



### *Auftraggeber*

Stadt Geretsried

### *Auftragnehmer*

EWO-Kompetenzzentrum Energie EKO e.V., Penzberg

### *Dank*

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Rathauses Geretsried und den Stadtwerken Geretsried, die an der Datenerfassung und Entwicklung der Maßnahmen des hier vorliegenden Konzepts mit großem Engagement mitgewirkt haben.

Bei der Erstellung des Energienutzungsplans haben dankenswerter Weise sowohl Handwerker, Energieberater und Planer als auch das Forstrevier Geretsried mitgewirkt.

### *Titelbild*

Stefan Drexlmeier

## **Impressum**

EWO-Kompetenzzentrum Energie EKO e. V.  
Am Alten Kraftwerk 4  
82377 Penzberg  
Tel.: 08856 80536-0  
Fax: 08856 80536-29  
E-Mail: [info@kompetenzzentrum-energie.info](mailto:info@kompetenzzentrum-energie.info)  
Web: [www.kompetenzzentrum-energie.info](http://www.kompetenzzentrum-energie.info)

Autoren: Andreas Scharli, Christiane Regauer  
Jahr: 2019

Vertretungsberechtigter Vorstand: Stefan Drexlmeier

Registergericht: Amtsgericht München  
Registernummer: VR 204261

*Gefördert durch*

Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



## Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>Abkürzungen .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Vorwort.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>10</b>
1.1 Ausgangslage .....	11
1.1.1 Übersicht Geretsried.....	11
1.1.2 Demographie .....	11
1.1.3 Wirtschaft und Flächennutzung .....	13
1.1.4 Natur und Landschaftsschutz.....	15
1.1.5 Klima .....	16
<b>2 Bestandsanalyse .....</b>	<b>18</b>
2.1 Endenergiebedarf.....	18
2.1.1 Strom.....	20
2.1.2 Wärme .....	23
2.1.3 Kommunale Liegenschaften .....	24
2.2 Primärenergiebedarf.....	27
2.3 CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	28
2.4 Vergleichende Betrachtung.....	29
<b>3 Potenzialanalyse.....</b>	<b>31</b>
3.1 Energieeinsparpotenziale bis 2035.....	32
3.1.1 Einsparpotenziale Strom.....	32
3.1.2 Wärmeeinsparpotenziale im Gebäudebestand.....	33
3.1.3 Effizienz in der Energieerzeugung.....	34
3.2 Regenerative Energieerzeugungspotenziale.....	35
3.2.1 Solarenergie (Dachflächen) .....	35
3.2.2 Freiflächen-Photovoltaik .....	39
3.2.3 Bioenergie aus Land- und Forstwirtschaft.....	42
3.2.4 Oberflächennahe Geothermie .....	47

3.3	Abwärmepotenziale .....	52
3.4	E-Mobilität.....	53
<b>4</b>	<b>Konzeptentwicklung .....</b>	<b>54</b>
4.1	Handlungsbedarf und Handlungsoptionen .....	54
4.1.1	Strom.....	54
4.1.2	Wärme .....	56
4.1.3	Ausbauszenario erneuerbare Energien .....	60
4.2	Wirtschaftliche Bewertung .....	63
<b>5</b>	<b>Maßnahmenvorschläge für Geretsried .....</b>	<b>65</b>
5.1	Kommunale Liegenschaften.....	66
5.1.1	PV-Anlage Feuerwehr Nord .....	67
5.1.2	PV-Anlage AWO Kindergarten .....	68
5.1.3	PV-Anlage Gut Buchberg.....	68
5.1.4	Fortführung des kommunalen Energiemanagements (KEM) .....	70
5.2	Maßnahmen für die Stadtwerke Geretsried.....	71
5.2.1	Wärmeverbundnetze .....	71
5.2.2	Grundwasser-Wärmepumpen Gartenberg .....	77
5.3	Maßnahmen für Bürgerinnen und Bürger.....	79
5.3.1	Energiekarawane Geretsried.....	79
5.3.2	Info-Kampagne für Bürgerinnen und Bürger .....	80
5.3.3	Steckerfertige PV-Module .....	81
5.3.4	Info-Kampagne für Vermieter: „Höhere Mieteinnahmen durch PV-Mieten“ ..	82
5.3.5	Mieterstrommodelle für Mehrfamilienhäuser .....	83
5.4	Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Stadt.....	84
5.4.1	Zukünftige Neubaugebiete - Bauherrenstammtisch.....	84
5.4.2	Klimaschutz in der Bauleitplanung.....	84
5.4.3	PV-Anlagen auf pädagogischen Einrichtungen .....	85
5.4.4	Gründung Energie-Effizienz-Netzwerk mit der Industriegemeinschaft Geretsried (IGG) .....	86
5.4.5	Quartierskonzept zur energetischen Versorgung der Zentrumserweiterung Böhmwiese .....	87
5.4.6	Photovoltaik an der neuen S-Bahntrasse.....	90

5.5	Übersicht der Maßnahmen.....	91
<b>6</b>	<b>Fördermittel und Finanzierung für Energieprojekte .....</b>	<b>93</b>
6.1	Verbraucherzentrale Bayern .....	93
6.2	PV-Speicher Programm .....	93
6.3	KfW-Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredite.....	94
6.4	KfW-Programm 430 Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss.....	95
6.5	Programme für Unternehmen.....	96
6.6	BAFA-Zuschuss für erneuerbare Energien (Marktanreizprogramm) .....	99
6.6.1	Biomasse-Anlagen .....	99
6.6.2	Solarkollektoranlagen (thermisch) .....	100
6.6.3	Wärmepumpen (bis 100 kW Nennwärmeleistung) .....	100
6.6.4	Gas-Hybridheizungen .....	101
6.6.5	„Renewable Ready“ Gas-Brennwertheizungen .....	101
6.7	BAFA Impulsprogramm Mini-KWK-Anlagen (BAFA).....	102
6.8	BAFA Heizungsoptimierung .....	103
6.9	Kommunale Förderprogramme des Landkreises .....	103
6.9.1	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für kommunale PV-Anlagen.....	104
6.9.2	Förderung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen .....	104
<b>7</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>105</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>107</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersicht über Geretsried und Umgebung. ....	11
Abbildung 1-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Geretsried von 1960-2016 und Vorausberechnung für den 31.12.2035 (LfStat 2017, 2018b). ....	12
Abbildung 1-3: Bevölkerungsentwicklung (1987 vs. 2015) nach Altersgruppen in Geretsried (LfStat 2018b). ....	13
Abbildung 1-4: Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte nach Wirtschaftssektoren in Geretsried (LfStat 2018e). ....	13
Abbildung 1-5: Übersicht der Flächennutzung in Geretsried (LfStat 2018a). ....	14
Abbildung 1-6: Entwicklung der Wohnfläche insgesamt und der Wohnfläche pro EW in Geretsried (LfStat 2018c). ....	15
Abbildung 1-7: Darstellung aller Schutzgebietskategorien auf Geretsrieder Flur. ....	16
Abbildung 1-8: Klimaveränderungen im Oberland dargestellt anhand langjähriger Klimaveränderungen gemessen am meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg (DWD 2018). ....	17
Abbildung 2-1: Energieverbrauch nach Sektoren: Mobilität, Strom, Wärme. ....	19
Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Gewerbe/Industrie, Kommunale Liegenschaften und Verkehr, sowie die Summe dieser. ....	19
Abbildung 2-3: Entwicklung von Netzabsatz Gesamt und pro-Kopf in Geretsried 2011 bis 2016 (Bayernwerk AG 2019a). ....	20
Abbildung 2-4: Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2017 in Geretsried nach Sektoren (Bayernwerk AG 2019a). ....	21
Abbildung 2-5: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zwischen 2008 - 2017 in Geretsried (Bayernwerk AG 2018b; E.ON o. J.). ....	22
Abbildung 2-6: Gegenüberstellung von Stromverbrauch und -erzeugung in Geretsried inkl. der Zusammensetzung nach Energieträgern für das Jahr 2016. ....	22
Abbildung 2-7: Räumliche Darstellung erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen in Geretsried. Die grösse der Balken orientiert sich an der installierten Anlagenleistung (DGS 2015; TenneT TSO GmbH 2018). ....	23
Abbildung 2-8: Ermittelter Energiemix Wärme (Endenergie) in Geretsried (2016). ....	24
Abbildung 2-9: Spezifischer Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften 2017 im Vergleich zum dena-Verbrauchskennwert. ....	26
Abbildung 2-10: Spezifischer Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2017 im Vergleich zum dena-Verbrauchskennwert. ....	26
Abbildung 2-11: Primärenergiebilanz nach Energieträgern für die Jahre 2014 - 2016 in Geretsried. ....	28
Abbildung 2-12: CO <sub>2</sub> -Bilanz nach Verbrauchssektoren in Geretsried. ....	29
Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Betrachtungsebenen von Energiepotenziale. Grafik: (StMUG u. a. 2011). ....	31
Abbildung 3-2: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung in Geretsried bei Sanierungsquoten von 1 und 2 %..	33
Abbildung 3-3: Ausschnitt des LoD2-Gebäudemodells in Geretsried. ....	36

Abbildung 3-4: Durch Korrektur der Globalstrahlungsdaten nach Neigung und Ausrichtung ist für jede Dachfläche die verfügbare Globalstrahlung bekannt (Hofer u. a. 2016). .....	37
Abbildung 3-5: Mögliche Standorte für PV-Freiflächenanlagen in Geretsried (blaue Ellipsen). .....	40
Abbildung 3-6: Ebenen der Potenzialbetrachtung für Energieholz .....	42
Abbildung 3-7: Die sich theoretisch aus dem Nutztierbestand ergebenden Biogaspotenziale. ....	45
Abbildung 3-8: Beispiele für alternative Biogassubstrate: Sida (1) Riesenweizengras (2), KUP (3) (Biogas Forum Bayern 2017).....	46
Abbildung 3-9: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmekollektoren im Stadtgebiet von Geretsried. ....	49
Abbildung 3-10: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden im Stadtgebiet Geretsried .....	50
Abbildung 3-11: Nutzungsmöglichkeiten für Grundwasserwärmepumpen im Stadtgebiet.....	51
Abbildung 4-1: Anteil des in Geretsried erneuerbar erzeugten Stroms am Gesamtnetzabsatz.....	54
Abbildung 4-2: Handlungsoptionen zur Stromerzeugung mittels erneuerbarer Energien in Geretsried.....	55
Abbildung 4-3: Erneuerbarer und fossiler Anteil der Wärmeversorgung in Geretsried. ....	56
Abbildung 4-4: Ist-Stand und aus Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien (Wärme) in Geretsried. ....	57
Abbildung 4-5: Wärmedichtekarte von Geretsried und Lokalisierung möglicher Wärmenetze. ....	59
Abbildung 4-6: Möglicher Ausbaupfad für eine zukünftige Stromversorgung in Geretsried bis 2035 bei gleichbleibenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.....	61
Abbildung 4-7: Möglicher Ausbaupfad für eine zukünftige Wärmeversorgung bis zum Jahr 2035 in Geretsried bei gleichbleibenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. ....	62
Abbildung 4-8: Möglicher Beitrag zum Klimaschutz im Wärme- und Stromsektor bei Realisierung der vorhandenen Handlungsoptionen in Geretsried.....	63
Abbildung 4-9: Summe der Gesamtkosten 2016 für Wärme und Strom in Geretsried.....	64
Abbildung 4-10: Regionale Wertschöpfung in Geretsried 2016 und 2035 durch die Nutzung erneuerbare Energien. ....	64
Abbildung 5-1: Ablaufschema bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen.....	66
Abbildung 5-2: Übersicht über empfohlene (blaue Ellipsen) und bereits installierte (orange Ellipse) PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften der Stadt Geretsried. Mit * markierte Liegenschaften werden im Energieeffizienznetzwerk betrachtet. 1: Feuerwehr Nord, 2: AWO Kindergarten, 3: Gut Buchberg, 4: Isardamm-Grundschule, 5: Adalbert-Stifter-Mittelschule, 6: Karl-Lederer- Mittelschule, 7: Karl-Lederer-Grundschule.....	67
Abbildung 5-3: PV-Anlage auf dem Feuerwehrgebäude Nord. ....	67
Abbildung 5-4: PV-Anlage auf dem AWO Kindergarten.....	68
Abbildung 5-5: Übersicht Gebäude Gut Buchberg. ....	69
Abbildung 5-6: Entwicklung der Vollkosten je MWh Nutzwärme für die unterschiedlichen Energieträger durch Einführung der CO <sub>2</sub> -Besteuerung (Basis: Carmen e.V. und eigene Berechnung). ...	72
Abbildung 5-7: Wärmedichte im Bereich Neuer Platz.....	73
Abbildung 5-8: Wärmedichte im Bereich Isardammschule, Rosenweg, Siebenbürger Straße.....	75
Abbildung 5-9: Wärmedichte im Ortsteil Stein.....	76

Abbildung 5-10: Ausschnitt aus dem Grundwasserströmungsmodell Geretsried Nord (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH 2017, S. 17). .....	77
Abbildung 5-11: Ausschnitt aus dem Grundwasserströmungsmodell Geretsried Nord. Stationär kalibrierte hydraulische Durchlässigkeit (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH 2017, S. 39). .....	78
Abbildung 5-12: Verteilung der Maßnahmen zur Energieeffizienz über das Stadtgebiet. ....	81
Abbildung 5-13: Konventionelle Stromlieferung vs. Mieterstrommodell. ....	83
Abbildung 5-14: Ausschnitt aus dem Solarkataster des Landkreises ( <a href="http://www.solarkataster-toelz.de">www.solarkataster-toelz.de</a> ). ....	84
Abbildung 5-15: Prinzip der saisonalen Sektorkopplung. ....	89



## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Primärenergiebedarf in Geretsried im Jahr 2016 nach Energieträgern und zugehörige Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599-1:2011-12.....	27
Tabelle 2-2: CO <sub>2</sub> -Äquivalente der jeweiligen Energieträger [kg/MWh] (kea 2016; Umweltbundesamt 2018). .....	28
Tabelle 2-3: Einwohnerspezifischer Vergleich der Endenergie- und CO <sub>2</sub> – Bilanz mit den Verbrauchsdaten des Klimaschutzkonzepts 2010.....	30
Tabelle 2-4: Sektorenbezogener Vergleich der CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a] im Jahr 2016 und den Daten des Klimaschutzkonzepts 2010.....	30
Tabelle 3-1: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Stadt Geretsried. ....	38
Tabelle 3-2: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Stadt Geretsried.....	39
Tabelle 3-3: Berechnungsgrundlage zur Biogaspotenzialabschätzung in Geretsried (FNR 2014). ....	45
Tabelle 5-1: Übersicht über die PV-Potenziale der einzelnen Gebäude von Gut Buchberg. ....	69
Tabelle 6-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern. ....	93
Tabelle 6-2: Staffelung des Förderumfangs im PV-Speicher Programm. ....	94
Tabelle 6-3: Umfang der Förderungen in den Förderprogrammen 151/152. ....	95
Tabelle 6-4: Umfang der Förderungen im Förderprogramm 430. ....	96
Tabelle 6-5: Umfang der Förderungen im Programm 276 für Sanierungsmaßnahmen. ....	97
Tabelle 6-6: Umfang der Förderungen im Programm 276 für Neubauten. ....	97
Tabelle 6-7: Basisförderung bei Mini-KWK-Anlagen. ....	102

## Abkürzungen

ALKIS	<b>A</b> mtliches <b>L</b> iegenschafts <b>k</b> ataster <b>i</b> nformationssystem
LWF	<b>B</b> ayerische Landesanstalt für <b>W</b> ald und <b>F</b> orstwirtschaft
BAFA	<b>B</b> undesamt für Wirtschaft und <b>A</b> usfuhrkontrolle
BWE	<b>B</b> undesverband <b>W</b> ind <b>E</b> nergie
BImSchG	<b>B</b> undes- <b>I</b> mmissionss <b>S</b> chutz <b>G</b> esetz
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DENA	<b>D</b> eutsche <b>E</b> nergie <b>A</b> gentur
DGS	<b>D</b> eutsche <b>G</b> esellschaft für <b>S</b> onnenenergie e.V.
DWD	<b>D</b> eutscher <b>W</b> etter <b>d</b> ienst
EKO	Energiewende Oberland – Kompetenzzentrum Energie EKO e.V.
EnEV	<b>E</b> nergie <b>E</b> inspar <b>V</b> erordnung
EW	<b>E</b> inwohner
EWO	<b>E</b> nergiewende <b>O</b> berland
GW	<b>G</b> igawatt
GWh	Gigawattstunde
INOLA	Innovationen für ein nachhaltiges Land- und Energiemanagement
KBA	<b>K</b> raftfahrt- <b>B</b> undesamt
KfW	<b>K</b> reditanstalt für <b>W</b> iederaufbau
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
KU	<b>K</b> ommunal <b>u</b> nternehmen
kW	<b>K</b> ilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	<b>K</b> raft- <b>W</b> ärme- <b>K</b> opplung
KrWG	<b>K</b> reislaufwirtschafts <b>G</b> esetz
LfL	Bayerische Landesanstalt für <b>L</b> andwirtschaft
LfU	Landesamt für <b>U</b> mweltschutz
LfStat	Bayerisches Landesamt für <b>S</b> tatistik
LMU	Ludwigs- <b>M</b> aximilians- <b>U</b> niversität München
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
MW	<b>M</b> egawatt
MWh	Megawattstunde
PV	<b>P</b> hotovoltaik
ST	<b>S</b> olarthermie
TP	<b>T</b> ierplatz

## Vorwort



Liebe Bürgerinnen und Bürger,

mittlerweile sind 10 Jahre vergangen, seit die Stadt Geretsried ein Klimaschutzkonzept erarbeitet hat. Viele der darin enthaltenen Maßnahmen wurden bereits umgesetzt. Über allem steht das Ziel, bis zum Jahr 2035 Wege zu finden, um ohne fossile Energieträger auszukommen. Als dieses Ziel 2005 formuliert wurde, wurde Klimaschutz nicht selbstverständlich als kommunales Handlungsfeld gesehen. Heute ist es ein wesentliches Thema, welches in nahezu alle Entscheidungen mit einfließt.

Unsere junge Stadt ist in der Region bekannt für ihre starke Wirtschaftskraft und große Bereitschaft für Innovationen. Von daher bin ich froh und stolz darauf, dass die Bürgerinnen und Bürger in Geretsried auch das Thema Energiewende nicht nur mittragen, sondern mit eigenen Initiativen weiter voranbringen. Stadt und Bürgerschaft sind hier Partner, das kommt ganz Geretsried zugute. Mit ihren Aktivitäten optimieren Sie die Energieversorgung in unserer Stadt und tragen dazu bei, unsere Zukunft zu sichern.

Ich halte weiter daran fest, dass uns die Energiewende – sicherlich verbunden mit vielen Zwischenschritten – bis 2035 gelingen kann. Der Energienutzungsplan zeigt uns hierfür Möglichkeiten auf, wie sowohl die Kommune als auch das Gewerbe und die Bürger zur Energiewende und damit zum Klimaschutz beitragen können.

Uns allen ist klar: die Energiewende hat sehr viel mit uns selbst zu tun. Warten wir also nicht, bis Berlin „in die Gänge“ kommt. Fangen wir hier und heute zusammen an, schließlich erreicht man ehrgeizige Ziele nur gemeinsam.

Ihr

Michael Müller

Erster Bürgermeister, Stadt Geretsried

## 1 Einleitung

---

Der vorliegende Teilenergie nutzungsplan gibt der Stadt einen umfassenden Überblick zum Ist-Stand der Energiewende sowie zu den vorhandenen Energiepotenzialen für eine nachhaltige Energieversorgung in Geretsried.

Die zahlreichen mit der Stadtverwaltung eng abgestimmten Maßnahmenvorschläge zeigen einerseits Handlungsmöglichkeiten auf, wie die Stadt Ihrer Vorbildfunktion beim Klimaschutz gerecht werden kann. In diesen konkreten Handlungsempfehlungen enthalten sind Maßnahmen aus den Bereichen kommunale Liegenschaften oder Wärmeverbunds-Lösungen. Andererseits sind auch solche Maßnahmen aufgeführt, welche insbesondere Bürgerinnen und Bürger ansprechen.

Um vorhandenes Vor-Ort-Wissen sowie die Akzeptanz gegenüber den zahlreichen Maßnahmenvorschlägen im Stadtgebiet mit berücksichtigen zu können, wurden zahlreiche lokale Akteure bei der Erstellung dieses Teilenergie nutzungsplanes mit beteiligt. Die vielfach durchgeführten Besuche von Heizungskellern oder Gewerbebetrieben sind deshalb ein besonders wichtiger Baustein bei der Konzeptentwicklung.

Ferner enthält dieses Konzept Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für den Ausbau erneuerbarer Energien in Geretsried sowie für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Dabei gilt es neben den betriebswirtschaftlichen Kriterien auch die kommunale und regionale Wertschöpfung mit zu berücksichtigen, die bei der Umsetzung einer nachhaltigen Energieversorgung generiert wird. Immer dort wo möglich, wurden die Ergebnisse des Energie nutzungsplanes durch Karten- oder Diagrammdarstellungen visualisiert, um die Ergebnisse anschaulich zu vermitteln.

Das übergeordnete Ziel der Planungsregion Oberland mit den Landkreisen Bad Tölz-Wolfratshausen, Garmisch-Partenkirchen, Miesbach und Weilheim-Schongau ist die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern bis 2035. Damit soll eine Vorreiterrolle im Klima- und Ressourcenschutz eingenommen werden. Auch die Stadt Geretsried unterstützt mit Ihrem Beitritt zur Energiewende Oberland dieses ambitionierte Ziel. Ein wichtiger Beitrag dazu ist der vorliegende Teilenergie nutzungsplan. Damit besitzt die Stadt Geretsried einen präzisen Fahrplan, um die lokale Energiewende in der Stadt weiter vorantreiben zu können. Bei der Umsetzung der Maßnahmen kommt auch den Stadtwerken Geretsried eine wichtige Rolle zu. Bereits heute sind die Stadtwerke Geretsried eine tragende Säule der lokalen Energiewende in Geretsried.

## 1.1 Ausgangslage

Klimaschutz und Energiewende auf kommunaler Ebene sind eng verzahnt mit den naturräumlichen sowie den sozioökonomischen Gegebenheiten der Region. Eine wichtige Arbeitsgrundlage für den Energienutzungsplan Geretsried ist deshalb die Erfassung der in diesem Kapitel dargestellten Rahmendaten wie Demographie, Siedlungsstruktur, Naturschutz und klimatische Rahmenbedingungen. Dem vorangestellt ist eine kurze Übersicht über Geretsried.

### 1.1.1 Übersicht Geretsried

Geretsried liegt in einer Höhenlage um rund 600 m ü. NN zwischen der Loisach im Westen und der Isar im Osten und umfasst eine Fläche von rund 25 km<sup>2</sup>. Das Stadtgebiet schließt im Osten an die gemeindefreien Gebiete Pupplinger Au und Wolfratshausen Forst an, welche sich auf beiden Seiten entlang der Isar erstrecken. Nachbargemeinden sind Egling, Dietramszell, Königsdorf, Eurasburg und Münsing. Im Norden schließt Geretsried direkt an die Stadt Wolfratshausen an.

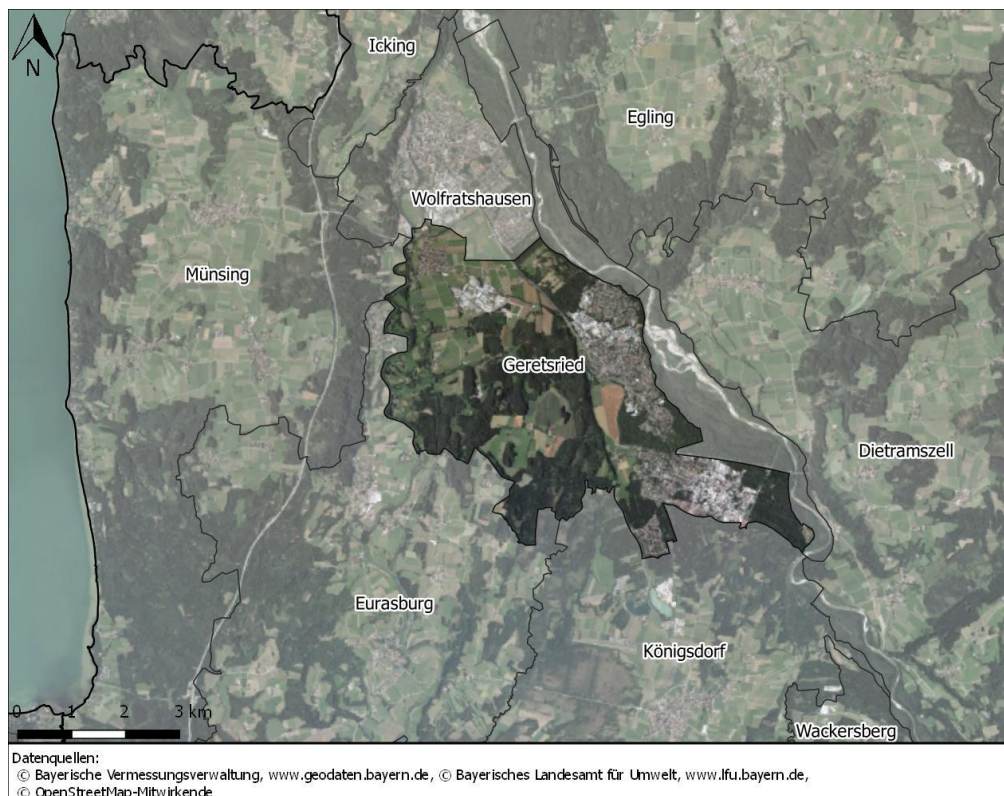


Abbildung 1-1: Übersicht über Geretsried und Umgebung.

### 1.1.2 Demographie

Aktuell (31.12.2017) leben in Geretsried 24.892 Einwohner (EW). Bemerkenswert ist der stetige Bevölkerungszuwachs in den vergangenen Jahren (Abbildung 1-2). Seit 1960 hat sich die Bevölkerungszahl ausgehend von 7.872 EW bis heute mehr als verdreifacht (LfStat

2018b). Den größten Zuwachs in diesem betrachteten Zeitraum erfuhr Geretsried zwischen 1960 und 1970. Aber auch danach verzeichnete es einen kontinuierlichen Anstieg von durchschnittlich 7 % pro Dekade. Bis 2035 gehen die Bevölkerungsvorausberechnungen des Landesamtes für Statistik für den Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen von einem zusätzlichen Bevölkerungszuwachs von 9,6 % aus. Für Geretsried würde dies eine Einwohnerzahl von 26.835 EW bedeuten (LfStat 2017).

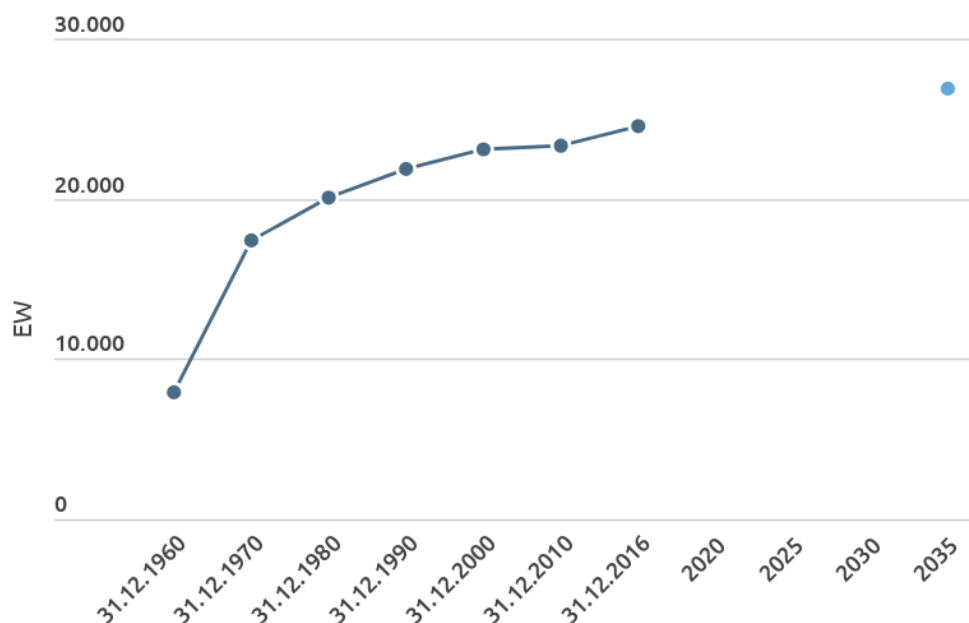


Abbildung 1-2: Entwicklung der Bevölkerungszahl in Geretsried von 1960-2016 und Vorausberechnung für den 31.12.2035 (LfStat 2017, 2018b).

Das starke Bevölkerungswachstum schlägt sich auf fast alle Altersklassen nieder. Anders als in vielen Gemeinden der Region ist die Entwicklung der Altersstruktur in Geretsried nicht durch eine Abnahme der jungen Bevölkerungsgruppen geprägt. Wie Abbildung 1-3 zeigt, sind die Bevölkerungszahlen der Altersgruppen ab 50+ zwar stark angestiegen, allerdings sind in den übrigen Altersklassen die Bevölkerungszahlen auch entweder leicht gestiegen oder in etwa gleichbleibend. Lediglich die Altersgruppe zwischen 20 und 25 Jahren hat einen deutlichen Rückgang zu verzeichnen.

Sowohl der zu erwartende Bevölkerungszuwachs als auch die sich verändernde Altersstruktur sind bei der Entwicklung von Szenarien oder Kampagnen zu berücksichtigen. Der demographische Wandel steht zwar in keinem unmittelbaren Zusammenhang zum Energieverbrauch, aber möglicherweise verändern sich die Zielaltersgruppen und deren Entscheidungsverhalten beispielsweise in Bezug auf Sanierungsmaßnahmen oder beim Einsatz neuer Technologien.

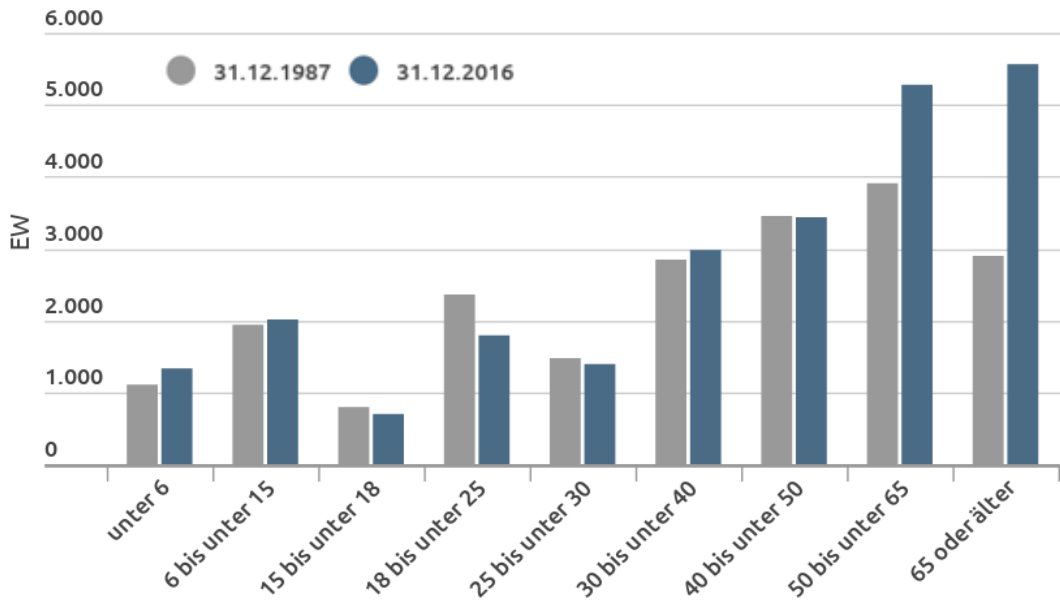


Abbildung 1-3: Bevölkerungsentwicklung (1987 vs. 2015) nach Altersgruppen in Geretsried (LfStat 2018b).

### 1.1.3 Wirtschaft und Flächennutzung

Mit seinen drei Gewerbegebieten und der geschichtlichen Entwicklung als Industriestadt besitzt Geretsried eine bedeutende Funktion als Wirtschaftsstandort in der Region und gilt als größter Wirtschaftsstandort im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen. Von einer leistungsfähigen Wirtschaftslage zeugen unter anderem eine Beschäftigungsquote von 66 %, 8.005 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Stand: 30.06.2016) und mehr als 33 Betriebe im verarbeitenden Gewerbe. Betrachtet man die Verteilung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftssektoren in Abbildung 1-4, so zeigt sich, dass in Geretsried eine ausgeglichene Wirtschaftsstruktur vom produzierenden Gewerbe über Handel, Verkehr und Gastgewerbe sowie privaten und öffentlichen Dienstleistern und Unternehmensdienstleistern existiert. Der Anteil an sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Land- und Forstwirtschaft ist mit 0,1 % hingegen nur sehr gering (LfStat 2018e).

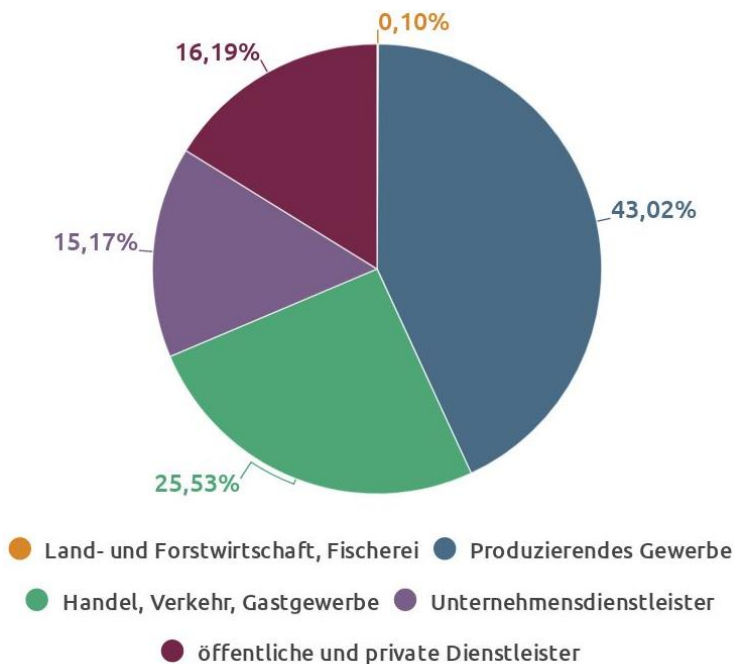
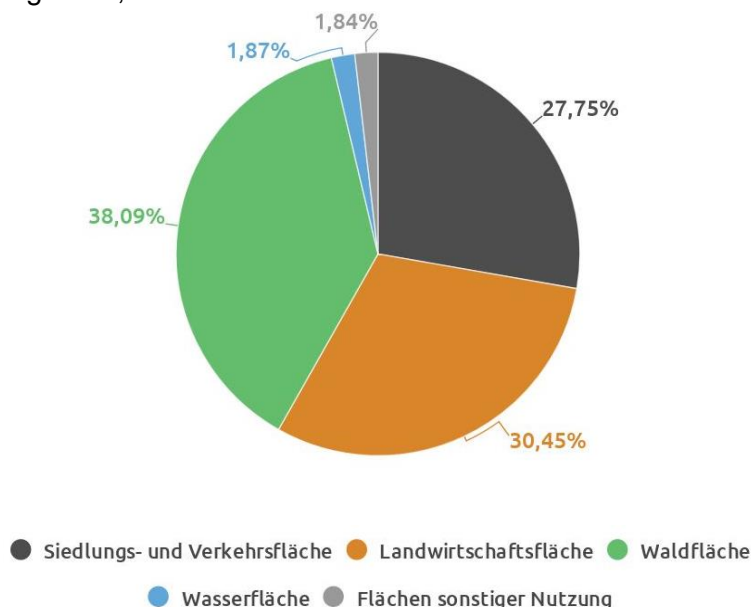


Abbildung 1-4: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftssektoren in Geretsried (LfStat 2018e).

In Geretsried sind einige Logistikunternehmen angesiedelt, welche zusammen mit diversen Industriebetrieben die Wirtschaftsstruktur prägen. Der Tourismus spielt mit rund 52.800 Übernachtungen und 6 Hotel- und Beherbergungsbetrieben, welche erfahrungsgemäß einen relativ hohen Energiebedarf haben, in Geretsried eine eher untergeordnete Rolle (LfStat 2018e).

Energetische Handlungsmöglichkeiten, welche im unmittelbaren Wirkungsbereich der Stadt liegen, ergeben sich unter anderem bei den städtischen Bildungs- und Betreuungseinrichtungen. In Geretsried zählen dazu u.a. Kindergärten, Kinderkrippen und Kindertagesstätten, Grundschulen und Mittelschulen, Sporthallen, die Bücherei und das Museum. Da die Stadt bei den städtischen Liegenschaften die Umsetzung selbst in der Hand hat, wird diesen bei der Erstellung des Energienutzungsplanes besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Betrachtet man die gesamte Flächennutzung auf Geretsrieder Flur (Abbildung 1-5), so zeigt sich, dass diese vor allem durch Wald- und Landwirtschaftsflächen dominiert wird.



Die Waldflächen machen rund 940 ha aus, wovon der Großteil in Privatbesitz ist. Ausdruck in der Flächennutzung findet auch die Wirtschaftsstruktur. Siedlungs- und Verkehrsflächen nehmen immerhin 28 % der gesamten Fläche ein – dazuzählen zu 7 % Industrie- und Gewerbeflächen. Wasserflächen machen weniger als 2 % der Fläche aus (LfStat 2018a).

Abbildung 1-5: Übersicht der Flächennutzung in Geretsried (LfStat 2018a).

Neben der Bevölkerungsentwicklung haben sich auch Wohnfläche und Anzahl der Wohngebäude in Geretsried deutlich vergrößert (Abbildung 1-6). Im Vergleich zur Einwohnerzahl ist jedoch die Wohnfläche verhältnismäßig stark gestiegen. Dies entspricht auch dem bundesdeutschen Trend (Statistisches Bundesamt 2016) und ist auf eine Zunahme der Einpersonenhaushalte zurückzuführen sowie auf die zunehmende Versorgung mit Eigenheimen in Verbindung mit der Tendenz diese auch im Alter bei schrumpfender Haushaltsgröße beizubehalten. Prinzipiell ist mit dieser Zunahme auch mit einer Erhöhung des Heizwärmebedarfs pro Einwohner (EW) verbunden.



Mit Stand von 31.12.2017 gibt es in Geretsried 4.415 Wohngebäude mit über 11.200 Wohnungen und einer Gesamtwohnfläche von mehr als 1 Mio. m<sup>2</sup> (LfStat 2018c). Diese Größen sind für den Energienutzungsplan, insbesondere zur Ermittlung von Einsparmöglichkeiten im Wärmebereich, relevant.

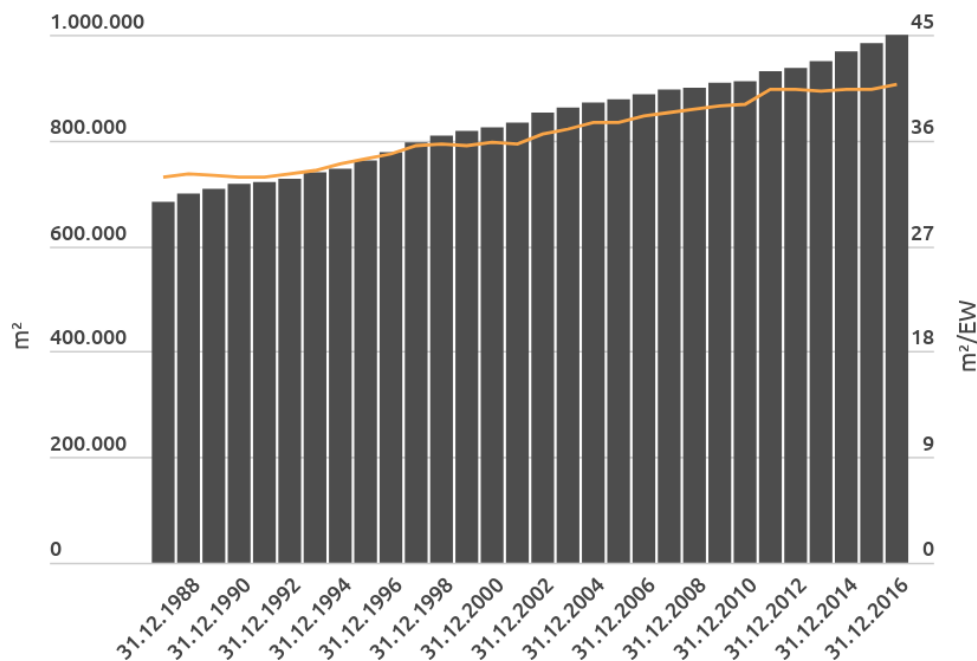


Abbildung 1-6: Entwicklung der Wohnfläche insgesamt und der Wohnfläche pro EW in Geretsried (LfStat 2018c).

### 1.1.4 Natur und Landschaftsschutz

Der Ausbau erneuerbarer Energien benötigt i.d.R. Flächen und ist oftmals mit Eingriffen in das Landschaftsbild und in die Kulturlandschaft verbunden. Bei der Erarbeitung des vorliegenden Energienutzungsplanes wurde deshalb besonders Wert daraufgelegt, dass bei der Ermittlung von erneuerbaren Energiepotenzialen oder bei der Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen die Nutzungsrestriktionen in den verschiedenen rechtsverbindlichen Schutzgebietskategorien, wie z.B. Natur- oder Wasserschutzgebiete, berücksichtigt werden.

Eine Übersicht über die räumliche Lage aller Schutzgebiete auf dem Stadtgebiet von Geretsried ist in Abbildung 1-7 kartographisch dargestellt. Insgesamt ist eine Vielzahl unterschiedlicher, für den Natur-, Arten-, und Wasserschutz besonders wertvoller, und damit schutzwürdiger Flächen vorhanden. Flächenmäßig am bedeutendsten sind Flachlandbiotop, Natur- und Landschaftsschutzgebiete. Entlang der Loisach und der Grenze zum Wolfshausen Forst und der Pupplinger Au verlaufen weitgehend FFH- (Flora-Fauna-Habitat) Gebiete, zudem sind auf Geretsrieder Flur zwei Trinkwasserschutzgebiete mit einer Fläche von insgesamt knapp 0,6 km<sup>2</sup> ausgewiesen. Außerdem existieren einige kleinere Moorflächen, Geotope und Bodendenkmäler.

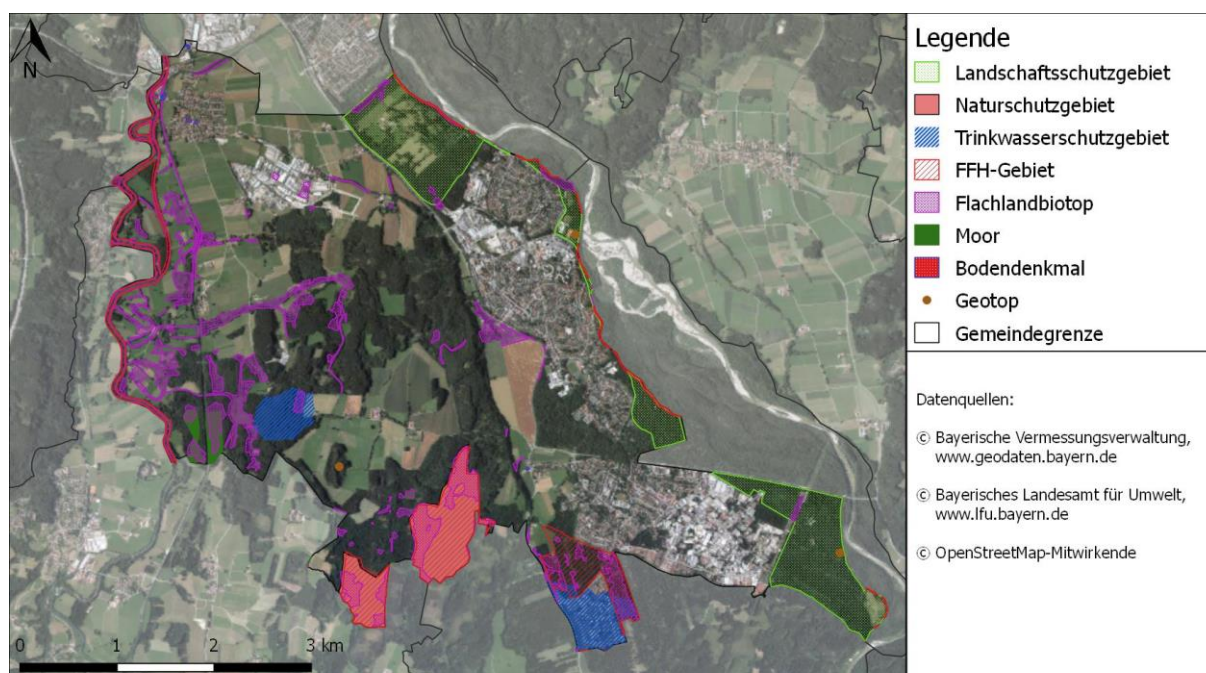


Abbildung 1-7: Darstellung aller Schutzgebietskategorien auf Geretsrieder Flur.

### 1.1.5 Klima

Die klimatischen Rahmenbedingungen haben entscheidenden Einfluss auf den Heizenergiebedarf sowie auch auf die meisten Potenziale für erneuerbare Energien, wie z.B. Sonne, Wind oder Bioenergie. Im Folgenden werden deshalb die für den vorliegenden Energienutzungsplan wichtigsten Klimadaten und die zu erwartenden Klimaveränderungen dargestellt.

Da es in Geretsried keine Klimastation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit Temperatureaufzeichnung gibt, wird auf die Daten der Station in Holzkirchen zurückgegriffen. Dort liegt das langjährige Mittel der Lufttemperatur bei 7,7 °C. Im Vergleich zum deutschen Mittel (9,3 °C) muss daher auch in Geretsried entsprechend der Lage am Alpenrand mit einem etwas höheren Heizenergiebedarf gerechnet werden. Im Vergleich zur Messdatenreihe der Jahre 1961 bis 1990 mit einer mittleren Lufttemperatur von 6,9 °C kann zudem ein Trend in Richtung höherer Jahresmitteltemperatur festgestellt werden (DWD 2018). Berechnungen für Geretsried ergeben ein Jahresmittel der Sonnenscheindauer von 1.675 h/a und ein Jahresmittel der Globalstrahlung von 1.170 kWh/m<sup>2</sup> (BMWI 2018).

Die langjährigen Messungen an der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) am Hohen Peißenberg in Abbildung 1-8 veranschaulichen den Trend zu höheren Temperaturen.

Bereits heute beträgt hier die gemessene Temperaturzunahme (1951-1980 vs. 1981-2010) + 0,9 °C. Die klimawandelbedingte Temperaturerhöhung lässt sich somit bereits heute auch im Oberland messtechnisch nachweisen.

Das langjährige Mittel der Jahresniederschlagsmengen beträgt 1.291 mm, wobei die größten Niederschlagsmengen im Juli und August fallen (DWD 2018). Aus regionalen Messdaten können derzeit noch keine signifikanten Veränderungen bei den Niederschlagsmengen festgestellt werden. Die neuesten Klimaforschungsergebnisse aus der Region gehen für die nächsten Jahrzehnte allerdings von einem Anstieg der Niederschläge um 100 bis 150 mm/a aus (LMU München 2011). Im Allgemeinen ist als Folge des Klimawandels in Zukunft mit einer Veränderung der Ausprägung der Wetterlagen zu rechnen. So ist zum einen davon auszugehen, dass bestimmte Wetterlagen länger andauern und folglich zu Dürre oder Überschwemmungen führen können. Zum anderen sind vermehrt Extremereignisse, wie beispielsweise Starkniederschläge, zu erwarten.

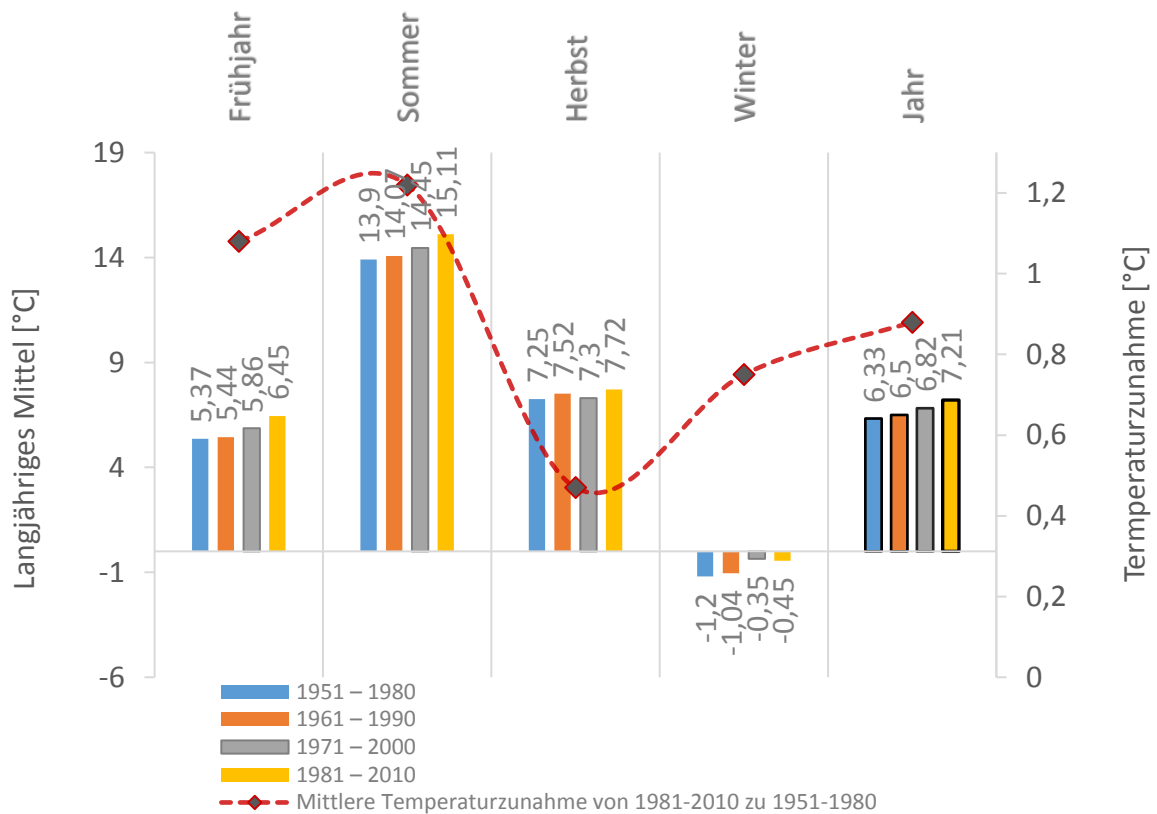


Abbildung 1-8: Klimaveränderungen im Oberland dargestellt anhand langjähriger Klimaveränderungen gemessen am meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg (DWD 2018).

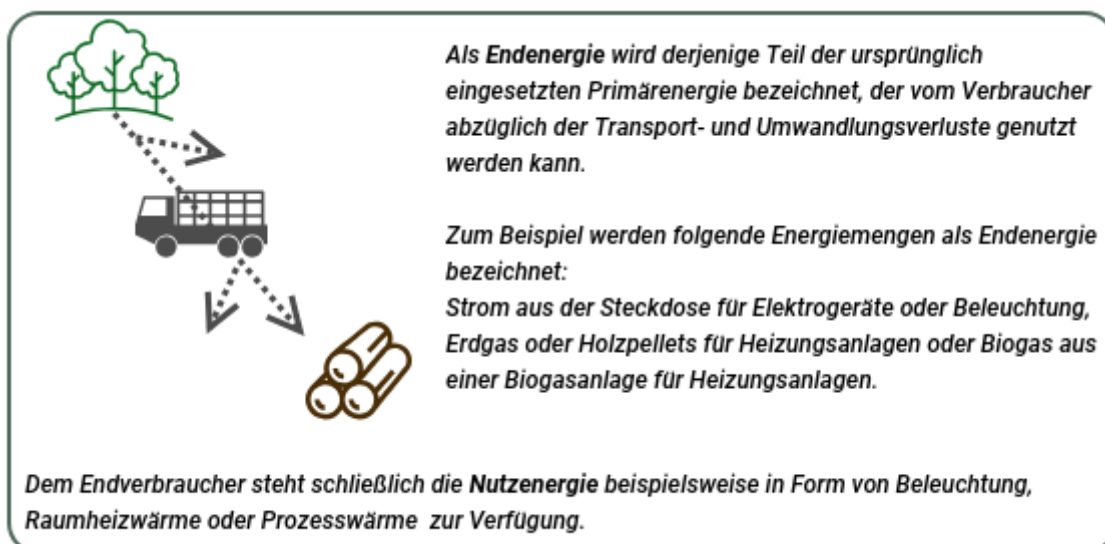
## 2 Bestandsanalyse

Das Ziel des Energienutzungsplanes in Geretsried ist die Entwicklung eines ganzheitlichen und nachhaltigen Gesamtkonzepts für die Entwicklung einer Energiestrategie auf kommunaler Ebene. Ist bekannt, inwiefern Energiebedarf und -erzeugung sowie die Energiepotenziale räumlich und zeitlich zusammenhängen, kann im nächsten Schritt ein ganzheitliches Konzept gestaltet werden, welches die Rahmenbedingungen, Handlungsmöglichkeiten und Erfordernisse der Stadt individuell berücksichtigt. Bei der Erstellung der Bestandsanalyse wurden insbesondere die Vorgaben aus dem „Leitfaden Energienutzungsplan“ berücksichtigt (StMUG u. a. 2011).

Die Darstellung der Energieverbräuche nach Nutzungsart gibt einen ersten Überblick, welche Anteile Strom, Wärme und Treibstoffe am Endenergieverbrauch in Geretsried haben. Dies ist eine wichtige Grundlage für die Priorisierung von Maßnahmen, welche anschließend in die Konzeptentwicklung einfließt. Die folgende Bestandsanalyse bezieht sich dabei stets auf Endenergieverbräuche bzw. die Bereitstellung von Endenergie.

### 2.1 Endenergiebedarf

Wie in Abbildung 2-1 dargestellt, entfällt in Geretsried der größte Anteil der Endenergie mit knapp 45 % auf den Verkehrssektor, durch die durch Treibstoffverbrauch (Benzin und Diesel) des motorisierten Individualverkehrs verursachten Emissionen. Immerhin ca. 39 % der Endenergie wird durch den Wärmesektor hervorgerufen. Die verbleibenden 15,34 % sind dem Verbrauch elektrischer Energie zuzuschreiben.



Bei einem gleichbleibenden Anstieg des motorisierten Individualverkehrs ist davon auszugehen, dass sich in Geretsried der verkehrsbedingte Anteil am Endenergieverbrauch entsprechend erhöhen wird. Neben der Verkehrsvermeidung ist E-Mobilität derzeit eine vielversprechende Option den verkehrsbedingten Ausstoß von Treibhausgasen, Stickoxiden und Feinstaub zu reduzieren, sofern der Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wurde.

Weitergehende Analysen und Konzeptentwicklungen im Bereich Verkehr können durch Erstellung von Mobilitätskonzepten erfolgen. Abgesehen von E-Mobilität in direkter Verbindung mit erneuerbaren Energien ist Mobilität nicht Teil dieses Energienutzungsplanes.

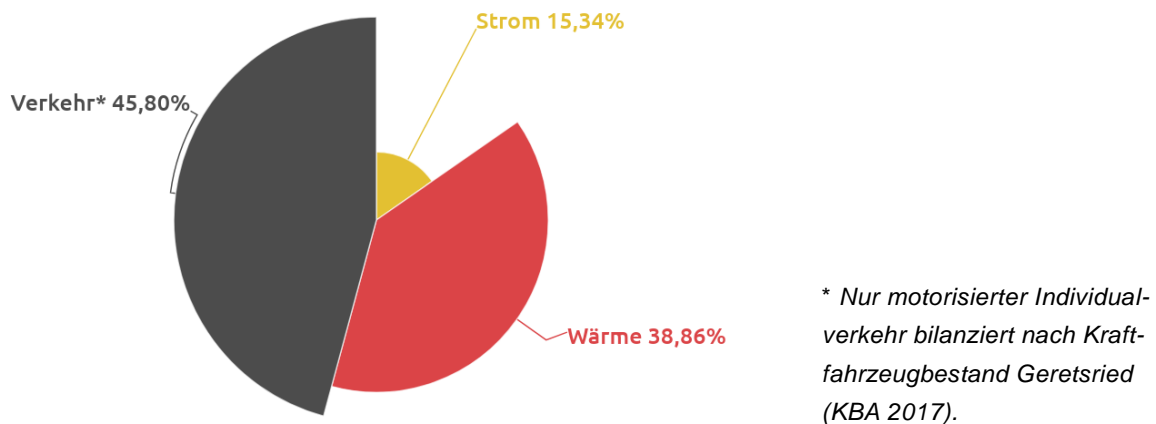


Abbildung 2-1: Energieverbrauch nach Sektoren: Mobilität, Strom, Wärme.

Abbildung 2-2 zeigt den Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren in Geretsried. Der größte Anteil entfällt auf den motorisierten Individualverkehr. Mit 27,51 % sind die privaten Haushalte durch ihren Strom- und Wärmebedarf der zweitgrößte Verbraucher, wobei davon wiederum ca. 82,5 % der Endenergie auf die Bereitstellung von Wärme entfallen. 25,28 % der Endenergie werden durch Gewerbe und Industriebetriebe verbraucht. Der Anteil der kommunalen Liegenschaften am Endenergieverbrauch macht knapp 1,41 % aus. Der gesamte Endenergieverbrauch betrug im Jahr 2016 in Geretsried 603.633 MWh.

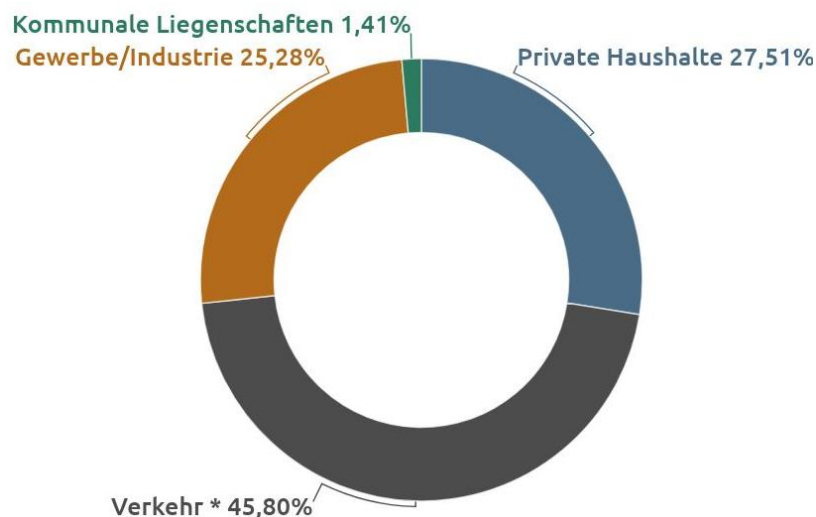


Abbildung 2-2: Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Gewerbe/Industrie, Kommunale Liegenschaften und Verkehr, sowie die Summe dieser.

## 2.1.1 Strom

### Stromverbrauch

Die aktuellsten Zahlen zum Netzabsatz in Geretsried liegen für das Jahr 2017 vor. Demnach beläuft sich der Gesamtnetzabsatz in Geretsried insgesamt auf 92.600 MWh (Bayernwerk AG 2019a). Pro Einwohner (EW) entspricht dies einem Netzabsatz von 3.718 kWh. Dabei ist der Eigenverbrauch des durch Photovoltaik- und KWK-Anlagen erzeugten Stroms nicht enthalten.

Abbildung 2-3 veranschaulicht die Entwicklung des Netzabsatzes zwischen den Jahren 2011 und 2017. So ist vor allem im Vergleich der Jahre 2015 und 2016 ein deutlicher Rückgang des Gesamt- als auch Pro-Kopf-Verbrauchs zu erkennen. Bei sinkendem Gesamtabsatz und gleichzeitig steigender Bevölkerungszahl beläuft sich die Reduktion des Pro-Kopf-Verbrauchs zwischen 2011 und 2017 auf rund 18 %. Im Vergleich zum Gesamtlandkreis ist der Netzabsatz pro Kopf in Geretsried mit 3.720 kWh/EW etwas niedriger als im Landkreisdurchschnitt (3.371 kWh/EW).

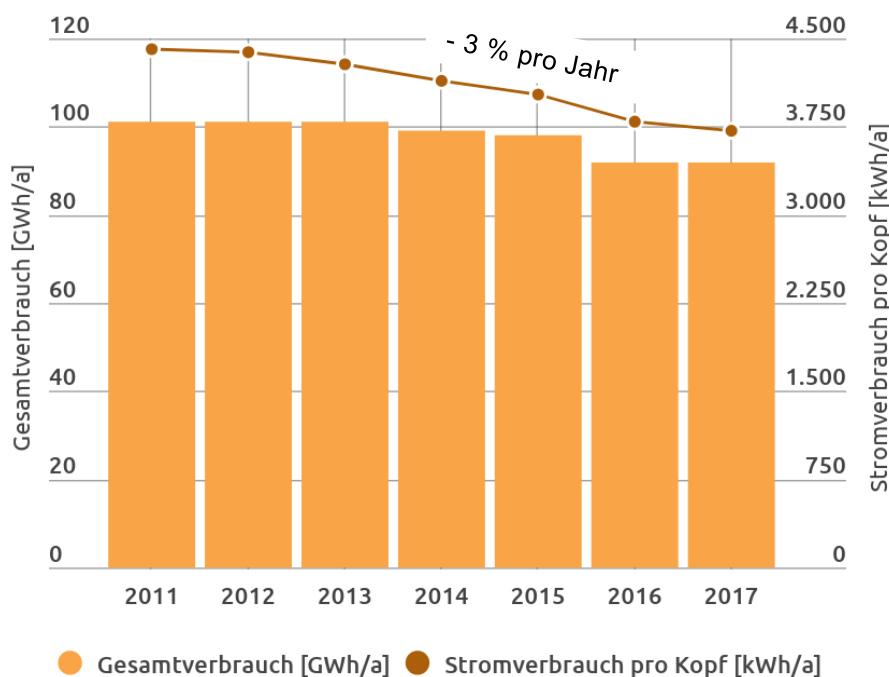


Abbildung 2-3: Entwicklung von Netzabsatz Gesamt und pro-Kopf in Geretsried 2011 bis 2016 (Bayernwerk AG 2019a).

Aufgrund der aktuellen Entwicklungen bei der E-Mobilität ist fraglich, ob dieser Trend so fortgesetzt werden kann. Gelingt der von der Bundesregierung angestrebte Umstieg vom Verbrennungs- zum E-Motor muss perspektivisch eher sogar mit einem steigenden Stromverbrauch gerechnet werden. Anzumerken ist zudem, dass der Gesamtnetzabsatz genau genommen nicht mit dem Gesamtstromverbrauch gleichzusetzen ist, da dieser aufgrund des nicht erfassten Eigenverbrauchs von selbsterzeugtem Strom (insbesondere durch PV) höher anzusetzen ist.

Untersucht man die Verbrauchssektoren, so entfallen 66,25 % des Netzabsatzes auf Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsbetriebe, gefolgt von rund 27,53 % Stromverbrauch durch private Haushalte. 2,24 % des Stromverbrauchs entfallen auf die kommunalen Liegenschaften, zuzüglich Straßenbeleuchtung. Die verbleibenden Verbräuche machen (Nacht-) Speicherheizungen, Wärmepumpen und Direktheizungen aus (Abbildung 2-4).

Diese Aufteilung macht deutlich, dass in allen Bereichen Einsparmaßnahmen nötig sind, um eine weitere Reduktion des Energieverbrauchs zu erzielen. Die Straßenbeleuchtung in den Hauptstraßen von Geretsried wurde bereits im Jahr 2013 durch sparsamere LED-Leuchten ausgetauscht. Seitdem konnte der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung um 25 % gesenkt werden. Das verdeutlicht die Effizienz solcher Maßnahmen, insbesondere auch deshalb, weil in diesem Bereich die kommunalen Einflussmöglichkeiten besonders groß sind. Weitere Umrüstmaßnahmen sind für die nächsten Jahre bereits geplant.

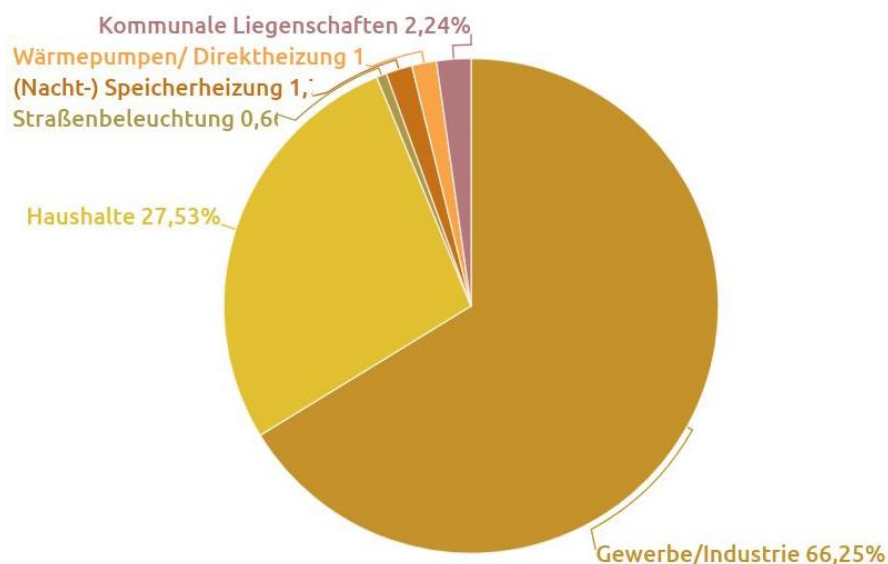


Abbildung 2-4: Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2017 in Geretsried nach Sektoren (Bayernwerk AG 2019a).

### **Stromerzeugung**

Die Entwicklung der Stromerzeugung seit 2008 bis 2018 nach Menge und Energiequelle ist in Abbildung 2-5 dargestellt. Vor allem ab 2011 ist durch die Inbetriebnahme der Biomasseanlage mit einer installierten Leistung von 238 kW<sub>el</sub> ein sprunghafter Anstieg zu erkennen. Gleichzeitig nahm auch die Produktion durch PV-Anlagen und BHKWs zu. Im weiteren Verlauf erfolgte ein langsamerer Zuwachs an PV-Anlagen, während die Stromerzeugung aus Biomasse und BHKWs etwa konstant blieb. Im Jahr 2018 produzierten die EEG-Anlagen im Stadtgebiet eine Menge von knapp 8.355 MWh elektrisch, was rund 11 % des Netzabsatzes entspricht. Zusätzlich können über erdgasbetriebe Blockheizkraftwerke (BHKWs) derzeit jährlich 1.314 MWh produziert werden.

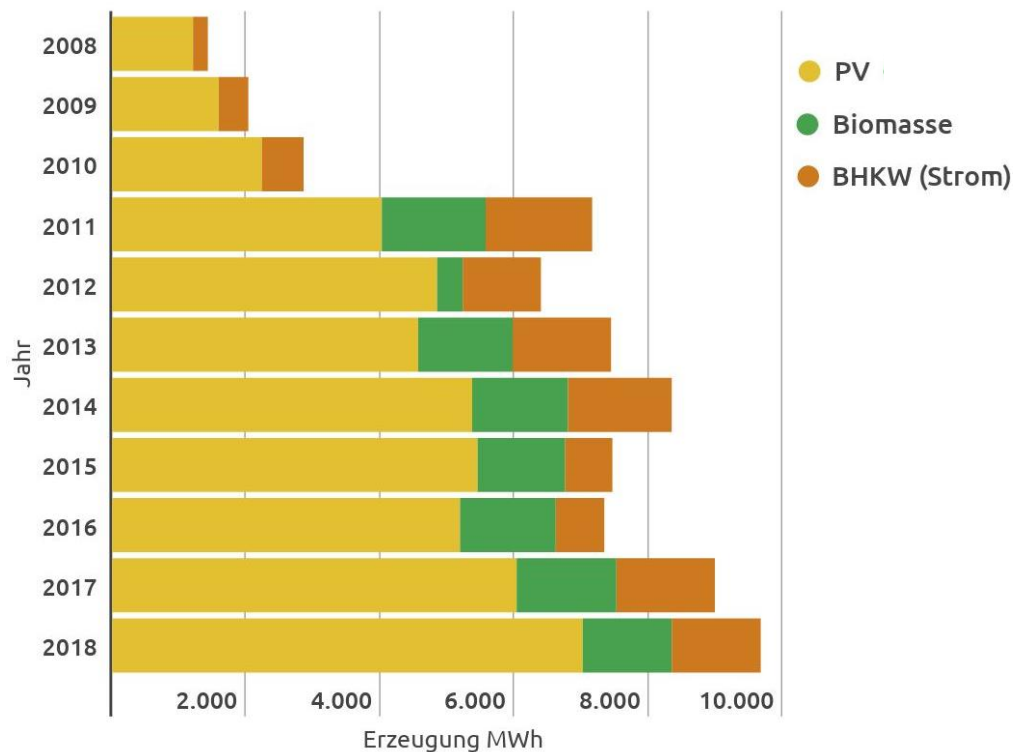


Abbildung 2-5: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2008 - 2017 in Geretsried (Bayernwerk AG 2018b; E.ON o. J.).

Eine Gegenüberstellung von Stromproduktion und –verbrauch, inklusive der Zusammensetzung der erneuerbaren und nichterneuerbaren Stromerzeugung nach Energieträgern, zeigt Abbildung 2-6. Dabei ist die Photovoltaik mit 72,58 % der bedeutendste Energieträger der lokalen erneuerbaren Stromproduktion, gefolgt von Biomasse mit rund 14,83 %. Mit 13,59 % tragen die sehr effizienten, jedoch meist nicht mit erneuerbaren Brennstoffen betriebenen BHKWs einen ähnlich hohen Beitrag zur Stromerzeugung im Stadtgebiet bei. Bilanzuell wurden im Jahr 2018 rund 11 % des Netzabsatzes vor Ort erzeugt.

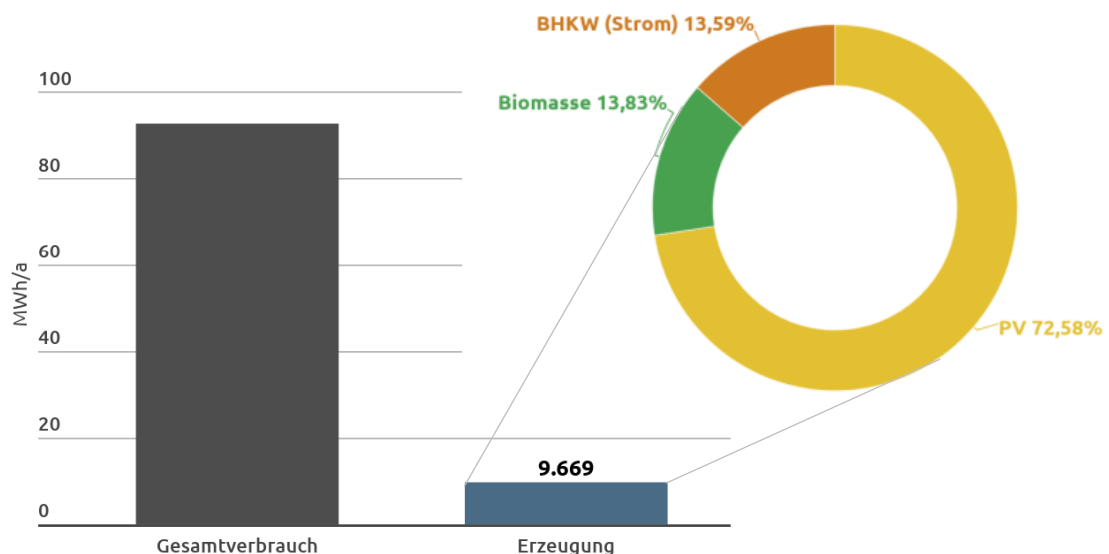


Abbildung 2-6: Gegenüberstellung von Stromverbrauch und -erzeugung in Geretsried inkl. der Zusammensetzung nach Energieträgern für das Jahr 2016.



Zur räumlichen Verordung von EE-Anlagen zur Stromerzeugung wurden zusätzlich, die nach Anlagenregisterverordnung veröffentlichten Zahlen der Bundesnetzagentur über die Einspeisung von regenerativen Stromquellen herangezogen. In diesem Register wurden bis 2015 alle Anlagen mit EEG-Vergütung adressgenau erfasst. Eine individuelle Anpassung der Datenbasis bei abgeschalteten, in der Datenbasis fehlenden oder nach 2015 ans Netz angeschlossenen EE-Anlagen wurde soweit möglich vorgenommen. Abbildung 2-7 zeigt die georeferenzierte 3-D-Darstellung aller Stromerzeugungsanlagen in Geretsried. Eine Auswahl an bedeutenden Energieerzeugungsanlagen in Geretsried wird in den folgenden Kapiteln nun näher dargestellt.

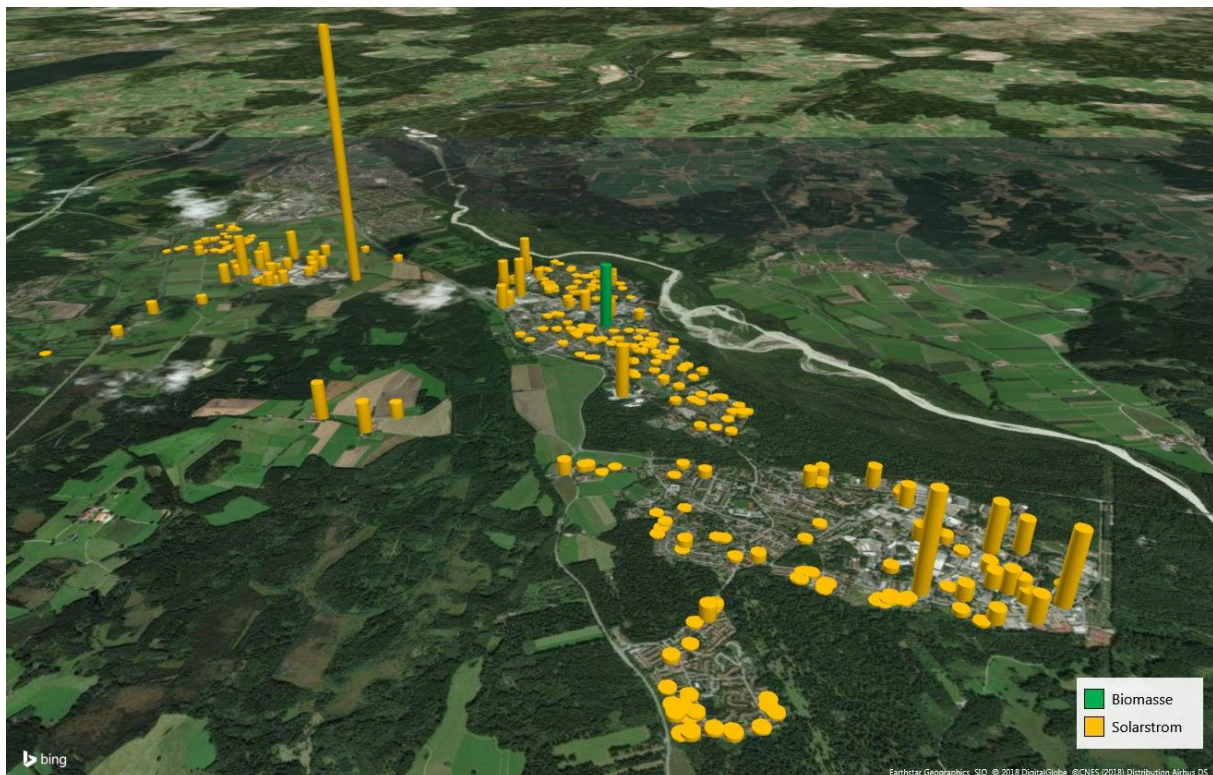


Abbildung 2-7: Räumliche Darstellung erneuerbarer Stromerzeugungsanlagen in Geretsried. Die Größe der Balken orientiert sich an der installierten Anlagenleistung (DGS 2015; TenneT TSO GmbH 2018).

### 2.1.2 Wärme

#### **Wärmebedarf**

45 % des Endenergieverbrauchs in Geretsried fallen zur Deckung des Wärmebedarfs an. Mit einem Wärmebedarf von 234.565 MWh ist dieser rund 2,5-mal so hoch wie der Endenergieverbrauch in Form von Strom. Den benötigten Wärmebedarf zu reduzieren und den verbleibenden Anteil durch erneuerbare Energien zu decken ist folglich entscheidend, um sich weiter in Richtung Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern zu entwickeln.

## Wärmeerzeugung

2,7 % des Wärmebedarfs können derzeit (2016) durch erneuerbare Energien bereitgestellt werden (Abbildung 2-8). Zählt man die Wärmeerzeugung durch BHKWs hinzu - welche zwar sehr effizient Energie erzeugen, jedoch mit der nicht erneuerbaren Ressource Erdgas betrieben werden - so steigt die regional erzeugte Wärme auf 3,3 %. Den größten Anteil zur regenerativen Energieerzeugung trägt Biomethan als Energieträger eines großen BHKWs mit 2.870 MWh bei. Mit über 2.000 MWh folgt der Energieträger Holz, wobei wiederum Holzpellets mit 930 MWh/a den größten Anteil ausmachen. Durch Solarthermie werden auf einer Dachfläche von insgesamt 3.270 m<sup>2</sup> knapp 1.000 MWh Wärme erzeugt. Den geringsten Anteil trägt oberflächennahe Geothermie bei: Rund 400 MWh werden durch Wärmepumpen bereitgestellt. Der verbleibende Anteil wird hauptsächlich durch das örtliche Erdgasnetz versorgt (94 %), der Anteil von Heizöl beläuft sich auf rund 3 % (BSW 2018; Eclareon GmbH 2016; Stadt Geretsried 2019).

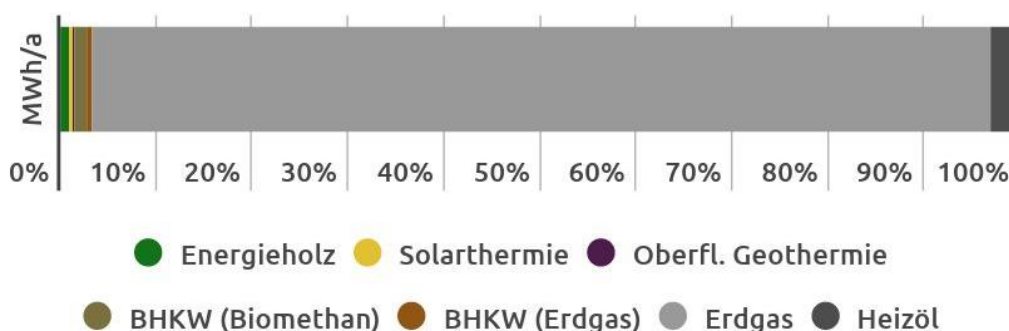


Abbildung 2-8: Ermittelter Energiemix Wärme (Endenergie) in Geretsried (2016).

### Heizkraftwerk an der Adalbert-Stifter-Straße:

Seit Herbst 2018 ist das BHKW mit einer Leistung von 600 kW in Betrieb. 60 % der Wärme wird aus Hackschnitzeln gewonnen, die restlichen 40 % werden durch Erdgas BHKWs und einen Gas-Spitzenlastkessel bereitgestellt. Hauptabnehmer ist das interkommunale Hallenbad, zudem werden Mittelschule, Gymnasium, Realschule, Musikschule, Bücherei, Eishalle und das Jugendzentrum mit Wärme versorgt. Der durch KWK erzeugte Strom wird im Heizwerk selbst und im Hallenbad verbraucht.

### Biogas-Heizzentrale am Johannisplatz:

Das Wärmenetz, welches die Gebäude der Baugenossenschaft am Johannisplatz versorgt, besteht seit über zehn Jahren. Die zwei 260 kW BHKWs werden mit Biogas betrieben.

## 2.1.3 Kommunale Liegenschaften

Großes Handlungspotenzial hat die Stadt bei ihren eigenen Liegenschaften, weshalb ein genauer Kenntnisstand sowohl der verbraucherseitigen als auch der erzeugerseitigen Struktur besonders wichtig ist. Durch die detaillierten Energieberichte, welche in Geretsried jährlich erstellt werden, leistet die Stadt diesbezüglich bereits hervorragende Arbeit.

Ein wirkungsvolles Instrument um Schwachstellen und Optimierungspotenziale bei Energieversorgung und –verbrauch von Gebäuden zu identifizieren, ist das Energie-Benchmarking. Dabei werden die Energieverbräuche von Gebäuden mit gleicher Nutzungsart miteinander verglichen, um ggf. Abweichungen festzustellen. Da der Energieverbrauch neben der Nutzungsart maßgeblich von der Gebäudegröße abhängig ist, wird ein Kennwert gebildet, indem der Energieverbrauch getrennt nach Energieträger jeweils auf den Quadratmeter Nettogeschossfläche bezogen wird. Danach wird dieser spezifische Kennwert dem Vergleichswert der Deutschen Energieagentur dena gegenübergestellt. Der dena-Vergleichswert berücksichtigt ebenfalls die unterschiedlichen Nutzungsarten der Liegenschaften. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass es sich bei den dena-Verbrauchskennwerten lediglich um Durchschnittswerte bestehender Gebäude handelt.

Einige Liegenschaften der Stadt werden bereits in einem Energieeffizienznetzwerks intensiv betrachtet. Dies sind:

- FFG-Vereinsheim
- Sozialgebäude
- Neuer Platz
- Adalbert-Stifter-Mittelschule
- Karl-Lederer-Mittelschule
- Isardamm-Grundschule
- Karl-Lederer-Grundschule
- Wohnhaus (Sudetenstraße)
- Bücherei/Jugendzentrum
- Friedhofsgebäude

Der Vollständigkeit halber sind diese Liegenschaften in den folgenden Benchmark-Auswertungen enthalten, finden in der weiteren Maßnahmenentwicklung jedoch keine weitere Berücksichtigung.

### **2.1.3.1 Spezifischer Stromverbrauch**

Die Benchmark-Auswertung der kommunalen Liegenschaften ist in Abbildung 2-9 dargestellt. Daraus geht hervor, dass ein Großteil der Liegenschaften im Bereich des Durchschnitts oder darunter liegen.

Etwas überdurchschnittlich hohe Stromverbräuche zeigen alle drei Schulen (Adalbert-Stifter-Mittelschule, Isardamm- und Karl-Lederer-Schulen) sowie der Kindergarten/Hort im Robert-Schumann-Weg. Auch der Bauhof am Malvenweg, das Gebäude der Feuerwehr Nord, das Rathaus mit Ratsstuben, das Sozialgebäude und die Turnhalle in Gelting weisen überdurchschnittlich hohe spezifische Stromverbräuche auf.

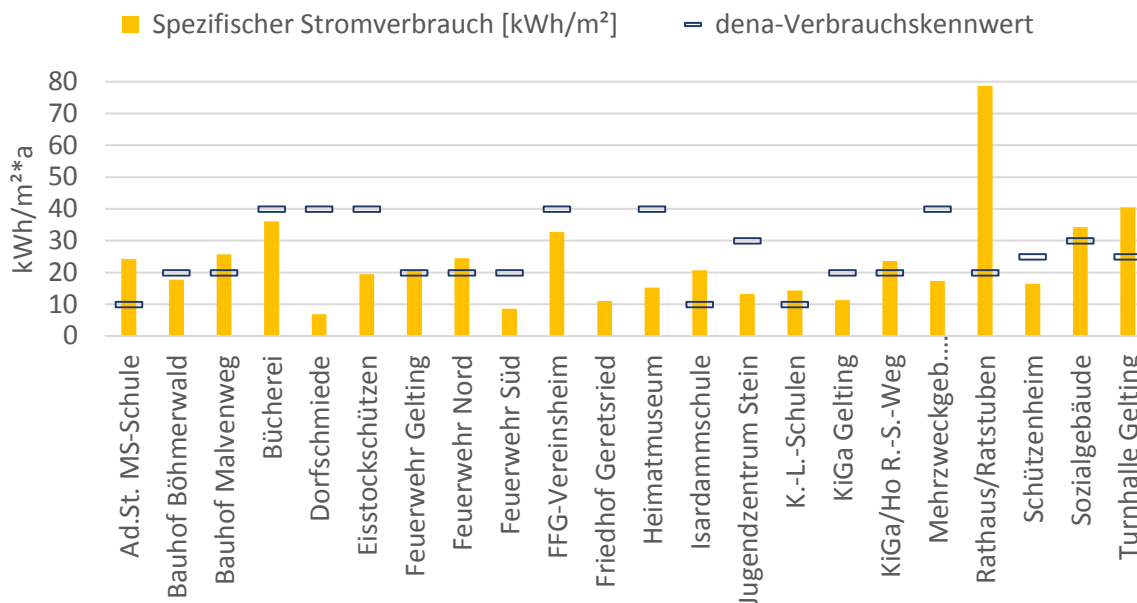


Abbildung 2-9: Spezifischer Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften 2017 im Vergleich zum dena-Verbrauchskennwert.

### 2.1.3.2 Spezifischer Wärmebedarf

Um jährliche Witterungsschwankungen auszugleichen, wurde vor der Analyse des spezifischen Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude der Verbrauch witterungsbereinigt. Dafür werden über einen vom Deutschen Wetterdienst ermittelten Korrekturfaktor überdurchschnittlich warme oder kalte Heizperioden an das langjährige Durchschnittsklima des Standortes angepasst. So können die Jahresverbräuche besser verglichen werden und Abweichungen durch Witterungsbedingungen ausgeschlossen werden.

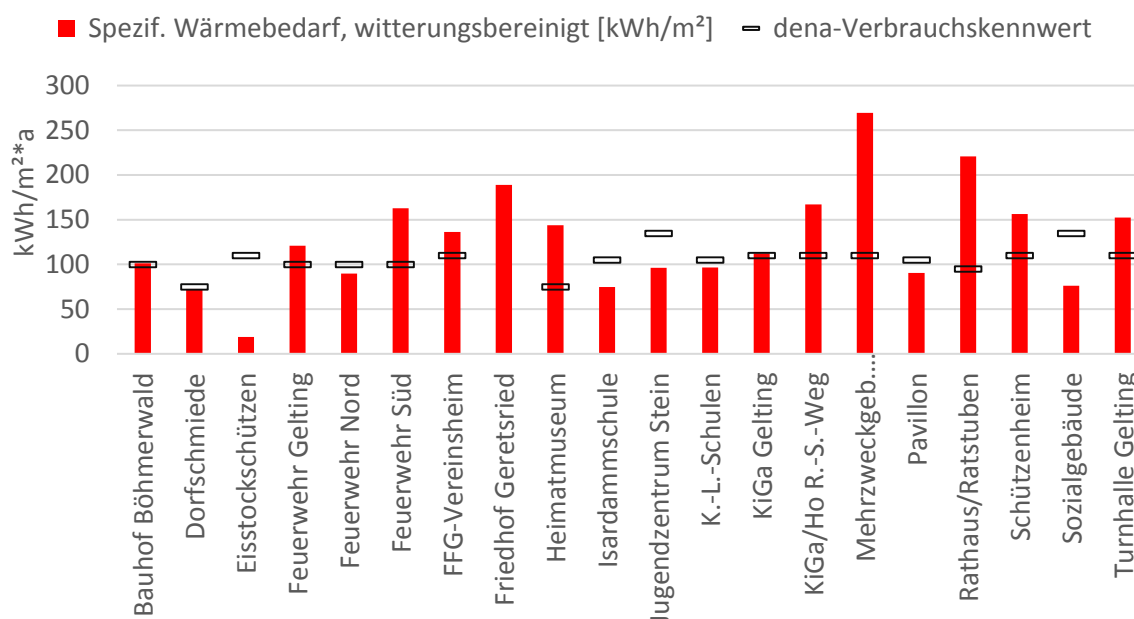


Abbildung 2-10: Spezifischer Heizenergieverbrauch (witterungsbereinigt) der kommunalen Liegenschaften 2017 im Vergleich zum dena-Verbrauchskennwert.

Zur Wärmebereitstellung wurde im Jahr 2017 in allen Liegenschaften Erdgas eingesetzt. Abbildung 2-10 zeigt je Liegenschaft den spezifischen Wärmebedarf im Vergleich zum dena-Verbrauchskennwert. Einige Gebäude liegen dabei im Bereich oder deutlich unter dem Vergleichswert. Überdurchschnittlich hohe Verbräuche weisen dagegen das Gebäude der Feuerwehr Gelting, das FFG-Vereinsheim, das Schützenheim und die Turnhalle Gelting auf. Auffällig hohe Verbräuche sind bei der Feuerwehr Süd, beim Heimatmuseum, beim Kindergarten/Hort am Robert-Schumann-Weg, dem Rathaus mit Ratsstuben und dem Mehrzweckgebäude Isarau zu erkennen.

## 2.2 Primärenergiebedarf

Als Primärenergien werden alle Energiearten bezeichnet, die von der Natur bereitgestellt und durch verschiedene Technologien nutzbar gemacht werden. Somit enthält sie neben dem Endenergiebedarf auch alle Vorketten, wie beispielsweise Gewinnung, Lagerung und Transport der Energieträger. Als Primärenergieträger gelten sowohl Stoffe (z.B. Kohle, Mineralöl, Energieholz) als auch Prozesse (z.B. Sonnenstrahlung, Windkraft, Wasserkraft). Durch die Darstellung des Primärenergieverbrauchs wird deutlich, wie viel Energie nötig ist, um den gesamten Energiebedarf zu decken und in Form von Endenergie nutzbar zu machen. Damit gibt sie die Energieeffizienz wieder, welche nicht nur abhängig ist von der Effizienz im Verbrauch und der Effizienz in der Energieerzeugung, sondern auch vom Einsatz erneuerbarer Energien.

Tabelle 2-1: Primärenergiebedarf in Geretsried im Jahr 2016 nach Energieträgern und zugehörige Primärenergiefaktoren nach DIN V 18599-1:2011-12.

	Energieträger	Primärenergie [MWh]	Primärenergiefaktor
STROM	Photovoltaik	0	0,0
	Biogas	288	0,2
	BHKW (Strom)	0	0,0
	Netzbezug (Bundesstrommix)	154.060	1,8
WÄRME	Energieholz	401	0,2
	Solarthermie	0	0
	BHKW (Wärme, Erdgas)	1.012	0,7
	BHKW (Wärme, Biomethan)	0	0,0
	Erdgas (ohne BHKW)	241.911	1,1
	Heizöl	10.775	1,1

Der benötigte Primärenergiebedarf wird aus dem Produkt der erforderlichen Endenergie und dem zum jeweiligen Energieträger zugehörigen nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiefaktors ermittelt. Die Berechnung erfolgt auf Basis des Heizwertes  $H_i^{16}$  der verwendeten Energieträger. Datengrundlage ist die DIN V 18599-1 (BDEW 2015). Eine Aufstellung des Primärenergiebedarfs in Geretsried nach Energieträgern und den zugehörigen Primärenergiefaktoren findet sich in Tabelle 2-1.

Die bilanzielle Verteilung des Primärenergiebedarfs nach Energieträgern für die Jahre 2014 – 2016 ist in Abbildung 2-11 dargestellt. Daraus wird klar ersichtlich, dass die nicht erneuerbaren Energieträger Erdgas und Heizöl sowie der Strom des Bundesstrommix

nahezu vollständig den Primärenergieverbrauch ausmachen. Die Abnahme im Jahr 2016 ist auf einen seit diesem Jahr geltenden niedrigeren Primärenergiefaktor für den Bundesstrommix zurückzuführen.

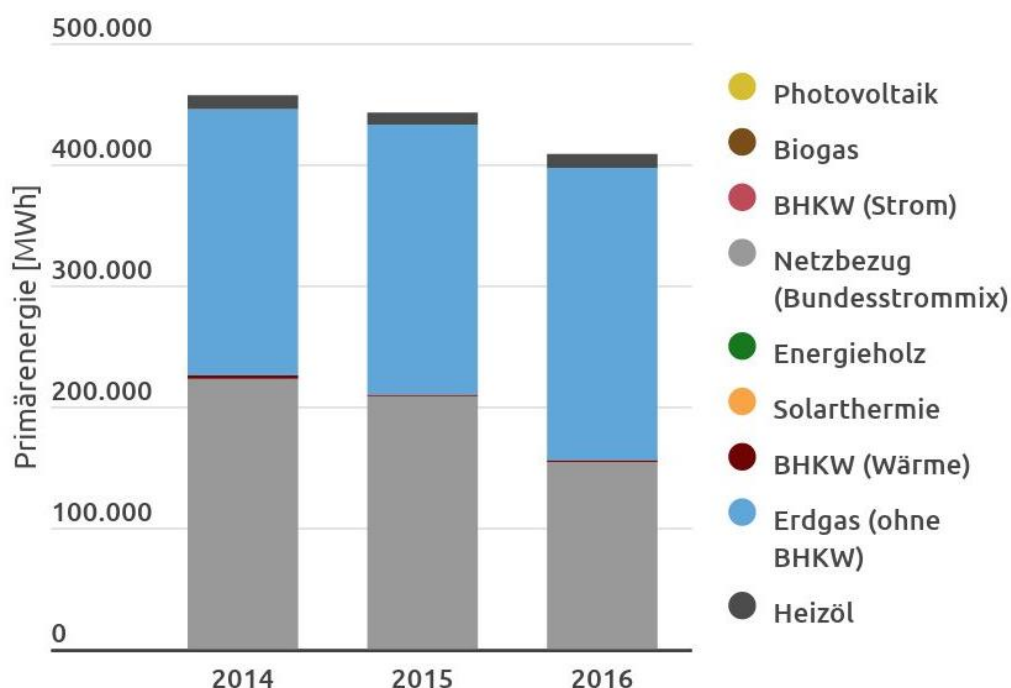


Abbildung 2-11: Primärenergiebilanz nach Energieträgern für die Jahre 2014 - 2016 in Geretsried.

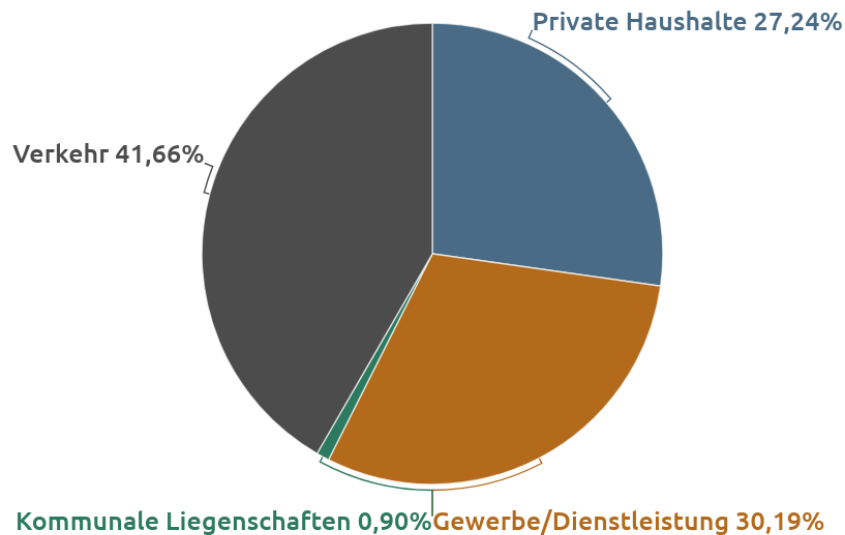
## 2.3 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Die vorliegende CO<sub>2</sub>-Bilanz wurde auf Basis der erhobenen Strom- und Wärmeverbräuche sowie dem Kraftfahrzeugbestand erstellt. Mit Hilfe der in Tabelle 2-2 aufgelisteten CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren wurden die CO<sub>2</sub>-Äquivalente berechnet. Insgesamt entsteht durch den Energieverbrauch in Geretsried ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 179.483 t. Betrachtet man nur den Strom- und Wärmebedarf, so ergeben sich **104.685 t CO<sub>2</sub>**, was einem pro-Kopf Ausstoß von 4,2 t CO<sub>2</sub> pro Jahr bedeutet.

Tabelle 2-2: CO<sub>2</sub>-Äquivalente der jeweiligen Energieträger [kg/MWh] (kea 2016; Umweltbundesamt 2018).

Energieträger	Emissionsfaktor [kg/MWh]
Strom - Bundesstrommix	516
Strom - Ökostrom	3
Erdgas	250
Heizöl	320
Stückholz	19
Hackschnitzel	24
Holzpellets	27

Wie Abbildung 2-12 zeigt, trägt der Verkehr den größten Anteil zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei, gefolgt durch die infolge des Strom- und Wärmeverbrauchs erzeugten Emissionen des Gewerbe- und Dienstleistungssektors. Mit über 27,24 % ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß der privaten Haushalte ähnlich groß. Der Anteil der kommunalen Liegenschaften liegt bei 0,9 %.

Abbildung 2-12: CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Verbrauchssektoren in Geretsried.

## 2.4 Vergleichende Betrachtung

Um die Werte der Endenergie- und CO<sub>2</sub> – Bilanz besser einordnen und die Wirksamkeit von umgesetzten Maßnahmen beurteilen zu können, werden in Tabelle 2-3 verschiedene Indikatoren der aktuellen Verbrauchsdaten (Jahr 2017) mit denen aus dem Klimaschutzkonzept aus dem Jahr 2010 gegenübergestellt. Eine verlässliche Vergleichbarkeit der beiden Jahre ist allerdings nicht vollständig gegeben, da möglicherweise Unterschiede in der Datenerhebung und Berechnungsweise bestehen.

Wie aus Tabelle 2-3 hervorgeht, sind die pro-Kopf Verbräuche seit 2010 gesunken. Auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen nahmen mit Ausnahme des Verkehrssektors in allen Bereichen ab (Tabelle 2-4). Die Abnahme des Stromverbrauchs, welche aus beiden Tabellen ersichtlich wird, kann insbesondere bei den privaten Haushalten darauf zurückgeführt werden, dass ab 2010 die Eigenstromerzeugung z.B. durch den Zubau von PV-Anlagen deutlich zugenommen hat (Abbildung 2-5). Die Eigenverbrauch-Vergütung hat es in Deutschland für insgesamt drei Jahre und drei Monate gegeben. Photovoltaik Anlagen, die zwischen dem 01. Januar 2009 und dem 31. März 2012 in Betrieb genommen wurden, haben für die gesamte Vergütungsdauer von 20 Jahren, für die eine reguläre Einspeisevergütung gezahlt wird, auch Anspruch auf eine Vergütung für selbst verbrauchten Strom. Nach diesem Zeitraum kann der Eigenstromverbrauch durch den Netzbetreiber nicht mehr quantifiziert werden. Dies führt dazu, dass der Netzbezug im Vergleichszeitraum von 2010 bis 2017 deutlich sinkt (Abbildung 2-3). Hinzu kommt, dass der Emissionsfaktor des Bundesstrommix heute im Vergleich zu 2010 geringer ist. Der starke Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der kommunalen Einrichtungen kommt durch die Umstellung der Stromversorgung auf „grünen Strom“ (Stadt Geretsried 2019) und einen Rückgang des Stromverbrauchs zustande.

Tabelle 2-3: Einwohnerspezifischer Vergleich der Endenergie- und CO<sub>2</sub> – Bilanz mit den Verbrauchsdaten des Klimaschutzkonzepts 2010.

<b>Indikator</b>	<b>Einheit</b>	<b>Jahr 2010</b>	<b>Jahr 2016/17</b>
Stromverbrauch pro Kopf	kWh/EW	4.558	3.720
Endenergieverbrauch pro Kopf	kWh/EW	28.000	24.250
CO <sub>2</sub> -Ausstoß pro Kopf	t/EW	9,4	7,3

Tabelle 2-4: Sektorenbezogener Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen [t/a] im Jahr 2016 und den Daten des Klimaschutzkonzepts 2010.

<b>Sektor</b>	<b>Strom 2010</b>	<b>Wärme 2010</b>	<b>Gesamt 2010</b>	<b>Strom 2017</b>	<b>Wärme 2016</b>	<b>Gesamt 2016/17</b>
Private Haushalte	30.400	45.500	<b>75.900</b>	15.061	33.833	<b>48.894</b>
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	35.300	33.000	<b>68.300</b>	31.629	22.556	<b>54.185</b>
Kommunale Einrichtungen	1.700	1.400	<b>3.100</b>	6	1.617	<b>1.623</b>
Verkehr			<b>72.530</b>			<b>74.780</b>
<b>SUMME</b>			<b>219.830</b>			<b>179.482</b>



### 3 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse zeigt auf, welche Möglichkeiten im Stadtgebiet existieren, um mittels Energieeinsparung, regenerativer Energieerzeugung sowie der Nutzung vorhandener Abwärme-Quellen das Klimaschutzziel „Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern bis 2035“ zu erreichen. Zusammen mit der in Kapitel 2 erfassten Bestandsanalyse bildet die Potenzialanalyse damit eine wichtige Grundlage zur Erarbeitung einer intelligenten Energiestrategie für Geretsried.

Da die beste Energie diejenige ist, die wir nicht verbrauchen, werden im ersten Teil der Potenzialanalyse die Energieeinsparpotenziale in den Bereichen Strom und Wärme für Geretsried aufgeführt. Die Darstellung der weiteren Potenziale zur regenerativen Energieerzeugung findet im anschließenden Teil des Kapitels statt.

Wichtig für die momentane Umsetzbarkeit von Energieprojekten ist der Teil des theoretischen Potenzials, welcher technisch realisierbar ist und unter Berücksichtigung von natur- und wasserschutzrechtlichen Vorgaben wirtschaftlich erschlossen werden kann. Da sich langfristig immer technologische Entwicklungen sowie Änderungen der wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben können, kann der technische Potenzialanteil dagegen auch Jahre nach Erstellung dieses Konzepts noch herangezogen werden.

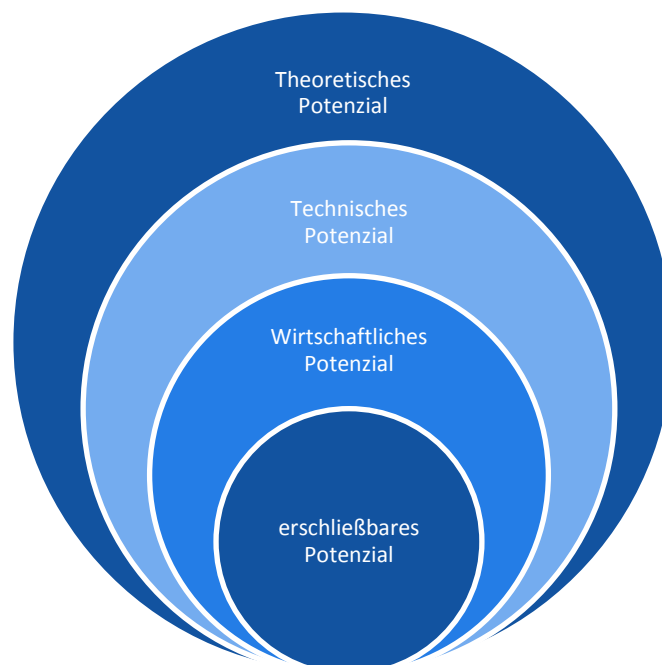


Abbildung 3-1: Übersicht der verschiedenen Betrachtungsebenen von Energiepotenziale. Grafik: (StMUG u. a. 2011).

### 3.1 Energieeinsparpotenziale bis 2035

Die Berücksichtigung des Potenzials zur Einsparung von Energie durch ein verantwortungsvolles Verbrauchsverhalten sollte stets an erster Stelle stehen. Von der technischen Sichtweise her erscheint „Energie sparen“ einfach, vergleicht man Energieeinsparmaßnahmen z.B. mit einem hochtechnisierten Biomasseheizkraftwerk. Die vergangenen Jahrzehnte haben jedoch gezeigt, dass es eine große Herausforderung ist, bestehende Verhaltensmuster nachhaltig zu verändern. Im Gegensatz zur Energieerzeugung ist beim Energieeinsparen die gesamte Bandbreite gesellschaftlicher Akteure gefragt. Unternehmen, Politik, Verwaltungen sowie alle Bürgerinnen und Bürger sind dazu aufgefordert entsprechend Ihrer Möglichkeiten einen sparsamen Energieumgang umzusetzen. Die kommunale Verwaltung sollte hier mit besonders gutem Beispiel vorangehen und Ihre Möglichkeiten zur Energieeinsparung ausschöpfen, um der Vorbildfunktion der öffentlichen Verwaltung gerecht zu werden. Einige kommunale Gebäude wurden deshalb hinsichtlich ihrer Energieeinsparpotenziale im Detail untersucht (siehe Kapitel 5).

Die folgenden beiden Kapitel sollen einen Überblick über die Größenordnungen von energetischen Einsparpotenzialen in Geretsried geben.

#### 3.1.1 Einsparpotenziale Strom

Wie in der Bestandsanalyse bereits dargestellt, konnte im vergangenen Jahrzehnt der Netzabsatz in Geretsried, trotz Bevölkerungswachstum, um durchschnittlich 1,2 % pro Jahr gesenkt werden.

Sowohl konkrete Versuche in Haushalten in der Region (z.B. „Fischbachau spart Strom“) als auch theoretische Studien (UBA 2017) haben gezeigt, dass das weitere Einsparpotenzial in Haushalten besteht. Eine vollständige Umsetzung dieses Einsparpotenzials setzt eine Verhaltensänderung hin zum sparsameren Einsatz von Energie sowie eine konsequente Umstellung auf energieeffiziente Gerätetechnik voraus.

Trotz vorhandener Einsparpotenziale ist zukünftig mit großer Wahrscheinlichkeit nicht mit sinkenden Netzabsatz- und Strombedarfsmengen zu rechnen. Betrachtet man die aktuellen Entwicklungen bei der E-Mobilität sowie die Ausbauziele der Bundesregierung, wenn es um die Elektrifizierung des motorisierten Individualverkehrs geht, ist zukünftig sogar eine Zunahme des Stromverbrauchs wahrscheinlich. Folgende Beispielrechnung soll verdeutlichen, welche Bedeutung zukünftig E-Mobilität auf die Netzabsatzmengen in Geretsried haben könnte.



*Fahren von den 14.170 gemeldeten Autos in Geretsried zukünftig 25 % elektrisch, so ergibt sich bei einer mittleren Fahrleistung von 15.000 km pro Jahr und einem Verbrauch von 0,2 kWh/km ein zusätzlicher Strombedarf von 10.627 MWh pro Jahr.*

### 3.1.2 Wärmeeinsparpotenziale im Gebäudebestand

Die bisherige Sanierungsquote von bestehenden Gebäuden in Bayern liegt bei etwa 0,8 bis 1,0 % (vbw 2012). Für das bayerische Ziel, den Primärenergieverbrauch bis 2040 um 60 % zu senken, müsste die Sanierungsquote allerdings auf zwei oder 2,5 % gesteigert werden. Bei diesen Quoten wird der Gebäudebestand im Durchschnitt einmal komplett in 50 bzw. 40 Jahren saniert.

Als Referenz für ein saniertes Gebäude kann das Niveau eines KfW-Effizienzhauses 100 (d.h. ca. 70 kWh/m<sup>2</sup> a) herangezogen werden. Zu berücksichtigen ist, dass es weder wirtschaftlich noch bauphysikalisch bei allen Gebäuden möglich ist, eine vollständige Sanierung durchzuführen. Das größte Potenzial liegt hier insbesondere bei Bestandsgebäuden aus den 60er bis 80er Jahren. Diese sind in der Regel bauphysikalisch einfach zu sanieren und erzielen aufgrund der älteren Bausubstanz sehr hohe Einsparungen. Einzelmaßnahmen wie z.B. Fenstertausch oder Dachsanierungen sind zudem Investitionen, die ohnehin zum Erhalt der Wohnqualität erforderlich sind.

Als Trichter einer möglichen Wärmebedarfsentwicklung ist für Geretsried eine Sanierungsquote zwischen 1 bis 2 % in Abbildung 3-2 dargestellt. Es kann dabei angenommen werden, dass mit jeder Komplettisanierung der jeweilige Wärmebedarf durchschnittlich halbiert werden kann. Für den Betrachtungszeitraum 2016 bis 2035 ergibt sich mit einer Sanierungsquote von 1 % somit ein Einsparpotenzial von 9,5 % und mit einer Sanierungsquote von 2 % ein Einsparpotenzial von 19 %.

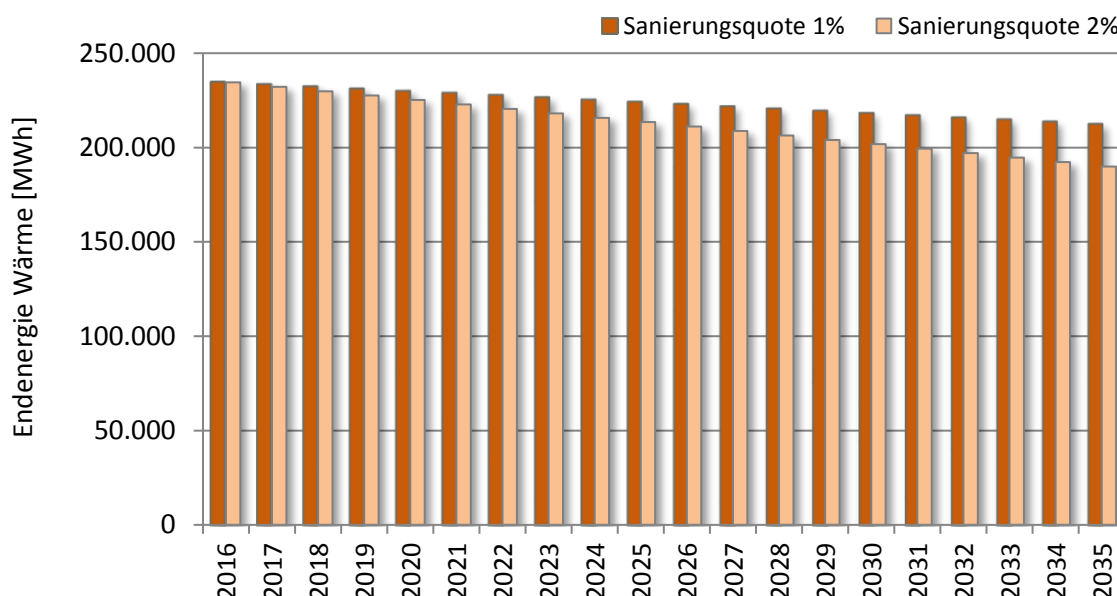


Abbildung 3-2: Mögliche Wärmebedarfsentwicklung in Geretsried bei Sanierungsquoten von 1 und 2 %.

### 3.1.3 Effizienz in der Energieerzeugung

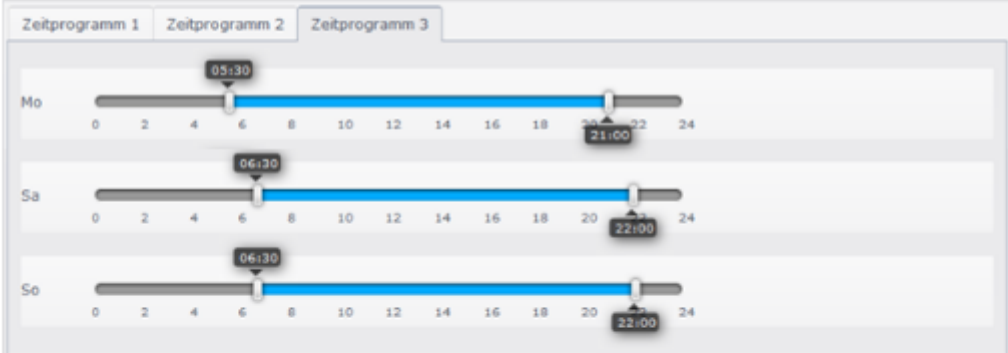
Anlagen zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom, sog. Blockheizkraftwerke (BHKWs) ermöglichen eine dezentrale und besonders effiziente Energieversorgung. Aufgrund ihrer hohen Energieeffizienz können BHKWs selbst bei Verwertung fossiler Brennstoffe aktiv zu einer Reduzierung von Treibhausgasemissionen beitragen.

Wirtschaftlich sinnvoll ist der Einsatz von KWK (Kraft-Wärme-Kopplung) - Lösungen insbesondere dort, wo Wärme und Strom auf engstem Raum in ausreichenden Mengen nachgefragt werden. Dabei sollte über das ganze Jahr ein relativ konstanter Wärmebedarf vorhanden sein und das BHKW mindestens 5.500 von 8.760 Jahresstunden in Betrieb sein. Es lohnt sich also besonders für Betreiber, die über das Jahr hinweg einen konstanten Wärmebedarf haben, also auch im Sommer. In Geretsried erzeugt beispielsweise das 2018 errichtete BHKW an der Adalbert-Stifter-Straße effizient Strom und Wärme.

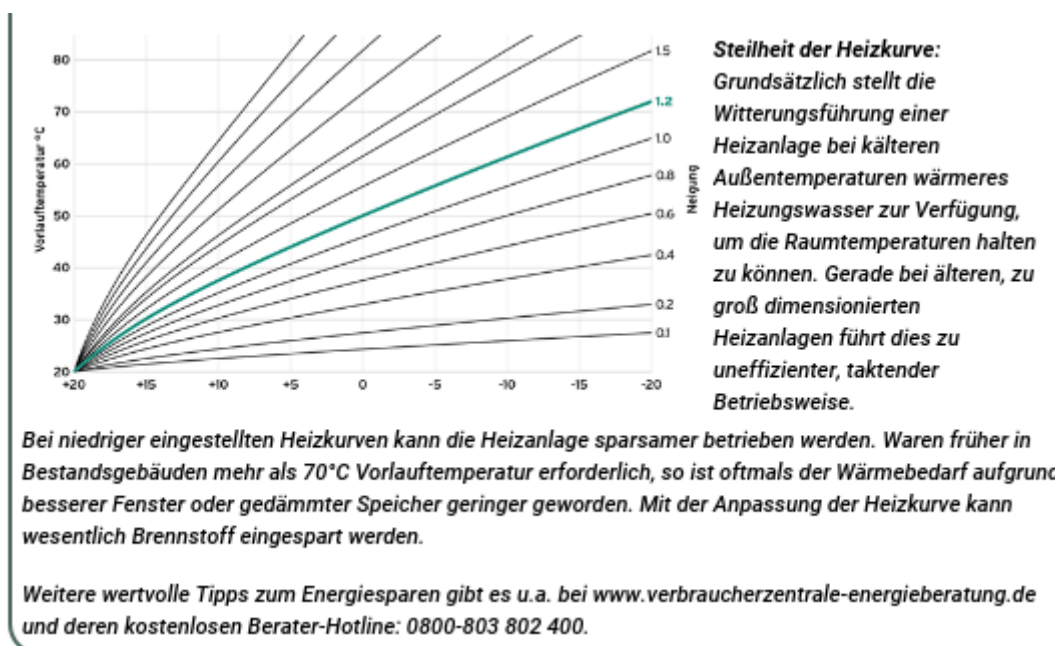
Aber auch bei bestehenden Heizanlagen kann die Effizienz der Energieerzeugung gesteigert werden durch eine optimale Einstellung der Heizungsregulierung:

Heizungs-  
regelung

Seit Einführung der Heizanlagenverordnung im Jahr 1995 ist eine witterungsgeführte Regelung der Heizanlage vorgeschrieben. Erfahrungsgemäß werden die vielfältigen Möglichkeiten zur energieeffizienten Einstellung der Anlage nicht genutzt. Oftmals sind Neuanlagen in der Werkseinstellung in Betrieb gegangen und keinerlei Änderungen vorgenommen worden. Folgendes sollte jeder Betreiber einer Heizanlage überprüfen: **Heizprogramme für Heizkreis, Warmwasserzubereitung und Zirkulationspumpe:**



**Sommer-/Winterumschaltung:**  
*Alle Heizungsregelungen verfügen über eine Schaltmöglichkeit, um den Heizbetrieb auszuschalten. Je nach energetischem Zustand ist dies ab Mitte Mai bis Ende September möglich. Moderne Regler verfügen zusätzlich über eine automatische Umstellung nach Außentemperatur. Dort kann eingestellt werden, dass der Heizbetrieb auch in Übergangszeiten bei einer Außentemperatur von z.B. über 16 °C abschaltet wird. Diese Funktion ist werksseitig oft nicht aktiviert. Gebäude mit energetisch hoher Bauqualität können diese Umschaltung bereits ab 12 °C nutzen und so ohne Komfortverlust Energie sparen.*



## 3.2 Regenerative Energieerzeugungspotenziale

Die folgende Analyse der Energieerzeugungspotenziale für Geretsried umfasst folgende erneuerbare Energien:

- Solarenergie (S.35)
- Bioenergie (S.42)
- Oberflächennahe Geothermie (S. 47)

### 3.2.1 Solarenergie (Dachflächen)

Photovoltaik und Solarthermie sind bereits heute wichtige Bestandteile im Geretsrieder Energie-Mix. Alleine durch die PV-Aufdachanlagen im Stadtgebiet wird derzeit eine Menge von 6.900 MWh<sub>el.</sub> erzeugt, was knapp 7 % der jährlichen Netzabsatzmenge entspricht (siehe Kapitel 2.1.1). Dennoch besteht ein zusätzliches Potenzial zur Nutzung der natürlichen Sonnenenergie auf den Dachflächen in Geretsried, welches im Folgenden analysiert wird.

Wie viel der eintreffenden Sonnenenergie in Wärme und Strom umgewandelt werden kann, hängt prinzipiell von vielen Faktoren ab, wie z.B. dem Anlagenwirkungsgrad, der Dachneigung und -ausrichtung sowie den saisonal unterschiedlichen Einfallswinkeln. Um eine fundierte Gesamtschätzung der Dachflächenpotenziale für Solarthermie und PV vornehmen zu können, bedarf es folglich einer genaueren Analyse, bei der Einstrahlungsdaten und die Geometrie der Dachlandschaft in Geretsried miteinander verknüpft werden. Die Vorgehensweise dazu wird im folgenden Abschnitt erläutert.

### 3.2.1.1 Methodik der Dachflächenpotenzialermittlung

Die Ermittlung der solarenergetischen Potenziale erfolgt auf Basis eines 3-D-Gebäudemodells (LoD2) der bayerischen Vermessungsverwaltung und den Globalstrahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Diese Methode erlaubt eine gebäudescharfe Ableitung des Potenzials für Photovoltaik (PV) und Solarthermie (ST) unter genauer Berücksichtigung der Dachlandschaft von Geretsried.



Abbildung 3-3: Ausschnitt des LoD2-Gebäudemodells in Geretsried.

Die hohe Genauigkeit dieses relativ aufwendigen Verfahrens wird im „Leitfaden Energienutzungsplan“ (StMUG u. a. 2011) explizit hervorgehoben. Insgesamt sind bei der durchgeführten Analyse 10.068 Gebäude mit einer Dachfläche von 1.358.602 m<sup>2</sup> berücksichtigt. Dachflächen, auf denen das Anbringen von Kollektoren und Modulen aus Gründen des Denkmalschutzes nicht erlaubt und nicht möglich ist, sind für die Potenzialberechnung ausgeschlossen (ca. 4.220 m<sup>2</sup>). Dies erfolgt auf Basis der Daten des Bayerischen Landesamtes für Denkmalschutz (BLfD 2019). Bereits bestehende PV- und ST-Anlagen sind bei der Analyse ebenso berücksichtigt und sind als nicht mehr verfügbare Dachflächen von den Potenzialflächen abgezogen.

Dabei sind alle bestehenden solarthermischen Anlagen berücksichtigt, die im Rahmen des MAP in Deutschland gefördert wurden (BSW 2018). Datenbasis der bestehenden Photovoltaik-Anlagen sind die Statistik der deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS 2015) sowie die Einspeisedaten des Netzbetreibers (Bayernwerk AG 2019b).

Die Globalstrahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2017) bilden im nächsten Schritt die Grundlage zur Ermittlung der verfügbaren Einstrahlung auf den Dachflächen der Stadt. Da sich Globalstrahlungsdaten auf horizontale Flächen beziehen, sind die Daten zusätzlich nach Dachneigung und -ausrichtung korrigiert, um damit die auf den einzelnen Dachflächen tatsächlich verfügbare Energiemenge zu ermitteln (siehe Abbildung 3-4). Die Umsetzung dieser Korrektur erfolgte mit Unterstützung des Lehrstuhls für Geographie und

Fernerkundung der LMU München im Rahmen des Projekts INOLA (Innovationen für ein Nachhaltiges Land- und Energiemanagement).

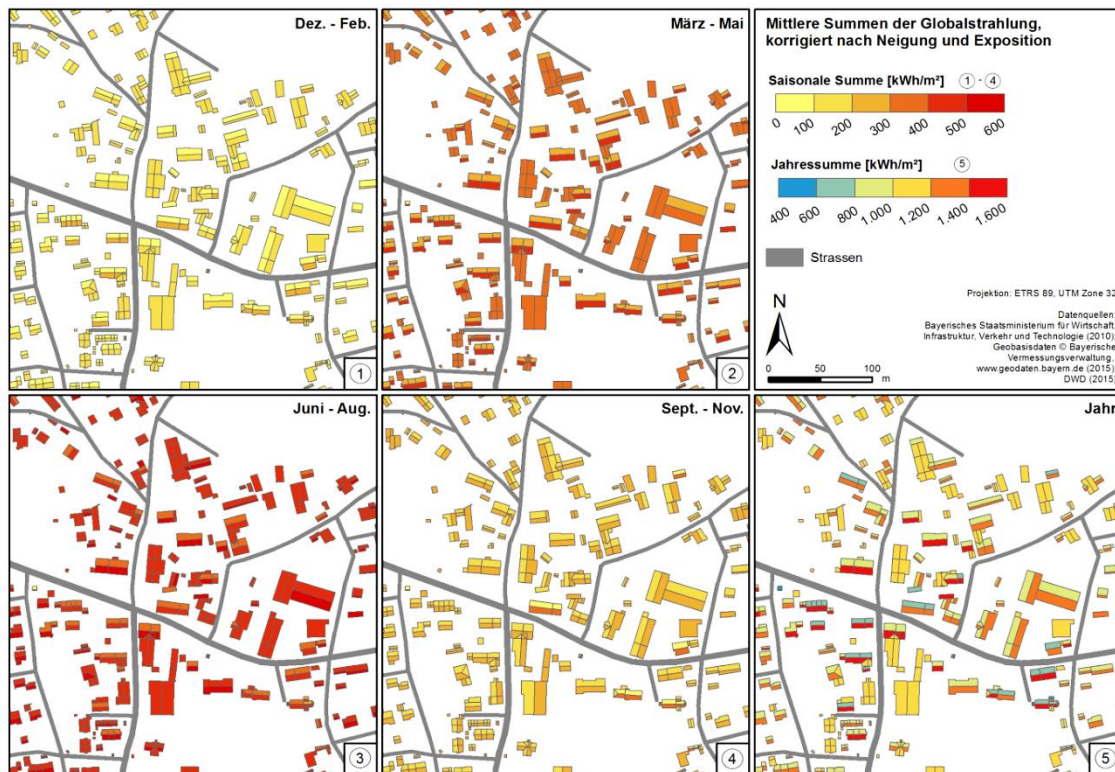


Abbildung 3-4: Durch Korrektur der Globalstrahlungsdaten nach Neigung und Ausrichtung ist für jede Dachfläche die verfügbare Globalstrahlung bekannt (Hofer u. a. 2016).

Die gesamte Abfolge von Arbeitsschritten zur Potenzialermittlung für Photovoltaik und Solarthermie auf den Dachflächen der Stadt Geretsried kann im Detail im Ablaufschema von Anhang 1 nachvollzogen werden. Die Potenziale für Photovoltaik und Solarthermie wurden jeweils unabhängig voneinander untersucht und dürfen folglich nicht aufsummiert werden.

### 3.2.1.2 Photovoltaik

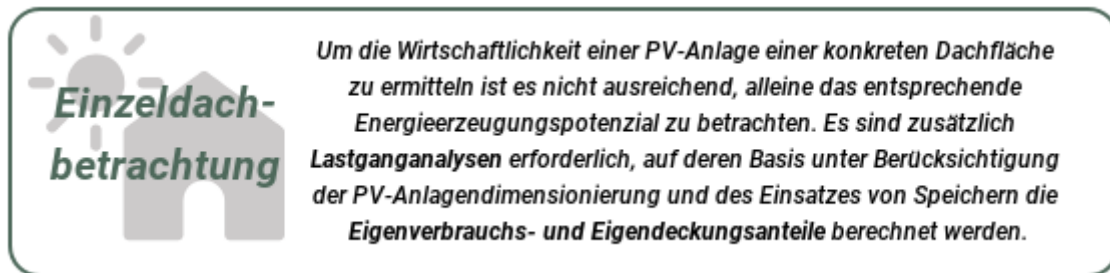
Für die Ermittlung des PV-Dachflächenpotenzials sind lediglich Dächer berücksichtigt, die mindestens ein Modulflächenpotenzial von 20 m<sup>2</sup> aufweisen, da eine Wirtschaftlichkeit i.d.R. erst ab dieser Flächengrößenordnung gegeben ist. Insgesamt ist auf den geeigneten und noch nicht belegten Dachflächen der Stadt maximal noch Raum für rund 531.732 m<sup>2</sup> PV-Modulfläche. Bei vollständiger Nutzung dieser Fläche ergäbe sich ein PV-Gesamtpotenzial in der Größenordnung von 56.608 MWh/a bei einem Jahresnutzungsgrad von 9 % gemäß Leitfaden Energienutzungsplan (StMUG u. a. 2011).

Rund 55 % des gesamten PV-Potenzials (35.717 MWh/a) entfallen dabei auf besonders geeignete Dachflächen der Ausrichtungen Südsüdost, Süd und Südsüdwest (inkl. Flachdächer mit Aufständigung). Auf diesen Flächen ist infolge einer höheren Einstrahlung mit deutlich besseren Durchschnittserträgen pro Flächeneinheit zu rechnen (~110 kWh/m<sup>2</sup> a).

Tabelle 3-1: Übersicht über das PV-Potenzial auf den Dachflächen der Stadt Geretsried.

Ertragspotenzial PV [MWh/a]	Modulflächenpotenzial PV [m <sup>2</sup> ]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m <sup>2</sup> a]
56.608	531.732	106,5

Auf die Dachflächen öffentlicher Gebäude, welche im direkten Handlungsbereich der Stadt liegen, entfallen 3 % des gesamten hier dargestellten PV-Potenzials. 40 % machen die Dachflächen von Gewerbebetrieben aus, über die Hälfte entfällt auf Wohngebäude.



**FAZIT: Es ist ein beachtliches Potenzial für Photovoltaik-Aufdach-Anlagen vorhanden. Die Installation von PV-Anlagen wird auch aus wirtschaftlicher Sicht sowohl für Wohngebäude als auch Gewerbebetriebe empfohlen.**

### 3.2.1.3 Solarthermie

Für die Ermittlung des ST-Potenzials wurden bereits geeignete Dachflächen ab einem Potenzial für 11 m<sup>2</sup> Modulfläche berücksichtigt, da dies derzeit die Mindestvoraussetzung in der BAFA-Basisförderung für Solarthermie-Flachkollektoren ist (BAFA 2018). Im Gegensatz zum PV-Potenzial wurden Flachdächer und Nebengebäude vom ST-Potenzial ausgeschlossen, da bei diesen Gebäuden die erzeugte Wärme erfahrungsgemäß oft nicht genutzt werden kann. Die im Einzelfall durchaus vorhandene wirtschaftliche Rentabilität von ST-Anlagen auf solchen Dachflächen muss individuell vor Ort geprüft werden und ist nicht Gegenstand der vorliegenden Potenzialermittlung.


Insgesamt konnte für die Stadt ein Potenzial von rund 421.713 m<sup>2</sup> geeigneter und verfügbarer ST-Kollektorfläche ermittelt werden. Damit ergibt sich für Geretsried ein solarthermisches Potenzial in der Größenordnung von 117.243 MWh/a bei einem angenommenen Jahresnutzungsgrad von 25 % gemäß Leitfaden Energienutzungsplan (StMUG u. a. 2011). Der Jahresertrag auf den geeigneten Dachflächen (Ausrichtung Süd, Ost und West) in der Stadt beläuft sich gemäß korrigierter Globalstrahlungsdaten vom DWD dabei im Mittel auf 278 kWh/m<sup>2</sup>.

Über 40 % des Potenzials entfallen auf besonders geeignete Dachflächen der Ausrichtungen SSO, S und SSW (56.070 MWh/a). Hier ist mit durchschnittlichen Jahreserträgen um 300 kWh/m<sup>2</sup> zu rechnen.



Tabelle 3-2: Übersicht über das ST-Potenzial auf den Dachflächen der Stadt Geretsried.

Ertragspotenzial ST [MWh/a]	Kollektorflächenpotenzial ST [m <sup>2</sup> ]	Durchschnittsertrag pro Fläche [kWh/m <sup>2</sup> a]
117.243	421.713	278



**Wo erhalte ich Informationen ?**

*Einen guten Überblick über das Solarpotenzial auf dem eigenen Hausdach erhält man über das Solarkataster des Landkreises:*

[www.solarkataster-toelz.de](http://www.solarkataster-toelz.de)

*Hier können gebäudescharfe Informationen zum PV- als auch ST-Potenzial abgerufen werden. Zudem gibt es Tipps zur Planung und zum Bau einer eigenen Anlage sowie nützliche weiterführende Informationen.*

**FAZIT:** Auch dieses Potenzial sollte verstärkt genutzt werden. Der günstigste Zeitpunkt für die Installation einer solarthermischen Anlage ist bei Modernisierung der Heizanlage. Die neuen Systeme können optimal aufeinander abgestimmt werden. Die Fördermittel sind bei gleichzeitiger Installation von neuem Kessel und Solaranlage am höchsten.

### 3.2.2 Freiflächen-Photovoltaik

Die für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Frage kommenden Gebiete richten sich nach §48 Abs. 1 Nr. 3 c (EEG 2017) und umfassen u.a. Flächen, die

- längs von Autobahnen oder Schienenwegen liegen (max. 110 m Entfernung)
- zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplanes bereits versiegelt waren
- sich auf Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung befinden und diese Flächen zum Zeitpunkt des Beschlusses über die Aufstellung oder Änderung des Bebauungsplans nicht rechtsverbindlich als Naturschutzgebiet im Sinn des § 23 des Bundesnaturschutzgesetzes oder als Nationalpark im Sinn des § 24 des Bundesnaturschutzgesetzes festgesetzt worden sind.

Um geeignete Flächen zu ermitteln wurde eine Raumanalyse vorgenommen, welche neben dem 110-m-Korridor aus dem EEG (EEG 2017) auch Siedlungsgebiete, natur- und wasserschutzrechtlich sensible Flächen und die Landnutzung mit einbezieht.

Abbildung 3-5 zeigt mögliche Standorte in Geretsried, die für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen in Frage kommen könnten.

**Standort 1:** In Geretsried befinden sich die Bahnschienen der ehemaligen Isartalbahn, entlang derer die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen möglich wäre. Abbildung 3-5 zeigt den Verlauf der Schienen inklusive des 110 m – Abstandes sowie die naturschutzrechtlich geschützten Flächen. Daraus geht hervor, dass östlich der Bahnlinie eine Nutzung aufgrund des Landschaftsschutzgebietes nicht möglich ist. Westlich der Bahnlinie befinden sich einige derzeit landwirtschaftlich genutzte Flächen, welche potenziell in Frage kommen könnten.

**Standort 2:** Bei dieser Fläche handelt es sich um eine ehemalige Kiesgrube, welche im EEG als Konversionsfläche zählt. Nördlich davon befindet sich das Gewerbegebiet Gelting, östlich und westlich ist der Bereich von Waldflächen umgeben. Wohnbebauung wäre demnach von einer Freiflächenanlage nicht betroffen.

**Standort 3:** Auch der ehemalige Bohrplatz für Tiefengeothermie würde sich zur Errichtung einer PV-Freifläche eignen. Dieser wird ebenfalls als Konversionsfläche behandelt.

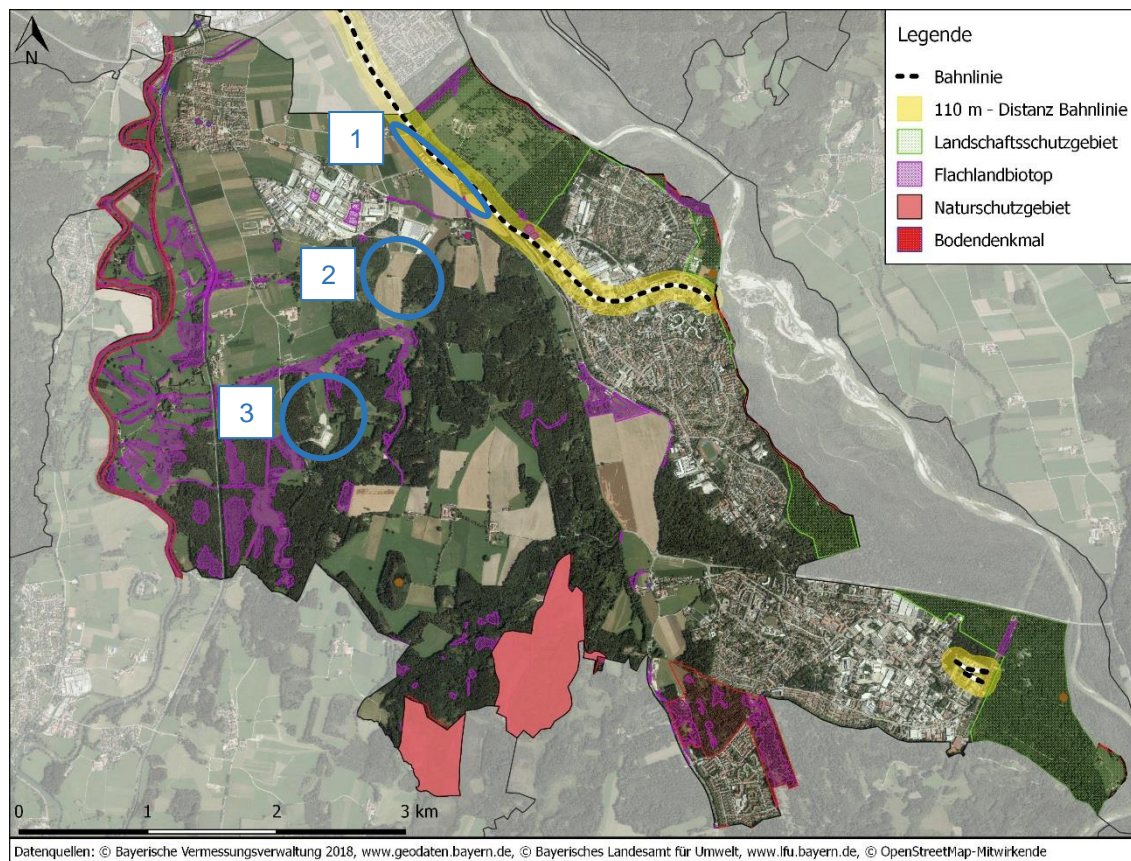


Abbildung 3-5: Mögliche Standorte für PV-Freiflächenanlagen in Geretsried (blaue Ellipsen).

Auf allen hier dargestellten Standorten könnten 750 kWp – Anlagen installiert werden. Mit der in Geretsried zur Verfügung stehenden Einstrahlungsmenge für südlich ausgerichtete und aufgeständerte Module würde sich bei einer 750 kW-Anlage die jährliche Stromerzeugung bei 1.042 kWh/kWp auf durchschnittlich 782 MWh pro Jahr belaufen.

Perspektivisch gesehen ergeben sich auch mit dem Bau der S-Bahnlinie potenzielle Flächen entlang der entstehenden Bahnlinie (entsprechend dem 110-m Korridor) für die Nutzung für PV-Freiflächenanlagen.

Selbstverständlich liegt es im Ermessen und in der Bereitschaft des Grundstückseigentümers wie die Flächen genutzt werden und damit, ob eine Realisierung von PV-Freiflächenanlagen erfolgt.

Eine weitere wichtige Grundvoraussetzung zur Errichtung einer Freiflächenanlage ist, dass die zuständige Kommune die Nutzung bzw. Bebauung der in Betracht kommenden Fläche rechtsverbindlich zulässt und alle öffentlichen und privaten Interessen berücksichtigt. Ansprechpartner für die Erstellung oder Änderung eines Bebauungsplanes ist die örtliche Baubehörde. Stimmt die Stadt einem solchen Vorhaben zu, muss sie den Bereich in welchem eine Freiflächen-Photovoltaikanlage errichtet werden soll, in ihrem Flächennutzungsplan entsprechend als Sondergebiet („Fläche für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien – Sonnenenergie“) ausweisen.

Die bayerische Landesregierung ermöglicht zudem die Förderung von PV-Anlagen auf Acker- und Grünlandflächen in den sogenannten landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten (StMWi 2017c). Dabei sind alle Flächen in Geretsried gemäß VO RL 75/268/EWG als benachteiligtes Gebiet (Berggebiet, benachteiligte Agrarzone, Kleines Gebiet) klassifiziert. Seit Juni 2017 können sich PV-Projekte in diesen Gebieten bei den Ausschreibungsverfahren der Bundesnetzagentur für eine Förderung bewerben. Um eine übermäßige Inanspruchnahme von landwirtschaftlich und naturschutzfachlich wertvollen Flächen zu verhindern, dürfen jährlich maximal 70 dieser PV-Projekte in Bayern gefördert werden. Gebiete für Anlagen auf Flächen, die als Natura 2000-Gebiet festgesetzt oder Teil eines gesetzlich geschützten Biotops sind, sind von der Förderung ausgenommen. Prinzipiell besteht demnach die Möglichkeit, dass auch auf Grün- oder Ackerflächen PV-Anlagen in Geretsried errichtet werden können. Eine konkrete Ausweisung von Potenzialflächen ist nur schwer möglich. Die Grünlandflächen in Geretsried alleine würden theoretisch ausreichen, um bilanziell einen Großteil des Gesamtstrombedarfes der Stadt erzeugen zu können. Jedoch gibt der enorme Siedlungsdruck im Raum Geretsried nur wenig Spielraum zur Entwicklung konkreter PV-Freiflächenprojekte.

**FAZIT: Unter Anbetracht des insgesamt hohen Strombedarfs und der generell eingeschränkten Potenziale auf dem Stadtgebiet von Geretsried, sollten die möglichen Standorte geprüft und dementsprechend das Potenzial der PV-Freiflächenanlagen genutzt werden. Zweifelsohne ist die Bereitschaft des Grundstückseigentümers Voraussetzung für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage.**

### 3.2.3 Bioenergie aus Land- und Forstwirtschaft

Bedingt durch Landnutzung und naturräumliche Bedingungen ergeben sich verschiedene Biomasse-Energiepotenziale. Insgesamt machen von der Gesamtfläche von Geretsried (25 km<sup>2</sup>) landwirtschaftlich genutzte Flächen 30 % und Waldflächen etwa 38 % aus. Das damit verbundene energetische Potenzial durch Nutzung verfügbarer Biomasse wird in folgenden Kapiteln analysiert.

#### 3.2.3.1 Energieholz

Aufgrund des Waldreichtums in der Region kommt dem Energieträger Holz eine ganz besondere Rolle zu. Dabei stehen mit Hackschnitzel-, Pellet- und Scheitholzheizungen verschiedene Möglichkeiten zur thermischen Energiegewinnung zur Verfügung. Alle drei Formen haben eines gemeinsam: Als erneuerbarer und nachwachsender Energieträger ist die CO<sub>2</sub>-Bilanz um ein Vielfaches besser, als im Vergleich zu den fossilen Energieträgern Öl und Gas. Kurze Transportwege tragen zusätzlich zum Klimaschutz bei und sorgen für die regionale Wertschöpfung.

Insgesamt besteht in den Privat- und Körperschaftswäldern auf Geretsrieder Flur kein nennenswertes Ausbaupotenzial für die energetische Holznutzung. Aufgrund der mattwüchsigen Kiesstandorte und Moorflächen liegt der Zuwachs pro Jahr deutlich unter dem des durchschnittlichen Zuwachses des gesamten Landkreises.

Allerdings befindet sich in den Waldflächen auf dem angrenzenden Gemeindegebiet von Königsdorf ein großes ungenutztes Energieholzpotenzial (Quelle: Försterauskunft). Bezieht man zudem den Landkreis und die Region (Landkreise Bad-Tölz-Wolfratshausen, Miesbach und Weilheim-Schongau) in die Analyse mit ein, so ergibt sich insgesamt dennoch ein beachtliches Potenzial zur energetischen Nutzung von Holz.

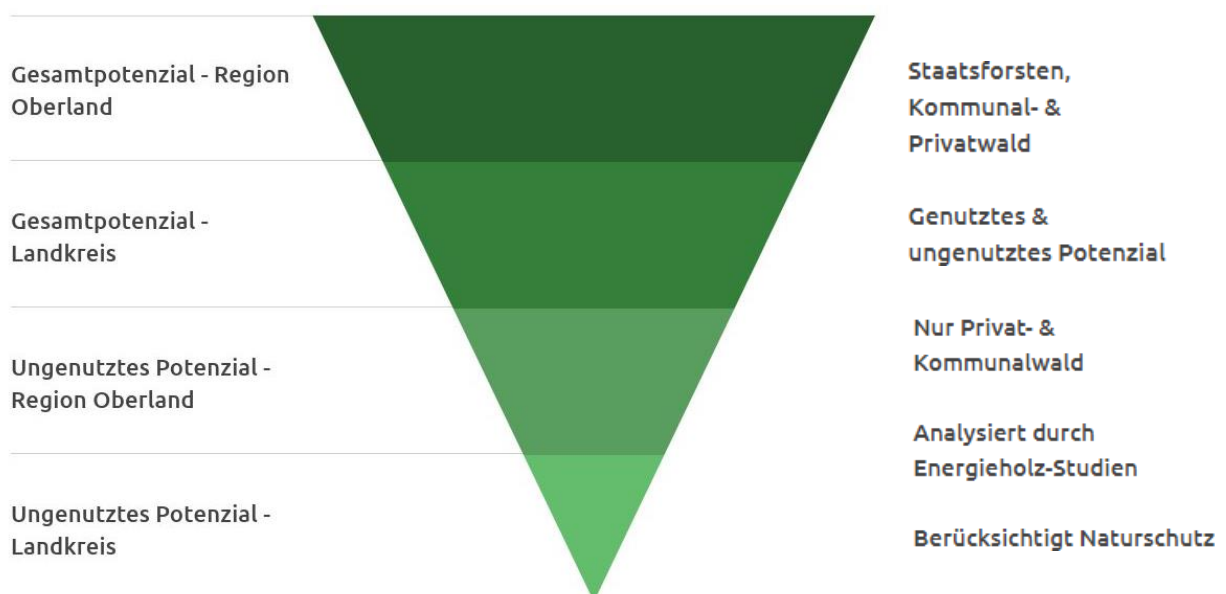


Abbildung 3-6: Ebenen der Potenzialbetrachtung für Energieholz

Die verfügbaren Holzpotenziale lassen sich unter Berücksichtigung der vorhandenen Datengrundlagen auf verschiedenen Ebenen untersuchen. Zu unterscheiden ist das vorhandene Gesamtpotenzial für Energieholz (bereits genutzt und noch ungenutzt) von demjenigen Potenzial, welches derzeit noch nicht entnommen wird (siehe Abbildung 3-6).

### **Gesamtpotenzial:**

Das insgesamt verfügbare Energieholzpotenzial allein im Landkreis Bad Tölz - Wolfratshausen beläuft sich gemäß der Daten des Energieatlas Bayern (LWF 2017) auf einen Wärmeertrag von **321,3 GWh** pro Jahr (866,9 GWh für Gesamtregion) bei einem Jahresnutzungsgrad von 80 %.

Die Abschätzung der jährlich nutzbaren Energieholzpotenziale bezieht sich nur auf Derbholz (oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser mit Rinde) und berücksichtigt die Baumartenzusammensetzung, die Eigentumsverhältnisse und die unterschiedliche Sortierpraxis im Privatwald und den Staatsforstwäldern.

Bezogen auf den Einwohneranteil von Geretsried am Landkreis von 20 %, existiert für Geretsried ein Wärmeertragspotenzial von **64,26 GWh** pro Jahr mittels erneuerbarer Brennstoffe. Dabei noch nicht berücksichtigt sind die Potenziale aus Kurzumtriebsplantagen oder Abfallresten, wie z.B. Straßenbegleitgrün.

Dieses Potenzial umfasst sowohl das bereits genutzte, als auch das noch nicht genutzte Energieholzpotenzial. Entscheidend für die Ermittlung des noch ungenutzten Potenzials für Energieholz ist die Kenntnis über die Waldeigentumsverhältnisse in der Region sowie über die regionale Sortierungspraxis (stoffliche Nutzung, Industrieholz, Energieholz). Während die Staatsforstwälder bereits nahe am nachhaltigen Maximum bewirtschaftet werden, sind es insbesondere die Privat- und Körperschaftswälder, in denen noch große nachhaltig nutzbare Energieholzmengen entnommen werden können. Insgesamt beträgt der Anteil der Privat- und Körperschaftswälder an der Gesamtwaldfläche der Region 60 %.

### **Ungenutztes Energieholzpotenzial:**

Die Energieholzprognosen für die Landkreise Bad Tölz-Wolfratshausen, Weilheim-Schongau und Miesbach (Rothe u. a. 2010a, 2010b, 2013) haben dazu das Holzpotenzial innerhalb des Privat- und Körperschaftswaldes untersucht. Diese Studie bildet die Grundlage der Analyse für das zusätzlich Holzpotenzial der Region, welches noch nicht entnommen ist, aber unter allen Aspekten der Nachhaltigkeit entnommen werden kann. Die Gültigkeit der Studien wurde von einer Expertenrunde mit Vertretern des Naturschutzes und der Forstwirtschaft bestätigt (SZ 2017).

Die Energieholzstudien zeigen, dass die Einschlagintensitäten in allen 3 betrachteten Landkreisen im Privat- und Körperschaftswald unterhalb der Mengen liegen, welche unter Berücksichtigung aller Aspekte der Nachhaltigkeit (Nährstoffbilanz, Totholzreste,

Schutzgebiete) und der technischen Realisierbarkeit (Erschließbarkeit, Ernteverluste) geerntet werden können (= technisch-ökologisch nutzbar).

Allein für den Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen ergibt sich unter der zusätzlichen Beachtung der aktuellen Sortierungspraxis (stoffliche Nutzung, Industrie-, Energieholz) in den Privat- und Körperschaftswäldern eine noch potenziell nutzbare Energieholzmenge (Stückholz und Hackschnitzel) von 105.000 MWh. Bezogen auf den Anwohneranteil von Geretsried an der Gesamtbevölkerung des Landkreises mit 20 %, so würde auf Geretsried ein Anteil von **20.650 MWh** entfallen. Dies entspricht einer Menge von über **2 Mio. Liter Heizöl**. Damit könnten rund 1.000 Haushalte mit erneuerbarer Wärme versorgt werden. Hinzu kommt, dass rund 10 % des Stammholzes als Sägespäne anfällt. Diese kann zu Pellets weiterverarbeitet werden und somit zusätzlich zum Energieholzpotenzial beitragen.

**FAZIT: Vor allem für Wärmeverbünde eignet sich dieses Potenzial. Neue Hackschnitzelheizungen liefern bei Einsatz von trockenem Material saubere und regenerative Wärme. Langfristige Lieferungen von Wärme über Verbindungsleitungen in benachbarte Gebäude erhöhen meist die Wirtschaftlichkeit.**

### **3.2.3.2 Biogas**

Die Energiegewinnung durch Biogas gilt als innovativ, ist aber auch mit großen Herausforderungen verbunden. Durch Verbrennung von Biogas in BHKWs kann neben Strom auch die anfallende Abwärme genutzt werden. Somit kann eine besonders energetisch effiziente Nutzung dieses regenerativen Energieträgers stattfinden. Momentan existiert im Gemeindegebiet von Geretsried keine Biogasanlage.

Welche Biogaspotenziale theoretisch innerhalb von Geretsried bestehen, um das in der Nutztierhaltung anfallende Düngematerial zum Vergären in Biogasanlagen und zur anschließenden Energieproduktion zu nutzen, ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Interessant ist, dass nach der Vergärung die Biogasgülle sogar mit teils verbesserten Düngeeigenschaften wie vor der Vergärung auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden kann (Biogas Forum Bayern 2017). Auf die Ausweisung eines Biogaspotenzials durch Maisvergärung wurde verzichtet, da innerhalb der Gemeinde kaum geeignete Anbauflächen in Frage kommen. Darüber hinaus bringen Maismonokulturen zahlreiche ökologische Nachteile mit sich.

Datengrundlagen der folgenden Biogaspotenzialanalyse für Geretsried sind die Nutztierstatistik sowie die durchschnittlichen Energiegewinne aus Festmist bzw. Gülle und den Betriebsstunden des BHKWs. Eine separate Berücksichtigung von Mastrindern, Milchkühen und Einhufern (Pferde, Esel) ist erforderlich, da sich die entsprechenden Energiepotenziale deutlich unterscheiden (siehe Tabelle 3-3).

Der momentane Nutztierbestand in Geretsried beläuft sich auf etwa 511 Rinder und 349 Milchkühe. Die Anzahl der Einhufer (Pferde, Esel) in Geretsried beträgt 81 (LfStat 2018d).

Bei vollständiger Nutzung der anfallenden Gülle- und Festmistmengen ließen sich mit diesem Nutztierbestand von Geretsried ca. 266.824 Nm<sup>3</sup> Methan bzw. 789 MWh<sub>el</sub> pro Jahr produzieren.

Tabelle 3-3: Berechnungsgrundlage zur Biogaspotenzialabschätzung in Geretsried (FNR 2014).

	<b>Berechnungsfaktor</b>		<b>Anzahl TP</b>	<b>Biogaspotenzial</b>	
	<b>[Nm<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/TP*a]</b>	<b>[kWh<sub>el</sub>/TP *a]</b>		<b>Nm<sup>3</sup>/a</b>	<b>MWh<sub>el</sub>/a</b>
Mastrind (2,8 t Festmist/TP*a)	185	562	511	<b>94.535</b>	<b>287</b>
Milchkuh (17 m <sup>3</sup> Gülle/TP*a)	289	1.095	349	<b>100.861</b>	<b>382</b>
Einhufer (11,1 t Festmist/TP*a)	388	1.472	81	<b>31.428</b>	<b>119</b>
			<b>Gesamt</b>	<b>266.824</b>	<b>789</b>

Auf Basis der durchschnittlichen Vollbenutzungsstunden deutscher Biogasanlagen (Agentur für Erneuerbare Energien 2013) entspricht dies einer installierten Leistung von 127 kW<sub>el</sub>. Folglich wäre rein rechnerisch in Geretsried eine 75-kW-Anlage möglich, ausgehend von einer nahezu vollständigen energetischen Verwertung der aktuell anfallenden Gülle- und Festmistmengen. Kleinere Anlagen mit Leistungen bis 75 kW<sub>el</sub> sind unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten insofern interessant, da diese nach dem EEG 2017 nicht unter die Ausschreibungspflicht fallen und derzeit einen erhöhten Vergütungshöchstwert von 23 ct/kWh erhalten, gemäß § 44 „Strom aus neuen Biomasseanlagen“ (EEG 2017). Aufgrund der kleinen Betriebsstrukturen und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist es für einen einzelnen Landwirt nicht attraktiv eine neu Biogasanlage zu errichten. Grundvoraussetzungen einer Anlagenrealisierung sind folglich die Bereitschaft mehrerer Landwirte zum Zusammenschluss zu einer Betreibergesellschaft sowie eine sichergestellte Fortführung der Tierhaltung. Eine gleichzeitige Wärmenutzung ist prinzipiell wünschenswert, aber aufgrund der großen Abstände von Biogasanlagen zu potenziellen Wärmeabnehmern oftmals wirtschaftlich nicht realisierbar.

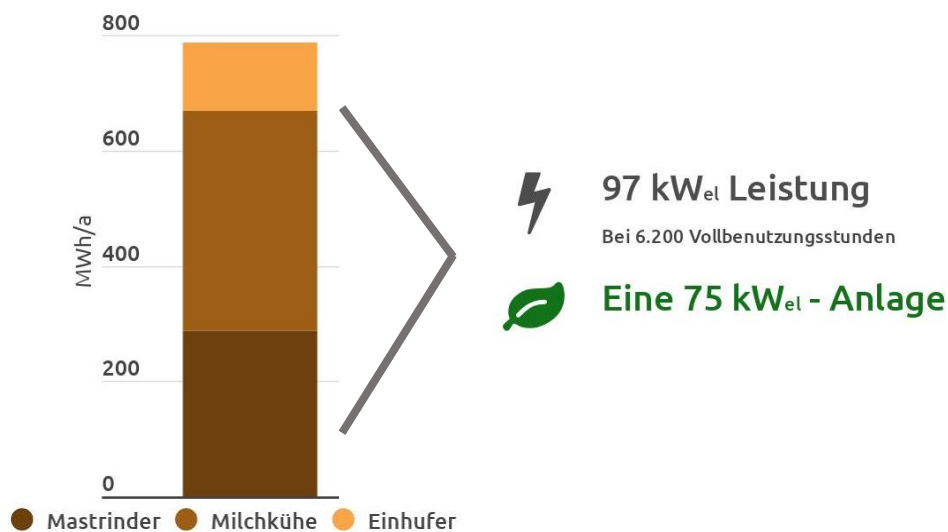


Abbildung 3-7: Die sich theoretisch aus dem Nutztierbestand ergebenden Biogaspotenziale.

**FAZIT: In der Praxis kein Potenzial nutzbar.**

### 3.2.3.3 Alternative Biogassubstrate

Die naturräumlichen Voraussetzungen für Energiemais als derzeit am häufigsten angebaute Energiepflanze in Mitteleuropa sind in und um Geretsried meist nicht gegeben. In ackerbaulich benachteiligten Gebieten wie dem Voralpengebirgsraum könnten in Zukunft jedoch alternative Biogassubstrate an Bedeutung gewinnen. Das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (IPZ) der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), die Landesanstalt für Wein- und Gartenbau (LWG) sowie das Technologie- und Förderzentrum für Nachwachsende Rohstoffe untersuchen seit einigen Jahren Alternativen zum Energiemais und entwickeln entsprechende Anbaukonzepte (Biogas Forum Bayern 2017). Erste Versuche zeigen, dass Zweitfruchtanbausysteme oder mehrjährige Energiepflanzenkulturen (z.B. Sida oder Riesenweizengras) attraktiv werden könnten. Derzeit existieren kaum langjährige Erfahrungen zu alternativen Energiepflanzenfruchtfolgen oder mehrjährigen Energiepflanzen. Auf eine Quantifizierung möglicher Potenziale wurde vor diesem Hintergrund verzichtet. Aktuelle Versuchsergebnisse können in den „Informations- und Demonstrationzentren Energiepflanzenanbau“ an zehn Standorten in Bayern besichtigt werden (<http://biogas-forum-bayern.de/energiepflanzen>).



Abbildung 3-8: Beispiele für alternative Biogassubstrate: Sida (1) Riesenweizengras (2), KUP (3) (Biogas Forum Bayern 2017).

Eine weitere Möglichkeit zum Energiepflanzenanbau sind sogenannte Kurzumtriebspflanzungen (KUP), die dann weiter zu Hackschnitzeln verarbeitet werden können. Der Anbau von KUP ist insbesondere auf Ackerflächen mit guter Wasserversorgung und schlechter Nährstoffversorgung eine interessante Alternative und wird in wissenschaftlichen Untersuchungen als ökologisch wertvoll eingestuft (Strohm u. a. 2012). KUP können auch als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) im Rahmen des Greenings angerechnet werden. Insofern stellen KUP eine interessante Alternative für Landwirte dar, um die Greening-Anforderungen zu erfüllen. Unregelmäßige Zahlungsströme, eine lange Flächenbindung und niedrige Hackschnitzelpreise sind dagegen derzeit die Gründe, warum die Bereitschaft gegenüber dem Anbau von KUP häufig noch gering ist. Zur Standortbewertung stellt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) die Ergebnisse eines Ertragsmodells im Internet zur Verfügung ([www.kupscout-bayern.de](http://www.kupscout-bayern.de)).

**FAZIT: Aufgrund des hohen Siedlungsdrucks kein realistisches Potenzial vorhanden.**



### 3.2.4 Oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie als alternative, umweltfreundliche Energiequelle hat großes Potenzial und gewann in den letzten Jahren dank technologischer Weiterentwicklungen immer mehr an Bedeutung. Erdwärme ist außerdem eine sehr stabile, krisensichere und konstante Energiequelle, da diese im Gegensatz zur Solar- und Windenergie, welche infolge der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung und des Windangebots tages- und jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, unabhängig ist. Der Entzug von Erdwärme aus oberflächennahen Erdschichten erfolgt mittels Wärmepumpen. Dabei wird der Umgebung aus dem Grundwasser oder dem Erdreich Wärme entzogen und zum Heizen ins Hausinnere geleitet. Per Definition wird die Nutzung bis 400 m Tiefe als oberflächennahe Geothermie bezeichnet (LfU 2013). In der Praxis werden in aller Regel aber nur Tiefen bis 100 m erschlossen, da bergrechtlich (BBergG §127) Bohrungen bis zu 100 m freigestellt sind. Tiefere Bohrungen müssen der zuständigen Bergbehörde angezeigt werden (Hähnlein u. a. 2011).

Der Gebrauch von Wärmepumpen zur Nutzung der Erdwärme erlaubt es zudem, neben der Bereitstellung von Wärmeenergie, auch Gebäude zu kühlen. So kann beispielsweise ein Gebäude mit Hilfe einer Wärmepumpe im Winter beheizt und im Sommer gekühlt werden. Für die Nutzung von Umgebungsluft kommen Luft-Wärmepumpen mit ähnlichem Prinzip zum Einsatz. Jedoch ist die Verwendung im Sinne der Energiewende oftmals suboptimal. Denn immer dann, wenn die Luftwärmepumpe viel Strom benötigt (kalte Witterung), steht i.d.R. wenig erneuerbarer Strom zu Verfügung.

Prinzipiell ist die Nutzung von Erdwärme nur dann ökologisch sinnvoll, wenn niedrige Vorlauftemperaturen zur Beheizung von Gebäuden erforderlich sind, da die Wärmepumpe umso besser arbeitet, je niedriger das Temperaturniveau ist, auf das sie das Heizwasser aufheizen muss. Je kleiner der Temperaturunterschied zwischen dem Medium und der Vorlauftemperatur, desto besser ist der Wirkungsgrad. Gut geeignet ist der Einsatz von Wärmepumpen demnach bei Neubauten mit Flächenheizungen, aber auch bei älteren Gebäuden, deren Wärmebedarf durch Sanierungsmaßnahmen reduziert wurde. Der zum Betrieb von Wärmepumpen notwendige Strom sollte möglichst gering sein und durch regenerative Energien, wie z.B. durch eine PV-Anlage bereitgestellt werden. Eine Aussage über die Energieeffizienz der eingesetzten Wärmepumpe gibt die sogenannte Jahresarbeitszahl (JAZ).



*Die JAZ beschreibt das Verhältnis zwischen der jährlich abgegebenen Nutzwärme und der eingesetzten elektrischen Energie.*

*"Effiziente oberflächennahe geothermische Anlagen haben eine JAZ größer vier. Das bedeutet, dass mit 3 Teilen Erdwärme (75 %) und 1 Teil Strom für die Wärme- und Umwälzpumpen (25 %) 4 Teile (100 %) Nutzwärme für Heizung und Warmwasser erzeugt werden können (LfU, 2013)".*

Über folgende Systeme kann dem Erdreich oberflächennah Wärme entzogen werden:

- **Erdwärmekollektoren:** Erdwärmekollektoren sind flache, oberflächennahe Erd-



wärmenutzungssysteme, die in Tiefen bis 5 m die Erdwärme nutzen. Für diese Technologie ergibt sich ein hoher Flächenbedarf.

Für eine Wärmequelle auf engerem Raum könnten sogenannte Erdwärmekörbe sorgen. Dies sind vorgefertigte Wärmetauscher, die auf relativ kleiner Fläche dem Erdreich Wärme entziehen können.

- **Erdwärmesonden:** Eine Erdwärmesonde wird im Gegensatz zu den Erdwärmekollektoren in tiefere Erdschichten eingebracht. Diese kommen mit einem deutlich geringeren Platzbedarf aus. Für die Ver-



legung von Erdwärmesonden werden Erdbohrungen bis zu 100 m Tiefe durchgeführt. Bei solchen tiefen Bohrungen kann neben der Wärmeenergie auch Energie zur Stromproduktion gewonnen werden. Erdwärmesonden sind weitaus effektiver als Erdwärmekollektoren. Dies hängt damit zusammen, dass die Temperatur je tiefer gebohrt wird, umso wärmer und konstanter wird. Ab 15 Metern liegt die Temperatur bei konstanten 10 Grad Celsius. Danach steigt die Temperatur pro 30 Meter um ein Grad Celsius. Die Bohrtiefe und Anzahl der Erdwärmesonden hängt vom erforderlichen Wärmebedarf ab.

- **Grundwasser-Wärmepumpen:** Eine Grundwasser-Wärmepumpe benutzt die im



Grundwasser enthaltene Wärme, um damit zu heizen. Da das Grundwasser im Jahresverlauf eine konstant hohe Temperatur aufweist, ist es als Wärmequelle hervorragend geeignet. Die Tiefe der Bohrung richtet sich nach der Höhe des Grundwasserspiegels. Aus dem Förderbrunnen wird das Grundwasser nach oben gepumpt und durch Rohre zur Wärmepumpe geleitet. Das abgekühlte Wasser wird dann in einem zweiten Brunnen (Schluckbrunnen) wieder abgeleitet. Bei dieser Variante müssen Gewässerschutzrichtlinien eingehalten und eine Genehmigung beantragt werden. Auch hier ist die Möglichkeit gegeben, im Sommer das Grundwasser zur Kühlung zu nutzen (LfU 2019).

Wo der Einsatz der dargestellten Erdwärmesysteme in Geretsried möglich ist und in welchen Gebieten Einschränkungen existieren, ist in folgenden Abschnitten im Detail

dargestellt. Nutzungseinschränkungen ergeben sich vorwiegend aus wasserschutzrechtlichen Gründen. Beispielsweise ist in der Zone I bis III/IIIA von Wasserschutzgebieten der Bau und Betrieb von Erdwärmesonden i.d.R. verboten. Vor Auftragsvergabe sind von Planern, Handwerksbetrieben oder Wärmepumpenherstellern die Gegebenheiten am Standort unbedingt zu prüfen. Für weiterführende Informationen sei insbesondere auf die Publikation „Oberflächennahe Geothermie“ (LfU 2013) verwiesen. In der Übersicht der Potenziale wird eine Fortschreibung des bisherigen Trends beim Zubau von Wärmepumpensystemen angenommen.

### 3.2.4.1 Potenziale für Erdwärmekollektoren

In den besiedelten Bereichen von Geretsried gibt es keine gesetzlichen Einschränkungen für den Einsatz von Erdwärmekollektoren (Abbildung 3-9). Dieses Potenzial steht also prinzipiell zur Verfügung. Die einzigen Ausschlussgebiete sind die beiden Trinkwasserschutzgebiete, in denen Bohrungen grundsätzlich nicht zulässig sind. In Einzelfällen ist die Zulässigkeit in Zone III B über eine Ausnahmegenehmigung von der Schutzgebietsverordnung zu prüfen.

Ein entscheidender Nachteil von Flächenkollektoren in dicht bebauten Ortsteilen ist der enorme Platzbedarf, den diese Systeme benötigen. Schätzungsweise wird doppelt so viel Platz für die Flächenkollektoren benötigt, wie Wohnfläche beheizt werden soll. Insofern sind die Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmekollektoren innerhalb des Stadtgebietes von Geretsried mangels Flächenverfügbarkeit mancherorts nicht gegeben. Außerdem ist das System von Erdwärmekollektoren aufgrund der Nähe zur Erdoberfläche abhängig von Witterung und Jahreszeit. Im Winter, bei hohem Wärmebedarf, kann es in der Folge zu Engpässen bei der Bedarfsdeckung kommen.

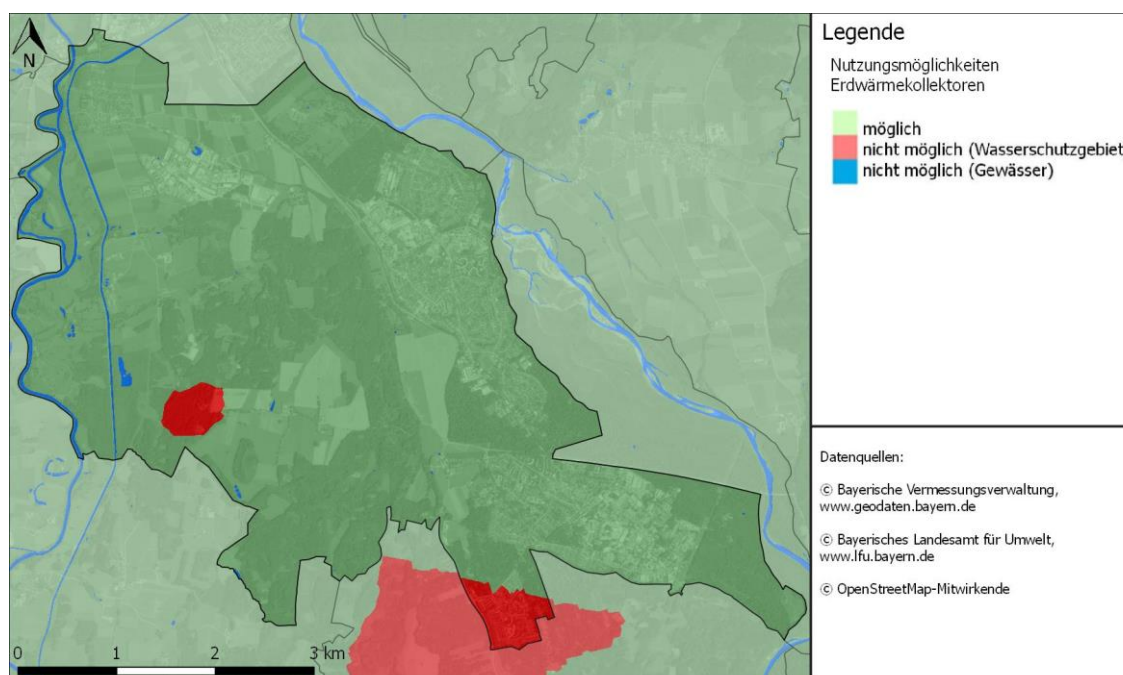


Abbildung 3-9: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmekollektoren im Stadtgebiet von Geretsried.

**FAZIT: Erdwärmekollektoren oder –körbe können bei Neubauten effizient eingesetzt werden, im Bestand ist der Aufwand für den Tiefbau in der Regel zu hoch. Der relativ hohe Platzbedarf ist zu beachten.**

### 3.2.4.2 Potenziale für Erdwärmesonden

Gegenüber Erdwärmekollektoren haben Erdwärmesonden den entscheidenden Vorteil, dass diese mehr oder weniger unabhängig von Witterungseinflüssen sind, die an der Erdoberfläche herrschen.

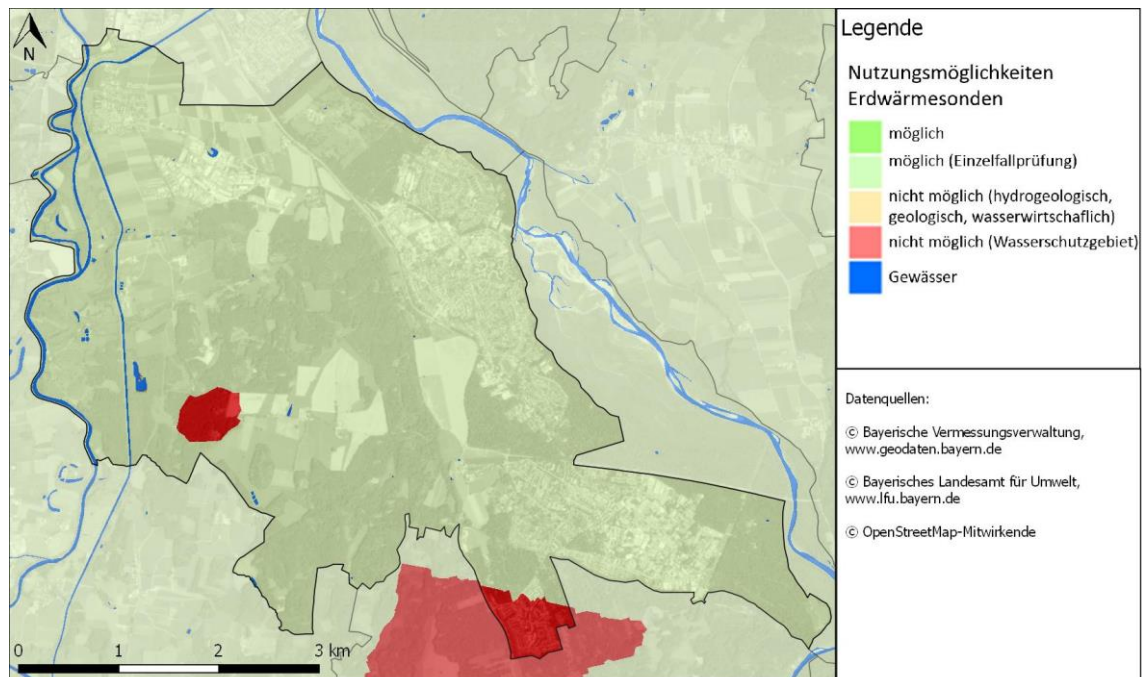


Abbildung 3-10: Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden im Stadtgebiet Geretsried

Genauso wie Erdwärmekollektoren ist der Einsatz von Erdwärmesonden mit Ausnahme der Trinkwasserschutzgebiete im Gesamten Stadtgebiet von Geretsried mit behördlichen Einzelfallprüfungen möglich (Abbildung 3-10). Unabhängig von den hier gemachten Nutzungsmöglichkeiten prüft im Einzelfall die Untere Wasserbehörde in der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde die Zulässigkeit einer Anlage. Besonders im Neubaubereich mit geringem Wärmebedarf kann diese Technologie eine interessante Option zur Wärmebereitstellung darstellen.

**FAZIT: Insbesondere Neubauten oder gut sanierten Bestandsgebäuden sollte diese Technologie berücksichtigt und die Nutzungsmöglichkeit geprüft werden.**

### 3.2.4.3 Potenziale für Grundwasserwärmepumpen

Wie aus Abbildung 3-11 zu entnehmen ist, ist in den Siedlungsgebieten von Geretsried in weiten Teilen die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen möglich oder mit behördlicher Einzelfallprüfung möglich, wie zum Beispiel in der Ziegelei oder in Schwaigwall. Nicht möglich ist die Nutzung dagegen in Breitenbach aufgrund des dortigen Moorgebietes.

Unabhängig von den hier gemachten Nutzungsmöglichkeiten prüft im Einzelfall die Untere Wasserbehörde in der örtlich zuständigen Kreisverwaltungsbehörde die Zulässigkeit einer Anlage.

Die Effizienz von Grundwasserwärmepumpensystemen ist abhängig von den Temperaturen des Grundwassers. Eine geringe Grundwassertemperatur geht zulasten der Effizienz. Hier muss bedacht werden, dass dem knapp 8 Grad kalten Grundwasser nochmal 5 Grad Celsius Wärme entzogen wird und in der Folge die Gefahr von Frostschäden besteht.

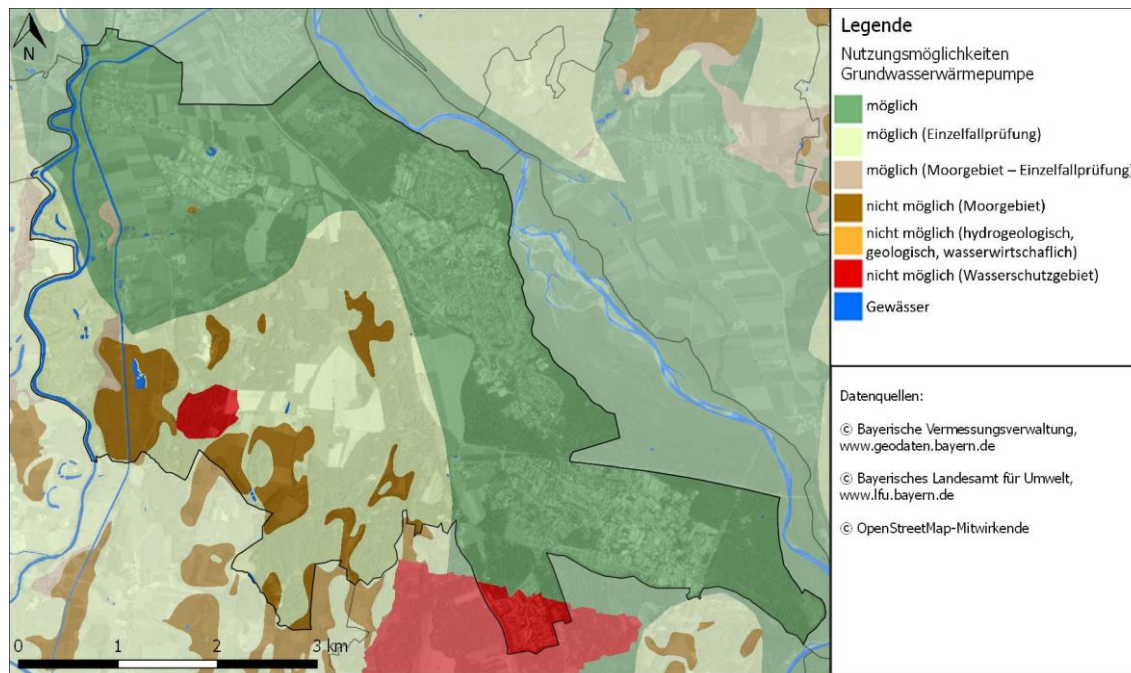


Abbildung 3-11: Nutzungsmöglichkeiten für Grundwasserwärmepumpen im Stadtgebiet.

**FAZIT: Grundwasser-Wärmepumpen können langfristig ein wirtschaftlich sinnvolles Potenzial für die regenerative Wärmeversorgung erschließen. Vor allem in Neubauten oder gut sanierten Gebäuden ist deren Einsatz zu empfehlen. Eine möglicherweise niedrige Grundwassertemperatur ist zu beachten.**

#### **3.2.4.4 Gesamtpotenzial für oberflächennahe Geothermie bis 2035**

Aus obiger Darstellung wurde deutlich, dass in weiten Teilen des Stadtgebietes die Nutzung oberflächennaher Geothermie-Systeme möglich ist. In den meisten Fällen sind jedoch Einzelfallprüfungen erforderlich.

Schwierig gestaltet sich die Quantifizierung eines Gesamtpotenzials für oberflächennahe Geothermie. Nach menschlichen Maßstäben ist diese Energieform im Boden nahezu unerschöpflich vorhanden. Für den Einsatz der Technologie ist jedoch immer eine Einzelfallprüfung der örtlichen Rahmenbedingungen notwendig. Hierzu gehören nicht nur die geologischen Gegebenheiten, sondern auch die technischen Anforderungen an das gesamte System. Durch verstärkte Gebäudesanierungsmaßnahmen steigen auch die Einsatzmöglichkeiten im älteren Gebäudebestand.

Aus der Fortschreibung der mittleren Rate des Zubaus der Jahre 2008-2016 ergibt sich bis zum Jahr 2035 ein realistisches Potenzial von etwa **962 MWh** für oberflächennahe Geothermie in Geretsried.

### 3.3 Abwärmepotenziale

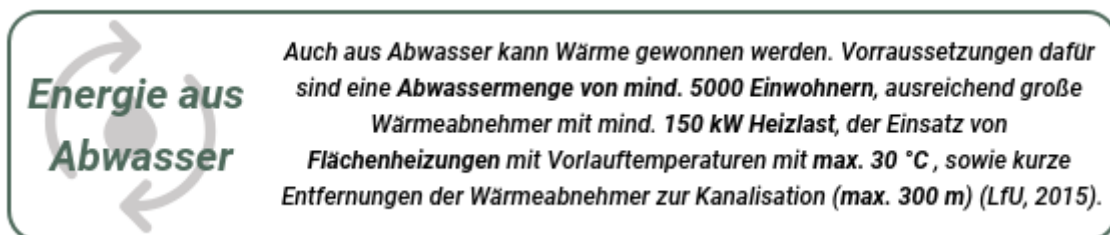
Die Vorteile der Abwärmenutzung liegen in der Reduzierung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Reduzierung der Schadstoffemissionen. Dies führt zu geringeren Betriebskosten bzw. zu geringeren Investitionskosten der Wärmeerzeugungsanlage.

Zur Ermittlung möglicher Abwärmepotenziale im Stadtgebiet wurde die Abwärme-Informationsbörse im Energieatlas Bayern (StMWi 2017a) herangezogen. Ziel dieser Informationsplattform ist es, Anbieter und Nutzer von Abwärme zusammenbringen. Hier können über ein Online-Formular Einträge von Abwärmequellen oder -senken vorgenommen werden, welche dann in die Karte des Energie-Atlas Bayern aufgenommen werden. Insbesondere interessant ist dies dann, wenn die Entstehung von Abwärme unvermeidbar ist und auch keine Möglichkeit für eine betriebsinterne Nutzung existiert.

In Geretsried ist zwar derzeit keine Abwärmequelle gemeldet, allerdings fällt bei einigen Gewerbebetrieben Abwärme an. Eine genauere Überprüfung der möglichen Abwärmenutzung bei diesen Betrieben ist lohnenswert.

Das Potenzial der Abwärmenutzung einzelner Betriebe kann mit Hilfe des Abwärme-rechners des LfU ermittelt werden. Der Rechner beurteilt ebenso, ob die Abwärme zur Gewinnung von Strom oder Kälte genutzt werden kann und ob die Nutzung wirtschaftlich lohnend ist: <https://www.umweltpakt.bayern.de/abwaermerechner/index.php>

Informationen zu Förderprogrammen zur Abwärmenutzung in Betrieben sind in Kapitel 6.5 zusammengefasst.



**FAZIT:** Unter Anbetracht des insgesamt hohen Wärmebedarfs und eingeschränkten Potenziale zur Wärmeerzeugung sollten die Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten geprüft und in Betracht gezogen werden.

### 3.4 E-Mobilität

Elektrofahrzeuge sind eine Möglichkeit erneuerbare Energien im Straßenverkehr effizient zu nutzen. So kann die Batterie dieser Fahrzeuge mit erneuerbarem Strom aus PV, Wasserkraft, Biomasse oder Windkraft aufgeladen werden.

Sinkende Preise, Fahrspaß sowie die Möglichkeit klimafreundlich mobil zu sein, sind darüber hinaus Gründe, warum E-Autos immer häufiger den Vorzug zu klassischen Verbrennungsmotoren erhalten. Mit den Reichweiten der neuen E-Auto-Generation um die 300 km hat sich darüber hinaus die Alltagstauglichkeit deutlich verbessert. Insbesondere bietet sich der Einsatz von Elektromobilität für betriebliche Fuhrparks mit vielen kurzen Fahrten und langen Standzeiten an, wie es z.B. häufig in Handwerksbetrieben der Fall ist. Eine Übergangsalternative stellen sogenannten Plug-In-Hybride dar. Diese verfügen neben dem Elektroantrieb – dessen Batterie üblicherweise eine Reichweite zwischen 20 und 80 Kilometer aufweist – auch über einen Verbrennungsmotor. So können alltägliche Fahrten mit geringeren Emissionen mit dem Elektroantrieb zurückgelegt werden. Bei längeren Fahrten – etwa in den Urlaub – springt dann der Verbrennungsmotor an.

Grundvoraussetzung dafür, dass Elektromobilität einen Beitrag zum Klimaschutz leistet, ist eine regenerative Erzeugung des „getankten“ Stroms. Im Idealfall werden erneuerbare Energieerzeugung vor Ort und E-Mobilität gemeinsam gedacht. Insgesamt ist der Anteil an erneuerbaren Energien am deutschen Bruttostromverbrauch mit 37,8 % jedoch noch zu gering, damit das tanken aus der Steckdose einen tatsächlichen Klimaschutzbeitrag gegenüber üblichen Verbrennungsmotoren leisten kann (Umweltbundesamt 2019). Sofern der für ein E-Auto benötigte Strom also nicht selbst erzeugt werden kann, sollte zumindest umweltfreundlicher Ökostrom aus erneuerbaren Energiequellen bezogen werden.

## 4 Konzeptentwicklung

Die Ergebnisse aus der Bestands- und Potenzialanalyse bilden die Grundlage für die folgende Konzeptentwicklung. Vor-Ort-Informationen der Stadtverwaltung, der Stadtwerke Geretsried, dem Handwerk und Gewerbe sowie der Bürgerschaft fließen zudem bei der Konzeptentwicklung mit ein.

### 4.1 Handlungsbedarf und Handlungsoptionen

Für die Stadt Geretsried wurden der Handlungsbedarf und die wesentlichen Handlungsoptionen zunächst unter Berücksichtigung der aktuellen Bedarfssituation, den vorhandenen Energiepotenzialen, zukünftigen Entwicklungspfaden sowie der städtebaulichen Situation identifiziert.

#### 4.1.1 Strom

Die Ausgangslage im Strombereich stellt sich in Geretsried wie folgt dar: In der Jahresbilanz 2016 wurden 7,1 % des Gesamtnetzabsatzes von Geretsried durch erneuerbare Energieanlagen im Stadtgebiet erzeugt. Der verbleibende Anteil von 92,9 % wird durch Netzbezug bzw. durch gasbetriebene BHKWs gedeckt (Abbildung 4-1). Die bilanzielle Deckung des Strombedarfs in Geretsried durch lokal erzeugten erneuerbaren Strom ist somit bei weitem noch nicht erreicht. Stromeinsparung einerseits und der weitere Ausbau erneuerbarer Energien andererseits müssen forciert werden.

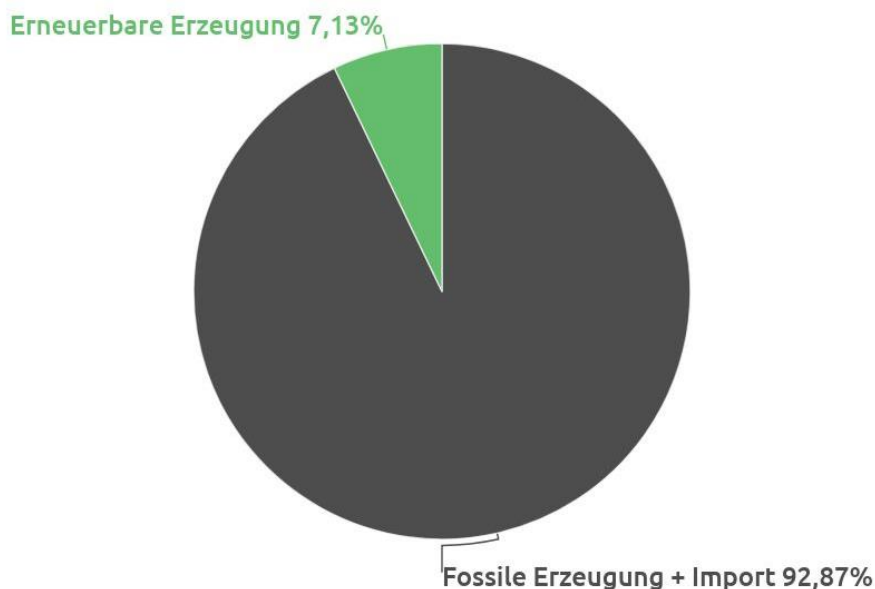


Abbildung 4-1: Anteil des in Geretsried erneuerbar erzeugten Stroms am Gesamtnetzabsatz.

Anhand der ermittelten Energiepotenziale innerhalb des Stadtgebiets ergeben sich prinzipiell folgende Handlungsoptionen zur Erhöhung des erneuerbaren Anteils im Strombereich:



**PV-Dach:** Erhebliches Potenzial besteht für den weiteren Ausbau von PV-Anlagen auf Dachflächen. Bei der Potenzialausweisung in Abbildung 4-2 wird berücksichtigt, dass auf Gebäuden mit Wärmebedarf Solarthermie zur Brauchwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung vorrangig genutzt wird. Unter Annahme einer vollständigen Erschließung von 50 % aller für PV geeigneten Dachflächen können pro Jahr **28.304 MWh** Strom erzeugt werden. Für Geretsried bietet diese Technologie das größte Ausbaupotenzial. Eine bedarfsorientierte Anlagendimensionierung, wie es i.d.R. wirtschaftlich geboten ist, steht der vollen Ausschöpfung dieses Potenzials allerdings entgegen.

**PV-Freifläche:** Als mögliche Fläche zur Errichtung einer PV-Freifläche würde der ehemalige Bohrplatz für Tiefengeothermie in Frage kommen. Eine 750 kWp Anlage würde bei der in Geretsried herrschenden Einstrahlungsmenge **780 MWh** Strom pro Jahr erzeugen.

**Biogas:** Theoretisch besteht des Weiteren bei vollständiger Nutzung der in Geretsried anfallenden Gülle- und Festmistmengen ein Erzeugungspotenzial für ca. 266.824 Nm<sup>3</sup> Methan bzw. **789 MWh<sub>el</sub>** pro Jahr.

**Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Eine Verdoppelung der Energieerzeugung durch BHKWs wäre realisierbar. Für die Stromproduktion würde dies eine zusätzliche Menge von **723 MWh** pro Jahr bedeuten. Für die Energiewende könnten KWK-Lösungen zu einem bedeutenden Zwischenschritt beitragen. Zwar werden diese bisher in den meisten Fällen mit dem nicht erneuerbaren Energieträger Erdgas betrieben, zeichnen sich jedoch durch eine sehr effiziente Energieerzeugung aus. Perspektivisch könnte – je nach technischer Entwicklung – der Ersatz von Erdgas durch Synthesegas erfolgen.

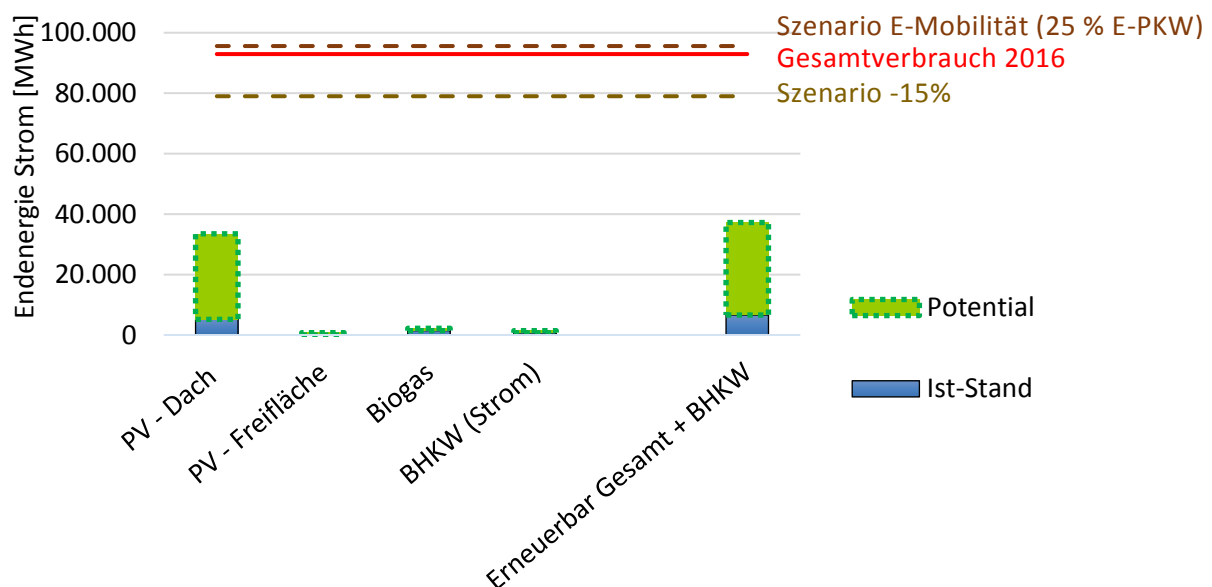


Abbildung 4-2: Handlungsoptionen zur Stromerzeugung mittels erneuerbarer Energien in Geretsried.

Mit Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch in Geretsried verdeutlicht Abbildung 4-2, dass innerhalb des Stadtgebiets nicht genügend Potenziale vorhanden sind, um eine vollständige Deckung des derzeitigen Netzabsatzes durch erneuerbare Energien zu erreichen. Trotz alledem bestehen große Handlungsoptionen insbesondere im Bereich PV. Insofern liegt einer der Schwerpunkte bei der Maßnahmenentwicklung zum Energienutzungsplan Geretsried auf der Errichtung von PV-Anlagen auf allen Gebäuden inkl. der kommunalen Liegenschaften.

#### 4.1.2 Wärme

Angesichts des sehr hohen fossilen Anteils von 97,4 % bei der Bereitstellung des Wärmebedarfes in Geretsried ist hier der Handlungsbedarf als besonders hoch einzustufen (Abbildung 4-3). Insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass der Endenergiebedarf in Form von Wärme in Geretsried insgesamt 2,5-mal so hoch ist als für Strom.

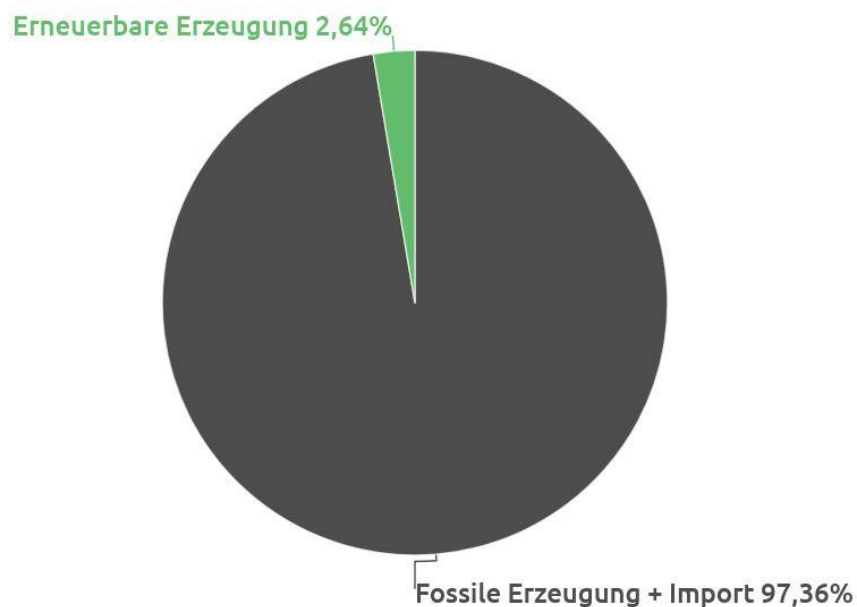


Abbildung 4-3: Erneuerbarer und fossiler Anteil der Wärmeversorgung in Geretsried.

Entscheidend für die lokale Energiewende in Geretsried sind somit insbesondere Fortschritte im Wärmesektor. Der Blick auf die zusammenfassenden erneuerbaren Energiepotenziale zeigt, dass in Geretsried verschiedene Handlungsoptionen zum Ausbau des erneuerbaren Wärmeanteils existieren (Abbildung 4-4):

**Solarthermie:** Prinzipiell besteht für Solarthermie ein sehr großes Ausbaupotenzial. Auf der Dachlandschaft in Geretsried stehen genug geeignete Dachflächen zur Verfügung, um etwa **58.622 MWh** Wärme pro Jahr zusätzlich durch Solarthermie-Anlagen bereitzustellen. Davon wirtschaftlich darstellbar ist jedoch nur ein Bruchteil. Hervorzuheben ist, dass für eine Realisierung dieses Potenzials die unabhängige Initiative sehr vieler Akteure notwendig ist. Insgesamt kann derzeit kein entscheidender Trend beim Zubau von Solarthermieanlagen verzeichnet werden.

**Holz:** Aufgrund des Waldreichtums im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen ergeben sich nennenswerte Energieholzpotenziale für den Energieträger Holz. Durch den nachhaltigen Einsatz von Hackschnitzeln, Scheitholz und Pellets kann in Geretsried zusätzlich Wärme in der Größenordnung von **21.000 MWh** pro Jahr bereitgestellt werden. Die besten Chancen zur Nutzung dieses Potenzials stellen größere Wärmeinseln in Stadtbereichen mit hohem Wärmebedarf dar.

**Oberflächennahe Erdwärmesysteme:** Insbesondere Erdwärmesonden haben in Geretsried großes Potenzial im Neubaubereich bzw. zur Deckung von Heizwärmebedarf mit relativ niedrig benötigtem Temperaturniveau (z.B. Fußbodenheizung). Das entsprechende Ausbaupotenzial, welches anhand einer Fortschreibung der aktuellen Ausbaurate der letzten 10 Jahre ermittelt wurde, liegt bis zum Jahr 2035 bei **962 MWh** pro Jahr.

**Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Eine Verdoppelung der bisherigen Wärmeproduktion durch BHKWs um **1.446 MWh** pro Jahr bis 2035 ist realisierbar (Vgl. Absatz KWK in Kapitel 4.1.1).

**Abwärme:** Aufgrund der großen Anzahl an Gewerbebetrieben in Geretsried sollte die Nutzung von Abwärme dringend in Betracht gezogen werden. Eine quantitative Ausweisung eines realistischen Abwärmepotenzials ist an dieser Stelle nicht möglich.

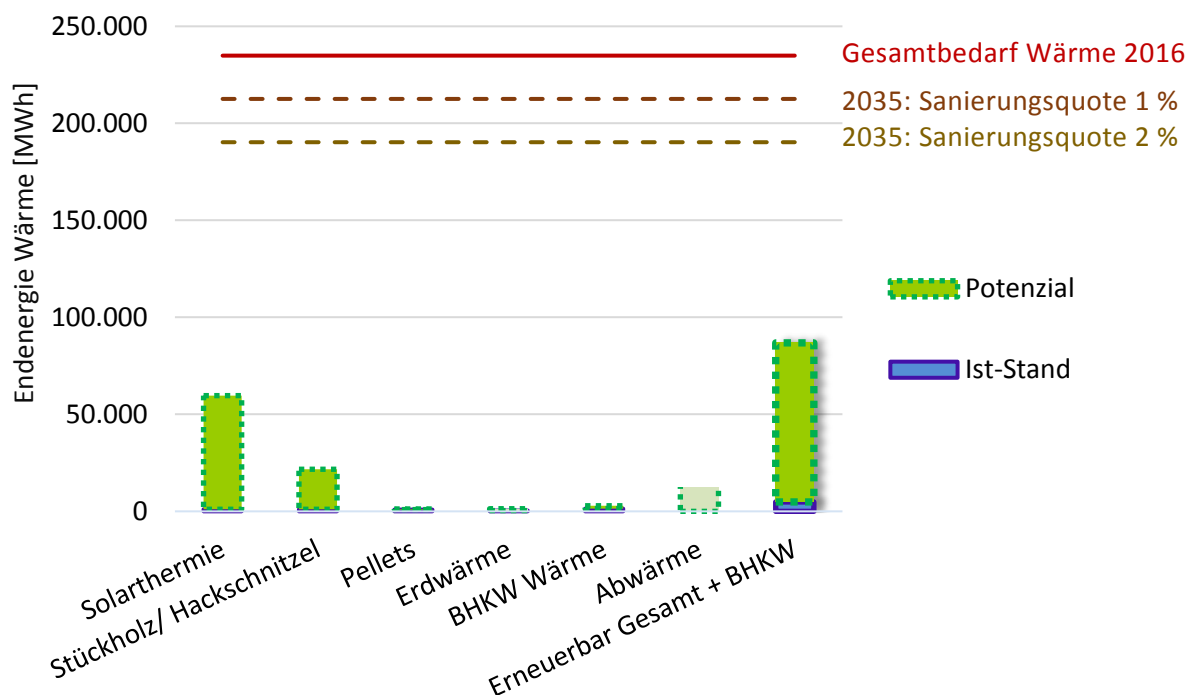


Abbildung 4-4: Ist-Stand und aus Ausbaupotenzial erneuerbarer Energien (Wärme) in Geretsried.

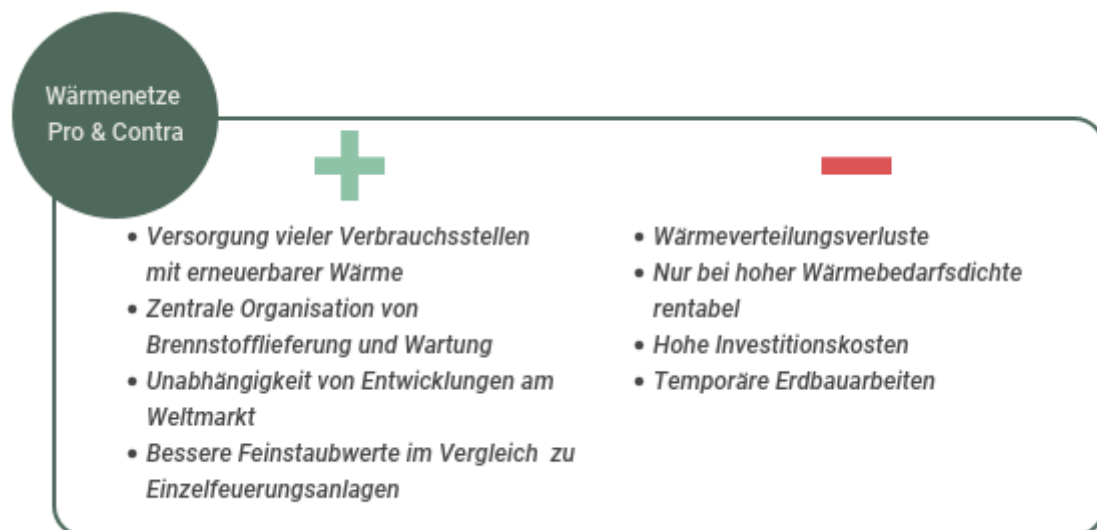
Abbildung 4-4 verdeutlicht, dass eine vollständige Deckung des derzeitigen Wärmebedarfs mit den allein auf Geretsrieder Flur bestehenden Potenzialen an erneuerbaren Energieträgern nicht realisierbar ist. Es bleibt festzuhalten, dass ohnehin eine deutliche Reduktion des Wärmebedarfs notwendig ist. Daraus ergibt sich, dass der Fokus der im

Maßnahmenkatalog enthaltenen Empfehlungen unter anderem auf Energieeffizienz und Energieeinsparung liegt. Eine äußerst effektive Maßnahme zur Senkung der Wärmebedarfsmenge ist beispielsweise im Kapitel „Energiekarawane“ beschrieben.

Aus heutiger Sicht erscheint zudem der benötigte Zubau erneuerbarer Wärmeleistung nur durch Umsetzung zentraler, biomassebasierter Wärmenetze in Gebieten mit hohem Energiebedarf realisierbar. Wo im Stadtgebiet Nahwärmenetze sinnvoll eingesetzt werden können, wird im Folgenden erläutert.

#### 4.1.2.1 Wärmenetze als zentraler Baustein der Energiewende

Aus Sicht der Energiewende sind Wärmeverbundsysteme eine Chance viele Verbrauchsstellen mittels regenerativer Brennstoffe mit Wärme zu versorgen. Die Realisierung eines Wärmenetzes auf Basis von Holz ist somit stets ein deutlicher Beitrag zum Klimaschutz sowie zur Erreichung der gesetzten Klimaziele. Die Brennstofflieferung und Wartung sind zentral organisiert, sodass ein sehr effizienter Betrieb gewährleistet werden kann. Die geltenden Immissionsschutzgrenzwerte können dank neuester Technologien durch eine zentrale Wärmeversorgung deutlich unterschritten werden und liegen oftmals unterhalb der Staubimmissionen, welche durch holzbeheizte Einzelfeuerungsanlagen generiert werden.



Doch trotz der genannten Vorteile ist die Identifizierung potentiell geeigneter Versorgungsgebiete komplex. Ein entscheidendes Kriterium für eine Gebietsauswahl ist die sogenannte Wärmebedarfsdichte, die den aufsummierten absoluten Wärmebedarf der Gebäude innerhalb einer Fläche beschreibt. Die Wärmebelegungsdichte wiederum ist definiert als die Wärmemenge die jährlich pro Meter auf einer Wärmetrasse voraussichtlich abgenommen wird. Dabei gelten 1,5 MWh pro Trassenmeter und Jahr als Anhaltswert, ab dem die Errichtung eines Wärmenetzes in Anbetracht der relativ hohen Investitionskosten in Frage kommt (StMWi 2017b). Je höher die Wärmebelegungsdichte ist, desto geringer sind die Wärmegestehungs- und Lieferungskosten pro MWh und umso eher ist eine Wettbewerbsfähigkeit gegeben.

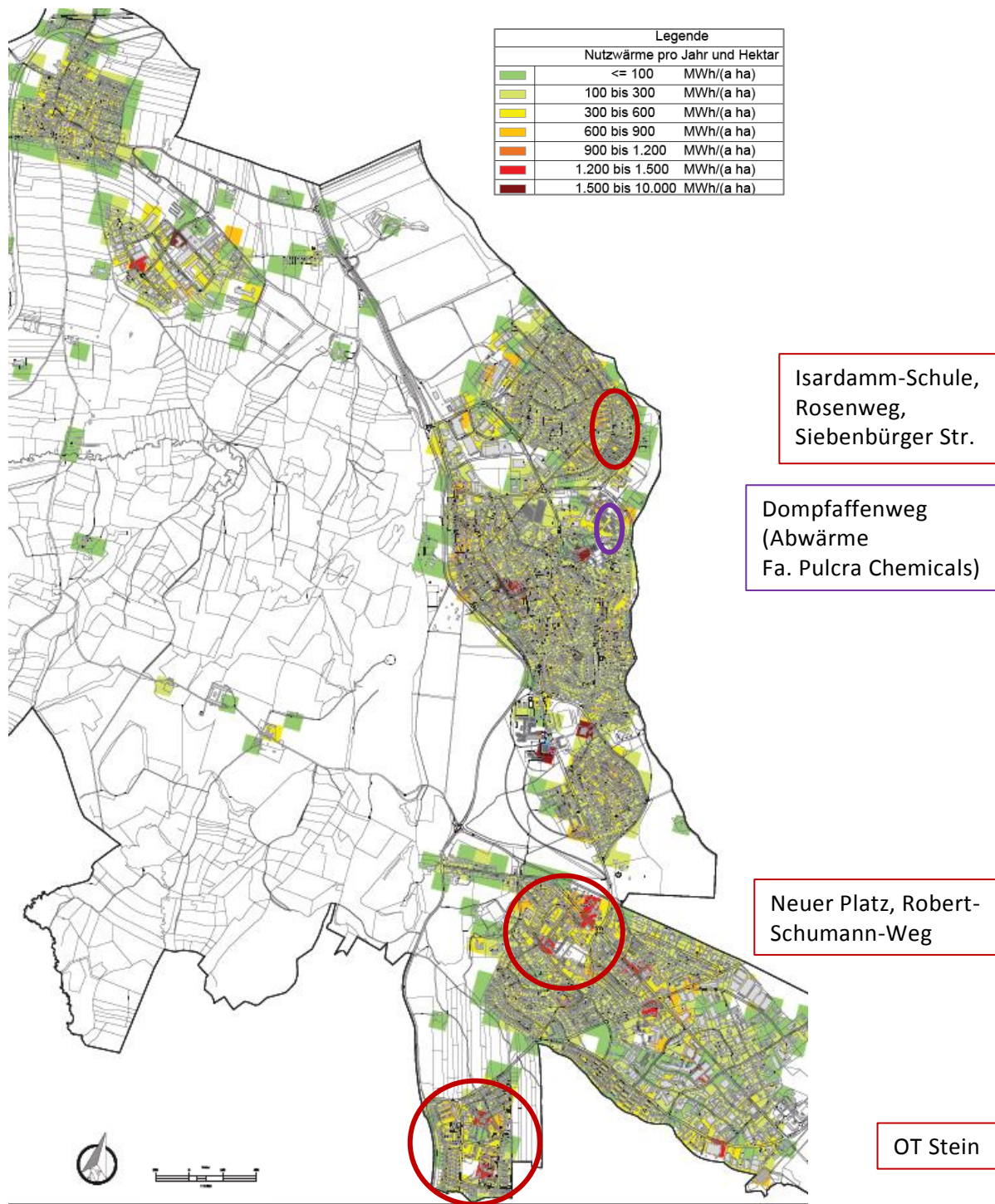


Abbildung 4-5: Wärmedichtekarte von Geretsried und Lokalisierung möglicher Wärmenetze.

Die Wärmedichtekarte von Geretsried wurde dankenswerterweise von der Energie Geretsried GmbH zur Verfügung gestellt (Abbildung 4-5). Sie gibt einen Überblick über diejenigen Stadtgebiete, welche aufgrund ihrer Wärmedichte für eine zentrale und biomassebasierte Wärmeversorgung attraktiv sind oder werden könnten. Die Übersichtskarte zeigt, dass aufgrund der städtebaulichen Struktur und den damit zum Teil verbundenen hohen Wärmedichten drei Stadtteile zur Erschließung in Frage kommen. Bei dem eingezeichneten

Bereich am Dompfaffenweg könnte die bei der dort ansässigen Firma Pulcra Chemicals anfallende Abwärme für einen kleinen Wärmeverbund genutzt werden.

Die jeweiligen Rahmenbedingungen einschließlich der Voraussetzungen zur Erschließung dieser Potenziale sind ausführlich im Maßnahmenteil des Teilenergie nutzungsplanes Geretsried erläutert.

### **4.1.3 Ausbauszenario erneuerbare Energien**

Anhand der dargestellten Energiepotenziale in Geretsried werden im Folgenden die möglichen Entwicklungspfade für die Strom- und Wärmeversorgung in Geretsried erläutert. Diese Zukunftsszenarien haben nicht den Anspruch eine Zukunftsprognose abzugeben, sondern sollen mögliche bzw. unter bestimmten Bedingungen wahrscheinliche zukünftige Entwicklungen veranschaulichen.

#### **4.1.3.1 Strom**

Der Ausbau der E-Mobilität wird den Trend abnehmender Netzabsatzmengen in Geretsried mit großer Wahrscheinlichkeit etwas dämpfen. Fahren 25 % aller gemeldeten PKWs in Geretsried zukünftig elektrisch, entspricht dies einem zusätzlich benötigten Netzabsatz von 10.627 MWh/a. Zudem ist mit einem weiteren Bevölkerungszuwachs zu rechnen. Steigerungen bei der Energieeffizienz werden wahrscheinlich durch die Zunahme der E-Mobilität und der Bevölkerungszahl neutralisiert, so dass nicht mit einem deutlich stärkeren Rückgang des bisherigen Strombedarfs gerechnet werden kann. Das im Folgenden dargestellte Szenario schreibt daher die Entwicklung des Strombedarfs der vergangenen sechs Jahre fort.

In Anbetracht der kurzen Amortisierungsdauer und den immer weiter sinkenden Investitionskosten für PV-Module ist eine Ausschöpfung des Potenzials für PV-Aufdach-Anlagen in Geretsried bis 2035 realistisch umsetzbar. Ein weiterer PV-Zubau ist dann weitestgehend ausgeschlossen. Ein weiterer Ausbau der anderen Energieträger ist aufgrund fehlender Potenziale nur in geringem Umfang möglich (Abbildung 4-6). Dem Szenario zu Folge kann der Anteil des bilanziell in Geretsried durch erneuerbare Energien gedeckten Netzabsatzes damit von heute 7,1 % bis zum Jahr 2035 auf 53,7 % gesteigert werden.

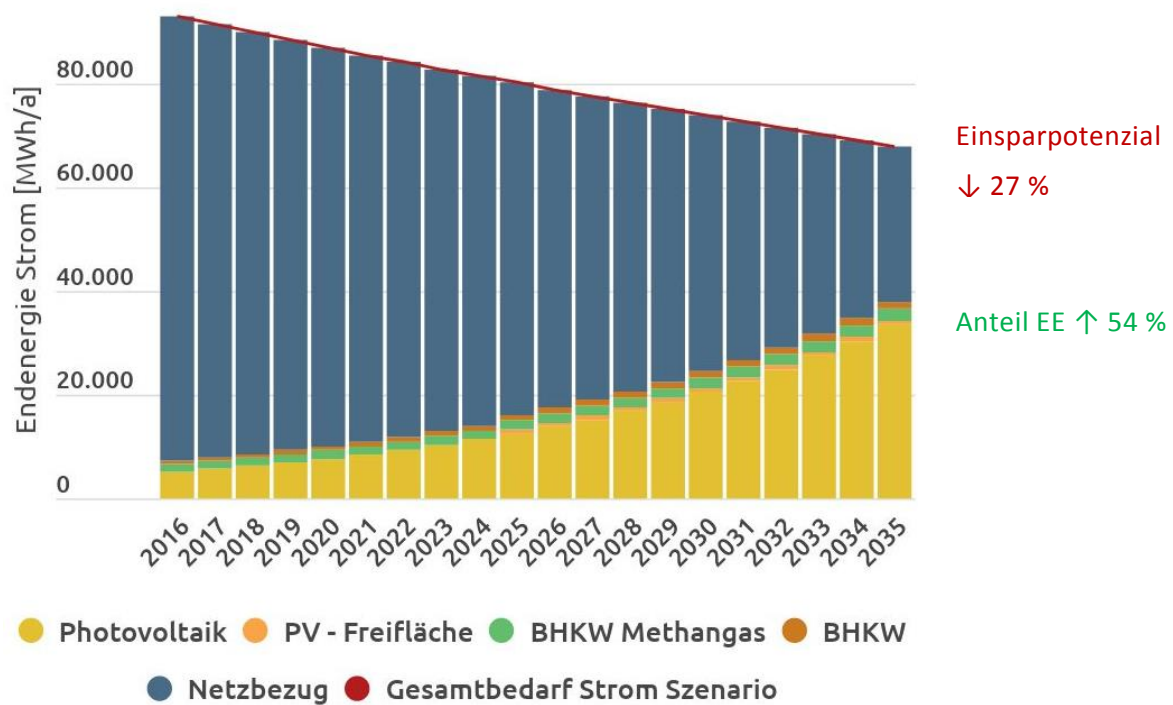


Abbildung 4-6: Möglicher Ausbaupfad für eine zukünftige Stromversorgung in Geretsried bis 2035 bei gleichbleibenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

#### 4.1.3.2 Wärme

Abbildung 4-7 zeigt einen zukünftigen Entwicklungspfad der Wärmeversorgung in Geretsried, bei dem die nach derzeitiger Umsetzbarkeit möglichen Potenziale realisiert werden.

Insgesamt wird dabei von einem sinkenden Wärmebedarf von etwa 1 % pro Jahr ausgegangen, der mittels energetischer Sanierung und durch eine hohe Wärmeeffizienz im Neubau erreicht werden kann. Der Gebäudewärmeverbrauch im Jahr 2035 läge damit für Geretsried bei 194.000 MWh/a.

Eine entscheidende Rolle kommt im Ausbau der erneuerbaren Energieträger der Solarthermie zu. Auch Energieholz in seinen verschiedenen Anwendungsformen könnte einen wichtigen Beitrag leisten. Das Szenario zeigt, dass die Substitution des Energieträgers Heizöl, welcher ohnehin einen geringen Anteil ausmacht, durch die Reduzierung des Wärmebedarfs und durch den Ausbau erneuerbarer Energien realisierbar ist. Gas würde in Geretsried in seiner Bedeutung hoch bleiben.

Eine vollständige erneuerbare Wärmeversorgung ist jedoch nicht erreichbar, falls es nicht gelingt eine flächendeckende Versorgung mit erneuerbarem Erdgas (Biomethan, synthetisches Gas, „Power-to-Gas“) bis 2035 zu realisieren. Insgesamt verdeutlicht die Graphik, dass der erneuerbare Anteil an der Wärmeversorgung in Geretsried von derzeit 2,7 % auf 45,6 % gesteigert werden kann, wenn alle Potenziale die heute wirtschaftlich, technisch und rechtlich erschließbar sind, umgesetzt werden.

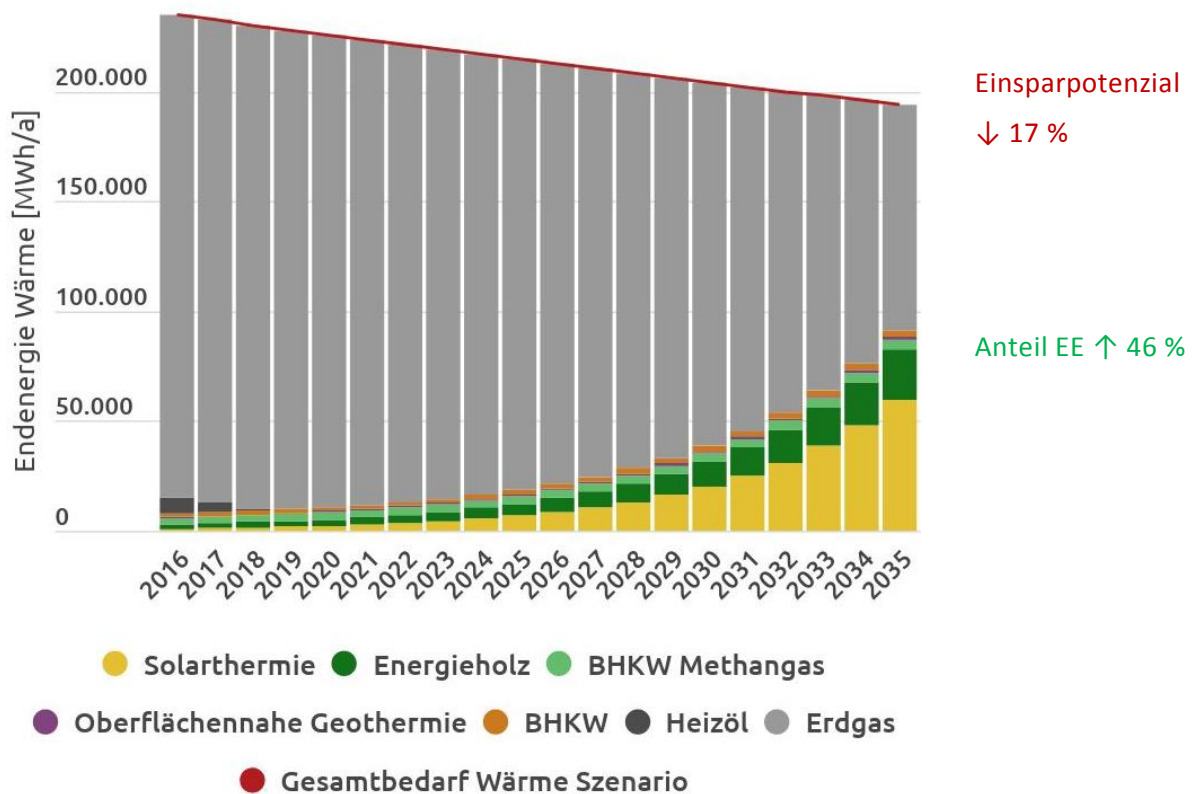


Abbildung 4-7: Möglicher Ausbaupfad für eine zukünftige Wärmeversorgung bis zum Jahr 2035 in Geretsried bei gleichbleibenden rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

#### 4.1.3.3 Chancen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen

Die für den Klimaschutz entscheidende Frage ist, wie es gelingen kann, die klimaschädlichen Treibhausgasemissionen signifikant zu reduzieren. Aktuelle Studien gehen davon aus, dass das noch zur Verfügung stehende globale Treibhausgasbudget - also die maximale Menge an CO<sub>2</sub>, welche noch ausgestoßen werden darf, um die globale Erderwärmung unter dem kritischen Wert von 2°C zu halten – stetig kleiner wird (Rogelj u. a. 2016).

Derzeit werden in Geretsried allein zur Bereitstellung von Energie in Form von Wärme und Strom mehr als 100.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr in die Erdatmosphäre emittiert. Abbildung 4-8 zeigt, wie die Treibhausgasemissionen in Geretsried reduziert werden könnten, wenn es gelingt die in den beiden vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Entwicklungspfade einzuschlagen. Danach lassen sich die derzeitigen CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2035 um rund 55 % auf 46.400 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr reduzieren.

Auch welcher Anteil der Treibhausgasemissionen welchem Energieträger zuzuordnen ist, wird aus Abbildung 4-8 ersichtlich. Im Sinne des Klimaschutzes am wirksamsten ist an erster Stelle die Einsparung von Energie. Um den dann noch bestehenden Energiebedarf zu decken, sind eine rasche Substitution der fossilen Energieträger, insbesondere von Heizöl durch erneuerbare Brennstoffe sowie des Strombezugs aus dem Netz durch die Erzeugung von regenerativem Strom, nötig. Dies sind somit die wichtigsten Grundvoraussetzungen, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Geretsried signifikant zu reduzieren.



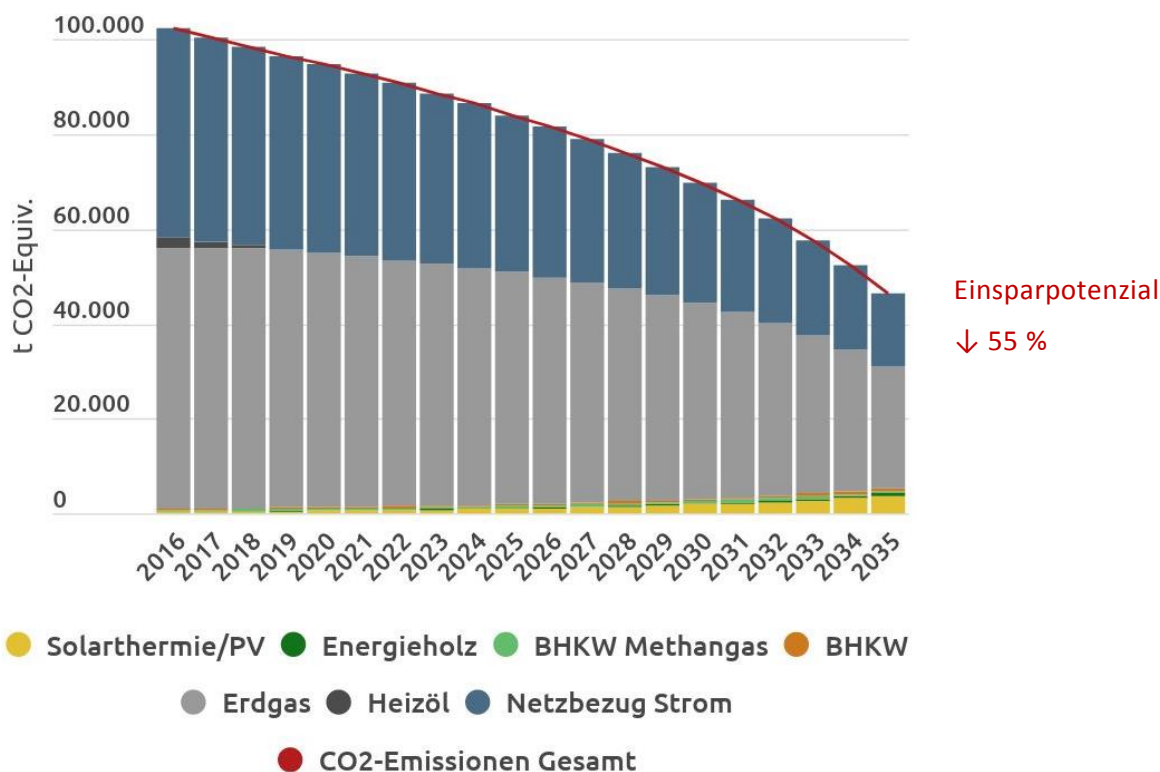


Abbildung 4-8: Möglicher Beitrag zum Klimaschutz im Wärme- und Stromsektor bei Realisierung der vorhandenen Handlungsoptionen in Geretsried.

## 4.2 Wirtschaftliche Bewertung

Für den Ausbau der regenerativen Energien zur Wärme- und Stromerzeugung, wie in Kapitel 4.1 Handlungsbedarf und Handlungsoptionen beschrieben, wären in den kommenden Jahren Investitionen von ca. 93 Mio. € erforderlich. Davon fallen etwa 41 % auf PV-Dachanlagen, 38 % auf Solarthermieranlagen und ca. 18 % auf Hackschnitzel-Heisanlagen. Werden die Kosten für die erzeugte Wärme im Mix der derzeitigen Wärmeerzeuger mit 70 Euro/MWh angesetzt, so werden in Geretsried derzeit 16,4 Mio. € jährlich für die Wärmebereitstellung ausgegeben. Bei einem durchschnittlichen Strompreis über alle Nutzergruppen von 230 €/MWh wird Strom für 21,4 Mio. € eingekauft. Insgesamt entstehen für Geretsried somit jährliche Gesamtenergiekosten in Höhe von 37,8 Mio. € für den Bezug von Wärme und Strom (Abbildung 4-9). Ein weiterer Ausbau der regenerativen Energien reduziert langfristig diese Kosten und generiert mehr regionale Wertschöpfung. Städte und Gemeinden sind wichtige Treiber beim Ausbau erneuerbarer Energien und können gleichzeitig in relevantem Umfang Profiteure sein. Denn durch den Ausbau der EE werden bisher importierte Energierohstoffe oder Endenergien durch heimische Energiequellen, Technologien und Dienstleistungen ersetzt. Außerdem findet eine Reihe von Wertschöpfungsschritten in den Kommunen selbst statt, die dort zu positiven regionalwirtschaftlichen Wirkungen führen können (Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010).

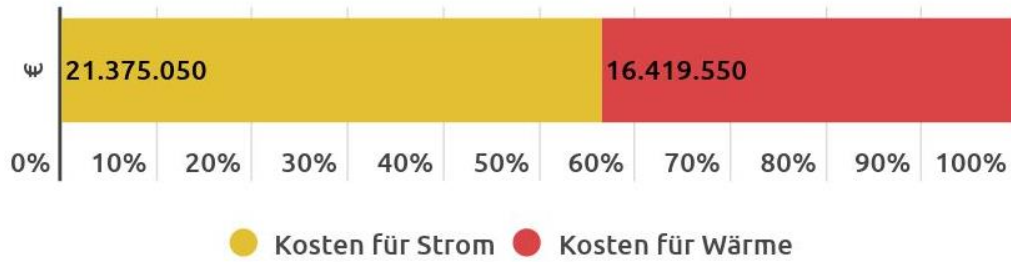


Abbildung 4-9: Summe der Gesamtkosten 2016 für Wärme und Strom in Geretsried.

Einer Gegenüberstellung der Umsätze für die regionale regenerative Energieerzeugung heute und dem Entwicklungspfad bis 2035 ist in Abbildung 4-10 dargestellt. Das hohe Potenzial zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch die Energiewende wird dabei deutlich. So lässt sich der lokale Umsatz durch den skizzierten Ausbau erneuerbarer Energien von 2,0 Mio. € auf 12,5 Mio. € um das Sechsfache steigern.

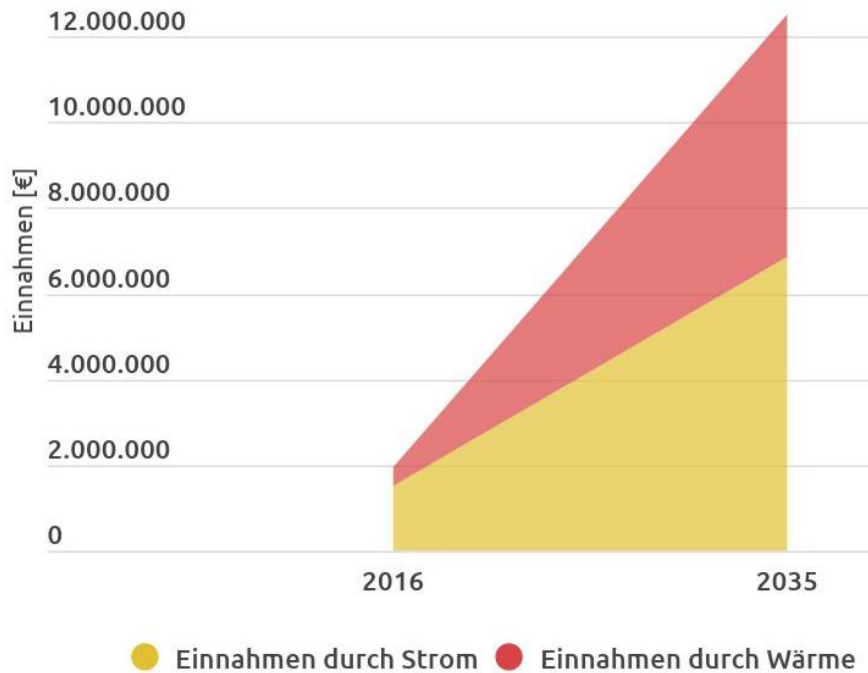


Abbildung 4-10: Regionale Wertschöpfung in Geretsried 2016 und 2035 durch die Nutzung erneuerbare Energien.

## 5 Maßnahmenvorschläge für Geretsried

---

Aus den erhobenen Verbrauchsdaten sowie den Potenzialen zur Energieversorgung in Geretsried ergeben sich Maßnahmen durch deren schrittweise Umsetzung sich die Stadt dem Ziel der Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern nähern kann. Neben der erneuerbaren Energieerzeugung sind außerdem Energieeffizienz und Energieeinsparung von entscheidender Bedeutung, um den regenerativen Anteil bei Strom und Wärme auszubauen. Im Folgenden sind Maßnahmen beschrieben und unter wirtschaftlichen Aspekten bewertet, deren Umsetzung innerhalb der Stadt durch das Kompetenzzentrum Energie EKO e.V. empfohlen wird.

Die Wirtschaftlichkeitsbewertungen erfolgen in Anlehnung an die VDI 2067 (Verein Deutscher Ingenieure 2012). So sind die jährlich zu erwartenden Einsparungen bzw. Erträge den laufenden jährlichen Ausgaben gegenübergestellt. Eine Investition ist immer dann vorteilhaft, wenn sich ein positiver Überschuss aus den jährlichen Einnahmen und Ausgaben ergibt. Es wurde den Berechnungen ein Kalkulationszinssatz von 3 % zu Grunde gelegt. Für die Finanzierung der Maßnahmen wird jeweils ein Kredit aufgenommen, welcher in Form eines Annuitätendarlehens jährlich getilgt wird. Aus Vereinfachungsgründen und weil Preisprognosen mit hohen Unsicherheiten verbunden sind, wurden weder Preis- noch Zinsentwicklungen berücksichtigt.

Die Wirtschaftlichkeitsanalysen für PV-Anlagen sind im Folgenden stets so ausgelegt, dass ein möglichst hoher Eigenstromverbrauch erzielt wird. Die genaue Ertragsrechnung sowie die Berechnung von Wirtschaftlichkeit, Eigenverbrauch und Kosten im Rahmen des Energienutzungsplanes wurde mit der Software *PV\*Sol premium* ermittelt (Details siehe Anhang 2).

Zwar ist die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme meist das zentrale Entscheidungskriterium für die Realisierung, Themen wie Komfortverbesserung und Umweltschutz sollten dennoch nicht außer Acht gelassen werden. Bei der Vorgehensweise zur Maßnahmenumsetzung ist es besonders wichtig, dass neben der Planung und Umsetzung auch eine Evaluierung und Ableitung neuer Maßnahmen erfolgt, wie in folgendem Ablaufschema in Abbildung 5-1 dargestellt.

Insgesamt sind für die Stadt 19 Maßnahmenvorschläge ausgearbeitet. Davon betreffen vier Maßnahmen unmittelbar die städtischen Liegenschaften. Darüber hinaus sind drei Maßnahmen dem Bereich „**Wärmeverbundnetze**“ und fünf der Kategorie „**Maßnahmen für Bürgerinnen und Bürger**“ zuzuordnen. Sechs weitere Maßnahmen können als **Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Stadt** bezeichnet werden.

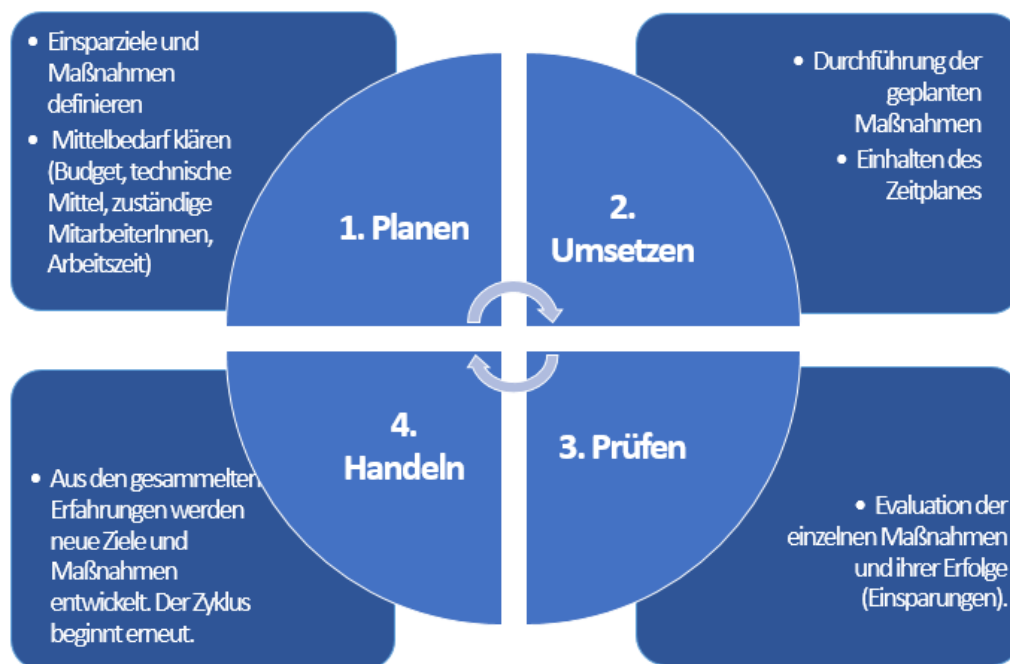


Abbildung 5-1: Ablaufschema bei der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen.

## 5.1 Kommunale Liegenschaften

Mit der Realisierung der wie folgt dargestellten Maßnahmen für die städtischen Liegenschaften kann die Stadt Ihrer Vorbildfunktion in Sachen Klimaschutz und Ressourceneffizienz gerecht werden. Wo möglich, wurden die mit der Maßnahme verbundenen Investitionskosten berechnet.

Die folgenden dargestellten Maßnahmen sind dabei nach Liegenschaften gegliedert, da es für eine Reihe von Liegenschaften mehrere Maßnahmevorschläge gibt. Insgesamt sind Maßnahmevorschläge für folgende Liegenschaften entwickelt worden:

- Feuerwehr Nord
- AWO Kindergarten
- Gut Buchberg

In Abbildung 5-2 sind die kommunalen Liegenschaften, auf welchen die Installation einer PV-Aufdachanlage empfohlen wird, kartographisch verortet. Wie aus der Abbildung hervorgeht, bewertet das Solarkataster der Stadt die Dachflächen aller dargestellten Liegenschaften als für gut geeignet. Die Ergebnisse der PV-Simulationen für die Gebäude der Feuerwehr Nord (1), des AWO Kindergartens (2) und Gut Buchberg (3) werden im folgenden Kapitel erläutert. Die Liegenschaften 4-7 werden bereits im Energieeffizienznetzwerk betrachtet und finden im Energienutzungsplan keine weitere besondere Beachtung. Auf dem Dach der Karl-Lederer-Grundschule (7) ist bereits eine 75 kWp-Anlage installiert. Auf der Adalbert-Stifter-Mittelschule wird im Zuge der energetischen Sanierung ebenso eine PV-Anlage errichtet werden.

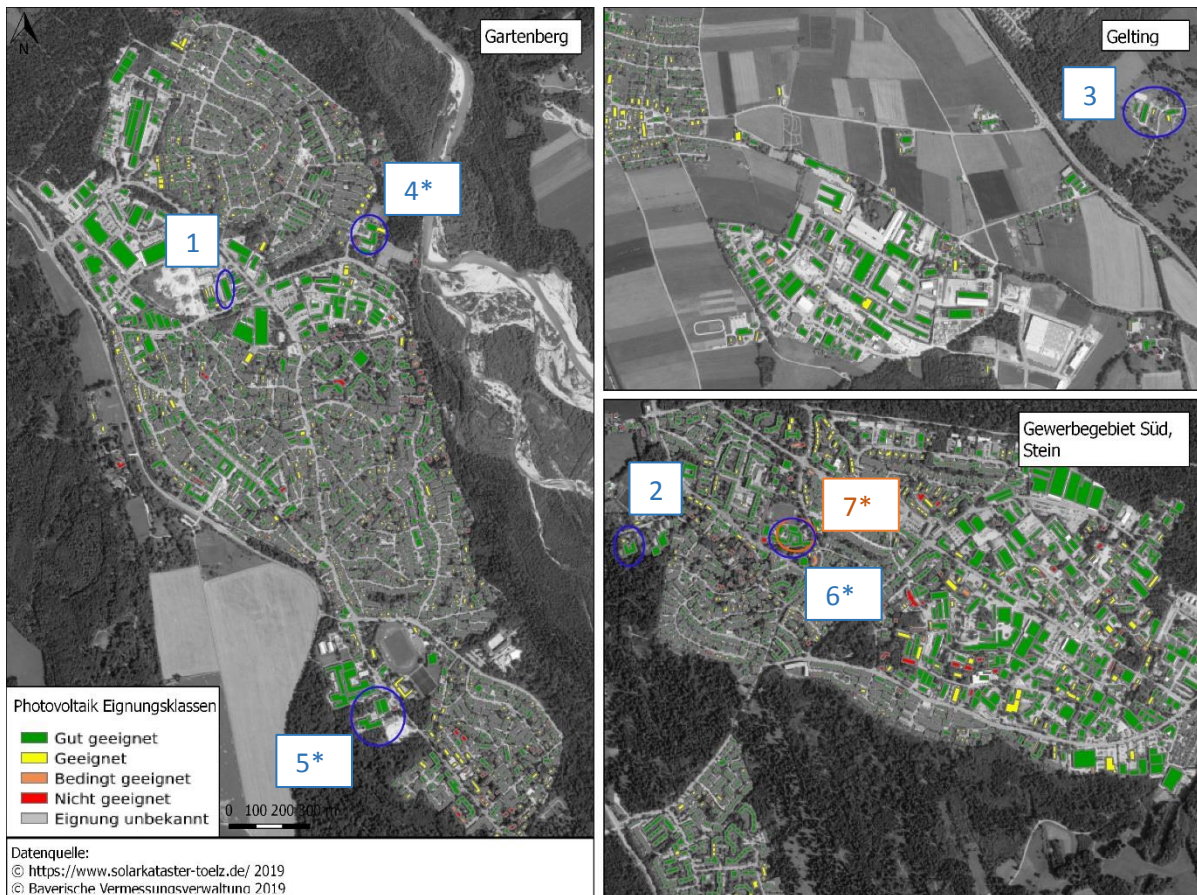


Abbildung 5-2: Übersicht über empfohlene (blaue Ellipsen) und bereits installierte (orange Ellipse) PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften der Stadt Geretsried. Mit \* markierte Liegenschaften werden im Energieeffizienznetzwerk betrachtet. 1: Feuerwehr Nord, 2: AWO Kindergarten, 3: Gut Buchberg, 4: Isardamm-Grundschule, 5: Adalbert-Stifter-Mittelschule, 6: Karl-Lederer-Mittelschule, 7: Karl-Lederer-Grundschule.

### 5.1.1 PV-Anlage Feuerwehr Nord

		Kurzfristig	
<b>Investitionskosten:</b>	<b>Amortisierungsdauer:</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:</b>	<b>Primärenergie-Einsparung:</b>
13.400 €	7 Jahre	6,2 t/a	19 MWh/a



Abbildung 5-3: PV-Anlage auf dem Feuerwehrgebäude Nord.

Das Flachdach der Feuerwehr Nord eignet sich gut, um eine aufgeständerte PV-Anlage mit einer Leistung von knapp 10 kWp zu installieren. Der Ertrag einer solchen Anlage würde fast komplett durch Eigenbedarf verbraucht werden. 15 % des derzeitigen Strombedarfs würden damit durch PV gedeckt werden, was im Vergleich zum Bundesstrommix eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 6,2 t/a und einer Primärenergieeinsparung von 19 MWh bedeutet. Der PV-Strom ist mit Stromgestehungskosten von 0,1 €/kWh deutlich günstiger als der Strombezug aus dem öffentlichen Netz (0,22 €/kWh). Bei Investitionskosten von 13.400 € und dem hohen Eigenverbrauchsanteil würde die Amortisierungsdauer 7 Jahre betragen.

### 5.1.2 PV-Anlage AWO Kindergarten

		Kurzfristig	
<b>Investitionskosten:</b> 13.860 €	<b>Amortisierungs- dauer:</b> 8 Jahre	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:</b> 6,8 t/a	<b>Primärenergie- Einsparung:</b> 15 MWh/a



Abbildung 5-4: PV-Anlage auf dem AWO Kindergarten.

Auf dem nach Südosten ausgerichteten Dach des AWO Kindergartens könnte eine PV-Anlage installiert werden. Eine Anlage mit einer Leistung von knapp 10 kWp würde 72 % des derzeitigen Strombedarfs decken. Dies würde einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von 6,8 t pro Jahr und einer Primärenergieeinsparung von 15 MWh pro Jahr im Vergleich zum Bundesstrommix bedeuten. Die Investitionskosten einer solchen Anlage liegen bei 13.860 €, die Amortisierungszeit würde 8 Jahre betragen. Bei Stromgestehungskosten von 0,09 €/kWh ist der PV-Strom im Vergleich zum derzeitigen Strompreis von rund 0,22 €/kWh deutlich günstiger als der Strombezug aus dem öffentlichen Netz. Die Tragfähigkeit des Daches ist zu prüfen.

Die Investitionskosten einer solchen Anlage liegen bei 13.860 €, die Amortisierungszeit würde 8 Jahre betragen. Bei Stromgestehungskosten von 0,09 €/kWh ist der PV-Strom im Vergleich zum derzeitigen Strompreis von rund 0,22 €/kWh deutlich günstiger als der Strombezug aus dem öffentlichen Netz. Die Tragfähigkeit des Daches ist zu prüfen.

### 5.1.3 PV-Anlage Gut Buchberg

		Kurzfristig	
<b>Investitionskosten:</b> Gesamt: 233.710 €	<b>Amortisierungsdauer:</b> Im Mittel 9 Jahre	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial:</b> Gesamt: 104,0 t/a	<b>Primärenergie- Einsparung:</b> Gesamt: 137 MWh/a




Die Stadt ist Eigentümerin der auf Erbpacht verpachteten Hofstelle Gut Buchberg. Diese besteht aus insgesamt 12 Gebäuden unterschiedlicher Nutzung, deren Dachflächen sich allesamt gut für die Installation einer PV-Anlage eignen. Auf den in Tabelle 5-1 betrachteten Gebäuden (Nr. 1 - 7 in Abbildung 5-5) wäre ein Potenzial für Anlagen mit einer Gesamtleistung von insgesamt 170 kWp vorhanden. Nicht berücksichtigt in diese Analyse ist die Statik der hier betrachteten Gebäude. Die Tragfähigkeit der Dächer ist im Falle einer Installation einer PV-Anlage zu prüfen.




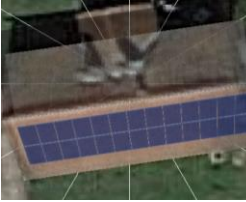

Ein relativ hoher Anteil des PV-Stroms wird ins Stromnetz eingespeist. Wird der Strom direkt vor Ort verwendet, so wäre die Wirtschaftlichkeit günstiger.



Abbildung 5-5: Übersicht Gebäude Gut Buchberg.

Tabelle 5-1: Übersicht über die PV-Potenziale der einzelnen Gebäude von Gut Buchberg.

Gebäudenummer	Leistung	Investitionskosten	Amortisierungsdauer	CO <sub>2</sub> -Einsparung	Primärenergie-Einsparung
1 	26 kWp	37.000 €	12 Jahre	16 t/a	21 MWh/a
2 	87 kWp	121.270 €	16 Jahre	52 t/a	24 MWh/a
3 	10 kWp	13.860 €	9 Jahre	6 t/a	15 MWh/a

4 	10 kWp	13.860 €	8 Jahre	7 t/a	16 MWh/a
5 Süddach 	10 kWp	13.860 €	7 Jahre	7 t/a	17 MWh/a
Ost/West- Dächer 	10 kWp	13.860 €	8 Jahre	6 t/a	16 MWh/a
6 	7 kWp	10.000 €	7 Jahre	5 t/a	14 MWh/a
7 	7 kWp	10.000 €	7 Jahre	5 t/a	14 MWh/a

#### 5.1.4 Fortführung des kommunalen Energiemanagements (KEM)

Die Stadt Geretsried besitzt eine Vielzahl an kommunalen Liegenschaften. Einige davon werden bereits im derzeit laufenden Energieeffizienznetzwerk untersucht und betreut, die Energieverbräuche der restlichen Liegenschaften werden ebenso protokolliert oder sind an ein Management-System angeschlossen. Um die begonnene Arbeit bei den im Effizienznetzwerk betrachteten Liegenschaften nach dessen Abschluss erfolgreich fortzuführen, wird empfohlen für alle Liegenschaften ein einheitliches kommunales Energiemanagement



einzuführen. Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche können im monatlichen oder jährlichen Rhythmus über ein Monitoring-System einfach erfasst und somit Schwachstellen und Optimierungspotenziale identifiziert werden. Gleichzeitig kann die Wirksamkeit bereits umgesetzter Maßnahmen überprüft werden. Auch die Priorisierung von anstehenden Maßnahmen wird dadurch erleichtert.

Die Anwendung einer Echtzeit-Darstellung von Wärmeverbräuchen wurde im Jahr 2014 eingeführt. Die Ergebnisse sind nicht zufriedenstellend, da die Datenübertragung teilweise ausfällt oder die Software unplausible Aufzeichnungen erstellt. Die laufenden Kosten sind dafür zu hoch.

Bei der Auswahl des zukünftigen Management-Systems ist darauf zu achten, dass Zählerstände möglichst vor Ort auf eine Online-Plattform geladen werden können. Möglich wäre die Ausstattung aller Hauptzähler mit QR-Codes, sodass das technische Personal die Daten unkompliziert und ohne Übertragungsfehler übermitteln könnte.

## **5.2 Maßnahmen für die Stadtwerke Geretsried**

### **5.2.1 Wärmeverbundnetze**

Die bisher favorisierte Variante zur regenerativen Wärmeversorgung der Stadt mit Abwärme aus einer Tiefengeothermie-Anlage stellte sich aufgrund der geringen Fündigkeit als nicht wirtschaftlich dar. Die Bestrebungen der Betreiberfirma Enex Power Germany GmbH werden zwar in den kommenden Jahren fortgeführt, vorrangig jedoch zu Forschungszwecken. Sollte zukünftig regenerative Wärme aus der Geothermieanlage zur Verfügung stehen, könnte sie selbstverständlich in die entstehenden Wärmenetze eingespeist werden.

Zur Verteilung und Nutzung der geothermischen Wärme wurde von der Energie Geretsried GmbH ein sog. Wärmekataster in Auftrag gegeben. Dieses wurde vom Ingenieurbüro Stefan Sendl aus Peißenberg erstellt und bildet die Grundlage zur weiteren Entwicklung von Wärmenetzen und deren regenerativer Beheizung. Das Kataster liegt der Stadt in gebäudescharfer Form vor. Aus Gründen des Datenschutzes werden im Energienutzungsplan lediglich Karten mit einem Raster von jeweils einem Hektar veröffentlicht. In Feldern mit hohem Wärmebedarf ist die Wärmeversorgung über Wärmenetze wirtschaftlicher als in Feldern mit geringer Wärmedichte:

Mit dieser Systematik wurden bereits die Planungen für das Wärmenetz im Umfeld des neuen Hallenbads vorbereitet. Weitere Wärmenetze werden bei den Maßnahmen zur Umsetzung der Energiewende beschrieben.

Selbstverständlich sollte die aus einem Wärmenetz zur Verfügung gestellte Energie mit der herkömmlichen Wärmeversorgung wirtschaftlich konkurrenzfähig sein. Dabei ist darauf zu

achten, dass nicht die Brennstoffkosten mit den Kosten für die Wärmelieferung verglichen werden. Zur Vollkostenrechnung gehören neben den Aufwendungen für Wartung und Unterhalt auch die Bildung von Rücklagen oder die Abschreibung der Anlagentechnik.

Im Mietrecht ergaben sich im Jahr 2013 Änderungen, die Mieter vor teuren Wärmepreisen schützen sollen. Laut § 556c BGB dürfen Kosten für Wärme und Warmwasser bei Umstellung auf Wärmebezug aus einem Wärmenetz die Betriebskosten für die bisherige Wärmelieferung nicht übersteigen. Der Wärmelieferant ist verpflichtet, in einer Vertragserklärung die voraussichtliche energetische Effizienzverbesserung und den Kostenvergleich einschließlich der diesem zugrunde liegenden Annahmen und Berechnungen anzugeben.

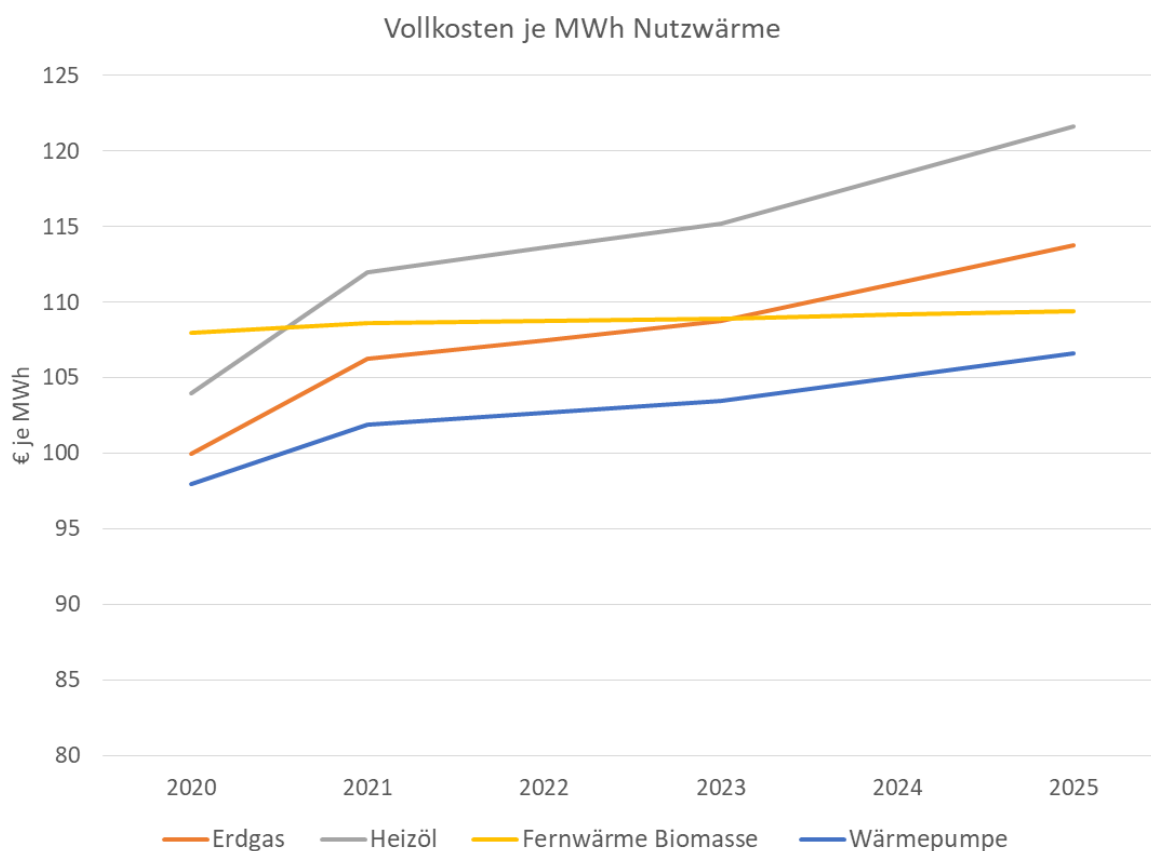


Abbildung 5-6: Entwicklung der Vollkosten je MWh Nutzwärme für die unterschiedlichen Energieträger durch Einführung der CO<sub>2</sub>-Besteuerung (Basis: Carmen e.V. und eigene Berechnung).

Bei den derzeit relativ niedrigen Kosten für Öl und Gas ist dies oftmals schwer zu erreichen. Mit den Regelungen aus dem aktuellen Klimapaket zur zukünftigen Besteuerung von CO<sub>2</sub> – Emissionen könnte sich der Energieträger Holz als sehr vorteilhaft darstellen. Verglichen werden hier Einzelanlagen (Ölheizung, Gasheizung, Wärmepumpe) für jeweils ein Gebäude mit einer zentralen vorwiegend auf Hackschnitzel basierenden Wärmeversorgung. Mit einer Steuer je ausgestoßener Tonne Kohlendioxid von 25,- € ab dem kommenden Jahr, die bis 55,- € im Jahr 2025 ansteigt, ergibt sich für die Vollkostenrechnung der in Abbildung 5-6 dargestellte Wärmepreis.

Die günstigen Kosten beim Betrieb einer Wärmepumpe ergeben sich nur, wenn ein hoher Anteil des Strombedarfs durch eine eigene PV-Anlage gedeckt wird. Zudem sind niedrige Vorlauftemperaturen im Heizsystem für eine effiziente Arbeitsweise erforderlich. Dies ist in den meisten Bestandsgebäuden des Erschließungsgebiets nicht der Fall.

### 5.2.1.1 Wärmeverbund Neuer Platz

Großes Potenzial für eine gemeinsame Wärmeversorgung bietet das Zentrum um den neuen Platz. Als eine der größten Liegenschaften mit über 4.000 m<sup>2</sup> beheizter Nutzfläche befindet sich die Karl-Lederer-Schule mit einem Wärmebedarf von derzeit durchschnittlich 500 MWh pro Jahr im Bereich eines eventuellen Wärmeverbunds. Ebenso als Wärmekunde interessant ist die Franz-Marc-Schule sowie das Caritas Altenheim St. Hedwig. Zudem könnten zahlreiche Liegenschaften der Baugenossenschaft Geretsried eG mit Wärme versorgt werden. Als Energieträger bieten sich wie am neuen interkommunalen Hallenbad Hackschnitzel an, die durch erforderliche Waldpflegemaßnahmen auch langfristig als regenerativer Brennstoff aus der Region zur Verfügung stehen. In Abbildung 5-7 ist die Verteilung der Wärmedichte in Nutzwärme pro Jahr und Hektar für diesen Bereich visuell dargestellt.

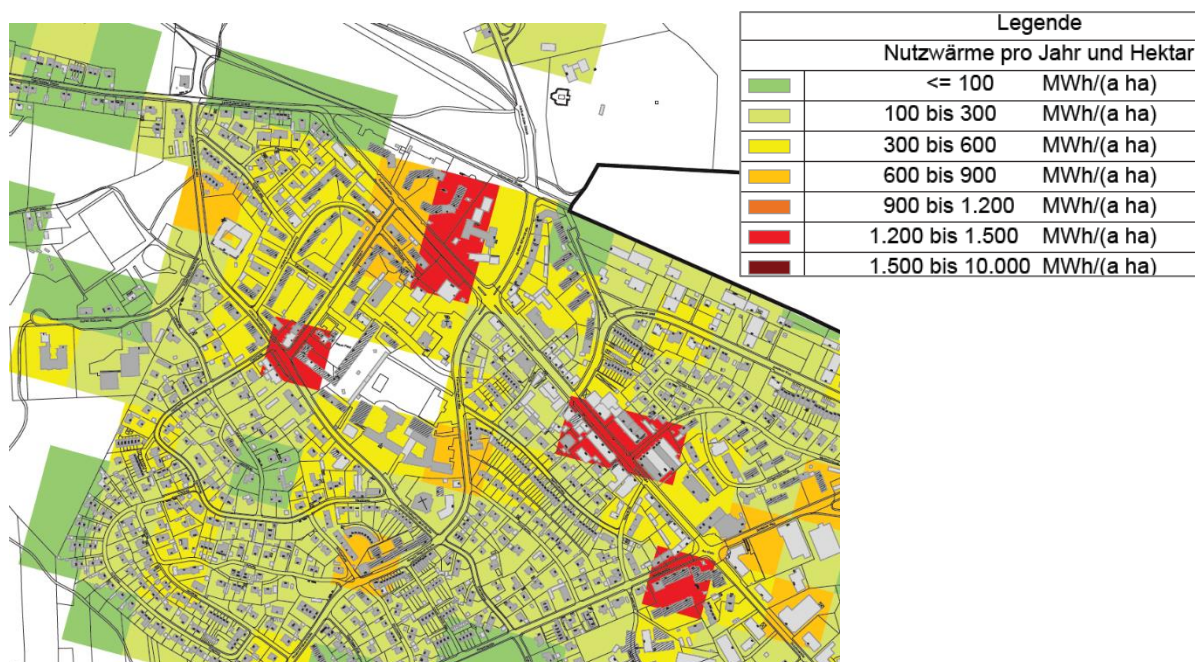


Abbildung 5-7: Wärmedichte im Bereich Neuer Platz.

Bevor über mögliche Standorte, Dimensionierung einer Heizzentrale oder Wärmepreise diskutiert wird, ist ein sinnvolles Erschließungsgebiet abzugrenzen. Im Gebiet zwischen Franz-Marc- und Karl-Lederer-Schule können 56 größere Wärmeabnehmer identifiziert werden, die ca. 10.000 MWh Wärme benötigen. Dies entspricht einer Menge von ca. 1 Mio. Kubikmeter Erdgas. Sollte als Energieträger Biomasse gewählt werden, so könnten mit diesem Wärmenetz jährlich mind. 2.000 t Kohlendioxid vermieden werden. Besonderes Augenmerk ist auf die möglichen Wärmeverluste eines Wärmeverbunds zu legen. Die

entscheidende Größe zur Beurteilung der Verluste ist die sog. Wärmebelegungsichte, also die durchgeleitete Wärmeenergie pro Trassenmeter und Jahr. Mit einem Wert von ca. 2,7 MWh/m\*a ist ein wirtschaftlicher Betrieb sinnvoll, die Wärmeverluste würden knapp 7 % des Wärmeverkaufs betragen.

Zusätzlich zu diesem Kerngebiet könnten südlich der Kreuzung Sudetenstraße/Richard-Wagner-Straße weitere 32 große Wärmeabnehmer an dieses System angeschlossen werden. Der gesamte Wärmebedarf läge dann bei über 16.000 MWh. Sowohl die Belegungsichte als auch die Wärmeverluste wären in einem ähnlichen Umfang wie im obigen Gebiet. In Summe könnten somit mind. 3.200 t an jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden.

Die Stadtwerke Geretsried sind als Energiedienstleister bereits in die Projektentwicklung eingestiegen. Als Kommunalunternehmen und 100%-ige Tochter der Stadt Geretsried bestehen bei derartigen Projekten und den damit entstehenden Investitionen weniger die finanziellen Gewinne im Vordergrund als die Versorgungssicherheit sowie der politisch erwünschte Beitrag zum Klimaschutz. Die Ansiedlung einer Energiezentrale ist also in diesem Bereich zu empfehlen.

#### **5.2.1.2 Wärmeverbund Isardammschule**

Mit knapp 500 MWh Gasverbrauch ist die Isardammschule im Vergleich zu anderen kommunalen Liegenschaften ein eher kleiner Verbraucher. Die Kesselanlage wurde im Jahr 2002 errichtet und entspricht den derzeit gültigen Auflagen. Die zu erwartende Betriebsdauer einer derartigen Anlage liegt bei 20 bis 25 Jahren. Sicherlich könnte eine zukünftige Umstellung der Heizanlage auf z.B. Pellets die Wärmeversorgung regenerativ zur Verfügung stellen. Der Standort der Schule bietet jedoch mehr Möglichkeiten. Die Wohngebäude im Rosenweg und der Siebenbürger Straße haben einen hohen Wärmebedarf und stehen relativ eng. Dies spiegelt sich im Wärmekataster wider: die Gebiete sind mit 600 - 900 MWh Nutzwärme pro Jahr abgebildet (Abbildung 5-8). Könnten alle Mehrfamilienhäuser durch ein Wärmenetz versorgt werden, so wäre gemeinsam mit der Isardammschule eine Wärmeabnahme von ca. 3.000 MWh pro Jahr vorhanden.

Im Vergleich zu den Wärmenetzen an den weiterführenden Schulen (6.400 MWh/a) oder dem bereits in Entwicklung befindlichen Wärmenetz am neuen Platz (knapp 17.000 MWh/a) ist dies eine eher kleinere Dimension. Dennoch könnten hier durch die Nutzung von Biomasse ca. 700 t CO<sub>2</sub> – Emissionen pro Jahr vermieden werden.

Die Errichtung eines neuen Heizhauses für die Nutzung von Waldrestholz als Energieträger ist für die vergleichsweise geringe Wärmemenge aufwendig. Um dennoch wirtschaftliche Wärmepreise zu erzielen, könnte der Einsatz von Heiz-Containern an dieser Stelle

eine passende Lösung sein. Diese können bei dauerhafter Nutzung optisch ansprechend verkleidet werden.

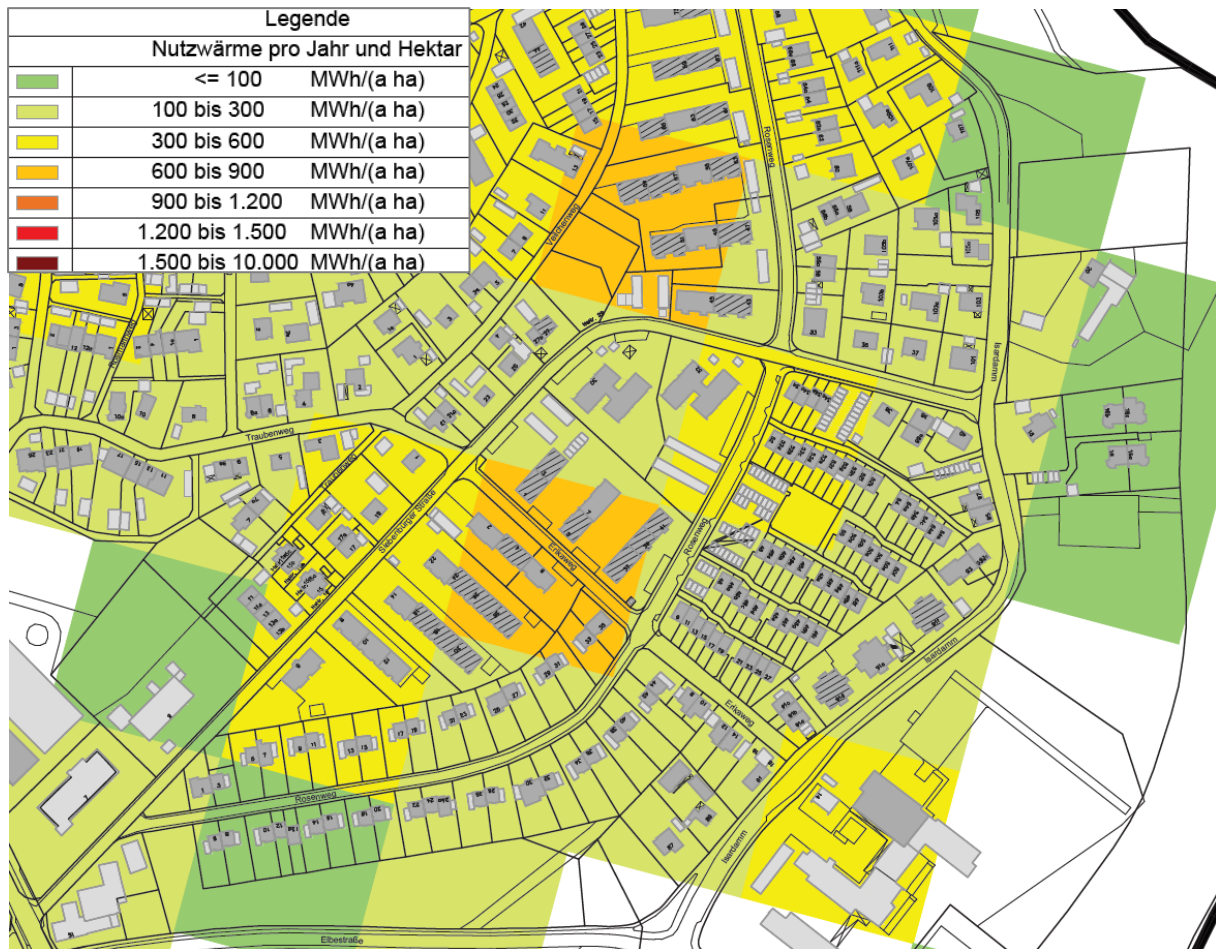


Abbildung 5-8: Wärmedichte im Bereich Isardammschule, Rosenweg, Siebenbürger Straße.

Je nach Entwicklung der Rahmenbedingungen für den Einsatz von BHKWs könnte diese Technologie ebenfalls an dieser Stelle eingesetzt werden. Die Vermeidung von CO<sub>2</sub> – Emissionen wäre damit zwar vor Ort wesentlich geringer, dennoch könnte die dezentrale Erzeugung von Strom in Summe zur Verringerung von klimaschädlichen Gasen in zentralen Kraftwerken führen.

Es wird empfohlen, bis zum Jahr 2022 eine Machbarkeit dieses Wärmenetzes näher zu untersuchen. So wäre eine langfristig planbare Klimaschutz-Maßnahme gemeinsam mit einer zukunftsweisenden Wärmeversorgung der Schule zu erreichen.

### 5.2.1.3 Wärmeverbund Ortsteil Stein

Im Ortsteil Stein ist die Wohnbebauung sehr kompakt. Zu sehen ist dies deutlich in den roten Bereichen in der Wärmedichtekarte in Abbildung 5-9 mit einer Nutzwärme von 1.200 - 1.500 MWh pro Hektar und Jahr. In Summe wird in den Mehrfamilienhäusern dort eine Wärmemenge von 5.000 - 6.000 MWh jährlich verbraucht. Ähnlich wie bei dem Maßnahmvorschlag für eine Biomasse-Heizung an der Isardammschule ist hier die Errichtung eines neuen Heizhauses schwer umsetzbar.

Eine Möglichkeit könnte darin bestehen, dass Heiz-Container am jetzigen Wendepunkt der MVV-Busse am Ortseingang an der Bundesstraße 11 aufgestellt werden. Diese könnten über verschiedene Ausbaustufen erweitert werden. Somit könnte je nach Anschlussgrad der Gebäude ein wirtschaftlicher Wärmepreis erzielt werden.

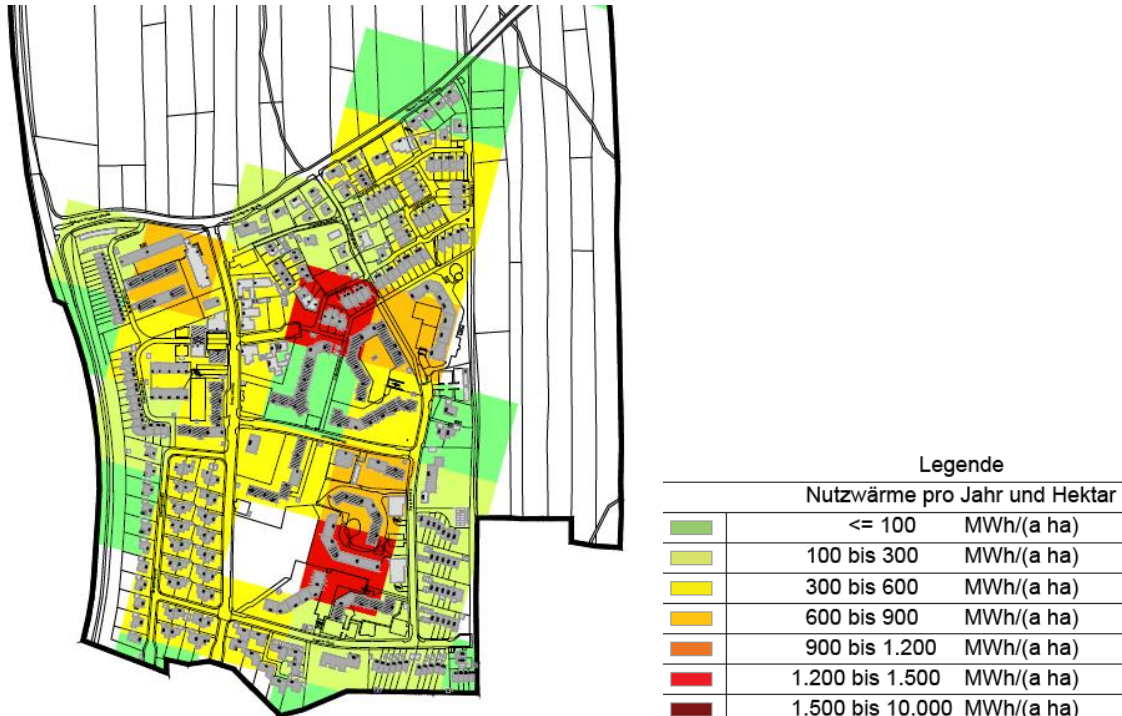


Abbildung 5-9: Wärmedichte im Ortsteil Stein.

Ebenso wie an der Isardammschule müssten die jeweils aktuellen Rahmenbedingungen für den Einsatz von BHKWs geprüft werden. Da eine vollständige Abdeckung der Stadt mit regenerativer Wärme nur mit sehr hohen Investitionen zu bewerkstelligen sein wird, ist die Kraft-Wärme-Kopplung trotz der Verwendung von fossilem Erdgas ein wichtiger Zwischenschritt zur dezentralen und nachhaltigen Energieversorgung.

### **Zusammenfassung Wärmenetze**

Sowohl das bereits bestehende Wärmenetz an den weiterführenden Schulen als auch das in Vorplanung befindliche Netz am Neuen Platz sind derzeit wesentlich auf den Energieträger Holz ausgerichtet. Die Heizhäuser werden für Anlieferung und Zwischenlagerung von größeren Mengen Hackschnitzel ausgelegt. So kann langfristig nachhaltig Wärme zur Verfügung gestellt werden. Sollte die Geothermie-Anlage auf dem Hofgut Breitenbach durch weitere wissenschaftliche oder bohrtechnische Fortschritte ausreichend Wärme zur Verfügung stellen können, so ist deren Nutzung in den Wärmenetzen der Stadt Geretsried ebenso möglich. Die Erschließung geothermischer Wärme ist nach wie vor mit Unwägbarkeiten und den langen Zeithorizonten verbunden. Die Entwicklung weiterer Wärmenetze sollte daher mittelfristig mit Energieholz aus der Region erfolgen. Dieses steht ausreichend zur Verfügung.

## 5.2.2 Grundwasser-Wärmepumpen Gartenberg

Die praktische Nutzung des Potenzials der oberflächennahen Geothermie hängt u.a. von der wirtschaftlichen Erschließbarkeit der Wärmequellen ab. In Bestandsgebäuden würde die Installation eines Erdwärmekollektors unverhältnismäßigen Aufwand bedeuten.

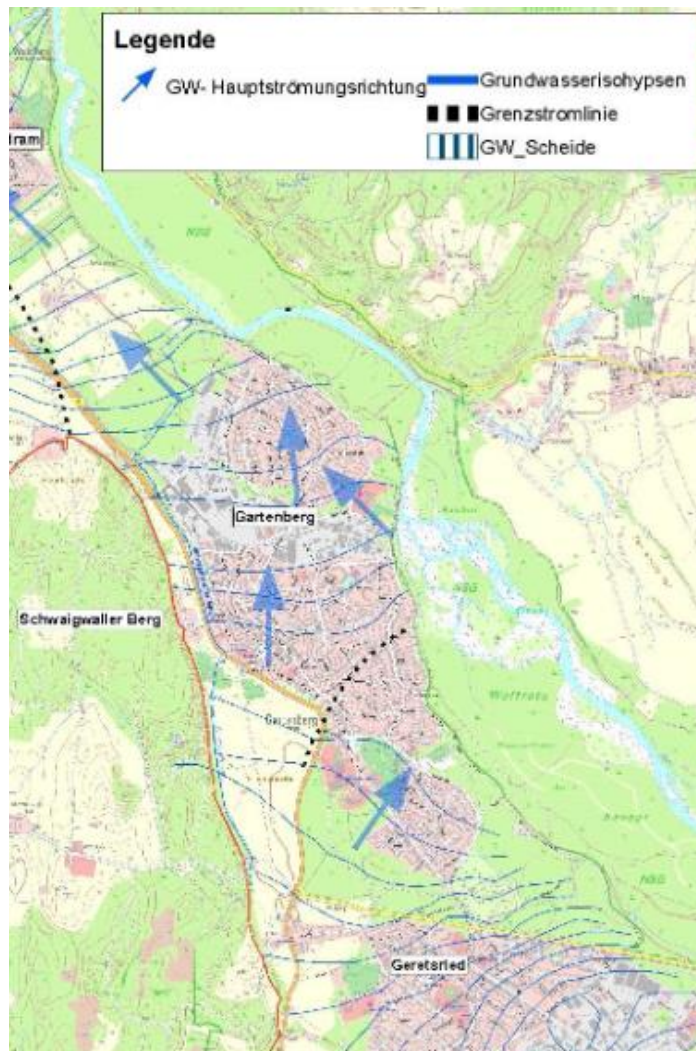


Abbildung 5-10: Ausschnitt aus dem Grundwasserströmungsmodell Geretsried Nord (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH 2017, S. 17).

In der Regel sind dies Häuser, die nach Einführung der Wärmeschutzverordnung von 1995 errichtet oder durch Sanierungsmaßnahmen auf ein ähnliches Niveau optimiert wurden.

Wie in Kapitel 3.2.4 beschrieben sind zur Versorgung ein Grundwasserbrunnen und ein Schluckbrunnen erforderlich. Die Erstellung derartiger Anlagen muss beim zuständigen Wasserwirtschaftsamt Weilheim beantragt werden. In der Regel muss vorab die Einhaltung der wasserrechtlichen Auflagen von einem Gutachter bestätigt werden. Sowohl bauliche als auch bürokratische Aufwendung halten Hausbesitzer häufig von derartigen Maßnahmen ab.

Alternativ dazu stehen in der Regel die Bohrung von Erdwärmesonden oder die Erschließung von Grundwasser zur Verfügung. Ein hoher Grundwasserspiegel sorgte in den vergangenen Jahren vor allem im Ortsteil Gartenberg für Bauschäden. Um Klarheit bzgl. dieses Problems zu schaffen, wurde von der Stadt Geretsried ein Grundwasserströmungsmodell erstellt (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH 2017). Daraus wird ersichtlich, dass der Norden des Stadtgebiets sehr hohe Grundwasserstände und eine hohe Durchlässigkeit aufweist (Abbildung 5-10 und Abbildung 5-11).

Nutzbar wäre dies als Wärmequelle für elektrische Wärmepumpen. Vor allem Gebäude, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen ausreichend beheizt werden, könnten so effizient und ohne fossile Energieträger mit Wärme versorgt werden. In der Regel

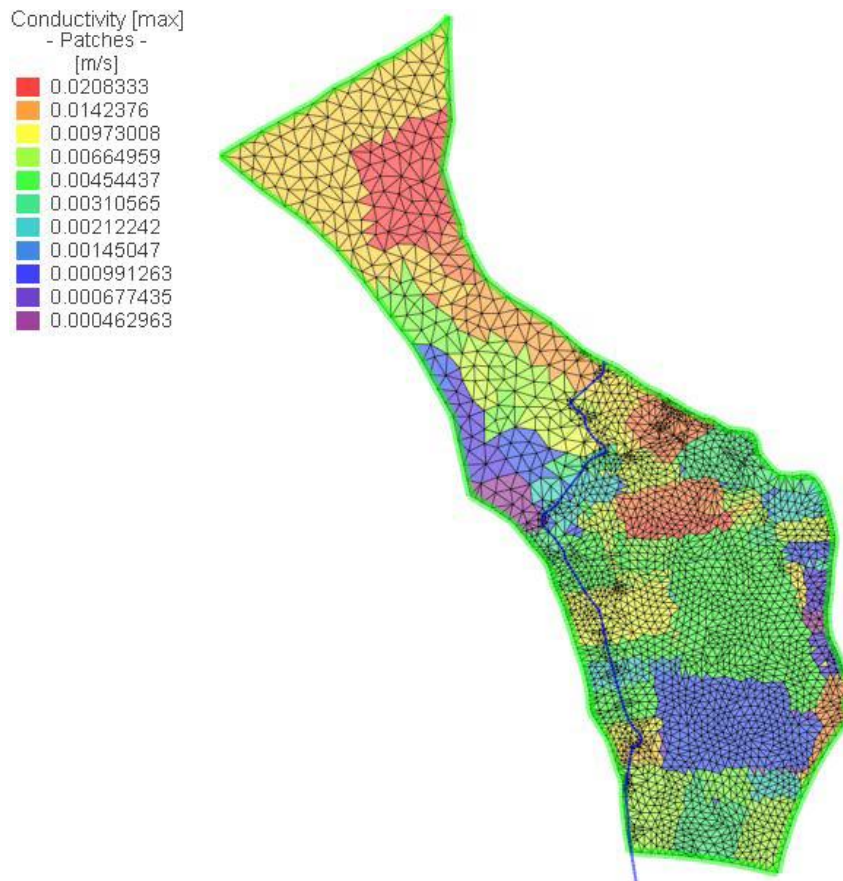


Abbildung 5-11: Ausschnitt aus dem Grundwasserströmungsmodell Geretsried Nord. Stationär kalibrierte hydraulische Durchlässigkeit (Lahmeyer Hydroprojekt GmbH 2017, S. 39).

Im Bereich des Poignrings in Wolfratshausen wurde 1999 ein Baufeld mit mehreren Doppelhäusern errichtet. Diese werden mit Grundwasserwärmepumpen beheizt. Die Besonderheit liegt darin, dass als Wärmequelle ein gemeinsamer Grundwasser- und Schluckbrunnen benutzt wird.

Jede Wärmepumpe verfügt über eine eigene Förderpumpe inklusive Stromversorgung im Förderbrunnen. Somit ist gewährleistet, dass keine zusätzlichen Nebenkosten aufzuteilen und abzurechnen sind.

Prinzipiell wäre eine derartige Erschließung einer gemeinsamen Wärmequelle auch im Blumenviertel möglich. Die zu versorgenden Gebäude sollten in direkter räumlicher Nachbarschaft liegen, sodass der Aufwand für Hin- und Rückleitungen nicht zu hoch wird. Als Rohrmaterial können handelsübliche, nicht gedämmte Kunststoffleitungen für die Trinkwasserversorgung verwendet werden. Eine Einbringung vorrangig über Spülbohrungen verhindert unnötige Kosten zur Wiederherstellung von Oberflächen in Gärten und Grundstücken. Von Seiten der Stadtwerke Geretsried könnte geprüft werden, ob sie als Energiedienstleister die Brunnen und Zuleitungen errichten und betreiben.



## 5.3 Maßnahmen für Bürgerinnen und Bürger

Der Erfolg der Energiewende liegt nicht allein in der Hand der Stadt und der Akzeptanz für Großprojekte, jedoch kann die lokale Politik ihren Handlungsspielraum nutzen, um das Engagement der Bürgerinnen und Bürger zu aktivieren und zu fördern. Daher werden die im Folgenden beschriebenen Maßnahmen für eine breitenwirksame Energiewende empfohlen.

### 5.3.1 Energiekarawane Geretsried

Trotz hoher Energiepreise ist die erreichte Sanierungsquote bundesweit immer noch zu gering. Technisch-wirtschaftliche Sanierungspotenziale ganzer Straßenzüge liegen brach und die Klimaschutzziele im Bereich Gebäudesanierung werden nicht erreicht.

Angebote zur kostengünstigen Energieberatung gibt es bereits seit Jahren von der Verbraucherzentrale Bayern. Leider nehmen zu wenige Bürgerinnen und Bürger die Gelegenheit wahr, sich über Energiesparmaßnahmen zu informieren. Die Gründe dafür sind vielfältig: Der Aufwand für eine Sanierungsmaßnahme wird gescheut, weil damit Lärm, Schmutz und Stress einhergehen. Vielfach fehlen auch Informationen über die technisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen oder es mangelt an der Motivation, sich mit der Sanierung seines Hauses auseinanderzusetzen.

**Ein Lösungsansatz:** Die Energiekarawane.


Die Mehrheit der Bürger erreicht man nur durch persönliche Ansprache. Zu diesem Zweck wurde die Energiekarawane entwickelt und bereits in einigen Kommunen Deutschlands erfolgreich durchgeführt. Dabei wird über einen bestimmten Zeitraum in einem ausgewählten Quartier ein kostenloser Energiecheck angeboten. Für Wohnungseigentümer oder Mieter kann dies in Form einer Stromsparberatung stattfinden. Eigentümer von Ein- und Zweifamilienhäusern können mit einem sog. Gebäude-Check einen Überblick über mögliche Einspar- oder Sanierungsmaßnahmen erhalten.

Die Projektkosten werden zu 90 % vom Bundesministerium gefördert, die verbleibenden 10 % übernimmt die Stadt. Die Verbraucherzentrale stellt die Energieberater. Weitere organisatorische Unterstützung erhält die Stadt Geretsried vom Klimaschutzbeauftragten des Landkreises sowie der Energiewende Oberland.

Bei z.B. 100 Beratungen pro Kommune belaufen sich die Kosten für die Stadt auf 3.000 €. Des Weiteren sind eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit sowie anbieterneutrale Infoveranstaltungen erforderlich.

Alternativ zur Auswahl eines bestimmten Quartiers könnte eine festgelegte Anzahl an Energieberatungen pro Jahr für das gesamte Stadtgebiet festgelegt werden, welche finanziell durch die Stadt unterstützt werden. Durch die Ansprache aller Bürgerinnen und Bürger

hätte dieses Angebot eine breite Öffentlichkeitswirkung.



**Gebäudesanierung -  
verfahrensfreie  
Maßnahmen**

*Nach Art. 57 BayBO sind Bauvorhaben zur energetischen Sanierung, wie z.B. Maßnahmen zur nachträglichen Wärmedämmung an Außenwänden und Dächern, Abgasanlagen in und an Gebäuden und freistehende Abgasanlagen mit einer Höhe bis zu 10 m sowie alle sonstigen Anlagen der techn. Gebäudeausrüstung verfahrensfrei. Für Solaranlagen sind eine Genehmigung und bautechn. Nachweise erforderlich, wenn sie auf geneigten Dächern aufgeständert installiert werden oder geneigt aus der Fassade hervortreten und dabei mehr als ein Drittel der jew. Dach- oder Außenwandfläche einnehmen. Bauordnungsrechtliche Anforderungen nach Art. 6 BayBO sind weiterhin einzuhalten.*

Die Auswertung der Verbraucherzentrale über erzielte Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch bundesweit durchgeführte Energiechecks liefern im Durchschnitt pro Check folgende Ergebnisse:

- 56.039 kWh Energieeinsparung über die gesamte Lebensdauer durch umgesetzte Maßnahmen 2 Jahre nach dem Check
- 22 t CO<sub>2</sub>-Einsparung über die gesamte Lebensdauer durch umgesetzte Maßnahmen 2 Jahre nach dem Check
- 2.905 € Investitionen durch umgesetzte Maßnahmen 2 Jahre nach dem Check

### **5.3.2 Info-Kampagne für Bürgerinnen und Bürger**

Nicht alle Stadtgebiete besitzen die Voraussetzungen für die Erschließung durch ein Nahwärmenetz. Für diese Bereiche könnte die Stadt in Zusammenarbeit mit der Verbraucherzentrale quartiersweise Informationsveranstaltungen zu Energiethemen organisieren. Somit können die jeweiligen Besonderheiten der Quartiere berücksichtigt werden – beispielsweise ob es sich in dem Stadtteil hauptsächlich um vermieteten Wohnraum oder um Wohneigentum handelt oder welche Baualterstruktur vorherrscht. Ein weiterer Vorteil ist die breitenwirksame Öffentlichkeitsarbeit durch die gezielte Ansprache der Bewohnerinnen und Bewohner eines Viertels.

Dieses niederschwellige Angebot zur Energieberatung kann Eigentümern, Mietern sowie Vermietern einen Impuls geben, sich innerhalb des eigenen Handlungsspielraums aktiv an der Energiewende zu beteiligen.

Insgesamt wäre damit das gesamte Stadtgebiet durch Maßnahmen abgedeckt, die Energieeinsparung zum Ziel haben (Abbildung 5-12).



Abbildung 5-12: Verteilung der Maßnahmen zur Energieeffizienz über das Stadtgebiet.

### 5.3.3 Steckerfertige PV-Module

PV-Balkonmodule sind Photovoltaik-Module, die auf dem Balkon, im Garten, auf der Terrasse oder an der Fassade frei aufgestellt werden können. Sie werden über einen speziellen Stecker in die Haushaltssteckdose eingesteckt und erzeugen so unkompliziert Strom für den Eigenebedarf.



*Steckdosen-Solargeräte zur privaten Stromerzeugung bis 600 Watt können beim Netzbetreiber angemeldet werden. Geregelt wird dies durch die Norm VDE-AR-N 4105. Dabei ist zu beachten, dass sich der Stromzähler nicht rückwärts dreht. Abhilfe schaffen z.B. Stromzähler mit Rücklaufperre. Die Umrüstung erfolgt durch den Netzbetreiber.*

Vor allem für Mieter sind solche steckerfertigen PV-Module eine attraktive Möglichkeit eigenen Solarstrom zu produzieren. Das ermöglicht somit auch Personen ohne Wohneigentum ihren Teil zur Energiewende beizutragen. Aber auch in Fällen ungünstiger Dachausrichtung, Verschattung der Dachfläche oder nicht ausreichender Statik der Gebäude, können die Steckdosen-Module zumindest einen kleinen Beitrag zur erneuerbaren Stromerzeugung für den Eigenverbrauch leisten. Es wird kein Strom ins öffentliche Netz eingespeist, also auch keine EEG-Vergütung erstattet.

Folgende Anforderungen sind zu beachten:

Gesetzliche Anforderungen:

Technisches Regelwerk:

- Mitteilung an den Netzbetreiber zur technischen Abstimmung
- Anschluss nach Regeln der Technik des EnWG
- Anlagen bis 600 W: vereinfachtes Inbetriebsetzungsverfahren, wenn spezielle Energiesteckdose vorhanden und Voraussetzungen der Vornorm erfüllt (VDE V 0-100-551-1)

Messeinrichtungen:

- Verpflichtung zu Messungen der entnommenen Elektrizität mittels digitaler Zähler inklusive Rücklaufsperrung
- Anschlussnehmer ist verantwortlich, dass Mess- und Steuereinrichtungen zugänglich sind sowie für die Meldung von Beschädigung und Störungen von Mess- und Steuereinrichtungen an den Netz- & Messstellenbetreiber

Meldepflichten:

- Anmeldung und Prüfung beim Netzbetreiber.

### **5.3.4 Info-Kampagne für Vermieter: „Höhere Mieteinnahmen durch PV-Mieten“**

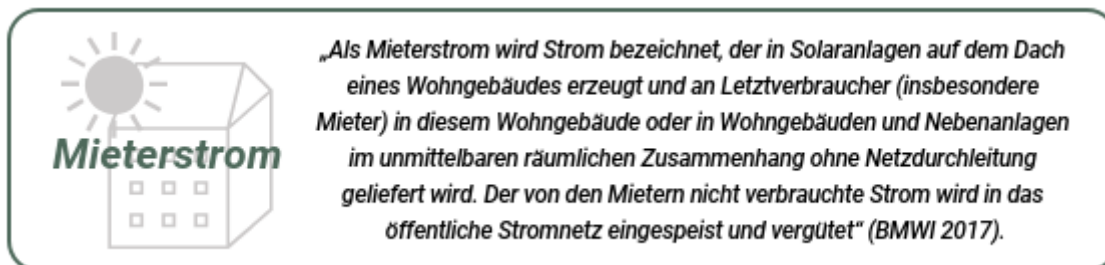
Als Eigenstromanlagen werden von der Bundesnetzagentur nur diejenigen PV-Anlagen eingestuft, deren Betreiber und Nutzer identisch sind. Der von der PV-Anlage erzeugte Strom zur Selbstversorgung kann so in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Anlage selbst verbraucht werden. Eine vom Gebäudeeigentümer errichtete Anlage kann nach derzeitiger Regelung als ganze Anlage vom Mieter zusätzlich zum Wohnraum gemietet und betrieben werden. So kann dieser den Solarstrom selbst nutzen und für den Rest des Stroms die Einspeisevergütung erlangen. Die Miete für die Nutzung der Anlage („PV-Miete“) wird auf der Grundlage des prognostizierten Ertrages und des Eigenverbrauchs ermittelt und verändert sich prinzipiell nicht. Der Mieter muss für die entsprechenden Anmeldungen bei der Bundesnetzagentur und beim Netzbetreiber sorgen sowie den verschiedenen Pflichten des EEG nachkommen. Intern kann er jedoch vom Vermieter unterstützt werden.

Bei Eigentümergemeinschaften ist die Zustimmung aller Eigentümer Voraussetzung, so dass die Umsetzung hier schwierig wird.

In der Praxis wird die Vermietung von PV-Anlagen an Mieter nur in Gebäuden realisierbar sein, die komplett im Eigentum eines Besitzers sind. Sinnvollerweise sollte diese

Konstellation jedoch nur gewählt werden, wenn die PV-Nutzung von beiden Seiten gewünscht und ein langfristiges Mietverhältnis angestrebt wird.

### 5.3.5 Mieterstrommodelle für Mehrfamilienhäuser



Im Stadtgebiet von Geretsried befinden sich zahlreiche Mehrfamilienhäuser, deren Dächer sich hervorragend für die Erzeugung von Solarstrom eignen. Die gesetzlichen Änderungen im EEG 2017 erlauben nun wirtschaftlich interessante Modelle zur Eigenstromversorgung dieser Wohngebäude. Der auf dem Dach eines Mehrfamilienhauses erzeugte Strom kann direkt an die Mieter weitergeleitet werden. Dazu ist zusätzlich zur Errichtung der PV-Anlage die Umstrukturierung des Zählerkonzepts erforderlich. Zwischen einen Summenzähler für die gesamte Wohnanlage und den Verbrauchszählern für die einzelnen Wohneinheiten wird dann Solarstrom eingespeist. Reicht die Menge aus, wird kein Netzstrom bezogen, Überkapazitäten werden eingespeist und vergütet. Besteht mehr Bedarf, wird zusätzlich zum Solarstrom über den Summenzähler Strom bezogen.

Gemeinsam mit Stromanbietern aus der Region besteht für Hauseigentümer hier die Möglichkeit, z.B. Mietern, Stromlieferverträge mit sehr attraktiven Konditionen anzubieten.

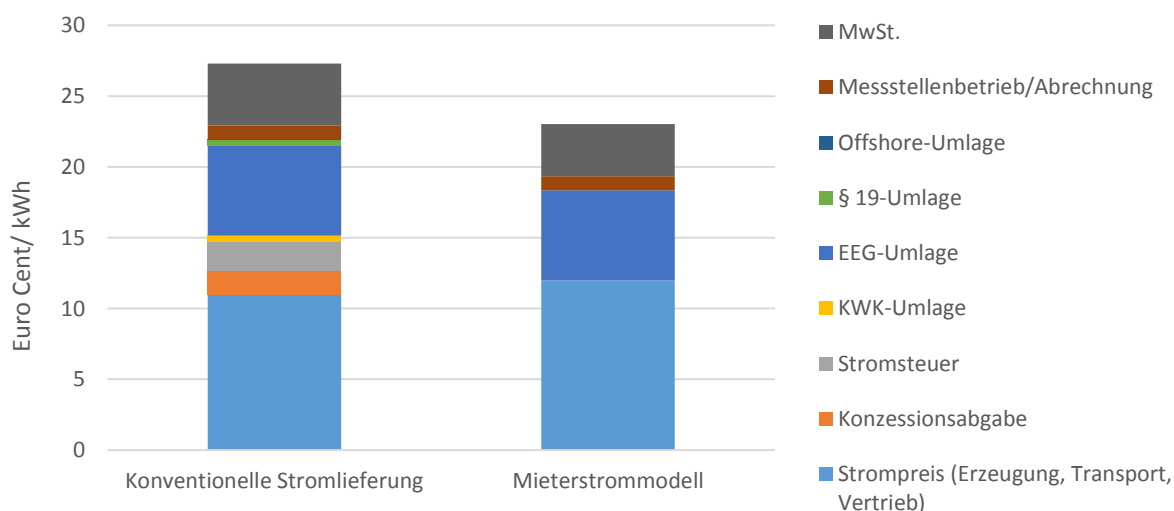


Abbildung 5-13: Konventionelle Stromlieferung vs. Mieterstrommodell.

Mit der oben aufgeführten Abbildung 5-13 wird deutlich, dass PV-Strom, der auf dem Dach eines Mehrfamilienhauses erzeugt wird, den Bewohnern günstiger zur Verfügung gestellt werden kann als herkömmlich bezogener Strom.

Das große Potenzial für PV-Anlagen im Bereich von Mehrfamilienhäusern in Geretsried ist beispielsweise für die Siebenbürger Straße in dem Ausschnitt aus dem Solarkataster in Abbildung 5-14 dargestellt. Weitere Mehrfamilienhäuser, welche sich hervorragend für den Einsatz eines Mieterstrommodells eignen könnten, befinden sich unter anderem in der Alpenstraße oder dem Aufeldweg in Gelting.



Abbildung 5-14: Ausschnitt aus dem Solarkataster des Landkreises ([www.solarkataster-toelz.de](http://www.solarkataster-toelz.de)).

## 5.4 Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Stadt

### 5.4.1 Zukünftige Neubaugebiete - Bauherrenstammtisch

Europaweit sollen ab dem Jahr 2021 nur noch sog. „Niedrigstenergiehäuser“ als Neubauten errichtet werden. Ein wichtiger Schritt erfolgte bereits mit der EnEV 2016, bei der die Ansprüche an die Energieeffizienz weiter verschärft wurden. Relativ schnell ändern sich die Vorschriften sowie die Förderkriterien dazu. Für Neubaugebiete wird daher dringend empfohlen, in der Planungsphase Interessenten einen „Bauherrenstammtisch“ anzubieten. Dabei können sowohl energetische Themen besprochen als auch Details des Bebauungsplans allgemein erläutert werden. Zudem lernen sich die zukünftigen Nachbarn frühzeitig kennen. Die Unterstützung durch einen unabhängigen Energieberater, Fachingenieur oder Bauphysiker ist wünschenswert.

### 5.4.2 Klimaschutz in der Bauleitplanung

Für jeden Neubau sollten die optimalen Voraussetzungen zur Erzeugung von Strom und Wärme vor Ort geschaffen werden. Beispielsweise ist der Ertrag einer Solarthermieanlage

für die Brauchwasserbereitstellung bei ungünstiger Ausrichtung und Dachneigung im Vergleich zur optimalen Disposition um 10-15 % geringer. Die Berücksichtigung von Klimaschutzbelangen ist deshalb auch eine Verantwortung der Bauleitplanung und wird z.B. im Baugesetzbuch (BauGB) sowie in der Baunutzungsverordnung (BauNVO) entsprechend hervorgehoben:

- **§1 Abs. 6 BauGB:** „Bei der Aufstellung der Bauleitpläne sind insbesondere zu berücksichtigen: **Nr.7 (f)** die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie. “
- Im **Flächennutzungsplan** können Flächen als Versorgungsflächen ausgewiesen werden und damit Standortentscheidungen für die Gewinnung von erneuerbaren Energien getroffen werden (**§5 Abs. 2 Nr. 2 BauGB**).
- Im **Bebauungsplan** können Gebiete festgesetzt werden, in denen bei der Errichtung von Gebäuden erneuerbare Energie (insbesondere Solarenergie) eingesetzt werden muss (**§9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB**).
- **§11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB** sieht ausdrücklich vor, dass Gemeinden **städtebauliche Verträge** schließen können, welche die Nutzung von Netzen und Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung sowie von Solaranlagen für die Wärme-, Kälte- und Elektrizitätsversorgung zum Gegenstand haben.
- Durch spezifische Festsetzungen im Bebauungsplan (z.B. zum Gebäudestandort, zur Gebäudeausrichtung, -höhe und -form) können Festsetzungen in der Baunutzungsverordnung maßgeblich zu einer **energetisch günstigen Bauweise** in der Kommune beitragen.

Im Rahmen des Projekts INOLA wurde vom Klimaschutzmanagement des Landkreises Miesbach in Zusammenarbeit mit der Energiewende Oberland und der LMU München der Leitfaden „Energieeffizienz und Klimaschutz in der Bauleitplanung“ erarbeitet. Dieser soll Verwaltungen, Bauämter und Bauherren als Entscheidungshilfe für eine energieeffiziente Bauleitplanung dienen. Er enthält zudem Ratschläge und Beispiele wie eine energiesparende Bauweise erreicht werden kann. Das Dokument kann unter folgendem Link abgerufen werden <https://inola-region.de/hp828/Leitfaden-zur-Energieeffizienten-Bauleitplanung.htm> (Halmbacher u. a. 2018).

### 5.4.3 PV-Anlagen auf pädagogischen Einrichtungen

Auf den städtischen Schulen und Kindergärten sind bereits zahlreiche PV-Anlagen installiert oder in Planung. Einrichtungen anderer Träger wie z.B. von Wohlfahrtsverbänden haben keine finanziellen Mittel, um in Solarmodule zu investieren. Bundesweit tätig ist der Verein „Solar für Kinder“. Ein Anbieter, der für Diözesen und Stiftungen usw. die bestmögliche Finanzierung ermittelt. Das Spektrum reicht dabei von Subventionen, Spenden und zinslosen Darlehen über Drittmittelfinanzierungen. Je nach Situation und Präferenz der

Einrichtung werden manchmal mehrere Optionen kombiniert. Größtenteils ist es möglich, die Schule kostenlos mit Solarstrom zu versorgen und in einigen Fällen können im Lauf der Zeit erhebliche finanzielle Einsparungen erzielt werden.

Zusätzlich zu dieser Dienstleistung möchte der Verein die Kinder so weit wie möglich in das Solarprojekt einbeziehen: Von der ersten Online-Analyse einer Schule über die erste Standortbegehung, das Langzeitmanagement des Systems bis hin zur Unterstützung der Schule in Bezug auf Energie- und Kohlenstoffkompetenz. Ähnliches gibt es in altersgemäßer Form auch für Kindergärten und Tagesstätten.

Diese Form der konkreten Umweltbildung könnte durch die Stadt Geretsried unterstützt werden, indem Sie Trägerverbände von nicht städtischen Kitas oder Schulen kontaktiert und über dieses Angebot informiert. Eine Wettbewerbsverzerrung ist hier nicht zu befürchten, da der Verein die Installation der Anlagen mit regionalen Firmen umsetzt.

#### **5.4.4 Gründung Energie-Effizienz-Netzwerk mit der Industriegemeinschaft Geretsried (IGG)**

Geretsried zeichnet sich in der Region durch seine leistungsfähige Wirtschaft aus. Mit über 50 Mitgliedsbetrieben spielt die Industriegemeinschaft Geretsried e.V. dabei eine wichtige Rolle für die Interessensvertretung und Vernetzung dieser Betriebe.

Die Gewerbe- und Industriebetriebe verbrauchen einen Großteil des Energiebedarfs in Geretsried. Ein hoher Energieverbrauch ist folglich mit hohen Kosten verbunden. Mit Einführung der Bepreisung fossiler Energieträger wie Heizöl oder Erdgas, werden zusätzliche finanzielle Belastungen entstehen. Ähnliches gilt für den Strombezug, welcher in den vergangenen Jahren durch Umlagen und Steuern erheblich teurer geworden ist. Energieeffizienz in Unternehmen wird somit in Zukunft ein entscheidender Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit sein. Nachhaltigkeitskriterien und Klimaschutz entwickeln sich zudem für eine immer größere Kundengruppe zum Auswahlkriterium. Insofern bergen die Unternehmen in Geretsried ein großes Potenzial zur Energieeinsparung.

Die Wirtschaftsförderung der Stadt könnte zusammen mit der IGG interessierte Unternehmen bei der Gründung eines Energie-Effizienznetzwerks, ähnlich dem Effizienznetzwerk der kommunalen Liegenschaften, unterstützen. Neben den finanziellen Einsparungen würde gleichzeitig der Wirtschaftsstandort Geretsried gestärkt werden.

Das bayerische Wirtschaftsministerium unterstützt hier mit der „Bayerischen EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative“ *Been-i*.

Vorteile für Unternehmen sind u.a.:

- Erfahrungsaustausch mit ähnlichen Unternehmen
- Vergleich von Verbrauchsdaten und Lastprofil



- Kostengünstige Energieberatung durch branchenspezifische Berater, bevorzugt durch Partner aus der Region
- Bessere Nutzung von Förderprogrammen
- Mit dem Logo der Netzwerkinitiative wird das Engagement beim Thema Energieeffizienz und Umweltschutz sichtbar

Ziel eines Energieeffizienz-Netzwerks ist es, durch einen regelmäßigen, moderierten und systematischen Erfahrungsaustausch, die möglichen Einsparpotenziale der einzelnen Unternehmen mit geringerem Aufwand als bei der singulären Energieberatung verfügbar zu machen und somit eine Senkung der Energiekosten zu erreichen. Die Anzahl der teilnehmenden Unternehmen beträgt idealerweise 5 - 8. Die Dauer der Zusammenarbeit erstreckt sich von 2 bis 4 Jahren. Ein jährliches Monitoring überprüft das Maß der Zielerreichung. Die erzielten Effizienz-Gewinne und CO<sub>2</sub>-Emissionsminderungen informieren über den Erfolg des Netzwerks.

Die Evaluierung bestehender Effizienznetzwerke ergab, dass mit dessen Unterstützung Energieeinsparungen von durchschnittlich 22 % erzielt wurden. Damit werden die Unternehmen gestärkt und durch das Engagement der Stadt bleibt der Wirtschaftsstandort langfristig attraktiv.

#### **5.4.5 Quartierskonzept zur energetischen Versorgung der Zentrumserweiterung Böhmwiese**

Bei der Planung des im Jahre 2019 fertiggestellten Gebäudekomplexes „Puls G“ am Karl-Lederer-Platz wurde bereit ein neues innovatives Energiekonzept realisiert. Die Wärmezeugung wird an Stelle mit herkömmlichen Heizkesseln über zwei große Blockheizkraftwerke (BHKW) sowie über Wärmepumpen sichergestellt. Zusätzlich wird die Abwärme von Kältemaschinen direkt im Gebäude genutzt. Die Stromerzeugung erfolgt neben den BHKWs mit einer großen PV-Anlage auf dem Gebäudedach.

Zum Ausgleich im Tageslastgang sowie bei unterschiedlichen saisonalen Anforderungen wurden eine Batteriespeicheranlage, Kälte- und Wärmespeicher installiert (Abbildung 5-15).

Mit der Erschließung der Böhmwiese zur Erweiterung des Stadtzentrums können ähnliche richtungsweisende Kombinationen eingesetzt werden. Die Herausforderungen dabei werden die Vernetzung innerhalb verschiedener Gebäude sowie der höchstwahrscheinlich stark steigende Bedarf an Ladestrom für E-Fahrzeuge sein. Bisher wurden Stromnetze lediglich nach maximal erforderlichen Anschlussleistungen dimensioniert. Jedem Verbraucher sollten zu jeder Zeit die aktuell gewünschten Leistungen zur Verfügung stehen.

Mit Einführung des EEGs vor 20 Jahren wurden regenerative und dezentrale Erzeugungsanlage in größerem Umfang unterstützt. Das Stromnetz steht dadurch je nach Ausbaugrad

vor zusätzlichen Herausforderungen. Des Weiteren würde eine bedarfsgesteuerte Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge zu kostenintensiven Ausbauten führen. Mit intelligentem Energiemanagement sowie flexiblen Speichertechnologien kann dem begegnet werden:

### **1) Einsatz von leistungsstarken Redox-Flow-Batterien**

Redox-Flow-Batterien basieren auf der Speicherung von Strom in Form von Flüssigkeiten, die in unterschiedlichen Oxidationsstufen gespeichert werden. Der Strom wird ähnlich wie bei der Brennstoffzelle an einer Membran produziert. Die Größe der Membran bestimmt die Leistung (kW), die Energie (kWh) hängt von der Tankgröße ab - der Menge der eingesetzten Flüssigkeit.

Die Firma Gildemeister entwickelte u.a. am Standort Geretsried einen derartigen Großspeicher in Größe eines 40 Fuß-Containers. Die Sparte wurde jedoch verkauft, auf dem Markt ist dieser Speicher unter dem Namen CellCube zu finden.

Die wesentlichen Vorteile gegenüber derzeit marktführenden Lithiumbatterien sind:

- Energie und Leistung können bei der Redox-Flow-Batterie unabhängig voneinander skaliert werden. Leistungsspitzen zur gleichzeitigen Beladung von mehreren E-Fahrzeugen können leichter bedient werden.
- Redox-Flow-Batterien benötigen zur Herstellung keine seltenen Rohstoffe wie z. B. Lithium. Das Vanadium für den gängigen Vanadium-Akkumulator gehört zu einem der häufigsten Elemente.
- Redox-Flow-Batterien sind feuersicher, weil eine unkontrollierte Erhitzung ausgeschlossen werden kann.
- Das Recycling ist im Vergleich zu Lithium-Ionen-Batterien unkomplizierter.

Der Nachteil ist, dass aufgrund einer geringeren Energiedichte die Batterien bisher größer und schwerer sind. Für den Einsatz in Elektroautos sind sie damit eher ungeeignet, im stationären Bereich ist dies leichter umsetzbar.

Weitere Anbieter entwickeln derzeit Produkte mit ähnlichen Zielen. Momentan ist der Einsatz im Stromnetz finanziell noch nicht attraktiv, da die bezogenen Strommengen auch bei Überangebot im Netz noch mit allen Umlagen und Steuern belastet sind. Gesetzliche Änderungen sind hier jedoch zu erwarten.

Vor allem mit dem Einsatz von Smart Metern sowie der Flexibilisierung der Strompreise könnte sich die Wirtschaftlichkeit derartiger Speicher ins Positive ändern.

### **2) Bidirektionales Laden**

Im Laufe seiner Lebensdauer steht ein Fahrzeug über 90 % der Zeit still. Daraus ergeben sich Möglichkeiten für einen netzdienlichen Betrieb. Zum einen könnten Stromspitzen infolge eines Überangebots an regenerativem Strom in den Fahrzeugbatterien des ruhenden Verkehrs eingelagert werden (V2G: Vehicle to Grid).

Ein am Wohnort geparktes Fahrzeug, das bei hohem regenerativem Stromangebot geladen wurde, könnte nachts oder bei Bedarfsspitzen mit diesem Strom Haushalte versorgen (V2H: – Vehicle to Home).

Momentan sind diese Systeme im Deutschen Stromnetz noch nicht zugelassen. Die Entwicklung geht jedoch eindeutig in Richtung herstellerübergreifender, Smart Meter-basierter und eichrechtskonformer E-Mobilitätslösung.

### 3) Gebäudeintegrierte Photovoltaik

Bisher wurden Anlagen zur solaren Stromerzeugung in der Regel auf Hausdächern installiert. Dies sorgt je nach Dachneigung für in Summe hohe Solarerträge. Bei einem optimalen Einstrahlwinkel von 90 ° steht oftmals im Sommer wesentlich mehr Strom zur Verfügung als im Gebäude benötigt wird, desgleichen gilt für das Stromnetz. Im Winter hingegen ist der Einstrahlwinkel ungünstig, Schnee oder Raureif verhindern den Stromertrag oftmals komplett. Mit weitgehend senkrechter Montage an geeigneten Fassaden kann vor allem im Winter der Solarertrag wesentlich gesteigert werden. Bei Aufstellung des Bebauungsplans sollte dies berücksichtigt werden.

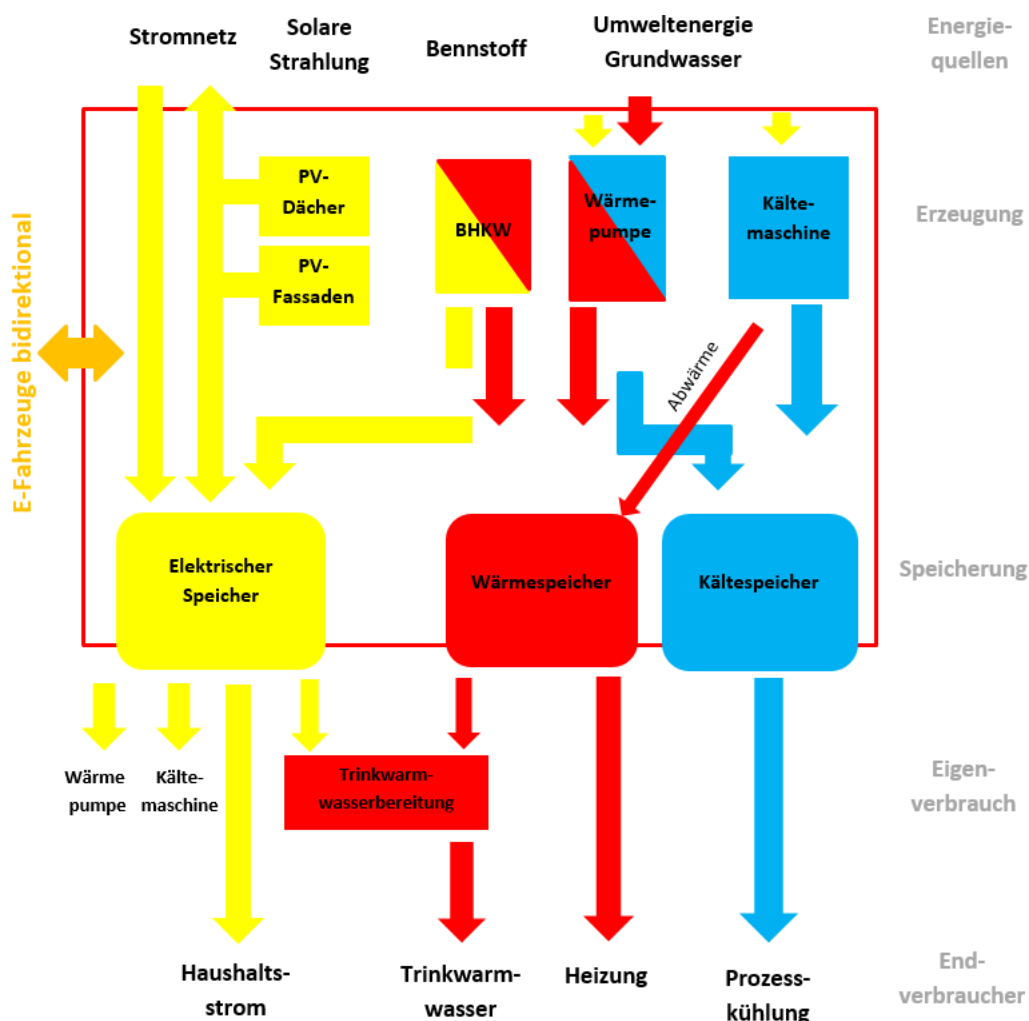


Abbildung 5-15: Prinzip der saisonalen Sektorkopplung (nach: Jensch 2019).

Sicherlich entwickeln sich die heute bekannten Technologien auf dem Energiemarkt schnell. Größere Projekte wie z.B. die Bebauung der Böhmwiese benötigen längere Planungszeiten. Dennoch sollte versucht werden, modernste Aspekte zu berücksichtigen und die regenerative Versorgung der Sektoren Wärme, Strom und Mobilität gleichermaßen im neuen Ortsteil zu planen.

#### **5.4.6 Photovoltaik an der neuen S-Bahntrasse**

In den kommenden Jahren wird die Verlängerung der S7 in die konkrete Planung gehen. Auch an dieser neuen Trasse können nach derzeitigem EEG PV-Freiflächen im Abstand von 110 m bis zu einer Größe von 750 kW fest vergütet werden. Bei der weiteren Planung sowie der Erstellung des Flächennutzungsplans sollte dies berücksichtigt werden. Dementsprechend ist zu prüfen, ob Flächeneigentümer daran interessiert sind.

Eventuell sind entlang der Trasse Maßnahmen zum Schallschutz erforderlich. Hier ergibt sich die Möglichkeit, diese Bauwerke mit PV-Modulen zu bestücken. Selbst in senkrecht eingebauter Lage ist der Solarertrag nur unwesentlich unter der optimalen Stromausbeute. Verwendet werden dabei neuartige Module mit sogenannter bifazialer Technik. Das bedeutet, dass von beiden Seiten des Moduls Lichteinstrahlung in PV-Strom umgewandelt werden kann.

## 5.5 Übersicht der Maßnahmen

Maßnahme für	Titel der Maßnahmen	Name der Liegenschaft	Kategorie	Umsetzbarkeit	Investitionskosten	Amortisierungsdauer	CO <sub>2</sub> -Einsparung	Primärenergie-Einsparung
<b>Kommunale Liegenschaften</b>	PV-Anlage	Feuerwehr Nord	Energieerzeugung regenerativ	Kurzfristig	13.400 €	7 Jahre	6,2 t/a	19 MWh/a
	PV-Anlage	AWO Kindergarten	Energieerzeugung regenerativ	Kurzfristig	13.860 €	8 Jahre	6,8 t/a	15 MWh/a
	PV-Anlagen	Gut Buchberg	Energieerzeugung regenerativ	Kurzfristig	Gesamt: 233.710 €	Mittel: 9 Jahre	Gesamt: 104 t/a	Gesamt: 137 MWh/a
	Fortführung KEM	Alle kommunalen Liegenschaften	Energieeffizienz/-einsparung	Kurzfristig				
<b>Stadtwerke Geretsried</b>		Neuer Platz	Energieerzeugung regenerativ	Mittelfristig			3.200 t/a	14.400 MWh/a
	Wärmeverbundnetze	Isardamm-Schule	Energieerzeugung regenerativ	Mittelfristig			700 t/a	2.700 MWh/a
		OT Stein	Energieerzeugung regenerativ	Mittelfristig			1.200 t/a	5.000 MWh/a
	Grundwasser-Wärmepumpen	Blumenviertel	Energieerzeugung regenerativ	Mittelfristig				
<b>Bürgerinnen und Bürger</b>	Energiekarawane			Kurzfristig				
	Info-Kampagne für BürgerInnen			Kurzfristig				
	Steckerfertige PV-Module			Kurzfristig				

	Info-Kampagne für VermieterInnen		Kurzfristig	
	Mieterstrommodelle für Mehrfamilienhäuser		Kurz-/ Mittelfristig	
<b>Sonstige Handlungsmöglichkeiten der Stadt</b>	Bauherrenstammtisch		Kurzfristig	
	Klimaschutz in der Bauleitplanung		Mittelfristig	
	PV-Anlagen auf pädagogischen Einrichtungen		Kurzfristig	
	Gründung Energieeffizienz-Netzwerk mit der IGG		Kurzfristig	
	Energetisches Quartierskonzept	Zentrumserweiterung Böhmwiese		Langfristig
	PV an der neuen S-Bahntrasse			Mittelfristig

## 6 Fördermittel und Finanzierung für Energieprojekte

Für die Sanierung von Privatgebäuden stehen attraktive Mittel, sowohl zur Komplettsanierung, als auch für Einzelmaßnahmen, zur Verfügung. Über die Hausbanken können Anträge für Zuschüsse und Kredite gestellt werden. Im Folgenden wird eine Auswahl von Programmen im Überblick dargestellt.

### 6.1 Verbraucherzentrale Bayern

Seit 2015 bietet die Verbraucherzentrale an sogenannten Beraterstützpunkten kostengünstige Energieberatungen an. Für den Beratungsstützpunkt Geretsried können Beratungstermine unter der Tel. 0800 809 802 400 vereinbart werden. Zusätzlich werden auch Energieberatungen im eigenen Haushalt angeboten. Nachfolgend eine Übersicht über die Kosten und Leistungen der Beratungsangebote (Verbraucherzentrale Energieberatung e.V., 2016):

Tabelle 6-1: Energieberatungsangebot der Verbraucherzentrale Bayern.

Leistung	Kosten	Bemerkung
Telefonische Beratung	Kostenfrei	Tel.: 0800 809 802 400
Online-Beratung	Kostenfrei	Onlineformular
Stationäre Beratung	Kostenfrei	Bad-Tölz, Garmisch-Partenkirchen, Geretsried, Miesbach, Murnau, Peiting, Penzberg, Weilheim
Basis-Check	Kostenfrei	Terminvereinbarung unter Tel. 0800 809 802 400
Gebäude-Check	30 Euro	
Heiz-Check	30 Euro	
Solarwärme-Check	30 Euro	
Detail-Check	30 Euro	
Eignungs-Check Solar	30 Euro	

### 6.2 PV-Speicher Programm

Seit August 2019 fördert der Freistaat Bayern mit einem neuen Programm die Installation von zusätzlichen PV-Anlagen, wenn sie mit einem Batteriespeicher ausgestattet werden. Förderfähig sind Anlagen in selbstgenutzten Ein – und Zweifamilienhäusern. Die Höhe der Förderung richtet sich nach den installierten Kapazitäten des Speichers und der Leistung der PV-Anlage:

Tabelle 6-2: Staffelung des Förderumfangs im PV-Speicher Programm.

<b>Nutzbare Kapazität Batteriespeicher und Leistung PV-Anlage</b>	<b>Förderung</b>
<b>3,0 bis 3,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 3,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	500 €
<b>4,0 bis 4,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 4,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	600 €
<b>5,0 bis 5,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 5,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	700 €
<b>6,0 bis 6,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 6,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	800 €
<b>7,0 bis 7,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 7,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	900 €
<b>8,0 bis 8,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 8,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	1.000 €
<b>9,0 bis 9,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 9,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	1.100 €
<b>10,0 bis 10,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 10,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	1.200 €
<b>11,0 bis 11,9 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 11,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	1.300 €
usw.	usw.
<b>ab 30,0 kWh</b> (Batteriespeicher) und $\geq 30,0 \text{ kW}_p$ (PV-Anlage)	3.200 €

Wird im Zuge dieser Maßnahmen auch eine Ladevorrichtung für E-Autos installiert, so ist ein weiterer Zuschuss von 200,- € möglich.

### 6.3 KfW-Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren – Kredite

Zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden bietet die KfW-Bank das Programm 151/152 Energieeffizient Sanieren für Häuser deren Bauantrag oder die Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurden, an. Förderfähig sind alle energetischen Maßnahmen, die zum KfW-Effizienzhaus-Standard führen. Einige Beispiele für förderfähige Einzelmaßnahmen sind:

- die Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen, Keller- und Geschossdecken
- die Erneuerung der Fenster und Außentüren
- die Erneuerung oder Optimierung der Heizungsanlage (sofern diese älter als 2 Jahre sind)
- die Erneuerung, der Einbau einer Lüftungsanlage
- Erstanschluss an Nah- oder Fernwärme

Damit diese Einzelmaßnahmen förderfähig sein können, müssen bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllt werden. Zusätzlich werden Baunebenkosten, Wiederherstellungskosten, Beratungs-, Planungs- und Baubegleitungsleistungen gefördert. Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder für energetische Einzelmaßnahmen ist dies zinsgünstig, da es unter dem Marktniveau liegt. Das KfW-Programm kann von jedem in Anspruch genommen werden, der Wohnraum energetisch saniert oder sanierten Wohnraum kaufen möchte (bei gesonderter Auflistung der energetischen Sanierungsmaßnahmen)



Umfang der Förderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bis 120.000 Euro für jede Wohneinheit beim KfW-Effizienzhaus oder 50.000 Euro bei Einzelmaßnahmen</i></li> <li>• <i>0,75 Prozent effektiver Jahreszins</i></li> </ul>
----------------------	---

Bei der Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder dem Kauf von saniertem Wohnraum beträgt der maximale Kreditbetrag 120.000 € (Kredit 151).

Bei energetischen Einzelmaßnahmen, die keinen KfW-Effizienzhaus-Standard anstreben, beträgt der maximale Kreditbeitrag 50.000 € (Kredit 152).

Tabelle 6-3: Umfang der Förderungen in den Förderprogrammen 151/152.

Maßnahme	Tilgungszuschuss	Tilgungszuschuss in Euro je Wohneinheit
KfW-Effizienzhaus 55	40%	Bis zu 48.000€
KfW-Effizienzhaus 70	35%	Bis zu 42.000€
KfW-Effizienzhaus 85	30%	Bis zu 36.000€
KfW-Effizienzhaus 100	27,5%	Bis zu 33.000€
KfW-Effizienzhaus 115	25%	Bis zu 30.000€
KfW-Effizienzhaus Denkmal	25%	Bis zu 30.000€
<b>Einzelmaßnahme</b>	20%	Bis zu 10.000€

Dieses KfW-Programm wird aus dem CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramm des Bundes finanziert.

#### 6.4 KfW-Programm 430 Energieeffizient Sanieren - Investitionszuschuss

Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder energetischen Einzelmaßnahmen tritt das Programm 430 Energieeffizient Sanieren-Investitionszuschuss in Kraft. Dieser Zuschuss fördert die energetische Sanierung von Wohngebäuden, für die der Bauantrag oder die Bauanzeige vor dem 01.02.2002 gestellt wurde. Es sind alle energetischen Maßnahmen förderfähig, die zum KfW-Effizienzhaus-Standard führen. Falls der KfW-Effizienzhaus-Standard nicht angestrebt wird, werden durch diesen Zuschuss auch Einzelmaßnahmen gefördert:

- Wärmedämmung von Wänden, Dachflächen, Keller- und Geschossdecken

- Erneuerung der Fenster und Außentüren
- Erneuerung oder Optimierung der Heizungsanlage
- Erneuerung oder Einbau einer Lüftungsanlage

Damit diese Einzelmaßnahmen förderfähig sind, müssen diese bestimmte technische Mindestanforderungen erfüllen. Zusätzlich werden Baunebenkosten, Wiederherstellungskosten und Beratungs-, Planungs- sowie Baubegleitungsleistungen gefördert. Wenn sanierter Wohnraum gekauft wird, können die Kosten der energetischen Sanierung gefördert werden, vorausgesetzt diese sind gesondert (z.B. im Kaufvertrag) ausgewiesen. Das Programm richtet sich an private Eigentümer, die Wohnraum energetisch sanieren oder sanierten Wohnraum kaufen (bei gesonderter Auflistung der energetischen Sanierungsmaßnahmen. Eine flexible Kombination mit anderen Fördermitteln ist möglich.

Die förderfähigen Investitionskosten für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus betragen max. 120.000€.

Die förderfähigen Investitionskosten für Einzelmaßnahmen betragen max. 50.000 €.

Tabelle 6-4: Umfang der Förderungen im Förderprogramm 430.

Maßnahme	Investitionszuschuss	Geförderte Kosten je
		Wohneinheit
KfW-Effizienzhaus 55	40%	Max. 48.000€
KfW-Effizienzhaus 70	35%	Max. 42.000€
KfW-Effizienzhaus 85	30%	Max. 36.000€
KfW-Effizienzhaus 100	27,5%	Max. 33.000€
KfW-Effizienzhaus 115	25%	Max. 30.000€
KfW-Effizienzhaus Denkmal	25%	Max. 30.000€
Einzelmaßnahme	20%	Max. 10.000€

## 6.5 Programme für Unternehmen

Im gewerblichen Bereich gelten andere Förderprogramme. Für die Förderung von Energieeffizienz und Umweltschutz gibt es folgende Energieeffizienzprogramme:

- **Energieeffizient Bauen und Sanieren (KfW-Programm 276)**

Das Programm ist bei Vorhaben innerhalb von Deutschland offen für Unternehmen oder Freiberufler mit Sitz im In- und Ausland oder für Contracting-Geber, die Energiedienstleistungen an gewerblichen Gebäuden erbringen.

KfW-Programm 276	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kreditbetrag: Bis zu 25 Mio. € pro Vorhaben und bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten</i></li> </ul>
---------------------	--

Die Höhe des Tilgungszuschuss ergibt sich aus dem Prozentsatz des Zusagebetrags und einem Höchstbetrag pro Quadratmeter Nettogrundfläche.

Tabelle 6-5: Umfang der Förderungen im Programm 276 für Sanierungsmaßnahmen.

Sanierung	Prozentsatz des Zusagebetrags	Höchstbetrag pro m <sup>2</sup>
KfW-Effizienzhaus 70	27,5%	Max. 275€
KfW-Effizienzhaus 100	20%	Max. 200€
KfW-Effizienzhaus Denkmal	17,5%	Max. 175€
Einzelmaßnahme	20%	Max. 200€

Tabelle 6-6: Umfang der Förderungen im Programm 276 für Neubauten.

Neubau	Prozentsatz des Zusagebetrags	Höchstbetrag pro m <sup>2</sup>
KfW-Effizienzhaus 55	5%	Max. 50€
KfW-Effizienzhaus 70	Es wird nur ein zinsverbilligter Kredit gewährt	

• **Zuschuss Brennstoffzelle (KfW-Programm 433)**

Das Förderprogramm 433 unterstützt die Einführung der Brennstoffzellentechnologie zur Wärme- und Stromversorgung von neuen und bestehenden Gebäuden.

KfW-Programm 433	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Der Zuschuss setzt sich aus einem Festbetrag von 5.700€ + einem leistungsabhängigen Betrag von 450€ je angefangene 0,1 kW<sub>el</sub> zusammen</i></li> <li>• <i>Zuschuss max. 40% der förderfähigen Kosten</i></li> </ul>
---------------------	---

Förderfähige Kosten sind die Kosten für das Brennstoffzellensystem, dessen Einbau, die Vollwartungskosten in den ersten 10 Jahren und die Kosten für die Leistungen des Experten für Energieeffizienz.

- **Produktionsanlagen/-prozesse (KfW-Programm 292)**

Das Förderprogramm 292 unterstützt Energieeffizienzmaßnahmen im Bereich der Anlagenproduktion und -prozessen. Das Programm ist bei Vorhaben innerhalb von Deutschland offen für Unternehmen mit Sitz im In- und Ausland, bei Vorhaben im Ausland für Unternehmen mit Sitz in Deutschland, deren Tochtergesellschaften oder Joint Ventures mit hoher deutscher Beteiligung.

KfW-Programm  
292

*Kreditbetrag: Bis zu 25 Mio. € pro Vorhaben und bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten.*

- **Energieeffizienz in der Wirtschaft: KfW-Programm 295 bzw. BAFA-Zuschuss**

Zu den gleichen Förderbedingungen stellt die KfW-Bank einen Kredit bzw. das BAFA einen Investitionskostenzuschuss zur Verfügung.

Das Programm umfasst vier Module:

- Modul 1: Querschnittstechnologien
- Modul 2: Prozesswärme aus erneuerbaren Energien
- Modul 3: Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Sensorik und Energiemanagement-Software
- Modul 4: Energiebezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen

Das Förderprogramm 295 bzw. der BAFA-Zuschuss ist offen für Unternehmen aller Branchen und Größen mit einem Standort in Deutschland. Eine Kombination des Kredits mit Tilgungszuschuss und Investitionszuschuss für die gleiche Maßnahme ist nicht möglich.

Über die verschiedenen Förderprogramme hinaus besteht die Möglichkeit der Förderung von Energiemanagementsystemen:

- Initialberatung: Vor-Ort-Besichtigung und auf Basis einer Analyse vorhandener energietechnischer Daten
- Detailberatung: Energieanalyse des Betriebs mit konkretem Maßnahmenplan

KfW-Programm 295  
bzw. BAFA-Zuschuss:  
Umfang der Förderung

*KfW-Programm 295:*

- *Kreditbetrag: Bis zu 25 Mio. € pro Vorhaben und bis zu 100 % der förderfähigen Investitionskosten*
- *Tilgungszuschuss bis zu 40 %, Modul 2: bis zu 55 %*

*BAFA-Zuschuss:*

- *Höhe der Förderung: max. 10 Mio. €, Modul 1: max. 200.000 €*
- *Förderquote: Bis zu 40 % der förderfähigen Investitionen, Modul 2: bis zu 55 % der förderfähigen Investitionen*

## 6.6 BAFA-Zuschuss für erneuerbare Energien (Marktanreizprogramm)

Die Zuschüsse für regenerative Heizsysteme können beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle beantragt werden. Es werden Installationen von umweltschonenden Heizungssystemen auf Basis nachwachsender Rohstoffe gefördert. Zu beachten ist, dass die Antragstellung vor dem Vorhabenbeginn (vor Abschluss eines Lieferungs- oder Leistungsvertrages) erfolgen muss. Ab dem 01.01.2020 tritt die geänderte Richtlinie in Kraft. Für vorher beantragte Maßnahmen und bereits bewilligte Anträge gelten die Bestimmungen der Förderrichtlinie vom 11.03.2015

Austauschprämie für  
Ölheizungen

*Beim Austausch einer Ölheizung gegen eine förderfähige Hybridheizung, Biomasseanlage oder Wärmepumpenanlage wird der gewährte Fördersatz um 10 Prozentpunkte erhöht. Damit beträgt dann die Förderung von Heizungen, die ausschließlich erneuerbare Energien nutzen, 45% und für Erdgas-Hybridheizungen 40%.*

### 6.6.1 Biomasse-Anlagen

Mit Investitionszuschüssen werden effiziente und emissionsarme Biomasseanlagen gefördert. Gegenstand der Förderung ist die Errichtung oder Erweiterung von Biomasseanlagen für die thermische Nutzung von mindestens 5 kW Nennwärmeleistung. Die Installation bei bestehenden Gebäuden, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb haben, wird mit bis zu **35 %** der förderfähigen Kosten unterstützt. Beim Austausch einer Ölheizung bis zu **45 %**.

Bei Neubauten werden Biomasseanlagen mit **35%** der förderfähigen Kosten gefördert, wenn sie die entsprechenden technischen Mindestanforderungen erfüllen.

Förderfähige Biomasseanlagen sind:

- Kessel zur Verbrennung von Biomassepellets und –hackschnitzeln
- Pelletöfen mit Wassertasche
- Kombinationskessel zur Verbrennung von Biomassepellets bzw. Hackschnitzeln und Scheitholz
- besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel

### 6.6.2 Solarkollektoranlagen (thermisch)

Das BAFA bezuschusst Investitionen in thermische Solarkollektoranlagen. Die Förderung beinhaltet die Errichtung oder Erweiterung von Solarkollektoranlagen zur thermischen Nutzung, wenn sie überwiegend der Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung, der Kälteerzeugung oder der Zuführung der Wärme/Kälte in ein Wärme- oder Kältenetz dienen. Bei bestehenden Gebäuden, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb haben, beträgt die Förderung bis zu **30%** der förderfähigen Kosten. Flachkollektoren müssen hierbei eine Bruttokollektorfläche von mindestens 9 m<sup>2</sup> oder mehr haben und der dazu gehörende Pufferspeicher ein Volumen von 40 l/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche. Vakuumröhren- oder Vakuumflachkollektoren müssen eine Bruttokollektorfläche von mindestens 7 m<sup>2</sup> oder mehr haben und der dazu gehörende Pufferspeicher ein Volumen von 50 l/m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche. Für Luftkollektoren gibt es keine Mindestanforderungen. Anlagen ausschließlich zur Warmwasserbereitung müssen mindestens eine Bruttokollektorfläche von 3 m<sup>2</sup> und ein Puffervolumen von mindestens 200 l aufweisen.

In Neubauten beträgt die Förderung **30%** der förderfähigen Kosten, wenn sie die entsprechenden technischen Mindestanforderungen erfüllen. Die Bruttokollektorfläche muss mindestens 20 m<sup>2</sup> und das Puffervolumen wie oben beschrieben entsprechend der Kollektorart betragen. Wohngebäude müssen aus mindestens drei Wohneinheiten bestehen, Nichtwohngebäude müssen mindestens 500 m<sup>2</sup> beheizte Nutzfläche aufweisen oder es handelt sich um ein Solaraktivhaus, dessen solarer Deckungsgrad bei mindestens 50 % liegt.

### 6.6.3 Wärmepumpen (bis 100 kW Nennwärmeleistung)

Gegenstand der Förderung ist die Errichtung von effizienten Wärmepumpenanlagen einschließlich der Nachrüstung bivalenter Systeme, wenn sie überwiegend der Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung von Gebäuden oder der Zuführung der Wärme in ein Wärmenetz dienen. Bei Bestandsgebäuden, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb haben, beträgt die Förderung bis zu **35%** der förderfähigen Kosten. Beim Austausch einer Ölheizung bis zu **45 %**.

In Neubauten werden die Anlagen mit **35%** der förderfähigen Kosten gefördert, sofern sie die entsprechenden Mindestanforderungen erfüllen.

#### **6.6.4 Gas-Hybridheizungen**

Gegenstand der Förderung ist die Errichtung von Hybridheizungen, die mehrere Anlagen kombinieren und mit deren Inbetriebnahme Wärme aus erneuerbarer Energie nutzen. Die Förderung bezieht sich auf eine Installation in bestehenden Gebäuden, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb haben

**EE-Hybridheizungen** kombinieren ausschließlich Technologie-Komponenten zur thermischen Nutzung erneuerbarer Energien (Solar, Biomasse oder Wärmepumpen) über eine gemeinsame Steuerungs- und Regelungstechnik. Die technischen Voraussetzungen für die Förderung ergeben sich aus den technischen Voraussetzungen der einzelnen Komponenten. Hierbei beträgt die Förderung bis zu **35 %**, beim Austausch einer Ölheizung bis zu **45 %** der förderfähigen Kosten.

**Gas-Hybridheizungen** kombinieren eine neue Gasheizung mit einem oder mehreren Technologie-Komponenten zur thermischen Nutzung erneuerbarer Energien (Solar, Biomasse oder Wärmepumpe) über eine gemeinsame Steuer- und Regelungstechnik. Hierbei beträgt die Förderung bis zu **30 %** der förderfähigen Kosten. Beim Austausch einer Ölheizung beträgt die Förderung bis zu **40 %** der förderfähigen Kosten.

Technische Voraussetzungen für die Förderung sind u.a.:

- eine jahreszeitbedingte Raumheizungseffizienz (ETA S) von mind. 92%
- eine hybridfähige Steuerungs- und Regelungstechnik
- der regenerative Wärmeerzeuger muss mind. 25 % der Heizlast bedienen
- ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage

#### **6.6.5 „Renewable Ready“ Gas-Brennwertheizungen**

Gegenstand der Förderung sind „Renewable Ready“ Gas-Brennwertheizungen, die spätestens 2 Jahre nach der Inbetriebnahme zusätzlich Wärme aus erneuerbaren Energien nutzen. Die Förderung bezieht sich auf die Installation einer Gas-Hybridheizung bei der zunächst nur ein neuer Gasbrennwertkessel installiert wird und erst später die thermische Nutzung erneuerbarer Energien realisiert wird. Voraussetzung ist die Installation einer hybridfähigen Steuerungs- und Regelungstechnik für den künftigen erneuerbaren Teil des Heizsystems. Diese Förderung bezieht sich nur auf bestehende Gebäude, die zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits seit mehr als 2 Jahren ein Heizungs- bzw. Kühlsystem in Betrieb haben.

Weitere technische Voraussetzungen für die Förderung:

- der Maßnahme liegt das Konzept für die geplante Gas-Hybridheizung, die alle Technischen Voraussetzungen erfüllt, zu Grunde
- eine jahreszeitbedingte Raumheizungseffizienz (ETA S) von mindestens 92%
- eine hybridfähige Steuerungs- und Regelungstechnik
- Nachweis der Umwandlung in eine Gas-Hybridheizung innerhalb von 2 Jahren
- ein Speicher für die künftige Einbindung des erneuerbaren Wärmeerzeugers (Ausnahmsweise kann in Nichtwohngebäuden auf einen Speicher verzichtet werden, wenn Biogas zu einem Anteil von mehr als 55% dauerhaft über die Mindestnutzungsdauer der Anlage eingesetzt wird)
- hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage

Die Förderung beträgt bis zu **20%** der förderfähigen Kosten.

## 6.7 BAFA Impulsprogramm Mini-KWK-Anlagen (BAFA)

Durch die KWK-Richtlinie 2004/8/EG werden BHKWs bis 20 kW elektrischer Leistung gefördert. Nach diesem Förderprogramm können neue BHKWs bis 20 kW<sub>el</sub> in bestehenden Gebäuden einen einmaligen Investitionszuschuss erhalten, dieser ist nach der elektrischen Leistung der Anlage gestaffelt. Förderfähig sind die Neuerrichtungen von strom- und wärme-führbarer Mini-KWK-Anlagen in Bestandsbauten. Für diese gelten folgende Richtlinien:

- Gelistet auf der Liste der förderfähigen Mini-KWK-Anlagen der BAFA
- Betreut über einen Wartungsvertrag
- Nicht in Gebieten mit einem Anschluss- und Benutzungsangebot für Fernwärme
- Es existiert ein Wärmespeicher mit einem Speichervolumen von 60 Liter Wasser pro kW thermischer Leistung, wobei ein Speichervolumen von maximal 1.600 Liter ausreicht
- Installation eines Stromzählers für den KWK-Strom
- Sofern die Mini-KWK-Anlagen mehr als 10 kW elektrische Leistung aufweisen, müssen sie auf die Signale des Strommarktes reagieren können.

Die Fördersätze der Basisförderung je installierter kW<sub>el</sub> für die jeweiligen Leistungsbereiche sind wie folgt festgesetzt:

Tabelle 6-7: Basisförderung bei Mini-KWK-Anlagen.

<i>Leistung Minimum [kW<sub>el</sub>]</i>	<i>Leistungsmaximum [kW<sub>el</sub>.]</i>	<i>Förderbetrag € je kW<sub>el</sub> kumuliert über Leistungsstufen</i>
>0	<=1	1.900
>1	<=4	300
>4	<=10	100
>10	<=20	10



Die Laufzeit des Förderprogramms ist bis 31.12.2020 begrenzt. Ab 01.01.2021 können keine neuen Förderanträge mehr gestellt werden.

### **Bonusförderung Stromeffizienz:**

Bei Erfüllung der Anforderungen der Bonusförderung Stromeffizienz (hoher elektrischer Wirkungsgrad) wird zusätzlich zur Basisförderung ein Bonus in Höhe von 60 % der Basisförderung gewährt.

### **Bonusförderung Wärmeeffizienz:**

Diese soll zum verstärkten Einsatz von Brennwertwärmetauschern in Mini-KWK-Anlagen beitragen. Besonders sinnvoll ist der Einsatz von Brennwerttechnik in hydraulisch abgeglichenen Heizungssystemen. Für Anlagen, welche:

- Einen serienmäßigen oder nachgerüsteten Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung aufweisen
- Die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs für Heizungssysteme nachweisen.

Bei Erfüllung der Anforderungen der Bonusförderung Wärmeeffizienz wird zusätzlich zur Basisförderung ein Bonus in Höhe von 25 % der Basisförderung gewährt. Die Bonusförderungen können nur zusätzlich zur Basisförderung für neue KWK-Anlagen in Anspruch genommen werden.

## **6.8 BAFA Heizungsoptimierung**

Seit 1. August 2016 wird die Optimierung von bestehenden Wärmeverteilungen mit einem Zuschuss von 30% gefördert (BAFA 2016). Es werden Leistungen im Zusammenhang mit der Erneuerung von Heizkreis-, Warmwasser- und Zirkulationspumpen sowie der hydraulische Abgleich gefördert. Die Förderobergrenze liegt bei 25.000 Euro. Förderberechtigt sind sowohl juristische als auch Privatpersonen, Gewerbebetriebe und kommunale Träger.

## **6.9 Kommunale Förderprogramme des Landkreises**

Der Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen will seine Kommunen bei der Realisierung von Maßnahmen unterstützen, die unmittelbar der lokalen Energiewende oder dem Klimaschutz im Allgemeinen zu Gute kommen.

Kontakt

*Landratsamt Bad Tölz-Wolfratshausen SG 15 –  
Energie und Klimaschutz*

*Andreas Süß, Telefon: 08041/ 505-632, Telefax:  
08041/ 505-358, klimaschutz@lra-toelz.de*

### 6.9.1 Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für kommunale PV-Anlagen

Die Richtlinie des Landkreises Bad Tölz-Wolfratshausen zur Förderung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für kommunale PV-Aufdach-Anlagen ist Teil des Aktionsplans zur Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts Bad Tölz-Wolfratshausen. Gefördert wird die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen für PV-Anlagen auf ausgewählten Dachflächen kommunaler Liegenschaften. Gutachten, welche die statische Eignung kommunaler Dachflächen zur Errichtung von PV-Anlagen untersuchen, sind ebenfalls im Rahmen dieser Förderrichtlinie förderbar. Gegenstand der Förderung ist das jeweils in Auftrag gegebene Gutachten. Die Förderung erfolgt als nicht rückzahlbarer Zuschuss an die sich bewerbenden Kommunen vorbehaltlich der Einhaltung der Zuwendungsvoraussetzungen. Die Höhe des Zuschusses beträgt pro Gutachten 500 €, also z.B. je 500 € für die Statikprüfung und die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung für eine kommunale PV-Anlage.

### 6.9.2 Förderung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen

Gerade kleinere kommunale Klimaschutzmaßnahmen, wie sie z.B. im Rahmen von kommunalen Energienutzungsplänen erarbeitet werden, sind unter Umständen nicht förderfähig oder der Aufwand zur Mittelbeantragung steht in keinem Verhältnis zur Förderhöhe (z.B. Bauherrenstammtisch).

Mit der Richtlinie zur Förderung kommunaler Klimaschutzmaßnahmen durch den Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen wird die Umsetzung von Maßnahmen gefördert, die dazu beitragen Klimaschutzziele in den Kommunen zu verwirklichen. Der Landkreis unterstützt dabei insbesondere kleinere Maßnahmen, die nicht durch übergeordnete Förderprogramme bezuschusst werden. Die Höhe des Zuschusses für die Umsetzung der eingereichten Maßnahme beträgt 50 % der zuwendungsfähigen Ausgaben, maximal aber 2.500,- €. Die Inanspruchnahme dieser Förderung bietet sich insofern z.B. für folgende Maßnahmen rund um den Themenkomplex Energie und Klimaschutz an:

Schaffung von kommunalen Schulungs- und Informationsangeboten

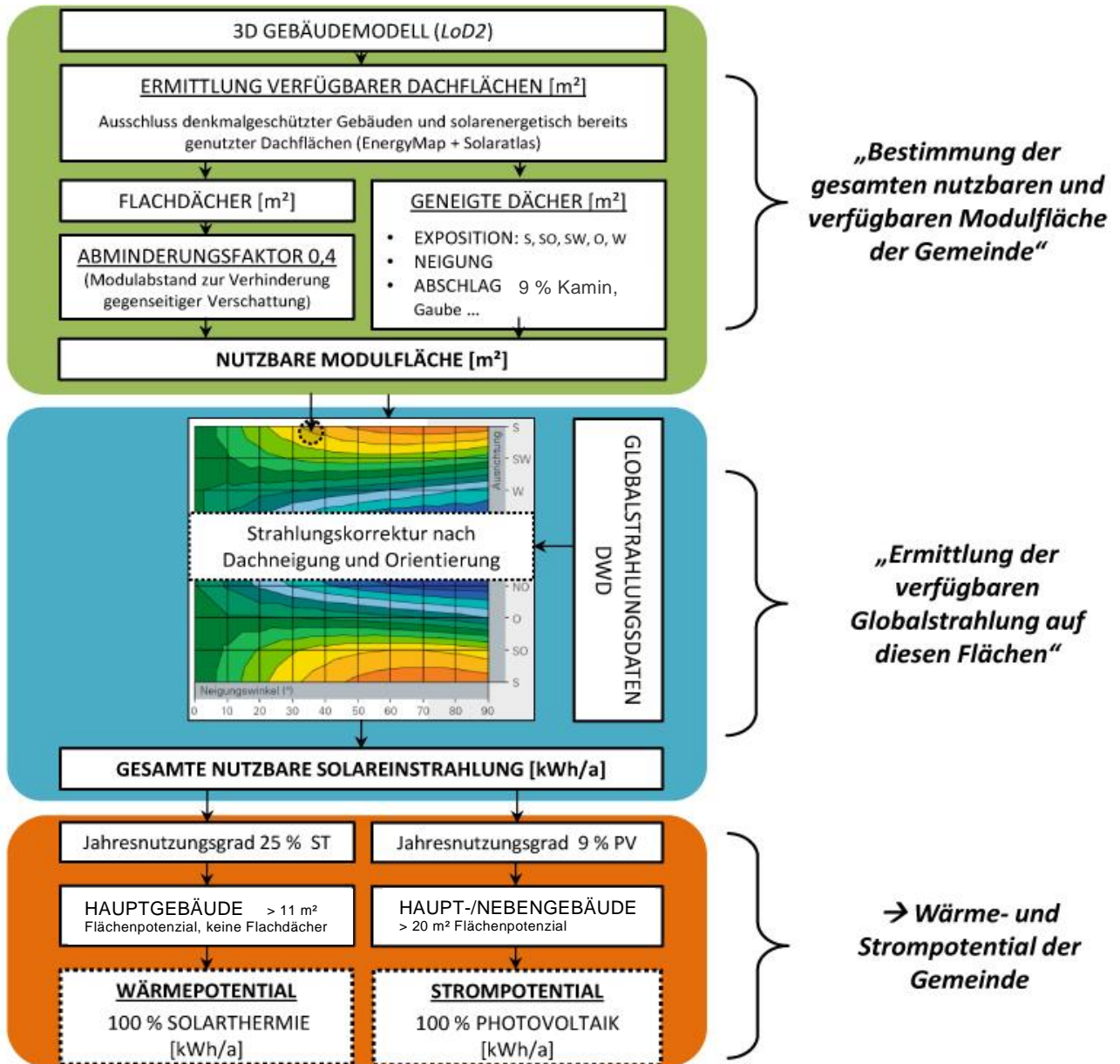
Förderung von Bürgerbeteiligungsprozessen

Schaffung von Anreizprogrammen

Durchführung von Machbarkeitsstudien

## 7 Anhang

Anhang 1: Durchgeführte Arbeitsschritte zur Ermittlung des solarenergetischen Potenzials in der Stadt Geretsried.



Anhang 2: Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach VDI 2067 mit PVSol: Parameter (Fraunhofer ISE, 2017).

<b>Parameter</b>	<b>Wert</b>
<b>Anfangsdegradation</b>	2 % zzgl. jährliche Degradation 0,5 %
<b>Optimale Ausrichtung der Fläche</b>	Süd 30°
<b>Performance Ratio</b>	je nach Verschattung vom Tool berechnet
<b>Jährliche Kosten</b>	1 % des Systemanlagenpreises
<b>Nutzungsdauer</b>	20 Jahre
<b>Inflationsrate/Preissteigerungen</b>	2 %
<b>nominaler kalkulatorischer Zinssatz</b>	3 %
<b>Strombezugspreis</b>	Arbeitspreis: 0,22 €/kWh, Grundpreis: 6,90 €/Monat
<b>EEG-Vergütung</b>	0,1231 €/kWh (< 10 kW <sub>p</sub> ), 0,1187 €/kWh (> 10 kW)
<b>Zeitpunkt der Inbetriebnahme</b>	01.10.2018
<b>Systemkosten</b>	1.300 – 1.500 €/kW <sub>p</sub>

## 8 Literaturverzeichnis

---

- Agentur für Erneuerbare Energien** (2013): *Studienvergleich: Entwicklung der Volllaststunden von Kraftwerken in Deutschland*.
- BAFA** (2016): „Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich (Zuschuss)“. Abgerufen am 02.11.2017 von <http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Redaktion/DE/Publikation/2016/flyer-bringen-sie-ihre-heizung-auf-den-neuesten-stand.html>.
- BAFA** (2018): „Heizen mit erneuerbaren Energie - Basis- und Zusatzförderung Solarthermie“.
- Bayernwerk AG** (2019a): *Netzabsatzdaten*.
- Bayernwerk AG** (2019b): *Netzeinspeisedaten*.
- BDEW** (2015): *Grundlagenpapier Primärenergiefaktoren*.
- Biogas Forum Bayern** (2017): „Plattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern“. Abgerufen am 23.03.2017 von <http://www.biogas-forum-bayern.de>.
- BLfD** (2019): „Denkmaldatenbank“.
- BMW** (2018): „Energie-Atlas Bayern“. Abgerufen am von <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/>
- BSW** (2018): „Solaratlas“. Abgerufen am 27.09.2019 von <http://www.solaratlas.de>.
- dena** (2015): *Energiesparen und Energieeffizienz im Haushalt*.
- DGS** (2015): *Anlagenstammdaten*.
- DWD** (2017): „German global radiation grids“. Abgerufen am 19.10.2017 von [ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/grids\\_germany/annual/radiation\\_global/](ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/grids_germany/annual/radiation_global/).
- DWD** (2018): „Klimadaten“. Abgerufen am 06.09.2018 von <ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/>.
- Eclareon GmbH** (2016): „Biomasseatlas“. Abgerufen am 18.01.2019 von <http://www.biomasseatlas.de/>.
- EEG** (2017): *Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 22. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3106) geändert worden ist*.
- FNR** (2014): *Basisdaten Bioenergie Deutschland 2014*. Rostock.
- Friedlingstein, Pierre; Andrew, Robbie M; Rogelj, Joeri; u. a.** (2014): „Persistent growth of CO<sub>2</sub> emissions and implications for reaching climate targets“. In: *Nature geoscience*. Nature Publishing Group 7 (10), S. 709.

**Hähnlein, Stefanie; Blum, Philipp; Bayer, Peter** (2011): „Oberflächennahe Geothermie - aktuelle rechtliche Situation in Deutschland“. In: *Grundwasser*. 16 (2), S. 69–75, doi: 10.1007/s00767-011-0162-0.

**Halmbacher, Veronika; Mayer, Bernhard; Deingruber, Stefan; u. a.** (2018): *Energieeffizienz und Klimaschutz in der Bauleitplanung*.

**Hofer, Veronika; Süß, Andreas; Prasch, Monika; u. a.** (2016): *Potenzialanalyse für Energien der Region „Energiewende Oberland“*.

**Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung** (2010): *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien*.

**Jensch, Prof. Dr. Werner** (2019): „+EQ-NET“. Abgerufen am 18.12.2019 von [https://www.hm.edu/allgemein/forschung\\_entwicklung/forschungsprojekte/projekt\\_details/jensch/uebersichts\\_\\_\\_startseite\\_variante\\_86.de.html](https://www.hm.edu/allgemein/forschung_entwicklung/forschungsprojekte/projekt_details/jensch/uebersichts___startseite_variante_86.de.html).

**kea** (2016): „CO2-Emissionsfaktoren“. Abgerufen am 18.06.2019 von <http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/>.

**Lahmeyer Hydroprojekt GmbH** (2017): *Grundwasserströmungsmodell Geretsried Nord*.

**LfStat** (2017): „Bevölkerungsvorausberechnungen-Demographiespiegel (Gemeinde, Bevölkerung, Geschlecht, Stichtage)“. Abgerufen am 26.03.2018 von <https://www.statistikdaten.bayern.de>.

**LfStat** (2018a): „Fläche: Gemeinde, Fläche (ALKIS), Art der tatsächlichen Nutzung (6) , Jahre“. Abgerufen am 24.08.2018 von <https://www.statistikdaten.bayern.de>.

**LfStat** (2018b): „Fortschreibung des Bevölkerungsstandes (Bevölkerung: Gemeinden, Stichtage)“. Abgerufen am 24.08.2018 von <https://www.statistikdaten.bayern.de>.

**LfStat** (2018c): „Gebäude- und Wohnungsbestand: Gemeinde, Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche, Stichtage“. Abgerufen am 24.08.2018 von <https://www.statistikdaten.bayern.de>.

**LfStat** (2018d): „Landwirtschaftszählung: Gemeinde, Betriebe mit Viehhaltung, Viehbestand, Tierarten, Stichtag“. Abgerufen am 24.08.2018 von <https://www.statistikdaten.bayern.de>.

**LfStat** (2018e): „Statistik Kommunal - Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten“. Abgerufen am 13.11.2018 von <https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/index.php>.

**LfU** (2019): „Energieatlas Bayern - Oberflächennahe Geothermie“. Abgerufen am 04.02.2019 von [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_geothermie/oberflaeche/nutzung.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_geothermie/oberflaeche/nutzung.html).

**LfU** (2013): „Oberflächennahe Geothermie“. Abgerufen am 26.05.2017 von [https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw\\_107\\_oberflaechennahe\\_geothermie.pdf](https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_107_oberflaechennahe_geothermie.pdf).

**LMU München** (2011): „GLOWA-Danube Atlas“. Abgerufen am 01.09.2017 von

<http://www.glowa-danube.de/atlas/atlas.php>.

**LWF** (2017): „Energieatlas Bayern -Energiepotenzial aus Waldholz“. Abgerufen am 13.01.2018 von <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten>.

**Rogelj, Joeri; Den Elzen, Michel; Höhne, Niklas; u. a.** (2016): „Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2 C“. In: *Nature*. Nature Publishing Group 534 (7609), S. 631.

**Rothe, A.; Wittkopf, S.; Willnhammer, M.** (2010a): *Energieholzprognose für den Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen*.

**Rothe, A.; Wittkopf, S.; Willnhammer, M.** (2010b): *Energieholzprognose für den Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Miesbach*.

**Rothe, A.; Wittkopf, S.; Willnhammer, M.** (2013): *Energieholzprognose für den Privat- und Körperschaftswald im Landkreis Weilheim-Schongau*.

**Stadt Geretsried** (2019): *Energiebericht 2017*.

**Statistisches Bundesamt** (2016): *Datenreport 2016*.

**StMUG; StMWIVT; OBB** (2011): *Leitfaden Energienutzungsplan*.

**StMWi** (2017a): „Abwärmeinformationsbörse“. Abgerufen am 18.04.2018 von [https://www.energieatlas.bayern.de/thema\\_abwaerme/abwaermeinformationsboerse.html](https://www.energieatlas.bayern.de/thema_abwaerme/abwaermeinformationsboerse.html).

**StMWi** (2017b): „Glossar des Energieatlas Bayern“. Abgerufen am 02.02.2018 von <https://www.energieatlas.bayern.de/glossar/w-z/waermebelegungsdichte.html>.

**StMWi** (2017c): „Pressemitteilung: Bayerische Staatsregierung beschließt Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen“. Abgerufen am 14.12.2017 von <http://www.bayern.de>.

**Strohm, Kathrin; Schweinle, Jörg; Liesebach, Mirko; u. a.** (2012): *Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht*. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie.

**SZ** (2017): „Mehr Energie aus Holz - Der Runde Tisch im Landratsamt empfiehlt, den Rohstoff verstärkt zu nutzen“. Abgerufen am 02.11.2017 von <http://www.sueddeutsche.de/muenchen/wolfratshausen/klimaschutz-mehr-energie-aus-holz-1.3377567>.

**TenneT TSO GmbH** (2018): „Anlagenstammdaten“. Abgerufen am 12.12.2018 von <https://www.netztransparenz.de/EEG/Anlagenstammdaten>.

**UBA** (2017): „Stromsparen: weniger Kosten, weniger Kraftwerke, weniger CO2 Fakten und Argumente für das Handeln auf der Verbraucherseite“. Abgerufen am 21.09.2017 von <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3191.pdf>.

**Umweltbundesamt** (2018): *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990-2017*.

**Umweltbundesamt** (2019): „Erneuerbare Energien in Zahlen“. Abgerufen am 19.12.2019 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#strom>.

**vbw** (2012): *Energetische Gebäudesanierung in Bayern - Stand 2012*.

**Verein Deutscher Ingenieure** (2012): *VDI 2067*.