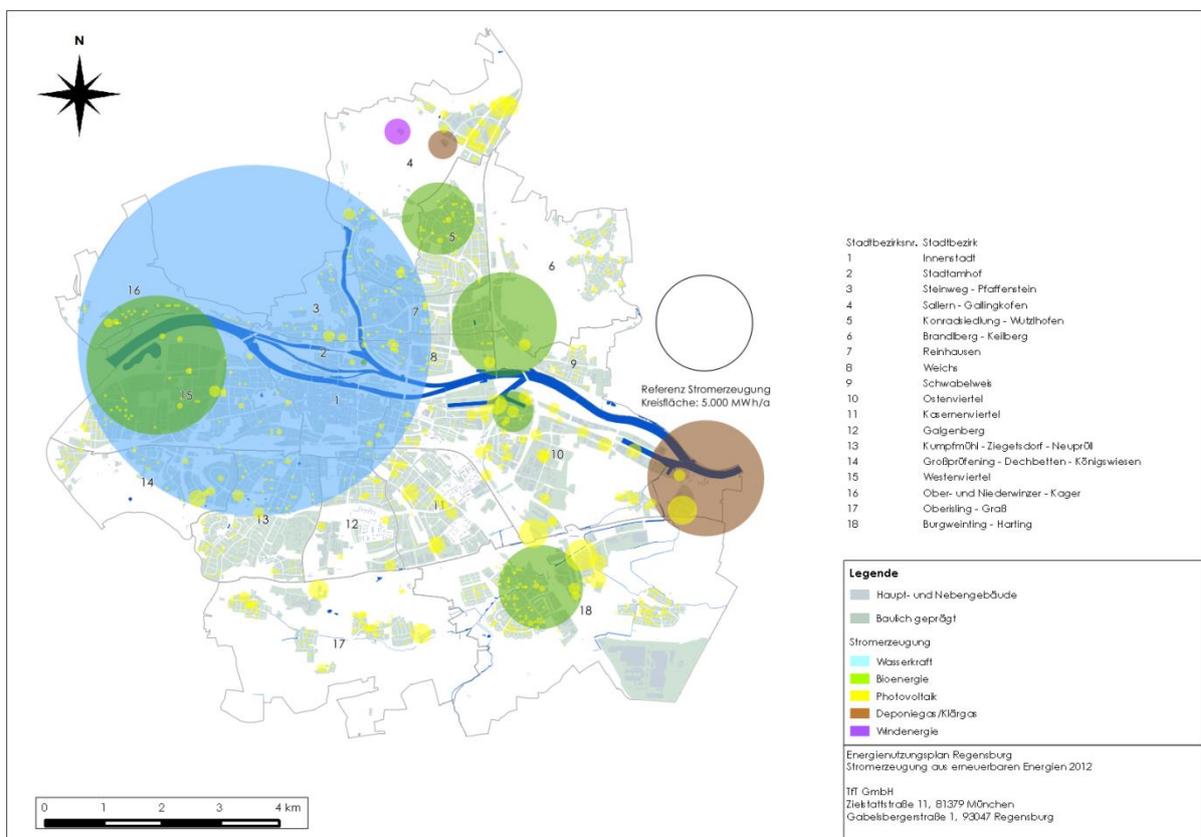


Energienutzungsplan Stadt Regensburg Teilbericht C – Ist-Zustand Erzeugung



Auftraggeber: Stadt Regensburg
Amt für Stadtentwicklung
Minoritenweg 10
93047 Regensburg

Erstellt: Team für Technik GmbH
Büro Regensburg
Gabelsbergerstr. 1
93047 Regensburg
Tel. 0941. 599521-00
Fax 0941. 599521-01

Büro München
Zielstattstraße 11
81379 München
Tel. 089. 89 14 61-0
Fax 089. 89 14 61-10

Datum: 28. April 2014

Kurzfassung

Am 22.05.2012 hat der Ausschuss für Stadtplanung, Verkehr, Umwelt- und Wohnungsfragen des Regensburger Stadtrats die Erstellung eines Energienutzungsplans beschlossen. Mit dem Energienutzungsplan entwickelt die Stadt ein informelles Planungsinstrument zur Analyse der aktuellen Energieversorgungssituation, zur Potenzialanalyse und zur Koordinierung von Einzelmaßnahmen und zur Entwicklung von Umsetzungskonzepten im Sinne einer Gesamtstrategie. Schwerpunkte liegen auf der räumlich differenzierten Analyse von Bedarf, Infrastruktur und Potenzialen sowie der Konzeptentwicklung.

Der vorliegende Teilbericht C zum Energienutzungsplan für die Stadt Regensburg dokumentiert die Analyse des Ist-Zustands der Energieerzeugung unter den Aspekten Wärme aus erneuerbaren Energien, Strom aus erneuerbaren Energien und fossil befeuerten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

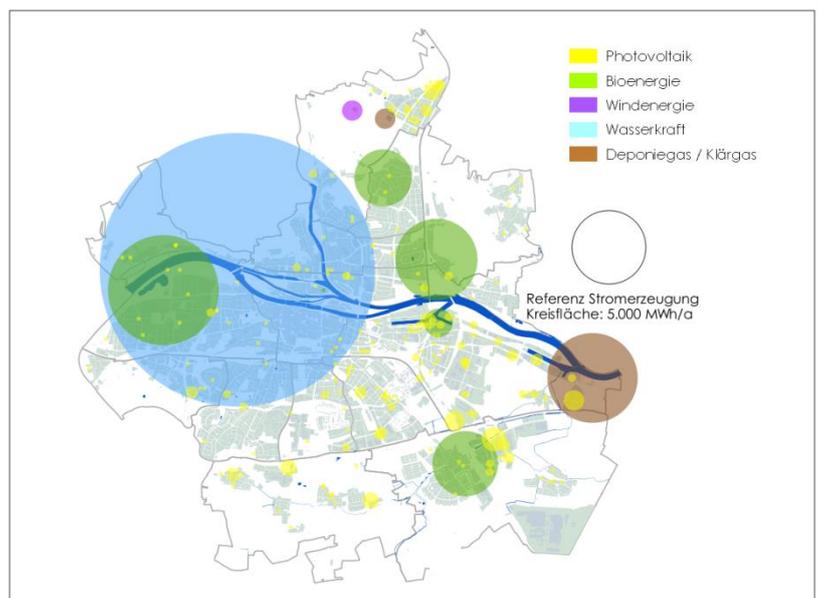
In Regensburg wurden im Jahr 2012 80,7 Gigawattstunden erneuerbarer Wärme erzeugt.

Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Regensburg

	Energieträger	Wärmeerzeugung [MWh]
Hauptwärmeerzeuger	Holzbrennstoffe (Kessel)	28.200
	Wärmepumpen	4.100
	Wärmelieferung REWAG (Anteil Biomethan-BHKW)	30.900
	Klärgas-BHKW	6.200
Zusatzwärmeerzeuger	Holzöfen	8.300
	Solarthermie	3.000
Summe		80.700

Im selben Zeitraum wurden 113 GWh an erneuerbarem Strom erzeugt. Dies entspricht etwa 9,1 % des Stromverbrauchs. Über die Hälfte der erneuerbaren Stromerzeugung entfällt auf die Wasserkraftwerke am Oberen Wöhrd. Etwa 20 % entfallen auf Biomethan-Blockheizkraftwerke im Stadtgebiet, hiervon wiederum 96 % auf vier größere Anlagen der REWAG. Photovoltaik steuert 16 % der erneuerbaren Stromerzeugung bei, 7 % entfallen auf die Klärgas-Blockheizkraftwerke am Regensburger Klärwerk und die Deponiegas-Verstromung in Haslbach. Das Windrad am Mühlberg erzeugt etwa ein halbes Prozent des erneuerbaren Stroms.

Im Jahr 2011 wurden in Regensburg ca. 108 Gigawattstunden Strom in fossil befeuerten KWK-Anlagen erzeugt. Dies entspricht 8,6 % des Stromverbrauchs. Gekoppelt mit dieser Stromerzeugung wurden 112 Gigawattstunden Wärme erzeugt und verbraucht. Etwa 76 % der Kraft-Wärme-Kopplung entfallen auf industrielle Anlagen zur Eigenstromerzeugung, etwa 18 % entfallen auf die Universität und das Bezirkskrankenhaus.



Erneuerbare Stromerzeugung in Regensburg 2012



Inhaltsübersicht

KURZFASSUNG	I
INHALTSÜBERSICHT	II
1 EINLEITUNG	1
1.1 ALLGEMEINES	1
1.2 TEILBERICHT C – ANALYSE IST-ZUSTAND ERZEUGUNG	1
2 WÄRME AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN	2
2.1 GESAMTBILANZ	2
2.2 BIOENERGIE	3
2.3 SOLARTHERMIE	8
2.4 UMWELTWÄRME UND OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE	10
3 STROM AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN	14
4 KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGS-SYSTEME MIT FOSSILEN BRENNSTOFFEN	17
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	19
QUELLENVERZEICHNIS	20
ANLAGENVERZEICHNIS	I



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Am 22.05.2012 hat der Ausschuss für Stadtplanung, Verkehr, Umwelt- und Wohnungsfragen des Regensburger Stadtrats die Erstellung eines Energienutzungsplans beschlossen. Mit dem Energienutzungsplan entwickelt die Stadt ein informelles Planungsinstrument zur Analyse der aktuellen Energieversorgungssituation, zur Potenzialanalyse und zur Koordinierung von Einzelmaßnahmen und zur Entwicklung von Umsetzungskonzepten im Sinne einer Gesamtstrategie. Schwerpunkte liegen auf der räumlich differenzierten Analyse von Bedarf, Infrastruktur und Potenzialen sowie der Konzeptentwicklung.

Im Energienutzungsplan für Regensburg nimmt die Berücksichtigung des denkmalgeschützten Gebäudebestands mit seinen besonderen Restriktionen und Chancen hinsichtlich einer nachhaltigen Wärmeversorgung eine besondere Rolle ein. Weitere Aspekte sind Einflussmöglichkeiten der Stadt über ihre eigenen Liegenschaften sowie über die kommunalen Unternehmen Stadtbau Regensburg GmbH und Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co KG.

1.2 Teilbericht C – Analyse Ist-Zustand Erzeugung

Der vorliegende Teilbericht C zum Energienutzungsplan für die Stadt Regensburg dokumentiert die Analyse des Ist-Zustands der Energieerzeugung unter den Aspekten Wärme aus erneuerbaren Energien, Strom aus erneuerbaren Energien und fossil befeuerte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.



2 Wärme aus erneuerbaren Energien

2.1 Gesamtbilanz

Die Gesamt-Wärmebilanz für Regensburg ist eine Grundlage für die Ermittlung der erneuerbaren Wärmeerzeugung im Ist-Zustand (Tabelle 1, Details enthält *Teilbericht B – Ist-Zustand Verbrauch*). Bilanziert ist die Wärme ab dem Wärmeerzeuger.

Fossile Brennstoffe, insbesondere Erdgas, sind im Regensburger Wärmemarkt noch bestimmend. Allerdings gibt es bereits signifikante Marktanteile aus erneuerbaren Energien, vor allem aus biogenen Quellen, in geringerem Maße auch aus Sonnenenergie, Geothermie und Umweltwärme.

Tabelle 1: Wärmebilanz für die Stadt Regensburg nach Wärmeerzeuger (Quelle: *Teilbericht B – Ist-Zustand Verbrauch*)

Wärme nach Energieträger	Jahreswärmeerzeugung
Wärme aus Erdgas	1.320 GWh/a
<i>Darunter aus Erdgas-KWK-Anlagen</i>	<i>111,5 GWh/a</i>
Wärmelieferung	95 GWh/a
Wärme aus nicht-leitungsgebundenen Energieträgern und Heizstrom	190 GWh/a
Summe	1.605 GWh/a

Nicht in diesem Bedarf erfasst ist der Anteil der Solarthermie (3,0 GWh pro Jahr) und der Holz-Einzelöfen als Zusatzwärmeerzeuger (8,3 GWh pro Jahr). Den Bedarf einschließlich dieser Zusatzwärmeerzeuger enthält Abbildung 1.

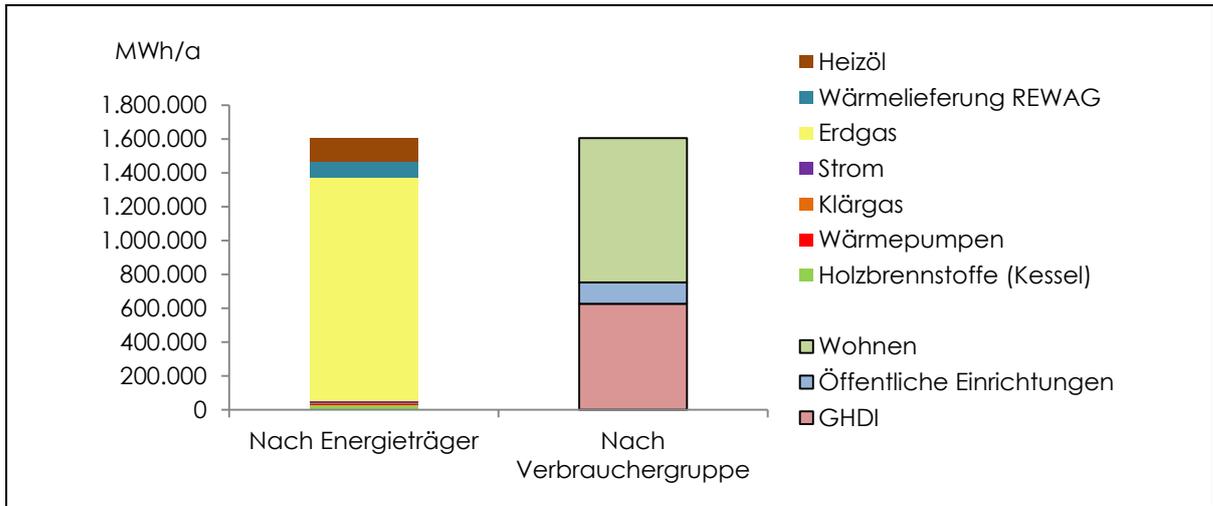


Abbildung 1: Wärmebedarf ab Wärmeerzeuger nach Verbrauchergruppen und Energieträger ohne Zusatzwärmeerzeuger ¹

Insgesamt werden damit in Haupt- und Zusatzwärmeerzeugern in Regensburg 80,7 Gigawattstunden erneuerbarer Wärme erzeugt.

Tabelle 2: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien in Regensburg

Energieträger	Wärmeerzeugung [MWh/a]
Hauptwärmeerzeuger	
Holz Brennstoffe (Kessel)	28.200
Wärmelieferung aus Biogas und Biomethan-BHKW	30.900
Wärmepumpen	4.100
Klärgas-BHKW	6.200
Zusatzwärmeerzeuger	
Holzöfen	8.300
Solarthermie	3.000
Summe	80.700

2.2 Bioenergie

2.2.1 Holz Brennstoffe

Holz Brennstoffe werden in Einzelöfen, in Heizkesseln und in größeren Heizwerken verfeuert. Sie werden zumeist als Stückholz, Holzpellets oder Holzhackschnitzel aufbereitet und verbrannt.

¹ Wohnen einschließlich Kleingewerbe und gemischt genutzter Gebäude; öffentliche Einrichtungen einschließlich sozialer und konfessioneller Einrichtungen

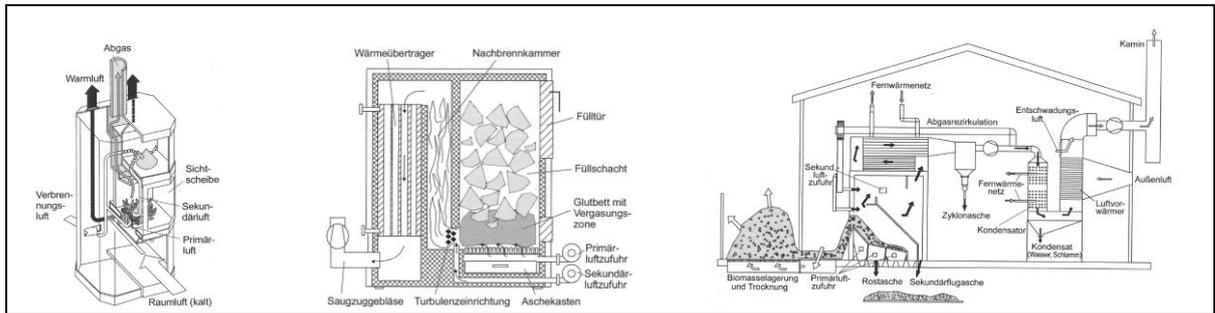


Abbildung 2: Vergleich eines Einzelofens zur direkten Beheizung einzelner Räume (Kaminofen, links), eines Stückholzkessels mit Wärmetauscher und Verbindung zur Heizungsanlage des Gebäudes (Mitte) und eines Heizwerks zur Versorgung eines Wärmenetzes (Quelle: [1])

Die Wärmeerzeugung aus Holzbrennstoffen ergibt sich aus der installierten Feuerungswärmeleistung. Die Wärmeerzeugung der Holzkessel wird dabei mit 1.800 Vollbenutzungsstunden über die Nennwärmeleistung abgeschätzt. Dies ergibt im Stadtgebiet eine Gesamt-Wärmeerzeugung von 28.200 MWh pro Jahr. Holzbrennstoff-Einzelöfen sind im Gegensatz zu Kesseln überwiegend Zusatzwärmeerzeuger und häufig weniger zur Heizung und mehr zur Behaglichkeit und Dekoration eingesetzt. Die Abschätzung der Wärmeerzeugung ist deshalb mit höheren Schwankungsbreiten und Unsicherheiten behaftet. In Unterabschnitt 2.2.2 wird die Wärmeerzeugung in Einzelöfen daher in mehreren Szenarien eingegrenzt. Das für Regensburg gewählte Szenario ergibt eine Wärmeerzeugung in Holz-Einzelöfen von 8.300 MWh pro Jahr.



Abbildung 3: Holzbrennstoffe Stückholz, Hackschnitzel und Pellets (Quelle: [2])

In Regensburg gibt es bereits einige größere Holzenergie-Anlagen. Größere Hackschnitzelheizwerke sind in der St.-Katharinspitalstiftung in Stadtamhof, der Gärtnerei des Stadtgartenamts am Weinweg und dem Neubaugebiet am Dechbettner Weinberg. Größere Holzpelletanlagen sind unter anderem in der Neubausiedlung am Aufeld in Burgweinting als Sammelheizungen und in den Arealen des Immobilienentwicklers Bauteam Tretzel am Roter-Brach-Weg und an der Galgenbergstraße installiert (Abbildung 4).

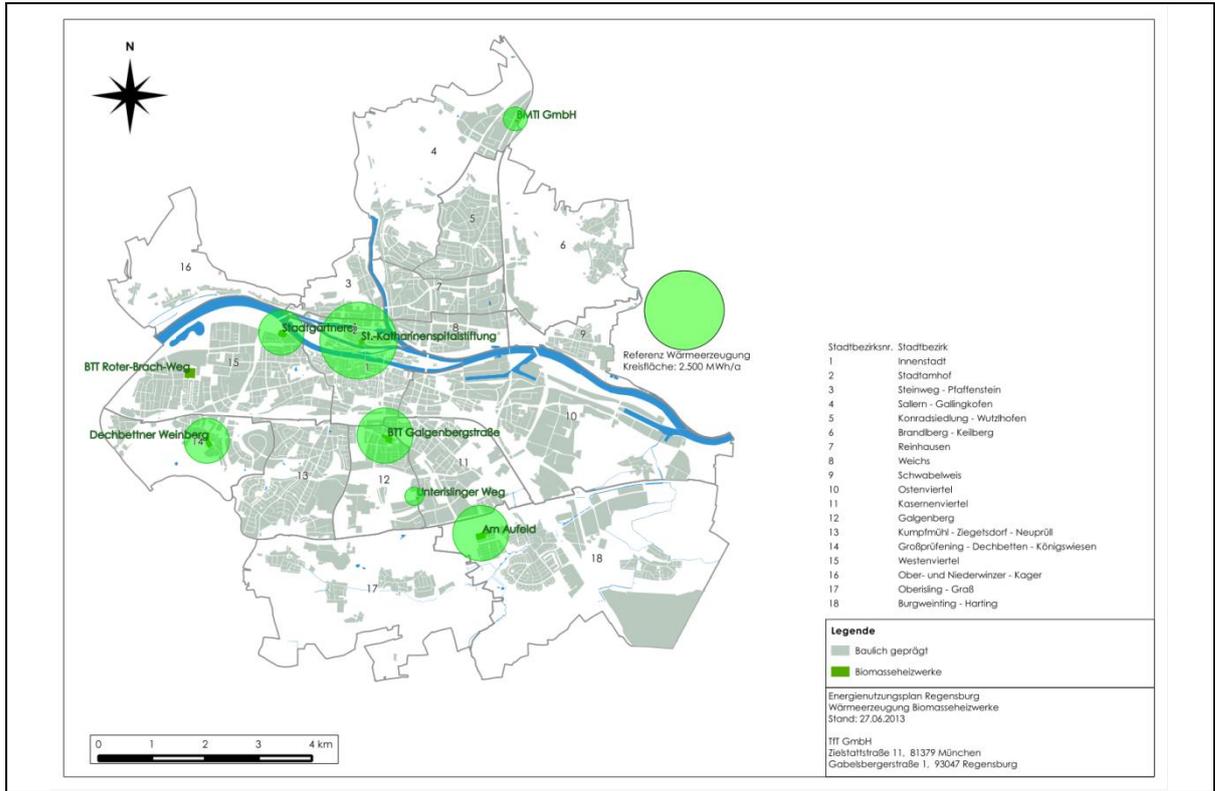


Abbildung 4: Übersicht über größere Holzenergieanlagen in Regensburg (Beispiele)

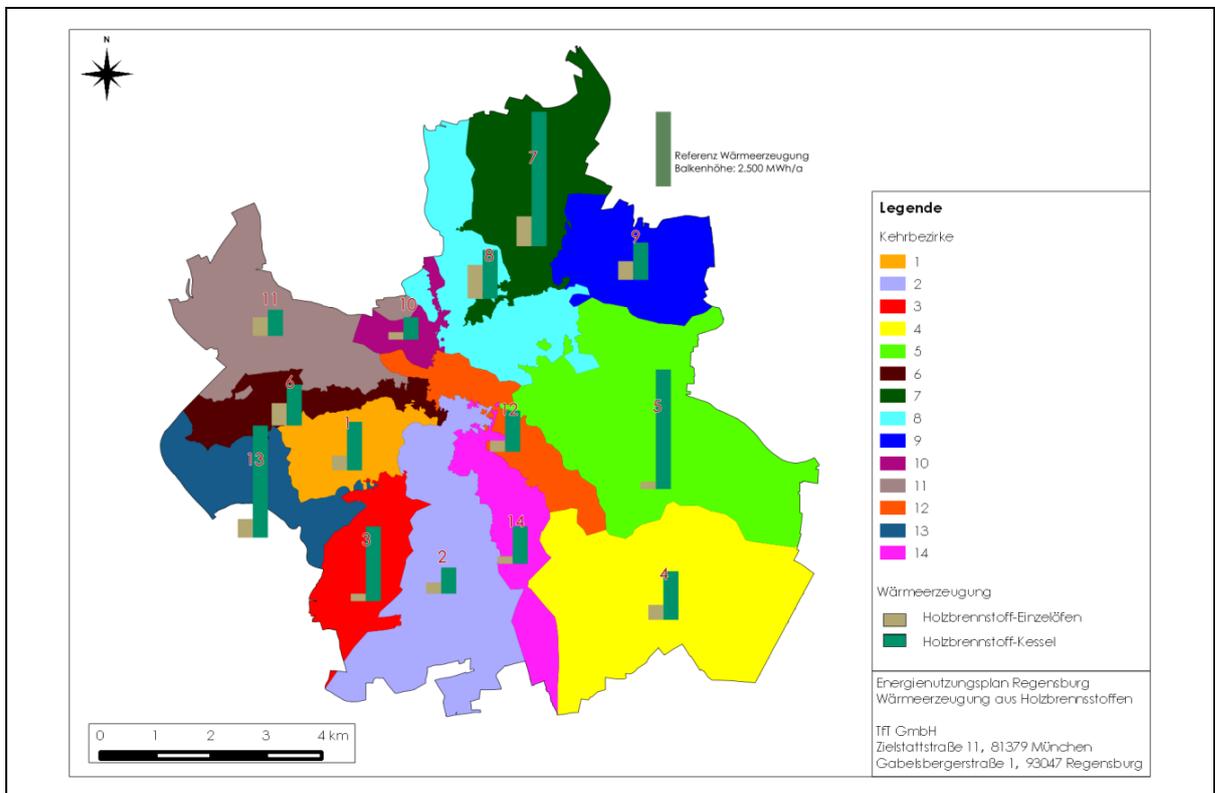


Abbildung 5: Wärmezeugung mit Holz-Brennstoffen in Regensburg in Heizkesseln und Einzelöfen



2.2.2 Exkurs Holzbrennstoff-Einzelöfen

Hintergrund

Holzbrennstoff-Einzelöfen haben zunächst eine positive Klimawirkung, da sie in der Regel fossile Wärmeerzeugung ersetzen. Allerdings hat der Einsatz dieser Einzelöfen auch negative Auswirkungen. Zunächst ist ihr Nutzungsgrad in der Regel gering (je nach Bauart typischerweise zwischen 15 und 75 % im Bestand). Zudem erzeugt er Luftschadstoffe, unter anderem Staub, Ruß und Stickoxide, die nicht erwünscht sind. Diese Anlagenkategorie wird aus den angeführten Gründen häufig in kommunalen Energiekonzepten nicht priorisiert und in Förderprogrammen nicht gefördert. Der Handlungsschwerpunkt bei Biomassefeuerungen liegt vielmehr bei Kesseln, hier wiederum häufig bei größeren Leistungsbereichen (Großverbraucher und Wärmenetze), da hier höhere Nutzungsgrade, wesentlich bessere Rauchgasreinigung und größere Brennstoffspektren erschließbar sind.

Der Anlagenbestand

In Regensburg sind nach der Aufstellung der Bezirkskaminkehrermeister 7.091 Holzbrennstoff-Feuerungen mit insgesamt 61 MW Feuerungswärmeleistung installiert. Von den Anlagen sind etwa 600 Heizkessel, auf diese entfallen 30 % der Leistung. Die restlichen 91 % der Anlagen sind Einzelöfen, auf diese entfallen 70 % der installierten Feuerungswärmeleistungen. [3]

Szenarien zu Anlageneinsatz und Brennstoffverbrauch

Holzbrennstoff-Einzelöfen weisen stark unterschiedliche Nutzungszeiten auf, je nachdem ob sie als Hauptwärmeerzeuger oder als Zusatzheizung zum Zwecke der Behaglichkeit eingesetzt werden. Eine Szenarienbildung grenzt die Bandbreite des Brennstoffverbrauchs nach Art der Nutzung ein.

Ergebnisse der Verbrauchsabschätzung

Im Szenario „Erfahrungswerte aus dem Umland“ ergibt sich ein Brennstoffeinsatz von etwa 21 Gigawattstunden bzw. 5.000 Tonnen lufttrockenen Holzbrennstoffs. Das Minimal-Szenario („Zusatzwärmeerzeuger zur Dekoration und Behaglichkeit“) und das Maximal-Szenario („Hauptwärmeerzeuger“) weichen hiervon um 60 % nach unten bzw. 76 % nach oben ab. Tabelle 3 zeigt die Rahmenbedingungen und Ergebnisse der Verbrauchsabschätzung.



Tabelle 3: Einsatz- und Brennstoffverbrauchsszenarien für Holzbrennstoff-Einzelöfen und Holzbrennstoff-Kessel

Name des Szenarios	Rahmenbedingungen	Ergebnis (jeweils pro Jahr)
Minimal-Szenario "Zusatzwärmerezeuger zur Dekoration und Behaglichkeit"	Überwiegender Einsatz als Zusatzwärmerezeuger zur Dekoration und Behaglichkeit Durchschnittliche Betriebszeit: 100 Stunden pro Jahr	4,3 GWh Brennstoff bzw. 1.000 t Brennstoff; 2,8 GWh Wärme
Szenario "Erfahrungswerte aus dem Umland"	Nach Erfahrungswerten aus Umlandgemeinden werden pro Einzelofen etwa 2 Ster pro Jahr verfeuert [4]. (Dies entspricht bei je zur Hälfte Fichtenholz und Buchenholz lufttrocken 3,2 MWh Brennstoff bzw. 0,8 t pro Jahr.)	21,1 GWh Brennstoff bzw. 5.000 t Brennstoff; 13,7 GWh Wärme
Maximal-Szenario "Hauptwärmerezeuger"	Überwiegender Einsatz als Hauptwärmerezeuger bzw. Grundlastwärmerezeuger Durchschnittliche Betriebszeit 864 Stunden pro Jahr.	37,2 GWh Brennstoff bzw. 8.800 t Brennstoff; 24,2 GWh Wärme
Gemeinsame Rahmenbedingungen	Nutzungsgrade je nach Bauart zwischen 10-20 % (offene Kamine) und 70-75 % (Unterbrandofen). Kachelöfen und eiserne Durchbrandöfen 65-75%. Ansatz: 65% mittlerer Jahresnutzungsgrad	
Vergleichswert Holzbrennstoff-Kessel	Verbliebene Holzfeuerungen (Kessel): 16 MW Nennwärmeleistung bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr 85% Jahresnutzungsgrad	28,2 GWh Wärme
Ansatz kommunale Energiebilanz Regensburg	Mittelwert aus Minimal-Szenario und Szenario "Erfahrungswerte aus dem Umland"	8,3 GWh Wärme

Einordnung:

Für die kommunale Energiebilanz gilt folgender Ansatz: Als Großstadt wird für Regensburg ein Wert zwischen dem Szenario auf Basis von Erfahrungswerten aus den ländlicher geprägten Umlandgemeinden mit gutem Zugang zu Brennholz und dem Minimalszenario angesetzt. Die Wärmeerzeugung in Holzbrennstoff-Einzelöfen beträgt damit **8,3 GWh pro Jahr**.

2.2.3 Wärme aus Biogas- und Biomethan-Blockheizkraftwerken

Die REWAG betreibt in Regensburg vier Biomethan²-Blockheizkraftwerke und ein Rohbiogas-Blockheizkraftwerk, jeweils in Verbindung mit Gas-Spitzenlastkesseln. Damit werden Großver-

² Biomethan ist der Begriff für Biogas, das nicht in räumlicher Nähe zur Biogasanlage genutzt wird, und das stattdessen getrocknet wird, vom enthaltenen CO₂ abgeschieden, verdichtet und ins Erdgasnetz eingespeist wird. An anderer Stelle im Erdgasnetz wird eine äquivalente Menge Gas entnommen und in räumlicher Nähe zu einem Wärmeverbraucher in Kraft-Wärme-Kopplung zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Der erzeugte Strom wird nach den Regelungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vergütet. Durch Bilanzkreise und Nachweisführungen müssen die beteiligten Händler gewährleisten, dass dieselbe Energiemenge an Biogas eingespeist wird, die zur Verstromung aus dem Netz entnommen wird.

braucher und Wärmenetze mit Wärme versorgt. Auf diese vier Anlagen entfiel mit 49.000 MWh gut die Hälfte der Gesamt-Wärmelieferung durch die REWAG im Jahr 2012. Der Anteil der Biomethan-Blockheizkraftwerke als Grundlastherzeuger wird zu je 60 % abgeschätzt, 40 % decken die jeweiligen Spitzenlastkessel. Zum Rohbiogas-BHKW betreibt die REWAG keinen Spitzenlastkessel. Damit wurden 2012 insgesamt 31.000 MWh aus Biogas und Biomethan erzeugt.

2.3 Solarthermie

In Solarthermieanlagen wird solare Strahlungswärme in einem Sonnenkollektor an ein Medium abgegeben, das die Wärme im Gebäude zum Heizungs-Pufferspeicher oder zum Warmwasserspeicher transportiert, wo sie als nutzbare Wärme abgegeben wird.

In Regensburg sind 670 solarthermische Kollektoranlagen mit annähernd 17.000 m² Kollektorfläche installiert. Von diesen Anlagen werden 232 zur kombinierten Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung und 438 Anlagen ausschließlich für die Warmwasserbereitung eingesetzt.

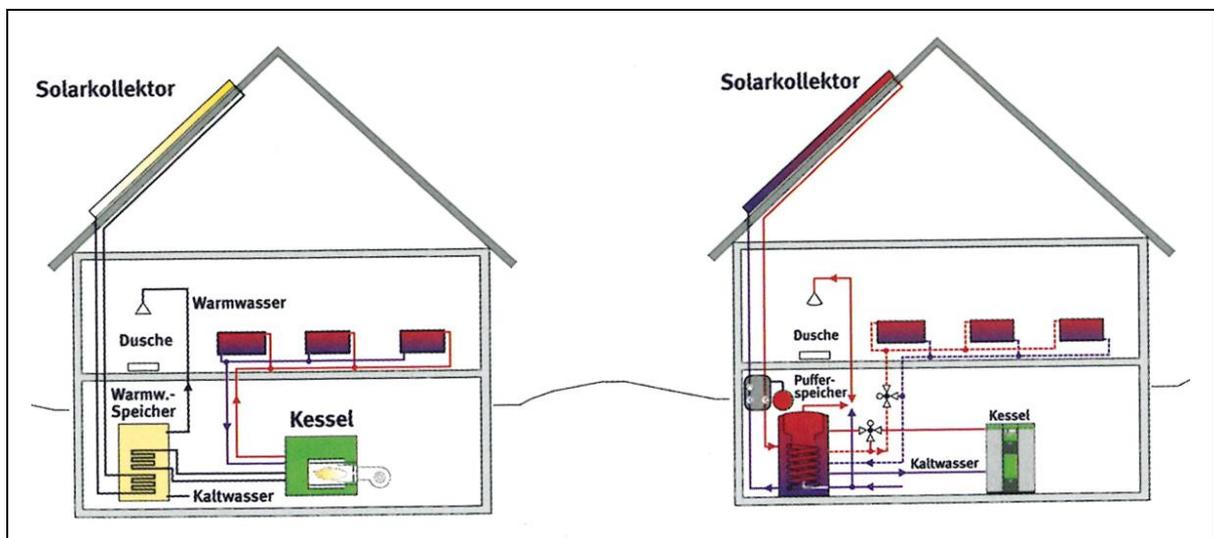


Abbildung 6: Solarthermische Kollektoranlagen zur Warmwasserbereitung (links) und zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (Quelle: [5])

Insgesamt erzeugen die Kollektoranlagen etwa 3.200 MWh Wärme pro Jahr. Der Ertrag ergibt sich aus der Aufteilung auf die Nutzungsarten Warmwasserbereitung sowie kombinierte Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung in Verbindung mit den jeweiligen spezifischen Ertragswerten. Die Daten liegen nach Postleitzahlen aufgeschlüsselt vor: Im östlichen Postleitzahlenbezirk 93055 ist die installierte Kollektorfläche mit 28 % der Gesamtfläche und damit auch die solarthermische Wärmeerzeugung am höchsten. Auch die einwohnerbezogene Kollektorfläche ist mit 161 m² pro 1.000 Einwohner deutlich größer als in den übrigen Postleitzahlenbezirken. Der Postleitzahlenbezirk 93047 liegt weitgehend im Stadtbezirk Innenstadt und in der Welterbekernzone, in der keine Kollektoranlagen errichtet werden dürfen. Hier ist erwartungsgemäß die Kollektorfläche und die Wärmeerzeugung am geringsten (Tabelle 4).

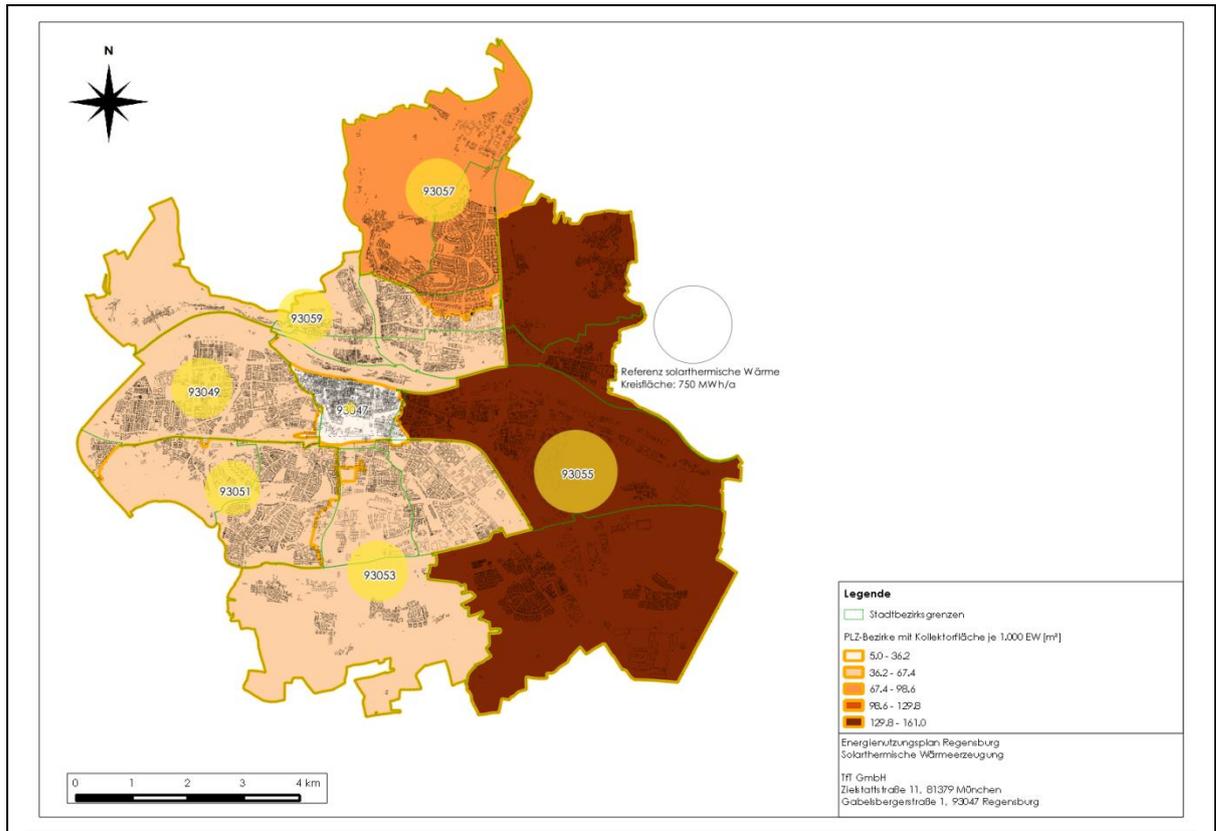


Abbildung 7: Solarthermische Wärmeerzeugung in Regensburg nach Postleitzahlenbezirk

Tabelle 4: Solarthermische Wärmeerzeugung in Regensburg nach Postleitzahlbezirk

Postleitzahl	Kollektorfläche	Anteil an der Gesamt-Kollektorfläche	Kollektorfläche in m ² pro 1000 EW	Ertrag in MWh/a
93047	61	0,7%	5	23
93049	1.267	15,0%	55	481
93051	1.060	12,6%	43	403
93053	1.308	15,5%	64	497
93055	2.335	27,7%	161	887
93057	1.331	15,8%	78	506
93059	1.077	12,8%	67	409
Summe	8.439			3.207



2.4 Umweltwärme und oberflächennahe Geothermie

2.4.1 Allgemeines

Die Wärmeerzeugung aus Wärmepumpen ergibt sich zum einen aus genehmigungspflichtigen Anlagen, für die aufgrund der Bescheide eine gute Datengrundlage besteht, und aus nicht genehmigungspflichtigen Anlagen (i.d.R. Luft-Wasser-Wärmepumpen), deren Bestand anhand der bundesweiten Statistik anhand des genehmigungspflichtigen Bestands abgeschätzt wird.

Genehmigungspflichtige Wärmeanlagen erzeugten in Regensburg im Jahr 2012 2.440 MWh Wärme (siehe Unterabschnitt 2.4.2). Diese Anlagen erzeugen im Bundesdurchschnitt 60 % der Wärme aus Wärmepumpen [6]. Mithin beträgt die gesamte Wärmeerzeugung aus Wärmepumpen 4.068 MWh pro Jahr.

Tabelle 5: Wärmeerzeugung in Wärmepumpen nach Einordnung der Genehmigungspflicht

Anlantentyp nach Genehmigungspflicht	Wärmeerzeugung 2012
Genehmigungspflichtige Wärmepumpenanlagen	2.441 MWh
Nicht genehmigungspflichtige Wärmepumpenanlagen	1.627 MWh
Summe	4.068 MWh

2.4.2 Genehmigungspflichtige Wärmepumpen

Wärmepumpen mit den Wärmequellen Grundwasser und Erdreich sind genehmigungspflichtig. In Regensburg sind 113 dieser genehmigungspflichtigen Wärmepumpen installiert. In diesen Wärmepumpen werden etwa 2.440 MWh Wärme pro Jahr erzeugt. Über ein Drittel dieser Wärmepumpen sind im Stadtbezirk „Kumpfmühl - Ziegetsdorf – Neuprüll“ installiert, die meisten darunter wiederum in der Ganghofer-Siedlung (Abbildung 8). Die Struktur des Wärmepumpenbestands in der gesamten Stadt zeigen Abbildung 9 und Tabelle 6.

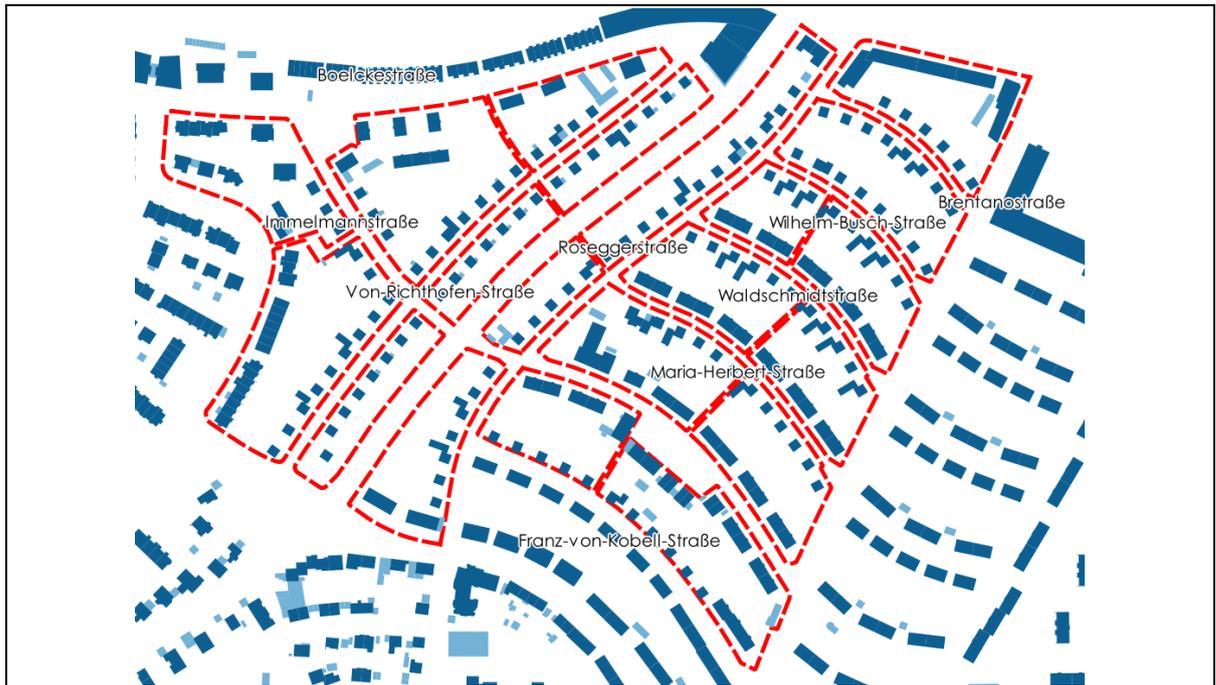


Abbildung 8: Ganghofersiedlung im Stadtbezirk „Kumpfmühl - Ziegetsdorf – Neuprüll“ mit etwa einem Drittel aller genehmigungspflichtigen Wärmepumpen im Stadtgebiet

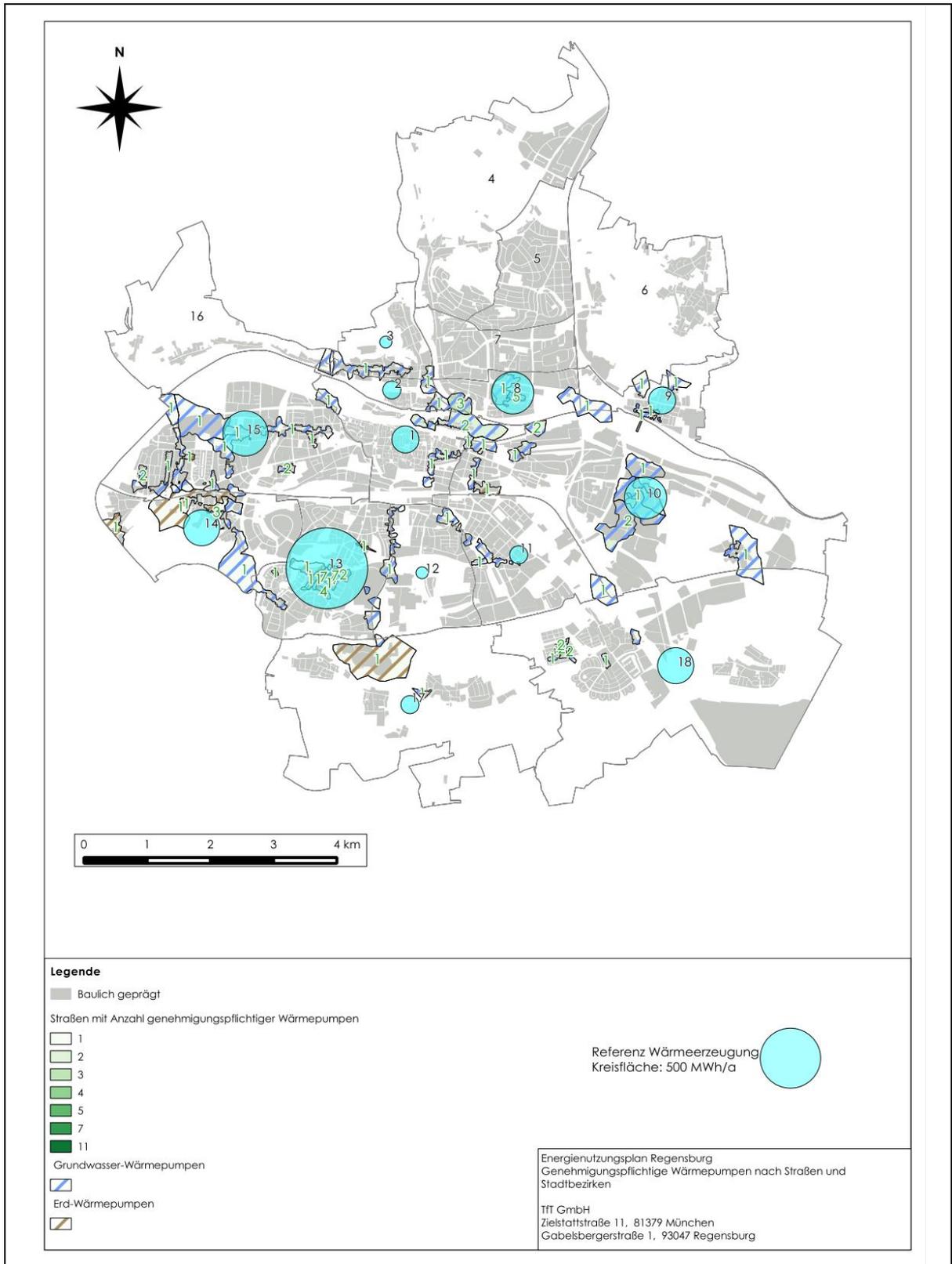


Abbildung 9: Anzahl genehmigungspflichtiger Wärmepumpen in Regensburg nach Straße und Wärmequelle, Wärmeenerzeugung nach Stadtbezirk


Tabelle 6: Genehmigungspflichtige Wärmepumpen nach Wärmequelle und Stadtbezirk

Stadtbezirk	Anzahl Grundwasser-Wärmepumpen	Anzahl Erdreich-Wärmepumpen	Wärme MWh/a
Innenstadt	4	0	108
Stadtamhof	2	0	43
Steinweg - Pfaffenstein	1	0	22
Sallern - Gallingskofen	0	0	-
Konradsiedlung - Wutzlhofen	0	0	-
Brandlberg - Keilberg	0	0	-
Reinhausen	2	0	-
Weichs	10	0	238
Schwabelweis	4	0	108
Ostenviertel	12	1	259
Kasernenviertel	2	0	43
Galgenberg	1	0	22
Kumpfmühl - Ziegetsdorf - Neuprüll	1	40	886
Großprüfening - Dechbetten - Königswiesen	3	6	194
Westenviertel	12	1	281
Ober- und Niederwinzer - Kager	0	0	-
Oberisling - Graß	1	1	43
Burgweinting - Harting	9	0	194
Stadt Regensburg	64	49	2.441



3 Strom aus erneuerbaren Energien

Die erneuerbare Stromerzeugung in Regensburg verteilt sich auf die Energieträger Wasserkraft, Fotovoltaik, Biomethan (siehe Fußnote 2 auf Seite 7), Klärgas, Windkraft und Deponiegas. Die Standorte der Erzeugungsanlagen mit den Erzeugungsmengen enthält Abbildung 11, einen Auszug aus der Legende zeigt Abbildung 10.



Abbildung 10: Legende zur erneuerbaren Stromerzeugung gemäß Abbildung 11

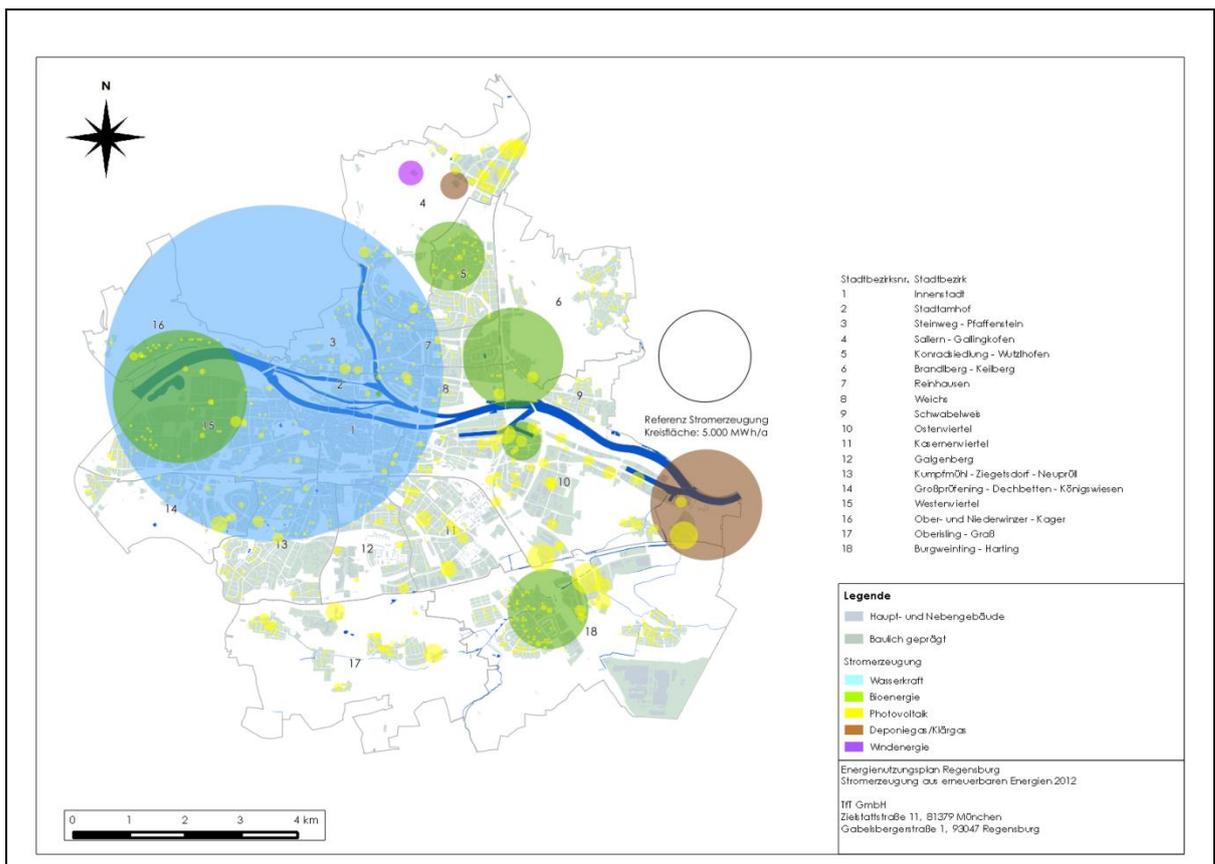


Abbildung 11: Erneuerbare Stromerzeugung in Regensburg 2012 [7]; [8]; [9]

In Regensburg wurden 2012 113 Gigawattstunden erneuerbarer Strom erzeugt. Dies entsprach etwa 9,1 % des Stromverbrauchs (1.244 Gigawattstunden, siehe Teilbericht B). Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen die Einzelanlagen und die Zusammenfassung nach Stadtbezirken. Über

die Hälfte der erneuerbaren Stromerzeugung entfällt auf die Wasserkraftwerke der RMD AG am Oberen Wöhrd. Etwa 20 % entfallen auf Biomethan-Blockheizkraftwerke im Stadtgebiet, hiervon wiederum 96 % auf vier größere Anlagen der REWAG. Fotovoltaik steuert 16 % der erneuerbaren Stromerzeugung bei, 7 % entfallen auf die Klärgas-Blockheizkraftwerke am Regensburger Klärwerk und die Deponiegas-Verstromung in Haslbach. Das Windrad am Mühlberg erzeugt mit ca. 407 MWh etwa ein halbes Prozent des erneuerbaren Stroms.

Der größte Teil der Stromerzeugung entfällt auf den Stadtbezirk Innenstadt mit den Donaukraftwerken und über 60 Gigawattstunden pro Jahr. Es folgen das Ostenviertel (etwa zwölf Gigawattstunden) mit dem Klärgas-Blockheizkraftwerk und vielen Fotovoltaikanlagen sowie das Westenviertel (11,5 Gigawattstunden) mit dem größten Biomethan-Blockheizkraftwerk der Stadt am Westbad. Auf die Stadtbezirke Brandlberg – Keilberg, Burgweinting – Harting und Konrad-siedlung – Wutzlhofen entfallen aufgrund der Biogas- bzw. Biomethan-Blockheizkraftwerke der REWAG größere erneuerbare Stromerzeugungsmengen (Abbildung 12).

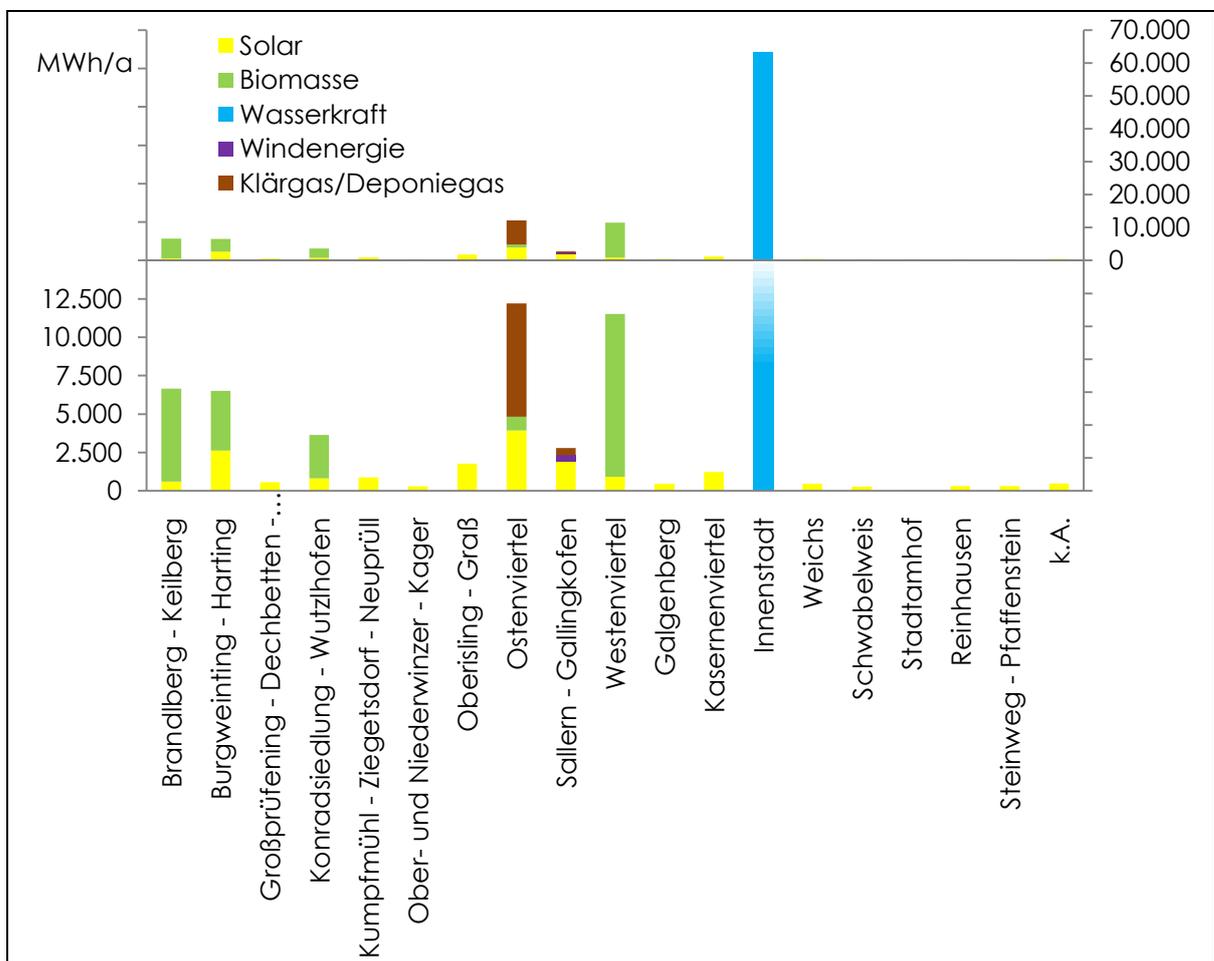


Abbildung 12: Zusammenfassung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Regensburg 2012 nach Stadtbezirk [7]; [8]; [9]. Vergrößerte Skala im unteren Diagrammbereich.


Tabelle 7: Erneuerbare Stromerzeugung nach Energieträger und Stadtbezirk [MWh/a]

Stadtbezirk	Solar	Biomasse	Wasser- kraft	Wind- energie	Klärgas/ Deponiegas	Gesamt- ergebnis
Brandlberg - Keillberg	607	6.044	0	0	0	6.651
Burgweinting - Harting	2.625	3.894	0	0	0	6.518
Großprüfening - Dech- betten - Königswiesen	567	0	0	0	0	567
Konradsiedlung - Wutzlh- ofen	813	2.822	0	0	0	3.635
Kumpfmühl - Ziegetsdorf - Neuprüll	879	0	0	0	0	879
Ober- und Niederwinzer - Kager	301	0	0	0	0	301
Oberisling - Graß	1.762	0	0	0	0	1.762
Ostenviertel	3.940	884	0	0	7.381	12.205
Sallern - Gallingkofen	1.925	0	0	407	463	2.795
Westenviertel	921	10.600	0	0	0	11.520
Galgenberg	461	0	0	0	0	461
Kasernenviertel	1.240	0	0	0	0	1.240
Innenstadt	33	0	63.000	0	0	63.033
Weichs	469	0	0	0	0	469
Schwabelweis	273	0	0	0	0	273
Stadtamhof	29	22	0	0	0	50
Reinhausen	327	0	0	0	0	327
Steinweg - Pfaffenstein	321	0	0	0	0	321
k.A.	474	0	0	0	0	474
Gesamtergebnis	17.967	24.265	63.000	407	7.844	113.483

4 Kraft-Wärme-Kopplungs-Systeme mit fossilen Brennstoffen

In Kraft-Wärme-Kopplungssystemen wird Strom erzeugt und zugleich die Abwärme der Stromerzeugung zur Wärmeerzeugung genutzt.

In Regensburg gibt es mehrere größere erdgasbefeuerte Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Im Jahr 2011 wurden im Stadtgebiet ca. 108 Gigawattstunden Strom in fossil befeuerten KWK-Anlagen erzeugt. Dies entspricht 8,6 % des Stromverbrauchs. Gekoppelt mit dieser Stromerzeugung wurden 112 Gigawattstunden Wärme erzeugt und verbraucht.

Etwa 76 % der Kraft-Wärme-Kopplung³ entfallen auf industrielle Anlagen zur Eigenstromerzeugung. Etwa 18 % entfallen auf die Gasturbine der Universität und das Blockheizkraftwerk des Bezirkskrankenhauses. Die verbleibenden 6 % entfallen auf mittelgroße und kleine Anlagen für Wohngebäude und gewerblich-industrielle Nutzungen. Eine Übersicht über große Erzeuger gibt Abbildung 13.

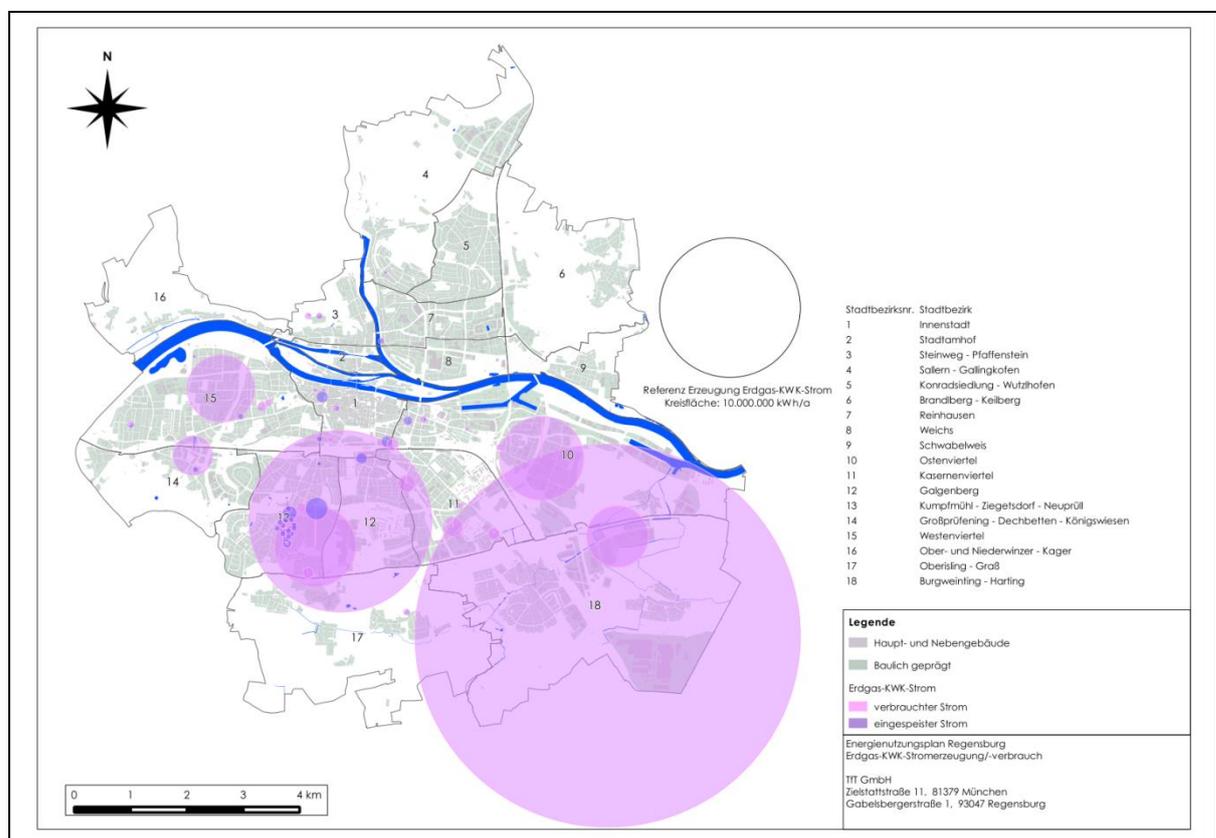


Abbildung 13: Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung mit fossilen Brennstoffen im Jahr 2011 [10] und eigene Befragungen

Passend zur Nutzung des Stroms entfällt die Erzeugung überwiegend auf die gewerblich-industriell geprägten Stadtbezirke, vor allem Burgweinting – Harting und Ostenviertel sowie auf die Stadtbezirke mit den Heizkraftwerken von Universität und Bezirksklinikum. Dies sind Galgenberg und Kumpfmühl – Ziegetsdorf - Neuprüll (Abbildung 14).

³ bezogen auf die Stromerzeugung

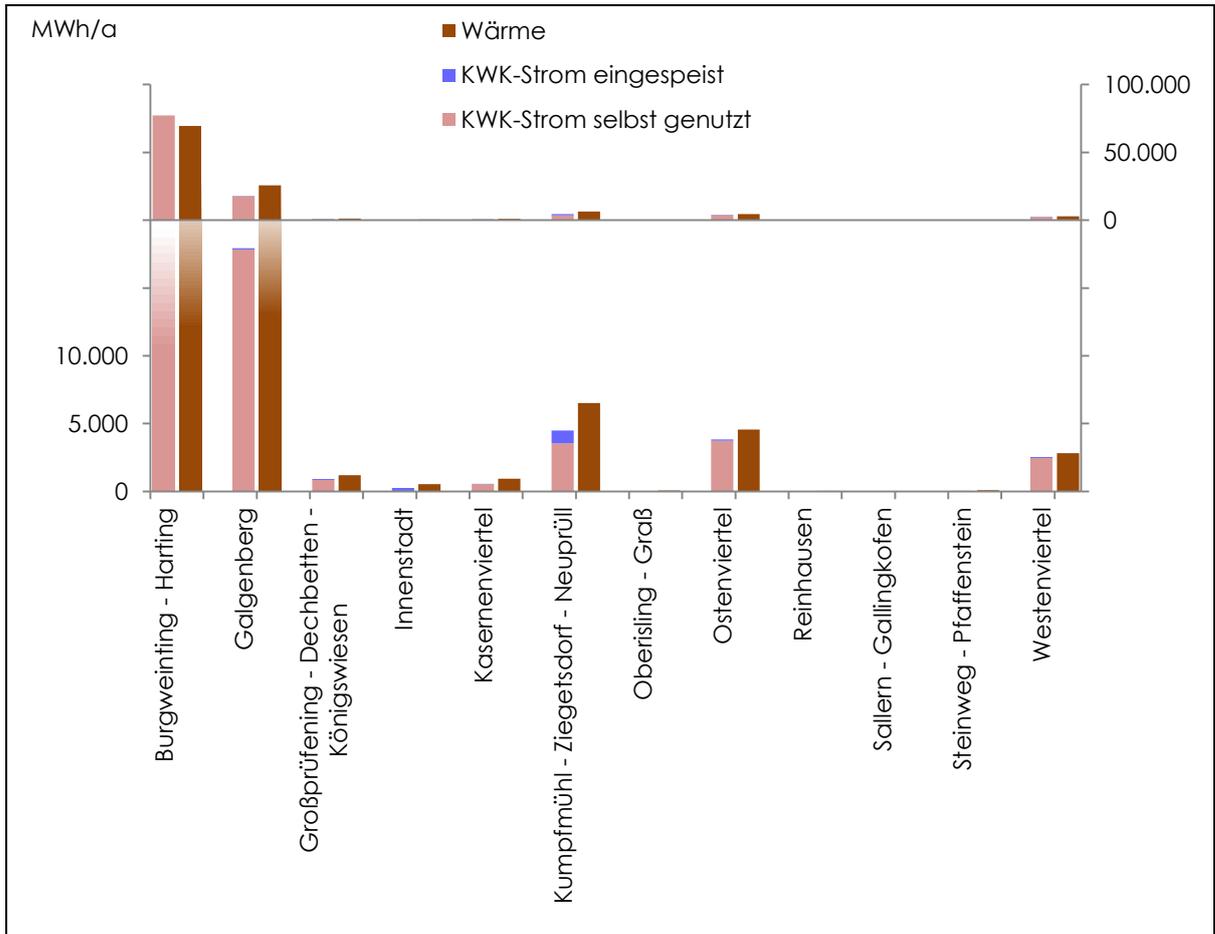


Abbildung 14: Zusammenfassung der Strom- und Wärmeerzeugung aus fossil befeuerten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen 2011 nach Stadtbezirk [10] und eigene Befragungen. Vergrößerte Skala im unteren Diagrammbereich.



Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen:

a	Jahr
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundes-Immissions-Schutz-Verordnung
EBF	Energiebezugsfläche
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
EFH	Einfamilienhäuser
EnEV	Energie-Einspar-Verordnung
FHH-Richtlinie	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
GHD(I)	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, (Industrie)
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
GMH	Große Mehrfamilienhäuser
Ha	Hektar
Hi	unterer Heizwert
Hs	oberer Heizwert/Brennwert
JAZ	Jahresarbeitszahl
JNG	Jahresnutzungsgrad
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LOD	Level of detail
MFH	Mehrfamilienhäuser
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
REWAG	Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co KG
Std	Stunde
Tsd	Tausend
VBS	Vollbenutzungsstunden

Indizes:

el	elektrisch
th	thermisch



Quellenverzeichnis

- [1] M. Kaltschmitt, H. Hartmann und H. Hofbauer, Energie aus Biomasse (2., erweiterte Auflage), Berlin Heidelberg, 2009.
- [2] Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) , „Internetauftritt,“ [Online]. Available: <http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/energie-aus-holz/energietraeger-holz/index.php>. [Zugriff am 04 11 2013].
- [3] Bezirkskaminkehrermeister in der Stadt Regensburg, *Zusammenstellung der Feuerungsanlagen für die Regensburger Kehrbezirke (unveröffentlicht)*, Regensburg, 2013.
- [4] Energieagentur Regensburg, *persönliche Mitteilung vom 14.08.2013*, Regensburg, 2013.
- [5] BINE Informationsdienst, Solare Wärme - Vom Kollektor zur Hausanlage, Berlin, 2008.
- [6] Ecofys GmbH, Fraunhofer ISI, Öko-Institut e.V. IZES gGmbH, Klinski, S., „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichtes gemäß § 18 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz,“ Berlin, 2013.
- [7] TenneT TSO GmbH, „EEG-Jahresmeldungen für das Jahr 2012,“ 2013. [Online]. Available: https://eeg-kwkg.tennet.eu/EEG_Auskunft/eeg-einspeisung.do. [Zugriff am 15 08 2013].
- [8] Rhein-Main-Donau AG, „RMD Rhein-Main-Donau AG (Internetauftritt),“ 2013. [Online]. Available: <http://www.rmd.de/kraftwerke.php>. [Zugriff am 21 08 2013].
- [9] Tiefbauamt Regensburg, Abteilung Klärwerk, *persönliche Mitteilung vom 21.08.2013*.
- [10] REWAG Netz GmbH, *KWKG-Daten für die Stadt Regensburg für das Jahr 2011*, Regensburg, 2013.
- [11] Stadt Regensburg, Amt für Stadtentwicklung, Abt. Statistik (Hg.), „Statistisches Jahrbuch Ausgabe 2012,“ 2012. [Online]. Available: [url: http://www.statistik.regensburg.de/publikationen/jahrbuch.php](http://www.statistik.regensburg.de/publikationen/jahrbuch.php). [Zugriff am 04 05 2013].
- [12] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hg.), „Statistik kommunal 2011 - Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten für die Kreisfreie Stadt Regensburg 09 362,“ 2012. [Online]. Available: <https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09362.pdf>. [Zugriff am 04 03 2012].
- [13] Arbeitskreis „Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder“ im Auftrag der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (Hg.), „Erwerbstätigenrechnung Reihe 2, Band 1 Erwerbstätige in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 2008 bis 2010; Berechnungsstand: August 2011; Vorläufige revidierte Ergebnisse,“ [Online]. Available: http://www.statistikportal.de/Statistik-portal/ETR_R2B1_2010.pdf.



- [Zugriff am 04 05 2013].
- [14] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hg.), „Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte: Kreis, Beschäftigte am Arbeitsort, Wirtschaftsabschnitte, Stichtage (ab 2008) (Tabelle 13111-012z),“ 2012. [Online]. Available: <https://www.statistikdaten.bayern.de>. [Zugriff am 04 05 2013].
- [15] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (Hg.), „Bevölkerung: Kreise, Geschlecht, Nationalität, Stichtag (Tabelle 12411-005r),“ 2013. [Online]. Available: <https://www.statistikdaten.bayern.de/>. [Zugriff am 24 06 2013].
- [16] Mieterbund Regensburg, „Wohnungsstudie 2012 nach Pestel Institut,“ [Online]. Available: <http://www.mieterbund-regensburg.de/Pestel-Institut.pdf>. [Zugriff am 01 07 2013].
- [17] Landesamt für Vermessung und Geoinformation, „3D-Gebäudemodell LOD1 Stadtgebiet Regensburg,“ München, Stand: 18.02.2013.
- [18] Stadt Regensburg, Amt für Stadtentwicklung, Abtlg. Vermessung und Kartografie, „Realnutzungskartierung,“ Regensburg, Stand: 18.02.2013.
- [19] Landesamt für Vermessung und Geoinformation, „Digitale Flurkarte,“ München, Stand: 18.02.2013.
- [20] Technische Universität München - Lehrstuhl für Bauklimatik und Haustechnik und Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, „Leitfaden Energienutzungsplan,“ 2011.
- [21] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, „Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2031 - Demographisches Profil für die Kreisfreie Stadt Regensburg; Beiträge zur Statistik Bayerns Heft 544,“ München, 2012.
- [22] DIW, „DIW Wochenbericht 47/12,“ [Online]. Available: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.411737.de/12-47-1.pdf. [Zugriff am 08 07 2013].
- [23] Amt für Abfallentsorgung, Straßenreinigung und Fuhrpark, „Fuhrpark Stadt Regensburg,“ Regensburg, Stand: 5.7.2013.



Anlagenverzeichnis

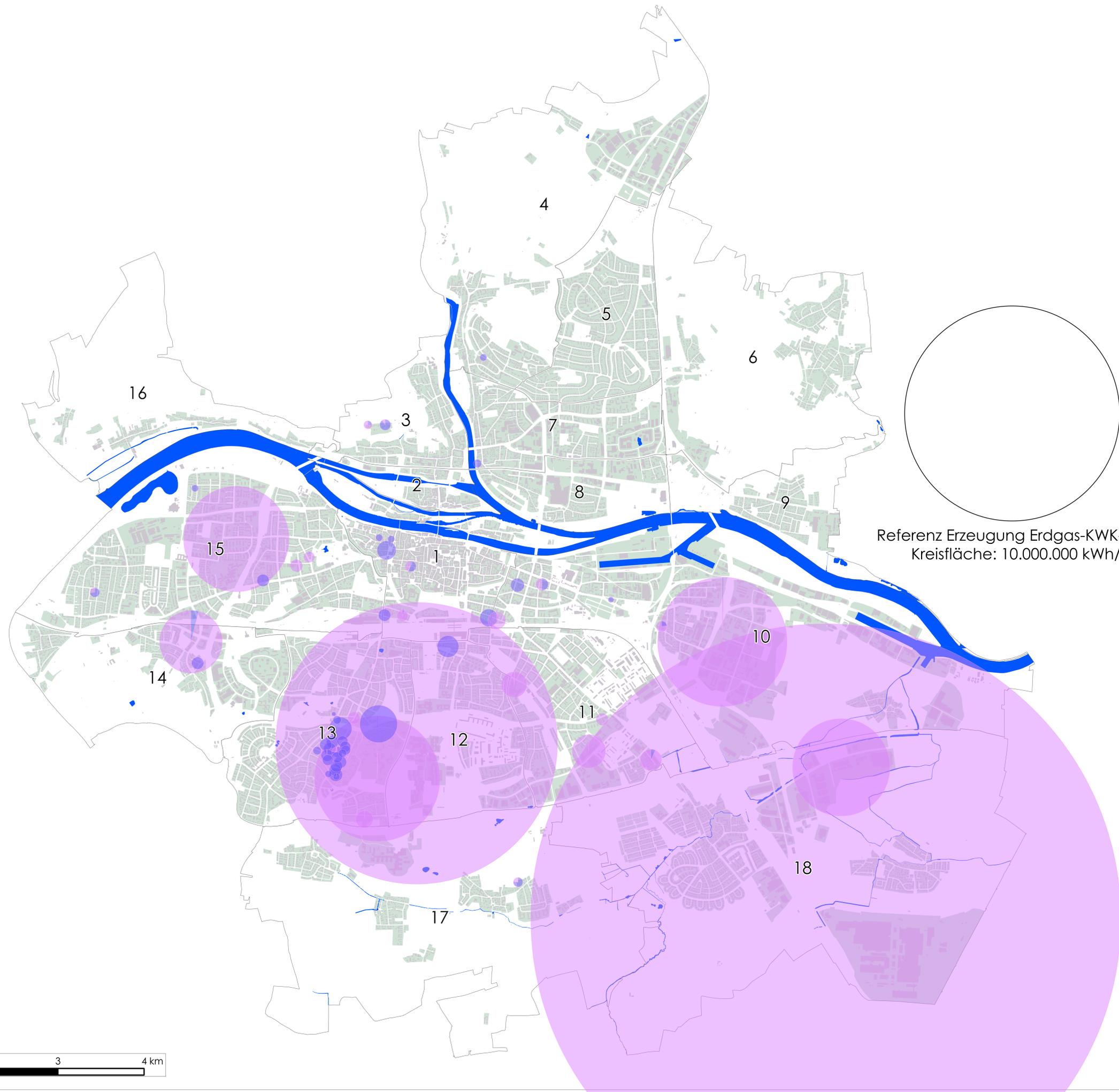
ANLAGE I

KARTEN

II



Anlage I Karten

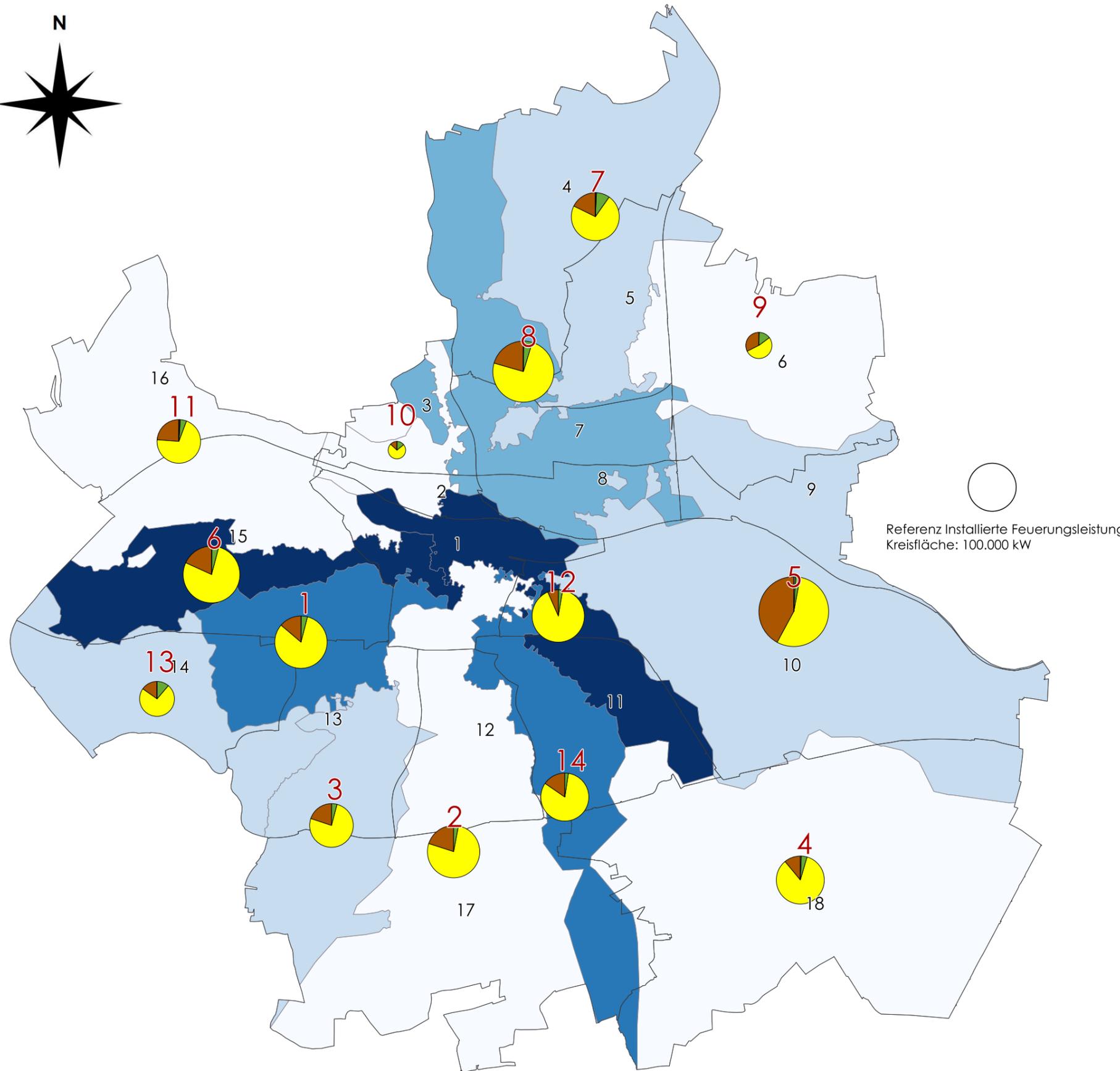


Referenz Erzeugung Erdgas-KWK-Strom
Kreisfläche: 10.000.000 kWh/a

- Stadtbezirk: Stadtbezirk
- 1 Innenstadt
 - 2 Stadtamhof
 - 3 Steinweg - Pfaffenstein
 - 4 Salern - Gallingshofen
 - 5 Konradsiedlung - Wutzhofen
 - 6 Brandberg - Keilberg
 - 7 Reihlhäuser
 - 8 Weichs
 - 9 Schwäbelsweis
 - 10 Ostenviertel
 - 11 Kasernviertel
 - 12 Galgenberg
 - 13 Kumpfmühl - Ziegersdorf - Neupföll
 - 14 Großpferding - Deichbetten - Königswiesen
 - 15 Westenviertel
 - 16 Ober- und Niederwinzer - Kager
 - 17 Oberisling - Groß
 - 18 Burgweinting - Harting

- Legende**
- Haupt- und Nebengebäude
 - Baulich geprägt
 - Erdgas-KWK-Strom
 - verbraucher Strom
 - eingespeicherter Strom





Referenz Installierte Feuerungsleistung
Kreisfläche: 100.000 kW

Stadtbezirksnr.	Stadtbezirk
1	Innenstadt
2	Stadtamhof
3	Steinweg - Pfaffenstein
4	Sallern - Gallingkofen
5	Konradsiedlung - Wutzlhofen
6	Brandlberg - Keilberg
7	Reinhausen
8	Weichs
9	Schwabelweis
10	Ostenviertel
11	Kasernenviertel
12	Galgenberg
13	Kumpfmühl - Ziegetsdorf - Neuprüll
14	Großprüfening - Dechbetten - Königswiesen
15	Westenviertel
16	Ober- und Niederwinzer - Kager
17	Oberisling - Graß
18	Burgweinting - Harting

Legende

Kehrbezirk (rot nummeriert)

Flächenbez. Feuerungsleistung nach Kehrbezirk [kW/ha]

61.0000 - 135.6000
135.6000 - 210.2000
210.2000 - 284.8000
284.8000 - 359.4000
359.4000 - 434.0000

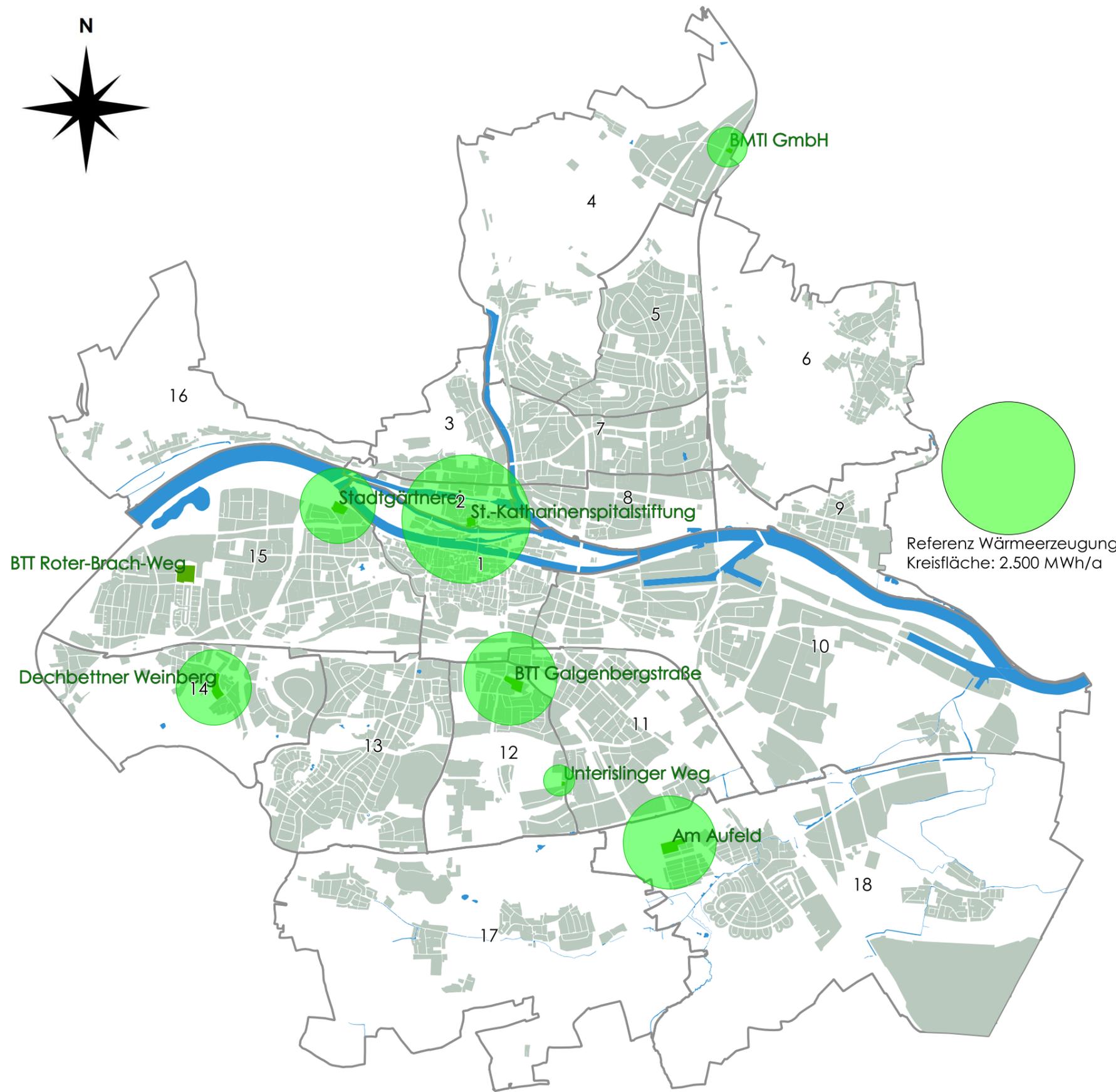
Brennstoffe

Heizöl
Erdgas
Holzbrennstoffe
Kohle
Flüssiggas

Energienutzungsplan Regensburg
Feuerstätten nach Kehrbezirken: Leistung und Brennstoffe

TfT GmbH
Zielstattstraße 11, 81379 München
Gabelsbergerstraße 1, 93047 Regensburg





Stadtbezirksnr.	Stadtbezirk
1	Innenstadt
2	Stadtamhof
3	Steinweg - Pfaffenstein
4	Sallern - Gallingkofen
5	Konradsiedlung - Wutzlhofen
6	Brandlberg - Keilberg
7	Reinhausen
8	Weichs
9	Schwabelweis
10	Ostenviertel
11	Kasernenviertel
12	Galgenberg
13	Kumpfmühl - Ziegetsdorf - Neuprüll
14	Großprüfening - Dechbetten - Königswiesen
15	Westenviertel
16	Ober- und Niederwinzer - Kager
17	Oberisling - Graß
18	Burgweinting - Harting

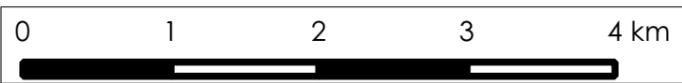
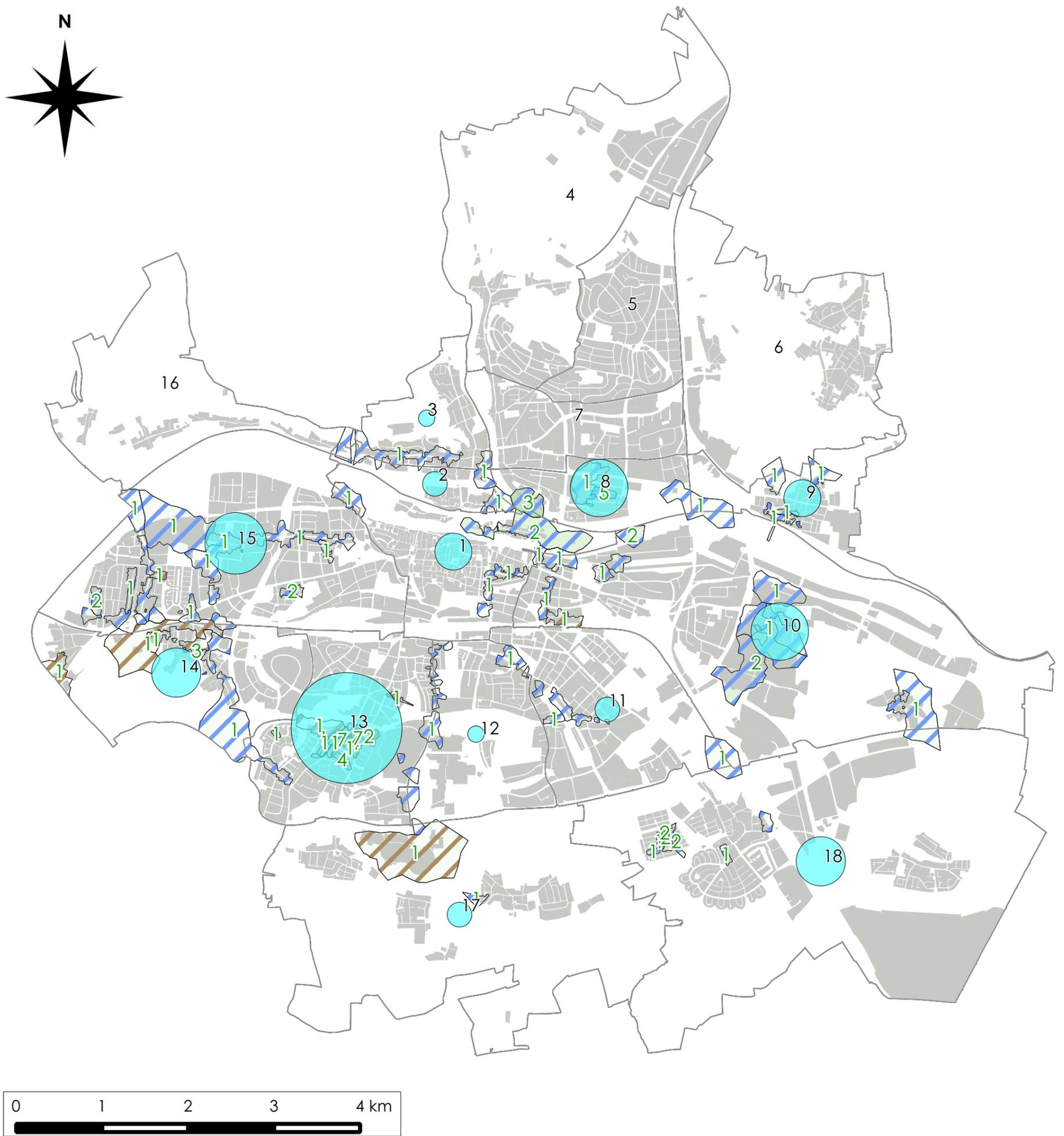
Legende

- Baulich geprägt
- Biomasseheizwerke

Energienutzungsplan Regensburg
Wärmeerzeugung Biomasseheizwerke

TfT GmbH
Zielstattstraße 11, 81379 München
Gabelsbergerstraße 1, 93047 Regensburg





Legende

Baulich geprägt

Straßen mit Anzahl genehmigungspflichtiger Wärmepumpen

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 7
- 11

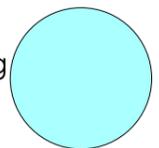
Grundwasser-Wärmepumpen



Erd-Wärmepumpen



Referenz Wärmeenergieerzeugung
Kreisfläche: 500 MWh/a



Energienutzungsplan Regensburg
Genehmigungspflichtige Wärmepumpen nach Straßen und Stadtbezirken

TfT GmbH
Zielstattstraße 11, 81379 München
Gabelsbergerstraße 1, 93047 Regensburg