

In diesem Abschnitt werden die Weiterentwicklungen der Potenzialanalyse und des Wärmeplans im Detail präsentiert, die seit der Beschlussvorlage zur kommunalen Wärmeplanung im Mai 2024 durchgeführt wurden. Die Ausführungen sind ergänzend zu den in Kapitel 2.1 und 2.2 vorgestellten Veränderungen im Wärmeplan zu betrachten und ermöglichen einen tieferen Einblick in die Auswirkungen der Fortschreibung auf die finalen Ergebnisse des Wärmeplans. Eine Dokumentation der vorangegangenen Arbeiten für die Potenzialanalyse zur thermischen Grundwassernutzung bietet Anlage 4 der Sitzungsvorlage Nr. 20-26 / V 11411 zur kommunalen Wärmeplanung vom 15.05.2024.

Generelles Vorgehen in der Wärmeplanung für dezentrale Versorgungsarten

Wie bereits erwähnt, wurden in allen Arbeitsschritten der kommunalen Wärmeplanung Fortschritte erzielt. Um die Weiterentwicklungen besser einordnen zu können, wird in Abbildung 1 das generelle Vorgehen bei der Analyse für Wärmepumpen skizziert. Die folgenden Abschnitte orientieren sich an diesem schematischen Ablauf.

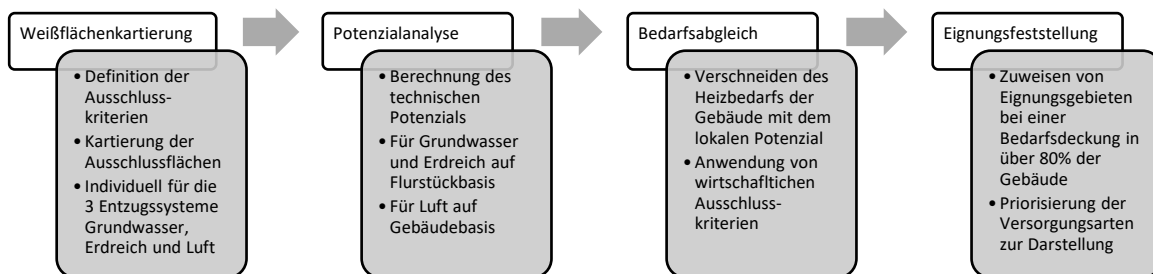


Abbildung 1: Schema des konzeptionellen Vorgehens bei der kommunalen Wärmeplanung für dezentrale Wärmeversorgungsarten

Einführend wird auf die Verbesserungen in der Weißflächenkartierung und in der Potenzialanalyse für Luftwärmepumpen eingegangen. Anschließend wird auf die Hintergründe zur Berechnung der Bedarfsdeckung eingegangen und abschließend werden die Veränderungen der Eignungsgebiete des Wärmeplans dokumentiert.

Weißflächenkartierung für Wärmepumpen

Die Weißflächenkartierung definiert die Freiflächen, die je nach Wärmepumpenart für den Brunnenbau, die Kollektorverlegung oder die Aufstellung des Außengeräts zur Verfügung stehen. Sie bildet die Grundlage für die technische Potenzialanalyse und wird neben der Wärmeplanung auch in der aufsuchenden Energieberatung zur Information der Bürger*innen und in integrierten Quartierskonzepten zur Konzeption der Energieversorgung eingesetzt. Die Weißflächenkartierung sollte deshalb alle rechtlich relevanten Ausschlusskriterien umfassen und diese auch in hoher Qualität räumlich abbilden.

Dieses Ziel konnte für die Wärmeplanung Münchens erreicht werden. Allerdings existiert nicht für jedes Kriterium ein detailscharfer Geodatensatz und die Verhältnisse ändern sich z.B. durch die Neuverlegung von Leitungen zum Teil kontinuierlich. Daher sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse nur belastbar, wenn auch die Weißflächenkartierung stetig fortgeschrieben und um neue qualitativ höherwertige Datensätze ergänzt wird. Mit der jetzt vorliegenden Wärmeplanung wurde dieser Arbeitsschritt durchgeführt und alle in Tabelle 1 aufgeführten Kriterien vom Datenstand 2022 auf den Stand 2024 aktualisiert. Ein lückenloser und stets aktueller Datenbestand kann allerdings nicht gewährleistet werden, wodurch einschränkend berücksichtigt werden muss, dass die Ergebnisse nicht für eine projektspezifische Planung verwendet werden dürfen. Insbesondere entbindet die Analyse nicht von einer Spartenanfrage vor jeder Baumaßnahme.

Tabelle 1: Definition der Kriterien in der Weißflächenkartierung für die drei Wärmepumpenarten.

Kriterium	Grundwasser-WP	Erdwärmekollektor	Luft-WP
Wasserschutzgebiete	Ausschluss	Ausschluss	Kein Einfluss
Naturschutzgebiete	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Landschaftsschutzgebiet	Hemmnis	Hemmnis	Hemmnis
geschützte Biotope	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Naturdenkmäler	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Gewässer	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Bodendenkmäler	Hemmnis	Hemmnis	Kein Einfluss
Altlasten	Hemmnis	Hemmnis	Kein Einfluss
geschützter Baumbestand	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
U- und S-Bahntunnel	Ausschluss	Kein Einfluss	Kein Einfluss
Straßentunnel	Ausschluss	Kein Einfluss	Kein Einfluss
Unterirdische Gebäudeteile	Ausschluss	Ausschluss	Kein Einfluss
Fernwärmeleitungen	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Gasleitungen	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Telekommunikationsnetz	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Unterirdische Stromleitungen	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Abwasserkanäle	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Geländeneigung (>15°)	Kein Einfluss	Ausschluss	Kein Einfluss
Versiegelte Oberfläche	Kein Einfluss	Ausschluss	Ausschluss
Gebäudebestand (Kataster)	Ausschluss	Ausschluss	Ausschluss
Bauliniengefüge	Kein Einfluss	Kein Einfluss	Hemmnis

In der Fortschreibung der einzelnen Datensätze wurden vor allem bei den Abwasserkanälen und der Oberflächencharakterisierung Fortschritte erzielt. Zur Berücksichtigung der Kanäle ist zwischen RKU und Münchner Stadtentwässerung (MSE) eine Vereinbarung zur Übergabe der Daten zum Zwecke der kommunalen Wärmeplanung und Quartiersarbeit geschlossen worden. Die Vereinbarung beinhaltet auch die jährliche Aktualisierung des Datenstands, wodurch die bestmögliche Integration der Abwasserkanäle erreicht wurde.

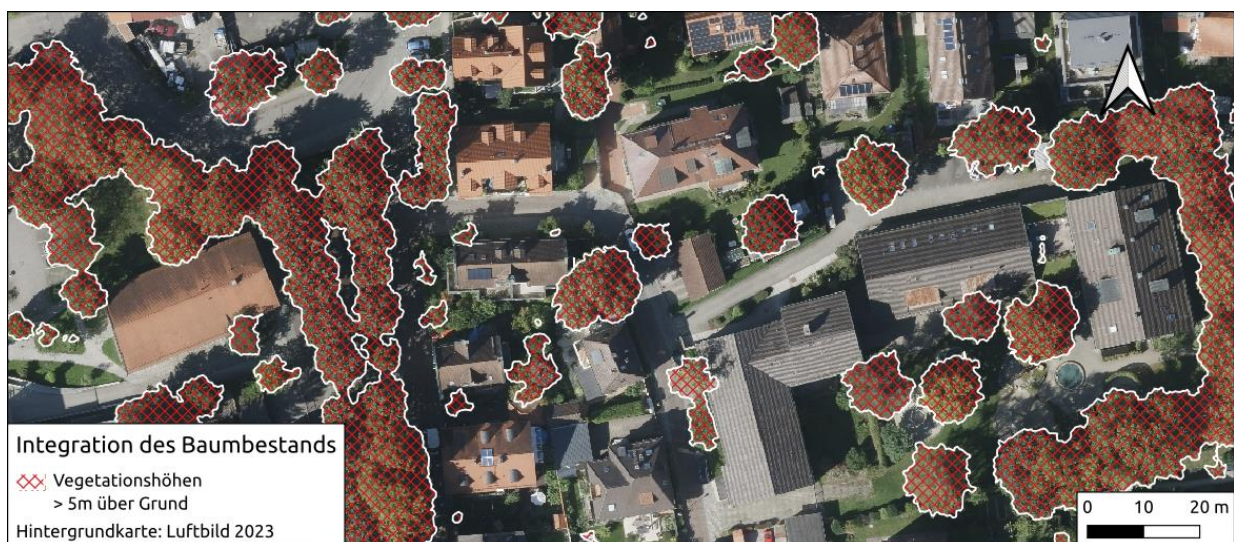


Abbildung 2: Integration des schützenswerten Baumbestands durch Vegetation höher als 5 m abgeleitet aus der hochauflösten Landbedeckungsklassifizierung 2021 der LHM.

Bei der Fortschreibung der Datensätze zur Oberflächenversiegelung und zum geschützten Baumbestand konnten deutliche Fortschritte durch die Berücksichtigung der Landbedeckungsklassifizierung erzielt werden. Die Klassifizierung unterscheidet auf Basis

einer hochaufgelösten Luftbildanalyse Gebäude, versiegelte Flächen, offenen Boden, Wasserflächen, Schwimmbäder/Pools und Vegetation in sieben Höhenstufen. Zur Definition der versiegelten Flächen aus Tabelle 1 wurden Gebäude, versiegelte Flächen und Schwimmbäder/Pools zusammengefasst. Damit werden bei der Oberflächenversiegelung auch Überbauungen berücksichtigt, die nicht im Gebäudebestand des Katasters verzeichnet sind.

Zur Integration des schützenswerten Baumbestands wurde, wie in Abbildung 2 dargestellt, als vereinfachende Annahme die Vegetationshöhe herangezogen. In der Baumschutzverordnung ist festgeschrieben, dass alle Gehölze (Bäume und Sträucher), die einen Stammumfang von 80 cm und mehr in 100 cm Höhe über dem Erdboden haben, unter Schutz gestellt sind¹. Da eine Klassifizierung des Baumbestands auf Basis dieser Vorgaben nicht existiert, wurden die Vegetationsflächen, die höher als 5 m sind, als Ausschlussbereiche definiert. Gegenüber der Definition in der Verordnung besteht daher eine Abweichung, die allerdings aufgrund der hinreichenden Genauigkeit für den Anwendungsfall in der kommunalen Wärmeplanung nach unserem Ermessen toleriert werden kann. Eine niedrigere Wuchshöhe wurde nicht gewählt, da nicht geschützte Hecken ansonsten nicht mehr effektiv ausgeschlossen werden können (siehe Abbildung 2).

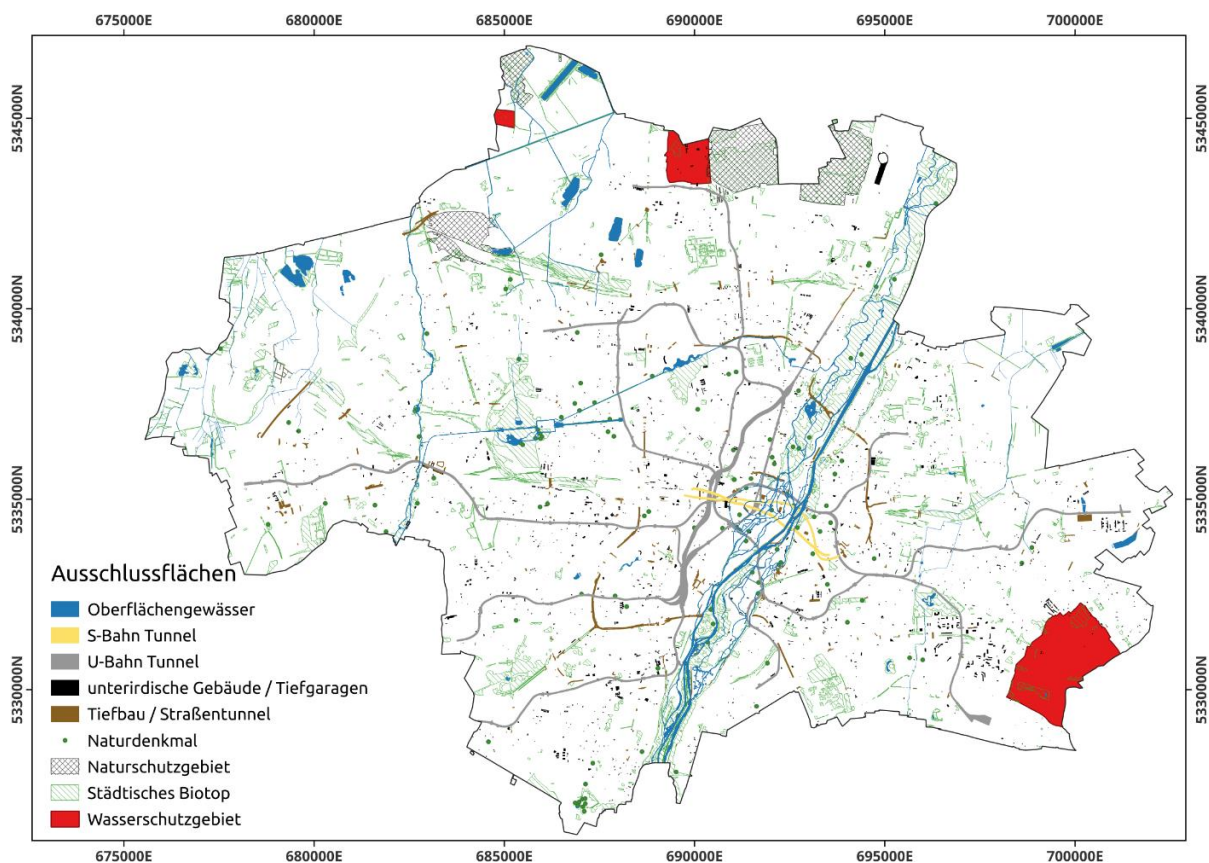


Abbildung 3: Ausgewählte bauspezifische sowie natur- und wasserschutzspezifische Ausschlussflächen, die in der Weißflächenkartierung berücksichtigt wurden.

In Abbildung 3 wird die Verteilung von datenschutzrechtlich unbedenklichen Ausschlussflächen im Stadtgebiet dargestellt. Durch die verschiedenen Kriterien ergeben sich lokal signifikante Einschnitte in das verfügbare Potenzial, wodurch der Mehrwert der hochaufgelösten Weißflächenkartierung für die Wärmeplanung Münchens ersichtlich wird. In Zukunft ist eine jährliche Aktualisierung aller in Tabelle 1 aufgeführten Kriterien geplant. Dabei ist es wichtig, die Luftbildanalysen des Kommunalreferats (Landbedeckungsklassen) ebenso jährlich auf Basis der aktuellen Befliegungsdaten fortzuschreiben.

¹ <https://stadt.muenchen.de/rathaus/stadtrecht/vorschrift/901.html>

Potenzialanalyse für Luftwärmepumpen

Die Potenzialanalyse ist angelehnt an die Vorgaben des LAI-Leitfadens und der darin zitierten Literatur². Die methodischen Grundlagen wurden mit der Doktorarbeit zur Analyse des technischen Potenzials von Wärmepumpen von Simon Greif gelegt³. Für die kommunalen Wärmeplanung Münchens wurde das Analyseverfahren in den generellen Ablauf integriert (vgl. Abbildung 1) und durch die Verwendung hochaufgelöster städtischer Daten weiterentwickelt. Auch in Zukunft werden die Rahmenbedingungen für die Potenzialanalyse in enger Abstimmung mit der Lokalbaukommission fortgeschrieben, damit die Aussagen des Wärmeplans stets an die städtischen Regelungen angepasst sind. Die in der Wärmeplanung durchgeführten Berechnungen werden allerdings in keinem Fall einen projektspezifischen Nachweis über die Einhaltung der TA-Lärm ersetzen, der für den rechtssicheren Betrieb von Luftwärmepumpen erbracht werden muss.

Das Ziel in der gebäudescharfen Analyse ist es, Aufstellorte für Außengeräte von Luft/Wasser Wärmepumpen zu identifizieren, die die Schallimmissionsgrenzwerte einhalten. Der in dieser Beziehung geeignetste Aufstellstandort ist immer der am weitesten von der Nachbarbebauung entfernte (siehe Abbildung 4). Um diesen Standort zu identifizieren, werden in 1,5 m Abstand vom Gebäude mögliche Standorte geprüft. Dabei werden ungeeignete Flächen verworfen, oder entsprechend des Gebietscharakters oder des Lagecharakters mit den in der TA-Lärm festgelegten Aufschlägen bedacht.

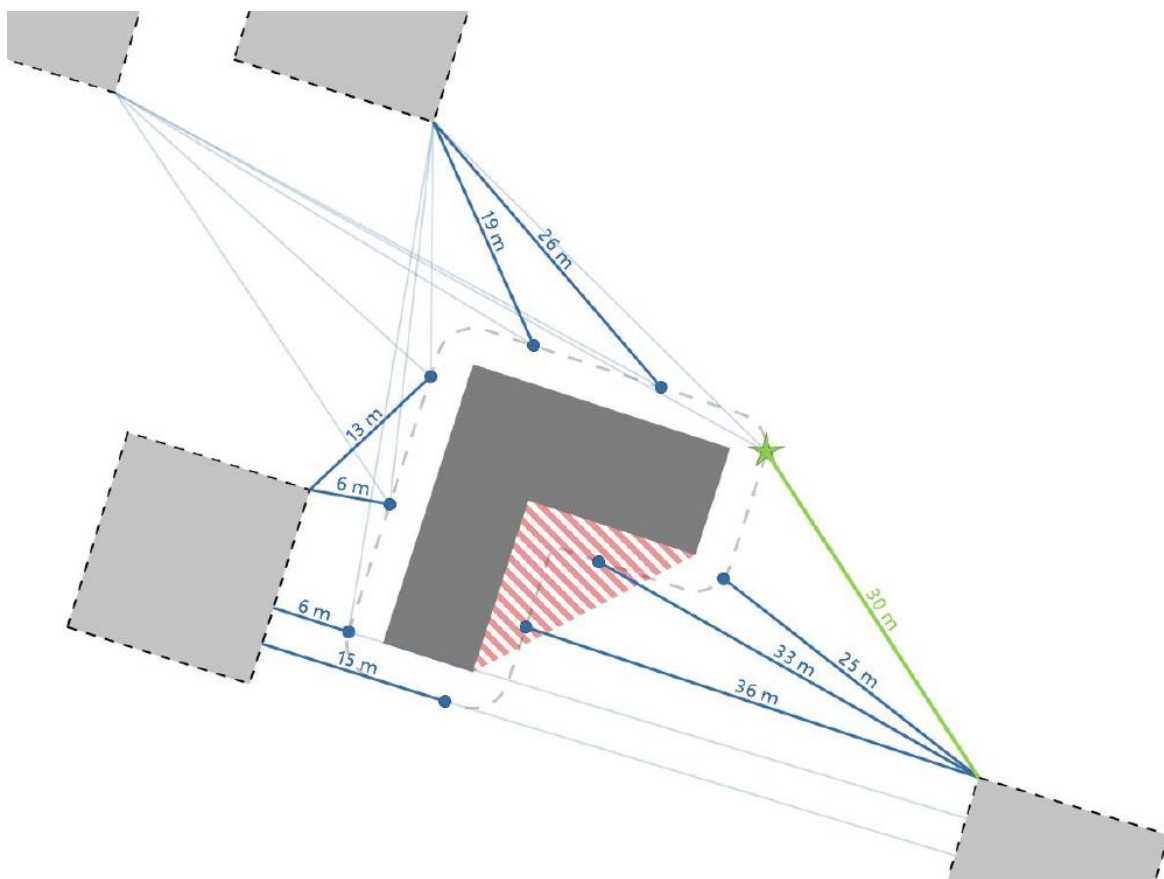


Abbildung 4: Ermittlung des von der Nachbarbebauung (hellgrau) maximal entfernten Aufstellstandorts (Stern) durch Prüfung verschiedener Aufstelloptionen (Punkte) und Ausschlussflächen (rote Schraffur) (Nach S. Greif 2023).

² https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/leitfaden-laerm-bei-stationaeren-geraeten-langfassung_1698052163.pdf

³ <https://mediatum.ub.tum.de/1702065>

In der früheren Version der Analyse wurde als konservative Annahme bzgl. des Aufstellorts nicht der Ort mit den besten Bedingungen gewählt, sondern eine mittlere Entfernung. In Abbildung 4 waren das beispielsweise 19 m oder 15 m. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Unsicherheit über die reale Eignung von Aufstellstandorten mit einzubeziehen. Durch die oben angesprochenen Verbesserungen in der Weißflächenkartierung und die damit belastbareren Aussagen zur Eignung von Standorten, wird in der aktuellen Potenzialanalyse der jeweils entfernteste Ort gewählt. Im gesamten Ablauf der kommunalen Wärmeplanung sind zusätzliche konservative Auslegungen implementiert, die dazu führen, dass die abschließende Bewertung der Eignung einen konservativen Charakter behält. Beispielsweise schöpfen die meisten geeigneten Gebäude das zur Verfügung stehende Potenzial mit ihrem Wärmebedarf nicht komplett aus, was zu weiteren Freiheitsgraden bei der Wahl des Aufstellstandorts führt.

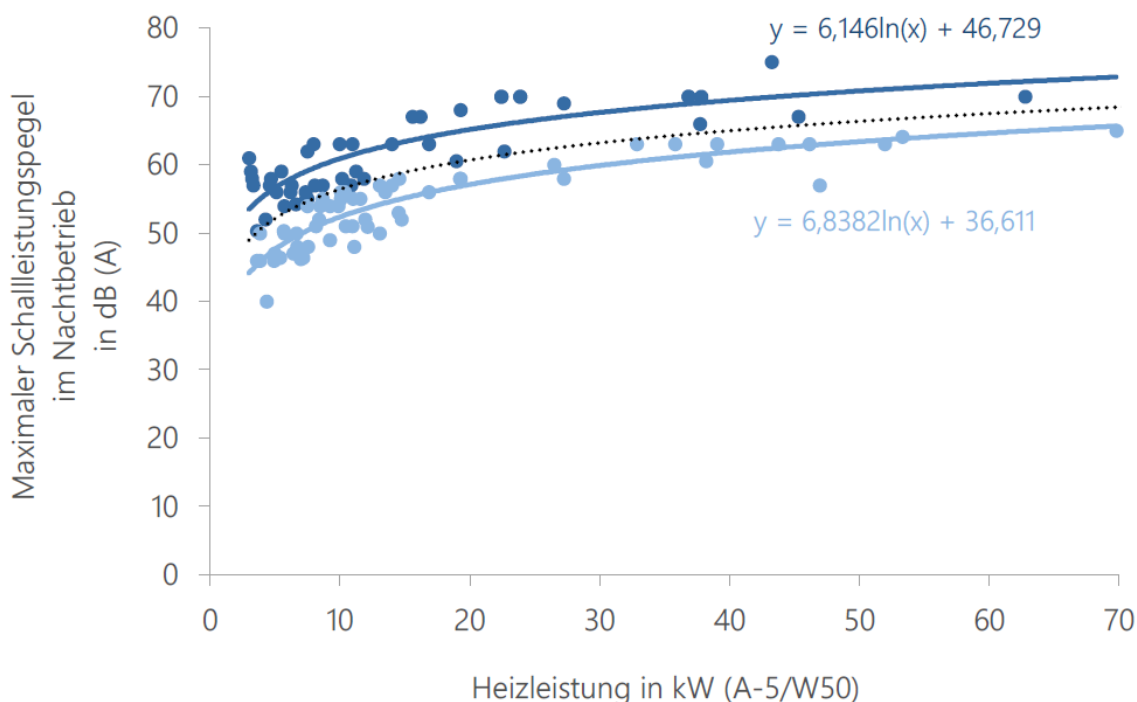


Abbildung 5: Regressionsgleichungen, die den Zusammenhang zwischen Heizleistung und Schalleistungspegel bei Luftwärmepumpen beschreiben (nach S. Greif 2023).

Die zweite methodische Änderung betrifft die Anpassung des funktionalen Zusammenhangs zwischen der Heizleistung der Wärmepumpe und dem jeweiligen maximalen Schalleistungspegel (siehe Abbildung 5). Die Gleichung beschreibt, inwiefern stärkere Wärmepumpen lauter werden. Sie ist ein elementarer Bestandteil der Potenzialanalyse und wurde auf Basis der technischen Daten von über 100 Wärmepumpen abgeschätzt. Im Rahmen der Beteiligungsphase wurde aus der Fachöffentlichkeit rückgemeldet, dass die ursprüngliche Gleichung nicht mehr den aktuell in München verbauten modernen Wärmepumpenmodellen entspricht und an den heutigen Stand der Technik angepasst werden kann. Hierfür sind in Abstimmung mit Herrn Dr. Greif die Koeffizienten der Regressionsfunktion angepasst worden, um die Bewertung entsprechend zu aktualisieren. Im Detail wurde die ursprüngliche Funktion (schwarz gepunktete Linie) durch die Regressionsfunktion der leiseren Hälfte (hellblaue Linie) ersetzt (siehe Abbildung 5).

Die Änderungen in der Potenzialanalyse haben die Eignung von Luftwärmepumpen in der aktuellen Fassung des Wärmeplans stark erhöht. Für zukünftige Fortschreibungen werden wir in Abstimmung mit der Lokalbaukommission prüfen, ob die ausgewiesenen Potenziale vor dem tatsächlichen Ausbau der Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen auch Bestand haben und bei Diskrepanzen entsprechende Anpassungen vornehmen.

Bedarfsdeckung mit Wärmepumpen

Die Bedarfsdeckung ist das Ergebnis des Bedarfsabgleichs, der das zur Verfügung stehende technische Potenzial mit dem aktuellen Wärmebedarf verschneidet (siehe Abbildung 1). Im Detail erfolgt ein Abgleich des Potenzials der drei Wärmequellen Grundwasser, Erdreich und Luft mit dem Wärmebedarf der Gebäude aus dem Modell München. Dabei wird als konservative Annahme immer von einem monovalenten Betrieb der Wärmepumpe und einer vollständigen Deckung des Wärmebedarfs im Gebäude ausgegangen. Wenn mehrere beheizte Gebäude auf der zu untersuchenden Fläche stehen, dann werden sie entsprechend ihres Bedarfs in absteigender Reihenfolge geprüft. Die Versorgung von Gebäuden wird so lange kumuliert, bis das Potenzial erschöpft ist, oder alle Gebäude versorgt werden. Falls das nächstkleinere Gebäude nicht versorgt werden kann, aber noch weitere Gebäude auf der Fläche stehen wird die Prüfung fortgesetzt und falls möglich ein „Auffüllen“ des restlichen Potenzials sichergestellt. Zur Berechnung des Prozentsatzes für die Bedarfsdeckung im Wärmeplan wurde, wie in Kapitel 2.2 erläutert, das Verhältnis von Anzahl der vollversorgten Gebäude zur Gesamtanzahl der Gebäude pro Baublock gebildet.

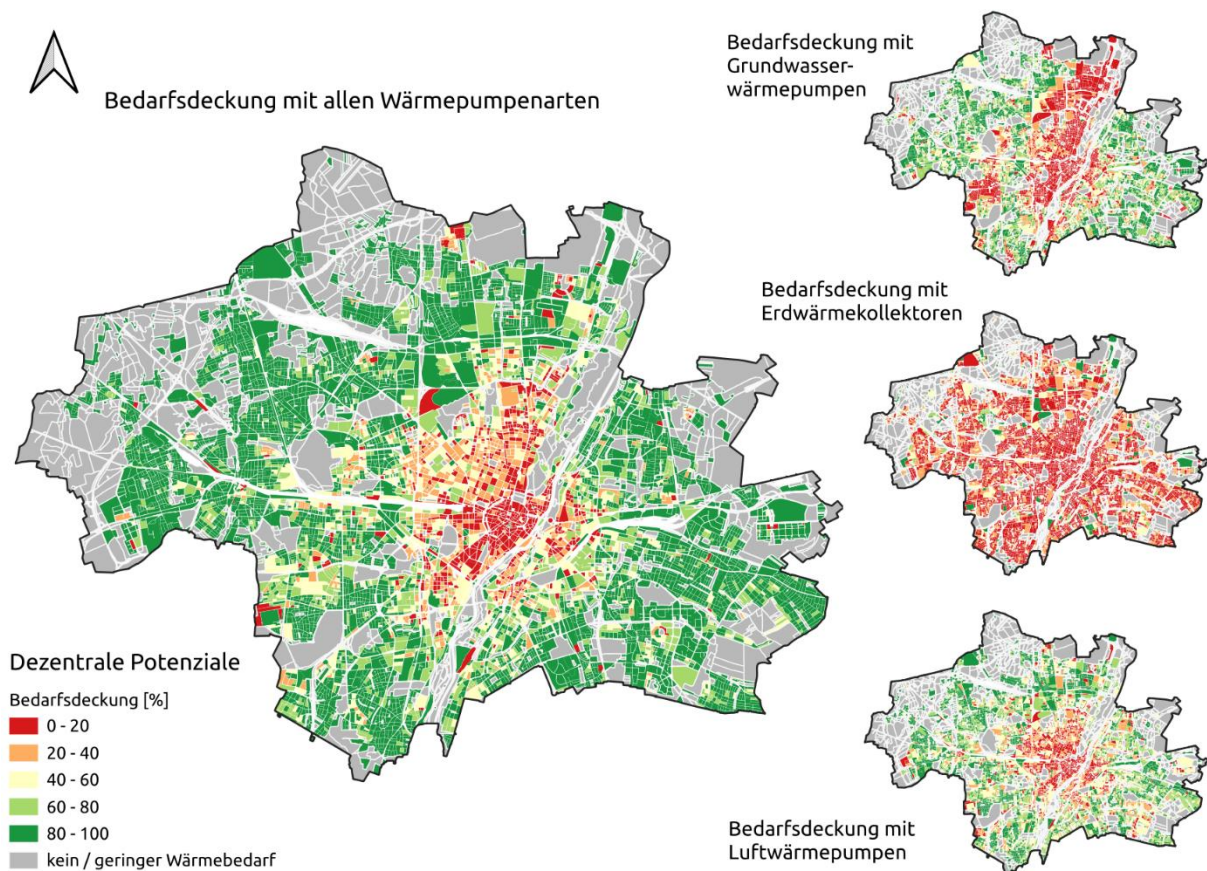


Abbildung 6: Bedarfsdeckung der verschiedenen Wärmepumpenarten (Grundwasser/Erdreich/Luft) und insgesamt für den aktuellen Wärmebedarf pro Baublock.

Neben der individuellen Bedarfsdeckung der drei Wärmepumpenarten wird im Geoportal auch die Bedarfsdeckung mit Wärmepumpen insgesamt dargestellt (siehe Abbildung 6). Hierfür wird pro Gebäude geprüft, ob eines der drei Entzugssysteme für eine Vollversorgung installierbar ist. Anschließend wird der Anteil der Gebäude pro Baublock berechnet, bei denen mindestens eine Wärmepumpenart möglich ist. Es ist zu beachten, dass die Bedarfsdeckung aller Wärmepumpenarten somit auch höher sein kann als der höchste individuelle Deckungsanteil, wenn sich die Entzugssysteme in den Gebäuden insgesamt ergänzen.

Die Veröffentlichung der Bedarfsdeckung ermöglicht es den Nutzer*innen des Wärmeplans neben den Eignungsgebieten die Informationstiefe über die möglichen dezentralen

Wärmeversorgungslösungen weiter zu erhöhen. Vor allem in schwieriger klimaneutral zu versorgenden Baublöcken (Fokus Sanierung oder Prüfgebiete) kann durch die Bedarfsdeckung der einzelnen Wärmepumpenarten eine Einschätzung für das eigene Gebäude ggf. vereinfacht werden. Im Geoportal wird zur Einfärbung der Kartendarstellung die Bedarfsdeckung mit allen Wärmepumpen genutzt, und bei einem Klick auf einen speziellen Baublock gibt das Pop-up-Fenster Auskunft über die individuellen Deckungsanteile der drei Wärmepumpenarten.

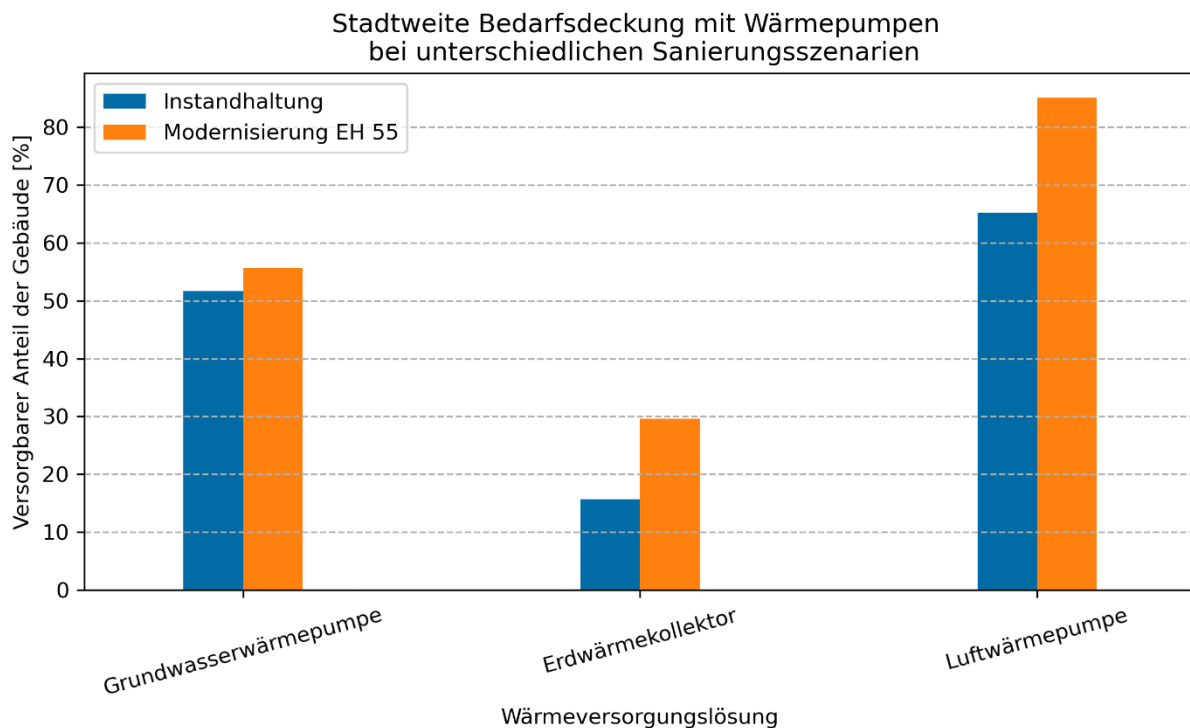


Abbildung 7: Prozentualer Anteil der Gebäude, die stadtweit mit einer der drei Wärmepumpenarten bei einem unsanierten Wärmebedarf (Instandhaltung) und einem sanierten Wärmebedarf (Modernisierung auf EH 55) versorgt werden können.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass dezentrale Wärmepumpen in München einen signifikanten Beitrag zur klimaneutralen Wärmeversorgung der Stadt leisten können. Wie in Abbildung 7 zu sehen, können über 50 % der Gebäude mit Grundwasserwärmepumpen geheizt werden. Bedarfsenkungen auf den EH 55 Standard wirken sich hier durch die bei ausreichendem Grundwasserangebot meist ausreichenden Potenziale eher gering aus. Bei Erdwärmekollektoren kann durch eine Bedarfsenkung auf EH 55 allerdings eine Verdopplung der versorgbaren Gebäude von 15 % auf knapp 30 % erreicht werden. Die Möglichkeiten zum Heizen mit Erdwärmekollektoren werden vor allem durch die wenigen Freiflächen und die dichte Bebauung in München eingeschränkt. In Einzelfällen kann sich aber die Prüfung des Einsatzes von flächeneffizienteren Entzugssystemen, wie z.B. Erdwärmekörpern, durch einen Fachplaner lohnen.

Unter den Wärmepumpen lassen sich die meisten Gebäude mit Luftwärmepumpen heizen. Durch eine energetische Modernisierung auf EH 55 kann der Anteil versorgbarer Gebäude nochmal deutlich von ca. 65 % auf ca. 85 % gesteigert werden. Hierbei muss beachtet werden, dass die Analyse den Einsatz von Luftwärmepumpen auf dem neuesten Stand der Technik voraussetzt und vor allem kleinere Gebäude für Luftwärmepumpen geeignet sind. Dies spiegelt sich auch in der Verteilung der Bedarfsdeckung in Abbildung 6 wider.

Veränderung in den Eignungsgebieten des Wärmeplans

Der finale Arbeitsschritt bei der Erstellung des Wärmeplans ist die Zuweisung der Eignungsgebiete (siehe Abbildung 1). Die leitungsgebundene Wärmeversorgung wird dabei auf Baublockebene prioritär dargestellt. Die Versorgungsgebiete entsprechen dabei den im Transformationsplan Fernwärme der SWM ausgewiesenen Flächen⁴. Diese Gebiete werden anschließend um die dezentralen Wärmeversorgungsarten ergänzt. Hierbei werden Baublöcke nur eingefärbt, wenn über 80 % der Gebäude mit Wärmepumpen versorgbar sind. Baublöcke, bei denen der Deckungsanteil geringer ausfällt, werden als Prüfgebiete deklariert. Lediglich wenn durch eine Modernisierung auf EH 55 eine Bedarfsdeckung >80 % möglich wird und der Median der Baujahre der Gebäude im Baublock älter ist als 1994, wird der Baublock in ein Gebiet mit Fokus Sanierung eingeteilt. Abschließend werden die Gebiete mit Sondernutzungen, Industrie und Gewerbe sowie die Gebiete mit keinem oder geringem Wärmebedarf markiert. Die Ausweisung der Gebiete mit Sondernutzungen soll auf die ggf. stark von den Annahmen des Wärmebedarfsmodells abweichenden Anforderungen hinweisen. Die Ergebnisse der Wärmeplanung können durch einen Klick auf den jeweiligen Baublock trotzdem aufgerufen werden. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Eignungsgebiete im Wärmeplan zum aktuellen Stand. Gegenüber der Vorgängerversion ist vor allem der Bedeutungsgewinn der Luftwärmepumpe deutlich sichtbar.

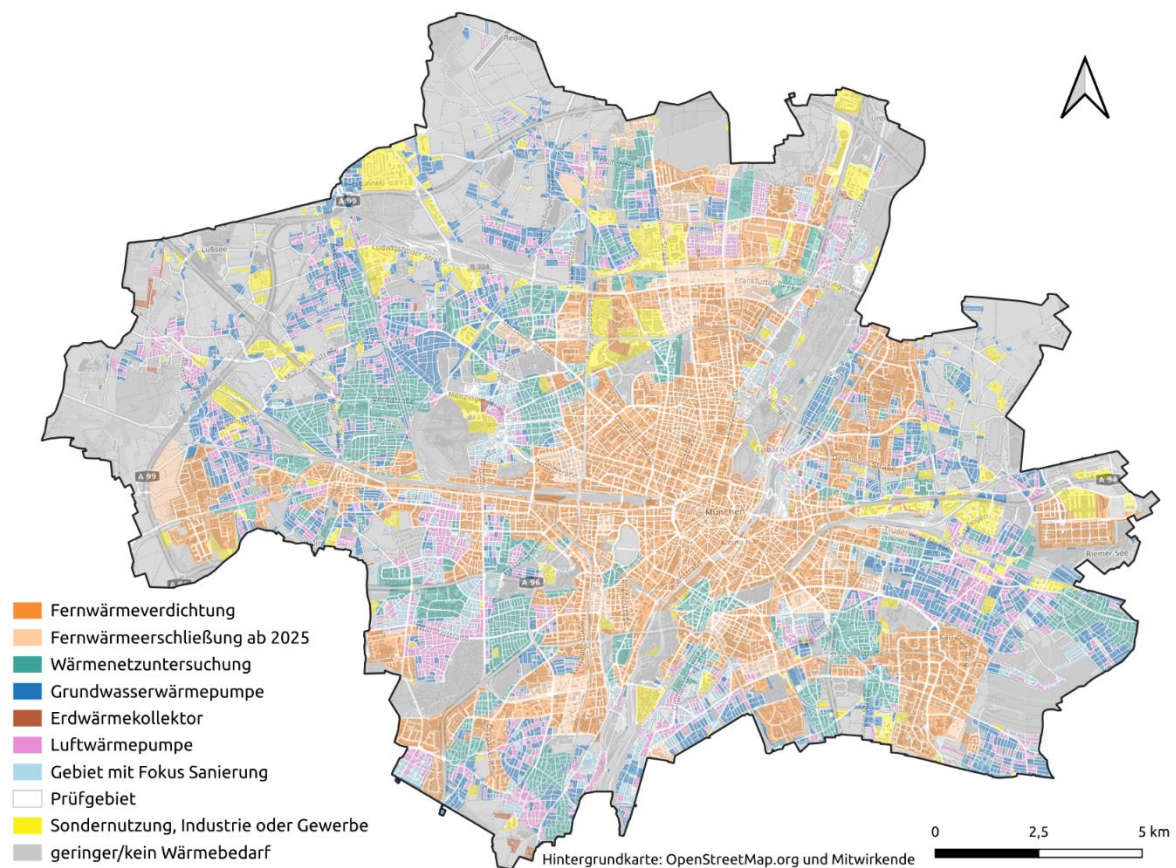


Abbildung 8: Die Eignungsgebiete des Wärmeplans zum Stand der Beschlussfassung.

Damit die Veränderungen bei der Zuweisung von Eignungsgebieten lückenlos nachvollzogen werden können, werden in den folgenden Abschnitten von Version zu Version die Änderungen, ihre Wirkung und eine tabellarische sowie grafische Zusammenfassung gegeben. Die Versionsnamen sind lediglich interne Arbeitstitel, um die Kommunikation zu erleichtern. Im letzten Abschnitt werden alle Änderungen vom Beschluss im Mai (Version 1) bis zur aktuellen Fassung (Version 2e) kumulativ dargestellt.

⁴ https://geoportal.muenchen.de/portal/swm_waermetetze/

Dokumentation der Versionen des Wärmeplans

Vergleich Version 1 (BV Mai) mit Version 2a.....	9
Vergleich Version 2a mit Version 2b.....	11
Vergleich Version 2b mit Version 2c.....	13
Vergleich Version 2c mit Version 2d.....	15
Vergleich Version 2d mit Version 2e.....	17
Vergleich Version 1 (BV Mai) mit Version 2e.....	19

Vergleich Version 1 (BV Mai) mit Version 2a

Änderungen:

- Eingefügt: Landbedeckungsklassifizierung 2021 der Luftbildstelle in der Weißflächenkartierung
- Gelöscht: Gebäudenetzuweisung im sanierten Zustand (Fehlerkorrektur)

Wirkung

- Grundwasserwärmepumpe: ca. 13% Reduzierung der Fläche durch Wegfall von individuellen Brunnenbauflächen aufgrund verbesserter Baumkartierung
- Erdwärmekollektor: ca. 62% Reduzierung der Kollektorflächen durch verbesserte Baumkartierung und Kartierung der Oberflächenversiegelung
- Gebiete mit Fokus Sanierung: ca. 18% Steigerung der Fläche, da keine dezentrale Lösung mehr möglich ist
- Prüfgebiete: ca. 266% Steigerung der Fläche, da Potenzialreduktion bei Grundwasserwärmepumpe und Erdwärmekollektor und da in Fokus Sanierung meist kein Gebäudenetz mehr verfügbar ist

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	-62.3	-98.8	-66.2	-302	-84.1	-43427.2
Fernwärmeersch. ab 2025	-0.1	-1.2	0.2	6	0.5	2801.7
Fernwärmeverdichtung	0.0	0.4	0.0	0	0.0	2430.0
Fokus Sanierung	-27.9	-486.3	-23.2	-6595	-39.0	-421783.7
Grundwasserwärmepumpe	-12.9	-364.0	-19.6	-7567	-15.5	-188000.8
Luftwärmepumpe	6.7	17.9	6.5	294	7.2	7696.7
Prüfgebiet	265.7	761.5	256.5	10453	224.9	563282.1
Sondernutzung, etc.	0.0	0.0	0.1	2	0.0	20.2
Wärmenetzuntersuchung	6.5	169.4	10.7	3722	5.4	86574.1
Geringer Wärmebedarf	-0.0	-0.2	-0.1	-1	0.0	31.0

Grafischer Vergleich

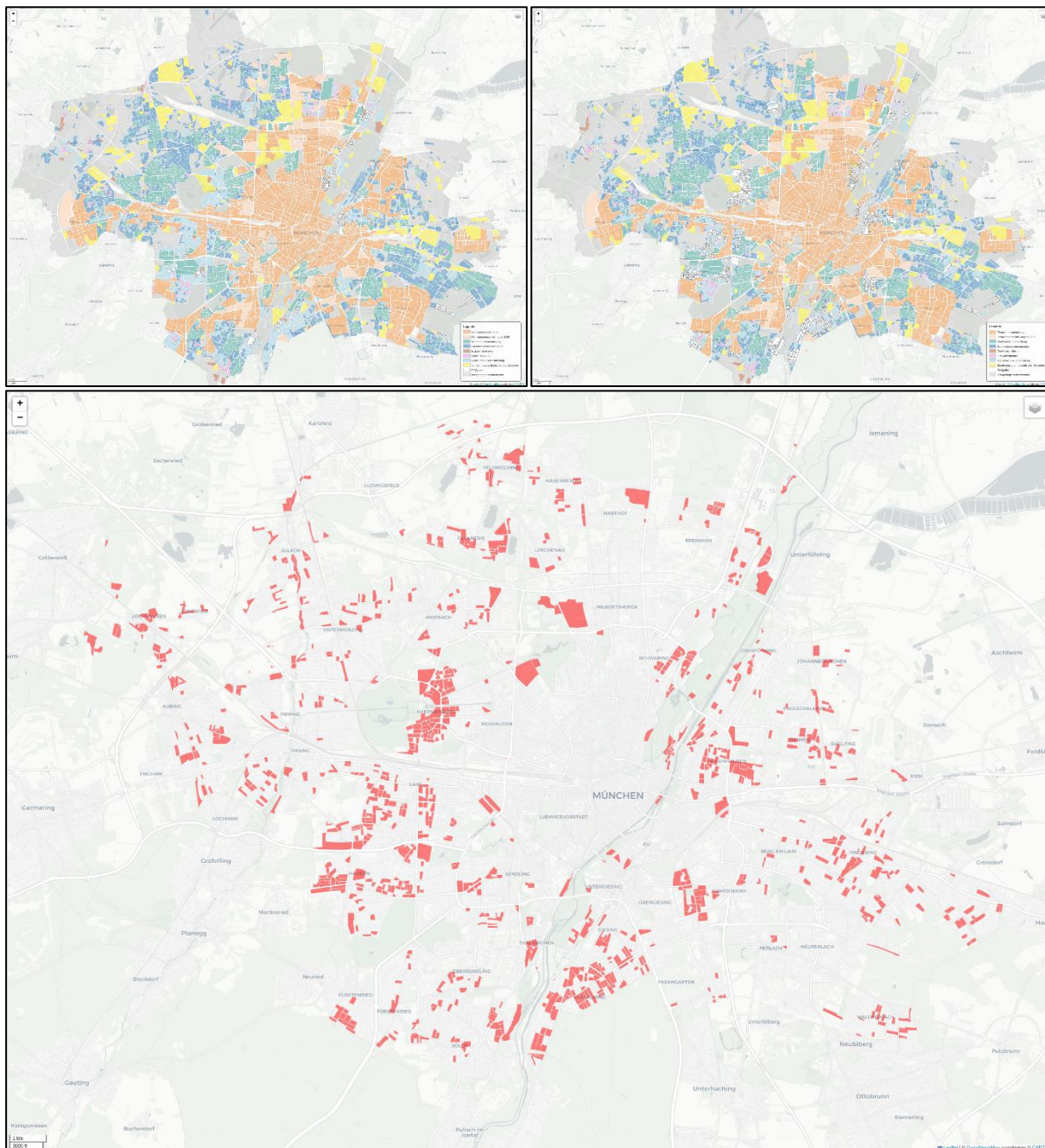


Abbildung 9: (oben links) alte Version und (oben rechts) neue Version der Eignungsgebiete sowie (unten) die Lage der veränderten Baublöcke.

Vergleich Version 2a mit Version 2b

Änderungen:

- Eingefügt: Eignungszuweisung der dominanten Wärmequelle bei über 80 % Bedarfsdeckung mit allen Wärmepumpenarten

Wirkung

- Luftwärmepumpen: ca. 46% Steigerung der Fläche
- Grundwasserwärmepumpen: ca. 21% Steigerung der Fläche
- Wärmenetzuntersuchungsgebiete: ca. 14% Reduzierung durch den Wegfall von Gebäudenetzgebieten zugunsten von Luft- und Grundwasserwärmepumpen
- Prüfgebiete: ca. 21% Reduzierung der Fläche durch neue Wärmepumpeneignung

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeersch. ab 2025	3.5	28.1	2.3	91	3.3	19195.0
Fernwärmeverdichtung	1.2	67.0	0.8	311	1.1	63648.5
Fokus Sanierung	2.7	33.2	5.0	1100	6.1	39962.8
Grundwasserwärmepumpe	20.7	505.9	29.7	9187	22.9	235018.8
Luftwärmepumpe	46.3	131.2	50.8	2452	49.9	56868.8
Prüfgebiet	-21.2	-221.9	-24.4	-3546	-13.9	-113330.3
Sondernutzung, etc.	0.0	0.4	0.0	1	0.0	14.3
Wärmenetzuntersuchung	-13.8	-382.7	-23.1	-8938	-10.4	-175773.4
geringer Wärmebedarf	0.0	1.7	0.0	0	0.0	0.0

Vergleich Version 2b mit Version 2c

Änderungen:

- Eingefügt: Eignungszuweisung auf Basis des Anteils vollversorgter Gebäude (>80% Gebäudeanzahl) anstatt auf Basis des gedeckten Wärmebedarfs

Wirkung

- Luftwärmepumpen: ca. 69% Steigerung der Fläche, da vor allem kleine Gebäude versorgt werden
- Erdwärmekollektor: ca. 17% Steigerung der Fläche, da vor allem kleine Gebäude versorgt werden
- Grundwasserwärmepumpen: geringe ca. 4% Reduzierung der Fläche, da sowohl kleine als auch große Gebäude versorgt werden
- Prüfgebiete: ca. 30% Reduzierung der Fläche durch neue Wärmepumpeneignung

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	17.4	10.3	38.7	58	29.6	2416.0
Fernwärmeersch. ab 2025	-0.0	-0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeverdichtung	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fokus Sanierung	5.1	65.8	1.7	379	11.2	77958.4
Grundwasserwärmepumpe	-4.1	-120.9	-6.5	-2641	-3.9	-49710.4
Luftwärmepumpe	68.5	274.4	62.9	4461	84.8	140844.4
Prüfgebiet	-30.3	-253.3	-22.8	-2514	-25.8	-180679.1
Sondernutzung, etc.	-0.0	-0.0	0.0	0	0.0	0.0
Wärmenetzuntersuchung	1.0	23.6	0.9	257	0.6	9170.7
geringer Wärmebedarf	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

Grafischer Vergleich

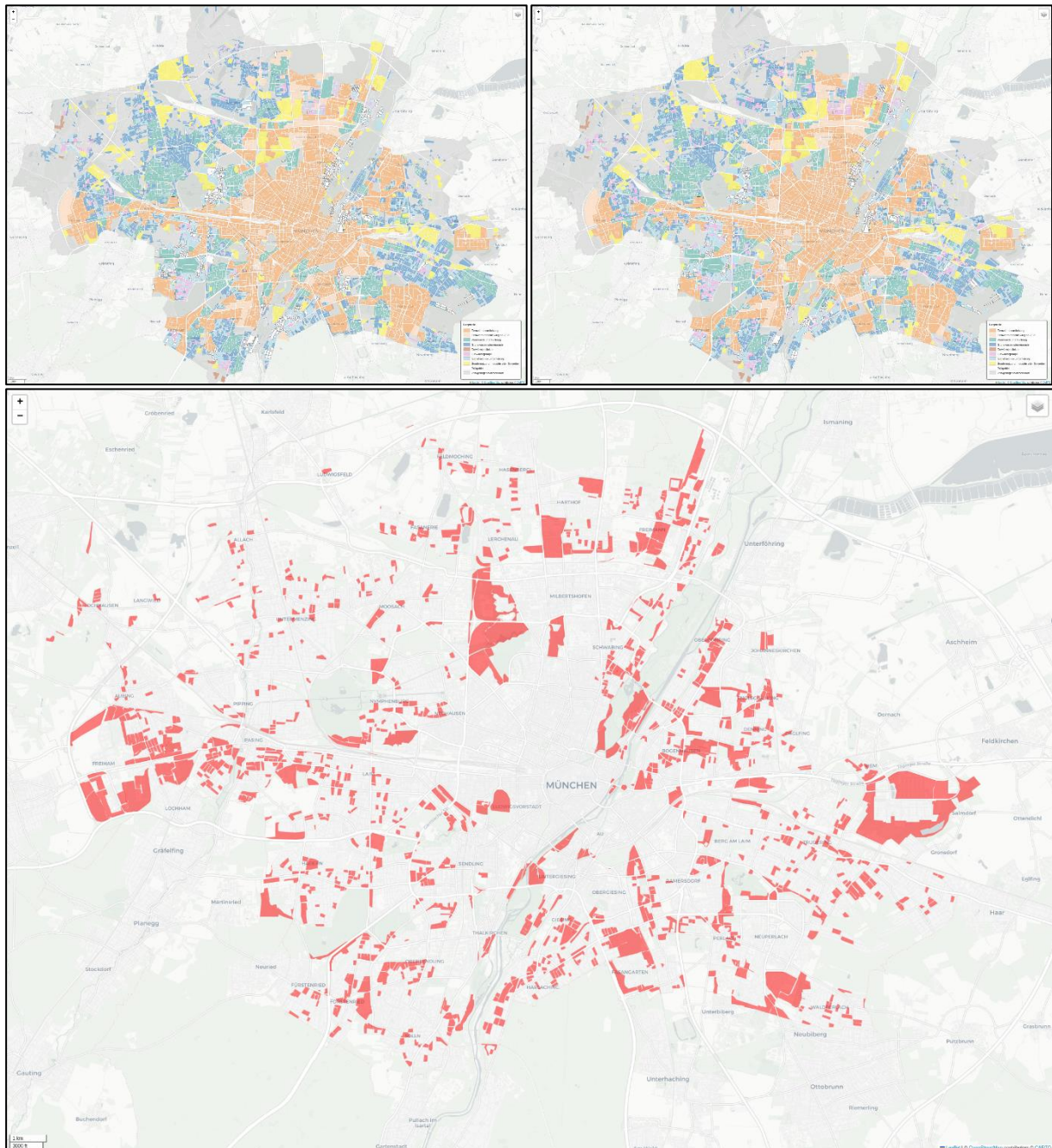


Abbildung 11: (oben links) alte Version und (oben rechts) neue Version der Eignungsgebiete sowie (unten) die Lage der veränderten Baublöcke.

Vergleich Version 2c mit Version 2d

Änderungen:

- Eingefügt: Einteilung von Baublöcken mit Eignung für Gebäudenetze in Wärmenetzuntersuchungsgebiete
- Eingefügt: Einteilung in Gebiete mit Fokus Sanierung nur, wenn der Median des Fertigstellungsjahrs im Baublock jünger als 1994 (EnEV Verschärfung) ist, ansonsten Einteilung in Prüfgebiete

Wirkung

- Wärmenetzuntersuchungsgebiete: ca. 17% Steigerung durch das Hinzukommen von Gebäudenetzgebieten
- Gebiete mit Fokus Sanierung: ca. 38% Reduktion durch das Hinzukommen von Gebäudenetzgebieten
- Prüfgebiete: ca. 16% Steigerung durch Median des Fertigstellungsjahrs jünger als 1994

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeersch. ab 2025	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeverdichtung	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fokus Sanierung	-37.6	-506.7	-42.4	-9871	-33.9	-262635.6
Grundwasserwärmepumpe	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Luftwärmepumpe	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Prüfgebiet	15.8	92.4	8.4	714	9.5	49456.7
Sondernutzung, etc.	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Wärmenetzuntersuchung	17.2	414.3	30.6	9157	14.0	213178.9
geringer Wärmebedarf	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

Grafischer Vergleich

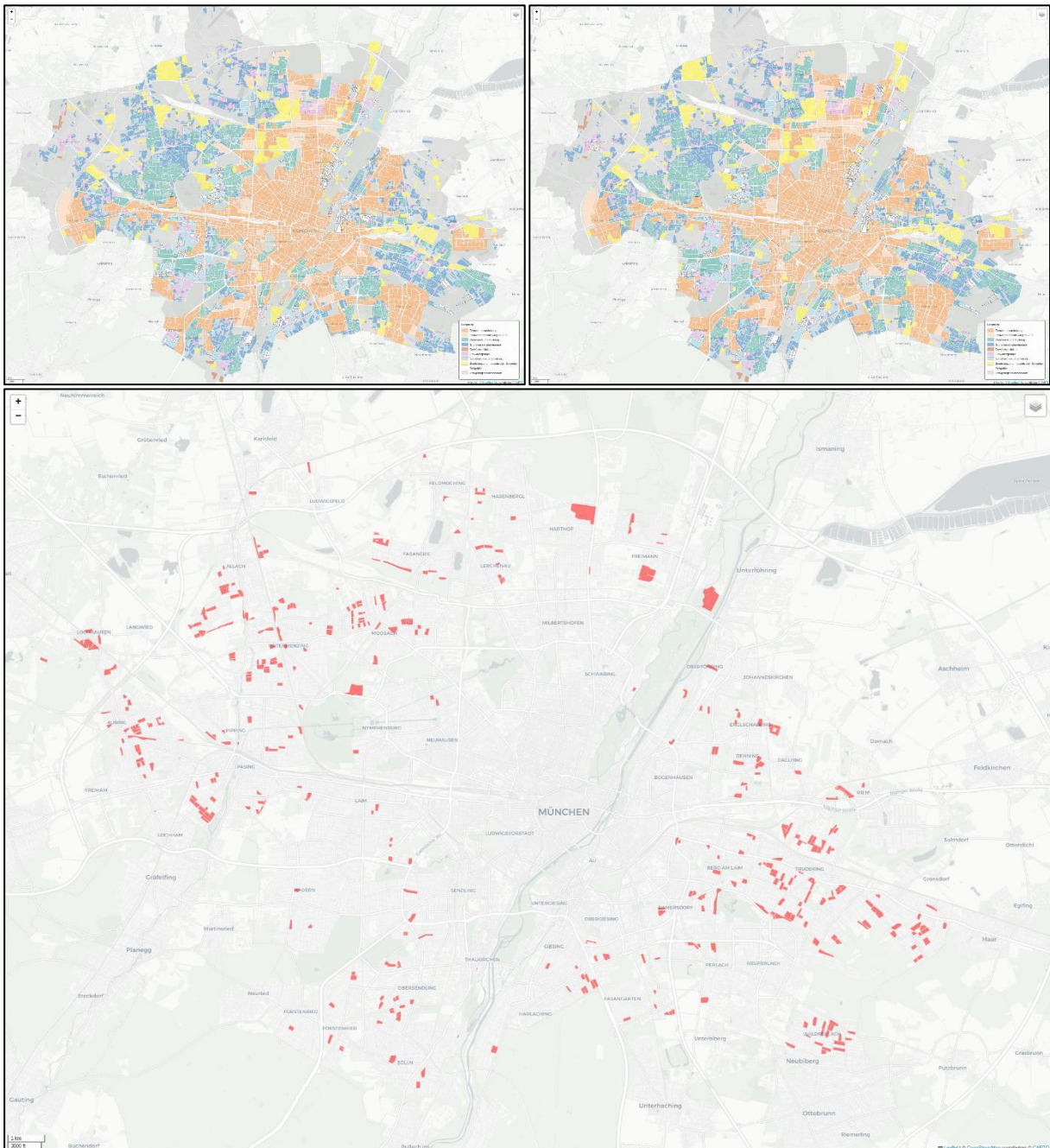


Abbildung 12: (oben links) alte Version und (oben rechts) neue Version der Eignungsgebiete sowie (unten) die Lage der veränderten Baublöcke.

Vergleich Version 2d mit Version 2e

Änderungen:

- Eingefügt: Anpassung der Regressionsgleichung für Schallemissionen von Luftwärmepumpen
- Eingefügt: Drei Baublöcke, die bereits 100% fernwärmeversorgt sind

Wirkung

- Luftwärmepumpe: ca. 170% Steigerung durch die Korrektur der Schallemissionsregression
- Wärmenetzuntersuchungsgebiete: ca. 14% Reduktion durch das Wegfallen von Gebäudenetzgebieten zugunsten von Luftwärmepumpengebieten
- Gebiete mit Fokus Sanierung: ca. 15% Reduktion durch neue Luftwärmepumpengebiete
- Prüfgebiete: ca. 56% Reduktion durch neue Luftwärmepumpengebiete
- Fernwärmeverdichtung: 0.3% Steigerung durch das Hinzufügen von drei Baublöcken

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeersch. ab 2025	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Fernwärmeverdichtung	0.3	16.9	0.2	74	0.2	14607.0
Fokus Sanierung	-14.5	-122.0	-17.1	-2292	-8.2	-41876.4
Grundwasserwärmepumpe	-8.7	-247.1	-11.0	-4137	-8.3	-100900.2
Luftwärmepumpe	168.5	1137.2	188.6	21784	186.3	571794.6
Prüfgebiet	-56.5	-382.2	-69.4	-6398	-42.1	-240154.8
Sondernutzung, etc.	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Wärmenetzuntersuchung	-14.2	-402.7	-23.1	-9031	-11.7	-203470.2
geringer Wärmebedarf	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

Vergleich Version 1 (BV Mai) mit Version 2e

Änderungen:

- Alle Änderungen von Version 1 (BV Mai) bis Version 2e (aktuelle Beschlussfassung) kumulativ
- Eingefügt: Überlappende Darstellung im Geoportal

Wirkung

- Luftwärmepumpe: ca. 580% Steigerung durch die Korrektur der Schallemissionsregression
- Wärmenetzuntersuchungsgebiete: ca. 7% Reduktion durch das Wegfallen von Gebäudenetzgebieten
- Gebiete mit Fokus Sanierung: ca. 60% Reduktion durch neue Luftwärmepumpengebiete
- Prüfgebiete: ca. 2,6% Steigerung der Fläche, aber ca. 31% Reduktion der Gebäude durch neue Luftwärmepumpengebiete
- Erdwärmekollektor: ca. 65% Reduktion durch neue Weißflächenkartierung (Vegetation und versiegelte Flächen)

Tabellarische Zusammenfassung der Veränderung

Eignungsgebiet	Fläche Änderung [%]	Blockfläche [ha]	Gebäude Änderung [%]	Gebäude- anzahl	Wärme Änderung [%]	Wärme- bedarf [MWh]
Erdwärmekollektor	-56.2	-89.2	-54.4	-248	-79.5	-41037.8
Fernwärmeersch. ab 2025	3.6	28.3	2.5	97	3.4	19600.7
Fernwärmeverdichtung	1.4	82.5	1.0	382	1.4	80428.1
Fokus Sanierung	-58.7	-1021.1	-61.0	-17359	-56.5	-610724.9
Grundwasserwärmepumpe	-7.7	-216.5	-12.8	-4921	-8.1	-98172.4
Luftwärmepumpe	581.9	1546.2	636.0	28804	727.0	772448.7
Prüfgebiet	2.6	7.4	-30.8	-1257	31.8	79665.8
Sondernutzung, etc.	0.0	0.3	0.0	1	0.0	14.3
Wärmenetzuntersuchung	-6.8	-178.0	-13.8	-4831	-4.3	-68676.0
geringer Wärmebedarf	0.0	1.4	0.0	0	0.0	0.0

Grafischer Vergleich

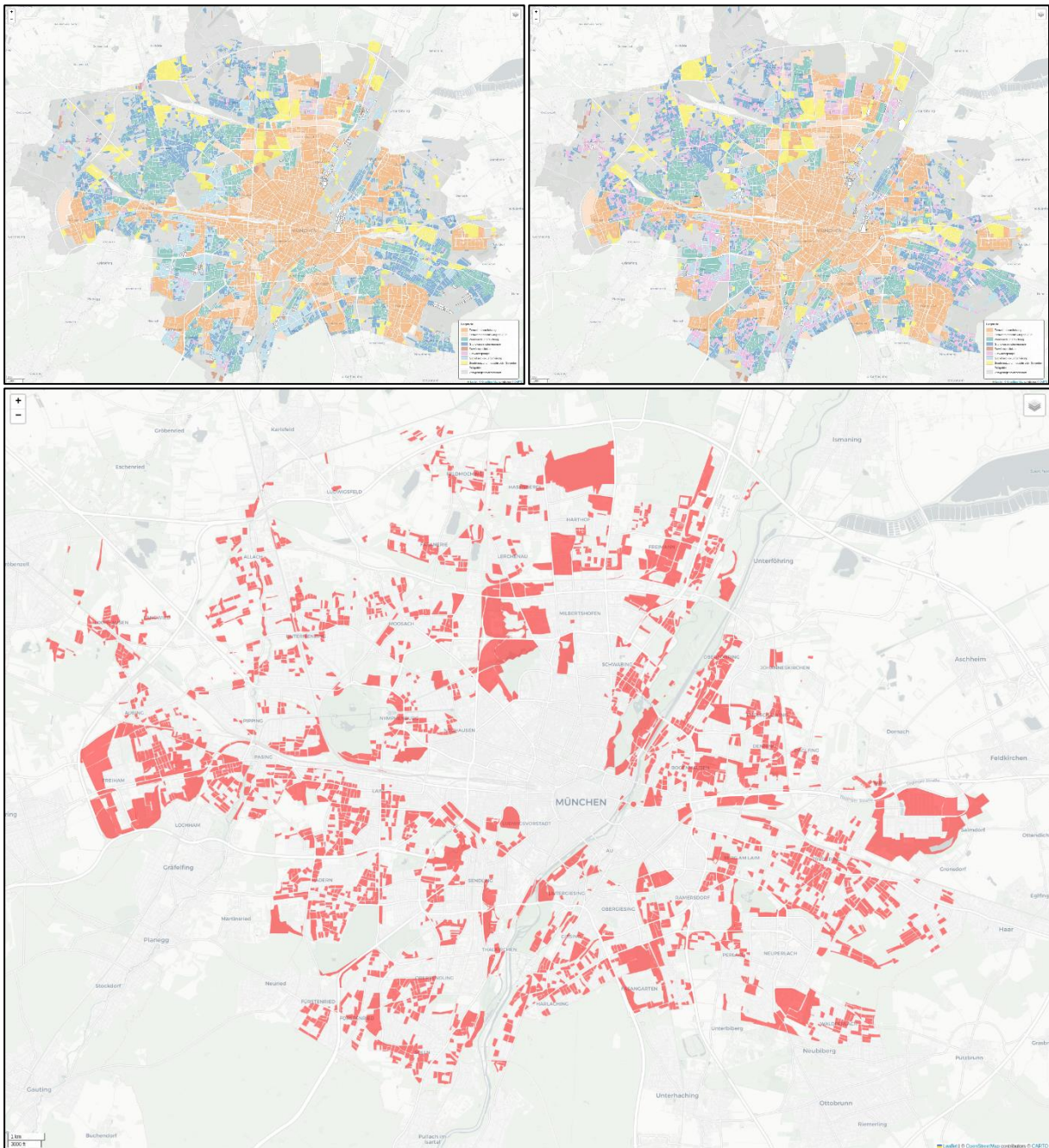


Abbildung 14: (oben links) alte Version und (oben rechts) neue Version der Eignungsgebiete sowie (unten) die Lage der veränderten Baublöcke.