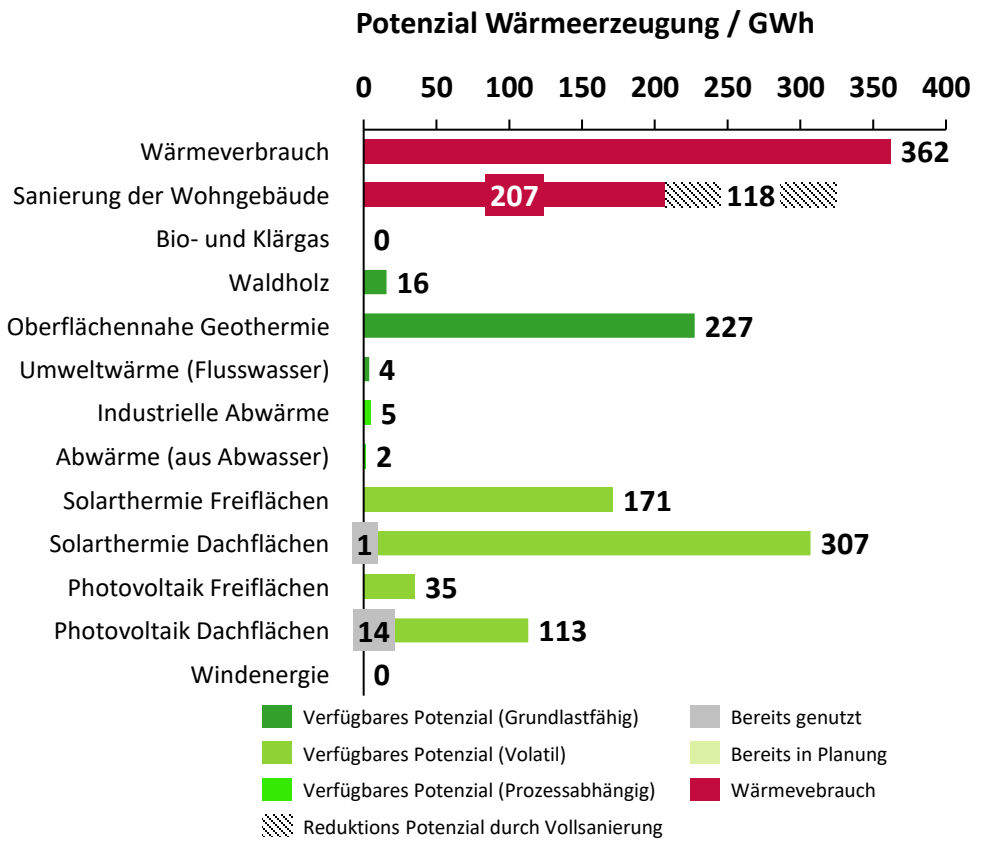
Methodik

- Bewerten bereits erhobener Potenziale zur Wärmeversorgung
- Bestimmung weiterer relevanter Potenziale zusammen mit allen relevanten Akteuren
- Bestimmen von Energieeinsparpotenzialen durch Sanierung

Kernergebnisse

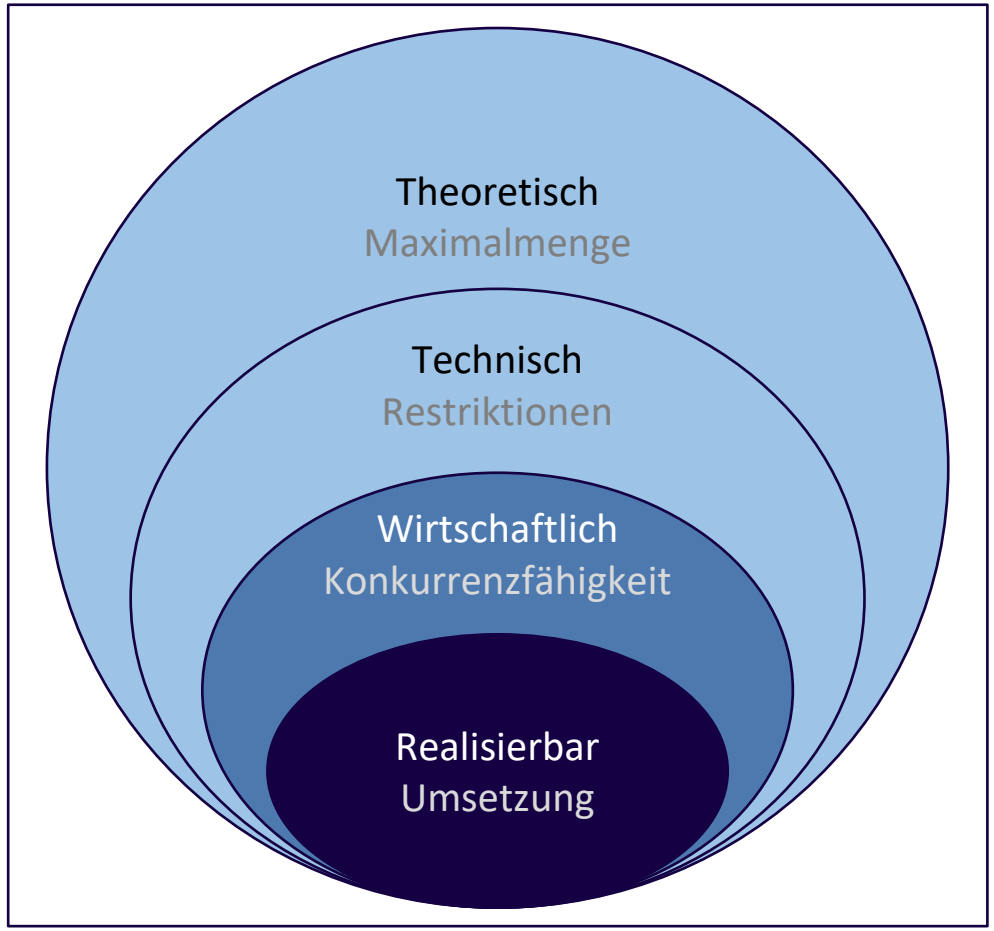
- Großes Potenzial hinsichtlich Solarthermie Frei- und Dachflächen
- Hohe Potenziale bei oberflächennaher Geothermie
- Abwärme im Siegwerk und im Abwassernetz stellen ein Potenzial dar
- Der Raumwärmebedarf kann maximal um ein Drittel reduziert werden

Konkrete Ergebnisse



Anmerkung: In Kombination mit Speichertechnologien können volatile erneuerbare Energien grundlastfähig sein

Im Rahmen der Wärmeplanung werden technische Potenziale von EE-Quellen erhoben



Theoretisches Potenzial

Theoretisch verfügbare Energiemenge auf gesamter Fläche

In KWP erhoben

Erfassung des technischen Potenzials

- Basis sind öffentlich zugängliche Datenquellen
- Gebietsscharfe Ermittlung sämtlicher Potenziale an erneuerbaren Energien und Abwärme auf dem Gebiet der Kommune

Technisches Potenzial

Mit heutigen Mitteln erzielbare Energiemenge

In KWP erhoben

Berechnung des technischen Potenzials

- Obergrenze des maximal möglichen Nutzungspotenzials
- Berücksichtigung einer Anzahl an Ausschlusskriterien wie beispielsweise Flächenverfügbarkeit auf dem Gebiet der Kommune

Wirtschaftliches Potenzial

Wirtschaftlich erzielbare Energiemengen

Realisierbares Potenzial

Erschließbare Energiemengen unter Berücksichtigung versch. Kriterien

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser:
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

[1)] Dach, Keller, Fenster und Fassade, [2)] Dach und Keller

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser:
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung1 gilt als 100% saniert
- Teilsaniert2 gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Für Biomasse haben vor allem Bio- und Klärgas hohe Potenziale, falls diese nicht bereits erschlossen werden

STADTWERKE SIEGBURG

Kurzbeschreibung

- Grundsätzlich überörtliche Nutzung unabhängig vom Standort
- Nachwachsende Rohstoffe (Reststoffe, Energiepflanzen)
- Organische Abfälle (Abfallwirtschaft)
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogasanlagen haben erhebliche Abwärmepotenziale

Wichtige Kennzahlen

- Biogas und Klärgas bestehen zu 50-75% aus Methan
- Weitere Bestandteile sind Kohlendioxid, Wasserstoff und giftiger Schwefelwasserstoff
- Der Energiegehalt von Biogas und Klärgas liegt bei 5-7,5 kWh/m³
- Der Energiegehalt von Erdgas liegt bei 8,6-11,4 kWh/m³ (L- und H-Gas)

Anwendungsmöglichkeiten

Biomasse

- Nachwachsende Rohstoffe ✓
- Organische Abfälle ✓
- Klärgas ✓
- Biogas ✓

Restriktionen

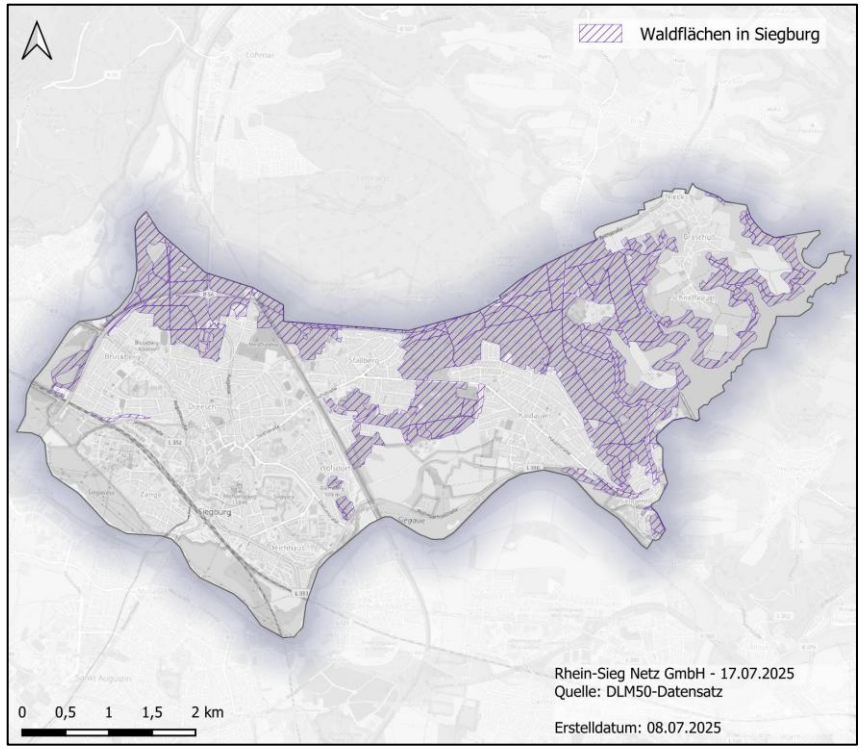
- Begrenzte Potenziale
- Emissionen (Anlieferung, Verarbeitung,…)
- Konkurrenz durch stoffliche Nutzung und für Hochtemperaturanwendungen (Holz)

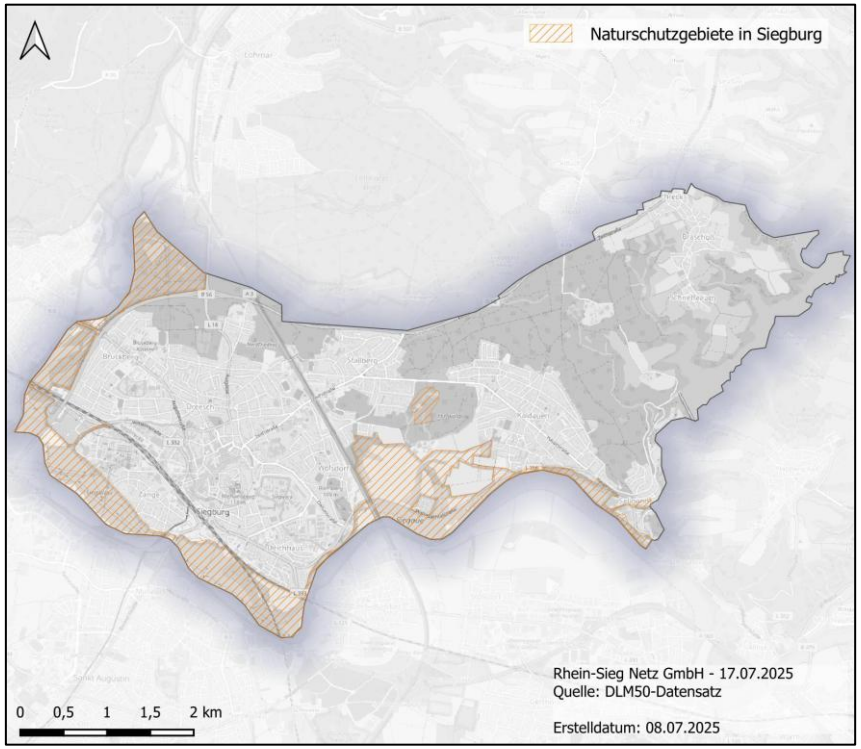
Vorteile

- Ganzjährige Verfügbarkeit
- Hohen Temperaturen

✓ Potenzial quantitativ erhoben

Bestehende Waldflächen und Naturschutzgebiete





Waldflächen in Siegburg

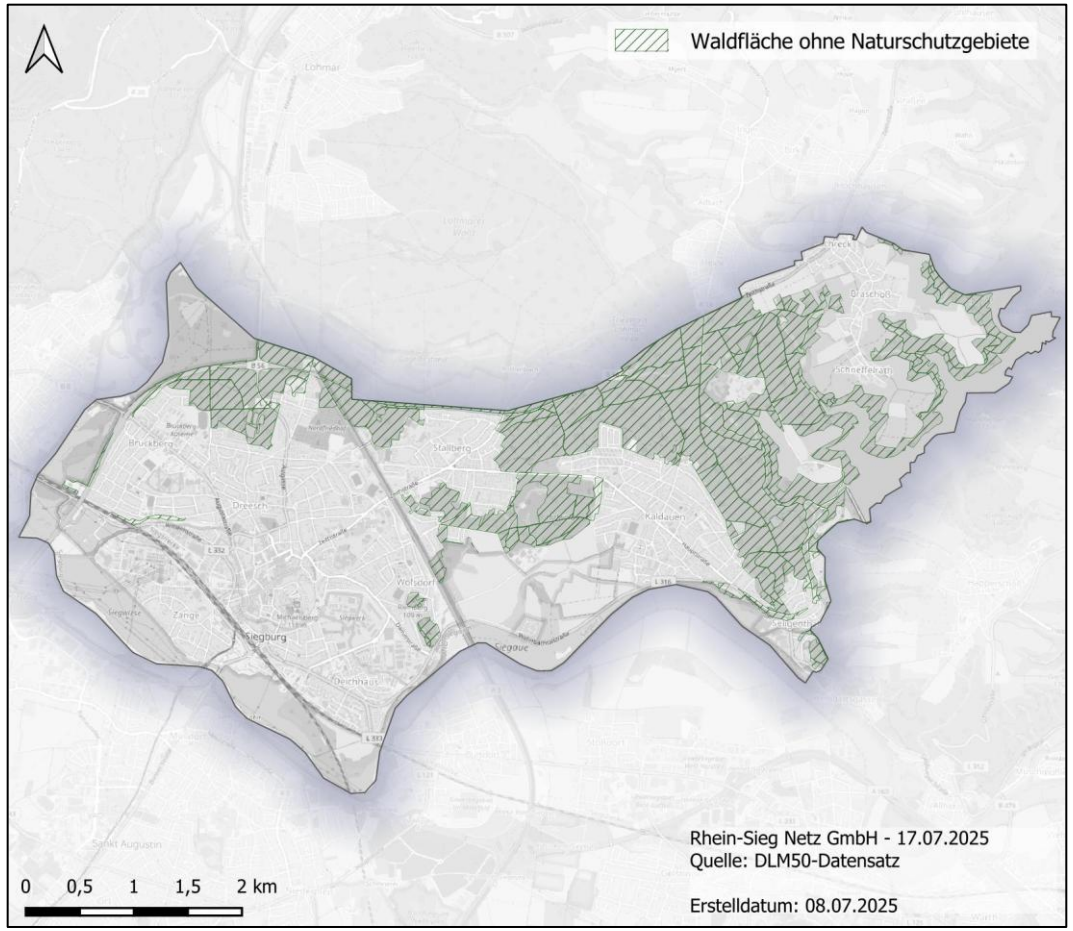
- In Siegburg liegt eine **Waldfläche** von rund **6,8 km²** vor
- Die Waldflächen befinden sich im Osten und Norden des Stadtgebietes

Naturschutzgebiete in Siegburg

- In Siegburg liegen **Naturschutzgebiete** mit einer Fläche von rund **3,82 km²** vor
- In Siegburg stehen vor allem die Gebiete **um die Sieg** und die **Siegauen** unter Naturschutz

Quellen: Digitales Basis-Landschaftsmodell DLM

Aufgrund der Naturschutzgebiete kommt es zu einer Reduktion der Nutzbarkeit der vorhandenen Waldflächen um ca. 10%



Bewertung der Waldfläche in Siegburg

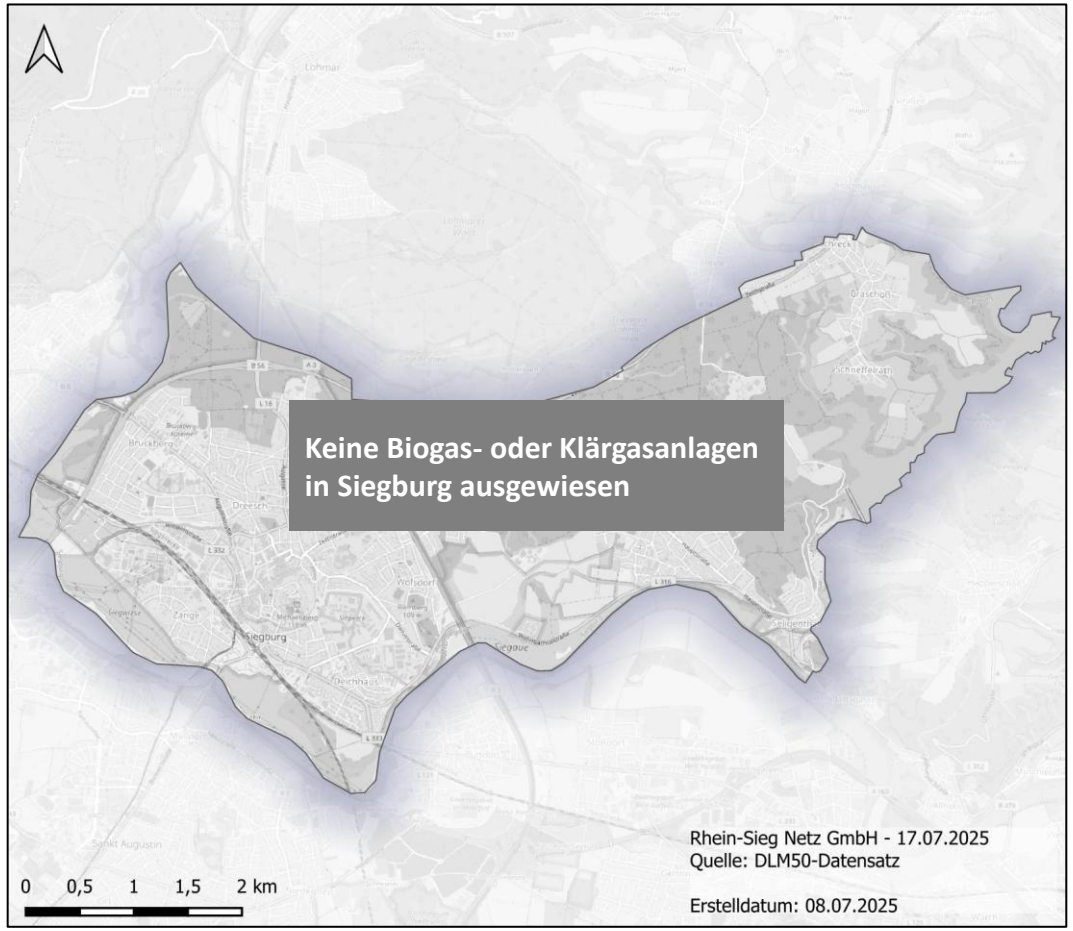
- In Siegburg liegen nach Abzug der Naturschutzgebiete rund **6,07 km² Waldfläche** vor, die energetisch genutzt werden könnte.
- Mit einer thermischen Energie von **430 MWh pro km² Waldfläche** ergibt sich ein technisches Waldrestholz-Potenzial von **15,8 GWh/a**.

Zusätzlich: Bewertung der Holzabfälle in Siegburg

- In Siegburg werden nach Angabe der Stadt jährlich ca**. 2200 m³** Holzabfälle in eine benachbarte Kommune verfahren.
- Unter einer Annahme von 30% Wassergehalt der Holzabfälle und einer thermischen Energie von **1052 kWh/m³** ergibt sich ein Potenzial von **2,3 GWh/a**
- Neben den anfallenden Holzabfällen wurde auf die biogenen Rückschnitte, die jährlich in dem Stadtgebiet anfallen hingewiesen, die analog zu den Holzabfällen energetisch genutzt werden können. Für eine quantitative Ausweisung als Biomassepotenzial sind weitere Informationen erforderlich.

*Annahme Biomassekessel 90 % Wirkungsgrad
Quellen: Digitales Basis-Landschaftsmodell DLM, Christian Langfeldt Regionalforstamt Rhein-Sieg-Erft

Keine Biogas- oder Klärgasanlagen im Stadtgebiet



Bestandsanlagen

- Es befinden sich keine Bestandsanlagen mit Biomassenutzung oder Klärgasnutzung im Siegburg
- Es existieren keine größeren KWK-Anlagen, die zur zentralen Wärmeversorgung umliegender Gebäude genutzt werden könnten
- Erdgasbetriebe BHKW-Anlagen existieren und sind hier nicht gemeint

Geplante Anlagen

- Der Stadt Siegburg sind keine Projekte für neue Biogas- oder Klärgas-KWK-Anlagen bekannt

Organische Abfälle

- Die Biotonnen des rechtsrheinischen Rhein-Sieg-Kreises werden in der Biogasanlage in Sankt-Augustin verarbeitet und dort über eine Biomethaneinspeiseanlage ins örtliche Gasverteilnetz eingespeist.

*Annahme: 5000 VLH sowie Wirkungsgrade gemäß Technikkatalog des BMWK (34/60 % (50 kW) bzw. 41/48 % (500 kW) elektrisch/thermisch)
Quelle: LANUK NRW, Stand 2024

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse

- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie

- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme

- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme

- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie

- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom

- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase

- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher

- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial

- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Nach den Nutzungsmöglichkeiten gliedert sich die Geothermie in die Oberflächennahe, mitteltiefe und die Tiefe Geothermie

STADTWERKE SIEGBURG

Kurzbeschreibung

- Geothermie ist die Nutzung der Erdwärme mittels verschiedener Technologien: Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder Grundwasser-Brunnenlagen
- Unterscheidung in oberflächennah (bis zu 400 m), mitteltiefe (400 – 1.500 m) und tiefe (1.500 – 5.000 m und ca. 60- 120°C Thermalwassertemperatur) Geothermie

Wichtige Kennzahlen

- Durchschnittlich 70 m Tiefe und circa 20 – 40°C Wassertemperatur
- 100 Sonden/ha
- 30-60 W/m Erdwärmesonde
- 1.800-2.400 VLH1/a
- JAZ2 3,3-3,7

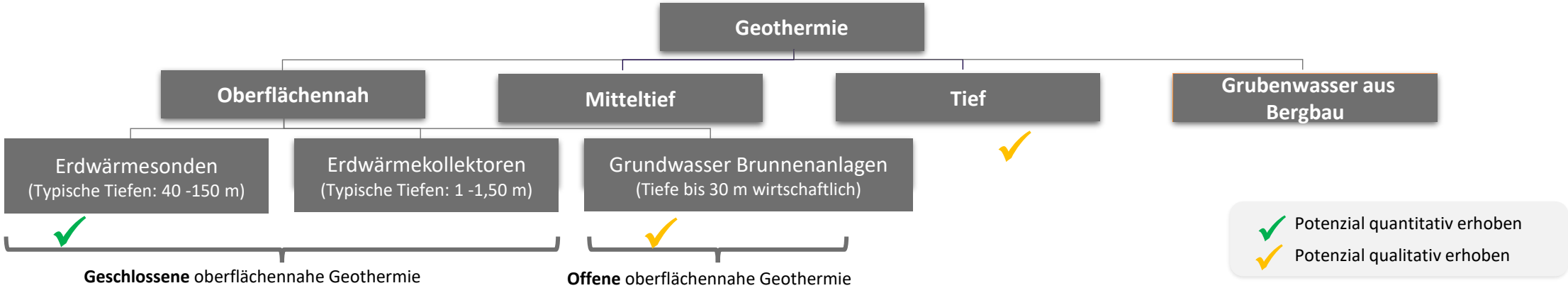
Vorteile

- Ganzjährige Verfügbarkeit
- …

Restriktionen

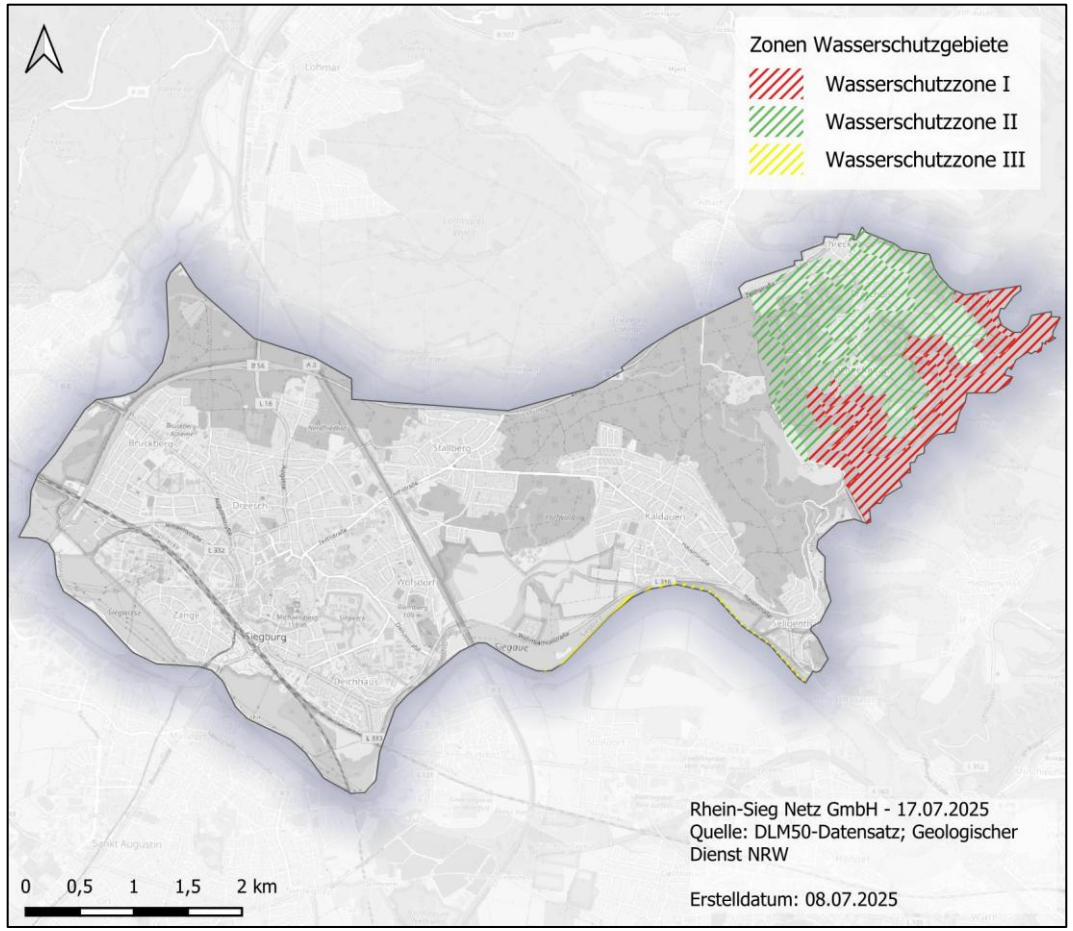
- Hoher Flächenbedarf, Wasser/Sole-WP Grundwasserschutz
- Regeneration erforderlich, techn. Entwicklungen im Bereich Groß-Wärmepumpen zu erwarten

Anwendungsmöglichkeiten



Quelle: Geologischer Dienst NRW

Für die geothermische Nutzung liegen vor allem um die Wahnbachtalsperre Einschränkungen durch Wasserschutzgebiete vor



Quelle: LANUK NRW Stand 2022, Geologischer Dienst NRW

Wasserschutzgebiete

- Die Erdwärmenutzung ist mit der hohen Schutzerfordernis in den **Wasserschutzzonen I, II und III/III A** nicht vereinbar und aus Vorsorgegründen zu **unterlassen**.
- Im Einzelfall ist eine **Ausnahme** in der **Wasserschutzzone III B** möglich, wenn ausschließlich Wasser ohne Zusatzstoffe als Wärmeträgermedium zum Einsatz kommt.
- Die Einschränkungen beziehen sich ebenfalls auf geschlossene Geothermie, wie z.B. Erdwärmesonden (Quellen: Bundesverband Geothermie: Wasserschutzgebiet, Ist Erdwärme in einem Wasserschutzgebiet möglich? - Erdwärme-Zeitung.de, Energieatlas NRW)

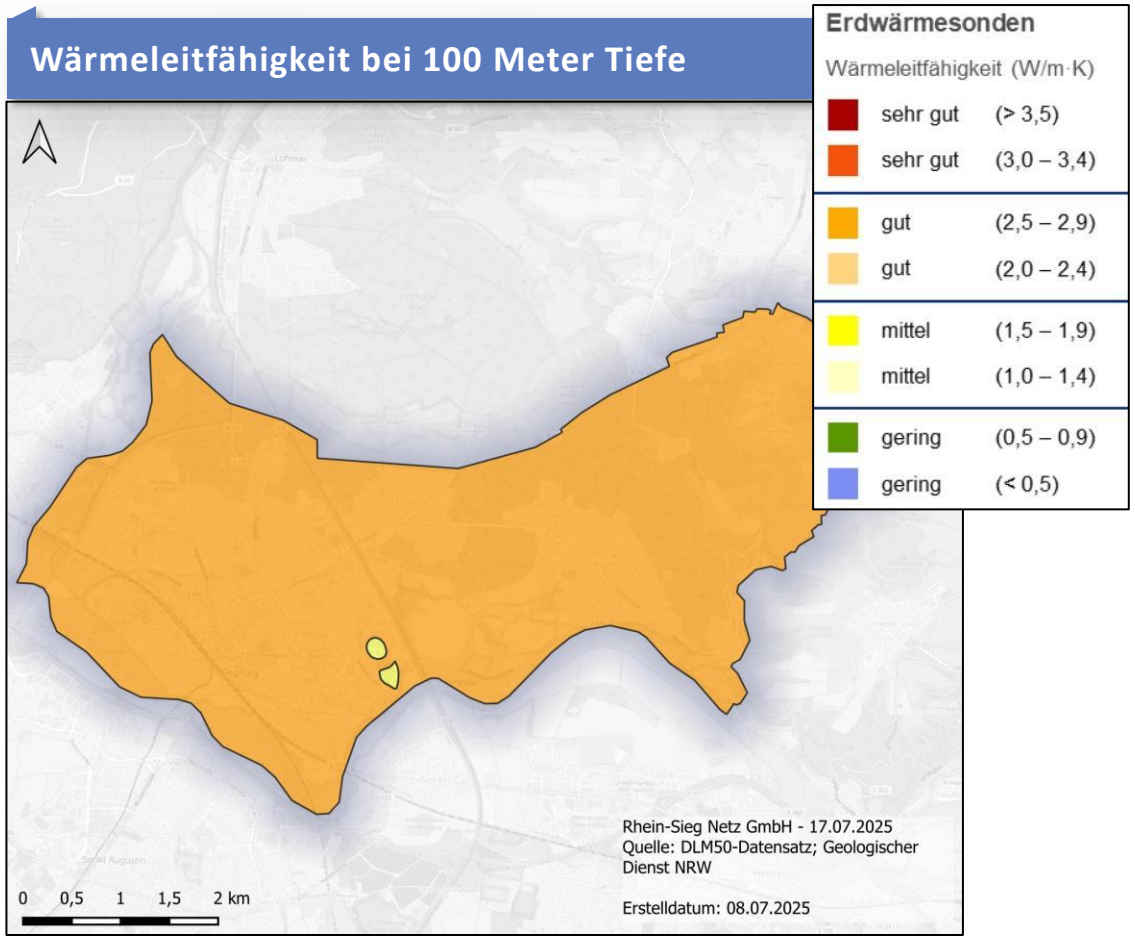
Ergebnis

- Siegburg ist vor allem im Osten des Stadtgebietes durch die Wasserschutzgebiete rund um die Wahnbachtalsperre von Wasserschutzzonen betroffen und unterliegt somit diesbezüglichen Einschränkungen.

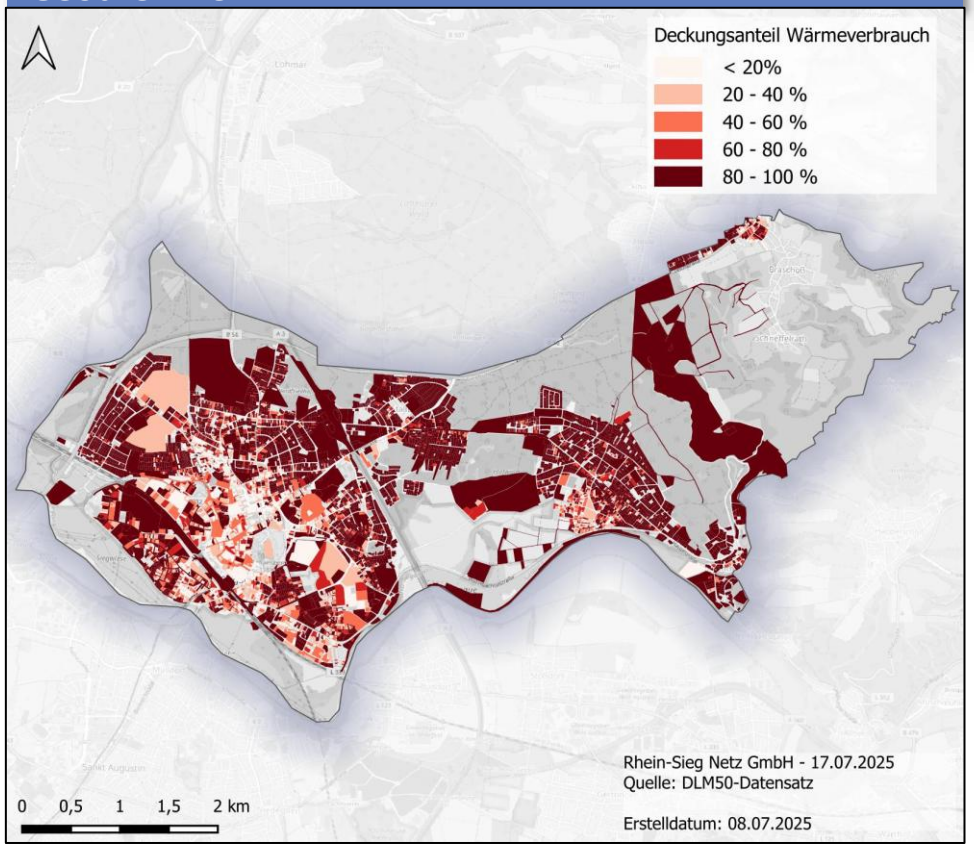
Geschlossene oberflächennahe Geothermie zeigt in vielen Bereichen Siegburgs ein hohes Potenzial zur Deckung des Wärmeverbrauchs

STADTWERKE SIEGBURG

Wärmeleitfähigkeit bei 100 Meter Tiefe



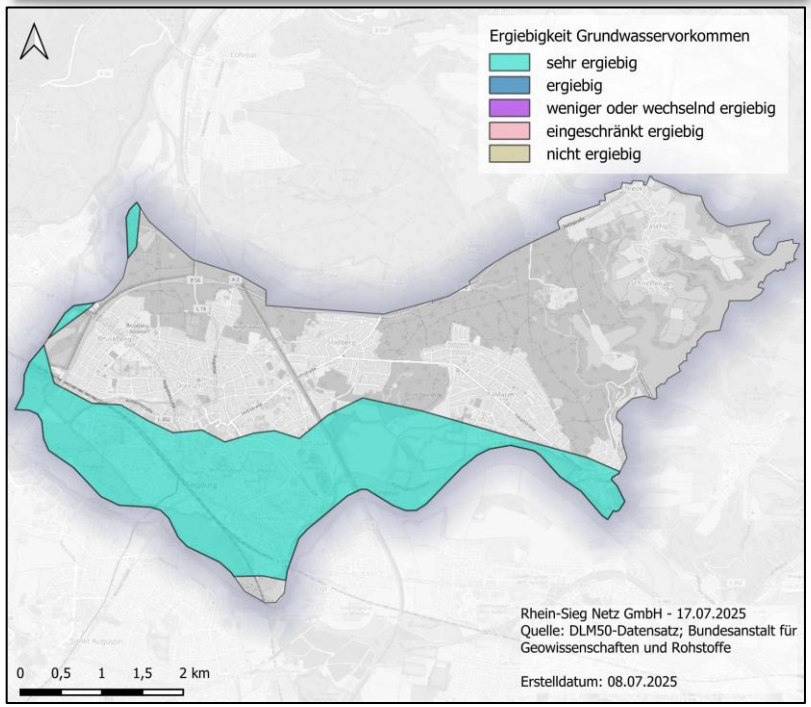
Deckung des aktuellen Wärmeverbrauchs durch Geothermie



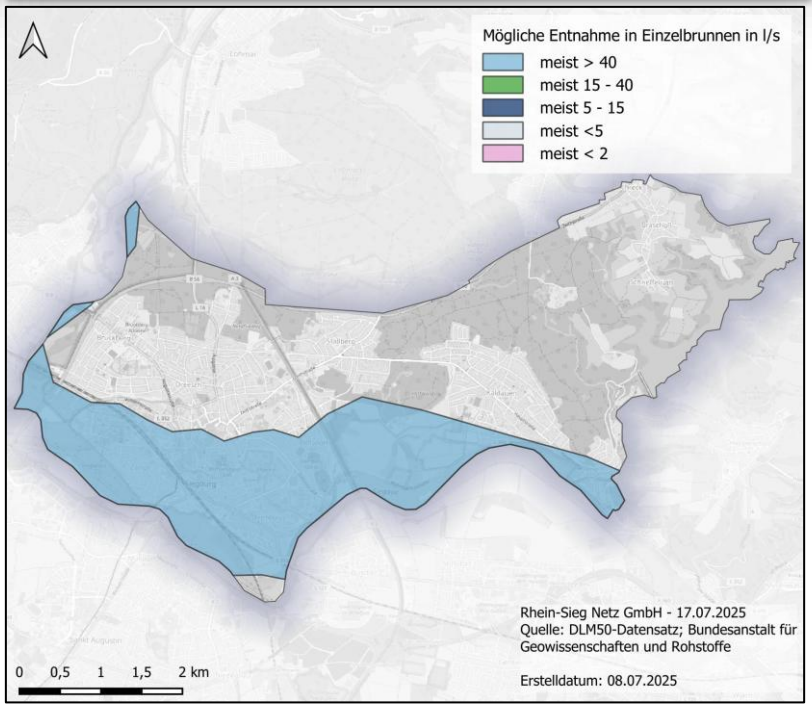
Quelle: LANUK Potenzialstudie Geothermie NRW, Stand 2023

Entlang der Sieg liegt unter Berücksichtigung der Wasserschutzgebiete Potenzial für **offene oberflächennahe Geothermie** in Siegburg vor

Ergiebigkeit Grundwasservorkommen



Entnahme an Einzelbrunnen



Bewertung des offenen Oberflächengeothermie-Potenzials

→ **Ergiebigkeit:** Ist das Volumen an Grundwasser, das durch eine Wasserfassung mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand auf Dauer gewinnbar ist.

- **Sehr ergiebig:** Bedeutende Grundwasservorkommen vorhanden.
- **Eingeschränkt:** Weniger bedeutende Grundwasservorkommen vorhanden. Die Nutzung ist aus technischen und hygienischen Gründen eingeschränkt
- **Nicht ergiebig:** Keine bedeutenden Grundwasservorkommen vorhanden.

Einschränkungen

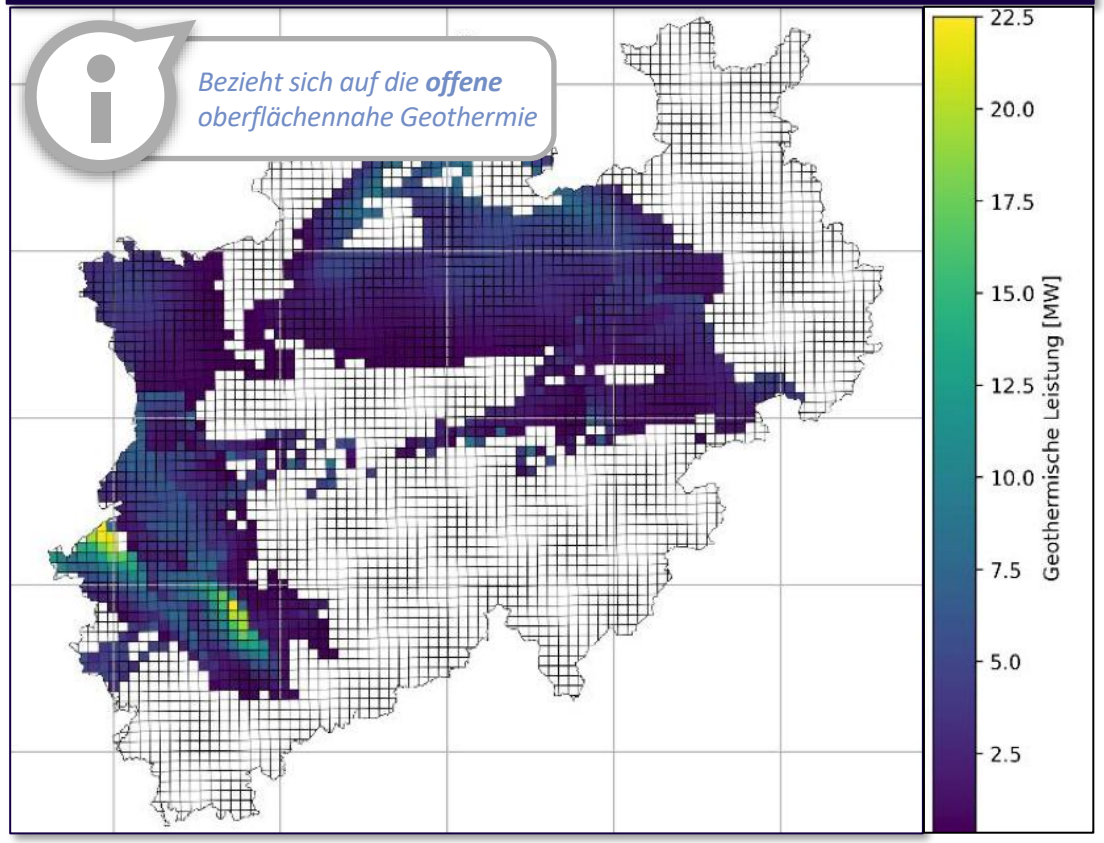
→ Diese darf zwischen Entnahme und Einleitung um maximal ±6°C verändert werden. Die **Mindesttemperatur** bei **Wiedereinleitung** des Grundwassers beträgt 5°C.

→ Berücksichtigung der Temperaturabsenkung im Grundwasser bei der Planung von Wasser-Wasser-Anlagen. Ggfs. Simulation notwendig

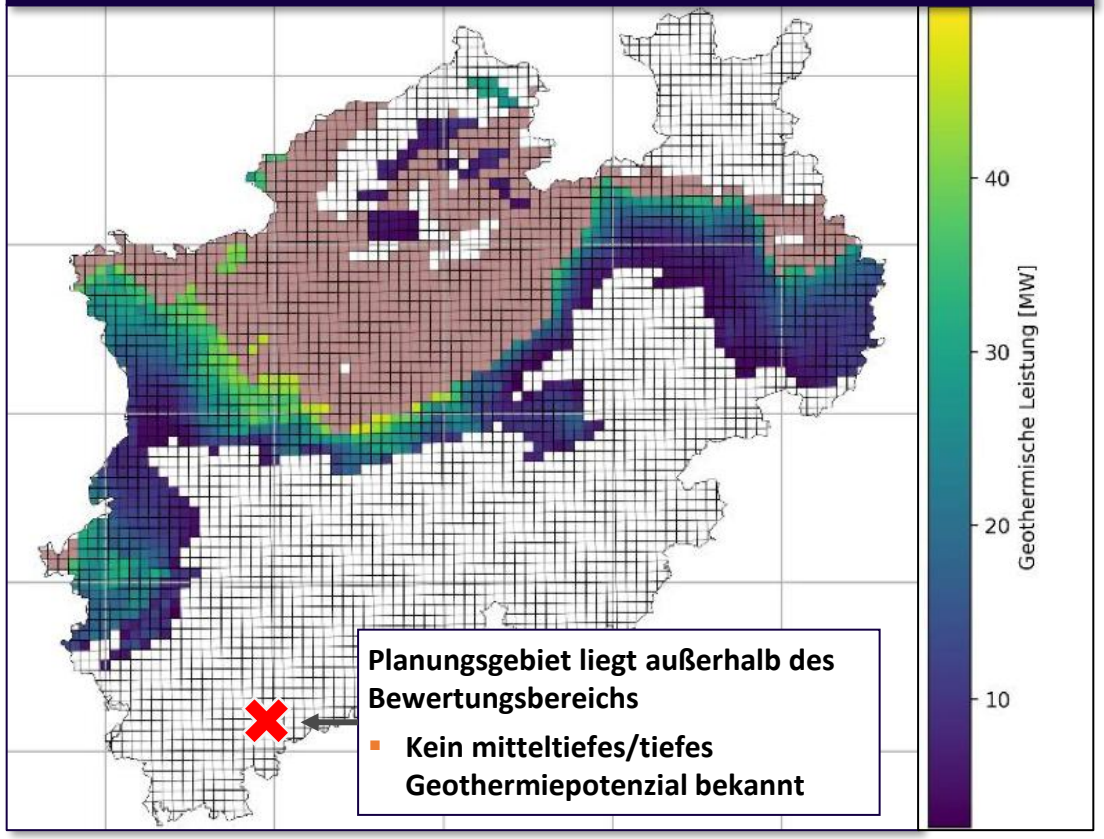
Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 1) Persönliches Gespräch mit dem LANUK

Ein mitteltiefes und tiefes Geothermiepotenzial ist für die Stadt Siegburg aus geologischer Sicht unwahrscheinlich

Gewählte höchste geothermische Leistung
aus mitteltiefen Reservoiren 400 – 1.500 m



Gewählte höchste geothermische Leistung
aus tiefen Reservoiren 1.500 – 5.000 m



Quelle: WÄRMESTUDIE NRW: Vorstellung Zwischenergebnisse, Januar 2024

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse

- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie

→ Oberflächennahe Geothermie

→ Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme

- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme

- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie

- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom

- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase

- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher

- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial

- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Insbesondere durch die thermische Energie von Flüssen wie dem Rhein kann Wärme energie- und kosteneffizient erzeugt werden

STADTWERKE SIEGBURG

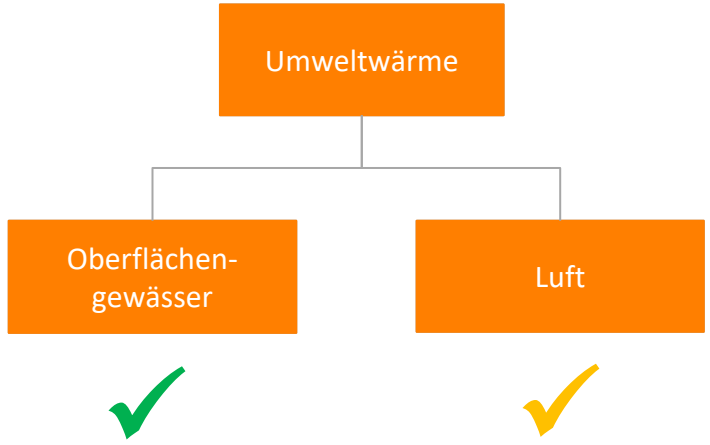
Kurzbeschreibung

- Unter dem Begriff Umweltwärme wird die Erhebung aller Potenziale aus Oberflächengewässern und der Luft beschrieben.
- Erfassung der Potenziale von Wärme aus Flüssen und Seen erfordert immer eine Einzelfallprüfung

Wichtige Kennzahlen

- Große Wasser-Wasser-Wärmepumpe JAZ > 4
- Große Luft-Wasser-Wärmepumpen JAZ = 3,5

Anwendungsmöglichkeiten



Restriktionen

- Lärmemissionen
- Restriktionen aus der Gewässernutzung
- Wärmepumpen profitieren von niedrigen Versorgungstemperaturen

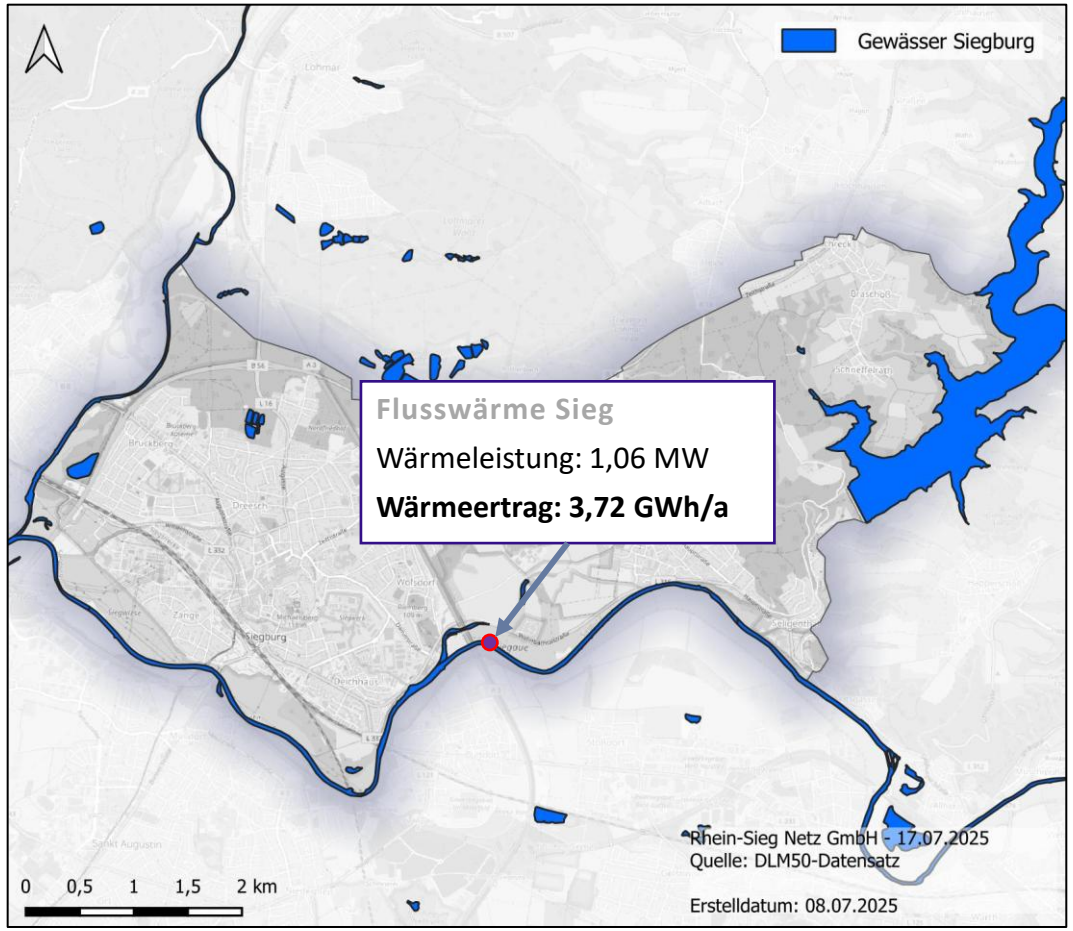
Vorteile

- Weitgehend ganzjährige Verfügbarkeit (insb. Gewässer)
- nicht/wenig fluktuierend

✓ Potenzial quantitativ erhoben
✓ Potenzial qualitativ erhoben

Quelle: Handlungsleitfaden kommunale Wärmeplanung KEA-BW, WÄRMESTUDIE NRW: Vorstellung Zwischenergebnisse, Januar 2024

Die Nutzung der Flusswärme über Großwärmepumpen birgt ein großes, jedoch durch Schutzgebiete eingeschränktes Wärmepotenzial

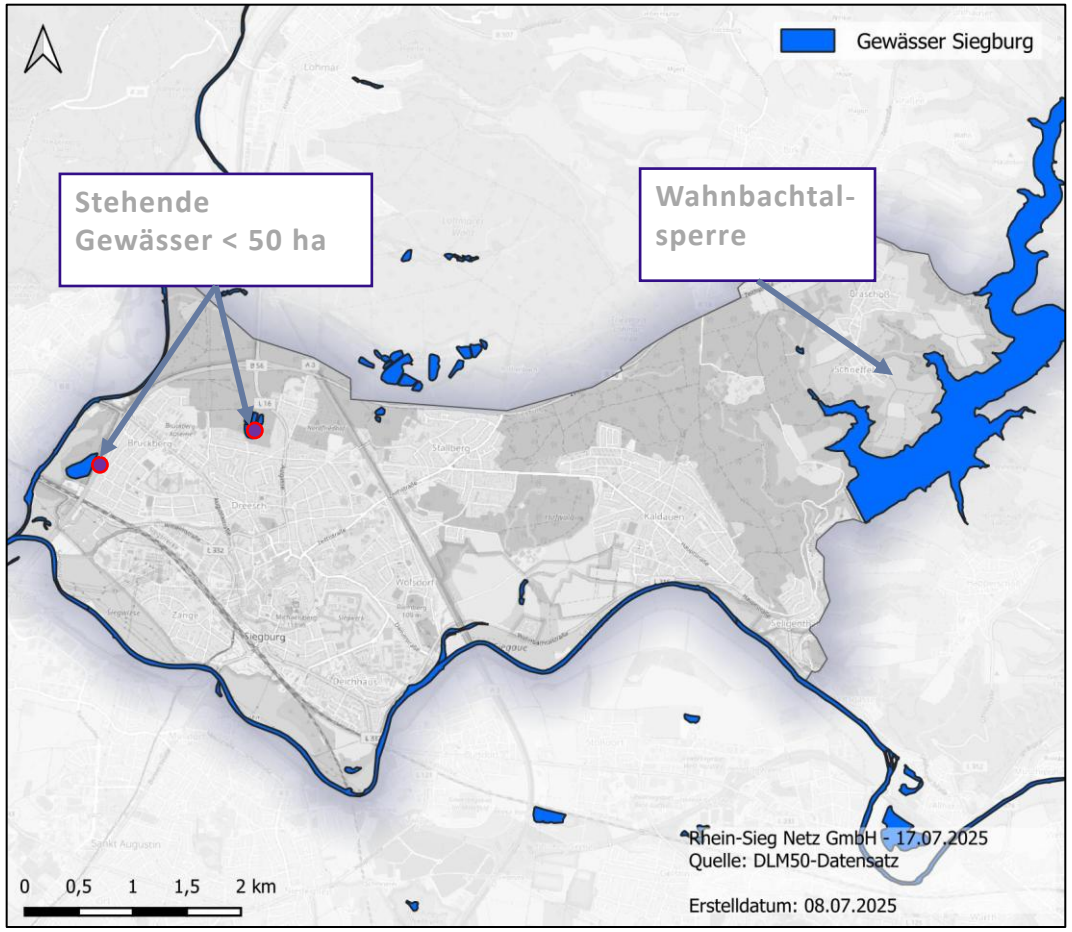


Ergebnis Flusswärme

- Annahme einer konservativen Abkühlung des entnommenen Volumenstromes um **1,5°K**
- An einem Standort werden maximal **3% des Volumenstromes** genutzt (Betrachtungsgröße ist der MNQ Abfluss (mittlerer Niedrigwasserabfluss)) – **4,21 m³/s**
- Das errechnete Wärmepotenzial von der Sieg in Siegburg mit einer pot. Wärmeleistung von 1,06 MW und einem **pot. Wärmeertrag** von **3,72 GWh/a.**
- Für mögliche Entnahmestellen sind im Wesentlichen die Kriterien Wassertiefe, Anbindung zum Wärmenetz und Aufstellflächen zu klären.
- Eine thermische Beeinflussung mehrerer Anlagen wird von dem LANUK durch Berücksichtigung eines Mindestabstandes von 500 m ausgeschlossen. Dies ist bei der Umsetzungsplanung zu berücksichtigen.
- Für den Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 8 Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Weitere relevante Vorschriften des WHG sind der § 9 Abs.1 Nr.1 (Entnehmen und Ableiten von Wasser), § 9 Abs.1 Nr.4 (Einbringen von Stoffen in Gewässer) und § 9 Abs.2 Nr.2.
- Grundlegend darf der Einsatz einer Flusswasserwärmepumpe die Gewässereigenschaften nicht nachteilig verändern.

Quelle: (1) Energieatlas NRW, Stand 2018; (2) Potenzialstudie Oberflächengewässer LANUK 2024 (3) Kurzdokumentation_Gewaesser_WaermestudieNRW.pdf

Die Nutzung der stehenden Gewässer über Großwärmepumpen birgt ein großes, jedoch durch Schutzgebiete eingeschränktes Wärmepotenzial

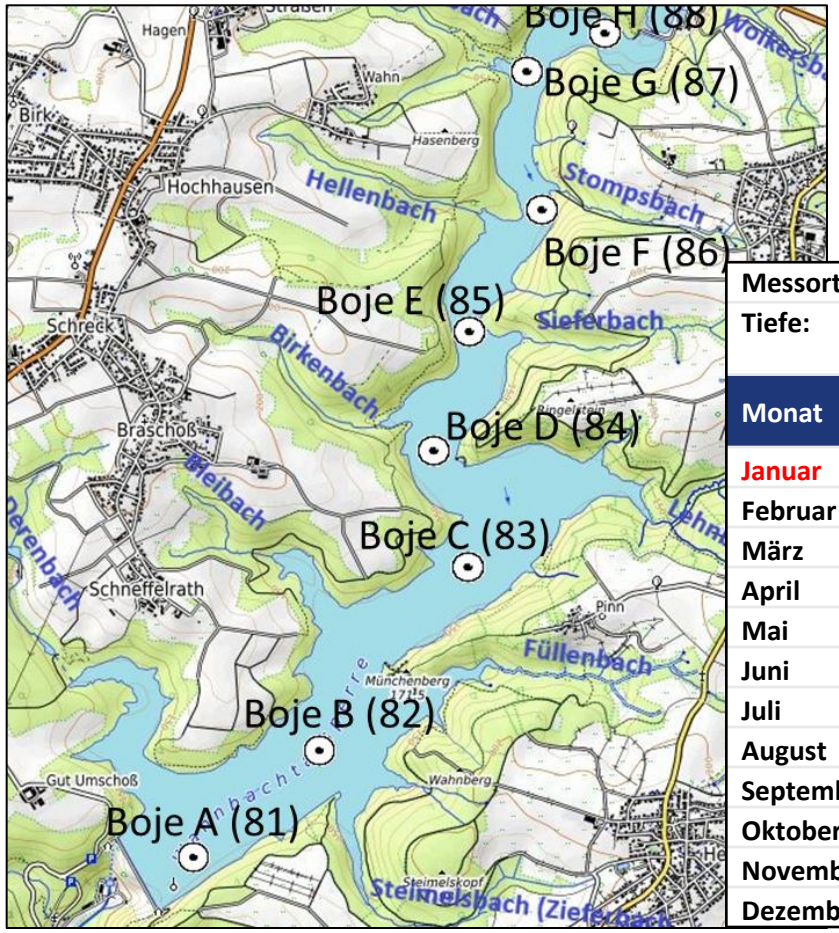


Ergebnis stehende Gewässer (außer Wahnbachtalsperre)

- Grundlegend darf der Einsatz einer Wärmepumpe die Gewässereigenschaften nicht nachteilig verändern.
- Die Wahnbachtalsperre könnte theoretisch als Wärmequelle dienen, jedoch stehen technische, ökologische und rechtliche Hürden der Realisierung im Wege (siehe nächsten Folien)
- In Siegburg liegen neben der Wahnbachtalsperre keine weiteren nutzbaren, stehenden Gewässer vor (Größe < 50 ha)

Quelle: (1) Energieatlas NRW, Stand 2018; (2) Potenzialstudie Oberflächengewässer LANUK 2024

Theoretisch könnte die Wahnbachtalsperre als Wärmequelle dienen, jedoch mit deutlichen Hürden in der Umsetzung



Messort:	Boje 84
Tiefe:	1 m unter der Wasseroberfläche
Monat	Mittlere Temperatur [°C]
Januar	6,7
Februar	7,6
März	8,8
April	11,3
Mai	18,1
Juni	19,8
Juli	22,7
August	24,3
September	21,4
Oktober	16,0
November	12,1
Dezember	8,9

Quelle: Wahnbachtalsperrenverband (WTV)

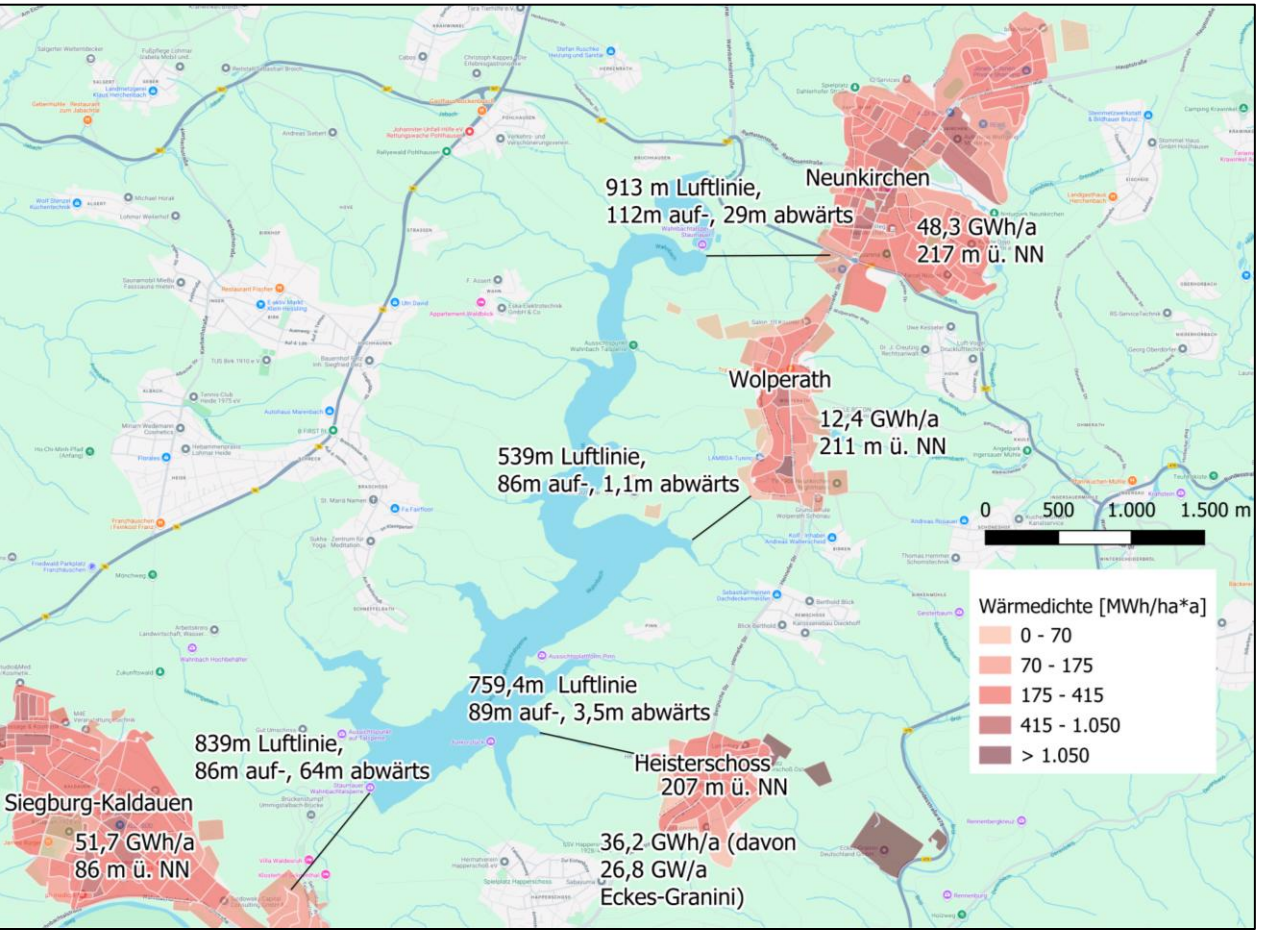
Ergebnis Wahnbachtalsperre

- Unter den getroffenen Annahmen liegt das Wärmepotenzial der Wahnbachtalsperre in Siegburg mit einer pot. Wärmeleistung von **15,6 MW** bei **54,8 GWh/a**
- Für eine optimierte Potenzialberechnung ist die Konkretisierung der Technologiewahl unter Beachtung von ökologischen und rechtlichen Restriktionen erforderlich

Methodik

- Analyse des Temperaturniveaus der Wahnbachtalsperre in der Heizperiode
- Annahme einer konservativen Abkühlung des entnommenen Volumenstromes um **2,7°C** (minimaler nutzbarer Temperaturunterschied im Januar für Mindesttemperatur von 4 °C)
- Annahmen:
  - Keine Strömungsanlagen
  - Mehrere schwimmende Wärmetauscher in einer Tiefe von 1 m unter der Wasseroberfläche
  - insgesamt nutzbarer Volumenstrom **1 m³/s**
  - hohe bauliche Einflüsse
- Anders als bei der Flusswärme liegen erhöhte Unsicherheiten bezüglich der technischen und ökologischen Restriktionen (Technologiewahl, Volumenentnahme, Wasserschutzgebiete) vor.

Technische, ökologische und rechtliche Fragestellungen stehen der Realisierung im Wege



Quelle: Wahnbachtalsperrenverband (WTV)

Restriktionen, Hürden und offene Fragestellungen

→ **Technisch**:
- Trassenverlauf (Entfernung zum Abnahmegebiet (839 m Luftlinie) und geodätische Höhenunterschiede (86m auf- und 64m abwärts))
- Technologiewahl (Ermittlung mögliche Entnahme Talsperre [m³], Wirkungsgradverluste Wärmetauscher, Isolation Rohrleitungen, Durchflussgeschwindigkeiten und Wärmeverluste, Kennzahlen Wärmepumpe…)
- Speichermöglichkeiten

→ **Ökologisch**:
- Trassenverlauf (Einfluss auf Waldgebiet)
- Einfluss auf die Wasserqualität und Populationen (Verwirbelungen, Temperaturabsenkung)

→ **Rechtlich:**
- Genehmigungen und rechtliche Anforderungen (Schutzgebiete)

Ergebnis

→ Insbesondere der Trassenverlauf sowie ökologische und rechtliche Aspekte stehen der Realisierung im Wege

→ **Technisches Potenzial für Siegburg grundsätzlich vorhanden, jedoch sehr geringe Umsetzungswahrscheinlichkeit** (→Weitere Vertiefung nur, wenn sich Kaldauen als Wärmenetzgebiet eignet. Dies steht im nächsten Schritt „Zonierung & Zielszenario“ fest.)

Das technische Potenzial ist faktisch unendlich – in der Umsetzung entstehen Einschränkungen durch den baulichen und rechtlichen Rahmen

Potenziale für Luft-X-Wärmepumpen

Das technische Potenzial von Luftwärmepumpen ist technisch gesehen **unbegrenzt**, da sie primär die Umgebungsluft nutzen, die sich regelmäßig austauscht.

Einschränkungen ergeben sich hauptsächlich aus baulichen und genehmigungsrechtlichen Gegebenheiten:

- **Bauliche Restriktionen:** Begrenzte Aufstellflächen, Mindestabstände zu Nachbargrundstücken oder Lärmschutzvorschriften können die Installation limitieren.
- **Gebäudeeffizienz:** Das volle Potenzial wird nur in gut gedämmten Gebäuden erreicht. Schlechte Dämmung oder alte Heizsysteme beeinflussen die Effizienz stark.
- **Umgebungstemperatur:** Bei extrem niedrigen Außentemperaturen kann die Effizienz sinken, was zusätzliche Heizsysteme erfordern kann (bivalenter Betrieb).
- **Ästhetische Anforderungen:** In denkmalgeschützten Gebieten oder bei strengen Bebauungsplänen können visuelle Beeinträchtigungen zu Genehmigungsproblemen führen.
- **Netzkapazität:** Der benötigte Stromanschluss muss die Leistung der Wärmepumpe tragen können, was in älteren Netzen eine Herausforderung sein kann.

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Abwärme bietet, falls ausreichend vorhanden und noch nicht intern genutzt, hohe Potenziale für Wärmenetze

STADTWERKE SIEGBURG

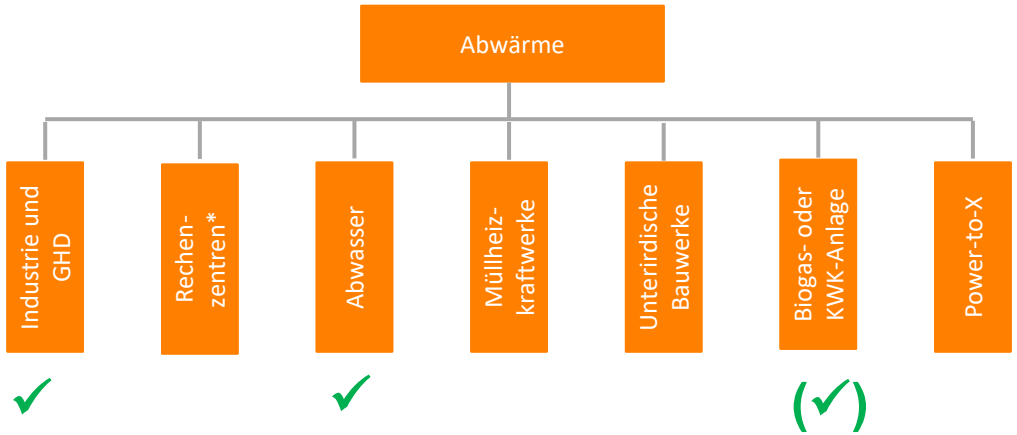
Kurzbeschreibung

- Nicht vermeidbare Abwärme, nicht innerbetrieblich nutzbar
- Technisch-wirtschaftlich für Wärmenetz erschließbar
- Industrie und GHD, Höchstleistungsrechenzentren, Abwasser aus Kläranlagen / Abwasserkanälen, Thermische Abfallverwertung, unterirdische Bauwerke (z.B. U-Bahntunnel)

Wichtige Kennzahlen

- Für Abwärme im nieder-/mittelkalorischen Bereich Groß-Wärmepumpe JAZ > 4.
- Abwärme aus Höchstleistungsrechenzentren: 1 kWel = 0,46 kWth
- Energieangebot eines Abwasserkanals: Entzugsleistung in kW = Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses (l/s) mal Faktor 8.
- Energieangebot in gereinigtem Abwasser: Entzugsleistung in kW = Tagesmittelwert des Trockenwetterabflusses (l/s) mal Faktor 16.

Anwendungsmöglichkeiten



Restriktionen

- Komplexität Akteure
- Ggf. fluktuierend, je nach Abwärmequelle
- Unsicherheit Verfügbarkeit Abwärmequelle

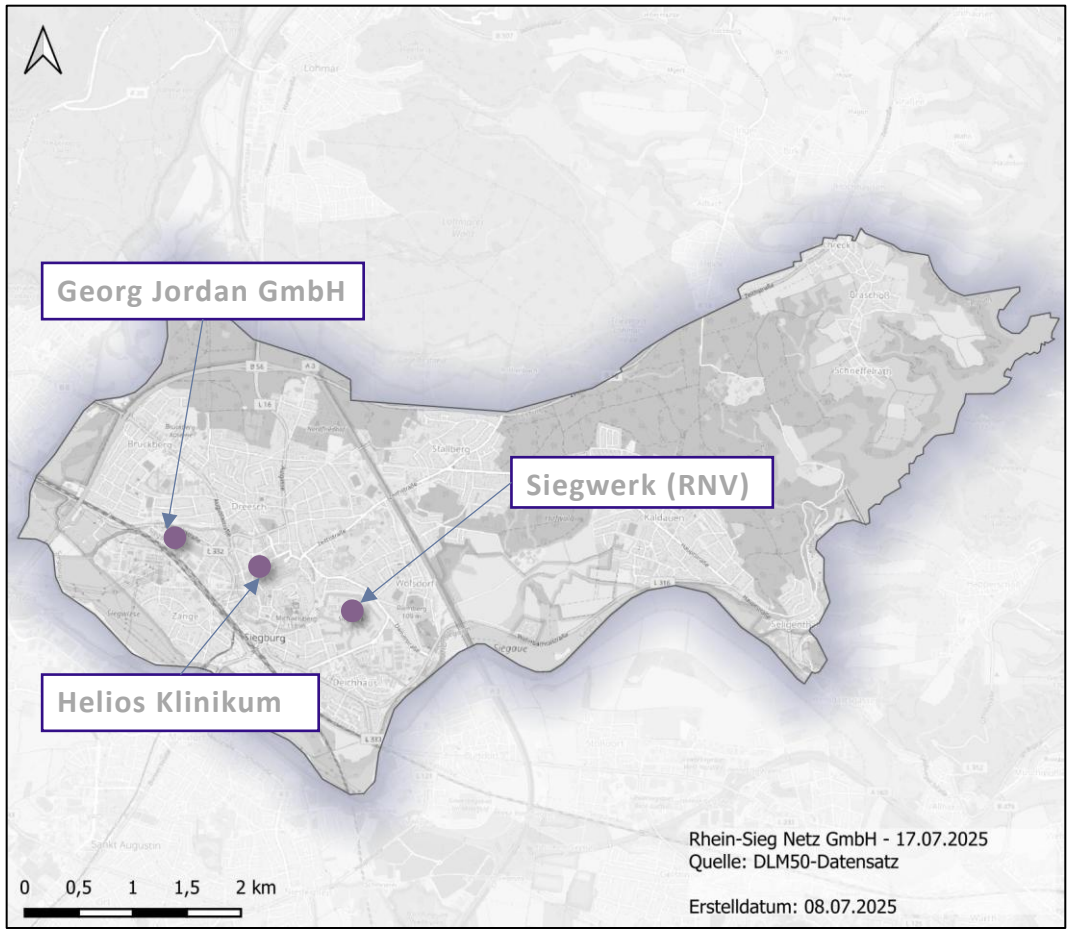
Vorteile

- Oft niedrige Wärmebezugskosten

✓ Potenzial quantitativ erhoben

Quelle: Handlungsleitfaden kommunale Wärmeplanung KEA-BW, Rechenzentren*: Werden ggf. im Rahmen von einer Detailanalyse eines ausgewählten Gebietes als Abwärmequelle betrachtet

Im Stadtgebiet gibt es mehrere Industriegebiete mit Abwärmepotenzialen – das Siegwerk ist der größte nutzbare Betrieb

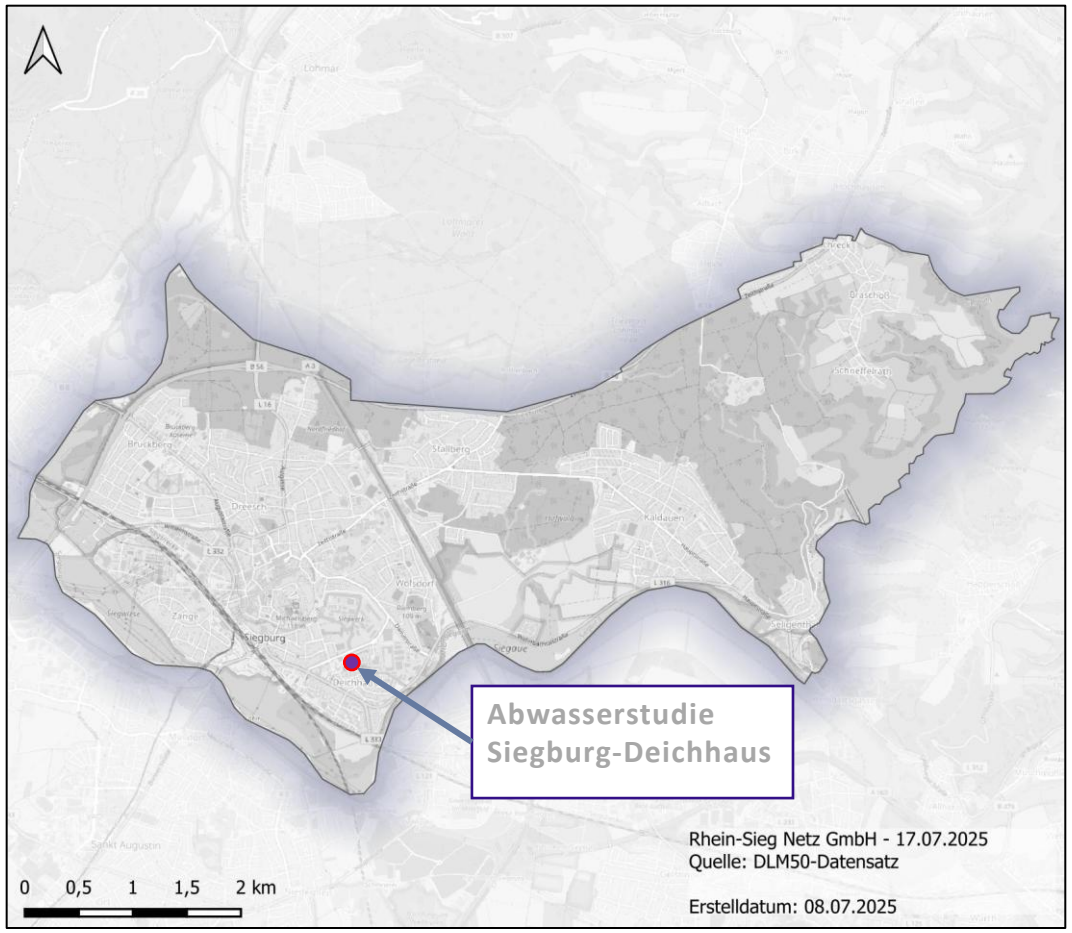


Ergebnis nach Befragung der Unternehmen

- Durch eine Befragung der Unternehmen in Siegburg wurde versucht ein Potenzial zur Nutzung von Abwärme zur Wärmeversorgung zu identifizieren
- **Insgesamt haben wir 3 positive Rückmeldungen erhalten**
- **Ergebnis:** Entstehende Abwärme kann größtenteils Teil intern genutzt werden. Eine externe Nutzung der Abwärme des Siegwerks muss in weiteren Untersuchungen geprüft werden. Die ersten Konkretisierungen finden noch während der Kommunalen Wärmeplanung statt.

Quelle: Abwärmefragebogen, Austausch Siegwerk

Studie zu Abwärme aus Abwasserkanälen zeigt lokales Potenzial in Deichhaus

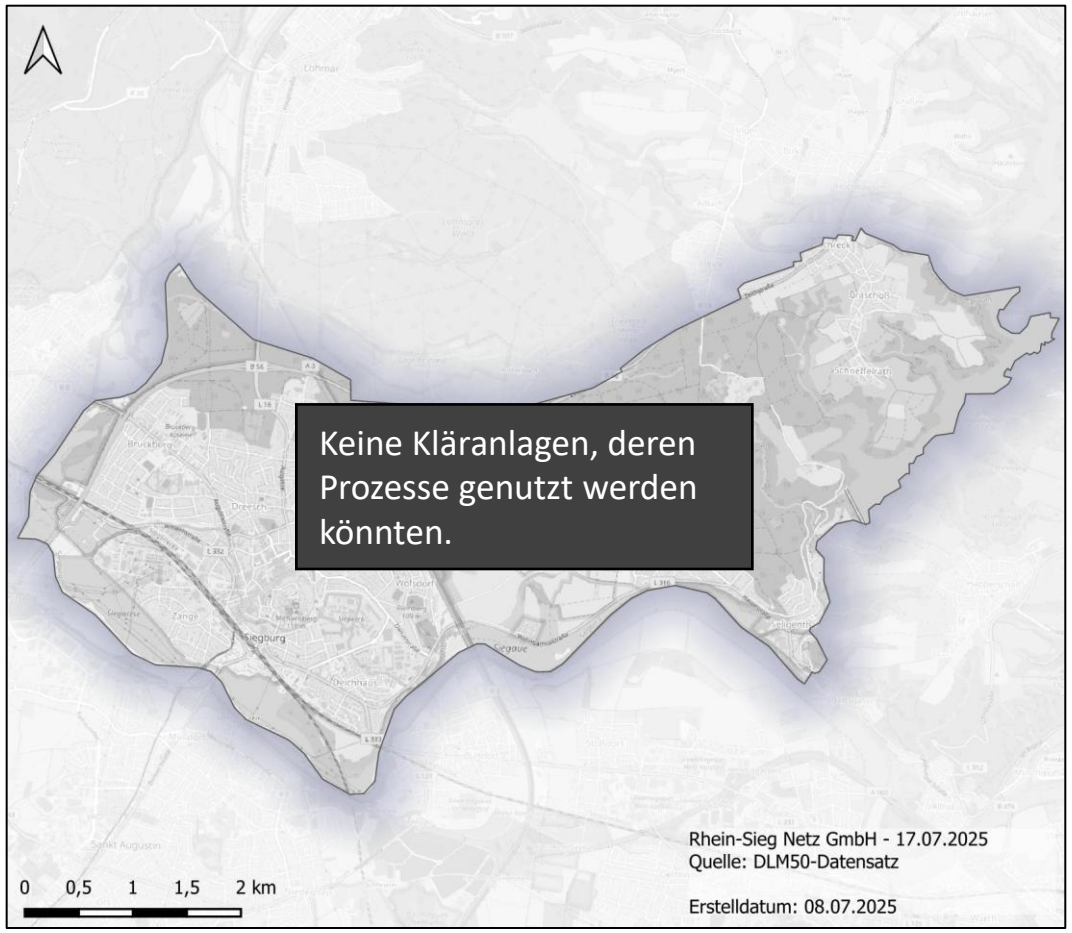


Ergebnis Abwasserkanäle

- Die dezentrale Nutzung der Temperaturniveaus der Abwasserkanäle erfordert eine Analyse des mittleren Trockenwetterabflusses (l/s) sowie eine Ausweisung der Durchmesser und Gefälle der Kanäle.
- Für die Abwassernutzung in den Abwasserkanälen sind die folgenden technischen Mindestkriterien zu beachten:
  - Mindestdurchmesser von 600 mm
  - Mindestvolumen von 10 -15 l/s
  - Berücksichtigung von thermischen Beruhigungsstrecken vor den chemisch-biologischen Kläranlagenprozessen
- Das Ingenieurbüro Krawinkel Ingenieure hat eine Studie zur Wärmenutzung aus Abwasser für einen Abwasserkanal an der Grundschule in Siegburg-Deichhaus durchgeführt
- Die Studie zeigt, dass eine durchschnittliche Entzugsleistung von **ca. 500 kW** aus dem Abwasserstrom in der Heizperiode bei hohen Volumenströmen von **40 l/s** vorliegt
- Dies entspricht einer **Wärmemenge von 1,485 GWh** im Zeitraum Dezember - März

Quelle: (1) Studie Abwärmepotenzial Abwasserkanäle Ingenieurbüro Krawinkel; (2) LANUK: Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW Kurzdokumentation: Abwasser Stand: 29.08.2025

In Siegburg gibt es keine Kläranlage auf dem Stadtgebiet, deren Ausläufe zur Abwärmenutzung genutzt werden könnten



Ergebnis Kläranlagen

- In Siegburg befindet sich kein Potenzial zur Abwärmenutzung in Kläranlagenprozessen
- Räumliche Nähe besteht zu Kläranlagen in Hennef und Sankt Augustin

Methodik

- Abwärmenutzung in den Ausläufen der Kläranlagen eignet sich vor allem, da hinter den Prozessen der Kläranlagen keine biologisch-chemischen Vorgaben und Temperaturvorgaben eingehalten werden müssen
- Annahme Abwärmepotenzial:
  - Die Wärmepumpe wird im Ablauf der Kläranlage installiert
  - Dem Wasser wird eine Temperatur von durchschnittlich Δ6 °C entzogen
  - Der Wirkungsgrad des Wärmetauschers liegt bei 80%
- Die Volllaststundenliegen im Bereich von 3.500 bis 8.000 h

Quelle: (1) LANUK: Potenzialstudie zur zukünftigen Wärmeversorgung in NRW Kurzdokumentation: Abwasser Stand: 29.08.2025; (2) Datensatz Abwasseranteile 2020

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Solarthermie wird dezentral für Warmwasser und zentral zur Einspeisung in Wärmenetze oder Speicher verwendet

STADTWERKE SIEGBURG

Kurzbeschreibung: Solarthermie

- Kollektorart: Röhrenkollektoren
- Nutzung der mittleren täglichen Globalstrahlung in Wh/m² je Monat (Globalstrahlungswerte für Rheinland-Pfalz: 1050 - 1100 kWh/m²/a)
- **Ertragswert der Module = 445 kWh/m²**
- Modulwirkungsgrad: 60 %

Freifläche

Dachfläche

Weitere Kennzahlen und Details

- Zusätzlich: Prüfung der Eignung einer Anlage zur Heizungsunterstützung bei einem Ertrag von ≥ 165 kWh/m² während der Heizperiode (Oktober – April) und einer Mindestfläche von 8 m²
- Zur Prüfung der Heizungsunterstützung wurde die mittlere Globalstrahlung in der Heizperiode in kWh/a*m² herangezogen
- Über die direkte Einstrahlung wird die Abschattung errechnet (Nordausrichtung, Bäume, usw.) - Stark abgeschattete Dachflächen werden als ungeeignete Bereiche aus der Berechnung heraus genommen
- Einstrahlungsanalyse anhand des mittleren Globalstrahlungswertes, der im 30-jährigen Mittel auf eine horizontale Fläche auftrifft (Quelle DWD)

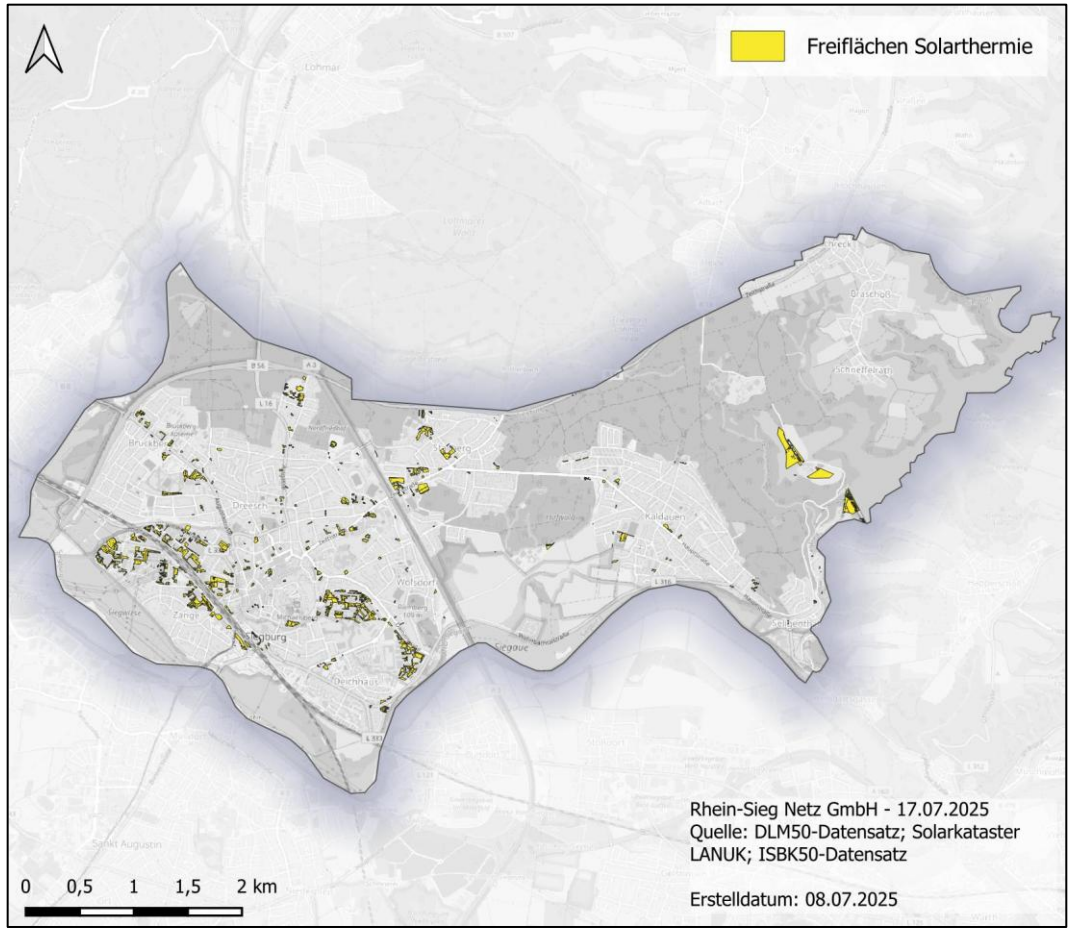
Detailliertere Informationen

- Bislang 45 solarthermische Großanlagen deutschlandweit
- Auf Acker-/Grünland oder Konversionsflächen installiert
- Einspeisung auch in Nah-/Fernwärmenetz sinnvoll (im Gegensatz zu DF-Solarthermie)
- Aktuell kann hiermit solare Wärme für 40-70 €/MWh ohne Förderung bereitgestellt werden
- Mit saisonalen Wärmespeichern auf Quartiersebene kombinierbar

Detailliertere Informationen

- Auf Flachdächer werden Solarmodule nach Süden mit 30° und nach Osten/Westen mit einer 10°-Neigung aufgeständert
- Bei Nicht-Flachdächern: Ausrichtung & Neigung der Dachfläche wird für Module übernommen
- Mindestgröße für Anlage: 4 m² zur Warmwasserbereitung, 8 m² bei Heizungsunterstützung

Die Flächen mit einer Nähe zu Siedlungsräumen sind vor allem für die Nutzung von Solarthermie zu betrachten



Ergebnis

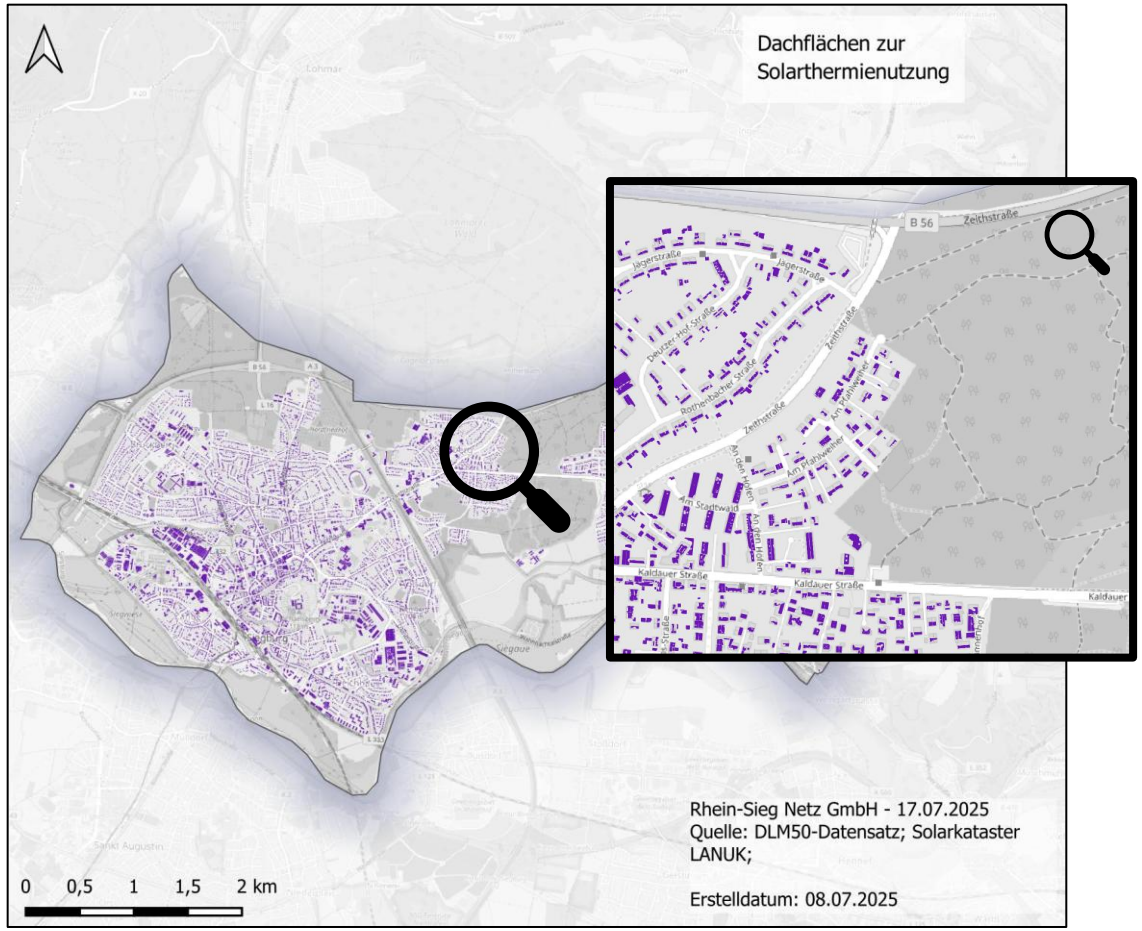
- Summe der Ausgangsfläche für die vorzugsweise Nutzung von Freiflächen-Solarthermie: **38,51 ha (0,39 km²)**
- **Solarthermie**: Es wird ein Ertrag von **445 kWh/m²** Kollektorfläche angenommen[1].
- **Potenzial Solarthermiefreifläche**: Das technische Potenzial liegt bei **171,41 GWh/a**

Methodik

- Ausgangsbasis für die Ermittlung potenziell nutzbarer Flächen ist die Suchflächenanalyse des LANUK für potenzielle Freiflächen
- Flächen mit Bodenwerten > 55, die gemäß LEP für landwirtschaftliche Zwecke genutzt werden, werden in der Betrachtung ausgeschlossen.
- Aufgrund der höheren spezifischen Erträge pro Fläche werden keine Mindestgrößen für die potenziell nutzbare Freiflächen definiert.
- Die Flächenkonkurrenz zur PV-Nutzung ist bei der Gegenüberstellung zu weiteren Potenzialen zu berücksichtigen.
- Die Freiflächen-Solarthermie profitiert aufgrund der hohen Kosten für den Transport und die Speicherung von Wärme von der Nähe zu potenziellen Abnehmern (<500 m zu Siedlungsräumen). Diese Flächen werden für die Betrachtung priorisiert.

Quelle 1: Technikkatalog Wärmeplanung im Auftrag des BMWK und BMWSB (06/2024)

Die Dachflächen in Siegburg weisen ein im Vergleich zur Freifläche ähnlich hohes Potenzial für Solarthermie auf



Aktueller Bestand an Solarthermie

- Die installierte Modulfläche beträgt aktuell **2.283 m²**
- Aktuell werden **0,913 GWh/a** Wärme über Solarthermie auf Dachflächen generiert

Ergebnis

- Die potenziell installierbare Modulfläche beträgt ca. **0,55 km²** auf den Dachflächen, bei einer theoretisch erzeugbaren Wärmemenge von **306 GWh/a**

Methodik

- Berücksichtigung des spezifischen Ertrages eines Flachkollektors mit 55% Wirkungsgrad in der Heizperiode
- Hochrechnung auf Basis der installierbaren Nettomodulfläche je Dachfläche im Betrachtungsgebiet

Quelle: LANUK Potenzialstudie 2022

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
→ Freiflächen
→ Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Die LANUK-Solarstudie erfasst PV-Potenziale auf Frei- und Dachflächen sehr detailliert

STADTWERKE SIEGBURG

Kurzbeschreibung: Photovoltaik (PV)

- PV-Module bestehen aus polykristallinem oder monokristallinem Silizium
- Wirkungsgrade von ca. 17-19 %
- Nennleistung: 170 WP - 190 WP pro m².
- Für 1 kWP werden somit ca. 5-6 m² Modulfläche benötigt

Freifläche

Dachfläche

Weitere Kennzahlen und Details

- Wirkungsgrad Solarzellen aus polykristallinem Silizium 15-20 % und Zellen aus monokristallinem Silizium 18-22 % - Im Mittel steigt der Wirkungsgrad um ca. 0,3 – 0,5 %-Punkte pro Jahr (Forschung aktuell: 47 %!)
- Zu erwartende mittlere Produktion an elektrischer Energie von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen: ca. 700-1.200 kWh pro kWP (NRW: ca. 1.080 kWh pro kWP) – solare Einstrahlung je nach Region unterschiedlich.
- Ausschluss von Bereichen, mit Minderung der direkten Strahlung > 10 % (Richtungsabhängiger Puffer wegen Verschattung durch Bäume & Gebäude: 10 m in alle Richtungen; zusätzlich in Richtung Westen, Osten und Norden 20 m Puffer)
- Korrekturfaktor für Flachdächer 0,456; für horizontales Gelände 0,4

Detailliertere Informationen

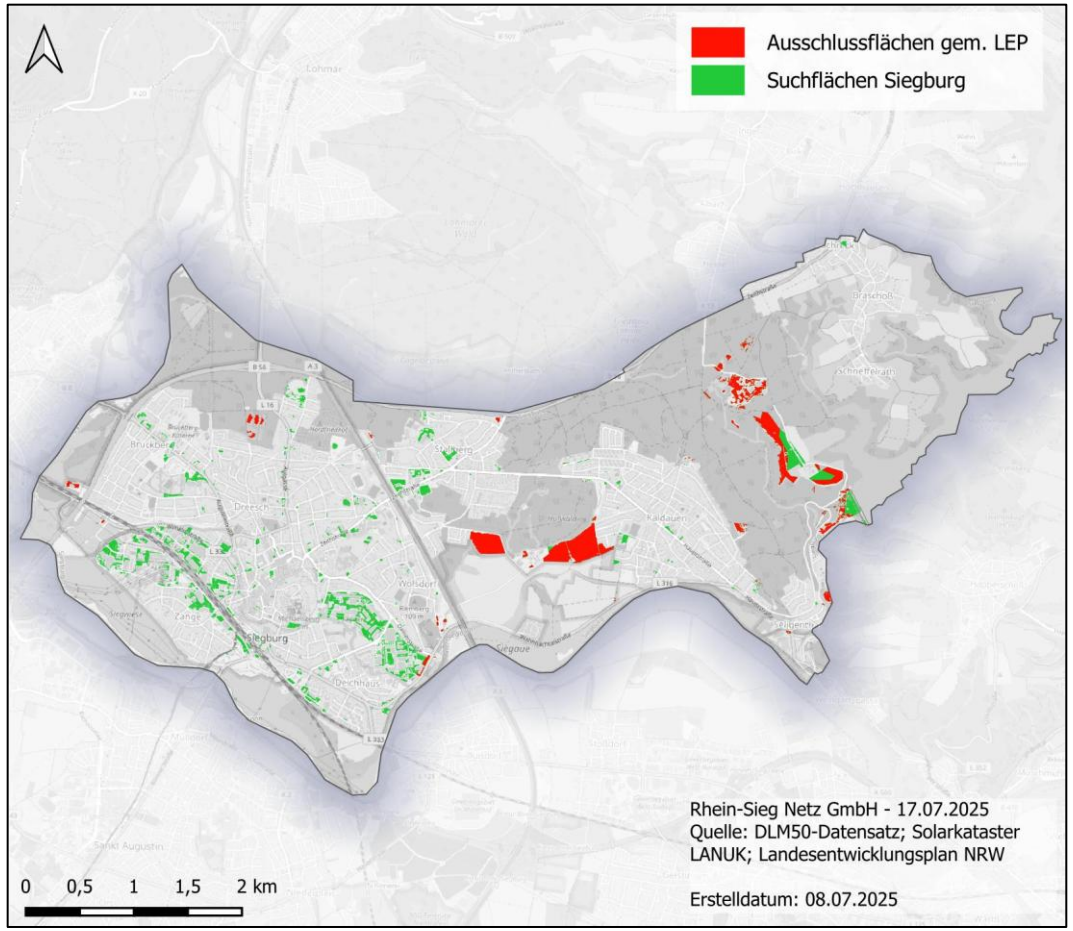
- Berücksichtigte Flächen nach EEG: Randstreifen an Autobahnen & Bahnstrecken, Deponien, Wirtschaftliche Konversionsflächen, …
- Ausschluss von PV-Anlagen in geschützten Naturräumen
- Ungeeignet: nicht in SW, S, SO-Richtung ausgerichtete und > 10° geneigte Flächen
- Mindestgröße: 0,5 ha in Ortslagen und 3 ha außerhalb

Detailliertere Informationen

- Dächer mit Neigungen < 10° wurden als Flachdächer eingestuft, auf denen die Solarmodule nach Süden mit 20°-Neigung aufgeständert werden
- Dächern mit > 10° Neigung: Ausrichtung & Neigung der Dachfläche wird für PV-Module übernommen
- Mindestgröße: 20 m²

Quelle: LANUK Solarstudie und Fraunhofer Faktoren zu PV (2024)

Für die Ermittlung der Freiflächenpotenziale (Solarthermie und Photovoltaik) wird die Freiflächenanalyse des LANUK verwendet



Ergebnis Freiflächen-PV

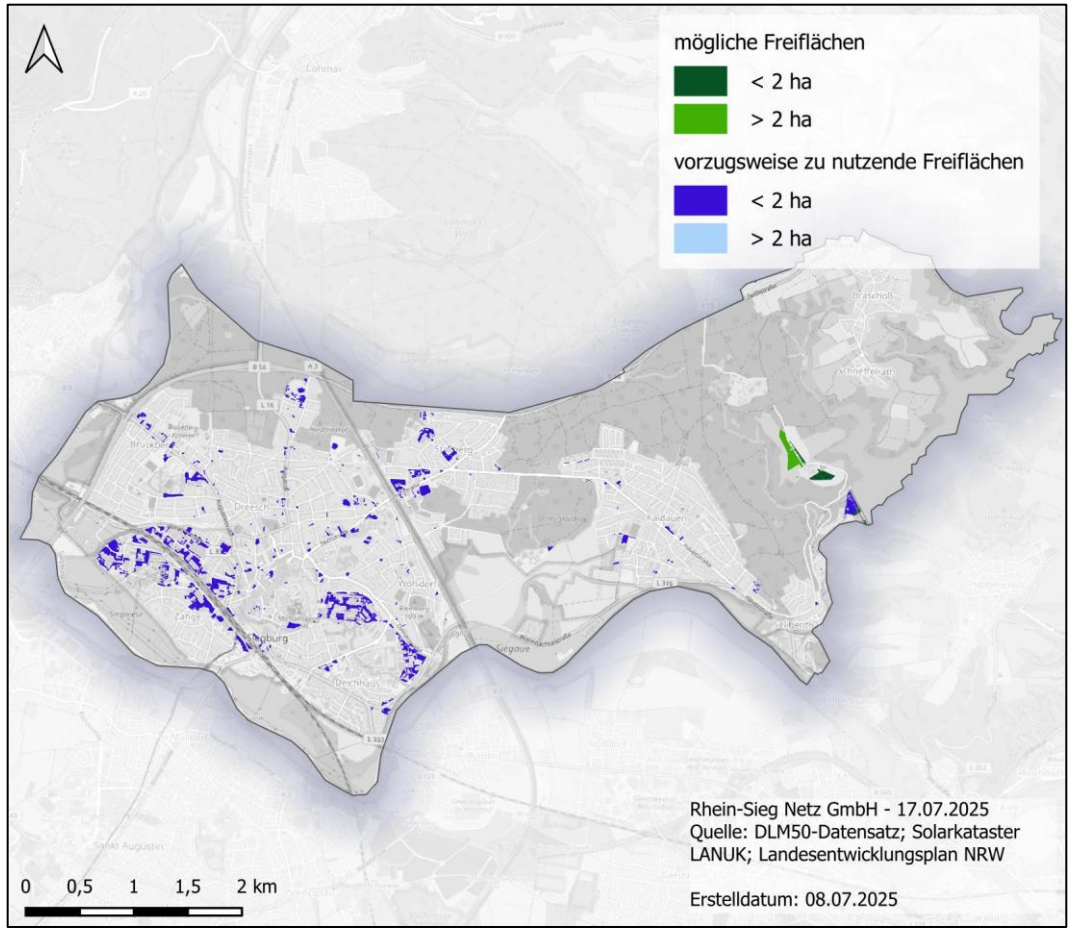
- Summe der Ausgangsfläche für die vorzugsweise Nutzung von Freiflächen-Photovoltaik: **43,79 ha (0,44 km²)**
- Photovoltaik: Es wird ein Ertrag von 90 kWh/m² Kollektorfläche angenommen[1].
- **Potenzial PV-Freifläche**: Das **theoretische** Potenzial liegt bei **39,6 GWh/a (wird im Folgenden weiter reduziert)**

Methodik

- Betrachtet wird die Fläche von Siegburg gemäß den Vorgaben des Landesentwickungsplans (LEP), der auf Landesebene die Möglichkeiten der Solarenergienutzung im Freiraum regelt.
- Das LANUK NRW definiert Suchräume in denen eine potenzielle Installation von Freiflächen-PV und -Solarthermie denkbar wäre. Davon werden Ausschlussgebiete (bspw. Waldbereiche und Bereiche zum Schutz der Natur) abgezogen.
- Die Flächenkonkurrenz zur PV-Nutzung ist bei der Gegenüberstellung zu weiteren Potenzialen zu berücksichtigen.

Quelle 1: Energy4Climate/Fraunhofer ISE „Leitfaden Agri-PV Fraunhofer ISE“

Für die Ermittlung der Freiflächenpotenziale (Solarthermie und Photovoltaik) wird die Freiflächenanalyse des LANUK verwendet



Ergebnis Freiflächen-PV

- Mögliche Flächen > 2ha : **2,524 ha (0,03 km²)**
- Mögliche Flächen < 2ha : **1,946 ha (0,02 km²)**
- Vorzugsweise zu nutzende Flächen > 2ha : **0 ha**
- Vorzugsweise zu nutzende Flächen < 2ha : **38,52 ha (0,39 km²)**
- **Gesamtfläche: 42,99 ha (0,43 km²)**
- **Photovoltaik**: Es wird ein Ertrag von **90 kWh/m²** Kollektorfläche für bodennahe Photovoltaik angenommen[1].
- **Potenzial PV-Freifläche**: Das **technische** Potenzial liegt bei **34,67 GWh/a**

Methodik

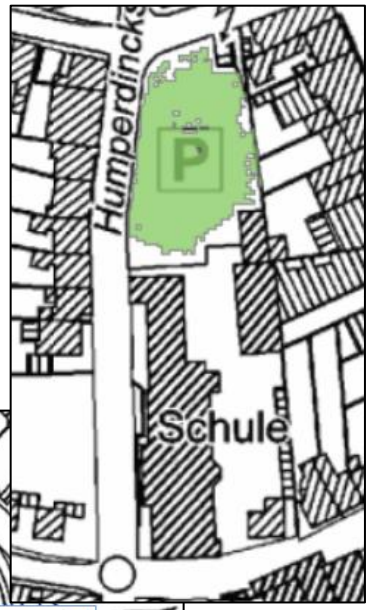
- Suchflächen werden auf die Flächen mit Bodenwerten < 55 reduziert, sodass immer bodennahe Freiflächenanlagen gemäß LEP installiert werden können.
- Aus wirtschaftlichen Gründen werden die Flächen in Flächen größer 2 ha und kleiner 2 ha unterteilt.
- Vorzugsweise Flächen heben sich durch Nähe zu Siedlungsbereichen und Verkehrswegen ab. Ebenso befinden sich die Flächen in potenziell nach dem EEG förderfähigen Bereichen.

Quelle 1: Technikkatalog Wärmeplanung im Auftrag des BMWK und BMWSB (06/2024); Quelle 2: Energy4Climate/Fraunhofer ISE „Leitfaden Agri-PV Fraunhofer ISE“

Die Parkplatz-PV-Studie von Solarea sollte genutzt werden, um die Potenziale einzelner Freiflächen zu konkretisieren

Oktopus

VHS/Humperdinckstraße



ICE Bahnhof 1 und 2
Konrad-Adenauer-Allee

Ergebnis Parkplatz-PV

→ Es kommen nach Berücksichtigung der unten beschriebenen Parameter fünf Parkplatzflächen für die Nutzung mittels PV in Frage:

Standort	Fläche / Verschattung	Stromertrag
ICE-Bahnhof 1	3.790,5 m² / 4,82%	848,54 kWh/m²*a
ICE-Bahnhof 2	813,4 m² / 0,37%	883,87 kWh/m²*a
Konrad-Adenauer-Allee 2	1.200,1 m² / 0,79%	912,65 kWh/m²*a
VHS/Humperdinckstraße	2.223,2 m² / 9,32%	793,82 kWh/m²*a
Oktopus	1.921,9 m² / 5,69%	773,31 kWh/m²*a

Methodik Solarea Parkplatz-PV-Studie

→ Im Rahmen einer Studie aus dem Jahr 2024 wurden Parkplatz-PV-Potenziale ermittelt. Diese sind Teil der Betrachtung der vorzugsweisen zu nutzenden Flächen.

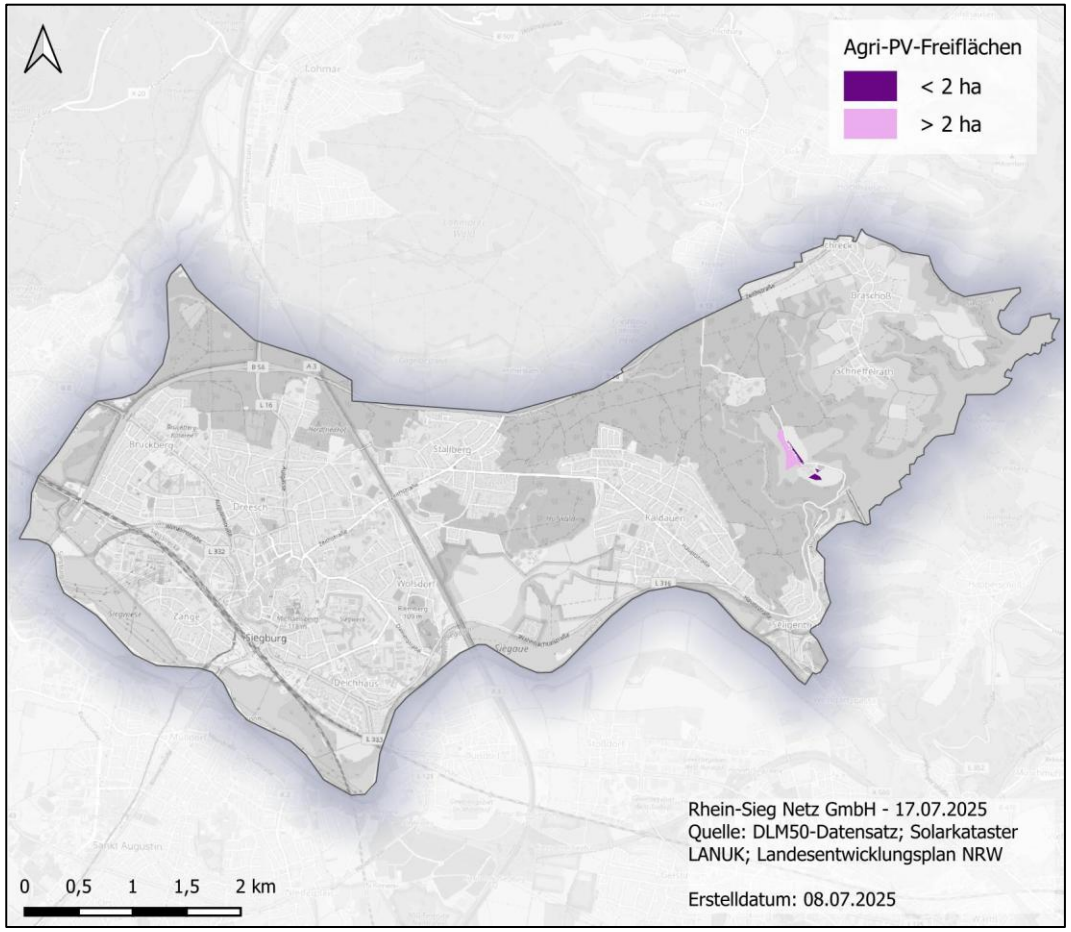
→ Die Studie konzentriert sich auf Basis parkplatzspezifischer Parameter, die die Wirtschaftlichkeit von potenziellen PV-Anlagen begünstigen:

→Fläche > 800 m²; Berücksichtigung von Verschattungen; Denkmalschutz

→ Zusätzlich konnten in der Studie im engen Austausch mit der Stadt einzelne Parkplatzflächen bereits ausgeschlossen werden

Quelle: Solarea-Studie „Potenzialanalysen für Photovoltaikanlagen über Parkplätzen in der Stadt Siegburg“ (2024)

Für die Ermittlung der Freiflächenpotenziale (Solarthermie und Photovoltaik) wird die Freiflächenanalyse des LANUK verwendet



Ergebnis Agri-PV

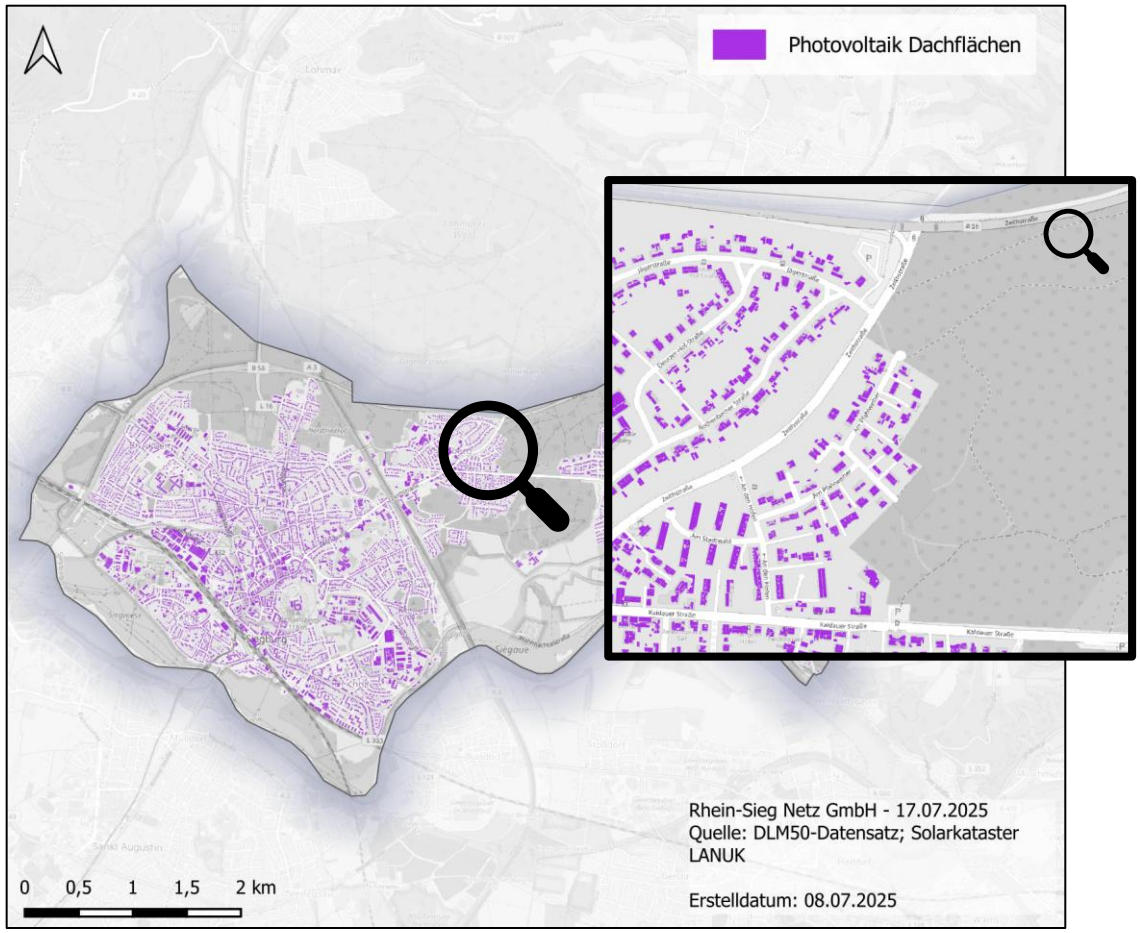
- Agri-PV Flächen > 2ha : **2,524 ha (0,03 km²)**
- Agri-PV Flächen < 2ha : **0,823 ha (0,01 km²)**
- **Gesamtfläche: 3,347 ha (0,03 km²)**
- Bodennahe Agri-PV-Anlagen werden mit 250 bis 430 kWp/ha dimensioniert[1] → **Erträge von 34 kWh/m²**
- Hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen werden mit 500 bis 800 kWp/ha dimensioniert[1] → **Erträge von 65 kWh/m²**
- **Potenzial Agri-Freifläche**: Das **technische** Potenzial liegt bei **1,14 bzw. 2,176 GWh/a**

Methodik

- Die Pflicht zur Umsetzung von Agri-PV bezieht sich auf raumbedeutsame Flächen (Flächen > 10 ha); auf Flächen zwischen 2 und 10 ha ist eine einzelne Prüfung notwendig.
- Aufgrund der Bodennutzung sollte unabhängig der Grenze die Bodennutzung diskutiert werden.

Quelle 1: Energy4Climate/Fraunhofer ISE „Leitfaden Agri-PV Fraunhofer ISE“

Das ungenutzte PV-Potenzial der Dachanlagen ist das ca. 10-Fache des aktuell installierten PV-Bestandes



Ergebnis Aufdach-PV

→ Die potenziell installierbare Modulfläche beträgt ca. **0,84 km²** auf den Dachflächen, bei einer theoretisch erzeugbaren Strommenge von **113 GWh/a**

Aktueller Bestand an Photovoltaik

→ Aktuell nutzen 1.606 Standorte (Dach- und Steckersolar) bereits Photovoltaik und haben eine elektrische Leistung von **15,037 MWp** installiert.

→ Bei circa 900 Volllaststunden werden **13,56** GWh/a elektrische Energie erzeugt.

Methodik

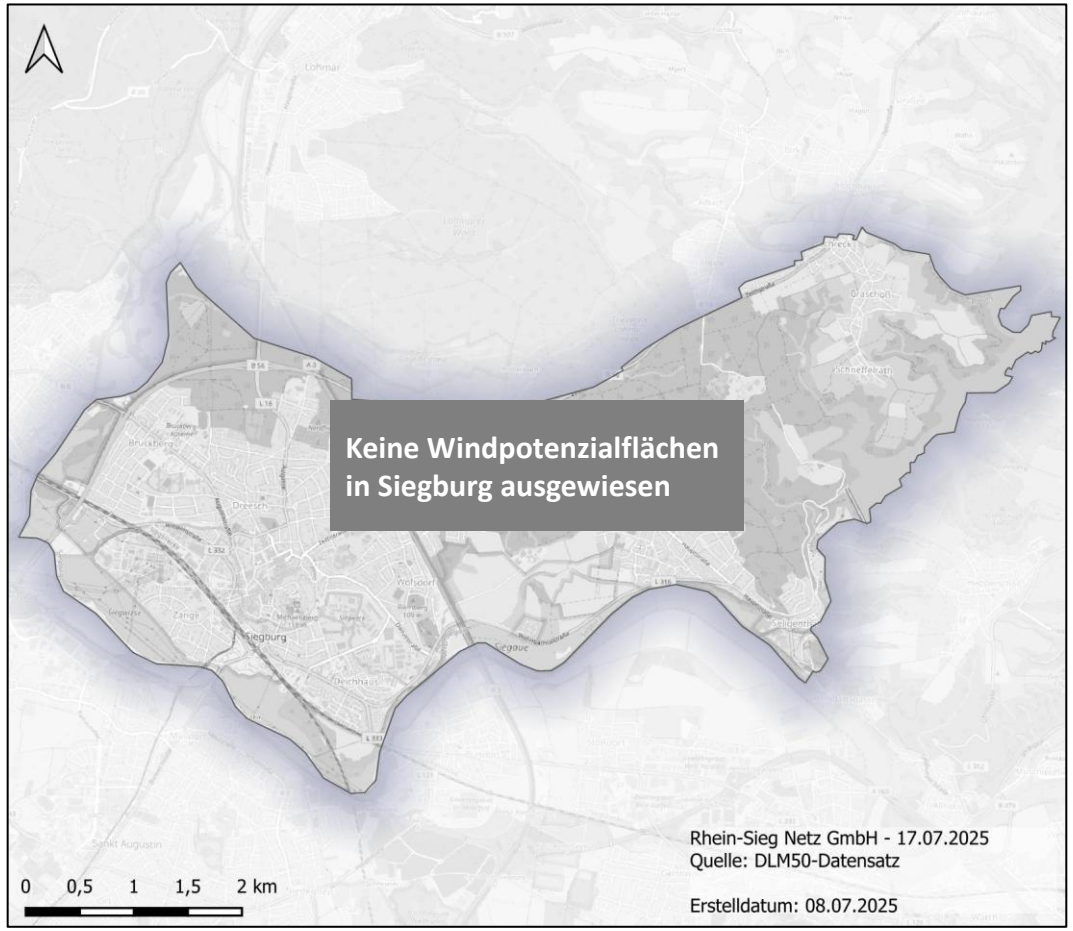
→ Berücksichtigung des spezifischen Ertrages eines Photovoltaikmoduls mit 21,7% Wirkungsgrad mit einer Größe von 1,84 m²

→ Dachflächen mit einer Verschattung > 20% werden nicht berücksichtigt

→ Hochrechnung auf Basis der installierbaren Nettomodulfläche je Dachfläche im Betrachtungsgebiet

Quelle: LANUK Potenzialstudie 2025; LANUK Solarkataster

Für die Nutzung von Windenergie bestehen keine Potenzialflächen in dem Stadtgebiet Siegburg



Bewertung des Wind-Freiflächen-Potenzials

- Der Energieatlas NRW weist für Siegburg keine Windpotenzialflächen aus.
- Es sind keine Bestandsanlagen auf dem Stadtgebiet vorhanden.

Quellen: LANUK Potenzialstudie Windenergie NRW

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

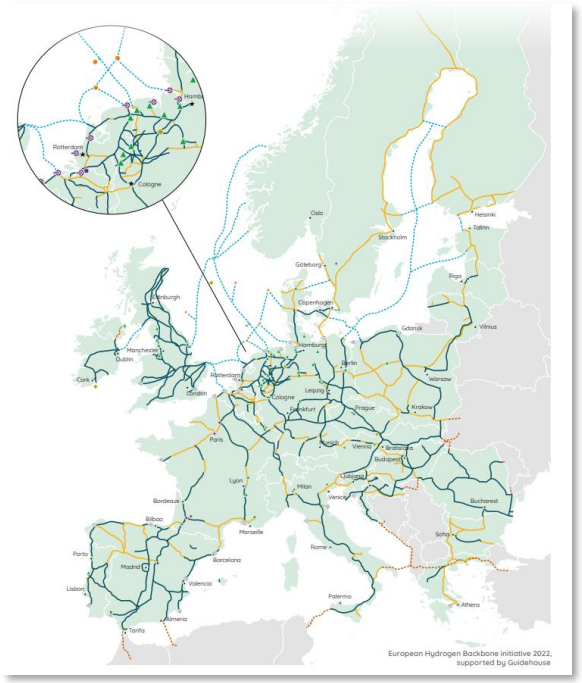
Eine H_2-Infrastruktur wird derzeit auf europäischer und bundesdeutscher Ebene entwickelt

International

Europäisches H_2-Netz

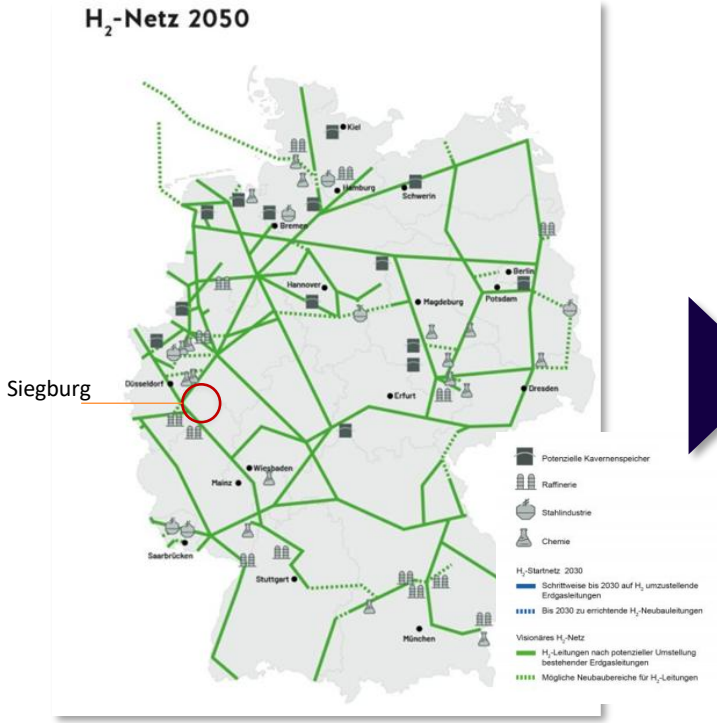
Umstellbare Erdgasleitungen

H_2-Neubau-Leitungen



National

Deutsches H_2-Netz



Regional

Stadt Siegburg

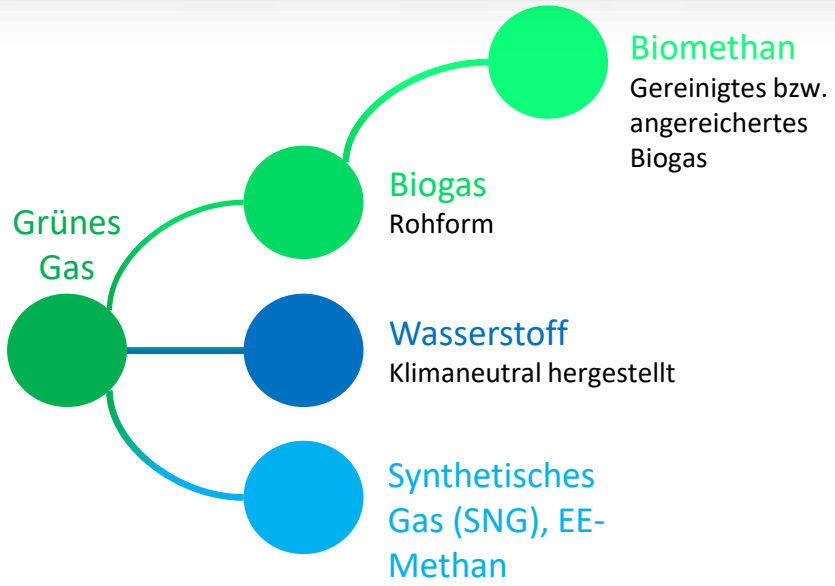
Bewertung für Siegburg

- Keine dezentralen Einspeisebegehren bekannt
- H_2-Kernnetz ab 2032 seitens vorgelagertem Netzbetreiber geplant
- Anbindung an das H_2-Netz theoretisch umsetzbar, da Stadtgebiet von der geplanten Wasserstoffleitung geschnitten wird
- Interesse des größten Industriekunden liegt nicht vor (fehlender Ankerkunde)
- **Eine Nutzung in Haushalten wird aufgrund hoher Kosten und mangelnder Verfügbarkeit nicht prognostiziert**

Quellen: https://gasforclimate2050.eu/ ; https://fnb-gas.de ; https://H2vorort.de

Der Einsatz von grünen Gasen ist grundsätzlich möglich, jedoch ist die Wahrscheinlichkeit einer Nutzung in der Wärme aus aktueller Sicht gering

Grünes Gas ist ein Sammelbegriff für klimaneutral hergestellte Gase (vor allem H2, Biomethan und synthetisches Gas (SNG))



Biomethan

- Biogas wird aktuell meist direkt in BHKWs verstromt (→ Abwärme nutzen)
- Aktuell keine Biomethaneinspeiseanlagen vorhanden oder geplant aufgrund der mangelnden wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit

Wasserstoff

- Knappe Verfügbarkeit und hohe Preise → primär für Industrieanwendungen und Stromerzeugung vorgesehen
- Keine Bedarfsmeldung aus der Industrie → dann könnte abschnittsweise eine Anbindung notwendig werden
- Keine Planung zur regionalen Stromerzeugung über PtX-Technologien

Synthetisches Gas

- Herstellung von synthetischem Methan mithilfe von klimaneutralem H2 und CO2 (aus Biomasseprozessen)
- Verbrennungstechnisch „wie Erdgas“ – kein Anpassungsaufwand an den Endgeräten
- Ähnliche Restriktionen wie bei Wasserstoff bzw. Biomethan

Einordnung für KWP

- Verteilung über das bestehende Gasnetz wäre grds. technisch möglich, allerdings ist großflächige Verfügbarkeit für den Wärmesektor fraglich
- Keine Verfügbarkeit für den Haushaltssektor, Begrenzung auf Industrie, geringfügige Verfügbarkeit ab 2045 (zur Deckung des Gasanteils von Gashybridheizungen, alternativ: Elektrifizierung, Effizienzsteigerung, Erwärmung…)

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse
- Nachwachsende Rohstoffe
- Organische Abfälle
- Klärgas aus Kläranlagen
- Biogas aus Biogasanlagen

✓

Geothermie
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie

✓

Umweltwärme
- Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse)
- Luft

✓

Abwärme
- Industrie & GHD
- Höchstleistungs-rechenzentren
- Abwasser
- Thermische Abfallverwertung
- Trinkwasser
- Anlagen zur Stromerzeugung
- Power-to-X ✓

Solarthermie
- Freiflächen
- Dachflächen

✓

EE-Strom
- Freiflächen-PV
- Dachflächen-PV
- Windenergie
- Wasserkraft

✓

Grüne Gase
- H2-Kernnetz
- Importe von Wasserstoff
- Infrastrukturnetz Wasserstoff
- HKWs

✓

Speicher
- Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen

✓

Sanierungspotenzial
- Vollsanierung[1] gilt als 100% saniert
- Teilsaniert[2] gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Eine Form der saisonalen Wärmespeicherung ist die Speicherung von erhitztem Wasser in abgeschlossenen Volumina

STADTWERKE SIEGBURG

Kurzbeschreibung:

→ Meist **> 1.000 m³ groß**, um die **Wärmeverluste durch die Oberfläche im Vergleich zur im Volumen gespeicherten Energiemenge zu minimieren** (entspricht ca. Wasserinhalt eines typischen 25m-Schwimmbeckens)

→ Durch **Skaleneffekte kostengünstiger** als einzelne Speicher in Einfamilienhäusern

Erdbeckenspeicher

Behälterspeicher

Weitere Informationen:

Erdbeckenspeicher:

5-15 m tief in den Untergrund eingegraben, eher flach und weisen eine große Oberfläche auf

Größen **> 200.000 m³** bereits in Dänemark realisiert

Unterscheidung in **Deutsche** (Dach des Speichers tragend & nutzbar) und **Dänische Bauform** (Dach des Speichers nicht tragend & nicht nutzbar)

Behälterspeicher:

In Ober- oder Untergrund integrierte Stahlbetonbehälter mit Volumen von **bis zu 230.000 m³**

Schichtbeladung innerhalb des Speichers zur Minimierung von Wärmeverlusten (weniger Durchmischung der Temperaturschichten)

Details:

Wärmedichte: 30-60 kWh/m³

→ Speichermedium meist Wasser-(Kies)-Gemisch je nach Leistung/ absoluter Speichermenge

→ Temperaturen bis **ca. 80 °C**

→ **Direkte/indirekte Beladung möglich**

→ **Einfach & Kostengünstig*: ca. 30-250 €/m³**

→ Sehr große Speichervolumen wurden in Dänemark **sogar ohne Wärmedämmung** realisiert

Details:

Wärmedichte: 40-80 kWh/m³

Teils mit **höheren Drücken** um **Speichertemperaturen von ca. 120 °C** zu erreichen

Drucklos bis ca. 95 °C

Geringe Trägheit, sehr leistungsfähig

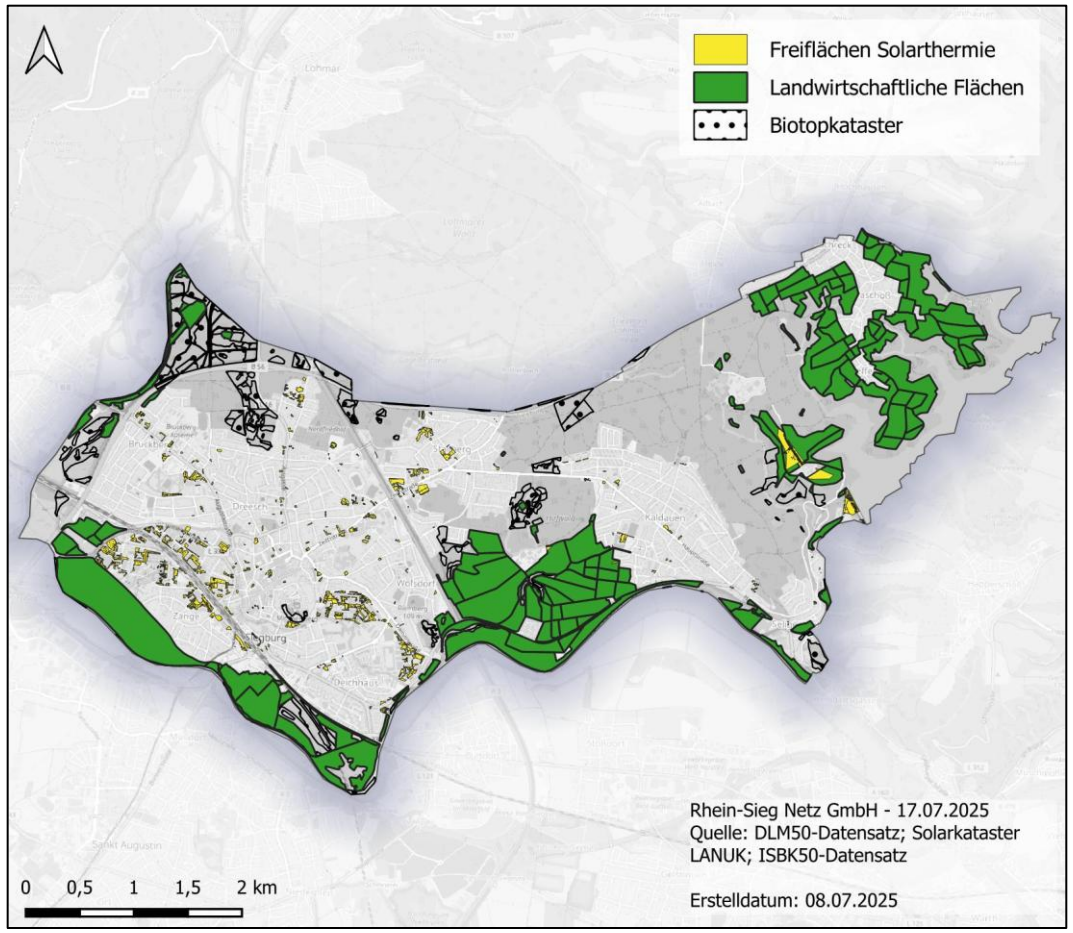
Möglichst kein Grundwasser bei unterirdischer Installation

Kosten bei Atmosphärendruck: **300-700 €/m³**, bei Druckspeichern: **800-1200 €/m³**

*im Vergleich zu Behälterspeichern

Quelle: Website Saisonalspeicher.de, DLR, Kraft [2015], Solarthermalworld.org

Für Wärmespeichertechnologien wie bspw. Erdbeckenspeicher können die Freiflächen für Solarthermie genutzt werden



Ergebnis:

- Um die Siedlungsgebiete befinden sich teilweise große landwirtschaftliche Flächen (4,52 km²), auf denen zusätzlich zu den Freiflächen für Solarthermie (0,38 km²) die Errichtung von Speichern aus technischer Sicht umsetzbar wäre.
- Eine Quantifizierung des technischen Potenzials ergibt an der Stelle keinen Sinn, da die zu speichernde Wärmemenge pro m² von der Technologie abhängt.

Methodik:

- Die Flächen werden nicht durch umweltrechtliche Einschränkungen betroffen.
- Die Flächen haben eine Nähe zu Siedlungsbereichen von mindestens 500m, sodass eine Nähe zur Abnahme sichergestellt werden kann.
- Bodenrichtwerte > 55 sind Ausschlussflächen, die ebenfalls nicht in als potenzielle Speicherflächen herangezogen werden sollten.

Mithilfe von GIS-Analysen werden die technischen Potenziale erschließbarer Quellen konkretisiert

STADTWERKE SIEGBURG

Biomasse	Geothermie	Umweltwärme	Abwärme	Solarthermie	EE-Strom	Grüne Gase	Speicher
▪ Nachwachsende Rohstoffe ▪ Organische Abfälle ▪ Klärgas aus Kläranlagen ▪ Biogas aus Biogasanlagen ✓	▪ Oberflächennahe Geothermie ▪ Tiefe Geothermie ✓	▪ Oberflächen-gewässer (Seen & Flüsse) ▪ Luft ✓	▪ Industrie & GHD ▪ Höchstleistungs-rechenzentren ▪ Abwasser ▪ Thermische Abfallverwertung ▪ Trinkwasser ▪ Anlagen zur Stromerzeugung ▪ Power-to-X ✓	▪ Freiflächen ▪ Dachflächen ✓	▪ Freiflächen-PV ▪ Dachflächen-PV ▪ Windenergie ▪ Wasserkraft ✓	▪ H2-Kernnetz ▪ Importe von Wasserstoff ▪ Infrastrukturnetz Wasserstoff ▪ HKWs ✓	▪ Zentrale und dezentrale Speicher-lösungen ✓

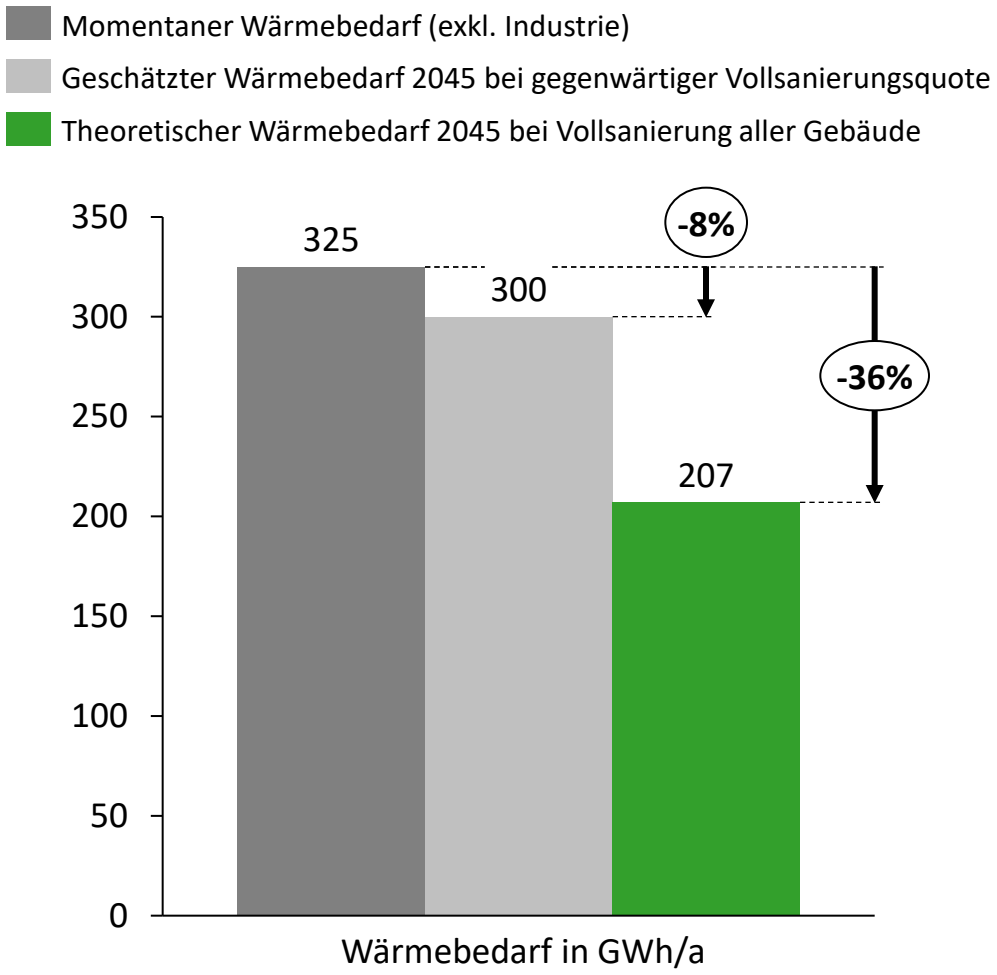
Sanierungspotenzial

- Vollsanierung1 gilt als 100% saniert
- Teilsaniert2 gilt als 50% saniert
- Unsaniert gilt als 0% saniert

✓

1) Dach, Keller, Fenster und Fassade, 2) Dach und Keller

Der Räumwärmebedarf der Stadt Siegburg könnte maximal durch Sanierungsmaßnahmen um bis zu 36 % reduziert werden



Ergebnis:

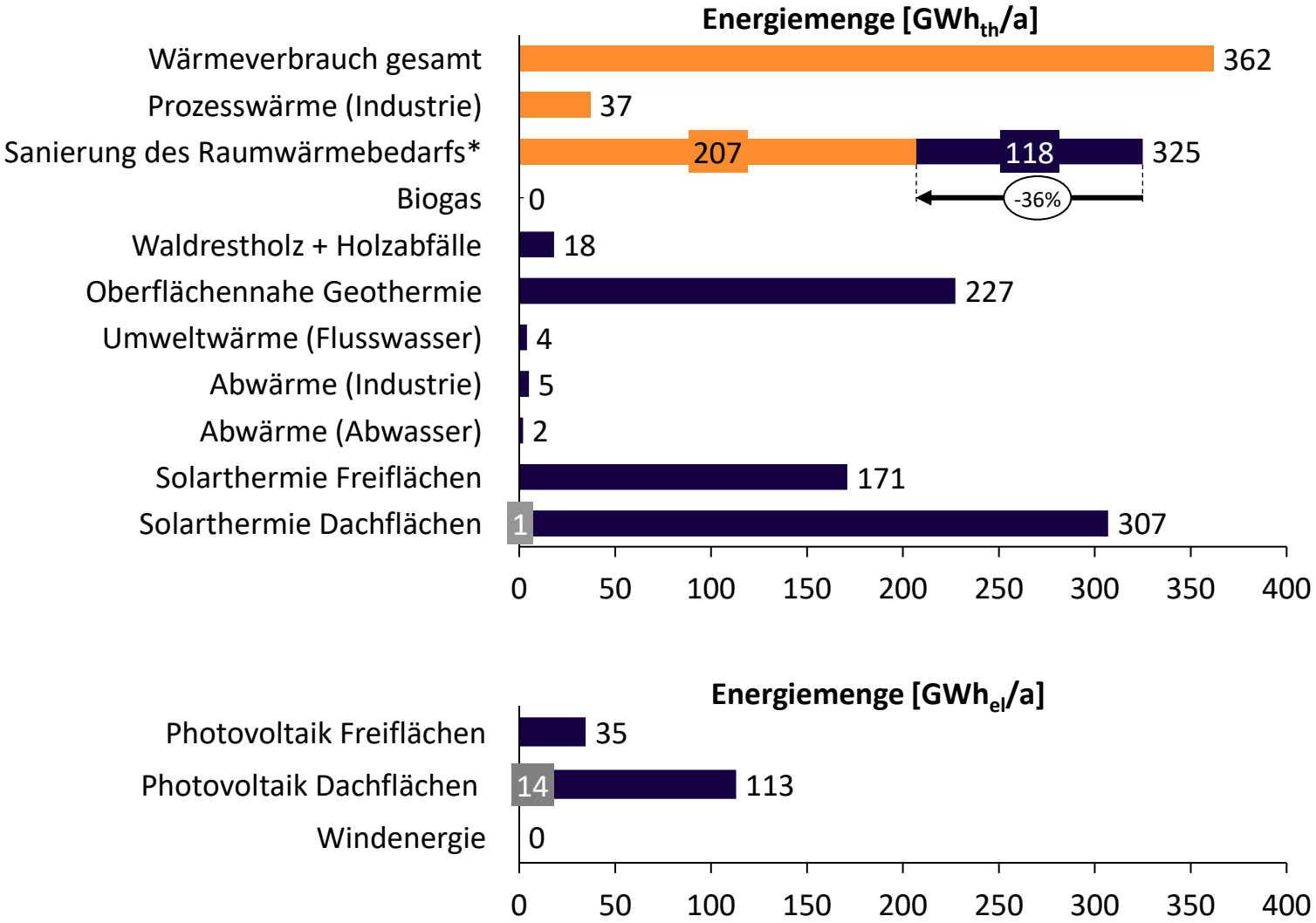
- Insgesamt könnte der Wärmeverbrauch der Stadt Siegburg durch Vollsanierung aller un- oder teilsanierten Gebäude **um maximal 36 % gesenkt** werden. Sollte dies bis 2045 umgesetzt werden, entspräche dies einer **durchschnittlichen Vollsanierungsquote von 3,3 % p.a.**.
- **Die Praxis zeigt, dass solche Sanierungsquoten nicht erreicht werden:** Die Vollsanierungsquote für energetische Sanierungen im Jahr **2024** betrug nur **0,69 %** (Tendenz sinkend*), der Wärmebedarf würde damit um ca. 8 % sinken. **Für einen Anstieg der Sanierungsquoten sind offenbar weitere Fördermittel oder geringere Sanierungskosten erforderlich.**
- Die **realistische Sanierungsrate** wird später im Rahmen des Zielszenarios auf Grundlage verschiedener Faktoren, u.a. gebäudescharfer Vollkostenrechnung, ermittelt.

Methodik:

- Zur Ermittlung des Sanierungspotenzials wird eine Vollsanierung aller momentan un- sowie teilsanierten Gebäude unterstellt.
- Betrachtet werden alle beheizten Gebäude, außer in der Bestandsanalyse identifizierte Industriegebäude (Prozesswärmeverbräuche werden mangels genauerer Informationen als konstant angenommen; sowohl Effizienzsteigerung als auch Produktionsausbau möglich).
- Vom derzeitigen Wärmebedarf der Gebäude wird pauschal ein Anteil von 15 % zur Warmwasserbereitung in Abzug gebracht, da dieser durch Sanierungsmaßnahmen nicht reduziert werden kann.
- Anschließend wird abhängig von der spez. Gebäudetypologie (gemäß IWU TABULA) und des Wärmebedarfs die Wärmebedarfsreduktion je Gebäude berechnet.
- Bei der Berechnung der Vollsanierungsquote gehen unsanierte Gebäude zu 100 %, teilsanierte Gebäude zu 50 % in die Berechnung ein.

* Quelle: BuVEG (Bundesverband energieeffiziente Gebäudehülle e.V.)

Solarthermie ist das größte Potenzial in Siegburg (allerdings nicht ganzjährig verfügbar)



Fazit

- Für die dezentrale Versorgung eignet sich am meisten das Potenzial der **Auf-Dach-Solarthermieanlagen**, wobei hier eine **ganzjährige Nutzung** unterstellt wird (erfordert den Einsatz von Wärmespeichern)
- Gefolgt von **Erdwärmesonden (oberflächennaher Geothermie)** in Kombination mit einer **Sole-Wasser-Wärmepumpe** zur weiteren Temperaturanhebung
- Zur zentralen Versorgung über Wärmenetze könnte sich ebenfalls das Potenzial der **Freiflächen-Solarthermie**, aber auch **oberflächennaher Geothermie** in Kombination mit **saisonalen Speichern** eignen oder die lokale Versorgung über **Abwärme** aus **Industrie** und **Abwasserleitungen**.
- Die **regionale Biomasse** aus Waldrestholz und Holzabfällen kann hierbei zur **Spitzenlastdeckung** eingesetzt werden.
- Das Potenzial für **Luft-Wärmepumpen** ist technisch gesehen **unbegrenzt**.
- Für alle eingesetzten Wärmepumpen werden **erneuerbare Energien** benötigt. Auch hier kann die Nutzbarkeit über Batteriespeicher erhöht werden.
- Die einzelnen Potenziale stehen teilweise in **Flächenkonkurrenz** zueinander.

Verfügbares Potenzial | Bereits genutzt | Wärmeverbrauch

*gilt für Haushalte, kommunale Liegenschaften und GHD

Aus der Potenzialanalyse lassen sich vier Kernerkenntnisse ableiten

STADTWERKE SIEGBURG

1 Das höchste technische Potenzial bietet die Nutzung von Solarthermie auf Dach- und Freiflächen, welches jedoch an eine Wärmespeicherung gebunden ist.

2 Der Raumwärmebedarf kann durch Gebäudesanierung maximal um ein Drittel reduziert werden.

3 Die Nutzung von Abwärme im Siegwerk und im Abwassernetz sollte im nächsten Schritt detaillierter geprüft werden.

4 Das hohe Potenzial der oberflächennahen Geothermie ist ein interessanter Faktor bei der zentralen oder dezentralen Versorgung mit Wärmepumpen.

STADTWERKE SIEGBURG

Herzlichen Dank für Ihr Interesse an der kommunalen Wärmeplanung.