

Abschlussbericht

Projekttitle **Energienutzungsplan
der Gemeinde Maisach**

Auftraggeber **Gemeinde Maisach
82216 Maisach**

Projekt-Nr. **550576**

Bearbeiter **Michael Schönemann
Roland Schipf
Dr. Wolfram Dietz**

Augsburg, 15.06.2021

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zielstellung	8
2	Vorgehensweise und Ergebnis	9
3	Bestandsanalyse	9
3.1	Strom und Gasnetz	10
3.2	Erneuerbare Energieerzeugung	13
3.2.1	Erneuerbare Stromerzeugung.....	13
3.2.2	Erneuerbare Wärmerzeugung.....	14
3.3	Energieverbrauch	15
3.3.1	Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung.....	15
3.3.2	Wärmebedarf.....	18
3.3.3	Gewerbe und Industrie.....	18
3.3.4	Kommunale Liegenschaften.....	19
3.3.5	Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen.....	20
3.3.6	Energieträger zur Wärmebereitstellung – Wohnen.....	23
3.3.7	Energieträger zur Wärmebereitstellung für kommunale Liegenschaften	24
3.3.8	Energiebedarf im Verkehrssektor.....	27
3.4	Energiebilanz	28
3.5	Treibhausgasemissionen	29
4	Regenerative Energieerzeugungspotenziale	31
4.1	Windkraft	31
4.1.1	Windgeschwindigkeiten	31
4.1.2	Lärmbedingte Siedlungsabstände.....	32
4.1.3	Luftfahrtbelange.....	32
4.1.4	Bayerische Bauordnung.....	33
4.1.5	Abstand zu Bestandsanlagen	34
4.1.6	Fazit zur Windkraft.....	36
4.2	Solarenergie – Freiflächenanlagen	37
4.3	Solarenergie – Dachflächenanlagen	39
4.3.1	Basisuntersuchung aller Dächer	39
4.3.2	Detailuntersuchung öffentlicher Liegenschaften.....	40
4.4	Wasserkraft	41

4.5	Biogas	42
4.6	Biomasse zur Wärmegegewinnung	43
4.6.1	Waldholz.....	43
4.6.2	Kurzumtriebsplantagen	45
4.6.3	Reststoffe	45
4.6.4	Fazit: Wärme aus Biomasse	46
4.7	Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK).....	46
4.8	Oberflächennahe Geothermie.....	47
4.8.1	Räumliche Eingrenzung der einzelnen verfügbaren Techniken.....	47
4.8.2	Quantitative Potenzialermittlung	50
4.9	Tiefengeothermie.....	52
4.10	Ausblick: Fernwärmepotenzial	53
5	Energieeinsparpotenziale	56
5.1	Sanierung	56
5.1.1	Wohngebäude	56
5.1.2	Kommunale Liegenschaften.....	57
5.2	Einsparungen im Gewerbe.....	58
6	Fazit: Energieverbrauch und regenerative -erzeugung	59
6.1	Stromausbaupfad	60
6.2	Wärmestrukturwandel	63
6.3	Mobilität.....	64
7	Maßnahmen.....	64
7.1	Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz.....	68
7.1.1	Ziele entwickeln	68
7.1.2	Klimawirkung prüfen	68
7.2	Fernwärmeversorgung aus Tiefengeothermie oder Abwärme für Maisach und Gernlinden	70
7.3	Wärmeverbundlösungen und Nahwärmenetze.....	71
7.4	Integrierte energetische Quartierslösungen untersuchen.....	72
7.5	Ausbau der Windkraft vorantreiben	73
7.6	Ausbau von PV-Freiflächen an Bahntrassen unterstützen.....	74
7.7	Ausbau PV-Dachflächen kommunal, Batteriespeicher	75
7.8	Kommunales Energiemanagement (KEM) etablieren, Maßnahmen ableiten, Umsetzen	76

7.9	Studie zur energetischen Gebäudeoptimierungen einer Liegenschaft.....	77
7.10	Solarthermie fördern/bewerben	77
7.11	Energetische Beratung für einen kommunalen Neubauten	78
7.12	Richtlinie: Klimafreundliche Liegenschaften.....	78
7.13	Richtlinie für Klimafreundliche Neubaugebiete	79
7.14	Mobilitätskonzept	80
7.15	Wasserversorgung energetisch optimieren.....	81
7.16	Kommunale Beschaffungsrichtlinie	82
7.17	Energetische Optimierung der Innenbeleuchtung	83
	Anhang	84
	Quellen.....	86

Förderhinweis:

Die Studie wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie im Rahmen des Bayerischen Förderprogramms Energiekonzepte und kommunale Energienutzungspläne über Bayern Innovativ GmbH, Projektträger Bayern gefördert.

Dieser Bericht ist nicht zur Veröffentlichung bestimmt.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Von übergeordneten Zielvorgaben zur lokalen Anpassung	8
Abbildung 2:	Pfade und Szenarien zur Vermeidung energiebezogener Treibhausgasemissionen für Deutschland. Quellen: UBA 36/2019; SRU 2020. Politische Ziele nach Klimaschutzgesetz 2019 und Bundeskabinettsbeschluss 2021	9
Abbildung 3:	Erdgasnetz von Energienetze Bayern (Stand 24.02.2020). Die Hauptversorgungsleitung ist blau, das Gasverteilnetz grün eingezeichnet.....	10
Abbildung 4:	Hochspannungsnetz (roter Linienverlauf) und Strommasten (rote Punkte) im und um das Gemeindegebiet Maisach.	11
Abbildung 5:	Netzkapazitäten zum Anschluss von neuen Energieanlagen. Grüne Linie: Anschluss einer Anlage mit bis zu 750 kW mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich. Orange Linie: Aktuelle Kapazität der Leitung begrenzt. Klärung mit dem Netzbetreiber erforderlich. (Quelle: Bayernwerk Netz GmbH)	12
Abbildung 6:	Installierte Leistung und Lage von Bestandsanlagen zur regenerativen Stromerzeugung. Alle Wasserkraftanlagen haben in Summe 110kW Leistung, diese ist nicht näher ausgeschlüsselt.....	13
Abbildung 7:	Anlagenzahl und Leistung von PV-Bestandsanlagen nach Daten aus dem Energieatlas Bayern (2020).....	14
Abbildung 8:	Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung vor Ort.	16
Abbildung 9:	Verhältnis von regenerativer Stromerzeugung zu Verbrauch. Rot markiert sind die Ausbauziele bis 2025 (Stand 2020).....	17
Abbildung 10:	Entwicklung des kommunalen Stromverbrauchs	17
Abbildung 11:	Wärmebedarf von 161.000 MWh/a, aufgeteilt nach Sektoren	18
Abbildung 12:	Witterungsbereinigter Erdgasbedarf (Q) der kommunalen Liegenschaften	20
Abbildung 13:	Wärmekataster: Wärmebedarf der Gebäude. Detailansicht Gernlinden	21
Abbildung 14:	Wärmekataster - relativer Wärmebedarf (Wohnen) in Siedlungsflächen	22
Abbildung 15:	Wärmebelegungsdichte und Gebäudetypologie am Beispiel eines Teils der Ortschaft Maisach.....	23
Abbildung 16:	Wohnwärmebereitstellung von 124.100 MWh/a aufgeteilt nach Energieträgern.	24
Abbildung 17:	Witterungsbereinigter Erdgasverbrauch kommunaler Liegenschaften.....	25
Abbildung 18:	Auswirkung der CO ₂ -Bepreisung bis 2025 am Beispiel Erdgas.....	26
Abbildung 19:	CO ₂ -Emissionen im Sektor Mobilität von 50.158 t/a nach Fahrzeugklassen.	27
Abbildung 20:	Verbrauch an End- und Primärenergie nach Sektoren (Mittelwert von 2015-2017).	28

Abbildung 21:	Verbrauch an End- und Primärenergie nach Verbrauchern (Mittelwert von 2015-2017).....	29
Abbildung 22:	Für die CO ₂ -Berechnungen genutzte Emissionsfaktoren	30
Abbildung 23:	CO ₂ -Emissionen nach Sektoren.....	30
Abbildung 24:	Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe nach QuWind100 2019. Für Siedlungsflächen (auch den Flugplatz-FFB) liegen keine Prognosen vor.	31
Abbildung 25:	Windpotenzial-Areale auf Basis von Abstandsempfehlung zu Siedlungsflächen zur Einhaltung von Lärmschutzvorgaben der TA-Lärm	32
Abbildung 26:	Einschränkungen durch zivile und militärische Luftfahrbelange (rot schraffiert).....	33
Abbildung 27:	Bereiche (nach Gemeinden unterschieden, schraffiert) mit kommunalem Abstimmungsgebot nach Bayerischer Bauordnung bzw. sog. 10h-Regelung.....	34
Abbildung 28:	Bestandsanlage mit Abstandellipse nach Hauptwindrichtung im Gemeindegebiet, inklusive Ausschlussflächen (grau gepunktet: Abstand zu Siedlungsflächen; Rot schraffiert: Einschränkungen durch Luftfahrbelange). Windgeschwindigkeiten im Hintergrund als Raster. Avisierter zweiter Windkraftstandort (schwarzer Punkt).	35
Abbildung 29:	Windrose für das Gemeindegebiet auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für sogenannte Testreferenzjahre (TRJ). Windgeschwindigkeiten und Richtungen sind ihrer Häufigkeit nach eingezeichnet.....	36
Abbildung 30:	Potenzialflächen (blau schraffiert) an der Bahnlinie westlich der Ortschaft Maisach mit Markierung des Zentrums der PV-Bestandsanlage (orange Flächenmarkierung) an der Bahnstrecke.	38
Abbildung 31:	PV-Entwicklungsfläche (3), Bestandsanlage (1), Überlappung mit Potenzialflächen (2)	38
Abbildung 32:	Aufteilung der verfügbaren Dachflächen nach Gebäudenutzung.....	39
Abbildung 33:	PV-Dachflächenpotenzial zur Stromerzeugung in MWh/a und Stromverbrauch 2019	41
Abbildung 34:	Standorte der Wasserkraftanlagen (rot markiert).	42
Abbildung 35:	Wachstumsregionen (12 = Tertiäres Hügelland; 13 = Schwäbische-Bayerische Schotterplatte und Altmoränenlandschaft; 14 = Schwäbische-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge; 15 = Bayerische Alpen).....	44
Abbildung 36:	Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung	46
Abbildung 37:	Flächen zur Nutzung von Erdwärmekollektoren (grün) und deren Einschränkung (rot) durch Wasserschutzbelange.	48
Abbildung 38:	Überschneidung des Wasserschutzgebiets (blaue Fläche) mit einer Siedlungsfläche der Ortschaft Malching (grau schraffiert).	48

Abbildung 39:	Flächen zur Nutzung von Erdwärmesonden nach Einzelfallprüfung (lindgrün) und deren Einschränkung (rot) durch Wasserschutzbelange, sowie die Markierung bekannter Bestandsanlagen (rote Dreiecke).....	49
Abbildung 40:	Flächen zur Nutzung von Grundwasserpumpen (grün) und deren Einschränkungen durch Wasserschutzbelange (rot) durch Moore (braun). Sowie den Einzelfallprüfbereichen (lindgrün und hellbraun).....	50
Abbildung 41:	Wohngebäude ab Baujahr 1990 am Beispiel der Ortschaft Maisach mit angenommener Nutzungsoption von oberflächennaher Geothermie. Türkis umrandet sind Gebäude die gemäß den Analysen des Wärmekatasters nach 1990 errichtet wurden.	51
Abbildung 42:	Lage des Gemeindegebiets (blauer Kreis) im süddeutschen Malm des Oberjura mit hydrothermischem Potenzial (ockerfarben). Markierungen für Bestandsanlagen (Dreiecke) und Bohrungen (Punkte/Kreise).	52
Abbildung 43:	Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsraten (natürlich=0,8%) auf die Einsparungen von Wärme und den Anteil der sanierten Gebäude.	57
Abbildung 44:	Energieverbräuche nach den Szenarien Business-as-usual und Klimaschutz. Ermittelt mit dem FinSa-Tool (ZNES 2015).	58
Abbildung 45:	Entwicklung des Energiebedarfs bei jährlicher Einsparerfolge von 1,5 %.	59
Abbildung 46:	Gegenüberstellung von Bestand, technischem Potenzial und Verbrauch in der Gemeinde nach Energieformen, Erzeugern und Verbrauchern.	60
Abbildung 47:	Strom-Lastganganalyse für jeweils 7 Tage nach einem Ausbau von Wind und PV um eine Erzeugungskapazität von jeweils 17,1 GWh/a. Eine Versorgungslücke ist mit einem roten Kreis markiert.....	61
Abbildung 48:	Auswirkung des Leistungsausbaus von Wind und PV auf den zeitgleichen Deckungsanteil. Markiert ist der Istzustand der Gemeinde und exemplarisch ein Ausbau von einer Windenergieanlage mit 3 MW Nennleistung oder 10 ha PV-Fläche mit 3 MW Peakleistung.	63
Abbildung 49:	Potenzial zur Treibhausgas-Vermeidung je nach Umsetzungsumfang (Festlegung der Erwartungswerte: siehe Tabelle 17) von nummerierten Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog.	65

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Bestand an regenerativen Stromerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2018) nach Angaben der Energieversorgungsunternehmen (EVU): Bayernwerk und Stadtwerke Fürstenfeldbruck	14
Tabelle 2:	Bestand an regenerativen Wärmeerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2018). Eigene Hochrechnung basierend auf Angaben von BAFA, Bayernwerk und über Literaturwerte	15
Tabelle 3:	Heizölverbrauch kommunaler Liegenschaften.....	26

Tabelle 4:	Mineralölbedarf Mobilität und Emissionen.....	27
Tabelle 5:	Endenergiebedarf nach Sektoren in Bayern und Maisach.....	29
Tabelle 6:	Potenzial von PV-Freiflächenanlagen nach EEG 2021.	38
Tabelle 7:	Potenzial der PV-Erweiterungsfläche.....	38
Tabelle 8:	PV-Dachflächenpotenzial.....	40
Tabelle 9:	Biogaspotenzial und daraus abgeleitetes Potenzial zur Wärme- und Stromabgabe bei Einsatz eines BHKW.	43
Tabelle 10:	Waldholzpotenziale.....	45
Tabelle 11:	Über die Einwohnerzahl skaliertes Bioabfallpotenzial für Maisach basierend auf der Abfallbilanz Bayern für den Landkreis Fürstenfeldbruck. (Quelle: Abfallbilanz Bayern, LfU 2019)	46
Tabelle 12:	Bestand und Ausbaupotenzial von Wärmepumpenanlagen	51
Tabelle 13:	Abgeschätzte Netto-Kosten für den Aufbau von Fernwärmenetzen in den Potenzialgebieten	55
Tabelle 14:	Netto-Kosten für Fernwärme aus der Abwärme des Müllheizkraftwerks (MHKW) Geiselbullach.....	55
Tabelle 15:	Netto-Investitionen in eine Tiefengeothermie-Anlage.....	55
Tabelle 16:	Zeitgleichheit von Stromerzeugung und Verbrauch mit und ohne Ausbau der regenerativen Erzeugungskapazitäten.....	62
Tabelle 17:	Annahmen zur Umsetzungsfähigkeit von Potenzialen.....	66
Tabelle 18:	Qualitativ bewerteter Maßnahmenkatalog. Grüne Punkte entsprechen positiven Auswirkungen. Rote Punkte geben das Kostenniveau an. Grüne Felder markieren ausgeprägt positive Auswirkungen oder niedrige Kosten. Gelb markierte Felder markieren Auswirkungen mit einer mittleren Bewertung.	67

1 Zielstellung

Der vorliegende Energienutzungsplan für die Gemeinde Maisach dient als Planungsinstrument der Energiewende.

Die Studie bildet eine Grundlage, um lokal einen Beitrag zu den Klimaschutzziele von Paris zu leisten, d.h. den Anstieg der globalen Erwärmung auf 1,5°C gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Verabschiedete Ziele des Bundes, des Freistaats Bayern und des Landkreises werden beachtet und gehen in die Umsetzungskonzepte ein, vgl. Abbildung 1.

Der Landkreis Fürstentfeldbruck hat sich das Ziel einer vollständigen Versorgung durch erneuerbare Energien bis zum Jahr 2030 gesetzt. Dies soll erreicht werden durch die schrittweise Reduzierung des Energieverbrauchs, den Einsatz erneuerbarer Energien und die nachhaltige Nutzung regionaler Ressourcen. (FFB 2012). Die Gemeinde strebt an, als Teil des Landkreises energieautark zu werden und dabei sowohl unabhängiger von fossilen Energieträgern zu werden als auch die regionale Wertschöpfung zu steigern.

Mit dem Beschluss zum Beitritt des Klima-Bündnis im November 2020 hat sich die Gemeinde weiterhin zur Einhaltung der folgenden Klimaschutzziele bekannt:

- Reduktion der CO₂-Emissionen um zehn Prozent alle fünf Jahre. Das entspricht der Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Stand von 1990.
- Verzicht auf die Nutzung von Tropenholz bei öffentlichen Ausschreibungen. Tropenholz soll ausgeschlossen werden. FSC-zertifizierte Hölzer sollen eingesetzt werden.



Abbildung 1: Von übergeordneten Zielvorgaben zur lokalen Anpassung

Klimaschutz ist eine dringliche Aufgabe. Maßnahmen sind in verschiedenen Handlungsfeldern anzugehen. Wissenschaftlich fundierte Reduktionspfade (s. Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) Pfad 3 in Abbildung 2) sehen eine starke Minderung der Treibhausgas-Emissionen bereits bis 2030 vor, denn je mehr sich die Gesellschaft der Klimaneutralität annähert, desto schwieriger werden weitere Reduktionen zu erzielen sein.

Die vorliegende Studie fokussiert auf energiebedingte Treibhausgas-Emissionen und auf die Erzeugung erneuerbarer Energien. Sie soll Maßnahmen anstoßen, um in Maisach innerhalb kurzer Zeit wesentliche, für den Klimaschutz unerlässliche Treibhausgaseinsparungen zu erzielen.

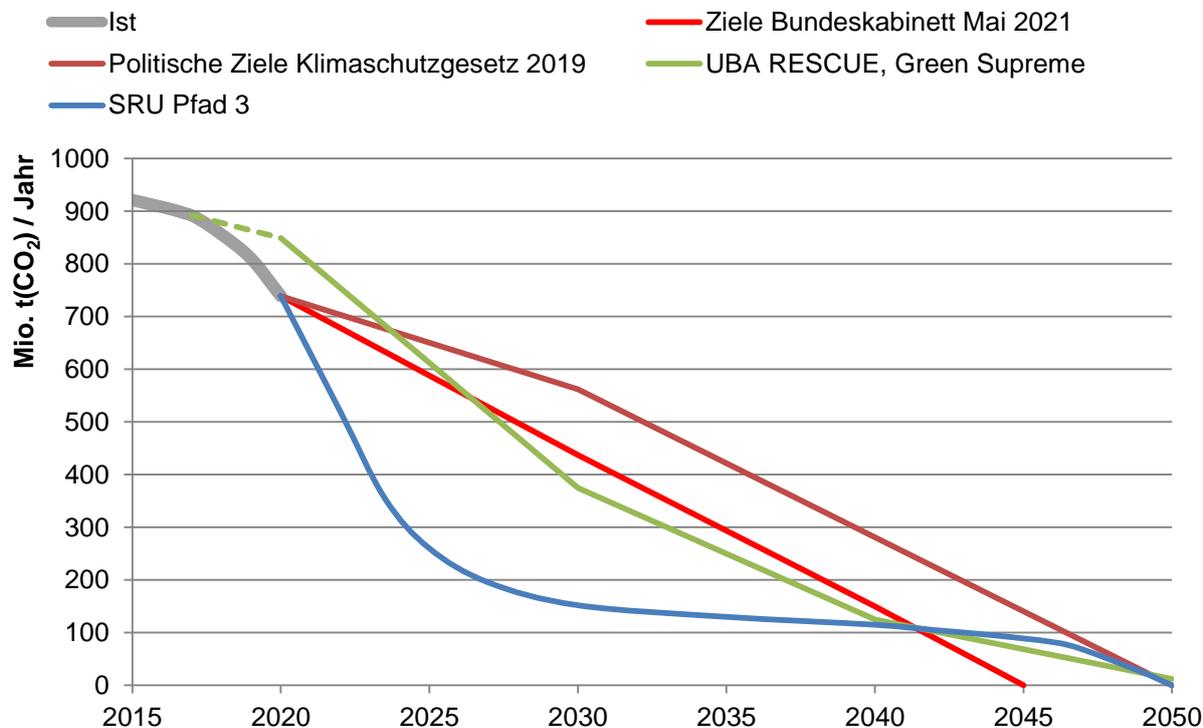


Abbildung 2: *Pfade und Szenarien zur Vermeidung energiebezogener Treibhausgasemissionen für Deutschland. Quellen: UBA 36/2019; SRU 2020. Politische Ziele nach Klimaschutzgesetz 2019 und Bundeskabinettsbeschluss 2021.*

2 Vorgehensweise und Ergebnis

Im Rahmen einer Bestandsanalyse wurde die energetische Ist-Situation erfasst. Energie- und CO₂-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren wurden erstellt und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. Die Potenziale zu Energieeinsparung, zu Energieeffizienz und für erneuerbare Energien wurden ausgewertet. Darauf basierend wurden in Abstimmung mit einer Steuerungsrunde aus der Gemeindeverwaltung geeignete Maßnahmen identifiziert und Projektansätze konkretisiert.

3 Bestandsanalyse

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden Daten zum Strom- und Wärmbedarf im gesamten Gemeindegebiet aufgenommen. Hierzu wurden Verbrauchswerte der Bayernwerk AG und der Stadtwerke Fürstenfeldbruck als Niederspannungsnetzbetreiber erfragt und ausgewertet. Hinzu kamen Daten zu den Energieerzeugungsanlagen, insbesondere Anlagen im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wie Biogasanlagen, Photovoltaik(PV)-Freiflächen- und -Dachanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Die Daten der gemeindlichen Liegenschaften wurden von der Gemeindeverwaltung zusammengestellt.

Die Daten zu den Energieerzeugungsanlagen und den Energieverbrauchern wurden zudem in einem Geoinformationssystem mit Koordinaten hinterlegt und räumlich verortet. Dies ist die Basis für die Erstellung von spezifischen Karten und erlaubt eine räumlich bezogene Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung lässt eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze zu.

3.1 Strom und Gasnetz

Für die Ortschaften Maisach und Gernlinden ist flächendeckend ein Erdgasnetz vorhanden oder herstellbar, s. Abbildung 3. Im Zuge des Ausbaus von Fernwärmelösungen könnte der Rückbau dieser Strukturen in Zukunft sinnvoll werden. Falls eine Umstellung auf eine flächendeckende Versorgung mit Stadtgas oder eine Verbreitung von Wasserstoffnetzen erfolgt, wäre diese vorhandene Infrastruktur weiterhin von Vorteil für die zwei wichtigsten Verdichtungsräume in der Gemeinde.

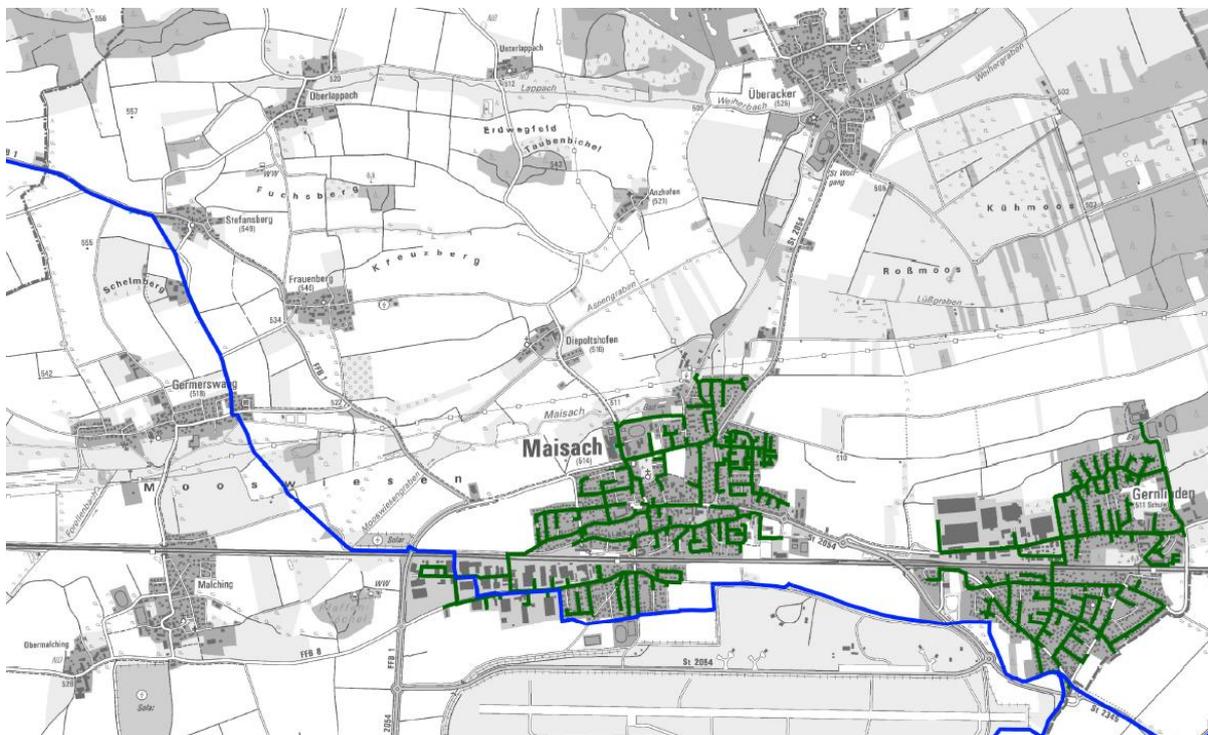


Abbildung 3: Erdgasnetz von Energienetze Bayern (Stand 24.02.2020). Die Hauptversorgungsleitung ist blau, das Gasverteilnetz grün eingezeichnet.

In Abbildung 4 ist das Hochspannungsfreileitungsnetz innerhalb und im Nahbereich der Gemeinde Maisach dargestellt. Eine Einschränkung von Potenzialen zur Nutzung der identifizierten Potenziale der Windkraft oder der PV-Freiflächen lag nicht vor.

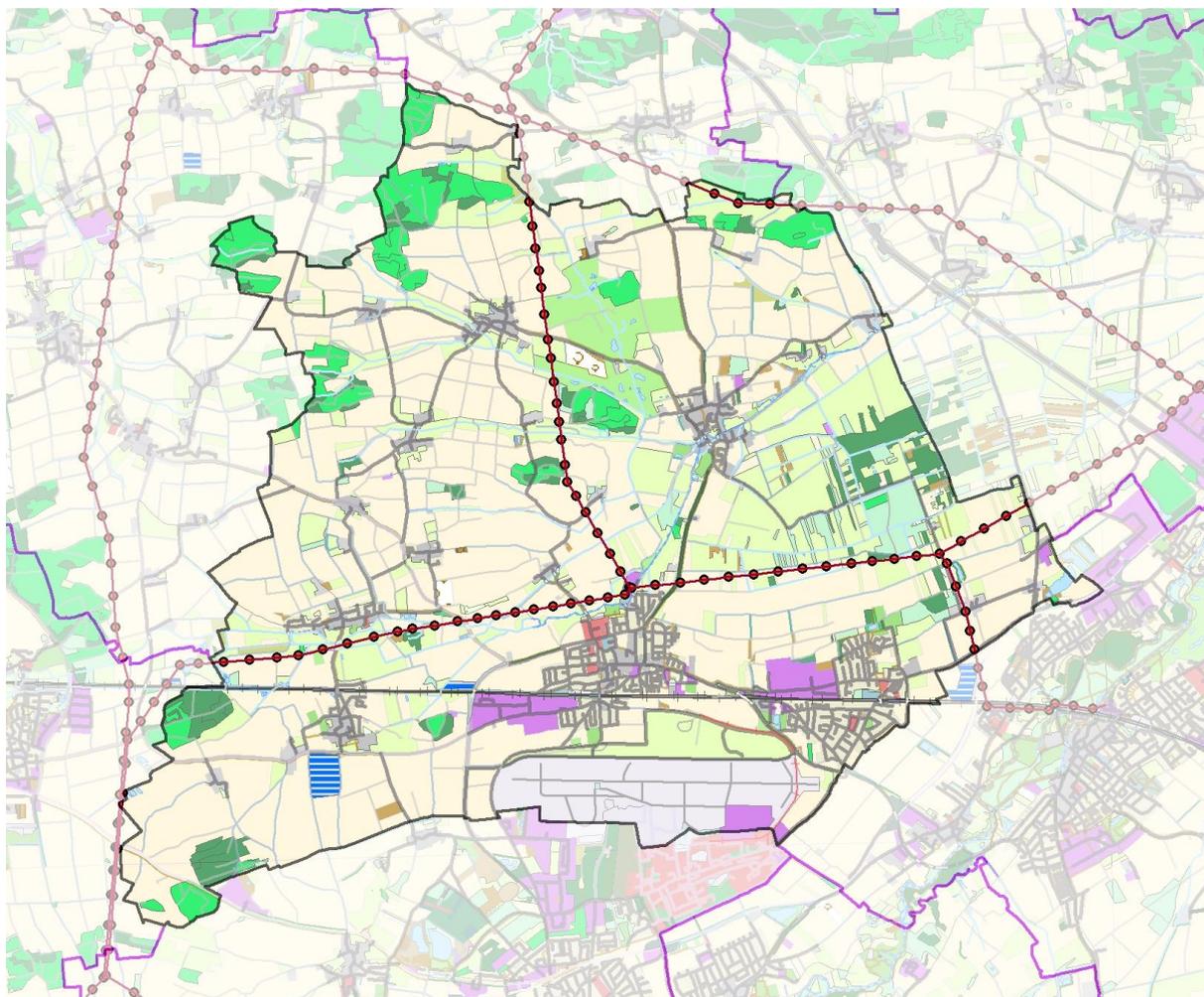


Abbildung 4: Hochspannungsnetz (roter Linienverlauf) und Strommasten (rote Punkte) im und um das Gemeindegebiet Maisach.

Abbildung 5 zeigt freie Netzkapazitäten für den Anschluss von neuen Erzeugungsanlagen mit einer Leistung bis zu 750 kW in den bestehenden Mittelspannungsnetzen der Bayernwerk Netz GmbH.

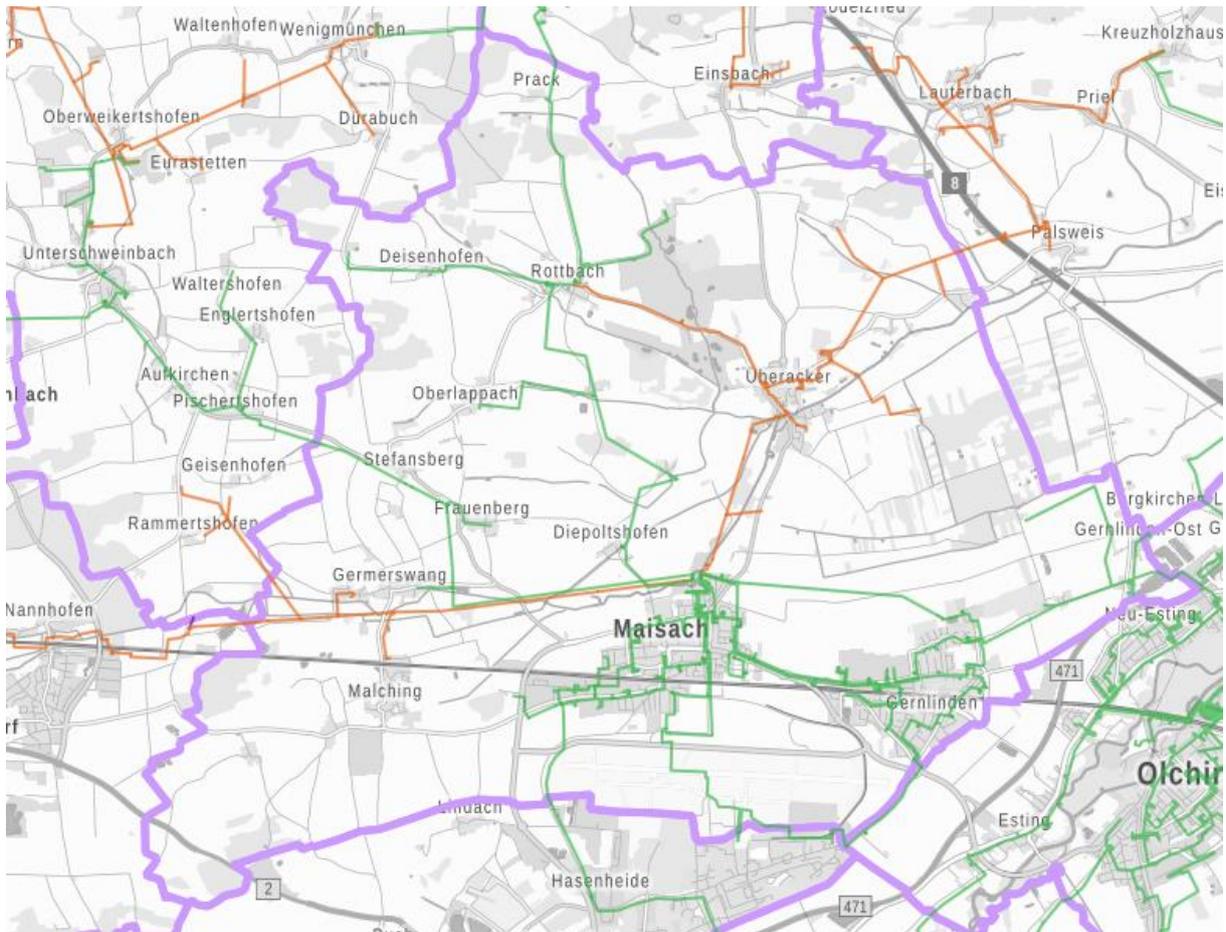


Abbildung 5: Netzkapazitäten zum Anschluss von neuen Energieanlagen. Grüne Linie: Anschluss einer Anlage mit bis zu 750 kW mit hoher Wahrscheinlichkeit möglich. Orange Linie: Aktuelle Kapazität der Leitung begrenzt. Klärung mit dem Netzbetreiber erforderlich. (Quelle: Bayernwerk Netz GmbH)

3.2 Erneuerbare Energieerzeugung

3.2.1 Erneuerbare Stromerzeugung

In Abbildung 6 sind die Standorte und Leistungen für regenerative Stromerzeugungsanlagen verzeichnet. Für die Biogasanlage in Zötzelhofen wurden die Leistungen der sechs Blockheizkraftwerke (BHKW) zu einem Anlagenwert zusammengeführt. Für die Wasserkraftanlagen mit Leistungen von 5 bis 30 kW ist eine Zuordnung auf die Standorte nicht möglich und für diese kleinen Anlagen auch wenig bedeutend. Standorte für PV-Anlagen mit einer Leistung unter 30 kW werden in allen Bilanzen und Aufstellungen vollständig erfasst, allerdings sind Daten für eine kartographische Darstellung nur für Anlagen bis zum Inbetriebnahmejahr 2014 möglich.

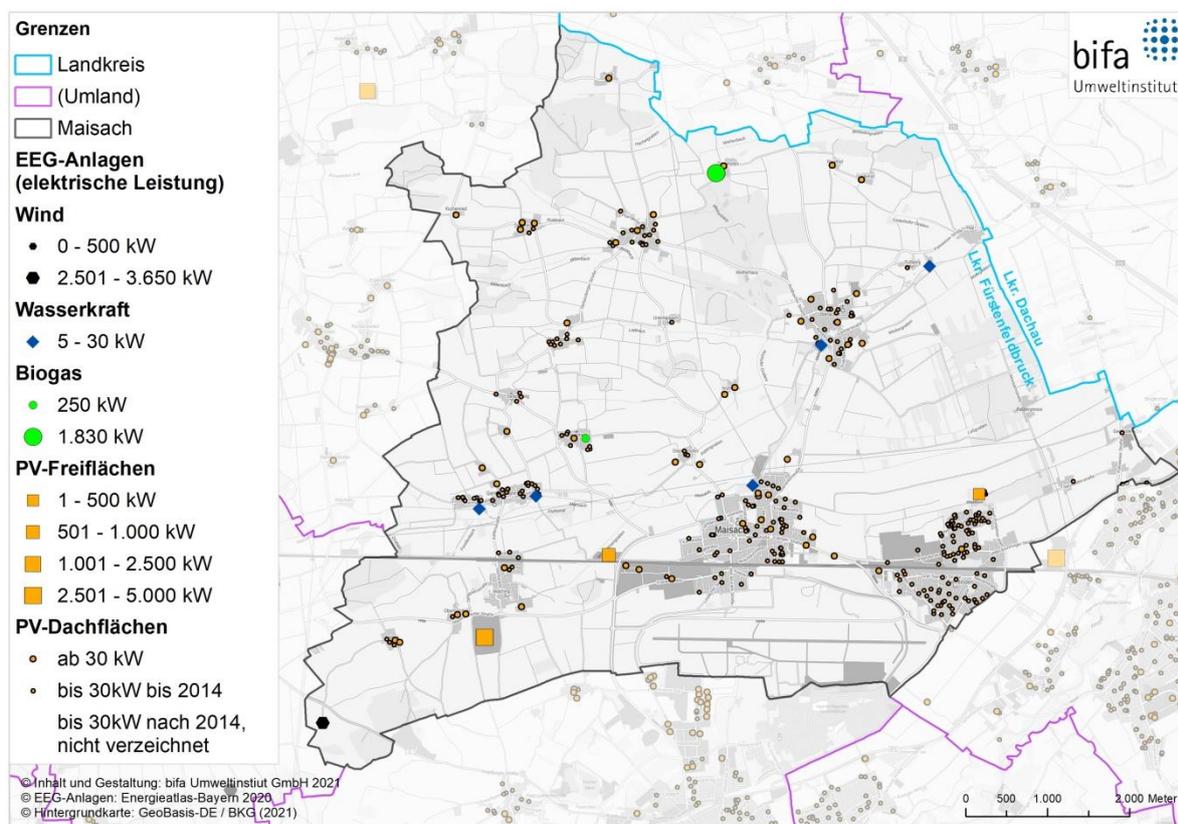


Abbildung 6: *Installierte Leistung und Lage von Bestandsanlagen zur regenerativen Stromerzeugung. Alle Wasserkraftanlagen haben in Summe 110kW Leistung, diese ist nicht näher ausgeschlüsselt.*

PV-, Wind- und Biogasanlagen liefern die größten Anteile an regenerativem Strom in der Gemeinde (vgl. Tabelle 1). Die höchste installierte Leistung liegt bei den PV-Stromerzeugungsanlagen auf Freiflächen und Dächern vor, gefolgt von Wind und den Biogasanlagen. Die höchsten Volllaststunden weisen die durchlaufenden Wasserkraftanlagen mit 3.000 h/a und zum Teil die flexibilisierten Biomasseanlagen auf. Die Windkraftanlage liegt mit 1.870 h/a im Jahr 2018 knapp unter dem bayerischen Mittelwert von 1.945 h/a für Großanlagen ab 2.000 kW (Analyse von berechneten Volllaststunden nach Energie-Atlas-Bayern – Stromertrag von 2017).

Tabelle 1: Bestand an regenerativen Stromerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2018) nach Angaben der Energieversorgungsunternehmen (EVU): Bayernwerk und Stadtwerke Fürstenfeldbruck

Strom		Wind	Solar (PV)	Biogas	Wasser
Anlagen	Anzahl	1	513	2	5
Leistung	kW	3.050	14.800	2.080	110
Strom (2018)	MWh/a	5.100	15.100	7.500	330

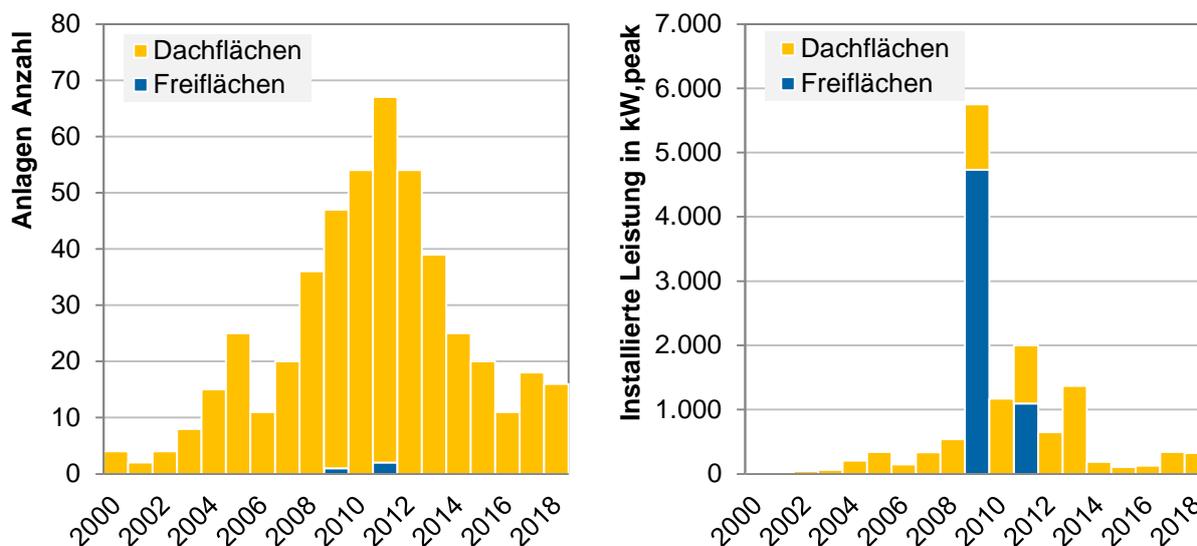


Abbildung 7: Anlagenzahl und Leistung von PV-Bestandsanlagen nach Daten aus dem Energieatlas Bayern (2020).

Mit Stand Oktober 2020 sind 44 Speicher mit einer elektrischen Leistung von 2.530 kW und einer Kapazität von 3.360 kWh im Marktstammdatenregister registriert. Diese werden voraussichtlich zur Erhöhung der Eigenstromnutzung von PV-Strom genutzt.

3.2.2 Erneuerbare Wärmeerzeugung

Die aus regenerativen Quellen erzeugten Wärmemengen lassen sich nicht direkt statistisch erheben; sie werden anhand verfügbarer Daten hochgerechnet. Die Hochrechnung basiert dabei den folgenden Quellen und Annahmen:

- Solarthermie: lokal hauptsächlich Flachkollektoren, Baujahr 2000-2019
 - BAFA: 295 Anlagen, in Summe 2.800 m² und 1.120 MWh/a
 - Annahme: Diese Werte repräsentieren nur 50 % des tatsächlichen Bestands.
- Biomasse-Pellet: lokal hauptsächlich Pelletöfen, Baujahr 2003-2015
 - BAFA: 49 Anlagen mit in Summe 880 kW gefördert
 - Annahme: Diese Werte repräsentieren 80 % der tatsächlich vorhandenen Anlagen.
- Biomasse-Scheitholz

- Annahme: 70 % aller Ein- bis Zweifamilienhäuser benutzen Kleinfeuerungsanlagen (Weidner 2018, S. 63ff)
- Annahme einer durchschnittlichen Wärmebereitstellung von 2420 kWh/a nach Borchert (2017)
- Wärmepumpen und Stromheizung
 - Bayernwerk: Strommenge für Wärmepumpen und Stromheizung (2017)
 - Annahme: 20 % für Stromdirektheizungen, 80 % für Wärmepumpen mit einer durchschnittlichen Arbeitszahl von 3,5

Die Ergebnisse der Hochrechnung sind in Tabelle 2 zusammengeführt.

Tabelle 2: Bestand an regenerativen Wärmeerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet (Stand 2018). Eigene Hochrechnung basierend auf Angaben von BAFA, Bayernwerk und über Literaturwerte

Wärme	Solarthermie Flachkollektor	Biomasse-Pellet	Biogas-BHKW	Kleinfeuerungs-Scheitholz	Wärmepumpe Kollektor, Sonde, Luft
Anlagenanzahl	600	60	2	2.210	230
Leistung in kW	-	1.100	2.075	-	-
Fläche in m ²	5.600	-	-	-	-
Wärme in MWh/a	2.250	1.980	1.610*	5.350	5.200

* Nutzwärme für Heizzwecke in Frauenberg. Gewerbliche Trocknung in Zötzelhofen ist nicht in die Bilanz aufgenommen.

3.3 Energieverbrauch

3.3.1 Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung

In Abbildung 8 wird der Strombedarf (Stromnetzbezug) der Erzeugung von regenerativem Strom (Stromnetzeinspeisung) gegenübergestellt. Die PV-Stromerzeugung auf Hausdächern und Freiflächen hat den größten Beitrag an der regenerativen Stromerzeugung. Zwei Biogasanlagen (Biomasse) liefern zusammen mit der ersten Windkraftanlage in der Gemeinde ergänzend hohe regenerative Stromanteile. Die Strombereitstellung aus Wasserkraft fällt vergleichsweise gering aus.

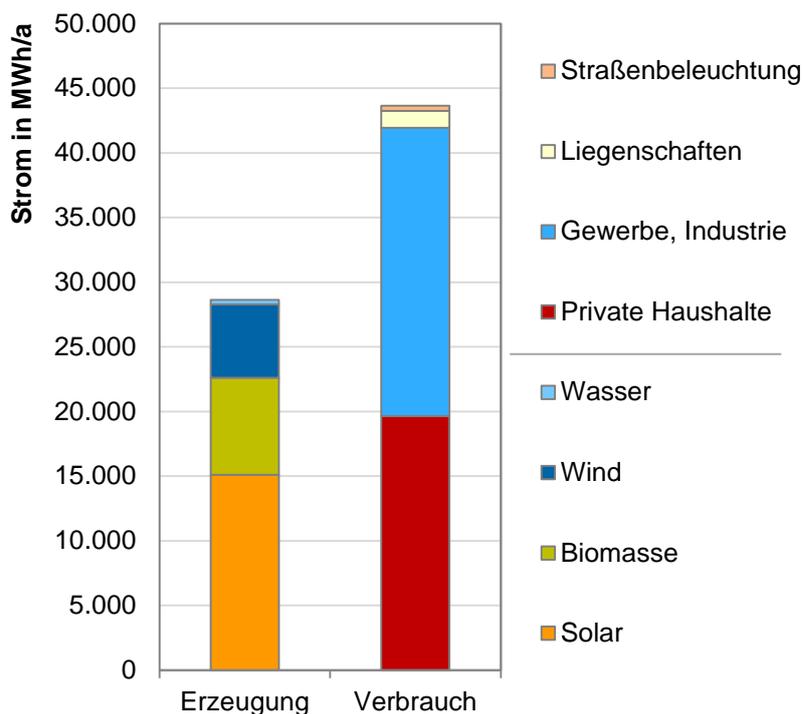


Abbildung 8: Stromverbrauch und regenerative Stromerzeugung vor Ort.

Zur Verbrauchsseite in Abbildung 8 ist anzumerken:

- Gewerbe und Industrie benötigen mehr Strom aus dem Netz als die privaten Haushalte.
- Der tatsächliche gewerbliche Bedarf an Strom liegt höher als der dargestellte Stromnetzbezug, da gewerbliche BHKW ebenfalls einen Beitrag zur Stromversorgung der Betriebe leisten. In welchem Umfang dies erfolgt, lässt sich nicht beziffern.
- In der Verbrauchergruppe der Liegenschaften ist ebenfalls die Wasserversorgung enthalten. Sie stellt mit 357 MWh/a den größten kommunalen Energieverbraucher nach der Straßenbeleuchtung mit 386 MWh/a.

Das Verhältnis von lokaler regenerativer Stromerzeugung zu Stromverbrauch liegt bei 66 % und somit höher als in Bayern und im Bund, s. Abbildung 9. Die Ausbauziele für 2025 sind rot markiert. Das mittelfristige Ausbauziel sollte bei mindestens 100 % liegen.

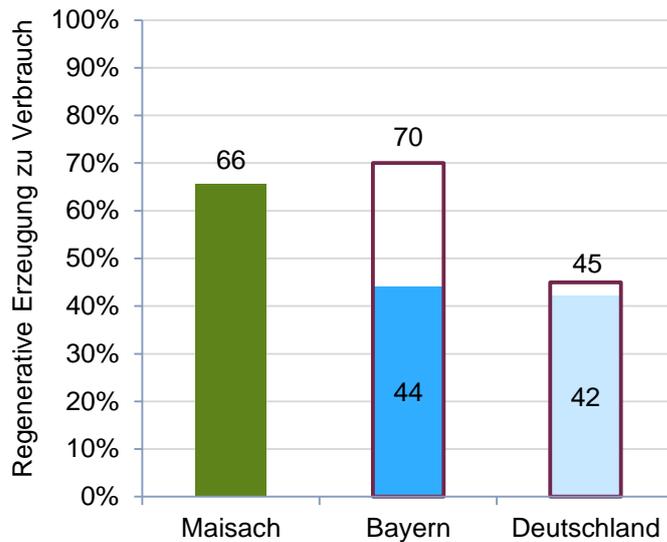


Abbildung 9: Verhältnis von regenerativer Stromerzeugung zu Verbrauch. Rot markiert sind die Ausbauziele bis 2025 (Stand 2020)

Kommunaler Strombedarf

Der kommunale Gesamtstrombedarf sinkt im Betrachtungszeitraum von 2015 bis 2019, s. Abbildung 10. Dies wurde durch den sinkenden Verbrauch der kommunalen Liegenschaften und durch Einsparungen bei der Straßenbeleuchtung erreicht.

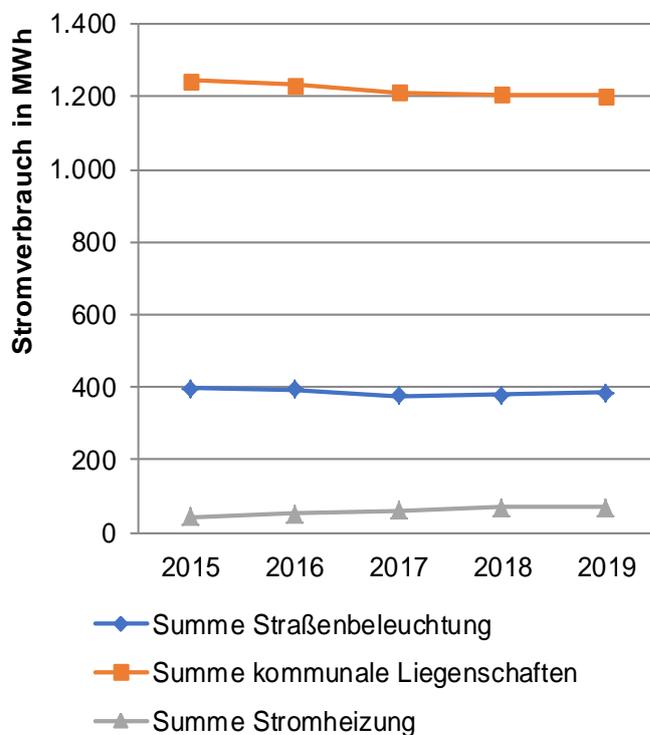


Abbildung 10: Entwicklung des kommunalen Stromverbrauchs

Gleichzeitig ist ein steigender Stromverbrauch im Bereich der Stromheizung erkennbar. Diese umfasst sowohl alle Formen von Wärmepumpen (Luft-, Grundwasser-, Erdwärmesonden- und Erdwärmekollektor-Wärmepumpen) sowie Stromdirektheizung und Nachtspeicheröfen. Insgesamt kann von einer verstärkten, klimafreundlichen Nutzung von Umweltwärme zu Heizzwecken ausgegangen werden.

Auf einem deutlich niedrigeren Niveau liegt der Stromverbrauch der kommunalen Elektro-Zapfsäule. Er stieg von 2.300 kWh im Jahr 2017 auf 8.900 kWh im Jahr 2019 an. Dieser Anstieg geht einher mit dem gewollten Wechsel von Verbrennungsmotoren auf Elektroantriebe im Verkehr. Der Strombedarf durch E-Mobilität wird weiter deutlich steigen. Blicke die Stromerzeugung mit PV und Windkraft gleich, würde das Verhältnis von regenerativer Stromerzeugung zu Verbrauch fallen (s. Abbildung 9).

3.3.2 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf privater Haushalte für Heizen und Warmwasserbereitung in der Gemeinde macht mit rund 124.100 MWh/a den mit Abstand größten Anteil am Gesamtwärmebedarf aus. Der gewerbliche Bedarf beträgt rund 32.700 MWh/a, der Wärmebedarf der kommunalen Liegenschaften rund 4.200 MWh/a. Abbildung 11 gibt die prozentuale Verteilung wieder.

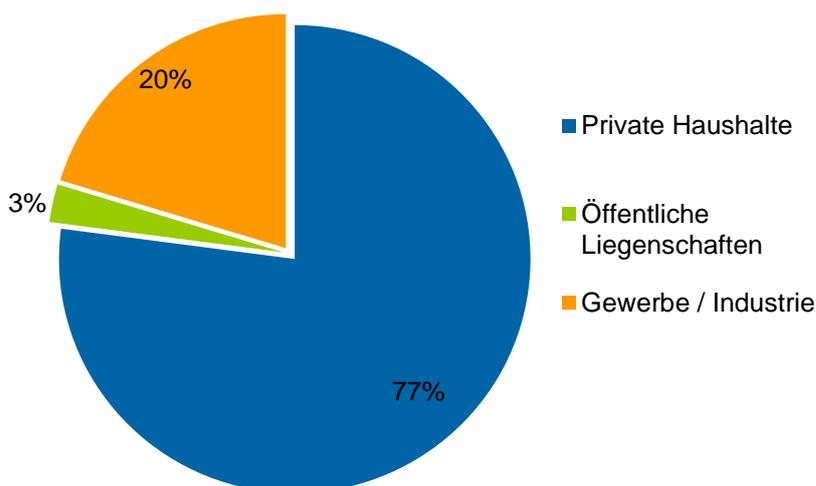


Abbildung 11: Wärmebedarf von 161.000 MWh/a, aufgeteilt nach Sektoren

3.3.3 Gewerbe und Industrie

Der Bedarf an Wärme für Gewerbebetriebe wird auf Basis der Energieverbräuche im Landkreis Fürstfeldbruck von 2018 ermittelt. Die Erdgasverbräuche im Gemeindegebiet sind über die Energieversorgungsunternehmen bekannt und werden hierbei genutzt den Heizölbedarf (4,7 %), die Nutzung erneuerbarer Energien (5,0 %) und Sonstiger Energieverbräuche (5,0 %) zu skalieren.

Gewerbebefragung

Zum Zweck einer detaillierten Betrachtung wurden 45 energieintensive Betriebe angeschrieben und vom Bürgermeister um ihre Beteiligung gebeten. Nach einer weiteren Erinnerung gingen drei auswertbare Rückmeldungen ein. Auf eine detaillierte Auswertung der Ergebnisse wurde auch im Hinblick auf den Datenschutz verzichtet. Die Rückmeldungen können folgendermaßen zusammengefasst werden.

- Ein Unternehmen
 - hat das Gebäude angemietet,
 - bislang keine Energieberatung erhalten,
 - kein Energie- oder Umweltmanagementsystem und
 - hält Förderangebote für Elektroladestationen für interessant.
- Zwei Unternehmen sind
 - zertifiziert nach ISO 14001 Umweltmanagement,
 - haben mindestens eine Beratung von Energieberatern erhalten,
 - setzen energiesparende Produktionstechnik oder eigene Erzeugungsanlagen (BHKW, Geothermie) ein,
 - haben auf LED-Beleuchtung umgestellt,
 - verwenden nur E-Fahrzeuge oder stellen auf alternative Antriebe um und
 - haben organisatorische Mittel zur Energieeinsparung und Mitarbeitersensibilisierung unternommen.
- Alle Unternehmen wären an einem Erfahrungsaustausch im Landkreis nach Branchen oder Gewerken zu Energie- und Klimafragen interessiert.
- Ein Unternehmen hält den Erfahrungsaustausch zu Energie- und Klimafragen vor Ort für sehr wichtig.

3.3.4 Kommunale Liegenschaften

Für kommunale Liegenschaften stellte die Verwaltung den Verbrauch an Erdgas, Heizöl und Heizstrom zusammen. Die Auswertung erfolgte getrennt nach Energieträgern (Beispiel in Abbildung 12) und ging in die weiteren Bilanzen geschlossen ein.

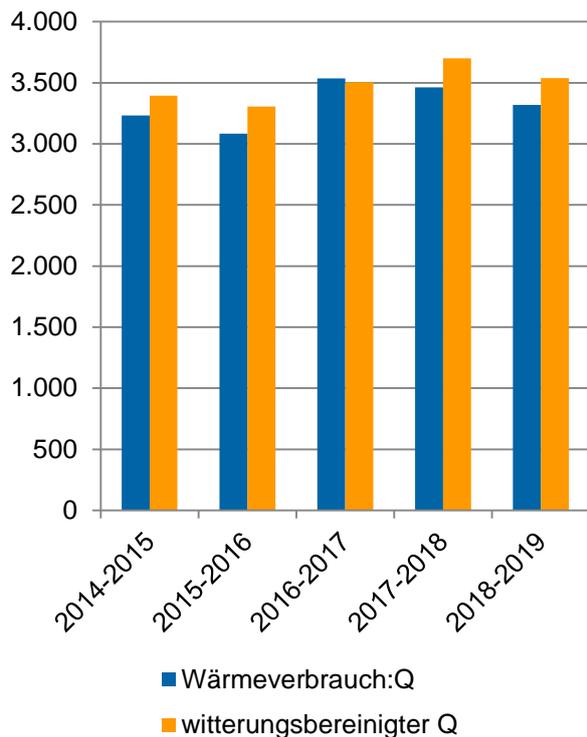


Abbildung 12: Witterungsbereinigter Erdgasbedarf (Q) der kommunalen Liegenschaften

3.3.5 Wohnen und energetisch gleichgestellte Nutzungen

Wärmekataster

Das flächendeckende Wärmekataster der Gemeinde wurde durch Geoinformationsverarbeitung (GIS) ermittelt. Dabei wurden die Daten in fortschreibbarer Form in einer GIS-basierten Datenbasis hinterlegt. Die Gemeinde Maisach stellte für die Entwicklung des Wärmekatasters LoD1 Daten für den Betrachtungsraum zur Verfügung. Zur Schärfung der berechneten Wärmebedarfswerte sind zudem Daten zur Bebauungsentwicklung von Siedlungsquartieren eingegangen. Eine weitere Verfeinerung erlaubte abschließend die Kenntnis über die Lage großer und kleiner Baugebiete seit 2011 und deren Bauentwicklungszeitraum. Größere Mehrfamilienhäuser mit unbekanntem Baujahr wurden gemeinsam mit der Bauverwaltung auf ihr Entstehungsjahr geprüft.

In der entstandenen Gebäudedatenbank sind insbesondere Daten zu Gebäudetypologie, Baualtersklassen, und den Siedlungsflächen hinterlegt. Einen Ausschnitt aus dem Wärmekataster für den Ort Gernlinden zeigt Abbildung 13.



Abbildung 13: Wärmekataster: Wärmebedarf der Gebäude. Detailsicht Gernlinden

Im Detail wurden die Informationen aus dem Wohnungsbestand mit den Ergebnissen der Befragung zu den Liegenschaften überlagert. Somit ergibt sich flächendeckend ein umfassendes Bild über die erfasste Wärmeinfrastruktur und ihre räumliche Verteilung.

Für Wohngebäude und Gebäude mit gemischter Nutzung (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Wohnen) erfolgte eine gebäudescharfe Bedarfsberechnung unter Berücksichtigung der Baualter. Für die Wärmebedarfsanalysen wurden die Gebäude nach ihrer Nutzungsart typologisiert. Ungeheizte Nebengebäude und Gebäude besonderer Funktion wurden dabei identifiziert. Der Wärmebedarf aller Wohngebäude wurde unter Berücksichtigung vorliegender Charakteristika berechnet (z. B. Gebäudetypen, Baukörpervolumen, Vollgeschosszahl, Nutzungsgrad, vorliegende Baualter). Zur Ermittlung ortsbezogener Kennzahlen und für die Verifizierung von Analyseergebnissen werden Daten des Statistischen Bundesamtes und des Bayerischen Landesamtes für Statistik herangezogen.

Im Mittel liegt der flächenbezogene Heizwärmebedarf der Wohngebäude mit 135 kWh/m²/a auf Niveau des Bundesdurchschnitts von 136 kWh/m² (dena 2016).

Ergänzend zum reinen Wärmebedarf der Gebäude wurde für den Betrachtungsraum der Wärmebedarf in Siedlungsflächen (siehe Abbildung 14) und die Wärmebelegungsdichte (siehe Abbildung 15) ermittelt.

Das Wärmekataster ist Ausgangspunkt für die Entwicklung von Wärmeverbundprojekten. Die Übersicht zu Wohnwärmebedarf in Siedlungsflächen, die Lage und Konzentration von Liegenschaften weist auf mögliche Keimzellen für Wärmeverbundlösungen und geeignete Areale für umfassendere Fernwärmelösungen hin. Die Wärmebelegungsdichte ist ein Kennwert

zur Identifizierung und Prüfung möglicher Fernwärmeversorgungen für Bestandsgebäude. An diese erste Prüfung schließt sich eine detaillierte Betrachtung identifizierter Gebiete an.

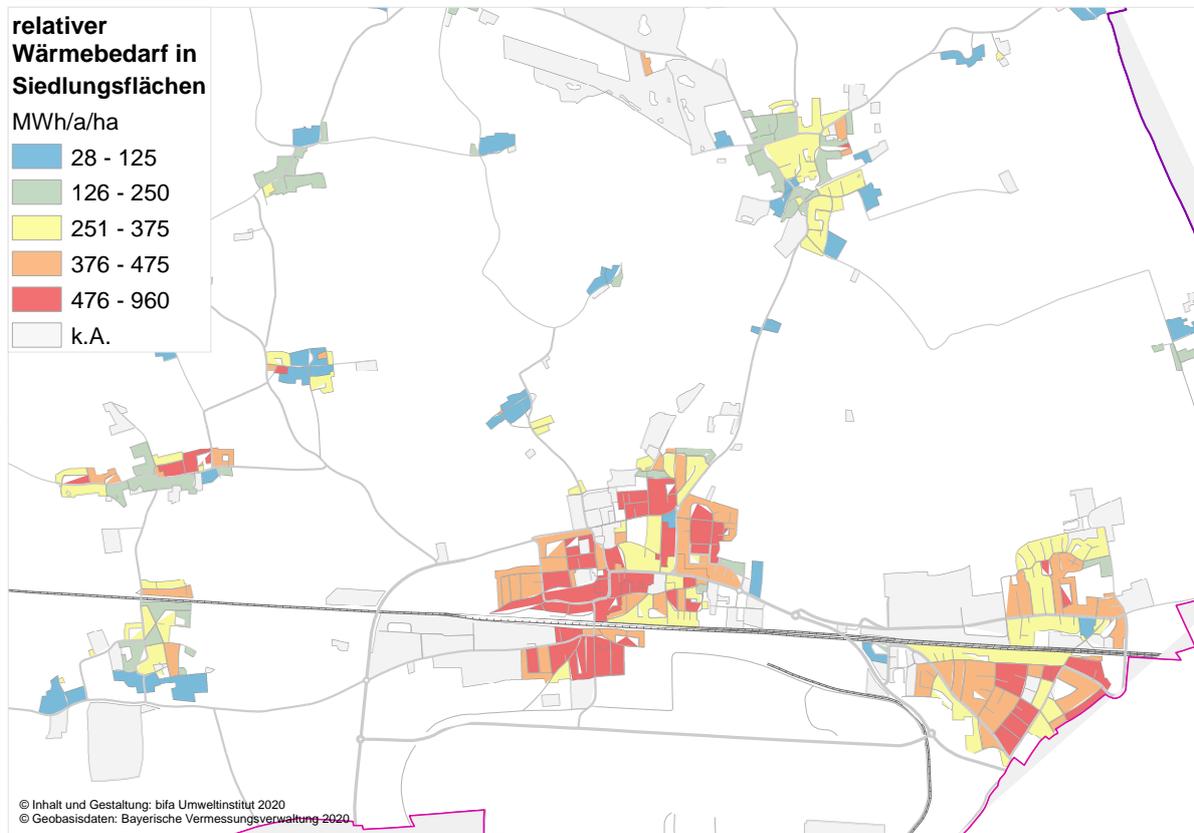


Abbildung 14: Wärmekataster - relativer Wärmebedarf (Wohnen) in Siedlungsflächen

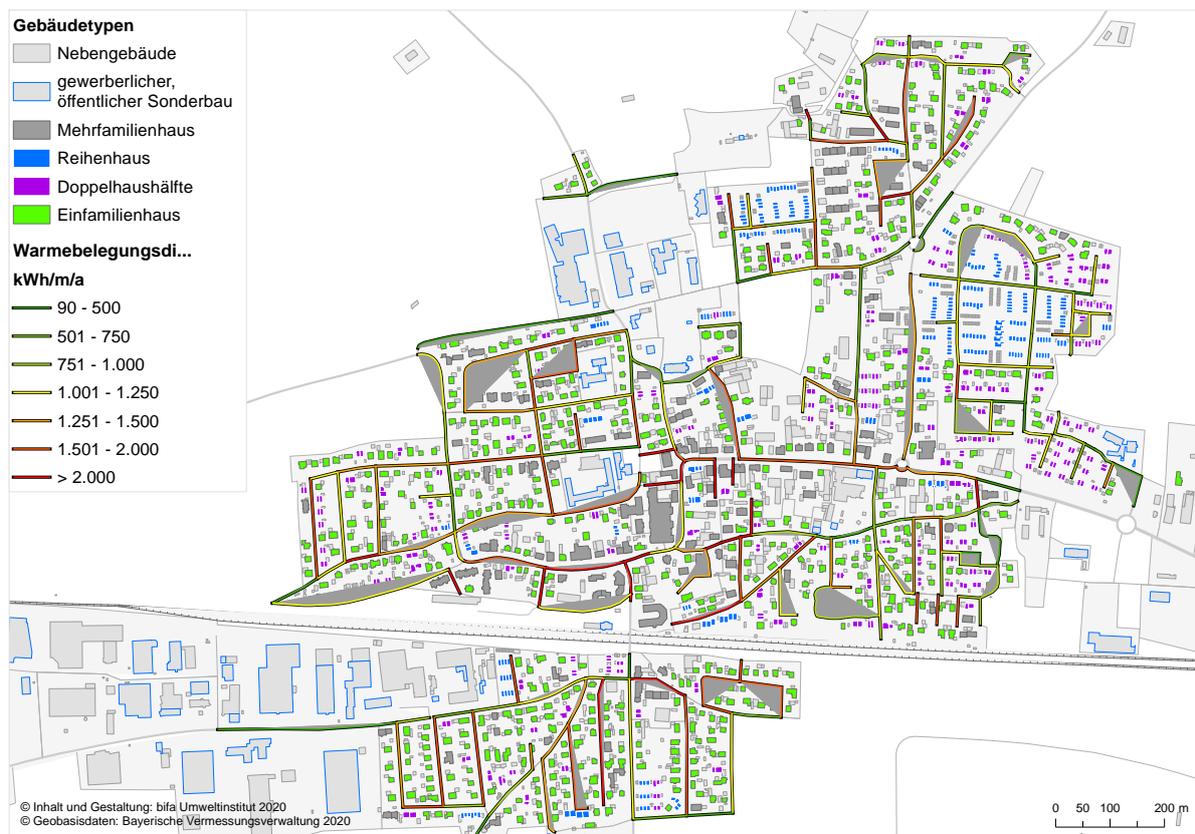


Abbildung 15: Wärmebelegungsichte und Gebäudetypologie am Beispiel eines Teils der Ortschaft Maisach.

3.3.6 Energieträger zur Wärmebereitstellung – Wohnen

Über das Wärmekataster wird auch der Wärmebedarf für Wohngebäude in Summe ermittelt. Er liegt bei 124.100 MWh pro Jahr.

Aus den Energiebilanzen zu leitungsgebundener Energieversorgung und Hochrechnungen über Anlagendaten von regenerativen Energieversorgern (siehe Kapitel 3.2.2) sind alle Energieverbräuche bis auf den von Heizöl bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem Wärmebedarf nach Wärmekataster und den gebildeten Werten lässt sich auf den Bedarf an Heizöl schließen. Es ergibt sich die Energieträgerverteilung der Abbildung 16. Nachfolgend einige Vergleiche mit überregionalen Kennwerten:

- Anteil erneuerbarer Wärme
 - lokal 12 %
 - Bayern 20 %
 - Bund 15 %
- Anteil Heizöl
 - lokal 44 %
 - Bayern 41 %
 - Bund 21 %

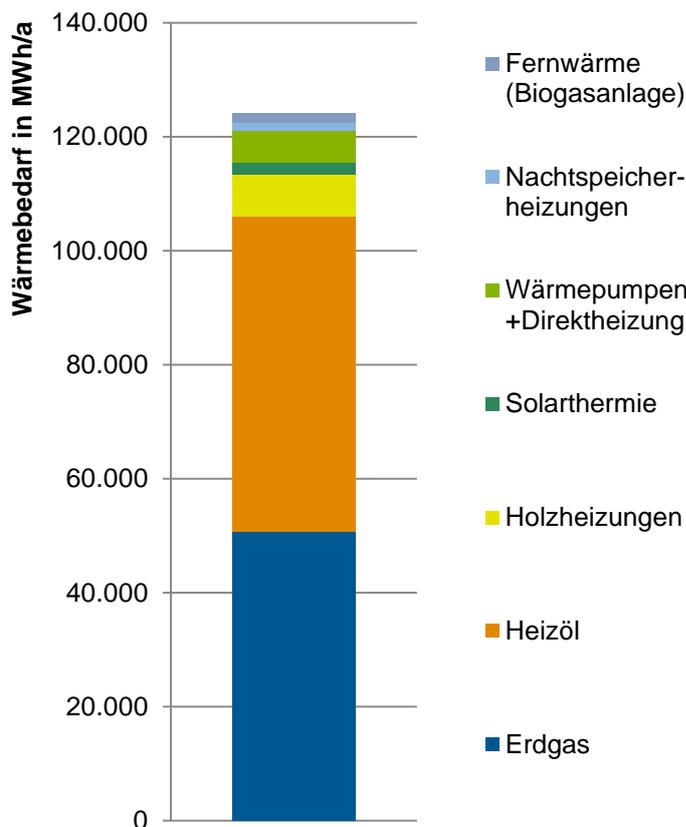


Abbildung 16: Wohnwärmebereitstellung von 124.100 MWh/a aufgeteilt nach Energieträgern.

3.3.7 Energieträger zur Wärmebereitstellung für kommunale Liegenschaften

Den größten Anteil an der Versorgung kommunaler Liegenschaften hat der Energieträger Erdgas. Aktuell werden zwei Liegenschaften mit Heizöl beheizt und einige Liegenschaften sind elektrisch beheizt. Ein Teil dieser Gebäude – z.B. Feuerwehrhäuser – auch Direktstrombeheizt.

Die Entwicklung des Erdgasverbrauchs aller Liegenschaften zeigt die Abbildung 17, zusammen mit der Gradtagszahl (G10/15¹. Quelle: Institut Wohnen und Umwelt 2020). Die hiermit ermittelten witterungsbereinigten Verbräuche gingen in die Energie- und CO₂-Bilanzen ein.

¹ Innentemperatur bei 20 °C und Heizgrenze bei 15 °C

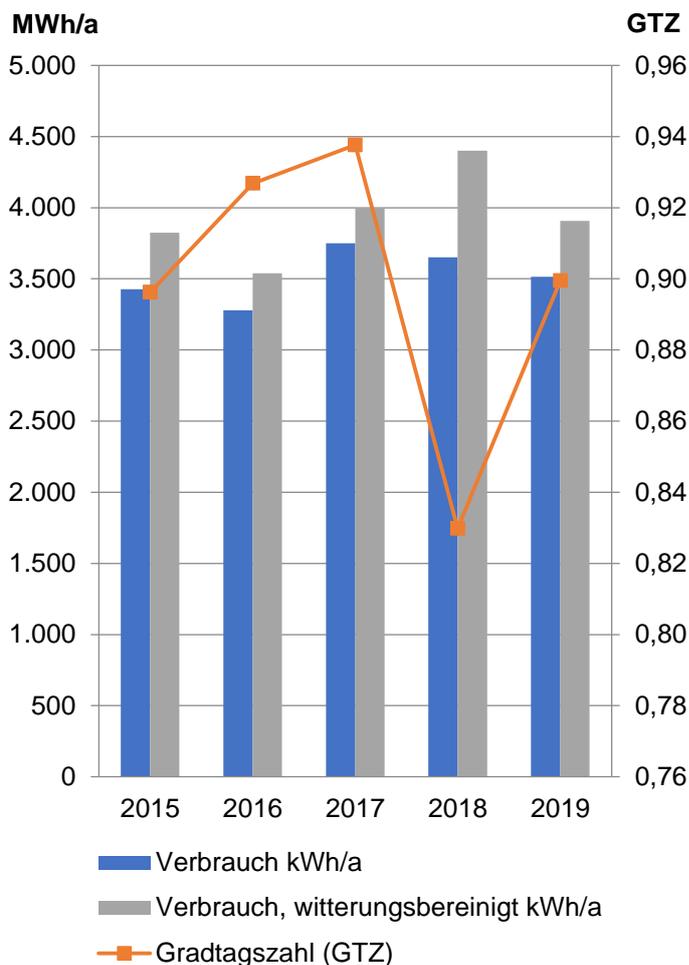


Abbildung 17: Witterungsbereinigter Erdgasverbrauch kommunaler Liegenschaften

Auf Grund des hohen Anteils an fossilen Energieträgern wird die finanzielle Belastung durch den Energieeinkauf steigen. Die Abbildung 18 zeigt die Entwicklung der CO₂-Bepreisung von 2021-2015. Ab 2026 werden die Emissionszertifikate verknappt werden. Dies wird weitere Kostensteigerung zur Folge haben. Das Diagramm zeigt die Auswirkungen bei gleichbleibendem Gaspreis. Eine Prognose zur Gaspreisentwicklung wurde nicht vorgenommen. Allein die verstärkte Besteuerung der fossilen Energienutzung führt zu einer Verteuerung von 42% bis 2025.

Ein frühzeitiger Energieträgerwechsel ist das geeignetste Mittel diese langfristige Mehrbelastung zu vermeiden.

CO₂-Preis: Auswirkungen auf kommunale Liegenschaften

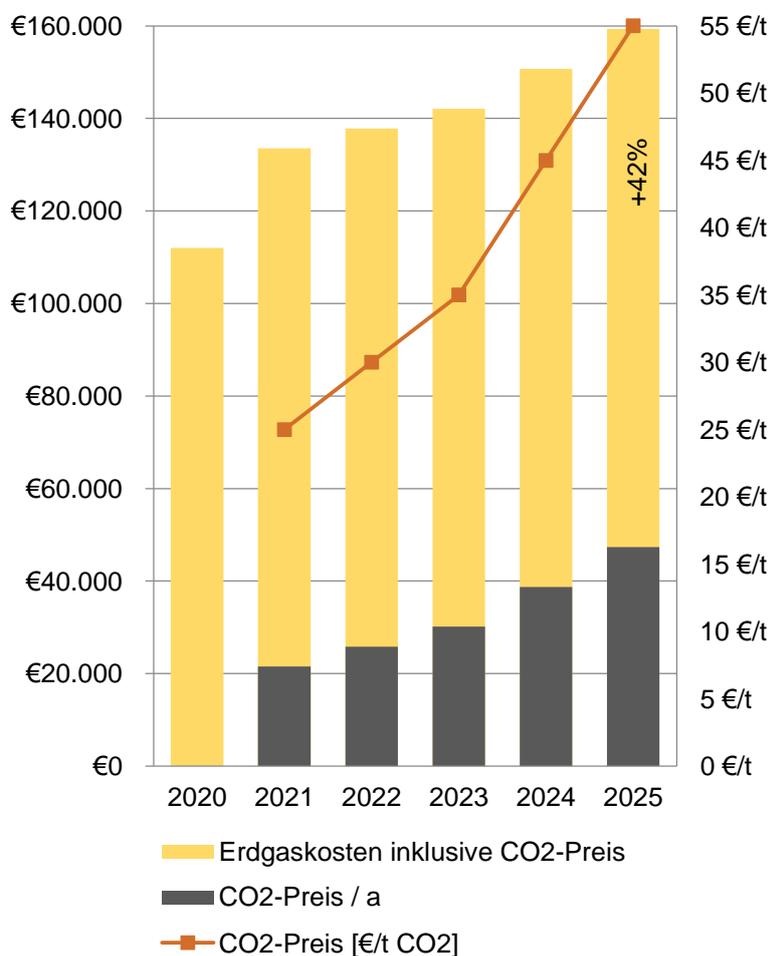


Abbildung 18: Auswirkung der CO₂-Bepreisung bis 2025 am Beispiel Erdgas.

Die CO₂-Steuer schließt auch die 3 heizölversorgten Liegenschaften ein. Unter Annahme des witterungsbereinigten Mittelwertes 2017-2019 (siehe Tabelle 3) verbrauchen diese Liegenschaften rd. 230.000 kWh/a. Dies führt zu zusätzlichen Kosten von 1.830 € (2021) bis 4.000 € (2025).

Tabelle 3: Heizölverbrauch kommunaler Liegenschaften

Liegenschaft	2017	2018	2019	Mittelwert 2017-2019
	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
KiGa Überacker	106.784	108.173	129.914	114.957
Feuerwehr und Kindergarten Germerswang	94.139	67.087	108.162	89.796
Heizöl, gesamt	200.923	175.260	238.076	204.753
Gradtagszahl	0,94	0,83	0,90	
Heizöl, witterungsbereinigt	214.284	211.205	264.699	230.063

3.3.8 Energiebedarf im Verkehrssektor

Auf Grundlage der Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes zum Fahrzeugbestand kann der Energiebedarf des motorisierten Individualverkehrs quantifiziert werden (KBA 2020). Der Kraftfahrzeugbestand wird hierbei nach Typen gegliedert, d.h. Krafträder, PKW, LKW, Zugmaschinen und Omnibusse. Auch wird nach Kraftstoff bzw. Energieträger unterschieden. Mit Hilfe von Daten zu durchschnittlich gefahrenen Kilometern pro Jahr und Durchschnittsverbräuchen (Kunert und Radke 2011) wurde der entsprechende Energiebedarf für die Jahre 2012 bis 2015 ermittelt. Den Anteil der CO₂-Emissionen nach Fahrzeugtyp zeigt die Abbildung 19.

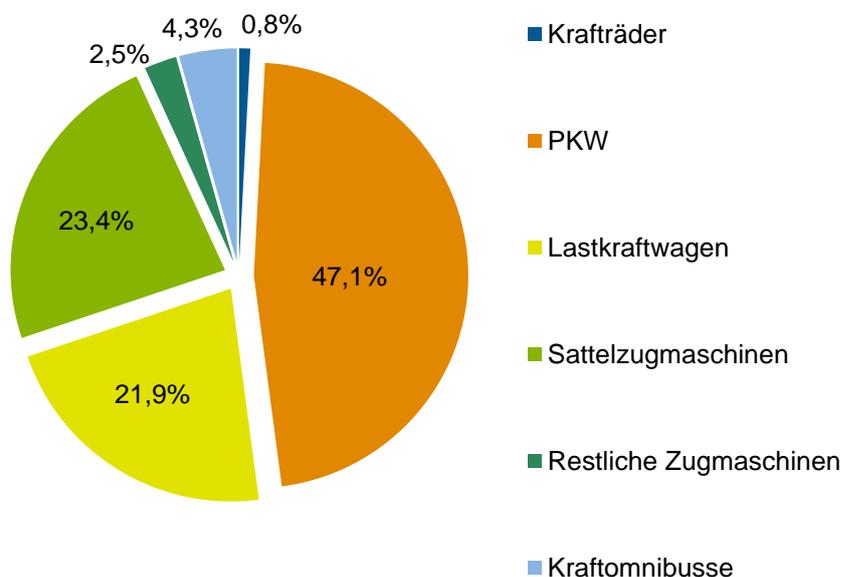


Abbildung 19: CO₂-Emissionen im Sektor Mobilität von 50.158 t/a nach Fahrzeugklassen.

In Tabelle 4 ist der Bedarf an Kraftstoffen und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen aufgeführt.

Tabelle 4: Mineralölbedarf Mobilität und Emissionen

Energieträger	Fahrzeuge	Liter/Jahr	CO ₂ -Emissionen
Benzin	gesamt	5.500.000	25,90 %
	davon kommunal	3.800	0,07 %
Diesel	gesamt	14.000.000	74,10 %
	davon kommunal	28.600	0,20 %

Der Mobilitätssektor wird im Rahmen des Energienutzungsplans in der Energie- und CO₂-Bilanz berücksichtigt. Eine Untersuchung von Potenzialen und geeigneten Maßnahmen in diesem Sektor wird empfohlen, gerade vor dem Hintergrund des hohen CO₂-Emissionsanteils (s. Folgekapitel). Untersuchungen zur Verkehrsmittel- und Verkehrswegunutzung und darauf basierende Mobilitätskonzepte erlauben eine gezielte Planung der kommunalen Entwicklung.

3.4 Energiebilanz

In der Endenergiebilanz wird zwischen der Endenergie und der Primärenergie unterschieden.

- Endenergie: genutzte Wärme oder Strom (Energie nach Umwandlungsverlusten, Eigenverbrauch von Anlagen, Fackel- und Leitungsverlusten)
- Primärenergie: Energie nach Import ohne Lieferaufwand

Der Endenergiebedarf in der Gemeinde liegt bei 390.000 MWh/a, der Primärenergiebedarf bei 458.000 MWh/a. Den größten Anteil in beiden Energiebilanzen hat die Mobilität, noch vor der Wärme (siehe Abbildung 20).

Das Verhältnis von Endenergie zu Primärenergie liegt

- lokal bei 85 % und
- in Bayern bei 80 %.

Je höher dieses Verhältnis ausfällt, desto höher sind die Energieeffizienz und/oder der regenerative Anteil.

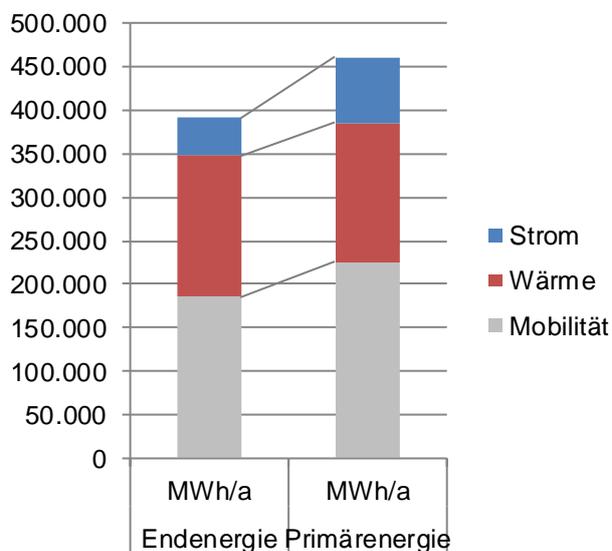


Abbildung 20: Verbrauch an End- und Primärenergie nach Sektoren (Mittelwert von 2015-2017).

Die Verwendung nach Verbrauchern ist in Abbildung 21 dargestellt. Auch hier stellt der Mobilitätssektor jeweils den größten Anteil.

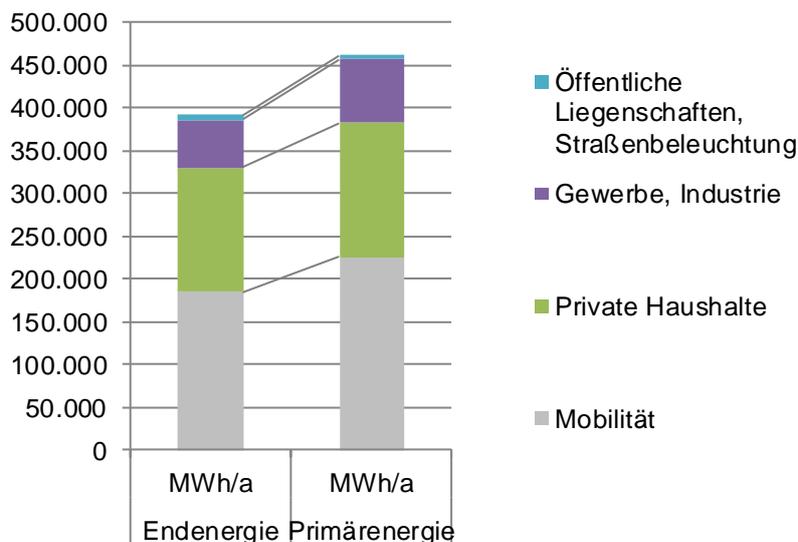


Abbildung 21: Verbrauch an End- und Primärenergie nach Verbrauchern (Mittelwert von 2015-2017).

Nach Energiebilanz 2018 (StMWi-2018) und der Energiebilanz des Energienutzungsplans (Maisach 2015-2017) ergibt sich die Gegenüberstellung der Endenergiebilanzen in Tabelle 5.

Tabelle 5: Endenergiebedarf nach Sektoren in Bayern und Maisach.

Endenergiebedarf	Bayern	Maisach
Haushalte und Verbraucher	44,6%	38,3%
davon öffentliche Hand	-	1,5%
Verkehr	32,9%	47,5%
Verarbeitendes Gewerbe	22,5%	14,1%

3.5 Treibhausgasemissionen

Ausgehend von der Endenergiebilanz werden die Treibhausgasemissionen auf Basis von CO₂-Emissionsfaktoren ermittelt. Abbildung 22 gibt einen Überblick über die verwendeten Faktoren.

Die Gesamtemissionen des Jahres 2018 belaufen sich rechnerisch auf 111.300 Tonnen CO_{2eq}. Dies entspricht für Maisach Treibhausgasemissionen von 7,9 Tonnen CO_{2eq} pro Einwohner und Jahr. Für Bayern wird ein Emissionswert von 6,1 Tonnen CO_{2eq} pro Einwohner und Jahr für 2018 angegeben (StMWi 2020); dieser Wert beruht jedoch auf einer anderen Bilanzierungsmethode und kann als Benchmark nicht herangezogen werden.

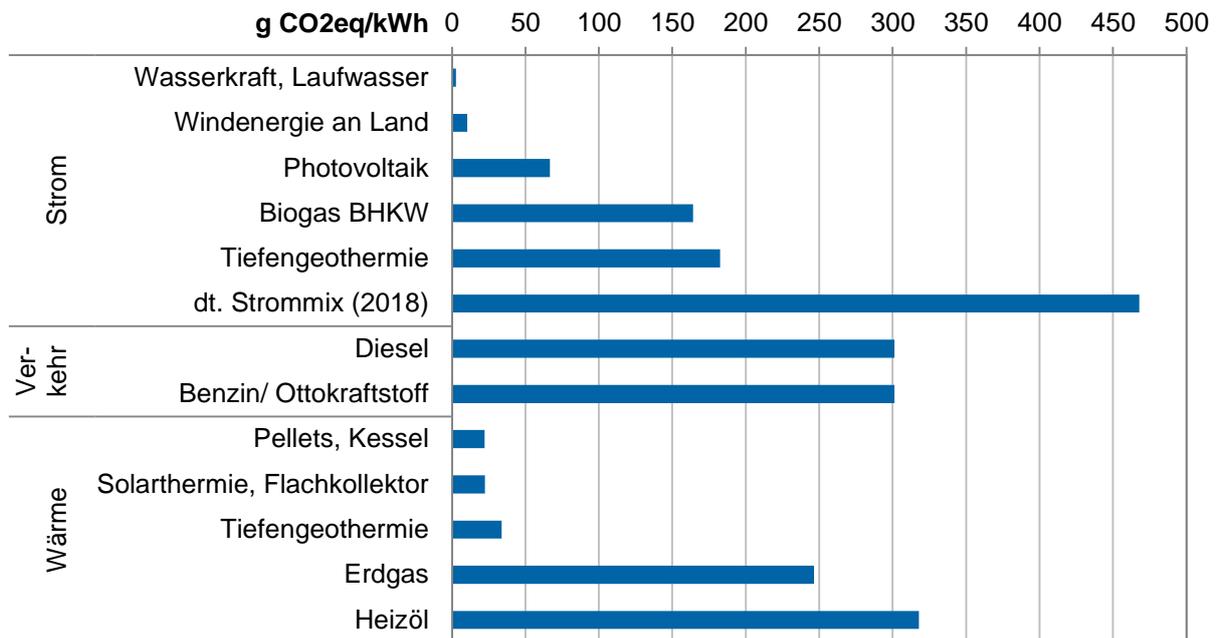


Abbildung 22: Für die CO₂-Berechnungen genutzte Emissionsfaktoren

Abbildung 23 zeigt die Aufteilung in die Sektoren Mobilität (50 %), Wärme (35 %) und Strom (15 %).

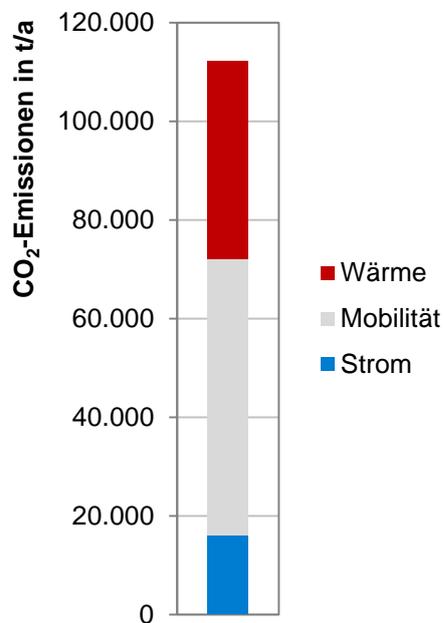


Abbildung 23: CO₂-Emissionen nach Sektoren

4 Regenerative Energieerzeugungspotenziale

4.1 Windkraft

4.1.1 Windgeschwindigkeiten

Grundlage der Windgeschwindigkeitsbetrachtungen in GIS sind Rasterdaten der quantitativen Windklimatologie für Windenergieapplikationen in Höhen über 100 m (QuWind100 2019). Dank des Forschungsprojekts der Technischen Universität Dresden und des Deutschen Wetterdienstes liegen seit August 2019 flächendeckende Prognosen für Deutschland über Windgeschwindigkeiten in großen Höhen vor. Insbesondere der Einfluss von Waldflächen auf die Windgeschwindigkeiten erscheint dabei valider in die Prognosen einzugehen als bei vorgegangenen Vergleichsberechnungen.

Die Analyse der Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe (Nabenhöhe aktuell gebräuchlicher Binnenwindanlagen in Bayern) zeigt, dass die höchsten mittleren Geschwindigkeiten im Westen und Südwesten von Maisach konzentrieren. Die maximal erreichten mittleren Windgeschwindigkeiten liegen hier bei 8,1-8,5 m/s.

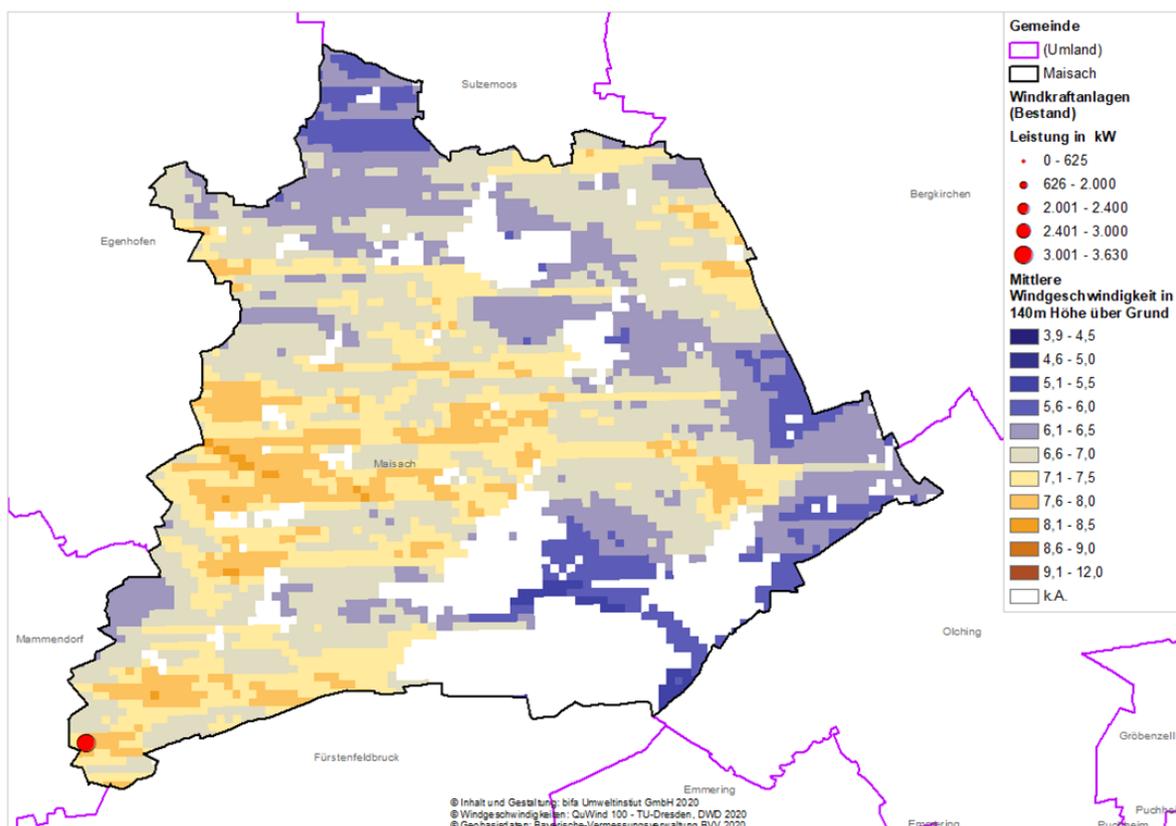


Abbildung 24: Mittlere Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe nach QuWind100 2019. Für Siedlungsflächen (auch den Flugplatz-FFB) liegen keine Prognosen vor.

4.1.2 Lärmbedingte Siedlungsabstände

In Abbildung 25 werden den Windgeschwindigkeiten Abstandsflächen zu Siedlungen überlagert. Die grauen Flächen basieren auf den Abstandsempfehlungen des Bayerischen Winderlasses von 2011. Dessen Abstandsregelung fußt auf Lärmschutzanforderungen der TA-Lärm. Für die Geoinformationsverarbeitung wurden die Abstände vereinfachend in zwei Kategorien unterteilt.

- Wohngebiete und gemischte Gebiete 800 m
- Gewerbe- und Industrieflächen, andere Flächen 500 m

Die Abstände wurden von den Grenzen der Siedlungsflächen aus angelegt. Die verbleibenden Restpotenzialflächen wurden zur weiteren Untersuchung in vier Perspektiv-Areale zusammengefasst, s. Abbildung 25.

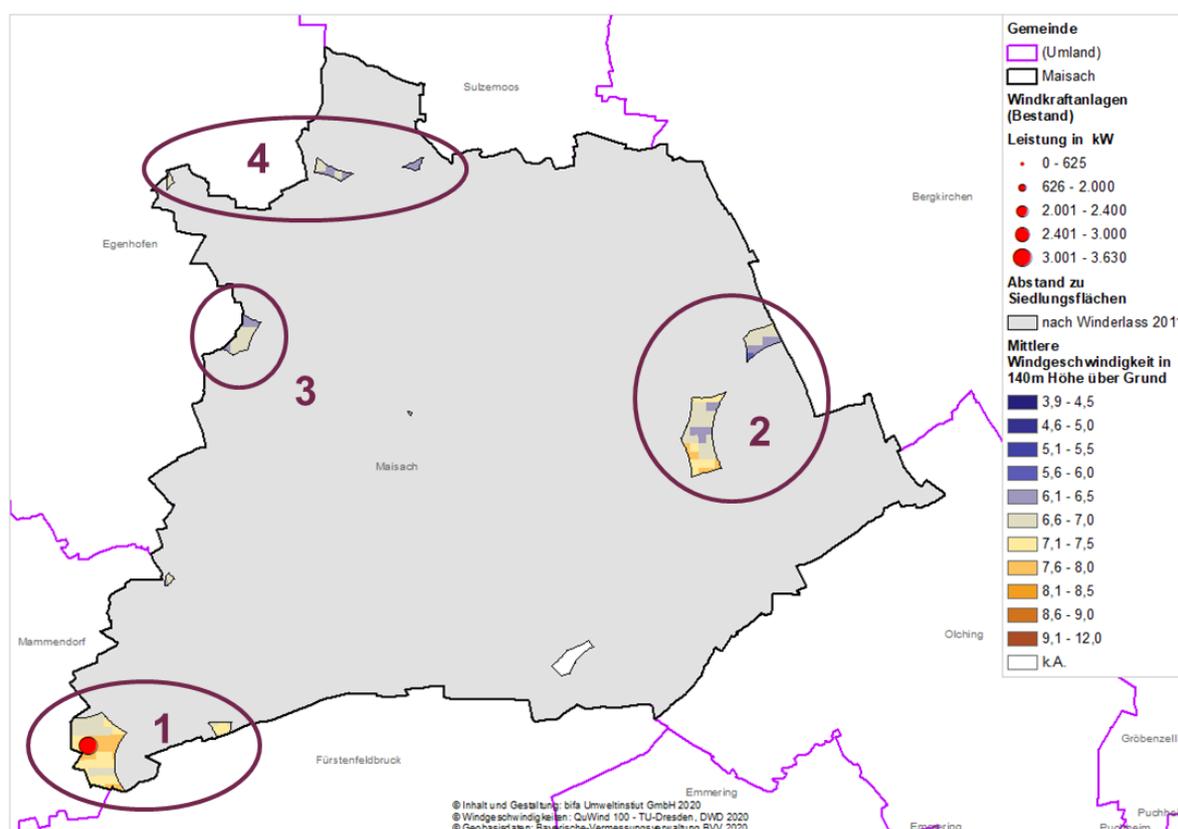


Abbildung 25: Windpotenzial-Areale auf Basis von Abstandsempfehlung zu Siedlungsflächen zur Einhaltung von Lärmschutzvorgaben der TA-Lärm

4.1.3 Luftfahrtbelange

Einschränkungen zur Windkraftnutzung sind durch Ausschlussgebiete der zivilen und militärischen Luftfahrt möglich, aber nicht notwendigerweise zwingend. Neueste Einschätzungen zur Wechselwirkung von Windenergieanlagen mit z.B. Drehfunkfeuern können die Bewertung der lokalen Auswirkungen ändern. Eine Einzelfallprüfung der potenziell geeigneten Standorte empfiehlt sich deshalb. Abbildung 26 zeigt die großflächigen Einschränkungen durch die zivile oder militärische Luftfahrt.

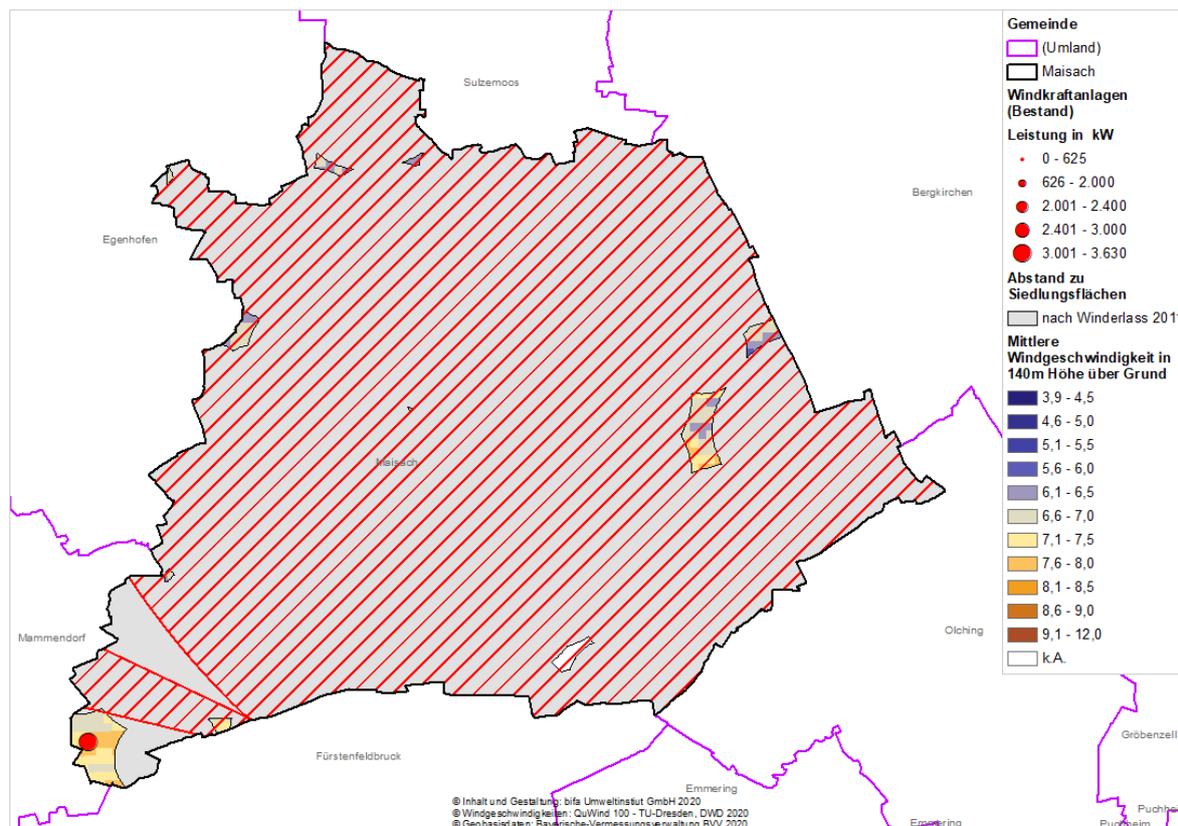


Abbildung 26: Einschränkungen durch zivile und militärische Luftfahrbelange (rot schraffiert).

4.1.4 Bayerische Bauordnung

Aufgrund der vorliegenden Siedlungsstruktur gilt im gesamten Gemeindegebiet die sogenannte 10H-Regelung.² Auch nach einer Aufhebung dieser Regelung würden sich im betrachteten Gebiet die Potenziale zur Windkraftnutzung nicht erhöhen. Hintergrund sind die Einschränkungen durch lärmbedingte Siedlungsabstände.

Wege zur Errichtung von Windkraftanlagen

Bei der Änderung der Bauleitplanung ist die Öffentlichkeit zu beteiligen. Möglichkeiten sind:

Option 1: Gebiet zur Windkraftnutzung festsetzen nach §11 Abs. 2 BauNVO

Option 2: einen vorhabenbezogenen Bebauungsplan aufstellen

Aufgrund des Entwicklungsgebots § 8 Abs. 2 Satz 1 BauGB ist (bei beiden Optionen) gegebenenfalls der Flächennutzungsplan zu ändern.

Es gilt das kommunale Abstimmungsgebot:

Im Fall der Antragsstellung zur Errichtung von Windrädern nach BImSchG sind auch Nachbargemeinden mit Siedlungsflächen in weniger als 2.000 m Abstand betroffen. Die Einbin-

² Aufhebung der Privilegierung der Windkraftnutzung gemäß §35 Abs. 1 BauGB, durch die Öffnungsklausel § 249 Abs. 3 BauGB und den Art. 82 Abs.1,2 BayBO

Sie ist im Besitz der WindEnergieAnlage Malching GmbH & Co. KG, die folgende Anteilnehmer hat:

- Stadtwerke FFB 80 %
- Gemeinde Maisach 10 %
- Stadt FFB 10 %

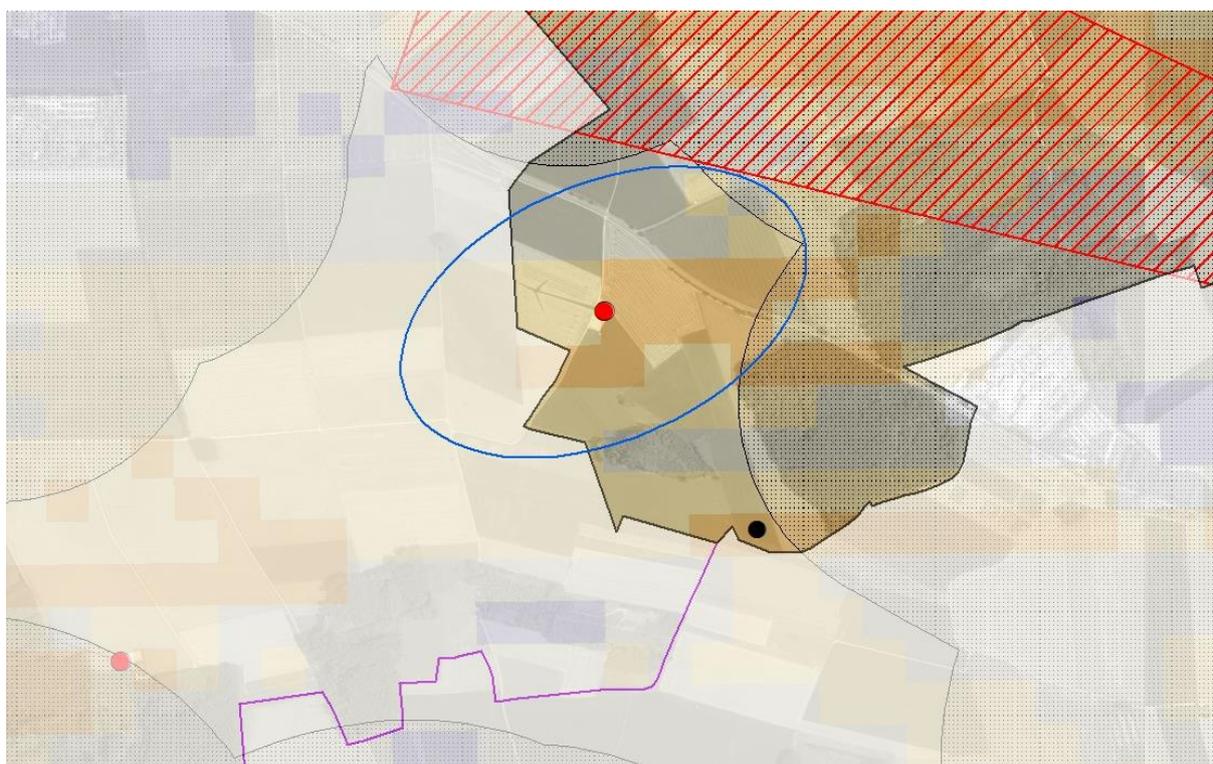


Abbildung 28: Bestandsanlage mit Abstandellipse nach Hauptwindrichtung im Gemeindegebiet, inklusive Ausschlussflächen (grau gepunktet: Abstand zu Siedlungsflächen; Rot schraffiert: Einschränkungen durch Luftfahrtbelange). Windgeschwindigkeiten im Hintergrund als Raster. Avisierter zweiter Windkraftstandort (schwarzer Punkt).

Abbildung 28 zeigt die Bestandsanlage im Südwesten des Gemeindegebiets. Die blaue Ellipse repräsentiert übliche Abstandsempfehlung, mit folgenden Dimensionen:

- in Hauptwindrichtung 500 m
- in Nebenwindrichtungen 300 m

Die Hauptwindrichtung (vgl. Abbildung 29) wurde auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für sogenannte Testreferenzjahre (TRJ) ermittelt. In nahezu allen Windgeschwindigkeitsbereichen tritt am häufigsten eine Südwest-Ausrichtung auf.

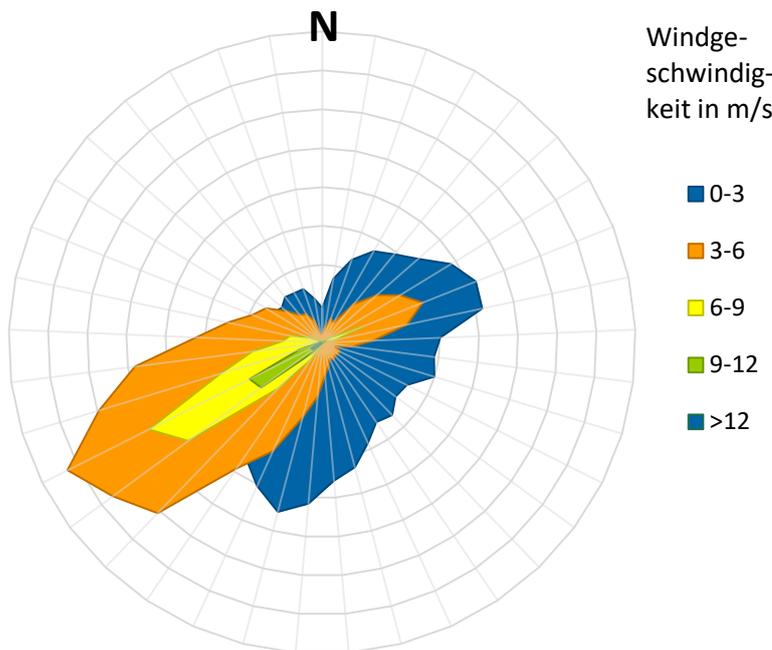


Abbildung 29: Windrose für das Gemeindegebiet auf Basis von Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für sogenannte Testreferenzjahre (TRJ). Windgeschwindigkeiten und Richtungen sind ihrer Häufigkeit nach eingezeichnet.

4.1.6 Fazit zur Windkraft

Auf Basis der zuvor dargestellten Analyse zu den Potenzialen und Einschränkungen wird die ergänzende Prüfung des Areals 1 (vgl. Abbildung 25) für den Ausbau der Windkraftnutzung empfohlen.

Areal 1: Bestandswindkraftanlage mit Ausbaupotenzial

- Platz für eine weitere Windkraftanlage, 625 m südöstlich der Bestandsanlage
- Windgeschwindigkeit (QuWind100) in 140 m bei 7,6 m/s (Bestandsanlage: 7,7 m/s)
- Einzelfallprüfbereich ziviler Luftfahrt
- Innerhalb Konzentrationsfläche 5.2 des Interkommunalen sachlichen Teilflächennutzungsplans Windkraft.

Areal 2: Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt und Naturschutzbelange

- Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt
- Bisher auch wegen niedriger Windprognose (BY-Windatlas) wenig beachtet. QuWind100 deutet deutlich höhere Windgeschwindigkeiten an.
- Nach Waldfunktionskarte teilweise Flächen mit „Schutzwald für Lebensraum“ im oder angrenzend zu den Potenzialflächen

Areal 3: Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt, Standort wird bereits geprüft

- Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt
- Innerhalb Konzentrationsfläche 4.2 des Interkommunalen sachlichen Teilflächennutzungsplans Windkraft.

- Die Gemeinde prüft derzeit die Möglichkeit zur Errichtung von zwei Windkraftanlagen im Areal 3

Areal 4: Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt, mit niedriger Ertragserwartung

- Innerhalb Konzentrationsfläche 4.2 des Interkommunalen sachlichen Teilflächennutzungsplans Windkraft.
- größte Fläche überwiegend bewaldet, westliche Fläche vollständig bewaldet
- Kleinflächen mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten (nach QuWind100; nach BY-Windatlas höher)

4.2 Solarenergie – Freiflächenanlagen

Nach der aktuellen Fassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG 2021) können PV-Freiflächenanlagen in einem Umgriff um Autobahnen und Schienenstrecken an den EEG-Ausschreibungsverfahren auch weiterhin teilnehmen. Der Korridor für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen an Autobahnen und Schienensträngen wurde im Rahmen der letzten Gesetzesänderung auf 200 m verbreitert. Es wurde zudem neu festgelegt, dass parallel zu den Verkehrsachsen ein 15 m breiter Korridor freizuhalten ist.

Im Zuge einer Geoinformationsanalyse wurde der verfügbare Korridor um die Schienenstrecke durch Maisach ermittelt. Der freizuhaltende Korridor neben der Schienenstrecke wurde hierfür freigehalten – orientiert an der bereits errichteten PV-Anlage an der Bahnlinie westlich von Maisach. Folgende, vorliegende Flächen wurden im Rahmen der Potenzialanalyse ausgeschlossen:

- Bestandsanlage PV nach ATKIS³
- Regionalplanung
 - „Bereiche, die für die Siedlungsentwicklung besonders in Betracht kommen“
 - Trenngrün
- Siedlungsflächen nach ATKIS und ein umgebender 25 m-Puffer
- Biotopkartierung (Flachland)
- Landschaftselemente aus der Feldstückkarte Bayern 2020
- Kleinstflächen aus dem Verschnitt von Potenzialflächen und den Feldstückgrenzen aus der Feldstückkarte Bayern 2020

Für die Ermittlung der elektrischen Leistung wurde eine Leistungsdichte pro Bodenfläche von 33,3 W/m² verwendet. Der Stromertrag wurde über den Medianwert der berechneten Volllaststunden für 2018 von 1020 h/a ermittelt (Rohdaten: Energie-Atlas-Bayern).

³ ATKIS: Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem. Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung.

Tabelle 6: Potenzial von PV-Freiflächenanlagen nach EEG 2021.

Potenzialflächen nach EEG-2021	Fläche ha	Peak-Leistung kW	Stromertrag MWh/a
blau schraffierte Fläche	75,1	25.040	25.600



Abbildung 30: Potenzialflächen (blau schraffiert) an der Bahnlinie westlich der Ortschaft Maisach mit Markierung des Zentrums der PV-Bestandsanlage (orange Flächenmarkierung) an der Bahnstrecke.

Neben dem ermittelten EEG-Flächenpotenzial wird eine Fläche als Erweiterung der Bestandsanlage „PV-Maisach-West“ mit Bürgerbeteiligung entwickelt (vgl. Abbildung 31).

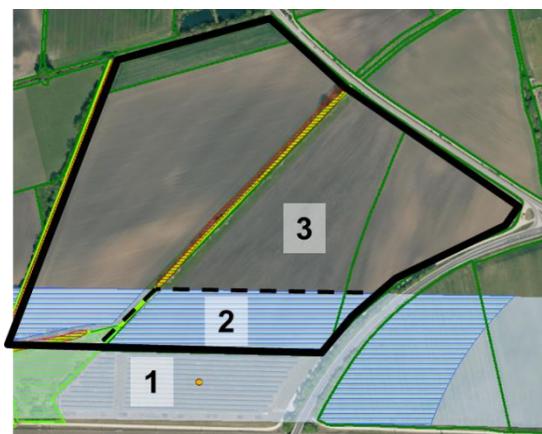


Abbildung 31: PV-Entwicklungsfläche (3), Bestandsanlage (1), Überlappung mit Potenzialflächen (2)

Die ermittelten Stromerträge (vgl. Tabelle 7) gehen unter Berücksichtigung der Überschneidungen von 2,7 ha in die PV-Potenziale für Freiflächen ein. Das zusätzliche Energieerzeugungspotenzial wird gesamt auf 29.700 MWh/a beziffert.

Tabelle 7: Potenzial der PV-Erweiterungsfläche

Erweiterungsfläche	Fläche ha	Peak-leistung kW	Stromertrag MWh/a
Schwarz eingefasste Fläche (3)	15,0	5.000	5.100

4.3 Solarenergie – Dachflächenanlagen

4.3.1 Basisuntersuchung aller Dächer

Auf Basis eines vorliegenden LoD1-Gebäudemodells wurden die Potenziale für die PV-Stromerzeugung mittels Geoinformationsberechnungen bestimmt. Ausgehend von den Grundflächen der Gebäude wurden die nutzbaren Dachflächen über einen mittleren Dachflächennutzungsfaktor von 0,4 ermittelt. Gewerbebauten und öffentliche Sonderbauten wurden inklusive Nebengebäuden wie beispielsweise Lagerhallen oder Turnhallen berücksichtigt. Bei Wohngebäuden gingen kleine Nebengebäude wie Garagen oder Schuppen nicht in die Berechnung ein. Eine Aufteilung der ermittelten Dachflächen nach Gebäudetypen und -größen zeigt die Abbildung 32.

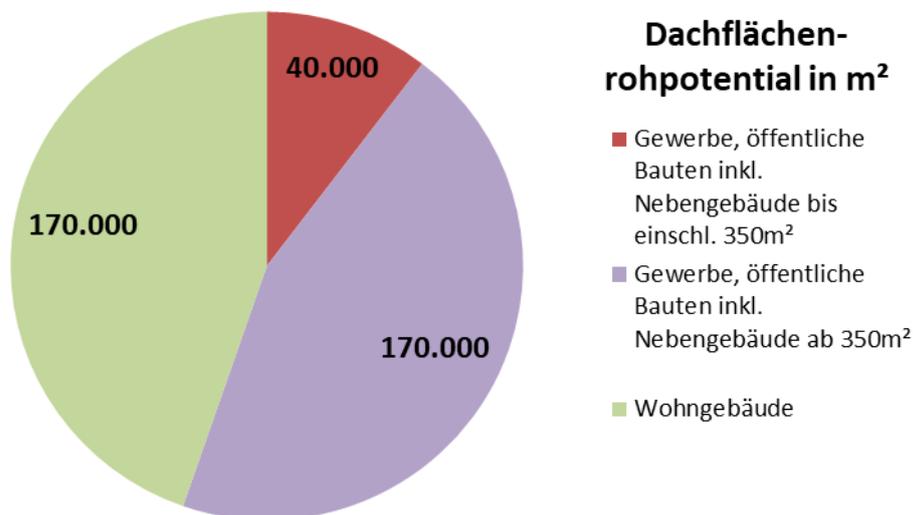


Abbildung 32: Aufteilung der verfügbaren Dachflächen nach Gebäudenutzung.

Zur Ermittlung des Gesamtpotenzials wurden für die Solardachanlagen eine Leistungsdichte pro Dachfläche von 133 W/m² angenommen. Für Wohngebäude wurde eine Dachflächennutzung von 75 % für die Stromerzeugung und von 25 % für die Wärmerzeugung durch Solarthermieanlagen vorgesehen. Dachflächen von Nichtwohngebäuden wurden zu 100 % dem PV-Strompotenzial zugeordnet.

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials wurde der Bestand an PV und Solarthermieanlagen über die Analyse von Anlagendatenbanken ermittelt. Die PV-Anlagendaten wurden online über die Recherche-Funktion des Energieatlas Bayern abgerufen (2020). Informationen zu geförderten Solarthermieanlagen stammen aus einer Datenauskunft der BAFA (Datenstand: August 2019). Für Solarthermieanlagen wird davon ausgegangen, dass nur ca. 50 % der Anlagen im Bestand gefördert wurden. Die Anzahl und Fläche der Anlagen wurde in der Berechnung des Ausbaupotenzials entsprechend verdoppelt. Der Anlagenbestand wurde vereinfachend den Wohngebäuden zugewiesen. Tabelle 8 zeigt das Gesamt- und das Ausbaupotenzial (Gesamtpotenzial - Bestand = Ausbaupotenzial) in einer Aufteilung zwischen den Wohn- und Nichtwohngebäuden (Gewerbe- und öffentliche Bauten inklusive ihrer Nebengebäude).

Tabelle 8: PV-Dachflächenpotenzial

		Gewerbe, öffentliche Bauten, inkl. Nebengebäude	Wohngebäude	Gesamtpotenzial	Ausbau-potenzial
Anzahl		900	3.660	4.560	4.090
Dachflächennutzungsszenarien		100% Strom	75% Strom 25% Solarthermie		
Nutzfläche-PV	m ²	208.600	126.400	335.000	276.000
Nutzfläche-Solarthermie	m ²	-	42.100	42.100	36.500
PV-Leistung	kW _{peak}	27.800	16.900	44.700	36.800
Solarstrom	MWh/a	28.400	17.200	45.600	37.500
Solare Wärme	MWh/a	-	16.900	16.900	14.600

4.3.2 Detailuntersuchung öffentlicher Liegenschaften

Eine detaillierte Untersuchung der PV-Dachflächenpotenziale wurde für kommunale Liegenschaften vorgenommen. Die Analyse basiert auf 3D-Vermessungen über Google Earth. Die Ermittlung des technischen Potenzials (100 % Dachbedeckung abzüglich Dachaufbauten und Bestandsanlagen) erfolgte unter Ausschluss von Satteldachteilflächen mit Nordausrichtung (NW, N, NO). Der folgende Umfang an Informationen wurde ermittelt:

- Dachform
- Dachausrichtung
- aktuelle Dachbelegung (PV, Solarthermie)
- Kurze Beschreibung der Charakteristik
- Unterscheidung nach eher nach Süden oder Westen ausgerichteten Dächern und Flachdächern

Die Ermittlung der installierbaren Leistung und der erzielbaren Stromerträge erfolgte mit denselben Kennwerten wie für alle Dachflächen (siehe Abschnitt 4.3.1). Eine Gegenüberstellung des Stromverbrauchs im Jahr 2019 und des Ausbaupotenzials zeigt die Abbildung 33.

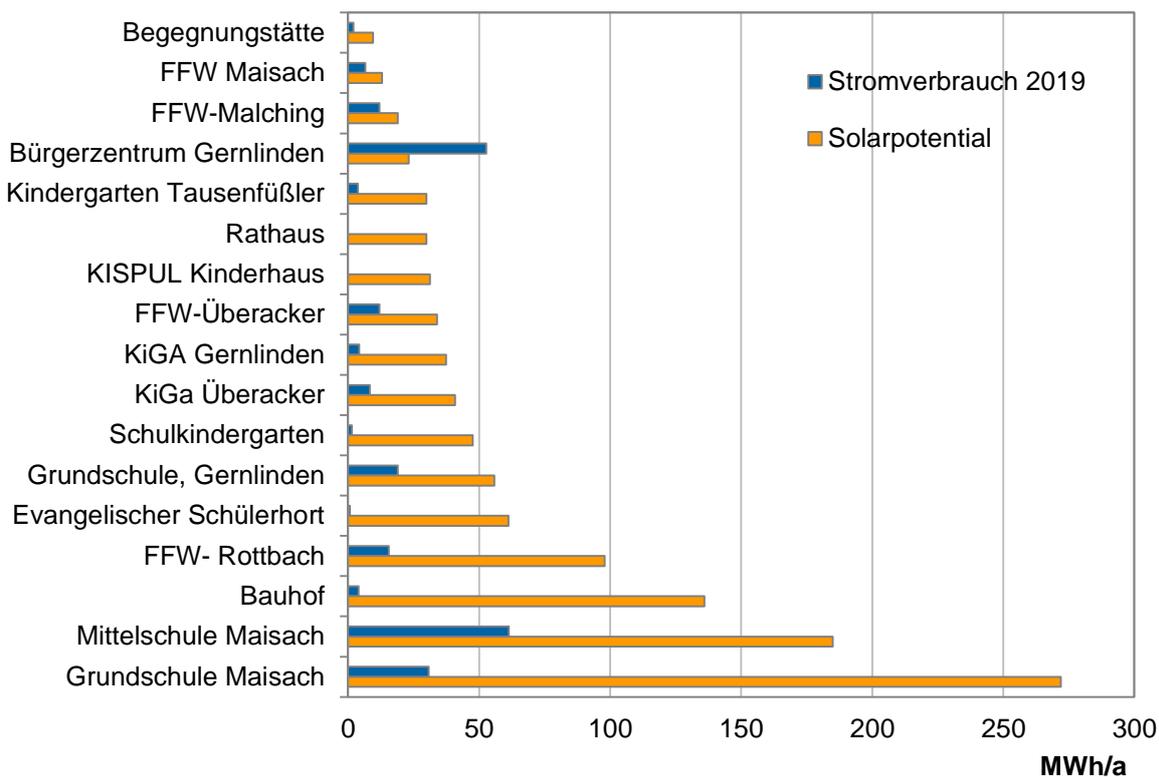


Abbildung 33: PV-Dachflächenpotenzial zur Stromerzeugung in MWh/a und Stromverbrauch 2019

4.4 Wasserkraft

Nach Einschätzung des Landesamtes für Umwelt (LfU) wird es bis auf Weiteres „keine neuen Querbauwerke an bayerischen Flüssen“ geben. Es wird vom entsprechenden LfU-Kartendienst auch kein Modernisierungs- oder Nachrüstpotenzial oder Neubaupotenzial innerhalb des Gemeindegebiets angegeben.

Die fünf Wasserkraftanlagen an der Maisach weisen insgesamt nur 110 kW installierte Leistung auf. Sie sind wie folgt den einzelnen Ortschaften zuzuordnen:

- 2x Germerswang
- 1x Maisach
- 1x Überacker
- 1x zwischen Überacker und Palsweis

– In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe erfolgt keine weitere Vertiefung. –

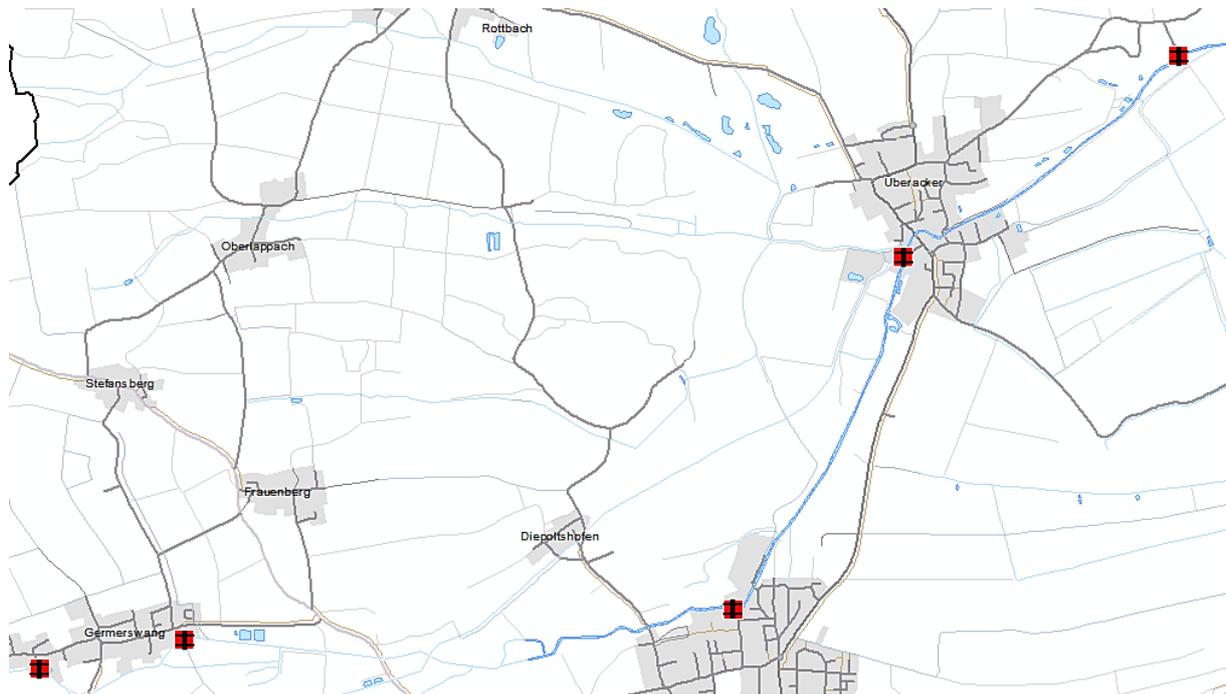


Abbildung 34: Standorte der Wasserkraftanlagen (rot markiert).

4.5 Biogas

Die Potenziale zur Energieerzeugung aus Biogas setzen sich zusammen aus dem Potenzial durch den Anbau von Energiesubstraten (NAWARO: nachwachsende Rohstoffe) und dem Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen wie Gülle und Mist. Daten zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche und zu den Viehbeständen der Gemeinde Maisach aus der Kommunalstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung wurden herangezogen. Zur Ermittlung der Biogasbildungspotenziale wurde auf Kennwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR 2016) zurückgegriffen.

Prinzipiell sind sämtliche landwirtschaftlichen Flächen für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung geeignet (Nutzung bspw. als Mais- oder Grassilage). Für eine ausgewogene Nutzung der Flächen wird angenommen, dass 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Substraten genutzt wird. Der Rest der Flächen wird dem Nahrungsmittel- und Futteranbau zugeordnet.

Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass rund 30 % der anfallenden tierischen Exkrememente in Biogasanlagen genutzt werden können. Für die Anzahl der Schweine im Jahr 2016 wurde ein Wert aus der Entwicklung der Tiere je Halter und der Tiere gesamt über verfügbare Daten aus den Jahren 1999 und 2007 interpoliert.

Das Gesamtpotenzial für die Gemeinde Maisach ermöglicht es rechnerisch, Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Höhe von insgesamt 1.550 kW_{el} zu betreiben. Für die Berechnung der in Tabelle 9 eingetragenen Werte zum Strom und Wärmepotenzial wurde der Eigenwärme- und Strombedarf zur Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs bereits abgezogen.

Tabelle 9: *Biogaspotenzial und daraus abgeleitetes Potenzial zur Wärme- und Stromabgabe bei Einsatz eines BHKW.*

elektrische Gesamtleistung	1.550	kW
Strompotenzial, gesamt	12.400	MWh/a
Wärmepotenzial, gesamt	10.450	MWh/a
Ausbau- oder Nutzungspotenzial nach Betreiberakunft	0	MWh/a

In der Gemeinde sind bereits 2.080 kW an elektrischer Leistung an zwei Standorten installiert. Gründe hierfür sind die Flexibilisierung⁴ der größeren der beiden Anlagen (1.640 kW_{el}) und die Nutzung von Substraten aus eigenen Flächen jenseits der Gemeindegrenzen zur Beschickung dieser Anlage.

Die Biogasanlage bei Frauenberg versorgt bereits nahezu alle Gebäude der Ortschaft. Die Biogasanlage in Zötzelhofen nutzt die Wärme zur Trocknung von Kartoffeln für die Futtermittelherstellung. Eine weitere Wärmenutzung wird für beide Anlagen aufgrund der vorhandenen Nutzungen und der Distanzen zu weiteren Abnehmern nicht gesehen.

Kommunale Projekte zur Steigerung der Biogasproduktion innerhalb des Gemeindegebietes aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht geboten. Weitere Flächen für die Energiepflanzenanbau zu nutzen, erscheint bei einer aktuellen Nutzung von 26 % für die Ganzpflanzenernte (darunter Silomais, Grünmais) nicht sinnvoll. Die Nutzung von weiteren Reststoffmengen (Bioabfälle, Grünschnitt, Gülle) in bestehenden oder neuen Anlagen könnten vor Ort jedoch weitere lokale Kreisläufe schließen.

4.6 Biomasse zur Wärmeengewinnung

4.6.1 Waldholz

In der Gemeinde Maisach sind nach Angaben des Landesamtes für Statistik rund 500 ha und somit 9,3 % der Gesamtfläche bewaldet (LfStat 2019). Bei den Waldflächen handelt es sich nach der forstlichen Übersichtskarte zum Waldbesitz überwiegend um Privatwald. Die größten zusammenhängenden Flächen, südwestlich von Überacker (Kühmoos und Thaler Moos), fallen nach Waldfunktionsplan in die Kategorie Schutzwald-Lebensraum.

Zur Bestimmung des Waldholzpotenzials wurde die Holznutzung in den Wuchsgebieten nach den Baumartgruppen unterschieden. In der Gemeinde Maisach liegen die Waldflächen in den Wuchszonen 12 und 13. Diese Nutzungsfaktoren wurden zur Berechnung des zur Verfügung stehenden Holzes herangezogen.

⁴ Für einen strommarktdienlichen Betrieb sind BHKW mit höheren elektrischen Leistungen, sowie ggf. höhere Speicherkapazitäten für Gas und Wärme notwendig.



Abbildung 35: Wachstumsregionen (12 = Tertiäres Hügelland; 13 = Schwäbische-Bayerische Schotterplatte und Altmoränenlandschaft; 14 = Schwäbische-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge; 15 = Bayerische Alpen)

Die Waldflächen der Gemeinden wurden über eine Geoinformationsauswertung nach ihrer Wuchszone und ihren Waldarten (Nadel-, Laub- und Mischwald) unterschieden und mit dem entsprechenden Nutzungsfaktoren multipliziert. Für die drei Waldarten wurden durchschnittliche Energiegehalte für das frisch geschlagene Holz festgelegt und ein Gesamtenergiegehalt des Holzes zur energetischen Nutzung pro Gemeinde berechnet.

Nach dem Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) zum Energieholzmarkt in Bayern 2016 (Weidner 2016) gingen 2014 rund 36 % des Holzes in die energetische Nutzung. Als konservative Annahme wurden 30 % des Waldholzes für die energetische Verwertung vorgesehen. Der Rest des Holzes wird der bedeutenden stofflichen Verwertung zugerechnet.

Dem jährlichen Energiepotenzial durch den Holzzuwachs auf Forstflächen stehen die bereits heute in den Bestandsanlagen genutzten Holzmenegen gegenüber. Um diese zu ermitteln, wurden die Daten zu den in der Gemeinde Maisach installierten Biomasseanlagen ausgewertet. Die Daten stammen zum einem aus dem Energie-Atlas Bayern und zum anderen aus der Auflistung der geförderten Biomasseanlagen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Die sich daraus ergebenden Potenziale zur Energieerzeugung aus Holz von forstwirtschaftlichen Flächen ist in Tabelle 10 dargestellt. Der berechnete Holzverbrauch zur Wärmeerzeugung liegt mit 7.330 MWh/a fast doppelt so hoch wie das ermittelte Energiepotenzial. Kommunale Projekte zur Steigerung der Holznutzung für Heizzwecke innerhalb des Gemeindegebietes erscheinen angesichts der erreichten Nutzung vor Ort nicht angezeigt.

Tabelle 10: Waldholzpotenziale

	Wert	Einheit
Waldflächen (nach ATKIS)	520	ha
Jährlicher Holzzuwachs	6.700	fm/a
Anteil Energieholz an Holzzuwachs	30	%
Jährliche Energieholzmenge	2.010	fm/a
Energiepotenzial	3.690	MWh/a
Energieverbrauch Biomasse-Zentralheizungen	1.980	MWh/a
Energieverbrauch Kleinfeuerung Scheitholz	5350	MWh/a
Energieverbrauch	7.330	MWh/a
Vorhandenes Ausbaupotenzial	0	MWh/a

4.6.2 Kurzumtriebsplantagen

Die Möglichkeit zur Erschließung weiterer Potenziale im Bereich der festen Biomasse bietet sich durch die Nutzung von bisher landwirtschaftlich wenig geeigneten kommunalen und privaten Flächen für den Betrieb von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Hier können schnell wachsende Bäume oder Sträucher – beispielsweise Weiden und Pappeln – angepflanzt werden, um innerhalb kurzer Wachstumszeit Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren.

Für die Ermittlung des Potenzials wurden Ergebnisse aus dem KUP-Scout der bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) ausgewertet. Demnach sind folgende Flächenanteile grundsätzlich für KUP geeignet:

Ackerfläche mit guter Wasserversorgung und relativ geringer natürlicher Ertragsfähigkeit

19,0 % der Ackerflächen in der Gemeinde fallen nach dieser Analyse in diese Kategorie. der Ackerflächen nach B. Eine Nutzung von Ackerflächen für den Anbau von KUP ist somit in weiten Teilen des Gemeindegebiets möglich, tritt jedoch in starke Konkurrenz mit anderen Nutzungen wie Lebensmittel-, Futter- und Biogassubstratanbau. Diese Flächen werden deshalb in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe nicht als Potenzialwert ausgewiesen.

Stark geneigte Ackerflächen

Das Umsetzungspotenzial für den Anbau von Kurzumtriebsplantagen beschränkt sich auf die stark geneigten Ackerflächen. 10,5 ha der Ackerflächen in der Gemeinde fallen in diese Kategorie. Dies entspricht einer nutzbaren Wärmemenge von 220 MWh/a.

4.6.3 Reststoffe

Altholz und holzreiche Anteile des Grünguts sind grundsätzlich ebenfalls geeignet, einen Beitrag zur Wärmeerzeugung aus Biomasse zu leisten. Altholz geht jedoch häufig bereits in die thermische Verwertung, während holziges Grüngut im Allgemeinen kompostiert wird.

Zahlen zum Abfallaufkommen sind in der Abfallbilanz Bayern (LfU 2019) nur für die Landkreise verfügbar. Tabelle 11 zeigt die auf Maisach anhand der Einwohnerzahl umgelegten Werte dieser beiden Abfallströme.

Tabelle 11: Über die Einwohnerzahl skaliertes Bioabfallpotenzial für Maisach basierend auf der Abfallbilanz Bayern für den Landkreis Fürstentfeldbruck. (Quelle: Abfallbilanz Bayern, LfU 2019)

Gemeinde Maisach (umgelegte Lkr. Werte) 2018	Menge in t	Wärmemenge in MWh/a
Altholz	145	750
Bioabfall: Gesamtmenge gesondert erfasstes Grüngut	421	1.300
davon Grüngut aus Haushalten	362	
davon kommunales Grüngut	59	

– Die ermittelten Wärmemengen gehen nicht in die Potenzialdarstellung ein. –

4.6.4 Fazit: Wärme aus Biomasse

Abbildung 36 stellt die Potenziale zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse gegenüber. Als Ausbaupotenzial erscheint hiervon nur der Energiebeitrag der Kurzumtriebsplantagen (KUP) verfügbar.

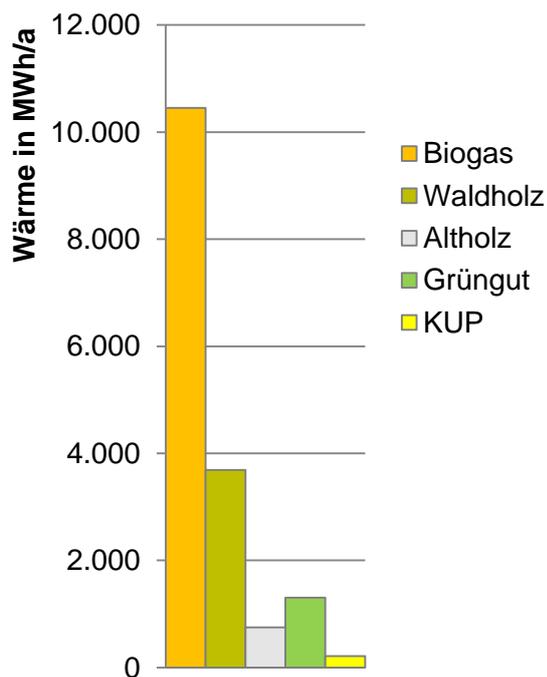


Abbildung 36: Potenzial zur regenerativen Wärmeerzeugung

4.7 Kraftwärmekopplungsanlagen (KWK)

KWK-Anlagen stellen eine Möglichkeit zur zeitgleichen Erzeugung von Strom und Wärme dar. Eine möglichst vollständige Nutzung der Wärme ist hierbei Voraussetzung zum Erreichen hoher Gesamtnutzungsgrade.

Für den Einsatz von Gasturbinen-Kraftwerken fehlt vor Ort ein industrieller Energieabnehmer. Die Betrachtung beschränkt sich im Folgenden auf Blockheizkraftwerke (BHKW).

Das Temperaturniveau von BHKW-Anlagen liegt bei 50-130 °C. Eine Bereitstellung von Prozesswärme ist dadurch nur in begrenztem Umfang möglich. Zu Heizzwecken kann die Wärme genutzt werden. Der geringe Heizwärmebedarf im Sommer führt entweder zu hohen Leistungsüberkapazitäten mit entsprechenden Investitionskosten oder zu einer nur geringen ganzjährigen Grundlastversorgung. Weniger stark ausgeprägt sind diese Aspekte bei einer hohen Anzahl unterschiedlicher Wärmeabnehmer in Nah- und Fernwärmenetzen.

BHKW-Anlagen sind in einer großen Leistungsbandbreite verfügbar und können grundsätzlich in jeder Liegenschaft eingesetzt werden. Aus Effizienzgründen sollte der Wärmebedarf der Liegenschaft deutlich höher liegen als der Strombedarf. Ein wärmegeführter Betrieb des BHKW stellt dann einen größtmöglichen Gesamtnutzungsgrad sicher. Größere BHKW-Anlagen sind im direkten Vergleich kosteneffizienter als kleinere. Als Mindestgröße wird ein jährlicher Strombedarf von 45 MWh angesetzt.

Liegenschaften mit hoher Eignung sind in den Ortschaften Maisach die Mittel- und Grundschule sowie in Gernlinden das Bürgerzentrum und die Schule.

Für die Versorgung von einzelnen kommunalen Liegenschaften stellen fossil betriebene KWK-Anlagen keinen ökologischen Mehrwert da. Der erzeugte Strom ersetzt den in Maisach für die Liegenschaften verwendeten Ökostrom. Fossile KWK-Anlagen können auf dem Weg zur Klimaneutralität allenfalls als Übergangslösungen gesehen werden; sie behindern den Wechsel auf nachhaltige Wärmeversorgungssysteme.

4.8 Oberflächennahe Geothermie

4.8.1 Räumliche Eingrenzung der einzelnen verfügbaren Techniken

Die Kartenansichten in diesem Abschnitt geben Auskunft über die Nutzbarkeit unterschiedlicher technischer Versorgungssysteme auf Basis von oberflächennaher Erdwärme.

Erdwärmekollektor

Die Nutzung von Erdwärmekollektoren ist in nahezu allen Ortsteilen der Gemeinde möglich (vgl. Abbildung 37). In einem Wasserschutzgebiet im Gemeindegebiet ist deren Nutzung jedoch ausgeschlossen.

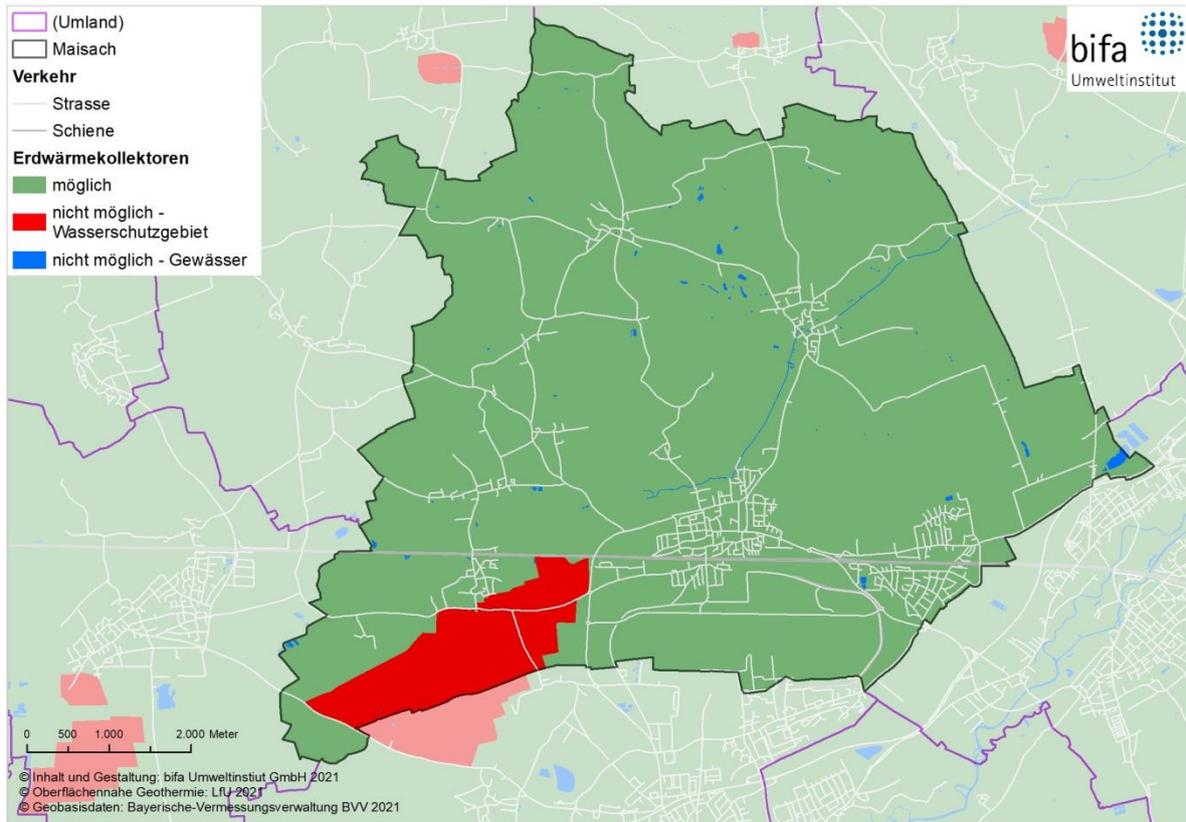


Abbildung 37: Flächen zur Nutzung von Erdwärmekollektoren (grün) und deren Einschränkung (rot) durch Wasserschutzbelange.

Wie Abbildung 39 veranschaulicht, liegt lediglich ein Teil der Ortschaft Malching, nördlich der Mammendorfer-Straße und westlich des Gewerbegebiets von Maisach, im Schutzgebiet.

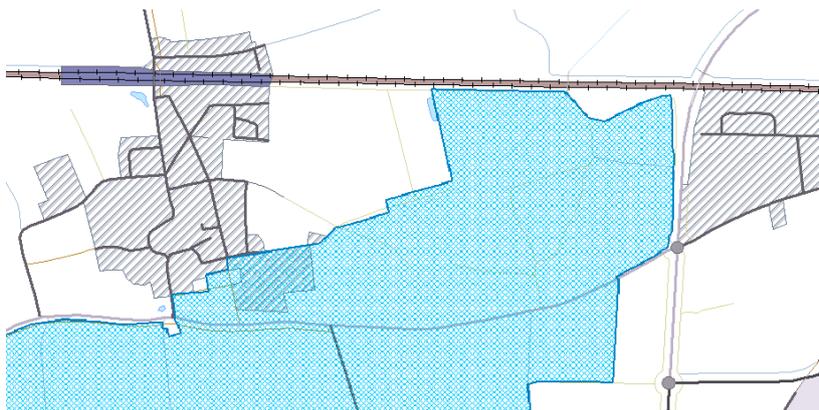


Abbildung 38: Überschneidung des Wasserschutzgebiets (blaue Fläche) mit einer Siedlungsfläche der Ortschaft Malching (grau schraffiert).

Erdwärmesonden

Der Ausschluss der Nutzung von Erdwärmesonden gilt ebenfalls im Wasserschutzgebiet (vgl. Abbildung 39). Für diese Technologie ist jedoch nach dem ausgewerteten Kartendienst des Landesamtes für Umwelt eine Einzelfallprüfung für alle anderen Gemeindebereiche notwendig.

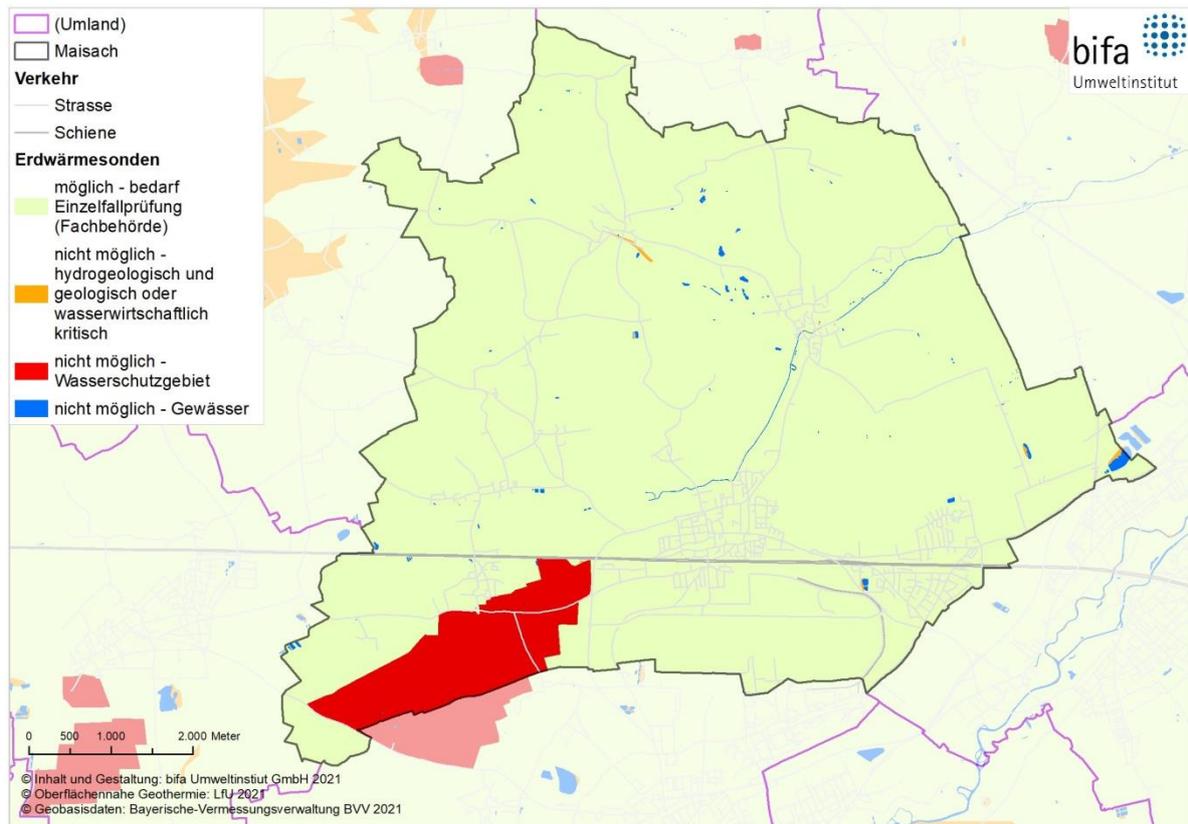


Abbildung 39: Flächen zur Nutzung von Erdwärmesonden nach Einzelfallprüfung (lindgrün) und deren Einschränkung (rot) durch Wasserschutzbelange, sowie die Markierung bekannter Bestandsanlagen (rote Dreiecke).

Grundwasserwärmepumpen

Der Ausschluss der Nutzung von Grundwasserwärmepumpen gilt auch für diese Anlagentypen im Wasserschutzgebiet. Die Nutzung ist jedoch in den bestehenden Siedlungsflächen der folgenden Orte oder Ortsteile möglich:

- Maisach
- Gernlinden
- Germerswang (SW+O)
- Dipoltshofen (W)
- Überacker (S)

Für alle nichtgenannten Ortschaften oder Ortsteile ist eine Einzelfallprüfung geboten.

Abbildung 40 zeigt alle Einschränkungen und gibt über die Kartenlegende Auskunft zu den Hintergründen der Beschränkungen.

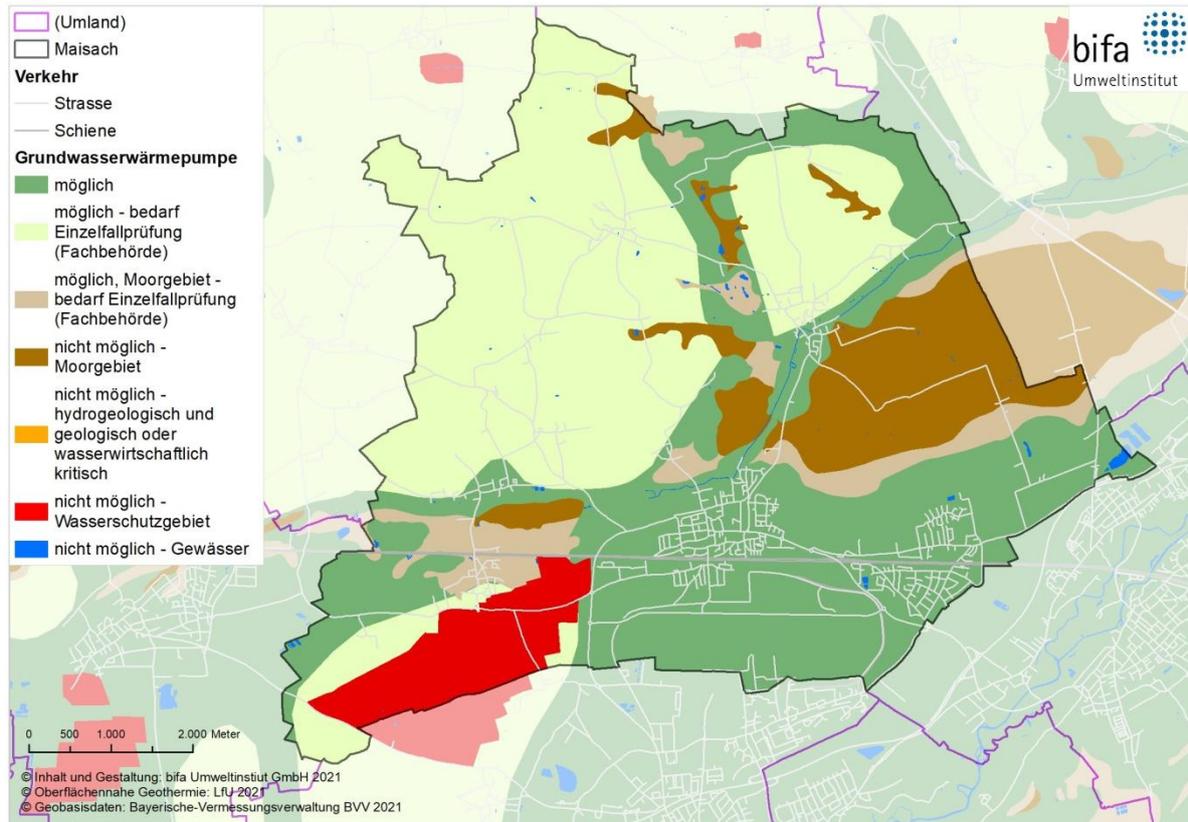


Abbildung 40: Flächen zur Nutzung von Grundwasserpumpen (grün) und deren Einschränkungen durch Wasserschutzbelange (rot) durch Moore (braun). Sowie den Einzelfallprüfbereichen (lindgrün und hellbraun).

4.8.2 Quantitative Potenzialermittlung

Zur Abschätzung des Potenzials oberflächennaher Geothermie wurde angenommen, dass alle Gebäude ab Baujahr 1990 energetisch effizient beheizbar sind, da sie ab dieser Bauphase über Flächenheizungen verfügen. In Abbildung 41 sind diejenigen Gebäude Türkis umrandet, die gemäß den Analysen des Wärmekatasters nach 1990 errichtet wurden.

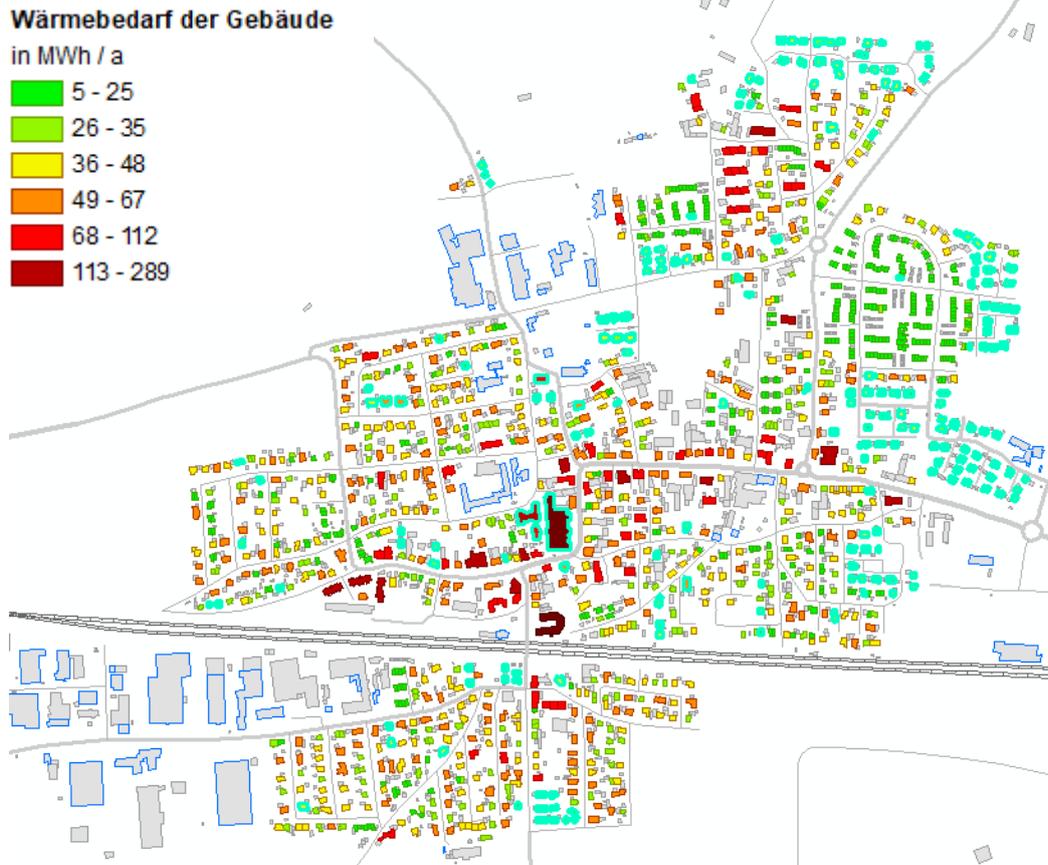


Abbildung 41: Wohngebäude ab Baujahr 1990 am Beispiel der Ortschaft Maisach mit angenommener Nutzungsoption von oberflächennaher Geothermie. Türkis umrandet sind Gebäude die gemäß den Analysen des Wärmekatasters nach 1990 errichtet wurden.

Der Bestand von Wärmepumpen wurde aus den Daten der Energieversorger abgeleitet. Hierbei wurde von einem Anteil der Wärmepumpenanlagen an den Stromheizungen von 80% ausgegangen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Bestand und Ausbaupotenzial von Wärmepumpenanlagen

	Gebäude	Wärmemenge MWh/a
Bestandsanlagen	230	5.200
Ausbaupotenzial	930	24.300

4.9 Tiefengeothermie

Nach dem Geothermischen Informationssystem für Deutschland (GeoTIS) befindet sich Maisach im Gebiet des Malm im Oberjura. Die Lage innerhalb des Aquifers (vgl. Abbildung 42) lässt nach Auswertung eines Vertikalschnitts eine Wärmenutzung bei einer voraussichtlichen Bohrtiefe von 2.300 m_{GOK}⁵ zu. Die Temperatur liegt in dieser Tiefe bei ca. 80 °C.

Die Gemeindefläche liegt außerhalb vergebener Konzessionsgebiete für die Nutzung tiefer Geothermie.

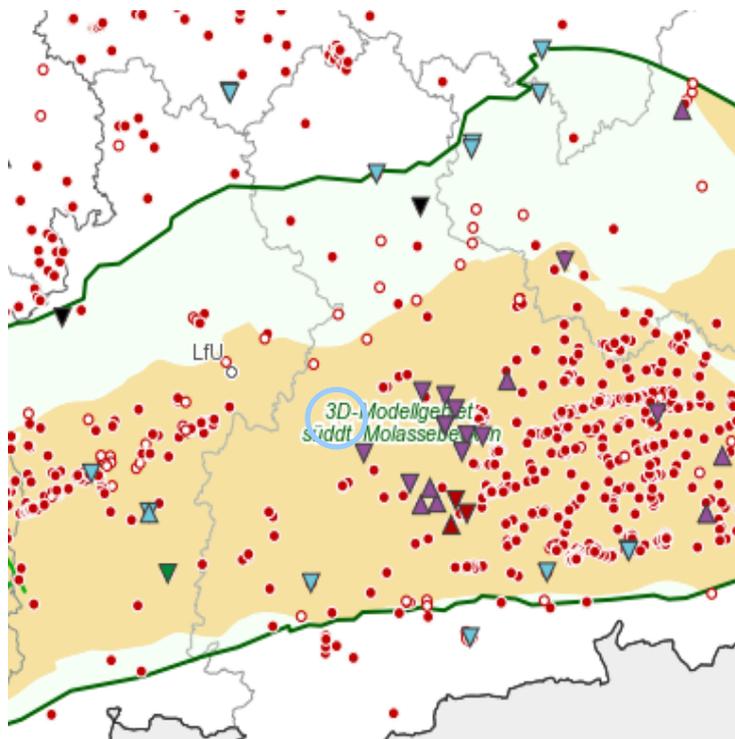


Abbildung 42: Lage des Gemeindegebiets (blauer Kreis) im süddeutschen Malm des Oberjura mit hydrothermischem Potenzial (ockerfarben). Markierungen für Bestandsanlagen (Dreiecke) und Bohrungen (Punkte/Kreise).

Die nächstgelegene Bestandsanlage befindet sich in Freiham. Für diese Bohrung sind folgende Parameter bekannt:

- Temperatur 92 °C
- Bohrtiefe 2.520 m_{GOK}
- Leistung 78 MW
 davon geothermisch 13 MW
- Wärme geothermisch 82 GWh/a (keine Stromerzeugung)

⁵ GOK: Geländeoberkante

4.10 Ausblick: Fernwärmepotenzial

Abbildung 42 zeigt Areale für Wärmeverbundlösungen. Ausgangspunkt sind hierbei Konzentrationen von Liegenschaften, die von einer geteilten Wärmeversorgung profitieren würden. Diese Keimzellen können auch den Ausgangspunkt für die Entwicklung von öffentlichen Wärmenetzen im Umkreis der Liegenschaften bilden. In Maisach-Mitte bietet sich die Mitversorgung des südwestlichen Gewerbegebietes an, falls eine Netzlösung südlich der Bahnlinie entwickelt wird. Maisach und Gernlinden weisen sowohl unabhängig, als auch gemeinsam ein hohes Potenzial für großflächige Fernwärmelösungen auf.

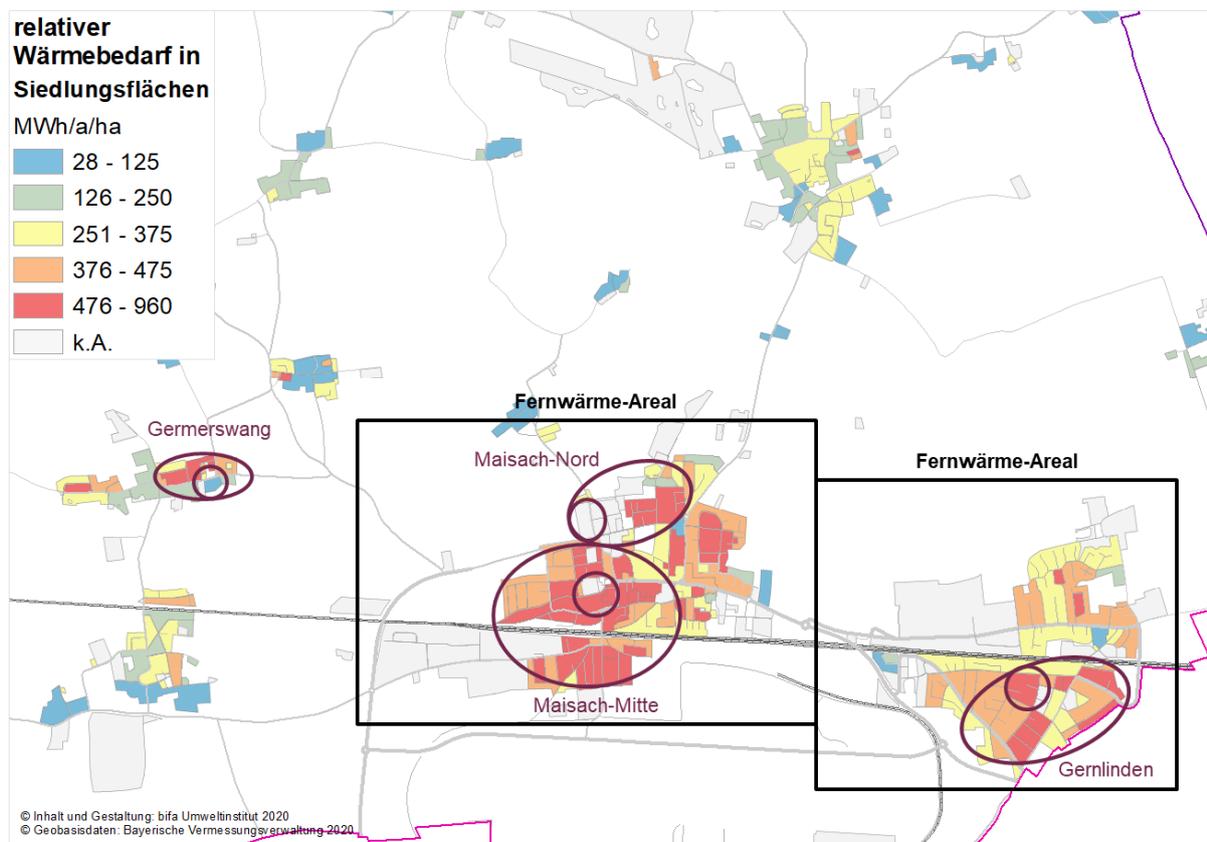


Abbildung 40: Areale (Kreise) für Wärmeverbundlösungen die auch als Keimzellen für Nahwärmelösungen dienen können (Ellipsen), sowie Fernwärmeareale zur Versorgung mit zentralen Wärme erzeugungsanlagen (Quadrate).

Die Areale für Wärmeverbundlösungen sind im Einzelnen:

Germerswang:

- „Alte Schule“: Feuerwehr, Kindergarten, Jugendheim, Schützenverein und Musikverein
- Option: öffentliches Netz (+Gasthaus: Mösl)

Maisach-Nord

- Kindergarten, Kinderhort, Mittelschule
- Optionen (Osten): Anschluss weiterer Einrichtungen

Maisach-Mitte

- Rathaus, Grundschule, Schulkindergarten, Begegnungsstätte

Gernlinden

- Bürgerzentrum, Schule, Kinderhort, Feuerwehr

Fernwärme für Maisach, Gernlinden

Der Wärmebedarf in beiden Ortschaften ist aufgrund der vorliegenden Baudichten hoch. Beide Ortschaften sind für die Versorgung über ein Fernwärmenetz geeignet.

Es wird von einem Wärmebedarf von ca. 50 GWh/a ausgegangen. Für diese Abschätzung wurden die folgenden Anschlussquoten bzw. Wärmemengenanteile in den Ortschaften angenommen:

- Wohngebäude, Anschlussquote 60 %
- Liegenschaften, Anschlussquote 100 %
- Gewerbe, Wärmemengenanteil 10 %

Das Abnahmepotenzial von Wohnwärmebedarf liegt für die Ortschaften bei

- | | | |
|--------------|--------------|----------------|
| • Maisach | 25.400 MWh/a | 700 Anschlüsse |
| • Gernlinden | 18.900 MWh/a | 600 Anschlüsse |

Abnahmepotenzial beim Anschluss aller Liegenschaften

- | | | |
|--------------|-------------|---------------|
| • Maisach | 2.100 MWh/a | 19 Anschlüsse |
| • Gernlinden | 1.200 MWh/a | 8 Anschlüsse |

Beim Gewerbe ist der Wärmemengenanteil niedrig angesetzt, da aufgrund des Temperaturniveaus keine Prozesswärme zur Verfügung gestellt werden kann und Gewerbeflächen häufig mit Strahlungsheizungen ausgestattet sind. Für die Wärmemenge wird 10 % des Gesamtwärmebedarfs des Gewerbes im Gemeindegebiet (rd. 3.300 MWh/a) veranschlagt.

Die Netto-Kosten für ein großflächiges Wärmenetz inklusive der Hausübergabestationen liegen in der Größenordnung von 50 Mio. €, wenn beide Orte versorgt werden. Eine Aufteilung der Kosten enthält die Tabelle 13. Die Planungskosten sind nicht enthalten. Der Wärmeabsatz erzielt, bei einem angenommenen Preisniveau von 10 Cent/kWh Netto-Einnahmen von 5 Mio. EUR/Jahr im Endausbau.

Tabelle 13: Abgeschätzte Netto-Kosten für den Aufbau von Fernwärmenetzen in den Potenzialgebieten

Fernwärmeleitungen und Verlegung

Gernlinden	28 km	21-24 Mio. €
Verbindungsleitung	1 km	0,8-1 Mio. €
Maisach	32 km	24-27 Mio. €

Hausübergabestationen

Gernlinden	1,0 Mio. €
Maisach	1,1 Mio. €

Abhängig von der Wärmequelle ergeben sich unterschiedliche Investitionen und Betriebskosten. In Tabelle 14 sind die Kosten für eine Abwärmезuleitung vom Müllheizkraftwerk Geiselbullach prognostiziert. Hierfür kommen im Rahmen der Vorbetrachtung drei Anschlusspunkte in Frage, von denen aus eine Fernwärmeleitung bis zum Ortsrand Gernlinden gebaut werden könnte. Welcher Anschlusspunkt in Frage kommt, hängt technisch von den zu Verfügung stehenden Leitungskapazitäten ab. Die Tabelle enthält ebenfalls eine erste Abschätzung zu den Kosten für den Wärmeeinkauf. Tabelle 15 stellt die höheren Investitionskosten für eine Tiefengeothermieanlage gegenüber.

Tabelle 14: Netto-Kosten für Fernwärme aus der Abwärme des Müllheizkraftwerks (MHKW) Geiselbullach.

Investitionsrahmen Abwärmезuleitung: 1-5 Mio. €

Neu-Esting	1.200 m	1,0-1,2 Mio. €
Gewerbepark an B471	2.900 m	2,3-2,9 Mio. €
MHKW Geiselbullach	5.400 m	4,3-5,4 Mio. €

Wärmeeinkauf Abwärme

50 GWh/a bei 15-20 €/MWh	0,8-1,0 Mio. €
--------------------------	----------------

Tabelle 15: Netto-Investitionen in eine Tiefengeothermie-Anlage

Investitionsrahmen Tiefengeothermie: 10 Mio. €

Bohrung 2.300 m	4,6-8,6 Mio. €
Kraftwerk, inkl. Spitzenlast, Ausfallsicherung	1,0-1,5 Mio. €
+ Verbindung zum Fernwärmenetz, Grundstück	(offen)

Es wird empfohlen, die Machbarkeit einer umfassenden Wärmeversorgung für die Orte Maisach und Gernlinden zu prüfen. Dies sollte unter Einbezug der Pläne für die Entwicklung des ehemaligen Flughafenareals erfolgen. Bedeutend für die Projektentwicklung ist die Prüfung der Option zur Nutzung der Tiefengeothermie durch ein Fachbüro. Für eine tiefengeo-

thermische Erzeugungsanlage ist eine Lage nördlich des ehemaligen Flughafengeländes und somit außerhalb des FFH⁶-Schutzgebietes gewählt werden. Eine zentrale Lage zwischen den Ortschaften Maisach und Gernlinden reduziert zudem Leitungsverluste und Bauaufwendungen.

Die laufenden Abstimmungen mit den Kommunen Olching und Fürstenfeldbruck zu diesen Themen sollten fortgesetzt werden.

5 Energieeinsparpotenziale

Flankierend zur Erhöhung der regenerativen Energieerzeugung ist Einsparung ein notwendiges Mittel um den Primärenergieeinsatz zu reduzieren.

5.1 Sanierung

Nach Maßgabe der Bundesregierung ist die Reduktion des Primärenergiebedarfs im Gebäudesektor auf 34 % bis 2030 und 20 % bis 2050 zu erreichen. Bezugspunkt ist jeweils der Bedarf des Jahres 1990. Dafür soll die Sanierungsquote von (bundesweit) derzeit 0,8 % möglichst auf 2 % erhöht werden.

5.1.1 Wohngebäude

Für alle Sanierungen von Gebäuden bis zum Baujahr 2000 wird hierbei ein ambitionierter KfW-55 Standard angenommen. Für neuere Gebäude eine Sanierung auf einen KfW-40 Baustandard. Hierfür werden mittlere, flächenbezogene Bedarfskennwerte genutzt.

Die Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsraten, bei hohen Sanierungsstandards auf Wohngebäude zeigt die Abbildung 43. Eine Anhebung der Sanierungsquote auf 2,0 % führt bis 2050 zu Einsparungen von bis zu 45 %. Hierfür sind bereits 60 % aller Wohngebäude auf einen sehr hohen Standard zu sanieren.

Sanierung kann einen wichtigen Beitrag zur Primärenergieeinsparung leisten und den technischen wie betrieblichen Aufwand zur Erzeugung und, oder Verteilung von Energie reduzieren. Zur Erreichung hoher Primärenergieeinsparungen (Bundesziel aktuell: -80%) ist ein paralleler Energieträgerwechsel notwendig.

Abriss und Neubau ist im Einzelfall als Alternative zur Sanierung zu erwägen. Insbesondere gilt dies für Geschosswohnungsbauten der Jahre 1950-1970 (häufiger schlechte Bausubstanz, hoher Energiebedarf), wenn sie nicht dem Denkmalschutz unterliegen. In einer entsprechenden Abwägung sind die Lebenszykluskosten für Abriss und Neubau zu berücksichtigen

Der Ersatz von Ölheizung und Gasheizungen sollte absolute Priorität haben. Ebenfalls der Nichtausbau des Gasverteilnetzes, bzw. eine möglichst starke Einschränkung der Erdgasnutzung zur Gebäudebeheizung.

⁶ Europäische Schutzgebiete für Natur- und Landschaftsschutz nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie 92/43/EWG

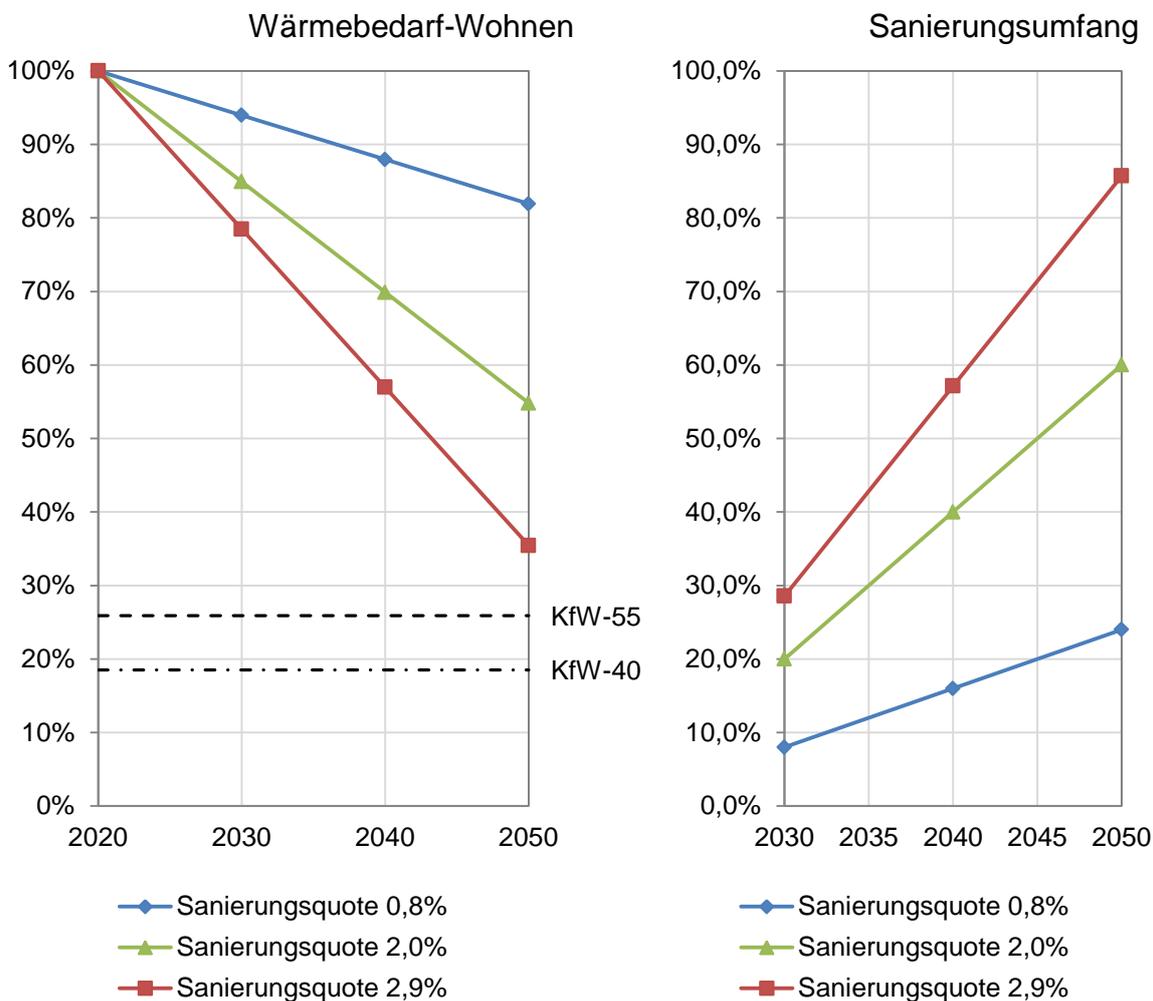


Abbildung 43: Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsraten (natürlich=0,8%) auf die Einsparungen von Wärme und den Anteil der sanierten Gebäude.

5.1.2 Kommunale Liegenschaften

Analog zu den Betrachtungen zu Wohngebäuden kann die Sanierung auch einen Beitrag zur Einsparung von Energie in kommunalen Liegenschaften leisten. Eine Abschätzung des Aufwands und des Ergebnisses für kommunale Bauten liefert das FinSa-Tool: Finanzierungsbedarf energetischer Sanierungen für kommunale Gebäude aus dem Projekt Klimaschutzkonzept 2050 kommunaler Gebäude (ZNES 2015). Die beiden Vergleichsszenarios basieren hierbei auf folgenden Annahmen des Zentrums für nachhaltige Energiesysteme (ZNES).

- Business-as-Usual
 - Sanierungsrate: 1,0 %/a
 - Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009
- Klimaschutzszenario
 - Sanierungsrate: 2,9 %/a
 - alle Gebäude bis 2050 saniert
 - Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009 -30 %

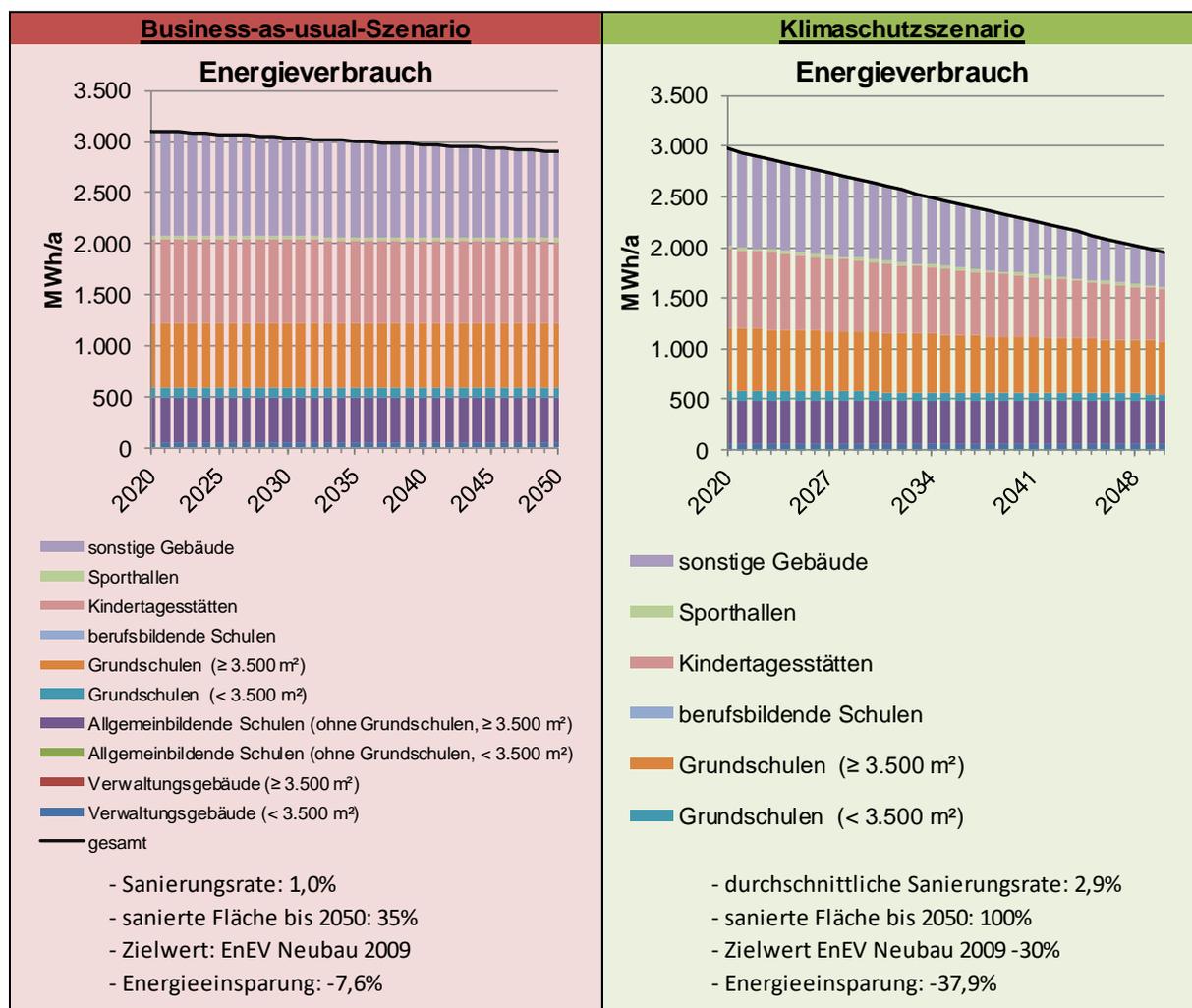


Abbildung 44: Energieverbräuche nach den Szenarien Business-as-usual und Klimaschutz. Ermittelt mit dem FinSa-Tool (ZNES 2015).

Das Klimaschutzszenario führt bis zum Jahr 2050 zu Energieeinsparungen und CO₂-Einsparungen von 38 % im Vergleich zum Bezugsjahr 2020. Im Jahr 2050 wären 100 % der Nutzflächen saniert. Dies erfordert nach Abschätzung des FinSa-Tool Sanierungsaufwendungen von 55 Mio. €/Jahr zwischen 2020 und 2050.

5.2 Einsparungen im Gewerbe

Der von ENP-online vorgesehene Pauschalansatz zur Ermittlung der Einsparungen im Gewerbe orientiert sich an der EU-Effizienzrichtlinie und geht von einer Reduktion des Verbrauchs an Wärme und Strom von jeweils 1,5 % pro Jahr aus. Es wird davon ausgegangen, dass die branchenspezifischen Energieeinsparpotenziale aufgrund stetiger Anstrengungen beispielsweise in den Bereichen Wärmerückgewinnung, Drucklufttechnik, Abwärmenutzung, Lastmanagement, Beleuchtung, Dampferzeugung zu fortlaufenden Einsparungen und Effizienzsteigerungen führt.

Bis zum Jahr 2030 sollen somit 14 % und bis zum Jahr 2050 36,5 % einzusparen sein. Die Ergebnisse für die Energiebedarfe sind in der Abbildung 45 dargestellt.

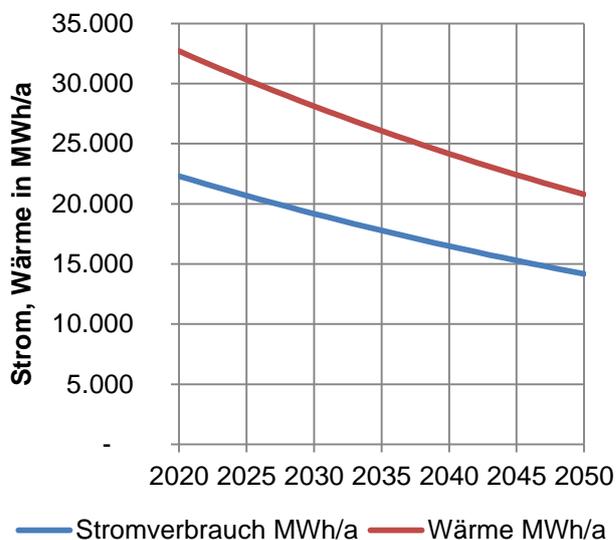


Abbildung 45: Entwicklung des Energiebedarfs bei jährlicher Einsparerfolge von 1,5 %.

6 Fazit: Energieverbrauch und regenerative -erzeugung

In Abbildung 46 sind Bestand, Potenzial und Verbrauch für Strom und Wärme gegenübergestellt. Die bedeutendsten Ausbaupotenziale für regenerativen Strom bieten Windkraft und PV.

Zur regenerativen Wärmeversorgung bieten sich zuvorderst Tiefengeothermie oder die Nutzung von Abwärme des Müllheizkraftwerks Geiselbullach an. Umweltwärme, insbesondere oberflächennahe Geothermie und Solarthermie, kommt insbesondere für Gebäude außerhalb potenzieller Fernwärmeversorgungsgebiete in Betracht.

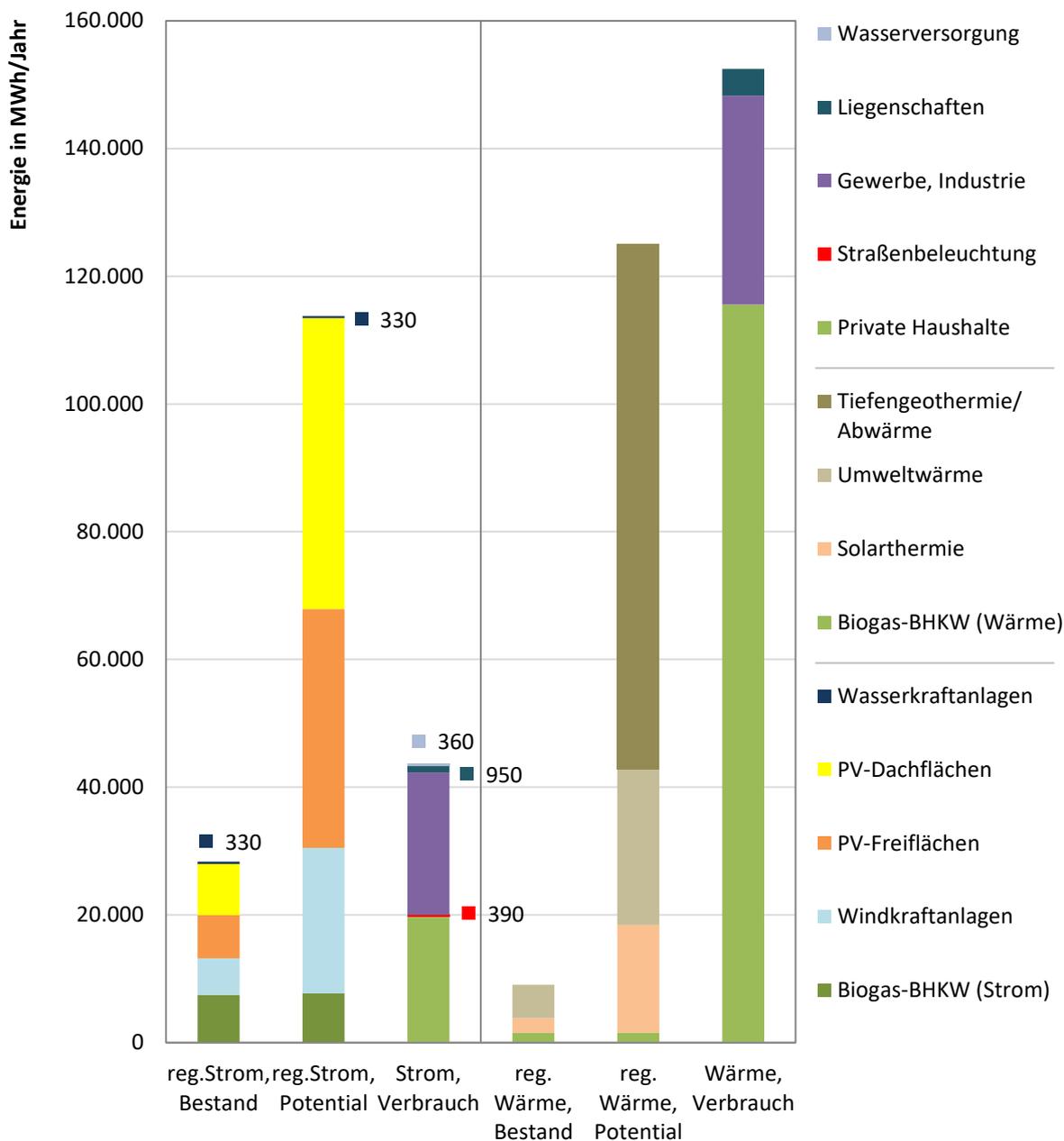


Abbildung 46: Gegenüberstellung von Bestand, technischem Potenzial und Verbrauch in der Gemeinde nach Energieformen, Erzeugern und Verbrauchern.

6.1 Stromausbaupfad

Eine Ausbau der regenerativen Stromerzeugung erhöht die Versorgung mit regenerativem Strom vor Ort wie auch in der Umgebung. Die angestrebte jahresbilanzielle Energieautarkie sollte durch eine möglichst hohe Zeitgleichheit von Angebot und Bedarf ergänzt werden. Der zeitgleiche Deckungsanteil wird folgend für den Istzustand sowie Wind- und PV-Ausbaumaßnahmen über eine Lastgangsimulation prognostiziert.

Für die Simulation werden typische Lastgangverläufe für Erzeuger- und Verbrauchergruppen in einer Auflösung von 15 Minuten genutzt. Abbildung 47 gibt typische Verläufe in Ausschnitten wieder. Über die vor Ort benötigten und erzeugten Strommengen werden die Lastgang-

kurven skaliert und über den Jahresverlauf die Differenz zwischen lokaler Stromerzeugung und -verbrauch ausgewertet. Dies erlaubt sowohl eine Bewertung des Istzustands als auch die Prognose der Auswirkungen von Veränderungen an der Erzeuger- oder Verbrauchersituation.

Um die Wirkung von Optimierungsmaßnahmen zu verfolgen, kann die Gemeinde den Energiemonitor von Bayernwerk (<https://energiemonitor.bayernwerk.de/maisach>) für das Monitoring des erreichten zeitgleichen Deckungsanteils nutzen.

Leistung in MW

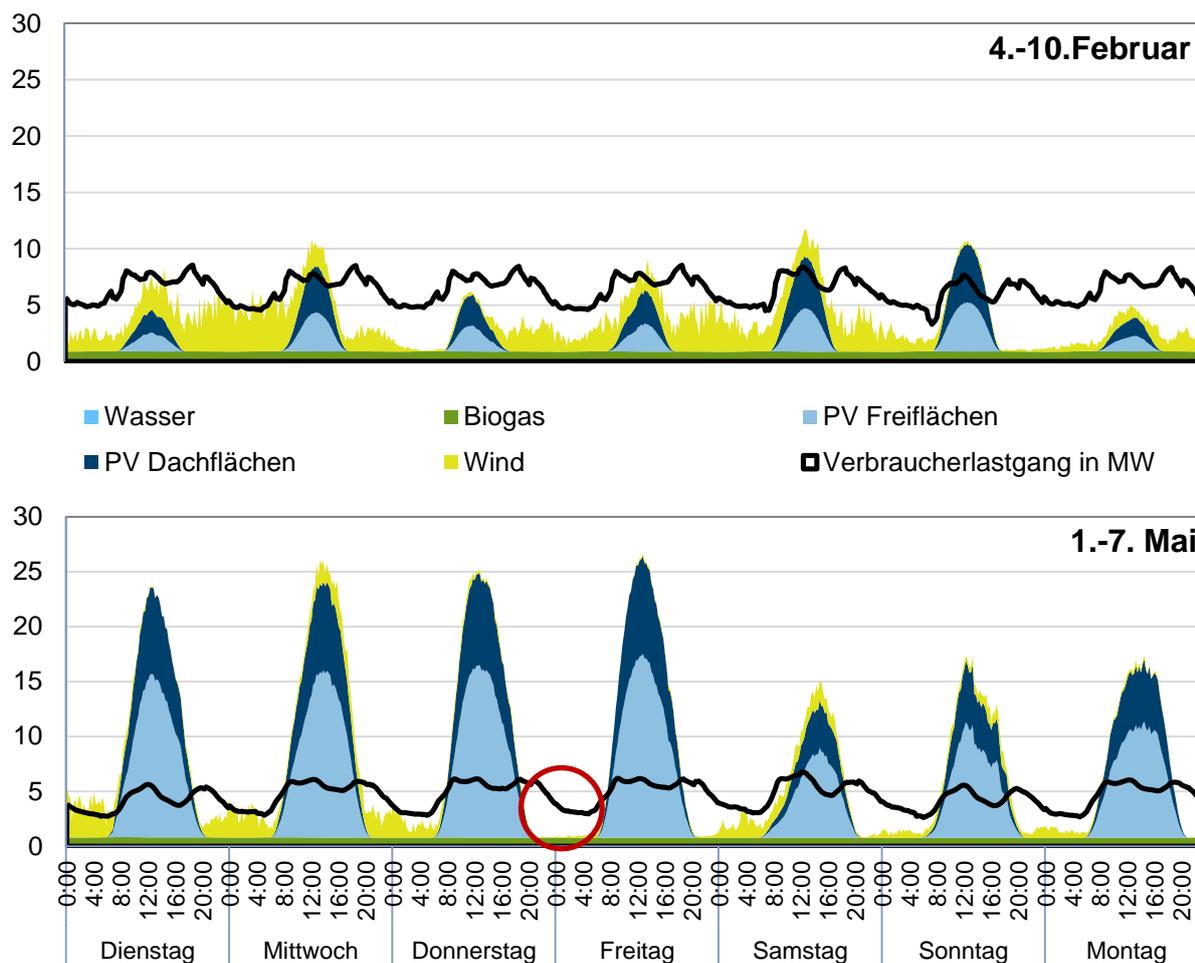


Abbildung 47: Strom-Lastganganalyse für jeweils 7 Tage nach einem Ausbau von Wind und PV um eine Erzeugungskapazität von jeweils 17,1 GWh/a. Eine Versorgungslücke ist mit einem roten Kreis markiert.

Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse der Lastganganalysen für die drei folgenden Szenarien:

- Ausbau Wind: Drei weitere Windkraftanlagen mit jeweils 3 MW und einem Stromerzeugungspotential von insgesamt 17,1 GWh/a werden gebaut.
- Ausbau PV: PV-Anlagen mit insgesamt 16,8 MW und einem Stromerzeugungspotential von insgesamt 17,1 GWh/a werden installiert.
- Ausbau Wind+PV: Eine Kombination der Szenarien Wind und PV wird umgesetzt.

Tabelle 16: Zeitgleichheit von Stromerzeugung und Verbrauch mit und ohne Ausbau der regenerativen Erzeugungskapazitäten.

Strom in GWh/a	Bestand	Ausbauszenarien		
		Wind	PV	Wind +PV
Biogas	6,9			
Wasser	0,4			
Windkraft	5,7	+17,1		+17,1
PV-Freiflächen	6,8		+8,6	+8,6
PV-Dachflächen	7,9		+8,6	+8,6
Jahresproduktion	27,0	+17,1	+17,1	+34,2
Jahresbilanz*	62 %	101 %	101 %	139 %
zeitgleicher Anteil*	53 %	72 %	60 %	76 %
Überschuss	9 %	29 %	41 %	63 %

* Regenerative Stromerzeugung / Bedarf

Als zentrale Ergebnisse dieser Untersuchung und als positive Aspekte der wichtigsten Stromerzeugungspotenziale sind festzustellen:

- Eine Stromautarkie nach Jahresbilanz⁷ erfordert unabhängig von der Wahl der Erzeugungstechnologie einen Zubau von Erzeugungskapazitäten für 16,7 GWh/a.
- Die Stromautarkie nach Lastganganalyse⁸ (zeitgleicher Anteil) profitiert in deutlich höherem Maße vom Windkraftausbau als vom PV-Ausbau, sofern nicht in erheblichem Umfang PV-Stromspeicher ergänzt werden.
- PV-Dachanlagen sind gut mit Speichern kombinierbar.
- PV-Freiflächen steigern die regenerative Stromerzeugungsmenge.

Abbildung 46 verdeutlicht die Auswirkungen eines Ausbaus von Windkraft oder von PV auf die zeitgleiche Nutzbarkeit von Strom in einer anderen Darstellung. Bei gleichem Leistungszubau – in der Abbildung sind 3 MW herausgestellt – erzielt die zusätzliche Windkraftanlage mit 61 % einen deutlich höheren zeitgleichen Deckungsanteil als der PV-Ausbau mit 55 %. In der Istsituation der Gemeinde leistet der Ausbau von Windkraftanlagen damit einen hohen Beitrag zur realen Stromautarkie. Ohne weitere Maßnahmen lässt sich bei Ausbau von 50 % des PV-Potenzials und 100 % des Windpotenzials maximal 78 % zeitgleicher Deckungsgrad erreichen. Bei voller Ausschöpfung beider Potenziale ist eine minimale Steigerung auf 79 % möglich. Um hier weiter zu kommen, sind Flexibilisierungsmaßnahmen ins Auge zu fassen, wie angepasste Erzeugung (z.B. Ost- oder Westausrichtung von PV-Modulen), angepasster

⁷ Entspricht 100 % regenerative Stromerzeugung im Verhältnis zum aktuellen Stromverbrauch

⁸ Viertelstundenwerte von skalierten, standardisierten Erzeuger- und Verbraucherlastgängen, ohne die Betrachtung von Speicherung oder Sektorkopplung

Verbrauch (Lastmanagement) und insbesondere Stromspeicher. Letztere stehen auch mit PV-Anlagen kombiniert zur Verfügung.

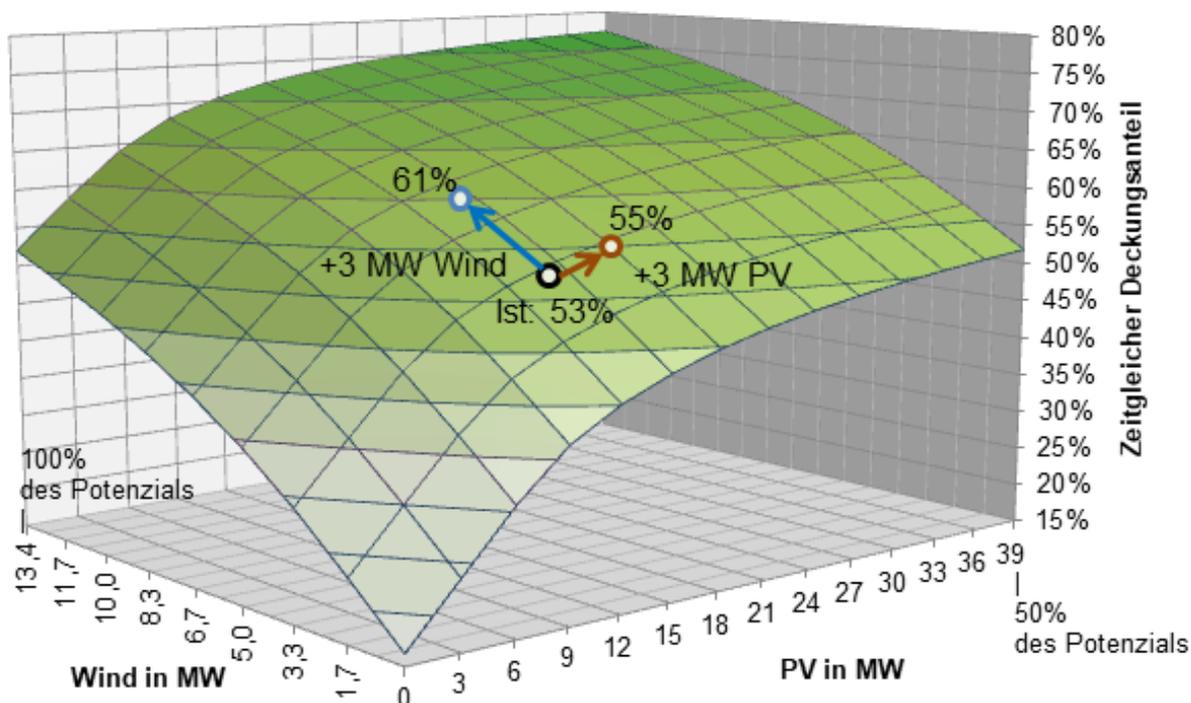


Abbildung 48: Auswirkung des Leistungsausbaus von Wind und PV auf den zeitgleichen Deckungsanteil. Markiert ist der Istzustand der Gemeinde und exemplarisch ein Ausbau von einer Windenergieanlage mit 3 MW Nennleistung oder 10 ha PV-Fläche mit 3 MW Peakleistung.

6.2 Wärmestrukturwandel

Unter allen Maßnahmen könnte der Aufbau eines regenerativ versorgten Fernwärmenetzes für die Gemeinden Maisach und Gernlinden den größten Beitrag zur Treibhausgasvermeidung leisten. Nahwärmenetze mit Liegenschaften als Keimzelle können die zentrale Versorgung ergänzen oder zwischenzeitlich vorbereiten. Projekte zur Quartiersversorgung können die Energieeffizienz innerhalb der Quartiere z.B. über die Sektorkopplung weiter steigern. Regenerative Wärmeverbundlösungen für Ansammlungen von Liegenschaften sind als rein kommunale Versorgungslösung ein eng begrenztes, aber geeignetes Mittel, um fossile Energieträger abzulösen.

Unabhängig von der Wahl des Versorgungssystems senkt eine ambitionierte energetische Sanierung langfristig die Energiebedarfe und den technischen Aufwand zur Versorgung der Gebäude. Im Rahmen von umfassenden energetischen Sanierungen sollten möglichst niedrige Verbrauchswerte im Neubaustandard angestrebt werden. Denkmalgeschützten oder stadtbildprägenden Gebäude können reduzierte Anforderungen eingeräumt werden.

Für einzelne Gebäude ist eine Versorgung durch regenerative Energieträger zu prüfen. Umweltwärme kann durch Wärmepumpen sowohl zur Neubau- als auch zur Bestandsgebäudeversorgung genutzt werden. Erdwärme und Grundwasserwärme sind hierbei aus Effizienz- und Lärmemissionsgründen der Luftwärme vorzuziehen. Die Integration von PV-Anlagen in die Wärmeversorgung von durch Wärmepumpen beheizten Gebäuden sollte geprüft werden.

Die Nutzung von Solarthermieanlagen zur Brauchwasserbereitung oder Heizungsunterstützung kann hierzu eine Alternative oder Ergänzung darstellen.

Neubauten mit hohen Energiestandards und regenerativen Eigenerzeugungsanlagen sind in ihren Betriebskosten günstiger als fossil gestützte Versorgungslösungen. Städte wie Frankfurt und Osnabrück (Passivhaus) oder Nürnberg (Plusenergiestandard) haben bereits für ihre kommunalen Liegenschaften hohe Standards vorgelegt. Einzelfallfestlegungen für besondere Funktionsgebäude wie Schwimmbad oder Veranstaltungsgebäude sind aufgrund derer spezieller Anforderungen sinnvoll.

6.3 Mobilität

Im Bereich der Mobilität werden weitere Untersuchungen empfohlen. Ein umfassendes kommunales Zukunftskonzept ist hier sinnvoll. Diese Untersuchungen und angeschlossene Empfehlungen kann die Erstellung eines Mobilitätskonzepts leisten (Maßnahme siehe Abschnitt 7.14).

7 Maßnahmen

Auf Basis der Bestandserfassung und der Potenzialanalyse sowie vor dem Hintergrund politischer Klimaschutzziele und lokaler Zielstellungen wurden Maßnahmenvorschläge identifiziert. Diese wurden mit der Steuerungsgruppe diskutiert und entsprechend der eingeschätzten Bedeutung und Dringlichkeit konkretisiert. Die lokale Passgenauigkeit und Anschlussfähigkeit der Maßnahmen wurde abgestimmt.

Der Schwerpunkt liegt auf zeitnah umsetzbaren Maßnahmen. Die Realisierbarkeit hängt hierbei von den aktuellen Rahmenbedingungen ab (Abgaben, Verordnungen, Bevölkerungsbewusstsein). Die Beschreibung der technischen Potenziale und der heutigen Einschränkungen ist somit in Zukunft auf Veränderungen hin zu prüfen, um die Entwicklung der Umsetzungspotenziale aktuell zu halten.

Die Maßnahmen und die erforderlichen Umsetzungsschritte stehen für Zwischenziele auf dem Weg zu einer klimaneutralen und energieautarken Kommune. Alle Maßnahmen werden auf Chancen, Nutzen und Aufwand hin überprüft. Auf Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen wird hingewiesen.

Abschätzung der Treibhausgasvermeidungspotenzial ausgewählter Maßnahmen

Abbildung 49 zeigt die berechneten Einsparungen von Treibhausgasemissionen durch Maßnahmen, für die dies bereits quantifizierbar ist. Folgende Potenzialeinstufungen werden hierbei vorgenommen:

- Technisches Potenzial: Potenzial unter Beachtung sachlicher und technischer Randbedingungen
- Umsetzbares Potenzial: Anteil des technischen Potenzials, der wirtschaftlich machbar und gesellschaftlich-politisch realisierbar ist, mit Bereichseinschätzung durch oberen und unteren Erwartungswert (Festlegung der Erwartungswerte: siehe Tabelle 17)

Tabelle 17 fasst die Annahmen hinter der graphischen Darstellung der Abbildung 49 zusammen, die folgend im Text erläutert sind.

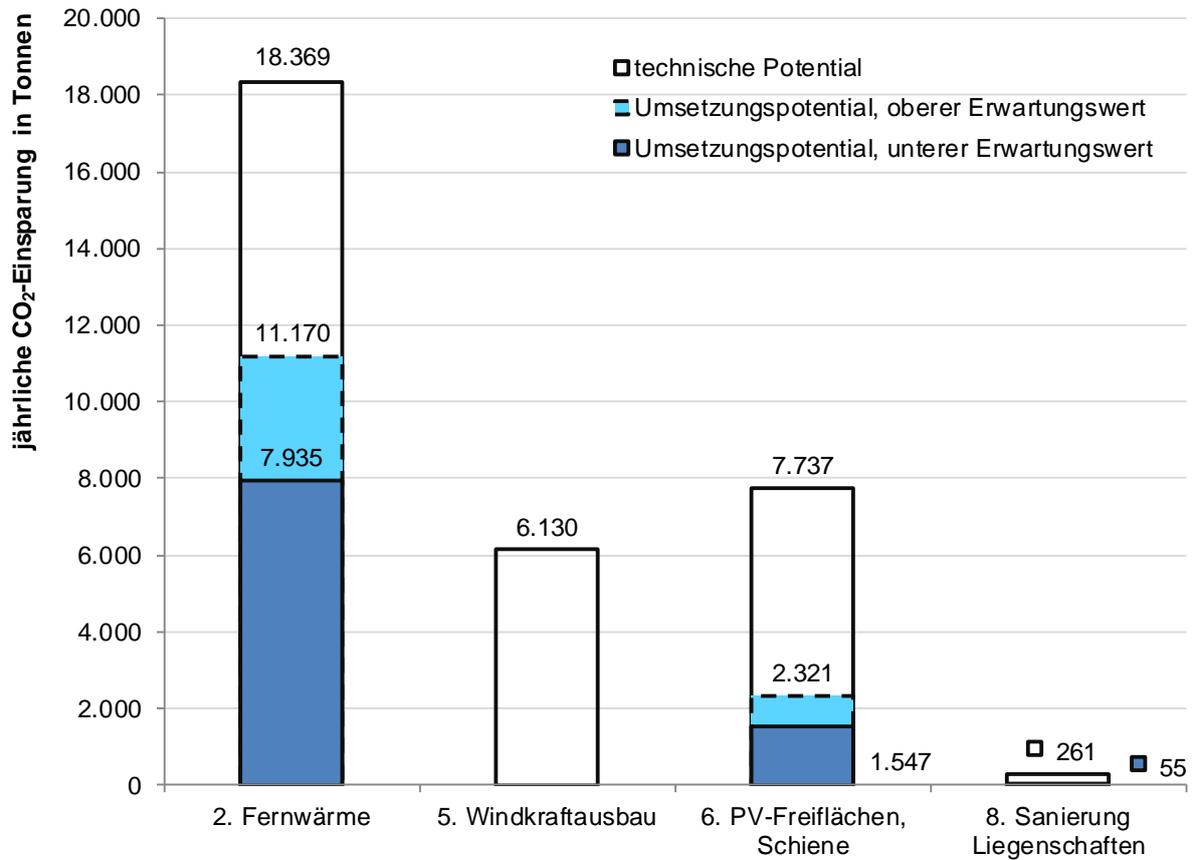


Abbildung 49: Potenzial zur Treibhausgas-Vermeidung je nach Umsetzungsumfang (Festlegung der Erwartungswerte: siehe Tabelle 17) von nummerierten Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog.

Tabelle 17: Annahmen zur Umsetzungsfähigkeit von Potenzialen

Nr., Kurztitel der Maßnahme	Umsetzungspotenzial, unterer Erwartungswert	Umsetzungspotenzial, oberer Erwartungswert	Technisches Potenzial
2. Fernwärme	Anschlussgrad: 40 % Wohnen, 100 % Liegenschaften 10 % Gewerbe	Anschlussgrad: 60 % Wohnen 100 % Liegenschaften 10 % Gewerbe	Anschlussgrad: 100 % Wohnen 100 % Liegenschaften 20 % Gewerbe
	In Bestandswohngebieten werden beim Aufbau von Fernwärmenetzen erfahrungsgemäß Anschlussquoten von 40-60% erreicht. Im Zuge sich erhöhender Anstrengungen zum Klimaschutz sind gesteigerte Anschlussquoten möglich. Beim gewerblichen Wärmebedarf wird aufgrund eines häufig hohen notwendigen Temperaturniveaus für Prozesswärme und angesichts häufig eingesetzter elektrischer Strahlungsheizer eine Anschlussquote von nur 10 % angenommen.		
5. Windkraftausbau	3 Windkraftträder werden errichtet.		
6. PV-Freiflächen	20 % der Schienenbegleitflächen	30 % der Schienenbegleitflächen	100 % der Schienenbegleitflächen
	Der Umfang der Umsetzungsbereitschaft der Flächeninhaber und der Bereitschaft von Investoren zu Pacht oder Kauf von Flächen für die solare Stromerzeugung kann nur pauschal angenommen werden. Es werden eher niedrige Umsetzungsquoten erwartet.		
8. Sanierung Liegenschaften	Business-as-usual-Szenario nach ZNES 2015: Sanierungsrate: 1,0 %/a Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009	-	Klimaschutzszenario nach ZNES 2015: Sanierungsrate: 2,9 %/a alle Gebäude bis 2050 saniert Sanierungsstandard: EnEV Neubau 2009 -30 %
	Es werden nur zwei Szenarien betrachtet. Die bauliche Sanierung ohne Heizsystemwechsel geht mit hohen Investitionen einher. Die erzielbaren Einsparungen liegen bei 7,6-37,9%.		

Tabelle 18: Qualitativ bewerteter Maßnahmenkatalog. Grüne Punkte entsprechen positiven Auswirkungen. Rote Punkte geben das Kostenniveau an. Grüne Felder markieren ausgeprägt positive Auswirkungen oder niedrige Kosten. Gelb markierte Felder markieren Auswirkungen mit einer mittleren Bewertung.

Maßnahme	Treibhausgas-Einsparung	Autarkie	Kosten	Erträge, Sparen	Förderung
1. Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz					
2. Fernwärmeversorgung aus Tiefengeothermie oder Abwärme für Maisach und Gernlinden	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	S, I
3. Studie zur Arealversorgung	●●	●	●●	●	S, I
4. Integrierte energetische Quartierslösungen untersuchen	●●●●	●●	●●●●	●●●●	S, I
5. Ausbau der Windkraft vorantreiben	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	B
6. Ausbau von PV-Freiflächen u. a. an Bahntrassen unterstützen	●●	●	●●	●●	B
7. Ausbau der PV-Dachflächen kommunal, Batteriespeicher	●	●	●	●	B
8. KEM ⁸ etablieren, Maßnahmen ableiten, Umsetzen	●	●	●●●●	●	I
9. Studie zur energetischen Gebäudeoptimierungen einer Liegenschaft	●	●●	●●	●	S, I
11. Studie für einen energieoptimierten kommunalen Neubau	●	●	●	●	S
13. Klimafreundliche Neubaugebiete: Vorgaben für B-Pläne	●	●	●	●	-
14. Mobilitätskonzept: Studie	●●	●	●	●	S
15. Wasserversorgung: Studie	●	●●	●●	●	S
16. Kommunale Beschaffungsrichtlinie	●	●	●	●	-
17. Energetische Optimierung der Innenbeleuchtung	●	●	●	●	S

● niedrig bis ●●●● sehr hoch | ⁸KEM = Kommunales Energiemanagement | Förderung: S Studien, I Investition, B Betrieb

7.1 Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz

Folgende vorgeschlagene Grundsatzbeschlüsse verankern den Klimaschutz in den gemeindlichen Entscheidungsprozessen.

7.1.1 Ziele entwickeln

Es wird empfohlen, strategische Klimaschutzziele zu formulieren und fortzuschreiben. Zeitlich festgelegte Zwischenziele (Etappenziele) soll eine Planbarkeit und Nachprüfbarkeit des Entwicklungspfades gewährleisten. Operative Ziele im Sinne von Maßnahmen sind fortlaufend zu kontrollieren und weiterzuentwickeln.

Ziele sollten so konkret wie möglich formuliert sein und sind nach Möglichkeit SMART:

- **S**pezifisch
- **M**essbar
- **A**ktivierend
- **R**ealistisch
- **T**erminiert und einem Verantwortlichen zugewiesen

SMART-Klimaschutzziele können für die den direkten Einflussbereich der kommunalen Verwaltung festgelegt werden. Ziele für den Bilanzraum Gemeinde sind ebenso wichtig, können dabei aber typischerweise nicht alle SMART-Kriterien erfüllen. Ziele können sich sowohl auf Energieerzeugung (erneuerbare Energien Strom und Wärme) wie auch auf den Verbrauch beziehen, z. B. energiebedingte Pro-Kopf-Emissionen.

7.1.2 Klimawirkung prüfen

Eine Ersteinschätzung der Klimawirkung bzw. der Nachhaltigkeit von anstehenden Aktivitäten und Entscheidungen durch alle Fachbereiche bringt das Thema in der gesamten Verwaltung verstärkt ins Bewusstsein. Im Falle von Unklarheiten zur Klimawirkung oder der Notwendigkeit einer detaillierteren Abwägung kann ein Klimaschutzmanager eine Vertiefung auf Basis der vorliegenden Ersteinschätzung vornehmen.

Der Deutsche Städtetag hat zusammen mit dem Deutschen Institut für Urbanistik eine Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PkB) in kommunalen Vertretungskörperschaften veröffentlicht (DST 2021).

Beispiele für Beschlüsse sind:

- „In Beschlussvorlagen ist zukünftig stets eine Einschätzung der Klimawirkung durch das jeweilige Fachresort enthalten.“
- „Jedem Beschluss des Gemeinderats geht eine Abwägung der Klimawirkung voraus.“
- „Jedem Beschluss des Gemeinderats geht eine ganzheitliche Nachhaltigkeitsprüfung voraus. Diese umfasst neben der Klimawirkung auch den Artenschutz, bzw. Biodiversität und soziale Belange.“

Weitere Anregungen für weitreichende Beschlüsse können beispielsweise den Beschlüssen der Kommunen Augsburg, Nürnberg oder Pfaffenhofen entnommen werden.

Nr. und Titel	1. Grundsatzbeschlüsse zum Klimaschutz
Schwerpunkt	Klimafolgenbewertung und strategische Zielsetzungen
Kurzbeschreibung	Strategische, operative Ziele entwickeln und Zwischenziele formulieren. Ziele möglichst SMART (spezifisch, messbar, aktivierend, realistisch und terminiert) formulieren. Klimawirkungen prognostizieren und in Entscheidungen einbeziehen.
Ziele	Verankerung des Klimaschutzes. Bewusstseinsstärkung des Gemeinderats und der Verwaltung.
Zielgruppe	Gemeinderat, Verwaltung
Zeitraum für die Umsetzung	ab sofort, dauerhaft
Fördermöglichkeiten	-
Akteure	(siehe Zielgruppe)
Empfohlene Handlungsschritte	Vorschlag zum Verfahren der Klimawirkungsprüfung durch Verwaltung ausarbeiten lassen. Grundsatzbeschlüsse im Gemeinderat verabschieden.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	Alle
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss

7.2 Fernwärmeversorgung aus Tiefengeothermie oder Abwärme für Maisach und Gernlinden

Nr. und Titel	2. Fernwärmeversorgung aus Tiefengeothermie oder Abwärme für Maisach und Gernlinden
Schwerpunkt	Regenerative Wärmeversorgung
Kurzbeschreibung	Prüfen und Planen einer umfassenden Wärmeversorgung für die Orte Maisach und Gernlinden, unter Einbezug des nördlichen Bereiches des ehem. Flughafenareals (außerhalb FFH-Schutzgebiet). Nutzung von Abwärme des Müllheizkraftwerks Geiselbullach oder/und Tiefengeothermie. Die interkommunale Zusammenarbeit mit Olching und Fürstenfeldbruck fortführen.
Ziele	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung des verdichteten Wohnbaubestands, aller Liegenschaften und von Teilen des Gewerbes.
Zielgruppe	Immobilieeigentümer: Privat, kommunal, gewerblich.
Zeitraum für die Umsetzung	Vorlauf: 2 Jahre. Fertigstellung zentraler Bauabschnitte: +3 Jahre. Hoher Erschließungsgrad: +6 Jahre. Dauerhafter Betrieb sowie Ausbau, Nachverdichtung und technisch-energetische Optimierung.
Fördermöglichkeiten	KfW: Tiefengeothermie: Bohrung und Förderanlagen. Netzförderung für Abwärme oder Tiefengeothermie. BAFA-Wärmenetzförderung (aktuell Wärmenetze 4.0: umfassende Förderung für Abwärme oder Tiefengeothermie, von der Machbarkeit bis zur Realisierung)
Akteure	Kommunen: Maisach, Olching, Fürstenfeldbruck. GFA
Empfohlene Handlungsschritte	Studie (z.B. im Rahmen von Wärmenetze 4.0) zur Prüfung der Nutzbarkeit und Integration von Tiefengeothermie erstellen lassen. Machbarkeit unterschiedlicher Varianten prüfen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	3, 4, 8, 12, 13
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	B: indirekter Einfluss (A: falls Kommune selbst zum Versorger werden sollte)
CO₂-Einsparung	bei 50 GWh/a Wärme: 11.200 t CO _{2eq} /a 
Autarkie	33 % des Jahresgesamtwärmebedarfs der Gemeinde 
Kosten der Maßnahmenausführung	Investitionen Netz über 10 Jahre: Größenordnung 50 Mio. € + Investitionen Tiefengeothermie über 3 Jahre: ca. 5,6-10,1 Mio. € oder + Investitionen Abwärme über 1-2 Jahre: ca. 1,0-5,4 Mio. + Wärmeeinkauf (Abwärme) im Endausbau von 0,5-1,0 Mio. €/Jahr. 
Erträge	5,0 Mio. €/Jahr im Endausbau (ohne Preisanstiegsprognose) 
Förderung	Studie, Investitionen

7.3 Wärmeverbundlösungen und Nahwärmenetze

Nr. und Titel	3. Studie zur Arealversorgung
Schwerpunkt	Regenerative Wärmeversorgung
Kurzbeschreibung	Erstellung einer Studie für eine Arealversorgung in Germerswang. Weiterhin kommen in Betracht: Maisach-Nord, Maisach-Mitte, Bürgerzentrum-Gernlinden.
Ziele	Versorgung der Wohnbebauung im Umgriff von geeigneten Liegenschaften und Liegenschaftskonzentrationen, zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.
Zielgruppe	Immobilieeigentümer: kommunal, privat.
Zeitraum für die Umsetzung	6-9 Monate für die Studiererstellung. 2 Jahre für die Konzeptions- und Bauphase.
Fördermöglichkeiten	KfW: Netzförderung für überwiegend regenerative Versorgungen. BAFA: Wärmenetzförderung (aktuell Wärmenetze 4.0: umfassende Förderung ab 20 Anschlussnehmer, von der Machbarkeit bis zur Realisierung). Allgemeine Förderung von regenerativen Erzeugungsaggregaten zur Bestandsversorgung.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Ausschreibung einer Machbarkeitsstudie für eines oder mehrere der benannten Areale.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	2
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO ₂ -Einsparung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●
Autarkie	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●
Erträge	für den Wärmenetzbetreiber: in der Größenordnung 10 ct/kWh Wärme (netto) ●
Förderung	Studie, Investitionen

7.4 Integrierte energetische Quartierslösungen untersuchen

Nr. und Titel	4. Integrierte energetische Quartierslösungen untersuchen
Schwerpunkt	Sektorkopplung
Kurzbeschreibung	Umfassende Versorgungslösung in Quartieren für Strom, Wärme und Mobilität, unter Einbezug von weiteren Klimaschutz- und Klimaanpassungsbelangen. Entwicklung integrierter Gesamtkonzepte für größere Siedlungsflächenbereiche z. B. in der Luschstraße, Germerswang.
Ziele	Umgestaltung und Versorgung von Quartieren zur Reduzierung der Klimawirkung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität. Hebung weiterer Potenziale durch Synergieeffekte, Schaffung von Voraussetzungen für suffizientes Verhalten und kurze Wege.
Zielgruppe	Kommune und Bewohner/Nutzer (Unternehmen) in Quartieren.
Zeitraum für die Umsetzung	12-18 Monate für die Studiererstellung. 2-5 Jahre für den Infrastrukturwandel.
Fördermöglichkeiten	Potenzialstudie als Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld (Kommunalrichtlinie) möglich. Zinsgünstiges Darlehen der IKK zur Umsetzung der Quartiersversorgungskonzepte möglich. KfW Förderung 432 für integrierte energetische Quartierskonzepte mit weitreichendem Einbezug von Klimaschutz- und anpassungsbelangen.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Erstellung einer Konzeptskizze durch die Verwaltung. Ansprache der großen Fördermittelgeber zur Sicherstellung bestmöglicher Passgenauigkeit.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	2, 3, 14
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●●
Autarkie	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●●
Förderung	Studie, Investitionen

7.5 Ausbau der Windkraft vorantreiben

Nr. und Titel	5. Ausbau der Windkraft vorantreiben
Schwerpunkt	Regenerative Stromerzeugung
Kurzbeschreibung	Der Ausbau von Windkraftanlagen durch Investoren wird durch die Gemeinde unterstützt. Ziel ist es umsetzungsfähige Potenziale im Gemeindegebiet in die Umsetzung zu begleiten.
Ziele	Ziel ist die Errichtung von Windkraftanlagen an gut geeigneten Standorten, um die Erzeugung von Strom im Gemeindegebiet sowie den zeitgleichen Nutzungsgrad zu erhöhen. Für den Fall einer Umsetzung von drei weiteren Anlagen steigt der Anteil erneuerbaren Stroms von 61 % auf 96 % (Jahresbilanz).
Zielgruppe	Investoren in Windkraftanlagen
Zeitraum für die Umsetzung	bereits in Arbeit
Fördermöglichkeiten	-
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Weitere Beobachtung der Diskussion rund um Anlagen der militärischen und zivilen Luftsicherung. In Zukunft könnten auch andere Gemeindeflächen für die Nutzung geöffnet werden.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	6
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	C: geringer Einfluss
CO₂-Einsparung	bei drei Windkraftanlagen: 5.500 t CO _{2eq} /a 
Autarkie	Der zeitgleiche Deckungsanteil (nach Lastganganalyse) steigt von aktuell 53 % auf 72 %. 
Kosten der Maßnahmenausführung	(Investoren-Investition: ca. 10-12 Mio. €) 
Erträge	(Ertrag von maximal 1,3 Mio. €/a) Nach EEG 2021 erhält die Standortkommune pro Neuanlage ca. 10.000 €/a (abhängig vom Stromertrag: 0,2 Cent/kWh). Ggf. zusätzlich Gewerbesteuereinnahmen oder Anteile an der Einspeisevergütung (bei Beteiligung). 
Förderung	Betriebsvergütung 

7.6 Ausbau von PV-Freiflächen an Bahntrassen unterstützen

Nr. und Titel	6. Ausbau von PV-Freiflächen an Bahntrassen unterstützen
Schwerpunkt	Regenerative Stromerzeugung
Kurzbeschreibung	Interesse der Grundstückseigentümer abfragen
Ziele	Ziel ist, über die durch das EEG 2021 gestiegenen Flächenpotenziale an der Schiene zu informieren und die Nutzung von geeigneten Flächen zur Energieerzeugung zu initiieren.
Zielgruppe	Eigentümer landwirtschaftlicher Nutzflächen an der Bahnlinie.
Zeitraum für die Umsetzung	Parallel zu laufenden Aktivitäten, innerhalb 2 Jahre; schrittweise angehen.
Fördermöglichkeiten	-
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Ansprache der Flächeneigentümer. Information über die Bürgerinformationsveranstaltungen zusätzlich streuen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	5
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	C: geringer Einfluss
CO₂-Einsparung	bei 30 % der Fläche: 2.300 t/a
	●●
Autarkie	Der zeitgleiche Deckungsanteil (nach Lastganganalyse) steigt von aktuell 53 % auf 59 %.
	●
Kosten der Maßnahmenausführung	(Investoren-Investition: 3,5-5,3 Mio. €)
	●●
Erträge, Sparen	(abhängig von Ausschreibungsverfahren) EEG-Vergütung durch Einspeisung.
	●●
Förderung	Betriebsvergütung

7.7 Ausbau PV-Dachflächen kommunal, Batteriespeicher

Nr. und Titel	7. Ausbau PV-Dachflächen kommunal, Batteriespeicher
Schwerpunkt	Regenerative Eigenstromnutzung
Kurzbeschreibung	Prüfung der statischen Eignung der Dachflächen von Liegenschaften zur Erhöhung der kommunalen Stromerzeugung. Jährliche Abwägung der Marktsituation für Stromspeicher zur Integration in PV-belegte Liegenschaften zur Erhöhung der Energieautarkie. Auf Flachdächern kann durch eine gleichzeitige Dachbegrünung der Wirkungsgrad der Anlage erhöht und eine Verbesserung der Luftqualität und des Mikroklimas in der Umgebung erreicht werden.
Ziele	Erhöhung der kommunalen, regenerativen Stromerzeugungskapazitäten. Entkoppelung von Erzeugung und Verbrauch durch die Integration bezahlbarer Stromspeichersysteme.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	fortlaufend
Fördermöglichkeiten	Im Rahmen des bayerischen 10.000-Häuser-Programms wird aktuell die Installation eines neuen Stromspeichers in Verbindung mit einer neuen Photovoltaik-Anlage gefördert.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Umsetzung bereits identifizierter Dachflächen. Priorisierung weiterer Liegenschaften nach noch festzulegenden Schwerpunkten. Hierfür Informationen aus dem Kommunalen Energiemanagement (KEM) nutzen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	5, 6, 8
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	bei 40% der Fläche: 340 t/a
	●
Autarkie	(geringe Auswirkung)
	●
Kosten der Maßnahmenausführung	0,8-1,2 Mio. ohne Speicherkosten
	●
Erträge, Sparen	EEG-Vergütung bei Einspeisung
	●
Förderung	Betriebsvergütung

7.8 Kommunales Energiemanagement (KEM) etablieren, Maßnahmen ableiten, Umsetzen

Nr. und Titel	8. 7.8 Kommunales Energiemanagement (KEM) etablieren, Maßnahmen ableiten, Umsetzen
Schwerpunkt	Gebäudebestandsentwicklung, Energie-Monitoring
Kurzbeschreibung	Verbrauchs-Monitoring. Umfassende Erfassung des baulichen Zustands und der Gebäudeausrüstung mit bspw. Heizung, PV; Technische Gebäudeausrüstung (TGA). Planung und Koordination der Ertüchtigungen. Bündeln von vorhandenen Informationen. Erfassung ergänzender, nutzbringender Informationen über z.B. Verbrauchs-Monitoring (Hausmeister, TGA). Ergänzung um baulichen Zustand; Heizungssystem (Alter, Ausführung), vorhandene und mögliche regenerative Erzeugungsanlagen (PV, Solarthermie).
Ziele	Zielgerichtete Planung und Steuerung der Gebäudesanierung und der Energieträgerwechsel. Ganzheitliche Betrachtung der Gebäude hinsichtlich Bausubstanz, Energieeffizienz, Energieerzeugung, Wärmeschutz, Starkwasserereignisse.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	bereits begonnen
Fördermöglichkeiten	KommKlimaFör den Aufbau oder die Ausweitung eines Energie- und Klimaschutzmanagements in öffentlichen Gebäuden. Förderung der Anschaffung einer KEM-Software nach der Kommunalrichtlinie möglich.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Konzept zeitnah ausarbeiten: Gemeinderatsbeschluss für Haushalt 2022 Lastenheft für eine KEM-Software erstellen. Software beschaffen. Mitarbeiter zur Bedienung und Informationsermittlung schulen. Kommunikationspfade und -ablauf festlegen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	2, 3, 4, 7, 9, 11, 12, 17
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	(Abhängig von den Zielstellungen der abgeleiteten Maßnahmen. Bei umfassender Sanierung bis 2050: Einsparung von 38 %) 
Autarkie	1,0 % des Jahresgesamtwärmebedarfs im Gemeindegebiet 
Kosten der Maßnahmenausführung	55 Mio. € zur energetischen Sanierung statt 10,5 Mio. € bei allg. üblicher Sanierung 
Sparen	(ca. 97.000 €/Jahr ohne CO ₂ -Steuerersparnis) 
Förderung	Investitionen

7.9 Studie zur energetischen Gebäudeoptimierungen einer Liegenschaft

Nr. und Titel	9. Studie zur energetischen Gebäudeoptimierungen einer Liegenschaft
Schwerpunkt	Gebäudebestandsentwicklung
Kurzbeschreibung	Eine Liegenschaft mit erhöhtem energetischem Sanierungsbedarf kann über ein Umfassendes Energetisches Konzept untersucht werden. z. B. Grundschule Maisach, Schulkindergarten, Grundschule Gernlinden, Kita Kispul, Kindergarten Überacker, Rathaus
Ziele	Hohe Einsparungen und möglichst regenerative Versorgung des Gebäudes erreichen. Ganzheitliche Planung für die bestmögliche Abstimmung aller Komponenten erreichen. Entscheidungsgrundlage für Vorzeigesanierung legen.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	sobald Liegenschaft identifiziert
Fördermöglichkeiten	ENP-Online fördert die energetische Gebäudekonzeption von der Gebäudehülle über die technische Gebäudeausstattung bis hin zu erneuerbaren Erzeugungsanlagen.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Liegenschaft festlegen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	2, 3, 8
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig von der Liegenschaft und den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Autarkie	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●
Förderung	Studie, Investitionen

7.10 Solarthermie fördern/bewerben

Beratungen zu regenerativen Wärmeerzeugungsarten, auch zur Solarthermie werden bereits im Rahmen der Energieberatungen von ZIEL 21 gegeben. Es könnte zukünftig überlegt werden die vorhandene kommunale Förderung von PV-Anlagen und Speichern auf Solarthermieanlagen auszuweiten. – Die Maßnahme entfällt in Abstimmung mit der Steuerungsrunde –

7.11 Energetische Beratung für einen kommunalen Neubauten

Nr. und Titel	11. Studie für einen energieoptimierten kommunalen Neubau
Schwerpunkt	Gebäudebestandsentwicklung
Kurzbeschreibung	Die energetische Konzeption für neue Liegenschaft kann separat vergeben werden.
Ziele	Hohe Einsparungen und möglichst regenerative Versorgung des Gebäudes erreichen. Ganzheitliche Planung für die bestmögliche Abstimmung aller Komponenten erreichen. Entscheidungsgrundlage für Vorzeigeneubauten legen.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	innerhalb von 2 Jahren
Fördermöglichkeiten	ENP-Online: Bietet Unterstützung in der Planung über die Förderung von Konzepten.
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Liegenschaft festlegen.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	7, 8
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig von der Liegenschaft und den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Autarkie	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang und Studienergebnis. ●
Förderung	Studie

7.12 Richtlinie: Klimafreundliche Liegenschaften

Es existiert ein aktueller Beschluss zur vorrangigen Verwendung klimafreundlicher Baustoffe im Hochbau, Tiefbau und bei Sanierungen. Neubauten und wenn möglich auch Sanierungen sind klimaneutral auszuführen. Bei wirtschaftlicher Gleichheit ist das ökologische Produkt vorzuziehen. – Die Maßnahme entfällt in Abstimmung mit der Steuerungsrunde. –

Eine Wiedervorlage dieser Maßnahme mit dem Ziel der Weiterentwicklung wird empfohlen. Die Erweiterung oder Konkretisierung energetischer Standards ist sinnvoll. Anregungen zur Ausweitung sind im Abschnitt 6.2 (Wärmestrukturwandel) hinterlegt.

7.13 Richtlinie für Klimafreundliche Neubaugebiete

Nr. und Titel	13 Klimafreundliche Neubaugebiete: Vorgaben für B-Pläne
Schwerpunkt	Gebäudebestandsentwicklung
Kurzbeschreibung	<p>Die Vorgaben für Bebauungspläne, städtebauliche Verträge und Kaufverträge werden wegen ihres umfassenden Einflusses auf die Klimawirkung von Neubaugebieten weiterentwickelt. Festlegungen können bspw. umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erschließung ohne Erdgasnetz • Prüfung von Quartierslösungen • Kompaktbauweise (A/V-Verhältnis) • Dachformen; Dachaufbauten und Gauben nur auf Nordseite • Dachbegrünung und PV-Anlagenpflicht für Flachdächer • Vorgaben zur Installation von PV- oder Solarthermieanlagen für alle Dachformen • Grundflächenzahl (GRZ), Bauhöhen (Hauptgesimshöhe: HGH) • Gebäudeorientierung (Solarertrag) • Begrünung (Bepflanzungsfestsetzung, Fassaden- und Dächer) • Versiegelung/ Versickerung • Regenwasser- und Grauwassernutzung • Hohe Energiestandards (Wärmedämmung, Energieversorgung): Passiv- oder PLUS-Energiehaus • Ziele zum Primärenergiebedarf, Eigenversorgungsanteil oder CO₂-Ausstoß • Erweiterte Stellplatzsatzung: alternativer Stellplatzschlüssel pro Wohneinheit/Unternehmen in der Nähe von ÖPNV-Stationen, Begrünung u. Versickerung • Einführung einer Freiflächengestaltungssatzung: Verbot von Schottergärten, Begrünungsvorgaben
Ziele	Ganzheitliche Betrachtung der Auswirkung der Flächen- und Gebäudeausführungen sowie der Erschließungsmaßnahmen. Grundstein für klimafreundliche und -angepasste Siedlungsflächen.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	fortlaufend
Fördermöglichkeiten	-
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Prüfung der rechtlichen Möglichkeiten z.B. für verpflichtende PV-Bedeckung. Vorgaben für B-Pläne und städtebauliche Verträge
Verknüpfung mit Maßnahmen	2
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig vom Umfang der Vorgaben. ●
Autarkie	Abhängig vom Umfang der Vorgaben. ●
Kosten der Maßn.ausführung	Abhängig vom Umfang der Vorgaben. ●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang der Vorgaben. ●
Förderung	-

7.14 Mobilitätskonzept

Nr. und Titel	14 Mobilitätskonzept: Studie
Schwerpunkt	Energieeinsparung
Kurzbeschreibung	Analyse und Bewertung des Ist-Zustandes. Ermittlung von Mobilitätsbedürfnissen unter Berücksichtigung ökologischer Aspekte und regionaler Besonderheiten. Erstellung eines Aktions- und Zeitplans, einer Kostenschätzung sowie erreichbare Klimaschutzziele.
Ziele	Darstellung von klimaverträglichen Mobilitätsangeboten, insbesondere für den ländlichen Raum.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	jederzeit möglich
Fördermöglichkeiten	KommKlimFöR: Förderung für Kommunen bis 70%
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Vorstudien einsehen und Landkreisaktivitäten aufnehmen. Umfang und Schwerpunkte einer ergänzenden Untersuchung prüfen bzw. festlegen. Im Bedarfsfall Mobilitätskonzept ausschreiben.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	4
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO ₂ -Einsparung	Abhängig von den abgeleiteten Maßnahmen aus dem Mobilitätskonzept. ●●
Autarkie	Abhängig von den abgeleiteten Maßnahmen aus dem Mobilitätskonzept. ●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig von den abgeleiteten Maßnahmen aus dem Mobilitätskonzept. ●
Erträge, Sparen	Abhängig von den abgeleiteten Maßnahmen aus dem Mobilitätskonzept. ●
Förderung	Studie

7.15 Wasserversorgung energetisch optimieren

Nr. und Titel	15. Wasserversorgung: Studie
Schwerpunkt	Stromeinsparung
Kurzbeschreibung	Prüfen der Möglichkeiten für den Einsatz effizienterer Pumpen und von Anlagen zur Eigenstromnutzung, sowie der netzdienlichen Betriebsweise des Pumpwerks.
Ziele	Effizienzsteigerung in der Wasserversorgung erhöhen. Kommunalen Strombedarf senken.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	innerhalb von 2 Jahren
Fördermöglichkeiten	ENP-Online: Erstellung eines Einsparkonzepts (Umfang: Ist-Zustands-Erfassung, ggf. ergänzendes Messtechnikkonzept; Prüfung zum Einsatz effizienter Pumpen; PV-Anlagen zur Stromeigenutzung; Strommarktorientierten Fahrweise des Pumpwerks, der Wasserversorgung; Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Handlungsempfehlungen)
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Untersuchung ausschreiben.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	-
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig vom Umfang der ergriffenen Maßnahmen, basierend auf dem Studienergebnis. ●
Autarkie	Abhängig vom Umfang der ergriffenen Maßnahmen, basierend auf dem Studienergebnis. ●●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang der ergriffenen Maßnahmen, basierend auf dem Studienergebnis. ●●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang der ergriffenen Maßnahmen, basierend auf dem Studienergebnis. ●
Förderung	Studie

7.16 Kommunale Beschaffungsrichtlinie

Nr. und Titel	16. Kommunale Beschaffungsrichtlinie
Schwerpunkt	Ressourcen-Einsparung, Anpassungsmanagement
Kurzbeschreibung	Zentrale Handlungsfelder für eine kommunale Beschaffungsrichtlinie sind die Energiebeschaffung, genutzte Transportmittel und Mobilität, vorhandene IT und Elektrogeräte. Es sollten weitere lokale Handlungsfelder wie bspw. Ernährung oder Büromaterial identifiziert und ergänzt werden.
Ziele	Um Treibhausgasemissionen zu vermeiden sollten auch hier klare Einsparziele formuliert werden. Wo möglich gilt es Märkte für Umwelttechnik zu schaffen oder zu stärken und wenn möglich Kosten zu sparen. Die Gemeinde kommt ihrer Vorbildfunktion nach und nimmt die Marktmacht der öffentlichen Hand wahr.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	jederzeit möglich
Fördermöglichkeiten	-
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Beratung und Beschluss durch Gemeinderat.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	1
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig vom Umfang und der Art der ergriffenen Maßnahmen. ●
Autarkie	Abhängig vom Umfang und der Art der ergriffenen Maßnahmen. ●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig vom Umfang und der Art der ergriffenen Maßnahmen. ●
Erträge, Sparen	Abhängig vom Umfang und der Art der ergriffenen Maßnahmen. ●
Förderung	-

7.17 Energetische Optimierung der Innenbeleuchtung

Nr. und Titel	17 Energetische Optimierung der Innenbeleuchtung
Schwerpunkt	Stromeinsparung
Kurzbeschreibung	Über eine raumweise Bestandsaufnahme zu den Leuchtmitteln soll das Einsparpotenzial in der Mittelschule Maisachs bestimmt werden. Eine Empfehlung für die Ausführung der Beleuchtung, eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, sowie eine Förderberatung rundet die Untersuchung ab.
Ziele	Stromeinsparung und Koordination von energetischer Ertüchtigung und baulicher Sanierung. Abwägung von Ausführungsalternativen.
Zielgruppe	Gemeinde Maisach
Zeitraum für die Umsetzung	2021, da die Deckensanierung der Mittelschule ab 2022 geplant ist.
Fördermöglichkeiten	ENP-Online: Erstellung eines Einsparkonzepts (Raumweise Bestandsaufnahme, Darstellung der Einsparpotenziale, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Unterstützung bei Förderanträgen)
Akteure	Gemeinde Maisach
Empfohlene Handlungsschritte	Untersuchung ausschreiben.
Verknüpfung mit anderen Maßnahmen	8
Einfluss der Kommune auf die Umsetzung	A: direkter Einfluss
CO₂-Einsparung	Abhängig von den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Autarkie	Abhängig von den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Kosten der Maßnahmenausführung	Abhängig von den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Erträge, Sparen	Abhängig von den Maßnahmen basierend auf den Studienergebnissen. ●
Förderung	Studie

Anhang

Die nachfolgende Aufstellung stellt ein Register zu den digital übergebenen Dateien dar. Tabellen werden im Dateiformat Microsoft Excel übergeben. Die Kartendarstellungen liegen der Gemeinde als Bilddateien (JPG, PNG) und als PDF vor. Die Karten des Wärmekatasters liegen davon abweichend ausschließlich als PDF-Großformate in A1 vor. Die Ergebnisse der Geoinformationsverarbeitung werden im ESRI-Shape-Format (SHP) übergeben.

Tabellen

- Sanierungskataster
- Liegenschaften, Energieverbräuche
- PV-Dachflächenpotenzial kommunal

Gewerbebefragung

Erhaltene, ausgefüllte Fragebögen

Kartendarstellungen und Geoinformationsdaten

- EEG- Anlagen im Gemeindegebiet
- Potenziale
 - Windkraft (mehrere Detailkarten, Übersicht)
 - PV-Freiflächen
 - Oberflächennahe Geothermie
 - Erdwärmesonden
 - Grundwasserwärmepumpe
 - Erdwärmekollektoren
- Wärmekataster
 - Gebäudetypisierung
 - Wärmebedarf der Gebäude
 - Wärmebedarf in Siedlungsflächen
 - Wärmebelegungsdichte an Straßen
 - Verbrauch der Liegenschaften

Geoinformationsdaten

- EEG-Anlagen im Gemeindegebiet
 - Wasserkraftanlagen
 - Windkraftanlagen
 - Biogasanlagen
 - PV-Freiflächenanlagen
 - PV-Dachflächenanlagen

- Ab 30kW
- bis 30 kW, bis 2014
- unter 30 kW, nach 2014
- Potenziale
 - Waldholzpotenzial, Flächen
 - PV-Freiflächen
 - Schiene, 200m Korridor
 - PVF-Potenzial
 - Wind
 - Einschränkungen Lärmschutz
 - Flächen mit kommunalem Abstimmungsgebot
 - Windkraftanlagen (Bestand, Potenzial)
 - Liegenschaften
 - KWK-geeignet
 - PV-Dachflächenpotenzial
- Wärmekataster
 - Wärmebedarf der Wohngebäude
 - Wärmebedarf in Siedlungsflächen
 - Wärmebelegungsdichten an Straßen
 - Energieverbräuche der Liegenschaften

Quellen

- Borchert 2017: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (LWF). Energieholzverbrauch gesunken – LWF aktuell 112.
- dena 2016: Deutsche Energie-Agentur. dena-Gebäudereport. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand.
- DST 2021: Deutscher Städtetag und Deutsches Institut für Urbanistik. Orientierungshilfe für die Prüfung klimarelevanter Beschlussvorlagen (PkB) in kommunalen Vertretungskörperschaften. März 2021.
- EEG 2021: Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2021).
- FFB 2012: Landratsamt Fürstfeldbruck. Integriertes Klimaschutzkonzept des Landkreises Fürstfeldbruck sowie seiner Städte und Gemeinden, Kurzfassung. November 2012
- FNR 2016: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Leitfaden Biogas. Von der Gewinnung zur Nutzung.
- IPCC 2019: Weltklimarat (IPCC: IASA, 2019). Global average 1.5 °C emissions path of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- KBA 2020: Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden;. Abruf: 26.06.2020. Kraftfahrt-Bundesamt; Flensburg
- LfU 2019: Bayerisches Landesamt für Umwelt. Hausmüll in Bayern. Bilanzen 2019. Struktur- und abfallwirtschaftliche Daten der Körperschaften. 2019
- Kunert, Radke 2011: Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V.; erschienen im DIW Wochenbericht Nr. 48/2011; 30. November 2011; Berlin
- LfStat 2019: Bayerisches Landesamt für Statistik. Statistik kommunal 2019: Gemeinde Maisach. Januar 2020.
- QuWind100 2019: Technische Universität Dresden, Deutscher Wetterdienst. Quantitative Windklimatologie für Windenergieapplikationen in Höhen über 100 m. August 2019.
- SRU 2020: Sachverständigenrat für Umweltfragen. Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Berlin 2020.
- StMWi 2018: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft. Energiebilanz Bayern 2018. Februar 2021.
- StMWi 2020: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft. Monitoring-Bericht zum Umbau der Energieversorgung Bayerns. Oktober 2020.
- UBA 36/2019: Umweltbundesamt, Schriftenreihe Climate Change. Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität - RESCUE-Studie.
- Weidner et al. 2018: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (LWF). Energieholzmarkt Bayern 2016. Mai 2018
- ZNES 2015: Zentrum für nachhaltige Energiesysteme – Abteilung Klimaschutz. Klimaschutzkonzept 2050 Kommunale Gebäude. November 2015.