

Kommunale Wärmeplanung Besigheim

16.01.2024

Präsentation Potenzialanalyse

M.Sc. Tobias Nusser | B.Eng. Sven Dietterle |
M.Sc. Shubham Sharma

Ingenieure aus Leidenschaft



Bild: Stadt Besigheim

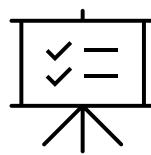
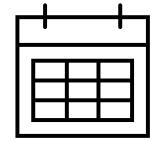
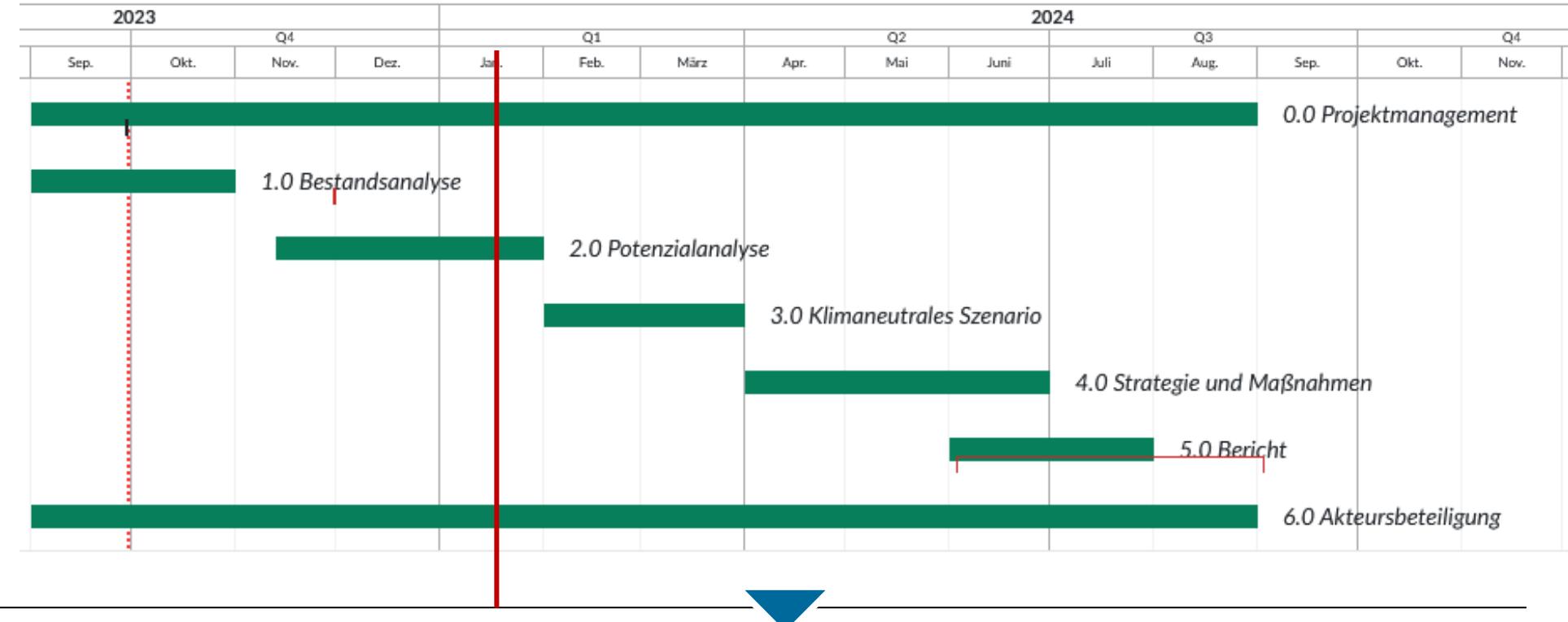
Inhaltsverzeichnis

- Allgemeines
- Potenzialanalyse Gebäudeenergieeffizienz
- Potenzialanalyse Erneuerbare Energien



Allgemeines

Aktueller Stand



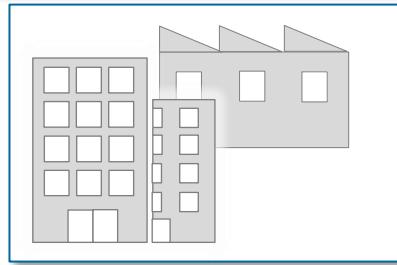
- Bestandsanalyse abgeschlossen
- Potenzialanalyse in Bearbeitung



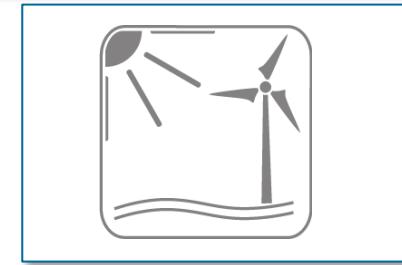
Weiteres Vorgehen:

- Potenzialanalyse fertigstellen
- Start Zielfoto

Bestandsanalyse
inkl. THG-Bilanz



Potenzialanalyse



Zielszenarien



Handlungsstrategien
/ Maßnahmenkatalog



Öffentlichkeitsbeteiligung

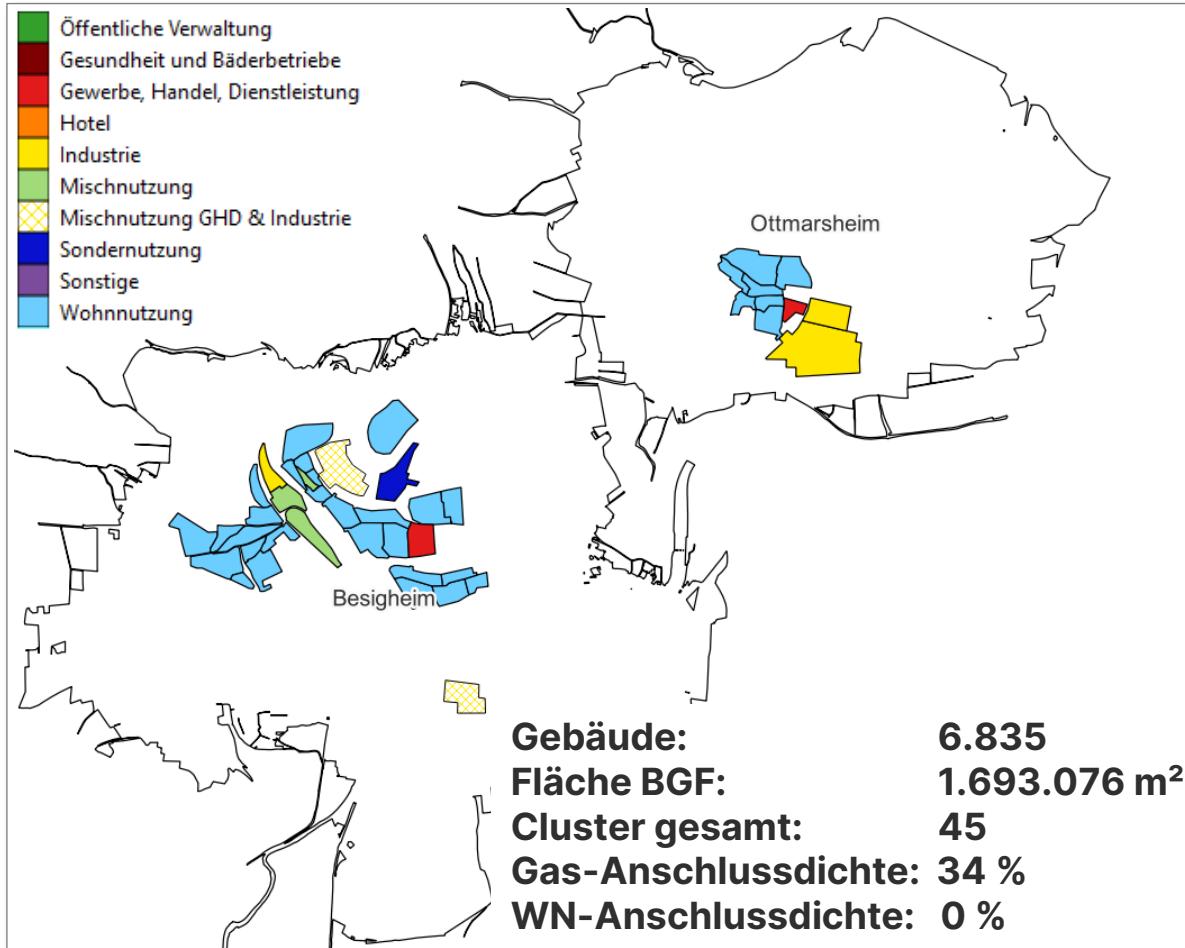
Bestandsanalyse

Überblick



Gebäude, Energieinfrastruktur

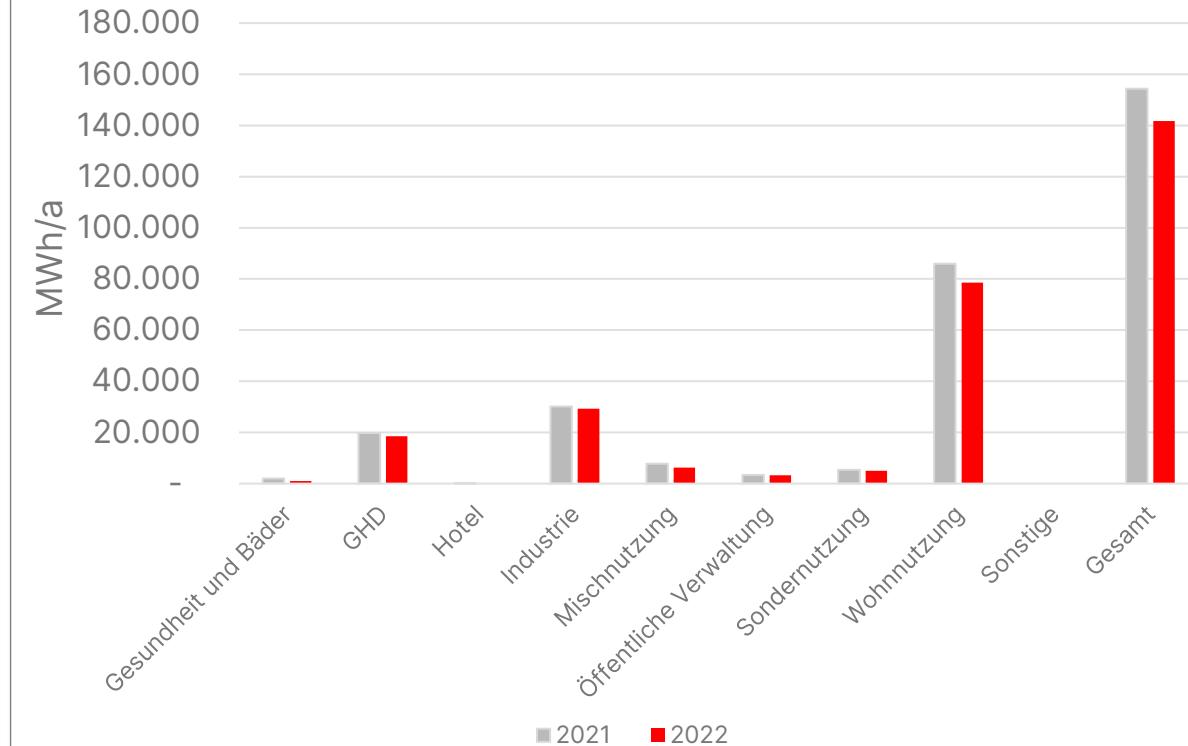
QGIS®
trademark



Endenergiebedarf Wärme

Kennwerte

Wärmebedarf pro EW	11 MWh/EW (ges. 146,7 GWh)
CO ₂ -Emissionen pro EW	2,8 t/EW (ges. 35.500 tCO2-äq)
Wärmebedarf pro m ² Wohnen	165 kWh/m ²



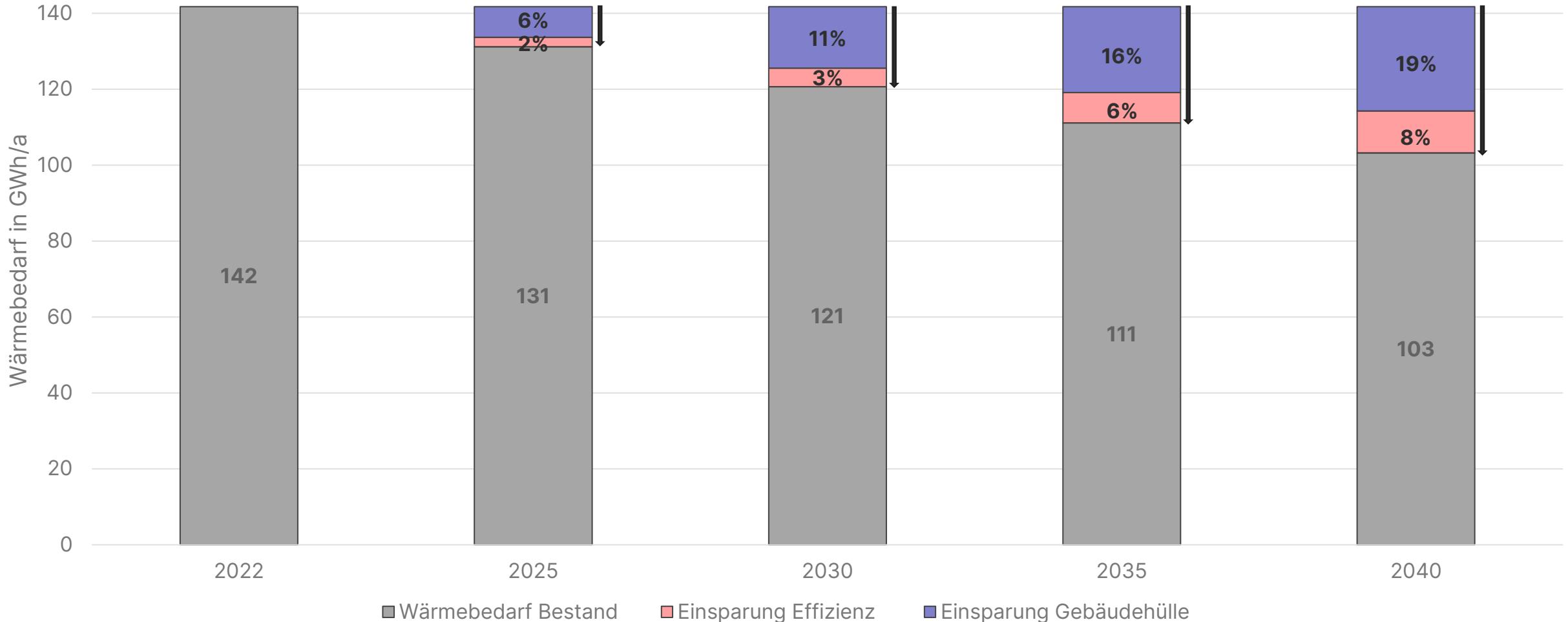
* Mischnutzung anteilig mitberücksichtigt

Potenzialanalyse Gebäudeenergieeffizienz



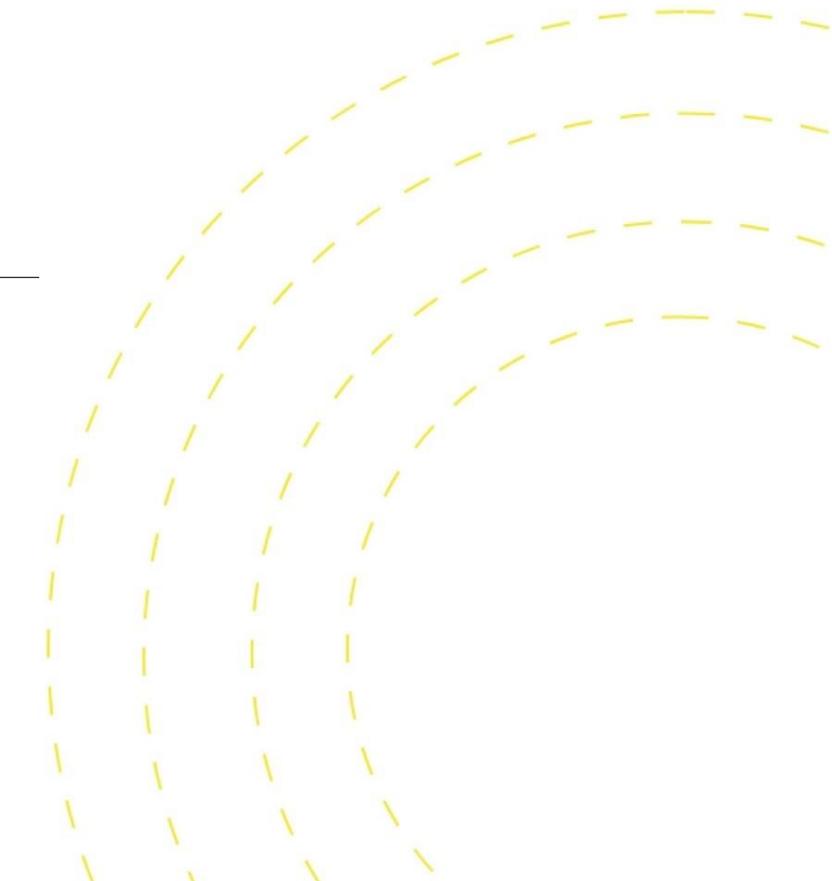
Potenzialanalyse

Szenario 1 - Entwicklung Wärmebedarf gesamt



* Erzeugernutzenergieabgabe

Potenzialanalyse Erneuerbare Energien



Potenzialanalyse

Erneuerbare Energien



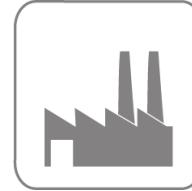
Analysierte Potenziale



**Fluss- /
Seewasser**



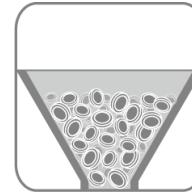
Solarthermie ✓



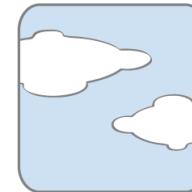
Abwärme aus Industrie
und Gewerbe



Abwasser



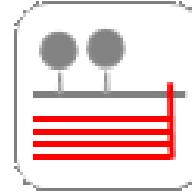
Biomasse ✓



Außenluft



**Geothermie-
Sonden** ✓



**Geothermie-
Kollektoren**



Grundwasser ✓



Photovoltaik



Windkraft



Grüner Wasserstoff

Freiflächenpotenziale

- PV
- Solarthermie
- Geothermie
- Windkraft



Potenzialanalyse

Freiflächen – Festlegung zu berücksichtigender Flächenkategorien



- Flurstücknutzung (ALKIS); Gebiete nach LuBW
- Schutzgebiete, Grünzäsuren aus Regionalplanung
- Mindestflächengröße
- Individuelle Abstimmung und Abwägung nach Lage, Nutzungskonflikt bzw. Schutzgebiet
- PV, ST, Geothermie (Sonden & Kollektoren)

Kriterium	Datenquelle	Geothermie			Solarthermie / PV			
		Potenzial geogene Fläche	Auschlusskriterium	Erreichbarkeit	Sondage / Erkundung (EGS plan)	Potenzial geogene Fläche	Auschlusskriterium	Erreichbarkeit
Ackerland in benachteiligten Gebieten	ALKIS/LuBW	X						
Setzrandstreifen an Autobahnen und Bahnstrecken	LuBW	X						
Konversionsflächen (wie z.B. stillgelegte Abfalldeponien, Tagebau, Grube und Steinbrüche)	LuBW	X						
Höhenlagen bis 200 m ü.NN Nutzung Grünland, Umland, vegetationslose Flächen, Kipplätze, Halden, Brachland	ALKIS	X						
Siedlungsflächen	ALKIS		X					
Straßen (Autobahnen, Straßen und Wege)	ALKIS		X					
Schienenstrecken	ALKIS		X					
Flughäfen und Flugplätze	ALKIS		X					
Gedissertes Gewässer und stehende Gewässer	ALKIS		X					
Wald- und Forstflächen	ALKIS		X					
Nationalpark	USt / LuBW		X					
Naturschutzgebiet (NSG)	USt / LuBW		X					
Waldschutzgebiete (Birke- und Schornwälde)	LuBW		X					
Biotopverbund (EN) und (FND)	USt / LuBW		X					
Wasser- und Heilquellschutzgebiete Zone I (bestehend und im Verfahren) und Überschwemmungsgebiete	USt		X					
Überschwemmungsgebiete	LuBW		X					
Wasserströmungszonen	LuBW		X					
Geschützte Biotope, Biotope Landesweit	LuBW		X					
SPA-Gebiet (Vogelschutzgebiet)	LuBW			X				
Biotopverbund Offenland inkl. Generalwild	LuBW			X				
Biotopverbund Gewässerlandschaften	LuBW			X				
Biotopverbund Fließgewässer	LuBW			X				
Biotopverbund Offenland (2012)	LuBW			X				
FHH-Mähwiesen	LuBW			X				
FHH-Gebiete	LuBW			X				
Landschaftsschutzgebiet (LSG)	LuBW			X				
Naturschutzgebiete	LuBW			X				
Grünzug	Regionalplan	X		X				
Grünzügel	Regionalplan	X		X				

Potenzialanalyse

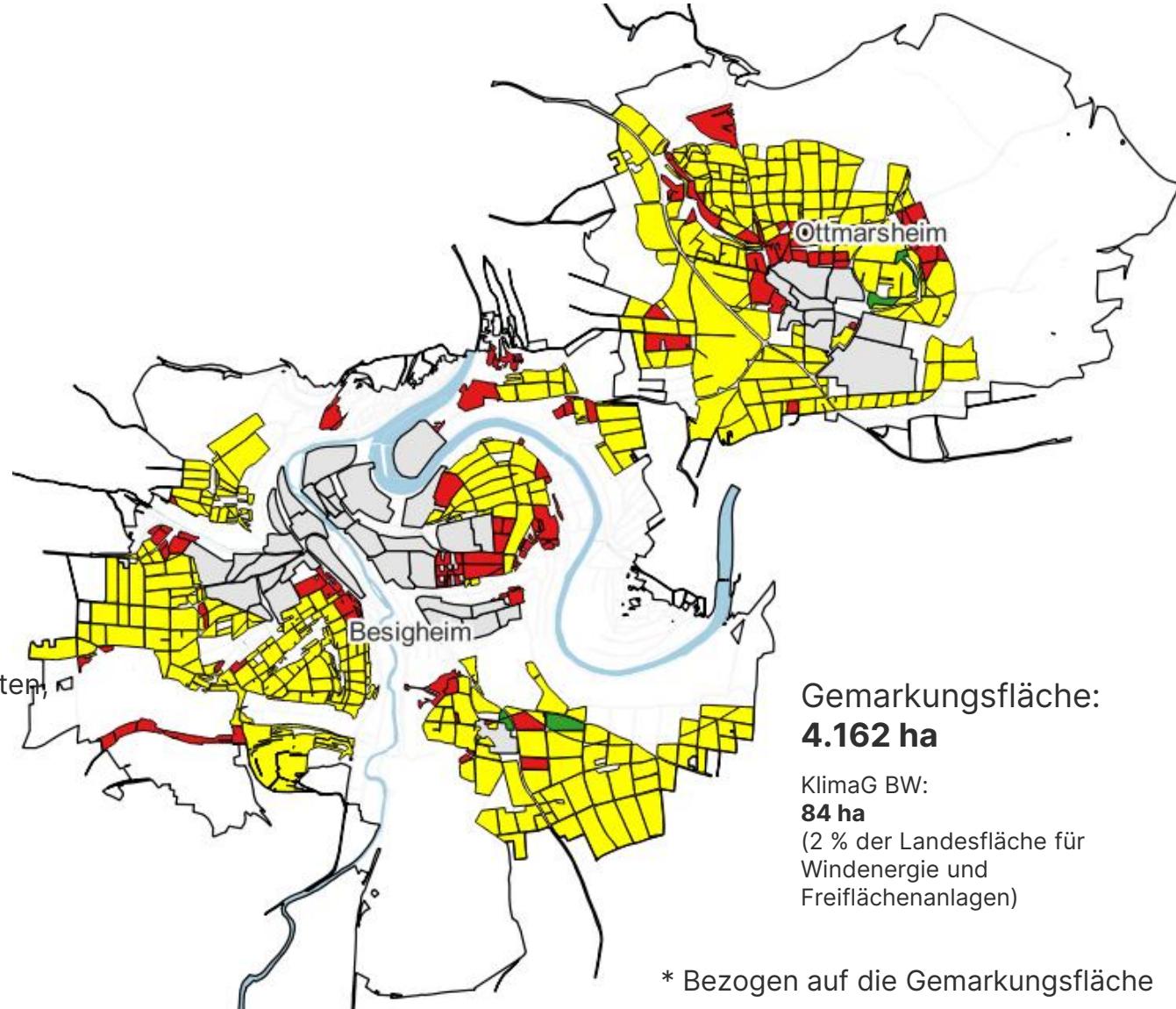
Freiflächen – 1. Priorisierung

Berücksichtigte Freiflächen:

- **Seitenrandstreifen und Konversionsflächen LUBW**
- **Flurstücke nach der Nutzung**
 - Unland, vegetationslose Flächen
 - Parkplätze
 - Grünland
 - Ackerland
- Größe > 2,0 ha (zusammenhängend)

Priorisierung auf Basis **manueller Prüfung**:

- 1) Geeignet
Außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
→ 10 ha (0,2 %*)
- 2) Bedingt geeignet
In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten, Nutzungskonflikt), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
→ 1.061 ha (25 %*)
- 3) Ungeeignet
Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs)
Aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial (Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, ...)
→ 181 ha (4 %*)



Potenzialanalyse



Freiflächen PV

Auswahlkriterien:

- Flächengröße > 2,0 ha (zusammenhängend)

Priorisierung auf Basis **manueller Prüfung**:

- 1) Geeignet
Außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
→ 10 ha (0,2 %*)
- 2) Bedingt geeignet
In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten, Nutzungskonflikt), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
→ 1.061 ha (25 %*) einschl. Ackerflächen
- 3) Ungeeignet
Nutzung nicht möglich (starker Bewuchs)
Aktuelle Flächennutzung bietet kein Potenzial
(Neubaugebiet, Kleingärten, Streuobstwiesen, ...)
→ 181 ha (4 %*)

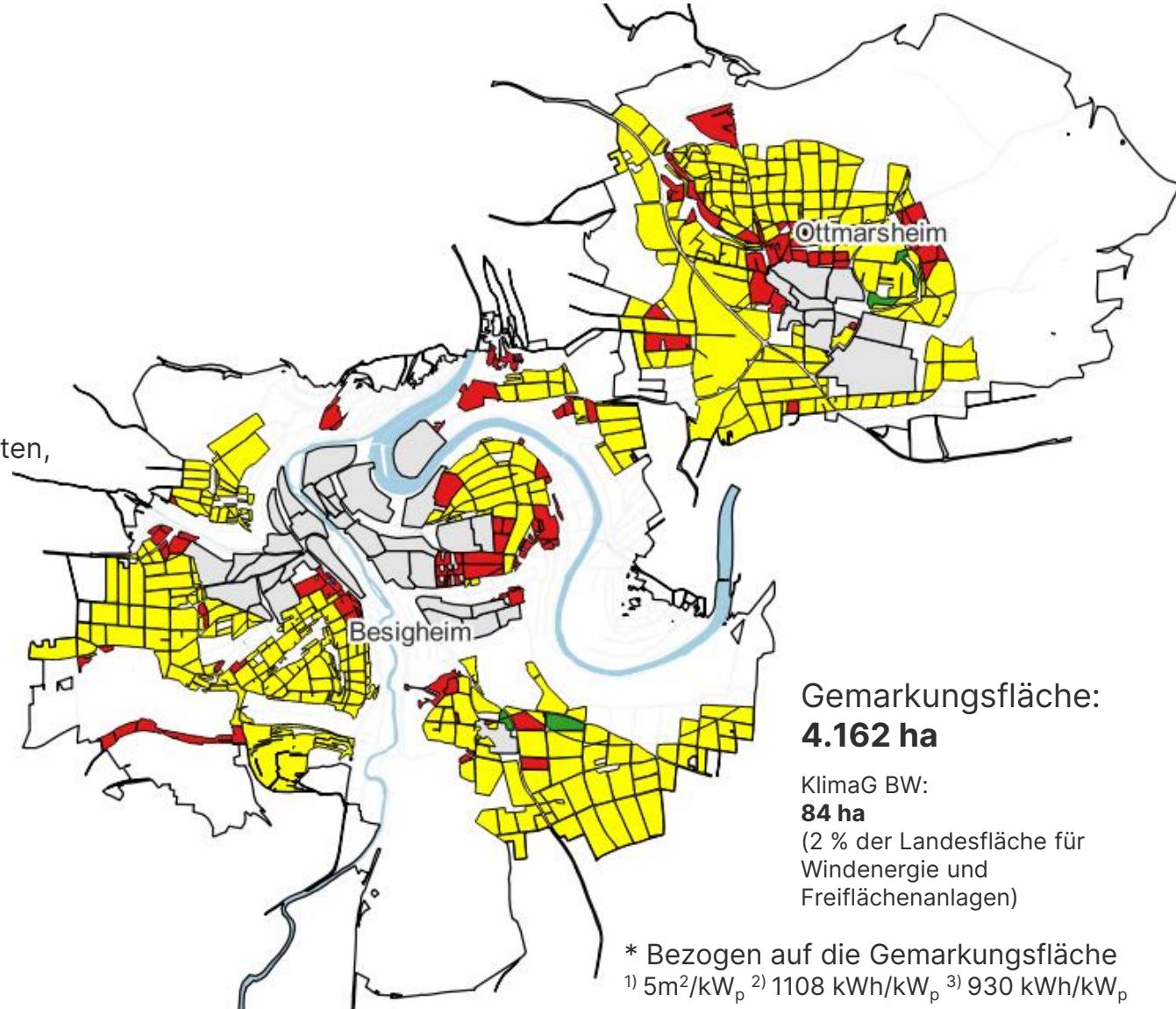
Freiflächenpotenzial Priorisierung 1 & 2 ■ ■ : 1.071 ha

Installierbare Leistung bei Südaufständerung

Flächenbelegung 50 %: ¹⁾ **1.070 MW_p** → Energie: ²⁾ **1.190 GWh/a**

Installierbare Leistung bei Ost-West-Aufständerung

Flächenbelegung 70 %: ¹⁾ **1.500 MW_p** → Energie: ³⁾ **1.400 GWh/a**





Auswahlkriterien:

- **Flächengröße** > 2,0 ha (zusammenhängend)
- Max. Flächenabstand von 2.000 m zu den Clustern

Priorisierung auf Basis **manueller Prüfung**:

- | | |
|---|--|
| ■ 1) Geeignet
Außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
→ 10 ha (0,2 %*) | ■ 2) Bedingt geeignet
In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten), Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
→ 1.043 ha (25 %*) einschl. Ackerflächen |
|---|--|

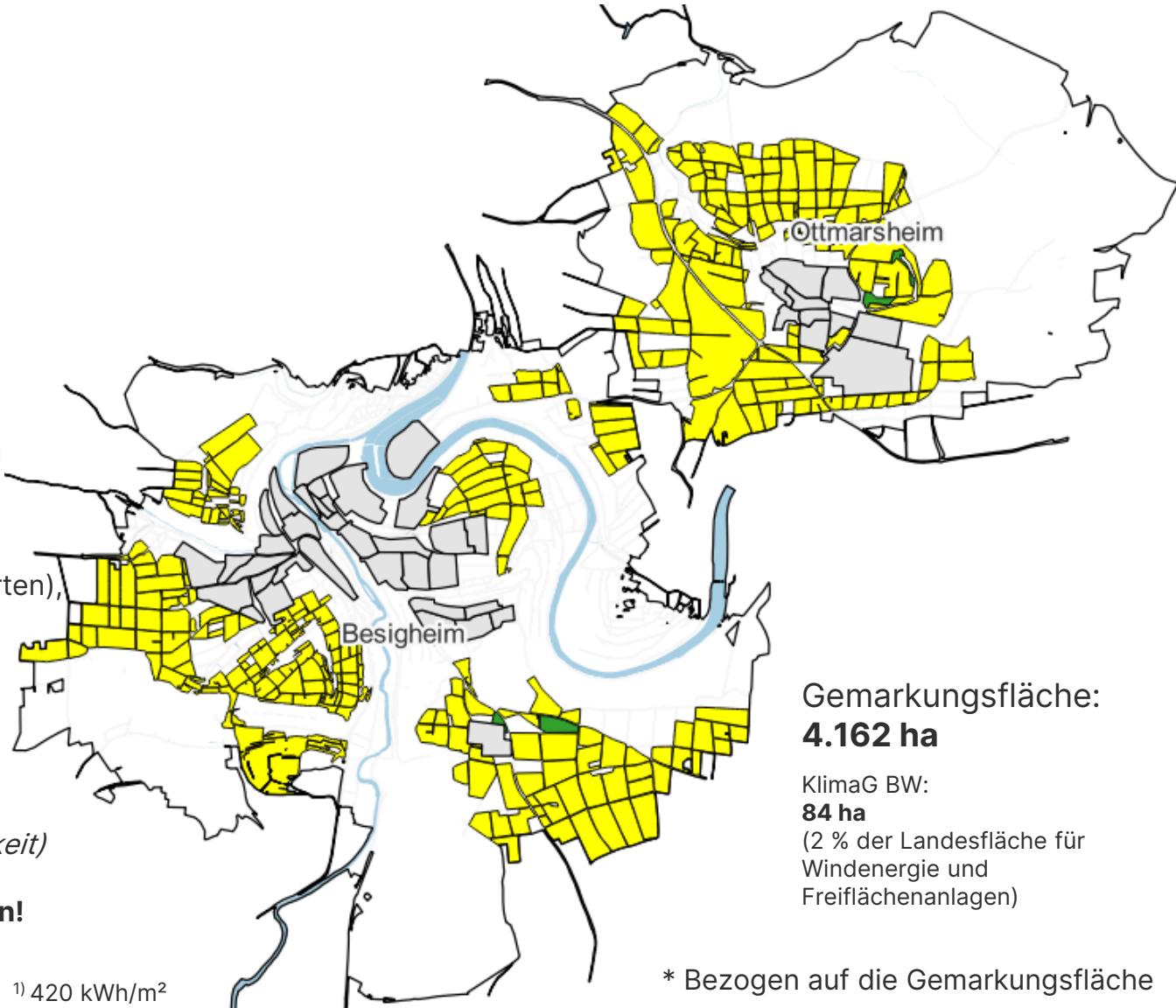
Freiflächenpotenzial Priorisierung 1 & 2 ■ ■ : 1.053 ha

Flächenbelegung 50% bei Südaufständerung

Theoretischer Wärmeertrag: ¹⁾ **2.210 GWh/a** (ohne zeitliche Abhängigkeit)

→ Theoretisches Potenzial kann nicht vollumfänglich genutzt werden!

(zeitliche Abhängigkeit: Ertrag im Sommer-Bedarf im Winter)





Auswahlkriterien:

- **Flächengröße** > 2,0 ha (zusammenhängend)
- Max. Flächenabstand von 2000 m zu den Clustern
- Dimensionierung der nutzbaren ST-Freiflächen unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs (Nachfragepotenzial)
- Freiflächen ohne landwirtschaftliche Nutzung werden bevorzugt ausgewählt

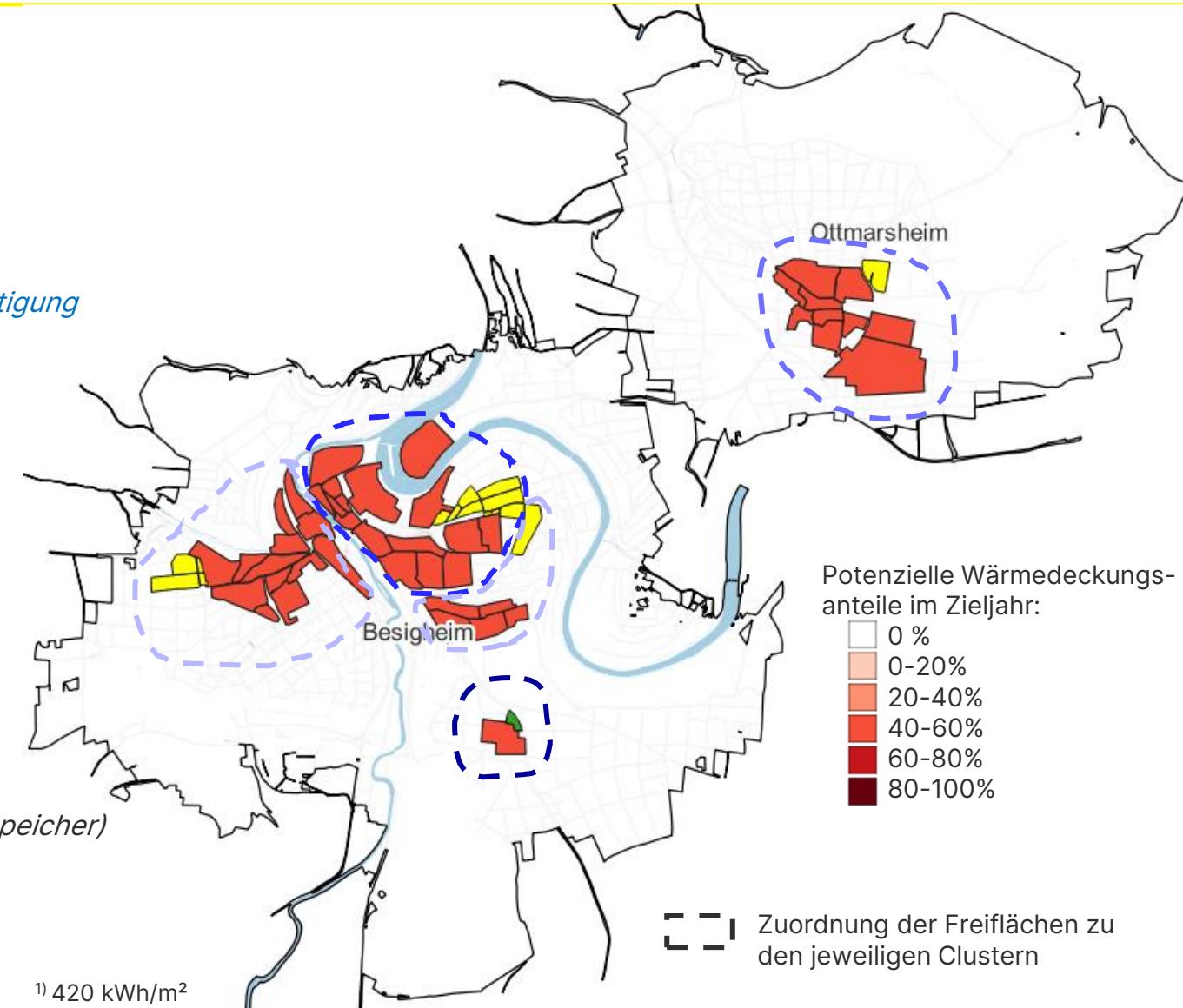
Gewählte Flächen auf Basis manueller Prüfung

- Prio 1:** 1,5 ha
- Prio 2:** 44 ha

Flächenbelegung 50% bei Südaufständerung
Wärmeertrag: ¹⁾ **92 GWh/a** (ohne zeitliche Abhängigkeit)

Flächenbelegung 50% bei Südaufständerung
Wärmeertrag: **45 GWh** (mit zeitlicher Abhängigkeit, mit Großwärmespeicher)

Wärmebedarfsdeckung mittels Solarthermie
Entspricht **44 % des WaBe 2040**





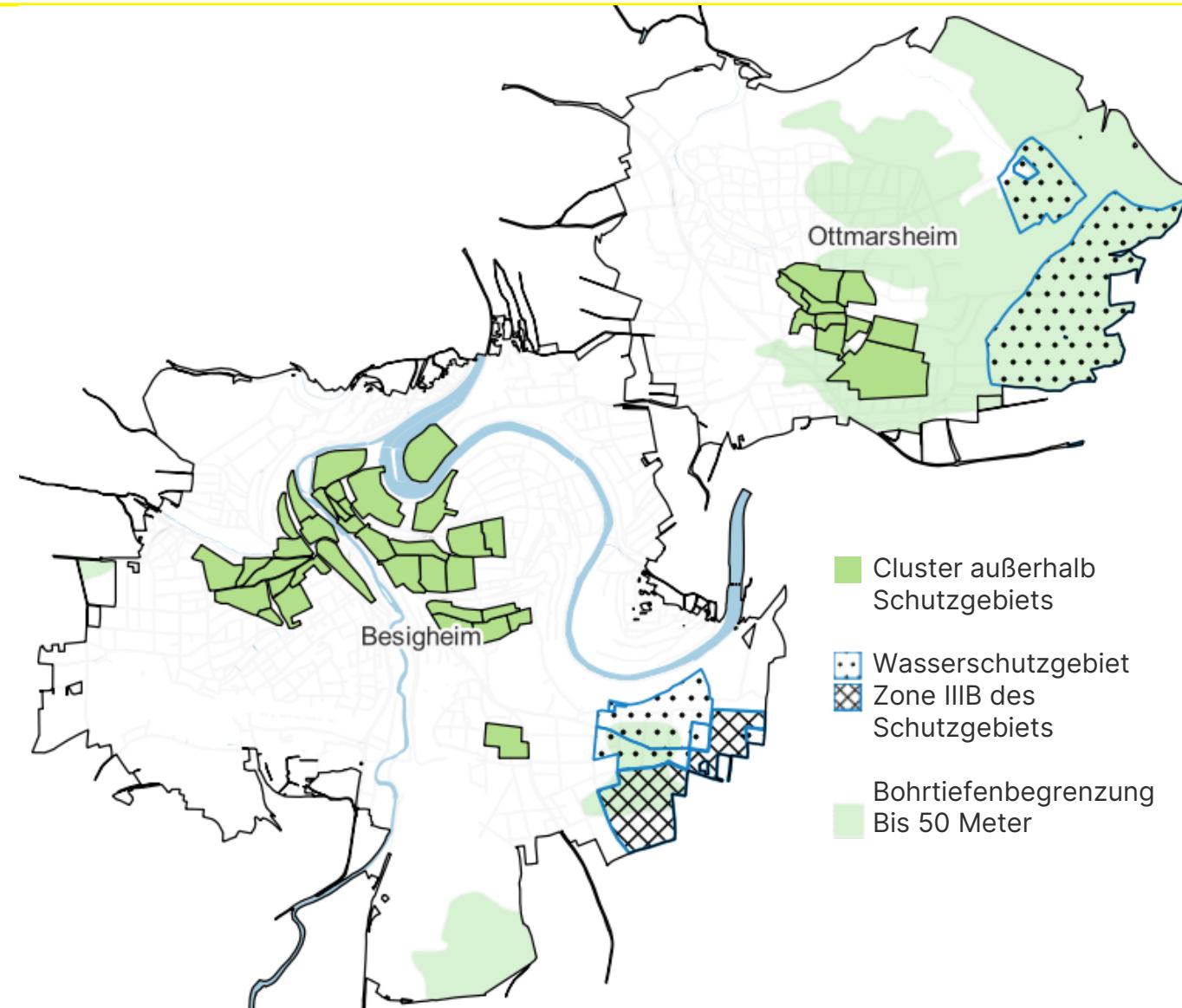
Geothermie - Sonden

Geothermische Nutzung in Schutzgebieten untersagt
außer in der Zone IIIB

Cluster außerhalb von Schutzgebieten: 45

Wärmebedarf 2040 der Cluster: 106 GWh/a

Begrenzung der Bohrtiefe:
je nach Standort



Potenzialanalyse



Potenzielle Freiflächen zur Wärmeerzeugung - Erdwärmesonden

Auswahlkriterien:

- **Flächengröße** > 2,0 ha (zusammenhängend)
- Max. Flächenabstand von 2.000 m zu den Clustern
- Ausschluss von Flächen innerhalb von **Wasser- und Quellschutzgebiete**

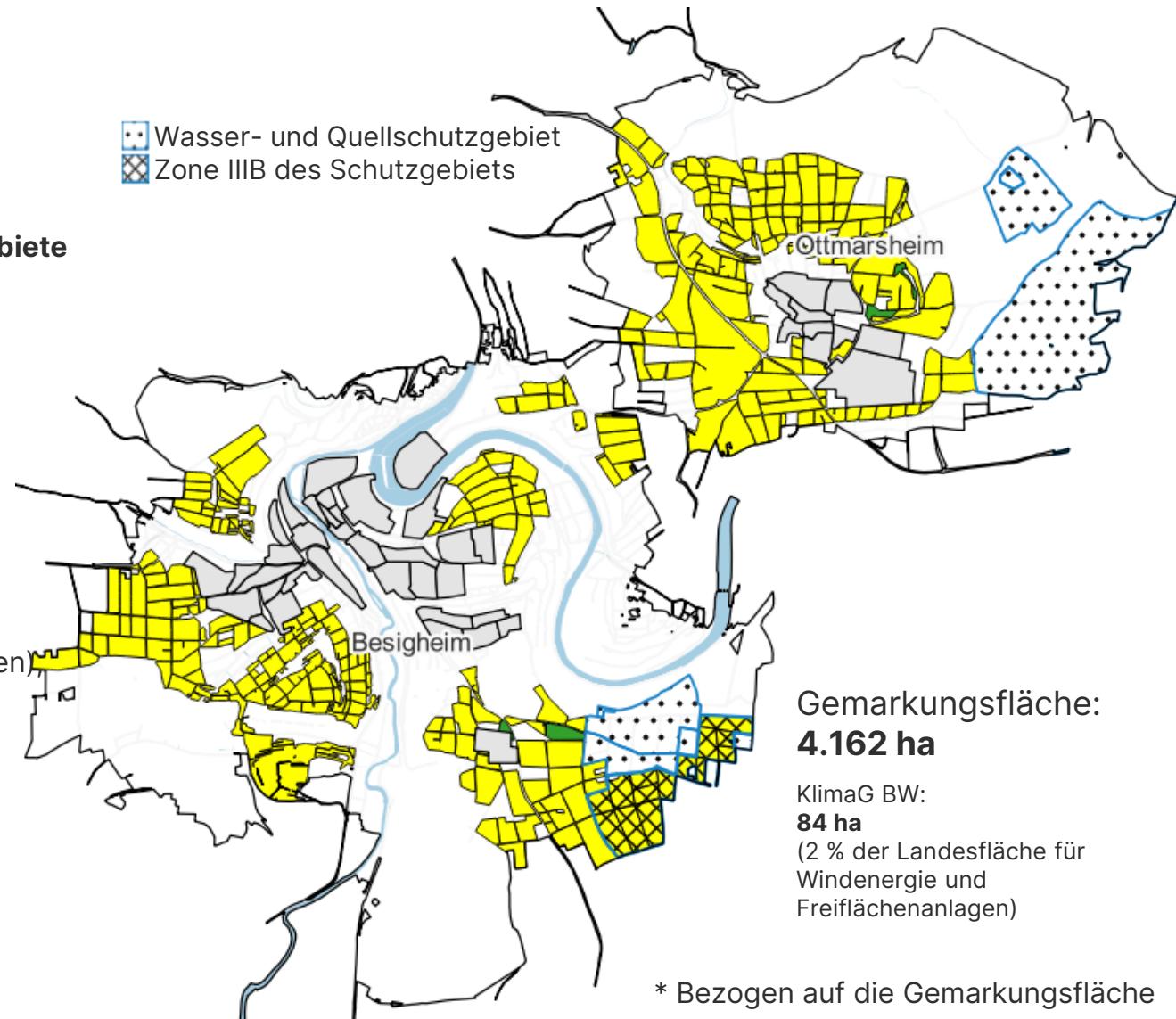
■ Wasser- und Quellschutzgebiet
■ Zone IIIB des Schutzgebiets

Priorisierung auf Basis **manueller Prüfung**:

- 1) Geeignet
Außerhalb von Schutzzonen (keine Einschränkungen zu erwarten), Nutzung mit geringem Aufwand möglich (kaum Bewuchs)
→ 10 ha (0,2 %*)
- 2) Bedingt geeignet
In Schutzzonen (Einschränkungen oder Auflagen zu erwarten)
Nutzung mit Aufwand möglich (leichter Bewuchs)
→ 1.018 ha (24 %*)

Entzugsarbeit EWS (Glykol)
Entzugsarbeit EWS (Wasser)
Sondenabstand

50 kWh/(m*a)
25 kWh/(m*a)
20 m



Potenzialanalyse



Potenzielle Freiflächen zur Wärmeerzeugung – Erdwärmesonden

Auswahlkriterien:

- **Flächengröße** > 2,0 ha (zusammenhängend)
- Max. Flächenabstand von 2.000 m zu den Clustern
- Außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebiete

Gewählte Flächen auf Basis manueller Prüfung

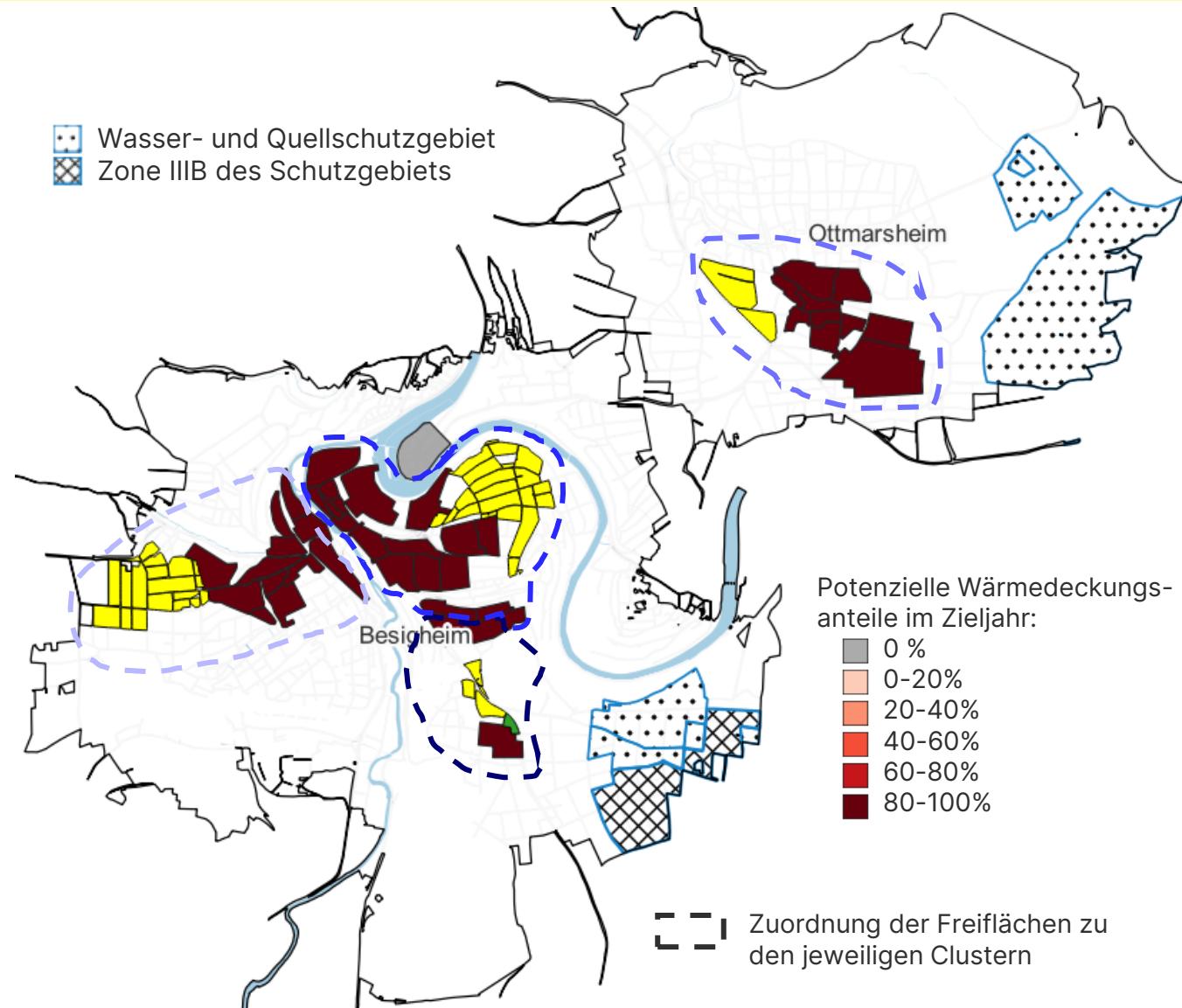
- Prio 1: 1,5 ha
- Prio 2: 137 ha

Entzugsarbeit EWS (Glykol)
Entzugsarbeit EWS (Wasser)
Sondenabstand

50 kWh/(m*a)
25 kWh/(m*a)
20 m

Wärmeertrag (JAZ 3,5): **69 GWh/a**

Wärmebedarfsdeckung entspricht **67 % des WaBe 2040**



Potenzialanalyse



Potenzielle Freiflächen zur Wärmeerzeugung – Kollektoren

Auswahlkriterien:

- **Flächengröße** > 2,0 ha (zusammenhängend)
- Max. Flächenabstand von 2.000 m zu den Clustern
- Außerhalb von Wasser- und Quellschutzgebiete

Gewählte Flächen auf Basis manueller Prüfung

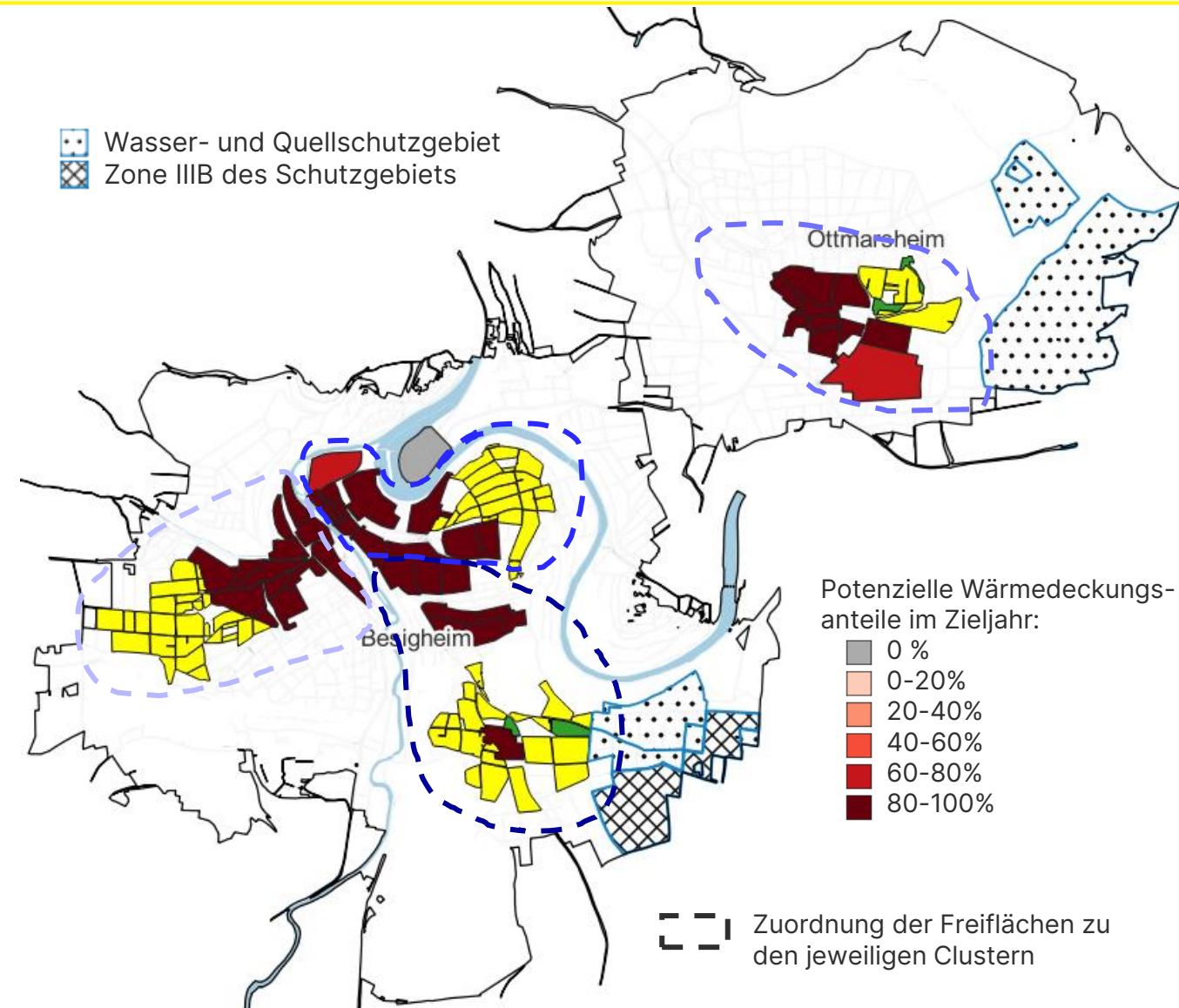
- Prio 1: 10 ha
- Prio 2: 238 ha

Entzugsarbeit EWS (Glykol)
Entzugsarbeit EWS (Wasser)

25 kWh/(m²*a)
13 kWh/(m²*a)

Wärmeertrag (JAZ 3,5): **70 GWh/a**

Wärmebedarfsdeckung entspricht **68 % des WaBe 2040**



Potenzialanalyse

Freiflächen Windkraft auf Grundlage der Windhöufigkeit



Windkraft

Genutzte Freiflächen:

- LUBW – Windpotenzialflächen
- bezüglich Windhöufigkeit geeignete Flächen mit Flächenrestriktionen
- bezüglich Windhöufigkeit geeignete Flächen
- Bestehende Anlagen

→ Keine geeigneten Freiflächen für Windkraftanlagen aufgrund der Windhöufigkeit



Oberflächengewässer



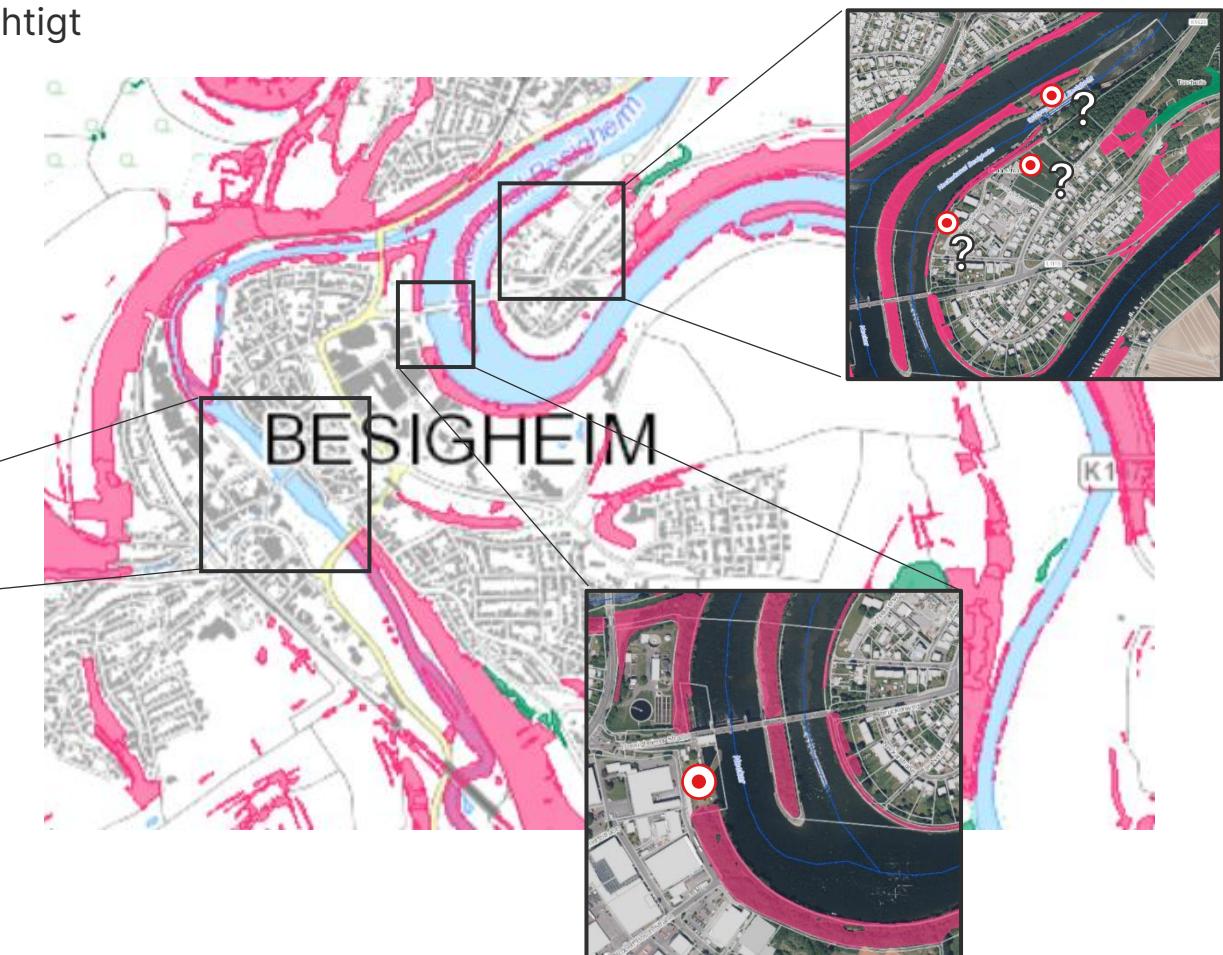
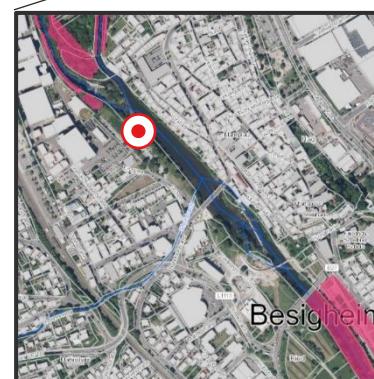
Potenzialanalyse

Flusswasser



Oberflächengewässer

- Tagen mit Flusswassertemperatur $< 5^{\circ}\text{C}$ werden **nicht** berücksichtigt
- Keine **Wasser- und Quellschutzgebiete** in Besigheim
- Potenzielle **Entnahmestellen** entlang Enz & Neckar analysiert
- Weitere Detailprüfung der Entnahmestellen nötig
- Durchflusswerte für den Neckar in Besigheim **nicht** vorhanden
 - Aktuell Klärung der Durchflussmengen



Potenzialanalyse

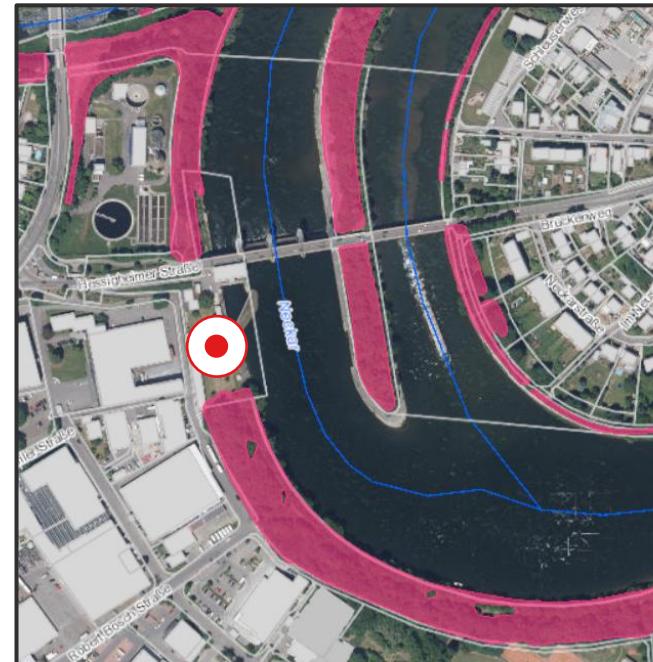
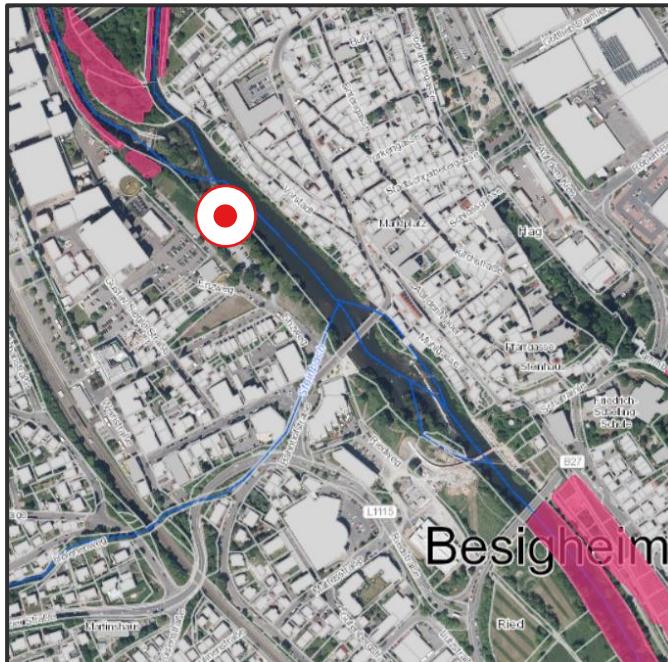
Flusswasser



Oberflächengewässer – Potenzielle Entnahmestellen

■ Offenlandbiotopkartierung
● Flussentnahmestellen

- Identifizierung potenzieller Flusswasserentnahmestellen außerhalb der geschützten Biotope:



Klärungsbedarf mit Jehovas Zeugen
bzw. mit der Stadt (Spielplatz
/Schleuse) nötig

Potenzialanalyse

Flusswasser – Enz & Neckar



Oberflächengewässer

Annahme:

- unter 5°C → keine Wasserentnahme möglich
- 1 % des Durchflusses zur thermischen Nutzung

Wasserabflussmenge

	Enz	Neckar
Mittlerer Abfluss:	ca. 12 m³/s	-
Mittlere Wassertemperatur:	ca. 12 °C	ca. 14 °C ²⁾
Mittlerer Abfluss therm. Nutzung:	ca. 120 l/s	400 l/s ¹⁾

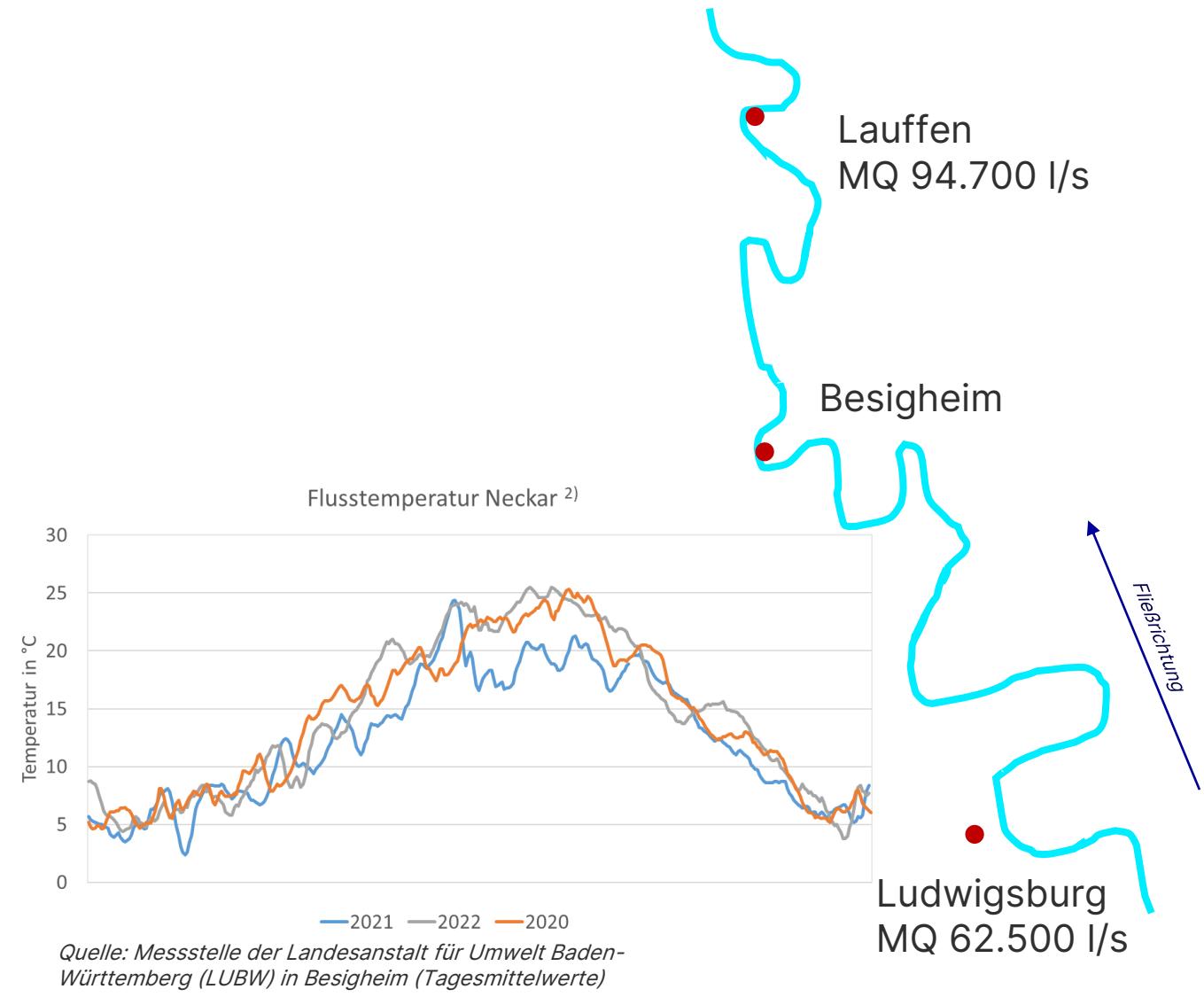
Wärmeleistung Flusswasser

Entzugsleistung:	ca. 1 MW	ca. 4 MW
Wärmeleistung (COP 3,5):	ca. 1,5 MW	ca. 5,6 MW
Potenzial je Entnahmestelle:	12,9 GWh/a	49,3 GWh/a

→ Potenzial vorhanden

1) Annahme für die Potenzialabschätzung

2) Temperatur-Messstelle an Neckar in Besigheim



Potenzialanalyse

Flusswasser – Enz & Neckar



Oberflächengewässer

Annahme:

- unter 5°C → keine Wasserentnahme möglich
- 1 % des Durchflusses zur thermischen Nutzung

Wasserabflussmenge

	Enz	Neckar
Mittlerer Abfluss:	ca. 12 m³/s	-
Mittlere Wassertemperatur:	ca. 12 °C	ca. 14 °C ²⁾
Mittlerer Abfluss therm. Nutzung:	ca. 120 l/s	400 l/s ¹⁾

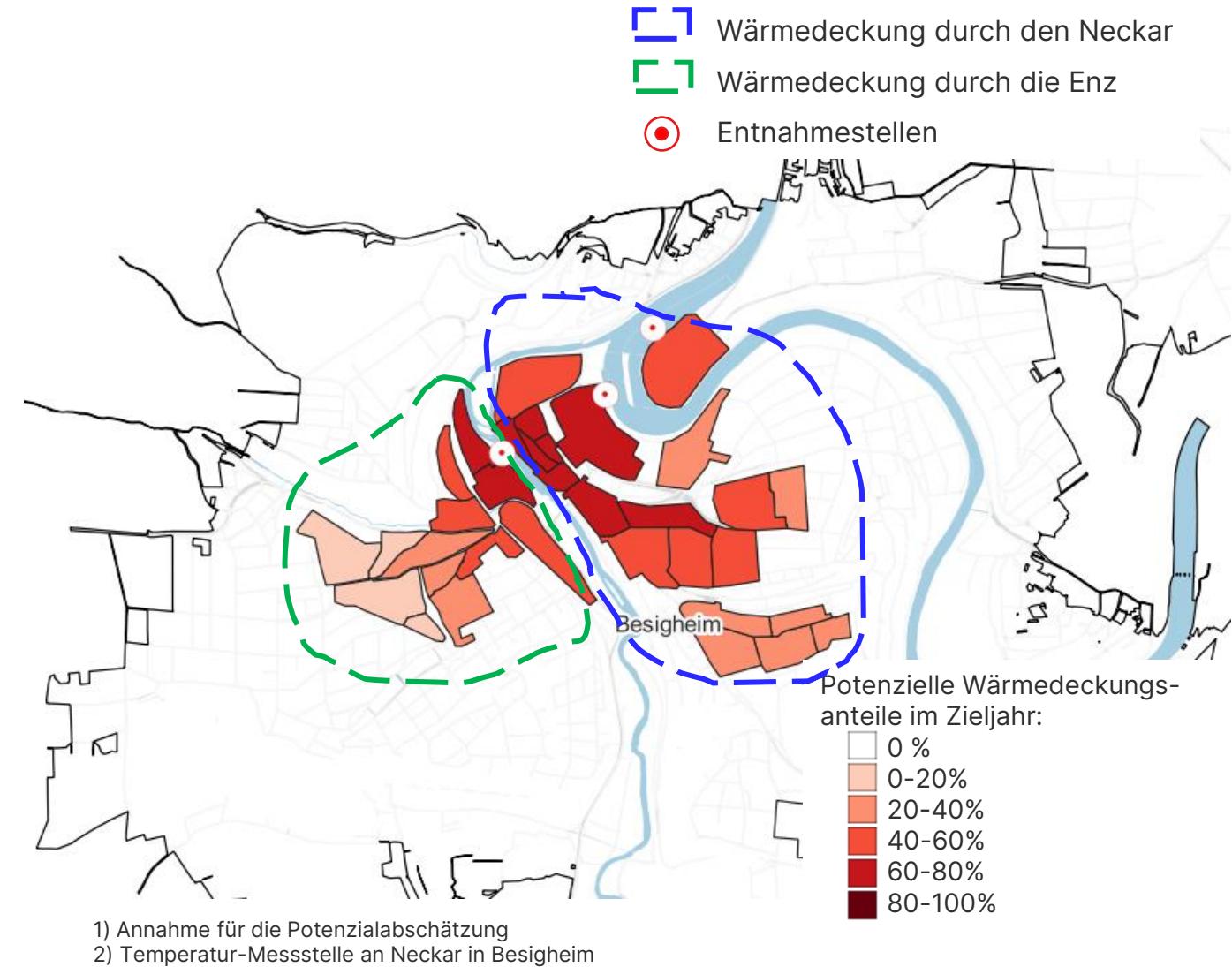
Wärmeleistung Flusswasser

Entzugsleistung:	ca. 1 MW	ca. 4 MW
Wärmeleistung (COP 3,5):	ca. 1,5 MW	ca. 5,6 MW

Potenzial je Entnahmestelle:	12,9 GWh/a	49,3 GWh/a
------------------------------	-------------------	-------------------

Nutzbares Potenzial (zeitliche Abhängigkeit)	6,9 GWh/a	29,1 GWh/a
---	------------------	-------------------

Wärmebedarfsdeckung 2040:	6,7 %	28,2 %
----------------------------------	--------------	---------------



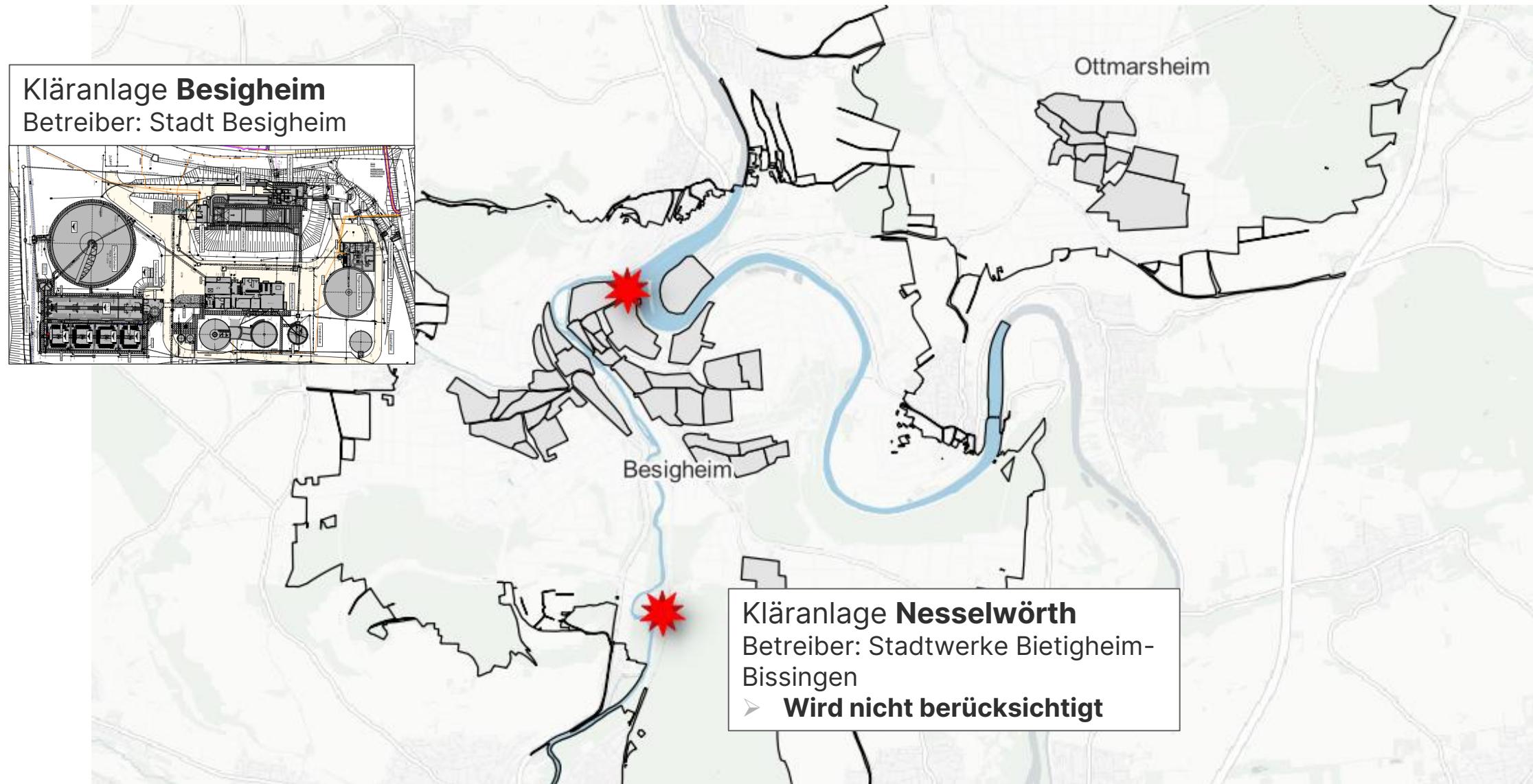
Abwasser

- Kläranlage
- Kanal



Potenzialanalyse

Abwärme aus Abwasser Kläranlage



Potenzialanalyse

Abwärme aus Abwasser



Abwasser – Kläranlage

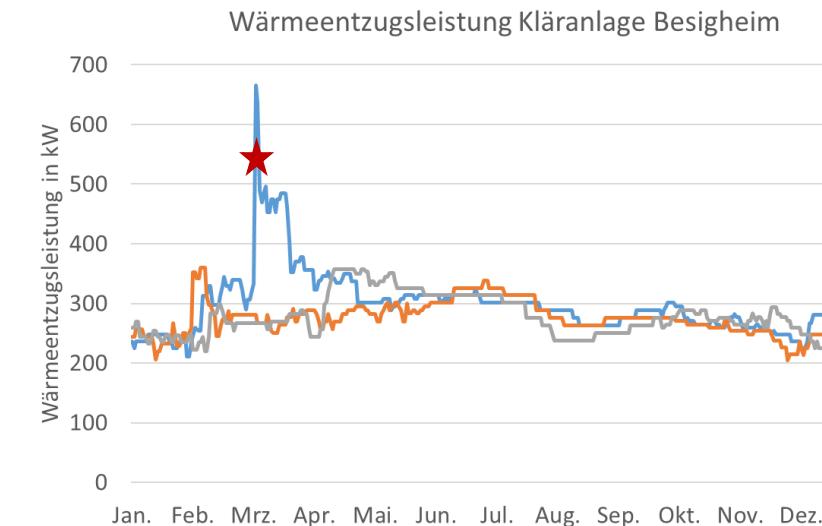
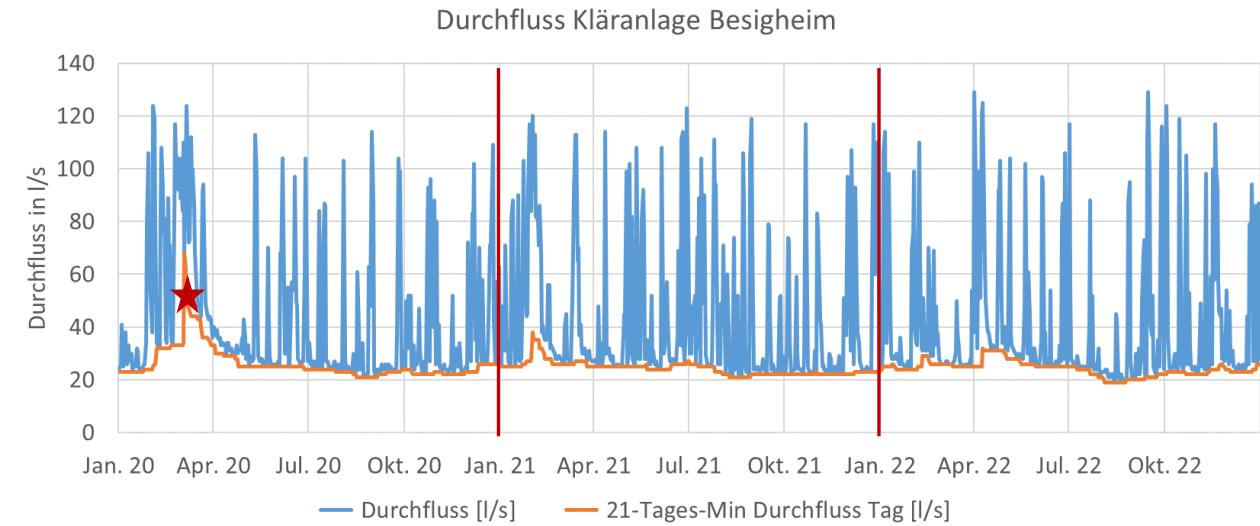
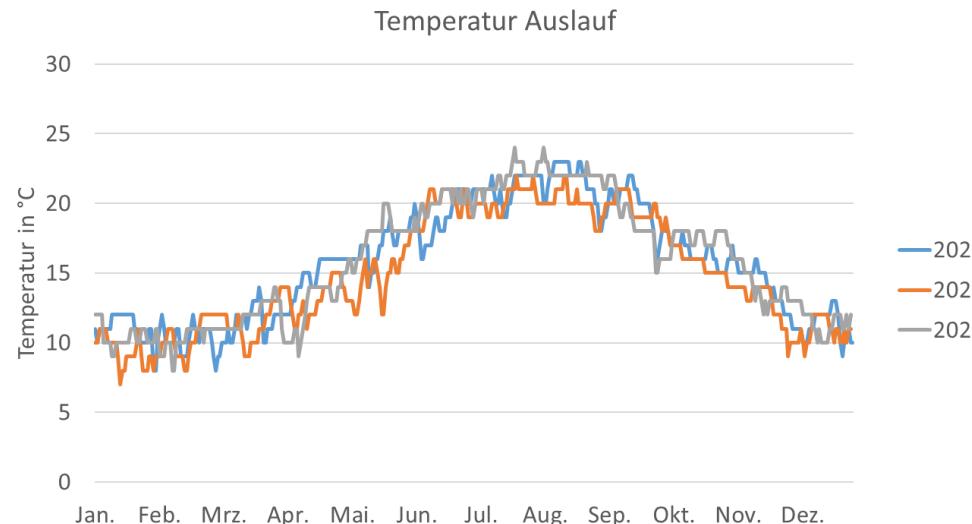
Mittelwert Wassertemperatur Auslauf: 15,5 °C
Trockenwetterabfluss (2020-2022): 19-129 l/s (\varnothing 42 l/s)

Wärmeleistung

Abwasser: 284 kW
Nach WP (JAZ: 4): 397 kW

Potenzial aus Kläranlage:

Wärmeertrag nach WP: 3.480 MWh/a (ohne zeitl. Abhängigkeit)



★ Anfang 2020 → hoher Durchfluss

Potenzialanalyse

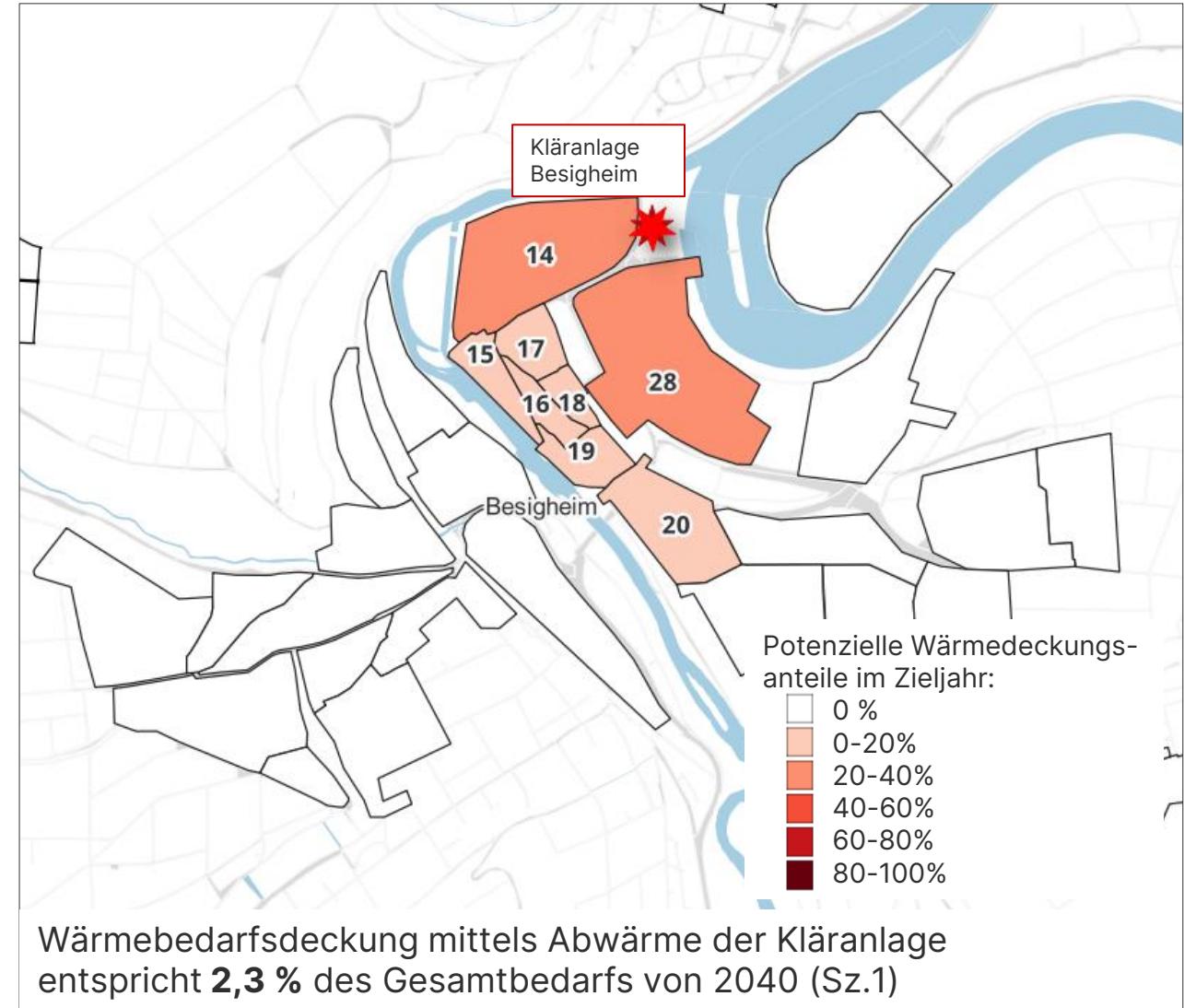
Abwärme aus Abwasser



Abwasser – Kläranlage

Verbrauchsstruktur Cluster saisonaler Heizpeak:

Cluster	Bedarf* [MWh]	Deckung [MWh]	Anteil
14	3.842	1.529	40 %
28	816	202	25 %
15	977	193	20 %
16	796	103	13 %
17	971	105	11 %
18	606	80	13 %
19	877	95	11 %
20	1.550	98	6 %
Summe	10.434	2.405	



* In 2040 nach Szenario 1

Potenzialanalyse

Abwasser - Kanal



Abwasser – Kanalnetz

Ermittlung Trockenwetterabfluss je Cluster:

Wohnnutzung $127 \text{ l}/(\text{p.P.} \cdot \text{d})$
Industrie $0,036 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$

- Summenbildung an den Bilanzpunkten
- Punkt 1: Referenzpunkt Kläranlage

Identifizierung von geeigneten Abwasserkanälen:

- Durchmesser $\geq \text{DN } 600$
- Trockenwetterabfluss größer **8 l/s**
- Ausreichend Abstand zw. den Bilanzpunkten zur Regeneration des Abwassers
- Ausreichend Abstand zur Kläranlage

Bilanzpunkt	Durchfluss [l/s]
1	25,4
2	3,5
3	3,4
4	7,5
5	12,4



Potenzialanalyse

Abwasser - Kanal



Abwasser – Kanalnetz

Abkühlung Abwasser:

WP JAZ:

Bilanzpunkt	Trockenwetter-abfluss [l/s]	Wärmeentzugsleistung [kW]	Wärmeleistung nach Wärmepumpe [MWh/a]	Wärmemenge [MWh/a]
5	12,4	52	69	605

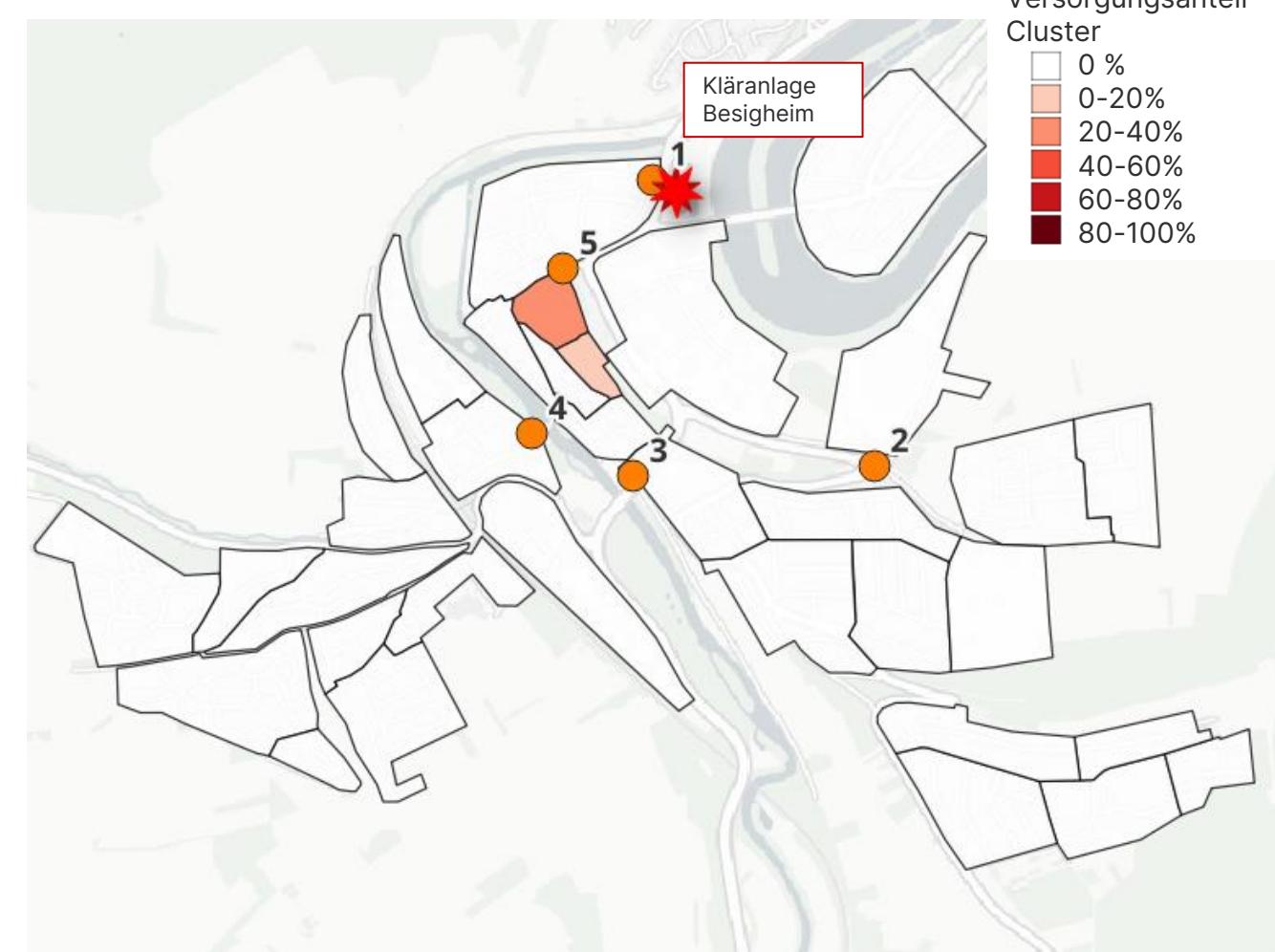
Potenzial aus Abwasser-Kanal:

Wärmeertrag

(unter Berücksichtigung Saisonalität):

Anteil gesamt WaBe 2040

→ Geringes Potenzial für eine zentrale Versorgung



Potenzialanalyse

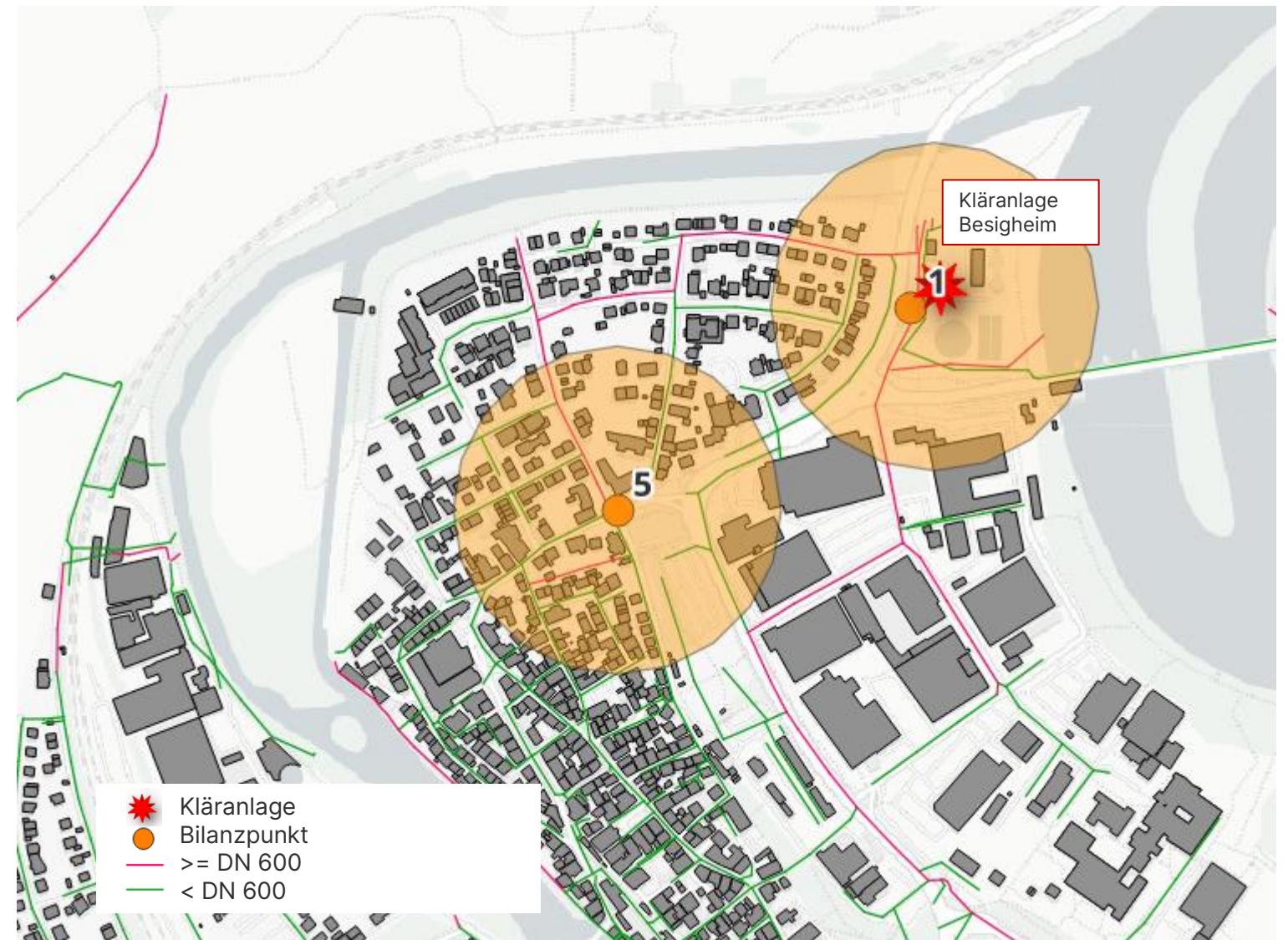
Abwasser - Kanal



Abwasser – Kanalnetz

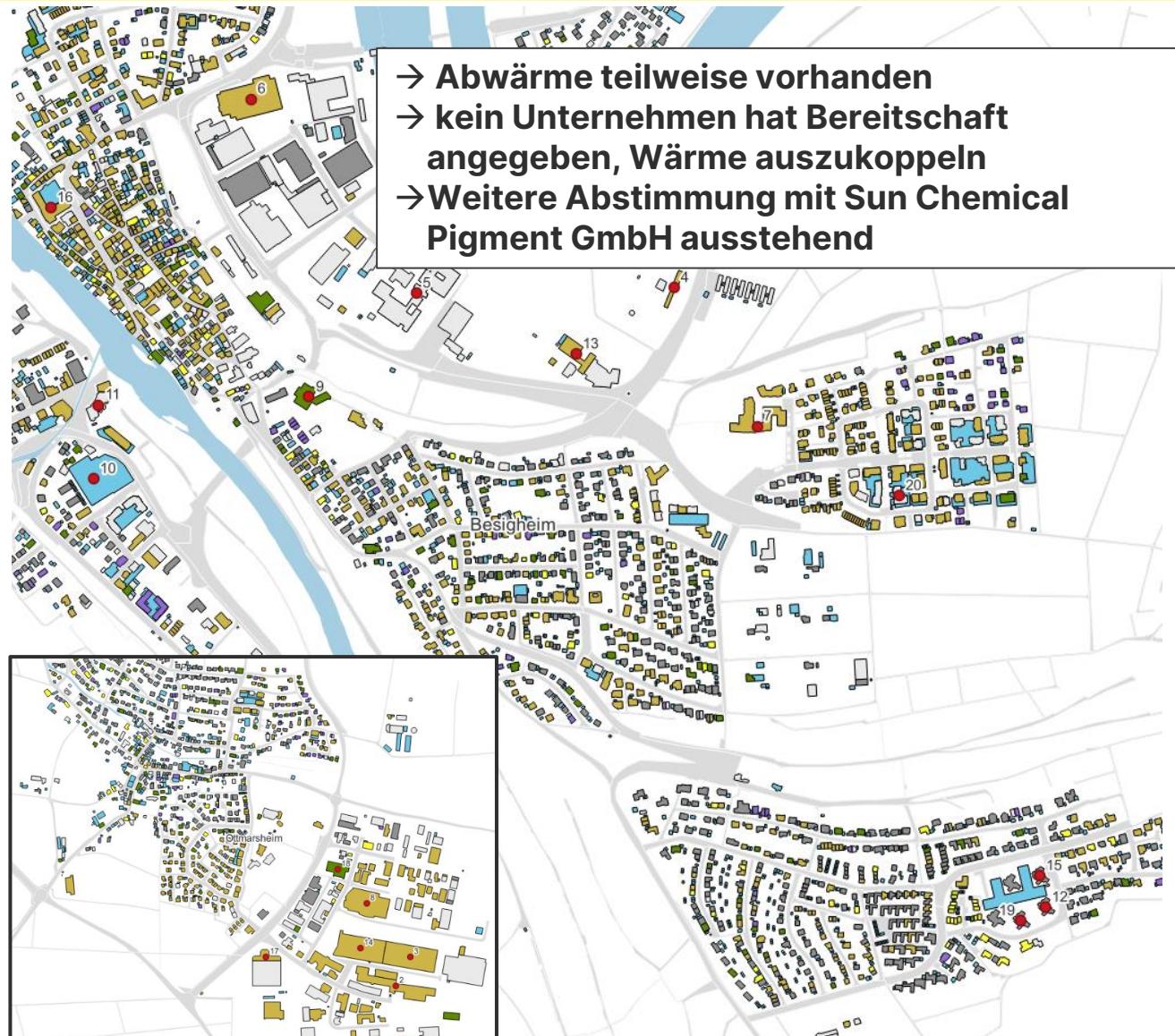
Ggf. für eine **dezentrale Versorgung** geeignet:

- Für nahliegende Gebäude um den Bilanzpunkt 1 und 5
- Abwasser im Zufluss der Kläranlage kann auf 10°C abgekühlt werden



Bestandsanalyse Großverbraucher

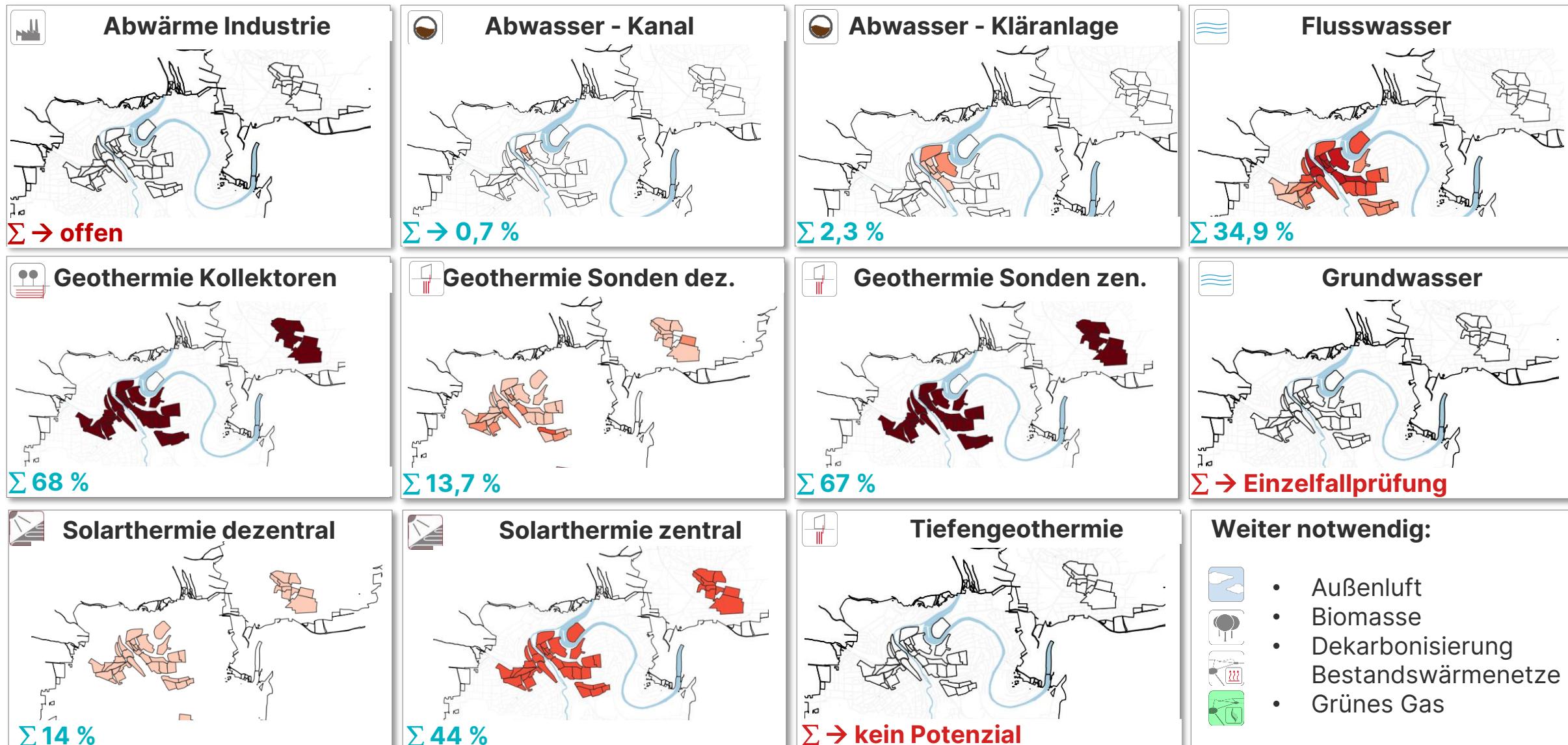
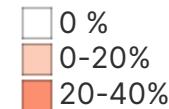
Nr.	Name	Nutzung nach ALKIS	Energie-träger	Kommentar Nutzung	Endenergie Wärme [MWh/a]	Verhältnis zu Gesamtverbrauch
1.	Sun Chemical Pigment GmbH	Werkstatt	Erdgas	Druckfarben und Druckereiprodukten, Farbmaterien	38.331.338	27,0%
2.	Robert Schweiker GmbH	Betriebsgebäude	Erdgas	Fensteranbieter	1.697.975	1,2%
3.	Lear Corporation GmbH	Betriebsgebäude	Erdgas	Automobilwerk	1.181.112	0,8%
4.	Mineral-Parkfreibad Besigheim	Badegebäude	Erdgas	Freibad	1.137.021	0,8%
5.	Maximilian-Lutz-Realschule Besigheim	Allgemein bildende Schule	Erdgas	Schule	1.019.901	0,7%
6.	KOMET Deutschland GmbH	Fabrik	Erdgas	Werkzeughersteller	1.011.738	0,7%
7.	Residenz Besigheim	Seniorenheim	Erdgas	Seniorenzentrum	883.916	0,6%
8.	Müller -Die lila Logistik	Betriebsgebäude	Erdgas	Warenlager	877.871	0,6%
9.	Friedrich-Schelling-Schule Besigheim	Allgemein bildende Schule	Holz	Schule	756.255	0,5%
10.	E center Besigheim / EDEKA	Geschäftsgebäude	Erdgas	mit Weiteren GHD Nutzungen (Bsp. Bäcker, Lotto, Apotheke etc.)	728.827	0,5%
11.	Hochhaus	Wohnhaus	Heizöl		573.304	0,4%
12.	FitKom - Sportvereinszentrum der Spvgg Besigheim	Gebäude für Sportzwecke	Erdgas	Fitness	538.439	0,4%
13.	Lear Corporation GmbH	Fabrik	Erdgas	Automobilwerk	506.069	0,4%
14.	Hochhaus	Wohnhaus	Heizöl		431.573	0,3%
15.	"Alte Kelter" Besigheim	Veranstaltungsgebäude	Erdgas	Veranstaltungsgebäude	374.725	0,3%
16.	Weller Tools GmbH	Bürogebäude	Erdgas	Maschinenbauunternehmen	361.143	0,3%
17.	MANN GmbH dentale Praxis- und Labormöbel	Betriebsgebäude	Holz	Möbeltischler	357.230	0,3%
18.	Hochhaus	Wohnhaus	Heizöl		355.538	0,3%
19.	Mehrfamilienhaus	Wohnhaus	Erdgas		345.992	0,2%
20.	Kommunales Gebäude	Verwaltungsgebäude	Erdgas	Gebäudenetz mit Rathaus	336.310	0,2%



Potenzialanalyse

Zusammenfassung visualisiert

Potenzielle Wärmedeckungsanteile im Zieljahr:



Weiteres Vorgehen

- Kontaktaufnahme mit Großverbraucher
- Erstellung des Zielszenarios
- Termine:
 - Öffentlichkeitsveranstaltung ?
 - Informationsveranstaltung Bürgerschaft
 - Separate Information für relevante Akteure
 - Gemeinderat Potenzialanalyse ?



Ingenieure
aus Leidenschaft

Gropiusplatz 10
70563 Stuttgart

Telefon +49 711 / 99 007-5
E-Mail info@egs-plan.de
Internet www.egs-plan.de