

Abschlussbericht

Projekttitle **Energienutzungsplan
für die Gemeinde Tegernheim**

Auftraggeber **Gemeinde Tegernheim
Ringstraße 47
93105 Tegernheim**

Projekt-Nr. **550529**

Bearbeiter **Hansjürgen Krist
Roland Schipf
Michael Schönemann
Markus Hertel**

Augsburg, 28.06.2016

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Zusammenfassung	1
1.1	Ziele des Energienutzungsplans	1
1.2	Vorgehensweise	2
1.3	Zeitplan.....	2
1.4	Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung.....	3
1.5	Konzeptentwicklung	7
1.6	Akteursbeteiligung	8
2.	Veranlassung und Zielsetzung	9
3.	Analyse der Struktur der Gemeinde Tegernheim.....	10
3.1	Vorgehensweise und Datenerhebung	10
3.2	Betrachtungsraum und Strukturdaten	12
3.2.1	Bevölkerung und Gemeindestruktur	12
3.2.2	Flächennutzung	12
3.2.3	Wirtschaft	13
4.	Bestands- und Potenzialanalyse	14
4.1	Qualitative Bestandsanalyse	14
4.2	Quantitative Analyse	14
4.2.1	Basisdaten zur Energieinfrastruktur	14
4.2.2	Basisdaten zum Energiebedarf.....	15
4.2.2.1	Wärme	15
4.2.2.2	Strom	20
4.2.2.3	Mobilität	27
4.3	Potenzialanalyse.....	28
4.3.1	Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz.....	30
4.3.1.1	Private Haushalte	30
4.3.1.2	Gewerbe und Industrie.....	36
4.3.1.3	Öffentliche Liegenschaften	38
4.3.2	Erneuerbare Energien.....	39
4.3.2.1	Definition Potenziale der erneuerbaren Energien.....	39
4.3.2.2	Bioenergie	39
4.3.2.3	Solarenergie	44

4.3.2.4	Windkraft	46
4.3.2.5	Wasserkraft	49
4.3.2.6	Geothermie	49
4.3.2.7	Zusammenfassung	52
4.3.3	Fazit zur Bestands- und Potenzialanalyse	54
5.	Bilanzierung Energiebedarf und CO₂-Emissionen	56
5.1	Endenergiebilanz	56
5.2	Primärenergiebilanz	58
5.3	CO ₂ -Bilanz	60
6.	Konzeptentwicklung	62
6.1	Stromversorgung	62
6.1.1	Ausgangssituation	62
6.1.2	Zielrichtung	63
6.2	Wärmeversorgung - Wärmekataster	66
6.2.1	Ausgangssituation	66
6.2.2	Zielrichtung	67
6.2.3	Wärmekataster	68
6.3	Fazit	72
7.	Maßnahmen und Umsetzungsprojekte	73
7.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Nahwärmenetze	73
7.1.1	Grundlagen und KWK-Gedanke	73
7.1.2	Kennzahlen zu Wärmenetzen	74
7.1.2.1	Einführung Kennzahlen	74
7.1.2.2	Kennzahlen des Wärmenetzes am Schulzentrum	75
7.1.2.3	Kennzahlen des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße	77
7.1.3	Berechnungsgrundlagen für Nahwärmenetze	78
7.1.4	Basisdaten Wärmenetz Schulzentrum	78
7.1.4.1	Kapitalgebundene Kosten	79
7.1.4.2	Verbrauchsgebundene Kosten	80
7.1.4.3	Betriebsgebundene Kosten	82
7.1.4.4	Opportunitäts Erlöse	82
7.1.4.5	Gesamtkosten, wirtschaftliche Bewertung und Ökologie	83
7.1.5	Basisdaten Wärmenetz Ringstraße - Wiedmannstraße	84
7.1.5.1	Kapitalgebundene Kosten	86

7.1.5.2	Verbrauchsgebundene Kosten.....	86
7.1.5.3	Betriebsgebundene Kosten.....	87
7.1.5.4	Gesamtkosten, wirtschaftliche Bewertung und Ökologie.....	88
7.1.6	Empfehlung	90
7.2	Maßnahmenkatalog	91
8.	Literatur	115

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans	2
Abbildung 2:	Zeitplan für die Erstellung des Energienutzungsplans der Gemeinde Tegernheim.....	2
Abbildung 3:	Thermischer Energiebedarf der einzelnen Sektoren in der Gemeinde Tegernheim (gesamter Wärmebedarf witterungsbereinigt: 55.000 MWh _{th} im Jahr 2014).....	3
Abbildung 4:	Elektrischer Energieverbrauch in der Gemeinde Tegernheim 2014 nach Sektoren (100 % = 11.850 MWh)	4
Abbildung 5:	Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 (100 % = 100.000 MWh/a)	4
Abbildung 6:	Auszug GIS-Karte zum PV-Anlagenbestand und –potenzial im Gemeindegebiet	5
Abbildung 7:	Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten	6
Abbildung 8:	Ermittelte Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom in der Gemeinde Tegernheim	7
Abbildung 9:	Beispielhafte Darstellung von Bestandsdaten	11
Abbildung 10:	Flächennutzung in der Gemeinde Tegernheim (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2015).....	13
Abbildung 11:	Darstellung der Gebäudetypisierung in der Gemeinde Tegernheim	16
Abbildung 12:	Verteilung des Gebäudebestands nach Bautypen und Baualter in der Gemeinde Tegernheim	17
Abbildung 13:	Berechnete Wärmebedarfe der Bauobjekte (Wärmekataster Gemeinde Tegernheim: Basisdaten für weiterführende Berechnungen).....	18
Abbildung 14:	Thermischer Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 nach Sektoren.....	19
Abbildung 15:	Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten in der Gemeinde Tegernheim	20
Abbildung 16:	Elektrischer Energieverbrauch in der Gemeinde Tegernheim 2014 nach Sektoren (100 % = 11.850 MWh)	21

Abbildung 17:	Ins Netz eingespeiste Strommengen der nach dem EEG geförderten Stromerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet Tegernheim von 2002 bis 2015	22
Abbildung 18:	Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung in der Gemeinde Tegernheim im Vergleich zum Ist-Stand im Freistaat (36 %) und der Bundesrepublik (32 %) und die jeweiligen Ausbauziele für 2025 (Freistaat 70 % bzw. Bundesrepublik bis 45 %)	23
Abbildung 19:	Überblick zu den im Gemeindegebiet Tegernheim installierten erneuerbaren Energieanlagen auf Basis der EEG-Anlagenstammdaten der Stromnetzbetreiber (Kartenauszug GIS)	24
Abbildung 20:	Berechnung synthetischer Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für das Gemeindegebiet Tegernheim (Auszug für die Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)	25
Abbildung 21:	Berechnung synthetischer Erzeuger- und Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für das Gemeindegebiet Tegernheim (Auszug für die Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)	26
Abbildung 22:	Energiebedarf im Gemeindegebiet Tegernheim im Sektor Mobilität im Jahr 2014.....	27
Abbildung 23:	Darstellung der Potenziale (UBA, 2013).....	28
Abbildung 24:	Darstellung der Energieverluste in einem privaten Wohngebäude (BDEW, 2014a).....	30
Abbildung 25:	Struktur des Stromverbrauchs von Haushalten nach Anwendungsbereichen im Jahr 2012 (BDEW, 2014b)	33
Abbildung 26:	Typischer Stromverbrauch neuer und alter Heizpumpen (co2online, 2014)	34
Abbildung 27:	Kostenvergleich einer Kühl-Gefrier-Kombination (BDEW, 2014c)	34
Abbildung 28:	Steigerung des Stromverbrauchs durch TV/Audio- und Bürogeräte (BDEW, 2014d).....	35
Abbildung 29:	Latentwärmespeicher der Firma LaTherm (links: Entladeplatz an der Wärmesenke; rechts: Beladestation an der Abwärmequelle; Quelle: bifa Archiv).....	36
Abbildung 30:	Umsetzungsbeispiel mobiler Wärmetransport im Landkreis Augsburg: die AVA GmbH versorgt mittels 3 mobilen Wärmetransportcontainern ein Schulzentrum in Friedberg (Quelle: bifa Umweltinstitut)	37
Abbildung 31:	Allgemeine Dachflächenanalyse	44
Abbildung 32:	Bestandsanlagen (rot) und Potential (gelb) für PV-Dachflächenanlagen	45
Abbildung 33:	3D-Vermessung der Mehrzweckhalle.....	45
Abbildung 34:	Windkraftpotential	48

Abbildung 35:	<i>Oberflächennahe Geothermie, Nutzung Verschiedener Erdwärmesysteme (LfU 2016)</i>	50
Abbildung 36:	<i>Tiefengeothermie, Oberjura Aquifer (GeotIS 2016)</i>	51
Abbildung 37:	Bestand und Potenziale erneuerbarer Energien im Vergleich zum Stromverbrauch in der Gemeinde Tegernheim	53
Abbildung 38:	Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014	56
Abbildung 39:	Umfrageergebnis zur Einschätzung des Energieverbrauchs (Quelle Grafik: www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch)	57
Abbildung 40:	Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014.....	57
Abbildung 41:	Primärenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014.....	59
Abbildung 42:	Primärenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 nach Sektoren	59
Abbildung 43:	CO ₂ -Emissionen in der Gemeinde Tegernheim.....	61
Abbildung 44:	Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung der Biomasse- und Biogaspotenziale von rd. 1.296 MWh _{el} pro Jahr bei vorhandener PV-Dachflächenerzeugerleistung von rd. 1.555 kW _p in der Gemeinde Tegernheim mit Wetterdaten von 2012	62
Abbildung 45:	Simulierter Erzeugerlastgang bei 100 % Biogas- und Biomassepotenzialnutzung zur Stromerzeugung und gleichbleibender installierter PV-Dachflächenleistung (entspricht 9 % der PV-Dachflächenpotenziale) mit Wetterdaten von 2012	63
Abbildung 46:	Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung aller derzeit vorhandenen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien mit Wetterdaten von 2012.....	64
Abbildung 47:	Prinzip einer netzoptimierten Speicherung von PV-Strom	65
Abbildung 48:	Eigenstromnutzungsquote in Abhängigkeit von der Speichergröße für PV-Strom	65
Abbildung 49:	Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 18 % der vorhandenen Ausbaupotenziale der PV-Dachflächenpotenziale mit Wetterdaten von 2012.....	66
Abbildung 50:	Wärmekataster: Auswertung der Wärmebelegungsdichte und Wärmebedarf für Siedlungsflächen in der Gemeinde Tegernheim.	69
Abbildung 51:	Wärmekataster: weiterführende Auswertung – Aufnahme von öffentlichen Liegenschaften und durch Klassenbildung anonymisierten Unternehmensdaten	70
Abbildung 52:	Wärmekataster: Ansätze für Wärmenetze in der Gemeinde Tegernheim.....	71
Abbildung 53:	Erste Ausbaustufe des Wärmenetzes an der Grundschule (roter Stern: Standort der Heizzentrale)	79
Abbildung 54:	Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Grundschule und Wärmeanteile von BHKW und Gas-Spitzenlastkessel (Variante 1)	81

Abbildung 55:	Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Grundschule und Wärmeanteile von Holzhackschnitzelkessel und Gas-Spitzenlastkessel (Variante 2)	81
Abbildung 56:	Erste Ausbaustufe des Wärmenetzes in der Ortsmitte (Standort Heizzentale: Feuerwehrhaus)	85
Abbildung 57:	Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße und Wärmeanteile von Holzhackschnitzelkessel und Gas-Spitzenlastkessel	87

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien in Tegernheim zur Strombedarfsdeckung	5
Tabelle 2:	Ziele des Energiekonzepts 2010 der Bundesregierung	9
Tabelle 3:	Forst- und landwirtschaftliche Flächenanteile	13
Tabelle 4:	Übersicht zu relevanten Maßnahmen in der Gemeinde Tegernheim im Bereich Energie	14
Tabelle 5:	Durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geförderte Wärmeerzeugungsanlagen in der Gemeinde Tegernheim	19
Tabelle 6:	Übersicht zu den im Gemeindegebiet Tegernheim installierten EEG-Anlagen und dem in der Jahresbilanz erreichten Deckungsanteil am Stromverbrauch des Jahres 2015	23
Tabelle 7:	Tatsächlich im Gemeindegebiet verbrauchte Strommengen und Überschussstrom der nicht zum Zeitpunkt der Erzeugung genutzt werden kann	26
Tabelle 8:	Zulassungszahlen im Gemeindegebiet Tegernheim 2011 bis 2014 (Quelle: Landratsamt Regensburg)	28
Tabelle 9:	Sanierungsszenarien	31
Tabelle 10:	Erreichte Gebäudesanierungsrate ab 2016	32
Tabelle 11:	Relative Energieeinsparung nach Sanierung, bezogen auf den Wärmebedarf der Gemeinde Tegernheim (2016)	32
Tabelle 12:	Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher Leuchtmittel	35
Tabelle 13:	Übersicht der ausgewiesenen und dargestellten Potenzialarten (Quelle: ARGE Bayerischer Gemeindetag)	39
Tabelle 14:	Energetisches Potenzial aus der Verwertung der landwirtschaftlichen Reststoffe	41
Tabelle 15:	Potenzial zur Energieerzeugung aus Biogas in der Gemeinde Tegernheim	41
Tabelle 16:	Vorhandenes Ausbaupotenzial fester Biomasse in Tegernheim	42
Tabelle 17:	Ausbaupotenzial PV-Dachflächen	44
Tabelle 18:	Dachflächen kommunaler Liegenschaften und ihr maximales PV-Potential	46
Tabelle 19:	Empfohlene Erdwärmesysteme in Ortsteilen von Tegernheim	49

Tabelle 20:	Überblick zum Strombedarf einzelner Sektoren in Tegernheim.....	52
Tabelle 21:	Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien in Tegernheim zur Strombedarfsdeckung.....	52
Tabelle 22:	Überblick zu den Potenzialen erneuerbarer Energien in der Gemeinde Tegernheim zur Strombedarfsdeckung	53
Tabelle 23:	Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger (AGFW, 2014)	58
Tabelle 24:	CO ₂ -Äquivalente verschiedener Energieträger.....	60
Tabelle 25:	Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 100 % der Biomasse- und Biogaspotenziale ohne weiteren Ausbau der installierten PV- Dachflächenleistung von derzeit rd. 1.555 kW _p	63
Tabelle 26:	Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 100 % der Biomasse- und Biogaspotenziale bei gleichbleibender installierter PV- Dachflächenleistung von rd. 1.555 kW _p	64
Tabelle 27:	Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 18 % der PV- Dachflächenpotenzial (Verdoppelung des bisherigen Ausbaus).....	66
Tabelle 28:	Kennzahlen für Wärmenetze (Zusammenstellung bifa Umweltinstitut)	74
Tabelle 29:	Kennzahlenauswertung für Wärmenetz Schulzentrum).....	75
Tabelle 30:	Kennzahlenauswertung für Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße mit 100 % Anschlussquote).....	77
Tabelle 31:	Übersicht der untersuchten Wärmeversorgungsvarianten im Wärmenetz Grundschule	79
Tabelle 32:	Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Grundschule (Förderungen berücksichtigt)	80
Tabelle 33:	Verbrauchsgebundene Kosten des Wärmenetzes Grundschule	82
Tabelle 34:	Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Grundschule	82
Tabelle 35:	Mittlere Opportunitätserlöse über 20 Jahre für die Variante 1	83
Tabelle 36:	Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die beiden untersuchten Varianten.....	83
Tabelle 37:	Sensitivitätsanalyse der Wärmeversorgungsvarianten des Wärmenetz Grundschule	84
Tabelle 38:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen der Wärmenetzvarianten gegenüber dezentraler Wärmebereitstellung mit Erdgas.....	84
Tabelle 39:	Untersuchte Wärmeversorgungsvariante im Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße	86
Tabelle 40:	Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße (Förderungen berücksichtigt)	86
Tabelle 41:	Verbrauchsgebundene Kosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße	87
Tabelle 42:	Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße	88
Tabelle 43:	Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die beiden untersuchten Varianten.....	88

Tabelle 44:	Sensitivitätsanalyse der Wärmeversorgungsvarianten des Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße	89
Tabelle 45:	Jährliche CO ₂ -Einsparungen der Wärmenetzvarianten gegenüber dezentraler Wärmebereitstellung mit Erdgas im Wärmenetz Ring- /Wiedmannstraße.....	89
Tabelle 46:	Maßnahmenkatalog (detailliertere Beschreibung der einzelnen Maßnahmen auf den nächsten Seiten; PT: notwendige Personentage für die Gemeinde; Kosten für Umsetzung/Vorstudie/externe Rechtsberatung notwendig)	92

1. Zusammenfassung

Das Thema Energie findet in der Gemeinde Tegernheim immer größere Beachtung. Mit der Beauftragung zur Erstellung eines Energienutzungsplans wurde ein weiterer wichtiger Schritt zur Erreichung von Klimaschutzzielen und Umsetzung der Energiewende gegangen.

Energieeinsparung, Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien sind ein unverzichtbarer Baustein für den Klimaschutz und die Versorgungssicherheit einer Kommune. Aufbauend auf den Ergebnissen von bereits durchgeführten Studien und umgesetzten Projekten werden im Zuge des Energienutzungsplans vorhandene Datenlücken geschlossen und in einem übergreifenden Gesamtkonzept zusammengeführt. In einem ersten Schritt wurden Energie- und CO₂-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren erstellt, ausgewertet und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. Im Weiteren wurden die Potenziale zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Kontext zu einzelnen Teilbereichen, wie beispielsweise Biogas, Photovoltaik, Gebäudesanierung, öffentliche Liegenschaften und Straßenbeleuchtung, ausgewertet.

Der vorliegende Energienutzungsplan stellt die Ergebnisse der Auswertung zur Energieinfrastruktur der Gemeinde Tegernheim in aufbereiteter und lesbarer Form in den folgenden Kapiteln zusammen. Er ist ein wichtiges Planungsinstrument, um zielgerichtet den Ausbau erneuerbarer Energien zu koordinieren, eine Optimierung der Wärmenutzung zu forcieren und Energieeinspar- sowie Effizienzmaßnahmen zu befördern.

1.1 Ziele des Energienutzungsplans

- Schaffung eines informellen Planungsinstruments
 - Grundlage für Flächennutzungspläne, Bebauungspläne und Objektplanung
 - Grundlage für Entscheidung hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen und alternativer Versorgungskonzepte
- Koordination voneinander unabhängig durchgeführter Einzelmaßnahmen
- Verortung von Energieverbräuchen und -potenzialen im Gebiet der Gemeinde
- Versorgungssicherheit im Strom- und Wärmesektor
- Minderung von Treibhausgasemissionen
- Steuerungsinstrument zur Förderung der regionalen Wertschöpfung
- Einbindung in die Organisationsstruktur der Gemeinde

→ Schaffung eines übergeordneten Gesamtkonzepts auf Gemeindeebene

1.2 Vorgehensweise

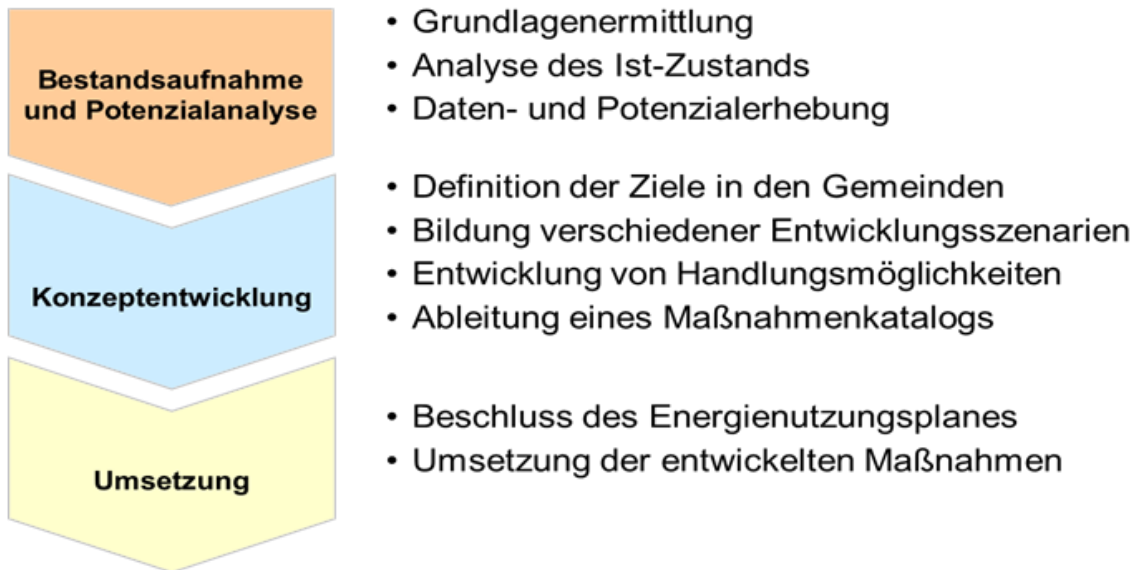


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans

Flankierend zu den methodischen Ansätzen der Datenermittlung und Auswertung wurden Arbeitstreffen mit der Projektgruppe Energie der Gemeinde Tegernheim zur Maßnahmenidentifizierung und Projektkonkretisierung im Rahmen des Energienutzungsplans durchgeführt.

1.3 Zeitplan

Der Zeitplan zur Erstellung des Energienutzungsplans ist in Abbildung 2 dargestellt. Die Erarbeitung des Energienutzungsplans für die Gemeinde Tegernheim erfolgte innerhalb von 9 Monaten.

Nr.	Ablaufplan Erstellung Energienutzungsplan für die Gemeinde Tegernheim	Q4 15			Q1 16			Q2 16		
		Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun
1	Grundlagenermittlung	[Bar]								
2	Bestandsanalyse Energiebedarf, Energieerzeugung und Bilanzerstellung	[Bar]								
3	Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien				[Bar]					
4	Entwicklung Maßnahmenkatalog und Umsetzungsprojekte									
5	Akteursbeteiligung und Abstimmung	[Bar]								
6	Abstimmung mit Gemeinde	[Bar]								
7	Projektgruppentreffen und Vor-Ort-Termin				◆					
8	Vorstellung Gemeinderat							◆		
9	Dokumentation							[Bar]		

Abbildung 2: Zeitplan für die Erstellung des Energienutzungsplans der Gemeinde Tegernheim

1.4 Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung

Im Rahmen einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden Daten zum Strom- und Wärmebedarf im gesamten Gemeindegebiet aufgenommen. Hierzu wurden Verbrauchswerte von den Energieversorgungsunternehmen erfragt und ausgewertet. Die Daten der gemeindlichen Liegenschaften wurden bei der Gemeindeverwaltung abgefragt. Hinzu kommen Daten zu den Energieerzeugungsanlagen, insbesondere Anlagen im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wie Biogasanlagen, PV-Freiflächen- und -Dachanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Relevante Daten verschiedener bayerischer und bundesweiter Förderstellen, wie des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), wurden recherchiert und ausgewertet (vgl. Kapitel 3, 4 und 5).

Im Ergebnis konnte eine Energie- und CO₂-Bilanz, aufgeteilt in die unterschiedlichen Verbrauchersektoren, aufgestellt werden. 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 den notwendigen räumlichen Auswertungen hinsichtlich der Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung lässt eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze zu.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigen die folgenden drei Abbildungen:

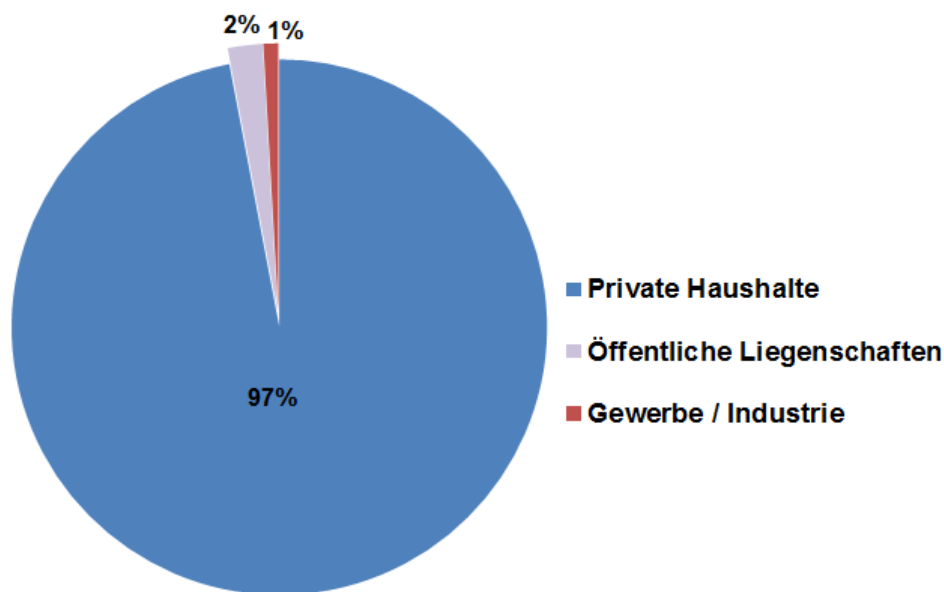


Abbildung 3: Thermischer Energiebedarf der einzelnen Sektoren in der Gemeinde Tegernheim (gesamter Wärmebedarf witterungsbereinigt: 55.000 MWh_{th} im Jahr 2014)

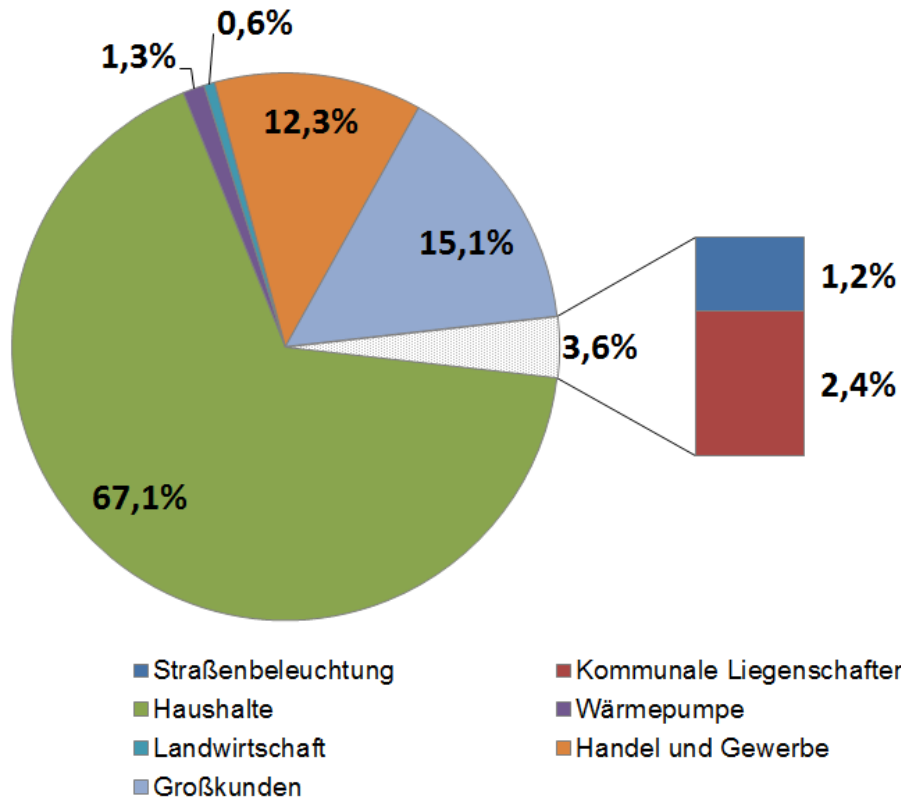


Abbildung 4: Elektrischer Energieverbrauch in der Gemeinde Tegernheim 2014 nach Sektoren (100 % = 11.850 MWh)

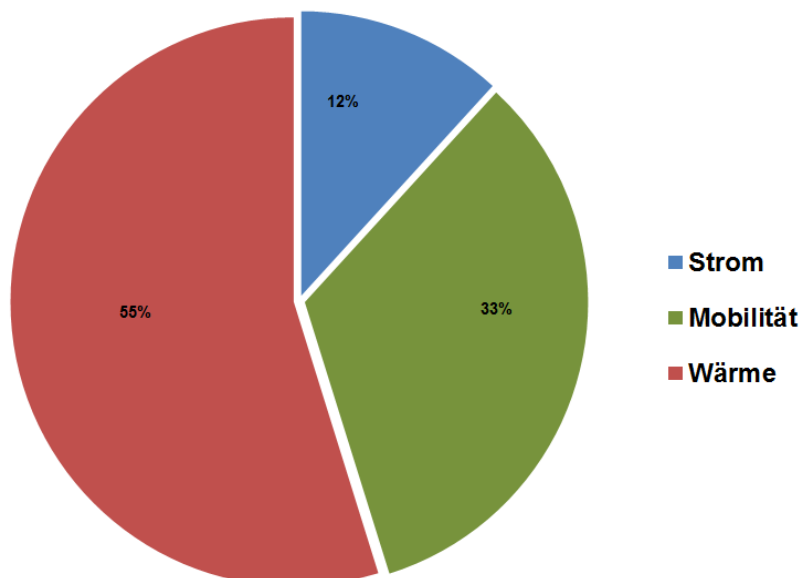


Abbildung 5: Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 (100 % = 100.000 MWh/a)

Abbildung 6 zeigt exemplarisch die Verortung von PV-Bestandsanlagen und Potenzialen in Tegernheim.

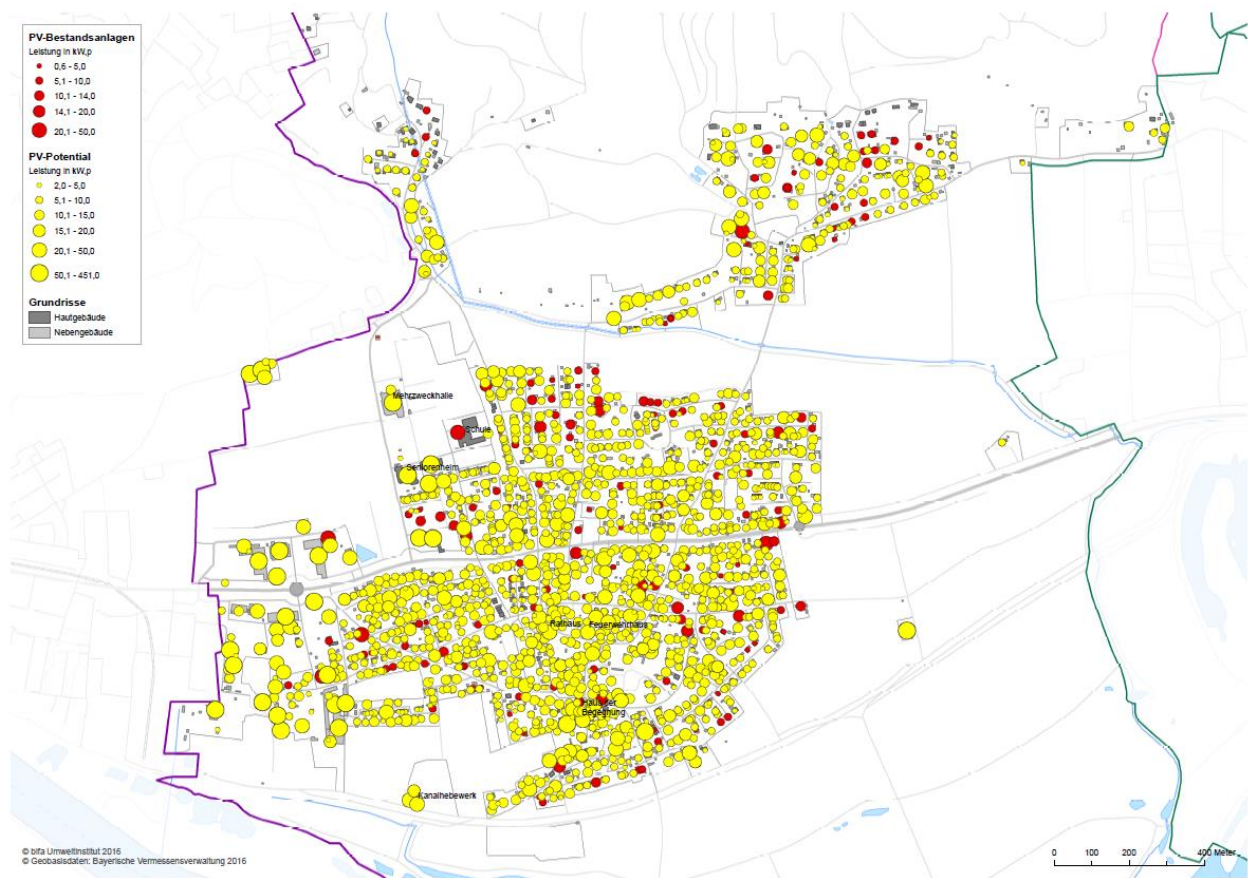


Abbildung 6: Auszug GIS-Karte zum PV-Anlagenbestand und -potenzial im Gemeindegebiet

Die Deckung des Energiebedarfs setzt sich in der Gemeinde Tegernheim bislang zu geringen Teilen aus regenerativen Energiequellen zusammen. So wird der Strombedarf in der Jahresbilanziellen Betrachtung zu 13 % (2014) aus erneuerbaren Energien gedeckt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien in Tegernheim zur Strombedarfsdeckung

Bestand 100 % = 11.856 MWh/a	installierte Leistung	erzeugter Strom	Deckungsanteil (Jahresbilanz)
Erneuerbare Energien	in kW_p	in MWh/a	regenerativer Anteil
PV-Dachflächenanlagen	1.616	1.555	13*
PV-Freiflächenanlagen	0	0	0
Biomasse / Biogas	0	0	0
Wasserkraft	0	0	0
Gesamt	1.616	1.555	13

* Die 13 % Deckungsanteil entsprechen einer Nutzung von 9 % des ermittelten PV-Dachflächenpotenzials von rd. 18.110 MWh/a.

Im Bereich der thermischen Energieversorgung zeigt die Auswertung der Daten (vgl. Abbildung 7), dass etwa 5 % des Wärmebedarfs in der Gemeinde regenerativ gedeckt werden (Bayern rd. 12 %).

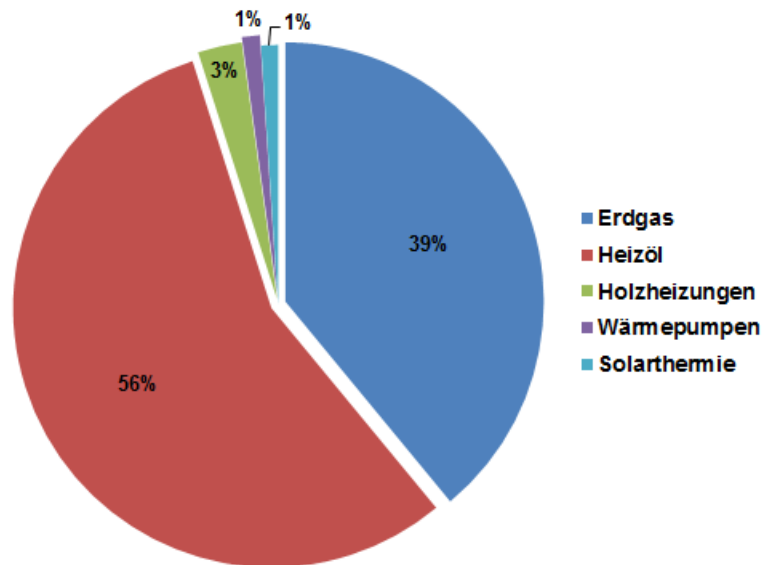


Abbildung 7: Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten

Die im Zuge der Bestands- und Potenzialanalyse aufgenommenen Daten zeigen, dass in der Gemeinde Tegernheim noch Möglichkeiten für einen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien, insbesondere im Bereich der Stromerzeugung mittels PV-Dachflächenanlagen vorhanden sind (siehe auch Abbildung 8). Die Grafik spiegelt die Potenziale unter Berücksichtigung des seit Dezember 2015 geltenden EEG wider.

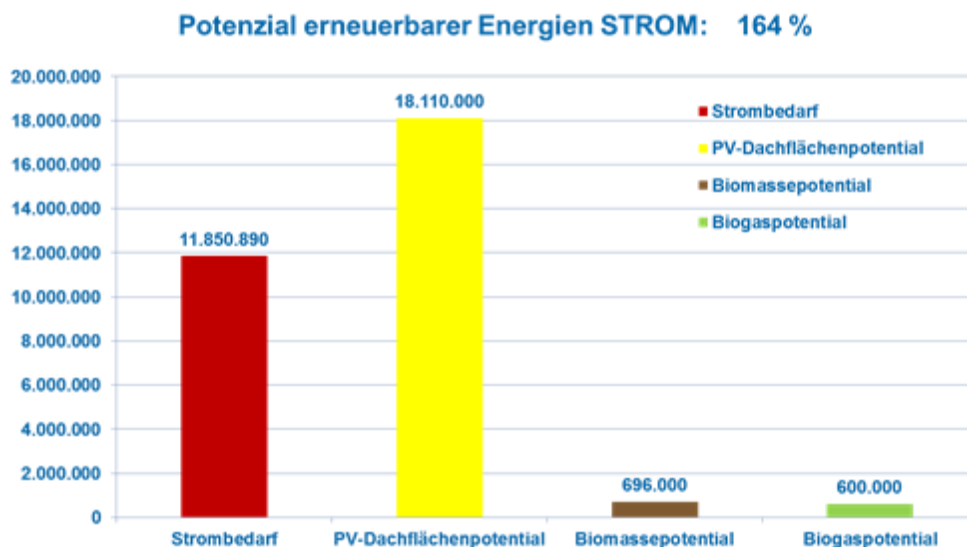


Abbildung 8: Ermittelte Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom in der Gemeinde Tegernheim

Der erreichbare Anteil erneuerbarer Energien durch die Ausschöpfung der Potenziale beträgt demnach bis zu 164 %. Die Potenziale wurden mit einem Geoinformationssystem verortet und können fortgeschrieben werden.

1.5 Konzeptentwicklung

Die konzeptionelle Betrachtung hat gezeigt, dass sich die Gemeinde Tegernheim bei der Maßnahmenentwicklung auf folgende Punkte konzentrieren sollte, um weiterhin Fortschritte im Umgang mit Energie zu erreichen und einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten (vgl. Kapitel 6). Die entwickelten Maßnahmen lassen sich deshalb in zwei Bereiche gliedern:

Maßnahmenbereich, welche die Gemeinde unmittelbar umsetzen kann:

- Steuerung und Controlling der Verbräuche in kommunalen Liegenschaften (Vorbildfunktion der Gemeinde: Maßnahme 1, 9 und 11)
- Schaffung von Rahmenbedingungen für die Entwicklung von weiterführenden Energiekonzepten für Altwohnungsbestand und Neubausiedlungen (Maßnahme 7, 8 und 10)

Maßnahmen, welche die Gemeinde mittelbar mitgestalten kann:

- Unterstützung beim Ausbau und Nutzung solarer Energie
 - in kommunalen Liegenschaften (Maßnahme 6)
 - Motivation der Bürger zur Nutzung solarer Energie (Maßnahme 2)
- Unterstützung bei der Entwicklung von Gemeinschaftsprojekten wie bspw.
 - Wärmenetze als Bürgernetze (Maßnahme 3, 4 und 5)
 - Zur Verfügung Stellung von kommunalen Dachflächen für Bürgersolaranlagen (Maßnahme 6)
 - Aufklärungsarbeit zum Thema Energieeinsparung (z. B. in Schulen)

Ausgehend von den oben beschriebenen Bereichen wurden Maßnahmen zusammen mit der Projektgruppe Energie – zusammengesetzt aus Vertretern der Gemeinde Tegernheim - für Tegernheim entwickelt, abgestimmt, ausgearbeitet und bewertet (vgl. Kapitel 7):

1. Kommunales Energiemanagement (KEM)	A
2. Solarkataster für die Gemeinde Tegernheim	B
3. Nahwärmeverbund Schulstraße	A
4. Nahwärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße	A
5. Informationsveranstaltung Wärmenetze	A
6. Solarenergiegewinnung auf öffentlichen Liegenschaften	B
7. Energiesparprojekte an Schulen	C
8. Stromsparhelfer für Tegernheimer Bürger	C
9. Einführung einer Beschaffungsrichtlinie	D
10. Masterplan Neubaugebiete	B
11. Controlling	B

Gesamtbewertung | A = Umsetzung sofort angehen;
 | B = Abstimmung mit Akteuren im Vorfeld noch notwendig;
 | C = Abstimmung und weitere Studie notwendig vor Entscheidung;
 | D = beobachten, ggf. neue Prüfung veranlassen

Für die Projektansätze Wärmenetze wurden zudem erste Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt.

1.6 Akteursbeteiligung

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans fand eine intensive Beteiligung wichtiger Akteure aus dem Gemeindegebiet statt. Zudem wurden Gespräche mit den Energieversorgungsunternehmen zur Daten- und Informationssammlung durchgeführt. In den Arbeits-sitzungen mit der Projektgruppe Energie wurden die ermittelten Potenziale und Projektansätze vorgestellt, diskutiert, bewertet und konkretisiert.

Die einzelnen Projektansätze werden aktuell zusammen mit den wesentlichen Akteuren in Abstimmung mit den Verantwortlichen der Gemeinde Tegernheim weiter vorangetrieben.

2. Veranlassung und Zielsetzung

Mit der beschlossenen Energiewende hat sich die Bundesregierung ehrgeizige Ziele gesetzt. So soll bis zum Jahr 2050 die Energieversorgung in Deutschland nahezu vollständig aus erneuerbaren Energien erfolgen. Auch die Senkung des Energiebedarfs, nicht zuletzt im Gebäudebereich, und die Erhöhung der Energieeffizienz der Versorgungssysteme sind tragende Säulen des Energiekonzepts. Bis zum Jahr 2020 soll der Primärenergiebedarf um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gegenüber heute gesenkt werden. Zudem geht 2022 das letzte Atomkraftwerk in Deutschland vom Netz.

Tabelle 2: Ziele des Energiekonzepts 2010 der Bundesregierung

Ziel	2020	2030	2050
Senkung THG	- 40 %	- 55 %	- 80 %
Erhöhung Anteil EE	+ 18 %	+ 30 %	+ 60 %
Senkung PEV	- 20 %	--	- 50 %

Trotz dieser Zielvorgaben soll die Energieversorgung umweltschonend, zuverlässig und bezahlbar bleiben.

Diese Ziele wurden von der Bayerischen Staatsregierung im Frühjahr 2011 durch das Energiekonzept „Energie innovativ“ auf Landesebene heruntergebrochen. Insbesondere ist ein ehrgeiziger Ausbau der Erneuerbaren Energien vorgesehen, der in großem Maße die Mitwirkung der verantwortlichen kommunalen Ebenen – vor allem Gemeinden und Landkreise – voraussetzt. Bei Realisierung dieser Energiewende spielt daher das Energiemanagement der Kommunen eine maßgebliche Rolle. Hierfür wurde das Instrument „Energienutzungsplan“ vom Freistaat Bayern geschaffen.

Als Hilfestellung für die Umsetzung wurde zusätzlich ein Leitfaden entwickelt, dessen Qualitätsstandards von der Arbeitsgemeinschaft des bayerischen Gemeindetages standardisiert wurde. Auf Basis dieser Standardisierung wurde der vorliegende Energienutzungsplan für die Gemeinde Tegernheim erstellt.

Energieeinsparung, Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien sind dabei Baustein für den Klimaschutz und die Versorgungssicherheit von Tegernheim. Aufbauend auf den Ergebnissen von bereits durchgeführten Studien und umgesetzten Projekten wurden im Zuge der Erstellung des Energienutzungsplans vorhandene Datenlücken geschlossen und in einem übergreifenden Gesamtkonzept zusammengeführt. In einem ersten Schritt wurden Energie- und CO₂-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren erstellt, ausgewertet und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. In der weiterführenden Auswertung wurden die Potenziale zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien im Kontext zu einzelnen Teilbereichen, wie Biogas, Photovoltaik, Gebäudesanierung, öffentlichen Liegenschaften und Straßenbeleuchtung, ausgewertet.

Der vorliegende Energienutzungsplan stellt diese Daten und Informationen in aufbereiteter und lesbarer Form in den folgenden Kapiteln zusammen. Er ist somit ein wichtiges Instrument, um zielgerichtet den Ausbau erneuerbarer Energien zu koordinieren, eine Optimierung der Wärmenutzung zu forcieren und Energieeinspar- sowie Effizienzmaßnahmen zu befördern.

3. Analyse der Struktur der Gemeinde Tegernheim

3.1 Vorgehensweise und Datenerhebung

Um eine Grundlage zur detaillierten Untersuchung des Energiebedarfs sowie der vorhandenen Infrastruktur zu erhalten und darauf basierend die Potenziale der Gemeinde Tegernheim zu ermitteln, wurde zunächst deren Struktur analysiert. Als Datengrundlagen dienten hierbei vor allem Informationen, die von der Gemeinde zur Verfügung gestellt und von der Landesvermessungsverwaltung bezogen wurden. Dazu zählen die digitale Flurkarte der Gemeinde, LoD1-Gebäudeinformationen, ATKIS-Daten und Luftbilder. Weiterhin wurden von den Energieversorgern und der Gemeindeverwaltung Daten zur Energieinfrastruktur (Erdgasnetz, Energieerzeugungsanlagen) zur Verfügung gestellt. Diese gesammelten Grundlagen wurden in ein Geoinformationssystem (ArcGIS) eingearbeitet (siehe Abbildung 9) und als Basis für weitere systematische Analysen genutzt.

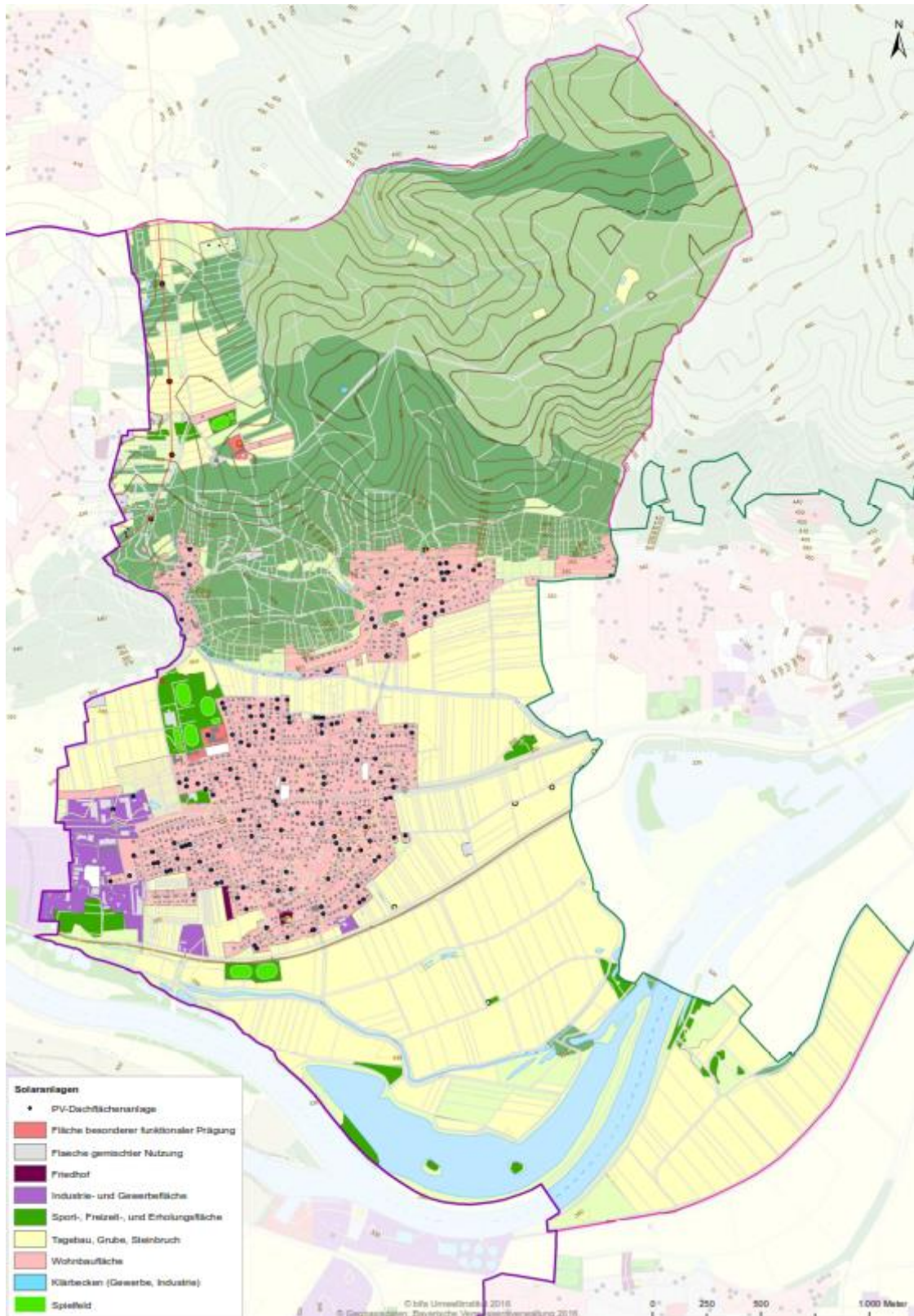


Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung von Bestandsdaten

3.2 Betrachtungsraum und Strukturdaten

Die Gemeinde Tegernheim liegt unmittelbar östlich der Stadt Regensburg. Der nördliche Teil des Gemeindegebietes ist bewaldet und somit kaum besiedelt. Im südlichen Teil des Gemeindegebietes werden Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung vom Flusslauf der Donau durchzogen. Die bewohnten Siedlungsgebiete liegen im mittleren Teil des Gemeindegebietes.

3.2.1 Bevölkerung und Gemeindestruktur

Zum Ende des Jahres 2013 leben in der Gemeinde Tegernheim 5.210 Einwohner auf einer Gemeindefläche von etwa 1.140 Hektar. Von 1987 bis 2014 stieg die Bevölkerungszahl um rund 43 % an, von damals 3.630 auf heute 5.210 Einwohner an. Die Bevölkerungsdichte in der Gemeinde Tegernheim liegt mit ca. 455 Einwohnern pro km² über dem bayerischen Durchschnitt von 179 Einwohnern pro km². Die Gemeinde Tegernheim untergliedert sich nicht in weitere Ortsteile.

Die Gemeinde grenzt im Westen direkt an die Stadt Regensburg, verfügt somit über eine gute Nahversorgung mit Einrichtungen des täglichen Bedarfs und besitzt so eine hohe Attraktivität als Wohngemeinde. Die Wohnbebauung besteht aus vergleichsweise großen Ein- und Mehrfamilienhäusern. Am westlichen Rand des Gemeindegebietes liegt das interkommunale Gewerbegebiet „westlich der Thomastraße“.

3.2.2 Flächennutzung

Der überwiegende Teil des Tegernheimer Gemeindegebietes von insgesamt rd. 1.140 Hektar ist bewaldet (rd. 39 %). Zusammen mit der landwirtschaftlich genutzten Fläche prägen sie knapp dreiviertel der gesamten Gemeindefläche. Die Waldflächen sind beinahe ausschließlich im nördlichen Gemeindegebiet zu finden. Wie in dichter besiedelten Gebieten üblich, haben aber auch Gebäude- und Freiflächen sowie Verkehrsflächen einen hohen Anteil an der Gesamtfläche. Auf insgesamt rd. 140 Hektar besiedelter Fläche stehen die rd. 1.360 Wohngebäude im Gemeindegebiet. Die Flächenverteilung in der Gemeinde Tegernheim ist in Abbildung 10 zu sehen.

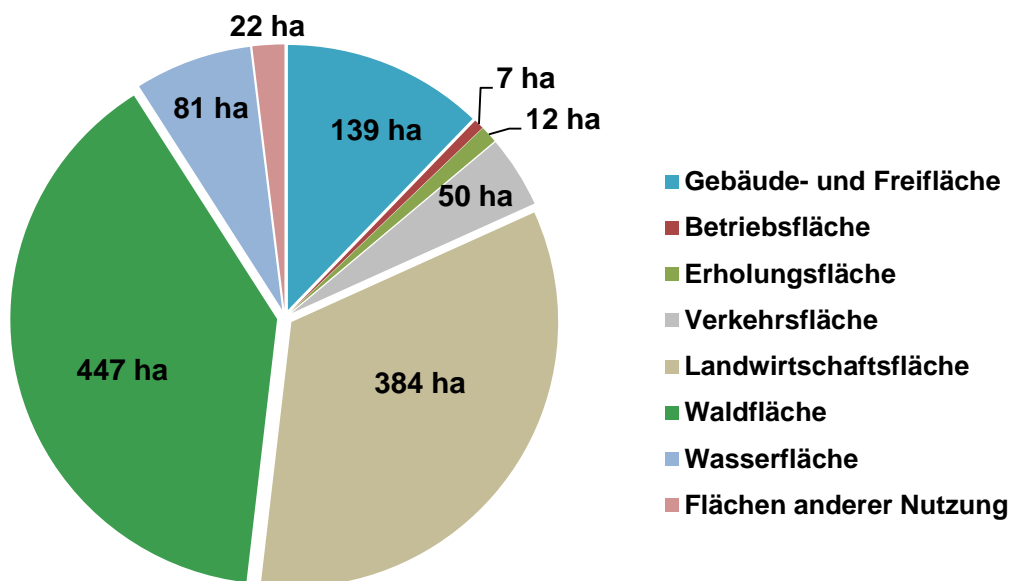


Abbildung 10: Flächennutzung in der Gemeinde Tegernheim
(Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2015)

Die Aufteilung der Vegetationsflächen können der Tabelle 5 entnommen werden.

Tabelle 3: Forst- und landwirtschaftliche Flächenanteile

Wald	in m ²	Landwirtschaft (Vegetation)	in m ²
Laubwald	64.800	Ackerland	19.300.000
Nadelwald	1.360.000	Grünland	6.870.000
Mischwald	1.710.000	Gartenland	26.600
Summe	3.134.800	Baumschule	6.500
		Obstplantage	42.000
		Summe	26.245.100

3.2.3 Wirtschaft

Tegernheim besitzt ein größeres interkommunales Gewerbegebiet im Westen der Gemeinde. Zum 30.06.2013 gab es 2.104 Beschäftigte am Wohnort (Personen die einer gemeldeten Arbeit nachgehen) und 442 Beschäftigte mit Arbeitsort Tegernheim. Die wichtigsten Arbeitgeber sind öffentliche und private Dienstleister sowie die Sparte Handel, Verkehr und Gastgewerbe.

Im Gemeindegebiet konnten während des Bearbeitungszeitraumes keine Unternehmen mit einem signifikant hohen Strom- oder Wärmebedarf ermittelt werden. Keines der ansässigen Unternehmen lässt ein hohes Aufkommen an Abwärme erkennen. Dies wurde von Seiten der Projektgruppe Energie, bestehend aus Mitgliedern des Gemeinderates, bestätigt. Größeren relevanten Unternehmen wurden im Wärmekataster Energieverbrauchsklassen zugewiesen.

4. Bestands- und Potenzialanalyse

4.1 Qualitative Bestandsanalyse

Wichtiger Baustein der Konzept- und Maßnahmenentwicklung ist eine qualitative Bestandsanalyse. Darunter fallen u. a. Aktivitäten in den Bereichen der Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und Energieerzeugung. Einen zusammenfassenden Überblick der wichtigsten Projekte die einen maßgeblichen Beitrag im Themenfeld Energie liefern, sind in Tabelle 4 aufgelistet und beschrieben.

Tabelle 4: *Übersicht zu relevanten Maßnahmen in der Gemeinde Tegernheim im Bereich Energie*

Projekt	Maßnahme	Ziel
Energetische Sanierung Schulgebäude	Das Schulgebäude wurde energetisch saniert und mit einer neuen Heizungsanlage ausgestattet.	Energieeinsparung, effizientere Wärmeerzeugung
PV-Anlage auf Schulgebäude	Auf dem Schulgebäude wurde von privaten Investoren eine Photovoltaik-Anlage zur Stromerzeugung installiert.	Erzeugung von erneuerbarem Strom
Energieentwicklungsplan für den Landkreis Regensburg	Die Gemeinde Tegernheim beteiligte sich an der Erstellung des Energieentwicklungsplans des Landkreises Regensburg im Jahr 2013.	Entwicklung einer Energiestrategie, Öffentlichkeitsarbeit
Elektromobilität	Die Gemeinde Tegernheim besitzt ein Elektroauto, das überwiegend als Dienstwagen für Gemeindemitarbeiter genutzt wird.	Öffentlichkeitsarbeit, CO ₂ -Einsparung

4.2 Quantitative Analyse

Neben der qualitativen Analyse ist die Ermittlung der bestehenden Energieinfrastruktur, der bereits bestehenden erneuerbaren Energiequellen und -senken der zweite wichtige Baustein zur Konzept- und Maßnahmenentwicklung. Dazu werden sowohl Daten des Energiebedarfs und -verbrauchs, als auch die Mengen, die bereits aus regenerativen Energieträgern erzeugt werden, quantifiziert und in ArcGIS verortet. Das Ergebnis wird in Tabellen, Grafiken und Karten visualisiert.

4.2.1 Basisdaten zur Energieinfrastruktur

Stromnetzbetreiber im Gemeindegebiet Tegernheim ist die Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co KG (REWAG) mit Sitz in Regensburg. Die REWAG stellte Stromverbrauchswerte der Gemeinde Tegernheim für die Jahre von 2011 bis 2015 zur Verfügung.

Erdgasnetzbetreiber in der Gemeinde Tegernheim ist ebenfalls die REWAG. Der Anschluss an das Erdgasnetz ist mit Ausnahme weniger Gebäude „Am Schluchtweg“ im gesamten Gemeindegebiet möglich.

4.2.2 Basisdaten zum Energiebedarf

4.2.2.1 Wärme

4.2.2.1.1 Wärmebedarf einzelner Sektoren - Wärmekataster

Der Wärmebedarf in der Gemeinde Tegernheim wurde mit Hilfe verschiedener Methoden ermittelt. Es wurden reale Absatzzahlen im Erdgasnetz vom zuständigen Energieversorgungsunternehmen abgefragt. Die Verbrauchsangaben waren nach Abnahmemengen in Klein- und Großkunden unterteilt. Des Weiteren konnte der elektrische Energieverbrauch für Stromspeicherheizungen und Wärmepumpen durch die Abfrage bei den Stromversorgern ermittelt werden. Reale thermische Verbrauchswerte öffentlicher Liegenschaften konnten von den jeweiligen Gebäudeeigentümern erfragt werden. Diese gesammelten Werte wurden wiederum witterungsbereinigt in die Zusammenstellung aufgenommen.

Der derzeitige Wärmebedarf der Gemeinde Tegernheim im Sektor Private Haushalte ließ sich aus Daten der Kommunalstatistik, Luftbildern, den Flächennutzungs- und Bebauungsplänen, sowie der Auswertung georeferenzierter Daten (z. B. LoD1, ATKIS) ermitteln. Auf Basis von ATKIS-Daten und Bebauungsplänen wurden Siedlungsflächen Nutzungsarten und Siedlungsstrukturen zugewiesen und anschließend Wohngebäude identifiziert und in Gebäudetypen eingeteilt (siehe Abbildung 11). Deren Anzahl wurde mit den statistischen Werten über die vorliegende Bebauung abgeglichen (Plausibilitätskontrolle). Für jeden dieser Gebäudetypen wurde ein Wärmebedarfswert auf Basis des zugewiesenen Baualters der Gebäudetypen ermittelt. Die Verteilung des Gebäudebestands in der Gemeinde Tegernheim ist in Abbildung 12 zu sehen.

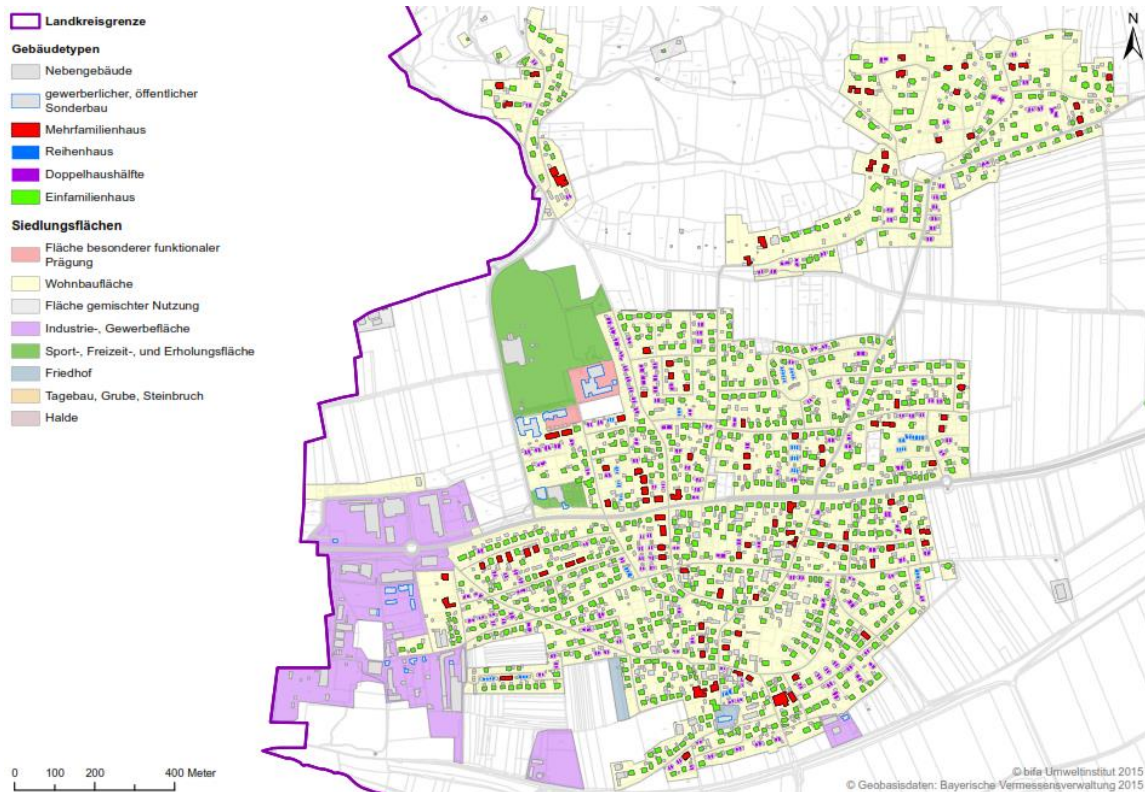


Abbildung 11: Darstellung der Gebäudetypisierung in der Gemeinde Tegernheim

Aufgrund der geometrischen Eigenschaften konnten auch alle Nebengebäude (vorwiegend ungeheizt, wie z. B. Garagen, Lagerschuppen, Stadel usw.) von der Berechnung ausgeschlossen werden. Diese Ausschlüsse wurden anhand von Luftbildern überprüft und verfeinert.

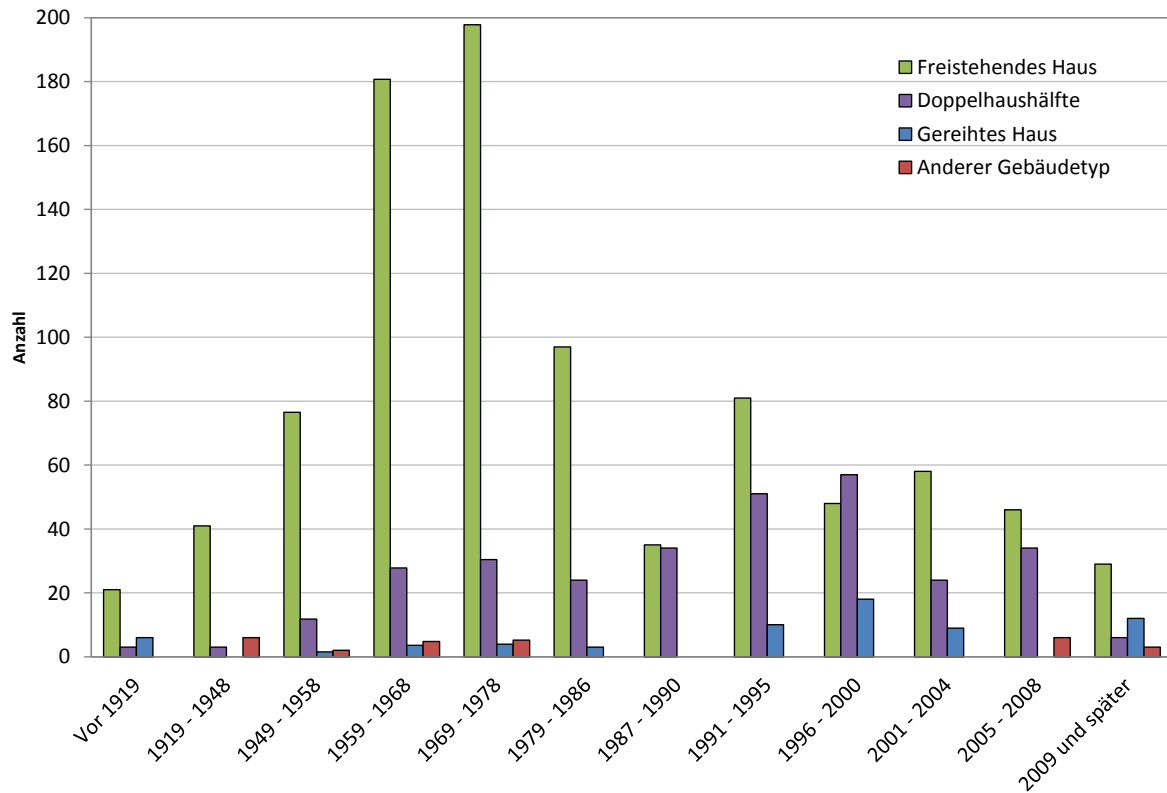


Abbildung 12: Verteilung des Gebäudebestands nach Bautypen und Baualter in der Gemeinde Tegernheim

Durch die oben beschriebene Vorgehensweise konnte der Wärmebedarf der privaten Wohngebäude gebäudescharf ermittelt und auf etwa 53.400 MWh/a beziffert werden.

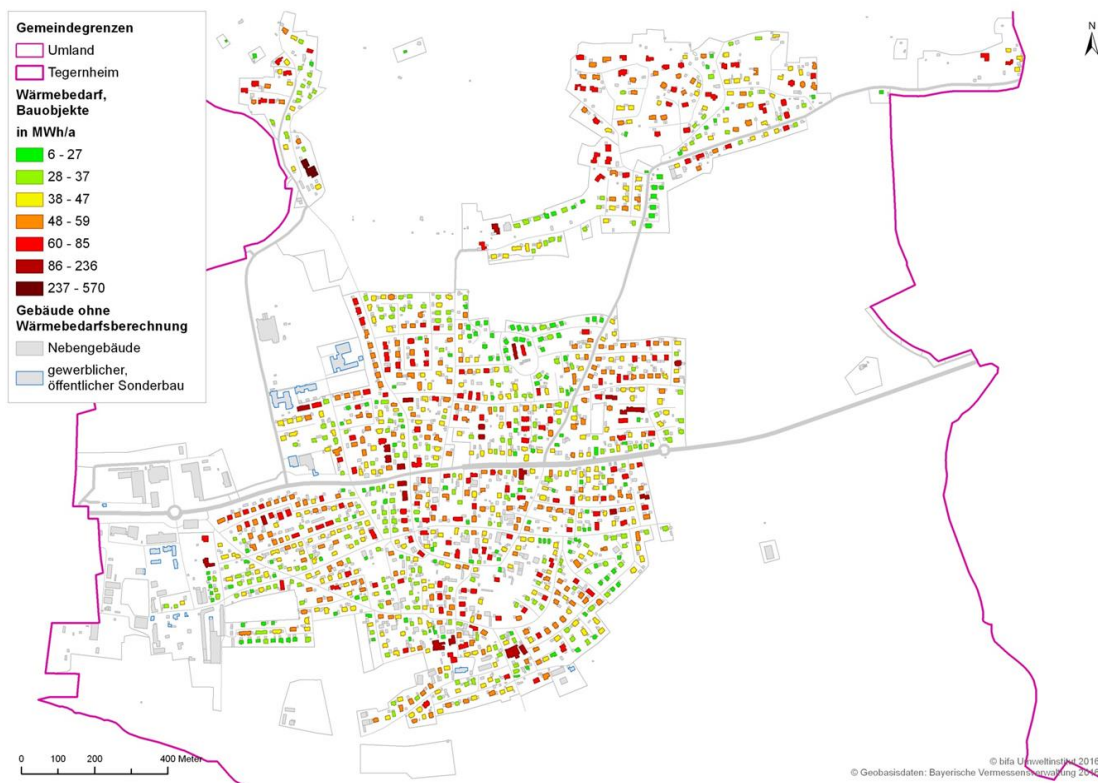


Abbildung 13: Berechnete Wärmebedarfe der Bauobjekte (Wärmekataster Gemeinde Tegernheim: Basisdaten für weiterführende Berechnungen)

Für den Sektor Gewerbe und Industrie konnten die Zahlen zu den Gasverbräuchen vom zuständigen Energieversorgungsunternehmen analysiert werden. Zudem wurden statistische Werte zur Auswertung herangezogen.

In Abbildung 14 ist dargestellt, wie sich der witterungsbereinigte thermische Energiebedarf von 55.000 MWh_{th} für das Bilanzjahr 2014 auf die einzelnen Sektoren aufteilt.

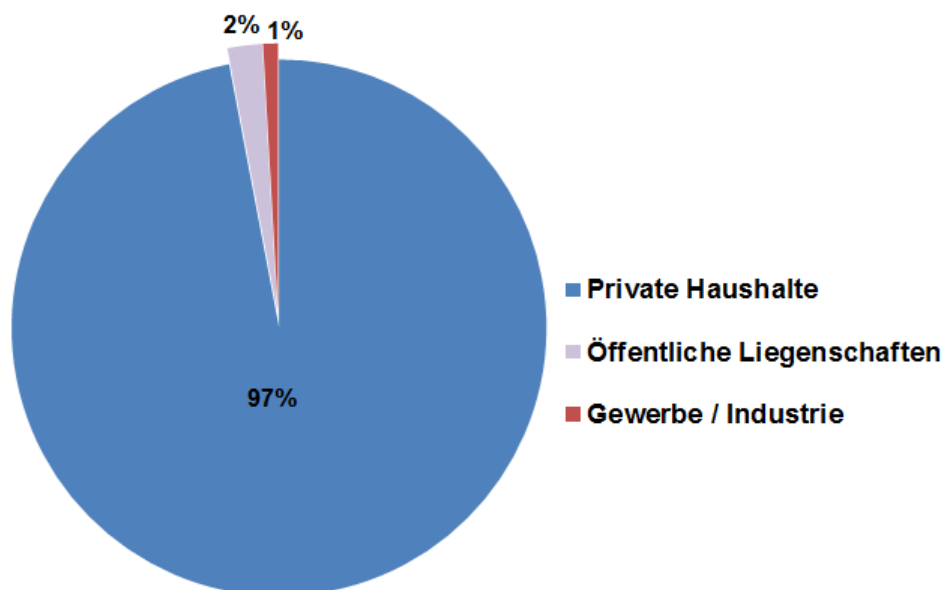


Abbildung 14: Thermischer Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 nach Sektoren

Hier wird deutlich, dass der Wärmebedarf fast ausschließlich dem Sektor private Haushalte zuzuweisen ist. Der thermische Energiebedarf im Gewerbe- und Industriesektor und der öffentlichen Liegenschaften ist dabei nahezu vernachlässigbar. Eine sukzessive, konsequente Umstellung der Wärmeversorgung der öffentlichen Liegenschaften auf regenerative Energieträger ist ein Ziel, welches die Gemeinde Tegernheim trotz alledem als wichtige Vorbildfunktion für die Bevölkerung anstreben sollte.

4.2.2.1.2 Wärmeversorgungsstruktur

Durch eine Abfrage beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wurden Informationen zu geförderten Wärmeerzeugungsanlagen gewonnen. Dabei handelt es sich um solarthermische Anlagen, Wärmepumpen und Biomasseheizungen. Tabelle 5 zeigt die Anzahl der geförderten Anlagen im Betrachtungsraum und deren installierte Leistung bzw. die Kollektorfläche der Solarthermieanlagen.

Tabelle 5: Durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) geförderte Wärmeerzeugungsanlagen in der Gemeinde Tegernheim

	Anzahl	Kollektorfläche in m ²	Leistung in kW
Solarthermieanlagen	101	946	-
Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen	20	-	364
Wärmepumpen	11	-	21,3

Ein kleiner Teil des Wärmebedarfs im Gemeindegebiet Tegernheim wird durch elektrisch betriebene Heizungsanlagen erzeugt. Die Wärmebereitstellung aus strombetriebenen Nachtspeicherheizungen spielt dabei eine vernachlässigbar geringe Rolle. Im Gegenzug dazu steigt die Zahl der elektrisch angetriebenen Wärmepumpen kontinuierlich an. Insbesondere für Neubauten mit relativ niedrigem Energiebedarf ist die Wärmeerzeugung mittels Wärme-

pumpe aufgrund der Kombinierbarkeit mit bspw. der Eigenstromnutzung aus PV-Dachanlagen interessant.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 15 welche Wärmeerzeuger für die Bereitstellung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten in Höhe von rd. 53.000 MWh im Jahr 2014 verantwortlich sind.

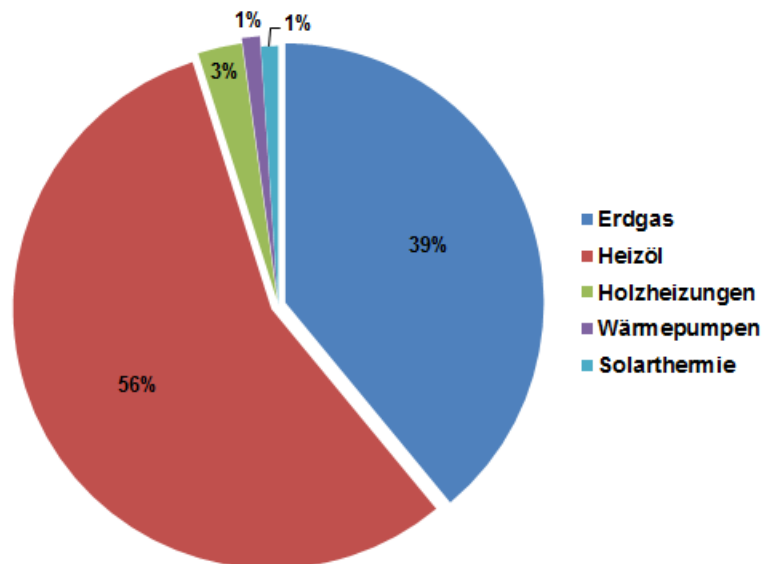


Abbildung 15: Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs in privaten Haushalten in der Gemeinde Tegernheim

Die oben stehende Abbildung zeigt, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmebedarf der privaten Haushalte einen Anteil von 4 % erreicht. Feste Biomasse in Form von Holz hat mit 3 % den größten Anteil. Energieeffiziente Wärmepumpen erzeugen in privaten Haushalten Wärme zu einem Anteil von derzeit rd. 1 %. Der dominierende Energieträger zur Wärmeerzeugung ist mit 56 % Heizöl. Der Wärmebedarf der privaten Haushalte wird derzeit noch zu etwa 95 % aus fossilen Energien erzeugt.

4.2.2.2 Strom

4.2.2.2.1 Strombedarf einzelner Sektoren

Die Daten zum Stromverbrauch wurden vom örtlichen Energieversorgungsunternehmen abgefragt. Es liegen somit Angaben zum gesamten Stromverbrauch in der Gemeinde Tegernheim der Jahre 2011 bis 2015 vor. Der Stromverbrauch kann auch in die einzelnen Verbrauchssektoren unterschieden werden. Zur Ermittlung des Stromverbrauchs der kommunalen Liegenschaften wurde auf die Verbrauchsangaben der Gemeinde Tegernheim zurückgegriffen. Auf Basis dieser Daten konnte eine detaillierte Auswertung des Stromverbrauches der Gemeinde Tegernheim im Bilanzjahr 2014 erfolgen. Die Aufteilung des gesamten elektrischen Energieverbrauchs von 11.850 MWh_{el} für 2014 nach Sektoren ist in Abbildung 16 ersichtlich.

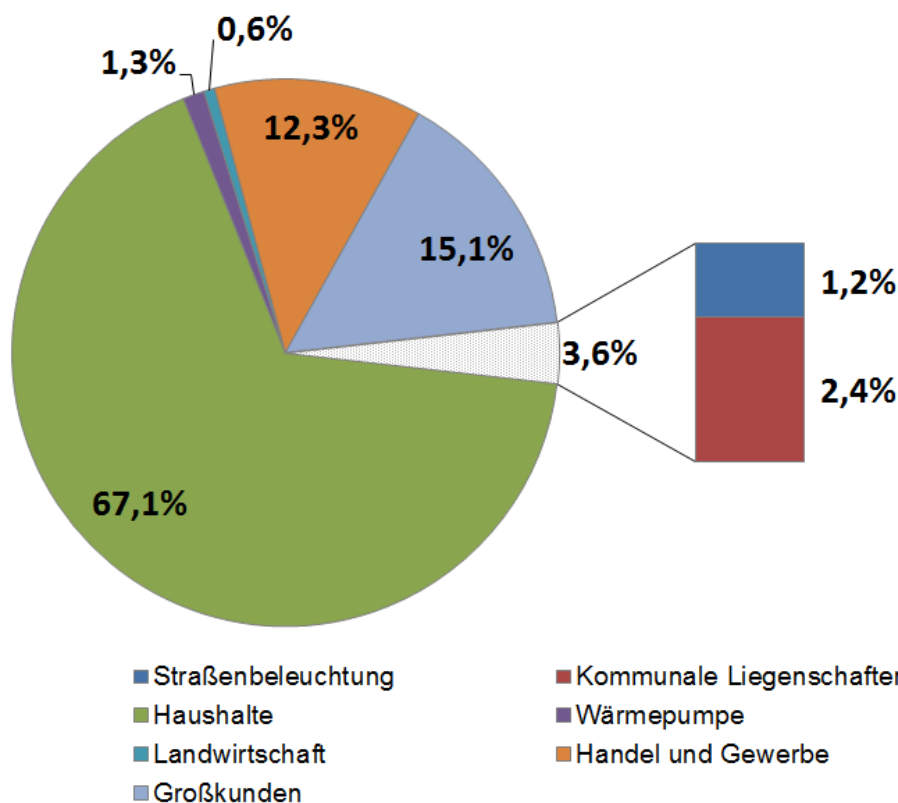


Abbildung 16: Elektrischer Energieverbrauch in der Gemeinde Tegernheim 2014 nach Sektoren (100 % = 11.850 MWh)

Der Sektor Haushalte macht mit insgesamt 67 % (~8.000 MWh/a) den größten Anteil am Stromverbrauch aus. Legt man zugrunde, dass im Gemeindegebiet 5.210 Einwohner auf 2.490 Wohneinheiten verteilt sind, ergibt sich für den Bereich der privaten Haushalte ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 4.760 kWh je Wohneinheit und 2.280 kWh je Einwohner. Zum Vergleich liegt der bayerische Durchschnittsverbrauch bei etwa 1.640 kWh je Einwohner¹. Die Stromverbräuche der öffentlichen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung machen mit zusammen 3,6 % einen vergleichsweise geringen Anteil aus, jedoch kann hier die Kommune selbst aktiv einen Beitrag zur Energieeinsparung leisten und als Vorbild vorangehen.

Zur Verringerung der Stromverbräuche im Bereich der Straßenbeleuchtung können von Seiten der Gemeinde Tegernheim Anstrengungen im Bereich der Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf sparsame LED-Technik unternommen werden.

Ein weiterer innovativer Ansatz ist das „Bewegte Licht“ (auch „Clever-Light-System“). Der Vorteil des Systems liegt darin, dass die Straßenleuchten individuell programmiert werden können und damit flexibel einsetzbar sind. Nach der Installation und Programmierung funktioniert die Steuerung vollständig automatisch, d. h. dass die Beleuchtung in der Zeit, in der die Wegstrecke nicht genutzt wird, stark gedimmt ist. Sobald die Bewegungssensoren jedoch eine Bewegung erfassen, wird die Beleuchtung auf das vorgegebene Niveau hochgefahren. Außerdem geben die Sensoren gleichzeitig ein Signal an die nächste Leuchte weiter, die

¹ Ermittelt von der Projektgemeinschaft im gemeinsamen Projekt „Mischpult – Energiemix Bayern vor Ort“ im Auftrag des Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU)

dann ebenfalls die Beleuchtung hochfährt. Nach einer bestimmten Haltezeit fahren die Leuchten wieder in den Dimmzustand herunter.

Für dieses Pilot-Projekt wurden bspw. die Stadt Friedberg und der zugehörige Energieversorger am 08.01.2015 bei der Initiative „Land der Ideen“ ausgezeichnet. Die Technik soll 2015/2016 an weiteren Wegen im Stadtgebiet zum Einsatz kommen.

4.2.2.2.2 Stromversorgungsstruktur – Anteil erneuerbarer Energien und Netzstabilität

4.2.2.2.2.1 Anteil erneuerbarer Energie

Die Entwicklung der produzierten Strommengen der Stromerzeugungsanlagen, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet werden, ist in Abbildung 17 für die Jahre 2002 bis 2015 dargestellt. Die Daten basieren auf den Veröffentlichungen der Verteilnetzbetreiber zu den nach dem EEG geförderten Stromerzeugungsanlagen (EnergyMap, 2014) und von der REWAG zur Verfügung gestellten Datensätzen. Um Entwicklungen in diesem Gebiet zu erkennen und ggf. Maßnahmen hieraus ableiten zu können, wird eine regelmäßige Aktualisierung und Analyse der Daten empfohlen.

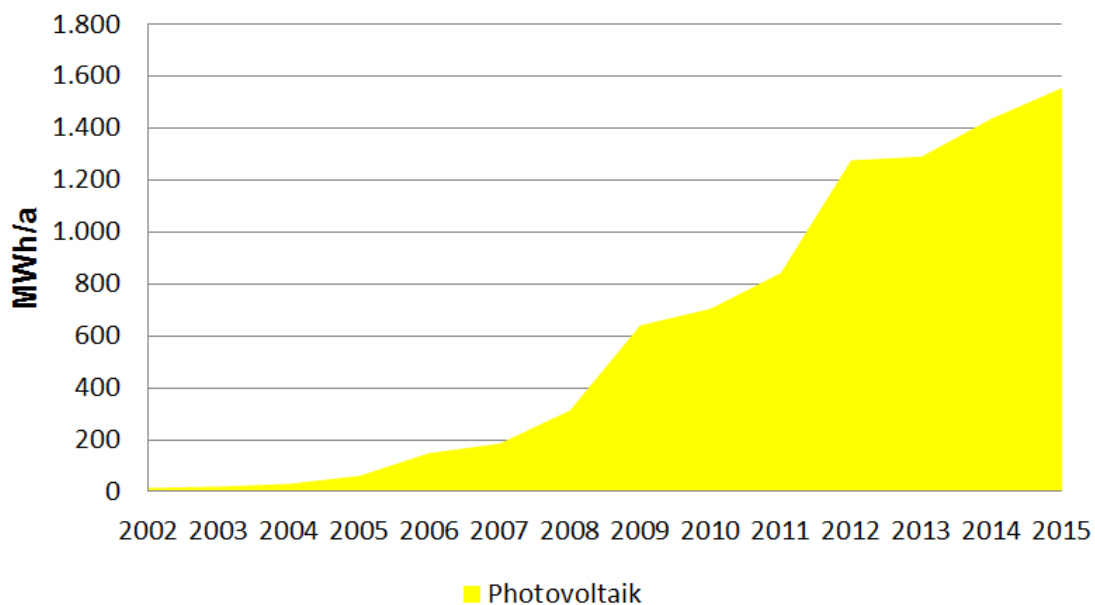


Abbildung 17: *Ins Netz eingespeiste Strommengen der nach dem EEG geförderten Stromerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet Tegernheim von 2002 bis 2015*

Abbildung 17 zeigt, dass die produzierte Strommenge der EEG-Anlagen von 2002 bis 2007 moderat anstieg und ab 2008 ein verstärkter jährlicher Zubau stattfand. Dies ist insbesondere auf die durch die im EEG 2009 geänderte Fördersituation zurückzuführen. Der Aufbau von EEG-Anlagen in der Gemeinde Tegernheim fand bisher ausschließlich im Bereich der Photovoltaik statt.

Die etwa 1.550 MWh Strom aus EEG-Anlagen im Jahr 2015 ließen den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtstromverbrauch der Gemeinde auf 13 % ansteigen, der Anteil ist jedoch im Vergleich zum derzeitigen Ausbaustand im Freistaat und der Bundesrepublik gering (siehe Abbildung 18).

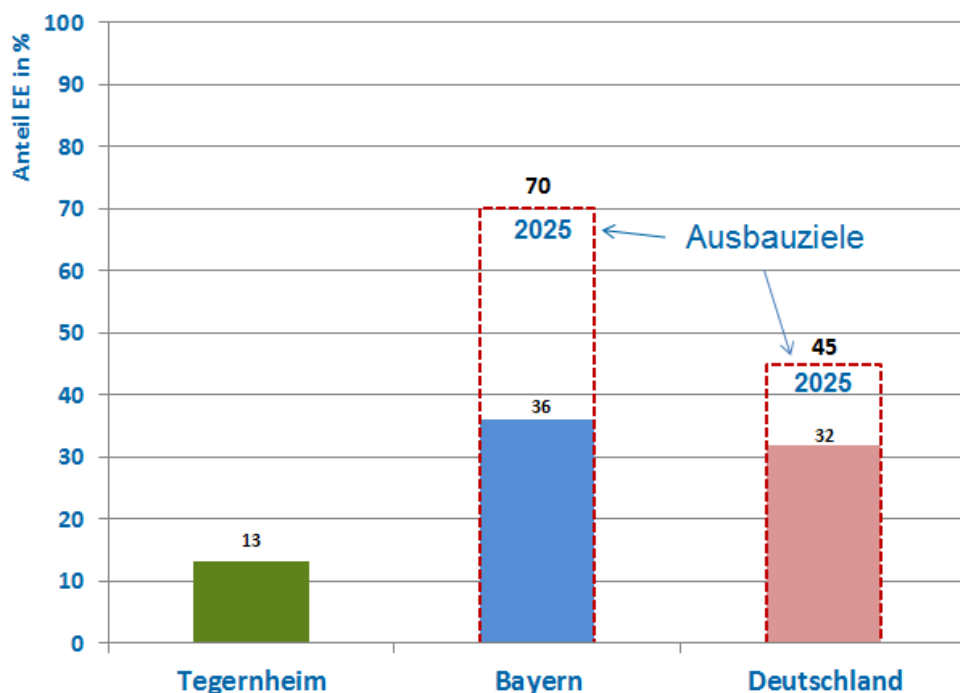


Abbildung 18: Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung in der Gemeinde Tegernheim im Vergleich zum Ist-Stand im Freistaat (36 %) und der Bundesrepublik (32 %) und die jeweiligen Ausbauziele für 2025 (Freistaat 70 % bzw. Bundesrepublik bis 45 %)

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die installierten EEG-Anlagen und weist den bilanzierten Deckungsanteil der erneuerbaren Energien in der Jahresbilanz für die Gemeinde Tegernheim aus.

Tabelle 6: Übersicht zu den im Gemeindegebiet Tegernheim installierten EEG-Anlagen und dem in der Jahresbilanz erreichten Deckungsanteil am Stromverbrauch des Jahres 2015

Energieträger	Anlagenzahl	Inst. Leistung in kW _p	Strommenge in MWh/a
Biogas	-	-	-
Solar (Dach- und Freiflächenanlagen)	182	1.600	1.550
Wasser	-	-	-
Wind	-	-	-
EE gesamt	182	1.600	1.550
Stromverbrauch (Bezugsjahr 2012)	-	-	11.850
Deckungsanteil	-	-	13,1 %

Sämtliche Daten zu den stromerzeugenden erneuerbaren Energieanlagen wurden in ein Geoinformationssystem eingearbeitet und verortet. Abbildung 19 zeigt in einer Übersicht die Verteilung der EEG-Anlagen im Gemeindegebiet (installierte Anlagen bis 2015).

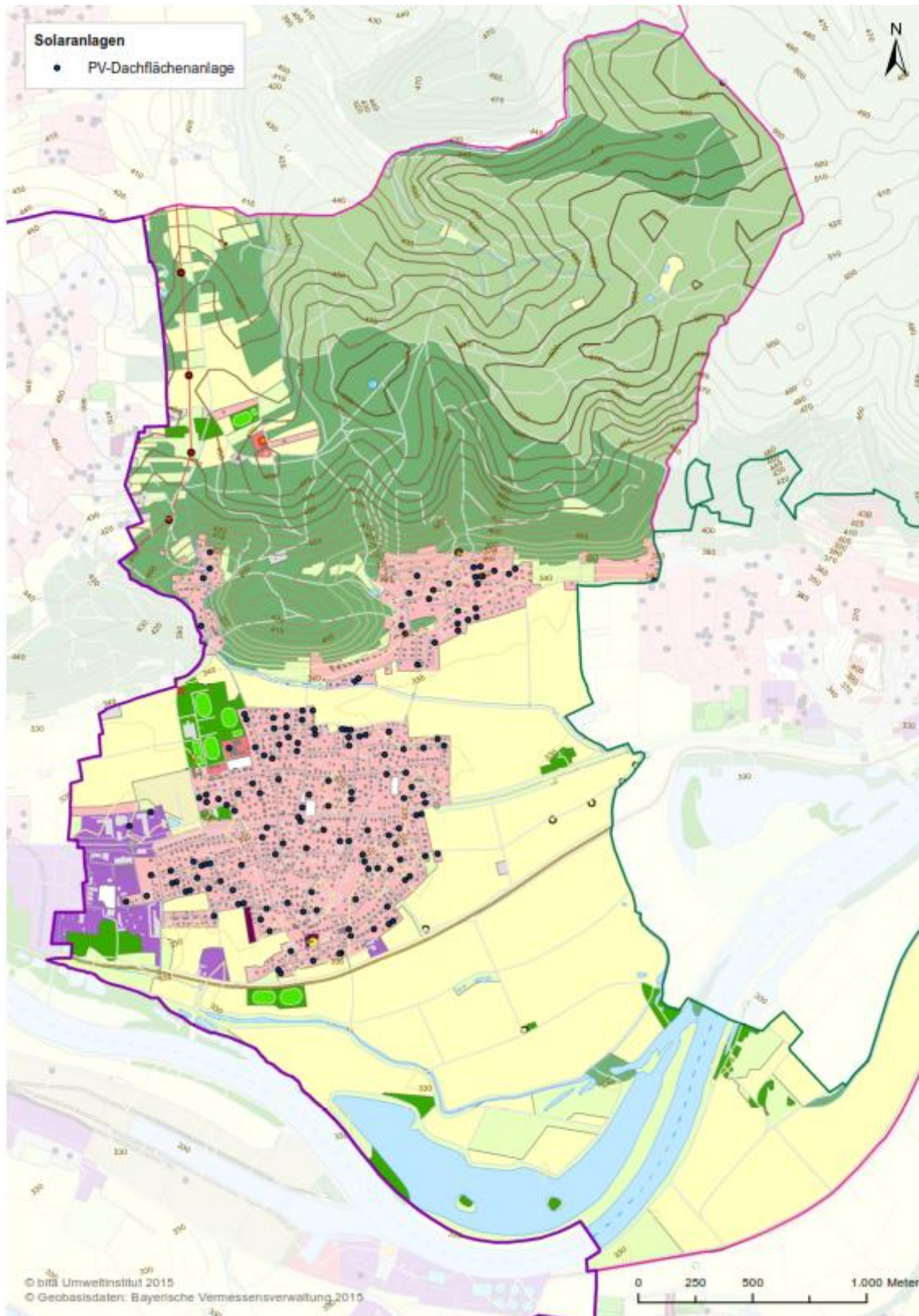


Abbildung 19: Überblick zu den im Gemeindegebiet Tegernheim installierten erneuerbaren Energieanlagen auf Basis der EEG-Anlagenstammdaten der Stromnetzbetreiber (Kartenauszug GIS)

4.2.2.2.2 Aussagen zur Stromnetzstabilität

Die Energieerzeugung aus Sonnenenergie und Windkraft unterliegt unvermeidbaren, wetterbedingten Schwankungen und kann nur bedingt gesteuert werden. Auf der anderen Seite erfolgt der Verbrauch des Stroms häufig eingefahrenen Nutzergewohnheiten und Tagesabläufen.

Aus diesen Gründen kann erneuerbar erzeugter Strom zum Zeitpunkt der Erzeugung nicht immer in räumlicher Nähe verbraucht werden und muss in weiter entfernt liegende Ballungsräume exportiert werden. Der Anteil des tatsächlich genutzten erneuerbaren Stroms in einem Betrachtungsgebiet liegt deshalb oftmals unter dem jahresbilanziell ermittelten Deckungsanteil.

Im Gemeindegebiet Tegernheim kommt es derzeit noch zu keinem Zeitpunkt zu Stromüberschüssen aus EEG-Anlagen, die zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung nicht im Gemeindegebiet verbraucht werden können. Hauptgrund hierfür ist der bisher noch vergleichsweise geringe Anteil erneuerbarer Energien, wodurch selbst bei maximaler Stromeinspeisung aus PV-Anlagen in den Mittagsstunden keine Stromüberschüsse im Netz entstehen (siehe Abbildung 20 und Abbildung 21).

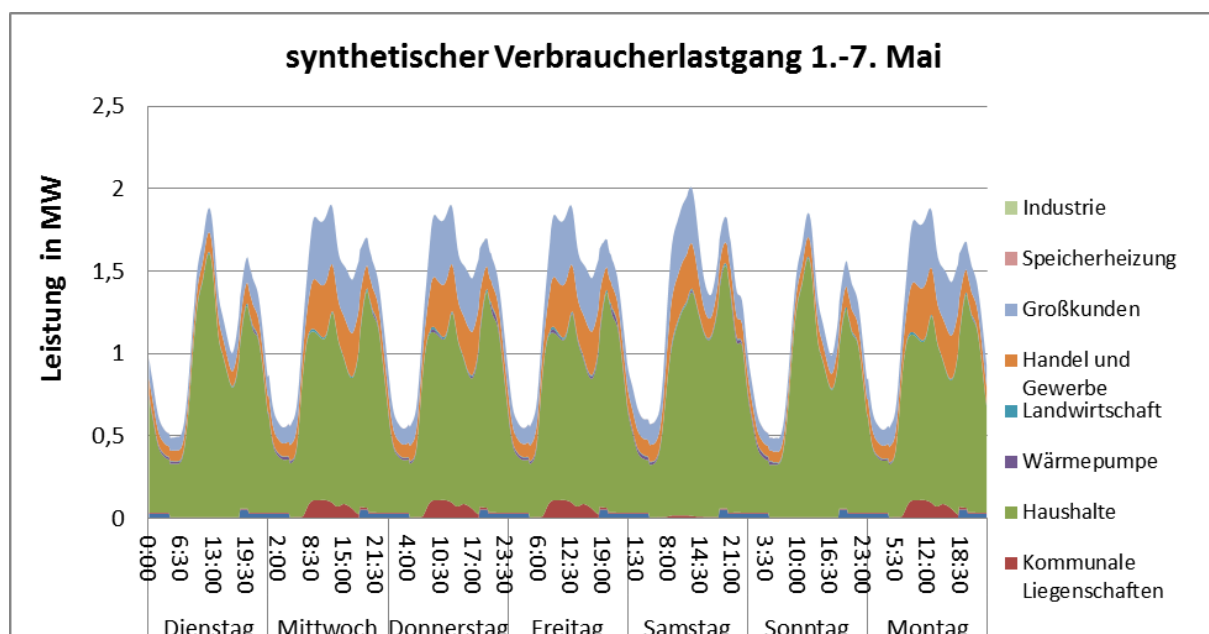


Abbildung 20: Berechnung synthetischer Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für das Gemeindegebiet Tegernheim (Auszug für die Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)

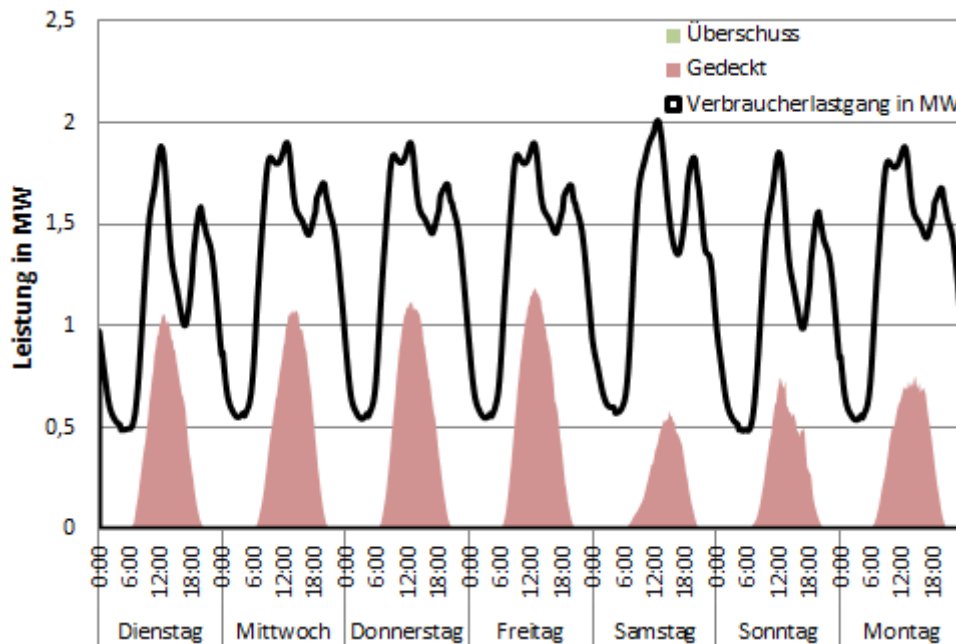


Abbildung 21: Berechnung synthetischer Erzeuger- und Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für das Gemeindegebiet Tegernheim (Auszug für die Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)

Fazit:

Aufgrund der derzeit noch vergleichsweise geringen installierten Leistungen von EEG-Anlagen im Gemeindegebiet können die Strommengen aus diesen Anlagen zum Zeitpunkt ihrer Erzeugung auch vor Ort verbraucht werden (siehe Abbildung 21 und Tabelle 7). Somit entstehen in den einzelnen Spannungsebenen (Niederspannungs- und Mittelspannungsnetz) derzeit noch keine Stromüberschüsse die in nahegelegene Ballungsgebiete (bspw. Stadt Regensburg) transportiert werden müssen. Bei einem weiteren Ausbau der fluktuierenden Stromerzeugung (bspw. Windkraft- oder Photovoltaikanlagen) muss jedoch mit punktuellen Stromüberschüssen gerechnet werden. Bis dahin müssen geeignete Konzepte erarbeitet werden, wie Stromerzeugung und -verbrauch aufeinander abgestimmt werden können.

Tabelle 7: Tatsächlich im Gemeindegebiet verbrauchte Strommengen und Überschussstrom der nicht zum Zeitpunkt der Erzeugung genutzt werden kann

	Strommenge in MWh/a	Anteil in %
Tatsächlicher Deckungsanteil	1.550	13,1
Überschussstrom	0	0
Summe: Anteil EE am Stromverbrauch	1.550	13,1

4.2.2.3 Mobilität

Auch der Mobilitätssektor weist einen erheblichen Energieverbrauch auf und ist für einen großen Anteil am Ausstoß klimaschädlicher Gase verantwortlich.

Auf Grundlage der Daten des Landratsamtes Regensburg zum Fahrzeugbestand kann der Energiebedarf des motorisierten Individualverkehrs quantifiziert werden. Mit Hilfe von Daten zu durchschnittlich gefahrenen Kilometern pro Jahr und Durchschnittsverbräuchen (Kunert & Radke, 2011) wurde der entsprechende Energiebedarf der Jahre 2011 bis 2014 ermittelt. Insgesamt stieg der Verbrauch innerhalb dieser drei Jahre deutlich um rd. 13 % an. Der Anstieg wird durch einen Anstieg der Diesel-PKW, als auch der Lastkraftwagen verursacht. Im Bilanzjahr 2014 wurden im Sektor Mobilität insgesamt rd. 33.500 MWh Endenergie benötigt. Eine Aufteilung der zugelassenen Kraftfahrzeugarten auf die einzelnen Fahrzeugtypen ist in Abbildung 22 dargestellt.

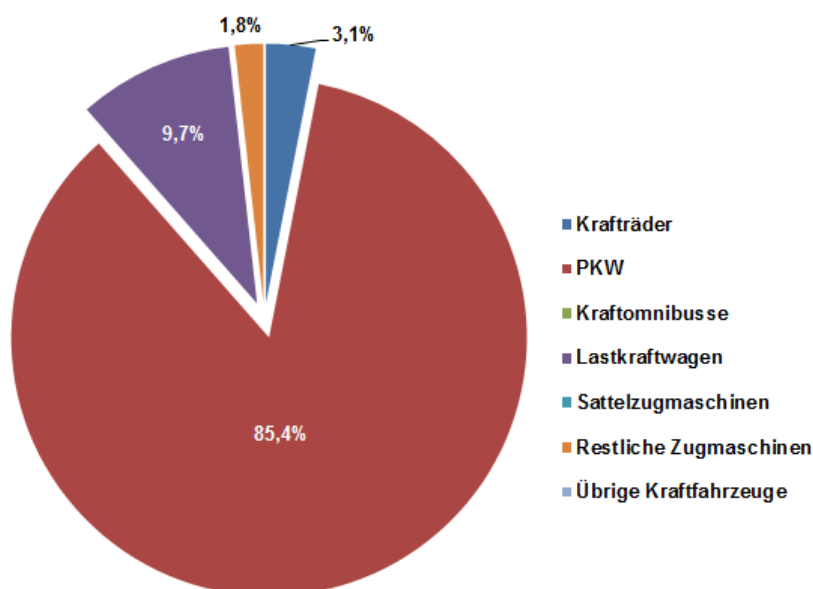


Abbildung 22: Energiebedarf im Gemeindegebiet Tegernheim im Sektor Mobilität im Jahr 2014

Den Hauptanteil des Treibstoffverbrauchs verursachen Personenkraftwagen (PKW) mit einem Anteil von über 85 %. Der Anteil der Lastkraftwagen, Zugmaschinen und Kraftomnibusse aus dem Bereich Personen- und Gütertransport liegt mit insgesamt ~11,5 % deutlich geringer. Das Hauptaugenmerk kann somit auf die privaten PKW gelegt werden, da deren Energieverbrauch durch die Bevölkerung vor Ort minimiert werden kann. Dies kann einerseits durch die Umstellung auf alternative, umweltfreundliche Antriebe geschehen, andererseits durch eine bessere Nutzung und auch ein besseres Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs (bspw. in Abstimmung mit der Stadt Regensburg). Tabelle 8 gibt einen Überblick zur Entwicklung der Zulassungszahlen in den vergangenen Jahren.

Tabelle 8: Zulassungszahlen im Gemeindegebiet Tegernheim 2011 bis 2014
(Quelle: Landratsamt Regensburg)

Kraftfahrzeugart	2011	2012	2013	2014
PKW (Ottomotor)	2.086	2.138	2.133	2.133
PKW (Dieselmotor)	629	702	762	807
Kraftomnibusse	0	0	0	0
LKW (Ottomotor)	3	4	3	5
LKW (Dieselmotor)	58	59	65	77
Restliche Zugmaschinen (überw. landwirtschaftlich)	54	46	46	46
Krafträder	779	797	806	828

4.3 Potenzialanalyse

Im Folgenden werden die Potenziale in den Bereichen Energieeinsparung und Effizienzsteigerung (Abschnitt 4.3.1) und erneuerbare Energien (Abschnitt 4.3.2) dargestellt.

Die Potenziale der verschiedenen Energieträger werden auf unterschiedliche Art und Weise ermittelt, woraus sich die Problematik ergibt, dass einige Potenziale detaillierter bestimmt werden können als andere. Oft ist es auch nicht notwendig oder zu zeitaufwendig die Potenziale bis ins letzte Detail zu untersuchen. Daher ist es zweckmäßig die Potenziale nach der Art der Bestimmung zu unterscheiden. In der Literatur wird zumeist nach vier Typen von Potenzialen unterschieden, wobei die ursprünglich ermittelten Zahlen kontinuierlich durch bestimmte Restriktionen reduziert werden. Es handelt sich um das theoretische, technische, wirtschaftliche und erschließbare Potenzial (Kaltschmitt, 2013). Ersichtlich wird diese Unterteilung in Abbildung 23.

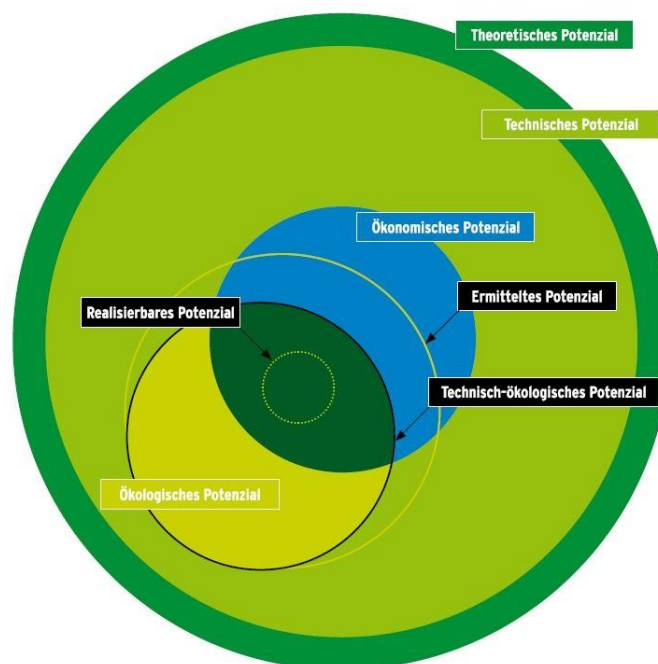


Abbildung 23: Darstellung der Potenziale (UBA, 2013)

Theoretisches Potenzial

Hier wird das physikalisch nutzbare Potenzial beschrieben, das innerhalb eines bestimmten Zeitraums in einem definierten Gebiet maximal verfügbar ist. Da jedoch noch eine Vielzahl von Einschränkungen berücksichtigt werden muss, ist dieses Potenzial in der Praxis bedeutungslos, bildet aber die Basis für weitere Betrachtungen (Bsp.: Umweltschutzauflagen wie Wasserrecht oder Naturschutzauflagen).

Technisches Potenzial

Das theoretische Potenzial wird durch technische Restriktionen, sowie strukturelle und ökologische Gegebenheiten vor Ort beschränkt. Diese unüberwindbaren Einschränkungen lassen auf das technisch realisierbare Potenzial schließen. Aufgrund klar definierter Randbedingungen wird es bei gängigen Potenzialermittlungen bevorzugt verwendet (Bsp.: Abstand zu Bebauungen, Höhenunterschied von Wasserläufen, Regionalplanung, usw.).

Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial wird wesentlich von sich laufend ändernden Randbedingungen bestimmt. Dazu zählen diverse Kosten- und Preisentwicklungen, auf deren Basis unterschiedliche Szenarien betrachtet werden müssen. Insgesamt sollen die spezifischen Kosten konventioneller Technologien nicht überschritten werden (Bsp.: Windhöfigkeit, Förderung oder Umlagen aus KWKG oder EEG, usw.).

Erschließbares Potenzial

Weil das wirtschaftliche Potenzial nur auf lange Zeit gesehen realisiert und durch verschiedene Faktoren beeinträchtigt werden kann, spricht man auch von einem erschließbaren Potenzial oder Erwartungspotenzial. Dabei werden Anpassungsprozesse und mögliche Restriktionen berücksichtigt (Eigentumsverhältnisse, politischer Wille, usw.).

Das "erschließbare Potenzial" kann z.B. aus politischen Gründen auch außerhalb des "wirtschaftlichen Potenzials" liegen. Bleibt jedoch immer innerhalb der Grenzen des "technischen Potenzials". "Unüberwindbare Einschränkungen" bleiben bis zur Änderung der (technischen) Möglichkeiten "unüberwindbar".

4.3.1 Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

Vorab ist festzuhalten, dass die Klimaschutzziele des Bundes nur erreicht werden können, wenn neben dem Ausbau erneuerbarer Energien die Aktivitäten im Bereich der Gebäudesanierungen forciert werden.

Daher werden vor der Ermittlung des Ausbaupotenzials regenerativer Energieträger, zunächst die Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Verbesserungsmaßnahmen zur effizienten Erzeugung und Nutzung von Energie überprüft. Diese werden für die einzelnen Sektoren Privathaushalte, Gewerbe- und Industriebetriebe und öffentliche Liegenschaften dargestellt.

4.3.1.1 Private Haushalte

Der thermische Endenergiebedarf der privaten Haushalte im Gemeindegebiet Tegernheim kann auf etwa 53.000 MWh_{th} im Jahr 2014 beziffert werden. Der elektrische Endenergieverbrauch im Jahr 2014 belief sich auf 8.100 MWh_{el}/a. Dies entspricht rd. 97 % des gesamten Wärmebedarfs und rd. 68 % des gesamten Strombedarfs.

4.3.1.1.1 Gebäudesanierung

Hinsichtlich baulicher Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung sind einzelne Teilbereiche an Wohngebäuden zu betrachten. Abbildung 24 gibt einen Überblick zu möglichen Ursachen für erhöhte thermische Energieverluste in einem privaten Haushalt. Neben den hohen Verlusten durch unzureichende Dämmmaßnahmen bei Wänden, Keller und Dach, spielt auch die Stärke der Fensterverglasung sowie das Nutzerverhalten hinsichtlich der Gebäudelüftung eine große Rolle. Mit einem Anteil von 29 % ist ein veraltetes Heizsystem oft ein großer Faktor, der zu einem hohen Energieverbrauch beiträgt. Hier ist eine Umstellung auf effiziente Energieerzeugungsanlagen zu forcieren. Etwa 54 % der Energieverluste lassen sich durch Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden beheben und 17 % der Verluste sind durch eine Anpassung des persönlichen Nutzerverhaltens zu beheben.

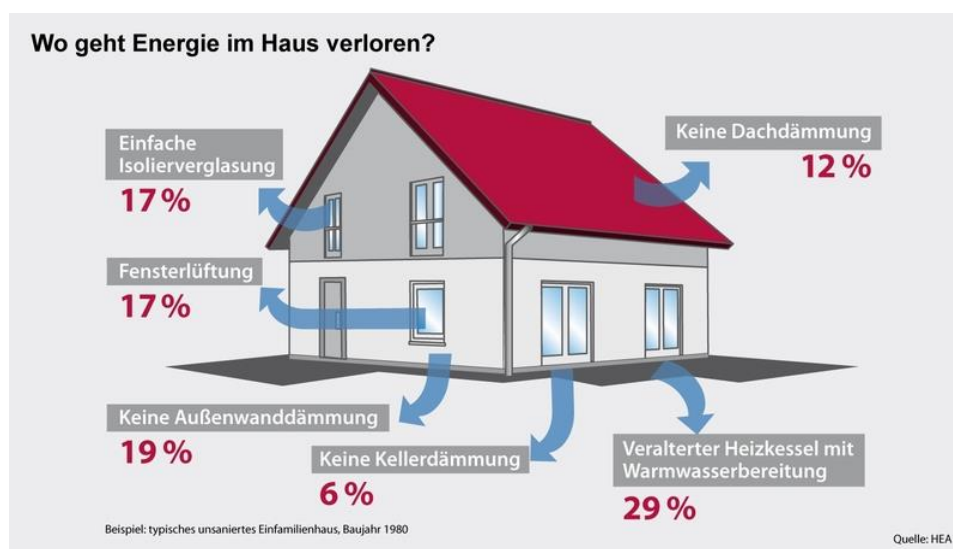


Abbildung 24: Darstellung der Energieverluste in einem privaten Wohngebäude (BDEW, 2014a)

Basis für die Ermittlung der Sanierungspotenziale ist die Verteilung des Gebäudebestandes nach Bautypen und Baulter in der Gemeinde Tegernheim (siehe Abbildung 12). Aus dem

Alter der Gebäude können Wahrscheinlichkeiten abgeleitet werden, da energetische Maßnahmen an Gebäuden (bspw. Heizungstausch oder Sanierung) in der Regel nicht auf Grund einer bestimmten, neu eingetretenen Verordnung vorgenommen werden, sondern meist aus einer zwingenden Notwendigkeit heraus. Hierzu zählen bspw. Generationenwechsel, der Verkauf der Immobilie oder der nötige Ersatz der Heizungsanlage.

Unter Berücksichtigung der Baualtersverteilung der Gebäude in der Kommune, kommt es zu folgenden mittleren, spezifischen Wärmebedarfswerten für das Jahr 2016.

- Mittel über alle Gebäude 143 kWh/m²/a
 - Ein- bis Dreifamilienhäuser (EFH) 154 kWh/m²/a
 - Doppelhaushälften (DHH) 118 kWh/m²/a
 - Reihenhäuser (RH) 114 kWh/m²/a
 - Mehrfamilienhäuser (MFH) 118 kWh/m²/a

Die Analyse der Baualter lässt erwarten, dass 42 % aller Gebäude (vorwiegend EFH, MFH) einen Bedarf an mittleren oder größeren Sanierungsmaßnahmen aufweist. 20 % der Heizkessel (vorwiegend DHH und RH) sind, aufgrund der statistischen Auswertung als austauschwürdig zu betrachten.

Zur Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsstrategien wurden die 6 Szenarien definiert, die in Tabelle 9 aufgeführt sind. Die Szenarien unterscheiden sich in der Sanierungsrate (durch die Großbuchstaben A, B oder C gekennzeichnet) und in dem angestrebten Sanierungsstandard (durch den Kleinbuchstaben a oder b gekennzeichnet).

Tabelle 9: Sanierungsszenarien

Sanierungs-szenario	Sanierungs-rate	in %	Sanierungs-standart	Sanierungsziele EFH, DHH, RH	Sanierungsziele MFH
Aa	ambitioniert	3,0	erhöht	85 kWh/m ² /a	60 kWh/m ² /a
Ab	ambitioniert	3,0	moderat	100 kWh/m ² /a	75 kWh/m ² /a
Ba	verstärkt	1,5	erhöht	85 kWh/m ² /a	60 kWh/m ² /a
Bb	verstärkt	1,5	moderat	100 kWh/m ² /a	75 kWh/m ² /a
Ca	natürlich	0,8	erhöht	85 kWh/m ² /a	60 kWh/m ² /a
Cb	natürlich	0,8	moderat	100 kWh/m ² /a	75 kWh/m ² /a

In der Tabelle 10 ist die relative Anzahl der Gebäude aufgeführt, die, abhängig von der gewählten Sanierungsrate, im jeweiligen Jahr saniert sein werden. Zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Zeitbedarfs zur Erreichung eines beliebigen Anteils sind Sanierungsstände ab rd. 25 % fett markiert.

Tabelle 10: Erreichte Gebäudesanierungsrate ab 2016

Sanierungs-szenarien	Anteil der ab 2016 sanierten Gebäude in %										
	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065
A	0,0	11,5	24,0	34,7	43,9	51,9	58,7	64,5	69,5	73,8	77,5
B	0,0	5,9	12,7	19,1	25,0	30,4	35,5	40,2	44,5	48,6	52,3
C	0,0	3,2	7,0	10,6	14,2	17,5	20,8	23,9	26,9	29,8	32,5

In der Tabelle 11 werden die Einsparungen im Bereich der Wärme gemäß der ermittelten Sanierung aufgelistet. Zur Verdeutlichung des unterschiedlichen Zeitbedarfs zur Erreichung eines beliebigen Einsparziels, sind Einsparungen ab rd. 10 % fett markiert.

Tabelle 11: Relative Energieeinsparung nach Sanierung, bezogen auf den Wärmebedarf der Gemeinde Tegernheim (2016)

Sanierungs-szenario	Einsparungspotenzial Wärmebedarf der Gemeinde Tegernheim durch Sanierung in % in Abhängigkeit von den Szenarien										
	2016	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065
Aa	0,0	4,7	9,9	14,3	18,1	21,4	24,2	26,6	28,6	30,4	31,9
Ab	0,0	3,5	7,4	10,7	13,6	16,0	18,1	19,9	21,5	22,8	24,0
Ba	0,0	2,4	5,2	7,9	10,3	12,5	14,6	16,6	18,3	20,0	21,5
Bb	0,0	1,8	3,9	5,9	7,7	9,4	11,0	12,4	13,8	15,0	16,2
Ca	0,0	1,3	2,9	4,4	5,8	7,2	8,6	9,8	11,1	12,3	13,4
Cb	0,0	1,0	2,2	3,3	4,4	5,4	6,4	7,4	8,3	9,2	10,1

Fazit:

Bis 2050 strebt die Bundesregierung einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand in Deutschland an.²

Dies bedeutet für Tegernheim, dass selbst beim Szenario Aa diese Einsparung allein durch Sanierungsmaßnahmen bis 2050 nicht erreicht werden kann, da lediglich knapp zwei Drittel (64,5 %) des Gebäudebestandes bis dahin saniert sein werden. Der resultierende Wärmebedarf wird damit nur um gut ein Viertel (Szenario Aa: 26,6 %) gesenkt werden können.

Das Ziel kann deshalb nur in Kombination mit weiteren Maßnahmen, z. B. einem Ausbau erneuerbarer Energien zur Wärmebedarfsdeckung erreicht werden.

² siehe auch Internetseite der Bundesregierung:
<https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/02-energieeffizienz.html>).

4.3.1.1.2 Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch

Abbildung 25 zeigt die typische Struktur des Stromverbrauchs in privaten Haushalten. Daraus erschließen sich diverse Ansatzpunkte zur Senkung des Stromverbrauchs. Neben der Anpassung des Nutzerverhaltens, beispielsweise durch Vermeidung von Stand-By-Betrieben bei Elektrogeräten, liegt das Potenzial vor allem in der Nutzung effizienter Elektrogeräte und Beleuchtungsmittel.

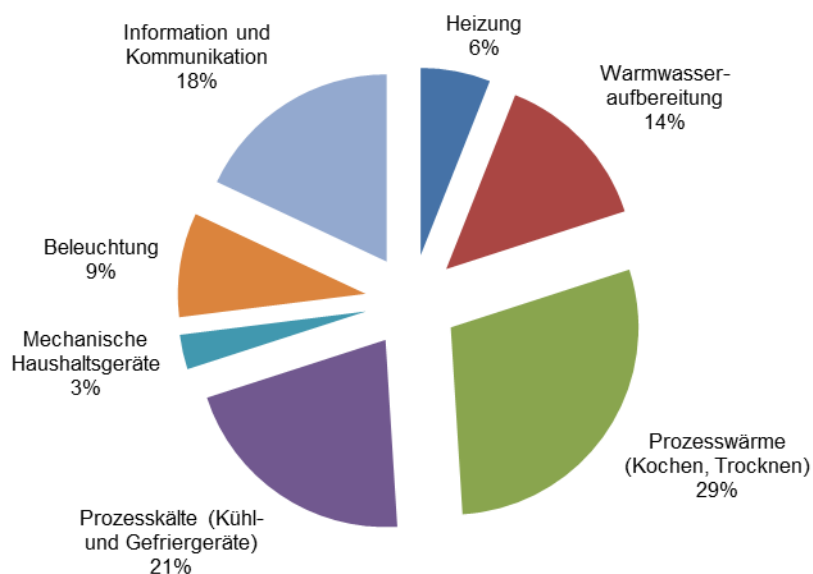


Abbildung 25: Struktur des Stromverbrauchs von Haushalten nach Anwendungsbereichen im Jahr 2012 (BDEW, 2014b)

Ein Ansatzpunkt ist die Beschaffung effizienter Geräte im Bereich der Heizung und Warmwasserversorgung (Anteil ca. 20 %).

Beispiel Heizungspumpentausch (Umwälzpumpe):

Bewährt haben sich bspw. gemeinsame Aktionen von regionalen Heizungsfirmen und Kommunen zum Tausch von alten, ineffizienten Heizungspumpen.

Abbildung 26 weist ein Einsparpotenzial neuer Heizungspumpen gegenüber alten mit jährlich rd. 360 kWh bei 6.000 Betriebsstunden pro Jahr aus. Bei einem mittleren Strompreis für Kleinverbraucher und Privatkunden von 28,8 ct/kWh_{el} ergibt sich somit eine finanzielle Einsparung von jährlich über 100 € pro Haushalt. Die Anschaffungskosten von ca. 450 € sind somit nach fünf Jahren amortisiert.

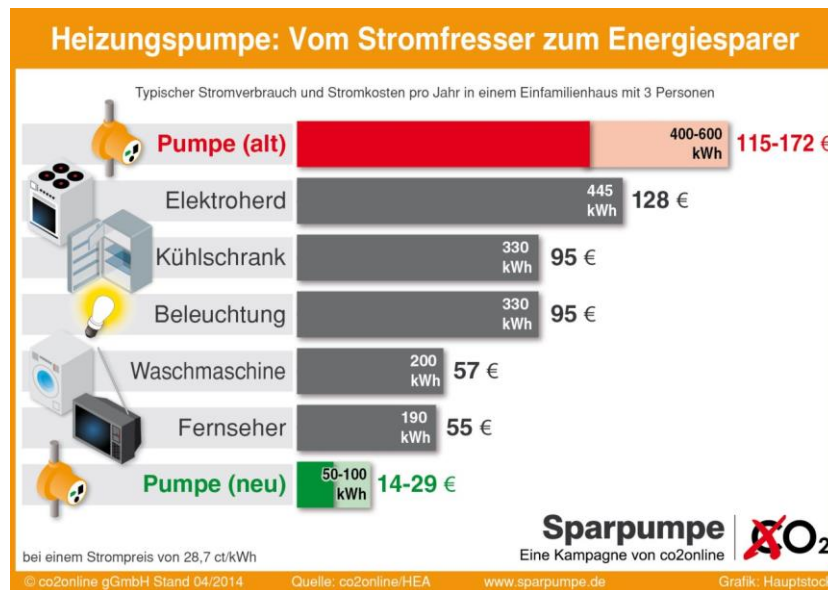


Abbildung 26: Typischer Stromverbrauch neuer und alter Heizungspumpen (co2online, 2014)

Auch die Erzeugung von Prozesswärme bzw. -kälte kann durch den Einbau effizienter Kühlschränke oder Elektroherde optimiert werden. Das Einsparpotenzial beträgt insgesamt rd. 50 %.

Beispiel: Austausch von Kühl-Gefrier-Geräten

Betrachtet man das Beispiel in Abbildung 27 wird der Kostenunterschied und damit die Energieersparnis effizienter Kühlgeräte deutlich. Der Stromverbrauch kann um ein Drittel reduziert werden, wodurch man sich innerhalb von 15 Jahren 315 € an Kosten einsparen kann. Man muss jedoch bedenken, dass sowohl Investitionskosten, als auch Amortisationszeit im Vergleich zum Austausch der Heizungspumpen deutlich höher sind. Der Ersatz eines alten Gerätes ist daher v. a. nach dem Ende der Lebensdauer (ca. 15 - 20 Jahre) zu empfehlen.

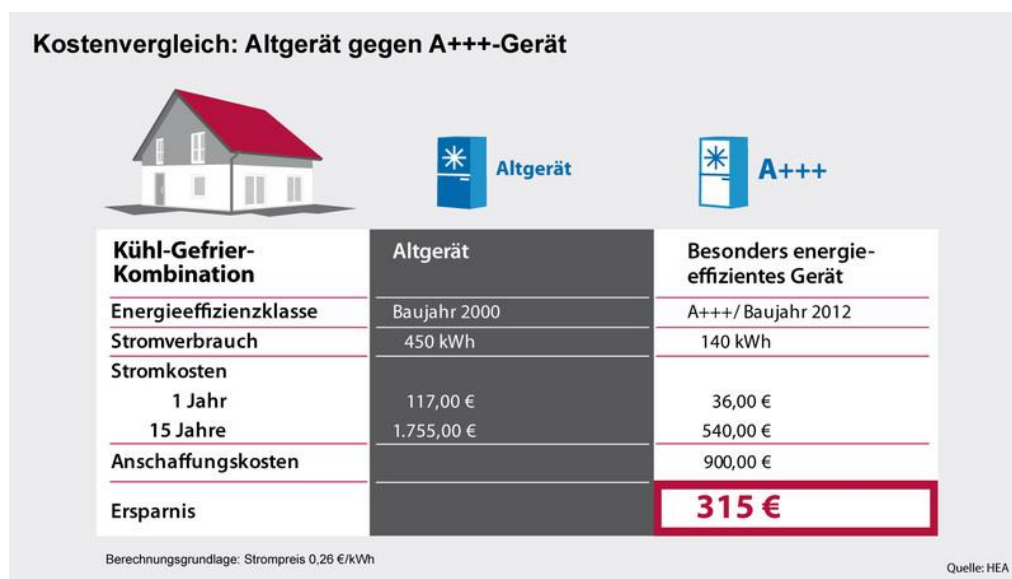


Abbildung 27: Kostenvergleich einer Kühl-Gefrier-Kombination (BDEW, 2014c)

Mit 18 % haben Multimedia- und Bürogeräte mittlerweile einen großen Anteil am Stromverbrauch in einem privaten Haushalt. Abbildung 28 verdeutlicht diese Entwicklung, bei der sich der Anteil zwischen den Jahren 1996 und 2009 in diesem Beispiel um 18 % erhöht hat. Dies ist vor allem auf die steigende durchschnittliche Anzahl an Geräten, z. B. durch mehrere PC und Fernseher in einem Haushalt, zurückzuführen. Es gilt darauf zu achten, auch bei diesen Geräten die Energieeffizienz zu berücksichtigen. Ein PC mit Monitor und Laserdrucker verbraucht z. B. mehr als fünf Mal so viel Strom, wie ein Laptop mit Tintenstrahldrucker, was für den Privatbereich im Normalfall ausreichend ist.

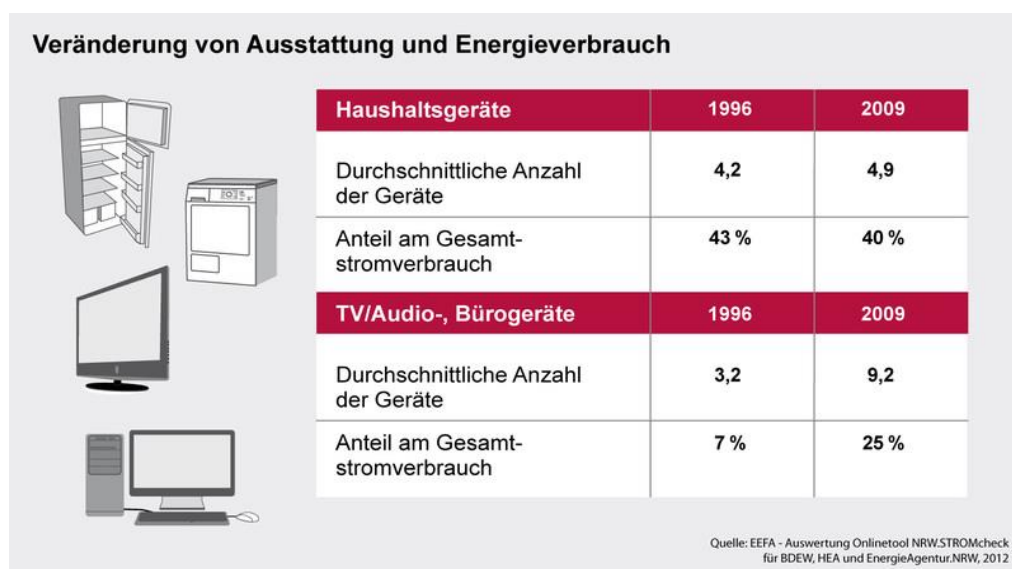


Abbildung 28: Steigerung des Stromverbrauchs durch TV/Audio- und Bürogeräte (BDEW, 2014d)

Auch die Beleuchtung im Wohnhaus ist ein aktuelles Thema, da alte Glühbirnen mittlerweile nicht mehr am Markt erhältlich sind und somit zwangsläufig Einsparungen durch effizientere Energiesparlampen oder LED-Leuchtmittel erzielt werden. Bisher verursacht die Beleuchtung mit 9 % nur einen geringen Anteil am Stromverbrauch, der weiter sinken wird. Einen Überblick zu Einsparpotenzialen einzelner Leuchtmittel gibt Tabelle 12.

Tabelle 12: Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher Leuchtmittel

Glühbirne	LED-Lampe	Energiesparlampe	Halogenlampe
15 Watt	1 – 3 Watt	3 – 5 Watt	ca. 10 Watt
25 Watt	4 – 5 Watt	5 – 7 Watt	ca. 15 Watt
40 Watt	6 – 8 Watt	7 – 9 Watt	ca. 20 Watt
60 Watt	9 – 12 Watt	11 – 15 Watt	ca. 30 Watt
75 Watt	13 – 15 Watt	15 – 20 Watt	ca. 40 Watt
100 Watt	16 – 20 Watt	20 – 23 Watt	ca. 50 Watt
120 Watt	21 – 24 Watt	23 – 26 Watt	ca. 60 Watt

Ein erster Schritt zu Verringerung der Stromverbräuche in privaten Haushalten könnte eine initiierte Stromsparberatung im Gemeindegebiet Tegernheim sein. Hierbei können Haushalte eine kostenlose Stromsparberatung in Anspruch nehmen (siehe Maßnahme 8).

4.3.1.2 Gewerbe und Industrie

4.3.1.2.1 Abwärmenutzung durch mobile Wärmetransportsysteme

Die Idee des mobilen Wärmetransports fußt auf sogenannten Latentwärmespeichern. Latentwärmespeicher auf Basis von Natriumacetat eignen sich aufgrund der im Vergleich zu Wasserspeichern um den Faktor 1,7 größeren Wärmespeicherkapazität je Volumeneinheit zur trassenlosen Heizungsunterstützung bei großen Gebäuden (Wohnblöcke, Hotels, etc.) und öffentlichen Einrichtungen (Bäder, Schulen, Altenheime, ...). Die zu erreichende Wärmeleistung eignet sich zur Deckung der Wärmegrundlasten bei Gebäuden mit einem jährlichen Wärmebedarf ab 700 bis 800 MWh pro Jahr.

Ein mit Natriumacetat (Schmelzpunkt ca. 58,5 °C) gefüllter 20-Fuß-Standard-Frachtcontainer (siehe Abbildung 29) wird von 85 bis 95 °C heißem Wasser einer Abwärmequelle (bspw. Biogas-BHKW) durchströmt. Die Wärme des heißen Wassers überträgt sich auf das Speichermedium und bringt dieses zum Schmelzen. Durch den integrierten Schmelzvorgang lässt sich eine deutlich größere Wärmemenge speichern als mit einem Wasserspeicher. Der Container wird per LKW zur Wärmesenke transportiert und gibt dort die gespeicherte Wärmemenge an das Heizungssystem ab.



Abbildung 29: Latentwärmespeicher der Firma LaTherm (links: Entladeplatz an der Wärmesenke; rechts: Beladestation an der Abwärmequelle; Quelle: bifa Archiv)

Der Wärmecontainer ermöglicht es, je Fahrt rd. 1.800 bis 2.400 kWh thermische Energie von der Wärmequelle zur Wärmesenke zu transportieren (siehe Abbildung 30). Die transportierbare Energiemenge ist dabei abhängig von der Wärmequellentemperatur und den Temperaturen im Heizungssystem der Wärmesenke.

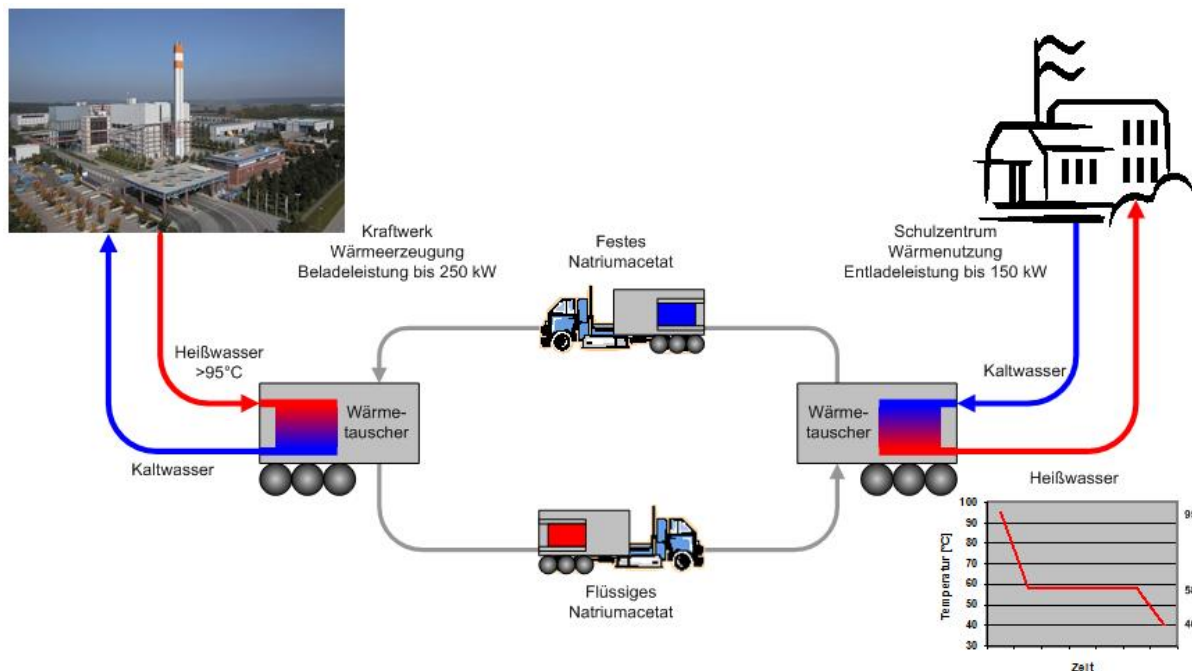


Abbildung 30: Umsetzungsbeispiel mobiler Wärmetransport im Landkreis Augsburg: die AVA GmbH versorgt mittels 3 mobilen Wärmetransportcontainern ein Schulzentrum in Friedberg (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Die oben beschriebene Wärmetransporttechnik eignet sich bspw. für die Nutzung von Abwärme aus Produktionsprozessen und Biogasanlagen. Bis zur Vollbeladung eines derzeit auf dem Markt befindlichen mobilen Latentwärmespeichersystems müssen rd. 2.000 kWh Wärmeenergie eingespeichert werden. Um vertretbare Beladezeiten zu erreichen, ist von Seiten der Biogasanlage eine ausreichend hohe thermische Leistung in Höhe von mind. 250 kW_{th} zur Beladung des Containers zur Verfügung zu stellen. Diese Leistung muss insbesondere auch in den Wintermonaten zur Verfügung stehen. In diesem Zeitraum benötigt die Biogasanlage auch das Maximum des Wärmeeigenbedarfs für die Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs (bspw. zur Beheizung der Fermenter). Für die Beladung eines mobilen Latentwärmespeichers ist deshalb eine Wirtschaftlichkeit in grober Näherung erst ab einer Anlagengröße von rd. 420 kW_{el} erreichbar. Dies stellt sicher, dass eine ausreichende thermische Leistung auch in den Wintermonaten zur Beladung der Wärmecontainer zur Verfügung gestellt werden kann. Jedoch können je nach Rahmenbedingungen auch kleinere thermische Leistungen ausreichend sein und sollten im Einzelfall geprüft werden.

Wie in Tabelle 6 bereits dargestellt, sind im Gemeindegebiet Tegernheim keine Biogasanlagen, die als Wärmequelle für den Betrieb eines mobilen Wärmetransportsystems geeignet sind, vorhanden. Von den identifizierten Gewerbe- und Industrieunternehmen wies nach erster Prüfung keines die für einen wirtschaftlichen Betrieb nötigen Abwärmeleistungen und Temperaturniveaus auf.

In etwa drei Kilometer Entfernung liegt am Stadtrand von Regensburg (an der Donaustauffer Straße) jedoch eine Biogasanlage, die mit einer elektrischen Leistung von über 800 kW_{el} ausreichende Abwärmemengen zur Verfügung stellen könnte. Sollten die in Abschnitt 7.1 vorgeschlagenen Wärmenetze nicht umgesetzt werden, so könnte für einzelne größere Liegenschaften oder Verbundobjekte eine Versorgung mit mobiler Abwärme geprüft werden (Mehrzweckhalle, Seniorenheim,...).

4.3.1.2.2 Potenziale zur Energieeinsparung

Die exakte Identifikation von Einsparpotenzialen in diesem Sektor ist schwierig, da diese von diversen Faktoren beeinflusst werden. Durch die Struktur mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, Betrieben aus dem Einzelhandel, Bürogebäuden, landwirtschaftlichen Betrieben und Industrieunternehmen mit prozessspezifischen Energieverbräuchen kann keine übergreifende Empfehlung für Maßnahmen zur Energieeinsparung gegeben werden.

Insgesamt hat die Gemeinde Tegernheim nur bedingt Einfluss auf das Wirken der einzelnen Unternehmen und Betriebe. Ein Ansatzpunkt wäre die Entwicklung einer Energieberatungsinitiative für kleine und mittlere Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Industrie- und Handelskammer (IHK) Regensburg für Oberpfalz/Kehlheim, der Handwerkskammer (HWK) Niederbayern-Oberpfalz und der Energieagentur Regensburg. In Zusammenarbeit können hier die Unternehmen im Gemeindegebiet gezielt auf die Beratungsangebote der Partner aufmerksam gemacht werden.

4.3.1.3 Öffentliche Liegenschaften

4.3.1.3.1 Optimierung der thermischen Energieversorgung

Durch die Erneuerung alter Heizanlagen in den kommunalen Liegenschaften, kann die Effizienz deutlich gesteigert werden und damit auch Einsparungen beim thermischen Energieverbrauch erzielt werden. Ein weiteres Potenzial birgt der Aufbau von Wärmenetzen, die mit effizienten und CO₂-armen Erzeugungsanlagen befeuert werden (siehe Abschnitt 7.1). Hierdurch kann die bisher ausschließlich mit Erdgas stattfindende Wärmebereitstellung in den öffentlichen Liegenschaften teilweise durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Einhergehend mit Einsparmaßnahmen im Heizungssystem ist auch die Gebäudesanierung im öffentlichen Bereich ein großes Thema.

Der kontinuierliche Anstoß neuer Projekte, z. B. durch stetige Überprüfung der Liegenschaften im Rahmen eines kommunalen Energiemanagements (Maßnahme 1), kann zur stetigen Verbesserung der effizienten Wärmeversorgung aller öffentlichen Gebäude beitragen.

4.3.1.3.2 Effizienzsteigerung in kommunalen Liegenschaften

Die Steigerung der Energieeffizienz in kommunalen Liegenschaften sollte im Zuge der Einführung und Umsetzung eines kommunalen Energiesystems in Angriff genommen werden. Oftmals sind in einem ersten Schritt bereits kleinere Maßnahmen ausreichend, um den Energieeinsatz in den Liegenschaften spürbar zu senken (bspw. Optimierung der Heizungsanlage, Heizungspumpentausch oder Vermeidung des Stand-by Betriebs von elektrischen Geräten).

Andere Maßnahmen, wie bspw. die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf effizientere Leuchtmittel (z. B. LED-Technik) erfordern zwar i.d.R. einen größeren finanziellen Aufwand, erzielen jedoch mittel- und langfristig deutliche Energie- und Kosteneinsparungen und amortisieren sich somit oftmals in wenigen Jahren. Der Leitfaden „Energieeffiziente Modernisierung der Straßenbeleuchtung – Empfehlungen für Kommunen“ kann Hilfestellung bei der Umsetzung geben und zeigt anschaulich Umsetzungsbeispiele auf (StMUG, 2009).

4.3.1.3.3 Maßnahmenempfehlungen

Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch werden in diesem Sektor, anstatt der Angabe von Einsparpotenzialen, konkrete Maßnahmen empfohlen. Neben der Konzeptionierung von Nahwärmeversorgungs-konzepten, in denen öffentliche Liegen-schaften als Keimzellen für die Umsetzung dienen (Maßnahmen 3 und 4), wird die Einfüh-rung eines kommunalen Energiemanagements (Maßnahme 1) sowie die Einführung einer Beschaffungsrichtlinie (Maßnahme 9) empfohlen.

4.3.2 Erneuerbare Energien

Den letzten Teil des Energie-3-Sprungs bildet der Ausbau der erneuerbaren Energien. Die-ser beinhaltet sowohl die Erzeugung regenerativen Stroms als auch die Erzeugung regene-rativer Wärme. In den nachfolgenden Abschnitten sind die Potenziale der einzelnen erneuer-baren Energien zur Erzeugung von Strom und Wärme beschrieben.

4.3.2.1 Definition Potenziale der erneuerbaren Energien

In Tabelle 13 ist aufgeführt, welche Potenziale für die einzelnen Energieträger ermittelt wur-den und wie diese im Energienutzungsplan dargestellt werden.

Tabelle 13: *Übersicht der ausgewiesenen und dargestellten Potenzialarten (Quelle: ARGE Bayerischer Gemeindetag)*

Erneuerbare Energie	Potenzialart	Darstellung
Solarthermie / PV-Dachanlagen	Technisches Potenzial	tabellarisch
PV-Freiflächen	Wirtschaftliches Potenzial (nach geltendem EEG)	kartografisch
Biogas / Biomasse	Technisches Potenzial	tabellarisch
Oberflächennahe Geothermie	Quantifizierung nur für Neubau-gebiete, dort Ausweisung des technischen Potenzials	kartografisch
Tiefengeothermie	Quantifizierung nicht möglich, daher keine Ausweisung eines Potenzials	kartografisch
Windkraft	Technisches Potenzial	kartografisch
Wasserkraft	Technisches Potenzial	kartografisch
Wärmenetz	Wirtschaftliches Potenzial	kartografisch

4.3.2.2 Bioenergie

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Potenziale zur Energieerzeugung aus fester Biomasse und landwirtschaftlichen Substraten und Reststoffen aufgezeigt. Der Vorteil der Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung liegt in einer möglichen Bevorratung der Roh-stoffe und der Möglichkeit der Energiespeicherung (bspw. Biogas). Somit ist eine Anpassung der Energiebereitstellung an die wechselnde Energienachfrage möglich.

4.3.2.2.1 Biogas

4.3.2.2.1.1 Grundlagen und Basisdaten

Die Potenziale zur Energieerzeugung aus Biogas setzen sich zusammen aus dem Potenzial durch den Anbau von Energiesubstraten (z. B. Maisanbau) und dem Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen (bspw. Gülle, Mist, etc.). Für die Ermittlung der Potenziale wurden Daten zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche und den Viehbeständen der Gemeinde Tegernheim herangezogen. Es handelt sich dabei vornehmlich um Daten aus der Kommunalstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung. Zur Ermittlung der Biogaspotenziale aus den oben beschriebenen Datensätzen wurde auf Kennwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR, 2013) zurückgegriffen.

In der Gemeinde Tegernheim sind bisher keine Biogasanlagen installiert.

4.3.2.2.1.2 Potenzialbetrachtung

Biogas aus landwirtschaftlichen Substraten

Prinzipiell sind sämtliche landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung geeignet (Nutzung bspw. als Mais- oder Grassilage). Unter der Annahme, dass 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Substraten genutzt werden, so können Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Höhe von insgesamt rd. 71 kW_{el} betrieben werden.

Biogas aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Vor einer Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen sollten zuallererst Reststoffe aus der Landwirtschaft wie bspw. Gülle und Mist energetisch genutzt werden. Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass rd. 30 % der anfallenden tierischen Exkremente in Biogasanlagen genutzt werden können. Hieraus ergibt sich das in Tabelle 14 dargestellte Energiepotenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe in der Gemeinde Tegernheim.

Tabelle 14: *Energetisches Potenzial aus der Verwertung der landwirtschaftlichen Reststoffe*

	Bestand 2012	Methanertrag in m³/a	Energieertrag in MWh/a
Milchkuh	80	6.900	70
Rind	0	0	0
Schwein	0	0	0
Schaf	0	0	0
Pferd	0	0	0
Huhn	200	100	1

Gesamtpotenzial Biogas

Das Potenzial zur Energieerzeugung aus Biogas setzt sich aus der Vergärung von Substraten und der Vergärung von tierischen Exkrementen zusammen. Das Gesamtpotenzial für die Gemeinde Tegernheim kann bei Nutzung von 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Substratanbau und Nutzung von 30 % der anfallenden tierischen Exkremente auf die in Tabelle 15 dargestellten Energiemengen beziffert werden.

Tabelle 15: *Potenzial zur Energieerzeugung aus Biogas in der Gemeinde Tegernheim*

	Energiepotenzial in MWh/a	Strompotenzial in MWh/a	Wärmepotenzial in MWh/a *
Potenzial aus Substratanbau	1.500	570	480
Potenzial aus Nutzung tierischer Abfälle	70	30	20
Summe	1.570	600	500

* Eigenwärmebedarf zur Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs (rd. 30 %) bereits abgezogen

Die identifizierten Biogaspotenziale erlauben den ganzjährigen Betrieb einer Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von rd. 75 kW. Der wirtschaftliche Betrieb einer Biogasanlage mit überwiegend landwirtschaftlichen Substraten ist aufgrund der derzeitigen EEG-Vergütung jedoch kaum möglich. Die im Gemeindegebiet anfallenden tierischen Exkremente reichen für den Betrieb einer Gülle-Vergärungsanlage nicht aus.

4.3.2.2.2 Feste Biomasse – Biogene Festbrennstoffe

4.3.2.2.2.1 Grundlagen und Basisdaten

In der Gemeinde Tegernheim sind rd. 450 Hektar und somit rd. 39 % der Gesamtfläche bewaldet. Die Waldflächen liegen im nördlichen Teil des Gemeindegebietes. Bei den Waldflächen handelt es sich nahezu ausschließlich um Privatwald.

Holz ist immer noch der bedeutendste erneuerbare Energieträger. Eine nachhaltige Nutzung ist, insbesondere im Hinblick auf zukünftige Generationen anzustreben. In der Regel sollte dem Wald deshalb nicht mehr Holz entnommen werden als nachwächst. Das gewonnene Holz sollte außerdem zunächst stofflich genutzt werden, bspw. als Bau- oder Möbelholz und erst anschließend als „Altholz“ einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Bei der Waldbewirtschaftung fallen immer auch Holz mengen an, die keiner stofflichen Nutzung zugeführt werden können (z. B. Waldrestholz oder Durchforstungsholz).

Auf den Waldflächen in der Gemeinde Tegernheim kann mit einem jährlichen Biomassezuwachs in Höhe von rd. 10 Festmetern pro Hektar und Jahr (fm/ha/a) gerechnet werden. Für die Potenzialermittlung wird angenommen, dass 30 % des Holzzuwachses nicht stofflich genutzt sondern direkt der energetischen Nutzung zugeführt werden. Dem jährlichen Energiepotenzial durch den Holzzuwachs auf Forstflächen stehen die bereits heute in den Bestandsanlagen genutzten Holz mengen gegenüber. Um diese zu ermitteln, wurden die Daten zu den in der Gemeinde Tegernheim 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). Außerdem konnten Daten von Seiten der Kaminkehrer einbezogen werden.

4.3.2.2.2.2 Potenzialbetrachtung

Daraus ergeben sich Potenziale zur Energieerzeugung aus Holz von forstwirtschaftlichen Flächen die in Tabelle 16 dargestellt sind.

Tabelle 16: Vorhandenes Ausbaupotenzial fester Biomasse in Tegernheim

	Einheit	Wert
Waldflächen in der Gemeinde	ha	447
Jährlicher Holzzuwachs	fm/a	4.470
Anteil Energieholz an Holzzuwachs	%	30
Jährliche Energieholzmenge	fm/a	1.341
Absolutes Energiepotenzial	MWh/a	2.900
Energieverbrauch der Bestandsanlagen	MWh/a	1.560
Vorhandenes Ausbaupotenzial	MWh/a	1.350

Tabelle 16 zeigt, dass das Energiepotenzial aus forstlicher Biomasse zu rd. 54 % durch die vorhandenen Biomassezentralheizungen und Einzelraumöfen genutzt wird.

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. Hierunter versteht man, schnell wachsende Bäume oder Sträucher (bspw. Weiden und Pappeln) anzupflanzen, um innerhalb kurzer Umtriebszeiten Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren. Die hierdurch erschließbaren Potenziale in der Gemeinde Tegernheim konnten im Rahmen dieser Ausarbeitung nicht beziffert werden. Die Ermittlung dieser Potenziale kann in einer separaten Potenzialerhebung in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) durchgeführt werden.

4.3.2.2.3 Biogene Reststoffe - Bioabfall

Biogene Reststoffe wie bspw. Landschaftspflegematerial und Biomüll eignen sich ebenfalls zur Erzeugung von Energie. Die Organisation der Abfallentsorgung wird für die Gemeinde Tegernheim vom Landkreis Regensburg übernommen, die Gemeinde Tegernheim besitzt hier nur relativ geringe Einflussmöglichkeiten. Derzeit werden Garten- und Grüngutabfälle sowie Bioabfälle nicht im Holsystem gesammelt. Garten- und Grüngutabfälle können an Kompostierungsplätzen im Landkreis Regensburg kostenpflichtig angeliefert werden. Eine anteilige energetische Verwertung der holzigen Fraktionen findet neben einer stofflichen Verwertung als Kompostdünger statt.

Die in der Gemeinde Tegernheim anfallenden Küchenabfälle aus Haushalten können seit Mai 2016 vom Bürger im Wertstoffhof in Tegernheim kostenfrei abgegeben werden (sogenanntes Bringsystem). Der Bioabfall soll lt. Angaben des Landkreises in einer Bioabfallvergärungsanlage behandelt werden (Kaskadennutzung: energetische Verwertung Biogas, danach stoffliche Verwertung der Gärreste als Wirtschaftsdünger).

Laut der Abfallbilanz Bayern³ wurden im Jahr 2014 rd. 37.000 Mg Bioabfall aus Haushalten und den Landkreiskommunen verwertet. Dies entspricht einer Menge von knapp 198 kg pro Einwohner (EW) des Landkreises. Durch die Einführung einer flächendeckenden Sammlung mit einer Biotonne können zudem noch rd. 12,8 kg/EW verwertbare Organik aus dem Restabfall und 16 kg/EW aus der Eigenkompostierung als Potenzial für eine Vergärung gewonnen werden. Die ökologischen Vorteile durch die Einführung einer flächendeckenden Biotonne und anschließender Vergärung (Kaskadennutzung) wurden im Rahmen eines Gutachtens für den Landkreis Regensburg 2014 aufgezeigt (bifa, 2014). Tegernheimer Bürger erzeugen demzufolge rd. 227 kg Bioabfall pro Einwohner.

Bei 5.210 Einwohnern sind dies knapp 1.200 Mg pro Jahr. Aus einer Tonne Bioabfall kann je nach Material eine Menge von etwa 120 m³ Biogas produziert werden. Dies entspricht einer Energiemenge von 600 – 700 kWh je Tonne frischem Bioabfall. Bei Verwertung über eine Vergärung ohne Berücksichtigung der bisherigen Verwertungswege der Küchenabfälle über ein Müllheizkraftwerk oder anteilige energetische Verwertung holziger Fraktionen über Biomasseheizkraftwerke, kann damit eine Energiemenge von etwa 720.000 bis 840.000 kWh/a erzeugt werden. Dies könnte den Wärmebedarf von etwa 12 - 20 Einfamilienhäusern und den Strombedarf von rd. 400 Personen im Jahr (~ 120 Familien) decken.

Da die Gemeinde Tegernheim keinen direkten Zugriff auf das Potenzial besitzt, wird es in der weiteren Betrachtung nicht weiter mit aufgenommen.

³ Link: <http://www.lfu.bayern.de/abfall/abfallbilanz/index.htm>

4.3.2.3 Solarenergie

4.3.2.3.1 Potenziale auf Dachflächen aller Gebäude

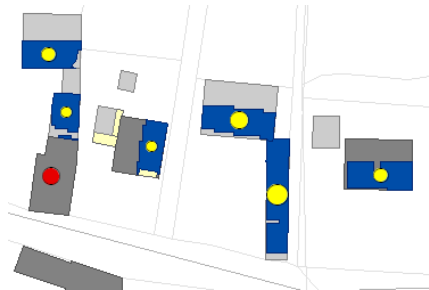


Abbildung 31: Allgemeine Dachflächenanalyse

Durch die Analyse von Bestrahlung und Verschattung aller Dachflächen (siehe Abbildung 31) wurden diejenigen bestimmt, die überwiegend in Süd- und Westrichtung orientiert sind bzw. Flachdachbauten darstellen. Aus den so ermittelten Dächern wurden die nutzbaren Flächen für die Installation von PV-Modulen hochgerechnet. Dächer mit bestehenden PV-Dachflächenanlagen wurden als komplett genutzt eingestuft.

Das Ergebnis der Dachflächenanalyse ist in Tabelle 17 aufgeführt. Eine Übersicht der Potentialverteilung kann der Abbildung 32 entnommen werden. Die ermittelten Quadratmeter können aber zukünftig auch durch Solarthermieanlagen sinnvoll genutzt werden. Pro Person werden zur Deckung des Warmwasserbedarfs etwa 1,5 m² Solarthermiekollektorflächen benötigt (Quelle: <http://www.solarthermie.net/solkollektor>). D. h. knapp 8.000 m² Dachfläche würde ausreichen, um Tegernheim mit Brauchwarmwasser (ohne Heizungsunterstützung) zu versorgen. Dies wären 10,4 % der Dachflächen der Wohngebäude, die einen solaren Wärmeertrag von etwa 4.000 MWh_{th}/a erzielen würden. Pro Einwohner würden im Jahr somit rd. 750 kWh für die Erzeugung von Brauchwarmwasser zur Verfügung stehen.

Tabelle 17: Ausbaupotenzial PV-Dachflächen

Gebäudetyp	Anzahl	Dachfläche in m ²	Leistung in kW _p	Ø Anlagenleistung in kW _{el,p}	Stromerzeugung* in MWh _{el} /a	Solare Wärmeenergieerzeugung** in MWh _{th} /a
Wohngebäude						
Ohne Solarthermie	1.190	76.800	11.000	9,3	11.300	-
Mit Brauchwarmwasser aus Solarthermie	1.190	68.800	9.854	8,3	9.040	4.000
Nebengebäude	420	26.300	3.800	9,0	3.900	-
Gewerbebauten	30	17.000	2.400	71,2	2.500	-
Summe	1.640	120.100	17.200	-	17.700	4.000

* Annahme: Solarer Stromertrag liegt bei 1052 kWh/kW_p pro Jahr bzw. bei rd. 150 kWh/m² im Jahr

** Annahme: Solarer Wärmeertrag liegt bei 500 kWh/m² Kollektorfläche pro Jahr

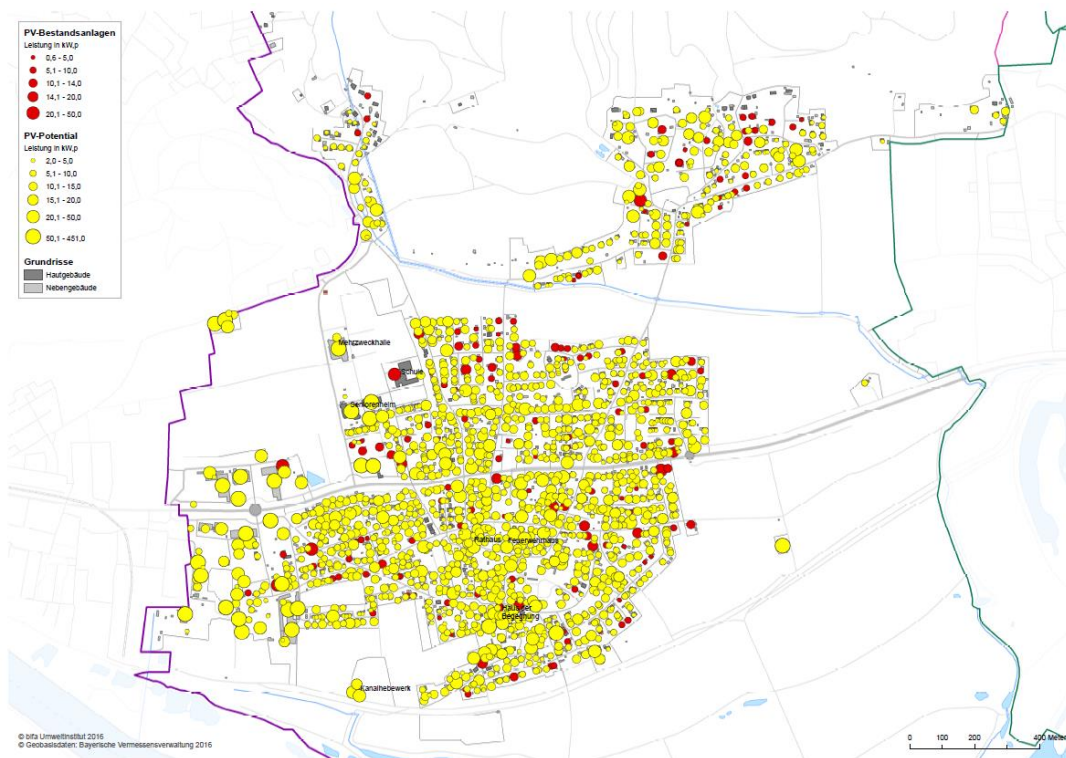


Abbildung 32: Bestandsanlagen (rot) und Potential (gelb) für PV-Dachflächenanlagen

Die Nutzung der Potenziale kann die Gemeinde forcieren (siehe Maßnahme 2).

4.3.2.3.2 3D-Analyse der Dachflächen von Liegenschaften



Abbildung 33: 3D-Vermessung der Mehrzweckhalle

Alle Liegenschaften der Gemeinde Tegernheim wurden auf Basis einer Verschattungsanalyse auf ihr Solarflächenpotential untersucht. Hierzu wurden alle hinreichend großen Dachflächen der Gebäude mit einer Hauptausrichtung nach Süden und Westen (oder Flächdächer) gewählt (siehe Beispiel in Abbildung 33) und vermessen. Aus der Vermessung aller Gebäude ist die Zusammenstellung in Tabelle 18 hervorgegangen. Grundlage der installierbaren Leistung ist hierbei eine hundertprozentige Nutzung für die PV-Dachflächenanlage.

Tabelle 18: Dachflächen kommunaler Liegenschaften und ihr maximales PV-Potential

Liegenschaft	Dachfläche in m ²	Leistung in kW _p	100 % Dach- fläche für Stromerzeu- gung* in MWh _{el} /a	80 % Dachflä- che für Stromerzeu- gung* in MWh _{el} /a	20 % Dachfläche für Wärmeerzeu- gung mit Solar- thermie** in MWh _{th} /a
Mehrzweckhalle	1.340	190	200	160	134
Grundschule	1.010	140	150	120	101
Rathaus	66	9	10	8	6,6
Feuerwehr	92	13	13	10,4	9,2
Bürgerhaus	150	22	22	17,6	15
Kanalhebewerk	140	20	21	16,8	14
Summe, rund	2.800	390	420	332,4	280

* Annahme: Solarer Stromertrag liegt bei 1.052 kWh/kW_p pro Jahr bzw. bei rd. 150 kWh/m² im Jahr

** Annahme: Solarer Wärmeertrag liegt bei 500 kWh/m² Kollektorfläche pro Jahr

Auf die oben genannten Dachflächenpotenziale hat die Gemeinde Tegernheim direkten Zugriff und stellt somit einen Hebel zur Senkung der Treibhausgasemissionen dar (siehe Maßnahme 6).

4.3.2.4 Windkraft

Nach Bayerischem Windatlas von 2014 liegen die niedrigsten Windgeschwindigkeiten im Bereich des Donautals vor. In 130 m Höhe wird eine mittlere Windgeschwindigkeit von unter 4 m/s erwartet. Mit zunehmender Geländehöhe steigen Richtung Norden die erwarteten Windgeschwindigkeiten an, überschreiten im äußersten Nordosten der Gemeinde jedoch den Wert von 5,2 m/s nicht. Üblicherweise gelten 5,5 m/s als unterer Grenzwert für den wirtschaftlichen Betrieb einer marktüblichen 2,4 bis 3 MW Windkraftanlage für das Binnenland. Die Ertragserwartung bleibt an der vielversprechenden Nordostgrenze der Gemeinde mit rd. 1.550 Volllaststunden knapp unter dem Grenzwert von 1.600 h.

In der Abbildung 34 (siehe Seite 48) wird nur der nördliche Teil der Gemeinde dargestellt. Die Zunahme der Windgeschwindigkeit ist mit einem Farbwechsel von Türkis über Blau zu Rose (Mischung aus Blau und Orange, siehe Kartenlegende) gekennzeichnet.

Ebenfalls in dieser Karte eingetragen sind die Abstandsempfehlungen nach dem Winderlass von 2011, die auf den Grenzwerten der TA-Lärm fußen. Der gesamte nordöstliche Teil der Gemeinde scheidet wegen einer potentiellen Überschreitung der Lärmgrenzwerte in dem Ort Forstacker aus. Im verbleibenden Streifen zwischen der umgebenden Bebauung herrschen kaum ausreichende Windverhältnisse vor.

Insgesamt gilt für das gesamte Gemeindegebiet von Tegernheim die sogenannte 10H-Regel (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). Darauf wird in der Karte mit einem rot gestrichelten Rahmen hingewiesen. Der Bau von Windkraftanlagen müsste deshalb die Änderung des Flächennutzungsplans und die Aufstellung eines Bauleitplans (Bebauungsplans) vorausgehen. Im Fall der Antragsstellung zur Errichtung von Wind-

rädern nach BImSchG im Nordosten von Tegernheim wäre die Gemeinde Wenzenbach wegen der Betroffenheit des Ortes Forstacker zum Einspruch berechtigt.

Fazit: Im Gemeindegebiet ist es nach aktueller Rechtslage aufwendig Windkraftanlagen zu errichten. Kleinere bzw. niedrigere Anlagen sind in der Gemeinde, wegen der prognostizierten Windverhältnisse⁴ noch weniger wirtschaftlich als Großanlagen.

⁴ Prognosen können Messungen nicht ersetzen. Eine Langzeitmessung der realen Windverteilung ist mit hohem Aufwand und Kosten verbunden.

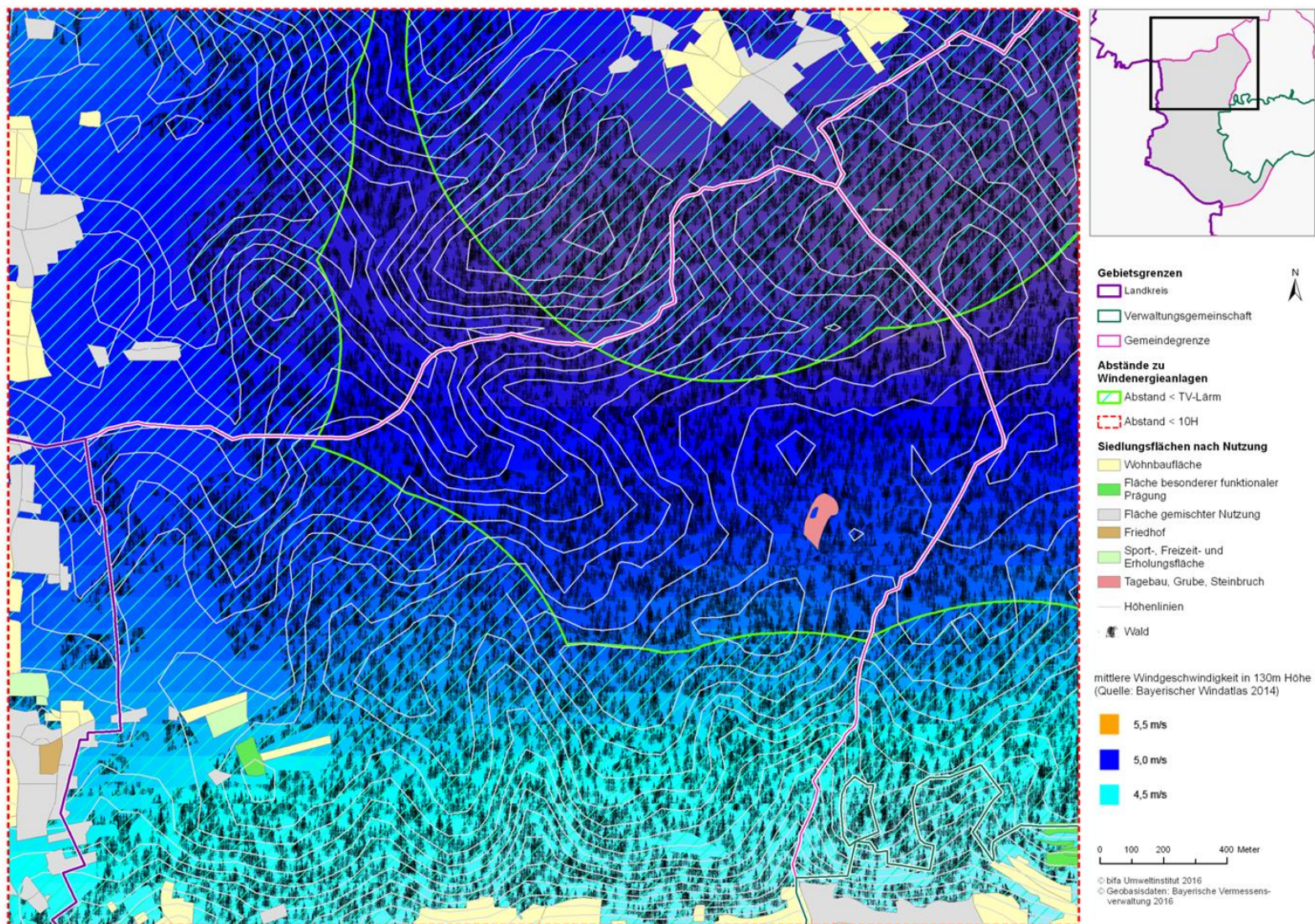


Abbildung 34: Windkraftpotential

4.3.2.5 Wasserkraft

Das Landesamt für Umwelt (LfU) listet keine Querbauwerke im Gemeindegebiet auf, die auf ihr Potential hin untersucht hätten werden können. Es sind keine Bestandsanlagen zur Wasserkraftnutzung im Gemeindegebiet vorhanden. Gemäß Angaben des LfU im Rahmen der Veröffentlichungen und Darstellungen im Energie-Atlas Bayern (Stand: Mai 2016) gibt es somit weder für die Modernisierung oder Nachrüstung von Bestandsanlagen noch für den Neubau an bestehenden Querbauwerken in der Gemeinde Potenzial.

4.3.2.6 Geothermie

4.3.2.6.1 Oberflächennahe Geothermie

Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie stehen abhängig von der geographischen Lage der Gebäude die Erdwärmesysteme zur Verfügung, die in Abbildung 35 in der Legende der Karte eingetragen sind. In Tabelle 19 sind die vom Landesamt für Umwelt (LfU) empfohlenen Erdwärmesysteme für die Teilsiedlungsflächen aufgeführt.

Tabelle 19: *Empfohlene Erdwärmesysteme in Ortsteilen von Tegernheim*

Erdwärmesysteme	In Tegernheim	Am Schlucht- weg	An der Weinberg- straße
Grundwasserwärmepumpen	Ja	nein	teilweise (SW+NO)
Erdwärmesonden	nein	Ja	Ja
Erdwärmekollektoren	Ja	Ja	Ja

Im Ortgebiet von Tegernheim und bei der Erweiterung durch die Erschließung weiterer Neubaugebiete im Donautal kommen zur Nutzung der Erdwärme vorwiegend Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmekollektoren in Frage (siehe auch Maßnahme 10).

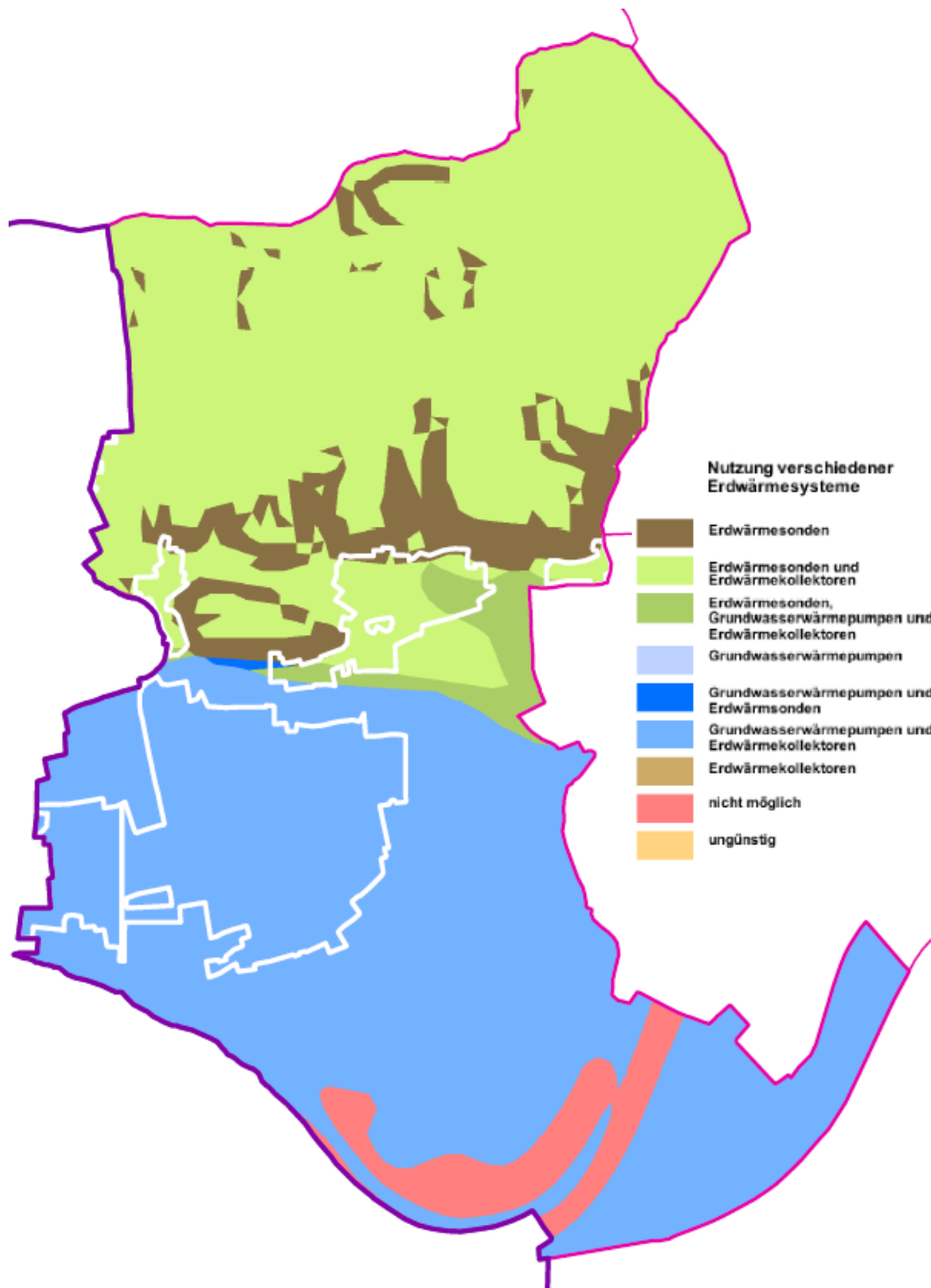


Abbildung 35: Oberflächennahe Geothermie, Nutzung Verschiedener Erdwärmesysteme (LfU 2016)

4.3.2.6.2 Tiefengeothermie

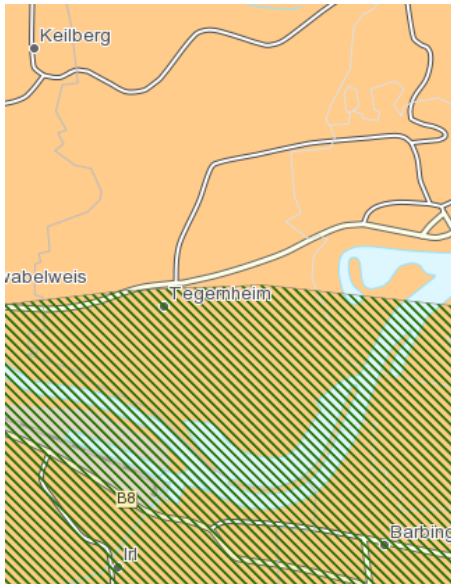


Abbildung 36: Tiefengeothermie, Oberjura Aquifer (GeotIS 2016)

Tegernheim liegt an den Ausläufern des süddeutschen Oberjura-Aquifer (in *Abbildung 36* grün schraffiert).

Nach Prognose des Geothermischen Informationssystems für Deutschland (GeotIS) liegt nur ein geringes Potential vor, dass üblicherweise nur eine Bädernutzung erlauben würde (Balneologie). Folgende Temperaturen werden für den Untergrund vorhergesagt:

- 100 m $12^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
- 1'000 m $53^{\circ}\text{C} \pm 14^{\circ}\text{C}$

GeotIS weist neben dem oben beschriebenen geringen Potenzial zur Nutzung der hydrothermalen Geothermie, ein petrothermisches Potenzial aus (in *Abbildung 36* orange unterlegt). Diese Technologie gilt im Allgemeinen noch als experimentell und dürfte bei den vorliegenden Temperaturen im Untergrund mit erheblichen Bohrkosten einhergehen. Es liegt allerdings keine konkrete Schätzung über die benötigte Bohrtiefe vor.

4.3.2.7 Zusammenfassung

4.3.2.7.1 Strompotenzial aus erneuerbarer Energie

Die Tabelle 20 zeigt den Strombedarf einzelner Sektoren in der Gemeinde Tegernheim.

Tabelle 20: Überblick zum Strombedarf einzelner Sektoren in Tegernheim

Stromverbrauch	in MWh/a	Anteil in %
Privater Haushalte	8.109	68,4
Industrie/GHD	3.324	28,0
Öffentliche Liegenschaften	279	2,4
Straßenbeleuchtung	144	1,2
Gesamt	11.856	100

Erneuerbare Energien erzeugen in der Gemeinde Tegernheim rd. 13 % des momentanen Strombedarfs (vgl. Tabelle 21; siehe auch Abschnitt 4.2.2.2.2, Abbildung 21). Dieser wird nahezu ausschließlich durch PV-Dachflächenanlagen erzeugt und kann derzeit noch zu 100 % innerhalb der Verteilnetzebene verbraucht werden.

Tabelle 21: Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien in Tegernheim zur Strombedarfsdeckung

Bestand 100 % = 11.856 MWh/a	installierte Leistung	erzeugter Strom	Deckungsanteil (Jahresbilanz)
	in kW _p	in MWh/a	regenerativer Anteil
Erneuerbare Energien			
PV-Dachflächenanlagen	1.616	1.555	13*
PV-Freiflächenanlagen	0	0	0
Biomasse / Biogas	0	0	0
Wasserkraft	0	0	0
Gesamt	1.616	1.555	13

* Die 13 % Deckungsanteil entsprechen einer Nutzung von 9 % des ermittelten PV-Dachflächenpotenzials von rd. 18.110 MWh/a.

In der Gemeinde Tegernheim sind zudem 2 Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (Blockheizkraftwerke) in Betrieb, die eine elektrische Leistung von rd. 11 kW aufweisen. Je nach Volllaststundenzahl werden hier rd. 22 MWh Strom pro Jahr (Annahme: 2.000 Volllaststunden) erzeugt.

Durch einen konsequenten Ausbau aller erneuerbaren Energiepotenziale könnte die Gemeinde Tegernheim in der Jahresbilanz rd. 164 % des derzeitigen Strombedarfs selbst erzeugen (siehe Tabelle 22).

Tabelle 22: Überblick zu den Potenzialen erneuerbarer Energien in der Gemeinde Tegernheim zur Strombedarfsdeckung

Gesamtpotenzial Strombedarf Tegernheim 2015: 100 % = 11.851 MWh/a	Potenzial instal- lierbarer Leistung	Potenzial Strommenge	Deckungsanteil (Jahresbilanz)
Erneuerbare Energien	in kW _{p, el}	in MWh _{el} /a	regenerativer Anteil in %
PV-Dachflächenanlagen	17.600	18.110	153
PV-Freiflächenanlagen	0	0	0
Biogas ($\eta_{el} = 38 \%$)	75	600	5,1
Biomasseheizkraftwerk ($\eta_{el} = 24 \%$)	175*	696	5,9
Windkraft	0	0	0
Wasserkraft	0	0	0
Gesamt	30.725	19.406	164

* bei einer Volllaststundenzahl von 4.000 h/a

In Abbildung 37 werden der Bestand und die Potenziale erneuerbarer Stromerzeuger dem derzeitigen Strombedarf gegenübergestellt.

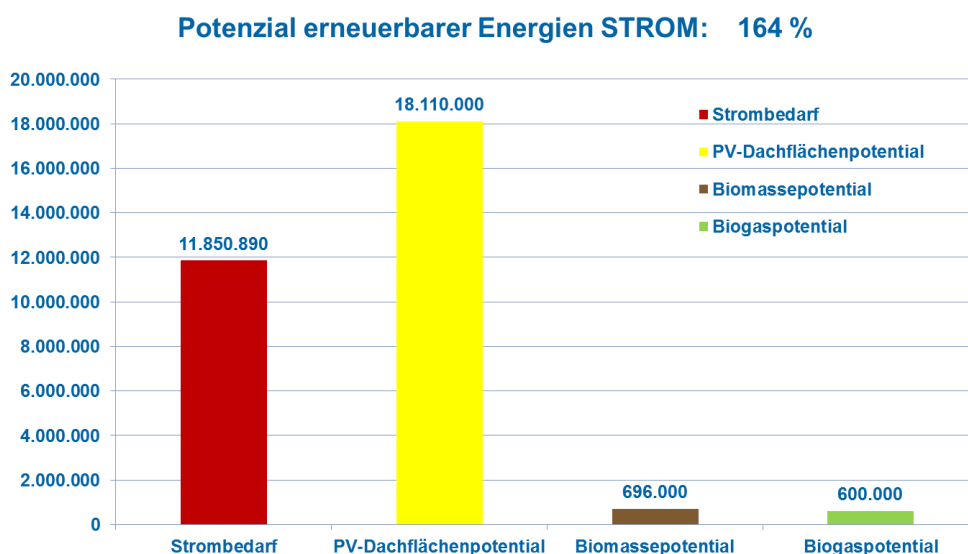


Abbildung 37: Bestand und Potenziale erneuerbarer Energien im Vergleich zum Stromverbrauch in der Gemeinde Tegernheim

4.3.2.7.2 Wärmepotenzial aus erneuerbarer Energie

Der Endenergiebedarf für die Erzeugung von Nutzwärme liegt witterungsbereinigt bei 55.000 MWh/a. Der Anteil an Heizwärme für private Haushalte beträgt davon rd. 97 %. Verbräuche der Industrie, Gewerbe, Dienstleistung und Handel betragen in Summe rd. 3 % und sind damit von untergeordneter Bedeutung. Insgesamt werden rd. 55 % der in Tegernheim verbrauchten Energie für die Wärmebereitstellung eingesetzt, die zu 95 % aus fossilen Energieträgern erzeugt wird.

Um den Anteil fossiler Energieträger zu reduzieren und damit die CO₂-Emissionen zu mindern, stehen prinzipiell folgende Optionen zur Verfügung:

- Verringerung des Energiebedarfs durch Einsparung: Sanierung der Gebäude
- Umstellung auf erneuerbare Energieträger durch
 - dezentrale Lösungen: z. B. Einsatz von solarer Wärmeengewinnung und oberflächennaher Geothermie in Kombination mit Wärmepumpentechnik (siehe Abschnitte 4.3.2.3 und 4.3.2.6.1)
 - zentrale Lösungen: Wärmenetze mit zentraler Energieerzeugung z. B. durch Einsatz von regionaler Biomasse (siehe Abschnitt 4.3.2.2)

Während die dezentralen Lösungen vorrangig für Neubauten vorzusehen sind, ist im Weiteren zu prüfen, in wieweit der Gebäudebestand durch zentrale Wärmenetze sinnvoll erschlossen werden kann (siehe Abschnitt 6.2).

Unter Einbeziehung aller oben aufgezeigten Potenziale zur Wärmeherzeugung können rd. 6,5 % des Wärmebedarfs durch Biomasse und etwa 7,3 % durch Solarthermie (Deckung Brauchwarmwasser) gedeckt werden. Dies entspricht einer Menge von 7.590 MWh/a und einer Senkung des CO₂-Ausstoßes von rd. 1.760 Tonnen pro Jahr (siehe auch Abschnitt 5.3; spezifische CO₂-Emissionen von Erdgas: 232 g/kWh).

Die Reduktion des Endenergiebedarfs im Bereich der Wärme ist dementsprechend mit den Zielen des Bundes von 80 % bis zum Jahr 2050 auf Basis des Jahres 2008 sehr ambitioniert. Die derzeitige Sanierungsrate im Gebäudebestand (Szenario Cb; siehe Abschnitt 4.3.1.1.1 Gebäudesanierung) führt erst sehr langfristig bis im Jahr 2065 zu Energieeinsparungen bei der Wärmebereitstellung, die über 10 % liegen. Selbst bei hohem Sanierungsstandard und großer Sanierungsmotivation kann erst nach langen Zeiträumen eine Einsparung von etwa 10 % erreicht werden:

- Ambitionierte Sanierungsaktivität mit hohem Sanierungsstandard
Szenarios Aa: 9,9 % bis 2025
- Verstärkte Sanierungsaktivität mit hohem Sanierungsstandard
Szenario Ba: 10,3 % bis 2035
- Natürliche Sanierungsaktivität mit hohem Sanierungsstandard
Szenario Ca: 9,38 % bis 2050

4.3.3 Fazit zur Bestands- und Potenzialanalyse

Zusammenfassend können folgende Aussagen als Fazit getroffen werden:

- Der Löwenanteil an Energie verbrauchen die privaten Haushalte:
 - Wärme 97 %
 - Strom 67 %.
- 95 % der Wärme werden mit fossilen Energieträgern - Heizöl und Erdgas - erzeugt.
- Das größte Potenzial erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung bietet der Ausbau von Photovoltaik Dachanlagen und in geringem Umfang die Nutzung lokaler Biomasse.
- Oberflächennahe Geothermie ist grundsätzlich in allen Ortsteilen von Tegernheim zur Wärmeherzeugung nutzbar.
- 10 % der Dachflächen von Wohngebäuden würden für die Brauchwarmwasserbereitstellung mittels Solarthermieanlagen für die Tegernheimer Bürger (ohne Heizungsunterstützung) ausreichen.

- Die Reduktion des Endenergiebedarfs im Bereich der Wärme ist für Tegernheim mit den Zielen des Bundes von 80 % bis zum Jahr 2050 auf Basis des Jahres 2008 sehr ambitioniert. Es ist nicht absehbar, dass dieses Ziel erreicht werden kann. Eine Reduktion des Energiebedarfs von 10 % in einem Zeitraum von 20 Jahren erscheint realistisch. Trotzdem sind hierfür große Anstrengungen zu unternehmen.
- Eine Kombination von Sanierung und Umstieg auf erneuerbare Energien bei der Wärmebereitstellung – dezentral oder zentral über Wärmenetze – bietet weitere Optionen auf dem Weg zu einer klimaneutralen Energieversorgung.

Um die Einsparziele der Bunderegierung in Tegernheim zu erreichen, muss neben der Erschließung der Solarpotenziale ein Umstieg auf erneuerbare Energien in der Breite organisiert werden. Dies kann u. a. durch den Aufbau von zentralen Wärmeversorgungssystemen mit dem Ziel erfolgen, alte und fossil betriebene Heizungsanlagen durch neue und zentral betriebene Heizungsanlagen mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energieträger zu ersetzen.

5. Bilanzierung Energiebedarf und CO₂-Emissionen

Aufbauend auf den Daten der Bestandsanalyse werden im Folgenden Bilanzen zum End- und Primärenergiebedarf sowie der Treibhausgasentwicklung für die Gemeinde Tegernheim dargestellt.

5.1 Endenergiebilanz

In einer zusammenfassenden Endenergiebilanz wird der Energiebedarf aus dem Bilanzjahr 2014 aus den drei Bereichen Wärme, Strom und Mobilität zusammengefasst und bewertet. Der Endenergiebedarf der Gemeinde Tegernheim summiert sich auf insgesamt 100.000 MWh und teilt sich wie folgt auf (vgl. Abbildung 38).

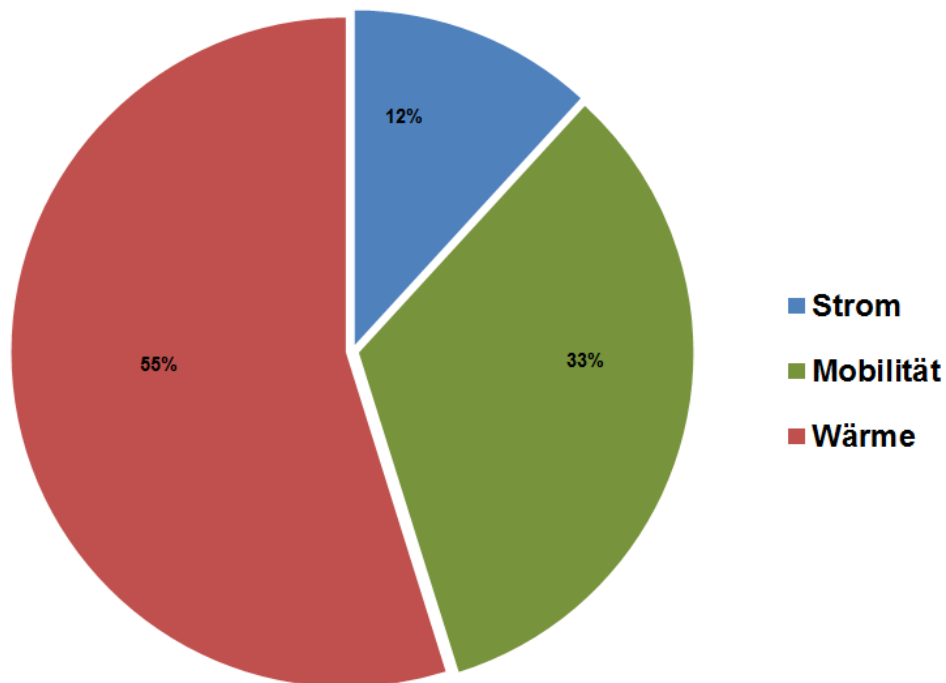


Abbildung 38: Endenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014

In Abbildung 38 ist zu erkennen, dass der in der Öffentlichkeit viel diskutierte Stromverbrauch nur rund 12 % am gesamten Endenergiebedarf der Gemeinde Tegernheim ausmacht. Dies ist auch durch das in der öffentlichen Wahrnehmung verzerrte Bild bzgl. des eingeschätzten Energieverbrauches zu begründen (siehe auch Abbildung 39).

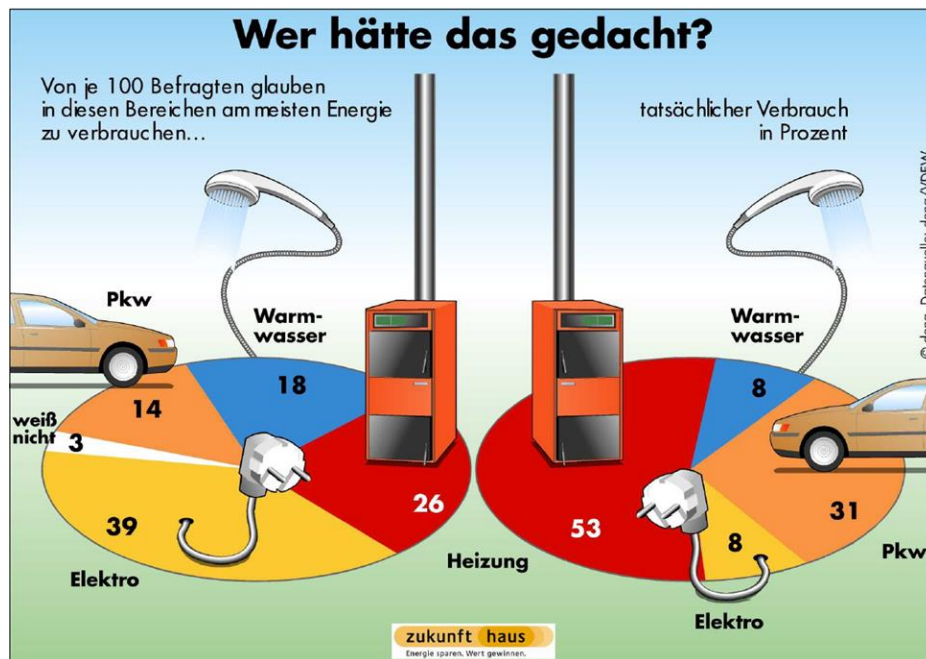


Abbildung 39: Umfrageergebnis zur Einschätzung des Energieverbrauchs
(Quelle Grafik: www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch)

Wichtig sind neben Einsparungen beim Stromverbrauch vor allem nachhaltige Wärmekonzepte und eine zukunftsfähige Entwicklung des Sektors Mobilität, welcher nur schwer zu beeinflussen ist. In der folgenden Abbildung 40 ist dargestellt, welchen Anteil die einzelnen Sektoren insgesamt am Endenergieverbrauch ausmachen.

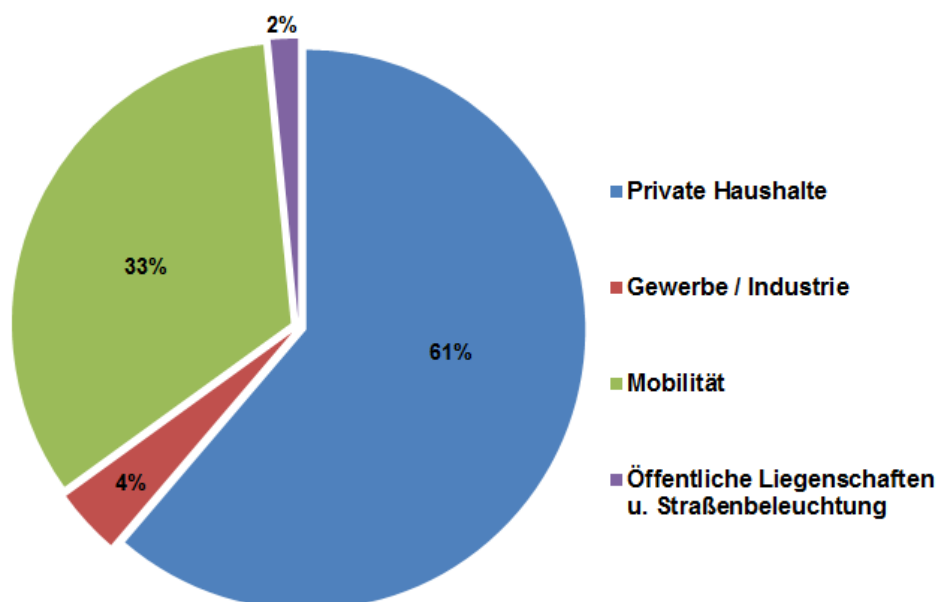


Abbildung 40: Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte nimmt in der Gemeinde Tegernheim mit etwas über 60 % die bedeutendste Rolle ein. Ein Großteil der Energie in diesem Sektor wird

für die Erzeugung von Heizwärme und zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser benötigt. Hier besteht ein großes Einsparpotenzial (siehe Abschnitt 4.3.1), welches von Seiten der Gemeinde Tegernheim allerdings nicht direkt gehoben werden kann. Als zweite große Verbrauchergruppe kann der Sektor Mobilität in Tegernheim identifiziert werden (33 %). Der Endenergiebedarf der öffentlichen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Tegernheim ist im Vergleich zum gesamten Endenergiebedarf mit 2 % gering.

Der Endenergieverbrauch pro Einwohner lag in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 bei gut 19 MWh/a. Der Wert lag somit deutlich unter dem bayerischen (31 MWh/EW/a) und dem bundesdeutschen Durchschnitt (30 MWh/EW/a).

5.2 Primärenergiebilanz

Primärenergie ist die Energie die direkt in den Energiequellen vorhanden ist. Primärenergieträger sind bspw. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Wind, Solarstrahlung usw.. Die Primärenergie wird in Kraftwerken und Raffinerien unter Umwandlungsverlusten in Endenergie (bspw. Strom oder Erdgas, Heizöl und Holzpellets für Heizungsanlagen) umgewandelt.

Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren aus Tabelle 23 kann der Primärenergiebedarf aus den jeweiligen Endenergiebedarfen der einzelnen Energieträger für Strom, Wärme und Mobilität ermittelt werden. Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs gibt eine Einschätzung zur Effizienz der Energieerzeugung im Gemeindegebiet.

Tabelle 23: Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger (AGFW, 2014)

Energieträger / Technologie	Primärenergiefaktor
Benzin	1,26
Diesel	1,20
Heizöl	1,10
Erdgas / Flüssiggas	1,10
Steinkohle	1,10
Braunkohle	1,20
Holz	0,20
Strom	1,80
Umweltenergie	0,00

In Abbildung 41 ist für die Gemeinde Tegernheim die Primärenergiebilanz für das Bilanzjahr 2014 dargestellt. Im Vergleich zum Endenergiebedarf (Abbildung 38) steigt der Primärenergiebedarf auf rd. 120.000 MWh/a an. Der Primärenergiebedarf im Bereich der elektrischen Energieerzeugung liegt bei Zugrundelegung des deutschen Strommix mit etwa 21.000 MWh/a um den Faktor 1,8 höher als der Endenergiebedarf an elektrischer Energie. Trotz des bilanziellen Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung im Gemeindegebiet Tegernheim von rd. 13 %, bezieht jeder Abnehmer weiterhin den Strommix des jeweiligen Energieversorgers. Der Anteil erneuerbarer Energien am Strommix in Deutschland ist im Primärenergiefaktor für Strom bereits berücksichtigt. Der Anteil der elektrischen Energie am gesamten Primärenergiebedarf steigt somit auf 18 % (im Vergleich zum Anteil am Endenergiebedarf von 12 %).

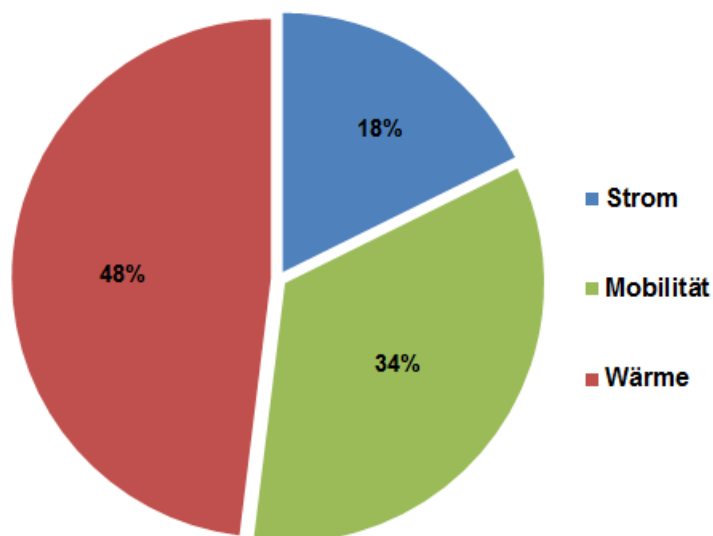


Abbildung 41: Primärenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014

Betrachtet man die Effizienz beim Kraftstoffverbrauch, so wird deutlich, dass die Kraftstoffe nahezu komplett auf fossilen Brennstoffen basieren. Der Primärenergiebedarf erhöht sich im Vergleich zum Endenergiebedarf daher auf 41.000 MWh/a. Der Anteil am Primärenergiebedarf bleibt durch den starken Anstieg der Primärenergie an der elektrischen Stromerzeugung nahezu gleich (siehe Abbildung 41).

Der Primärenergiebedarf zur Wärmeerzeugung erhöht sich um rd. 5 % auf ca. 58.000 MWh/a im Vergleich zum Endenergiebedarf von 55.000 MWh/a. Vor allem die Beiträge, den die regenerativen Energieträger Holz und Solarthermie zur Wärmeerzeugung beisteuern führen in diesem Bereich nur zu einer geringen Steigerung des Primärenergiebedarfs im Vergleich zum Endenergiebedarf (vgl. Abschnitt 5.1).

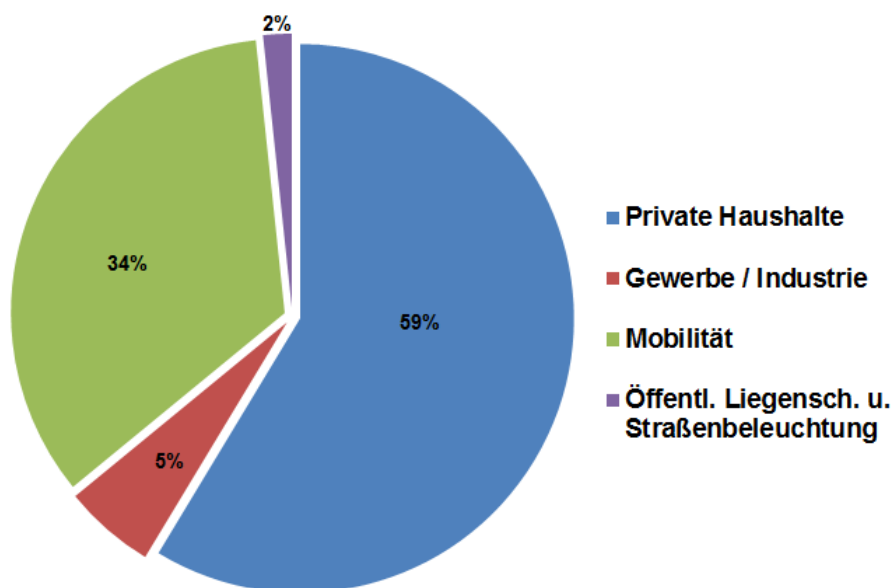


Abbildung 42: Primärenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim im Jahr 2014 nach Sektoren

In Abbildung 42 ist der Primärenergiebedarf in der Gemeinde Tegernheim nach Sektoren dargestellt. Im Vergleich zum Anteil am Endenergiebedarf verringert sich der Anteil der privaten Haushalte am Primärenergiebedarf geringfügig. Ausschlaggebend hierfür ist die Nutzung regenerativer Energien zur Wärmebereitstellung.

Der Anteil des Sektors Gewerbe und Industrie erhöht sich aufgrund des vergleichsweise hohen Verbrauchs an elektrischer Energie etwas.

5.3 CO₂-Bilanz

Die Aktivitäten zur Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energieträger haben in erster Linie das Ziel, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu reduzieren. Um dies messbar zu machen, wurden für die verschiedenen Energieträger jeweils spezifische CO₂-Äquivalente verwendet. Auf deren Grundlage konnten die CO₂-Emissionen im Gemeindegebiet Tegernheim ermittelt werden. Basierend auf diesem Richtwert, kann somit beispielsweise der Erfolg zukünftiger Maßnahmen bewertet werden. Die Angaben zu den CO₂-Äquivalenten basieren auf Werten des Landesamtes für Umwelt (LfU) und aus der GEMIS-Datenbank und sind in Tabelle 24 dargestellt. Der Wert für die spezifischen CO₂-Emissionen des deutschen Strommix entstammt der Veröffentlichung des Umweltbundesamtes (UBA, 2014).

Tabelle 24: CO₂-Äquivalente verschiedener Energieträger

Energieträger / Technologie	CO ₂ -Äquivalente [g CO ₂ /kWh _{Endenergie}]
Deutscher Strommix 2012	562,0
Photovoltaik	69,7
Wasser	1,38
Biogas	240,0
Benzin	339,0
Diesel	321,0
Erdgas	238,0
Heizöl	315,0
Holz	25,0
Solarthermie	35,0

Abbildung 43 zeigt die CO₂-Emissionen aufgeteilt nach den Verbrauchsgebieten. Im Bezugsjahr 2014 lag der gesamte CO₂-Ausstoß in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität bei rd. 32.500 t Kohlendioxid. Der größte Teil der CO₂-Emissionen wird mit 46 % im Bereich der Wärmeproduktion verursacht. Hierfür ist insbesondere der hohe Anteil an Öl- und Gasheizungen im Gebäudebestand verantwortlich. Der Verbrauch elektrischer Energie verursacht rd. 20 % der gesamten CO₂-Emissionen im Stadtgebiet. Mit etwa 34 % verursacht der Bereich der Mobilität die zweitmeisten CO₂-Emissionen.

Mit einem durchschnittlichen CO₂-Ausstoß in Höhe von etwas über 6 t CO₂ pro Einwohner und Jahr liegt die Gemeinde Tegernheim deutlich unterhalb des Bundesdurchschnitts von rd. 11,1 t CO₂ pro Einwohner und Jahr.

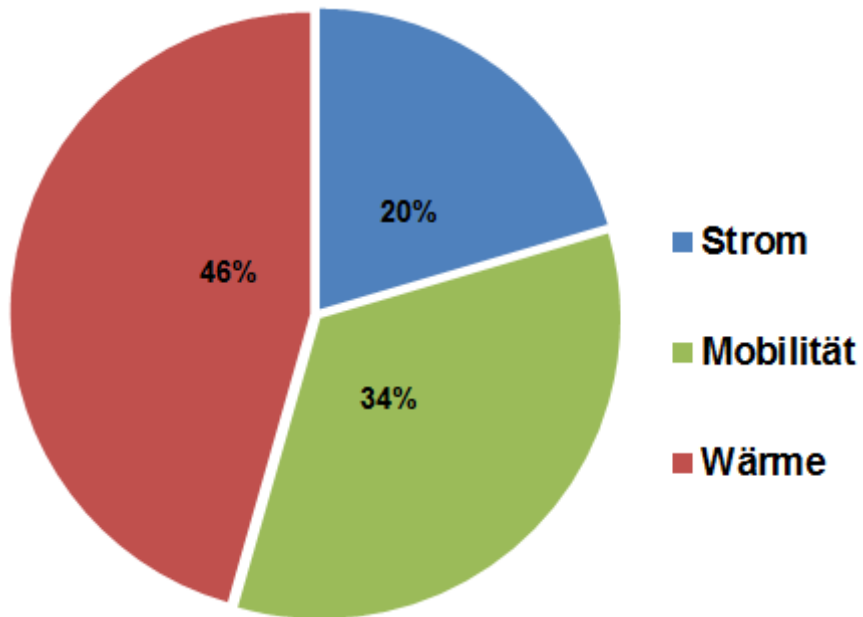


Abbildung 43: CO₂-Emissionen in der Gemeinde Tegernheim

6. Konzeptentwicklung

6.1 Stromversorgung

6.1.1 Ausgangssituation

Eine Besonderheit der Gemeinde Tegernheim ist der geringe Anteil des Sektors Industrie und Gewerbe am Stromverbrauch. Aufgrund der daraus resultierenden konstanten, produktionsunabhängigen Stromnachfrage im Gemeindegebiet wird es kurz- bis mittelfristig zu keinen kritischen Netzbelastungen durch Verbraucherschwankungen kommen (siehe auch Abschnitt 4.2.2.2 Strom und Abschnitt 4.3.2.7.1). Der Verbraucherlastgang ist somit gut prognostizierbar.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird in den nächsten Jahren aufgrund der neuen rechtlichen Vorgaben des EEG 2014 gebremst sein. Tendenziell wird aber gerade im Bereich der Photovoltaik weiterhin ein Ausbau der vorhandenen Potenziale stattfinden.

Die Nutzung, der zwar wenigen aber dennoch vorhandenen Biomasse- und Biogaspotenziale kann für eine gleichmäßige Netzauslastung sorgen (siehe Abbildung 44), ohne das Strom in höhere Spannungsebenen transformiert werden muss (siehe auch Tabelle 25).

Der Gesamtdeckungsanteil in der Jahresbilanz beträgt rd. 24 %.

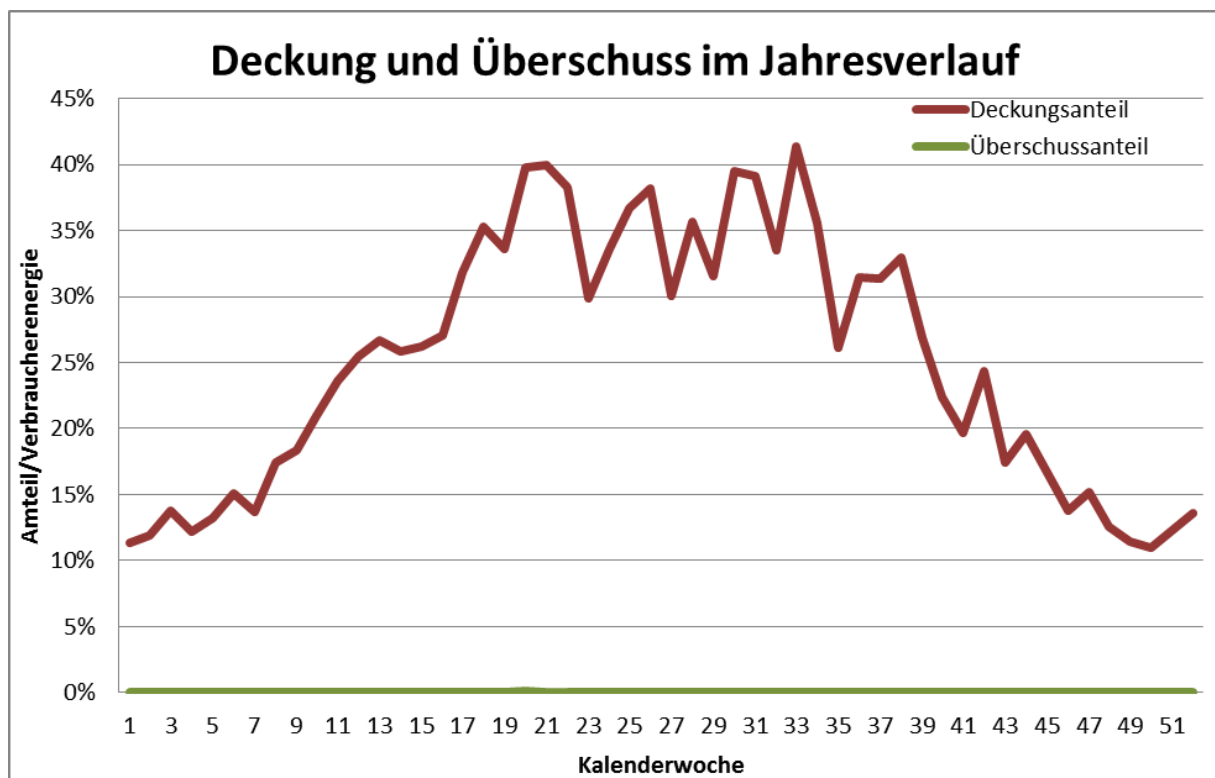


Abbildung 44: Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung der Biomasse- und Biogaspotenziale von rd. 1.296 MWh_{el} pro Jahr bei vorhandener PV-Dachflächenerzeugerleistung von rd. 1.555 kW_p in der Gemeinde Tegernheim mit Wetterdaten von 2012

Tabelle 25: Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 100 % der Biomasse- und Biogaspotenziale ohne weiteren Ausbau der installierten PV-Dachflächenleistung von derzeit rd. 1.555 kW_p

Deckungsanteil Jahresbilanz	24,1 %
Im Verteilnetz verbraucht (Deckungsanteil)	24,0 %
In höhere Netzebenen transformiert (Überschussanteil)	0,1 %

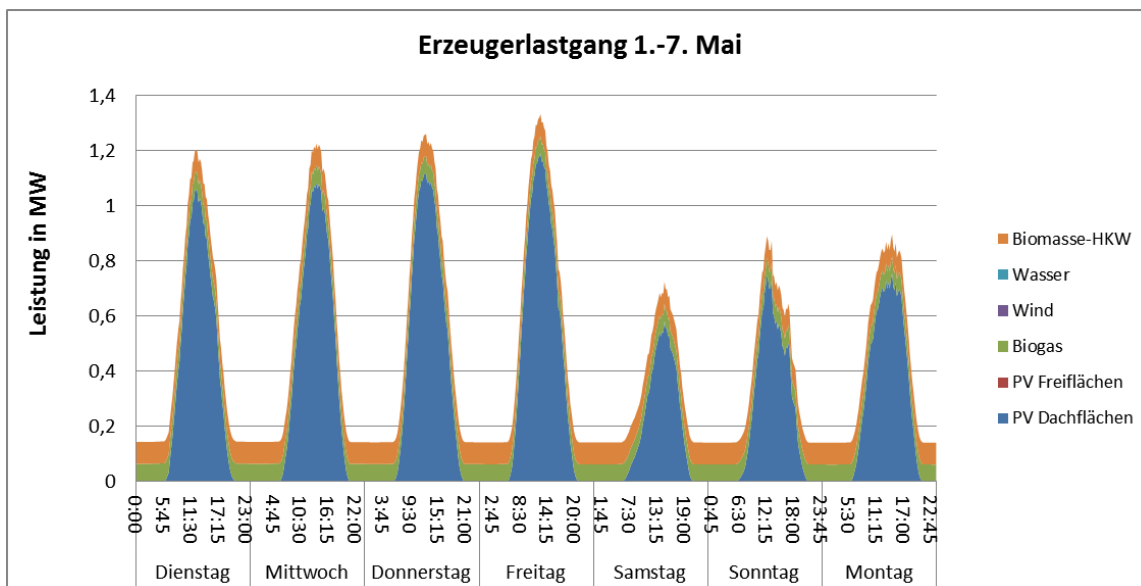


Abbildung 45: Simulierter Erzeugerlastgang bei 100 % Biogas- und Biomassepotenzialnutzung zur Stromerzeugung und gleichbleibender installierter PV-Dachflächenleistung (entspricht 9 % der PV-Dachflächenpotenziale) mit Wetterdaten von 2012

6.1.2 Zielrichtung

Insgesamt wird empfohlen, den Ausbau der Photovoltaik unter Verwendung von Speicher- und Eigenstromnutzungsmöglichkeiten moderat zu forcieren. Bei vollständiger Nutzung der Ausbaupotenziale werden hohe Mengen an „Überschussstrom“ produziert, der nicht auf der Verteilnetz- und Mittelspannungsebene zeitgleich verbraucht werden kann (siehe Abbildung 46 und Tabelle 26) sondern hochtransformiert und abtransportiert werden muss.

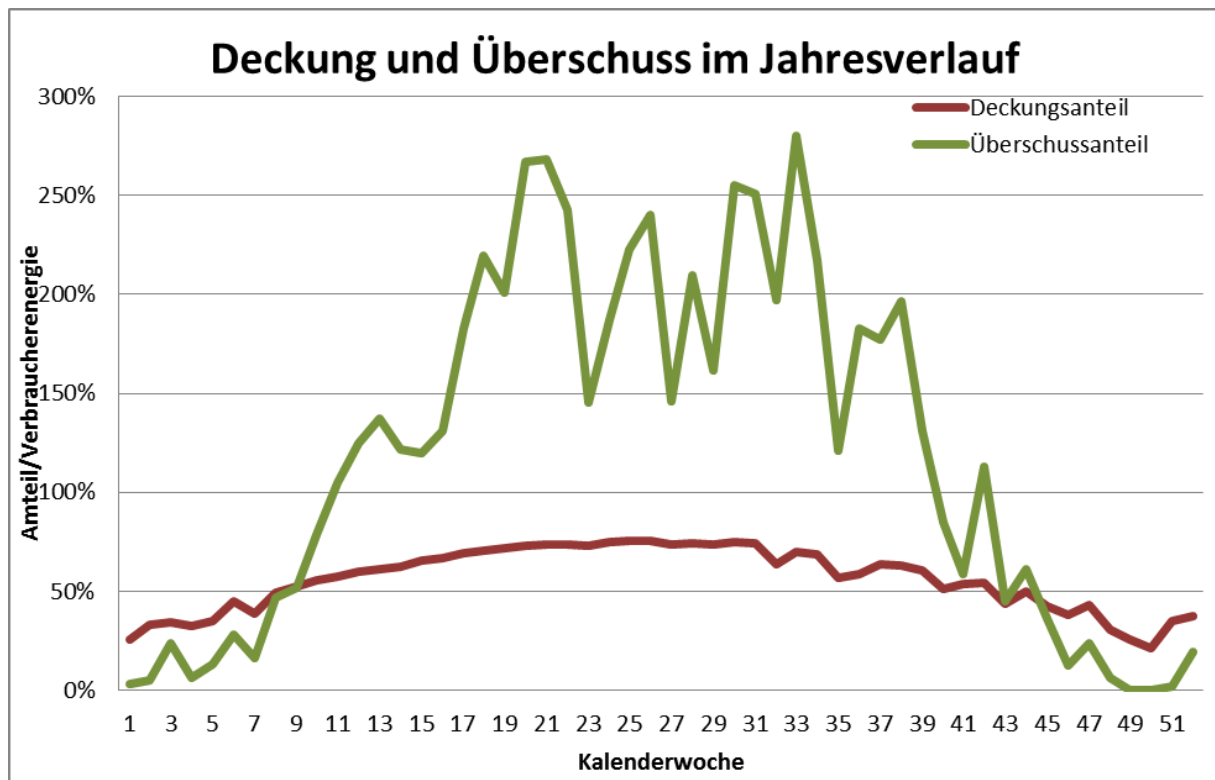


Abbildung 46: Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung aller derzeit vorhandenen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien mit Wetterdaten von 2012

Tabelle 26: Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 100 % der Biomasse- und Biogaspotenziale bei gleichbleibender installierter PV-Dachflächenleistung von rd. 1.555 kW_p

Deckungsanteil Jahresbilanz	163,7 %
Im Verteilnetz verbraucht (Deckungsanteil)	54,3 %
In höhere Netzebenen transformiert (Überschussanteil)	109,4 %

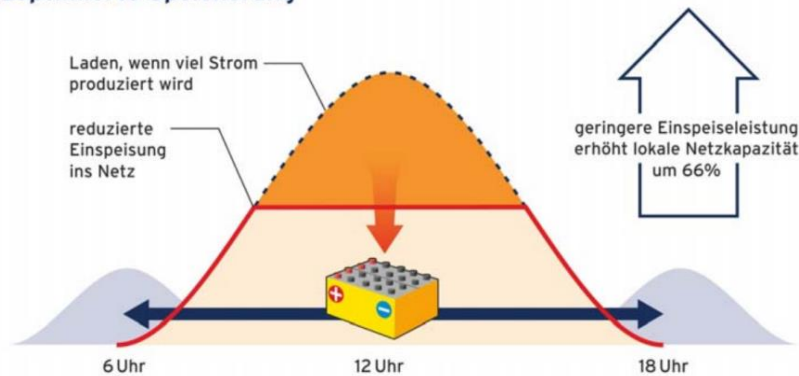
Der Ausbau der Biomassennutzung zur Stromerzeugung erscheint in Tegernheim nur schwer umsetzbar. Zudem ist Biomasse besser zur Wärmeerzeugung geeignet, da Biomasseheizkraftwerke geringe Stromwirkungsgrade besitzen und nur in Kombination mit einem Wärmenetz sinnvoll umzusetzen sind.

Auch Biogaserzeugung zur Stromgewinnung ist aufgrund des geringen Potenziales von lediglich 75 kW_p nur bedingt wirtschaftlich zu erschließen. Eine Nutzung der Abwärme eines Biogas-BHKW in einem Wärmenetz ist ebenfalls Voraussetzung.

Deshalb erscheint ein moderater Ausbau der installierten PV-Dachflächenleistung als sinnvoller Weg. Wie weit dieser Ausbau stattfinden soll, hängt u. a. davon ab, ob Eigenstromnutzungsoptionen genutzt werden. Die durchschnittliche Eigenstromnutzungsrate ohne Energiespeicher liegt in einem 3 Personenhaushalt bei rd. 33 % bei einer 4,5 kW_p Anlage. Diese kann mit einem 2 kWh Speicher auf 44 % gesteigert werden.

Speichersysteme zur Eigenverbrauchssteigerung sind derzeit noch teuer. Die bessere Vergütung über das EEG fängt die hohen Investitionskosten nur teilweise auf, eine Wirtschaftlichkeit kann bei kleinen Batteriesystemen (2 kWh) aber nachgewiesen werden.

netzoptimierte Speicherung



Quelle: BSW-Solar www.solarwirtschaft.de

Abbildung 47: Prinzip einer netzoptimierten Speicherung von PV-Strom

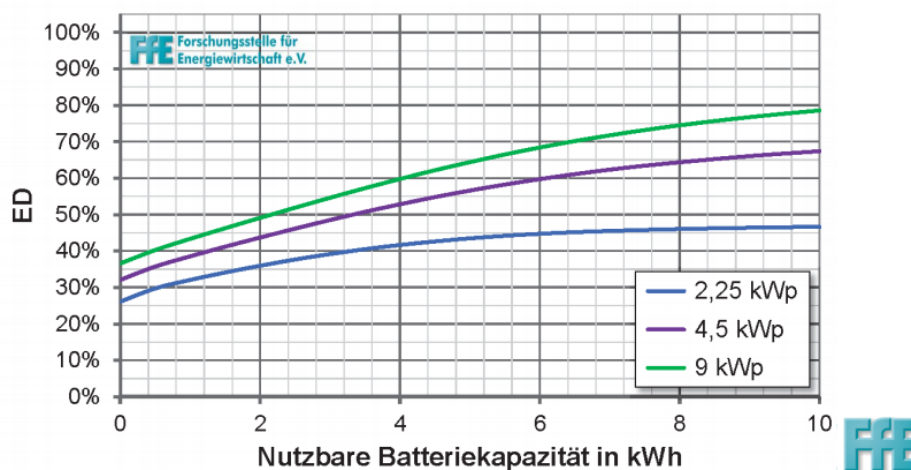


Abbildung 48: Eigenstromnutzungsquote in Abhängigkeit von der Speichergröße für PV-Strom

Unabhängig vom Aufbau von Speicherkapazitäten kann bei einer Verdoppelung der installierten PV-Leistung von derzeit rd. 1.550 kW_p auf dann 3.100 kW_p der Deckungsanteil erneuerbarer Energien beim Stromverbrauch von 13 % auf 25,7 % gesteigert werden. Dabei werden mehr als 93 % des Stroms innerhalb der Verteilnetz- und Mittelspannungsebenen in Tegernheim verbraucht. D. h. lediglich etwa 7 % des erzeugten Stroms müssen auf höhere Netzebenen transformiert werden. Dies entspricht einer Strommenge von knapp 230 MWh/a (siehe Tabelle 27 und Abbildung 49).

Durch die Integration von 1.000 kWh Speicherleistung auf Verteilnetzebene könnte nahezu eine vollständige Nutzung des mit PV erzeugten Stroms innerhalb Tegernheim erreicht werden. Alternativ kann der Strom direkt zur Wärmeerzeugung z. B. in einem Wärmenetz, zum Betrieb von Wärmepumpen oder für die E-Mobilität genutzt werden.

Als Vorzeigebispiel für die Bürger kann die Gemeinde Tegernheim die Erschließung der Dachflächenpotenziale für die Gewinnung und Nutzung von Solarenergie auf den gemeindlichen Liegenschaften vorantreiben (siehe Abschnitt 4.3.2.3).

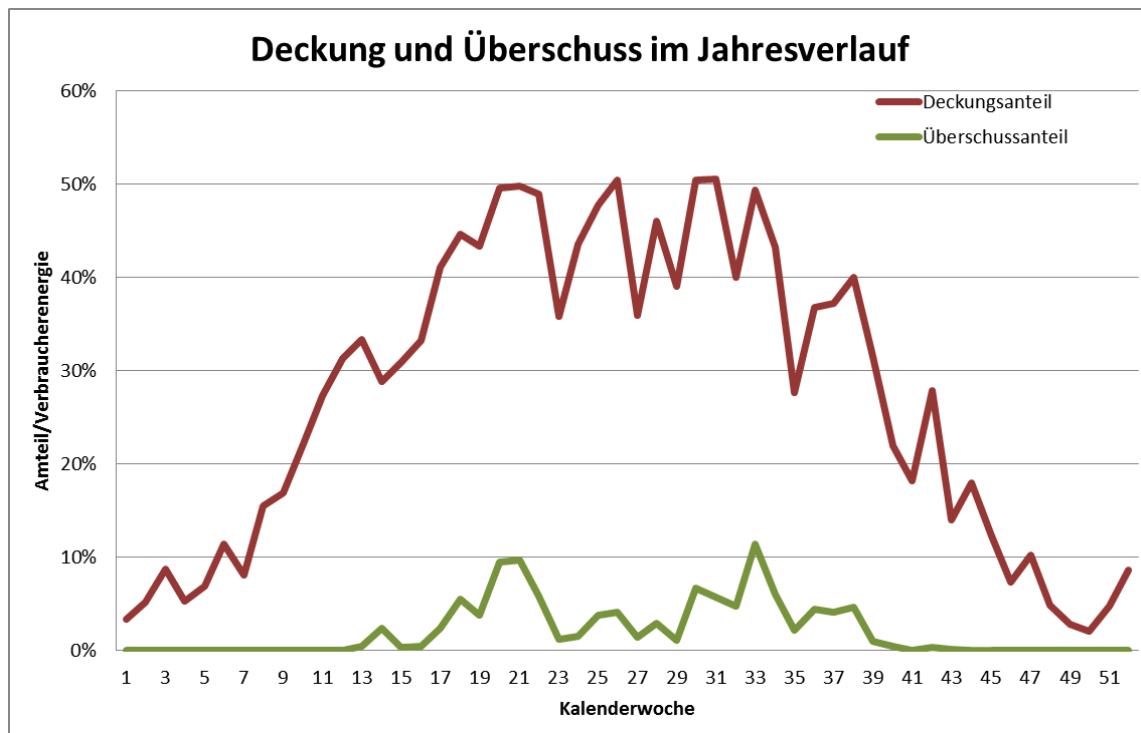


Abbildung 49: Simulierter Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 18 % der vorhandenen Ausbaupotenziale der PV-Dachflächenpotenziale mit Wetterdaten von 2012

Tabelle 27: Deckungsanteil Strom durch Nutzung von 18 % der PV-Dachflächenpotenzial (Verdoppelung des bisherigen Ausbaus)

Deckungsanteil Jahresbilanz	27,5 % (100 % der Stromproduktion)
Im Verteilnetz verbraucht (Deckungsanteil)	25,7 % (93,5 % der Stromproduktion)
In höhere Netzebenen transformiert (Überschussanteil)	1,8 % (6,5 % der Stromproduktion)

Zusammenfassend wird der Gemeinde Tegernheim empfohlen

- die Installation von PV-Dachflächenpotenzialen zu forcieren
- Durchführung eines Vorzeigeprojekts zur Erzeugung und Nutzung solarer Energie auf einer gemeindlichen Liegenschaft

6.2 Wärmeversorgung - Wärmekataster

6.2.1 Ausgangssituation

In der Gemeinde Tegernheim werden rd. 55.000 MWh Wärme im Jahr für die Beheizung von Wohngebäuden (rd. 48.000 MWh/a) und zur Warmwasserbereitung (rd. 7.000 MWh/a) benötigt. Wie im Abschnitt 4.3.2.7.2 bereits skizziert, liegt der Anteil erneuerbarer Energien bei der Wärmeerzeugung bei 5 %.

Im Rahmen der Sanierung ist es nicht immer möglich, den Standard der Gebäude auf ein Niveau über den gesetzlichen Rahmenbedingungen zu heben. Selbst das Niveau der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 ist zum Teil schwer zu erreichen. Die Einteilung der Gebäudealtersklassen (siehe Abschnitt 4.3.1.1.1) zeigt eine zusätzliche Schwierigkeit auf. Einmal sanierte Gebäude bleiben die nächsten 50 Jahre in dieser Form ohne weitere energetische Optimierung bestehen. Zudem besitzt die Gemeinde nur auf den Bau von Neubauten

hinsichtlich der energetischen Ausrichtung bedingten Einfluss, nicht aber auf den zu erreichenden Standard von sanierten Gebäuden. Hier wird bevorzugt zunächst auf den Erhalt der Bausubstanz geachtet und erst in zweiter Linie auf die Optimierung des energetischen Standards. Somit steht unter den derzeitigen Rahmenbedingungen fest, dass allein durch Gebäudesanierung in absehbarer Zeit in Tegernheim kein nennenswerter Beitrag zur CO₂-Emissionsminderung geleistet wird.

6.2.2 Zielrichtung

Deshalb ist es notwendig andere Stoßrichtungen zu verfolgen, die die Gemeinde selbst mit steuern und befördern kann. Wie bei der Stromerzeugung kann hier die Nutzung von solarer Energie oder der Aufbau von zentralen Wärmenetzen unterstützt werden.

Der Aufbau zentraler Wärmenetze verfolgt folgende Ziele:

1. Senkung der Treibhausgasemissionen durch Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger.
2. Senkung der Treibhausgasemissionen durch gleichzeitige Nutzung von Strom und Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in den angeschlossenen Gebäuden.
3. Effizienzsteigerung bei der Versorgung von Gebäuden mit Wärme und Strom durch Steigerung des Jahresnutzungsgrades der Energieerzeugungsanlagen (Wirkungsgradsteigerung): i. d. R. werden Heizungsanlagen auf Spitzenlastbedarf ausgelegt, der nur an besonders kalten Tagen für wenige Stunden am Tag benötigt wird. Die restliche Zeit laufen die meisten Erzeugungsanlagen im ungünstigen Teillastbetrieb und weisen hohe Taktungen auf. D. h. die Erzeugungsanlagen fahren oft an und schalten nach kurzer Zeit wieder ab, da der Wärmebedarf im Gebäudeverteilnetz großen Schwankungen unterliegt. Je größer ein Verteilnetz ist und umso unterschiedlicher die Wärmelastgänge aufgrund des Nutzungsverhaltens der angeschlossenen Verbraucher sind, desto gleichmäßiger ist der Wärmebedarf. Erzeugungsanlagen können somit stetiger betrieben werden. Dies führt zu einer enormen Effizienzsteigerung von Erzeugungsanlagen die in größere Wärmenetze einspeisen gegenüber Einzelgebäudeheizungsanlagen.
4. Es ist vorgesehen, dass die im Gebäudebestand bereits vorhandenen Heizungsanlagen teilweise für die Wärmeenergieerzeugung genutzt werden. Im Betrieb wird darauf geachtet, dass die KWK-Erzeugungsanlagen sowie die Anlagen, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden, vorrangig die Wärme produzieren. Dies hat zur Folge, dass jedes Gebäude mit Wärme aus meist energieeffizienten neuen Heizungsanlagen mit hohen Wirkungsgraden und erneuerbaren Energien versorgt wird.
5. Eine weitere Effizienzerhöhung wird durch den Einsatz eines zentralen Pufferspeichers erreicht, der speziell in den Übergangszeiten und in den Morgenlaststunden des Verteilnetzes hohe Leistungen ohne das Hinzuschalten weiterer Erzeugungsanlagen bereitstellen kann.

Neben den Energie- und CO₂-Einsparvorteilen besitzt der Aufbau eines Verteilnetzes den Vorteil der hohen Flexibilität bezüglich des eingesetzten Energieträgers. Es müssen nur wenige Erzeugungsanlagen modernisiert, erneuert oder durch neue Anlagen ersetzt werden, um sämtliche Anschlussnehmer weiterzuentwickeln. Auch können durch eine offene Gestaltung des Netzes z. B. Solarthermieanlagen mit als Wärmerezeuger integriert werden.

Als weitere positive Effekte von zentralen Versorgungssystemen sind zu nennen:

- Die Schadstoffemissionen werden minimiert, da die wenigen zentralen Erzeugungsanlagen außerhalb liegen und neben dem effizienten und damit schadstoffarmen Betrieb auch aufgrund der Größe mit Abluftreinigungsanlagen ausgestattet sind.

- Durch die Substitution von Erdgas und Heizöl als Energieträger, welches u. a. in Tanks gelagert wird, werden auch aus Sicht des Gefahren- und Hochwasserschutzes flächendeckend Verbesserungen in Tegernheim mit dieser infrastrukturellen Maßnahme erreicht.

Zusammenfassend bietet ein Wärmenetz folgende Vorteile für Tegernheim und die Region:

- eine hohe Versorgungssicherheit durch Nutzung verschiedener Energieträger insbesondere auch Holzhackschnitzel und Erdwärme aus heimischen Ressourcen
- eine hohe Flexibilität bei der Auswahl der Energieträger (bspw. Erdgas, Biomasse, Solarenergie, Geothermie, ...)

Das Verteilnetz liefert somit auch einen Beitrag

- zur regionalen Wertschöpfung durch die Nutzung heimischer Ressourcen im waldreichen Landkreis Regensburg.
- zur Steigerung der Attraktivität von Altbestandgebäuden, bei denen die Fernwärme als Ersatzmaßnahme zu weiterführenden energetischen Sanierungen angerechnet werden kann.

6.2.3 Wärmekataster

Im Folgenden wird deshalb ermittelt, ob und welche Bereiche es in Tegernheim gibt, die für den Aufbau einer Infrastruktur im Bereich der Energieversorgung für die nächsten 40 bis 50 Jahre geeignet sind. Instrument hierfür ist die Entwicklung eines Wärmekatasters das auf einer Auswertung des Gebäudebestandes basiert. Hierfür werden die Daten der Bestands- und Potenzialermittlung aus Abschnitt 4.2.2.1 weiter ausgewertet und analysiert und wichtige Kennzahlen berechnet (siehe Abschnitt 7.1.2 Kennzahlen zu Wärmenetze).

In Abbildung 50 ist die berechnete Wärmebelegungsdichte und der auf die Siedlungsfläche bezogene Wärmebedarf von Tegernheim dargelegt. Daraus ist abzulesen, dass insbesondere im Zentrum von Tegernheim im Bereich der Ring- und Wiedmannstraße hohe Wärmebelegungsdichten, bedingt durch den Alt-Gebäudebestand, vorhanden sind. Auch die Tegernheimer Kellerstraße und Altdorfstraße zeigen hohe Wärmebelegungsdichten. Grundsätzlich weisen diese Bereiche in Verbindung mit den dort befindlichen öffentlichen Liegenschaften und großen Wärmeverbrauchern (A1: Rathaus und Feuerwehrhaus; A2: Schule, Seniorenheim, Kindergarten) günstige Bedingungen für die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung auf. Somit können nach Prüfung der Kennzahlen folgende Ansätze für Wärmenetze verfolgt werden (siehe auch Abbildung 52):

- A1 Wiedmannstraße – Ringstraße
 - A1.1 Nordwesterweiterung Ringstraße
 - A1.2 Nordosterweiterung Ringstraße
 - A1.3 Süderweiterung Kirchstraße
- A2 Schulzentrum

In den Ortsteilen „Am Schluchtenweg“ als auch „An der Weinbergstraße“ konnten für den Aufbau von Wärmenetzen keine günstigen Voraussetzungen identifiziert werden. Beide Ortsteile weisen den Charakter von Streusiedlungen auf, so dass relativ lange Wärmetrassen für eine zentrale Wärmeversorgung notwendig sind. Dies führt zu unverhältnismäßig hohen Investitionskosten und Wärmeverlusten eines möglichen Wärmenetzes.

Grundsätzlich sind die oben aufgeführten Ansätze für Wärmenetze als Ausgangspunkt für den Aufbau eines flächendeckenden Wärmenetzes für die Gemeinde Tegernheim zu be-

trachten. Allgemein weist der Ortsteil Tegernheim durch seine Siedlungsstruktur mit einem relativ hohen Anteil Mehrfamilienhäuser und einem großen Anteil Altbestand in vielen Straßenzügen mit Sanierungsbedarf – günstige Rahmenbedingungen auf.



Abbildung 50: Wärmekataster: Auswertung der Wärmebelegungsichte und Wärmebedarf für Siedlungsflächen in der Gemeinde Tegernheim.

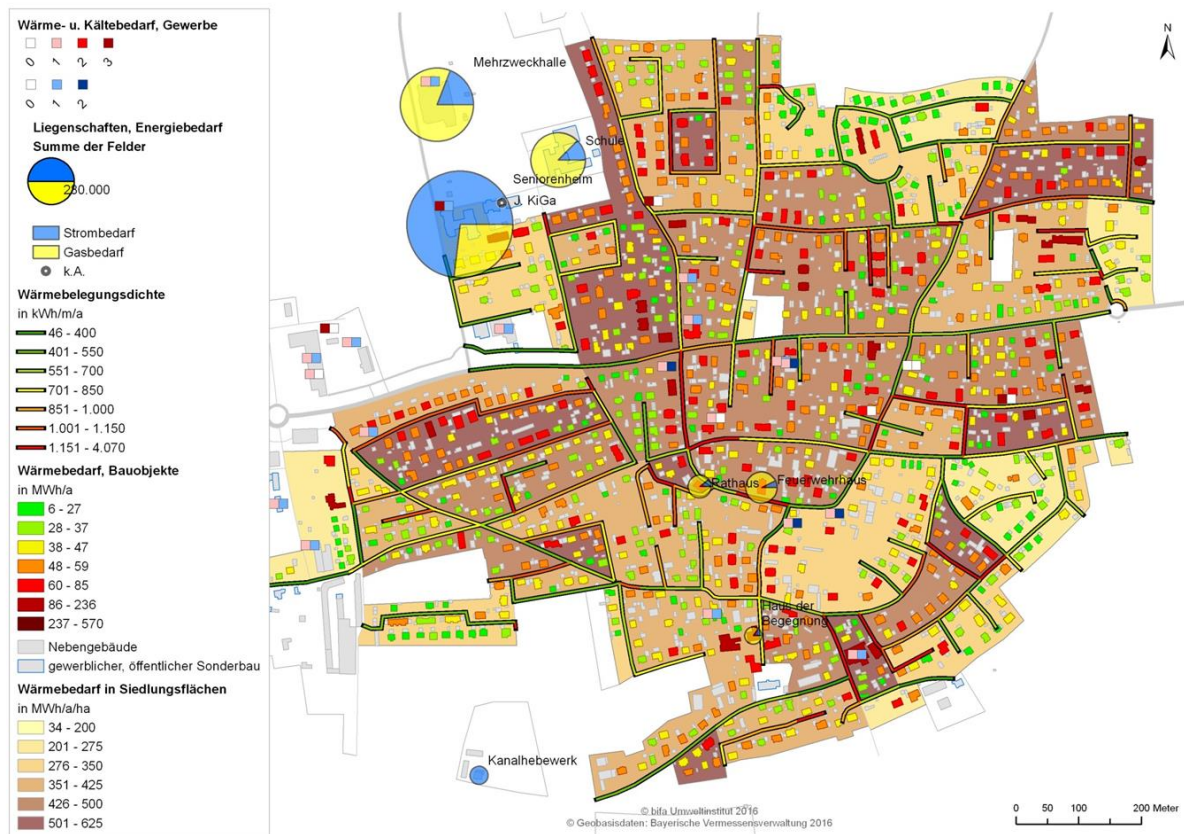


Abbildung 51: Wärmekataster: weiterführende Auswertung – Aufnahme von öffentlichen Liegenschaften und durch Klassenbildung anonymisierten Unternehmensdaten

Für die identifizierten Ansätze A1 und A2 wurde eine erste technische Auslegung vorgenommen und Kennzahlen ermittelt (siehe Abschnitt 7.1.2 „Kennzahlen zu Wärmenetze“). Weisen die Kennzahlen in Summe auf günstige Rahmenbedingungen hin, so werden im Abschnitt 7.1 weiterführende Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt.

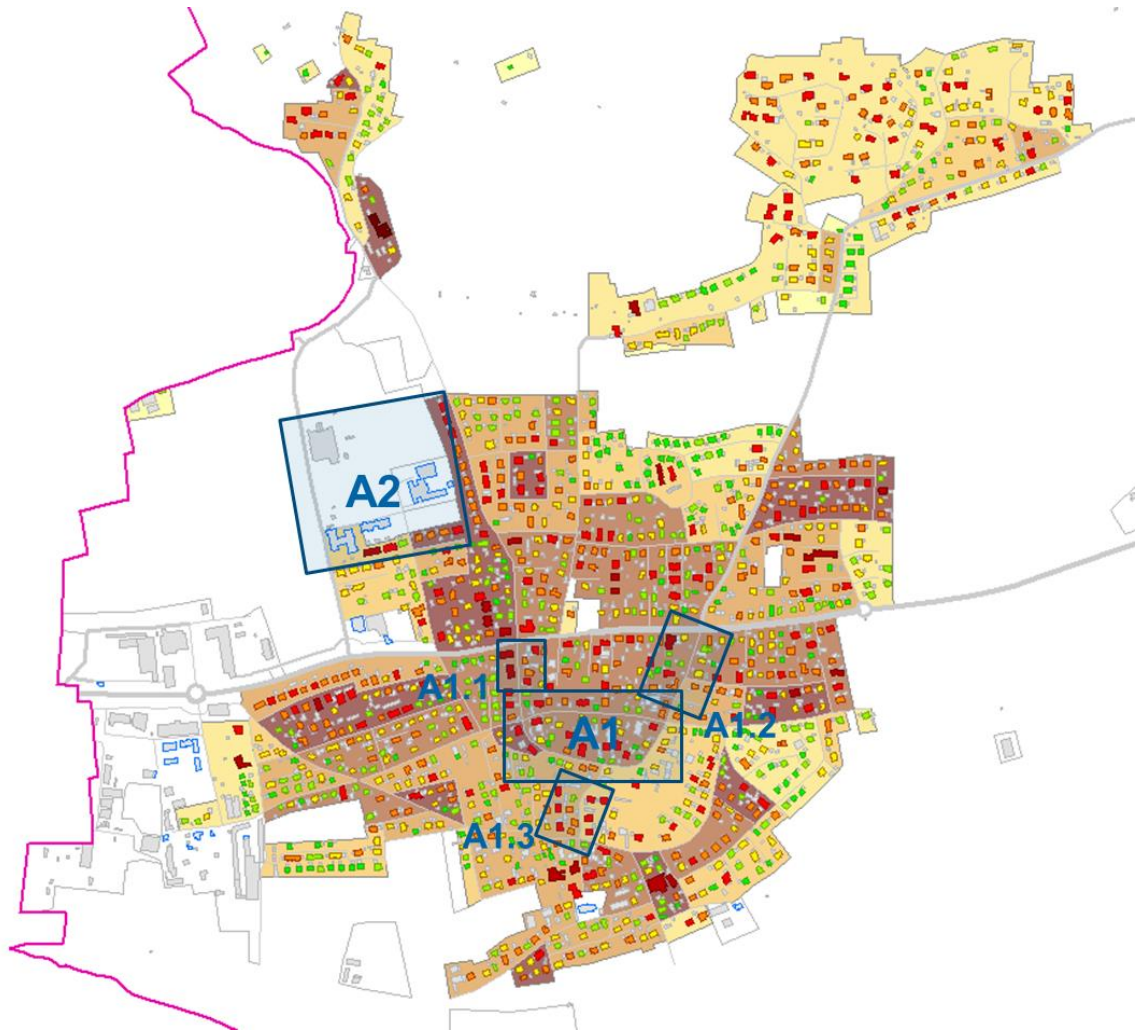


Abbildung 52: Wärmekataster: Ansätze für Wärmenetze in der Gemeinde Tegernheim

6.3 Fazit

Die konzeptionelle Betrachtung hat gezeigt, dass sich die Gemeinde Tegernheim bei der Maßnahmenentwicklung auf folgende Punkte konzentrieren sollte, um weiterhin Fortschritte im Umgang mit Energie zu erreichen und einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Die Maßnahmen lassen sich deshalb in zwei Blöcke unterteilen:

Maßnahmenbereich, welche die Gemeinde unmittelbar umsetzen kann:

- Steuerung und Controlling der Verbräuche in kommunalen Liegenschaften (Vorbildfunktion der Gemeinde)
- Schaffung der Rahmenbedingungen für die Entwicklung von weiterführenden Energiekonzepten für Altwohnungsbestand und Neubausiedlungen

Maßnahmen, welche die Gemeinde mittelbar mitgestalten kann:

- Unterstützung beim Ausbau und Nutzung solarer Energie
 - in kommunalen Liegenschaften
 - Motivation der Bürger zur Nutzung solarer Energie
- Unterstützung bei der Entwicklung von Gemeinschaftsprojekten wie bspw.
 - Wärmenetze als Bürgernetze
 - Zur Verfügung Stellung von kommunalen Dachflächen für Bürgersolaranlagen
 - Aufklärungsarbeit zum Thema Energieeinsparung (z. B. in Schulen)

Ausgehend von den oben beschriebenen Bereichen wurden Maßnahmen zusammen mit der Projektgruppe Energie – zusammengesetzt aus Vertretern der Gemeinde Tegernheim - für Tegernheim entwickelt und ausgearbeitet (siehe Kapitel 7).

Für die Projektansätze Wärmenetze wurden zudem erste Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt.

7. Maßnahmen und Umsetzungsprojekte

7.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Nahwärmenetze

7.1.1 Grundlagen und KWK-Gedanke

Im Energiekonzept der Deutschen Bundesregierung spielt der Ausbau der Kapazitäten von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) eine wichtige Rolle. Dahinter steckt die Tatsache, dass durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme hohe Gesamtwirkungsgrade erzielt werden können. Dabei wird neben Strom – einer hochwertigen Energieform – auch Abwärme erzeugt. Während Strom für vielfältige Zwecke verwendet werden kann, hängen die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme von dessen Exergiegehalt ab. Dabei werden typische Abwärmertemperaturen aus KWK-Anlagen von 50 bis 130 °C als eher niederkalorisch bezeichnet (stromgeführte Anlagen, die im Kondensationsbetrieb gefahren werden, erreichen maximal Temperaturen bis 100 °C). Zudem wird der Abwärme ein relativ geringer Exergiegehalt zugeschrieben. Das Nutzungspotenzial wird aufgrund der eingeschränkten Verwendungszwecke dabei mit gering bis mäßig eingestuft. Eine sinnvolle und nahezu vollständige Nutzung der Abwärme ist aber Voraussetzung zum Erreichen hoher Gesamtnutzungsgrade von KWK-Anlagen. Die Restwärme aus der Stromerzeugung mit Temperaturen von ca. 50 bis 130 °C – je nach Anlagentyp – wird deshalb überwiegend zur Bereitstellung von Heizwärme für Wohn- und Nutzgebäude, wie Ein- oder Mehrfamilienhäuser sowie Büro- oder Verwaltungsbauten, herangezogen. Vielerorts werden aufgrund des Zuwachses an KWK-Anlagen Nah- und Fernwärmenetze neu errichtet oder bestehende Netze ausgebaut.

Die Höhe des Gesamtnutzungsgrades von KWK-Anlagen hängt dabei maßgeblich von der Häufigkeit einer zeitgleichen Nachfrage von Strom und Wärme ab, welche durch die betreffende Anlage gedeckt werden soll. Im idealen Fall würde die Nachfrage an Wärme vollständig mit der Nachfrage an Strom korrelieren. Dies würde aus ökologischer Sicht zu einem Minimum an Primärenergieeinsatz führen und sich zudem günstig auf die Ökonomie einer KWK-Anlage auswirken, da der eingesetzte Brennstoff bestmöglich eingesetzt würde.

Aus betriebswirtschaftlichen Gründen ist dies – z. B. bei Biomasse- und Biogasanlagen, die nach dem EEG gefördert werden, aber auch bei Kraft-Wärme gekoppelten Gaskraftwerken, wenn es um die Bereitstellung von Spitzenstrom geht – nicht immer umsetzbar. Somit besteht kurz- bis mittelfristig für stromgeführte KWK-Anlagen die Gefahr, Überkapazitäten an Wärme, insbesondere in den Sommermonaten, bereitzustellen, die keiner Verwendung zugeführt werden können.

Langfristig können sich, wie eine Studie der TU Berlin (Erdmann & Dittmar, 2010) zeigt, sogar bei wärmegeführten KWK-Anlagen Engpässe bei der Einspeisung ins Stromnetz ergeben, da es bis 2030 durch den parallel stattfindenden Ausbau erneuerbarer Energien zu zeitlichen Überschneidungen in der Stromproduktion von KWK-Anlagen und z. B. Windkraftanlagen kommen und zeitweise damit zu einer „negativen“ Residuallast führen kann. Dies sollte bei weiteren Planungen bzgl. des Ausbaus von KWK-Anlagenkapazitäten von den regionalen Energieversorgern zukünftig trotz des gesetzlichen Vorrangs von KWK- und EE-Strom aus ökologischer Sicht berücksichtigt werden.

Effizienzsteigerungspotenziale können auch durch die Substitution dezentraler Einzelversorgungslösungen und der Schaffung von Nahwärmeverbunden gehoben werden. Hierfür wurden konkrete Projektansätze im Folgenden beschrieben.

Allgemein ist anzumerken, dass neben den wirtschaftlichen Faktoren auch ökologische Faktoren wie die treibhausgasmindernde Wirkung der Projekte bei einer Entscheidung „Für“ oder „Wider“ maßgebliche Bedeutung haben sollten. Insbesondere gilt dies für Maßnahmen, die in gemeindlicher Hand liegen.

7.1.2 Kennzahlen zu Wärmenetzen

7.1.2.1 Einführung Kennzahlen

Im Vorfeld kann die Chance auf einen wirtschaftlichen Betrieb abgeschätzt werden. Dies erfolgt durch einen Vergleich von Kennzahlen, die sich aufgrund der technischen Auslegung eines Wärmenetzes und der Wärmeabnehmerstruktur ergeben (vgl. Tabelle 28) werden: Kann es sich lohnen das Projekt weiterzuverfolgen?

Tabelle 28: Kennzahlen für Wärmenetze (Zusammenstellung bifa Umweltinstitut)

Kennzahlen	Kennwert	Einheit
Wärmebelegungsdichte	> 0,5 (1,5)	MWh/m/a
Wärmedichte bezogen auf Fläche	> 300	MWh/ha/a
Wärmedichte bezogen auf die Zahl der Anschlussnehmer	> 15 - 20	MWh/N/a
Spezifische Anschlussleistung	> 10 – 15	kW/N
Spezifische Netzlänge (m pro Anschluss bei „vielen“ kleinen Verbrauchern mit weniger als 25 MWh/a)	< 50	m/N
Vollbenutzungsstundenzahl (Wärmemenge verkauft / Nennleistung aller Verbraucher)	> 1.400	h/a

Weitere Kriterien

Wie sind die Baualtersklassen im Umgriffsgebiet?

Wie groß ist der Anteil von unbefestigtem Grund bei der Trassenführung?

Gibt es größere öffentliche Liegenschaften im Umgriffsgebiet (z. B. Schulen, Kindergärten, Bäder)?

Sind ganzjährige Verbraucher wie Rechenzentren oder ganzjährig geöffnete Bäder mit gleichmäßigem Verbrauch vorhanden?

Sind bereits integrierbare Erzeugungsanlagen oder Wärmequellen vorhanden (z. B. Biogasanlage, Abwärme aus Industrieprozess, ...)?

Gibt es Synergieeffekte, die genutzt werden können (z. B. Kanalsanierung bei Straßen, energetische Sanierungsmaßnahmen Gebäude, ...)?

⇒ Gesamtbewertung:* Projekt weiter verfolgen

* weitere mögliche Aussagen: „Projekt kritisch“ oder „keine Aussage möglich, es müssen weitere Kennzahlen ermittelt werden“ können nach Bedarf integriert werden.

Diese Kennzahlen können als erste Entscheidungshilfe zur Abschätzung für die Sinnhaftigkeit eines kommunalen Wärmenetzprojekts herangezogen werden. Sie ersetzen aber keineswegs eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung (siehe Kapitel 7.1).

7.1.2.2 Kennzahlen des Wärmenetzes am Schulzentrum

Tabelle 29: Kennzahlenauswertung für Wärmenetz Schulzentrum)

Kennzahlen	Kennwert	Einheit	Wärmenetz- zahlen
Wärmebelegungsdichte	> 0,5 (1,5)	MWh/m/a	2,1
Wärmedichte bezogen auf Fläche	> 300	MWh/ha/a	> 300
Wärmedichte bezogen auf die Zahl der Anschlussnehmer	> 15 - 20	MWh/N/a	280
Spezifische Anschlussleistung	> 10 – 15	kW/N	193
Spezifische Netzlänge (m pro Anschluss bei „vielen“ kleinen Verbrauchern mit weniger als 25 MWh/a)	< 50	m/N	130
Vollbenutzungsstundenzahl (Wärmemenge verkauft / Nennleistung aller Verbraucher)	> 1.400	h/a	1.850
Weitere Kriterien			
Wie sind die Baualtersklassen im Umgriffsgebiet?			älter 20 Jahre
Wie groß ist der Anteil von unbefestigtem Grund bei der Trassenführung?			> 50 % befestigt
Gibt es größere öffentliche Liegenschaften im Umgriffsgebiet (z. B. Schulen, Kindergärten, Bäder)?			Ja: Haus Urban, Kindergarten und Grundschule
Sind ganzjährige Verbraucher wie Rechenzentren oder ganzjährig geöffnete Bäder mit gleichmäßigem Verbrauch vorhanden?			Nein
Sind bereits integrierbare Erzeugungsanlagen oder Wärmequellen vorhanden (z. B. Biogasanlage, Abwärme aus Industrieprozess, ...)?			Ja: Wärmepumpen und Gaskessel im Haus Urban
Gibt es Synergieeffekte, die genutzt werden können (z. B. Kanalsanierung bei Straßen, energetische Sanierungsmaßnahmen Gebäude, ...)?			Sanierungsnotwendigkeit in der Grundschule und im Kindergarten
⇒ Gesamtbewertung:* Projekt weiter verfolgen			JA

* weitere mögliche Aussagen: „Projekt kritisch“ oder „keine Aussage möglich, es müssen weitere Kennzahlen ermittelt werden“ können nach Bedarf integriert werden.

Die ermittelten Kennzahlen können in Summe als gut bewertet werden. Das Projekt wird deshalb einer weiterführenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen (siehe Abschnitt 7.1.4).

7.1.2.3 Kennzahlen des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße

Tabelle 30: Kennzahlenauswertung für Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße mit 100 % Anschlussquote)

Kennzahlen	Kennwert	Einheit	Wärmenetz- zahlen
Wärmebelegungsdichte	> 0,5 (1,5)	MWh/m/a	1,4
Wärmedichte bezogen auf Fläche	> 300	MWh/ha/a	426 - 500
Wärmedichte bezogen auf die Zahl der Anschlussnehmer	> 15 - 20	MWh/N/a	43
Spezifische Anschlussleistung	> 10 – 15	kW/N	22
Spezifische Netzlänge (m pro Anschluss bei „vielen“ kleinen Verbrauchern mit weniger als 25 MWh/a)	< 50	m/N	31
Vollbenutzungsstundenzahl (Wärmemenge verkauft / Nennleistung aller Verbraucher)	> 1.400	h/a	2.000
Weitere Kriterien			
Wie sind die Baualtersklassen im Umgriffsgebiet?			älter 20 Jahre
Wie groß ist der Anteil von unbefestigtem Grund bei der Trassenführung?			< 10 % befestigt
Gibt es größere öffentliche Liegenschaften im Umgriffsgebiet (z. B. Schulen, Kindergärten, Bäder)?			Nein: Verbrauch Rathaus relativ gering
Sind ganzjährige Verbraucher wie Rechenzentren oder ganzjährig geöffnete Bäder mit gleichmäßigem Verbrauch vorhanden?			Nein
Sind bereits integrierbare Erzeugungsanlagen oder Wärmequellen vorhanden (z. B. Biogasanlage, Abwärme aus Industrieprozess, ...)?			Nein
Gibt es Synergieeffekte, die genutzt werden können (z. B. Kanalsanierung bei Straßen, energetische Sanierungsmaßnahmen Gebäude, ...)?			Synergieeffekt möglich: Trinkwasserleitungsbau steht an
⇒ Gesamtbewertung:* Projekt weiter verfolgen			JA

* weitere mögliche Aussagen: „Projekt kritisch“ oder „keine Aussage möglich, es müssen weitere Kennzahlen ermittelt werden“ können nach Bedarf integriert werden.

Die ermittelten Kennzahlen können in Summe als gut bewertet werden. Das Projekt wird deshalb einer weiterführenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen (siehe Abschnitt 7.1.5).

7.1.3 Berechnungsgrundlagen für Nahwärmenetze

Die Berechnung zur Wirtschaftlichkeit der Nahwärmenetze erfolgt gemäß VDI 2067. Hierfür werden folgende Annahmen getroffen:

- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Zinssatz (Mischzins: KfW u. Kapitalmarkt) 2,93 %
- Die angegebenen Preis sind Nettopreise
- Bei den angenommenen Investitions- und Betriebskosten handelt es sich um durchschnittliche Marktpreise und nicht um konkrete Angebotspreise. In der tatsächlichen Umsetzung können die Preise daher abweichen.
- Mögliche Förderungen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sind berücksichtigt.
- Die errechneten Wärmegestehungskosten verstehen sich als mittlere Kosten über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Im Weiteren werden die Basisdaten dargestellt und die unterschiedlichen Kosten (Verbrauchskosten, Kapitalkosten, Investitionskosten, Brennstoffkosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten, Betriebskosten, ...) für die beiden Wärmenetze Schulzentrum und Ring- / Wiedmannstraße berechnet. Sie stellen die Kalkulationsbasis der Wärmegestehungskosten dar und sind ausschlaggebend für deren Umsetzungserfolg.

7.1.4 Basisdaten Wärmenetz Schulzentrum

Im Gemeindegebiet Tegernheim liegen im Bereich westlich der Grundschule mehrere große Wärmeverbraucher in unmittelbarer Nähe zueinander. Der Aufbau einer Wärmeversorgung über eine gemeinsame Heizzentrale kann der Startschuss für eine flächendeckende Wärmeversorgung in der Gemeinde Tegernheim sein. Die Chancen für eine erfolgreiche Umsetzung sind gut, da günstige Rahmenbedingungen vorliegen. Die Wärmeabnehmer garantieren eine hohe Wärmebelegungsdichte von 2.180 MWh/a/m (kWh im Jahr pro Meter Trasse).

In einer ersten Umsetzungsphase können folgende Wärmeverbraucher an das Wärmenetz angeschlossen werden:

- Grundschule inkl. Kinderhaus
- Mehrzweckhalle
- Kindergarten und Kinderkrippe der Johanniter
- Seniorenheim „Urban“
- Geplanter Neubau betreutes Wohnen

Zur Ermittlung der Wärmebedarfe der oben gelisteten Wärmeabnehmer wurde nach Möglichkeit auf Wärmeverbrauchswerte der Liegenschaften zurückgegriffen. Wo dies nicht möglich war wurden die Wärmebedarfe anhand von Kennzahlen hochgerechnet. Das oben beschriebene Wärmenetz (siehe auch Abbildung 53) kann mit folgenden Parametern charakterisiert werden:

- Wärmebedarf im Ist-Zustand 1.400 MWh/a
- Länge des Netzes 650 m
- Spitzenlast 850 kW



Abbildung 53: Erste Ausbaustufe des Wärmenetzes an der Grundschule (roter Stern: Standort der Heizzentrale)

In der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnung für das oben beschriebene Wärmenetz werden die in Tabelle 31 vorgestellten Versorgungsvarianten untersucht.

Tabelle 31: Übersicht der untersuchten Wärmeversorgungsvarianten im Wärmenetz Grundschule

	Erzeugungsanlagen	Ziel
Variante 1	<ul style="list-style-type: none"> • Erdgas-BHKW (150 kW_{el}) • Erdgas-Spitzenlast (665 kW_{th}) • Erdgas-Redundanz (665 kW_{th}) 	Grundlastversorgung mittels Erdgas-BHKW, Spitzenlast und Redundanz über Erdgaskessel
Variante 2	<ul style="list-style-type: none"> • Holzhackschnitzelkessel (300 kW_{th}) • Erdgas-Spitzenlast (600 kW_{th}) • Erdgas-Redundanz (600 kW_{th}) 	Grundlastversorgung mittels Holzhackschnitzelkessel, Spitzenlasten Redundanz über Erdgaskessel

7.1.4.1 Kapitalgebundene Kosten

Zur Berechnung der kapitalgebundenen Kosten werden die nachfolgenden Investitionskosten berücksichtigt:

- Planungs- und Genehmigungskosten (12 % der Baukosten inkl. Baunebenkosten)
- Heizzentrale (inkl. Speicher, Pumpen, ...)
- Wärmenetz (inkl. Hausübergabestationen, Baunebenkosten, ...)

Bei der oben beschriebenen Umsetzung können voraussichtlich Fördermittel des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (Variante 1) und/oder der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (Variante 2) in Anspruch genommen werden. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Fördersätze mit aufgenommen:

- BAFA-Förderung „Wärmenetze“ 100 €/m Trasse
- KfW-Förderung Biomasseheizanlagen 20 €/kW (Grundförderung)
10 €/kW (Förd. Pufferspeicher)
- KfW-Förderung „Wärmenetze“ 60 €/m Trasse
1.800 € pro Hausübergabestation
- KfW-Förderung „große Wärmespeicher“ 250 €/m³

In der nachfolgenden Tabelle 32 sind die Investitionskosten abzgl. der zu erwartenden Fördermittel für die Versorgungsvarianten des Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 32: Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Grundschule (Förderungen berücksichtigt)

Kapitalgebundene Kosten	Investition [€]	Jährliche Annuität [€/a]
Variante 1	710.000	72.700
Variante 2	659.000	56.000

7.1.4.2 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten überwiegend die Kosten für die Brennstoffbeschaffung und die Beschaffung von Hilfsenergie. Der Berechnung wurden folgende Preise und Preissteigerungen zugrunde gelegt:

- Kosten für Erdgas 46,22 €/MWh
Preisänderung 4,2 %/a
- Kosten für Holzhackschnitzel 24,87 €/MWh
Preisänderung 4,0 %/a
- Kosten für Strom 0,251 €/kWh_{el}
Preisänderung 4,0 %/a

Abbildung 54 und Abbildung 55 zeigen die zu erwartende Jahresdauerlinie des oben beschriebenen Wärmenetzes westlich der Grundschule Tegernheim. Das wärmegeführte Erdgas-BHKW bzw. der Holzhackschnitzelkessel könnten hiernach jeweils die Grundlastwärme zur Verfügung stellen, während der Gas-Spitzenlastkessel nur bei Bedarf zugeschaltet würde.

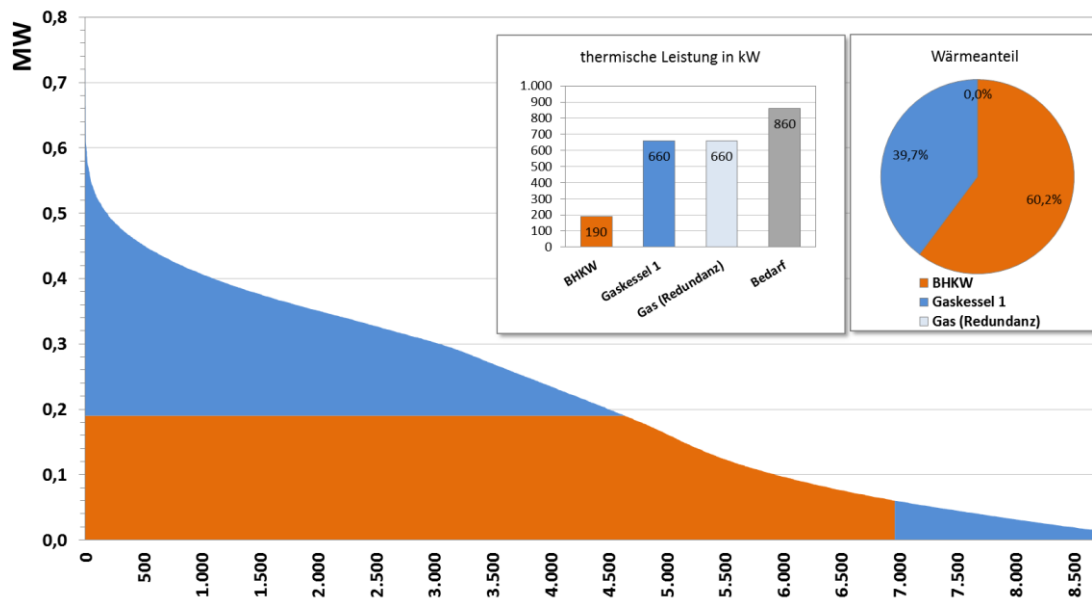


Abbildung 54: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Grundschule und Wärmeanteile von BHKW und Gas-Spitzenlastkessel (Variante 1)

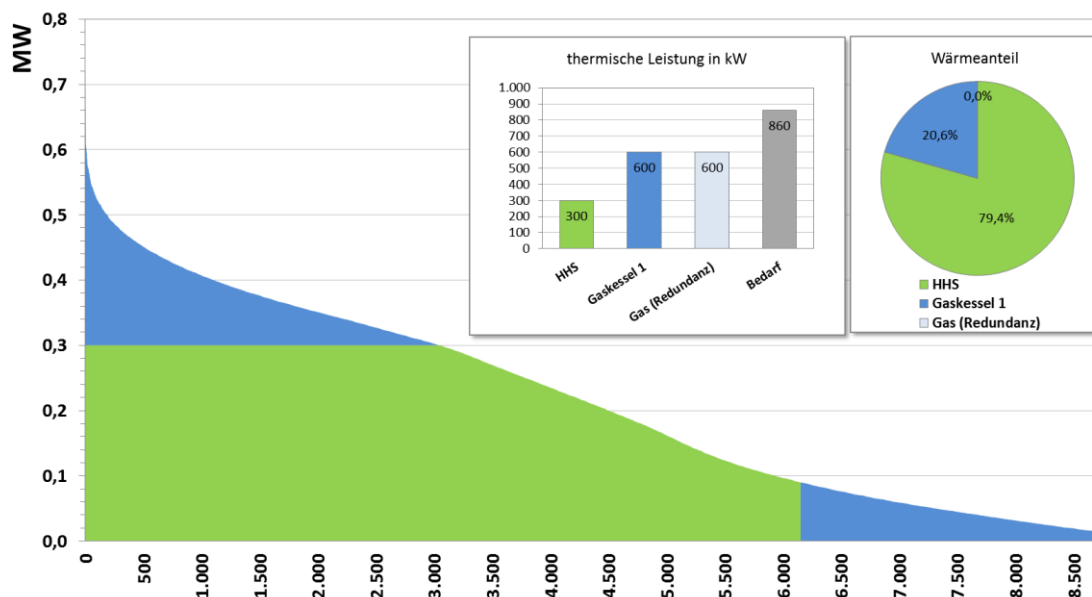


Abbildung 55: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Grundschule und Wärmeanteile von Holzhackschnittelkessel und Gas-Spitzenlastkessel (Variante 2)

Der jeweilige Bedarf und die jährlichen Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergien im Wärmenetz sind in Tabelle 33 abgebildet. Die Energiesteuerrückerstattung für die Verwendung von Erdgas in BHKW-Anlagen in Höhe von 0,55 Cent/kWh wurde bei der Berechnung der verbrauchsgebundenen Kosten berücksichtigt.

Tabelle 33: Verbrauchsgewundene Kosten des Wärmenetzes Grundschule

Verbrauchsgewundene Kosten	jährlicher Energiebedarf [kWh/a]	aktuelle Energiekosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
Variante 1				
Erdgas	2.540.000	103.000	4,2	150.000
Strom	30.600	7.700	4,0	11.000
Summe		110.700		161.000
Variante 2				
Erdgas	348.000	14.000	4,2	20.000
Holz hackschnitzel	1.340.000	33.000	4,0	47.000
Strom	30.600	7.700	4,0	11.000
Summe		54.700		78.000

7.1.4.3 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten berücksichtigen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der jeweiligen Energieerzeugungsanlagen sowie deren Infrastruktur und sonstige Kosten (bspw. Anlagenbedienung, etc.). Die betriebsgebundenen Kosten der verschiedenen Varianten für den Betrieb des Wärmenetzes an der Grundschule Tegernheim sind in Tabelle 34 aufgelistet.

Tabelle 34: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Grundschule

Betriebsgebundene Kosten	aktuelle Betriebskosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
Variante 1			
Wartung und Instandhaltung	20.800	2,0	24.700
Anlagenbedienung	3.400	2,0	4.100
Variante 2			
Wartung und Instandhaltung	15.400	2,0	18.400
Anlagenbedienung	1.000	2,0	1.200

7.1.4.4 Opportunitätserlöse

In Variante 1 ergeben sich für den Betrieb des Wärmenetzes Opportunitätserlöse durch die im BHKW erzeugten Strommengen. Die nachfolgenden Erlösberechnungen erfolgen unter der Annahme, dass jährlich 54.000 kWh des erzeugten Stroms mit einem Gegenwert von 0,22 €/kWh_{el} (netto) direkt in der Grundschule verbraucht werden können (Eigenstromnutzung). Die übrigen Strommengen werden in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Hierfür wird ein üblicher Preis gemäß European Energy Exchange (EEX) von derzeit rd. 3,11 ct/kWh_{el} angesetzt.

Für die ins Netz eingespeisten KWK-Strommengen kann außerdem ein KWK-Zuschlag in folgender Höhe für 30.000 Vollbenutzungsstunden geltend gemacht werden:

- Für den Leistungsanteil bis 50 kW 8,0 ct/kWh_{el}
- Für den Leistungsanteil über 50 kW bis 100 kW 6,0 ct/kWh_{el}
- Für den Leistungsanteil über 100 kW bis 150 kW 5,0 ct/kWh_{el}

Der Betrachtungszeitraum der Umsetzung beträgt 20 Jahre. Die Dauer des KWK-Zuschlags ist jedoch begrenzt auf eine Dauer von 30.000 Vollbenutzungsstunden der Anlage. Dies wird in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante 1 berücksichtigt. Es ergibt sich dadurch ein Mischpreis der KWK-Vergütung über die Dauer von 20 Jahren. Die sich aus dem Betrieb des BHKW ergebenden Einnahmen für die Variante 1 ist in Tabelle 35 dargestellt.

Tabelle 35: Mittlere Opportunitätserlöse über 20 Jahre für die Variante 1

Opportunitätserlöse aus ...	Strommenge kWh/a	Stromkosten (netto) €/kWh	Jährliche Annuität €/a
Eigenstromnutzung (Preissteigerung 4 %/a)	54.000	0,2200	17.200
Netzeinspeisung (keine Änderung angenommen)	657.000	0,0311	20.000
Durchschn. KWK-Vergütung über 20a			14.000
Jährliche Gesamterlöse			51.200

7.1.4.5 Gesamtkosten, wirtschaftliche Bewertung und Ökologie

Für die oben dargestellten Varianten der Wärmeversorgung sind in der nachfolgenden Tabelle 36 die zu erwartenden jährlichen Gesamtkosten aufgelistet.

Tabelle 36: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die beiden untersuchten Varianten

Gesamtkostenüberblick	Einheit	Variante 1	Variante 2
Kapitalkosten	€/a	72.700	56.000
Verbrauchskosten	€/a	161.000	78.000
Betriebskosten	€/a	28.800	19.600
Gesamtkosten	€/a	262.500	153.600
Opportunitätserlöse	€/a	51.200	0
Jährliche Kosten	€/a	211.300	153.600
Wärmemenge	MWh/a	1.400	1.400
WGK* netto	€/MWh	151	110
WGK* brutto	€/MWh	180	131

* Wärmegestehungskosten

Aus den Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten ergibt sich, dass der Aufbau einer Nahwärmeversorgung auf Basis einer Holzhackschnitzelheizung mit Gas-Spitzenlastkessel die wirtschaftlich interessante Variante im Vergleich zu dezentralen gas- oder ölbefeuerten Wärmeerzeugungsanlagen darstellt.

Einige der oben aufgeführten Einnahmen und Aufwendungen sind nicht über den Betrachtungszeitraum festgeschrieben. Der Einfluss möglicher Abweichungen zu den getroffenen Annahmen wird in Tabelle 37 im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse aufgezeigt.

Tabelle 37: Sensitivitätsanalyse der Wärmeversorgungsvarianten des Wärmenetz Grundschule

Sensitivitätsparameter	Variante 1 €/MWh	Variante 2 €/MWh
Wärmegestehungskosten aus Tabelle 36	151	110
Preissteigerung Erdgas 2 %/a anstatt 4,2 %/a	132	108
Preissteigerung Holzhackschnitzel 2 % pro Jahr statt 4 % pro Jahr	151	104
Preissteigerung Strom 2 % pro Jahr anstatt 4 % pro Jahr	152	108
Investitionskosten		
+10 %	156	114
-10 %	146	106

Der Aufbau einer Nahwärmeversorgung westlich der Grundschule in Tegernheim auf Basis eines Holzhackschnitzelkessels stellt in der 20 Jahresbetrachtung eine wirtschaftliche Alternative zu dezentralen gas- und ölbefeuerten Wärmeerzeugungsanlagen dar (siehe Tabelle 36 und Tabelle 37).

Neben kalkulierbaren und stabilen Wärmepreisen mit entsprechender regionaler Wertschöpfung werden auch erhebliche CO₂-Einsparungen erzielt (siehe Tabelle 38).

Tabelle 38: Jährliche CO₂-Einsparungen der Wärmenetzvarianten gegenüber dezentraler Wärmebereitstellung mit Erdgas

Wärmenetzvarianten	Spez. CO ₂ -Emissionen in g/kWh	Gesamteinsparung gegenüber dezentralen Erdgasheizungen in t/a
Variante 1	163	118
Variante 2	88	223

7.1.5 Basisdaten Wärmenetz Ringstraße - Wiedmannstraße

In der Gemeinde Tegernheim steht in naher Zukunft die Sanierung der Ring- und Wiedmannstraße an. Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen könnten beim Aufbau eines Wärmenetzes Synergien im Bereich der Planung, Leitungsverlegung und Oberflächenwiederherstellung genutzt werden. Vor diesem Hintergrund wurde von Seiten der Gemeinde im Spätsom-

mer 2015 eine Fragebogenaktion in diesem Bereich durchgeführt, in dem das Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung abgefragt wurde.

Nachfolgend werden die wirtschaftlichen Rahmendaten eines Wärmenetzes in der Ring- und Widmannstraße aufgezeigt. Ausgangspunkt und Standort für die Heizzentrale wäre hierbei das Feuerwehrhaus.

In den nachfolgenden Berechnungen wurde angenommen, dass sich alle anliegenden Wohngebäude an das Wärmenetz anschließen und somit folgende Abnehmer berücksichtigt wurden:

- Feuerwehrhaus Tegernheim
- Rathaus der Gemeinde Tegernheim
- 42 anliegende Wohngebäude

Zur Ermittlung der Wärmebedarfe der oben gelisteten Wärmeabnehmer wurde nach Möglichkeit auf Wärmeverbrauchswerte der Liegenschaften zurückgegriffen. Wo dies nicht möglich war wurden die Wärmebedarfe anhand von Kennzahlen hochgerechnet. Das oben beschriebene Wärmenetz (siehe auch Abbildung 56) kann mit folgenden Parametern charakterisiert werden:

- | | |
|------------------------------|-------------|
| • Wärmebedarf im Ist-Zustand | 1.900 MWh/a |
| • Länge des Netzes | 1.385 m |
| • Spitzenlast | 800 kW |

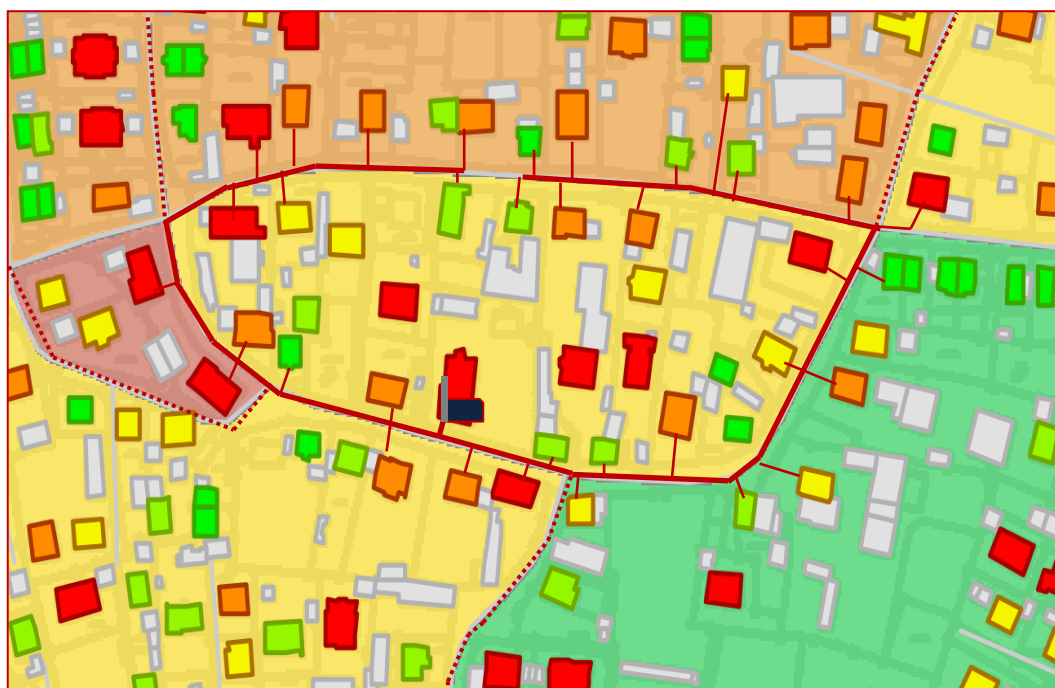


Abbildung 56: Erste Ausbaustufe des Wärmenetzes in der Ortsmitte (Standort Heizzentrale: Feuerwehrhaus)

In der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsberechnung für das oben beschriebene Wärmenetz wird die in Tabelle 39 vorgestellte Versorgungsvariante untersucht.

Tabelle 39: *Untersuchte Wärmeversorgungsvariante im Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße*

Erzeugungsanlagen	Ziel
<ul style="list-style-type: none"> • Holzhackschnitzelkessel (350 kW_{th}) • Erdgas-Spitzenlast (450 kW_{th}) • Erdgas-Redundanz (450 kW_{th}) 	Grundlastversorgung mittels Holzhackschnitzelkessel, Spitzenlast und Redundanz über Erdgaskessel

7.1.5.1 Kapitalgebundene Kosten

Zur Berechnung der kapitalgebundenen Kosten werden die nachfolgenden Investitionskosten berücksichtigt:

- Planungs- und Genehmigungskosten (12 % der Baukosten inkl. Baunebenkosten)
- Heizzentrale (inkl. Speicher, Pumpen, ...)
- Wärmenetz (inkl. Hausübergabestationen, Baunebenkosten, ...)

Bei der oben beschriebenen Umsetzung können voraussichtlich Fördermittel der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Anspruch genommen werden. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Fördersätze mit aufgenommen:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| • KfW-Förderung Biomasseheizanlagen | 20 €/kW (Grundförderung)
10 €/kW (Förd. Pufferspeicher) |
| • KfW-Förderung „Wärmenetze“ | 60 €/m Trasse
1.800 € pro Hausübergabestation |
| • KfW-Förderung „große Wärmespeicher“ | 250 €/m ³ |

In der nachfolgenden Tabelle 40 sind die Investitionskosten abzgl. der zu erwartenden Fördermittel für die Versorgungsvariante des Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 40: *Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße (Förderungen berücksichtigt)*

Kapitalgebundene Kosten	Investition in €	Jährliche Annuität in €/a
Ring-/Wiedmannstraße	1.060.000	85.000

7.1.5.2 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten überwiegend die Kosten für die Beschaffung der Brennstoffe und Hilfsenergie. Der Berechnung wurden folgende Preise und Preissteigerungen zugrundegelegt:

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| • Kosten für Erdgas | 46,22 €/MWh |
| Preisänderung | 4,2 %/a |
| • Kosten für Holzhackschnitzel | 24,87 €/MWh |
| Preisänderung | 4,0 %/a |
| • Kosten für Strom | 0,251 €/kWhel |
| Preisänderung | 4,0 %/a |

Abbildung 57 zeigt die berechnete Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße in Tegernheim. Der Holzhackschnitzelkessel stellt dabei die Grundlastwärme zur Verfügung, der Gas-Spitzenlastkessel wird nur bei Bedarf zugeschaltet.

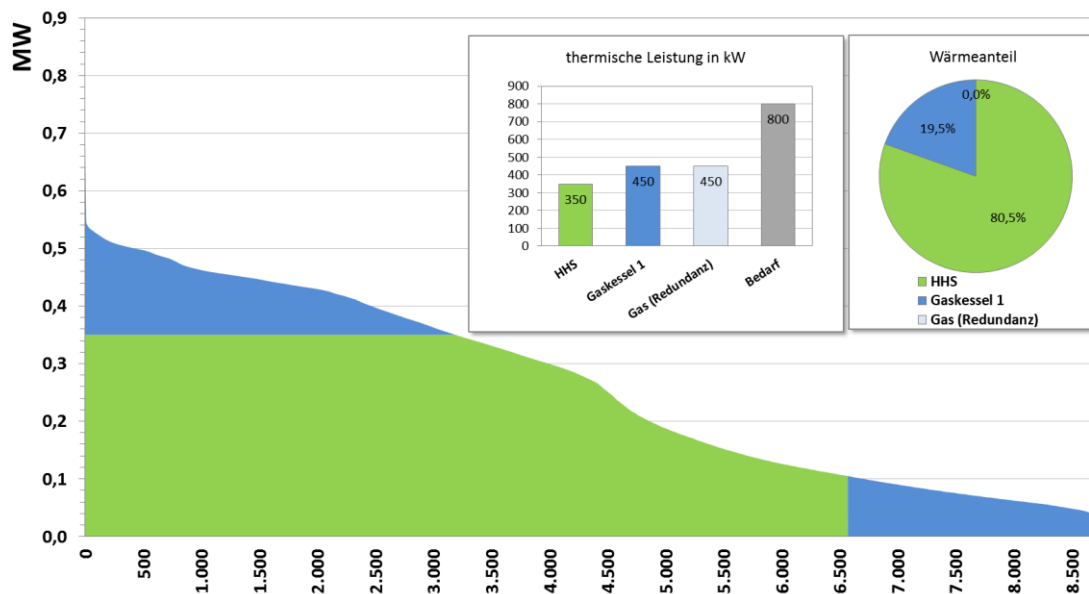


Abbildung 57: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße und Wärmeanteile von Holzhackschnitzelkessel und Gas-Spitzenlastkessel

Der jeweilige Bedarf und die jährlichen Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergien im Wärmenetz sind in Tabelle 41 abgebildet.

Tabelle 41: Verbrauchsgebundene Kosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße

Verbrauchsgebundene Kosten	jährlicher Energiebedarf in kWh/a	aktuelle Energiekosten in €/a	angenommene Preisänderung in %/a	Jährliche Annuität in €/a
Erdgas	500.000	20.000	4,2	29.000
Holzhackschnitzel	2.050.000	53.000	4,0	76.000
Strom	40.000	10.000	4,0	14.000
Summe		83.000		119.000

7.1.5.3 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten beinhalten Wartung und Instandhaltung der jeweiligen Energieerzeugungsanlagen sowie der Infrastruktur des Wärmenetzes. Unter sonstige Kosten fallen u.a. Kosten für die Anlagenbedienung. Die betriebsgebundenen Kosten der verschiedenen Varianten für den Betrieb des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße in Tegernheim sind in Tabelle 42 aufgelistet.

Tabelle 42: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße

Betriebsgebundene Kosten	aktuelle Betriebskosten in €/a	angenommene Preisänderung in %/a	Jährliche Annuität in €/a
Wartung und Instandhaltung	20.200	2,0	24.000
Anlagenbedienung	1.000	2,0	1.200

7.1.5.4 Gesamtkosten, wirtschaftliche Bewertung und Ökologie

Für das Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße sind in der nachfolgenden Tabelle 43 die zu erwartenden jährlichen Gesamtkosten aufgelistet.

Tabelle 43: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die beiden untersuchten Varianten

Gesamtkostenüberblick	Einheit	Variante 1
Kapitalkosten	€/a	85.000
Verbrauchskosten	€/a	119.000
Betriebskosten	€/a	25.200
Gesamtkosten	€/a	229.200
Wärmemenge	MWh/a	1.900
WGK* netto	€/MWh	121
WGK* brutto	€/MWh	144

* Wärmegestehungskosten

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Variante zeigt, dass der Aufbau einer Nahwärmeversorgung auf Basis einer Holzhackschnitzelheizung mit Gas-Spitzenlastkessel eine wirtschaftlich interessante Alternative zu dezentralen gas- oder ölbefeuerten Wärmeerzeugungsanlagen darstellt.

Zur Absicherung der Ergebnisse wurden bestimmende Berechnungsparameter geändert und deren Auswirkungen geprüft (siehe Tabelle 44). Zu erzielende Synergieeffekte durch die anstehende Erneuerung der Trinkwasserleitungen und der Straßenoberflächensanierung im Bereich der Ring- und Wiedmannstraße sind noch unberücksichtigt. Insbesondere letzteres wirkt sich stark senkend auf die Tiefbaukosten und Kosten zur Wiederherstellung der Straßenoberfläche aus.

Tabelle 44: Sensitivitätsanalyse der Wärmeversorgungsvarianten des Wärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße

Sensitivitätsparameter	€/MWh (netto)
Wärmegestehungskosten aus Tabelle 43	121
Anschlussquote 60 % anstatt 100 %	175
Preissteigerung Erdgas 2 %/a anstatt 4,2 %/a	118
Preissteigerung Holzhackschnitzel 2 %/a statt 4 %/a	114
Preissteigerung Strom 2 %/a anstatt 4 %/a	120
Synergieeffekt durch geplante Straßensanierung (40 % geringere Tiefbaukosten)	118
Investitionskosten (gesamt)	
+10 %	125
-10 %	117

Der Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Wiedmannstraße / Ringstraße in Tegernheim auf Basis eines Holzhackschnitzelkessels stellt in der 20 Jahresbetrachtung eine wirtschaftliche Alternative zu dezentralen gas- und ölbefeuerten Wärmeerzeugungsanlagen dar (siehe Tabelle 43 und Tabelle 44). Bedingung für das Erreichen konkurrenzfähiger Wärmepreise ist eine hohe Anschlussquote. Sollte die Resonanz im betrachteten Gebiet nicht ausreichend hoch sein, so sollte eine mögliche Ausweitung des Wärmenetzgebietes auf angrenzende Straßenzüge geprüft werden. Dies könnte zu einer Verringerung der Wärmegestehungskosten führen, da keine zusätzlichen Kosten für den Aufbau der Wärmezentrale anfallen würden. Eine Verlegung des Wärmenetzes im Zuge der geplanten Straßensanierung würde zu Kosteneinsparungen führen und zu einer Senkung der Wärmegestehungskosten im Netz führen (siehe Tabelle 44).

Neben kalkulierbaren und stabilen Wärmepreisen und der Erhöhung regionaler Wertschöpfung können durch den Aufbau einer Nahwärmeversorgung auch CO₂-Einsparungen erzielt werden (siehe Tabelle 45).

Tabelle 45: Jährliche CO₂-Einsparungen der Wärmenetzvarianten gegenüber dezentraler Wärmebereitstellung mit Erdgas im Wärmenetz Ring-/Wiedmannstraße

Wärmenetzvariante	Spez. CO ₂ -Emissionen in g/kWh	Gesamteinsparung gegenüber dezentralen Erdgasheizungen in t/a
Wiedmannstraße / Ringstraße	93	293

Aufgrund der oben beschriebenen wirtschaftlichen Parameter und aufgrund der positiven ökologischen Effekte ist der Aufbau eines Wärmenetzes in der Wiedmannstraße / Ringstraße weiter zu verfolgen (siehe Maßnahme 4). Der Projektansatz bietet die Chance Ausgangspunkt für den Aufbau einer flächendeckenden Wärmeversorgung im Gemeindegebiet Tegernheim zu sein. Mittel- und langfristig ist die Erweiterung des Wärmenetzes in südöstliche

Richtung (Ortsmitte) anzustreben mit dem Ziel eines Zusammenschluss mit dem Wärmenetz am Schulzentrum (siehe Abschnitt 7.1.4).

7.1.6 Empfehlung

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigen, dass die beiden Wärmenetzprojekte mit einer zentralen Versorgung im Vergleich zu Einzelversorgungen grundsätzlich konkurrenzfähig sind und unter bestimmten Rahmenbedingungen umgesetzt werden sollten. Hierzu zählt unter anderem eine hohe Rate an Anschlussnehmern.

Effizienzgewinne durch optimierte Ausnutzung der Erzeugungsanlagen tragen ebenfalls zu einem wirtschaftlichen Betrieb bei. Zudem werden gegenüber der bisherigen Versorgungsform mit dezentralen Anlagen Treibhausgaseinsparungen erzielt.

Der Aufbau eines Wärmenetzes an der Grundschule Tegernheim und an der Ring- und Wiedmannstraße sollte deshalb gemäß der Handlungsempfehlung im Maßnahmenkatalog weiter verfolgt werden (Maßnahme 3 und 4).

Langfristig sollte eine Erweiterung des Wärmeverteilnetzes in Richtung Tegernheimer Kellerstraße bis hin zur Hauptstraße angestrebt werden (siehe Abschnitt 7.1.5).

7.2 Maßnahmenkatalog

Im Folgenden sind die einzelnen Maßnahmen im Überblick aufgeführt (Tabelle 46), zu denen Handlungsempfehlungen entwickelt wurden.

Inhaltsverzeichnis

1. Kommunales Energiemanagement (KEM)	A
2. Solarkataster für die Gemeinde Tegernheim	B
3. Nahwärmeverbund Schulstraße	A
4. Nahwärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße	A
5. Informationsveranstaltung Wärmenetze	A
6. Solarenergiegewinnung auf öffentlichen Liegenschaften	B
7. Energiesparprojekte an Schulen	C
8. Stromsparhelfer für Tegernheimer Bürger	C
9. Einführung einer Beschaffungsrichtlinie	D
10. Masterplan Neubaugebiete	B
11. Controlling	B

Chancen	1 = niedrig bis 6 = groß
Risiko	1 = niedrig bis 6 = hoch
Gesamtbewertung	A = Umsetzung sofort angehen; B = Abstimmung mit Akteuren im Vorfeld noch notwendig; C = Abstimmung und weitere Studie notwendig vor Entscheidung; D = beobachten, ggf. neue Prüfung veranlassen

Anmerkung:

Unabhängig von der Bewertung der Maßnahme sind alle Projektansätze wichtig. Aufgrund der begrenzten Ressourcen einer Kommune wurden diese untereinander bewertet, um eine Reihenfolge bei der Bearbeitung festlegen zu können.

Tabelle 46: Maßnahmenkatalog (detailliertere Beschreibung der einzelnen Maßnahmen auf den nächsten Seiten; PT: notwendige Personentage für die Gemeinde; Kosten für Umsetzung/Vorstudie/externe Rechtsberatung notwendig)

Projektname	Projektstart	Projektlaufzeit	Ressourcen/Kosten 2016
A = Projekt zeitnah umsetzen			
Nahwärmeverbund Schulstraße (Projekt 3)	Frühjahr 16	langfristig	10 PT bis Projektstart / Projektkoordination 30 MT verteilt auf 12 Monate / Planungs- und Genehmigungskosten rd. 70 T€
Nahwärmenetz Wiedmannstraße / Ringstraße (Projekt 4)	Frühjahr 16	langfristig	10 PT bis Projektstart / Projektkoordination 30 PT verteilt auf 12 Monate / Planungs- und Genehmigungskosten rd. 100 T€
Informationsveranstaltung Wärmenetze (Projekt 5)	Mai 16	langfristig	1 MT / 2 x 3 T€
B = Vorarbeiten abschließen, Verhandlungen aufnehmen, Projekt oder Machbarkeitsstudie starten			
Kommunales Energiemanagement (Projekt 1)	Herbst 16	langfristig	6 – 10 PT Vorarbeit / 1 PT pro Monat nach Einführung / 10 – 15 T€ Software
Solarkataster für die Gemeinde Tegernheim (Projekt 2)	Winter 16/17	15 Monate	5 PT / 5 bis 15 T€ (qualitätsabhängig)
Solarenergiegewinnung auf öffentlichen Liegenschaften (Projekt 6)	Winter 16/17	12 Monate	4 PT Projektumsetzung / 5 – 10 T€ Fachbüro / +Modulkosten
Masterplan Neubaugebiete (Projekt 10)	Winter 16/17	Langfristig	4 – 5 PT / bis 5.000 € externer Berater
Controlling (Projekt 11 / Bsp. European Energy Award®)	2017	Langfristig	1 PT/Monat / 10 – 15.000 € Einführung inkl. externe Beratung (dann: 1.500 €/a)
C = Weitere Vorarbeiten und Entscheidungsgrundlagen erarbeiten; zeitlich nicht mit höchster Priorität			
Energiesparprojekte an Schulen	Jan. 17	mindestens 2 Schuljahre	5 PT Konzeptabstimmung und Fördermittelrecherche
Stromsparhelfer für Tegernheimer Bürger	Jan. 17	18 Monate	5 PT Konzeptabstimmung und Fördermittelrecherche / 1.000 €
D = Entwicklungen abwarten; Themenfeld beobachten; sofern Ressourcen vorhanden Vorarbeiten weitertreiben			
Einführung einer Beschaffungsrichtlinie	Frühjahr 17	langfristig	8 – 10 PT

Projekt 1		Kommunales Energiemanagement (KEM)				
Kurzbeschreibung	<p>Kommunales Energiemanagement für die Liegenschaften der Gemeinde Tegernheim mit der Option zur Ausweitung auf weitere Liegenschaften von z. B. Nachbarkommunen und des Landkreises als Dienstleistung (Nachfrage insbesondere bei kleineren/mittleren Gemeinden). Mit der Einführung eines kommunalen Energiemanagements erhält die Gemeinde Tegernheim ein Controlling und Steuerungsinstrument für Verbrauchsdaten der gemeindlichen Liegenschaften (Strom, Brennstoff, Wasser, ...). Dies ermöglicht die Identifikation von Maßnahmen und deren Effizienz. Als strategisches Tool können damit Verbesserungsprozess eingeleitet und überwacht werden (Managementzyklus: Plan-Do-Check-Akt). Gängige auf dem Markt erhältliche KEM-Software unterstützt erfahrungsgemäß den Aufbau eines KEM. Schnittstelle sind die Mitarbeiter der Gemeinde Tegernheim auf Objekt- und Verwaltungsebene (Hausmeister, Bauhofmitarbeiter, Techniker, Ingenieure, ...). Möglichkeit der Umsetzung durch einen ausgebildeten "Kommunalen Energiewirt" (Ausbildung bei der BVS möglich) oder externen Dienstleister. Einsparungspotenzial mit geringinvestiven Mitteln liegt bei rd. 10 - 15 % der Energiekosten pro Jahr; Mittelfristig bis langfristig sind bis zu 50 % möglich.</p>					
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufnahme der Daten und Gebäudebegehung mit den Mitarbeitern der Gemeinde ▪ Energie- und Verbrauchscontrolling mit Auswertung und Berichtswesen ▪ Mitarbeiter-Schulungsmaßnahmen fördern Umsetzungsprozess vor Ort ▪ KEM ist Basis zentraler "Energieeinkäufe" und strategische Energieprojekte: Zentrale Auswertung über eine Schnittstelle zur Gebäudeleittechnik für die Liegenschaften mit Berichtswesen. 					
Arbeitszeit Gemeinde	<p>3 PT pro Monat während Aufbau des KEM 1,5 PT pro Monat im laufenden Betrieb (ca. 1,5 h pro Liegenschaft und Monat)</p>					
Kosten und Finanzierung	<p>Software ca. 12.000 € Basisversion inkl. Schulung, etc.; 170 €/Monat Support, Sicherung, etc. Förderung der Personal- und Sachkosten bis zu 3 Jahre über entsprechende Programme möglich (40 % bis 80 % Personalkostenzuschuss). Weitere Refinanzierung durch Verbrauchseinsparungen (u. a. Energie, Wasser)</p>					
CO₂ Einsparung	kann nicht beziffert werden					
erste Schritte	<p>Phase 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Klärung, wer in der Gemeindeverwaltung mit der Umsetzung betraut wird ▪ Informationssammlung ▪ Erfahrungsaustausch mit Kommunen, die bereits ein KEM eingeführt haben: Obertraubling, Bruck i. d. OPf., Rieden, ... <p>Phase 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebotseinholung Gebäudesoftware ▪ Klärung genauer Förderkonditionen <p>Phase 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung 					
Start / Meilenstein	<i>Start jederzeit möglich (Einführung ist Projekt, dann stetige Aufgabe)</i>					
Laufzeit	2016		2017		2018	2019
		Phase 1	Phase 2	Phase 3	stetige Aufgabe	
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeindeverwaltung ▪ Bürgermeister und Gemeinderat ▪ Hausmeister der Liegenschaften ▪ Externer Berater: z. B. Energieagentur Regensburg 					
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim durch Energieeinsparung und weitergehende Sensibilisierung der Gebäudeverantwortlichen					
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zentralisierung von Daten zu den Gebäuden der Gemeinde Tegernheim und Möglichkeit der zeitnahen Datenauswertung ▪ Abstimmung und Koordination von energetischen Gebäudemaßnahmen auch über Gebäudegrenzen hinweg ▪ Erleichterung beim Erkennen und Einleiten von sinnvollen energetischen Maßnahmen 					

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringinvestive Maßnahmen können zu Energiekosteneinsparungen von bis zu 15 % pro Jahr in den ersten beiden Jahren führen (indirekte Finanzierung) ▪ KEM ist Voraussetzung für spätere Integration in intelligente Energiemärkte welche durch den Umbau z. B. der Stromnetze zu Smart grid einhergehen ▪ Einsparcontracting bei weiteren, nicht städtischen Liegenschaften die mit in das KEM integriert werden (bspw. Kindergärten, ...) ▪ momentan Förderung von investiven Maßnahmen als auch Personal zum Teil möglich ▪ Synergieeffekte mit Projekt 6 					
Bewertung Chancen	6					
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ in der Anlaufphase muss Überzeugungsarbeit bei den internen Organisationseinheiten zur Mitwirkung geleistet werden ▪ Einsparungen werden zeitverzögert erzielt ▪ langfristiges Monitoring und Controlling ist Voraussetzung für den Erfolg ▪ Einbindung bisheriger Gebäudeverantwortlicher notwendig ▪ Aufbau einer Doppelstruktur muss vermieden werden ▪ => Zentralisierung wichtiger Daten 					
Bewertung Risiken	2					
Gesamtbewertung	B					
Handlungsempfehlung	<p>Intern weiterentwickeln: Projekt birgt große Potenziale für zukünftige Maßnahmen im Bereich Energie mit Signalwirkung und dient mittel- und langfristig der strategischen Planung und Umsetzung von Energieprojekten</p>					

Projekt 2		Solarkataster für die Gemeinde Tegernheim											
Kurzbeschreibung	<p>Erstellen eines gebäudescharfen Solarkatasters für die Gemeinde Tegernheim mittels Befliegung oder anderer mathematischer Berechnungen z. B. anhand von LoD1- oder LoD2-Karten möglich. Alternativ können Laserscandaten aus Überfliegungen herangezogen werden.</p> <p>Die Ergebnisse sollten anschließend genutzt werden, um die jeweiligen Gebäudeeigentümer gezielt auf deren Potenziale hinzuweisen und mögliche Umsetzungen zu bewerben. Bspw. Infoveranstaltung für die Gebäudeeigentümer mit folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rentabilität PV-Anlage im neuen EEG (Eigenstromnutzung) ▪ technischer Stand neuer Speichertechnologien ▪ Wie ist das schrittweise Vorgehen? ▪ Förderprogramme und evtl. Sammelbestellungen 												
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gebäudescharfe Ermittlung der PV-Dachflächenpotenziale (im Rahmen des ENP eventuell bereits hinreichend erfolgt) ▪ Information an Gebäudeeigentümer bzgl. des vorhandenen Potenzials (bspw. auf einer im Internet abrufbaren Seite) ▪ Motivation: Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung z. B. im Rahmen einer Informationsveranstaltung 												
Arbeitszeit Gemeinde	5 PT für Vorbereitung Ausschreibungsunterlagen												
Kosten und Finanzierung	5.000 - 15.000 € je nach Bearbeitungstiefe (Informationsveranstaltung und interne Verwaltungskosten für die Bereitstellung der Informationen und Weiterleitung an „Solarberater“)												
CO₂ Einsparung	nicht zu beziffern, Abhängig von den durch das Solarkataster initiierten PV-Dachanlagen (jährliche Einsparung je installiertem kWp rd. 521 g pro Jahr über eine Nutzungsdauer der Module von 20 Jahren)												
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Methodenvergleich (Kosten-Nutzen-Analyse) ▪ Angebotseinholung ▪ Öffentlichkeitsarbeit 												
Start / Meilenstein	<p><i>Start jederzeit möglich: Empfohlen wird Herbst 2016 Angebotseinholung, so dass bei einer Befliegung zur Erstellung von „Stereoaufnahmen“ auch die Option auf Thermografieaufnahmen besteht (diese müssen im Winter aufgenommen werden)</i></p> <p>[6 bis 15 Monate von der Erstellung des Katasters (Phase 1) bis zur Ausarbeitung und Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit (Phase 2: Informationsveranstaltung, Beratungsangebot)]</p>												
Laufzeit	2016			2017			2018			2019			
				Phase 1	Phase 2								
Akteure	Kommune und externer Berater												
Mehrwert für ...	<p>Kommune, Gewerbe, Unternehmen und Bürger (Aufzeigen von Handlungsmöglichkeiten).</p> <p>Mehrwert für Kommunen und Bürger kann aber nicht klar beziffert werden.</p>												
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eventuell können Daten des Landkreises für die Erstellung eines Solarkatasters für Tegernheim genutzt werden ▪ regionale Wertschöpfung, Klimaschutz, Beitrag zur Energiewende ▪ regionale Wertschöpfung durch Ankurbelung des PV-Marktes => Steuereinnahmen durch Gewerbe- und Handwerksbetriebe an die Kommune, Gewinne und Einkommen durch Beschäftigung. ▪ verstärkte Nutzung des PV- und Solarthermie-Potenzials ▪ bei Befliegung, Kombination mit Thermographie-Aufnahmen der Gebäude möglich 												
Bewertung Chancen	3												
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei der Beauftragung muss genauestens definiert werden welche Qualität vom AN 												

	<p>erarbeitet werden muss</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ interessierte Bürger wissen bereits im Vorfeld ob ihr Dach geeignet ist ▪ Erfolg der Maßnahme schwer nachweisbar (Auswertung durchgeführter Solarkataster in anderen Städten zeigen ohne Öffentlichkeitsarbeit keinen signifikanten Anstieg beim Zubau von PV-Anlagen) ▪ Datenschutz: dürfen gebäudescharfe Daten erhoben und öffentlich gemacht werden? ▪ Rentabilität von PV Anlagen hängt mittlerweile vom Grad der Eigennutzung ab, die sich nicht über ein Solarkataster abbilden lässt 					
Bewertung Risiken	3					
Gesamtbewertung	C					
Handlungsempfehlung	<p>Alternativen prüfen: können ohne Solarkataster Informationsveranstaltungen und Beratungen mit gleichem Nutzen, die über die Gemeinde Tegernheim laufen, angeboten werden?</p> <p>Jedoch ist „Sonne“ die einzige erneuerbare Energie neben Geothermie, die größere Potenziale in der Gemeinde Tegernheim birgt.</p>					

Projekt 3		Nahwärmeverbund Schulstraße			
Kurzbeschreibung	<p>Im Gemeindegebiet Tegernheim liegen in der Schulstraße im Bereich westlich der Grundschule mehrere große öffentliche Liegenschaften in unmittelbarer Nähe zueinander: Grundschule, Mehrzweckhalle, Haus Urban und Johanniter Kindergarten. Zum Teil stehen dort Sanierungsmaßnahmen in den Gebäuden an. Die sanierungsbedürftige Heizung in der Grundschule bietet Platz für weitere Erzeugungsanlagen und Lagerkapazität für Brennstoffe. Ein Ausbau als Heizungszentrale bietet sich deshalb an. Neben der Grundschule ist dabei auch die Mehrzweckhalle in Gemeindebesitz. Die öffentlichen Liegenschaften weist einen großen Wärmebedarf auf. Die Abnehmerstruktur - Schule, Mehrzweckhalle, Seniorenheim und Kindergarten – stellt eine hohe Wärmebelegungsdichte von mehr als 1,5 MWh im Jahr pro Trassenmeter sicher. Ein Zusammenschluss der Liegenschaften in einem leitungsgebundenen Wärmeverbund verspricht nach ersten Berechnungen ökonomische und ökologische Vorteile für alle Beteiligten. Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung des Wärmeverbunds sind weiterführende intensive Akteursgespräche in denen die jeweiligen Interessen offen und transparent erörtert werden. Erste Gespräche mit dem Haus Urban verliefen positiv. Weiterführende Informationen und Berechnungsgrundlagen sind im Energienutzungsplan in Kapitel 6 hinterlegt.</p>				
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau eines Wärmeverbunds unter Wahrung der Interessen aller Beteiligter mit folgenden Vorteilen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufbau einer effizienten, nachhaltigen und preisstabilen Wärmeversorgung für alle Beteiligten ○ Effektive Nutzung der bereits vorhandenen Erzeugungsanlagen durch Erhöhung der jährlichen Volllaststundenzahl und Verringerung der Taktung ○ Steigerung der Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern ○ Ökonomische und ökologische Vorteile für alle Beteiligte des Verbundes 				
Arbeitszeit Gemeinde	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akteursabstimmung: 4 PT (weiterführende Abstimmungsrunden mit Seniorenheim und Johanniter Kindergarten) ▪ Projektkoordination bis zur Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen: 3 - 5 PT pro Monat ▪ interne Kommunikation Bauausschuss, Finanzausschuss, Abstimmung REWAG, Auswertung der Angebote, ... : 5 - 10 PT bis Projektstart 				
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Umsetzung der Maßnahme: rd. 725.000 € abzgl. Förderungen (KfW) für Leitungsbau, Speicher, Übergabestationen,...; ▪ orientierende Wirtschaftlichkeitsberechnung ist im Energienutzungsplan im Abschnitt 6.2 hinterlegt. ▪ Detaillierte Machbarkeitsstudie 10.000 - 15.000 €, wobei 50 - 70 % der Bruttokosten als Teilenergie nutzungsplan Umsetzung der Fördermaßnahmen des ENP gefördert werden kann 				
CO₂ Einsparung	je nach Variante zwischen 120 und 220 Tonnen CO ₂ -Emissionen pro Jahr im Vergleich zur bisherigen Versorgung durch Effizienzsteigerung				
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akteursgespräche: Seniorenheim "Haus Urban", Johanniter KiGa, Betreiber des geplanten "betreutes Wohnen" Objekts ▪ Einbeziehen möglicher weiterer Akteure und Dateneinholung: z. B. Anwohner ▪ intern: Festlegung von Meilensteinen und "Sollbruchstellen" für die Projektumsetzung ▪ Erstellung eines Leistungsverzeichnisses "Machbarkeitsstudie" auf Basis der Akteursgesprächsergebnisse ▪ Angebotseinholung 				
Start / Meilenstein	<i>Detaillierung des Projekts: Abstimmungsgespräche 2016 Angebotseinholung für Machbarkeitsstudie Mitte 2016</i>				
Laufzeit (Monate)	2016	2017	2018	2019	
	Phase 1	Phase 2			

Akteure	Gemeinde Tegernheim, Seniorenheim "Haus Urban", Johanniter Kindergarten, Gebäudeeigentümer im Umgriffsgebiet, evtl. externer Berater					
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim, Träger der anderen öffentlichen Liegenschaften, Gewerbe, Dienstleistung und Handel, Bürger					
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erste Ausbaustufe mit geringer Anzahl an Akteuren realisierbar (--> Abstimmungsaufwand und Risiko gering) ▪ Große regionale Wertschöpfung durch einbeziehen regionaler Rohstoffe zur Energieversorgung ▪ Hohes Minderungspotenzial von Treibhausgasemissionen durch Effizienzsteigerung und Substitution von fossilen Energieträgern ▪ Einsatz von verschiedenen Energieträgern mindert Preisabhängigkeit von einzelnen Energieträgern ▪ hohe Flexibilität bei der Wahl der Erzeugungsanlagen ▪ In weiteren Ausbaustufen kann bei Altbauten sowie denkmalgeschützten Gebäuden die Energieeffizienz durch die Versorgung über ein Fernwärmenetz gesteigert werden ▪ Erweiterung in Richtung Tegernheimer Kellerstraße vorsehen ▪ Langfristig: Zusammenschluss mit Wärmeverteilnetz Wiedmannstraße / Ringstraße 					
Bewertung Chancen	6					
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interessen der verschiedenen Akteure sind zu unterschiedlich ▪ Anschlussgrad und somit Wirtschaftlichkeit wird trotz vorheriger Zusicherung und Vorverträgen mit wichtigen Wärmeabnehmern nicht erreicht ▪ Förderkriterien für Investitionszuschüsse ändern sich während der Projektrealisierung ▪ Aktuell niedrige Öl- und Gaspreise erschweren die Umsetzung 					
Bewertung Risiken	2					
Gesamtbewertung	A					
Handlungsempfehlung	Weiterführen der Akteursgespräche und schrittweise weitere Entscheidungsgrundlagen erarbeiten (siehe nächste Schritte)					

Projekt 4		Nahwärmenetzes Wiedmannstraße / Ringstraße			
Kurzbeschreibung	<p>In der Gemeinde Tegernheim steht in naher Zukunft die Sanierung der Trinkwasserleitungen sowie des Oberflächenbelags der Ring- und Wiedmannstraße an. Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen könnten beim Aufbau eines Wärmenetzes Synergien im Bereich der Planung, Leitungsverlegung und Oberflächenwiederherstellung genutzt werden. Die Gemeinde hat bereits im Spätsommer 2015 das Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung in den beiden Straßenzügen durchgeführt und ein verhaltenes aber durchaus positives und ermutigendes Feedback erhalten.</p> <p>Erste Berechnungen im Rahmen des ENP zur Wirtschaftlichkeit zeigen ebenfalls, dass bei ausreichend hoher Beteiligung konkurrenzfähige Wärmepreise erzielt werden. Weiterführende Informationen und Berechnungsgrundlagen sind im Energienutzungsplan in Kapitel 6 hinterlegt.</p>				
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer effizienten, nachhaltigen und preisstabilen Wärmeversorgung in der Gemeinde Tegernheim ▪ Steigerung der Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern ▪ Langfristiger Zusammenschluss mit anderen dezentralen Wärmenetzen 				
Arbeitszeit Gemeinde	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 PT für Vorbereitung und Organisation, Planung und Durchführung der Bürgerinformationspolitik ▪ Projektkoordination bis zur Vorbereitung der Ausschreibungsunterlagen: 3 - 5 PT pro Monat ▪ interne Kommunikation Bauausschuss, Finanzausschuss, Abstimmung REWAG, Auswertung der Angebote, ... : 5 - 10 PT bis Projektstart 				
Kosten und Finanzierung	<p>Umsetzung der Maßnahme: rd. 1,25 Mio. € abzgl. Förderung (KfW) für Leitungsbau, Speicher, Übergabestationen, ... ohne Berücksichtigung von Synergieeffekten mit den oben beschriebenen Straßensanierungsmaßnahmen.</p> <p>Eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung ist im Energienutzungsplan im Abschnitt 6.2 hinterlegt.</p>				
CO₂ Einsparung	je nach Anschlussgrad bis zu 290 Tonnen CO ₂ pro Jahr				
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akteursgespräche: Anwohner und REWAG bzgl. Synergieeffekte und zeitliche Abstimmung der Verlegung neuer Trinkwasserleitungen ▪ Weiterführende Kommunikation mit den Anwohnern und Bürgern (u. a. Bürgerinformationsabende zum Thema Wärmenetze) ▪ intern: Festlegung von Meilensteinen und "Sollbruchstellen" für die Projektumsetzung z. B. anhand der Ergebnisse aus Bürgerabfrage ▪ Erstellung eines Leistungsverzeichnisses "Machbarkeitsstudie" auf Basis der Akteursgesprächsergebnisse ▪ Angebotseinholung 				
Start / Meilenstein	<i>Intensive Öffentlichkeitsarbeit 2016; Angebotseinholung für Machbarkeitsstudie Mitte 2016 (Phase 1), anvisierter Baubeginn März 2017 (Versorgung Heizperiode 17/18)</i>				
Laufzeit (Monate)	2016	2017	2018	2019	
	Phase 1	Phase 2			
Akteure	Gemeinde Tegernheim, evtl. Träger anderer öffentlicher Liegenschaften, Anwohner (Gebäudeeigentümer), Bürger				
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim, Träger der anderen öffentlichen Liegenschaften, Gewerbe, Dienstleistung und Handel, Bürger				
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufbau einer (gemeindeeigenen) Energieinfrastruktur ▪ Platz für Heizungszentrale im Feuerwehrhaus vorhanden ▪ Große Synergieeffekte durch Koppelung der Maßnahme mit Sanierungsarbeiten ▪ Große regionale Wertschöpfung durch einbeziehen regionaler Rohstoffe zur Energieversorgung ▪ Hohes Minderungspotenzial von Treibhausgasemissionen durch Effizienzsteigerung und Substitution von fossilen Energieträgern 				

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einsatz von verschiedenen Energieträgern mindert Preisabhängigkeit von einzelnen Energieträgern ▪ hohe Flexibilität bei der Wahl der Erzeugungsanlagen ▪ In weiteren Ausbaustufen kann bei Altbauten sowie denkmalgeschützten Gebäuden die Energieeffizienz durch die Versorgung über ein Fernwärmenetz gesteigert werden 					
Bewertung Chancen	6					
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ große Zahl an Abnehmern bedeutet hoher Abstimmungsaufwand ▪ hohe Anschlussquote erforderlich ▪ geringe Zahl an großen Abnehmern ▪ Zeitplan der Umsetzung muss eng mit Maßnahmen zur Straßensanierung abgestimmt werden ▪ Bei Schrittweiser Vorgehensweise kann das Risiko gering gehalten werden 					
Bewertung Risiken	2					
Gesamtbewertung	A					
Handlungsempfehlung	<p>Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Erste Informationsveranstaltung für Bürger: Interesse wecken und abfragen (Projekt 5) 2. Zweite Informationsveranstaltung: Vorstellung der Abfrageergebnisse <p>Parallel: Erarbeitung weiterführender Entscheidungsgrundlagen (siehe auch nächste Schritte)</p>					

Projekt 5		Informationsveranstaltung Wärmenetze										
Kurzbeschreibung	<p>Die Umsetzung eines Wärmenetzes erfordert die Bündelung einer Vielzahl von Akteuren. Das Wärmenetz im Bereich der Ring-/Wiedmannstraße würde überwiegend die Versorgung von privaten Haushalten sicherstellen. Trotz der allgemeinen Zustimmung in der Bevölkerung zu Klimaschutz und Energiewende muss Bürgern eine solche Projektidee vorgestellt und diese zur Teilnahme an einer zentralen Wärmeversorgung motiviert werden. Deshalb ist es wichtig, die Bürger frühzeitig und dauerhaft in den Prozess einzubeziehen.</p> <p>In einer ersten Bürgerveranstaltung sollte die Projektidee vorgestellt und das weitere Vorgehen erläutert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Was ist Fernwärme? ▪ Welche Vorteile hat Fernwärme? ▪ Welche Projektansätze gibt es in Tegernheim? ▪ Welche Risiken bestehen? <p>In der Veranstaltung sollen neben der Information an die Bürger ein Signal zur weiteren Ausarbeitung der Projektidee eingeholt werden.</p> <p>Der erste Informationsabend ist als Auftakt für weitere Bürgerinformationsabende zu sehen. Insgesamt sind 2 bis 4 solcher Veranstaltungen notwendig.</p>											
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bürger über die Projektidee informieren ▪ Technik und Funktionsweise eines Wärmenetzes erläutern ▪ Vorurteile beseitigen und Interesse wecken ▪ Positive Stimmung für die Projektidee entwickeln 											
Arbeitszeit Gemeinde	ca. 2 PT für Planung, Auf- und Abbau der Veranstaltung + 3 Stunden für Veranstaltung											
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ externe Moderation und Vorbereitung der Themen (3.000. bis 4.000 € pro Veranstaltung) ▪ evtl. kleiner Imbiss und Getränke ▪ Info-Broschüren können kostenlos bezogen werden (bspw. bei CARMEN, LfU,...) 											
CO₂ Einsparung	siehe Maßnahme zu Umsetzung des Netzes											
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ kleines Projektteam bilden ▪ Termin und Ort für Bürgerveranstaltung festlegen ▪ Agenda aufstellen (Wer trägt was bei?) 											
Start / Meilenstein	2 Bürgerveranstaltungen vor den Sommerferien; Interessensabfrage nach 1. Bürgerinformationsveranstaltung Mai 2016											
Laufzeit (Monate)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>2016</th> <th>2017</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>◆ ◆</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		2016	2017	◆ ◆		<table border="1"> <thead> <tr> <th>2018</th> <th>2019</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		2018	2019		
2016	2017											
◆ ◆												
2018	2019											
Akteure	Gemeinde Tegernheim, evtl. externer Berater, Anwohner (Gebäudeeigentümer), Bürger											
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim, Bürger											
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zeigt den Willen der Gemeinde neutral und transparent über konkretes Projekt zu informieren: Vorurteile können abgebaut werden ▪ Sorgt ungerecht geführten Neiddebatten entgegen: Insbesondere Energieprojekte bringen Bürger große Skepsis Energieversorgern oder privaten Akteuren entgegen ▪ Motivation und positive Grundstimmung in der Gemeinde (positives belegen der „Stammtischgespräche“) ▪ Großen Multiplikatoreffekt (Nachbar informiert Nachbarn,...) 											
Bewertung Chancen	6											
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ geringes Interesse der Bürger an Informationsveranstaltung ▪ Bürger gehen mit negativem Gefühl aus der Veranstaltung 											
Bewertung	2											

Risiken	
Gesamt- bewertung	A
Handlungs- empfehlung	Durchführen der Infoveranstaltungen wird empfohlen. Damit kann Klarheit über das weitere Vorgehen bezüglich der Wärmenetzprojekte erzielt werden (wie ist die Resonanz, lohnt es sich weitere Schritte zu planen, wie kann das weitere Vorgehen aussehen).

Projekt 6		Solarenergiegewinnung auf öffentlichen Liegenschaften											
Kurzbeschreibung	<p>Die Erzeugung von Strom in Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) ist derzeit der einfachste Weg für Kommunen den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften zu steigern. Die Förderung des Baus von PV-Freiflächenanlagen beschränkt das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf wenige Flächenarten auf welche die Kommunen oftmals keinen direkten Zugriff haben. Kommunen sind jedoch i. d. R. im Besitz von Gebäuden, deren Dachflächen sich für die Errichtung von PV- und Solarthermieanlagen eignen.</p> <p>Auch die Gemeinde Tegernheim verfügt über geeignete Dachflächen. Die Gebäude weisen neben dem Strombedarf auch einen Wärmebedarf für Heizung und Warmwasserbereitung auf, der teilweise durch eine Solarthermieanlage erzeugt werden kann. In einem ersten Schritt ist ein Konzept zur Nutzung der vorhandenen Dachflächen gemeindeeigener Liegenschaften zu erstellen. Das Konzept zeigt sinnvolle Dachbelegungsvarianten, die auf den Gebäudetyp abgestimmt sind, auf (Flächennutzungsanteile von Solarthermie und Photovoltaik). In die Betrachtung sollten neben den Energieverbräuchen (Strom, Erdgas, Heizöl,...) auch die jeweiligen Nutzungsarten der einzelnen Liegenschaften (Gemeindeverwaltung, Turnhalle, Schule,...) berücksichtigt werden.</p>												
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien an der Strom- und Wärmeversorgung ▪ Maßvoller und systematischer Ausbau der Solarstromnutzung in der Gemeinde Tegernheim (Eigenstromverbrauchskonzepte, Vermeidung von Überschussstrom) ▪ Wissenstransfer an die Bürger und Eigenheimbesitzer ▪ Umsetzung von PV-Anlagen als Bürgerenergieanlagen 												
Arbeitszeit Gemeinde	1 PT pro Monat während der Projektumsetzung												
Kosten und Finanzierung	<p>Konzepterstellung durch externes Fachbüro 5.000 bis 10.000 €</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ zu 70% förderfähig als ENP Maßnahme) ▪ genaue Ermittlung der nutzbaren Dachflächen und Abstimmung der Energieverbrauchswerte und Lastkurven auf Anlagenarten 												
CO₂ Einsparung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ spez. CO₂-Emissionen PV-Anlagen ~0,069 kg/kWh_{el}: Einsparung im Vergleich zum deutschem Strommix ~0,48 kg/kWh_{el} ▪ spez. CO₂-Emissionen Solarthermie ~0,035kg/kWh_{th}: Einsparung gegenüber Erdgas 0,17 kg/kWh_{th} 												
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einstellung der Finanzmittel in Haushalt ▪ Konzepterstellung durch externes Fachbüro 												
Start / Meilenstein	<i>jederzeit möglich (EEG-Fristen beachten). Empfehlung Herbst 2016 in Kombination mit Projekt 2</i>												
Laufzeit (Monate)	2016			2017				2018			2019		
Akteure	Gemeinde Tegernheim, evtl. Gebäudeeigentümer, evtl. externer Berater, Bürger												
Mehrwert für ...	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kommune und Bürger durch regionale Wertschöpfung (Reduzierung Energieimport, Erhöhung der Steuereinnahmen bei Bürgersolaranlage unter Beteiligung der Gemeinde Tegernheim) und Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien 												
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kombination mit Maßnahmen Solarkataster und KEM (Projekt 1 und 2) ▪ systematischer Ausbau der Solarenergienutzung (Baustein eines KEM) ▪ Regionale Wertschöpfung durch Beschäftigung (Wartung der Anlagen- und Betriebseinheiten) sowie ▪ Gewinne und Einsparungen der Kommunen (Einsparung Brennstoffkosten) ▪ Bürgerbeteiligungsmodell evtl. zusammen mit EVU (REWAG) ▪ Vermeidung von Energieimporten ▪ Klimaschutz 												
Bewertung Chancen	4												
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konzept wird nicht umgesetzt 												

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bei PV-Anlagen ist die Wirtschaftlichkeit des Projektes gefährdet, wenn nicht ausreichend hoher Eigenstromverbrauch erzielt wird ▪ mittel- bis langfristig Gefahr der Überproduktion an PV-Strom zu Spitzenlastzeiten ▪ bei Bürgerbeteiligungsmodell für PV-Anlagen: Verlust der finanziellen Einlagen falls Projekt scheitert
Bewertung Risiken	2
Gesamtbewertung	B
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mögliche Umsetzungsprojekte in Verbindung mit Eigenstromverbrauch prüfen und ggf. umsetzen ▪ Idealerweise Umsetzung als Bürgerenergieanlage

Projekt 7		Energiesparprojekte an Schulen											
Kurzbeschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Schulen gehören zu den größten Energieverbrauchern in den Gemeinden. Daher gilt es besonders hier Einsparpotenziale zu identifizieren und zu nutzen. Durch aktive Mitarbeit und Teilnahme der Beteiligten am Prozess, wird Schülern, Lehrern und Hausmeistern anschaulich das Thema Energieeinsparung und Klimaschutz näher gebracht. Die Integration der Schüler hat außerdem zur Folge, dass das erlernte Wissen auch im eigenen zuhause angewendet und an die Eltern weitergegeben wird. Als Beispiel können das Projekt "Ökoprofit Schule" des Landkreises Aichach-Friedberg oder die "Fifty-fifty"-Projekte (bspw. in der Gemeinde Ascha und den Städten Berlin, Hemmingen, Gladbeck, etc.) dienen (weitere Infos unter http://www.umweltschulen.de/energie/negawatt2.html#fifty). <p>Fördermöglichkeit besteht für:</p> <ul style="list-style-type: none"> Personalkosten die bei der Einführung entstehen (BMU) Aktionstage an Schulen mit bis zu 1.000 € <p>Weitere Bildungsmöglichkeiten zum Thema Energie sind anzudenken, wie bspw. arbeiten mit dem Energiespardorf des Bund Naturschutz. Mit diesem Modell können Schüler für den Klimaschutz sensibilisiert und Zusammenhänge klimapolitischer Entscheidungen den Schülern näher gebracht werden.</p>												
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> Energieeinsparung an Schulen Sensibilisierung von Schülern, Lehrern und Hausmeistern zu den Themen Klimaschutz und Energieeinsparung Wissen der Kinder als Multiplikatoren für private Haushalte (Schülern Verantwortung übertragen, für die sie anschließend belohnt werden (Beispiel "Fifty-fifty"-Projekte)) 												
Arbeitszeit Gemeinde	<ul style="list-style-type: none"> 5 PT für Konzepterstellung <ul style="list-style-type: none"> Welche Konzepte passen zu unserer Schule? Was wollen wir machen? Welche Fördermittel/Finanzierungsmöglichkeiten gibt es? 0,5 PT pro Monat während der Projektlaufzeit für Abstimmung mit Teilnehmer Projekt sollte mindestens ein Schuljahr laufen und sich etablieren 												
Kosten und Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> Über BMU-Förderprogramm "Energiesparmodelle in Schulen und Kindertagesstätten" ist Zuschuss in Höhe ab 65% der Personalkosten für die Einführung möglich Aktionstage für begleitende Öffentlichkeitsarbeit an Schulen und Kitas werden mit bis zu 1.000 € bezuschusst 												
CO₂ Einsparung	nicht bezifferbar, hängt vom Einsatz der Lehrkräfte und Schüler ab												
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> Überblick zu möglichen Aktionen, Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten verschaffen (bspw. Erfahrungsaustausch mit "Ökoprofit Schule"- (LRA Aichach-Friedberg; Fr. Fatma Friedrich) oder "fifty-fifty"-Projekte (Gemeinde Ascha) anschließend Vertreter von Schulen in gezielter Veranstaltung informieren 												
Start / Meilenstein	<p><i>jederzeit möglich, jedoch wird der Start empfohlen für das Schuljahr 2017/18</i></p> <p>Phase 1: Vorbereitung zusammen mit Schule und weiteren Akteuren (Schulleitung, Elternsprecher, Hausmeister, ...)</p> <p>Phase 2: Implementierung</p> <p>Phase 3: Controlling und Nachjustierung</p>												
Laufzeit (Monate)	2016			2017			2018			2019			
Akteure	Gemeindeverwaltung, Schulen bzw. Lehrkräfte, evtl. lokale Betriebe und Energieversorger REWAG (Unterstützung beim Identifizieren und Heben von Einsparpotenzialen)												
Mehrwert für ...	Gemeinde durch verringerte Energiekosten, Eltern durch Wissenstransfer von Schulen nach Hause												
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> Bewusstseinsbildung: Energieeinsparungen in Schulen und Weitergabe des Wis- 												

	sens der Schüler an die Eltern					
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schüler, Lehrer, Hausmeister lernen den sparsamen Umgang mit Energie ▪ Energieeinsparung und dadurch Kosteneinsparung 					
Bewertung Chancen	4				4	4
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lehrkräfte müssen offen für das Konzept sein ▪ zeitliche Einbindung des Themas in den "regulären" Unterricht muss möglich sein ▪ teilweise komplexe Themeninhalte müssen einfach kommuniziert werden 					
Bewertung Risiken	2					
Gesamtbewertung	C				2	
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen, die derartige Projekte bereits umgesetzt haben [Empfohlener Ansprechpartner: Landkreis Ostallgäu (KSM Herr Fischer), Gemeinde Ascha (Herr BGM Zirngibl), Landkreis Aichach-Friedberg (Frau Martin-Stadler), Landkreis Augsburg (KSM Frau Spöttle)] ▪ Anschließend sollte ein Konzept für diese Maßnahme erstellt und mit Vertretern der Schulen abgestimmt werden. Unterrichtsmaterial zum Download steht beim LfU und im Energieatlas Bayern kostenfrei zur Verfügung 					

Projekt 8		Stromsparerhelfer für Tegernheimer Bürger						
Kurzbeschreibung	<p>Bei elektrischem Strom handelt es sich um die teuerste Energieform im Haushalt. Ein 3-Personen-Haushalt verbraucht heutzutage durchschnittlich rd. 3.500 kWh_{el} pro Jahr. Die Kosten für eine Kilowattstunde Strom betragen durchschnittlich rd. 30 ct/kWh. Hieraus errechnen sich jährliche Stromkosten in Höhe von 1.050 €. Im Haushalt lassen sich relevante Stromeinsparungen oftmals bereits durch wenige geringinvestive Maßnahmen erzielen.</p> <p>Zur Identifizierung der Stromfresser in Haushalten werden von unterschiedlichen Stellen Energieberatungen angeboten. Die Gemeinde Tegernheim übernimmt für 100 Haushalte die Kosten für einen Basis-Check, indem der Strom- und Wärmeverbrauch, die Elektrogeräteausstattung und die Einsparungen auf geringinvestive Maßnahmen untersucht werden.</p> <p>Derartige Beratungen werden u.a. von der Verbraucherzentrale "Energieberatung" angeboten und nach Antrag mit einem Förderzuschuss vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) versehen, so dass der Gemeinde Tegernheim nur geringe Restkosten je Beratungstermin verbleiben. Im Anschluss an einen etwa einstündigen Vor-Ort-Termin erhält der Beratungsteilnehmer innerhalb von zwei Wochen einen standardisierten Kurzbericht mit Check-Ergebnissen und Handlungsempfehlungen.</p> <p>Auch bei Energieversorgern können sich Verbraucher zum Thema Stromsparen beraten lassen. Möglicherweise ist auch eine Zusammenarbeit mit dem lokalen Energieversorgern REWAG möglich.</p>							
Ziele und Aufgaben	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewusstseinsbildung der Bevölkerung im Bereich Energieeinsparung, Klimaschutz und Ressourcenschonung ▪ Stromeinsparung 							
Arbeitszeit Gemeinde	2 PT für Planung und öffentliche Bekanntmachung der Aktion							
Kosten und Finanzierung	1.000 € für 100 Energieberatungen im Wert von je 10 € Eigenanteil der Gemeinde Tegernheim Restbetrag wird gefördert durch das BMWi							
CO₂ Einsparung	<p>Je Haushalt bis zu 30 % Stromeinsparung</p> <p>Annahme, dass je Beratung ca. 10% Stromeinsparung erreicht werden kann: => bei 3.500 kWh/a * 10% / 100% = 350 kWh/a x 1.000 HH = 350.000 kWh/a Einsparung => CO₂-Emissionen deutscher Strommix 0,559 kg/kWh (Quelle: UBA) x 350.000 kWh/a = ~195 t CO₂/a</p>							
erste Schritte	Kontaktaufnahme mit Förderstelle. Abstimmungsgespräche bzgl. möglicher Zusammenarbeit mit Verbraucherzentrale "Energieberatung" (Frauenbergl 4, 93047 Regensburg); REWAG Energieberatung (Hr. Klement, Hr. Achhammer)							
Start / Meilenstein	<i>jederzeit möglich: Empfohlen wird ein Start ab Herbst (Phase 1: Aufklärung und Sensibilisierung). Somit kann z. B. in Kombination mit den Projekten 2 und 7 eine gemeinsame Strategie für die Sensibilisierung der Bürger entwickelt werden.</i>							
Laufzeit (Monate)	2016		2017		2018		2019	
				Phase 1				
Akteure	Gemeinde Tegernheim, wahlweise Verbraucherzentrale/REWAG/...							
Mehrwert für ...	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde Tegernheim durch kostenlose Beratung und Einsparungen beim Stromverbrauch ▪ Gemeinde Tegernheim durch geringeren Energieverbrauch und damit Erhöhung der Kaufkraft ▪ Vorbildfunktion für andere Kommunen 							
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Öffentlichkeitswirksame Aktion ▪ Senkung des Stromverbrauches der Gemeinde Tegernheim 							

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzung einer günstigen Energieberatung ▪ Bürger als Multiplikator (Einsparerfolge werden an Nachbar, Bekannte, etc. weitergegeben) ▪ positive Außendarstellung der Gemeinde Tegernheim ▪ regionale Wertschöpfung (100 €/a Einsparung für Privat-HH bei einer Einsparung von 350 kWh/a) ▪ Beitrag zum Klimaschutz
Bewertung Chancen	4	
Risiken		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Angebot wird nicht angenommen ▪ Einsparerfolge sind geringer als erwartet bzw. können nicht verifiziert werden
Bewertung Risiken	1	
Gesamtbewertung	C	
Handlungsempfehlung		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontaktaufnahme zur Förderstelle und Verbraucherzentrale "Energieberatung" Alternativ: Kontaktaufnahme mit REWAG, ... bzgl. einer möglichen Zusammenarbeit ▪ Maßnahme birgt großes Potenzial bei geringem Kostenaufwand. Umsetzung empfohlen

Projekt 9		Einführung einer Beschaffungsrichtlinie											
Kurzbeschreibung	Festlegung einer Vorgehensweise zur nachhaltigen Beschaffung von Materialien und Geräten im Bürobereich. Neue, ressourcenschonend produzierte, energieeffiziente und langlebige Technologien bieten Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen die Chance, enorme Energie- und Kosteneinsparpotenziale bei der Beschaffung von Informationstechnik zu erschließen. Gerade dem öffentlichen Sektor kommt dabei eine wichtige Vorbildfunktion zu. Es soll ein Leitfadens definiert werden, wie Energieeffizienz als Qualitätskriterium in Ausschreibungen aufgenommen und in den Beschaffungsprozess integriert werden kann. Eine solche Beschaffungsrichtlinie kann anschließend Vorlage für Beschaffungen in anderen Bereichen bspw. im Baubereich dienen.												
Ziele und Aufgaben	Ausarbeitung eines Leitfadens (Beschaffungsrichtlinie) für die Gemeindeverwaltung und Gemeindebetriebe Tegernheims zur nachhaltigen Beschaffung von Arbeits- und Büromaterialien und Geräten												
Arbeitszeit Gemeinde	8 bis 10 PT zur Erarbeitung der Richtlinie (inkl. Überzeugungsarbeit bei Entscheidungsträgern und Umsetzern); Eventuell Arbeitskreis des Gemeinderates für die Erarbeitung einsetzen.												
Kosten und Finanzierung	keine												
CO₂ Einsparung	nicht bezifferbar												
erste Schritte	Phase 1 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Informationsbeschaffung zum Thema Beschaffungsrichtlinie und -leitfadens (Zum Start wird empfohlen: dena-Studie "Energieeffiziente Bürogeräte professionell beschaffen") ▪ Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen suchen (Vielleicht können Geräte und Materialien im Verbund mit anderen Gemeinden, wie der Stadt Regensburg, organisiert und beschafft werden) ▪ Abstimmung mit den betroffenen Akteuren (was ist praktikabel, sinnvoll, etc.) und Festlegen von Beschaffungskriterien (Welche Anforderungen sollen bestimmte Gerätetypen und Büromaterialien aufweisen bzw. sind sinnvoll für die Gemeinde Tegernheim, können mehr Geräte gemeinsam genutzt werden?) Phase 2 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung der Beschaffungsrichtlinie: proaktive Anwendung bis zur automatisierten Umsetzung der Richtlinie 												
Start / Meilenstein	<i>jederzeit möglich</i>												
Laufzeit (Monate)	2016			2017		2018			2019				
				Phase 1	Phase 2								
Akteure	Gemeinde Tegernheim (Beschaffungswesen)												
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim durch Anschaffung energieeffizienter Geräte (Einsparung von Energiekosten)												
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prozess zur Beschaffung von Büromaterial und -geräten kann im Zuge der Umsetzung überprüft und gegebenenfalls neu aufgestellt werden ▪ Verringerung der Energiekosten durch Einsparungen ▪ Langfristig werden durch den Kauf von langlebigen Geräten Investitionskosten gesenkt ▪ Vorbildfunktion für Mitarbeiter, Bürger, andere öffentliche Einrichtungen wie Schulen, ... 												
Bewertung Chancen	3												
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ökonomische Interessen behalten trotz bestehender Richtlinie Vorrang ▪ Umsetzung der Maßnahme erfordert unverhältnismäßig hohen Mehraufwand, wenn nur ein Aufsetzen der Beschaffungsrichtlinie und keine optimale Einbettung in die 												

	Verwaltungsstrukturen stattfindet ▪ erwartete Einspareffekte bleiben aus, da Geräte nicht sachgemäß genutzt werden				
Bewertung Risiken	1				
Gesamt-bewertung	D				
Handlungs-empfehlung	Informationen bei anderen Kommunen einholen: ▪ Maßnahme wie angehen? ▪ Was sind die Hindernisse? ▪ Worauf sollte man achten? ▪ Wie groß ist der Aufwand für Umsetzung und Weiterführung der Maßnahme? Interne Prüfung innerhalb der Gemeindeverwaltung Tegernheim ob und wie die Maßnahmen in den Prozessablauf der Gemeinde eingebettet werden kann.				

Projekt 10	Masterplan Neubaugebiet											
Kurzbeschreibung	<p>Im Neubau schreibt das „Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz“ (EEWärmeG) die Nutzung eines Mindestanteils an erneuerbaren Energien vor. Alternativ kann eine verbesserte Gebäudeenergieeffizienz (z.B. Passivhausstandard) gewählt werden oder die Nutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder Abwärme. Für das Langfristziel eines nachhaltigen Gebäudebestands spielen demzufolge Gebäudeenergieeffizienz und die Art der Energieversorgung – z. B. zentral oder dezentral - eine wichtige Rolle. Die Festlegung von Kriterien für den Bau von nachhaltigen Neubausiedlungen eröffnet somit weitreichende Chancen zur Minderung des zukünftigen Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen von Tegernheim. Zudem können andere Aspekte wie Flächenverbrauch, Verwendung ressourcenschonender Baumaterialien und Mobilität mit aufgenommen werden.</p> <p>Ziel der Maßnahmen „Masterplan Neubaugebiet“ ist deshalb die Erarbeitung einer Checkliste in der wesentliche Nachhaltigkeitskriterien aufgeführt werden, die bei Neubaugebieten berücksichtigt und umgesetzt werden sollen. Hierzu gehören baurechtliche, planerische als auch bautechnische Maßnahmenpakete. Die Kriterien sind an die Gegebenheiten Tegernheims anzupassen und beinhalten als Zielsetzung die Entwicklung von nachhaltigen Neubaugebieten mit hoher Attraktivität für Bauträger und „Hauslesbauer“.</p> <p>Tipp: Ein Masterplan für Neubaugebiete kann z. B. unter Mitwirkung von regionalen Energieversorgern oder Hochschulen ausgearbeitet werden.</p> <p>Beispielhaft ist die Hochschule Augsburg zu nennen, welche bereits mit der Gemeinde Westendorf und Adelsried im Landkreis Augsburg zur Ausarbeitung einer Checkliste in Kontakt ist.</p>											
Ziele und Aufgaben	Entwicklung von nachhaltigen Kriterien zur integralen und weitsichtigen Erschließung von Neubaugebiete in der Gemeinde Tegernheim.											
Arbeitszeit Gemeinde	Arbeitszeit für das Einsetzen eines Arbeitskreises oder Ausschusses mit entsprechender Besetzung aus Gemeinderäten und externe Experten (z. B. Architekten, Energieberater und eventuell Hochschulvertreter): 4 – 5 PT (ohne Arbeitszeit des Gremiums)											
Kosten und Finanzierung	Eventuell Kosten für externe Experten (je nach Aufwand bis zu 5.000 €)											
CO₂ Einsparung	Hoch											
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Phase 1 <ul style="list-style-type: none"> ○ Diskussion im Gemeinderat: Beschluss der Maßnahme ○ Kontaktaufnahme mit Experten: Hochschule, anderen Kommunen (z. B. Stadt Kempten oder Lkr. Ostallgäu) ○ Einsetzen des Gremiums ▪ Phase 2 <ul style="list-style-type: none"> ○ Arbeit des Gremiums ▪ Phase 3 <ul style="list-style-type: none"> ○ Ständige Aufgabe: Anpassung des Masterplans an neue entwicklungen und Innovationen 											
Start / Meilenstein	<i>Jederzeit möglich / Beschluss der Maßnahmen</i>											
Laufzeit (Monate)	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">2016</th> <th style="width: 25%;">2017</th> <th style="width: 25%;">2018</th> <th style="width: 25%;">2019</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;">Phase 1</td> <td style="background-color: #f4a460;">Phase 2</td> <td style="background-color: #f4a460;">Phase 3</td> </tr> </tbody> </table>				2016	2017	2018	2019		Phase 1	Phase 2	Phase 3
2016	2017	2018	2019									
	Phase 1	Phase 2	Phase 3									
Akteure	Gemeinde Tegernheim, externe Berater und Experten											
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim, Bürger, Bauträger											

Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regionale Wertschöpfung wird durch den Einsatz nachhaltiger Baumaterialien und Energieeffizienz erhöht ▪ Zukunftsfähige Dorfentwicklung 				
Bewertung Chancen	4				
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziele und Erwartungen werden zu hoch gesteckt 				
Bewertung Risiken	1				
Gesamt-bewertung	B				
Handlungs-empfehlung	<p>Informationen bei anderen Kommunen einholen: Bildung eines kleinen Arbeitskreises aus Mitgliedern des Gemeinderates zur Vorbereitung weiterer Schritte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maßnahme wie angehen? ▪ Wer sollte/kann mit eingezogen werden in das Expertengremium? ▪ Worauf sollte man achten? ▪ Wie groß ist der Aufwand für Umsetzung und Weiterführung der Maßnahme? <p>Interne Prüfung innerhalb der Gemeindeverwaltung Tegernheim ob und wie die Maßnahmen in den Prozessablauf der Gemeinde eingebettet werden kann (siehe auch Maßnahmen KEM und Controlling)</p>				

Projekt 11	Controlling				
Kurzbeschreibung	Einführung eines Systems zum Prozessmanagement und zum Controlling bei der Umsetzung von Klimaschutz- und Energiemaßnahmen u.a. des Energienutzungsplans. Ein mögliches Instrument ist der European Energy Award® (eea: http://www.european-energy-award.de) oder das „Benchmark kommunaler Klimaschutz“ (http://www.benchmark-kommunaler-klimaschutz.de).				
Ziele und Aufgaben	Stärkung und Etablierung von Klimaschutz- und Energieprojekten durch Einführung geeigneter Management Instrumente zur Bündelung von Querschnittsaufgaben (z. B. für die Umsetzung der Projekte des Energienutzungsplans)				
Arbeitszeit Gemeinde	Abfrage von Energiedaten bei Energieversorgern, Gebäudeverantwortlichen, KEM sowie Datenaufbereitung und -auswertung ggf. durch Mithilfe eines Beraters ist eine stetige und wiederkehrende Aufgabe und kann mit 1 – 2 MT pro Monat in der Einführungsphase (12 bis 18 Monate) für die Teilnahme am European Energy Award® angesetzt werden. Danach reduziert sich der Aufwand auf 0,5 MT pro Monat.				
Kosten und Finanzierung	Abhängig vom gewählten Instrument: für European Energy Award® zwischen 5.000 und 15.000 € bis zur Erstzertifizierung inklusive externer Beratung und Jahresbeitrag. Danach Jahresbeitrag von rd. 1.500 € (netto) exklusive externer Beratung. Externe Beratung ca. 5 PT pro Jahr.				
CO2 Einsparung	Direkte CO ₂ -Einsparung wird nicht erzielt, jedoch in der Gesamtschau können hohe Einsparungen durch Überwachung und Stärkung der weiteren Maßnahmen erreicht werden.				
erste Schritte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entscheidung über die Art des Controllingsystems: Vorauswahl Weitere Schritte: Beispiel Einführung eea: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Phase 1 für eea <ul style="list-style-type: none"> ○ Wahl eines externen Beraters ○ Benennung Energie-Teamleiter ○ Benennung Energieteam ▪ Phase 2 <ul style="list-style-type: none"> ○ Vorbereitung Zertifizierung ▪ Phase 3 <ul style="list-style-type: none"> ○ Controlling und ○ Vorbereitung Rezertifizierung 				
Start / Meilenstein	Jederzeit möglich / Beschluss der Maßnahmen				
Laufzeit (Monate)	eea: 2016	2017	2018	2019	
	Vorauswahl	Phase 1	Phase 2		Phase 3
Akteure	Gemeinde Tegernheim, externe Berater und Experten				
Mehrwert für ...	Gemeinde Tegernheim, Bürger, Bauträger				
Chancen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzen eines Controllingsystems wird hoch eingeschätzt: Ansatzpunkte für Verbesserungsmöglichkeiten und strategisches Führungsinstrument in das z. B. ein KEM integriert werden sollte ▪ Notwendige Datenbasis aus Energienutzungsplan teilweise vorhanden ▪ Integration politischer Zielvorgaben möglich: z. B. Ausbauziele erneuerbarer Energien ▪ kontinuierliche Erfolgskontrolle ist sinnvoll und schafft Transparenz ▪ gemeinsame Entwicklung weniger, aber griffiger Kennzahlen und Indikatoren 				
Bewertung Chancen	5				
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ schlechte Vermittelbarkeit der Aussagekraft von Kennzahlen an die Öffentlichkeit ▪ eventuell hoher Implementierungsaufwand im Bereich Organisation und Verwaltung ▪ falsche oder zu viele Kennzahlen ▪ unzureichende zeitliche und finanzielle Ressourcen ▪ Beschäftigung mit sich selbst: Ziel wird aus den Augen verloren, Kennzahlen übernehmen Zielvorgaben 				

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziele werden zu hoch gesteckt bzw. sind unzureichend definiert (SMART*) 					
Bewertung Risiken	3					
Gesamtbewertung	B					
Handlungsempfehlung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung eines „schmalen“ Controllingsystems mit an Tegernheim angepassten Kennzahlen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Festlegung der konkreten kurzfristigen und mittelfristigen Ziele zur schrittweisen Einführung eines Kontrollmechanismus und ○ der darauf ausgerichteten Ausstattung mit hinreichenden zeitlichen und finanziellen Ressourcen sowie ○ parallele Entwicklung weniger, sinnvoller Kennzahlen. ▪ Festlegung von Prüfkriterien: hinterfragen des Aufwand-Nutzenverhältnisses des Controllingsystems bzw. Aussagekraft und Sinnhaftigkeit der angewandten Kennzahlen nach Einführung in einem Zeitraum von zwei bis drei Jahren. ▪ Evaluierung alle 4 bis 5 Jahre durch Externen <p>Jährliche Bewertung durch ein gewähltes bzw. eingesetztes Kontrollorgan (z. B. Gemeinderat) anhand eines Bewertungssystems.</p>					

8. Literatur

- Bayerisches Landesamt für Statistik, 2015: Statistik kommunal 2014; Hrsg. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; München; 2015
- BDEW, 2014a: Wo geht Energie im Haus verloren?; Zuletzt abgerufen am 20.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/gebaeudetechnik-de>
- BDEW, 2014b: Stromverbrauch der Haushalte; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6F27DC7FD5153D92C1257A61004DC84E/\\$file/Stromverbrauch%20Haushalte%20nach%20Anwendungen%202012%2022Mai2014%20o_%20jaehrlich_Ki.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/6F27DC7FD5153D92C1257A61004DC84E/$file/Stromverbrauch%20Haushalte%20nach%20Anwendungen%202012%2022Mai2014%20o_%20jaehrlich_Ki.pdf)
- BDEW, 2014c: Kostenvergleich: Altgerät gegen A+++-Gerät; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/haushaltstechnik-de>
- BDEW, 2014d: Veränderung von Ausstattung und Energieverbrauch; Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft; Zuletzt abgerufen am 24.11.2014 unter: <https://www.bdew.de/internet.nsf/id/energieeffizienz-allgemein-de>
- bifa, 2014: Meyer, S., Baumann, J., Peche, R. und Hertel, M. (2014): Gutachterliche Bewertung der Prüfkriterien des KrWG zur getrennten Bioabfallerfassung im Landkreis Regensburg, Gutachten im Auftrag des Landkreis Regensburg; Auftragnehmer bifa Umweltinstitut GmbH und AU Consult GmbH, August 2014, Augsburg
- co2online, 2014: Infografik: Stromverbrauch von Heizungspumpen im Vergleich; Internetseite der co2online gGmbH; Berlin; zuletzt abgerufen am 01.12.2014 unter: <http://www.co2online.de>
- 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
- StMUG, 2009: Energieeffiziente Modernisierung der Straßenbeleuchtung – Empfehlungen für Kommunen; Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit; München; 2009
- UBA, 2013: Potenzial der Windenergie an Land – Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land; Hrsg. Umweltbundesamt; Dessau-Roßlau; 2013