



INSTITUT FÜR
SYSTEMISCHE ENERGIEBERATUNG

Energienutzungsplan für die Gemeinde Bubenreuth

Endbericht

-vertraulich-

Stand: April 2017



Der Energienutzungsplan für die Gemeinde Bubenreuth wurde in der Zeit vom September 2016 bis April 2017 erstellt.

Auftraggeber:

Gemeinde Bubenreuth
Birkenallee 51
91088 Bubenreuth

Auftragnehmer

**Institut für Systemische Energieberatung GmbH
an der Hochschule Landshut**

Prof. Dr. Petra Denk
Am Lurzenhof 1
84036 Landshut
Tel.: 0871/506-274
E-Mail: info@ise-landshut.de

Hinweis: Dieser Bericht ist nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden. Eine Garantie für die Richtigkeit der Angaben wird nicht übernommen. Eine Haftung jeglicher Art für Schäden und Folgeschäden, insbesondere entgangener Gewinn wegen Mängeln des Berichts, ist ausgeschlossen.

Gefördert durch:

**Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie**



Copyright:

Die vorliegende Studie unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne die Zustimmung der Autoren darf diese nicht an Dritte weitergegeben werden. Die nicht-autorisierte Nutzung ist nicht gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	16
Danksagung	18
Zusammenfassung.....	19
Einleitung.....	22
1 Ausgangssituation in der Gemeinde Bubenreuth	26
1.1 Geographische Einordnung	26
1.2 Wirtschaftsstandort Bubenreuth	26
1.3 Flächenverteilung	27
1.4 Bevölkerungsentwicklung	28
1.5 Verkehr	29
1.6 Land- und Forstwirtschaft	30
1.7 Bisherige Aktivitäten im Bereich „Energie“	32
2 Energie- und CO ₂ -Bilanz der Gemeinde Bubenreuth	35
2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO ₂ -Bilanz.....	36
2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik.....	36
2.1.2 Datengrundlage	37
2.1.3 Datenqualität.....	38
2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz.....	39
2.2.1 Endenergieverbrauch	39
2.2.2 Elektrischer Endenergieverbrauch.....	43

2.2.3	Stromerzeugung aus regenerativen Energien	47
2.2.4	Thermischer Endenergieverbrauch.....	50
2.2.5	Mobiler Endenergieverbrauch.....	55
2.3	Ergebnisse der CO ₂ -Bilanz	58
2.3.1	Private Haushalte/Kleingewerbe.....	60
2.3.2	Gewerbe/Industrie	61
2.3.3	Kommunale/Öffentliche Liegenschaften	62
2.3.4	Verkehr	63
2.3.5	Abwasser und Abfall	63
2.3.6	Zusammenfassung	64
2.3.7	CO ₂ -Emissionen nach Verbrauchergruppen.....	65
3	Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude	68
3.1	Energieinfrastruktur	68
3.2	Bestandsanlagen erneuerbarer Energien.....	70
3.3	Einteilung der Gemeinde Bubenreuth in Bearbeitungsraster.....	71
3.4	Siedlungsstruktur und Baualtersklassen.....	73
4	Erstellung eines Wärmekatasters für die Gemeinde Bubenreuth.....	76
4.1	Wärmebedarfsermittlung der einzelnen Bearbeitungsraster	76
4.2	Potenzialgebiete für die zentrale Wärmeversorgung.....	80
4.3	Bewertung des Wärmekatasters.....	83
4.4	Zusammenfassung Wärmekataster	86
5	Potenzialanalyse.....	88
5.1	Potenzialbegriffe	88
5.2	Energieeinspar- und Effizienzpotenziale	90
5.2.1	Elektrische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale.....	90
5.2.2	Thermische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale	101

5.2.3 Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale bis 2022	107
5.3 Potenziale erneuerbarer Energien in der Gemeinde Bubenreuth.....	113
5.3.1 Windenergiepotenzial	113
5.3.2 Wasserkraftpotenzial	116
5.3.3 Biomassepotenzial.....	116
5.3.4 Geothermiepotenzial.....	120
5.3.5 Solarpotenzial	125
5.3.6 Abwärme.....	128
5.4 Zusammenfassung der Potenziale für erneuerbare Energien	128
5.5 Auswirkungen auf die pro Kopf CO ₂ -Emissionen	132
6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	134
6.1 Technische Grundannahmen	134
6.2 Kennzahlen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit.....	138
6.3 Wirtschaftliche Bewertung Detailprojekte	145
6.3.1 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 2.....	145
6.3.2 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“).....	158
6.3.3 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord (Bereich Hauptstraße).....	164
6.3.4 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet).....	171
6.3.5 Empfehlung Detailprojekte.....	178
6.4 Vor-Ort-Besichtigung	180
6.4.1 Prämissen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung (Vor-Ort-Besichtigung) ..	181
6.4.2 Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung – [REDACTED].....	182
6.4.3 Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung – [REDACTED].....	187
6.4.4 Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung – kommunale Liegenschaften	195

6.5	Auswirkungen auf die pro Kopf CO ₂ -Emissionen	197
7	Verkehr	198
7.1	Aktuelle Verkehrsinfrastruktur	198
7.2	Maßnahmenvorschläge	204
8	Energiestrategie und Controlling für die Gemeinde Bubenreuth	208
8.1	Energiestrategie	208
8.2	Controlling	215
9	Handlungsempfehlungen Energienutzungsplan Bubenreuth	219
9.1	Übersicht der Ergebnisse	219
9.2	Maßnahmenvorschläge	221
9.2.1	Übergeordnete Maßnahmen	222
9.2.2	Maßnahmen im Bereich elektrischer Energie	230
9.2.3	Maßnahmen im Bereich thermischer Energie	235
9.2.4	Maßnahmen im Bereich Verkehr	242
10	Fazit	248
11	Fördermittel	250
11.1	Mini-BHKW	251
11.2	Solarkollektoranlagen	252
11.3	Wärmepumpe	253
11.4	Nahwärmenetz	254
11.5	Biomasseanlagen	256
11.6	Energieeffizient Sanieren	257
11.7	10.000 Häuser-Programm	258
11.8	Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)	260
11.9	Städtebauförderung in Bayern	261

11.10	Energieeffizient Bauen.....	262
11.11	Energieberatung	263
11.12	Kreditprogramme zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien	264
11.13	PtJ-Förderungen.....	266
11.14	Ladesäuleninfrastruktur	267
11.15	Rad- und Fußverkehr (Klimaschutzteilkonzept).....	268
11.16	Förderung von Klimaschutzmaßnahmen der Kommunen und anderer Körper- schaften des öffentlichen Rechts (KlimR).....	269
11.17	KfW – Energetische Gemeindesanierung.....	270
11.18	Umsetzungsbegleitung von Energienutzungsplänen.....	271
12	Quellenverzeichnis	272
13	Glossar	282
14	Inhaltsverzeichnis elektronischer Anhang	284

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der globalen Temperatur und Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch in Deutschland.....	23
Abbildung 2: Definition des Energienutzungsplans.....	23
Abbildung 3: Projektablaufplan Energienutzungsplan	25
Abbildung 4: Entwicklung der Einwohnerzahl in der Gemeinde Bubenreuth von 1840 – 2014	28
Abbildung 5: Fahrzeugbestand in der Gemeinde Bubenreuth 2014.....	29
Abbildung 6: Bodennutzung in Bubenreuth im Jahr 2010.....	30
Abbildung 7: Besitzverteilung Waldfläche in Bubenreuth 2014	31
Abbildung 8: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen 2014	40
Abbildung 9: Anteile der Verbrauchergruppen am Endenergiebedarf 2014	41
Abbildung 10: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieformen 2014.....	42
Abbildung 11: Aufteilung des elektrischen Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen 2014	43
Abbildung 12: Entwicklung Stromverbrauch und Stromeinspeisung (EEG-Anlagen) 2011-2014	48
Abbildung 13: Anteil der erneuerbaren Energien (Vergütung nach EEG) am elektrischen Endenergiebedarf 2014 sowie Zielsetzungen (Bayern, BRD).....	49
Abbildung 14: Anteile der Verbrauchergruppen am thermischen Endenergieverbrauch 2014	50
Abbildung 15: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ 2014.....	51
Abbildung 16: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ 2014.....	52
Abbildung 17: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ 2014	53

Abbildung 18: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergieverbrauch 2014	55
Abbildung 19: Mobiler Endenergieverbrauch nach Fahrzeugarten 2014.....	56
Abbildung 20: Vergleich der PKWs pro Kopf/Vergleich des mobilen Endenergieverbrauchs pro Kopf.....	57
Abbildung 21: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO ₂ - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ in Tsd. t/a 2014	60
Abbildung 22: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO ₂ - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ in Tsd. t/a 2014	61
Abbildung 23: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO ₂ - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegschaften“ in Tsd. t/a 2014	62
Abbildung 24: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO ₂ - Emissionen in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ in Tsd. t/a 2014	63
Abbildung 25: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO ₂ - Emissionen in Tsd. t/a 2014 in der Gemeinde Bubenreuth.....	64
Abbildung 26: Verteilung der jährlichen CO ₂ -Emissionen auf die einzelnen Verbrauchergruppen 2014	65
Abbildung 27: CO ₂ -Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2014 in Bubenreuth	66
Abbildung 28: CO ₂ -Emissionen pro Kopf in Bubenreuth im Vergleich mit BRD	67
Abbildung 29: Energieinfrastruktur Erdgasnetz	69
Abbildung 30: Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen in der Gemeinde Bubenreuth, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2015).....	70
Abbildung 31: Einteilung der Gemeinde Bubenreuth in Bearbeitungsraster.....	72
Abbildung 32: Siedlungsstruktur in der Gemeinde Bubenreuth	73
Abbildung 33: Großverbraucher in der Gemeinde Bubenreuth	74
Abbildung 34: Baualtersklassen in der Gemeinde Bubenreuth gemäß Vor-Ort- Besichtigung in Verbindung mit der Abstimmung im Projektteam.....	75

Abbildung 35: Vorgehensweise bei der Erstellung des Wärmekatasters für die Gemeinde Bubenreuth	77
Abbildung 36: Gebäudespezifische Darstellung der Wärmebedarfe nach Datenquellen in der Gemeinde Bubenreuth	79
Abbildung 37: Wärmebelegungsdichte (IST) je Bearbeitungsraster in Bubenreuth.....	80
Abbildung 38: Sanierte Baualtersklassen unter dem angenommenen Sanierungszyklus von 45 Jahren.....	81
Abbildung 39: Wärmebelegungsdichtekarte (2034) je Bearbeitungsraster in der Gemeinde Bubenreuth	82
Abbildung 40: Abgestimmte Bewertung der Bearbeitungsraster	84
Abbildung 41: Zusammenfassung Bewertung Wärmekataster.....	87
Abbildung 42: Darstellung der verschiedenen Potenzialarten	89
Abbildung 43: Jährlicher Stromverbrauch einer alten und neuen Umwälzpumpe	91
Abbildung 44: Beispielrechnung Kostenentwicklung Umwälzpumpe.....	92
Abbildung 45: Energieeffizienzsteigerung bei Haushaltsgeräten.....	93
Abbildung 46: Sanierungspotenzial in der Gemeinde Bubenreuth bis 2034.....	102
Abbildung 47: Einspar- und Effizienzpotenzial Strom nach Szenarien	108
Abbildung 48: Einsparpotenzial elektrische Energie (Klimaplus).....	109
Abbildung 49: Einspar- und Effizienzpotenzial Wärme nach Szenarien	110
Abbildung 50: Einsparpotenzial thermische Energie (Klimaplus)	111
Abbildung 51: CO ₂ -Emissionen nach Hebung des gesamten Einsparpotenzials (Szenario Klimaplus)	112
Abbildung 52: Auszug aus dem Regionalplan „Siedlung und Versorgung – Texturkarte Windkraft“ für die Gemeinde Bubenreuth.....	114
Abbildung 53: Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	115
Abbildung 54: Temperaturverteilung in 1.500 m unter Gelände in der Gemeinde Bubenreuth.....	121

Abbildung 55: Nutzung verschiedener Wärmepumpensysteme	124
Abbildung 56: Potenzial für PV-Freiflächen in der Gemeinde Bubenreuth	127
Abbildung 57: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Strom)	130
Abbildung 58: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Wärme)	131
Abbildung 59: Pro Kopf CO ₂ -Emissionen in der Gemeinde Bubenreuth nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale erneuerbarer Energien	133
Abbildung 60: Preisentwicklung Hackschnitzel und Pellets im Vergleich	135
Abbildung 61: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 2	146
Abbildung 62: Geordnete thermische Jahresdauerlinie Detailprojekt Raster 2	147
Abbildung 63: Thermische und elektrische Deckungsanteile in der Wärmeversorgungsvariante 1	149
Abbildung 64: Abdeckung der Jahresdauerlinie (Raster 2) am Beispiel der Wärmeversorgungsvariante 1	151
Abbildung 65: Investitionskostenprognose (Raster 2)	152
Abbildung 66: Jahresgesamtkosten (Raster 2).....	153
Abbildung 67: Wärmegestehungskosten– Anschlussquote 100 % (Raster 2).....	154
Abbildung 68: Wärmegestehungskosten– Anschlussquote 50 % (Raster 2).....	155
Abbildung 69: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 2) ..	156
Abbildung 70: CO ₂ -Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 2)	157
Abbildung 71: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“)	158
Abbildung 72: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“).....	160
Abbildung 73: Wärmegestehungskosten– Anschlussquote 50 % (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“).....	161
Abbildung 74: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“).....	162

Abbildung 75: CO ₂ -Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“)	163
Abbildung 76: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 11-14 ("Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)	164
Abbildung 77: Wärmegegostehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)	167
Abbildung 78: Wärmegegostehungskosten – Anschlussquote 50 % (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)	168
Abbildung 79: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)	169
Abbildung 80: CO ₂ -Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)	170
Abbildung 81: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	171
Abbildung 82: Wärmegegostehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	174
Abbildung 83: Wärmegegostehungskosten – Anschlussquote 50 % (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	175
Abbildung 84: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	176
Abbildung 85: CO ₂ -Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	177
Abbildung 86: Gesamtübersicht der untersuchten zentralen Wärmeversorgungsvarianten	178
Abbildung 87: Geplanter Anlagenstandort der Photovoltaikdachanlage - [REDACTED]	183
Abbildung 88: Stromlastgang und PV-Erzeugung (Juniwoche) - [REDACTED]	184
Abbildung 89: Kapitalwertentwicklung – Photovoltaikanlage - [REDACTED]	185
Abbildung 90: Kapitalwertentwicklung - Beleuchtung (KVG) - [REDACTED]	186

Abbildung 91: Kapitalwertentwicklung - Beleuchtung (EVG) - [REDACTED]	187
Abbildung 92: Geplanter Anlagenstandort der Photovoltaikdachanlage - [REDACTED] [REDACTED]	189
Abbildung 93: Stromlastgang und PV-Erzeugung (Juniwoche) - [REDACTED] [REDACTED]	190
Abbildung 94: Kapitalwertentwicklung – Photovoltaikanlage - [REDACTED] [REDACTED]	191
Abbildung 95: Kapitalwertentwicklung - Beleuchtung (KVG) - [REDACTED] [REDACTED]	192
Abbildung 96: Kapitalwertentwicklung - Beleuchtung (EVG) - [REDACTED] [REDACTED]	193
Abbildung 97: Kapitalwertentwicklung - Umwälzpumpentausch	194
Abbildung 98: Pro Kopf CO ₂ -Emissionen in der Gemeinde Bubenreuth nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale erneuerbarer Energien und Umsetzung der Wärmenetze	197
Abbildung 99: Bestehende S-Bahn-Anbindung	199
Abbildung 100: Bestehende Busanbindungen an Netz des VGN	200
Abbildung 101: Übersicht der innerörtlichen Verkehrsinfrastruktur in der Gemeinde Bubenreuth	203
Abbildung 102: Bewertung der Abdeckung des elektrischen Endenergiebedarfs durch Erneuerbare unter Berücksichtigung der maximal möglichen Energieeinsparung im Szenario Klimaplus	211
Abbildung 103: Bewertung der Abdeckung des thermischen Endenergiebedarfs durch Erneuerbare unter Berücksichtigung der maximal möglichen Energieeinsparung im Szenario Klimaplus	212
Abbildung 104: Entwicklung der pro-Kopf-Emissionen in Abhängigkeit der umgesetzten Maßnahmen	214
Abbildung 105: Abweichung von den Zielwerten	215
Abbildung 106: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief	217
Abbildung 107: Vorgeschlagene Maßnahmen zur Umsetzung	221

Abbildung 108: Maßnahmensteckbrief M 1	222
Abbildung 109: Maßnahmensteckbrief M 2	223
Abbildung 110: Maßnahmensteckbrief M 3	224
Abbildung 111: Maßnahmensteckbrief M 4	225
Abbildung 112: Maßnahmensteckbrief M 5	226
Abbildung 113: Maßnahmensteckbrief M 6	227
Abbildung 114: Maßnahmensteckbrief M 7	228
Abbildung 115: Maßnahmensteckbrief M 8	229
Abbildung 116: Maßnahmensteckbrief M 9	230
Abbildung 117: Maßnahmensteckbrief M 10	231
Abbildung 118: Maßnahmensteckbrief M 11	232
Abbildung 119: Maßnahmensteckbrief M 12	233
Abbildung 120: Maßnahmensteckbrief M 13	234
Abbildung 121: Maßnahmensteckbrief M 14	235
Abbildung 122: Maßnahmensteckbrief M 15	236
Abbildung 123: Maßnahmensteckbrief M 16	237
Abbildung 124: Maßnahmensteckbrief M 17	238
Abbildung 125: Maßnahmensteckbrief M 18	239
Abbildung 126: Maßnahmensteckbrief M 19	240
Abbildung 127: Maßnahmensteckbrief M 20	241
Abbildung 128: Maßnahmensteckbrief M 21	242
Abbildung 129: Maßnahmensteckbrief M 22	243

Abbildung 130: Maßnahmensteckbrief M 23	244
Abbildung 131: Maßnahmensteckbrief M 24	245
Abbildung 132: Maßnahmensteckbrief M 25	246
Abbildung 133: Maßnahmensteckbrief M 26	247

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenverteilung 1980, 2014.....	27
Tabelle 2: Endenergieverbrauch (2014) in der Gemeinde Bubenreuth	39
Tabelle 3: Stromverbräuche kommunaler und öffentlicher Liegenschaften 2014/2015 in MWh _{el} gemäß Datenerfassung und Fragebögen	45
Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh bzw. t/EW	59
Tabelle 5: Wärmebelegungsdichte je Raster	83
Tabelle 6: Vorschläge Detailprojekte	84
Tabelle 7: Beispielrechnung: Geräte im dauerhaften Stand-by-Betrieb.....	95
Tabelle 8: Eckpunkte zur Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Bubenreuth.....	99
Tabelle 9: Leuchtenbestand der Straßenbeleuchtung Bubenreuth	100
Tabelle 10: Einsparpotenziale thermischer Energie in der Gemeinde Bubenreuth bis 2022 / 2034	103
Tabelle 11: Überschlägige Massen- und Wärmeerträge ausgewählter biogener Reststoffe	120
Tabelle 12: Berücksichtigte Restriktion zur Ermittlung des PV-Freiflächenpotenzials.....	127
Tabelle 13: Zusammenfassung technisches Zubaupotenzial und vorhandene Erzeugung	129
Tabelle 14: Einsparpotenzial CO ₂ mittels erneuerbarer Energien in Bubenreuth	132
Tabelle 15: Prämissen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	144
Tabelle 16: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 2.....	148
Tabelle 17: Kenndaten der Wärmeerzeuger Detailprojekt Raster 2	150
Tabelle 18: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“).....	159
Tabelle 19: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 4/5 (Geigenbauersiedlung).....	160

Tabelle 20: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord).....	165
Tabelle 21: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord).....	166
Tabelle 22: Kenndaten Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	172
Tabelle 23: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet).....	173
Tabelle 24: Prämissen für die Optimierungsmaßnahmen der Vor-Ort-Besichtigung.....	181
Tabelle 25: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - [REDACTED].....	183
Tabelle 26: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - [REDACTED].....	188
Tabelle 27: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - Feuerwehrhaus	195
Tabelle 28: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - Rathaus.....	196
Tabelle 29: Kenndaten der VGN Buslinien mit Anbindung an die Gemeinde Bubenreuth.....	200
Tabelle 30: Mögliche Maßnahmen im Bereich Verkehr	204
Tabelle 31: Zielsetzungen verschiedener Abkommen sowie der Gemeinde Bubenreuth .	208
Tabelle 32: Potenziale zur Reduktion der Primärenergie nach Szenarien	210
Tabelle 33: Reduktionspotenzial der Primärenergie durch erneuerbare Energien	210
Tabelle 34: Zielemissionen in t/Kopf der beiden Abkommen.....	213
Tabelle 35: Kennzahlen zur Kontrolle des Energiebedarfs/Energieerzeugung in der Gemeinde Bubenreuth	218
Tabelle 36: Fördersätze Mini-BHKW	251

Danksagung

Für die erfolgreiche Ausarbeitung des Energienutzungsplans für die Gemeinde Bubenreuth war die Mitarbeit der lokalen Akteure sowie der kommunalen Verwaltung entscheidend. Neben der Gemeindeverwaltung trugen insbesondere die im Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ ehrenamtlich engagierten Gemeindebürger wesentlich zum Gelingen des Energienutzungsplans bei.

Das Institut für Systemische Energieberatung möchte sich deshalb herzlich bei der Gemeinde Bubenreuth, insbesondere bei Herrn Bürgermeister Stumpf für die unkomplizierte und engagierte Zusammenarbeit bedanken.

Ein besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der Verwaltung der Gemeinde Bubenreuth für die stets zügige Zusammenstellung der notwendigen Daten und Unterlagen für die Ausarbeitung des Energienutzungsplans sowie die kooperative Zusammenarbeit. Im Besonderen gilt dieser Dank Frau Gundermann (Verwaltung) und Herrn Franz (Bauamt). Daneben möchten wir uns auch beim Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ für die engagierte Mitarbeit und die Übermittlung notwendiger Daten bedanken.

Bedanken möchten wir uns auch bei Herrn Schwarz von der Bayernwerk AG für die Bereitstellung der notwendigen Strom- und Gasdaten. Ein weiterer Dank gilt Herrn Heindl von der Joseph-Stiftung Erlangen sowie Frau Händel vom Landratsamt Erlangen-Höchstadt für die zeitnahe Bereitstellung der entsprechenden Daten und Statistiken.

Weiter möchten wir uns sowohl bei der [REDACTED] als auch der [REDACTED] für die Zusammenarbeit im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans bedanken.

In diesem Zusammenhang soll auch den übrigen Gewerbebetrieben Bubenreuths gedankt werden, welche sich an der Datenerfassung zum Energienutzungsplan beteiligt haben.

Bei dem für die Gemeinde Bubenreuth zuständigen Kaminkehrer Herrn H. Barthelmeß bedanken wir uns für die Zusendung der Daten zur Feuerstättenzählung.

Zusammenfassung

Der vorliegende Energienutzungsplan für die Gemeinde Bubenreuth ist zwischen September 2016 und April 2017 vom Institut für Systemische Energieberatung erarbeitet worden. Mittels des vorliegenden Energienutzungsplans sollen der Gemeinde Bubenreuth konkrete Maßnahmen aufgezeigt werden, durch die zum einen Energie effizienter bereitgestellt und zum anderen Energie bzw. CO₂-Emissionen eingespart werden können. Die Mithilfe der Gemeinde und des Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“ sowie verschiedener Behörden und Unternehmen trug maßgeblich zum Erfolg bei.

Das Konzept beinhaltet umfassende und detaillierte Analysen zum energetischen Ist-Zustand (Endenergie- und Primärenergieverbrauch, CO₂-Ausstoß) in den einzelnen Verbrauchergruppen (Kommunale/Öffentliche Liegenschaften, Private Haushalte/Kleingewerbe, Industrie/Gewerbe und Verkehr). Außerdem werden verbrauchergruppenspezifische Potenzialaussagen zu Energieeinsparungen/Energieeffizienz sowie Vor-Ort-Besichtigungen für je zwei in Abstimmung mit dem Projektteam ausgewählte kommunale Liegenschaften und Gewerbebetriebe durchgeführt. Zudem wird eine Analyse der technischen Zubaupotenziale erneuerbarer Energien durchgeführt und ein detaillierter Wärmekataster erarbeitet, auf dessen Basis konkret zu untersuchende Detailprojekte für eine optimierte Wärmebereitstellung definiert werden. Diese sowie die in den Vor-Ort-Besichtigungen identifizierten und mit den Betrieben abgestimmten Projekte werden umfassend wirtschaftlich analysiert und bewertet. Daran anknüpfend werden die resultierenden CO₂-Einsparungen ermittelt und konkrete Maßnahmenempfehlungen sowie mögliche Fördermittel und eine Energiestrategie aufgezeigt. Weiter werden Möglichkeiten zur Vermeidung des Verkehrs aufgezeigt und erläutert.

Ergebnisse

Im Jahr 2014 ist in der Gemeinde Bubenreuth eine Endenergiemenge in Höhe von 99 GWh benötigt worden. Diese verteilt sich auf die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ mit ca. 52 GWh (53 %), die Verbrauchergruppe „Verkehr“ mit 39 GWh (40 %), die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ mit ca. 5 GWh (5 %), und die Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ mit ca. 2 GWh (2 %). Die obige End-

energiemenge entspricht einem Primärenergiebedarf in Höhe von ca. 120 GWh¹. Der jährliche Endenergiebedarf bedingt CO₂-Emissionen² in Höhe von insgesamt ca. 32 Tsd. t. Im Durchschnitt ist somit jeder Bürger Bubenreuths für einen energiebedingten CO₂-Ausstoß von ca. 7,1 t im Jahr 2014 verantwortlich. Wird der Wert für den pro Kopf Ausstoß mit dem bundesdeutschen Durchschnittswert (11,5 t / Kopf) [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2013_A] verglichen, so liegt Bubenreuth um 4,4 t/Kopf (= 39 %) unter diesem Wert.

Die Gemeinde Bubenreuth ist bereits vor Erarbeitung des Energienutzungsplans im Bereich des Klimaschutzes aktiv gewesen, was sich in der Umsetzung verschiedener Maßnahmen widerspiegelt (siehe auch Kapitel 1.7). Im Jahr 2014 werden ca. 0,4 GWh_{el} elektrische Energie durch erneuerbare Energien bereitgestellt. Dies entspricht einem Anteil am jährlichen Gesamtstromverbrauch von 4 %.

Thermische Energie wird in Bubenreuth durch erneuerbare Energien in Höhe von ca. 2,8 GWh_{th} (2014) erzeugt. Dies entspricht einem Anteil von derzeit 6 % des Wärmebedarfs, der durch erneuerbare Energien gedeckt wird.

Bis zum Jahr 2022 lässt sich – je nach Anstrengung und finanziellem Aufwand – im Bereich Strom der Endenergiebedarf um bis zu ca. 27 % (Klimaplus) und im Bereich Wärme der Bedarf bis zu ca. 13 % (Klimaplus) reduzieren. Die größten Einsparpotenziale liegen im Bereich Strom im Austausch der Beleuchtung sowie in der Vermeidung von Stand-By Betrieb, im Bereich Wärme sind der Kesseltausch bei älteren Heizungsanlagen sowie die Optimierung des Heizungssystems (z. B. hydraulischer Abgleich) die wesentlichen Maßnahmen. Durch die Hebung der oben genannten möglichen Einsparpotenziale im Bereich Strom kann die Gemeinde Bubenreuth insgesamt ca. 5 % des emittierten CO₂ einsparen, im Bereich Wärme ebenfalls ca. 5 %. Dadurch könnte der pro Kopf CO₂-Ausstoß in Bubenreuth auf ca. 6,4 t (in 2022) reduziert werden. Um diesen noch weiter senken zu können, ist die Errichtung weiterer erneuerbare Energieerzeugungsanlagen (Photovoltaik, Biomasse etc.) notwendig. Bei Realisierung des ausgewiesenen technischen Zubaupotenzials sowie der betrachteten Detailprojekte könnten die pro Kopf Emissionen nochmals um ca. 5,3 t/Kopf auf ca. 1,1 t/Kopf verringert werden. Dadurch liegen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro Kopf nach Hebung der gesamten Potenziale (Energieerzeugung, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Detailprojekte) deutlich unter dem derzeitigen Bundesdurchschnitt. Wird dieser

¹ Der Primärenergiebedarf beinhaltet auch die Energiemenge, die durch die vorgelagerten Prozessketten bei Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des jeweiligen Energieträgers benötigt wird.

² Genauer: CO₂-Äquivalente

Wert mit den Zielen der Bundesregierung verglichen, so könnte das Ziel eines maximalen CO₂-Ausstoßes von ca. 7,5 t/Kopf bis 2030³, erreicht werden. Gleiches gilt beim Abgleich mit den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens bis 2030 (5,1 t/Kopf).

Wichtig für die Umsetzung des Energienutzungsplans ist es, die Bürger zu sensibilisieren und zu motivieren. Nur wenn diese die Energiewende in Bubenreuth positiv begleiten und bereit sind, viele (kleine und größere) Maßnahmen umzusetzen, wird die Energiewende erfolgreich in Bubenreuth realisiert werden können. Die Gemeinde sollte hierbei weiterhin den Bürgerinnen und Bürgern motivierend zur Seite stehen, ihre Vorbildfunktion weiter wahrnehmen und soweit möglich, auch finanziell unterstützen. .

³ Unter der Annahme, dass bis 2050 ca. 87 % der Emissionen im Vergleich zu 1990 eingespart werden.

Einleitung

Im Rahmen der Weltklimakonferenz in Paris ist ein neues Klimaschutzabkommen ausgearbeitet worden, welches am 12.12.2015 durch die Bundesumweltministerin Dr. Babara Hendricks unterzeichnet worden ist. Die wesentlichen Inhalte dieses Abkommens sind:

- Die Erderwärmung soll deutlich unter 2 °Celsius, möglichst auf unter 1,5 °Celsius begrenzt werden.
- Entsprechend soll in der zweiten Jahrhunderthälfte eine globale Treibhausgasneutralität erreicht werden.
- Dazu sollen alle Teilnehmerländer alle fünf Jahre ihre Klimaschutzfahrpläne aktualisieren und anspruchsvoller gestalten.
- Um das globale Ziel der Treibhausgasneutralität zu erreichen, sollen Entwicklungsländer beim Klimaschutz unterstützt werden [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT 2016].

Zur Zielerreichung (1,5 °Grad-Ziel) ist es in Deutschland notwendig bis spätestens 2040 kein Kohlendioxid mehr durch die Nutzung fossiler Energieträger zu emittieren. Das heißt, dass ein vollständiges Ende der Verwendung der fossilen Energieträger wie Erdgas, Heizöl und Kohle bis dahin notwendig ist. Eine andere Lösung wäre nur die kostenintensive und auch umstrittene CCS-Technik (Carbon Capture and Storage) [VGL. QUASCHNING 2016].

Die bayerische Staatsregierung hat im Jahr 2015 ein Energieprogramm erarbeitet, welches das Energiekonzept „Energie innovativ“, in dem die Ziele Bayerns sowie die zur Zielerreichung notwendigen Schritte aufgezeigt worden sind, fortschreibt. Unter anderem möchte der Freistaat Bayern die CO₂-Emissionen pro Kopf bis 2025 auf 5,5 t pro Kopf und Jahr reduzieren [VGL. BAYERISCHE STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015]. Die Bundesregierung hat das Ziel die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990 um 40 % bis zum Jahr 2020 und um 80-95 % bis zum Jahr 2050 zu reduzieren [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT 2014].

Beide Ziele sind zur Erreichung der im Pariser Klimaabkommen gesetzten Ziele nicht ausreichend, denn dazu ist es notwendig, den Umstieg auf erneuerbare Energien in Deutschland um den Faktor vier bis fünf zu beschleunigen. Bei Weiterverfolgung der Energiewende im bisherigen Tempo wäre eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien somit erst im Jahr 2150 erreicht (VGL. Abbildung 1) [VGL. QUASCHNING 2016].

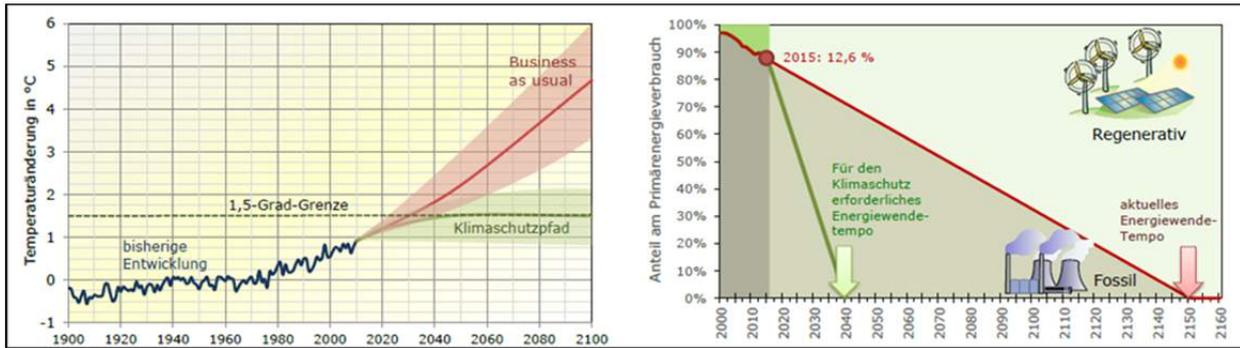


Abbildung 1: Entwicklung der globalen Temperatur und Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch in Deutschland

Quelle: Quaschnig 2016

Zu diesem Zweck ist in jeder einzelnen der ca. 2.000 Kommunen in Bayern [VGL. STATISTISCHES BUNDESAMT 2011] eine systematische Vorgehensweise im Bereich der Energieversorgung notwendig, weshalb die Erstellung des vorliegenden Energienutzungsplans (ENP) für die Gemeinde Bubenreuth im Rahmen der Richtlinie innovativer Energietechnologien und Energieeffizienz (BayINVENT) durch die bayerische Staatsregierung gefördert wird.

Der Energienutzungsplan dient als informelles Planungsinstrument zum Thema Energie und zeigt ganzheitliche energetische Konzepte mit räumlichem Bezug auf (VGL. Abbildung 2).



- **Definition:**
„Ein Energienutzungsplan (ENP) ist ein informelles Planungsinstrument für Gemeinden zum Thema Energie“ (Leitfaden Energienutzungsplan).
- **Merkmale eines Energienutzungsplans:**
 - Der **räumliche Bezug** steht im Vordergrund.
 - „Herzstück“ des Energienutzungsplans ist der **Wärmekataster**, der die Wärmebedarfe der Kommune geografisch verortet und potenzielle Gebiete für Wärmenetze identifiziert.
 - Die Konzeptentwicklung erfolgt an Hand des **energetischen Dreisprungs** (Energieeffizienz; Energieeinsparung; Einsatz erneuerbarer Energien)
 - Detailprojekte werden mittels detaillierter **Wirtschaftlichkeitsberechnungen** bewertet und analysiert.

Abbildung 2: Definition des Energienutzungsplans

Quelle: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT 2011

Die Erstellung des Energienutzungsplans erfolgt dabei auf Basis einer detaillierten Erfassung des energetischen Ist-Zustandes (Aufnahme der Endenergiebedarfe sowie der bestehenden Energieinfrastruktur) der Gemeinde Bubenreuth. Darauf aufbauend werden Potenziale in Bezug auf Energieeinsparung/Effizienzsteigerung sowie erneuerbare Energien ausgewiesen. Für die Verbrauchergruppe Verkehr werden detaillierte Maßnahmen und Ansatzpunkte erörtert, mit Hilfe derer sich der Energiebedarf und damit verbunden der CO₂-Ausstoß in diesem Bereich verringern lässt. Identifizierte Detailprojekte aus dem Wärmekataster sowie aus den Vor-Ort-Besichtigungen werden dann wirtschaftlich bewertet, um konkrete Projektvorschläge zur Umsetzung zu benennen (VGL. Abbildung 3).

Ziel ist es durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Energieversorgung sicherzustellen. Gleichzeitig soll die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringert, die Energiekosten dauerhaft gesenkt und die regionale Wertschöpfung erhöht werden.

Entsprechend ist bei der Erstellung des Energienutzungsplans für die Gemeinde Bubenreuth wie folgt vorgegangen worden:

- Analyse der Ausgangssituation
- Erstellung einer IST-Energie- und CO₂-Bilanz
- Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude
- Erarbeitung eines Wärmekatasters und Definition konkreter Detailprojekte
- Vor-Ort-Besichtigung (zwei Gewerbebetriebe, Rathaus, Feuerwehrhaus)
- Potenzialbetrachtung - Energieeinsparung, Energieeffizienz sowie erneuerbare Energien
- Umfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Vollkostenrechnung für ausgewählte Detailprojekte sowie mit den Betrieben definierte Projekte aus der Vor-Ort-Besichtigung
- Vorstellung einer Energiestrategie und eines Controllings (Darstellung der Entwicklung des Primärenergiebedarfs sowie des CO₂-Ausstoßes)
- Handlungsleitfaden - Vorschlag umzusetzender Maßnahmen
- Akteursbeteiligung



Abbildung 3: Projektablaufplan Energienutzungsplan

Basierend auf dieser Vorgehensweise ist der Bericht wie folgt strukturiert. In Kapitel 1 ist zuerst die Ausgangssituation in der Gemeinde Bubenreuth beschrieben. Kapitel 2 stellt die Energie- und CO₂-Bilanz der Gemeinde dar. Die Bestandsanalyse der Gebäude- und Energieinfrastruktur (Kapitel 3) zeigt auf, welche Datenbasis für den in Kapitel 4 erstellten Wärmekataster zur Verfügung steht bzw. welche Daten zusätzlich im Rahmen der Erstellung des ENP ermittelt worden sind. Auf Basis des flächendeckenden Wärmekatasters für die Gemeinde Bubenreuth werden außerdem in Kapitel 4 die Detailprojekte (z.B. für eine zentrale bzw. energetisch optimierte Wärmeversorgung) definiert. Auf der Grundlage der Kapitel 1 - 4 beschreibt Kapitel 5 die in Bubenreuth vorliegenden Einspar- und Effizienzpotenziale sowie die Ergebnisse aus der Vor-Ort-Besichtigung und das Potenzial der erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet. Kapitel 6 analysiert mittels detaillierter Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für die in Kapitel 4 sowie die im Rahmen der Vor-Ort-Besichtigung definierten Projekte, ob diese auch wirtschaftlich sinnvoll sind. Möglichkeiten zur Vermeidung des Verkehrs und Reduzierung des Energiebedarfs werden in Kapitel 7 erläutert.

In Kapitel 8 wird schließlich die Entwicklung des Primärenergiebedarfs sowie der CO₂-Emissionen, basierend auf der Bestands- sowie der Potenzialanalyse dargestellt und eine mögliche Energiestrategie für die Gemeinde Bubenreuth aufgezeigt.

Abschließend werden in Kapitel 9 mögliche, umzusetzende Maßnahmen für die Gemeinde Bubenreuth beschrieben und in Kapitel 10 ein Fazit zum erstellten Energienutzungsplan der Gemeinde gezogen.

Durch die Erstellung des Energienutzungsplans ist eine hochwertige Diskussionsgrundlage geschaffen worden. Hierauf aufbauend sollten in einem zweiten, nachfolgenden Schritt die aus Sicht der Gemeinde umzusetzenden Maßnahmen festgelegt und entsprechende Umsetzungs- und Zeitpläne konkretisiert werden.

1 Ausgangssituation in der Gemeinde Bubenreuth

1.1 Geographische Einordnung

Die Gemeinde Bubenreuth befindet sich im mittelfränkischen Landkreis Erlangen-Höchstadt und liegt unmittelbar benachbart zur Metropolregion Nürnberg.

Über den „Frankenschnellweg“ (Bundesautobahn A 73), die Bundesstraße B 4 sowie über eine Staatsstraße als auch über die S-Bahnlinie S1 und mehrere Buslinien ist die Gemeinde Bubenreuth gut erreichbar.

Das gesamte Gemeindegebiet erstreckt sich über eine Fläche von ca. 4 km² entlang der Regnitz. Nachbargemeinden der Gemeinde Bubenreuth sind die Städte Erlangen und Baiersdorf sowie die Gemeinden Möhrendorf, Marloffstein und Langensendelbach-Bräuningshof [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016].

1.2 Wirtschaftsstandort Bubenreuth

Der Wirtschaftssektor der Gemeinde Bubenreuth wird seit den 1950er Jahren maßgeblich geprägt durch das Vorhandensein zahlreicher Geigenbauer. Eine beispiellose Ansiedlung vertriebener Sudetendeutscher nach dem Ende des zweiten Weltkriegs führte zu einem weitreichenden Strukturwandel. Die Kunst des Geigen- und Streichinstrumentebaus, welche vom Großteil der aus der böhmischen Ortschaft Schönbach stammenden Vertriebenen beherrscht wurde, steht seitdem sinnbildlich für die Gemeinde Bubenreuth und verdrängte die bis dahin als wichtigster Erwerbszweig geltende Landwirtschaft als Haupterwerbssektor.

In der jüngsten Vergangenheit haben sich aufgrund der infrastrukturell begünstigten Lage unweit der Metropolregion Nürnberg neben den benannten Handwerksbetrieben vor allem Betriebe aus dem Handels- und Dienstleistungssektor in der Gemeinde Bubenreuth angesiedelt [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016 u. GEMEINDE BUBENREUTH 2016A].

1.3 Flächenverteilung

Tabelle 1 zeigt die Verteilung der Gemeindefläche auf die unterschiedlichen Nutzungsarten.

Tabelle 1: Flächenverteilung 1980, 2014

	Verteilung 1980 in ha	Verteilung in % 1980	Verteilung 2014 in ha	Verteilung in % 2014	Veränderung in %
Gebäude- und Freiflächen	65	15,7	96	23,1	+48
Betriebsflächen	-	-	1	0,2	-
Erholungsflächen	3	0,7	6	1,4	+100
Verkehrsflächen	28	6,8	43	10,4	+54
Landwirtschaftsfläche	162	39,1	111	26,7	-31
Waldfläche	141	34,1	141	34,0	+/- 0
Wasserfläche	15	3,6	8	1,9	-47
Flächen anderer Nutzung	1	0,2	9	2,2	+800
Summe	414	100	415	100	+/- 0

Quelle: Eigener Entwurf nach, BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.13

Dementsprechend bestehen die 415 ha der Gemeinde Bubenreuth im Jahr 2014 zu 34 % aus Waldflächen. Weiter entfallen ca. 27 % der Gemeindefläche auf landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie 23 % auf Gebäude- und Freiflächen. Der Anteil der Verkehrsflächen beträgt 10 % an der gesamten Gemeindefläche. Die restliche Fläche bilden Flächen anderer Nutzung, Wasserflächen, Erholungsflächen sowie Betriebsflächen.

Im Vergleich zum Jahr 1980 hat die Wasserfläche um 47 % (1980: prozentualer Anteil 15 %) abgenommen. Ein weiterer Rückgang ist bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen (minus 31 %) gegenüber dem Referenzjahr 1980 zu beobachten. Hingegen sind die Flächen anderer Nutzung um 800 % erweitert worden. Die Erholungsflächen (+100 %), die Verkehrsflächen (+54%) sowie die Gebäude- und Freiflächen (+48 %) weisen ebenfalls gegenüber dem Jahr 1980 deutliche Zuwächse auf. Diese Anstiege erklären sich zum einen durch eine stetig steigende Einwohnerzahl in der Gemeinde und dem damit verbundenen Flächenbedarf sowie einer kontinuierlichen Ausweitung der Verkehrsinfrastruktur, u. a. zur Erschließung des Gewerbegebietes „Bruckwiesen“ [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S. 13].

1.4 Bevölkerungsentwicklung

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen der Gemeinde Bubenreuth spiegelt die stetige Weiterentwicklung der Gemeinde wider. Waren es im Jahr 1900 noch 231 Bürger so gibt es 2014 bereits 4.578 Einwohner in Bubenreuth [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.6]. Die Bevölkerungszahl hat sich somit von 1900 - 2014 ungefähr verzwanzigfacht. Besonders markant ist der Anstieg in den 1950er hin zu den 1960er Jahren, der auf den oben erwähnten Zuzug der sogenannten Schönbacher Geigenbauer zurückzuführen ist. Auf Grund der relativ konstanten Bevölkerungszahl in den letzten Jahren, wird für die weiteren Szenarien angenommen, dass diese auch zukünftig konstant bleibt.

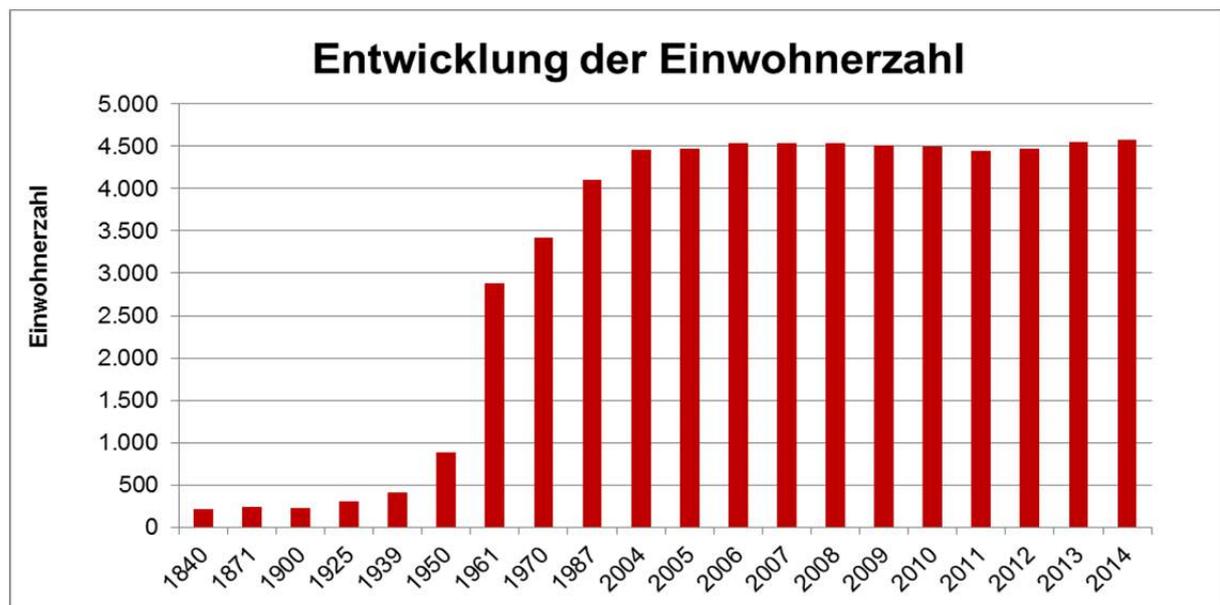


Abbildung 4: Entwicklung der Einwohnerzahl
in der Gemeinde Bubenreuth von 1840 – 2014

Quelle: Eigener Entwurf nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S. 6

Die 4.578 Einwohner (2014) Bubenreuths leben in 2.137 Wohnungen auf einer Wohnfläche von 226.877 m² [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S. 12]. Dies entspricht einer pro Kopf Wohnfläche in Bubenreuth von ca. 50 m² (2014) und liegt somit ca. 13 % über dem bayerischen Durchschnitt (44 m²) [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNEREN, FÜR BAU UND VERKEHR (HRSG.) 2011].

1.5 Verkehr

Die Gesamtzahl der Fahrzeuge, sowie ihre Unterteilung in PKW, LKW, Zugmaschinen (ZKW), Krafträder (KRD) und sonstige KFZ⁴ stellt Abbildung 5 dar.

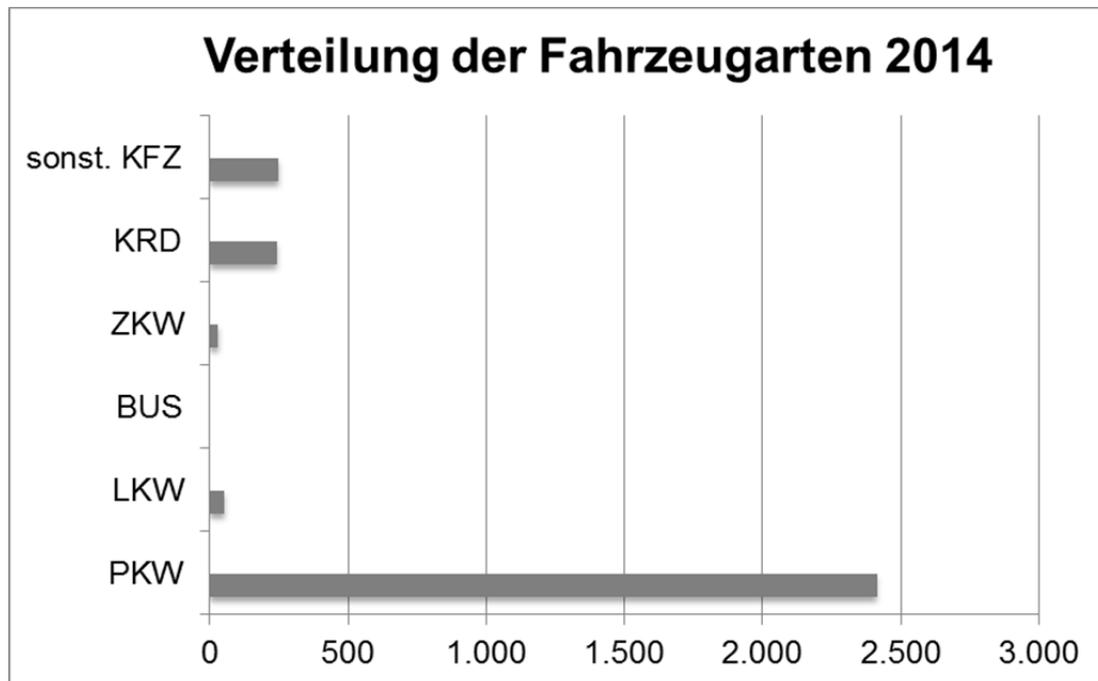


Abbildung 5: Fahrzeugbestand in der Gemeinde Bubenreuth 2014⁵

Quelle: Eigener Entwurf nach LANDRATSAMT ERLANGEN-HÖCHSTADT 2016

Die Zahl der PKW in Bubenreuth liegt im Jahr 2014 bei 2.436 PKWs. Im Jahr 2014 kommen somit auf 100 Einwohner in Bubenreuth ca. 53 PKW. Somit ist der PKW Durchschnitt pro Kopf in Bubenreuth um 7 % unter dem bundesdeutschen Wert, der laut Shell-Studie bei 57 PKW pro 100 Einwohner liegt [VGL. SHELL DEUTSCHLAND OIL GMBH 2009: S.2].

Gemäß den Angaben des Kraftfahrbundesamtes sind im Landkreis Erlangen-Höchstadt die Benzin- und Dieselantriebe mit einem Anteil von zusammen 99 % dominierend. Entsprechend der prozentualen landkreisweiten Verteilung sind unter den alternativen Antriebsformen die Benzin/Flüssiggasantriebe (bivalent) mit ca. 20 Fahrzeugen hervorzuheben. Weitere Antriebsformen sind Erdgas (3 Fahrzeuge), Benzin/Erdgasantrieben (bivalent) (3 Fahrzeu-

⁴ Hierin enthalten sind sonstige Fahrzeuge einschließlich Kraftomnibusse.

⁵ Ein Vergleich mit den Daten vor 2014 entfällt an dieser Stelle, da gemäß den Angaben des Landratsamtes Erlangen-Höchstadt die entsprechenden Daten nur zeitlich begrenzt gespeichert werden und somit zum Zeitpunkt der Datenabfrage (10/2016) nicht mehr verfügbar gemacht werden konnten.

ge), Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb (2 Fahrzeuge) und Benzin/Elektroantriebe (bivalent) (1 Fahrzeug) [VGL. KRAFTFAHRBUNDESAMT 2015].

1.6 Land- und Forstwirtschaft

Landwirtschaft

Im Jahr 2010 gibt es in Bubenreuth fünf landwirtschaftliche Betriebe [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.14]. Damit hat sich die Zahl der Betriebe seit 1999 (sieben Betriebe) um zwei Betriebe verringert. Bei den beiden weggefallenen Betrieben handelt es sich um einen Betrieb der Betriebsgrößenstruktur 20 bis 50 ha sowie einen Betrieb mit einer landwirtschaftlichen Betriebsgröße von weniger als fünf ha⁶. Von den rund 49 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche im Jahr 2010 wurden ca. 22 % als Dauergrünland und ca. 78 % als Ackerland genutzt (VGL. Abbildung 6) [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.13].

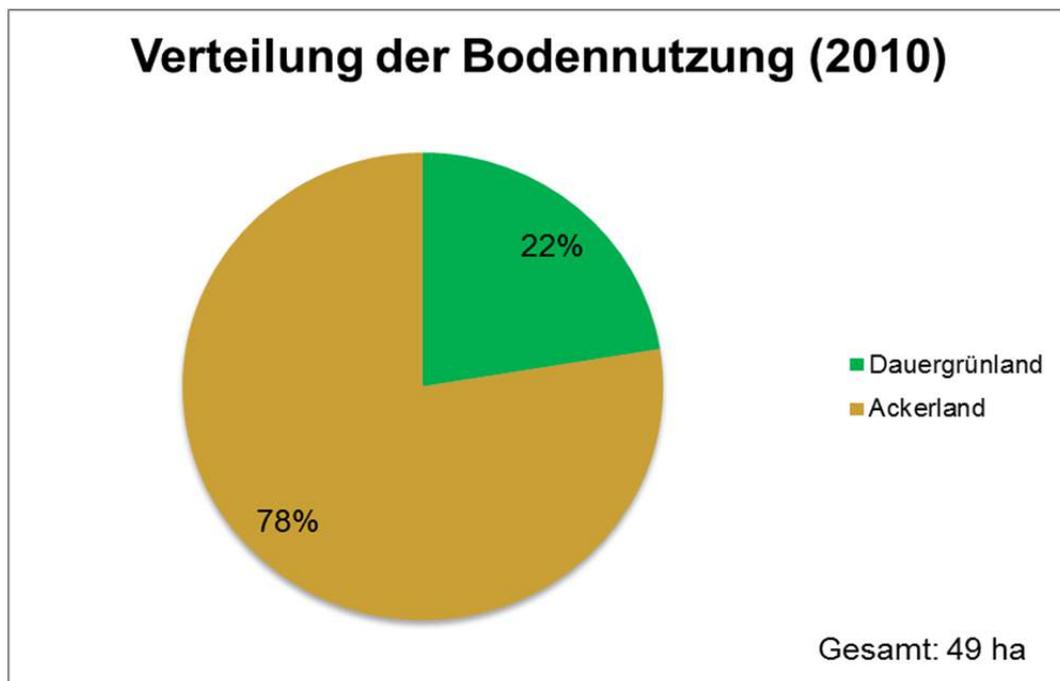


Abbildung 6: Bodennutzung in Bubenreuth im Jahr 2010

Quelle: Eigener Entwurf, nach BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.13

⁶ Lt. Statistik Kommunal sind die Daten aufgrund der Anhebung der Erfassungsgrenze nur eingeschränkt mit den Vorjahren vergleichbar.

Die Viehbestände in Bubenreuth verteilen sich im Jahr 2007⁷ auf die Bereiche Rinderhaltung, Hühnerhaltung und Schweinehaltung. Der Gesamtbestand an Schweinen beträgt hierbei 77 Tiere, der Bestand an Hühnern liegt bei 47 Tieren [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2016: S.14]. Weiter beträgt der Bestand an Rindern 28 Tiere. Für die Berechnung der erneuerbaren Energiepotenziale in Kapitel 5 wird auf diese Datenwerte zurückgegriffen.

Forstwirtschaft

Die Waldfläche Bubenreuths ist nach Angaben des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürth (Frau Grumann) zu knapp 98 % in Privatbesitz. Die restlichen Flächen (2 %) sind vollständig in kommunalem Besitz (Kommunalwald). Der jährliche zu erntende Zuwachs liegt bei ca. fünf Festmetern/Jahr und Hektar [VGL. AMT FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN FÜRTH 2016].



Abbildung 7: Besitzverteilung Waldfläche in Bubenreuth 2014⁸

Quelle: Eigener Entwurf, nach AMT FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN FÜRTH 2016

⁷ Für die Verteilung der Viehbestände existieren in Statistik Kommunal für das Jahr 2010 aufgrund unbekannter, nicht rechenbarer oder geheim zu haltender Zahlenwerte nur sehr lückenhafte Angaben. Es wird daher auf die letztmalig für das Jahr 2007 vollständig quantifizierten Daten zurückgegriffen.

⁸ Der Absolutwert stellt eine Abweichung zum Wert aus Statistik Kommunal dar. Im Folgenden werden die aktuellen Zahlen des Amts für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürth verwendet.

1.7 Bisherige Aktivitäten im Bereich „Energie“

Die Gemeinde Bubenreuth hat sich bereits vor der Erstellung des Energienutzungsplans mit dem Thema effiziente Energieversorgung beschäftigt und bereits verschiedene Einzelmaßnahmen umgesetzt. Ausschlaggebend für die Umsetzung zahlreicher Maßnahmen war sicherlich der Gemeinderatsbeschlusses vom 18.10.2011 zur Gründung eines Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“.

Der Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ gliedert sich in insgesamt drei Arbeitsgruppen (Energiesparen & Datenerhebung, Energiewandlung & Beschaffung, Ortsentwicklung), die sich jeweils aus Mitgliedern des Gemeinderats sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern zusammensetzen. Übergeordnetes Ziel des Arbeitskreises ist es den Ausbau erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet voranzutreiben sowie den Einsatz von Energie in Zusammenarbeit mit den Bürgerinnen und Bürgern sowie den ortsansässigen Betrieben zu verringern [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_B]. Der Arbeitskreis betreibt zu diesem Zweck eine eigene Homepage, mittels derer sowohl interessierte Bürgerinnen und Bürger als auch Gewerbebetriebe über aktuelle Aktivitäten und Veranstaltungen bzw. Planungsstände informiert werden.

Nachfolgende Auflistung stellt die seit Gründung des Arbeitskreises erfolgreich umgesetzten bzw. vorangetriebenen Projekte in der Gemeinde dar.

Allgemeine Maßnahmen und Aktionen in der Gemeinde Bubenreuth:

- Im Mai 2015 wurden durch die Gemeinde Bubenreuth zwei Fahrräder mit jeweils einem Elektromotor zur Trittunterstützung (**Pedelecs**) für die Nutzung durch interessierte Bürgerinnen und Bürger angeschafft. Der Betrieb und die Organisation erfolgt durch die eigens gegründete Initiativ-Gruppe-Mobilität (IGM). Die Fahrräder stehen bei entsprechender Reservierungsbuchung an der Verleihstation am Bubenreuther Rathaus zur Abholung bereit und können bei vorhandener Mitgliedschaft gegen eine einmalige Jahresgebühr von 12 € stundenweise genutzt werden. Der Verleih der Pedelecs läuft noch bis zum 31.10.2017.
- Aufgrund der hohen Nutzerfrequenzierung des Pedelec-Angebotes sowie des Auslaufens der Verleihaktion zum 31.10.2017 wurde Ende 2016 durch die IGM eine **Bedarfsanalyse für ein Car-Sharing-Angebot** durchgeführt [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_C]. Im Februar 2017 fand eine Informationsveranstaltung statt, in der über eine mögliche Anschaffung eines Leihautos für den Standort Bubenreuth durch den CarSharingErlangen e. V., referiert wurde. Eine finale Entscheidung zur Umsetzung des Vorhabens steht jedoch zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts noch aus.

- Die bestehende **Straßenbeleuchtung** wird in Abstimmung mit dem Versorger, der Bayernwerk AG, schrittweise auf LED-Technik umgestellt. Seit 2013 wurde bereits die Beleuchtung im Bereich der Damaschkestraße sowie Am Sandberg auf LED-Technik umgestellt. Für zukünftig notwendige Erneuerungen (Sanierung) sowie beim Ausbau der Straßenbeleuchtung (Neubaugebiet) soll ebenfalls der Einsatz von LED-Technik vorangetrieben werden.
- Im Jahr 2013 wurde durch die Energieagentur Nordbayern ein **Energiecoaching** in der Gemeinde durchgeführt. Das Energiecoaching stellte dabei hinsichtlich des Detaillierungsgrades der Datenerfassung und –auswertung eine Vorstufe zum vorliegenden Energienutzungsplan dar. Im Rahmen des Energiecoachings wurden neben der Erstellung einer Strom- und Wärmebilanz für die Gemeinde Bubenreuth für die kommunale Grund- und Mittelschule im Rahmen einer Vor-Ort-Besichtigung mögliche Energieeffizienzpotenziale ermittelt und entsprechend dokumentiert.
- Aktuell läuft der **Aufbau eines Controllingystems für die kommunalen Liegenschaften in Zusammenarbeit mit dem Landkreis**. Mit Hilfe einer spezifizierten Software wird es der Gemeinde ermöglicht auf Basis der hinterlegten Verbräuche spezifische Kennzahlen für die Verbrauchersektoren Strom und Wärme zu ermitteln (Benchmarking). Auf Basis dieser Kennzahlen lassen sich durch den Vergleich mit statistischen Vergleichswerten erste Hinweise auf mögliche Einsparpotenziale erzielen. Geplant ist weiter der interkommunale Vergleich der Kennzahlen mit den Vergleichswerten der Nachbarkommunen im Landkreis.
- Auf der Homepage des Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“ werden in unregelmäßigen Abständen **Zwischenberichte/Planungsstände** zu aktuellen Projekten, insbesondere der Ortsentwicklung, veröffentlicht. Diese liegen zudem für interessierte Bürgerinnen und Bürger auch in schriftlicher Form zur Mitnahme im Rathaus aus.

Energetische Sanierungen kommunaler Einrichtungen:

- Rathaus (2013/2016):
 - Erneuerung der Innenbeleuchtung
 - Erneuerung der Fenster (2-fach Verglasung)
 - Dämmung der Außenwände

Installation von Photovoltaikanlagen auf kommunalen Liegenschaften:

- Bauhof (Inbetriebnahme 2012, 15,3 kWp, Überschusseinspeisung)
- Feuerwehrhaus (Inbetriebnahme 2015, 10,0 kWp, Überschusseinspeisung)
- Wasseraufbereitung (Inbetriebnahme 2012, 13,0 kWp, Überschusseinspeisung)
- Grundschule mit Turnhalle (Inbetriebnahme: 2009, 2,25 kWp, Volleinspeisung)
- Grundschule mit Turnhalle (Inbetriebnahme: 2015, 34,0 kWp, Überschusseinspeisung)

Die Basis eines Energienutzungsplans ist eine detaillierte Energie- und CO₂-Bilanz. Diese ist Inhalt des Kapitels 2.

2 Energie- und CO₂-Bilanz der Gemeinde Bubenreuth

Eine Energie- und CO₂-Bilanz⁹ bilanziert die Energie (Primär- und/oder Endenergie) und die mit der Energieversorgung verbundenen Treibhausgasemissionen (bei Energie vor allem Kohlendioxid - CO₂) spezifisch für ein Gebiet, wie z.B. die Gemeinde Bubenreuth.

Im Folgenden wird der gesamte Endenergiebedarf der Gemeinde erfasst und in verschiedenen Gruppierungen dargestellt:

- Endenergiebedarf entsprechend der Nutzung Strom, Wärme, Verkehr
- Endenergiebedarf nach Verbrauchergruppen (Private Haushalte/Kleingewerbe, Industrie/Gewerbe¹⁰, Kommunale/Öffentliche Liegenschaften und Verkehr)
- Struktur der Primärenergieträger, die zur Erzeugung der Endenergie eingesetzt werden

Durch Verwendung entsprechender Emissionsfaktoren kann die Endenergiebilanz in eine CO₂-Bilanz umgerechnet werden. Die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger reflektieren, dass jeder Energieträger einen spezifischen CO₂-Betrag pro erzeugte Kilowattstunde emittiert. Beispielweise werden bei der Verbrennung von Erdgas pro kWh_{Endenergie} etwa 250 g CO₂ frei [VGL. ÖKO-INSTITUT E.V. 2008]. Für das Jahr 2014 wird der CO₂-Austoß pro kWh elektrischer Energie mit einem Wert in Höhe von 569 g CO₂ angegeben [VGL. UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2015: S.1]. Dieser Wert wird in der Bilanz verwendet.

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend in Kapitel 2.1.1 – 2.1.3 die Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz erläutert, um dann in Kapitel 2.2 die Ergebnisse der Energiebilanz bzw. in Kapitel 2.3 die Ergebnisse der CO₂-Bilanz darzustellen.

⁹ Genauer handelt es sich um CO₂-Äquivalente, in welchen auch andere Treibhausgase wie Methan, Lachgas u.a. berücksichtigt sind, jeweils einschließlich sämtlicher Vorketten wie Förderung, Aufbereitung, Transport etc.. CO₂-Äquivalente geben entsprechend die freigesetzte Menge aller Treibhausgase (auch Methan, Lachgas, etc.) bezogen auf das Treibhausgas CO₂ je verbrauchter kWh beim Endverbraucher an.

¹⁰ In dieser Verbrauchergruppe ist auch die Landwirtschaft enthalten.

2.1 Grundlagen zur Erstellung der Energie- und CO₂-Bilanz

2.1.1 Verwendete Bilanzierungsmethodik

Bei der Bilanzierung gibt es derzeit keine standardisierte oder einzig richtige Methode. Da die Bilanzierung ein Werkzeug darstellt, um bestimmte Aussagen zu bekommen, hängt die Art der Bilanzierung auch von dem Ziel („Was soll dargestellt werden?“) ab. Für die Erstellung einer kommunalen CO₂-Bilanz stehen derzeit drei grundlegende Prinzipien (Akteursprinzip, Verursacherprinzip, Territorialprinzip) in mehreren Variationen zur Verfügung. Empfohlen wird die Verwendung des endenergiebasierten Territorialprinzips, welches auch für die Erstellung der CO₂-Bilanz der Gemeinde Bubenreuth angewendet wird.

Dieses Prinzip berücksichtigt alle im betrachteten Territorium anfallenden Bedarfe auf Ebene der Endenergie (Energie, die z.B. am Hauszähler gemessen wird) und ordnet diese den verschiedenen Verbrauchergruppen zu. Hierzu werden CO₂-Äquivalente verwendet und somit die CO₂-Emissionen berechnet. Graue Energie (die z.B. in Produkten steckt) und Energie, die außerhalb der Gemeindegrenzen benötigt wird (z.B. bei einem Hotelaufenthalt), werden nicht bilanziert [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.215].

Die spezifischen Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger werden für Bubenreuth mit GEMIS berechnet; die der erneuerbaren Energieträger aus der Studie des Umweltbundesamts [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2012: S. 5 FF.] entnommen.

In der Berechnung der CO₂-Emissionen der Gemeinde Bubenreuth werden die Vorketten der Energiebereitstellung (Gewinnung, Umwandlung und Transport) berücksichtigt. Folglich verursachen auch erneuerbare Energieträger, wie bspw. die Biomasse, CO₂-Emissionen, die mit in die Bilanz einkalkuliert werden.

Entsprechend des Praxisleitfadens des DIFU wird bei der Berechnung der CO₂-Emissionen von der Berücksichtigung der CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft abgesehen, da sie nur einen kleinen Teil der Gesamtemissionen darstellen [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.223]. Die Abfall- und Abwasserentsorgung hingegen wird in der nachfolgenden CO₂-Bilanz entsprechend der Angaben des Praxisleitfadens „Klimaschutz in Kommunen“ berücksichtigt, d.h. es werden mittels der angegebenen pro Kopf Emissionswerte (CO₂-Äquivalent) die gesamten Emissionen in diesem Bereich hochgerechnet [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF.].

2.1.2 Datengrundlage

Folgende Daten sind von den unten genannten Unternehmen und von der Gemeinde dankenswerterweise zur Verfügung gestellt worden:

- **Stromverbräuche** (differenziert nach Tarif- und Sonderkunden 2011-2014):
Bayernwerk AG
- **Erdgasverbräuche (2011-2014, nach Verbrauchergruppen):**
Energienetze Bayern GmbH & Co. KG
- **Detaillierte Aufstellung der Straßenbeleuchtung der Gemeinde Bubenreuth:**
Bayernwerk AG
- **Einspeiserdaten** (2011-2014, aufgeschlüsselt nach Energieträgern, Anlagenanzahl, installierter Leistung sowie jährlicher Erzeugung):
Bayernwerk AG
- **Strom- oder/und Wärmebedarfe detailliert für kommunale und einige öffentliche Liegenschaften:**
 - Gemeinde Bubenreuth (je kommunaler Liegenschaft, 2011-2015)
 - Katholische Kirche Maria Heimsuchung Bubenreuth (2011-2015)
 - Kinderkrippe Mäuseland GmbH (2011 – 2015)
 - Evangelische-Lutherische LukasGemeinde Bubenreuth (2011-2015)
 - Evangelische Kinderkrippe (2011-2015)
 - Evangelisches Pfarramt (2011-2015)
 - Caritas-Alten- und Pflegeheim St. Franziskus (2011-2015)
 - Sportverein Bubenreuth e. V. (2011-2015)
- **Schornsteinfegerdaten** (Feuerstättenzählung: Anzahl, Leistung in kW, Energieträger, in Summe je Kehrbezirk, Stand: Anfang 2016):
Bezirkskaminkehrmeister Herr H. Barthelmeß
- **Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen:**
Datenabfrage Energieatlas Bayern
- **KFZ-Daten** (Anzahl, differenziert nach Klasse und Kraftstoff, Stichtag 01.01.2015):
Landratsamt Erlangen-Höchstadt
- **Fragebogen zum Energiebedarf der Gewerbe- und Industriebetriebe der Gemeinde Bubenreuth:**
Versendung von 22 Fragebögen in Abstimmung mit der Gemeinde Bubenreuth.
Die Rücklaufquote lag bei 55 %.
- **Abfrage der Solarthermiedaten der Gemeinde Bubenreuth:**
 - Solarkataster

- **Karten und Pläne**

- **Gemeinde Bubenreuth**

- Digitale Flurkarte (Haupt- und Nebengebäude; Flurstücke)
 - LoD-Daten (3D Gebäudemodell)
 - Tatsächliche Nutzung
 - Bebauungspläne
 - Gasnetzkarte

Aufgrund der rollierenden Abrechnungsmodalitäten konnten seitens des Strom- bzw. Erdgasnetzbetreibers noch keine finalen Jahresverbräuche für das Kalenderjahr 2015 zur Verfügung gestellt werden, weshalb das Jahr 2014 als Bilanzjahr festgelegt wird. Die exakt bekannten Wärmeverbräuche werden durch die Bereinigung der Witterung auf das Bilanzjahr 2014 bezogen. Somit stellt die im Kapitel 2.3 dargestellte CO₂-Bilanz ebenfalls das Jahr 2014 dar.

2.1.3 Datenqualität

Die Genauigkeit der Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz hängt entscheidend von der Datenqualität der Inputdaten ab.

Beim Stromabsatz sowie bei den erfassten Einspeisemengen erneuerbarer Energieträger und den Erdgasverbräuchen nach Verbrauchergruppen liegt eine hohe Datenqualität - im Sinne von Detailtiefe und Datenmenge - vor.

Hingegen müssen bei der Ermittlung der Bedarfe der einzelnen Energieträger zur Wärmebereitstellung sowie im Verkehr Annahmen gemacht bzw. Mittelungen vorgenommen werden. Die Ergebnisse werden entsprechend von den jeweils getroffenen Annahmen beeinflusst. Daher ist es wichtig, die jeweiligen Annahmen, die in den einzelnen Kapiteln im Detail erläutert werden, bei der Bewertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

2.2 Ergebnisse der Endenergiebilanz

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Endenergiebilanz der Gemeinde Bubenreuth, differenziert nach den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität sowie unterteilt nach den Verbrauchergruppen Private Haushalte/Kleingewerbe, Gewerbe/Industrie, Kommunale/Öffentliche Liegenschaften und Verkehr (Mobilität) dargestellt.

2.2.1 Endenergieverbrauch

In Tabelle 2 wird summarisch der gesamte Endenergieverbrauch differenziert nach Energieformen sowie Verbrauchergruppen dargestellt.

Tabelle 2: Endenergieverbrauch (2014) in der Gemeinde Bubenreuth

Ergebnisse Endenergieverbräuche 2014	
IST - Elektrischer Endenergieverbrauch in MWh	10.196
	abs.
Private Haushalte/Kleingewerbe	6.260
Gewerbe/Industrie	3.242
Kommunale/Öffentliche Liegenschaften	525
Straßenbeleuchtung	169
IST - Thermischer Endenergieverbrauch in MWh	49.009
	abs.
Private Haushalte/Kleingewerbe	45.831
Industrie	1.807
Kommunale Liegenschaften	1.371
IST - Mobiler Endenergieverbrauch in MWh	39.343
Endenergie gesamt in MWh	98.548
	abs.
Strom	10.196
Wärme	49.009
Mobilität	39.343
Endenergie gesamt in MWh	98.548

Abbildung 8 stellt entsprechend oben stehender Tabelle den Energieverbrauch der Gemeinde Bubenreuth nach den Energieformen Strom, Wärme und Mobilität prozentual dar. Bei der Analyse des Endenergieverbrauchs (98.548 MWh) nach den Energieformen Strom, Wärme und Mobilität verursacht die Energieform Wärme mit 50 % den größten Endenergiever-

brauch. Es folgen der mobile Endenergieverbrauch mit 40 % und der elektrische Endenergieverbrauch mit einem Anteil von 10 %.

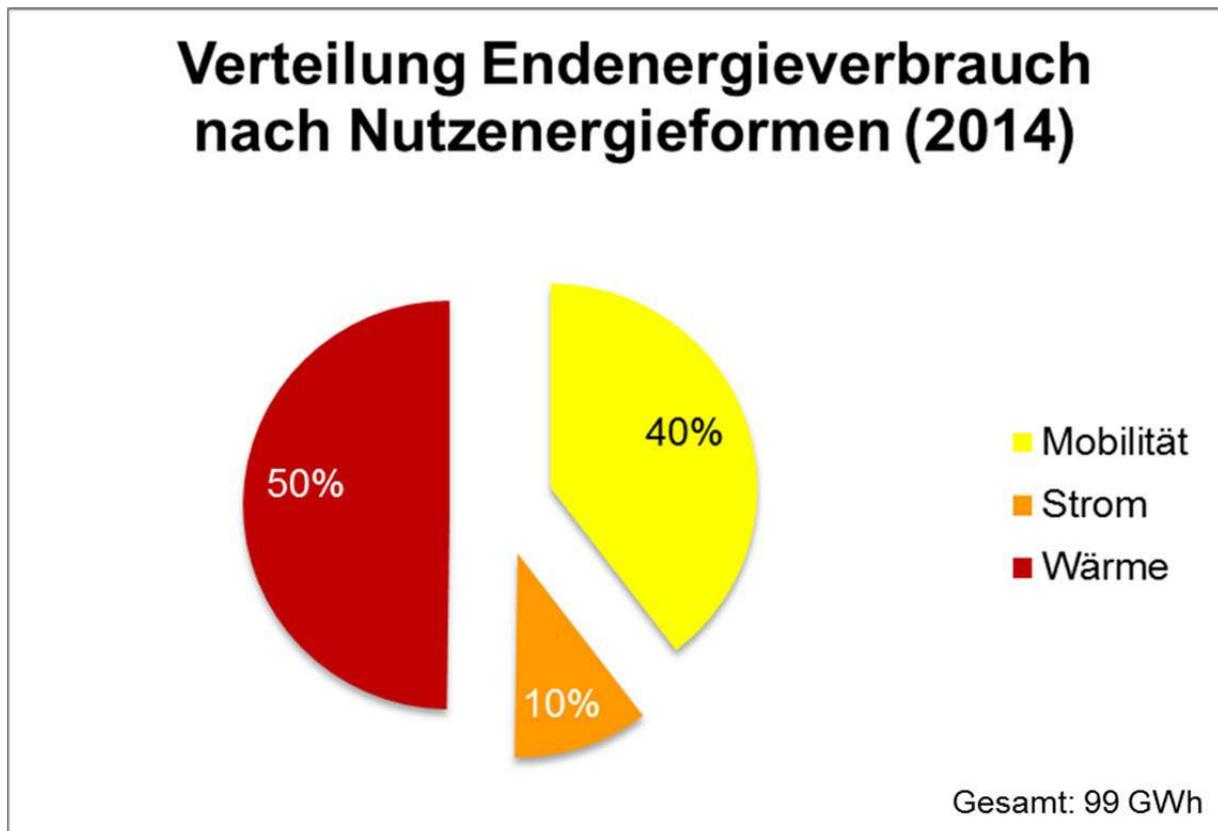


Abbildung 8: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieformen 2014

Zum Vergleich hat in Deutschland die Endenergieform Wärme einen Anteil von 51 % am gesamten Endenergieverbrauch Deutschlands. Es folgen der Bereich Verkehr mit einem Anteil von 29 % und der Bereich Strom mit 20 % [VGL. UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2013_c]¹¹.

Bei der Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen zeigt sich, dass der größte Endenergieverbrauch durch die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ (53 %) verursacht wird. Es folgen die Verbrauchergruppen „Verkehr“ (40 %) und „Gewerbe/Industrie“ (5 %) (VGL. Abbildung 9). Die kommunalen und öffentlichen Liegenschaften¹² haben mit einem Anteil von 2 % erwartungsgemäß die geringste Bedeutung für den gesamten Endenergieverbrauch der Gemeinde Bubenreuth.

¹¹ Ein Vergleich mit Bayern ist an dieser Stelle nicht möglich, da die entsprechenden Daten für Bayern nicht vorliegen.

¹² Hierin enthalten ist auch der elektrische Endenergieverbrauch für die Straßenbeleuchtung.

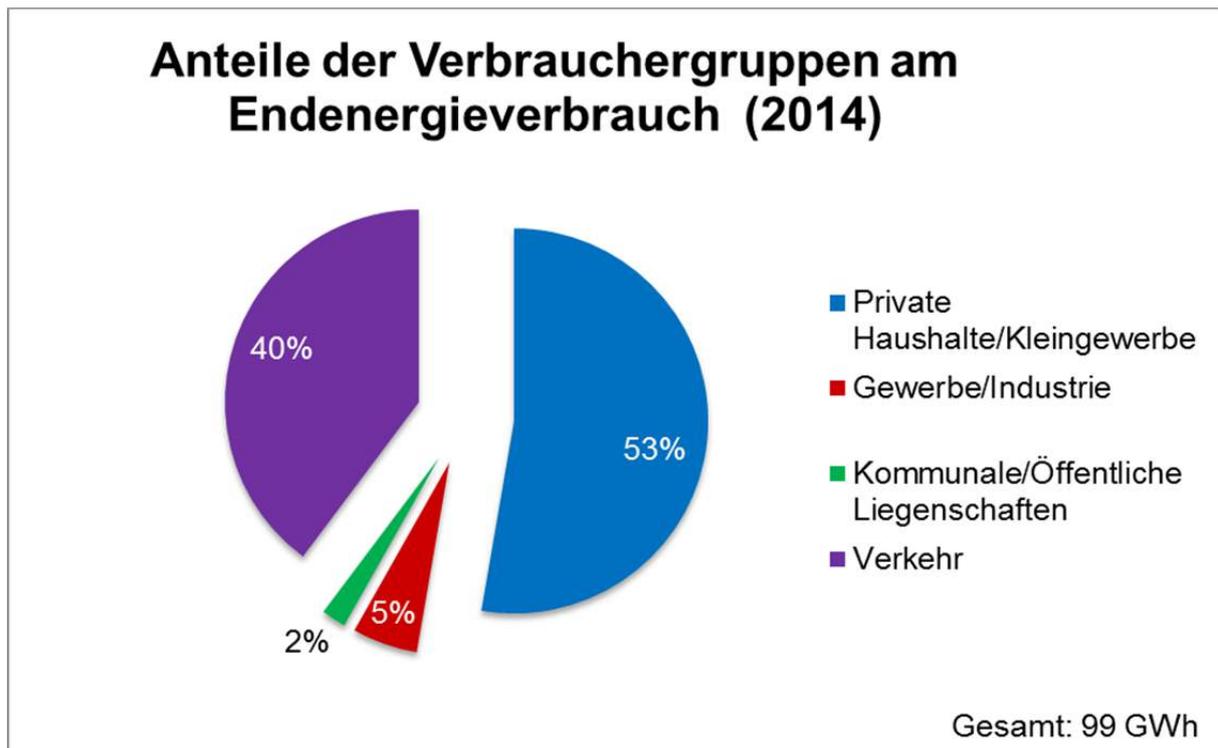


Abbildung 9: Anteile der Verbrauchergruppen am Endenergiebedarf 2014

Während mittels des Endenergieverbrauchs diejenige Menge an Energie dargestellt wird, die beim Endverbraucher ankommt, bspw. elektrische Energie, beschreibt der Primärenergieverbrauch diejenige Menge an nicht erneuerbarer Energie, die bereitgestellt werden muss, um die jeweilige Menge an Endenergie zu produzieren. Da die Umwandlung von Primärenergie in Endenergie zum einen je nach Energieträger mit unterschiedlichem Aufwand verbunden ist (notwendiger Energieeinsatz für Förderung, Aufbereitung etc.) und zum anderen mit verschiedenen Wirkungsgraden erfolgt, ist der Primärenergieverbrauch in der Regel deutlich größer als der Endenergieverbrauch.

Mittels Primärenergiefaktoren¹³ wird aus dem oben beschriebenen Endenergieverbrauch der Gemeinde Bubenreuth der Primärenergieverbrauch ermittelt. Der Primärenergieverbrauch für Wärme liegt bei 51.597 MWh und der für Mobilität bei 45.274 MWh. Für Strom kann der Primärenergieverbrauch mit 23.489 MWh beziffert werden.

Wird die prozentuale Verteilung der Energieformen (Strom, Wärme, Mobilität, vgl. Abbildung 8) am Endenergieverbrauch mit den Anteilen am Primärenergieverbrauch (vgl. Abbildung 10) verglichen, so wird ersichtlich, dass sich die Verhältnisse verschieben. Strom hat mit 19 % weiterhin den geringsten Anteil am gesamten Primärenergieverbrauch (120 GWh). Hierbei ist eine Erhöhung des prozentualen Anteils um 9 % zu erkennen, dies ist auf den hohen Primärenergiefaktor für Strom (2,4) zurückzuführen.

Sowohl der prozentuale Anteil der Wärme (-7 %) als auch des Verkehrs (-2 %) verringern sich aufgrund der deutlichen Zunahme des Anteils des Stroms am Primärenergieverbrauch gegenüber dem Endenergieverbrauch.

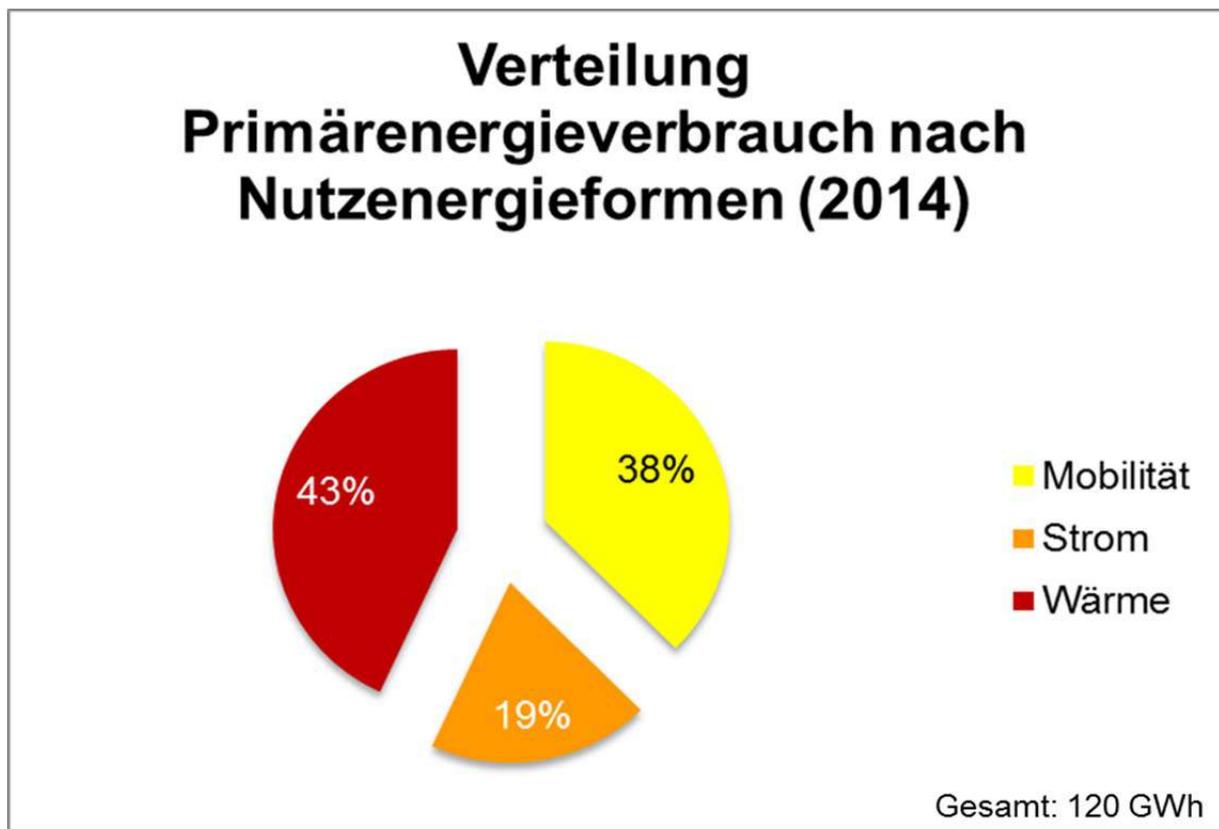


Abbildung 10: Verteilung Primärenergieverbrauch nach Energieformen 2014

¹³ Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viele Kilowattstunden Primärenergie (Anteil nicht erneuerbarer Energie) eingesetzt werden müssen, um eine Kilowattstunde Endenergie zu erzeugen.

2.2.2 Elektrischer Endenergieverbrauch

Die Stromversorgung in der Gemeinde Bubenreuth erfolgt durch die Bayernwerk AG. Die Stromverbräuche der einzelnen Verbrauchergruppen können auf Basis des Energieversorgers zur Verfügung gestellten Daten errechnet¹⁴ werden.

Insgesamt hat die Gemeinde Bubenreuth im Jahr 2014 einen elektrischen Endenergieverbrauch in Höhe von ca. 10 GWh_{el}. Wie Abbildung 11 zeigt, benötigt die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ mit 61 % am meisten elektrische Energie. Die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ folgt mit einem deutlich geringeren Anteil von 32 %. Die „Kommunalen/Öffentlichen Liegenschaften“ und die Straßenbeleuchtung tragen nur einen geringen Anteil von 5 % bzw. 2 % zum gesamten Stromverbrauch bei.

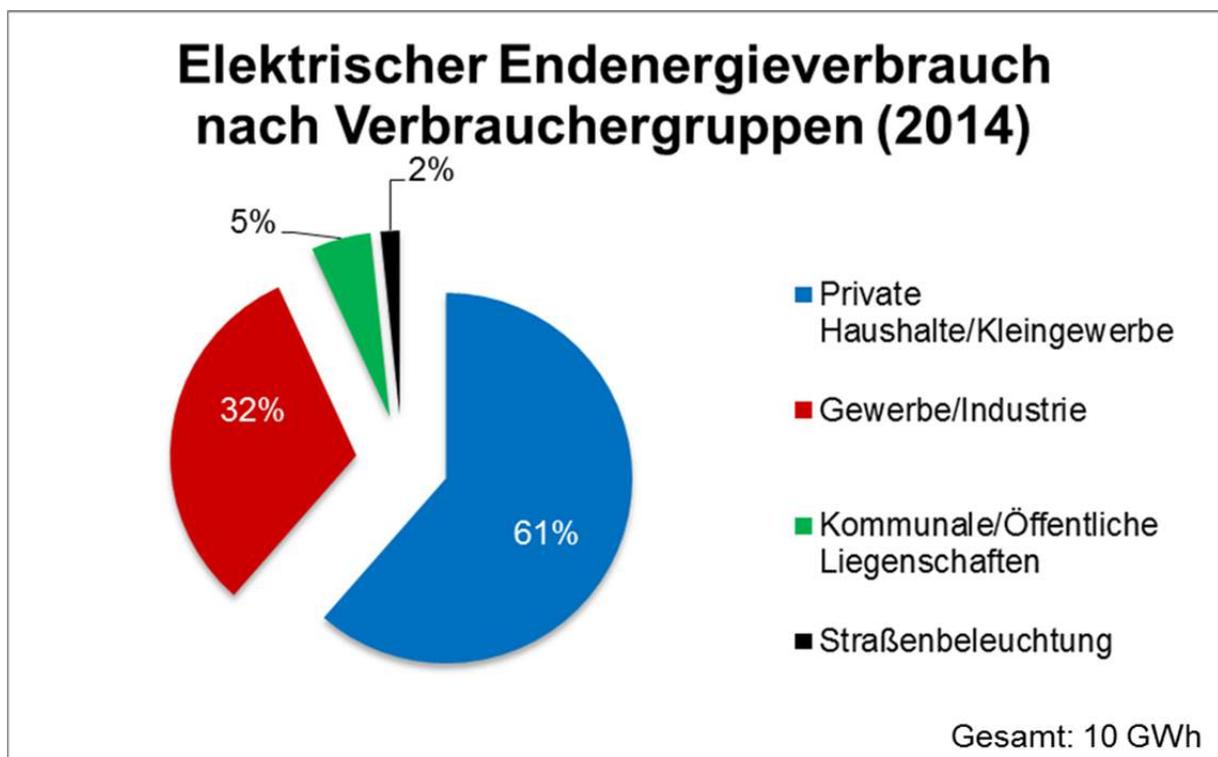


Abbildung 11: Aufteilung des elektrischen Endenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen 2014

¹⁴ Für die Verbrauchergruppe Kommunale/Öffentliche Liegenschaften wird bei der Berechnung der Stromverbräuche nach Verbrauchergruppen auf die durch die Gemeinde Bubenreuth ermittelten Ist-Werte der einzelnen kommunalen Liegenschaften [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_D] bzw. auf die mittels Fragebögen erfassten Verbräuche der öffentlichen Liegenschaften zurückgegriffen.

Die in Bubenreuth installierten Wärmepumpen und Stromheizungen¹⁵ werden in der Energie- und CO₂-Bilanz vollständig dem thermischen Endenergieverbrauch zugerechnet, da diese thermische Energie erzeugen. Dementsprechend ist in obig aufgeführter Berechnung der Stromverbrauch der Wärmepumpen und Stromheizungen nicht enthalten.

Der Stromverbrauch Bubenreuths liegt im Jahr 2014 damit bei 2.227 kWh_{el} pro Kopf und wird zum größten Teil durch die Privaten Haushalte/Kleingewerbe beeinflusst.

Für die Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ kann eine detaillierte Betrachtung des Stromverbrauchs vorgenommen werden, da hier die realen Verbrauchszahlen nach kommunalen und öffentlichen Gebäuden vorliegen [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_D]. Insgesamt haben die von der Gemeinde Bubenreuth angegebenen kommunalen Liegenschaften sowie die über Fragebögen ermittelten öffentlichen Einrichtungen im Jahr 2014 einen Stromverbrauch von 525 MWh_{el} exklusive des Stromverbrauchs für die Straßenbeleuchtung. In Tabelle 3 ist der Stromverbrauch der Jahre 2013, 2014 und 2015 der einzelnen kommunalen Liegenschaften¹⁶ dargestellt.

¹⁵ Gemäß Datenerfassung der Bayernwerk AG.

¹⁶ Gemäß der Datenerfassung der Gemeinde Bubenreuth.

Tabelle 3: Stromverbräuche¹⁷ kommunaler und öffentlicher Liegenschaften 2014/2015 in MWh_{el} gemäß Datenerfassung und Fragebögen

Name der Liegenschaft	Stromverbrauch 2013 in kWh	Stromverbrauch 2014 in kWh	Stromverbrauch 2015 in kWh	Veränderung des Stromverbrauchs (2014 ggü. 2013) in %
Kommunale Liegenschaften				
Bauhof	3.184	4.921	4.280	+55
Rathaus	20.518	19.495	19.339	-5
Wasseraufbereitung	123.814	130.257	142.074	+5
Feuerwehr	12.752	12.014	11.966	+1
Grundschule und Mehrzweckhalle	52.900	43.642	51.241	-18
Friedhof	24.478	18.153	17.596	-26
Musikkindergarten	2.204	2.603	2.869	+18
Sonstige Liegenschaften (Festplatz, Hochbehälter, Spiegelheizung)	2.068	2.257	1.878	+1
Öffentliche Liegenschaften				
Caritas Alten- u. Pflegeheim St. Franziskus	213.898	208.354	206.417	-3
Evangelisch Lukas Kirche	1.968	1.998	1.798	+2
Evangelische Kinderkrippe LukasKinder	4.589	4.428	4.595	-4
Evangelisches Pfarramt	1.735	1.685	1.689	-3
Pfarrzentrum Maria Heimsuchung (Kirche, Pfarrhaus, Pfarrheim)	22.006	20.695	21.653	-6
Kindergarten St. Marien	13.393	13.565	12.952	+1

¹⁷ In den Stromverbrauchswerten ist der reine Stromfremdbezug als auch die im Falle einer Direktstromnutzung (Bauhof, Wasseraufbereitung, Feuerwehr) eigenverbrauchte Strommenge enthalten. Für die Grundschule mit Mehrzweckhalle (Inbetriebnahme der PV-Anlage: 08/2015) sowie die Evangelische Kinderkrippe (Inbetriebnahme der PV-Anlage: 11/2011) lagen zum Zeitpunkt der Datenerfassung noch keine exakten Angaben zur Höhe der Eigenstromnutzung vor.

Kirche St. Josef	3.276	2.003	2.819	-39
Kindergrippe Mäuseland GmbH	6.552	5.848	6.074	-11
Sportverein Bubenreuth (Fußballplatz, Sportheim, Tennisheim)	31.689	33.218	34.504	+5
Summe	540.179	525.136	543.744	-3

Quelle: Eigene Darstellung gemäß GEMEINDE BUBENREUTH 2016_D

Den deutlich größten Anteil am Stromverbrauch der Verbrauchergruppe „Kommunalen/Öffentliche Liegenschaften hat das Caritas Alten- u. Pflegeheim St. Franziskus gefolgt von der Wasseraufbereitung und der Grundschule mit Mehrzweckhalle.

Insgesamt ist der Stromverbrauch der in der Datenerfassung angegebenen Liegenschaften von 2013 auf 2014 um ca. 3 % gesunken. Der Rückgang ist vor allem auf die gesunkenen Stromverbräuche der Grundschule (mit Mehrzweckhalle) sowie des Friedhofs und des Caritas Alten- u. Pflegeheim St. Franziskus zurückzuführen. Im Falle der Grundschule mit Mehrzweckhalle ist der in 2014 durchgeführte Umbau der Mehrzweckhalle als Ursache für den sinkenden Stromverbrauch zu nennen. Die weiteren Anstiege bzw. Rückgänge sind durch ein verändertes Nutzerverhalten (z. B. Caritas Alten- u. Pflegeheim St. Franziskus, Wasserversorgungsanlage, Bauhof, Rathaus, Musikkindergarten etc.) zu begründen.

2.2.3 Stromerzeugung aus regenerativen Energien

Die regenerative Stromerzeugung in der Gemeinde Bubenreuth erfolgt ausschließlich durch den Einsatz von Photovoltaikanlagen. Insgesamt beträgt die in 2014 installierte Anlagenleistung ca. 487 kWp. Die Anzahl der Energieerzeugungsanlagen hat dabei von 2011 – 2014 stetig zugenommen. So sorgen im Jahr 2014 insgesamt 74 Photovoltaikanlagen für eine regenerative Stromerzeugung. Dies entspricht einer Zunahme der Anlagenzahl von 26 Stück bzw. 54 % gegenüber dem Vergleichsjahr 2011. Mit der steigenden Anlagenzahl ist auch die Stromeinspeisung¹⁸ aus Photovoltaikanlagen von 239 MWh_{el} im Jahr 2011 auf 409 MWh_{el} im Jahr 2014 angestiegen.

Insgesamt stellt Bubenreuth somit im Jahr 2014 ca. 4 % seines Gesamtstromverbrauchs (10 GWh_{el}) durch erneuerbare Energieerzeugungsanlagen im Gemeindegebiet bereit. Wie Abbildung 12 zeigt, ist der Stromverbrauch der Gemeinde Bubenreuth im Jahr 2014 gegenüber dem Jahr 2011 um ca. 1 GWh_{el} (9 %) gesunken. Den größten Rückgang des Stromverbrauchs weist die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ mit ca. 14 % auf. Dahinter folgt die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ mit einem Rückgang von ca. 7 %. Die Verbrauchergruppen „Straßenbeleuchtung“ und „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ liegen mit 6 % bzw. 5 % am Rückgang ihres Stromverbrauchs dahinter. Die regenerative Energieerzeugung hat sich hingegen aufgrund der zunehmenden Erzeugerleistung beinahe verdoppelt hat (+169 MWh_{el} / +71 %). Der prozentuale Anteil von erneuerbarer Energien am Gesamtstromverbrauch ist dadurch von 2,1 % (2011) auf 4,0 % (2014) angestiegen.

¹⁸ Es handelt sich hierbei um die in das Netz eingespeiste Strommenge, da seitens des Netzbetreibers keine gesammelten Angaben zu eigenverbrauchten Strommengen vorliegen.

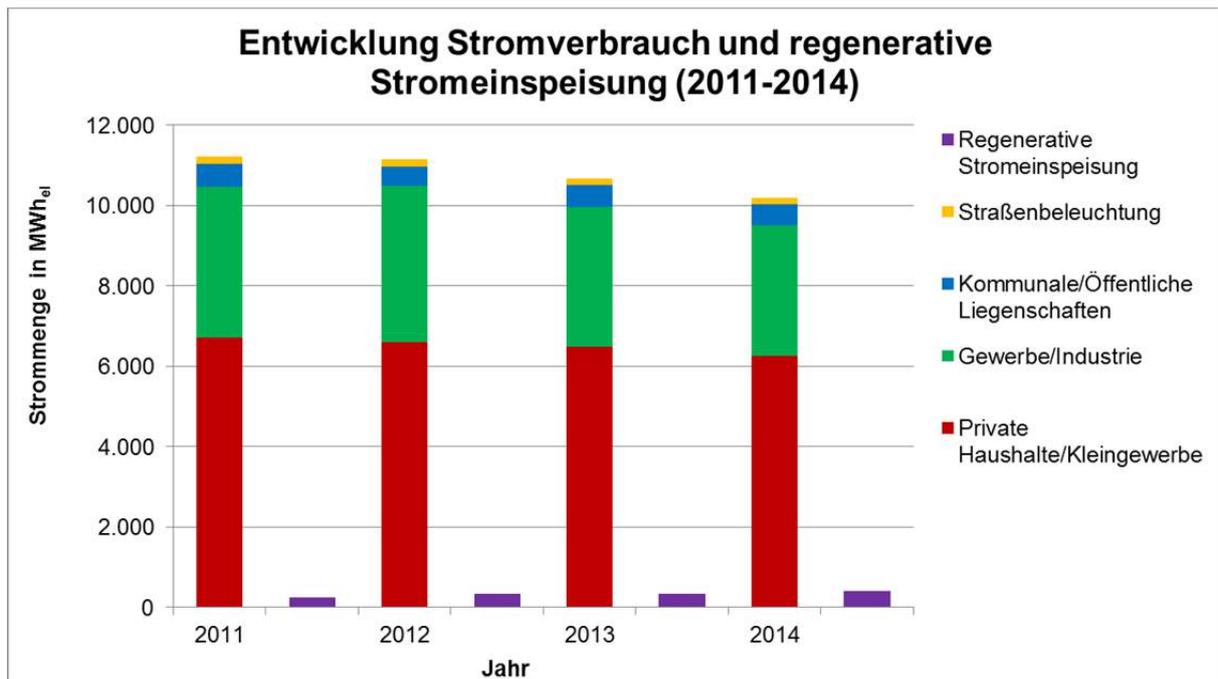


Abbildung 12: Entwicklung Stromverbrauch und Stromeinspeisung (EEG-Anlagen) 2011-2014

Im Vergleich zu Bubenreuth liegt der Anteil der erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung in Bayern im Jahr 2014 bei ca. 36 %, wobei hier die Wasserkraft mit 35,3 % dominierend ist, gefolgt von Photovoltaik (32,5 %) und Biomasse (25,4 %). Die Windenergie leistet nur einen geringen Beitrag von ca. 5,6 %, während Sonstige einen Anteil von 1,2 % beitragen [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015]. Das Ziel Bayerns (bis 2025), den Anteil der Erneuerbaren auf 70 % zu erhöhen¹⁹, hat die Gemeinde Bubenreuth noch nicht erreicht. Ebenso wird das Ziel der Bundesrepublik, den Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2025 auf 40 bis 45 %²⁰ zu erhöhen, derzeit noch unterschritten (siehe Abbildung 13).

¹⁹ Gemäß dem Bayerischen Energieprogramm (VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015_A)

²⁰ Gemäß der aktuell gültigen Fassung des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien – EEG 2017

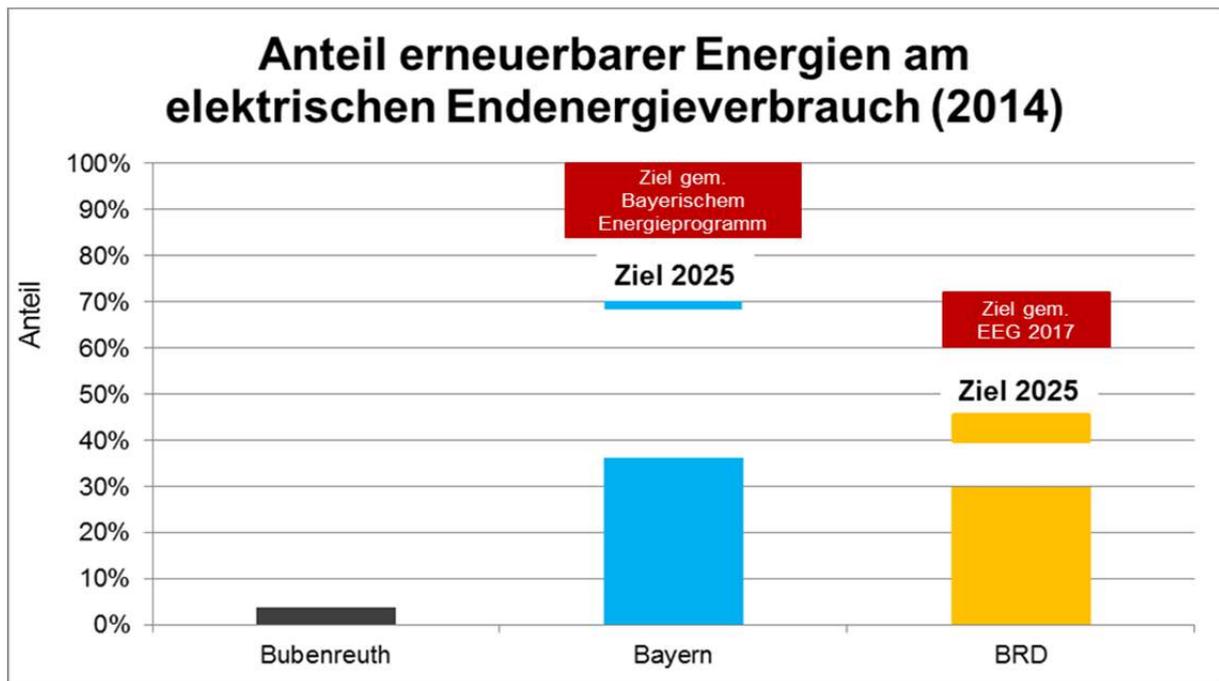


Abbildung 13: Anteil der erneuerbaren Energien (Vergütung nach EEG) am elektrischen Endenergiebedarf 2014 sowie Zielsetzungen (Bayern, BRD)

2.2.4 Thermischer Endenergieverbrauch

Der gesamte thermische Endenergieverbrauch der Gemeinde Bubenreuth wird zum einen über vorhandene reale Verbrauchsdaten (Fragebögen Gewerbe/Industrie, Fragebögen öffentliche/staatliche Liegenschaften, Datenerfassung kommunale Liegenschaften, Datenerfassung Wohnbaugenossenschaften, Bayernwerk AG zum Erdgasverbrauch (nach Verbrauchergruppen) und zum Stromverbrauch für Stromheizungen und Wärmepumpen) ermittelt. Weiter werden anhand der ermittelten und abgestimmten Baualtersklassen (VGL. Abbildung 34) die Wärmeverbräuche für die Hauptgebäude, denen kein realer Wärmeverbrauch gemäß der Datenerfassung zugeordnet werden kann, errechnet. Die exakte Vorgehensweise ist in Kapitel 4.1 detailliert beschrieben. Die Verteilung der ermittelten Wärmeverbräuche auf die verschiedenen Energieträger erfolgt anhand der nach dem Leistungsanteil ermittelten prozentualen Verteilung aus der vorliegenden Feuerstättenzählung des Kaminkehrers. Die Umrechnung der Wärmebedarfe in Wärmeverbräuche wird wiederum durch entsprechend der Baualtersklassen und Energieträger zugeordneten Wärmeerzeugernutzungsgrade vorgenommen.

Der Gesamtwärmeverbrauch von 49 GWh_{th} teilt sich auf die Verbrauchergruppen „Private Haushalte/Kleingewerbe“ (93 %), „Gewerbe/Industrie“ (4 %) sowie „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ (3 %) auf (VGL. Abbildung 14).

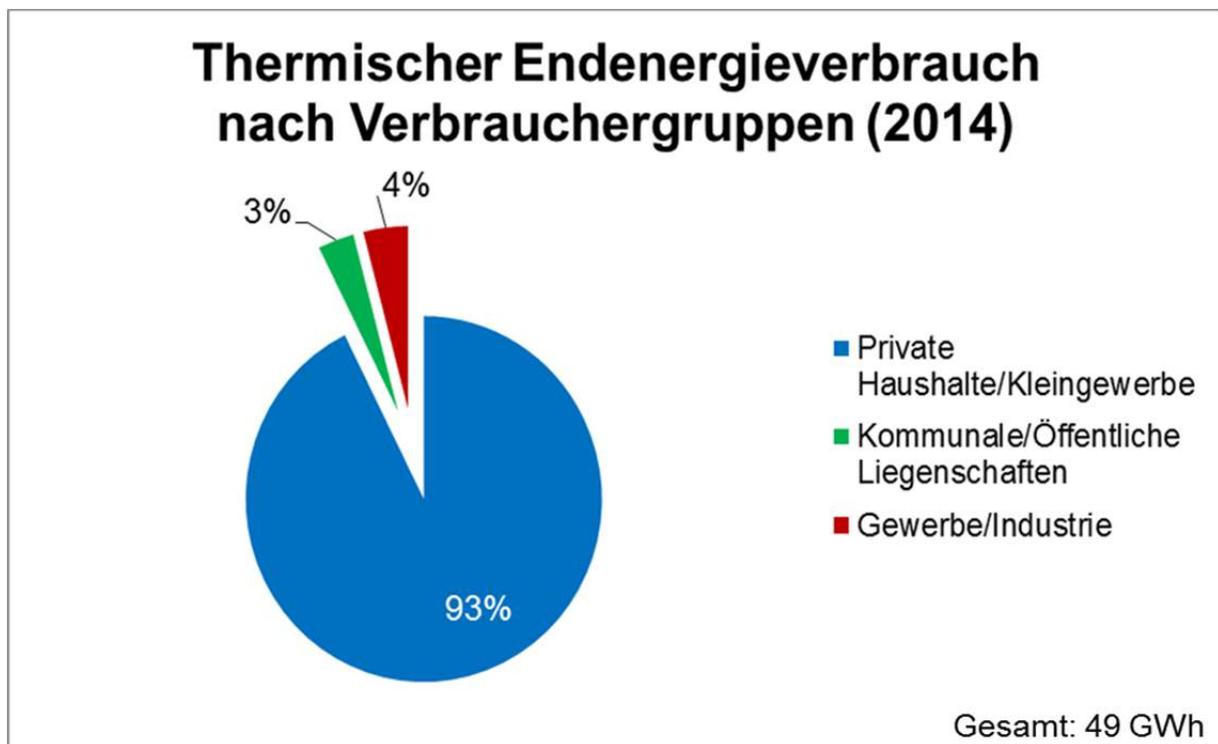


Abbildung 14: Anteile der Verbrauchergruppen am thermischen Endenergieverbrauch 2014

Private Haushalte/Kleingewerbe

Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ benötigt jährlich 45.831 MWh_{th} und hat somit den größten Anteil am thermischen Endenergiebedarf (93 %). Der größte Teil wird dabei durch den Energieträger Heizöl 67 % (30.565 MWh_{th}) gefolgt von Erdgasheizungen mit 21 % (9.398 MWh_{th}) gedeckt. Es folgen Wärmepumpen (2.103 MWh_{th}) sowie Scheitholzheizungen (1.505 MWh_{th}) mit einem Anteil von 4,6 % bzw. 3,3 %. Der Anteil der Stromheizungen liegt bei 2,1 % (946 MWh_{th}). Die weiteren Energieträger besitzen einen Anteil von jeweils kleiner 2 % an der Wärmebereitstellung der Verbrauchergruppe.

Erneuerbare Energien leisten insgesamt einen Beitrag von ca. 6 % zur Wärmebereitstellung in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ (VGL. Abbildung 15).

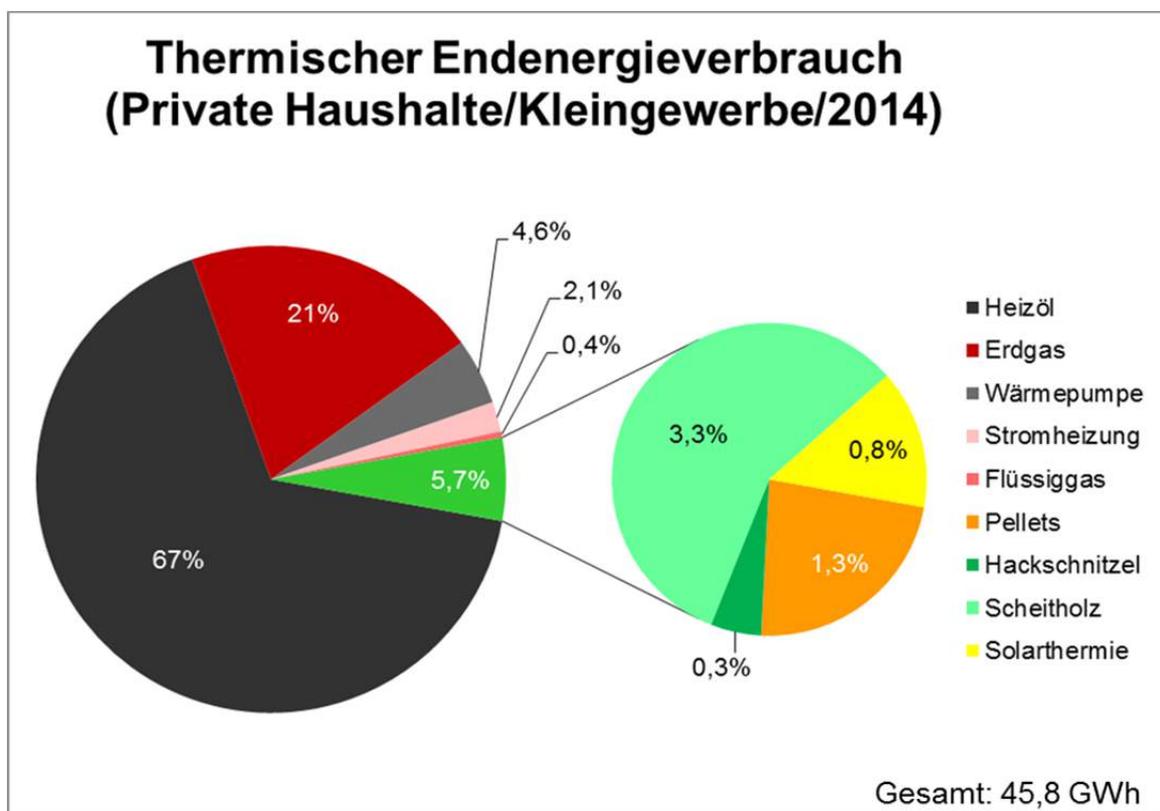


Abbildung 15: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ 2014

Gewerbe/Industrie

Die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“²¹ verursacht mit einem Wärmeverbrauch von 1.807 MWh_{th} 4 % des Gesamtwärmeverbrauchs. In dieser Verbrauchergruppe wird der größte Teil der Wärme (43 %) (VGL. Abbildung 16) durch den Energieträger Erdgas (776 MWh_{th}) bereitgestellt. Es folgen Heizölheizungen (713 MWh_{th}) mit einem Anteil von 39,5 % und Hackschnitzelheizungen (171 MWh_{th}) mit einem Anteil von 9,5 % an der Deckung des Gesamtwärmeverbrauchs. Der Anteil von Wärmepumpen an der Gesamtwärmeerzeugung beträgt 8 % (143 MWh_{th}). Solarthermieanlagen spielen mit < 1 % (3 MWh_{th}) eine untergeordnete Rolle am thermischen Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppe.

In Summe ergibt sich ein Anteil der erneuerbaren Energien am thermischen Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ von 10 %.

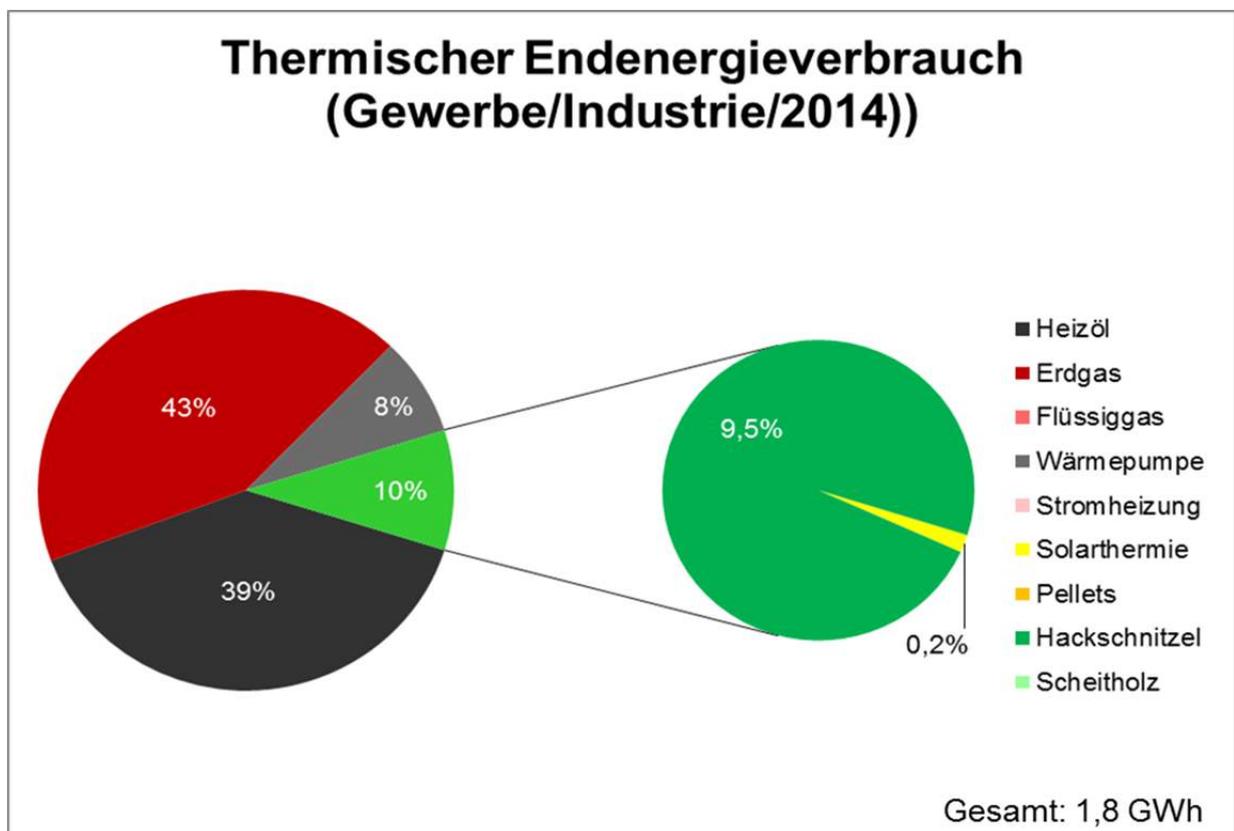


Abbildung 16: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ 2014

²¹ Der Gesamtwärmeverbrauch der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ beinhaltet neben dem reinen Heizwärme- und Warmwasserwärmeverbrauch auch Prozesswärmeverbräuche (hier ausschließlich für eine Bäckerei).

Kommunale/Öffentliche Liegenschaften

Mit einem Anteil von 3 % (1.371 MWh_{th}) am Gesamtwärmeverbrauch im Jahr 2014 verursachen die kommunalen und öffentlichen Liegenschaften etwa denselben thermischen Endenergieverbrauch wie die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“. Der Wärmeverbrauch wird, siehe auch unten stehende Abbildung, ausschließlich durch fossile Energieträger gedeckt. Die Anteile verteilen sich zum größten Teil auf den Energieträger Erdgas (ca. 78 % bzw. 1.068 MWh_{th}). Als weitere Energieträger fungieren Heizöl mit 15 % (203 MWh_{th}) und Strom (Stromheizung und Wärmepumpe) mit einem Anteil von 7 % (99 MWh_{th}).

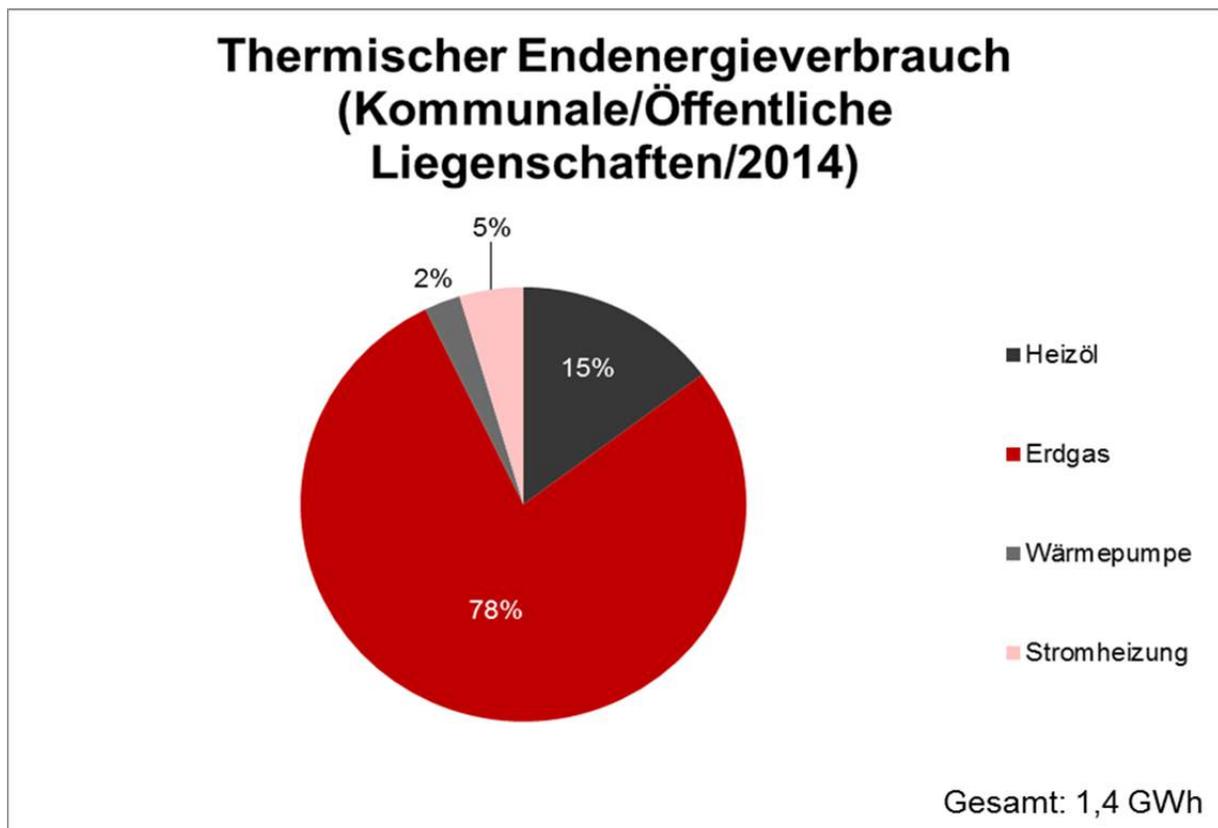


Abbildung 17: Anteile der Energieträger am thermischen Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ 2014

Zusammenfassung

Wird zusammenfassend der gesamte thermische Endenergieverbrauch betrachtet (VGL. Abbildung 18), zeigt sich, dass der überwiegende Teil (94 %) dieses thermischen Endenergieverbrauchs durch fossile Energieträger gedeckt wird, während derzeit nur 6 % durch erneuerbare Energieträger (Scheitholz, Pellets, Hackschnitzel und Solarthermie) bereitgestellt werden. Die Wärmepumpen sowie die Stromheizungen werden in diesem Zusammenhang vollständig dem nicht erneuerbaren Anteil der Wärmebereitstellung hinzugerechnet, da die benötigte Hilfsenergie zu zweidrittel durch fossile Energieträger bereitgestellt wird. Der hohe fossile Anteil am thermischen Endenergiebedarf lässt sich v. a. durch ein das ganze Gemeindegebiet umfassendes Erdgasnetz sowie zahlreiche Heizölheizungen begründen.

Ziel der Bundesregierung im Bereich der Wärmebereitstellung ist es, den Anteil der erneuerbaren Energieträger bis zum Jahr 2020 auf 14 % zu erhöhen [VGL. BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (2008): S. 2]²². Die Gemeinde Bubenreuth hat dieses Ziel im Jahr 2014 mit einem Anteil Erneuerbarer von 6 % noch nicht erreicht; weiterer Handlungsbedarf besteht.

²² Auf bayerischer Ebene ist hierzu kein klares Ziel formuliert worden, es gibt jedoch zahlreiche Maßnahmenvorschläge (wie z.B. Schaffung steuerlicher Anreize für Gebäudesanierung oder die Korrektur der Fernwärmebesteuerung) die im Bayerischen Energiekonzept angeführt werden und teilweise auch bereit umgesetzt worden sind (wie z.B. das 10.000 Häuser-Programm) [VGL. BAYERISCHES STAATSRREGIERUNG 2011: S. 49 FF].

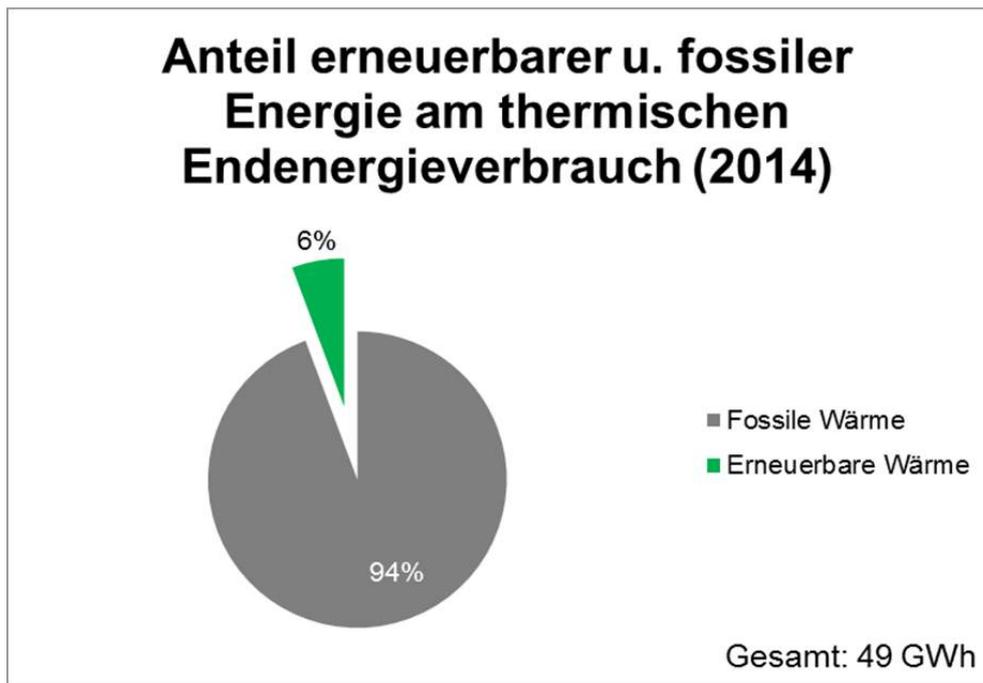


Abbildung 18: Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten thermischen Endenergieverbrauch 2014

2.2.5 Mobiler Endenergieverbrauch

Die Datengrundlage für die Berechnung des mobilen Endenergieverbrauchs sind die Verkehrsdaten, die das Landratsamt Erlangen-Höchstadt zur Verfügung gestellt hat [VGL. LANDRATSAMT ERLANGEN-HÖCHSTADT 2016].

Mittels durchschnittlicher Fahrleistungen pro Jahr für die einzelnen Fahrzeugarten sowie durchschnittlichen Verbräuchen (l/100 km) werden die gesamten Kraftstoffverbräuche in Bubenreuth ermittelt. Die durchschnittlichen Werte der jährlichen Fahrleistungen und Kraftstoffverbräuche werden aus der Studie „Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen“ des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung e.V. entnommen. Der so ermittelte Gesamtkraftstoffverbrauch in Bubenreuth wird anschließend mittels Umrechnungsfaktoren in den jährlichen mobilen Energieverbrauch (MWh) umgerechnet [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2010].

Es ergibt sich ein Gesamtendenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ in Höhe von 39.343 MWh, der sich wie folgt auf die verschiedenen Antriebsformen aufteilt:

- Diesel (21.824 MWh)
- Benzin (17.261 MWh)
- Benzin/Flüssiggas (192 MWh)
- Erdgas (29 MWh)
- Benzin/Erdgas (29 MWh)
- Elektroantrieb (5 MWh)
- Benzin/Elektro (4 MWh)

Der mobile Gesamtendenergieverbrauch teilt sich somit zu 56 % auf Dieselantriebe und zu 44 % auf Benzinantriebe auf. Der Anteil der sonstigen Antriebsformen liegt somit bei < 1 %.

Die Höhe des mobilen Endenergieverbrauchs ist vor allem auf die gemeldeten PKW (2.436) in der Gemeinde Bubenreuth und auf dementsprechend hohe Kraftstoffverbräuche / Endenergieverbräuche zurückzuführen. Ferner tragen die in Bubenreuth gemeldeten LKW und Sattelzüge (zusammen: 82), Krafträder (242) sowie sonstige KFZ (248) zu einem Anteil von ca. 39 % zum mobilen Endenergieverbrauch bei (VGL. Abbildung 19).

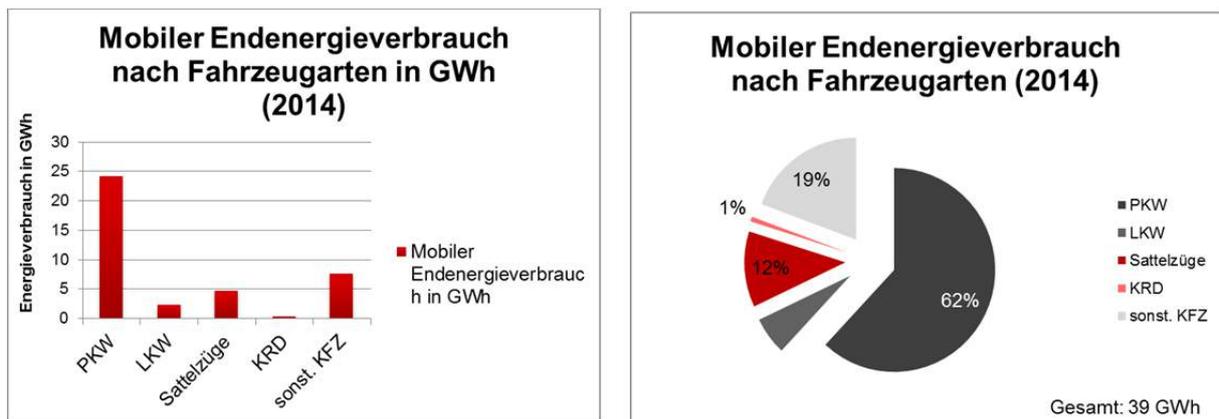


Abbildung 19: Mobiler Endenergieverbrauch nach Fahrzeugarten 2014

Um sowohl die Anzahl der gemeldeten PKW pro Kopf, als auch den gesamten mobilen Endenergieverbrauch in Bubenreuth einordnen zu können, werden beide Werte in den nachfolgenden zwei Abbildungen sowohl mit dem jeweiligen bayerischen als auch dem bundesdeutschen Durchschnitt verglichen. Wird Bubenreuth mit der BRD und der Bayern verglichen, wird deutlich, dass Bubenreuth bei den PKW pro Kopf 7 % unter dem bundesdeutschen bzw. 5 % unter dem bayerischen Durchschnittswert liegt. Bei Betrachtung des mobilen Endenergieverbrauchs pro Kopf liegt die Gemeinde Bubenreuth im bundesweiten Vergleich über (2 %) und im bayerischen Vergleich unter dem Durchschnittswert (13 %).

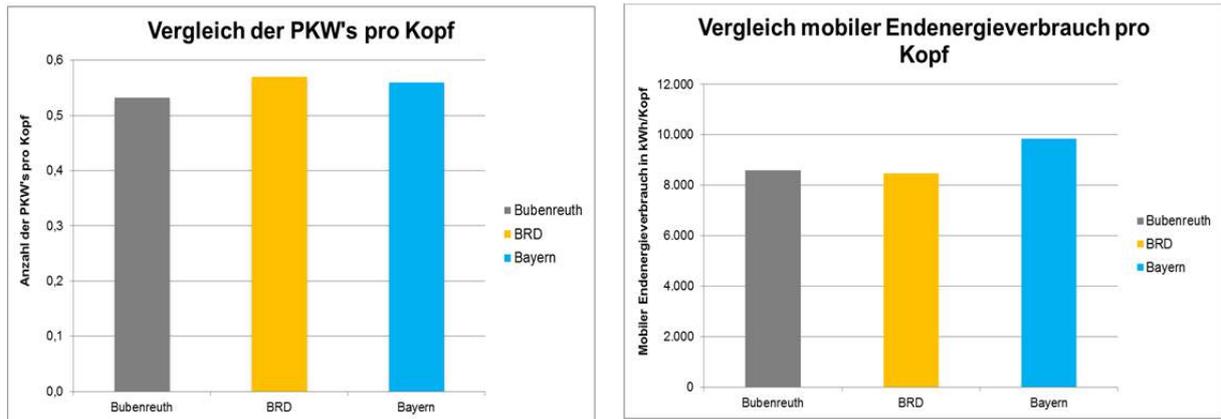


Abbildung 20: Vergleich der PKW's pro Kopf/Vergleich des mobilen Endenergieverbrauchs pro Kopf

2.3 Ergebnisse der CO₂-Bilanz

Im Folgenden werden auf Basis der ermittelten Endenergieverbräuche die berechneten CO₂-äquivalenten Emissionen der Gemeinde Bubenreuth dargestellt. Die CO₂-Emissionen werden mit Hilfe spezifischer Emissionsfaktoren (in Abhängigkeit der Endenergieverbräuche) für die jeweiligen Energieträger ermittelt (VGL. Tabelle 4). Die Emissionsfaktoren werden dabei aus der Software GEMIS errechnet [VGL. ÖKO-INSTITUT E.V. 2008] sowie aus Berechnungen des Umweltbundesamtes übernommen [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2012]. Um eine Übersicht über die durch Abfall und Abwasser verursachten Treibhausgasemissionen zu erhalten, wird hierfür mit spezifischen Werten pro Einwohner gerechnet²³. Die beiden Emissionswerte für Abfall und Abwasser sind Bundesdurchschnittswerte, die dem Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ entnommen wurden [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF].

²³ Hierbei handelt es sich um bundesweite Durchschnittswerte, die aus dem nationalen Treibhausinventar gebildet werden, d.h. hier gilt das Inländerprinzip [DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF].

Tabelle 4: Emissionsfaktoren unterschiedlicher Energieträger (auszugsweise) in g/kWh bzw. t/EW

Energieträger/Technologie	Emissionsfaktoren (g/kWh_{Endenergie}) in Form von CO₂-Äquivalenten
Heizöl	319
Flüssiggas	266
Erdgas	247
Scheitholz	17
Pellets	26
Hackschnitzel	23
Bundesstrommix	569
Photovoltaik	63
Biogas	234
Wasserkraft	4
Abfall/Abwasser	Emissionsfaktoren (t/EW) CO₂-Äquivalent
Abfall	0,09
Abwasser	0,03

Quelle: ÖKO-INSTITUT E.V. 2008, UMWELTBUNDESAMT 2012: S. 1, UMWELTBUNDESAMT (HRSG.) 2015: S.1 DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (HRSG.) 2011: S.266 FF

Nachfolgend werden die jährlichen CO₂-Emissionen der einzelnen Verbrauchergruppen, sowie der Endenergie- und Primärenergieverbrauch je Verbrauchergruppe dargestellt. Zusammenfassend wird zudem die Verteilung der Gesamtemissionen auf die vier verschiedenen Verbrauchergruppen und der ermittelte pro Kopf CO₂-Ausstoß in Bubenreuth aufgezeigt.

2.3.1 Private Haushalte/Kleingewerbe

In der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ werden gemäß der Endenergiebilanz im Jahr 2014 ca. 6 GWh_{el} sowie ca. 46 GWh_{th} verbraucht. Daraus ergeben sich, unter Anwendung der Primärenergiefaktoren sowie der obigen Emissionsfaktoren, ein jährlicher Primärenergieverbrauch in dieser Verbrauchergruppe in Höhe von ca. 63 GWh und ein entsprechender jährlicher CO₂-Austoß in Höhe von 16.949 t (vgl. Abbildung 21). Der größte Teil der Emissionen wird durch die Wärmeerzeugung mittels Heizöl verursacht.

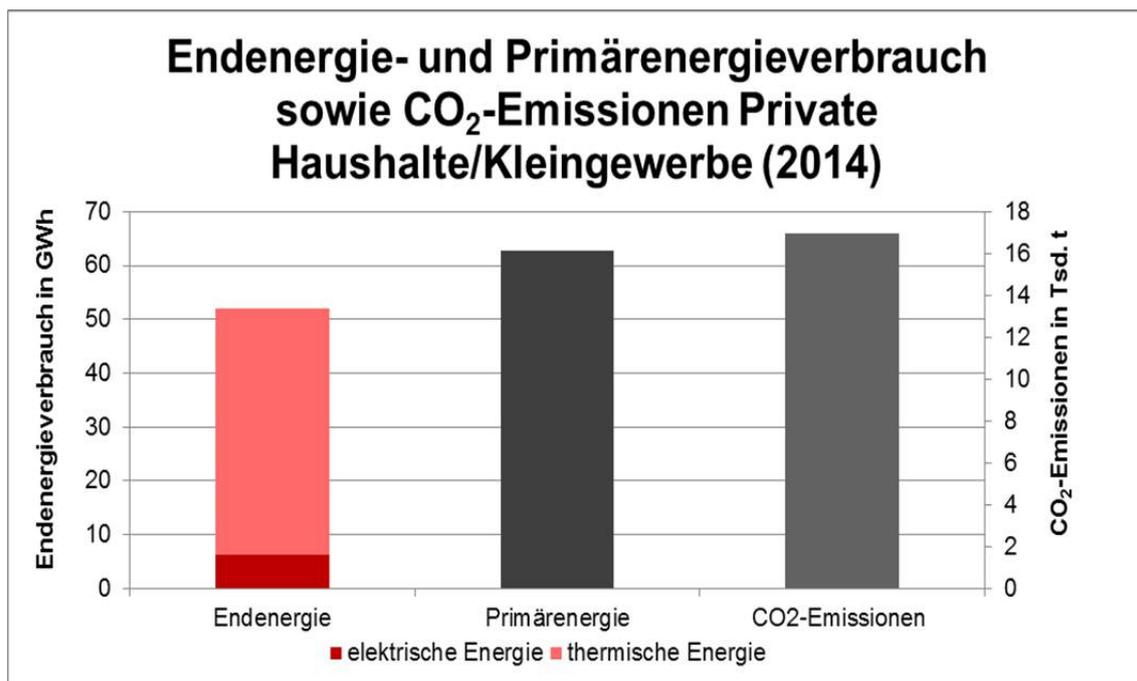


Abbildung 21: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO₂-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ in Tsd. t/a 2014

2.3.2 Gewerbe/Industrie

Die Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ verbraucht pro Jahr ca. 3 GWh_{el} und ca. 2 GWh_{th} Endenergie. Dies entspricht einem jährlichen Primärenergieverbrauch in dieser Verbrauchergruppe von ca. 9 GWh. Daraus ergeben sich wiederum jährliche CO₂-Emissionen in Höhe von 2.272 t. Die CO₂-Emissionen werden in dieser Verbrauchergruppe v.a. durch den hohen elektrischen Endenergieverbrauch sowie die Wärmeerzeugung mittels Erdgas verursacht.

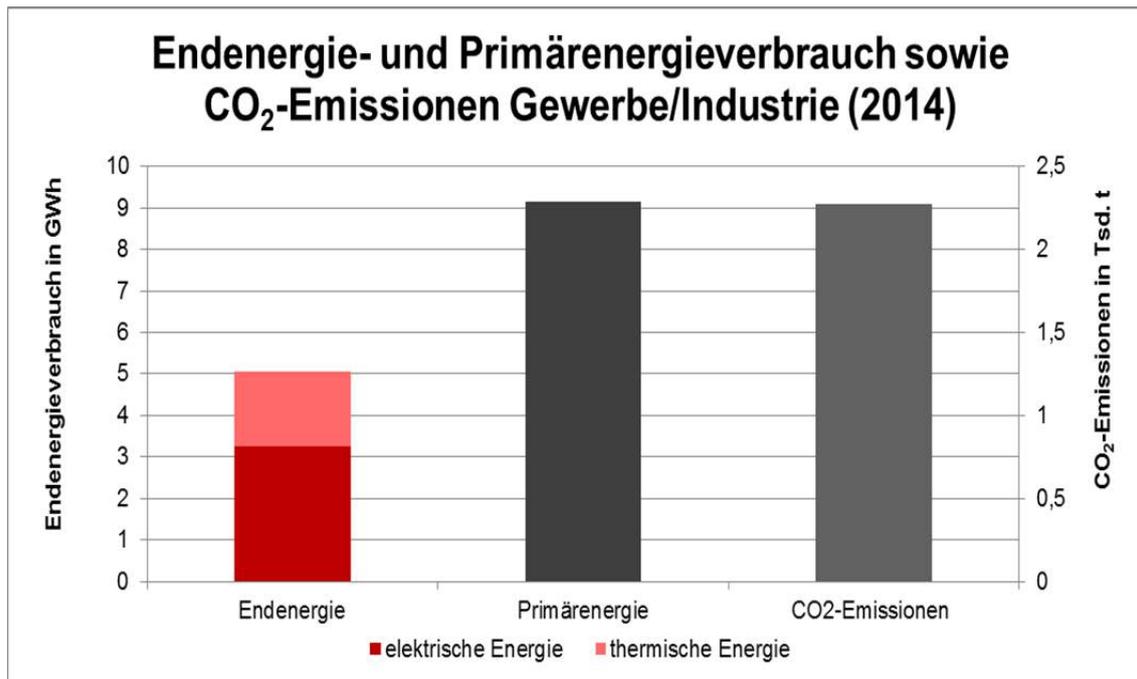


Abbildung 22: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO₂-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ in Tsd. t/a 2014

2.3.3 Kommunale/Öffentliche Liegenschaften

In der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ liegt der jährliche Endenergieverbrauch bei ca. 0,7 GWh_{el}²⁴ und bei ca. 1,4 GWh_{th}, woraus sich ein jährlicher Primärenergieverbrauch in Höhe von ca. 3 GWh ergibt. Die jährlichen CO₂-Emissionen können somit mit 771 t beziffert werden und sind im Vergleich zu den Verbrauchergruppen „Private Haushalte/Kleingewerbe“ und „Gewerbe/Industrie“ erwartungsgemäß gering (VGL. Abbildung 23).

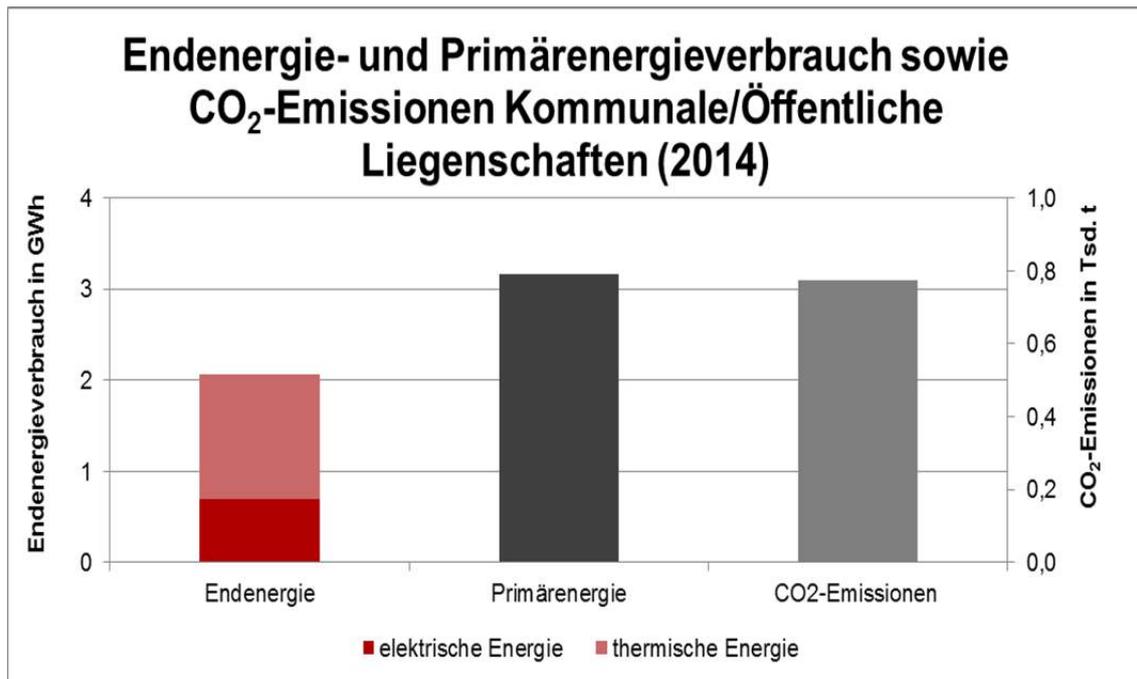


Abbildung 23: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO₂-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ in Tsd. t/a 2014

²⁴ Im Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften ist an dieser Stelle auch der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung der Gemeinde Bubenreuth enthalten.

2.3.4 Verkehr

Die Verbrauchergruppe „Verkehr“ verbraucht jährlich eine Endenergiemenge in Höhe von ca. 39 GWh, dies entspricht einem jährlichen Primärenergieverbrauch von ca. 45 GWh. Die jährlichen Emissionen betragen daher 12.222 t (VGL. Abbildung 24).

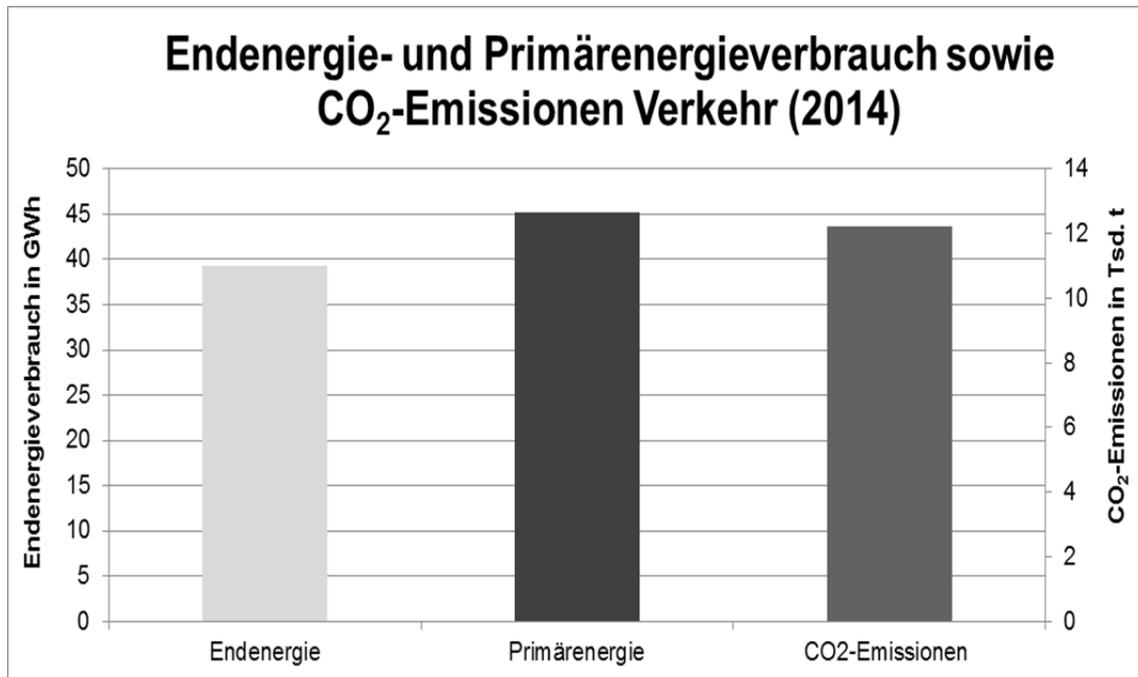


Abbildung 24: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO₂-Emissionen in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ in Tsd. t/a 2014

2.3.5 Abwasser und Abfall

Anhand der CO₂-Äquivalente pro Einwohner aus dem Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ können die jährlichen Emissionen im Bereich Abwasser/Abfall ermittelt werden. Sie betragen 133 t im Bereich Abwasser. Analog lassen sich die CO₂-Emissionen im Bereich Abfall mit 421 t beziffern. Beides ist in obigen Abbildungen bereits anteilig auf die Verbrauchergruppen („Private Haushalte/Kleingewerbe“, „Gewerbe/Industrie“ sowie „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“, vGL. Abbildung 21, Abbildung 22, Abbildung 23) verteilt worden.

2.3.6 Zusammenfassung

Insgesamt wird somit in Bubenreuth im Jahr 2014 ein Endenergieverbrauch in Höhe von ca. 99 GWh verursacht. Dies wiederum entspricht einem Primärenergieverbrauch von ca. 120 GWh und gesamten CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 32.215 t (siehe Abbildung 25).

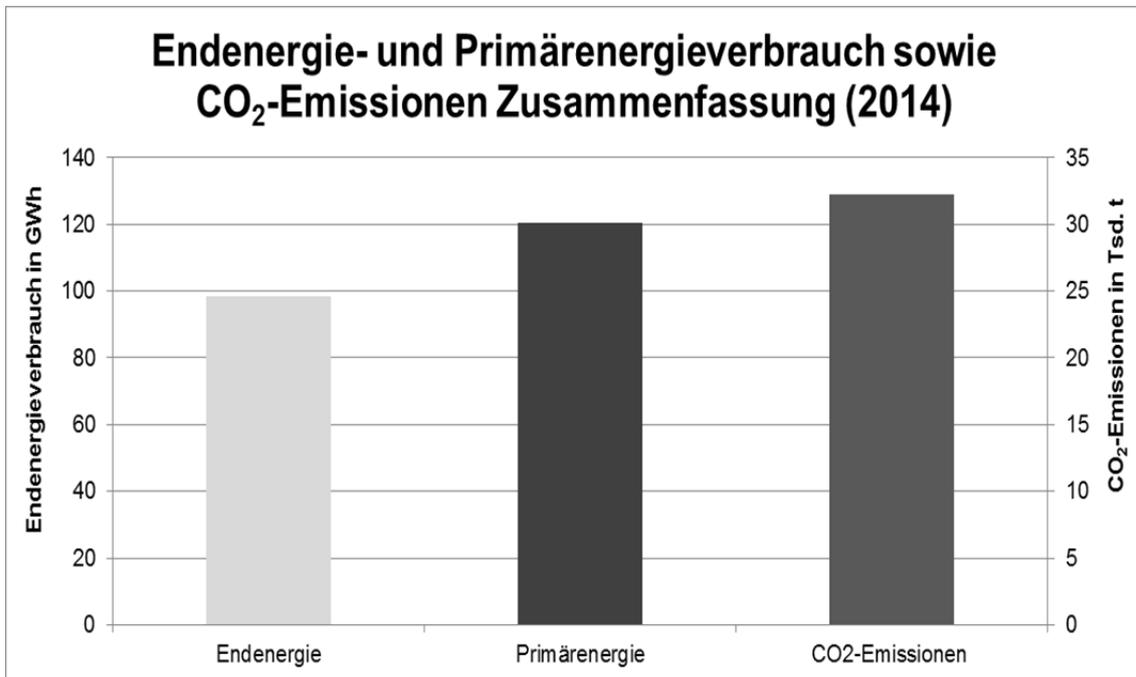


Abbildung 25: Endenergie- und Primärenergieverbrauch in GWh sowie CO₂-Emissionen in Tsd. t/a 2014 in der Gemeinde Bubenreuth

2.3.7 CO₂-Emissionen nach Verbrauchergruppen

Entsprechend obiger Ausführungen zu den jährlichen CO₂-Emissionen der einzelnen Verbrauchergruppen, können die gesamten jährlichen CO₂-Emissionen der Gemeinde Bubenreuth mit ca. 32 Tsd. t quantifiziert werden. Wie aus unten stehender Abbildung 26 ersichtlich wird, trägt die Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ mit ca. 51 % den größten Anteil aller Verbrauchergruppen am gesamten CO₂-Ausstoß. Die Verbrauchergruppe „Verkehr“ liegt mit einem Anteil von ca. 38 % dahinter, gefolgt von der Verbrauchergruppe „Gewerbe/Industrie“ mit ca. 7 %. Die Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ mit einem Anteil von 2 % sowie die Bereiche Abfall und Abwasser (zusammen ca. 2 %) spielen für die Gesamtemissionen eine untergeordnete Rolle.

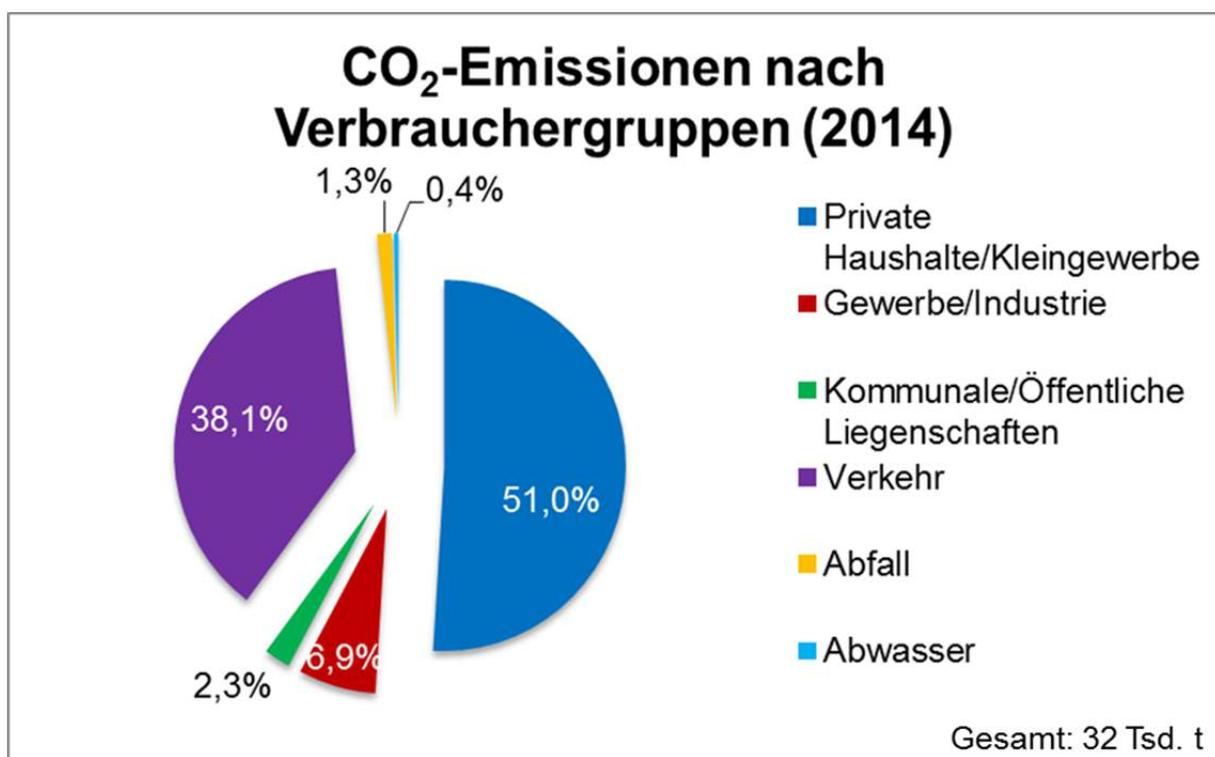


Abbildung 26: Verteilung der jährlichen CO₂-Emissionen auf die einzelnen Verbrauchergruppen 2014

Gemäß der Einwohnerzahl (4.578) aus dem Jahr 2014 liegt der pro Kopf CO₂-Ausstoß im Jahr somit bei ca. 7 t. Abbildung 27 zeigt den Anteil der einzelnen Energieträger an den gesamten pro Kopf CO₂-Emissionen in Bubenreuth.

Durch die Verbrennung von Heizöl werden dabei pro Kopf CO₂-Emissionen in Höhe von 2,2 t verursacht, diese stellen somit den größten Anteil (31 %) an den gesamten pro Kopf CO₂-Emissionen Bubenreuths (VGL. Abbildung 27) dar. Dieser hohe Anteil ist auf den, trotz der flächendeckend vorhandenen Erdgasnetzinfrastruktur, hohen Bestand von Heizölheizungs-

anlagen in der Gemeinde Bubenreuth zurückzuführen (VGL. Kapitel 2.2.4). Daneben wirkt sich vor allem der Diesel- und Benzinverbrauch mit Anteilen von 21 % (Diesel: 1,5 t) bzw. 17 % (Benzin: 1,2 t) auf die Höhe der spezifischen CO₂-Emissionen aus. Weiter spielt der konventionelle Anteil des Strombezugs der einzelnen Verbrauchergruppen mit 1,2 t bzw. 17 % ebenfalls eine entscheidende Rolle für die Höhe der pro Kopf CO₂-Kopf-Emissionen in der Gemeinde Bubenreuth.

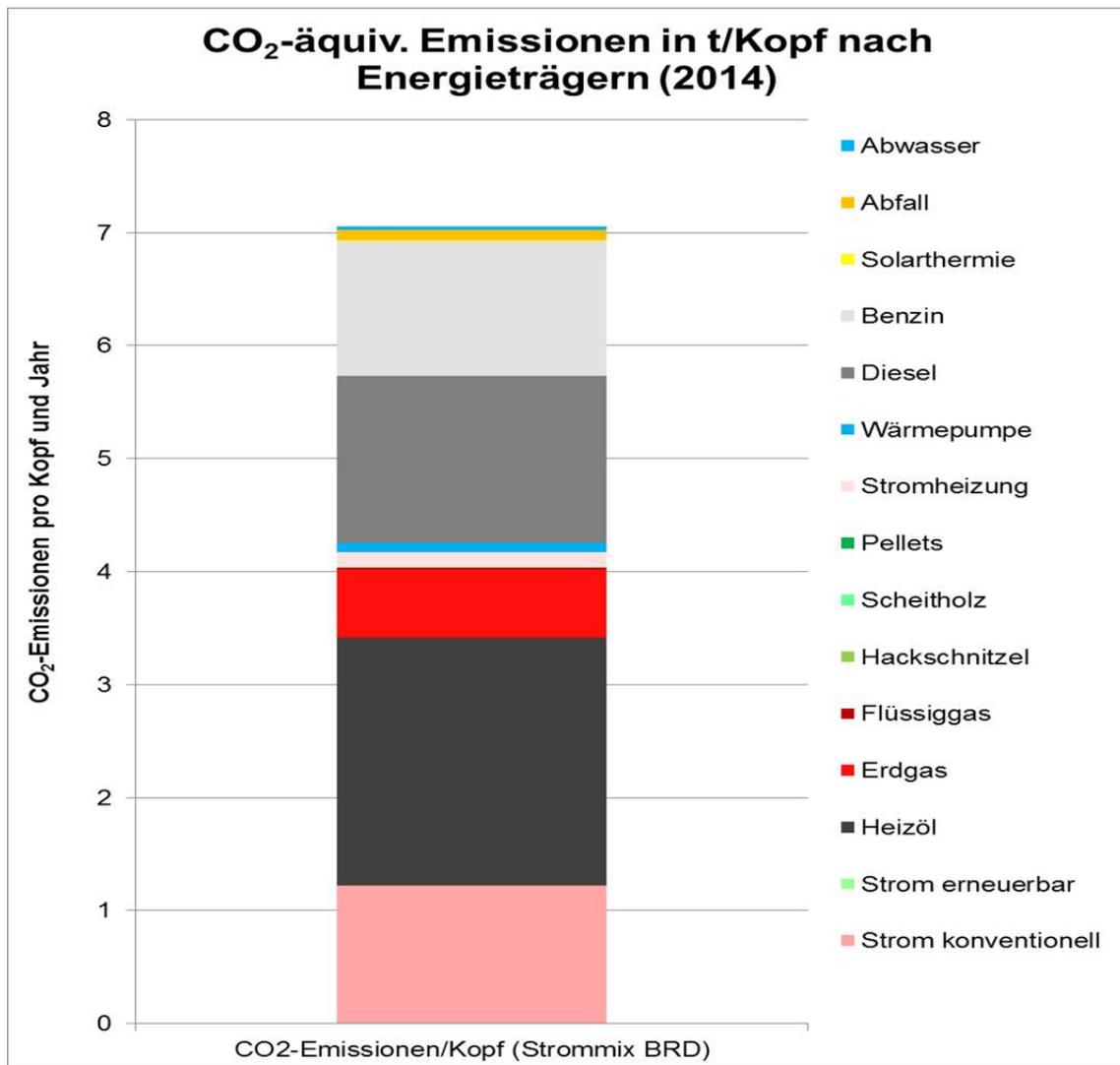


Abbildung 27: CO₂-Emissionen nach Energieträgern in t/Kopf 2014 in Bubenreuth

Der bundesdeutsche Durchschnitt der CO₂-äquivalenten Emissionen liegt bei 11,5 t CO₂-Äquivalent/Kopf und Einwohner [VGL. UMWELTBUNDESAMT 2013_B] (VGL. Abbildung 28, gelber Balken). Wird der CO₂ Ausstoß pro Kopf der Gemeinde Bubenreuth (ca. 7,1 t/Kopf) mit dem bundesdeutschen pro Kopf Ausstoß verglichen, so liegt dieser Wert 4,4 t/Kopf bzw. 39 % unterhalb des Niveaus Deutschlands (VGL. Abbildung 28, gelb schraffierter Balken/Bubenreuth). Der gegenüber dem bundesdeutschen Durchschnittswert niedriger liegen-

de CO₂ Ausstoß pro Kopf in der Gemeinde Bubenreuth lässt sich durch eine geringe Dichte an Industriebetrieben erklären (VGL. Kapitel 2.2.3).

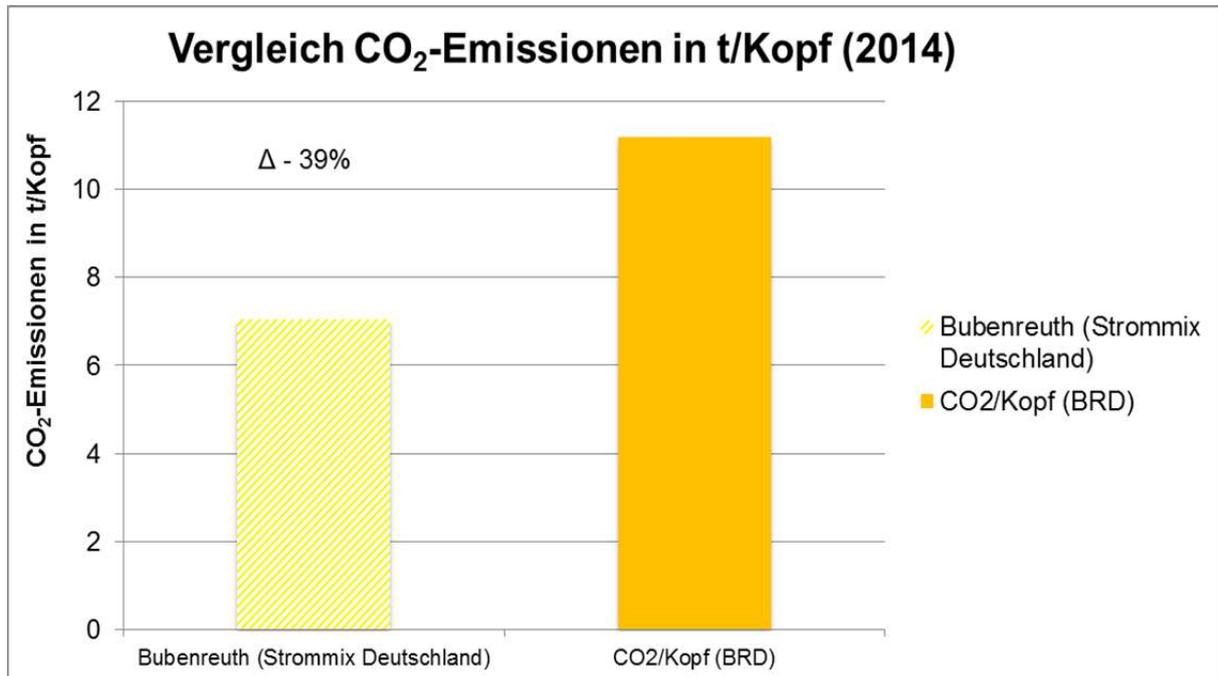


Abbildung 28: CO₂-Emissionen pro Kopf in Bubenreuth im Vergleich mit BRD

Um die Folgen und Risiken des Klimawandels zu begrenzen, ist es notwendig einen Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur über 2 Grad Celsius zu vermeiden [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT 2009]. Dazu müssen die pro Kopf CO₂-Emissionen langfristig auf kleiner 2 t CO₂ pro Kopf²⁵ und Jahr gesenkt werden [BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE 2016]. Für Bubenreuth würde dies bedeuten, dass der aktuelle pro Kopf CO₂-Austoß (7,1 t/Kopf) um mindestens 72 % bzw. 5,1 t/Kopf reduziert werden muss!

²⁵ Unter der Annahme, dass im Jahr 2050 87,5 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 eingespart worden sind.

3 Bestandsanalyse Energieinfrastruktur und Gebäude

Im folgenden Kapitel werden zum einen die bestehende Energieinfrastruktur (Gasnetze) der Gemeinde Bubenreuth sowie die bereits bestehenden erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen dargestellt, um die aktuelle Versorgungssituation in der Gemeinde Bubenreuth bewerten zu können. Zum anderen wird eine Bestandsanalyse der Gebäude hinsichtlich der in Bubenreuth vorliegenden Siedlungsstrukturen sowie Baualtersklassen vorgenommen. Dies ist die Basis für den sich in Kapitel 4 anschließenden Wärmekataster für die Gemeinde Bubenreuth.

3.1 Energieinfrastruktur

Erdgasnetz

Abbildung 29 stellt die Energieinfrastruktur der Gemeinde Bubenreuth in Hinblick auf das vorhandene Erdgasnetz dar. Es wird ersichtlich, dass die Gemeinde Bubenreuth ein annähernd flächendeckendes Erdgasnetz besitzt, das sich nahezu vollständig über alle Teile des Gemeindegebietes Bubenreuths erstreckt. Jede neue zentrale Wärmeversorgungslösung muss dementsprechend vor allem mit dem Energieträger Erdgas konkurrieren oder aber mit diesem betrieben werden.

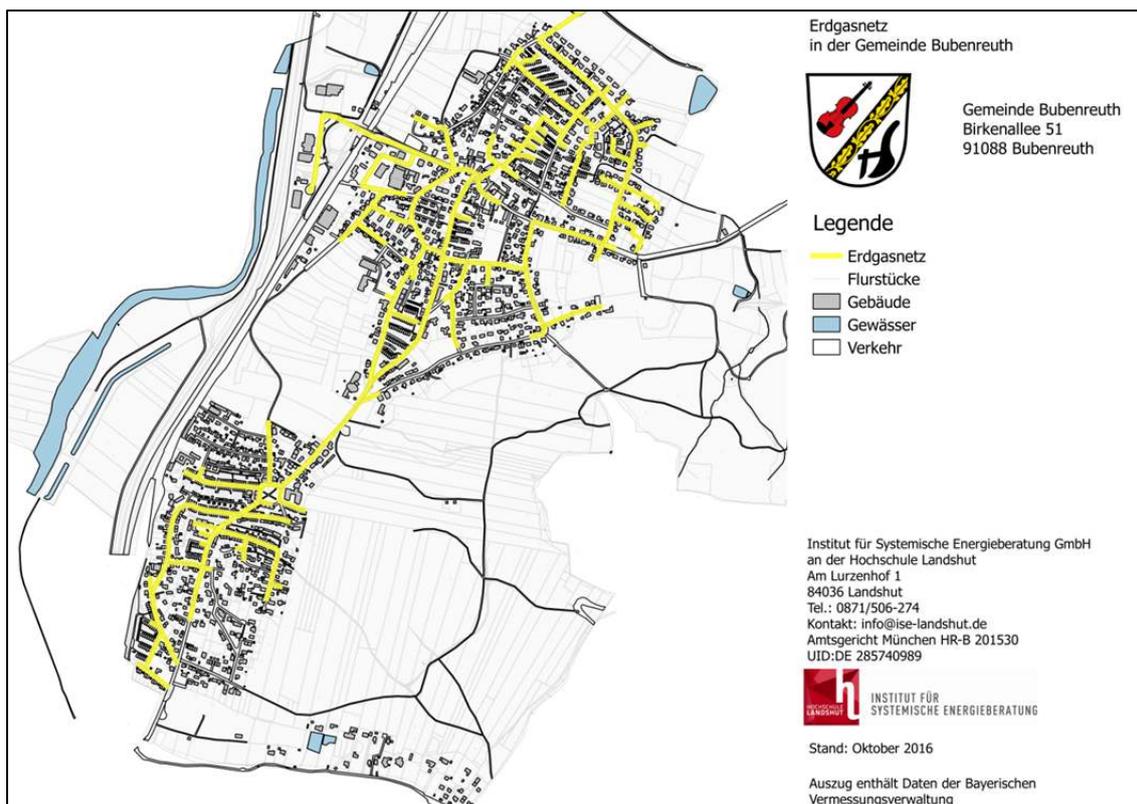


Abbildung 29: Energieinfrastruktur Erdgasnetz,
Stand gemäß Datenabfrage GEMEINDE BUBENREUTH 2016_D

3.2 Bestandsanlagen erneuerbarer Energien

Nachfolgende Abbildung 30 stellt die in Kapitel 2.2.3 beschriebenen erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen der Gemeinde Bubenreuth geografisch verortet dar.

Wie bereits beschrieben handelt es sich bei den regenerativen Erzeugungsanlagen in der Gemeinde Bubenreuth ausschließlich um Photovoltaikdachanlagen, die mittels der Datensätze des bayerischen Energieatlas verortet worden sind [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015]. Ob noch zusätzliches Potenzial für diese und weitere regenerative Erzeugungstechnologien vorhanden ist, wird im Rahmen der Potenzialanalyse (Kapitel 5.3) detailliert untersucht.

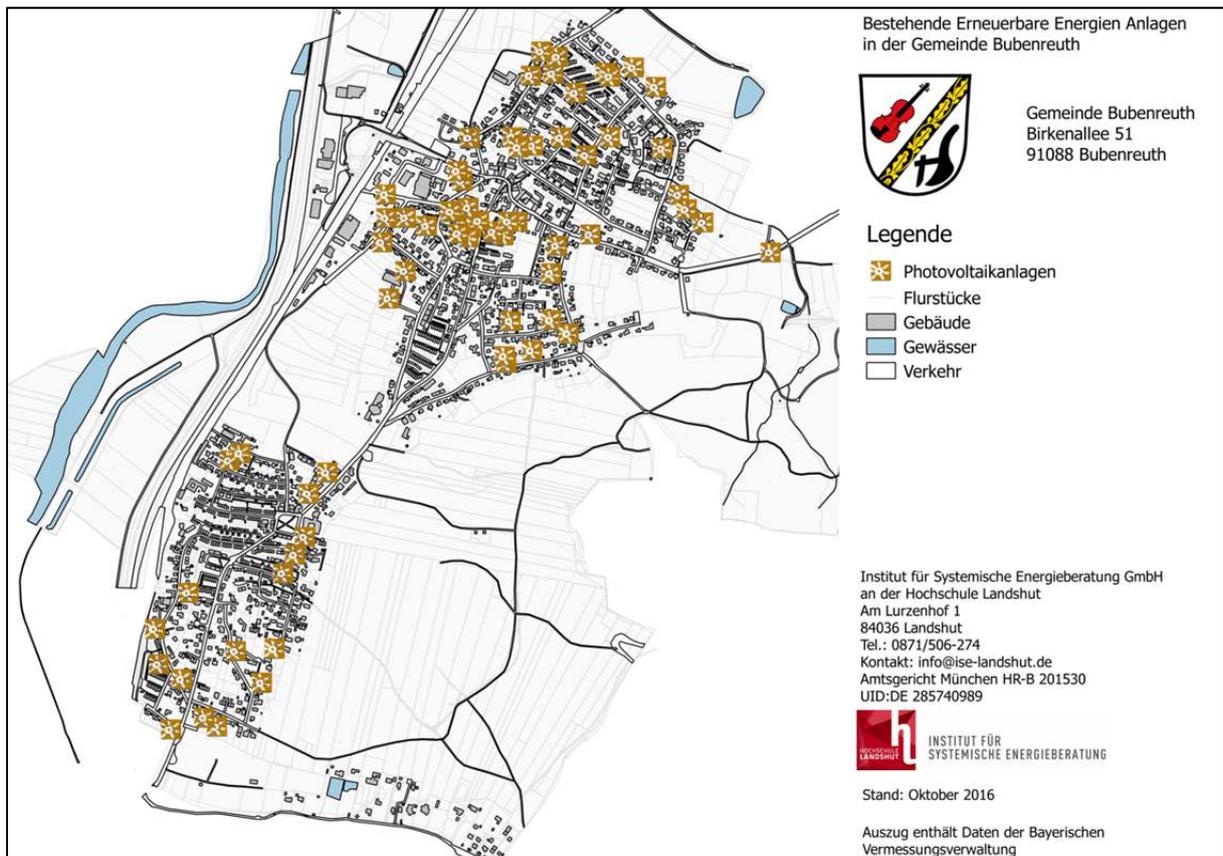


Abbildung 30: Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen in der Gemeinde Bubenreuth, gemäß dem Bayerischen Energieatlas (Stand 2015)

3.3 Einteilung der Gemeinde Bubenreuth in Bearbeitungsraster

Zur weiteren Analyse des Gemeindegebiets wird die Gemeinde Bubenreuth in verschiedene Bearbeitungsraster eingeteilt.

Die Einteilung der Gemeinde erfolgt unter Einbeziehung folgender Kriterien:

- Anhand der vorhandenen Flächennutzungsarten in der Gemeinde Bubenreuth
- Gemäß Baualtersklassen in der Gemeinde Bubenreuth anhand der Bebauungspläne sowie Vor-Ort-Aufnahmen der dominierenden Baualtersklassen in den Gebieten
- Bestehender Baustrukturen (vorherrschende Gebäudetypen, wie bspw. Einfamilienhäuser (EFH) oder große Mehrfamilienhäuser (GMH))
- Existierender Großverbraucher, wie kommunale Liegenschaften oder Gewerbebetriebe
- Bestehender Verkehrsachsen (Straßen bzw. Bahnlinien)

Insgesamt können 15 Bearbeitungsraster benannt werden, die zur besseren Übersichtlichkeit in den nachfolgenden Grafiken mit einer eigenen Identifikationsnummer (ID) hinterlegt und dargestellt werden.

Abbildung 31 zeigt die in Abstimmung mit dem Projektteam²⁶ vorgenommene Einteilung der Gemeinde in die 15 Raster.

²⁶ Die Bezeichnung „Projektteam“ umfasst im Folgenden die Mitarbeiter der Kommune sowie die Mitglieder des Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“, welche an der Mitgestaltung des Energienutzungsplanes beteiligt waren.

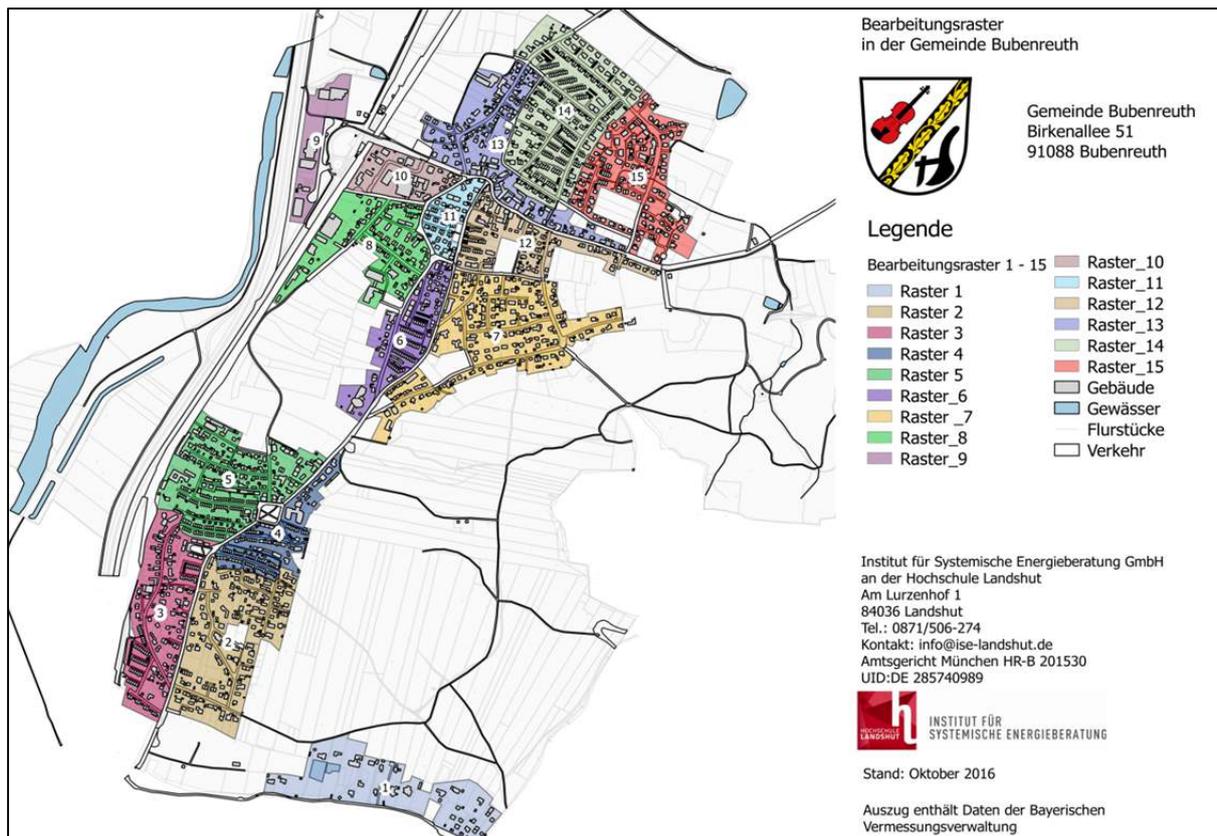


Abbildung 31: Einteilung der Gemeinde Bubenreuth in Bearbeitungsraster

3.4 Siedlungsstruktur und Baualtersklassen

Die Einteilung der Siedlungsstruktur erfolgt gemäß der in der Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) abgestuften Gebäudearten [VGL. INSTITUT WOHNEN UND UMWELT, 2011]. Vorliegende Großverbraucher²⁷ und landwirtschaftliche Betriebe werden, wenn möglich, zusätzlich in Abbildung 32 angeführt. Nachfolgende Karte zeigt die je Bearbeitungsraster vorhandene Siedlungsstruktur in der Gemeinde Bubenreuth.

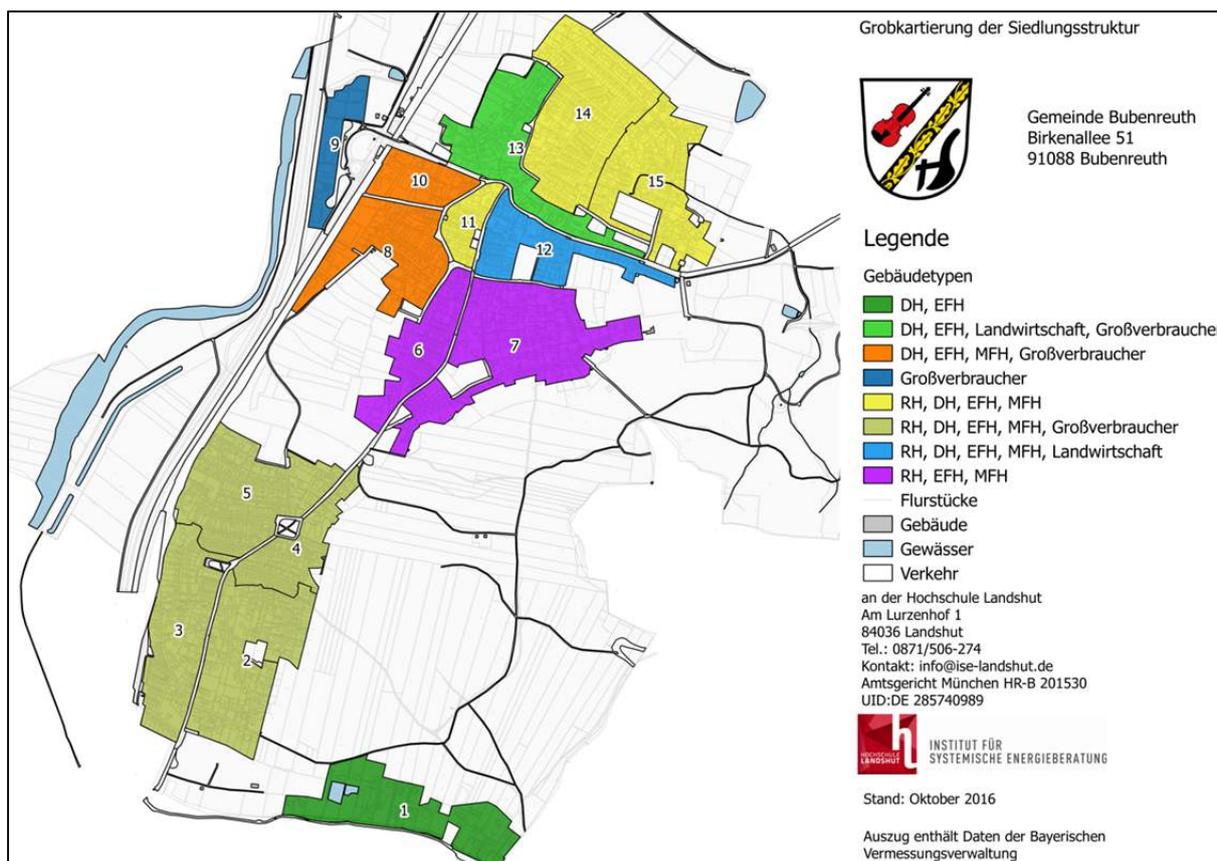


Abbildung 32: Siedlungsstruktur in der Gemeinde Bubenreuth

Nachfolgende Abbildung 33 zeigt in Ergänzung zu Abbildung 32 die in der Gemeinde Bubenreuth angesiedelten Großverbraucher.

²⁷ Die Klassifikation Großverbraucher umfasst die Industrie- und Gewerbebetriebe und öffentlichen Liegenschaften, welche im Rahmen einer Fragebogenaktion schriftlich kontaktiert worden sind.

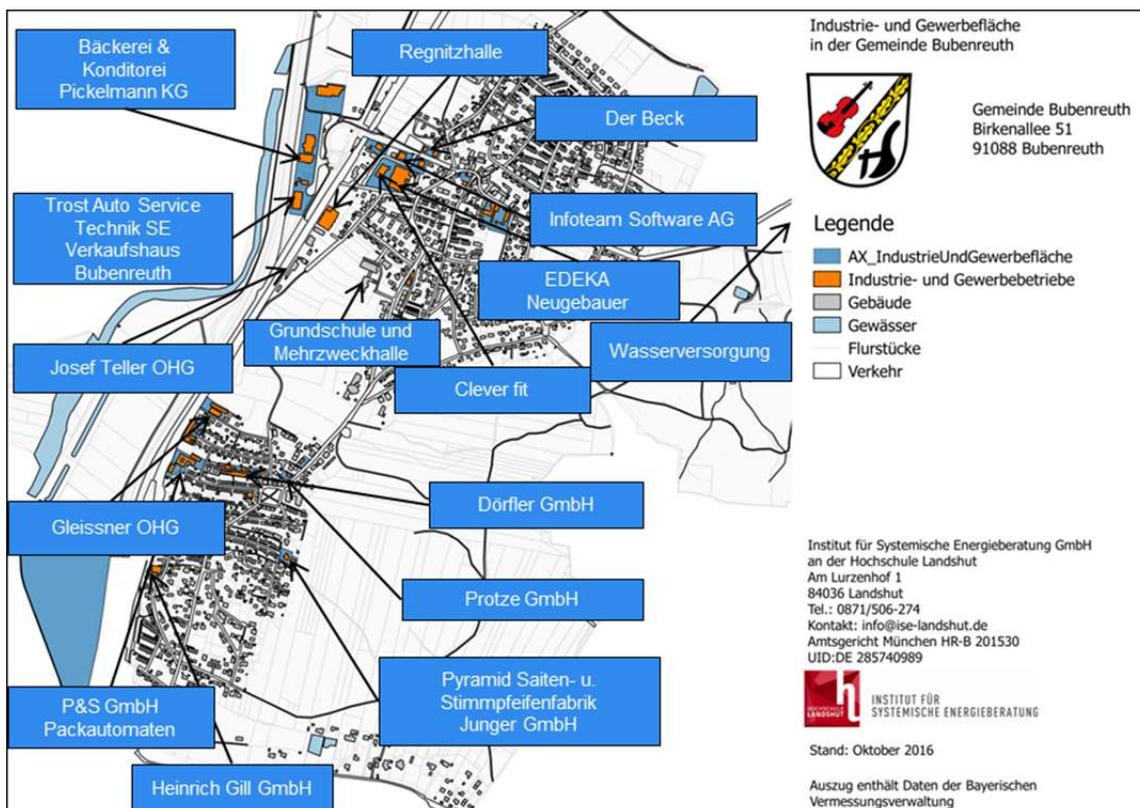


Abbildung 33: Großverbraucher in der Gemeinde Bubenreuth

Die Altersstruktur der Gebäude (Wohngebäude) wird anhand der Bebauungspläne²⁸ sowie einer Vor-Ort-Besichtigung und in Abstimmung mit dem Projektteam ermittelt. Anhand der Gebäudetypologie des IWU (Baualtersklassen A – J) [VGL. INSTITUT WOHNEN UND UMWELT, 2011] wird gebietsweise in den Bearbeitungsrastern eine dominierende Baualtersklasse zugewiesen. Kann keine dominierende Baualtersklasse in einem Raster festgestellt werden, erfolgt eine lineare Verteilung der in der Vor-Ort-Besichtigung festgestellten Baualtersklassen über den gesamten Gebäudebestand des jeweiligen Bearbeitungsrasters oder Teilgebiets hinweg. Unterschiede zwischen der Vor-Ort-Besichtigung in Verbindung mit Abstimmung Projektteam (Abbildung 34) und vorhandenen Bebauungsplänen sind darauf zurückzuführen, dass die Vor-Ort-Besichtigung in Verbindung mit den lokalen Kenntnissen des Projektteams eine noch genauere Methode darstellt. Bei etwaigen Widersprüchen sind daher immer die bei der Besichtigung bzw. in Abstimmung mit dem Projektteam festgestellten Baualtersklassen verwendet worden.

²⁸ Die vorhandenen Bebauungspläne wurden von der Gemeinde Bubenreuth in digitalisierter Form zur Verfügung gestellt [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_D].

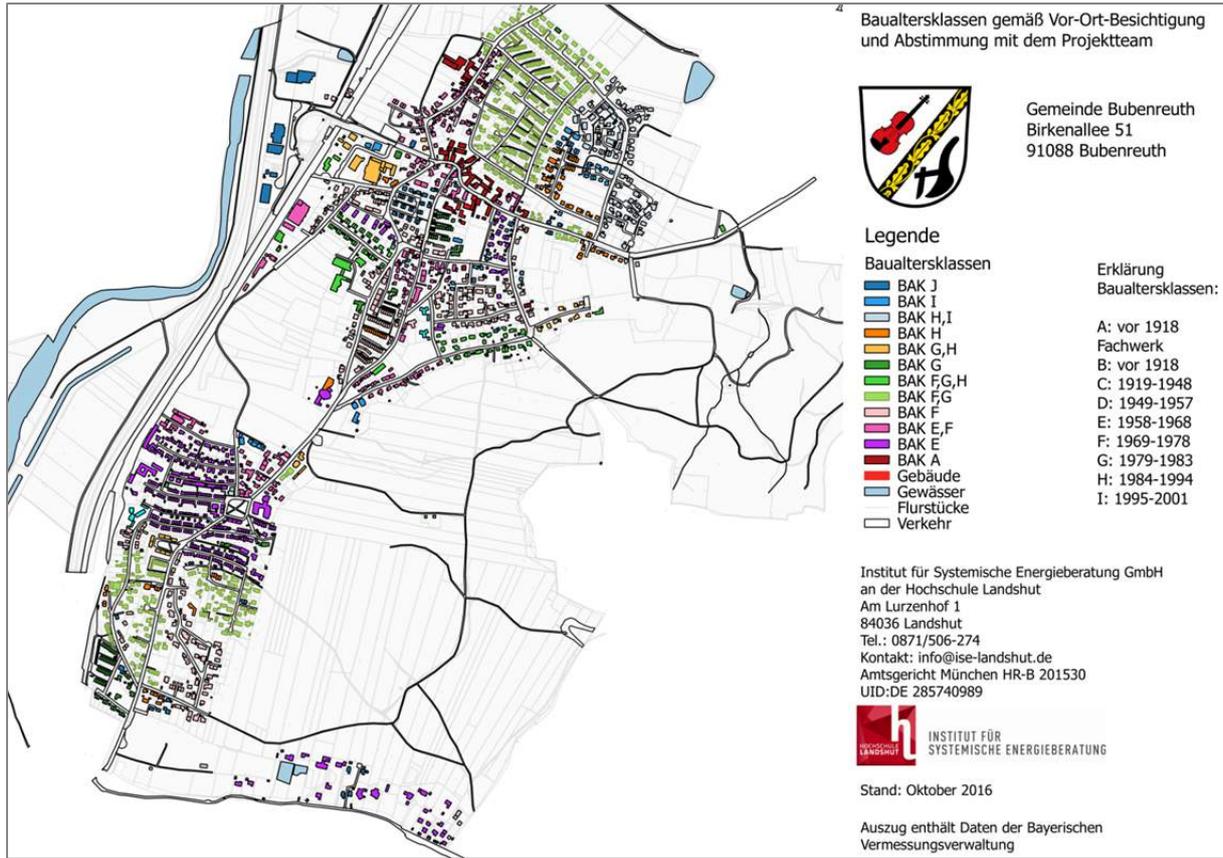


Abbildung 34: Baualtersklassen in der Gemeinde Bubenreuth gemäß Vor-Ort-Besichtigung in Verbindung mit der Abstimmung im Projektteam

4 Erstellung eines Wärmekatasters für die Gemeinde Bubenreuth

Grundsätzlich bietet eine Wärmeverbundlösung („Wärmenetz“) die Möglichkeit, über ein zentrales Kraftwerk (Heizzentrale) Wärme zu erzeugen und von dort an die Endverbraucher zu verteilen. In Kommunen, in denen auch in den Sommermonaten Wärme in zumindest gewissen Mengen benötigt wird, können Wärmenetze eine wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Möglichkeit darstellen. Wichtig ist zu berücksichtigen, dass ein mögliches Wärmenetz nicht nur unter den heute gegebenen Nachfragestrukturen ökologisch und ökonomisch zielführend sein sollte, sondern diese Eigenschaften insbesondere auch unter Berücksichtigung eines sinkenden Wärmebedarfs durch Sanierungsmaßnahmen aufweisen sollte.

Ziel dieses Kapitels ist es, mittels errechneter Wärmebedarfe (Basis Datengrundlage, vgl. Kapitel 2.1.2 sowie Kapitel 3) für die Gemeinde Bubenreuth eine Wärmebelegungs-dichtekarte des Gemeindegebiets zu erstellen, um abschätzen zu können, in welchen Siedlungsgebieten Wärmenetze sinnvoll sein könnten. Im Folgenden werden die aktuellen und künftigen Wärmebedarfe für die vorab definierten Bearbeitungsraster berechnet. Sowohl die Bewertungskriterien als auch die detailliert zu betrachtenden Projekte sind in einem Projektteamtreffen mit der Gemeinde Bubenreuth abgestimmt worden.

4.1 Wärmebedarfsermittlung der einzelnen Bearbeitungsraster

Ein erstes Kriterium für die Ermittlung des Potenzials von Wärmenetzen in den einzelnen Bearbeitungsrastern ist der Wärmebedarf pro fiktivem Meter Wärmenetz, die so genannte Wärmebelegungs-dichte ($\text{Wärmebedarf}/(\text{m}^*\text{a})$). Je größer diese ist, umso besser sind die Bedingungen zur zentralen Versorgung eines Bestandsgebietes über ein Wärmenetz. Den Angaben aus der Literatur folgend, sollte ein Wert von ca. 1,2-1,5 MWh/ (m^*a) im Bestand erreicht werden, damit eine nähere Betrachtung in diesem Gebiet grundsätzlich sinnvoll ist [VGL. JÜRGEN KARL 2012: S. 409; LEUCHTWEIS CHRISTIAN 2009]. Die Wärmebelegungs-dichten werden für jeden der 15 Bearbeitungsraster der Gemeinde Bubenreuth mittels eines fiktiv verlegten Wärmenetzes berechnet.

Bei der Erstellung des Wärmekatasters bzw. der Ermittlung des Wärmebedarfs je Adresse/Gebäude wird dabei entsprechend nachfolgender Abbildung 35 vorgegangen.

Zuordnung eines spezifischen Wärmebedarfs je Adresse in GIS:

- Tatsächlicher Wärmebedarf, adressgenau:
Kommunale Liegenschaften / Gewerbe / Joseph-Stiftung / öffentliche Liegenschaften (Kirchliche Einrichtungen, Caritas Alten- und Pflegeheim St. Franziskus, Sportverein Bubenreuth e. V.)



Hochrechnung auf Basis des LOD-Modells

- Ermittlung der Wärmebedarfe (Raumwärme und Warmwasser) je Hauptgebäude anhand zugewiesener Baualterklassen i. V. m. spezifischen Bedarfswerten sowie der Energiebezugsfläche

Hinweis LoD-Modell: Tendenzielle Unterbewertung des Wärmebedarfs durch unberücksichtigte Prozesswärme der Industrie, wenn kein Fragebogen ausgefüllt wurde.

Abbildung 35: Vorgehensweise bei der Erstellung des Wärmekatasters für die Gemeinde Bubenreuth
Zuerst werden die auf der Grundlage der in Kapitel 2.1.2 beschriebenen Datenbasis vorhandenen tatsächlichen Wärmebedarfe, d.h. bspw. die Verbräuche²⁹ der kommunalen Liegenschaften, über die angegebenen Adressen den Gebäuden im Geoinformationssystem zugewiesen.

Für die restlichen (Haupt-)Gebäude werden die Wärmebedarfe nach dem LoD-Modells³⁰ ermittelt. Bei dieser Methode wird der Gesamtwärmebedarf der Gebäude gemäß der nachfolgenden Formel berechnet [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.20]:

$$Q_{\text{GWB}} = (q_{\text{HWB}} + q_{\text{BWB}} - q_{\text{SA}}) * \text{EB} \quad \text{mit}$$

- Q_{GWB} : Gesamtwärmebedarf pro Gebäude ($\text{kWh}_{\text{th}}/\text{a}$)
- q_{HWB} : spezifischer Heizwärmebedarf ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 * \text{a})$)
- q_{BWB} : spezifischer Brauchwasserbedarf ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 * \text{a})$)
- q_{SA} : spezifischer Abschlag für Sanierung ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 * \text{a})$)
- EB: Energiebezugsfläche in m^2

²⁹ Diese sind zuvor witterungskorrigiert worden.

³⁰ LoD 1 = Level of Detail 1. 3D-Gebäudemodell, bei dem Gebäude als Blockmodelle zur Verfügung stehen. Mittlere Gebäudehöhen errechnen sich aus Laserscanning-Daten, die Gebäudegrundrisse aus der digitalen Flurkarte [VGL. LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION 2013].

Die spezifischen Wärmebedarfe sind abhängig von nachfolgenden Kriterien:

- Art und Weise der Bebauung (Gebäudetyp, z.B. Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus, Reihenhaus, usw.)
- Baualtersklasse der einzelnen Gebäude (Ermittlung anhand der vorhandenen Bebauungspläne sowie der Vor-Ort-Besichtigung, siehe Kapitel 3.4)
- Höhe der Gebäude³¹ zur Ermittlung der jeweiligen Energiebezugsfläche
- Spezifische Heizwärmebedarfswerte in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) sowie spezifische Brauchwasserbedarfswerte in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$) nach den Baualtersklassen (A-J) und Sanierungsabschläge nach Baualtersklassen in ($\text{kWh}_{\text{th}}/(\text{m}^2 \cdot \text{Jahr})$) [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.21/107]

Nachfolgende Abbildung 36 zeigt die gebäudespezifische Verortung der Wärmebedarfe nach Datenquellen im Geoinformationssystem.

³¹ Annahme: 3,5 m pro Geschoß [VGL. LANDESAMT FÜR VERMESSUNG UND GEOINFORMATION 2013].

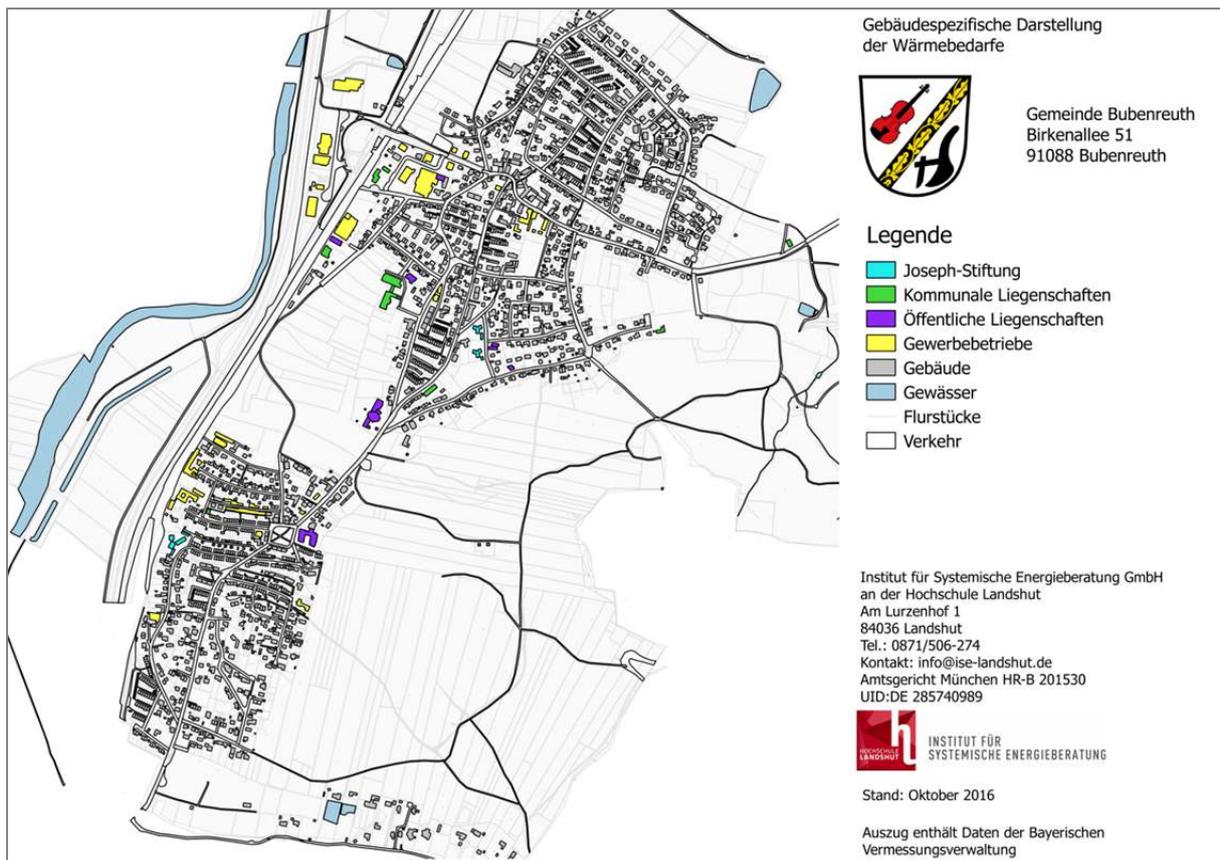


Abbildung 36: Gebäudespezifische Darstellung der Wärmebedarfe nach Datenquellen
in der Gemeinde Bubenreuth

In Abbildung 37 werden die Wärmebelegungsdichten (IST) der Gemeinde Bubenreuth nach Bearbeitungsrastern dargestellt. Hierzu wird für jeden der 15 dargestellten Bearbeitungsraster ein fiktives Wärmenetz bzw. dessen Länge ermittelt.

Aktuell liegen zwei Bearbeitungsraster (Raster 8 und 10) oberhalb des Schwellenwerts von 1,5 MWh/(m*a) und die Raster 2,4,6,7 und 9 zwischen 1,2 und 1,5 MWh/(m*a).

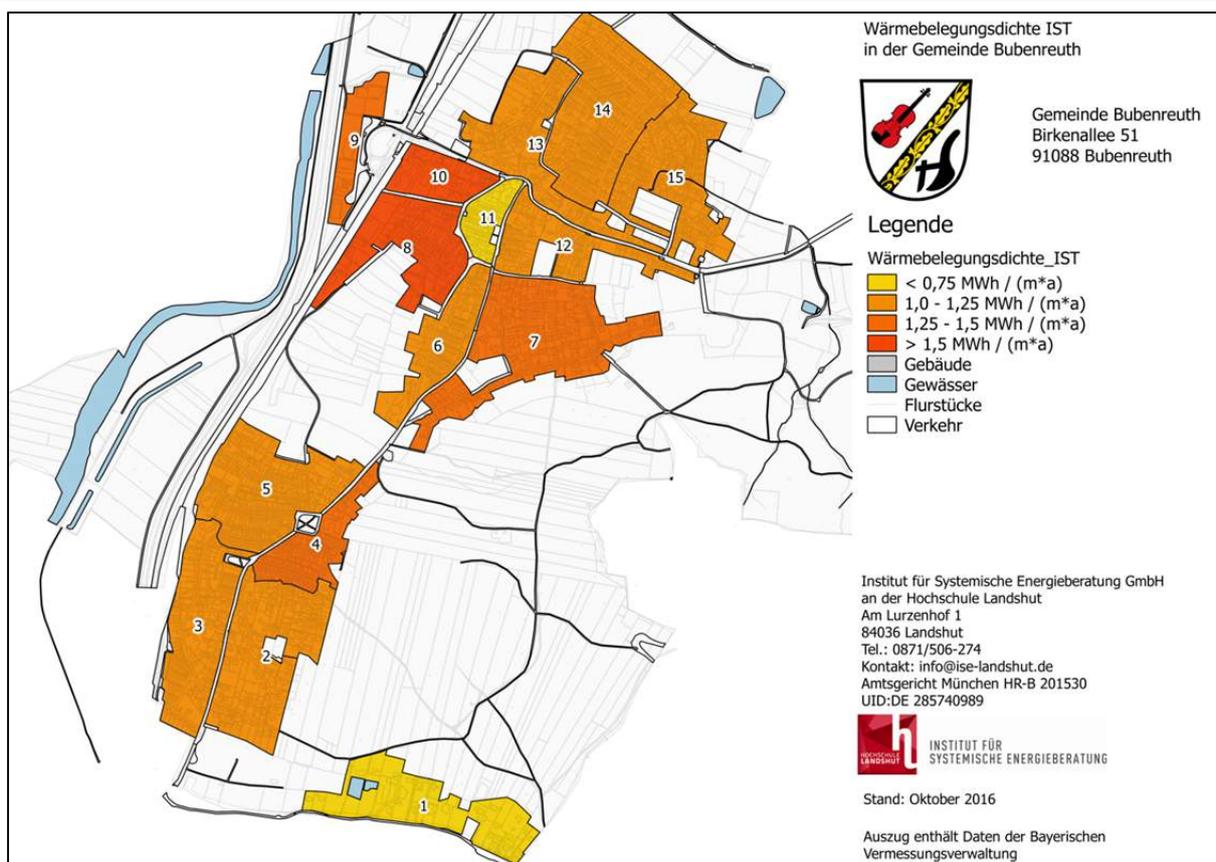


Abbildung 37: Wärmebelegsdichte (IST) je Bearbeitungsraster in Bubenreuth

4.2 Potenzialgebiete für die zentrale Wärmeversorgung

Gemäß Kapitel 4.1 gibt die Wärmebelegsdichte im Bestand bzw. der Schwellenwert in Höhe von 1,2-1,5 MWh/(m*a) einen ersten Hinweis auf die Sinnhaftigkeit einer zentralen Wärmeversorgung. Allerdings ist dieser Schwellenwert stark abhängig von etwaigen Förderungen, den Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit, Annahmen für die Zukunft etc.. Generell kann jedoch davon ausgegangen werden, dass Wärmenetze unter 1,2-1,5 MWh_{th}/(m*a) ohne entsprechend große Förderung nicht wirtschaftlich zu betreiben sind.

Um abschätzen zu können, ob in den sieben Siedlungsgebieten (IST) mit einer Wärmebelegsdichte zwischen 1,2 - 1,5 MWh_{th}/(m*a) ein Wärmenetz Sinn machen könnte, werden Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf den zukünftigen Wärmebedarf analysiert. Dies geschieht mit Hilfe eines Zukunftsszenarios, in dem Sanierungsraten berücksichtigt werden. Für die Wärmebedarfsermittlung bis 2022/2034 wird ein Sanierungszyklus von 45 Jahren angenommen. Der Sanierungsabschlag reflektiert das durch eine Vollsanierung des Gebäudes durchschnittlich mögliche Einsparpotenzial thermischer Energie [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011: S.107].

Die Sanierungsabschläge werden über den angenommenen Sanierungszyklus für jedes Gebäude einzeln errechnet. Hierzu wird über die zugeordnete Baualtersklasse und einen Sanierungszyklus von 45 Jahren bestimmt, ob das Gebäude in den betrachteten Jahren 2022 oder 2034 in den Sanierungszyklus fällt. Ist ein Gebäude in einem der Zeiträume sanierungsbedürftig, wird mit Hilfe von spezifischen Abschlagswerten der jeweilige Wärmebedarf nach Sanierung ermittelt [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.107]. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass nicht alle Gebäude einer Baualtersklasse saniert werden, wird eine jährliche Sanierungsquote berücksichtigt. Diese liegt bei 2,0 %/a³² und entspricht dem geforderten Mindestwert der Bundes- als auch der Bayerischen Staatsregierung hinsichtlich der Zielerreichung der bundesdeutschen und bayerischen Klimaschutzziele. Nachfolgende Abbildung 38 zeigt die zum jeweiligen Bezugsjahr (IST/2022/2034) „bereits sanierten“ bzw. „noch nicht sanierten“ Baualtersklassen (BAK).

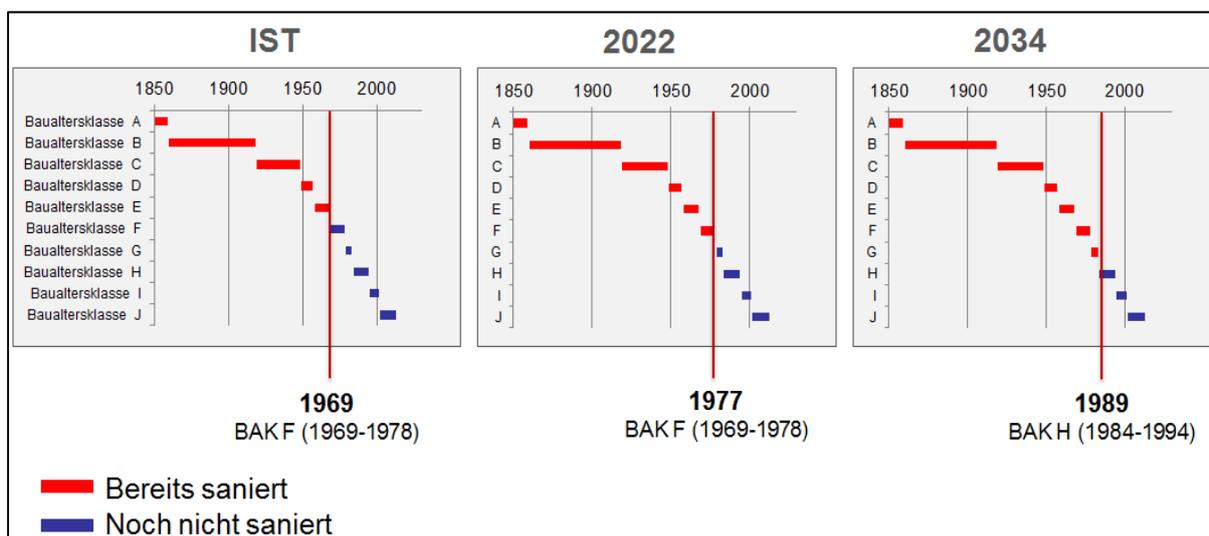


Abbildung 38: Sanierte Baualtersklassen unter dem angenommenen Sanierungszyklus von 45 Jahren
Die erforderlichen Daten zur Berechnung des künftigen Wärmebedarfs (2022/2034) sind entsprechend:

- der Gebäudetyp,
- die Baualtersklasse der Gebäude,
- die Energiebezugsfläche,
- die spezifischen Werte für den Heizwärme- und den Brauchwasserbedarf nach Baualtersklassen und Gebäudetyp,

³² Bezug auf die Anzahl der unsanierten Gebäude im Basisjahr 2014.

- sowie die spezifischen Sanierungsabschläge nach Baualterklassen und Gebäudetyp.

In Bubenreuth liegen dementsprechend nach Abzug der Sanierungsabschläge im Jahr 2022 fünf Bearbeitungsraster zwischen 1,2 - 1,5 MWh/(m*a). Im Jahr 2034 liegen nur mehr der drei Raster zwischen 1,2 - 1,5 MWh/(m*a) (siehe Abbildung 39 i. V m. Tabelle 5).

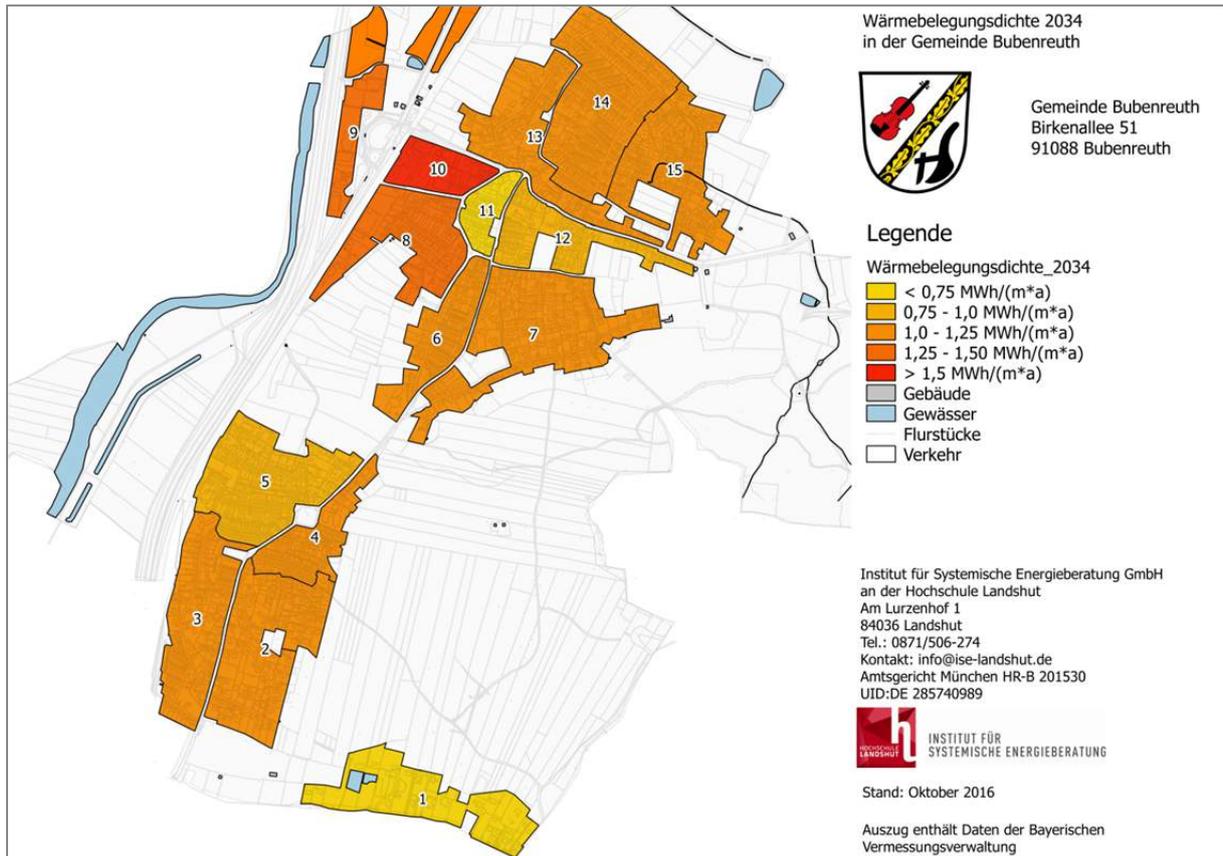


Abbildung 39: Wärmebelegsdichtekarte (2034) je Bearbeitungsraster in der Gemeinde Bubenreuth

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt die einzelnen Wärmebelegsdichten nochmals je Bearbeitungsraster im IST/2022/2034.

Tabelle 5: Wärmebelegungsichte je Raster

ID	Wärmebelegungsichte (IST/LOD)	Wärmebelegungsichte (2022/LOD)	Wärmebelegungsichte (2034/LOD)
1	0,58	0,54	0,50
2	1,20	1,15	1,05
3	1,17	1,13	1,06
4	1,32	1,26	1,18
5	1,06	0,99	0,91
6	1,24	1,18	1,09
7	1,29	1,22	1,12
8	1,62	1,56	1,46
9	1,32	1,32	1,32
10	1,58	1,56	1,53
11	0,67	0,65	0,61
12	1,00	0,94	0,89
13	1,15	1,11	1,05
14	1,15	1,10	1,01
15	1,02	1,02	1,02

4.3 Bewertung des Wärmekatasters

Die Wärmebelegungsichten IST/2022/2034 je Bearbeitungsraster kennend, werden in einem nächsten Schritt die 15 Bearbeitungsraster anhand folgender Kriterien hinsichtlich ihrer Eignung für eine zentrale Wärmeversorgung analysiert und bewertet:

- Wärmebelegungsichte (IST/2022/2034)
- Anschlussdichte Erdgasnetz
- Baustruktur
- Vorhanden sein kommunaler/öffentlicher Liegenschaften
- Nähe zu Großverbrauchern

Sowohl das Bewertungsschema als auch die hieraus resultierenden Empfehlungen pro Raster sind mit der Gemeinde Bubenreuth ausführlich diskutiert worden. Abbildung 40 stellt die abgestimmte Bewertung des Wärmekatasters bzw. der einzelnen Bearbeitungsraster sowie die ausgewählten Detailprojekte dar.

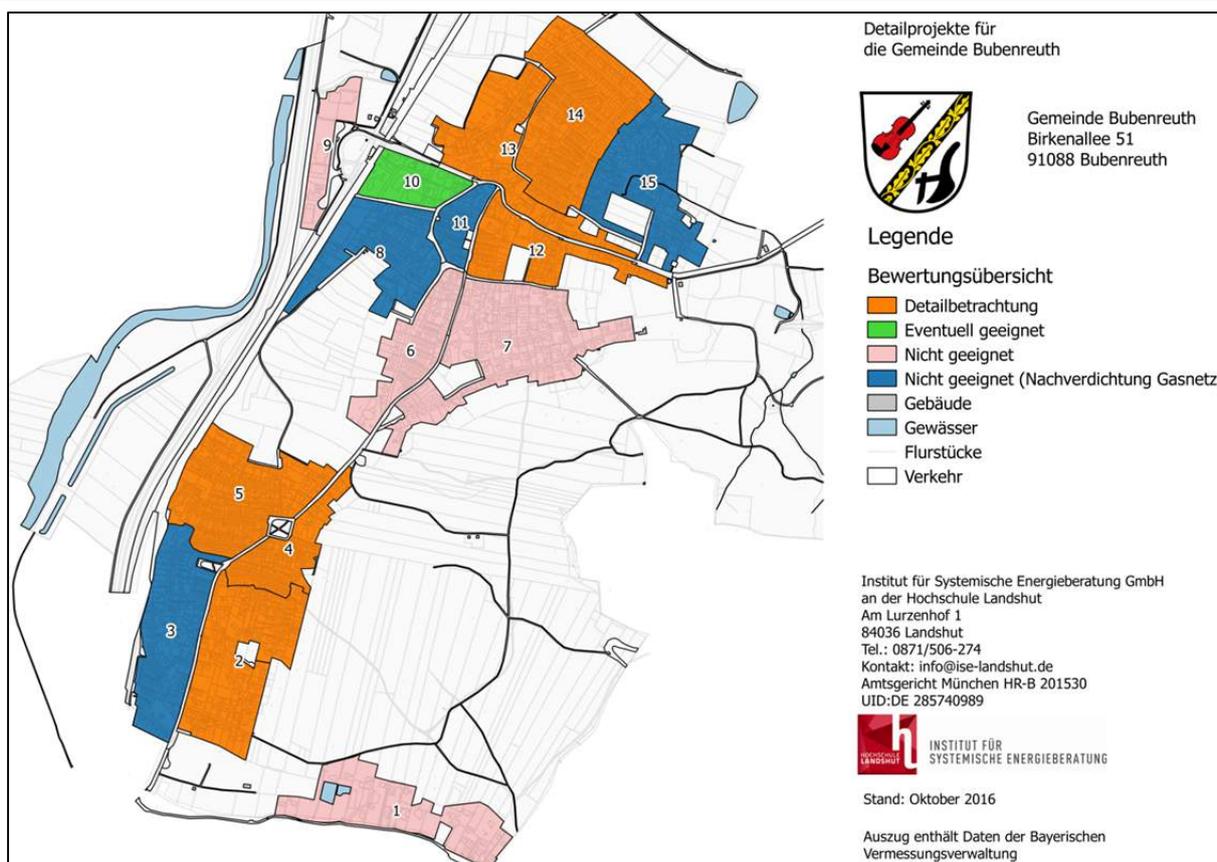


Abbildung 40: Abgestimmte Bewertung der Bearbeitungsrastrer

Im Projektteamtreffen sind die in nachfolgender Tabelle dargestellten Bearbeitungsrastrer für eine weitere mögliche Betrachtung vorgeschlagen worden.

Tabelle 6: Vorschläge Detailprojekte

Bereich/Objekt	Gegenstand der Untersuchung
Raster 2 - Bubenreuth Süd	Prüfung einer möglichen Wärmeverbundlösung für den gesamten Raster 2.
Raster 4/5 - „Geigenbauersiedlung“	Prüfung eines zentralen Wärmeverbunds für die beiden Raster 4 und 5 (Bereich „Geigenbauersiedlung“) mit Beschränkung der Anschlussnehmer auf den dichter bebauten Kernbereich.
Raster 14 - „Vogelsiedlung“	Prüfung einer möglichen Wärmeverbundlösung für den Raster 14 („Vogelsiedlung“).
Raster 13 - „Hauptstraße/Neue Straße“	Prüfung einer möglichen Wärmeverbundlösung für den Raster 13 („Hauptstraße/Neue Straße“) mit Einbezug von Raster 12.

Raster 8,10

**und 11 - Teilbereiche Raster 8
10 und 11**

Zusammenfassung der Gewerbebetriebe (z. B. clever fit, EDEKA Neugebauer) und Liegenschaften (Bauhof, Kinderkrippe Mäuseland) zu einem gemeinsamen Wärmeverbund.

Folgende Raster werden in Abstimmung mit dem Projektteam in Kapitel 6 mittels konkreter Wirtschaftlichkeitsrechnungen detaillierter betrachtet.

- Raster 2: Für den gesamten Raster 2 wird aufgrund einer Wärmebelegungsdichte von $1,2 \text{ MWh}/(\text{m}^2\text{a})$ sowie einer nur teilweise vorhandenen Erdgasnetzinfrastuktur in diesem Raster ein zentraler Wärmeverbund untersucht.
- Raster 4/5: In den beiden Rastern 4 und 5, welche den Bereich der „Geigenbauersiedlung“ umfassen, liegt die Wärmebelegungsdichte bei ca. $1,3 \text{ MWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Raster 4) bzw. ca. $1,1 \text{ MWh}/(\text{m}^2\text{a})$ (Raster 5). Aufgrund der zusätzlich engen Bebauung im Kernbereich der beiden Raster (viele Reihenhäuser), wird ein gemeinsamer Wärmeverbund für diesen Bereich untersucht. Um den Wärmeabsatz je Trassenmeter zu erhöhen, wird in Abstimmung mit der Projektgruppe der Versorgungsbereich auf die innere Kernbebauung der beiden Raster 4 und 5 beschränkt.
- Raster 10-14: Der im nördlichen Siedlungsbereich der Gemeinde Bubenreuth liegende Raster 14 („Vogelsiedlung“) wird zusammen mit dem benachbarten Raster 13 sowie den Anrainern der Hauptstraße/Neue Straße (Raster 11 und 12) aufgrund einer Wärmebelegungsdichte von ca. $1,2 \text{ MWh}/(\text{m}^2\text{a})$ sowie der vorliegenden Baualtersklassen (überwiegend vor 1990) für eine zentrale Wärmeversorgung herangezogen.
- Raster 8 und 10-14: Der zentrale Wärmeverbund „Raster 11-14“ wird nach Abstimmung mit dem Projektteam um weitere private (Bereich Buchenweg/Fliederweg/Ginsterweg/Hans-Paulus-Straße) und gewerbliche (EDEKA-Komplex, clever fit, Regnitzhalle) sowie kommunale (Bauhof) und öffentliche (SV Bubenreuth, Kinderkrippe Mäuseland) Anschlussnehmer erweitert und ebenfalls betrachtet.

4.4 Zusammenfassung Wärmekataster

Abbildung 41 stellt die nachfolgend angeführten Erkenntnisse aus der Erstellung und Analyse des Wärmekatasters zusammenfassend dar.

- **Potenzial Wärmenetze**

In den Rastern 8 und 10 liegt der Kennwert der Wärmebelegungsdichte bei über 1,5 MWh/(m*a). Der Aufbau einer Nahwärmeverbundlösung in diesen Rastern ist daher durchaus denkbar. Zusätzlich eignen sich die Raster 4/5/11/12 und 13 bei Betrachtung einzelner Teilgebiete (z. B. Kernbereich Geigenbauersiedlung in Raster 4 und 5) aufgrund der vorherrschenden Baualtersklassen (überwiegend vor 1990) und der teils engen Wohnbebauung in diesen Bereichen für eine zentrale Wärmeversorgung. Der Raster 2 (Bubenreuth Süd) eignet sich aufgrund einer Wärmebelegungsdichte von 1,2 MWh/(m*a) sowie einer nur teilweise vorhandenen Erdgasnetzinfrastruktur ebenfalls theoretisch für eine zentrale Wärmeversorgung.

- **Nachverdichtung Erdgasnetz**

Aufgrund des flächendeckend vorhandenen Erdgasnetzes sollte theoretisch eine Nachverdichtung in allen 15 Rastern erfolgen. Aufgrund der ggf. entstehenden Konkurrenzsituation im Falle einer Umsetzung der in Kapitel 4.3 vorgeschlagenen Wärmeverbundlösungen wird eine Nachverdichtung vorrangig für die Raster 1/3/6/7/9 und 15 empfohlen. Die Nachverdichtung sollte hierbei in enger Absprache mit dem Netzbetreiber (Bayernwerk AG) erfolgen.

- **Sanierungspotenzial**

In den Rastern 2/5/7 und 14 ist ein erhöhtes Sanierungspotenzial ($>350 \text{ MWh}_{\text{th}}$) in der Betrachtung bis 2034 festgestellt worden. In diesen sollte durch gezielte Sanierungsoffensiven (Aktionen zur Information, Beratung und Motivation der Bürgerinnen/Bürger) die Gebäudesanierung bei privaten Haushalten sowie der Einsatz hocheffizienter Heizsysteme vorangetrieben werden.

Hinweis: Im Hinblick auf ein gleichzeitig vorhandenes Potenzial für Wärmenetze muss in den Rastern 2/5 und 14 im Falle einer geplanten Umsetzung der dort vorgeschlagenen Wärmeverbundprojekte der Einfluss des Sanierungspotenzials weiter detailliert und die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ggf. aktualisiert werden. Beispielsweise sollte hierzu der tatsächliche Zustand der energetischen Gebäudehülle sowie der aktuelle Wärmeverbrauch der betrachteten Gebäude mittels eines Fragebogens abgefragt werden.

- **Nicht für Wärmenetz geeignet**

Die Gebiete mit geringen Wärmebelegungsichten (Raster 1/3/6/7/9 und 15) sind aufgrund der in Kapitel 4.3 definierten Bewertungskriterien oder aber nach Abstimmung mit dem Projektteam derzeit nicht für die zentrale Wärmeversorgung mittels eines Wärmenetzes geeignet, hier sollten sofern möglich, individuelle energieeffiziente Lösungen gesucht werden.

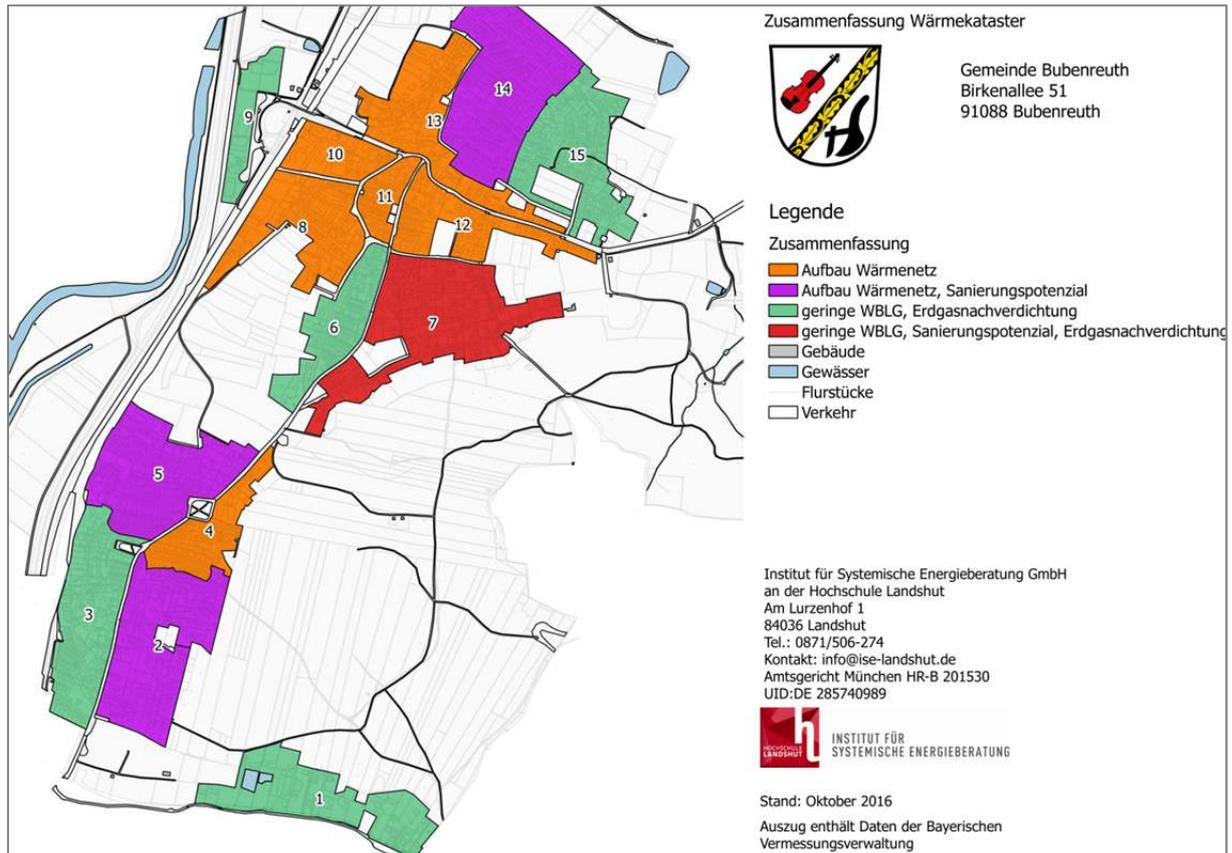


Abbildung 41: Zusammenfassung Bewertung Wärmekataster

5 Potenzialanalyse

Im folgenden Kapitel werden ausgehend von einer Definition der Begrifflichkeiten die Energieeinspar- und Effizienzpotenziale sowie die Potenziale erneuerbarer Energien dargestellt. Die Potenziale erneuerbarer Energien werden nach Windenergie, Biomasse, Geothermie, Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie) sowie Wasserkraft differenziert.

5.1 Potenzialbegriffe

Bei der nachfolgenden Potenzialanalyse wird zwischen folgenden verschiedenen Potenzialbegriffen (VGL. Abbildung 42) unterschieden:

- **Theoretisches Potenzial:** Das theoretische Potenzial beschreibt das „gesamte physikalisch nutzbare Energieangebot eines Energieträgers oder einer Energietechnik innerhalb des Untersuchungsgebietes zu einem bestimmten Zeitpunkt“ [VGL. KALTSCHMITT, MARTIN; WIESE, ANDREAS; STREICHER, WOLFGANG 2013: S.25]. Es wird allein durch die physikalischen Nutzungsgrenzen bestimmt und markiert damit die Grenze des theoretisch realisierbaren Beitrags zur Energiebereitstellung. Zum Beispiel ist das theoretische Potenzial der Sonnenenergie naturgemäß enorm, da die eingestrahlte Sonnenenergie die Menge des gegenwärtigen Energiebedarfs der Menschheit um ein tausendfaches übertrifft. Aufgrund verschiedener Faktoren und Restriktionen (verfügbare Fläche, Systemwirkungsgrad, Verschattung etc.) ist das tatsächlich realisierbare Potenzial um ein vielfaches geringer. Das theoretische Potenzial macht wenig Aussage darüber, was mit der jeweiligen Technologie tatsächlich realisiert werden kann und wird daher im Folgenden nicht weiter ausgewiesen.
- **Technisches Zubaupotenzial:** Das technische Zubaupotenzial beschreibt den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen nutzbar ist. Zusätzlich werden u.a. strukturelle Restriktionen sowie ggf. gesetzliche Vorgaben berücksichtigt. Nicht berücksichtigt werden hingegen Akzeptanzprobleme (z.B. in der Bevölkerung), da diese letztlich keine technischen Einschränkungen darstellen [VGL. KALTSCHMITT, MARTIN; WIESE, ANDREAS; STREICHER, WOLFGANG 2013: S.26]. Die Differenz aus Gesamtpotenzial und Bestand an erneuerbaren Energien bildet das technische Zubaupotenzial, das zum Ausschöpfen der erneuerbaren Energiequellen in der Gemeinde Bubenreuth noch zur Verfügung steht.

- **Wirtschaftliches Potenzial:** Unter dem wirtschaftlichen Potenzial wird der Teil des theoretischen Potenzials verstanden, der unter den angenommenen bzw. gegebenen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlich erschlossen werden könnte. Das wirtschaftliche Potenzial ist daher zum einen vom Zeitpunkt und zum anderen selbstredend auch von der Sichtweise der Wirtschaftlichkeit abhängig (geforderte Höhe bspw. der Eigenkapitalverzinsung) [VGL. KALTSCHMITT, MARTIN; WIESE, ANDREAS; STREICHER, WOLFGANG 2013: S.26 FF].

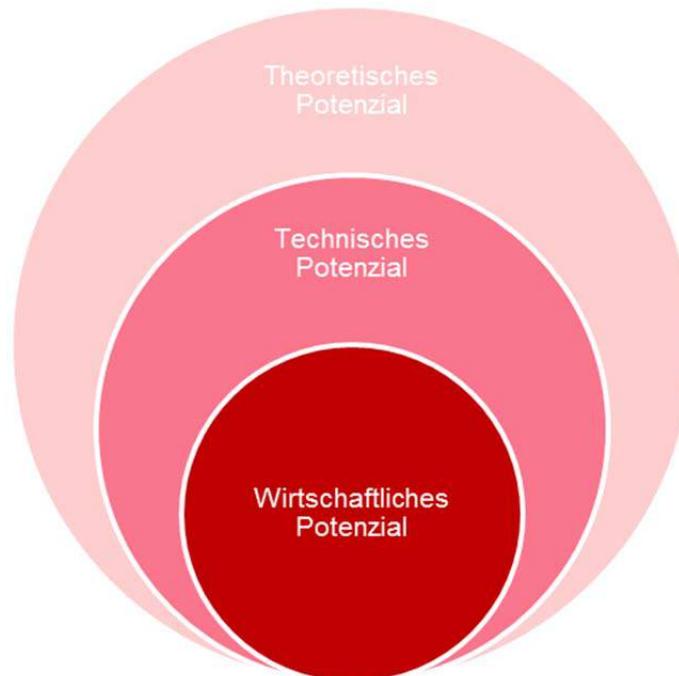


Abbildung 42: Darstellung der verschiedenen Potenzialarten

Nachfolgend werden Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie vorhandene Potenziale erneuerbarer Energien in Bubenreuth ausgewiesen. Hierbei wird in der Betrachtung der erneuerbaren Energien stets auf das technische Zubaupotenzial eingegangen, während in Kapitel 6 das wirtschaftliche Potenzial dargestellt wird.

5.2 Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

Ziel dieses Kapitels ist es, mögliche technische Energieeinspar- und Effizienzpotenziale bis 2022 in den Bereichen Strom und Wärme, differenziert nach den Verbrauchergruppen „Private Haushalte/Kleingewerbe“, „Industrie/Gewerbe“ sowie „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ überschlägig zu quantifizieren. Gemäß des energiewirtschaftlichen Dreisprungs: Einsparung, Effizienz, Erneuerbare – sollte erst der IST-Bedarf durch Einsparung- / Effizienzmaßnahmen reduziert werden. Im Anschluss daran sollte ermittelt werden, in welchem Maße sich der (reduzierte) IST-Bedarf durch Erzeugung aus erneuerbaren Energien decken lässt.

Zur Ermittlung der Energieeinspar- und Effizienzpotenziale wird folgende Herangehensweise gewählt bzw. werden folgende Annahmen getroffen:

- Bei der Ableitung der Potenziale wird davon ausgegangen, dass es bis 2022 keine signifikante Veränderung der Einwohnerzahl gibt.
- Die Bestimmung der potenziellen Energieeinsparungen erfolgt statisch, also gegenüber einem festen Bezugspunkt (Strom: 2014, Wärme 2014) mit fest gehaltenem Mengengerüst. Diese Vorgehensweise unterstellt, dass gegenläufige Effekte (gesellschaftliche Entwicklung, eine zu unterstellende (technische) Weiterentwicklung hinsichtlich Energieeffizienz, Preiseffekte) sich kompensieren, so dass der Strom- und Wärmebedarf bis 2022 (vor Ausweisung der Einsparungs- und Effizienzpotenziale) als konstant angenommen werden kann.

Nachfolgend wird zuerst auf mögliche Ansatzpunkte zur Energieeinsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Strom und daran anschließend im Bereich Wärme eingegangen.

5.2.1 Elektrische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

- **Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“**

Im Bereich Strom ergeben sich folgende Ansatzpunkte zur Energieeinsparung, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

- Gebäudetechnische Anlagen
- Beleuchtung
- Elektrogeräte

Gebäudetechnische Anlagen

Neben dem Heizkessel ist die Umwälzpumpe ein zentrales Element des gesamten Heizungssystems, denn sie befördert das erhitzte Wasser über ein Rohrnetz zu den einzelnen Heizkörpern des Hauses. Die Umwälzpumpe wird mittels elektrischer Energie betrieben und kann bis zu 10 % des Stromverbrauchs eines Haushalts verursachen. In vielen Fällen sind die Umwälzpumpen veraltet. Vor der Verkündung der EnEV 2002 wurden in den allermeisten Wohngebäuden standardmäßig unregulierte Heizungspumpen eingebaut, die die meiste Zeit des Jahres (ca. 6.000 h) bei voller Leistung betrieben werden, unabhängig davon, ob bzw. in welchem Maße Heizleistung in den Räumen des Gebäudes benötigt wird. Zudem sind die Pumpen häufig überdimensioniert und falsch eingestellt. In nachfolgender Abbildung kann der jährliche Stromverbrauchs einer neuen mit dem einer alten Umwälzpumpe verglichen werden.

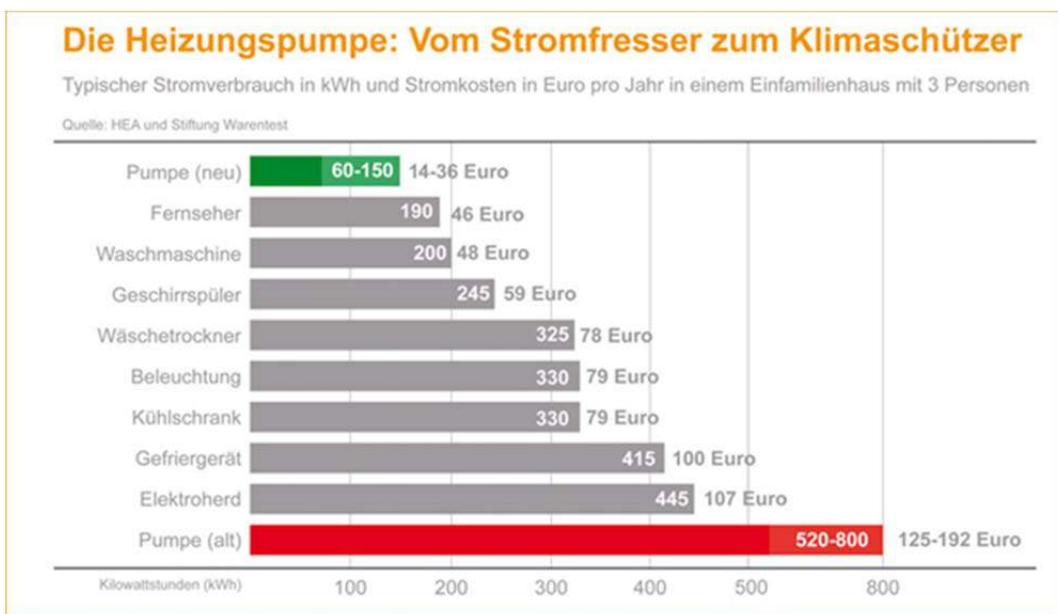


Abbildung 43: Jährlicher Stromverbrauch einer alten und neuen Umwälzpumpe

Quelle: co2ONLINE GMBH 2013

Unter der Annahme, dass durch den Austausch einer veralteten Umwälzpumpe eine jährliche Stromeinsparung von ca. 370 kWh_{el}/EFH möglich ist (VGL. Abbildung 43) sowie der Annahme, dass bis 2022 all die Heizsysteme, die vor 1997 installiert worden sind, ausgetauscht werden, ergibt sich ein gesamtes Effizienzpotenzial durch den Ersatz ineffizienter Pumpen in Höhe von **458 MWh_{el}**.

Anmerkung: Werden für ein EFH durchschnittliche Anschaffungskosten einer solchen effizienteren Pumpe in Höhe von 450 Euro angesetzt, so hat sich diese Maßnahme innerhalb von ca. 3-4 Jahren (siehe Abbildung 44) amortisiert³³.

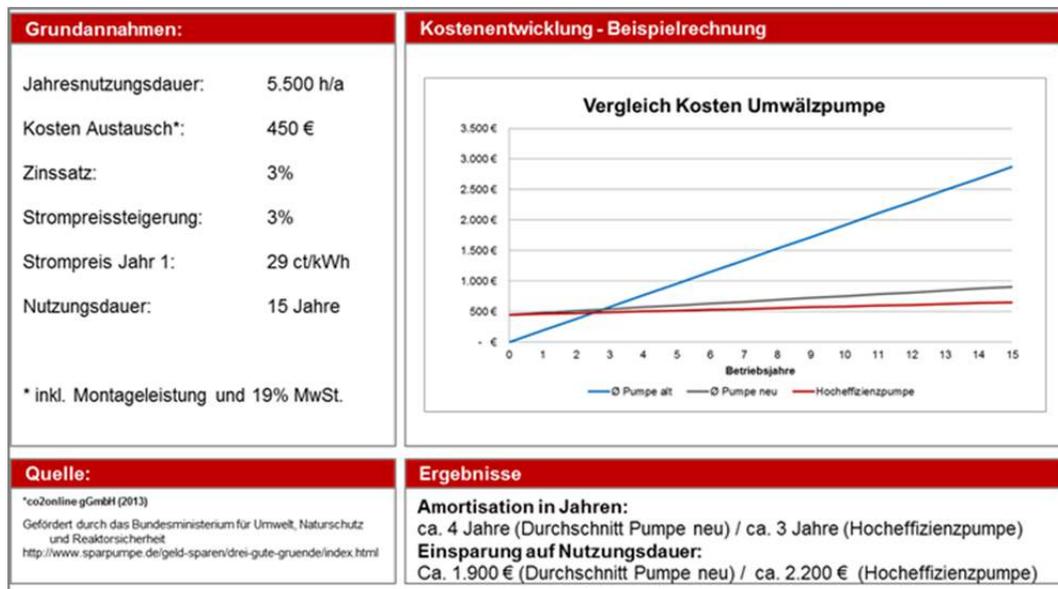


Abbildung 44: Beispielrechnung Kostenentwicklung Umwälzpumpe

Beleuchtung

Der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ beträgt durchschnittlich ca. 11 % [VGL. PROGNOSE 2007: S.35], im Falle von Bubenreuth entspricht dies einer Strommenge von 689 MWh_{el}/Jahr. Durch den Austausch der konventionellen Lampen kann ein erhebliches Einsparpotenzial gehoben werden.

Da die Glühlampe bereits abgeschafft worden ist (aber im Stromverbrauch 2014 noch weitgehend enthalten ist), ist davon auszugehen, dass bis 2022 ein Großteil der heute verwendeten Glühlampen durch effizientere Beleuchtungstechnik (Energiesparlampe, Halogenlampe oder LED) ersetzt werden. Gemäß Prognose kann davon ausgegangen werden, dass 40 % des in privaten Haushalten für Licht benötigten Stroms einzusparen ist, dies entspricht einem Potenzial von **275 MWh_{el}** bis 2022.

³³ Angenommener Strompreis: 29 ct/kWh brutto [VGL. AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN 2014]

Elektrogeräte

Das Energielabel soll es dem Verbraucher erleichtern, den Energieverbrauch bspw. der verschiedenen Haushaltsgeräte (Fernseher, Waschmaschine, Trockner, Kühl- und Gefriergerät) zu erkennen und somit möglichst energieeffiziente Geräte zu erwerben. Die beste Energieeffizienzklasse (A+++, A++, A+, A) ist dabei Grün markiert, während die schlechteste Rot (G) gekennzeichnet ist [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE 2015_A]. Nachfolgende Abbildung 45 zeigt, dass nach Angaben der Deutschen Energie Agentur bereits der Austausch eines zehn Jahre alten Wäschetrockners gegen ein sparsames Modell eine jährliche Kostenersparnis von ca. 100 € bringt.

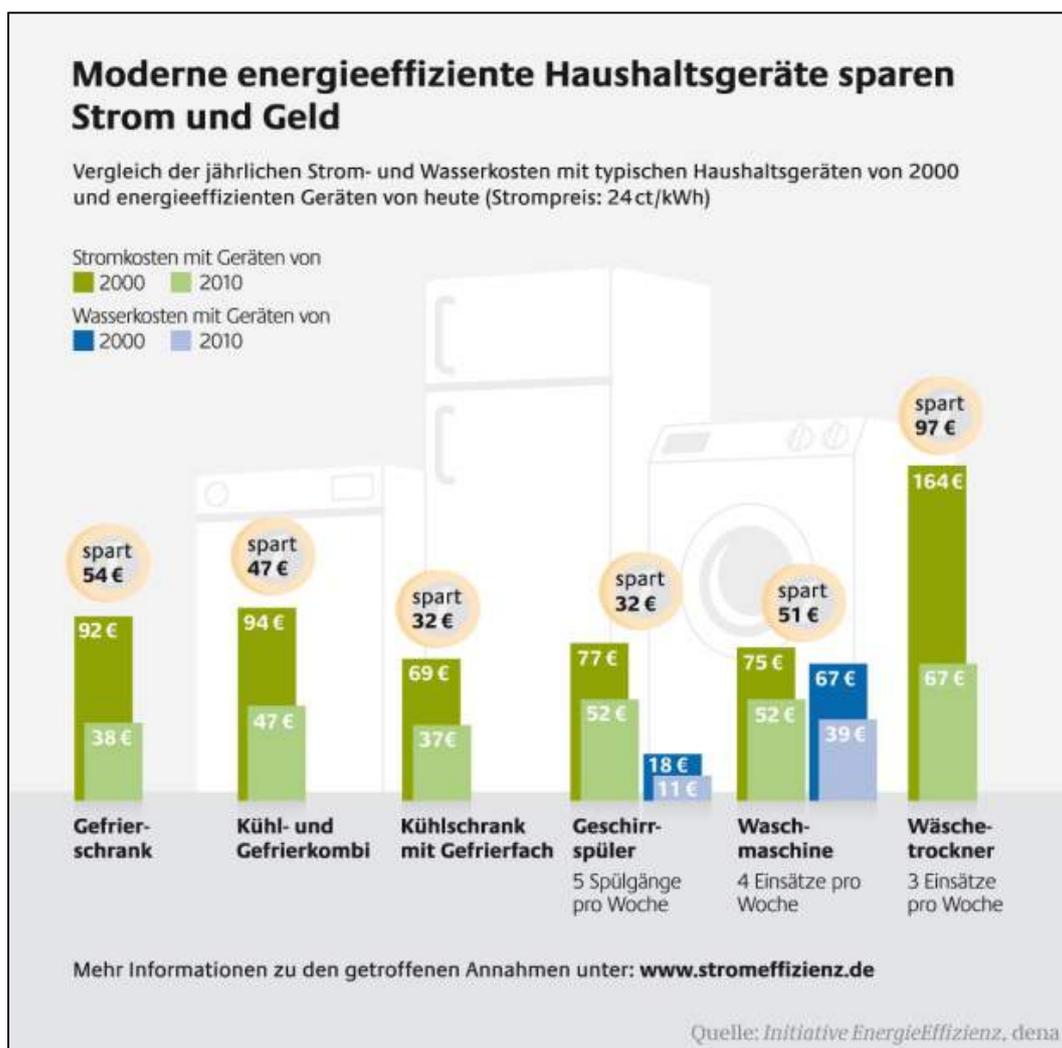


Abbildung 45: Energieeffizienzsteigerung bei Haushaltsgeräten

Quelle: DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2011

Die Mehrkosten der Anschaffung amortisieren sich somit auf Grund der erheblichen Effizienzsteigerung bei Großgeräten (Wäschetrockner, Waschmaschine etc.) und damit jährli-

cher Energieeinsparung i.d.R. innerhalb weniger Jahre [VGL. BOSCH SIEMENS HAUSGERÄTE 2011].

Da der Anteil der Elektrogeräte am gesamten Stromverbrauch der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ bei durchschnittlich 27 % (1.690 MWh_{el}/a) liegt, können durch den Austausch ineffizienter Geräte erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden. Es wird ein Einsparpotenzial in einem Zeitraum von 8 Jahren in Höhe von 30 % angenommen [VGL. PROGNOSE 2007: S. 35FF]. Dieser Annahme folgend, ergibt sich ein Einsparpotenzial von **490 MWh_{el}**.

Stand-By

Die durchschnittlichen Stand-By-Kosten eines 4-Personen-Haushalts betragen ca. 80-90 Euro/(Jahr*Haushalt)³⁴ [DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR 2012]. Bei einem Strompreis von ca. 29 ct/kWh_{el} [VGL. BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V. 2015] entspricht dies wiederum einer Strommenge pro Haushalt von ca. 290 kWh_{el}/a. Nachfolgende Tabelle 7 zeigt die Werte für die Stand-By-Leistung einzelner Geräte [VGL. DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2013].

³⁴ Max. betragen die Stand-by Kosten pro Haushalt ca. 150 € bei einem Strompreis von 29 ct/kWh brutto (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Beispielrechnung: Geräte im dauerhaften Stand-by-Betrieb³⁵

	Leistung im Stand-by (Watt)	Durchschnittl. Stand-by- Betrieb am Tag (Stunden)	Kosten brutto gerun- det (Euro pro Jahr)
TV LCD, 80-94 cm	1	20	2
TV alt	6	20	13
DVB-T-Receiver	10	20	21
DVD-Rekorder mit Fest- platte	8	22	19
Hi-Fi-Anlage	10	20	21
Radios (3 Geräte)	5	21	11
PC mit Monitor und Dru- cker	10	20	21
DSL-Modem + Router	7	20	15
Telefon schnurlos (Lade- schale)** ³⁶	2	23	5
Anrufbeantworter**	3	24	8
Spielkonsole	3	22	7
Kaffeevollautomat	3	23	7
Gesamtkosten pro Jahr (gerundet)			150

Unter der Annahme von ca. 2.137 Haushalten in Bubenreuth [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK 2015: S.12] kann somit der Stand-By-Bedarf in der Gemeinde Bubenreuth mit **611 MWh_{el}** beziffert werden, der durch entsprechende Aufklärung und Maßnahmen um bis zu 100 % reduziert werden kann.

Verbraucher

Neben den genannten Einspar- und Effizienzpotenzialen in der Verbraucherguppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ bestehen auch in der Beeinflussung des Verhaltens und der Entscheidungen des Endverbrauchers Potenziale zur Reduktion des Energieverbrauchs. Am wirkungsvollsten scheint in diesem Zusammenhang eine gezielte Information und Aufklärung

³⁵ Eigene Darstellung inkl. aktualisiertem Strompreis in Höhe von 29 ct/kWh brutto nach VGL. BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V. 2014.

³⁶ **Die Geräte sind 365 Tage in Betrieb.

des Endverbrauchers (Öffentlichkeitsarbeit). Das Potenzial solcher Maßnahmen kann im Rahmen dieser Studie nicht quantifiziert werden.

- **Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“**

In der Verbrauchergruppe Industrie/Gewerbe ergeben sich folgende Ansatzpunkte zur elektrischen Energieeinsparung, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

- Gebäudetechnische Anlagen
- Beleuchtung
- Kühl- und Tiefkühlgeräte
- Informations- und Kommunikationstechnik

Gebäudetechnische Anlagen

Gemäß den Ausführungen des vorherigen Kapitels bzgl. des Austausches veralteter, ineffizienter Heizungspumpen, stellt dieser auch in der Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“ ein Effizienzpotenzial für elektrische Energie dar, das sich - Herleitung und Annahmen analog denen für „Private Haushalte/Kleingewerbe“ - mit **8 MWh_{el}** bis 2022 beziffern lässt.

Beleuchtung

Für die Industrie/das Gewerbe sind insbesondere folgende Maßnahmen zur elektrischen Energieeinsparung im Bereich Beleuchtung relevant [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 30 FF]:

- Nutzung des natürlichen Tageslichts
- Regelmäßige Reinigung der Leuchten und Reflektoren
- Optimale Anordnung der Leuchten am Arbeitsplatz
- Tageslichtgesteuerte Steuerung
- Einbau energieeffizienter Leuchten

Bei Umsetzung entsprechender Maßnahmen bis 2022 kann der Stromverbrauch im Bereich Beleuchtung um ca. 30 % reduziert werden [PROGNOS 2007: S.83], dies entspricht in Bubenreuth Effizienzpotenzial bis 2022 in Höhe von **342 MWh_{el}**.

Kühl- und Tiefkühlgeräte

In der Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“ spielt die Kühltechnik vor allem zur Kühlung von Lebensmitteln eine wichtige Rolle.

Folgende Maßnahmen können bei Kühl- und Tiefkühlgeräten u.a. zu Energieeinsparung führen [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 20 FF]:

- Austausch der veralteten Geräte
- Überprüfung der eingestellten Kühltemperatur sowie der Kühlzeiten
- Regelmäßige Wartung der Anlage
- Wärmedämmung der Anlagenteile
- Minimierung von Wärmelasten

Bei Austausch der veralteten Geräte kann der Energieverbrauch im Bereich Kühl- und Tiefkühlgeräte um ca. 27 % bis 2022 reduziert werden [VGL. PROGNOSE 2007: S.83], dies entspricht in Bubenreuth einem Effizienzpotenzial in Höhe von **131 MWh_{el}**.

Klima und Raumluftechnik

In der Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“ existieren i.d.R. zahlreiche raumluftechnische Anlagen. Viele dieser Anlagen sind überdimensioniert und/oder nicht oder nur ein- oder zweistufig regelbar.

Im diesem Zusammenhang bieten sich deshalb bspw. folgende Maßnahmen an:

- Reduktion bzw. Regelung des Volumenstroms
- Bedarfsabhängige Regelung
- Einbau einer Wärmerückgewinnung
- Ausweitung des Toleranzbereiches bei Temperatur- und Feuchtigkeitssollwerten

Das mögliche Effizienzpotenzial in diesem Bereich wird mit knapp 60 % beziffert [VGL. PROGNOSE 2007: S.78]; bezogen auf Bubenreuth entspricht dies einem Effizienzpotenzial in Höhe von **287 MWh_{el}** bis 2022.

Informations- und Kommunikationstechnik

Der Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik wächst stark und dementsprechend nimmt auch der Energieverbrauch in diesem Bereich stetig zu.

Folgende Maßnahmen können u.a. zur Energieeinsparung in diesem Bereich führen [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2009: S. 35]:

- Anordnung der Serverschränke
- Beachtung der Energieeffizienz bei der Beschaffung von IT-Hardware
- Optimierung der Einstellungen der Energieoptionen bei den Geräten
- Ausschalten der Geräte außerhalb der Betriebszeiten

Das mögliche Effizienzpotenzial in diesem Bereich wird mit ca. 16 % beziffert [VGL. PROGNOSE 2007: S.83]; bezogen auf Bubenreuth entspricht dies einem Effizienzpotenzial in Höhe von **73 MWh_{el}** bis 2022.

- **Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“**

In der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ sind das Caritas-Alten- und Pflegeheim St. Franziskus, gefolgt von der Wasseraufbereitungsanlage, die größten Stromverbraucher (VGL. Tabelle 3). Für die Wasseraufbereitungsanlage gibt es in diesem Zusammenhang bereits Überlegungen der Gemeinde, um die Effizienz dieser zu verbessern, die im Rahmen einer Studie weiter detailliert werden soll. Derzeit wird jedoch geprüft, ob weitreichende Umbaumaßnahmen an der Wasseraufbereitung notwendig sind. Die Untersuchung möglicher Einspar- und Effizienzpotenziale macht somit erst nach Abschluss dieser Prüfungen Sinn. Hinsichtlich der öffentlichen Liegenschaften, vor allem der Großverbraucher, sollten bereits ergriffene Einspar- und Effizienzmaßnahmen die bereits bei kommunalen Liegenschaften erfolgreich ergriffen worden sind z.B. effiziente Innenbeleuchtung (vgl. auch Tabelle 28) auf diese übertragen werden. Grundsätzlich stellen sich Kläranlagen als weitere Großverbraucher dar. Die Abwasseraufbereitung in der Gemeinde Bubenreuth erfolgt jedoch durch die Kläranlage der benachbarten Stadt Erlangen, weshalb nachfolgend dieser Verbraucher nicht näher in die Potenzialbetrachtung einbezogen wird.

Straßenbeleuchtung

Bei den kommunalen Liegenschaften nimmt die Straßenbeleuchtung eine Sonderstellung ein, da sie nicht direkt dem Stromverbrauch der kommunalen/öffentlichen Liegenschaften zuzuordnen ist. Optimierungen lassen sich an dieser Stelle vor allem durch den Austausch des Lampentyps, den Ersatz von Vorschaltgeräten sowie die bedarfsangepasste Schaltung der Anlagen, erzielen [VGL. PROGNOSE 2007: S. 80].

Gemäß Datenerfassung sind zum Thema Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Bubenreuth folgende Rahmenbedingungen festzuhalten:

Tabelle 8: Eckpunkte zur Straßenbeleuchtung
in der Gemeinde Bubenreuth

Bubenreuth	
Anzahl der Leuchtmittel	692
Einschaltdauer	4.200 h
Anschlussleistung	39 kW
Stromverbrauch	162 MWh _{el} ³⁷

Die bestehenden Lichtpunkte befinden sich zum größten Teil in Besitz der Bayernwerk AG. Den Angaben aus der Datenerfassung [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_E] entsprechend, setzt sich der Leuchtenbestand in Bubenreuth gemäß nachfolgender Tabelle 9 zusammen.

³⁷ Der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung wurde auf Basis der zur Verfügung gestellten Leuchtmittelaufstellung (Stand Dezember 2016) ermittelt [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2016_E] ermittelt.

Tabelle 9: Leuchtenbestand der Straßenbeleuchtung Bubenreuth

Leuchtsystem	Leuchtdauer (h)	Anschlussleistung (kW)	Energieverbrauch (MWh/a)	Anzahl (Leuchtmittel)	Status
HME (80 - 125W)	4.200	0,2	0,9	2	Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
HSE, HST (50 – 150 W)	4.200	18,8	78,9	257	Natriumdampf-Hochdrucklampen
T26 (36 - 58 W)	4.200	19,3	81,1	420	Langfeldlampen (Leuchtstoffröhren)
LED (18 W)	4.200	0,2	0,7	13	Lichtemittierende Diode

In der Gemeinde Bubenreuth ist in der Vergangenheit (Beginn 2013, siehe Kapitel 1.7) eine schrittweise Umstellung des kompletten Leuchtmittelbestands auf LED-Technik beschlossen und auch bereits teilweise durchgeführt worden.

Neben der Umstellung der Leuchttechnik wird zusätzlich eine nächtliche Dimmung der LED-Leuchtmittel, soweit möglich, umgesetzt. Das Dimmprogramm sieht dabei in Abhängigkeit der Lichtpunkthöhe eine Absenkung der Systemleistung auf ca. 50 % (22:00 Uhr bis 05:00 Uhr) vor.

Durch die weitere sukzessive Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik inkl. Realisierung eines Dimmprogramms ist eine jährliche Einsparung für das Gemeindegebiet Bubenreuth von ca. **100 MWh_{el}/a** im Endausbau möglich³⁸.

³⁸ Die Einsparungen sind in Abstimmung mit Herrn Schwarz von der Bayernwerk AG ermittelt worden und orientieren sich an den Leistungen der bestehenden Leuchtmittel bzw. -körper. Für eine exakte Ermittlung des möglichen Einsparpotenzials inkl. nächtlicher Dimmung ist eine straßenzugsweise Überprüfung der bestehenden Leuchtmittel hinsichtlich Leuchtstärke und Einsatzbereich unumgänglich.

Gebäudetechnische Anlagen

Gemäß den Ausführungen des vorherigen Kapitels bzgl. des Austausches veralteter, ineffizienter Heizungspumpen, stellt dieser auch in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ ein Effizienzpotenzial für elektrische Energie dar, das sich - Herleitung und Annahmen analog denen für „Private Haushalte/Kleingewerbe“ - mit ca. **2 MWh_{el}** bis 2022 beziffern lässt.

5.2.2 Thermische Energie: Energieeinspar- und Effizienzpotenziale

Im Bereich der thermischen Energie sind drei Maßnahmen (Gebäudesanierung, Kesselaustausch, Optimierung Heizsystem) besonders wirkungsvoll. Die Ermittlung entsprechender Einsparpotenziale in den jeweiligen Verbrauchergruppen erfolgt im Folgenden.

- **Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“**

Gebäudesanierung

Die weitaus wichtigste Maßnahme zur Reduktion des Wärmebedarfs ist die Gebäudesanierung. Das nachfolgend dargestellte Potenzial ist dabei als hypothetisches Potenzial unter den beschriebenen Annahmen (vgl. Kapitel 4.2) zu verstehen, zu dessen Hebung die Unterstützung durch die Kommune notwendig sein wird.

Für die Gemeinde Bubenreuth wird das Energieeinsparpotenzial bis 2022 bzw. bis 2034, welches sich durch das Ergreifen von Sanierungsmaßnahmen in den einzelnen Siedlungsgebieten ergibt, unter Berücksichtigung nachfolgender Annahmen berechnet:

- Sanierungszyklus: 45 Jahre (siehe Abbildung 38)
- Gesamtsanierung (Fenstererneuerung, Dachdämmung, Wanddämmung, Kellerdeckendämmung) bei Fälligkeit der Sanierung
- Jährliche Sanierungsrate: 2 % bezogen auf den gesamten Gebäudebestand³⁹
- Baualtersklasse und damit theoretische Fälligkeit der Sanierung gemäß Aufstellungsdatum der Bebauungspläne sowie den Erkenntnissen aus der Vor-Ort-Besichtigung in Verbindung mit der Abstimmung im Projektteam

³⁹ Gemäß den Zielvorgaben des Energiekonzepts der Bundesregierung [VGL. BUNDESREGIERUNG 2010, S. 5]

Nachfolgende Karte zeigt das Sanierungspotenzial in der Gemeinde Bubenreuth nach Bearbeitungsrastern bis zum Jahr 2034. Die Top fünf Bearbeitungsraster, in denen eine Sanierungsoffensive⁴⁰ durchgeführt werden sollte, sind:

- Raster 7
- Raster 14
- Raster 5
- Raster 2
- Raster 3

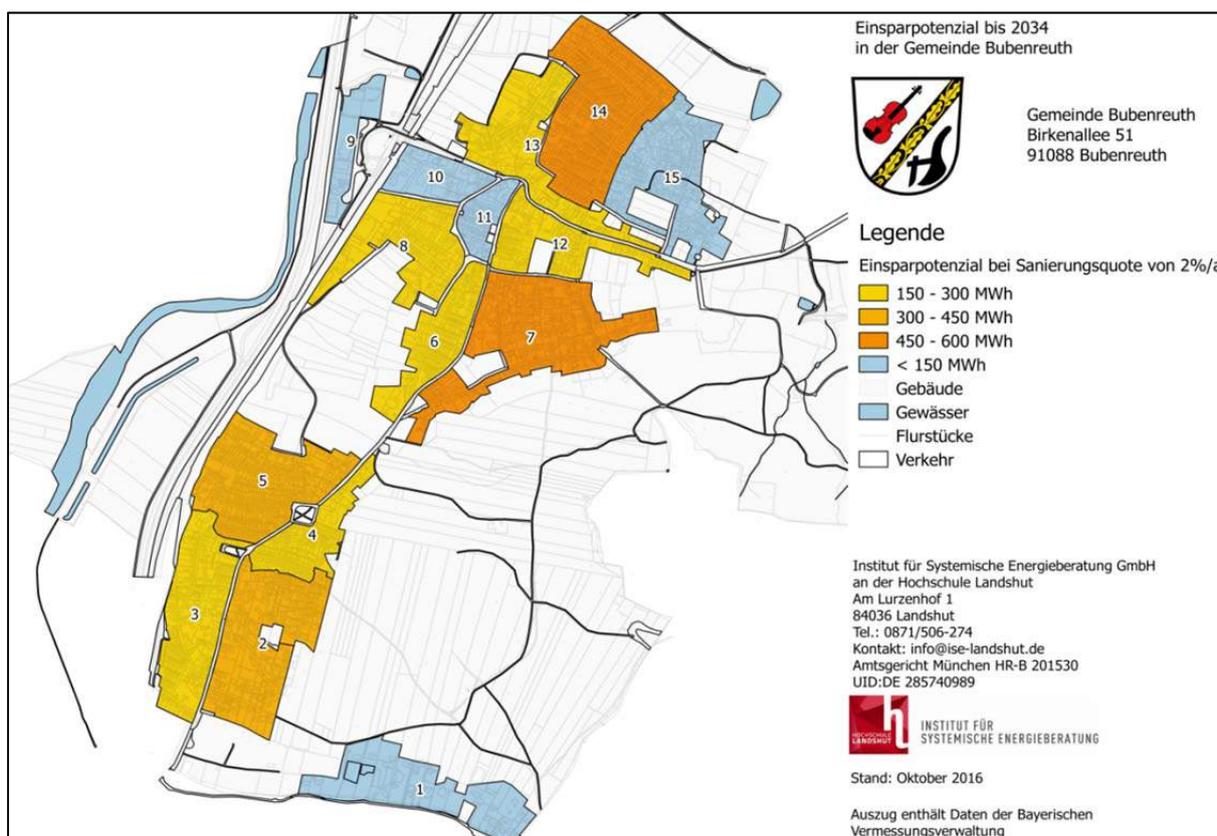


Abbildung 46: Sanierungspotenzial in der Gemeinde Bubenreuth bis 2034

In Tabelle 10 wird das thermische Einsparpotenzial durch Sanierung bis 2022 bzw. 2034 (in Bezug zum IST-Bedarf) in der Gemeinde Bubenreuth⁴¹ für die fünf Bearbeitungsraster mit dem größten Einsparpotenzial bis 2034 dargestellt.

⁴⁰ D.h., es wäre sinnvoll, ggf. Informationsveranstaltungen sowie ein entsprechendes Förderprogramm zum Thema Sanierung zur Motivation und Unterstützung der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in privaten Haushalten durchzuführen.

Tabelle 10: Einsparpotenziale thermischer Energie in der Gemeinde Bubenreuth bis 2022 / 2034

Siedlungsgebiet	Einsparpotenzial bis 2022 in MWh _{th} (in Bezug zum IST-Bedarf)	Einsparpotenzial bis 2034 in MWh _{th} (in Bezug zum IST-Bedarf)
Raster 7	280	681
Raster 14	217	651
Raster 5	246	551
Raster 2	195	509
Raster 3	127	380
Restliche Raster der Gemeinde Bubenreuth	731	1.711
Summe	1.796	4.484

In manchen Bearbeitungsrastern, wie zum Beispiel „Raster 10“, unterscheidet sich das thermische Einsparpotenzial für 2022 nur geringfügig oder gar nicht von dem für 2034. Dies liegt am jeweiligen Baualter der Gebäude bzw. der entsprechenden rechnerischen Fälligkeit der Sanierung gemäß Sanierungszyklus 45 Jahre, die in den Zeitraum bis 2022, bzw. bis 2034, fallen.

Entsprechend Tabelle 10 ergibt sich ein gesamtes Einsparpotenzial an thermischer Energie bis 2022 in Höhe von **1.826 MWh_{th}**⁴² in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“.

⁴¹ Excl. Industrie- und Gewerbebetriebe sowie kommunale Liegenschaften

⁴² Die Einsparpotenziale bis 2022 bzw. 2034 stellen Bedarfe dar und werden mittels eines durchschnittlichen Wirkungsgrades für die Ermittlung der CO₂-Einsparung in einen Verbrauch umgerechnet.

Erneuerung des Wärmeerzeugers

Gemäß des Klimaschutzleitfadens des DIFU wird bei Wärmeerzeugern ein Austauschzyklus von ca. 15 Jahren angesetzt [VGL. DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK 2011: S. 277]. Dementsprechend liegt auch in der Gemeinde Bubenreuth ein großes Effizienzpotenzial im Austausch alter Heizsysteme. Gemäß Prognos wird das mögliche Effizienzpotenzial mit 5 % in einem Zeitraum von acht Jahren beziffert [VGL. PROGNOSE 2007: S. 48]. Durch die Erneuerung der Wärmeerzeuger in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ können somit **2.237 MWh_{th}** bis 2022 eingespart werden.

Optimierung des Heizsystems

Ein hydraulischer Abgleich stellt sicher, dass die erzeugte Wärme gleichmäßig im Haus verteilt wird. Ohne diesen Abgleich werden manche Heizkörper schneller warm als andere. Durch starke Pumpen kann dieses Problem ausgeglichen werden, allerdings erhöht sich damit auch der Stromverbrauch der Pumpe. Ein hydraulischer Abgleich ermöglicht die effiziente und saubere Einstellung des Heizsystems und sollte dementsprechend stets vor der Anschaffung einer neuen Pumpe durchgeführt werden. Nach dem hydraulischen Abgleich fließt in jeden Heizkörper (durch die Installation eines entsprechenden Ventils) nur noch so viel Heizwasser, wie dieser für seine volle Wärmeleistung benötigt [VGL. ENERGIEREFERAT, MAINOVA, GEMEINDE FRANKFURT 2006: S.6 F]. Durch einen hydraulischen Abgleich können Heizenergieeinsparungen in Höhe von 5-15 kWh_{th}/m² erreicht werden [VGL. PROGNOSE 2007: S.42]. Unter der Annahme, dass durch einen hydraulischen Abgleich pro m² ca. 10 kWh_{th} eingespart werden können, ist ein Effizienzpotenzial in Höhe von **2.067 MWh_{th}**⁴³ bis 2022 anzunehmen.

⁴³ Es wird angenommen, dass dieser bei jeder Heizungsanlage verbrauchergruppenübergreifend grundsätzlich sinnvoll ist.

- **Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“**

Gebäudesanierung

Auch in der Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“ liegt ein Einsparpotenzial durch die Sanierung der Gebäude vor. Die Ermittlung dieses Potenzials erfolgt unter der pauschalen Annahme, dass pro Jahr ca. 0,05 % der thermischen Energie eingespart werden können und wird bis 2022 auf **ca. 6 MWh_{th}** geschätzt.

Austausch des Wärmeerzeugers

Das Effizienzpotenzial durch den Austausch veralteter Wärmeerzeuger (Annahmen analog denen der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“) wird mit **90 MWh_{th}** bis 2022 quantifiziert.

Optimierung des Heizsystems

Der hydraulische Abgleich (siehe Wärme: Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“) ist auch in der Verbrauchergruppe „Industrie/Gewerbe“ sinnvoll, um den thermischen Endenergieverbrauch durch die Optimierung des gesamten Heizsystems zu reduzieren. Die möglichen Heizenergieeinsparungen werden entsprechend den Annahmen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ berechnet und können mit **33 MWh_{th}** bis 2022 beziffert werden.

- **Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“**

Bei den kommunalen und öffentlichen Liegenschaften wird derzeit der Wärmeverbrauch ausschließlich mittels fossiler Energieträger bereitgestellt. Um hier ein deutliches Signal an die Bürgerinnen/Bürger Bubenreuths zu geben und damit der Vorbildfunktion gerecht zu werden, könnte über den Einsatz alternativer Energieträger nachgedacht werden. Weitere Modernisierungsmaßnahmen an kommunalen und öffentlichen Gebäuden sollten überprüft und bei gegebener Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen durchgeführt werden.

Gebäudesanierung

Auch in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ liegt ein Einsparpotenzial durch die Sanierung der Gebäude vor. Die Ermittlung dieses Potenzials erfolgt unter der Annahme, dass der Wärmeverbrauch der kommunalen/öffentlichen Liegenschaften bis 2022 um 2 % reduziert werden kann und wird auf **27 MWh_{th}** bis 2022 geschätzt.

Austausch des Wärmeerzeugers

Das Effizienzpotenzial durch den Austausch veralteter Wärmeerzeuger (Annahmen analog denen der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“) wird mit **69 MWh_{th}** bis 2022 quantifiziert.

Optimierung des Heizsystems

Der hydraulische Abgleich (siehe Wärme: Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“) ist auch in der Verbrauchergruppe „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“ sinnvoll, um den thermischen Endenergieverbrauch durch die Optimierung des gesamten Heizsystems zu reduzieren. Die möglichen Heizenergieeinsparungen werden entsprechend den Annahmen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte/Kleingewerbe“ berechnet und können mit **20 MWh_{th}** bis 2022 beziffert werden.

5.2.3 Zusammenfassung der Einspar- und Effizienzpotenziale bis 2022

Die in den vorherigen Abschnitten quantifizierten Einspar- und Effizienzpotenziale werden nachfolgend nochmals tabellarisch sowie grafisch für den Bereich Strom und Wärme dargestellt.

Dabei werden drei Szenarien unterschieden:

Szenario 1, Business as Usual (BAU): Keine oder nur unwesentliche Maßnahmen werden zur Hebung der Potenziale ergriffen. Somit können im Zeitraum bis zum Jahr 2022 von dem gesamten identifizierten Potenzial nur 5 % gehoben werden.

Szenario 2, Klimavorbild: Maßnahmen werden ergriffen, jedoch nicht in ausreichendem Maße bzw. verspätet. Nur 50 % des identifizierten Potenzials kann bis 2022 gehoben werden.

Szenario 3, Klimaplus: Umfangreiche Maßnahmen zur Hebung der Potenziale werden zeitnah und kontinuierlich ergriffen. In Summe kann das gesamte in Kapitel 5.2 identifizierte Potenzial gehoben werden.

Strom

Abbildung 47 zeigt - absolut und prozentual vom Gesamtstromverbrauch - alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich Strom differenziert nach den Verbrauchergruppen „Private Haushalte/Kleingewerbe“, „Industrie/Gewerbe“ sowie „Kommunale/Öffentliche Liegenschaften“.

IST - Elektrischer Energieverbrauch 2014 in MWh		10.196					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Private Haushalte/Kleingewerbe							
Heizungspumpe	23	0,2%	229	2,2%	458	4,5%	
Beleuchtung	14	0,1%	138	1,4%	275	2,7%	
Elektrogeräte	25	0,2%	245	2,4%	490	4,8%	
Stand-By	31	0,3%	306	3,0%	611	6,0%	
Summe	92	0,9%	917	9,0%	1.835	18,0%	
Industrie/Gewerbe							
Heizungspumpe	0	0,0%	4	0,0%	8	0,1%	
Beleuchtung	17	0,2%	171	1,7%	342	3,4%	
Kühl- und Tiefkühlgeräte	7	0,1%	66	0,6%	131	1,3%	
luK	4	0,0%	36	0,4%	73	0,7%	
Klima- und Raumlufttechnik	14	0,1%	143	1,4%	287	2,8%	
Summe	42	0,4%	420	4,1%	841	8,2%	
Kommunale Liegenschaften							
Straßenbeleuchtung	5	0,0%	51	0,5%	101	1,0%	
Heizungspumpe	0	0,0%	1	0,0%	2	0,0%	
Summe	5	0,1%	51	0,5%	103	1,0%	
Summe Gesamt (8 Jahre)	139	1,4%	1.389	13,6%	2.778	27,2%	

Abbildung 47: Einspar- und Effizienzpotenzial Strom nach Szenarien

Es wird deutlich, dass die größten Einspar- und Effizienzpotenziale im Bereich der „Privaten Haushalte/Kleingewerbe“ beim Stand-By, den Elektrogeräten sowie den Heizungspumpen liegen und im Bereich „Industrie/Gewerbe“ bei der Beleuchtung sowie Klima- und Raumlufttechnik. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können im Szenario Klimaplus maximal 27 % (2.778 MWh_{el}) des derzeitigen Stromverbrauchs reduziert werden. Dadurch können in Bubenreuth maximal 5 % der CO₂-Emissionen vermieden werden. Die Maßnahmen, die zur Hebung von Effizienzpotenzialen in diesen Bereichen führen, sollten priorisiert werden.

Nachfolgende Abbildung 48 stellt exemplarisch das Einsparpotenzial bis 2022 im Bereich elektrische Energie im Szenario Klimaplus nochmals grafisch dar.

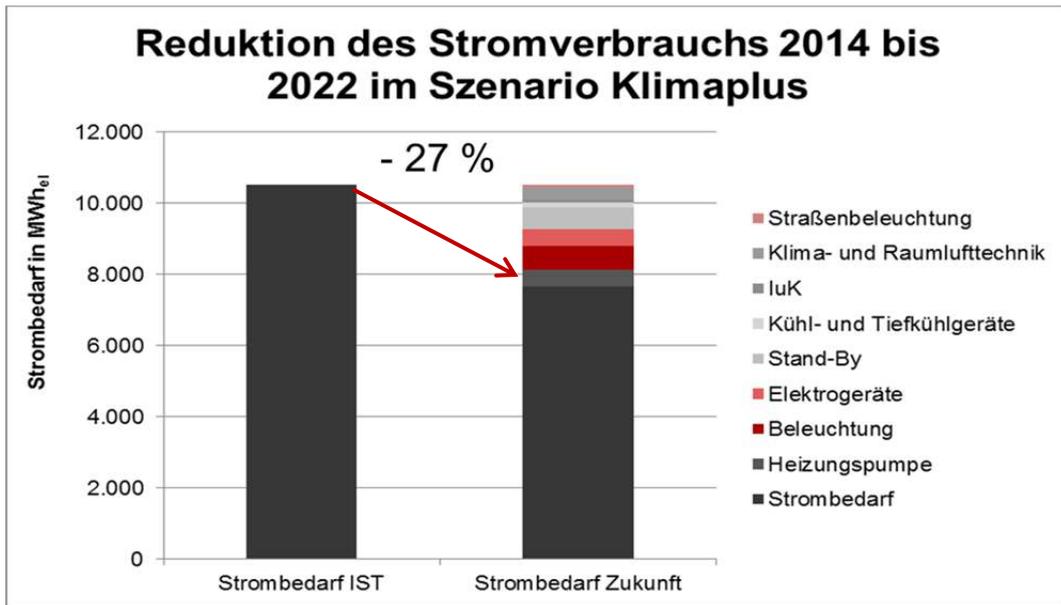


Abbildung 48: Einsparpotenzial elektrische Energie (Klimaplus)

Wärme

Abbildung 49 zeigt - absolut und prozentual vom Gesamtwärmeverbrauch - alle ermittelten Einspar- und Effizienzpotenziale für den Bereich Wärme differenziert nach den Verbrauchergruppen.

IST - Thermischer Energieverbrauch 2014 in MWh		49.009					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplus		
Einsparpotenzial in %	5%		50%		100%		
Private Haushalte/Kleingewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	103	0,2%	1.034	2,1%	2.067	4,2%	
Kesselaustausch	112	0,2%	1.119	2,3%	2.237	4,6%	
Sanierung	91	0,2%	913	1,9%	1.826	3,7%	
Summe	307	0,6%	3.065	6,3%	6.130	12,5%	
Industrie/Gewerbe	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	2	0,0%	17	0,0%	33	0,1%	
Kesselaustausch	5	0,0%	45	0,1%	90	0,2%	
Sanierung	0	0,0%	3	0,0%	6	0,0%	
Summe	6	0,0%	65	0,1%	130	0,3%	
Kommunale Liegenschaften	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Optimierung Heizsystem	1	0,0%	10	0,0%	20	0,0%	
Kesselaustausch	3	0,0%	34	0,1%	69	0,1%	
Sanierung	1	0,0%	14	0,0%	27	0,1%	
Summe	6	0,0%	58	0,1%	115	0,2%	
Summe Gesamt (8 Jahre)	319	0,7%	3.188	6,5%	6.375	13,0%	

Abbildung 49: Einspar- und Effizienzpotenzial Wärme nach Szenarien⁴⁴

Es wird deutlich, dass das größte Einspar- und Effizienzpotenzial im Kesseltausch sowie in der Optimierung des Heizungssystems liegt. Durch die identifizierten Einsparpotenziale können im Szenario Klimaplus bis 2022 maximal 13 % (6.375 MWh_{th}) des derzeitigen Wärmeverbrauchs reduziert werden⁴⁵. Dadurch können in Bubenreuth maximal 5 % CO₂-Emissionen vermieden werden.

Hierfür müssten (finanzielle) Anreize seitens der Kommune bzw. auf übergeordneter Ebene (Bund, Länder) geschaffen werden, um dieses Potenzial zu heben.

⁴⁴ Wärmenetze sind an dieser Stelle unberücksichtigt.

⁴⁵ Die beiden Ansatzpunkte Kesselaustausch und Sanierung sind jedoch nicht unabhängig voneinander, sondern sollten i.d.R. in Kombination umgesetzt werden (Reduktion Wärmeverbrauchs durch Sanierung → Änderung der Kesseldimensionierung).

Nachfolgende Abbildung 50 stellt exemplarisch das Einsparpotenzial bis 2022 im Bereich thermische Energie im Szenario Klimaplus nochmals grafisch dar.

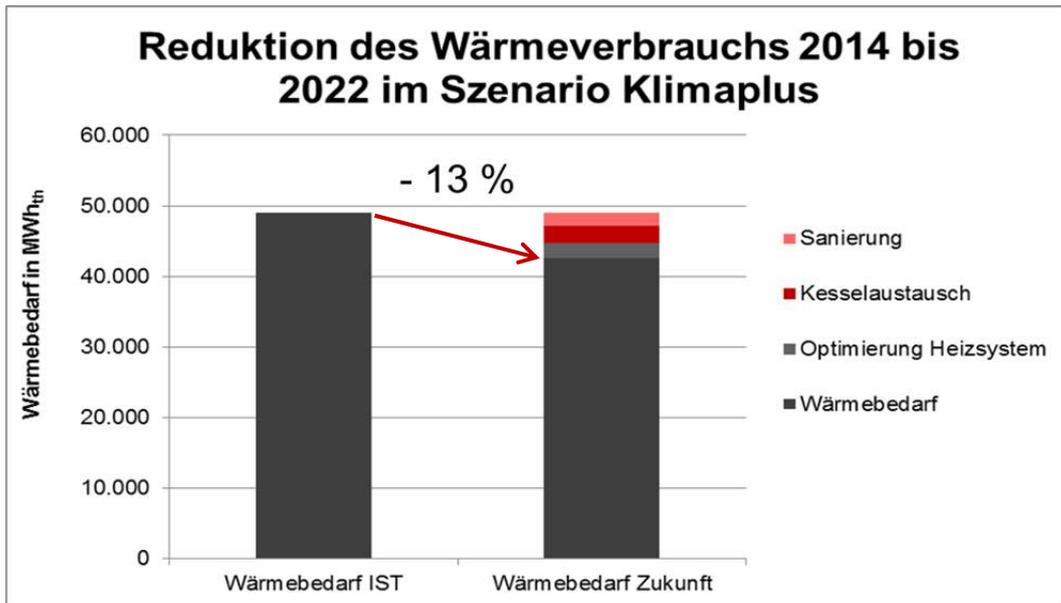


Abbildung 50: Einsparpotenzial thermische Energie (Klimaplus)

Die Gemeinde Bubenreuth liegt nach der Hebung (2022) der gesamten elektrischen und thermischen Einsparpotenziale (Szenario Klimaplus) noch deutlicher unter dem aktuellen bundesdeutschen pro Kopf Durchschnittswert für CO₂-Emissionen.

Der pro Kopf Ausstoß kann durch Einsparung elektrischer und thermischer Energie insgesamt auf ca. 6,4 t/Kopf verringert werden und würde damit ca. 45 % unter dem aktuellen bundesdeutschen Wert liegen (vgl. Abbildung 51).

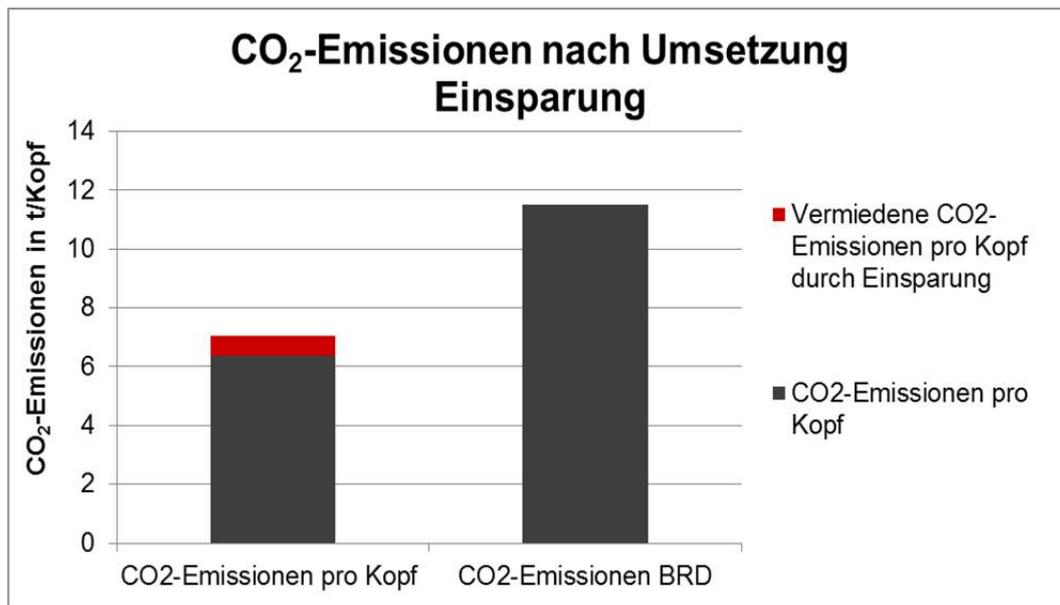


Abbildung 51: CO₂-Emissionen nach Hebung des gesamten Einsparpotenzials (Szenario Klimaplus)

5.3 Potenziale erneuerbarer Energien in der Gemeinde Bubenreuth

Im Folgenden sollen die Potenziale zur Energiebereitstellung durch regenerative Energieträger in der Gemeinde Bubenreuth analysiert werden. Die Analysen sind i.d.R. als überschlägige Abschätzung zu verstehen und ersetzen keine detaillierte Machbarkeitsstudie. Ausdrücklich sei auch noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich um die Ausweisung technischer Potenziale handelt; über die Wirtschaftlichkeit wird in diesem Kapitel keine Aussage getroffen.

5.3.1 Windenergiepotenzial

Großwindkraftanlagen

Aufgrund planungsrechtlicher Vorgaben wird zur Identifikation etwaiger Windenergiestandorte auf den Regionalplan / Teilbereich Wind des Planungsverbands Region Nürnberg zurückgegriffen und die dort ausgewiesenen Vorrangflächen für die Windenergienutzung in der Gemeinde Bubenreuth als Basis für die Potenzialermittlung verwendet.

Laut Regionalem Planungsverband existieren im gesamten Gemeindegebiet Bubenreuths (vgl. Abbildung 52) keine Vorrang-⁴⁶ bzw. Vorbehaltsgebiete⁴⁷, die als potenzielle Standorte für Windkraftanlagen genutzt werden könnten [VGL. PLANUNGSVERBAND REGION NÜRNBERG 2014].

⁴⁶ Vorranggebiete: Bereiche mit ausreichender Windhäufigkeit von 5 m/s Windgeschwindigkeit in 140 m Höhe oder mehr; Standorte, an denen keine derzeit bekannten Ausschlusskriterien (siehe Anhang) zum Tragen kommen [VGL. PLANUNGSVERBAND REGION NÜRNBERG 2014].

⁴⁷ Vorbehaltsgebiete: Bereiche mit ausreichender Windhäufigkeit; Standorte, an denen Restriktionskriterien zum Tragen kommen [VGL. PLANUNGSVERBAND REGION NÜRNBERG 2014].

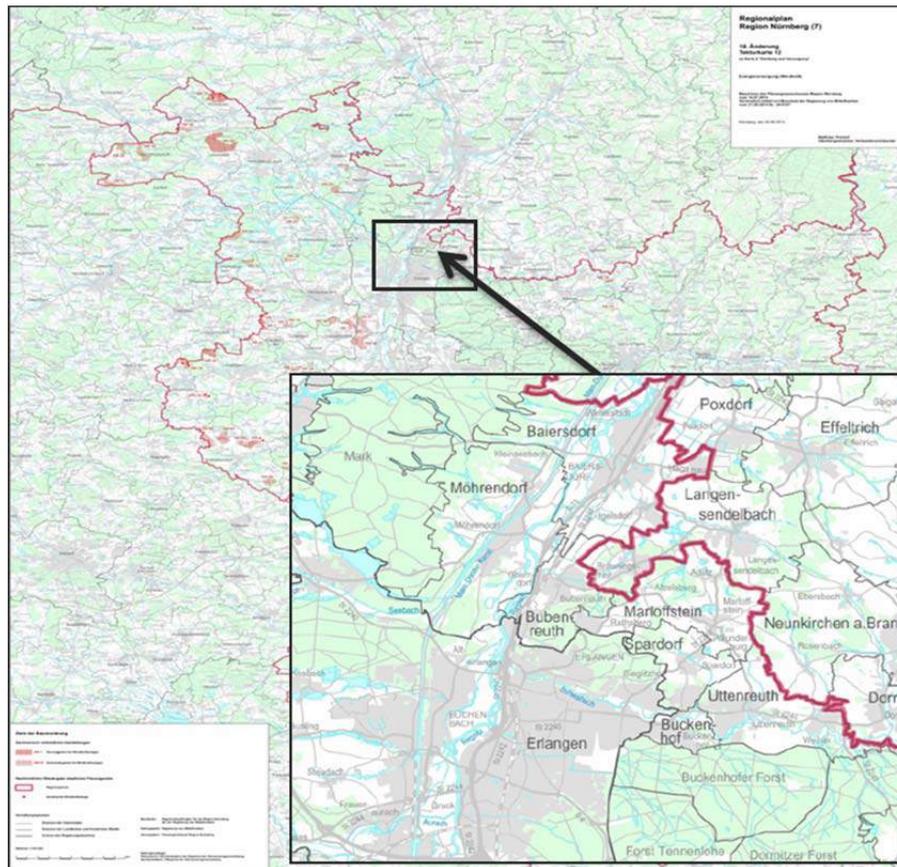


Abbildung 52: Auszug aus dem Regionalplan „Siedlung und Versorgung
– Texturkarte Windkraft“ für die Gemeinde Bubenreuth

Quelle: PLANUNGSVERBAND REGION NÜRNBERG 2014

Kleinwindkraftanlagen

Zu den Kleinwindkraftanlagen zählen Windkraftanlagen mit einer maximalen Anlagensamthöhe von 50 m, einer maximalen Generatorleistung von 100 kW_{el} sowie einem maximalen Rotordurchmesser von 16 m [VGL. CARMEN E.V. 2016]. Abweichend von der Potenzialermittlung für Großwindkraftanlagen wird aufgrund der geringeren Anlagenshöhe die Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m in Abbildung 53 dargestellt.

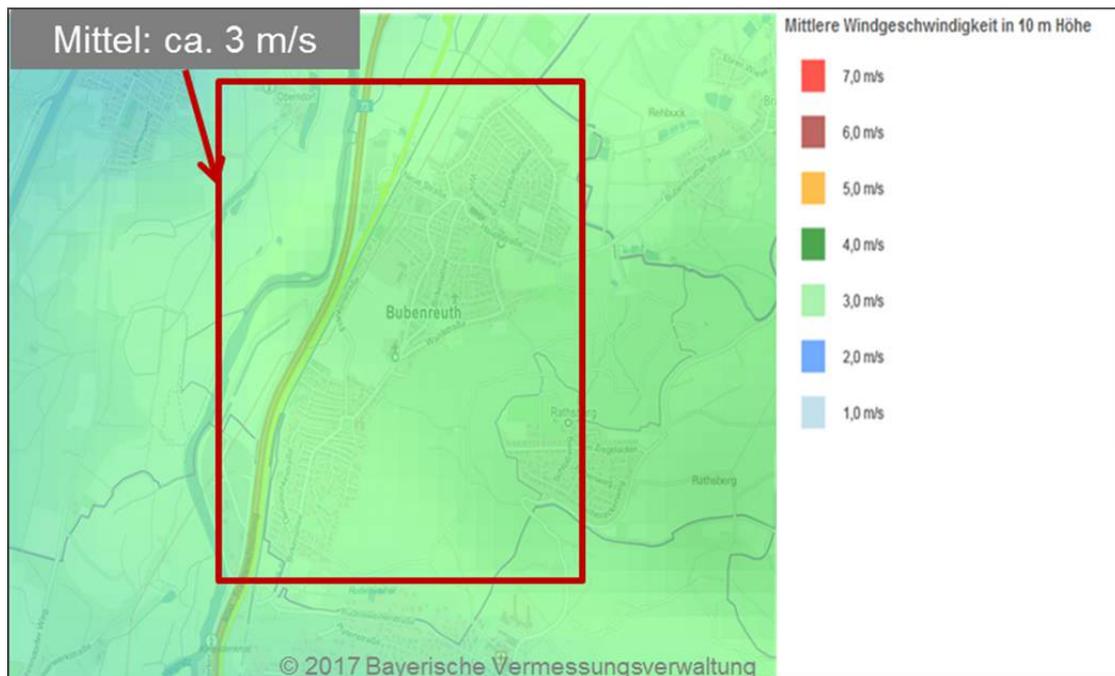


Abbildung 53: Mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe

[Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2016]

Die mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe liegt in Bubenreuth bei ca. 3,0 m/s. Aufgrund der hohen spezifischen Investitionskosten von Kleinwindkraftanlagen (ca. 15 – 30 ct/kWh_{el}) [VGL. CARMEN E. V. 2016] sowie der gemäß dem EEG 2017 niedriger liegenden Vergütung für Kleinwindkraftanlagen in Höhe von ca. 8,4 ct/kWh_{el} ist die Wirtschaftlichkeit einer Kleinwindkraftanlage wesentlich von der eigenverbrauchten Strommenge abhängig und ist dementsprechend für jeden Einzelfall gesondert zu betrachten. Das technische Ertragspotenzial in der Gemeinde Bubenreuth wird daher aufgrund der nicht vorhersehbaren Zubauzahl von Kleinwindkraftanlagen mit **0 GWh_{el}/a** beziffert.

5.3.2 Wasserkraftpotenzial

Im bayerischen Energieatlas werden all jene Querbauten nach §35 (3) WHG, die nicht rückgebaut werden sollen, auf ihre theoretische Eignung zur Wasserkraftnutzung überprüft und ausgewiesen. Entsprechend den Angaben des bayerischen Energieatlas besteht im gesamten Gemeindegebiet Bubenreuths keine Möglichkeit zur Nutzung bestehender bzw. zur Schaffung neuer Querbauwerke. Das Potenzial durch den Zubau von Wasserkraftanlagen beträgt daher **0 GWh_{el}/a**.

5.3.3 Biomassepotenzial

Biomasse (Holz, Gras, Mais etc.) kann in verschiedenen Formen, als feste Biomasse (Hackenschnitzel, Pellets, Scheitholz) oder als Biogas, genutzt werden. Dabei wird die feste Biomasse verbrannt bzw. vergärt, um Wärme oder Biogas zu erzeugen. Da dieser Energieträger der einzige der erneuerbaren Energieträger ist, der grundlastfähig ist, hat die Biomasse bei der Potenzialanalyse einen besonderen Stellenwert. Im folgenden Abschnitt werden diese zwei Formen (Biogas/feste Biomasse) getrennt voneinander betrachtet und deren Potenzial erhoben. Die Ermittlung des Biogaspotenzials erfolgt unter Berücksichtigung des theoretisch notwendigen Flächenbedarfs für die Nahrungsmittelproduktion zur Versorgung der Einwohner Bubenreuths.

Landwirtschaftliches Potenzial

Biogas ist ein Gemisch, das in der Regel aus ca. 50 – 75 % Methan, aus ca. 25 – 45 % Kohlenstoffdioxid sowie Wasserdampf, Sauerstoff, Ammoniak, Stickstoff, Wasserstoff und Schwefelwasserstoff besteht [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2012: S. 5]. Das Gas wird unter Luftabschluss in einem Behälter - Fermenter genannt - durch einen natürlichen bakteriellen Prozess erzeugt und kann so aufgefangen und energetisch genutzt werden. Der Heizwert liegt zwischen 5 - 7,5 kWh/m³, abhängig vom Methangehalt des eingesetzten Substratmix [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2012: S. 7]. Für den Betrieb der Biogasanlage werden verschiedenen Substrate verwendet, in Deutschland sind dies Mais- und Grassilage sowie Gülle und Bioabfälle. Für Bioabfälle ergibt sich gemäß den statistischen Auswertungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt in der Gemeinde Bubenreuth ein pro Kopf Aufkommen in Höhe von 66 kg. Die verwertbare Grüngutmenge pro Kopf beträgt 87 kg [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2015].

In wie weit landwirtschaftliche Erzeugnisse für die Erzeugung von Energie genutzt werden können, hängt vor allem vom Weltagrarmarkt und den ortsansässigen Landwirten ab. Nachfolgend soll auf das energetisch vorhandene Potenzial in Bubenreuth eingegangen werden;

unberücksichtigt bleibt, ob der einzelne Landwirt final entscheidet, die Ernte zur Energieerzeugung zur Verfügung zu stellen.

Für die Bestimmung dieses Potenzials sind zum einen die zur Verfügung stehenden Acker- und Grünlandflächen und zum anderen die Viehzahlen relevant.

Die Ackerlandfläche in Bubenreuth wird mit ca. 38 ha und die Grünlandfläche mit ca. 11 ha beziffert.

- **Maissilage**

Aufgrund der Tatsache, dass für die Nahrungsmittelproduktion in Bubenreuth theoretisch eine geringere Ackerlandfläche als notwendig vorhanden ist, wird angenommen, dass in Bubenreuth keine Energiepflanzen für die Nutzung in einer Biogasanlage produziert werden können.

- **Grassilage**

Es wird davon ausgegangen, dass die beiden ersten Schnitte vollständig zur Futtermittelproduktion benötigt werden und 25 % (= 2,7 ha) des dritten Schnitts zur Energieerzeugung genutzt werden können. Der Biogasertrag pro ha Grünschnitt wird mit 4.300 m³ angenommen [VGL. FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V 2006]. Somit ergibt sich eine mögliche jährliche Biogasproduktion von ca. 12 Tsd. m³. Hinzu kommt das durch das anfallende Grüngut [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2015] bestehende Biogaspotenzial in Höhe von 35 Tsd. m³⁴⁸, sodass sich ein Gesamtbiogaspotenzial in Höhe von 47 Tsd. m³ ergibt.

- **Gülle**

Laut Statistik kommunal 2015⁴⁹ befindet sich im Gemeindegebiet Bubenreuth ein Viehbestand von 28 Rindern, 77 Schweinen, und 47 Hühnern. Dies entspricht etwa 41 Großvieheinheiten (GVE). Aus der Gülle und dem Mist einer GVE lassen sich etwa 548 m³ Biogas/a erzeugen [VGL. DEUTSCHE ENERGIE AGENTUR E.V. 2013_A]. Es wird unterstellt, dass aufgrund der saisonal unterschiedlichen Stallnutzung und der damit einhergehenden eingeschränkten

⁴⁸ unter der Annahme eines Mobilisierungsfaktors von 50 %.

⁴⁹ In Statistik Kommunal stehen für das Jahr 2010 aufgrund einer Änderung im Erfassungs- und Darstellungsbereich nur eingeschränkt vergleichbare Daten vor. Die Potenzialermittlung erfolgt daher auf Basis der Daten aus dem Jahr 2007.

Auffangmöglichkeiten der Gülle/des Mist (ca. 274 m³ Biogas/(a*GVE)) nur ca. 50 % genutzt werden kann. Daraus ergibt sich wiederum ein jährliches Gesamtpotenzial zur Biogasproduktion in Höhe von 11 Tsd. m³.

- **Bioabfall**

Durch energetische Nutzung des im Gemeindegebiet Bubenreuth anfallenden Bioabfalls in Höhe von 304 t/a [VGL. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2015] ergibt sich bei einem Mobilisierungsfaktor von 50 % und einem Biogasertrag von 130 m³/t ein Biogaspotenzial in Höhe von 20 Tsd. m³/a.

Das Potenzial, zusammengesetzt aus Grassilage/Grüngut sowie Gülle/Mist und Bioabfall summiert sich somit auf ca. 447 MWh/a welches um ca. 30 % aufgrund von angenommenen Verlusten innerhalb der Bereitstellungskette reduziert wird. Das technische Potenzial beläuft sich somit auf ca. 313 GWh/a.

Für die Aufteilung des Potenzials in thermisches und elektrisches Potenzial wird von einem Blockheizkraftwerk mit einem Wirkungsgrad von $\eta_{el} = 35 \%$ und $\eta_{th} = 53 \%$ ausgegangen [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.41]. Ferner wird ein Eigenstromverbrauch der Biogasanlage in Höhe von 9 % und ein Eigenwärmebedarf in Höhe von 15 % angenommen [VGL. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. 2011].

Hieraus errechnen sich ein elektrisches Potenzial von ca. **100 MWh_{el}/a** und ein thermisches Potenzial von ca. **141 MWh_{th}/a**.

In der Gemeinde Bubenreuth wird aktuell kein Strom mittels einer Biogasanlage produziert, weshalb hier ein theoretisches Potenzial zur Biogaserzeugung existiert. Eine Möglichkeit zur regionalen Nutzbarmachung des Potenzials besteht (soweit noch nicht geschehen) in der Weiterleitung der Stoffströme an die in der benachbarten Gemeinde Möhrendorf bestehende Biogasanlage⁵⁰.

Feste Biomasse

Unter dem Begriff der Biomasse werden grundsätzlich biogene Rohstoffe und biogene Reststoffe verstanden. Biogene Rohstoffe sind dabei Energiepflanzen oder Waldholz, welches gezielt zur Nutzung angebaut wird. Biogene Reststoffe dagegen sind Stoffe, die verwertet

⁵⁰ In Abhängigkeit der in der Biogasanlage Möhrendorf verarbeitenden Stoffe.

werden können, aber als Abfallprodukte eines anderen Prozesses anfallen (z.B. Ernterückstände) [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011]. Nachfolgend wird auf das forstwirtschaftliche Potenzial sowie das Reststoffpotenzial eingegangen.

- **Forstwirtschaftliches Potenzial**

Nach Angaben der Försterin Frau Grumann vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürth steht in Bubenreuth eine Waldfläche von ca. 188 ha zur Verfügung. Der jährliche Zuwachs wird mit ca. 5 Fm/(ha*a) angenommen. Unter der Annahme, dass davon 30 % für die energetische Nutzung (ca. 2 Fm/(ha*a)), bestehend aus 60 % Nadelwald und 40 % Laubwald, zu Verfügung stehen, können für energetische Biomassenutzung rund 226 Festmeter Holz pro Jahr genutzt werden [VGL. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD- UND FORSTWIRTSCHAFT 2011: S. 2F]. Dieses Holz kann nun in unterschiedlicher Form (Scheitholz, -Pellets, Hackschnitzel) genutzt werden. Bei einem unterstellten Wirkungsgrad von $\eta_{th} = 90 \%$, ergibt sich somit ein technisches Potenzial von **ca. 0,5 GWh_{th}/a** in Form von Wärme.

Jedoch wird dieses zur Verfügung stehende Biomassepotenzial (ca. 0,5 GWh_{th}) bereits vollständig durch die vorhandenen Holzheizungen (ca. 2,4 GWh_{th}) genutzt, weshalb ein technisches Zubaupotenzial von **0 GWh_{th}/a** besteht.

- **Reststoffpotenzial**

Die biogenen Reststoffe fallen als nicht genutzte Nebenprodukte anderer Prozesse an. Aus diesem Grund eignen sie sich bevorzugt für die energetische Nutzung. Es können die in nachfolgender Tabelle 11 zusammengefassten Werte angenommen werden.

Tabelle 11: Übersichtliche Massen- und Wärmeerträge ausgewählter biogener Reststoffe

Reststoff	Masseertrag ($w=15\%$) t/(ha*a)	Bruttojahresbrennstoffeintrag MWh/(ha*a)
Getreidestroh	5	24
Rapsstroh	4,5	18
Landschaftspflegeheu	4,5	18

Quelle: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S.41

In Statistik Kommunal 2014 sind 28 ha der gesamten Ackerfläche (38 ha) Bubenreuths als Getreideanbauflächen deklariert. Das technische Ertragspotenzial aus Reststoffen beträgt somit ca. **91 MWh_{th}/a** beziffert.

5.3.4 Geothermiepotenzial

Der Begriff „Geothermie“ oder „Erdwärme“ beschreibt die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 2]. Prinzipiell muss bei der geothermischen Energiegewinnung zwischen den zwei verschiedenen Arten, nämlich der oberflächennahen Geothermie und der Tiefengeothermie unterschieden werden. Die oberflächennahe Geothermie umfasst dabei einen Bereich bis ca. 400 m Tiefe, während für die Tiefengeothermie die technische Grenze derzeit bei etwa 7.000 m liegt [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2010: S.9].

Die Tiefengeothermie hat deutschlandweit einen Anteil von 0,6 % an der Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien, da diese mit großen Risiken und Unsicherheiten behaftet ist. Der Anteil der oberflächennahen Geothermie liegt hingegen bereits bei 5,7 % [VGL. ARBEITSGRUPPE ERNEUERBARE ENERGIE-STATISTIK 2013: S.20].

Tiefengeothermie

Bei der Tiefengeothermie werden grundsätzlich zwei Arten, die hydrothermale und petrothermale Energiegewinnung unterschieden. Bei ersterer werden dabei Heißwasservorkommen, mit Temperaturen von ca. 40 bis über 100 Grad Celsius genutzt, während die petrothermale Energiegewinnung, die in den Gesteinen gespeicherte Energie nutzt. In der Regel kommt die hydrothermale Geothermie zum Einsatz. Mittels zweier Bohrungen wird hierbei zum einen das heiße Wasser gefördert und zum anderen das erkaltete Wasser wie-

der in den Aquifer reinjeziert. Die zur Verfügung stehende Wärmeenergie kann einerseits direkt an einen Heizkreislauf über Wärmetauscher weitergegeben werden, andererseits kann sie aber auch bei ausreichend hohen Temperaturen (über 80 Grad Celsius) zur Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR, UND TECHNOLOGIE 2010: S. 10].

Der bayerische Geothermieatlas gibt in der Gemeinde Bubenreuth in einer Tiefe von 1.500 m unter Gelände ein Temperaturniveau von ca. 65-70 Grad Celsius an [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2016_B]. Für eine genaue Einschätzung des Potenzials durch die Tiefengeothermienutzung ist jedoch eine Probebohrung notwendig.

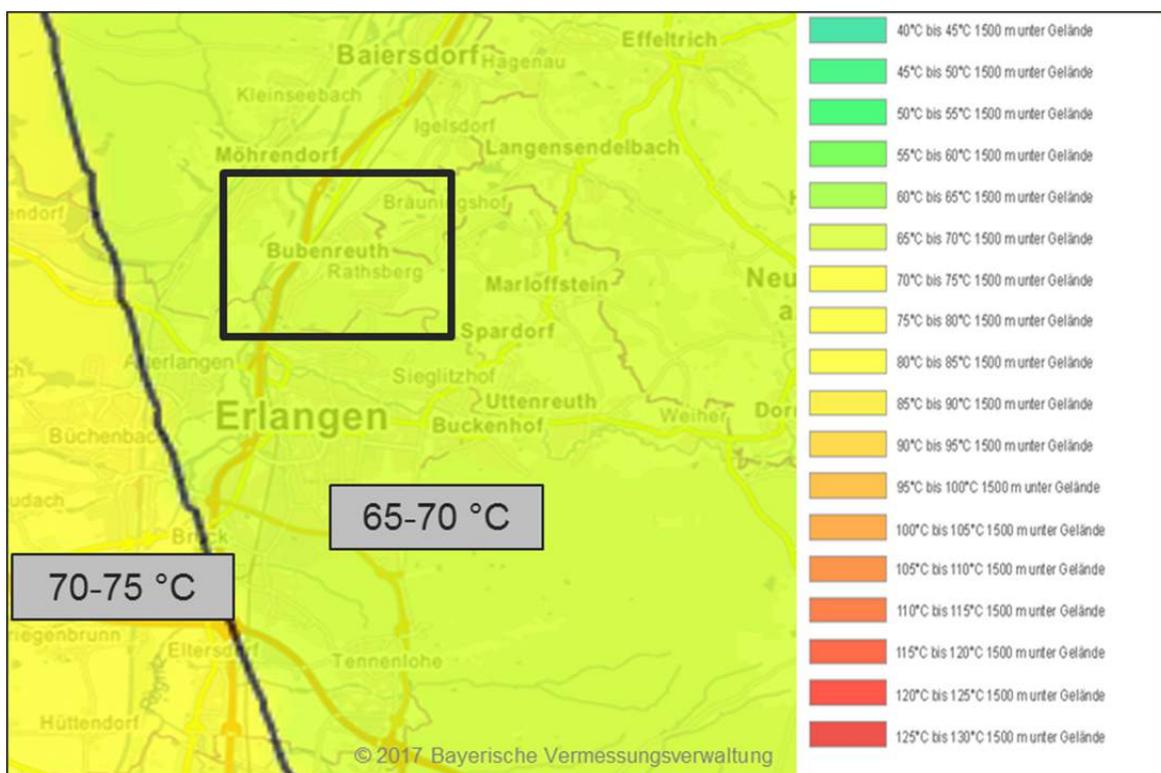


Abbildung 54: Temperaturverteilung in 1.500 m unter Gelände in der Gemeinde Bubenreuth

QUELLE: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN,
ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2016_B

Aufgrund der derzeit noch bestehenden Unwägbarkeiten (fehlende Probebohrung) sowie des geringen Temperaturniveaus (< 80°C) wird das Potenzial durch Tiefengeothermie mit **0 GWh_{th}** angesetzt.

Oberflächennahe Geothermie

Die Erdwärme in Bodennähe ist zum einen gespeicherte Sonnenenergie und zum anderen Energie aus dem Erdinneren. Die durchschnittliche Temperatur an der Erdoberfläche liegt bei ca. 7 - 12° Celsius, damit ist das Temperaturniveau in niedrigen Tiefen für die direkte Nutzung zu Heizzwecken zu gering. Deshalb kann diese oberflächennahe Erdwärme nur mittels einer Wärmepumpe genutzt werden.

Die wichtigsten Arten von Wärmepumpen sind in diesem Zusammenhang:

- Erdwärmesonde
- Erdwärmekollektor
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Luft-Wärmepumpe

Eine Wärmepumpen-Heizanlage besteht dabei aus folgenden Komponenten:

- Wärmquellenanlage (z.B. Grundwasser)
- Wärmepumpe
- und Wärmenutzungsanlage (z.B. Fußbodenheizung)

Große Bedeutung bei einer Wärmepumpe kommt dem Arbeitsmittel zu, welches bei niedrigen Temperaturen seinen Aggregatzustand (flüssig/gasförmig) ändern kann. Nachdem das Arbeitsmittel durch Energieaufnahme aus der Wärmequelle verdampft wurde, wird es im Kompressor verdichtet (Verbrauch elektrischer Energie) und damit erhitzt. Im Kondensator gibt das Heißgas seine Wärmeenergie an das Heizsystem ab und kondensiert dabei. Im Expansionsventil wird das Arbeitsmittel schließlich entspannt, wodurch dessen Temperatur abnimmt. Daran anschließend beginnt im Verdampfer der Kreisprozess von vorne [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 4 FF].

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass sich die Nutzung der oberflächennahen Geothermie vor allem für die Wärmeversorgung auf niedrigen Temperaturniveau eignet, da die Wärmepumpe umso effizienter arbeitet je geringer die Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und dem Wärmeverbraucher ist. In der Regel eignen sich daher vor allen Neubauten sowie vollsanierte Gebäude, deren Heizsysteme niedrige Vorlauftemperaturen benötigen. Das bedeutet, dass großflächige Heizkörper (Plattenheizkörper, Fußboden-, Wandhei-

zung) vorhanden sein müssen, um die Wohnfläche trotzdem gleichmäßig zu beheizen [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT, U.A. 2011: S. 42].

In der Gemeinde Bubenreuth gibt es bereits eine Vielzahl von so genannten Erdwärmesonden. Laut Energieatlas Bayern ist nahezu für das gesamte Gemeindegebiet Bubenreuths der Bau einer Erdwärmepumpe „voraussichtlich möglich“. Ausgenommen davon sind einzelne Flächen im Südwesten und Nordosten des Gemeindegebiets. Für diese Gebiete ist die Nutzung „voraussichtlich nicht möglich“ [BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015].

Neben Erdwärmesonden, die sich vor allem durch ihren geringen Platzbedarf auszeichnen, können auch Erdwärmekollektoren eingesetzt werden. Diese benötigen eine nicht überbaubare Freifläche, somit ist davon auszugehen, dass diese vor allem bei Neubauten eingesetzt werden.

Bei einer Grundwasserwärmepumpe muss das Grundwasser über einen Förderbrunnen erschlossen werden, wodurch ein Brunnenbau (meist zwei Brunnen) notwendig ist. Zudem muss das Grundwasser die geforderte Beschaffenheit aufweisen, die zuvor überprüft werden muss, wodurch auch diese Form der Wärmepumpe nur mit Einschränkungen genutzt werden kann [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, INFRASTRUKTUR, VERKEHR UND TECHNOLOGIE 2005: S. 5FF].

Die Luft-Wärmepumpe nutzt als Wärmequelle die „Luft“ und kann somit beinahe überall erschlossen werden. Da bei dieser Art der Wärmepumpe keine Erdarbeiten notwendig sind, wird die Luft-Wärmepumpe gerne bei der Altbausanierung eingesetzt, jedoch arbeiten diese v.a. im Winter weniger effizient, da die Temperaturen der Wärmequelle vor allem im Winter - also zu Zeiten des höchsten Heizwärmebedarfs - sehr niedrig sind. Dementsprechend hat die Luft-Wärmepumpe einen erhöhten Stromverbrauch im Vergleich zu den anderen Formen der Wärmepumpe [VGL. BUNDESVERBAND WÄRMEPUMPE (BWP) E. V. 2013].

Nachfolgende Abbildung zeigt das Potenzial für die verschiedenen Wärmepumpenarten in der Gemeinde Bubenreuth.

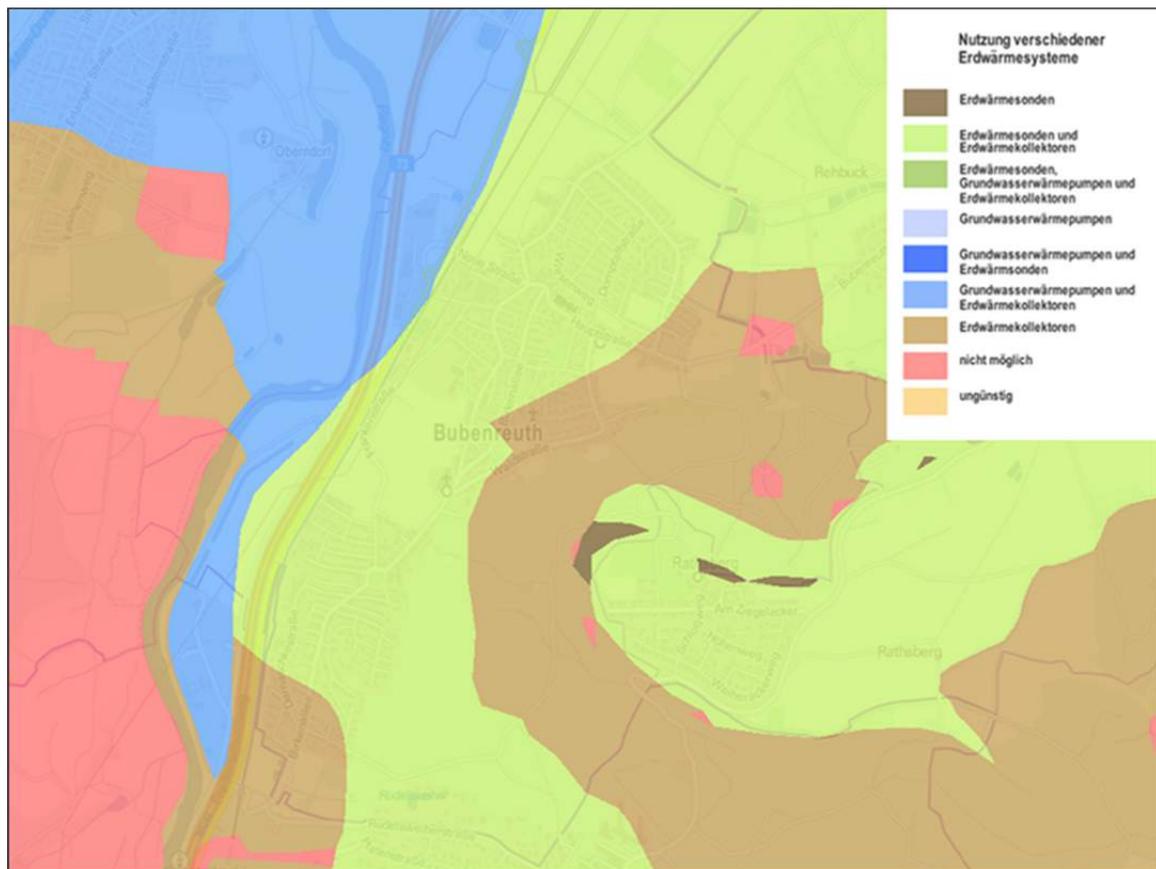


Abbildung 55: Nutzung verschiedener Wärmepumpensysteme

QUELLE: BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2017

Es wird angenommen, dass 50 % Neubauten mittels Erdwärmekollektoren versorgt werden können und dass durchschnittlich in Bubenreuth pro Jahr 8⁵¹ neue Einfamilienhäuser errichtet werden. Gemäß dem Ratgeber Wärmeversorgung der ASUE wird für Neubaugebäude ein Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/m² und ein Jahrestrinkwasserwärmebedarf von 12,5 kWh/m² bei einer durchschnittlichen Wohnfläche von 150 m² angenommen [VGL. ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH E.V. 2011: S. 15]. Dementsprechend ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf pro Neubau von 9.375 kWh/a. Mittels oberflächennaher Geothermie könnte somit ein Wärmebedarf von **ca. 0,3 GWh_{th}**⁵² gedeckt werden.

⁵¹ Der Wert entspricht dem Mittelwert der Baugenehmigungen in den Jahren 2007 bis 2014 lt. Statistik Kommunal.

⁵² In den nächsten acht Jahren.

5.3.5 Solarpotenzial

Sonnenenergie kann einerseits zur Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung (Solarthermie) genutzt werden, andererseits über photovoltaische Systeme Strom erzeugen. In diesem Kapitel wird dargestellt, welche Potenziale sich durch die jeweilige Umwandlung in Wärme bzw. Strom ergeben.

Die Abschätzung des Solarpotenzials beschränkt sich in dieser Studie auf die Energiemenge, die über Photovoltaik bzw. Solarthermie auf den vorhandenen Dachflächen aller Gebäude in Bubenreuth (Wohn- und Nicht-Wohngebäude einschließlich Nebengebäuden) innerhalb eines Jahres gewonnen werden kann. Prinzipiell ist jedoch auch die Integration von Solaranlagen in die Fassade möglich.

Die Ermittlung des Solarenergiepotenzials erfolgt unter Anwendung des im Leitfaden Energienutzungsplan beschriebenen bedarfsorientierten Szenario II. In diesem wird davon ausgegangen, dass die Solarthermieanlagen sowohl zur Brauchwassererwärmung als auch zur Heizungsunterstützung verwendet werden.

Auf Basis dieser Annahme wird anhand der typisch nutzbaren Solareinstrahlung bezogen auf die Grundfläche ($\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{GF}} \cdot \text{a})$) die gesamte nutzbare Solarstrahlung in der Gemeinde Bubenreuth ermittelt. Diese liegt unter der Annahme einer typisch nutzbaren Solareinstrahlung in Bubenreuth in Höhe von $620 \text{ kWh}/(\text{m}^2_{\text{GF}} \cdot \text{a})$ bei ca. 101 GWh/a.

Solarthermie

Zur Ermittlung des Solarthermiepotenzials wird der gesamte Brauchwarmwasserwärmebedarf zzgl. des Heizwärmebedarfs in der Gemeinde Bubenreuth ($43,2 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$) für die Berechnung herangezogen. Entsprechend den Angaben des Leitfadens Energienutzungsplan ist davon auszugehen, dass ca. 25 % dieses Werts dem möglichen Wärmepotenzial durch Solarthermie entspricht.

Das technische Potenzial für Solarthermie in der Gemeinde Bubenreuth kann demzufolge mit $10,8 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$ beziffert werden.

Es ergibt sich somit ein gesamtes technisches Zubaupotenzial für die Solarthermie in Höhe von **ca. 10,4 $\text{GWh}_{\text{th}}/\text{a}$** , da aktuell bereits ca. $0,4 \text{ GWh}_{\text{th}}/\text{a}$ mittels Solarthermieanlagen bereitgestellt wird.

Photovoltaik

Das mögliche Potenzial mittels Photovoltaikdachanlagen in der Gemeinde Bubenreuth wird über die abzüglich der für die Solarthermie notwendige Solareinstrahlung/a verbleibende nutzbare jährliche Solareinstrahlung in Höhe von ca. 53 GWh/a ermittelt. Unter der Annahme eines Jahresnutzungsgrads für Photovoltaik in Höhe von 9 %, ergibt sich somit ein Potenzial für Photovoltaikdachanlagen in der Gemeinde Bubenreuth in Höhe von ca. 4,5 GWh_{el}/a. In Bubenreuth werden im Jahr 2014 bereits ca. 0,4 GWh_{el} durch installierte Photovoltaikanlagen produziert. Es ergibt sich somit ein technisches Zubaupotenzial für Photovoltaikdachflächen in Höhe von **ca. 4,1 GWh_{el}/a**.

Freiflächenanlagen

Gemäß dem Erneuerbaren Energien Gesetz (EEG) dürfen Photovoltaik (PV)-Freiflächen zum einen auf Flächen errichtet werden, die sich längs von Autobahnen und Schienen in einer Entfernung von 110 m vom Rand der Befestigung befinden. Zum anderen dürfen sie auf bereits versiegelten Flächen oder Konversionsflächen errichtet werden [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE 2015].

Aktuell befindet sich in der Gemeinde Bubenreuth eine Freiflächenanlage mit einer Generatorenleistung von ca. 7 MWp in Planung. Für die geplante Anlage wurde eigens ein Bebauungsplan (Bubenreuth Nord) (siehe Abbildung 56) aufgestellt. Eine entsprechende Genehmigung der Flächennutzungsänderung durch das Landratsamt Erlangen-Höchstadt steht bis dato noch aus.

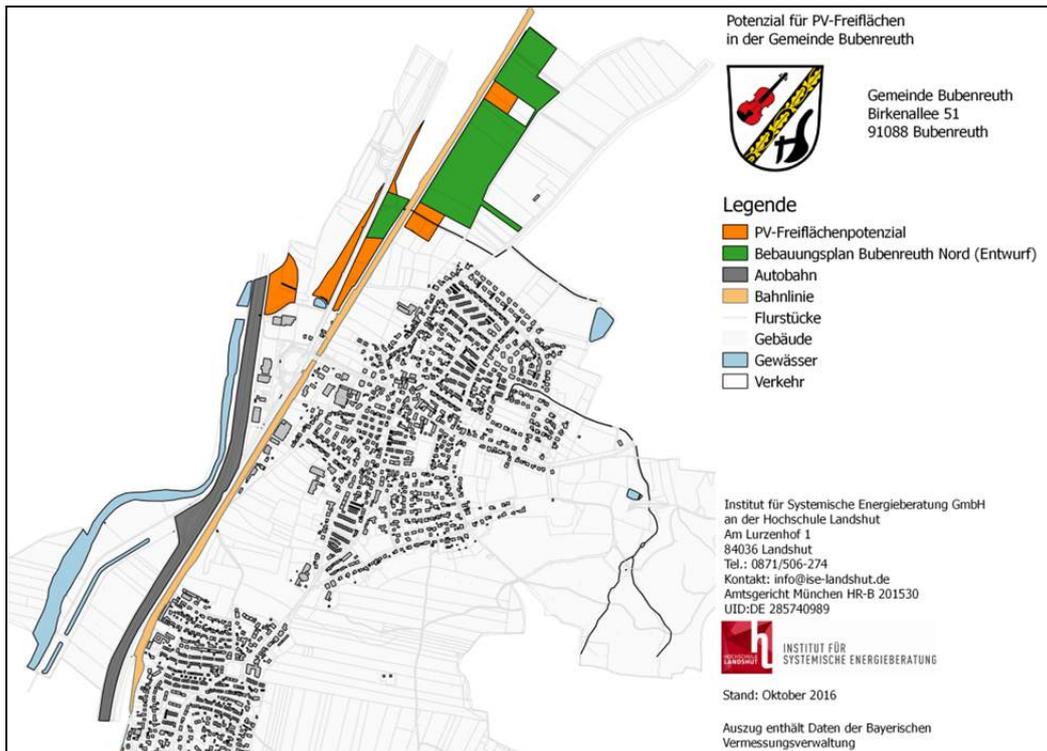


Abbildung 56: Potenzial für PV-Freiflächen in der Gemeinde Bubenreuth

Neben der geplanten Freiflächenanlage bestehen noch weitere potenzielle Flächen zur Nutzbarmachung durch Photovoltaik entlang der Eisenbahnstrecke sowie des Teilabschnitts der Bundesautobahn A 73 (vgl. Abbildung 56). Für die Ermittlung der Potenzialflächen sind die in nachfolgender Tabelle dargestellten Restriktionen neben den Anforderungen des EEG berücksichtigt worden.

Tabelle 12: Berücksichtigte Restriktion zur Ermittlung des PV-Freiflächenpotenzials

Restriktion	Berücksichtigt / nicht vorhanden
Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete	berücksichtigt
Biosphärenreservate, Nationalparks, Naturparks, Naturschutzgebiete	nicht vorhanden
TN Siedlung, TN Verkehr, TN Vegetation (Gehölz)	berücksichtigt
Hochwasser (100-jährig)	berücksichtigt
Neubaugebiet „Hoffeld“ (Gewerbegebiet)	berücksichtigt
Bereich „Posteläcker“	berücksichtigt

Somit ergibt sich eine Gesamtfläche von ca. 20,3 ha für die Nutzung durch Photovoltaikanlagen. Daraus resultiert ein mögliche Generatorkennleistung von ca. 10,1 MWp bzw. ein Gesamtpotenzial von ca. **10,7 GWh_{el}**.

5.3.6 Abwärme

Unter Abwärme wird im Allgemeinen diejenige thermische Energie verstanden, welche als „Nebenprodukt“ eines Prozesses anfällt und i.d.R. ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Es kann somit ein wichtiger Schritt hin zu mehr Effizienz und Klimaschutz sein, Abwärme sinnvoll für die Energieversorgung zu nutzen. Abwärme kann dabei in verschiedenen Formen z.B. als Abwasser, Abluft, Abgas oder „verbrauchtes“ Kühlwasser anfallen. Entscheidend für die Nutzung von Abwärme sind die Fragen:

- Welches Unternehmen könnte Abwärme bereitstellen?
- Welcher Aufwand ist notwendig, um die anfallende Abwärme nutzen zu können?
- Welches Temperaturniveau hat die zur Verfügung stehende Abwärme?
- Welche Wärmemenge steht dementsprechend zur Verfügung?
- Wie steht diese Abwärme zeitlich zur Verfügung? [VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND GESUNDHEIT U.A. 2011:S. 44]

Um das Abwärmepotenzial in der Gemeinde Bubenreuth zu ermitteln, ist in Abstimmung mit der Gemeinde, ein Fragebogen an die größten Industrie- und Gewerbebetriebe versendet worden. Aus dem Rücklauf konnten jedoch keine betrieblichen Abwärmequellen für eine externe Nutzbarmachung identifiziert werden, weshalb das Abwärmepotenzial mit **0 GWh_{th}/a** beziffert wird.

5.4 Zusammenfassung der Potenziale für erneuerbare Energien

Durch Umsetzung der ermittelten Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien könnten zusätzlich jährlich rund 15 GWh elektrische Energie und rund 11 GWh thermische Energie bereitgestellt werden.

Nachfolgende Tabelle und Grafiken zeigen zusammenfassend die Zubaupotenziale der erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet Bubenreuth. Es ist zu erkennen, dass bei der Stromerzeugung die Photovoltaik das größte technische Zubaupotenzial besitzt. Bei der Wärmeerzeugung liegt das deutlich größte Zubaupotenzial im Bereich des Ausbaus von Solarthermieranlagen (Heizung- + Warmwasserunterstützung) vor.

Tabelle 13: Zusammenfassung technisches Zubaupotenzial und vorhandene Erzeugung

Potenzial Erneuerbare Energien	Technisches/Wirtschaftliches Ausbaupotenzial (in GWh/a)	
	Strom	Wärme
Wind	0,0	
Biogas	0,10	0,14
Erdwärme		0,3
Solarthermie		10,4
Photovoltaik	14,9	
Wasserkraft	0,0	
Biomasse (Biogene Reststoffe)		0,1
Abwasser		0,0
Abwärme		0,0
Summe	15,0	11,0
Bedarf (n. Einsparung BAU)	10,1	48,7
Bedarf (n. Einsparung Klimavorbild)	8,8	45,8
Bedarf (n. Einsparung Klimaplus)	7,4	42,6
bereits vorhandene EE-Erzeugung		
Wind	0,0	
Wasserkraft	0,0	
Biomasse		2,4
Solarthermie		0,4
Biogas	0,3	0,4
Photovoltaik	0,4	
Summe	0,7	3,2
Delta (Bedarf (n. Einsparung BAU)-vorhandene EE-Erzeugung)	9,3	45,5
Delta (Bedarf (n. Einsparung Klimavorbild)-vorhandene EE-Erzeugung)	8,1	42,6
Delta (Bedarf (n. Einsparung Klimaplus)-vorhandene EE-Erzeugung)	6,7	39,4

In den beiden nachfolgenden Abbildungen werden zusammenfassend sowohl die aktuelle Erzeugung durch Erneuerbare, das ermittelte Gesamtpotenzial sowie das ungenutzte Potenzial und die Übernutzung in den Bereichen Strom und Wärme grafisch dargestellt (VGL. Abbildung 57, Abbildung 58).

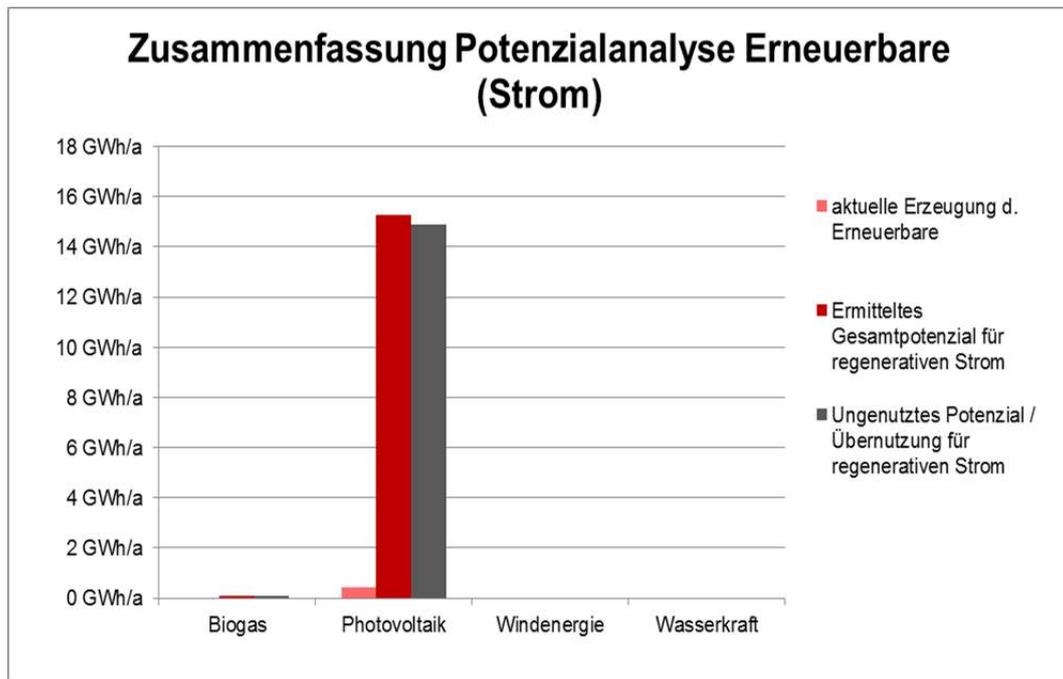


Abbildung 57: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Strom)

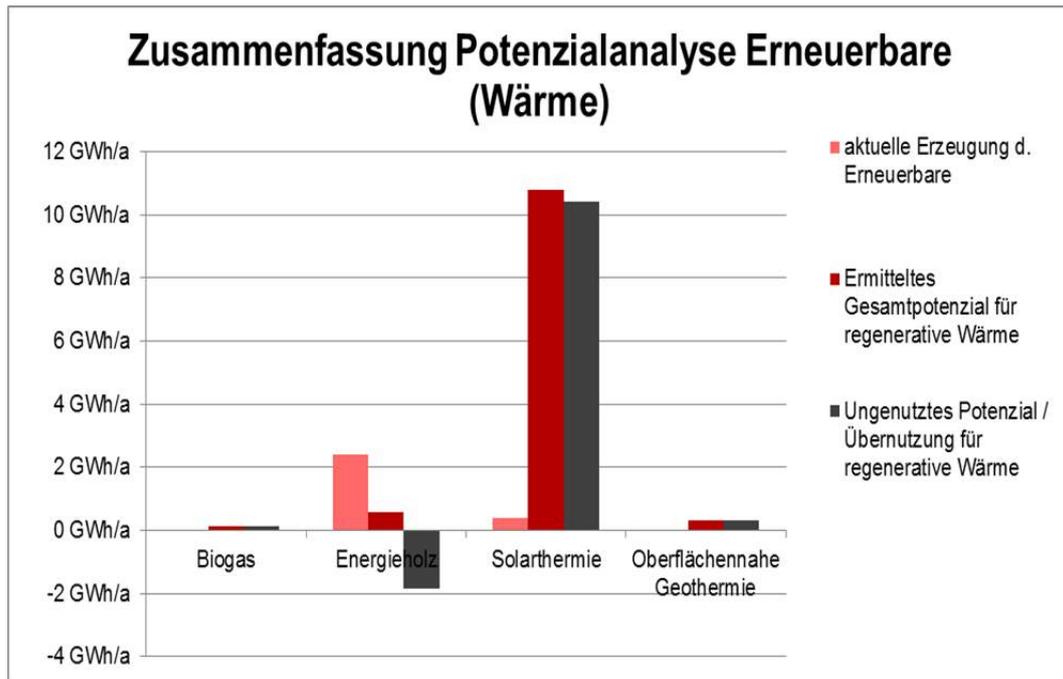


Abbildung 58: Zusammenfassung Potenzialanalyse Erneuerbare (Wärme)

Die hier aufgeführten Zubaupotenziale spiegeln lediglich die technischen Potenziale wider, welche eine detaillierte wirtschaftliche Bewertung im Nachgang notwendig macht. Versorgungssicherheit, die Notwendigkeit des Netzausbaus und Speicherung sowie Wirtschaftlichkeit bleiben bei dieser Darstellung unberücksichtigt.

5.5 Auswirkungen auf die pro Kopf CO₂-Emissionen

Durch die Umsetzung der Potenziale regenerativer Energien (Strom/Wärme) können, wie Tabelle 14 entnommen werden kann, ca. 56 % der derzeitigen CO₂-Emissionen der Gemeinde Bubenreuth vermieden werden.

Tabelle 14: Einsparpotenzial CO₂ mittels erneuerbarer Energien in Bubenreuth

Erneuerbare Energie	Technisches Potenzial in GWh _e /a		CO ₂ -Einsparung (t/a)		Einsparung CO ₂ -Emissionen (%)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Wind	0,0		0		0,0%	
Photovoltaik	14,9		7.441		23,1%	
Biogas	0,1	0,1	33	19	0,10%	0,06%
Wasserkraft	0,0		8.398	0	26,0%	
Solarthermie				2.165		6,7%
Erdwärme			0,3	18		0,1%
Biomasse (Biogene Reststoffe)			0,1	24		0,1%
Abwärme			0,0	0		0,0%
Abwasser			0,0	0		0,0%
Summe	15,0	11,0	15.872	2.227	49,2%	6,9%

Nachfolgende Abbildung zeigt den pro Kopf CO₂-Austoß in der Gemeinde Bubenreuth nach Umsetzung aller möglicher thermischer und elektrischer Einspar- und Effizienzmaßnahmen (Szenario Klimaplust) sowie der erneuerbaren Energiepotenziale bis 2022.

Damit ist es möglich, die pro Kopf Emissionen auf ca. 2,4 t/a zu senken. Dieser Wert liegt somit um ca. 80 % unter dem aktuellen Niveau Deutschlands.

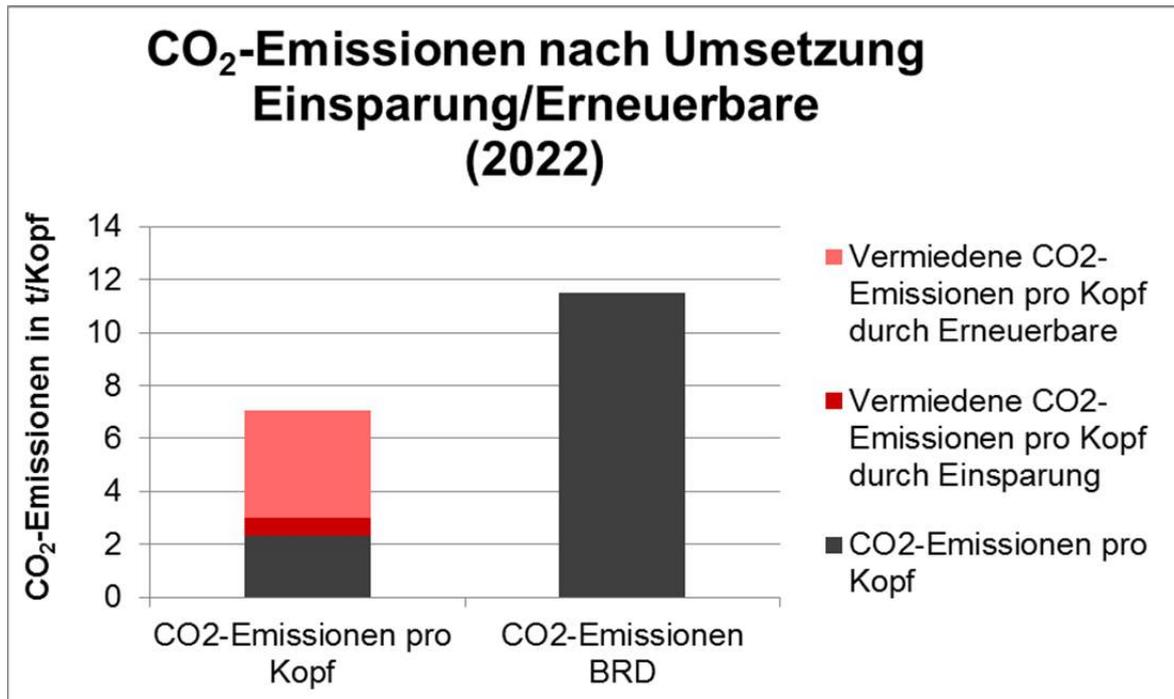


Abbildung 59: Pro Kopf CO₂-Emissionen in der Gemeinde Bubenreuth nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale erneuerbarer Energien

6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Kapitel 6.1 stellt zuerst die einzelnen Komponenten der Wirtschaftlichkeitsberechnung vor, nennt die Rahmenbedingungen der einzelnen Varianten und stellt im Anschluss die einzelnen Ergebnisse und Empfehlungen dar.

6.1 Technische Grundannahmen

Nachfolgend werden die Technik der möglichen Wärmeversorgungssysteme und die technischen Daten des möglichen Wärmenetzes diskutiert.

- **Brennwerttechnik**

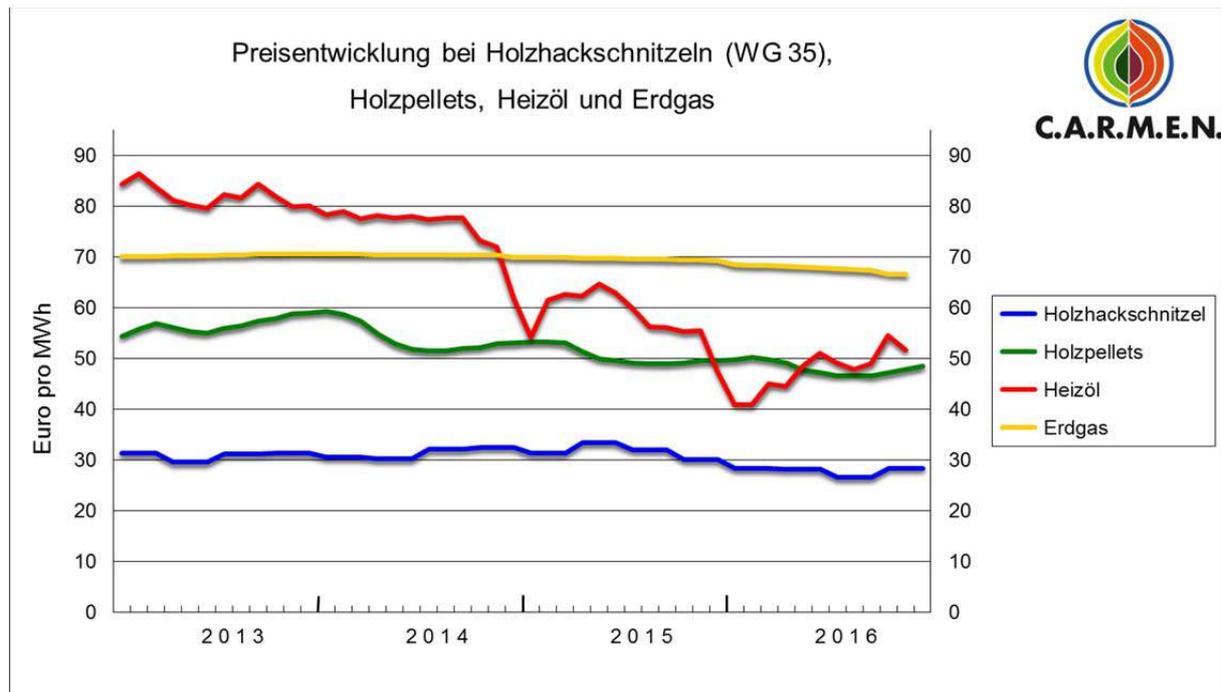
Die Brennwerttechnik ermöglicht es, die im jeweiligen Energieträger enthaltene Energie möglichst optimal zur Erzeugung von Heizwärme auszunutzen. Werden kohlenwasserstoffhaltige Energieträger, wie Erdgas/Heizöl verbrannt, so entsteht zusätzlich Wasserdampf. Bei herkömmlichen Wärmeerzeugern geht die im Wasserdampf enthaltene Energie über das Abgas verloren. Brennwertkessel nutzen diese Energie durch Abkühlung des Wasserdampfes mittels Wärmetauscher (Kondensation) aus und erzielen somit einen höheren Wirkungsgrad im Vergleich zum Niedertemperaturkessel [VGL. BOSCH THERMOTECHNIK GMBH 2013].

Erdgaskessel/Heizölbrennwertkessel werden auf Grund ihrer sehr guten Regelbarkeit zur Deckung der Spitzenlast eingesetzt und können gut mit anderen Wärmeerzeugersystemen kombiniert werden.

- **Hackschnitzel**

Anders als bei fossilen Energieträgern ist der Heizwert des Holzes bzw. der Hackschnitzel schwankend und hängt insbesondere vom Wassergehalt der Hackschnitzel sowie der verwendeten Baumart ab. Je höher der Wassergehalt ist, desto niedriger ist der Heizwert der Hackschnitzel. Dementsprechend ist eine gut belüftete Lagerung zum Trocknen der Hackschnitzel wichtig. Durch die Verwendung gepresster Holzabfälle, der so genannten Pellets, könnte ein konstant hoher Heizwert sichergestellt werden, jedoch sind Pellets im Vergleich zu Hackschnitzel teurer (vgl. Abbildung 60). Pellets sind zudem nässeempfindlich; daher ist die Lagerhaltung aufwendiger als bei Hackschnitzeln.

In den nachfolgend wirtschaftlich bewerteten Varianten werden Hackschnitzel als Energieträger verwendet.

Abbildung 60: Preisentwicklung Hackschnitzel und Pellets im Vergleich⁵³

Quelle: CARMEN E.V. 2017

Neben der Gewährleistung eines relativ konstanten Heizwertes dient die Lagerung auch zur Sicherstellung der Versorgungssicherheit. Nachfolgend wird angenommen, dass der Brennstoff zehnmal jährlich angeliefert wird, die entsprechenden Mengen werden in einem hierfür dimensionierten Raum direkt an der Heizzentrale gelagert.

Der Hackschnitzelkessel wird zur Grundlastabdeckung verwendet, wodurch hohe Volllaststunden erreicht werden können (i.d.R. werden ca. 60 - 80 % der Jahresheizarbeit durch den Hackgutkessel abgedeckt) [VGL. FRAUNHOFER UMSICHT 1998: S. 13]. Daher muss neben dem Hackschnitzelkessel ein Spitzenlastkessel zur vollständigen Abdeckung des Wärmebedarfs sowie aus Redundanzgründen installiert werden. Dies geschieht im Allgemeinen durch einen konventionellen Energieträger (Erdgas/ Heizöl).

Grundsätzlich ist für den Betrieb von Biomasseanlagen mit höherem Personal- und wartungskosten als bei einem Erdgas- oder Heizölkessel zu rechnen.

⁵³ Preise bezogen auf den Heizwert

- **Blockheizkraftwerke (BHKW)**

BHKWs sind besonders effizient, da neben der Stromproduktion, auch die durch das Antriebsaggregat erzeugte Abwärme zu Heizzwecken genutzt werden kann. Diese parallele Erzeugung von Wärme und Strom wird Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) genannt.

Der Vorteil des Blockheizkraftwerks gegenüber der getrennten Strom⁵⁴- und Wärmeerzeugung liegt vor allem in der besseren Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie. Der Brennstoffausnutzungsgrad liegt bei der KWK bei ca. 85 %, während er sich bei der getrennten Strom- und Wärmeerzeugung bei nur ca. 60 % befindet [KARL JÜRGEN 2012: S. 165]. Um den wirtschaftlichen Betrieb eines BHKWs sicher zu stellen, müssen i.d.R. möglichst lange Laufzeiten im Vollastbetrieb ohne Unterbrechungen erzielt werden. BHKWs eignen sich deshalb und auch um ein häufiges Starten und Stoppen des Motors zu vermeiden, genauso wie der oben beschriebene Hackschnitzelkessel, besonders für die Abdeckung der Grundlast.

Hierbei muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass BHKWs relativ wartungsintensiv sind und für einen einwandfreien Betrieb die Einhaltung der vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervalle notwendig ist.

Es wird zwischen drei unterschiedliche Betriebsweisen unterschieden, wobei erstere in Bezug auf die Wärmebereitstellung in Wärmenetzen am sinnvollsten ist:

- Wärmegeführt: Betriebsweise folgt dem Wärmebedarf der Abnehmer.
- Stromgeführt: Betriebsweise folgt dem Ziel möglichst große Mengen Strom zu produzieren, eine ausreichend große Wärmeabnahme steht jederzeit zur Verfügung.
- Kombination aus wärme- und stromgeführt: Beispielsweise für Krankenhäuser interessant, da ein Wärme- und Stromgrundlastbedarf vorhanden ist.

Neben der einmoduligen BHKW-Anlage, könnte die Gesamtleistung auch auf mehrere kleinere Aggregate aufgeteilt werden. Der Vorteil mehrerer Aggregate liegt in der besseren Anpassungsfähigkeit der Erzeugungsleistung an die notwendigen Leistungsanforderungen und in der höheren Verfügbarkeit. Jedoch werden durch mehrmodulige Anlagen auch höhere Investitionskosten und dementsprechend höhere jährliche Wartungskosten verursacht [VGL. ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR SPARSAMEN UND UMWELTFREUNDLICHEN ENERGIEVERBRAUCH

⁵⁴ Hinweis: Die geplante Einspeisemenge des jeweiligen Blockheizkraftwerks in das öffentliche Stromnetz muss im Vorfeld in Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber abgestimmt werden.

E.V. o.A.: S. 16 f]. Nachfolgend wird daher von einer einmoduligen BHKW-Anlage ausgegangen.

- **Wärmenetz**

Bei der Versorgung der Endverbraucher eines bestimmten Gebietes durch ein Wärmenetz wird die benötigte Wärme zentral in einer Heizzentrale erzeugt und mittels eines Wärmenetzes an die einzelnen Endverbraucher verteilt. Die Wärme wird dabei mittels Kesseln/BHKW, die mit unterschiedlichen Energieträgern (z.B. Erdgas, Heizöl, Hackschnitzel) betrieben werden, bereitgestellt. Um das System des Wärmenetzes von dem jedes einzelnen Endverbraucher zu trennen, verfügt jeder angeschlossene Haushalt über eine so genannte Wärmeübergabestation [VGL. KARL JÜRGEN 2012: S. 100].

6.2 Kennzahlen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Um die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes beurteilen zu können, ist es zielführend u.a. folgende Kennwerte als ersten Anhaltspunkt⁵⁵ heranzuziehen:

- Wärmebelegungsdichte [$\text{MWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a})$]
- Anschlussdichte [$\text{kW}/\text{m}_{\text{Trasse}}$]
- Wärmegestehungskosten [$\text{ct}/\text{kWh}_{\text{th}}$]

Die Wärmebelegungsdichte ist bereits in Kapitel 4 genauer beschrieben worden. Ein weiteres Indiz für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist die so genannte Anschlussdichte. Diese gibt an, wie hoch die durchschnittliche Anschlussleistung pro Trassenmeter Rohrleitung ist und sollte bei etwa 1 bzw. 1,2 $\text{kW}/\text{m}_{\text{Trasse}}$ liegen [VGL. KARL JÜRGEN: S. 408]. Ausschlaggebend für die Höhe dieses Werts sind somit die Baudichte, die Bausubstanz und vor allem die Struktur der Abnehmer. Große Abnehmer, wie ein Schwimmbad oder ein Gewerbe-/Industriebetrieb begünstigen die Höhe aller Kennwerte. Zum Vergleich unterschiedlicher Systeme (z.B. Wärmenetz vs. dezentrales Heizsystem) werden die sogenannten spezifischen Wärmegestehungskosten als ein dritter Kennwert verwendet. Diese geben an, wie viel die Erzeugung einer Kilowattstunde thermischer Energie kostet.

Kosten

Um die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes mit Heizzentrale für die verschiedenen Bearbeitungsraster/Siedlungsgebiete bewerten zu können, werden die jährlichen Kosten verschiedener Varianten mit einer individuellen dezentralen Lösung (Erdgaskessel/Heizölkessel bzw. einem zum Vergleich dimensionierten Referenzkessel oder den aktuellen Wärmegestehungskosten) verglichen. Die Kosten für die einzelnen Wärmeerzeuger setzen sich folgendermaßen zusammen:

⁵⁵ Die Kennwerte geben dabei einen ersten Hinweis auf die ökonomische Sinnhaftigkeit eines Wärmenetzes. Die regionalen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen müssen jedoch stets in die Bewertung miteinfließen.

Kapitalgebundene Kosten:

Die kapitalgebundenen Kosten resultieren aus den jeweiligen Investitionskosten⁵⁶ (Wärmenetz, Übergabestationen, Heizzentrale etc.), dem angenommenen Zinssatz sowie der festgesetzten Abschreibungsdauer.

Eine Erneuerung der Heizungsverteilung, die Installation einer Gebäudeleittechnik oder Sonstiges ist hier nicht berücksichtigt.

Die angenommenen Investitionskosten können durch verschiedene Förderprogramme⁵⁷ gesenkt werden.

Verbrauchsgebundene Kosten:

Die verbrauchsgebundenen Kosten werden durch die Brennstoffkosten der verschiedenen Wärmeerzeuger verursacht und sind dementsprechend von den jeweiligen Volllaststunden bzw. dem eingesetzten Energieträger abhängig. Die Energiepreise haben einen großen Einfluss auf die Kosten/Jahr und können die Wirtschaftlichkeit erheblich beeinflussen. Es ist davon auszugehen, dass die Energiekosten in Zukunft weiter ansteigen, aus diesem Grund werden in der nachfolgenden Kalkulation jährliche Preissteigerungen von 2 % angesetzt. Abweichend davon wird der EEX Marktpreis (Durchschnitt Q1-4/2016: 28,96 €/MWh) als konstant angenommen.

Für die Brennstoffe werden folgende Nettopreise angenommen:

- Erdgas 5,57 ct/kWh_{HS}⁵⁸
- Hackschnitzel 74 €/t (WG 35 Süden)⁵⁹

Betriebsgebundene Kosten:

⁵⁶ Diese beruhen nicht auf konkreten Angeboten, sondern auf durchschnittlichen Marktpreisen oder Richtpreisangeboten. Auch können sich bei der Trassenführung bei tatsächlicher Realisierung etwaige Änderungen und daraus resultierend auch Änderungen bei den Investitionskosten ergeben. Entsprechend können diese bei einer tatsächlichen Realisierung sowohl nach unten als auch nach oben abweichen.

⁵⁷ In der Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt.

⁵⁸ vgl. E.ON Energie Deutschland GmbH 2017

⁵⁹ vgl. CARMEN E.V. 2017_B

Die betriebsgebundenen Kosten werden durch Wartung und Instandhaltung, Personalaufwand sowie Verwaltung und sonstigen Aufwand hervorgerufen. Im Falle eines BHKW-Einsatzes werden zusätzlich die Kosten für eine Generalüberholung mit berücksichtigt. Es werden jährliche Preissteigerungen in Höhe von 1,46 %⁶⁰ angesetzt.

Sonstige Kosten:

Unter sonstigen Kosten werden nachfolgend die Projektabwicklungskosten sowie die einkalkulierten Kosten für Unvorhergesehenes verstanden.

Erlöse:

Erlöse fallen dann an, wenn als Wärmeerzeuger Blockheizkraftwerke eingesetzt werden, da somit Einnahmen durch den eingespeisten bzw. selbst verbrauchten Strom entstehen. Die Vergütung pro Kilowattstunde Strom wird entweder durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) oder das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) geregelt.

KWKG

Bislang erhielten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen für den erzeugten Strom eine Vergütung (Zuschlag) gemäß dem KWKG. Dieser Zuschlag wurde beispielsweise bei Anlagen kleiner 50 kW_{el} für die Dauer von 10 Jahren oder 30.000 Volllaststunden ab Aufnahme des Dauerbetriebes gewährt. Außerdem ist der KWKG-Zuschlag auch für den Strom gewährt worden, der vom Anlagenbetreiber selbst verbraucht wird (Eigenstromnutzung).

Seit dem 01. Januar 2016 gilt eine überarbeitete Fassung des KWKG, die eine stärkere Bezuschussung des eingespeisten Stroms (für diese Leistungsklasse) vorsieht. Neben einer veränderten Vergütungsstruktur, die zwischen Netzeinspeisung und direktem Eigenverbrauch differenziert, ändert sich die Dauer der Zuschlagszahlung. Nachfolgend sind die durch die KWKG-Novellierung veränderten Förderbedingungen für alle Anlagen dargestellt. [VGL. BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ 2016]:

⁶⁰ Arithmetisches Mittel der Inflationsrate in Deutschland (Veränderung des Verbraucherpreisindex) von 2006 – 2015 nach STATISTISCHES BUNDESAMT 2016

KWK-Zuschlag (ab 01.01.2016) für eingespeiste elektrische Energie:

- für den Leistungsanteil von 8,0 Cent/kWh für den Anteil kleiner 50 kW_{el}
- für den Leistungsanteil von mehr als 50 Kilowatt und bis zu 100 Kilowatt:
6 Cent je Kilowattstunde
- für den Leistungsanteil von mehr als 100 Kilowatt bis zu 250 Kilowatt:
5 Cent je Kilowattstunde
- für den Leistungsanteil von mehr als 250 Kilowatt bis zu 2 Megawatt:
4,4 Cent je Kilowattstunde und
- für den Leistungsanteil von mehr als 2 Megawatt :
3,1 Cent je Kilowattstunde

KWK-Zuschlag (ab 01.01.2016) für selbst verbrauchte elektrische Energie gemäß § 6 Absatz 4 Nummer 2:

- für den Leistungsanteil von bis zu 50 Kilowatt: 4 Cent je Kilowattstunde
- für den KWK-Leistungsanteil von mehr als 50 und bis zu 100 Kilowatt:
3 Cent je Kilowattstunde
- für den KWK-Leistungsanteil von mehr als 100 und bis zu 250 Kilowatt:
2 Cent je Kilowattstunde
- für den KWK-Leistungsanteil von mehr als 250 Kilowatt bis zu 2 Megawatt:
1,5 Cent je Kilowattstunde und
- für den KWK-Leistungsanteil von mehr als 2 Megawatt:
1 Cent je Kilowattstunde

Dauer der Zuschlagszahlung (ab 01.01.2016):

- 60.000 Vollbenutzungsstunden für Anlagen kleiner gleich 50 kW_{el}
- 30.000 Vollbenutzungsstunden für Anlagen größer 50 kW_{el}

Darüber hinaus erhält der Anlagenbetreiber für den eingespeisten Strom vom Netzbetreiber eine weitere Vergütung, die sich am „üblichen Preis“ (Baseload Strom an der Strombörse) orientiert bzw. gilt dieser als Richtpreis, sofern keine Einigung zwischen Anlagenbetreiber und Netzbetreiber über den Preis besteht.

Aufgrund der zumeist dezentralen Einspeisung in die unteren Netzspannungsebenen, erhält der Anlagenbetreiber zusätzlich vom Netzbetreiber ein Entgelt für die vermiedene Netznut-

zung höherer Spannungsebenen (0,1 ct/kWh_{el})⁶¹ [STADTWERKE LANDSHUT 2015]. Zusätzlich wird die Energiesteuer für den im BHKW eingesetzten Brennstoff, auf Antrag unter Nachweis der Einhaltung bestimmter Effizienzkriterien, zurückerstattet (Erdgas: 0,55 ct/kWh_{HS})⁶².

EEG

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)⁶³ regelt die Abnahme und die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien. Dies gilt für Anlagenbetreiber einer Stromerzeugungsanlage, in der ausschließlich erneuerbare Energien oder Grubengas eingesetzt werden. Durch das Gesetz sind zwei verschiedene Formen der Erlösmöglichkeit für den Anlagenbetreiber geregelt:

1. Einspeisevergütung nach § 37 oder § 38
2. Marktprämie nach § 34 (Direktvermarktung)

Eine **Einspeisevergütung nach § 37 bzw. § 38** sieht eine feste und garantierte Vergütung je eingespeister kWh Strom für eine Dauer von 20 Jahren vor. Die Höhe der Vergütung orientiert sich dabei am Energieträger sowie an der elektrischen Leistung des Erzeugers.

Aufgrund der verbesserten Marktintegration und Steuerbarkeit von EEG-Anlagen werden die EEG-Vergütungssätze entsprechend dem stattfindenden Zubau je nach Energieträger durch eine Degression vierteljährlich reduziert.

Im Falle einer Inanspruchnahme des **Marktprämienmodells nach § 34** verzichtet der Anlagenbetreiber auf eine feste Einspeisevergütung und vermarktet seinen erzeugten Strom entweder selbst oder über einen sogenannten Direktvermarkter. Der Anlagenbetreiber erhält dabei als Vergütung den erzielbaren Marktpreis an der Strombörse sowie die Differenz aus der Erlösobergrenze und einem sogenannten Referenzmarktwert.

⁶¹ Bei einer Einspeisung in die Mittelspannungsebene.

⁶² VGL. BHKW-FORUM E.V. 2016

⁶³ Aktuelle Fassung mit Gültigkeit zum 01. August 2014.

Förderung:

- **KfW Förderung⁶⁴:**
 - Programm „Erneuerbare Energien Premium“: Förderung Biomasseanlagen (Hackgutkessel) sowie das Wärmenetz inkl. Übergabestationen [VGL. KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU KFW 2016] (vgl. Kapitel 11.4)
- **Bafa Förderung (Stand 09/2016):**
 - Merkblatt Wärme- und Kältenetze [BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE 2016]: Förderung (Höhe der Förderung vgl. Kapitel 11.4) Wärmenetz bei Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Anlagen als Wärmeerzeuger

⁶⁴ Ab dem 01. Januar 2016 erhöht sich die Förderung für Übergabestationen und Wärmenetze (Zuschlag je m Trasse) um 10 % gegenüber der Grundförderung, falls der Bau eines Wärmenetzes dem Betrieb eines kleinen oder mittleren Unternehmens dient. Zusätzlich erhöht sich die Höhe des Tilgungszuschusses um 20 % (Zusatzförderung: Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)) wenn durch den Betrieb des Wärmenetzes alte, ineffiziente Wärmeerzeuger (Bestandsanlagen) ersetzt werden [VGL. KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU KFW 2016].

Wirtschaftlichkeit

Auf Basis der ermittelten Kenndaten für ein mögliches Wärmenetz wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsrechnung in Anlehnung an die VDI 2067 durchgeführt. Dabei werden die Jahresgesamtkosten mittels der verschiedenen Kosten (kapitalgebundene, verbrauchsgebundene, betriebsgebundene, und sonstige Kosten) errechnet. Bei Wärmeerzeugungsvarianten, die einen KWK-Zuschlag, also Erlöse durch den Verkauf elektrischer Energie erhalten, werden diese von den Jahresgesamtkosten abgezogen. Mit Hilfe der Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten pro Jahr ermittelt. Diese stellen die spezifischen Kosten pro Kilowattstunde der Endenergiebereitstellung dar. Nachfolgende Tabelle 15 zeigt die in die Wirtschaftlichkeitsrechnung eingehenden Prämissen.

Tabelle 15: Prämissen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Annahmen	Wert
Jahr der Inbetriebnahme	2017
Betrachtungszeitraum	20 Jahre
Kalkulatorischer Zinssatz	Kalkulatorischer Zinssatz 3,6 % p.a. (v. St.) über 20 Jahre
Finanzierungsstruktur	70 % Fremdkapital (FK-Zinssatz 3 %) 30 % Eigenkapital (EK-Zinssatz 5 %)
Jährliche Preissteigerung	1,46 % (laufende Kosten) 2 % (Energiekosten)
Abschreibungszeitraum Wärmeerzeuger	20 Jahre
Abschreibungszeitraum Wärmenetz	40 Jahre
Fördermöglichkeiten	Berücksichtigt (KfW, BAFA)
Vergütung elektrische Energie	Berücksichtigt (KWKG)
Heizzentrale	Abgestimmter Standort
Projektentwicklung	5 % der Investitionskosten
Unvorhergesehenes	2 % der Investitionskosten

Sensitivitätsanalyse:

Um Änderungen bei den Kapitalkosten bzw. den Brennstoffkosten zu berücksichtigen und um die in diesem Stadium der Projektentwicklung bestehende Unsicherheit bzgl. des Aufwandes für den Aufbau der Wärmeversorgung darzustellen, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, die den Einfluss bestimmter Parameter auf die Wärmegestehungskosten darstellt.

6.3 Wirtschaftliche Bewertung Detailprojekte

Nachfolgend werden die in Kapitel 4 definierten Detailprojekte einzeln betrachtet und wirtschaftlich bewertet. Die Vorgehensweise für die Ermittlung der Wärmegestehungskosten wird hierbei einmal (Detailprojekt: Wärmenetz Raster 2) ausführlich und für die nachfolgenden Detailprojekte nur mehr verkürzt dargestellt.

6.3.1 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 2

Das Detailprojekt „Wärmenetz Raster 2“ sieht eine zentrale Wärmeversorgung des gesamten Rasters 2 (vgl. Abbildung 61) vor. Insgesamt ist die Versorgung von 177 Anschlussnehmern vorgesehen. Es ergibt sich somit bei einer Anschlussquote von 100 % ein Gesamtwärmebedarf von ca. $5.229 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ ⁶⁵. Abbildung 61 stellt den Netzverlauf sowie den abgestimmten Standort der Heizzentrale dar⁶⁶.

⁶⁵ Die angesetzten Wärmebedarfe sind witterungskorrigiert, falls tatsächliche Verbrauchswerte vorliegen. Dies gilt auch für alle nachfolgenden Detailprojekte.

⁶⁶ Der Standort der Heizungszentrale ist in Abstimmung mit dem Projektteam festgelegt worden. Dies gilt auch für die nachfolgenden Detailprojekte.

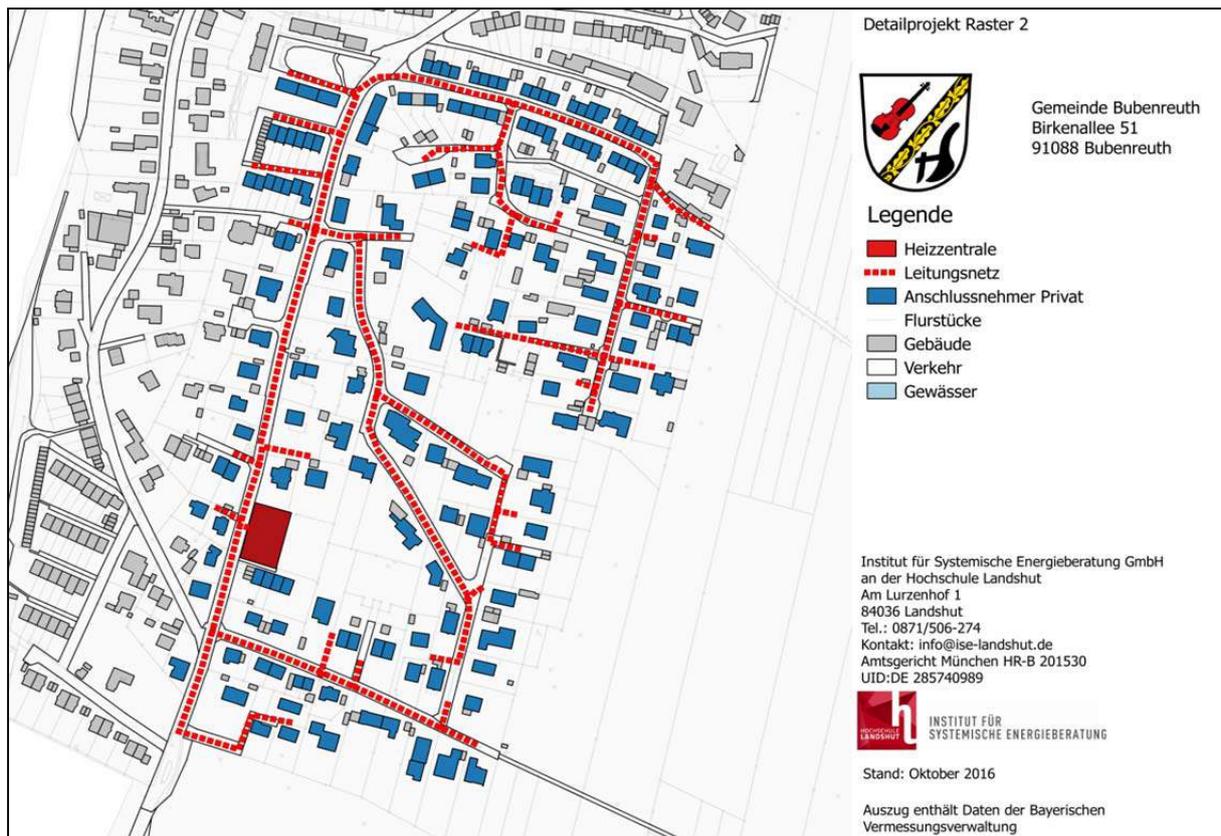


Abbildung 61: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 2

Ergebnis

Aus dem Gesamtwärmebedarf der 177 Anschlussnehmer ergibt sich unter Verwendung des Standardlastprofilverfahrens des BDEW⁶⁷ [VGL. BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V. 2014_A] sowie mittels der VDI 6002 die in nachfolgender Abbildung 62 dargestellte thermische Jahresdauerlinie⁶⁸.

⁶⁷ Dieses spiegelt nicht das tatsächliche Verbraucherverhalten wider und kann daher vom tatsächlichen Lastprofil abweichen. Dies gilt auch für alle nachfolgenden Detailprojekte.

⁶⁸ Die geordnete thermische Jahresdauerlinie wird in den nachfolgenden Detailprojekten auf die gleiche Weise ermittelt.

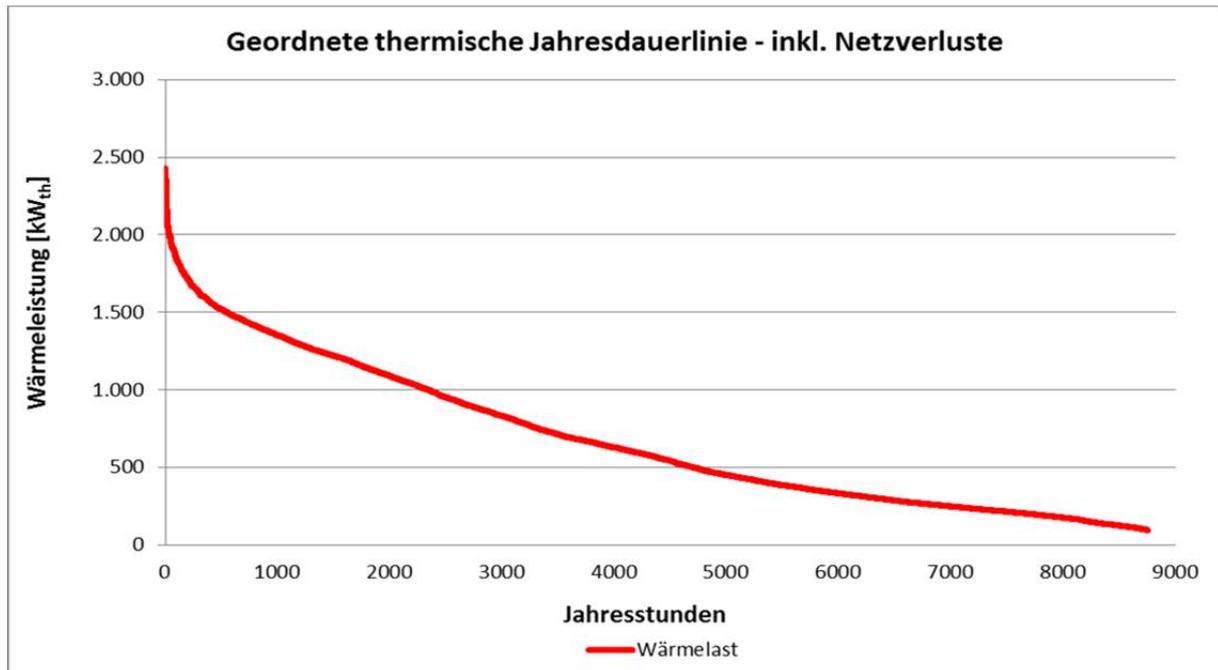


Abbildung 62: Geordnete thermische Jahresdauerlinie Detailprojekt Raster 2

Kenndaten

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 16: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 2

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	ca. 4.330 m
Anschlussquote (max. möglich)	100 %
Benötigte Spitzenlast	2.428 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf Raster 2	5.229 MWh _{th} /a
Netzverluste	765 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf Raster 2 (inkl. Netzverluste)	5.994 MWh _{th} /a
Wärmebedarfsdichte	1,2 MWh _{th} /(m*a)
Anschlussdichte	0,6 kW/m _{Trasse}

Der Vergleich der in Kapitel 6.2 beschriebenen Kennzahlen⁶⁹ mit den ermittelten Werten aus Tabelle 16 lässt sich in Bezug auf die Wärmebelegungsdichte feststellen, dass der erforderliche Kennwert erreicht wird. Für das Kriterium der Anschlussdichte hingegen ergibt sich eine deutliche Unterschreitung des Schwellenwertes. Um einen Vergleich unterschiedlicher Varianten (zentral/dezentral) zu ermöglichen, werden nachfolgend die spezifischen Wärmege-
stehungskosten ermittelt.

Für das Detailprojekt Raster 2 werden, folgende Wärmeversorgungsvarianten genauer betrachtet:

Variante 1: Erdgas-BHKW/Erdgasbrennwertkessel

Variante 2: Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel

Variante 3: Hackgutkessel/Hackgutkessel

⁶⁹ Kennzahlen: Wärmebelegungsdichte 1,2-1,5 MWh/(m*a) sowie Anschlussdichte 1-1,2 kW/m_{Trasse}

Die Wärmeversorgungsvariante 1 (Erdgas-BHKW/Erdgasbrennwertkessel) berücksichtigt neben der thermischen Deckung des Gesamtwärmebedarfs zusätzlich eine mögliche Deckung des elektrischen Energiebedarfs, resultierend aus dem Betrieb der Hilfsaggregate (Kraftwerkseigenverbrauch) bzw. der Netzumwälzpumpe, durch das BHKW. Die elektrische Last wird hierbei durch eine Bandlast (Kraftwerkseigenverbrauch) bzw. eine der thermischen Netzlast folgenden Last (Netzumwälzpumpe) abgebildet (vgl. Abbildung 63). Entsprechend Abbildung 63 wird ersichtlich, dass zwar 96 % des elektrischen Energiebedarfs der Heizzentrale durch Eigenstrom aus dem Blockheizkraftwerk abgedeckt werden können, dies jedoch nur einem Anteil von 7 % (Eigenverbrauchsquote) an der jährlich erzeugten elektrischen Energie des BHKWs entspricht.

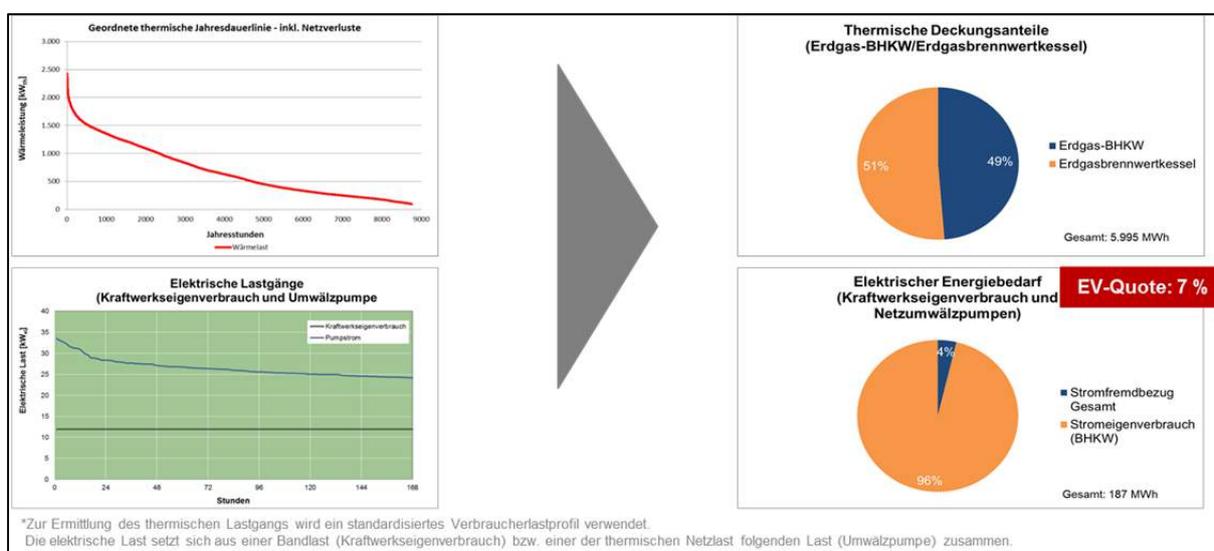


Abbildung 63: Thermische und elektrische Deckungsanteile in der Wärmeversorgungsvariante 1

Dimensionierung der Erzeuger

Die Wärmeerzeuger der drei betrachteten Varianten haben die in nachfolgender Tabelle 17 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Tabelle 17: Kenndaten der Wärmeerzeuger Detailprojekt Raster 2⁷⁰

Wärmeerzeuger	Erdgas-BHKW / Erdgasbrennwertkessel	Hackgutkessel / Erdgasbrennwertkessel	Hackgutkessel / Hackgutkessel
Thermische Nennleistung Grundlasterzeuger	389 kW	785 kW	2 x 900 kW 1 x 350 kW 1 x 300 kW
Elektrische Leistung Grundlasterzeuger	360 kW	-	-
Thermische Leistung Spitzenlasterzeuger	2.064 kW	1.644 kW	
Erzeugte Jahreswärmemenge Grundlasterzeuger	2.921 MWh (49 %)	4.600 MWh (77 %)	5.995 MWh (100 %)
Erzeugte Jahreswärmemenge Spitzenlasterzeuger	3.073 MWh (51 %)	1.396 MWh (23 %)	-

Abbildung 64 zeigt die Abdeckung der Jahresdauerlinie am Beispiel der Wärmeversorgungsvariante Erdgas-BHKW/Erdgasbrennwertkessel.

⁷⁰ Eine evtl. über dem Gesamtwärmebedarf liegende „erzeugte“ Jahreswärmemenge resultiert aus einem Pufferspeicherfüllstand von dezentralen/zentralen Speicherkapazitäten zum Simulationsende. Gleiches gilt für die nachfolgenden Wärmenetzvarianten.

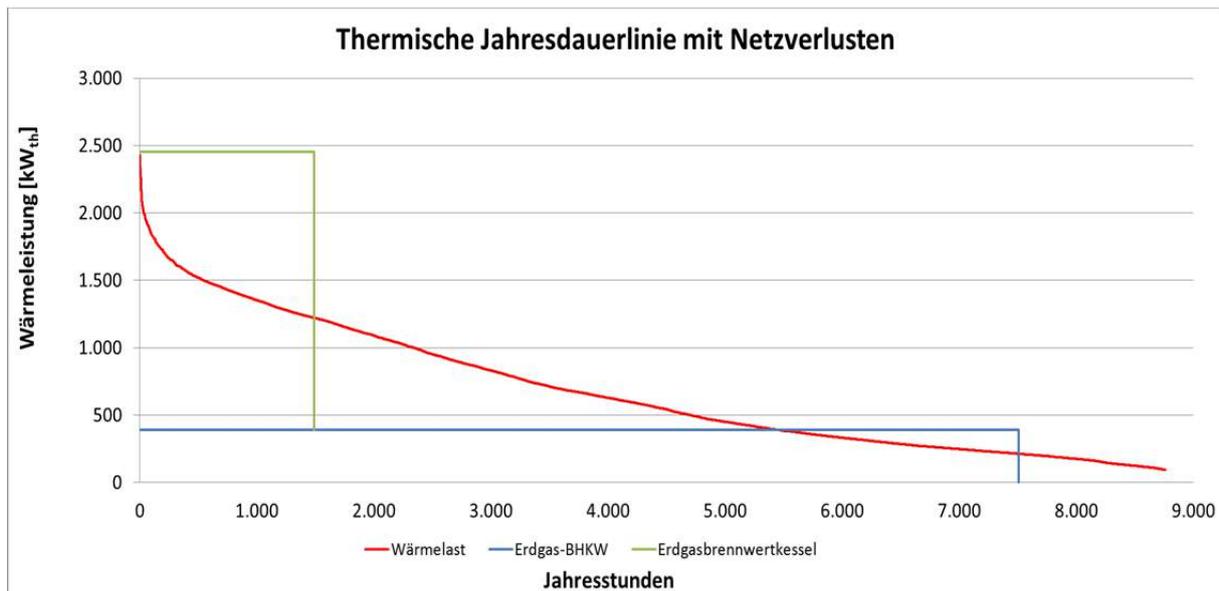


Abbildung 64: Abdeckung der Jahresdauerlinie (Raster 2)
am Beispiel der Wärmeversorgungsvariante 1

Investitionskostenprognose

Die Investitionskosten für die einzelnen Varianten unterteilen sich in die Kosten für den Wärmeerzeuger, für Projektentwicklung, für Unvorhergesehenes sowie für das Wärmenetz. Zusätzlich entstehen Investitionskosten für das Gebäude der Heizzentrale sowie das entsprechende Grundstück. In Abbildung 65 sind die Investitionskosten⁷¹ der einzelnen Varianten getrennt nach Kostenpositionen gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Wärmeversorgungsvariante 3 (Hackgutkessel/Hackgutkessel) die höchsten Investitionskosten aufgrund der ausschließlichen Versorgung mittels Hackgut (Kosten Wärmeerzeuger und Grundstück) verursacht.

⁷¹ Die dargestellten Investitionskosten berücksichtigten eine Förderung des Wärmenetzes und des Hackgutkessels (Variante 2 und 3) durch die KfW gemäß dem Förderprogramm 271 „Erneuerbare Energien Premium“. Es wird in einem ersten Schritt davon ausgegangen, dass der Betreiber ein kleines und mittelständisches Unternehmen ist.

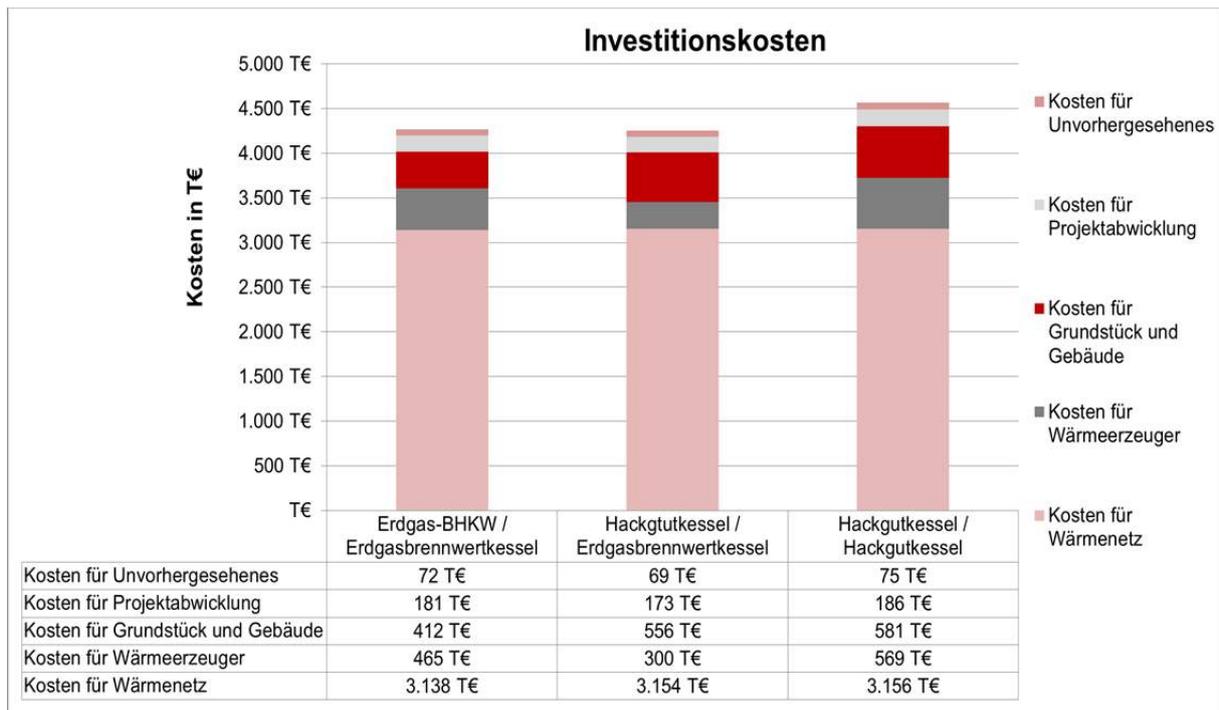


Abbildung 65: Investitionskostenprognose (Raster 2)

Jährliche Ausgaben

Nachfolgend sind in Abbildung 66 die jährlichen Kosten für das Jahr 1, bestehend aus kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten, für die einzelnen Varianten dargestellt. Die geringsten jährlichen Kosten ergeben sich durch eine Wärmebereitstellung mittels der Wärmeversorgungskombination Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel. Dies ist auf die geringsten kapitalgebundenen Kosten dieser Erzeugervariante zurückzuführen.

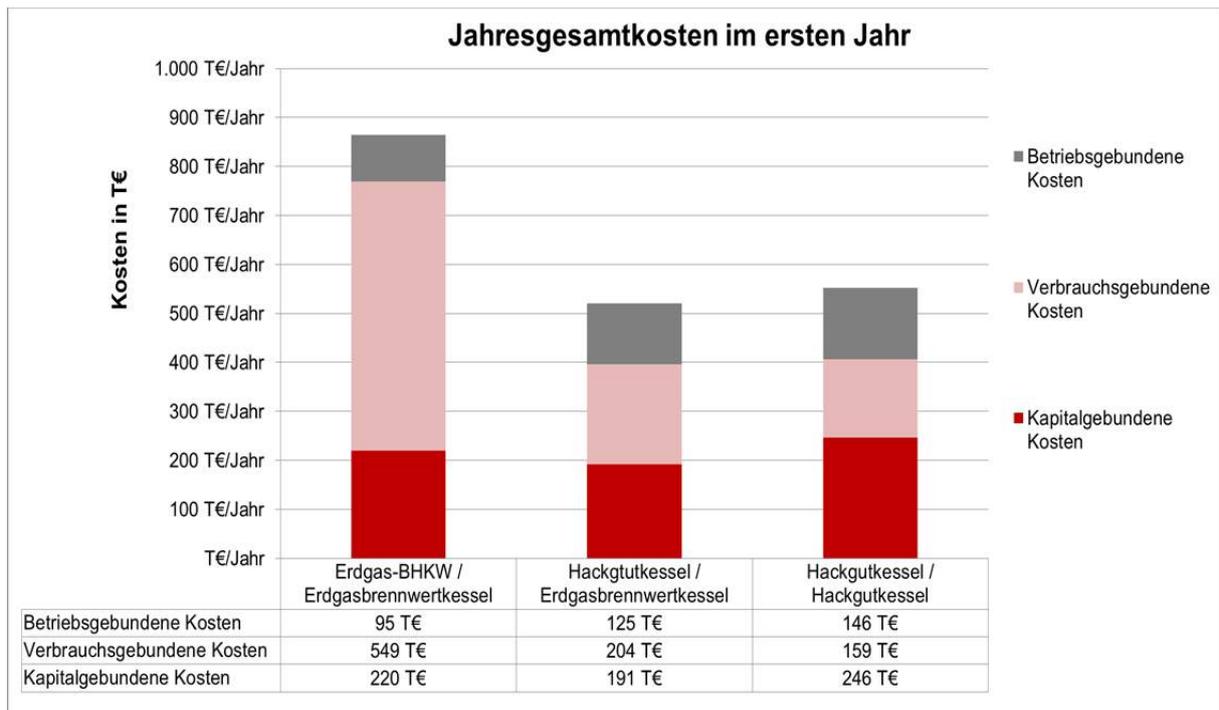


Abbildung 66: Jahresgesamtkosten (Raster 2)

Wärmegegestehungskosten

Der Vergleich der spezifischen Wärmegegestehungskosten (vgl. Abbildung 67) zeigt analog zum Vergleich der Jahresgesamtkosten einen Kostenvorteil durch die Wärmeversorungskombination Hackgutkessel/Erdgaskessel ($10,0 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$) gegenüber den Wärmeversorungskombinationen Hackgutkessel/Hackgutkessel ($10,6 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$) und Erdgas-BHKW/Erdgasbrennwertkessel ($12,4 \text{ ct/kWh}$). Bei letzterer resultieren zwar Einnahmen durch die Überschussstromspeisung in Höhe von ca. 215 T€ (Jahr 1), diese können den deutlichen jährlichen Mehraufwand durch den ausschließlichen Einsatz des Energieträgers Erdgas (vgl. Abbildung 66, verbrauchsgebundenen Kosten) gegenüber den beiden Vergleichsvarianten jedoch nicht kompensieren.

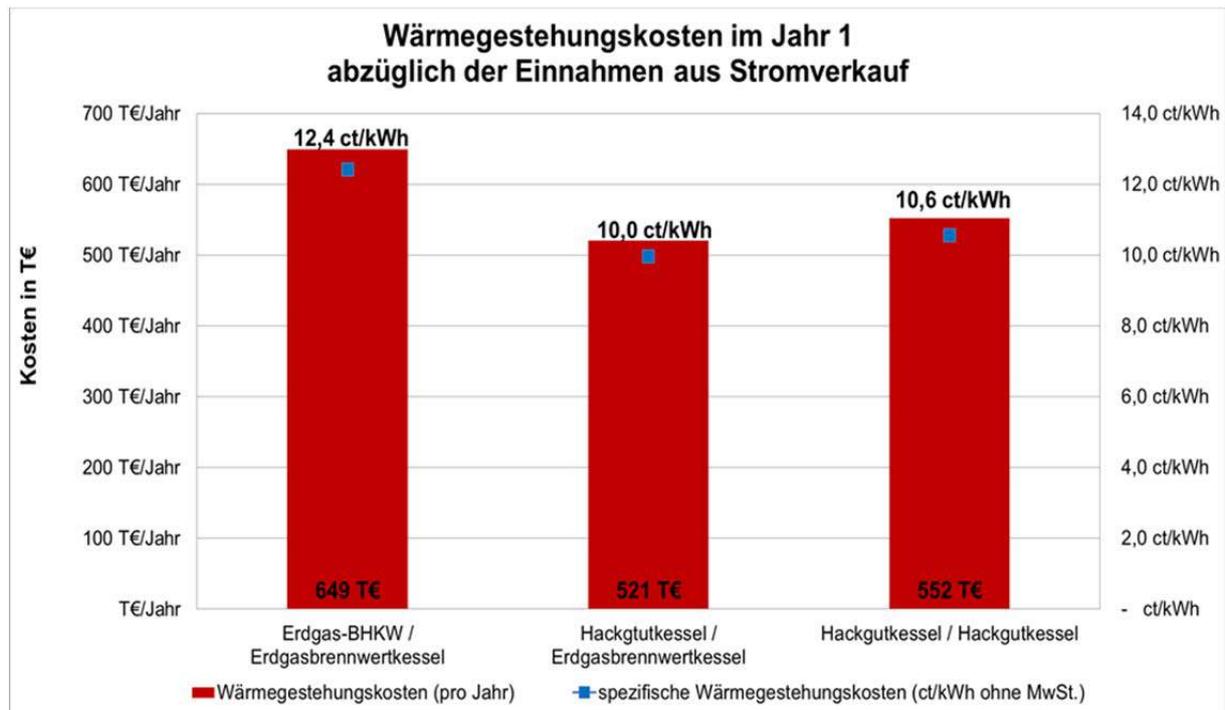


Abbildung 67: Wärmegestehungskosten– Anschlussquote 100 % (Raster 2)

In einem Einfamilienhaus ($15,5 \text{ kW}_{\text{th}}$) liegen die Wärmegestehungskosten für eine Scheitholzheizung bei ca. $7,7 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$ (netto) und für eine Erdgasheizung bei ca. $9,8 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$ (netto). Im Falle einer Heizölheizung bzw. einer Pelletheizung betragen die spezifischen Wärmegestehungskosten ca. $10,2 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$ (netto) [VGL. CARMEN E.V. 2016⁷²]. Dies bedeutet, dass die spezifischen Wärmegestehungskosten der betrachteten zentralen Wärmeversorgungsvarianten mit den spezifischen Wärmegestehungskosten einer dezentralen Wärmeversorgung eines Einfamilienhauses mittels einer Pellet- bzw. Heizölheizung unter den angenommenen Rahmenbedingungen (Anschlussquote 100 %) konkurrieren könnten.

Im Falle eines Mehrfamilienhauses liegen die spezifischen Wärmegestehungskosten aufgrund von größenspezifischen Kosten- und Effizienzvorteilen deutlich unter den Kosten eines Einfamilienhauses, womit eine Konkurrenzfähigkeit einer zentralen Wärmeversorgung in keinem Fall für diesen Gebäudetyp gegeben ist⁷³.

⁷² In Abweichung zu Carmen e.V. werden hier die Wärmegestehungskosten entsprechend der zentralen Wärmegestehungskosten bezogen auf den Wirkungsgrad dargestellt. Dies gilt auch für alle anderen Detailprojekte.

⁷³ Eine entsprechende Preisgestaltung bei Ausarbeitung von Wärmelieferverträgen wäre somit notwendig. Die gilt auch für die nachfolgenden Detailprojekte.

Werden die Auswirkungen einer verringerten Bereitschaft der Anwohner zum Anschluss an das Wärmenetz durch eine um 50 % reduzierte Anschlussquote⁷⁴ untersucht, so führt dies zu einer Zunahme der spezifischen Wärmegegestehungskosten um ca. 2 bis 4 ct/kWh_{th} (vgl. Abbildung 68). Durch die gestiegenen spezifischen Wärmegegestehungskosten ist die günstigste zentrale Wärmeversorgungsvariante (Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel) gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung mittels Heizölkessel (Vergleich mit dezentraler Heizölheizung, da Erdgasnetz nicht flächendeckend vorhanden ist) nicht mehr konkurrenzfähig.

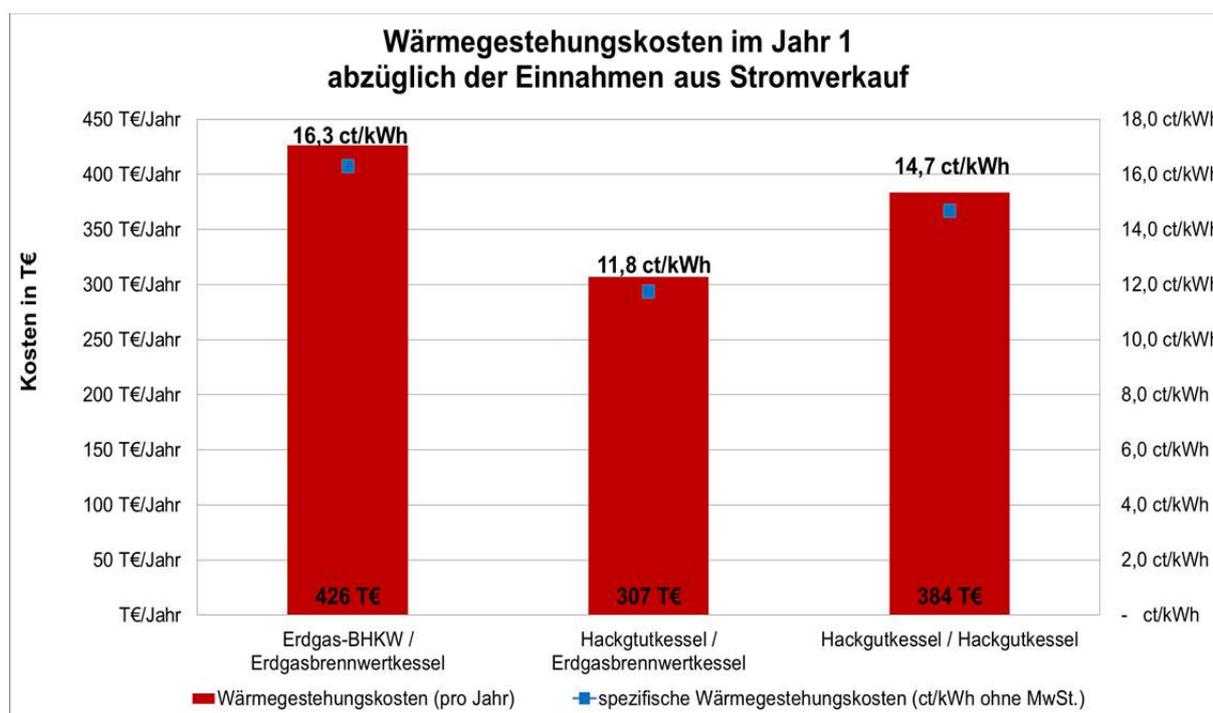


Abbildung 68: Wärmegegestehungskosten– Anschlussquote 50 % (Raster 2)

⁷⁴ Eine verringerte Anschlussquote berücksichtigt neben einer Reduzierung des Gesamtwärmebedarfs auch eine anteilige Verringerung der Kosten für Hausanschlüsse (Anschlussleitung, Übergabestationen zzgl. Einbaukosten). Diese Vorgehensweise wird auch für die Darstellung einer reduzierten Anschlussquote in den nachfolgenden Wärmenetzvarianten angewendet.

Sensitivitätsanalyse:

Um die Abhängigkeit der spezifischen Wärmegestehungskosten von den Brennstoffkosten sowie den Kapitalkosten darzustellen, wird eine Sensitivitätsanalyse für die Wärmeversorgungsvariante (Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel) bei einer Anschlussquote von 100 % durchgeführt. Mit einer Variation von +/- 30% in Bezug auf die Nettopreise bzw. den Zinssatz aus Tabelle 15 werden die Auswirkungen der sich ändernden Parameter auf die Wärmegestehungskosten berechnet. Die nachfolgende Abbildung 69 stellt diese grafisch dar. Es zeigt sich, dass die Wärmegestehungskosten sensitiver hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf 11,1 ct/kWh_{th} (netto) erhöhen. Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von 10,3 ct/kWh_{th} (netto) erreichen.

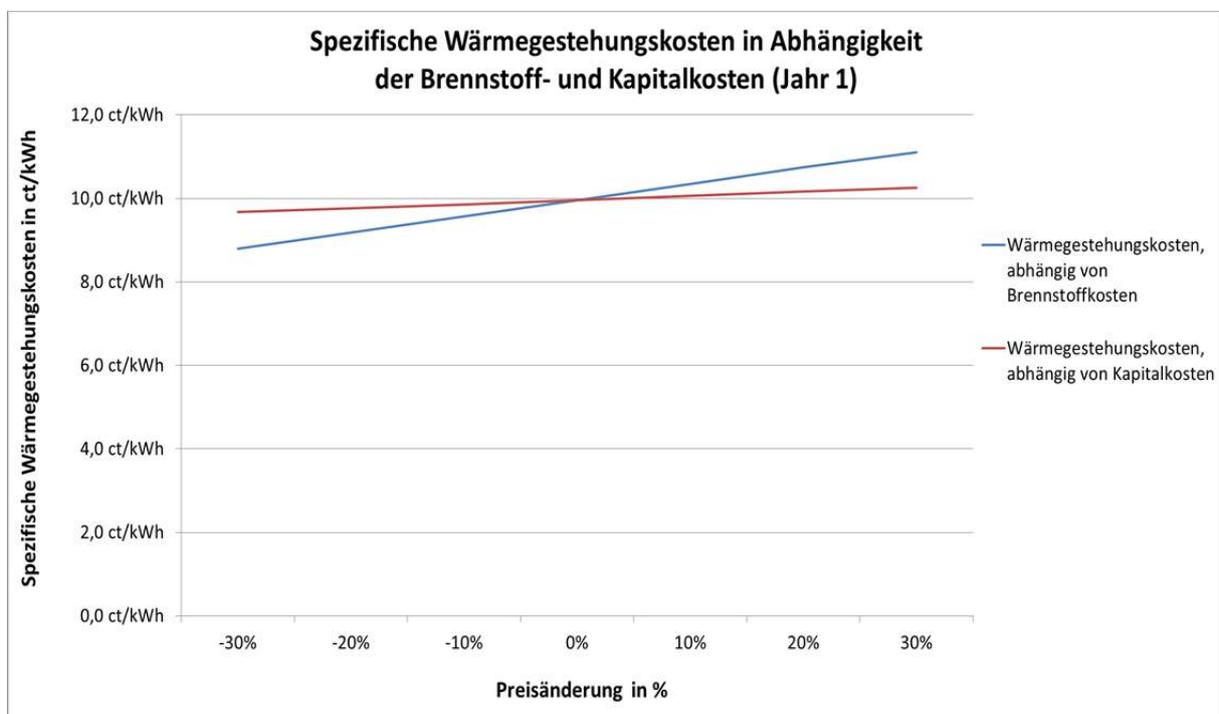


Abbildung 69: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 2)

CO₂-Einsparpotenzial:

Das zu realisierende CO₂-Einsparpotenzial der beiden Varianten zeigt Abbildung 70. Bei einer Umsetzung der Variante Hackgutkessel/Hackgutkessel könnten pro Jahr ca. 1.335 t CO₂ eingespart werden⁷⁵.

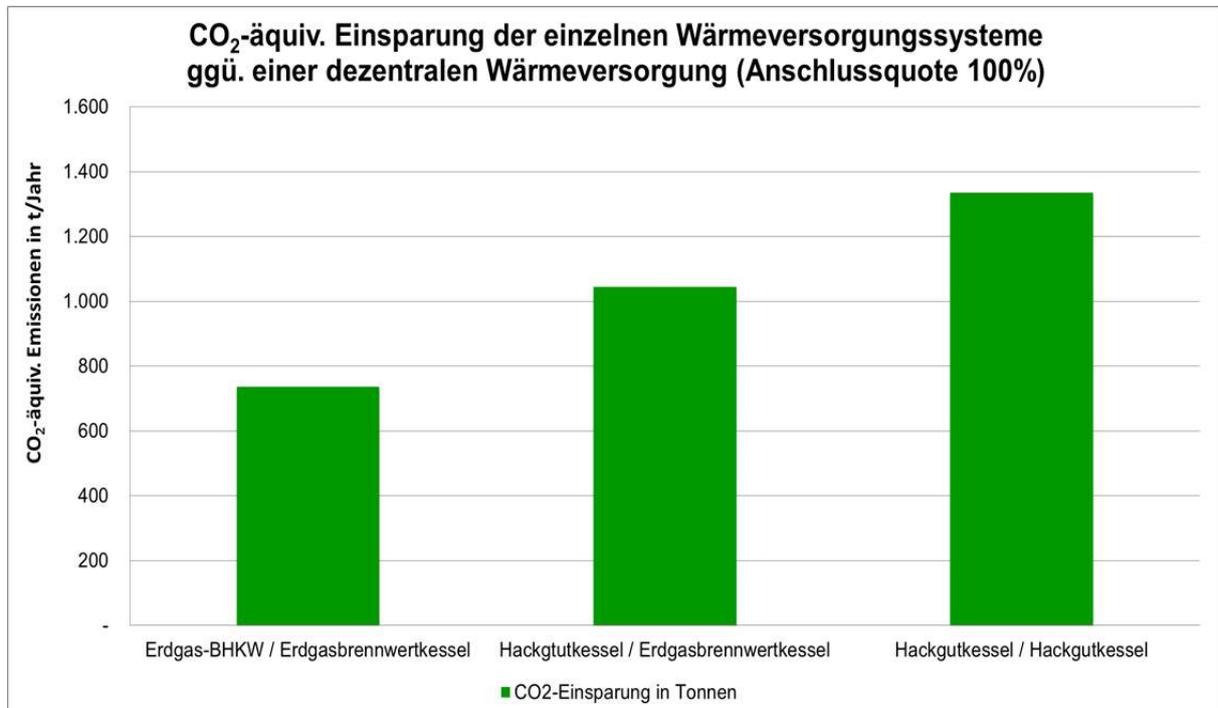


Abbildung 70: CO₂-Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 2)

⁷⁵ Die Ermittlung der CO₂-Einsparung erfolgt unter Berücksichtigung eines der Energieträgerverteilung (vgl. Kapitel 2.2.4) entsprechend mengengewichteten CO₂-Äquivalents von 304 g/kWh. Die gleiche Vorgehensweise wird für die nachfolgenden Detailprojekte angewendet.

6.3.2 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“)

Das Detailprojekt „Wärmenetz Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“)" sieht eine zentrale Wärmeversorgung des Kernbereichs der „Geigenbauersiedlung“ in Raster 4 und 5 (vgl. Abbildung 71) vor. Die Versorgung umfasst dabei insgesamt 234 private Anschlussnehmer unter denen sich auch die Liegenschaften der Joseph Stiftung (Damaschkestraße) sowie eine kommunale Liegenschaft (Musikkindergarten) und ein Gewerbebetrieb (Heinrich Gill GmbH)⁷⁶ befinden. Es ergibt sich insgesamt bei einer Anschlussquote von 100 % ein Gesamtwärmebedarf von ca. 5.493 MWh_{th}/a.

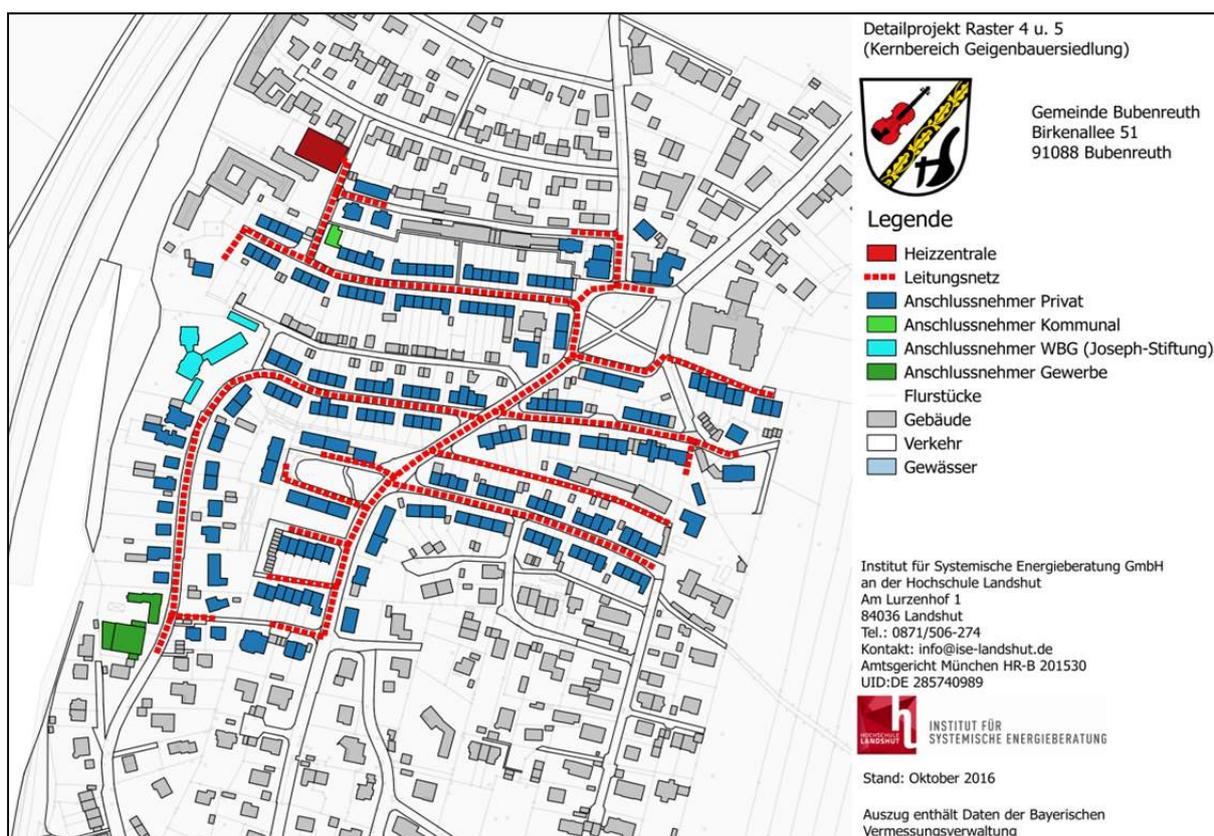


Abbildung 71: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“)

⁷⁶ Der Gewerbebetrieb der [REDACTED] wird nicht als möglicher Anschlussnehmer berücksichtigt. Grund hierfür ist das überwiegend geringe Baualter der Kesselanlagen sowie die geplante Teilsanierung der thermischen Gebäudehülle als auch der Tausch eines Kessels gegen eine Wärmepumpe.

Kenndaten

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des potenziellen Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 18: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 4/5 („Geigenbauersiedlung“)

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	ca. 4.530 m
Anschlussquote (max. möglich)	100 %
Benötigte Spitzenlast	2.645 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf Raster 4/5 (Geigenbauersiedlung)	5.493 MWh _{th} /a
Netzverluste	778 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf Raster 4/5 (Geigenbauersiedlung) (inkl. Netzverluste)	6.271 MWh _{th} /a
Wärmebedarfsdichte	1,2 MWh _{th} /(m*a)
Anschlussdichte	0,6 kW/m _{Trasse}

Für das Detailprojekt Raster 4/5 werden, folgende Wärmeversorgungsvarianten genauer betrachtet:

Variante 1: Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel

Variante 2: Hackgutkessel/Hackgutkessel

Dimensionierung der Erzeuger

Die Wärmeerzeuger der beiden betrachteten Varianten haben die in nachfolgender Tabelle 19 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Tabelle 19: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 4/5 (Geigenbauersiedlung)

Wärmeerzeuger	Hackgutkessel / Erdgasbrennwertkessel	Hackgutkessel / Hackgutkessel
Thermische Nennleistung Grundlastherzeuger	900 kW	1 x 1.300 kW 1 x 1.650 kW
Thermische Leistung Spitzenlastherzeuger	1.745 kW	-
Erzeugte Jahreswärmemenge Grundlastherzeuger	5.050 MWh (81 %)	6.274 MWh (100 %)
Erzeugte Jahreswärmemenge Spitzenlastherzeuger	1.224 MWh (19 %)	-

Wärmegestehungskosten:

Der Vergleich der spezifischen Wärmegestehungskosten (vgl. Abbildung 72) zeigt einen Kostenvorteil durch die Wärmeversorgungskombination Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (10,2 ct/kWh_{th}) gegenüber der Vergleichskombination Hackgutkessel/Hackgutkessel (11,2 ct/kWh_{th}).

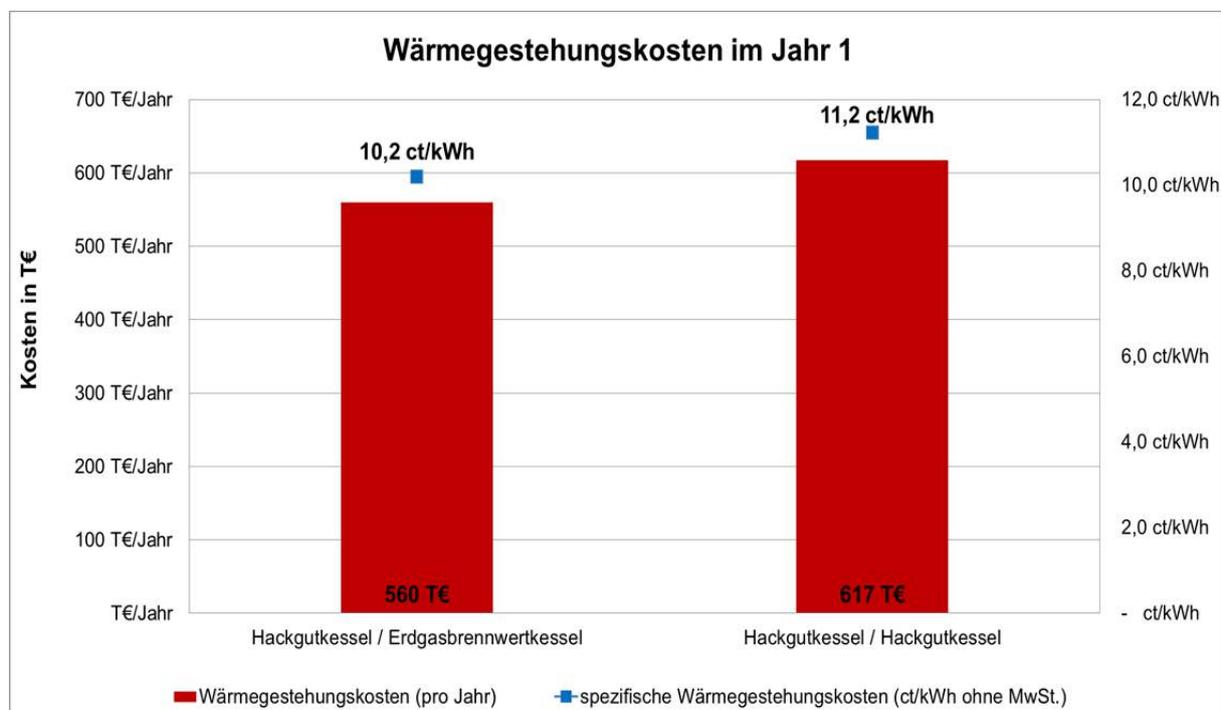


Abbildung 72: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“)

Im Vergleich mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines Einfamilienhauses (15,5 kWh_{th}) liegen die spezifischen Wärmegestehungskosten der günstigsten zentralen Versorgungsvariante (Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel) nur im Falle einer bestehenden Heizölheizung bzw. einer Pelletheizung (10,2 ct/kWh_{th}) (netto) [VGL. CARMEN E.V. 2016A] gleichauf. Dies bedeutet wiederum, dass im Falle eines Vorhandenseins einer Scheitholzheizung (7,7 ct/kWh_{th}) (netto) bzw. einer Erdgasheizung (9,8 ct/kWh_{th}) (netto) eine zentrale Wärmeversorgung unter den angenommenen Rahmenbedingungen (Anschlussquote 100 %) nicht konkurrieren kann.

Eine verringerte Bereitschaft der Anwohner zum Anschluss an das Wärmenetz durch eine um 50 % reduzierte Anschlussquote zeigt, dass die spezifischen Wärmegestehungskosten um ca. 1 bis 4 ct/kWh_{th} steigen und eine dezentrale Wärmeversorgung dann keinesfalls mehr zielführend ist.

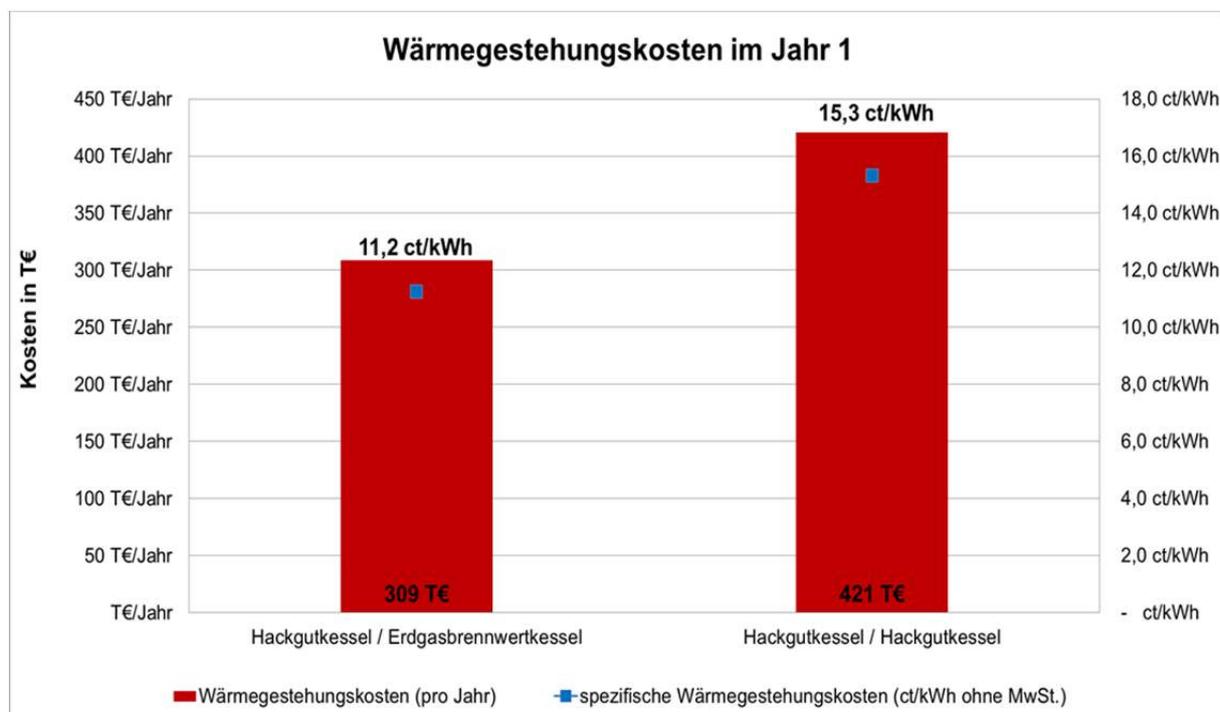


Abbildung 73: Wärmegestehungskosten– Anschlussquote 50 % (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“)

Sensitivitätsanalyse:

Die nachfolgende Abbildung 98 stellt die Sensitivitätsanalyse für die Wärmeversorgungsvariante „Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel“ bei einer Anschlussquote von 100 % grafisch dar. Es zeigt sich, dass die Wärmegestehungskosten sensibler hinsichtlich der Brennstoffkosten im Vergleich zu den Kapitalkosten sind. Würden die Brennstoffkosten um 30 % steigen, so würden sich damit die Wärmegestehungskosten auf 11,3 ct/kWh_{th} (netto) erhöhen.

Hingegen wirkt sich eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % geringer auf die Wärmegestehungskosten aus, d.h. diese würden dann einen Wert von 10,5 ct/kWh_{th} (netto) erreichen.

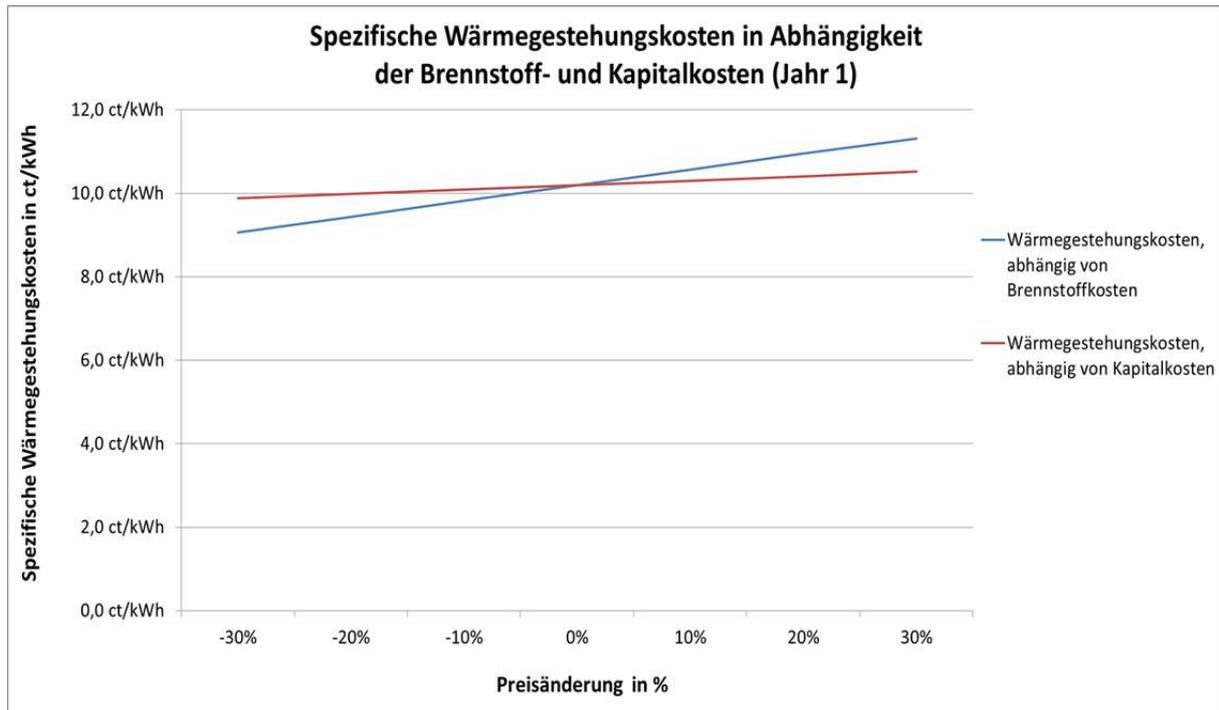


Abbildung 74: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel
(Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“)

CO₂-Einsparpotenzial:

Das zu realisierende CO₂-Einsparpotenzial der beiden Varianten zeigt Abbildung 75. Bei einer Umsetzung der Variante Hackgutkessel/Hackgutkessel könnten pro Jahr ca. 1.400 t CO₂ eingespart werden.

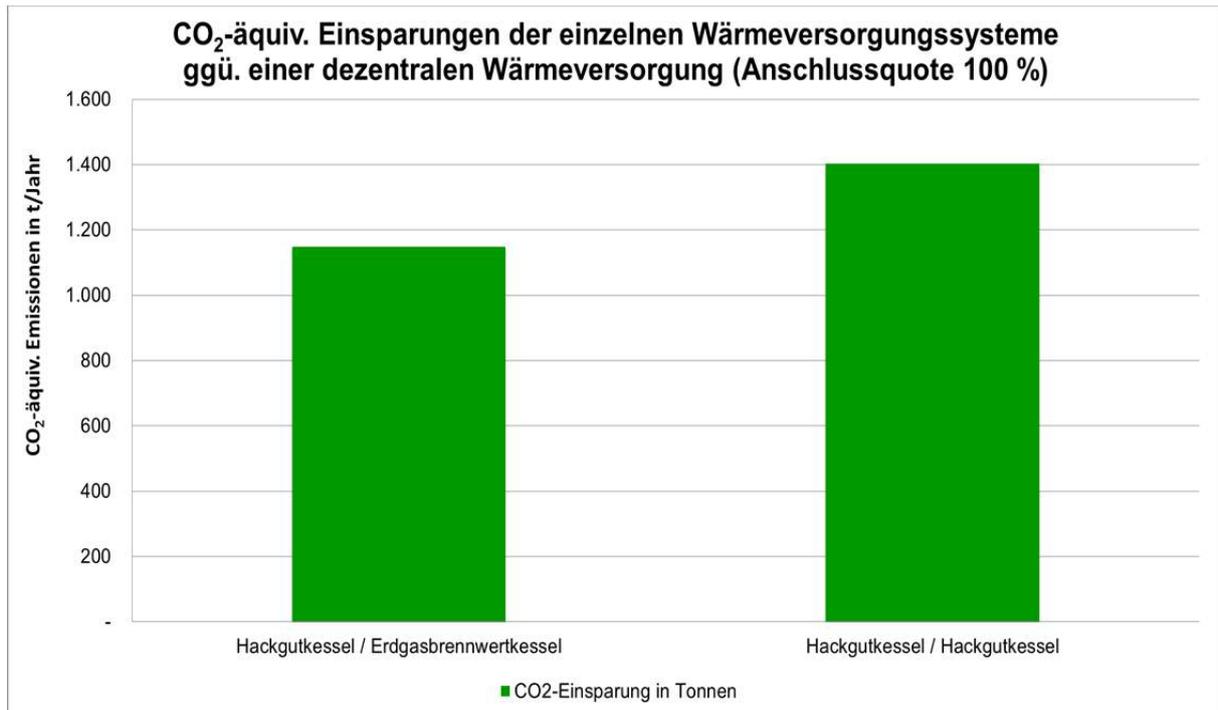


Abbildung 75: CO₂-Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 4/5 „Geigenbauersiedlung“)

6.3.3 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord (Bereich Hauptstraße))

Das nachfolgende Detailprojekt sieht eine zentrale Wärmeversorgung des Bereichs „Vogelsiedlung“ zzgl. der Bebauung entlang der „Scherleshofer Straße“, der „Neue Straße“ und der „Hauptstraße“ vor (vgl. Abbildung 76). Dieser Bereich umfasst insgesamt 329 Anschlussnehmer, darunter auch einen Gewerbebetrieb „Der Beck GmbH“ (vgl. Abbildung 76, grünes Gebäude). Die an der Hauptstraße liegende St. Josefskirche wird wegen der dort vorhandenen Stromheizung nicht als potenzieller Anschlussnehmer berücksichtigt.

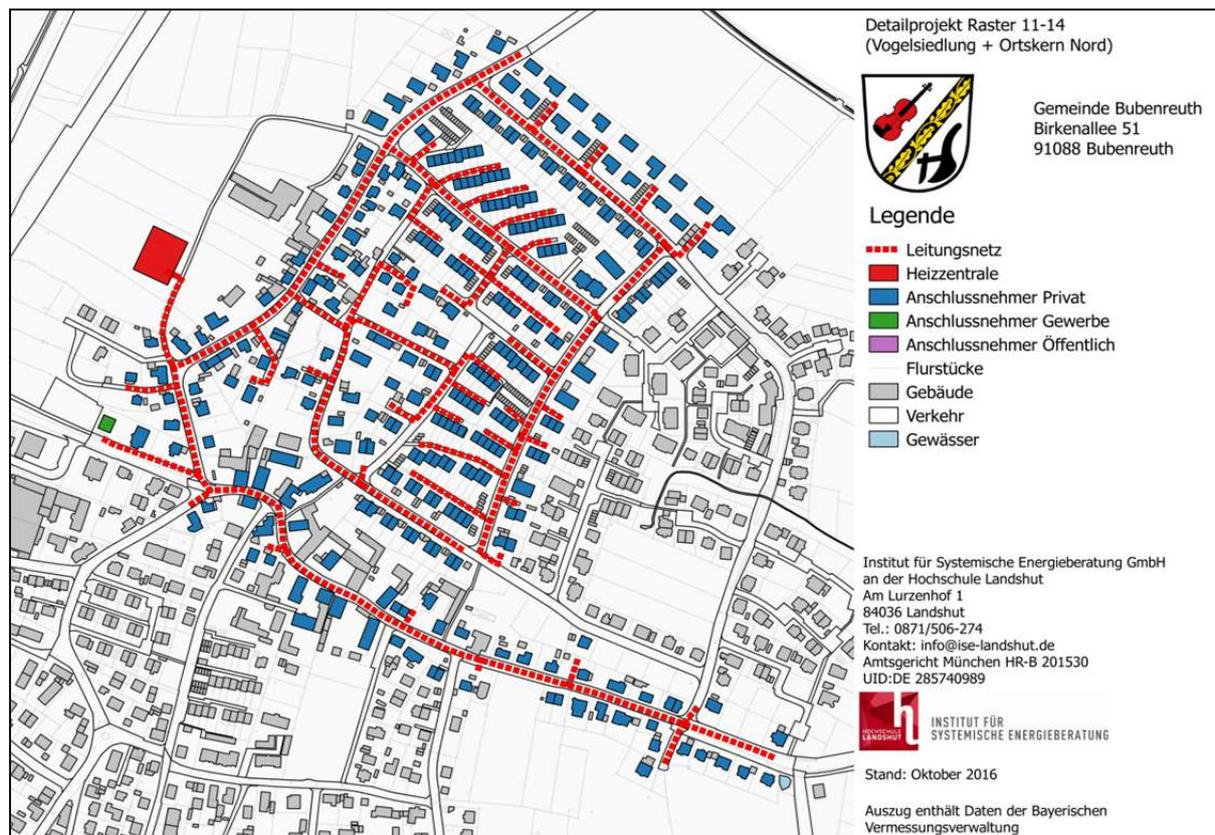


Abbildung 76: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 11-14
(„Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord)

Kenndaten

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 20: Kenndaten Wärmenetz Detailprojekt Raster 11-14
(„Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord)

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	ca. 7.795 m
Anschlussquote (max. möglich)	100 %
Benötigte Spitzenlast	4.612 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord)	9.389 MWh _{th} /a
Netzverluste	1.377 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf Raster 11-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord) (inkl. Netzverluste)	10.766 MWh _{th} /a
Wärmebedarfsdichte	1,2 MWh _{th} /(m*a)
Anschlussdichte	0,6 kW/m _{Trasse}

Für das Detailprojekt Raster 11-14 werden, folgende Wärmeversorgungsvarianten genauer betrachtet:

Variante 1: Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel

Variante 2: Hackgutkessel/Hackgutkessel

Dimensionierung der Erzeuger

Die Wärmeerzeuger der beiden betrachteten Varianten haben die in nachfolgender Tabelle 21 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Tabelle 21: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 11-14
(„Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord)

Wärmeerzeuger	Hackgutkessel / Erdgasbrennwertkessel	Hackgutkessel / Hackgutkessel
Thermische Nennleistung Grundlastherzeuger	1.300 kW	2 x 2.000 kW 2 x 350 kW
Thermische Leistung Spitzenlastherzeuger	3.312 kW	-
Erzeugte Jahreswärmemenge Grundlastherzeuger	7.809 MWh (73 %)	10.771 MWh (100 %)
Erzeugte Jahreswärmemenge Spitzenlastherzeuger	2.957 MWh (27 %)	-

Wärmegestehungskosten:

Der Vergleich der spezifischen Wärmegestehungskosten (vgl. Abbildung 77) zeigt einen Kostenvorteil durch die Wärmeversorgungskombination Hackgutkessel /Erdgasbrennwertkessel (9,5 ct/kWh_{th}) gegenüber der Vergleichskombination Hackgutkessel/Hackgutkessel (10,2 ct/kWh_{th}).

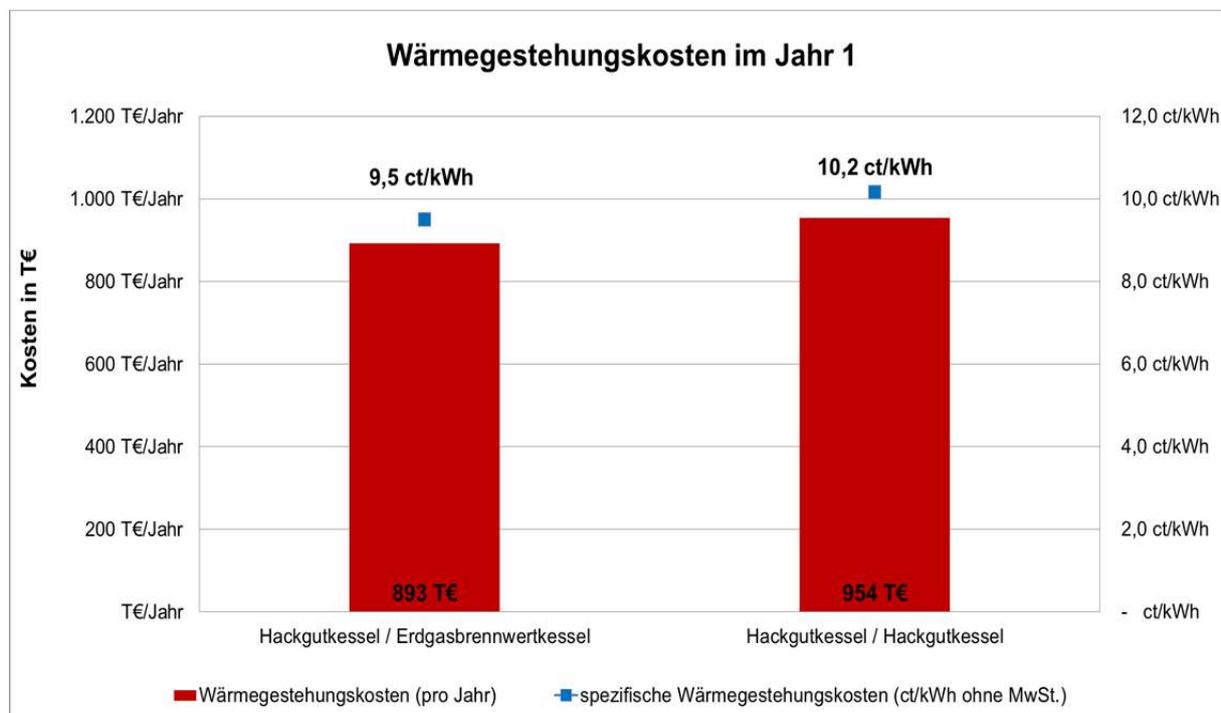


Abbildung 77: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 11-14
"Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)

Im Vergleich mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines Einfamilienhauses (15,5 kWh_{th}) liegen die spezifischen Wärmegestehungskosten der günstigsten zentralen Versorgungsvariante (Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel) nur im Falle einer bestehenden Scheitholzheizung (7,7 ct/kWh_{th}) (netto)⁷⁷ [VGL. CARMEN E.V. 2016_A] über den Kosten einer dezentralen Versorgung. Für die zweite zentrale Versorgungsvariante (Hackgutkessel/Hackgutkessel) besteht für den Fall einer bestehenden Heizöl- bzw. Pelletheizung (10,2 ct/kWh_{th}) (netto) ebenfalls eine ökonomische Konkurrenzfähigkeit. Im Falle des betrachteten Gewerbebetriebes (Der Beck GmbH, 13,7 ct/kWh_{th}, netto) liegen die spezifischen

⁷⁷ Die Wärmegestehungskosten einer dezentralen Erdgasheizung liegen bei 9,8 ct/kWh_{th} (netto) [VGL. CARMEN E.V. 2016_A].

Wärmegestehungskosten beider zentralen Versorgungsvarianten unter den Kosten einer dezentralen Wärmeerzeugung.

Eine Reduktion der Anschlussquote auf 50 % führt auch in diesem Fall zu einer Erhöhung der Wärmegestehungskosten um ca. 1 bis 4 ct/kWh_{th} (vgl. Abbildung 78) und damit zu einem Wegfall der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit der zentralen Wärmeversorgungsvarianten gegenüber den dezentralen Versorgungssystemen.

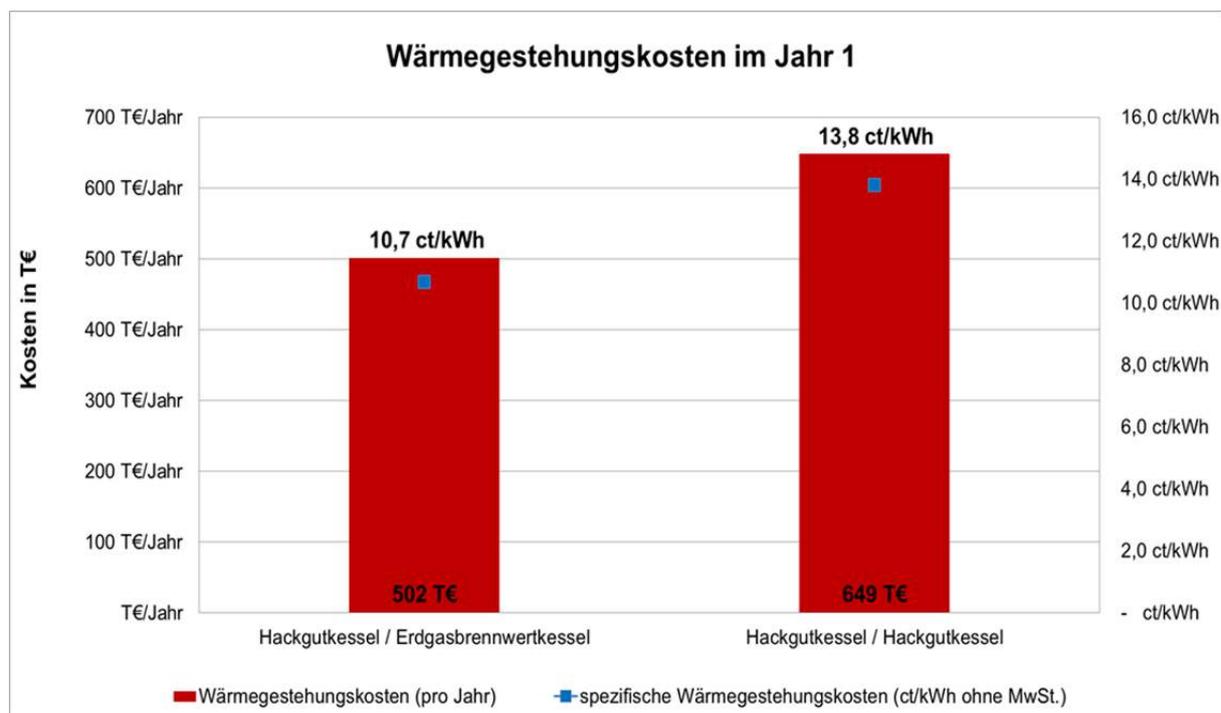


Abbildung 78: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 50 % (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)

Sensitivitätsanalyse:

Die nachfolgende Abbildung 79 stellt die Sensitivitätsanalyse für die Wärmeversorgungsvariante Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel bei einer Anschlussquote von 100 % grafisch dar. Auch hier zeigt sich, dass die Wärmegestehungskosten sensibler hinsichtlich der Brennstoffkosten (+30% = 10,7 ct/kWh_{th}, netto) im Vergleich zu den Kapitalkosten (+30% = 9,8 ct/kWh_{th}, netto) sind.

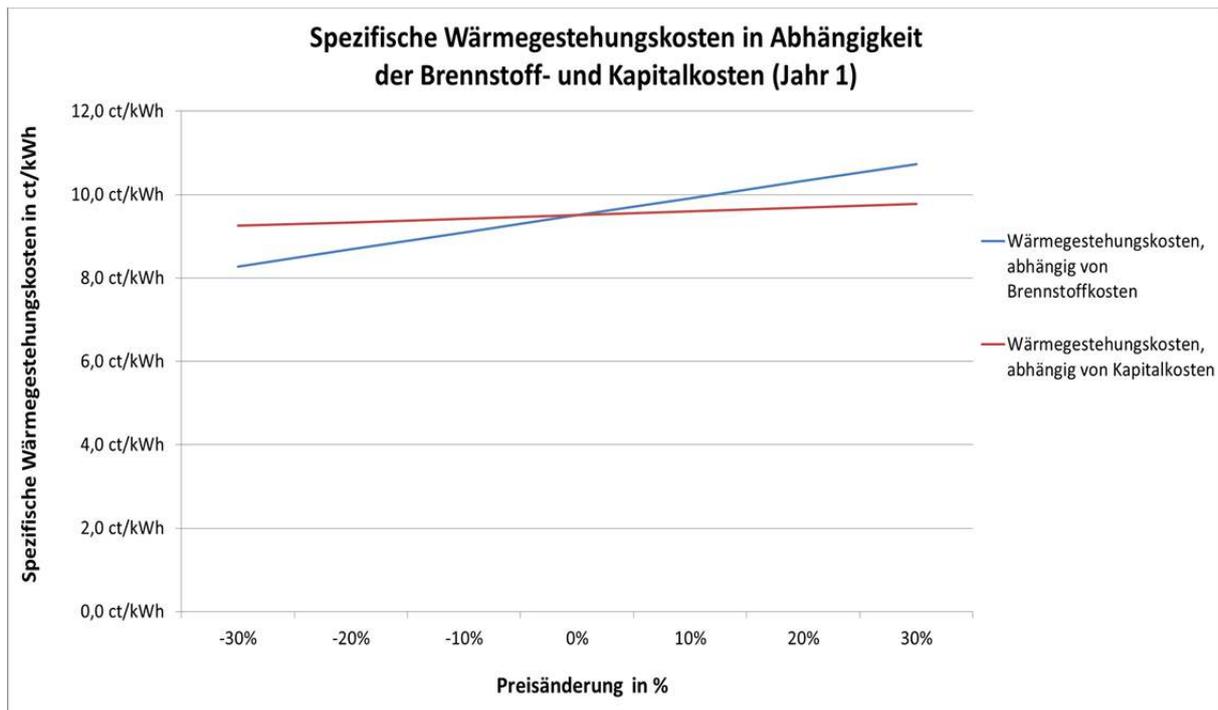


Abbildung 79: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)

CO₂-Einsparpotenzial:

Das zu realisierende CO₂-Einsparpotenzial der beiden Varianten zeigt Abbildung 80. Bei einer Umsetzung der Variante Hackgutkessel/Hackgutkessel könnten pro Jahr ca. 2.430 t CO₂ eingespart werden.

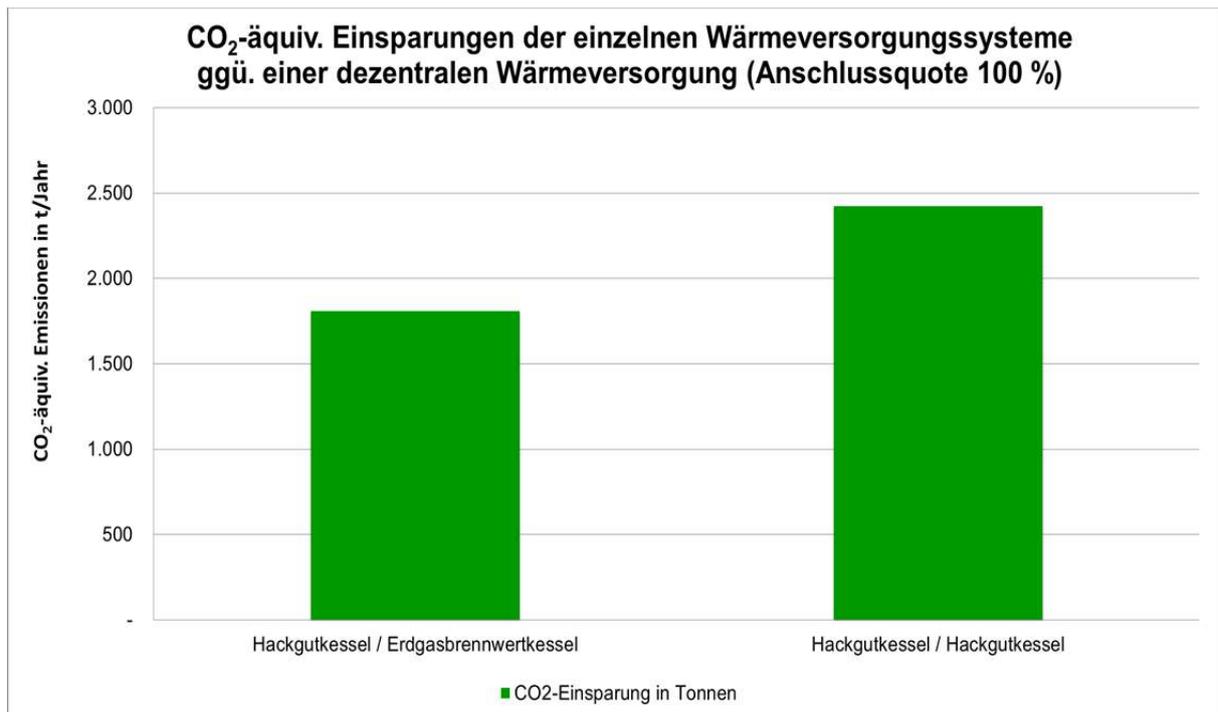


Abbildung 80: CO₂-Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten
(Raster 11-14 "Vogelsiedlung" + Ortskern Bubenreuth Nord)

6.3.4 Detailprojekt: Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Alternativ zum Detailprojekt aus Kapitel 6.3.3 wird nachfolgend eine Erweiterung des dort beschriebenen zentralen Wärmeverbundes untersucht. Die geplante Erweiterung sieht neben einer Erschließung der Wohnbebauung im Bereich Buchenweg/Fliederweg/Ginsterweg auch eine zentrale Versorgung mehrerer privater und gewerblicher (Apotheke Pharma 24, clever fit, EDEKA Neugebauer, Regnitzhalle) sowie kommunaler (Bauhof) und öffentlicher (Kindergrüppe Mäuseland GmbH, Sportverein Bubenreuth) Liegenschaften entlang der Hans-Paulus-Straße/Frankenstraße vor. Das Feuerwehrgebäude entfällt aufgrund der bestehenden Hallenluftheizungen bzw. Nachtspeicheröfen als potenzieller Anschlussnehmer. Der geänderte Wärmenetzverlauf sowie die entsprechenden Anschlussnehmer und der abgestimmte Standort der Heizzentrale sind in Abbildung 81 dargestellt:

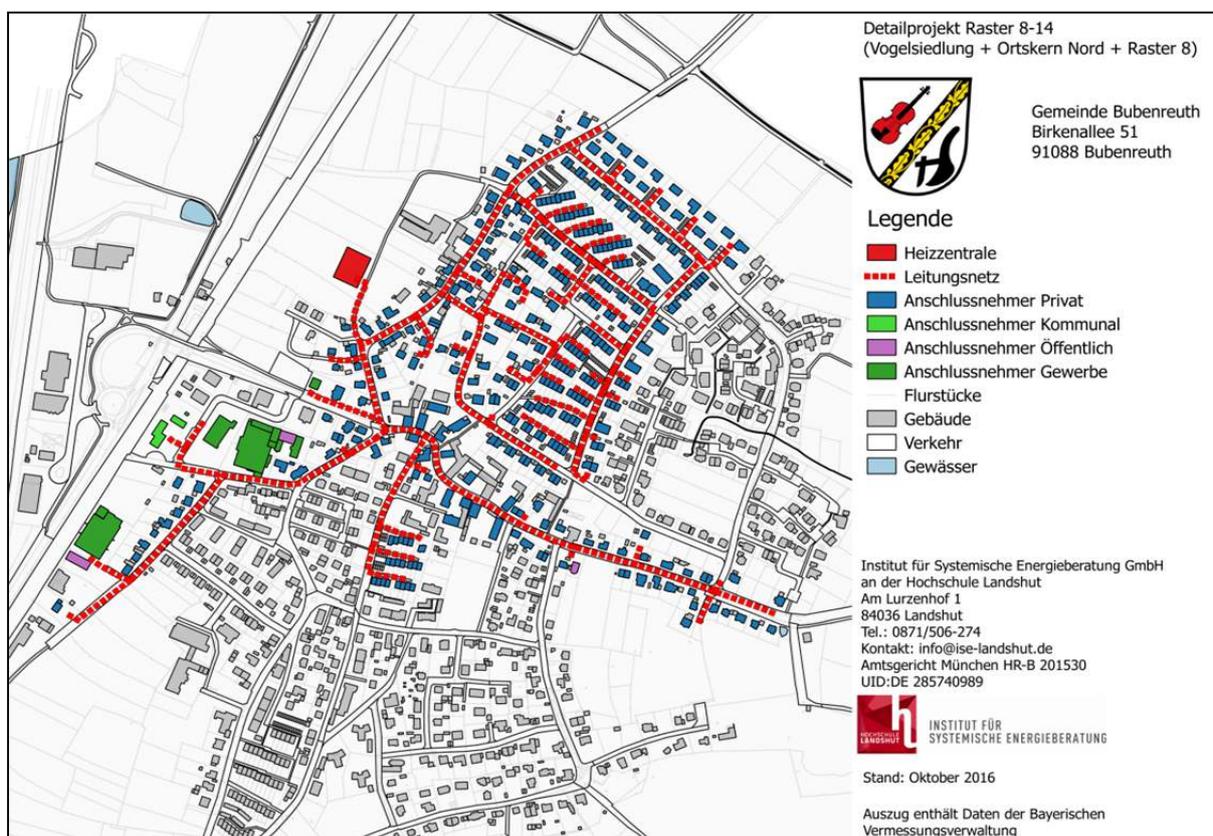


Abbildung 81: Detailprojekt: Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Kenndaten

In nachstehender Tabelle sind die angenommenen Daten des Wärmenetzes dargestellt.

Tabelle 22: Kenndaten Wärmenetz Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Kenndaten	Werte
Trassenlänge	ca. 9.430 m
Anschlussquote (max. möglich)	100 %
Benötigte Spitzenlast	5.678 kW _{th}
Gesamtwärmebedarf Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)	11.620 MWh _{th} /a
Netzverluste	1.729 MWh _{th} /a
Gesamtwärmebedarf Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet) (inkl. Netzverluste)	13.349 MWh _{th} /a
Wärmebedarfsdichte	1,2 MWh _{th} /(m*a)
Anschlussdichte	0,6 kW/m _{Trasse}

Für das Detailprojekt Raster 8, 10-14 werden, folgende Wärmeversorgungsvarianten genauer betrachtet:

Variante 1: Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel

Variante 2: Hackgutkessel/Hackgutkessel

Dimensionierung der Erzeuger

Die Wärmeerzeuger der beiden betrachteten Varianten haben die in nachfolgender Tabelle 23 dargestellten Versorgungs- bzw. Verbrauchsdaten.

Tabelle 23: Kenndaten der Wärmeerzeuger Raster 8 u. 10-14 („Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Wärmeerzeuger	Hackgutkessel / Erdgasbrennwertkessel	Hackgutkessel / Hackgutkessel
Thermische Nennleistung Grundlastherzeuger	1 x 2.000 kW	3 x 2.000 kW
Thermische Leistung Spitzenlastherzeuger	1 x 3.678 kW	-
Erzeugte Jahreswärmemenge Grundlastherzeuger	10.994 MWh (82 %)	13.355 MWh (100 %)
Erzeugte Jahreswärmemenge Spitzenlastherzeuger	2.360 MWh (18%)	-

Wärmegestehungskosten:

Der Vergleich der spezifischen Wärmegestehungskosten (vgl. Abbildung 82) zeigt einen Kostenvorteil der Wärmeversorgungskombination Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (9,2 ct/kWh_{th}) gegenüber der Vergleichskombination Hackgutkessel/Hackgutkessel (10,1 ct/kWh_{th}).

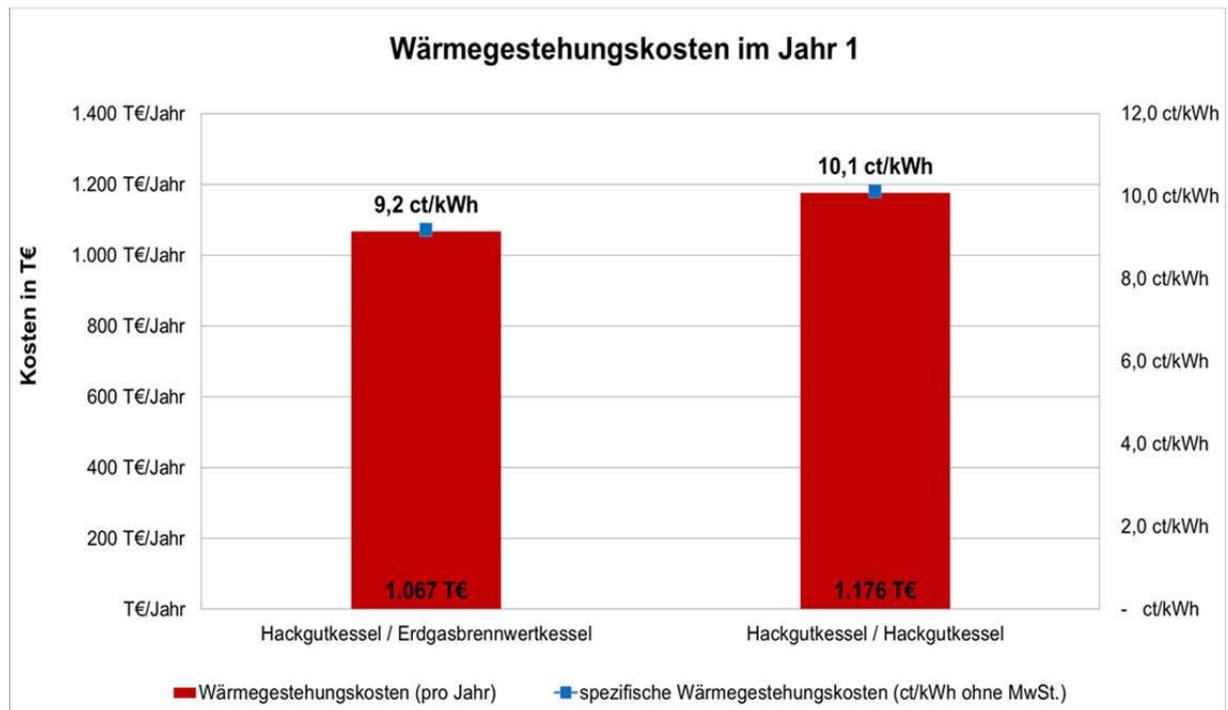


Abbildung 82: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 100 % (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Im Vergleich mit den spezifischen Wärmegestehungskosten eines Einfamilienhauses ($15,5 \text{ kW}_{\text{th}}$) liegen wiederum die spezifischen Wärmegestehungskosten der günstigsten zentralen Versorgungsvariante (Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel) nur im Falle einer bestehenden Scheitholzheizung ($7,7 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$) (netto) [VGL. CARMEN E.V. 2016_A]⁷⁸ über den Kosten einer dezentralen Versorgung. Für die zweite zentrale Versorgungsvariante (Hackgutkessel/Hackgutkessel) besteht für den Fall einer bestehenden Heizöl- bzw. Pelletheizung ($10,2 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$, netto) eine ökonomische Konkurrenzfähigkeit.

Auch im Fall dieses Detailprojekts führt eine Reduktion der Anschlussquote auf 50 % zu einem deutlichen Anstieg der Wärmegestehungskosten (ca. 2 bis $4 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$) und eine Konkurrenzfähigkeit der zentralen Wärmeversorgung gegenüber einer dezentralen Lösung ist damit nicht mehr gegeben (vgl. Abbildung 83).

⁷⁸ Die Wärmegestehungskosten einer dezentralen Erdgasheizung liegen bei $9,8 \text{ ct/kWh}_{\text{th}}$ (netto) [VGL. CARMEN E.V. 2016_A].

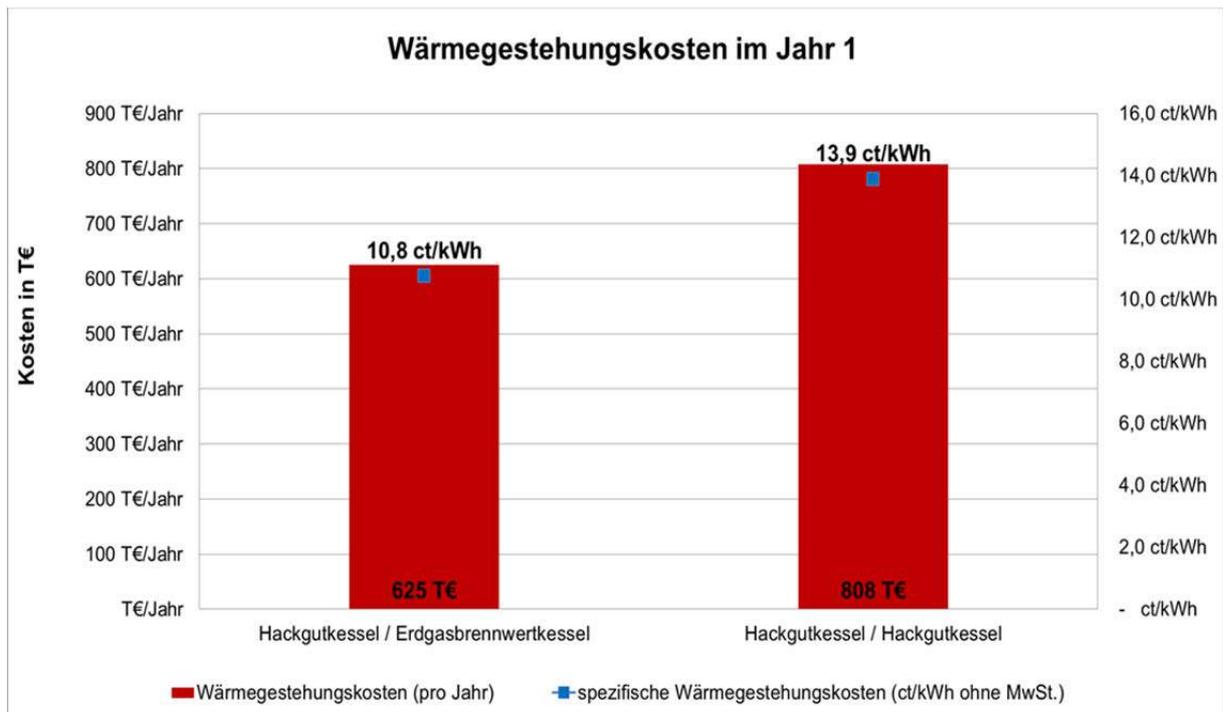


Abbildung 83: Wärmegestehungskosten – Anschlussquote 50 % (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

Sensitivitätsanalyse:

Abbildung 84 zeigt entsprechend der zuvor beschriebenen Detailprojekte, dass eine Erhöhung der Brennstoffkosten um 30 %, zu einer Erhöhung der Wärmegestehungskosten auf 10,3 ct/kWh_{th} (netto) führt, während eine Steigerung der Kapitalkosten um 30 % zu einer Erhöhung der Wärmegestehungskosten auf 9,5 ct/kWh_{th} (netto) führt.

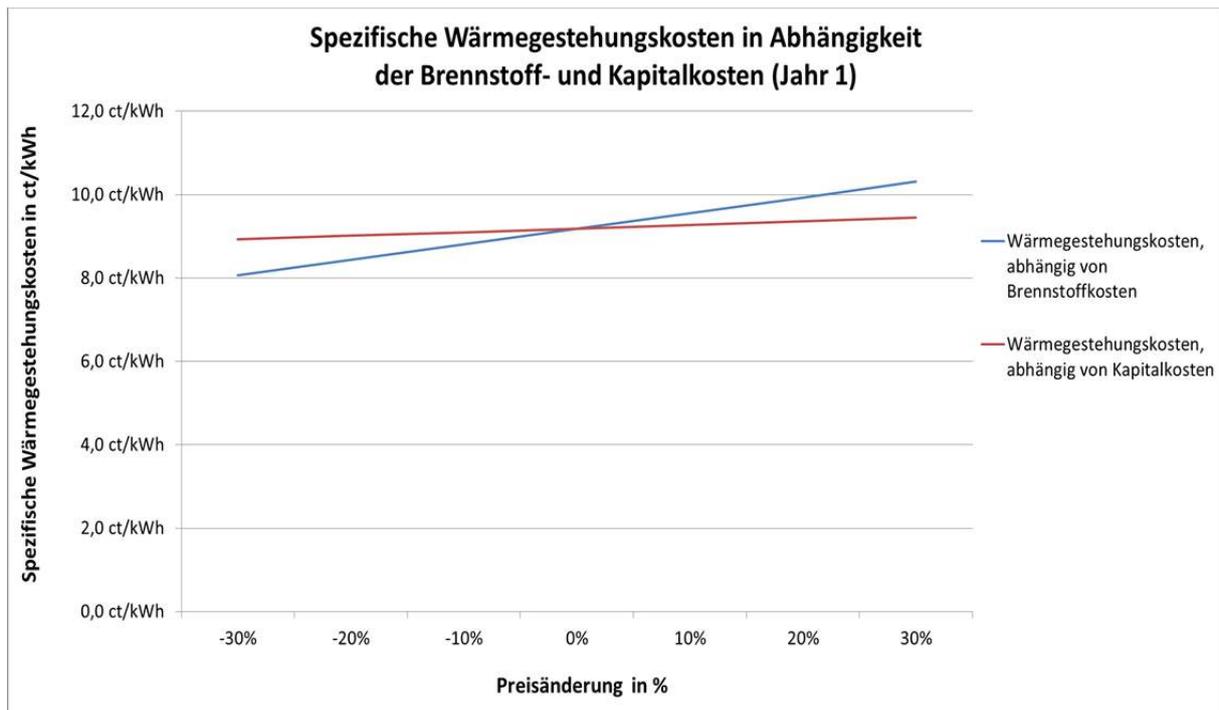


Abbildung 84: Sensitivitätsanalyse - Hackgutkessel/Erdgasbrennwertkessel (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

CO₂-Einsparpotenzial:

Das zu realisierende CO₂-Einsparpotenzial der beiden Varianten zeigt Abbildung 85. Bei einer Umsetzung der Variante Hackgutkessel/Hackgutkessel könnten pro Jahr ca. 3.000 t CO₂ eingespart werden.

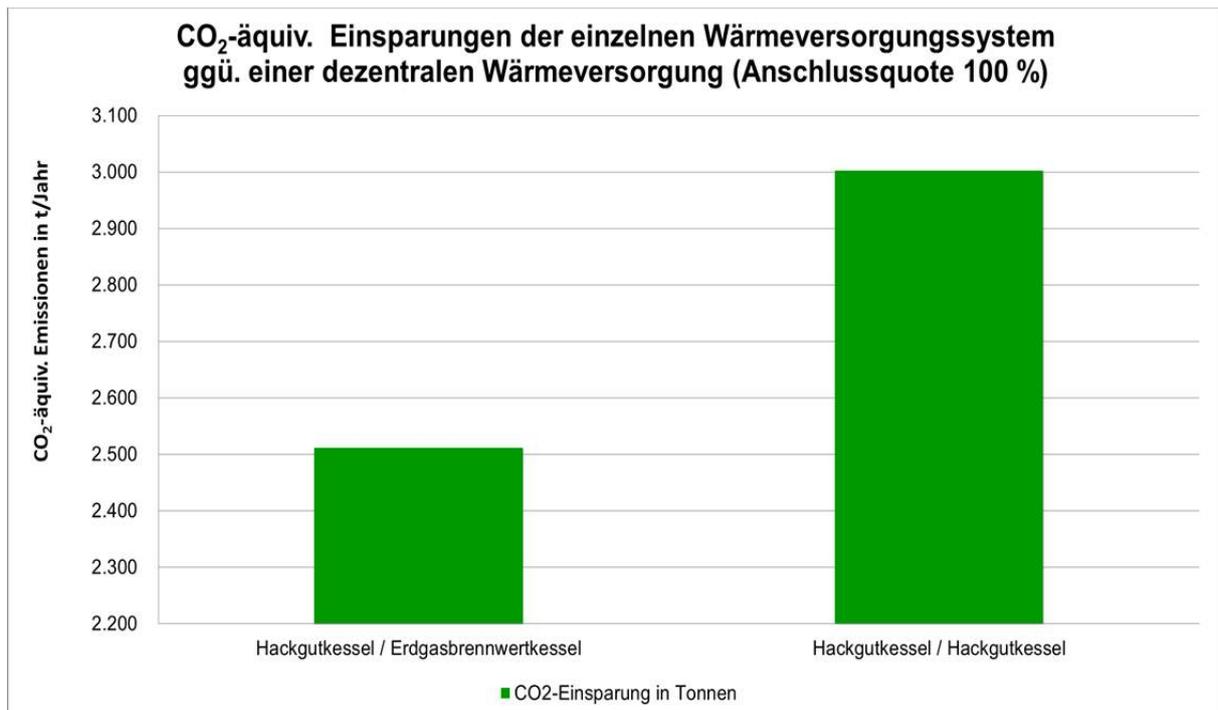


Abbildung 85: CO₂-Einsparung der einzelnen zentralen Erzeugervarianten (Raster 8 u. 10-14 „Vogelsiedlung“ + Ortskern Bubenreuth Nord zzgl. Teilbereich Gewerbegebiet)

6.3.5 Empfehlung Detailprojekte

Der Vergleich der verschiedenen zentralen Wärmeversorgungsvarianten in Kapitel 6.3.1 bis 6.3.4 (vgl. Abbildung 86) zeigt einen Rückgang der spezifischen Wärmegestehungskosten bei einer gleichzeitig absolut zunehmenden möglichen CO₂-Einsparung.

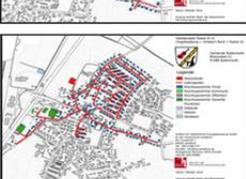
Raster 2: Wärmenetz Bubenreuth Südost		Angeschlossene Gebäude: 177 Investitionskosten: 4,3-4,6 Mio. € Spez. Wärmegest. (AQ: 100 % / 50 %): 10,0 / 11,8 ct/kWh (kostengünstigste Variante) CO ₂ -Einsparung: 737 - 1.335 Tonnen/a (Variante 1 und Variante 2)
Raster 4/5: Wärmenetz Kernbereich Geigenbauersiedlung		Angeschlossene Gebäude: 234 Investitionskosten: 4,8-5,3 Mio. € Spez. Wärmegest. (AQ: 100 % / 50 %): 10,2 / 11,2 ct/kWh CO ₂ -Einsparung: 1.148 - 1.402 Tonnen/a
Raster 11-14: Wärmenetz Vogelsiedlung + Bereich Hauptstraße		Angeschlossene Gebäude: 329 Investitionskosten: 6,9-7,6 Mio. € Spez. Wärmegest. (AQ: 100 % / 50 %): 9,5 / 10,2 ct/kWh CO ₂ -Einsparung: 1.812 - 2.427 Tonnen/a
Raster 8-14: Wärmenetz Vogelsiedlung + Bereich Hauptstraße + Teilbereich Raster 8 und 12		Angeschlossene Gebäude: 384 Investitionskosten: 8,4-9,2 Mio. € Spez. Wärmegest. (AQ: 100 % / 50 %): 9,2 / 10,1 ct/kWh CO ₂ -Einsparung: 2.512 - 3.003 Tonnen/a

Abbildung 86: Gesamtübersicht der untersuchten zentralen Wärmeversorgungsvarianten

Der Rückgang der spezifischen Wärmegestehungskosten resultiert dabei aus dem gegenüber den jährlichen Gesamtkosten im Verhältnis stärker ansteigenden Gesamtwärmebedarf. Dieser Effekt ergibt sich bei den betrachteten Netzvarianten durch eine hauptsächlichliche Erschließung von potenziellen Anschlussnehmern entlang der Haupttrasse (z. B. Erweiterung Hans-Paulus-Straße und Frankenstraße) bzw. eine Fokussierung auf die Kernbebauung („Geigenbauersiedlung“).

Mit zunehmender Netzgröße (Wärmebedarf, Leitungslänge) zeigt sich für die betrachteten Netzvarianten unter den angenommenen Rahmenbedingungen (Anschlussquote 100 %) eine zunehmende ökonomische und ökologische Vorteilhaftigkeit gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung.

Bei einer Berücksichtigung von Einzelfeuerstätten sowie einer nur teilweisen Bereitschaft potenzieller Anschlussnehmer zum Anschluss an ein geplantes Wärmenetz, hier abgebildet durch eine verringerte Anschlussquote (50 % Anschlussquote), zeigt sich für alle Netzvarianten ein Wegfall der ökonomischen Vorteilhaftigkeit gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung.

Eine ökonomische Vorteilhaftigkeit einer zentralen Wärmeversorgung hängt somit unmittelbar von einer erzielbaren Anschlussquote bzw. -bereitschaft in den jeweiligen Netzgebieten ab. Im Hinblick auf die Weiterverfolgung möglicher Wärmenetzvarianten sollte in einem ersten Schritt eine Befragung von Bürgern und Gewerbebetrieben zur Ermittlung einer möglichen Anschlussbereitschaft sowie zur Abfrage weiterer notwendiger Grunddaten (energetischer Gebäudezustand, vorhandene Anlagentechnik, Wärmeverbrauch etc.) durchgeführt werden (vgl. hierzu auch Maßnahmenvorschläge Kapitel 9.2).

6.4 Vor-Ort-Besichtigung

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplanes sind zwei Gewerbebetriebe ([REDACTED]) sowie zwei kommunale Liegenschaften (Rathaus, Feuerwehr) mittels einer Vor-Ort-Besichtigung auf die jeweiligen energetischen Optimierungsmöglichkeiten hin untersucht worden.

Konkrete energetische Optimierungsmöglichkeiten lagen vor allem bei den beiden Gewerbebetrieben vor. Diese sind hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Wirkung bewertet worden und werden in Kapitel 6.4.2 und 6.4.3 beschrieben.

Auswahl der Betriebe:

Die Auswahl der Betriebe erfolgte in enger Absprache mit dem Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“. Dabei sind folgende Kriterien angewandt worden:

- Ortsbildtypische Charakteristik des Gewerbebetriebs (z. B. Musikinstrumentenbau)
- Vorhandensein ähnlicher Betriebsstrukturen in der Kommune (Übertragbarkeit)
- Bereitschaft zur Teilnahme

Vorgehensweise:

Die Vorgehensweise der Vor-Ort-Besichtigung stellt sich wie folgt dar:

- Erstellung eines betriebsspezifischen Fragebogens
- Vor-Ort-Besichtigung (Vorbesprechung/Begehung)
- Auswertung der Fragebögen (Daten) mit Festlegung der Maßnahmenvorschläge
- Ggf. Durchführung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Ziele der Vor-Ort-Besichtigung

Ziel der Vor-Ort-Besichtigung war es neben der Erfassung des energetischen Ist-Zustands und der Ermittlung von Effizienzpotenzialen mögliche Übertragbarkeiten auf andere Gewerbebetriebe bzw. Liegenschaften zu identifizieren.

6.4.4 Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung – kommunale Liegenschaften

Nachfolgend werden die Ergebnisse der beiden kommunalen Liegenschaften dargestellt:

Feuerwehrhaus:

Das Feuerwehrhaus (Frankenstraße 47) ist in der Vergangenheit um eine neue Schlauch-trocknungshalle erweitert worden. Die Beheizung des Gebäudes erfolgt im Obergeschoss durch vorhandene Nachtspeicheröfen sowie im Bereich der Fahrzeughalle durch elektrische Heizluftgebläse. Die Warmwasserbereitung wird durch dezentrale Elektro-Durchlauferhitzer bewerkstelligt. Daneben existiert seit dem März 2015 eine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Gebäudes, welche eine (teilweise) direkte Stromnutzung am Standort ermöglicht. So konnte seit der Installation der Photovoltaikanlage der Stromverbrauch des Gebäudes bereits zu 55 % (Stand November 2016) durch direkt vor Ort erzeugten „Sonnenstrom“ gedeckt werden. Hinsichtlich der thermischen Gebäudehülle ist im Bereich des Aufenthaltsraumes (Obergeschoss) eine Erneuerung der bestehenden Holzfenster geplant. Weiter sollte eine Dämmung des oberen Gebäudeabschlusses (Dach) im Bereich der Fahrzeughalle zur Minimierung der Transmissionswärmeverluste geprüft werden. Tabelle 27 stellt die Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung in tabellarischer Form zusammengefasst dar.

Tabelle 27: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - Feuerwehrhaus

Bereich	Beschreibung
Bereits umgesetzte Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neubau der Schlauchtrocknungshalle ▪ Installation einer Photovoltaikanlage mit der Möglichkeit zum direkten Eigenverbrauch
Besichtigung	<p>Wärmeerzeuger:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nachtspeicheröfen im Aufenthaltsraum (Obergeschoss) ▪ Elektrische Heizgebläse in der Fahrzeughalle ▪ Elektrische Durchlauferhitzer (Warmwasserbereitung) <p>Photovoltaikanlage:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Inbetriebnahme: 03/2015 ▪ Nennleistung: 9,95 kWp ▪ EV-Quote: ca. 35 % ▪ Autarkiegrad: ca. 55 % <p>Gebäudehülle:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Holzfenster im Sitzungssaal (Obergeschoss)
Effizienzmaßnahmen	<p>Geplant:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tausch der Holzfenster im Obergeschoss (Aufenthaltsraum, Erdgeschoss) <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deckendämmung in der Fahrzeughalle

Rathaus:

Das Rathausgebäude ist im Zeitraum von 2013 bis 2016 bereits größtenteils energetisch saniert. Neben einer Sanierung der gesamten energetisch wirksamen Gebäudehülle sind auch Optimierungen der Anlagentechnik (z. B. Innenbeleuchtung⁸⁶) durchgeführt worden. Im Hinblick auf die Effizienzverbesserung der Wärmeversorgungsanlage (Erdgasbrennwertkessel), wird insbesondere ein hydraulischer Abgleich, verbunden mit einer ggf. Absenkung der Heizwasservor- bzw. Rücklauftemperatur, empfohlen. Weiter sollte eine Dämmung der oberen Geschossdecke im linken Bürotrakt des Gebäudes erfolgen um eine vollständige Optimierung der thermischen Gebäudehülle zu erreichen. In Tabelle 28 sind die Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung des Rathauses nochmals übersichtlich dargestellt.

Tabelle 28: Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung - Rathaus

Bereich	Beschreibung
Allgemeines	Das Gebäude wurde bereits zum größten Teil energetisch saniert (2013–2016).
Bereits umgesetzte Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erneuerung der Fenster durch Fenster mit 2-fach Verglasung ▪ Teilweise Erneuerung der Radiatoren (durch Heizkörper) und Thermostatköpfe ▪ Wärmedämmverbundsystem (Außenwanddämmung) für ganzes Gebäude ▪ Deckendämmung (rechter Gebäudetrakt) ▪ Umstellung der Bürobeleuchtung auf LED-Technik (rechter Gebäudetrakt) ▪ Einbau von Präsenzmeldern (Beleuchtung) in den Fluren
Besichtigung	<p>Wärmeerzeuger:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erdgasbrennwertkessel, Baujahr 2006, (Zentral) für Heizung und WW ▪ Nachtabsenkbetrieb ▪ Umwälzpumpe mit elektrischer Drehzahlregelung ▪ Hohe Vorlauftemperaturen (70/50°C) bei -3°C Außentemperatur und Sonnenschein ▪ Elektrische Durchlauferhitzer (Warmwasserbereitung) <p>Beleuchtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Leuchtstofflampen im linken Gebäudetrakt (z. B. Bücherei)
Effizienzmaßnahmen	<p>Geplant:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sanierung der Beleuchtungsanlagen im linken Gebäudetrakt (Umstellung auf LED-Technik) <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dämmung oberste Geschossdecke (Dacherneuerung notwendig) ▪ Prüfung/Anpassung der Vorlauftemperaturen (hydraulischer Abgleich)

⁸⁶ Die Optimierung der Beleuchtungstechnik ist bislang für den rechten Gebäudetrakt durchgeführt worden.

6.5 Auswirkungen auf die pro Kopf CO₂-Emissionen

Wie in Kapitel 5.5 dargestellt, führt die Umsetzung aller möglichen thermischen und elektrischen Einspar- und Effizienzmaßnahmen (Szenario Klimaplus) sowie der erneuerbaren Energiepotenziale bis 2022 zu einer deutlichen Verringerung der pro Kopf CO₂-Emissionen. Unter weiterer Berücksichtigung der maximalen CO₂-Einsparpotenziale, welche sich bei einer Umsetzung der in den Kapitel 6.3.1 bis Kapitel 6.3.4 beschriebenen Wärmenetzvarianten erzielen lassen, könnten sich die pro Kopf Emissionen nochmals um maximal ca. 1,3 t/Kopf reduzieren⁸⁷.

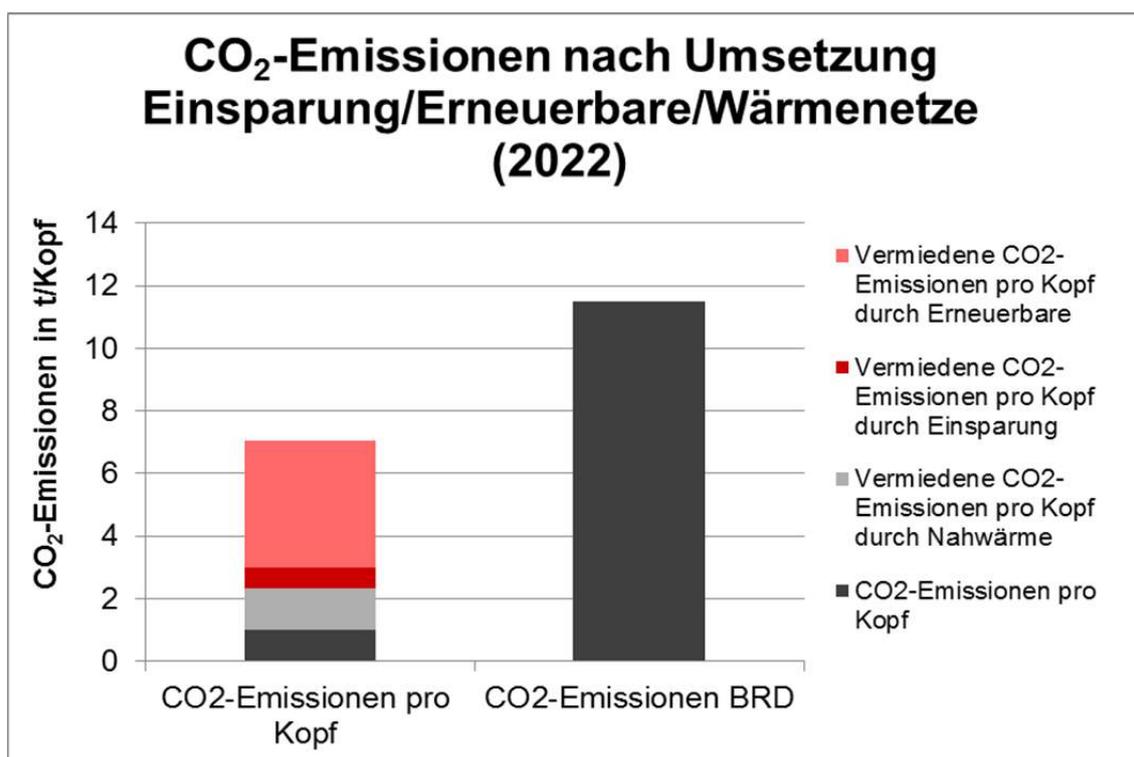


Abbildung 98: Pro Kopf CO₂-Emissionen in der Gemeinde Bubenreuth nach Hebung der Einspar- und Effizienzpotenziale sowie der Potenziale erneuerbarer Energien und Umsetzung der Wärmenetze

⁸⁷ Unter Berücksichtigung der ökologischsten Wärmeversorgungsvariante aller betrachteter Wärmenetze aus Kapitel 6.3.

7 Verkehr

Mit einem Anteil von 38 % an den jährlichen CO₂-Emissionen bzw. 40 % am gesamten Endenergieverbrauch stellt der Verkehrssektor einen signifikanten Ansatzpunkt zur Verringerung der CO₂-Emissionen bzw. des Endenergiebedarfs in der Gemeinde Bubenreuth dar. Im nachfolgenden Kapitel wird daher detailliert auf den Verbrauchersektor Verkehr eingegangen. Dabei werden die aktuelle Verkehrsinfrastruktur in der Gemeinde Bubenreuth dargestellt und Ansätze zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens im Gemeindegebiet aufgezeigt.

7.1 Aktuelle Verkehrsinfrastruktur

Die Gemeinde Bubenreuth ist wie bereits in Kapitel 1.1 beschrieben, über den „Frankenschnellweg“ (Bundesautobahn A 73), die Bundesstraße B 4 sowie über eine Staatsstraße als auch über die S-Bahnlinie S1 und mehrere Buslinien erreichbar.

S-Bahn-Anbindung

Die Gemeinde Bubenreuth ist durch eine im nördlichen Siedlungsbereich befindliche Haltestelle an das Schienennetz der Deutschen Bahn (DB) angeschlossen (siehe Abbildung 99). Die betreffende S-Bahnlinie 1 (Forchheim – Nürnberg – Hartmannshof) befindet sich auf diesem Streckenabschnitt im Bereich des Verkehrsverbundes Großraum Nürnberg GmbH (VGN) und verbindet die Gemeinde Bubenreuth mit der Metropolregion Nürnberg (Süden) als auch mit der Stadt Bamberg (Norden). Die Taktung der Linienführung erfolgt innerhalb der Kernzeit von 06:00 Uhr bis 18:00 Uhr (wochentags) halbstündlich.

Die Bahnstrecke wird neben der Nutzung als S-Bahnlinie S1 weiter durch eine Vielzahl von Personenfernverkehrszugverbindungen (ICE/IC) genutzt. Beispielsweise stellt die Bahnlinie (München-) Nürnberg in Richtung Berlin eine der Hauptverkehrsachsen im deutschen Eisenbahnnetz dar. Weiter verkehren verschiedene nationale und internationale Güterzugverbindungen (u. a. Teil der europäischen Hauptgüterzugverbindung von Skandinavien nach Sizilien) auf diesem Streckenabschnitt. Das hohe Streckenaufkommen auf diesem Gleisabschnitt führte somit zu einem notwendig werdenden Ausbau des Schienennetzes von einer 2-gleisigen auf eine 4-gleisigen Streckenführung [VGL. REGIERUNG VON MITTELFRANKEN O. A., S. 5]. Der Beginn der Bauarbeiten erfolgte im Jahr 2016. Neben dem Ausbau des Schienennetzes ist auch die Lärmschutzvorrichtungen (Lärmschutzwall) entlang der Bahnlinie verstärkt worden.

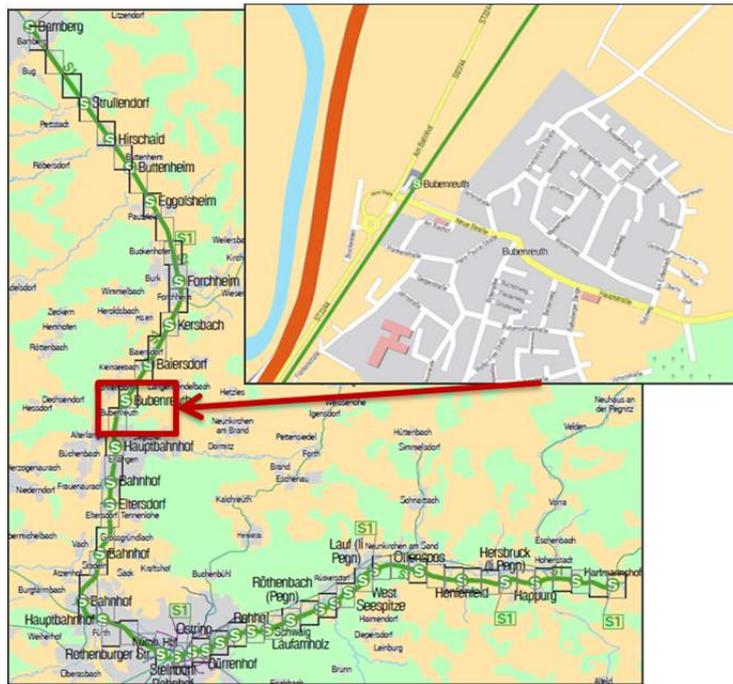


Abbildung 99: Bestehende S-Bahn-Anbindung

QUELLE: VERKEHRSBUND GROßRAUM NÜRNBERG 2017

Derzeit läuft die Finalisierung des 4-gleisigen Schienennetzausbaus der Deutschen Bahn (DB) im Bereich des Gemeindegebietes Bubenreuths. Der Abschluss der Bauarbeiten wird für Mitte 2017 erwartet.

Busanbindung:

Das Gemeindegebiet Bubenreuth wird aktuell durch zwei Buslinie des Verkehrsbundes Großraum Nürnberg (VGN) erschlossen. Die beiden Buslinien führen dabei vertikal durch das gesamte Gemeindegebiet. Die Linienführung der beiden Buslinien ist entsprechend in Abbildung 100 dargestellt:

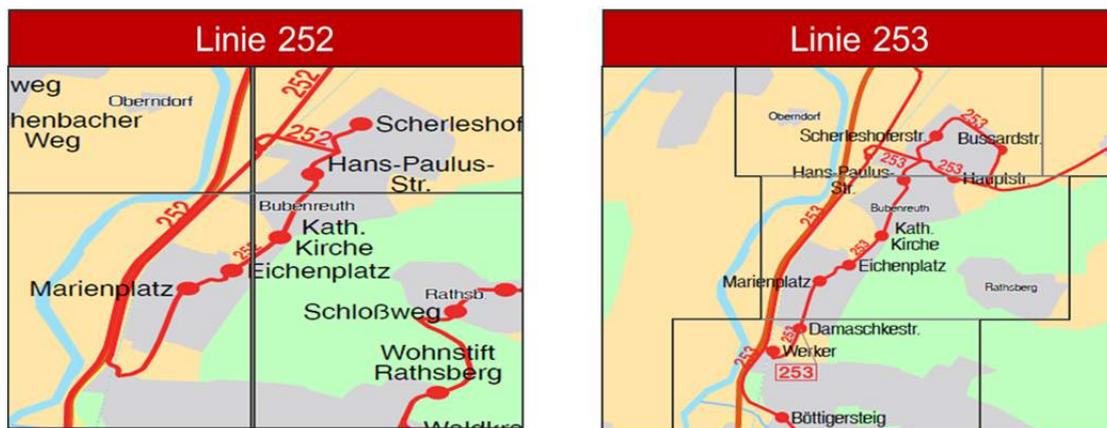


Abbildung 100: Bestehende Busanbindungen an Netz des VGN

QUELLE: VERKEHRSBUND GROßRAUM NÜRNBERG 2017_A

Die einzelnen Buslinien unterscheiden sich sowohl anhand der Anzahl der Haltestellen im Gemeindegebiet als auch in der Taktung innerhalb der täglichen Kernzeit unter der Woche sowie der Möglichkeit einer Nutzung außerhalb von Schultagen. Diese Kriterien sind in nachfolgender Tabelle 29 für die beiden Buslinien vergleichend dargestellt:

Tabelle 29: Kenndaten der VGN Buslinien mit Anbindung an die Gemeinde Bubenreuth

Kenndaten	Linie 252	Linie 253
Haltestellen im Stadtgebiet	5	8
Taktung wochentags innerhalb Kernzeit von 6:00 Uhr bis 18:00 Uhr	1 – 2 x stündlich	stündlich, halbstündlich
Betrieb außerhalb von Schultagen	sehr eingeschränkt	ja

[Quelle: Eigene Darstellung nach VERKEHRSBUND GROßRAUM NÜRNBERG 2017_A]

Fuß- und Radwegenetz

Das Fußwegenetz der Gemeinde Bubenreuth zeichnet sich durch Gehwege entlang von Haupt- und Erschließungsstraßen sowie gassenähnliche Verbindungen als auch schmale Wege im Bereich der Reihenhaussiedlungen (z.B. Schönbacher Straße) aus. Ein eigenständiges, durchgehendes Radwegenetz existiert bis dato nicht. Die einzigen ausgewiesenen Flächen stellen ein begleitender Fuß- und Radweg entlang der „Neue Straße“ (Start/Ziel S-Bahnhof) sowie entlang der Hauptstraße ortsauwärts in Richtung Bräuningshof dar [VGL. MEYER-SCHWAB-HECKELSMÜLLER 2016, S. 56].

Überregional/-kommunal ist die Gemeinde Bubenreuth über den „Regnitz-Radweg – Fränkische Schweiz“ nach Norden und nach Süden mit den benachbarten Gemeinden verbunden. Die Routenführung orientiert sich dabei am Verlauf der Regnitz bzw. der Bundesautobahn A 73 und verläuft dabei über Radwege bzw. Nebenstraßen [VGL. TOURISMUSZENTRALE FRÄNKISCHE SCHWEIZ 2014]. In Bezug auf die benachbarte Stadt Erlangen existiert bis dato kein eigenständiger Fahrradweg mit Anschluss an das dortige Fahrradwegenetz [VGL. MEYER-SCHWAB-HECKELSMÜLLER 2016, S. 56].

Pedelects

Die Gemeinde Bubenreuth hat im Jahr 2015 zwei Fahrräder mit elektronischer Tretunterstützung (Pedelec), zum möglichen Verleih an interessierte Bürger, angeschafft. Dadurch wird interessierten Bürgern die Möglichkeit zur praxisnahen Auseinandersetzung mit den Themen „Elektromobilität“ und „Teilen (Sharing) von Fahrzeugen“ ermöglicht.

Die Vorteile durch die Nutzung eines Pedelects liegen im Besonderen in der möglichen Bewältigung größerer Distanzen (5-20 km) und Höhenunterschiede (Pistolenschlucht, Marienplatz, Kanaldenkmal). Zudem stellt der gemeinsame Nutzen eines klimafreundlichen Fortbewegungsmittels ein weiteres positives Bewertungskriterium dar.

Der Betrieb des Pedelect-Verleihs wird durch die Initiativ-Gruppe Mobilität (IGM) durchgeführt, die sich gleichzeitig auch um die Wartung und Instandsetzung der Fahrräder kümmert. Die Pedelects können gegen eine Jahresgebühr von 12 € von März bis November bei entsprechender Verfügbarkeit am Rathaus entliehen werden [VGL. GEMEINDE BUBENREUTH 2017_F]. Das Projekt wird aller Wahrscheinlichkeit nach Ende 2017 auslaufen.

E-Mobilität:

Derzeit existieren in der Gemeinde Bubenreuth keine öffentlich zugänglichen Ladesäulen.

Parkplatzsituation

In der Gemeinde Bubenreuth existieren mehrere größere (öffentliche) ausgewiesene Parkmöglichkeiten die sich im Wesentlichen auf den nördlichen Siedlungsbereich der Gemeinde erstrecken. Im Einzelnen sind dies⁸⁸:

- Park & Ride Parkplatz (Bahnhof)
- Parkplatz (Jahnstraße)
- Parkplatz (Frankenstraße)
- Parkplatz (Hirtenstraße) (Friedhof Ost- und Westseite)

Eine bestehende Problematik stellt die Parkplatzsituation am S-Bahnhof dar. Aufgrund der tariflich geschuldeten zum großen Teil überkommunalen Parkplatznutzung, entstehen regelmäßige Engpässe in diesem Bereich. Für das direkt angrenzende und aktuell in der Erschließung befindliche Gewerbegebiet „Hoffeld“ konnten jedoch aufgrund verschiedener Restriktionen keine weiteren Parkflächen in der Beplanung des Baugebietes mit berücksichtigt werden.

Eine zusammenfassende Übersicht der innerörtlichen Verkehrsinfrastruktur in der Gemeinde Bubenreuth zeigt Abbildung 101.

⁸⁸ VGL. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND TECHNOLOGIE 2015

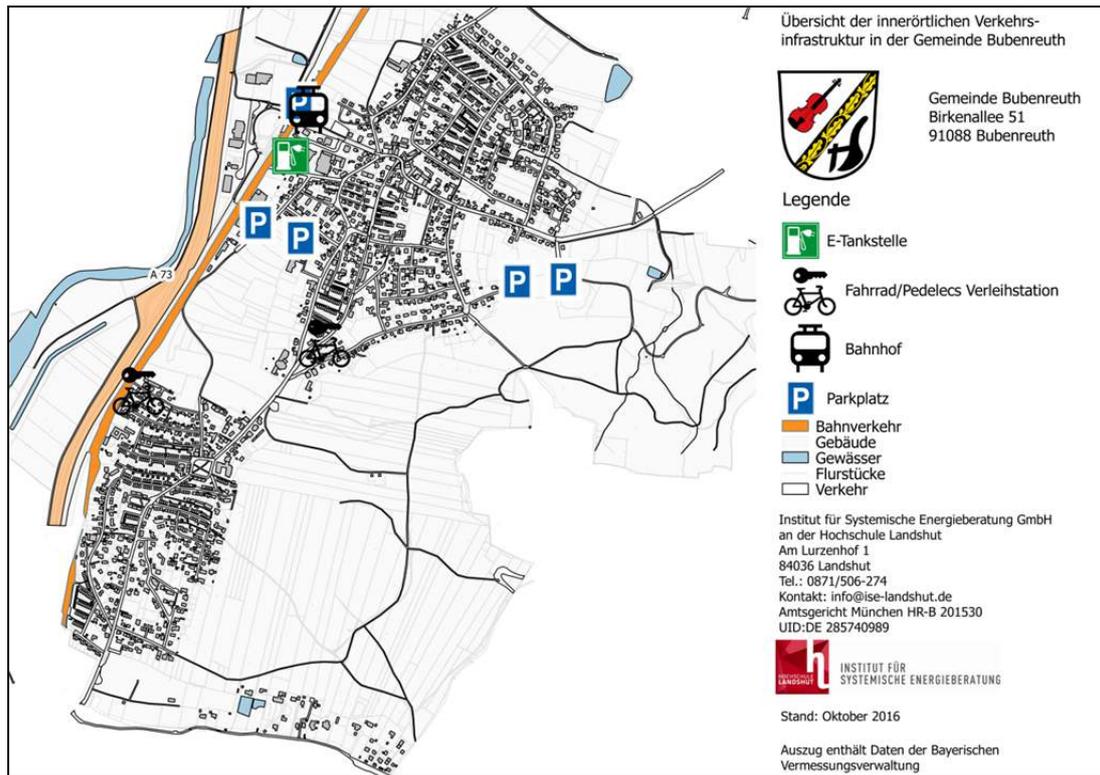


Abbildung 101: Übersicht der innerörtlichen Verkehrsinfrastruktur in der Gemeinde Bubenreuth

7.2 Maßnahmenvorschläge

Nach Auswertung des Ist-Zustands sowie nach Abstimmung mit dem Projektteam sind nachfolgende Maßnahmen für die Gemeinde Bubenreuth aus dem Bereich Mobilität zur Umsetzung definiert worden. Eine detaillierte Ausführung der jeweiligen Maßnahmen mit weiterführenden Ergänzungen zu Fördermitteln, Umsetzungszeitraum etc. findet sich in Kapitel 9.2.4. Tabelle 30 zeigt die in der Steuerungsrunde diskutierten Maßnahmen, deren voraussichtlichen Zeitaufwand für die Umsetzung sowie vorliegende Informationen nochmals zusammenfassend auf. Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen sind aus der Diskussion dieser Vorschlagsliste mit dem Projektteam definiert worden.

Tabelle 30: Mögliche Maßnahmen im Bereich Verkehr

Maßnahmen	Zeitliche Umsetzung	Status / Informationen
„Siedlung der kurzen Wege“ (Berücksichtigung in der Bauleitplanung „Posteläcker“)	2-3 Jahr	-
Jobticket	2-3 Jahre	-
Temporeduzierung (gut bearbeitet, Nebenstraßen Tempo 30)	3-4 Jahre	-
Erweiterung Parkraummanagement (Kurzparkzonen überprüfen)	2 Jahre	-
Ausweitung der Radwege (z. B. Radschnellweg)	5 Jahre	-
Aufbau oder Anschluss an ein bestehendes (E-)Carsharing-System	-	-
Ausweitung des Bike-Sharing-Angebots (z. B. Pedelecs)	1 Jahr	2 Pedelecs vorhanden, aktuell noch keine Nutzungsstatistiken vorhanden
Aufbau einer „Mitfahr-App“	8 Monate	
Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel (S-Bahn, Fahrrad, Pedelec etc.) mittels einer verkehrsmittelübergreifenden Mobilitätsstation		
Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur für Elektroautos in Abstimmung mit den weiteren Landkreiskommunen (z. B. gemeinsames Abrechnungssystem)	-	1 Ladestation (Bauhofgelände), aktuell noch keine Nutzungsstatistiken vorhanden
Spritsparschulungen über Fahrschulen	6 Monate	-
Konzepterarbeitung (z. B. Teilbereich Rad- und Fußverkehr) im regionalen/ landkreisweiten Zusammenschluss in Form eines Klimaschutzteilkonzeptes	12 Monate	-
Ausbau & Taktverbesserung der VGN Busanbindung (insbesondere in Richtung S-Bahnstation)	2-3 Jahre	-

- **Verkehrsuntersuchung**

Für eine Erfassung der relevanten Verkehrsströme nach und aus Bubenreuth bzw. innerhalb der Grenzen Bubenreuths sollte eine Verkehrsuntersuchung durchgeführt werden. Hierzu muss der Abschluss der Bauarbeiten entlang der S-Bahnlinie (voraussichtlich Mai 2017) abgewartet werden, um ein repräsentatives Abbild der Verkehrsströme nach und aus Bubenreuth zu erhalten. Aus den Ergebnissen der Verkehrsuntersuchung lassen sich anschließend Maßnahmen analysieren, die zu einem Rückgang bzw. einer Optimierung der Verkehrsflüsse führen sollen. Weiter liefert die Untersuchung wichtige Ergebnisse (z.B. notwendiger Straßenneubau etc.) im Hinblick auf die bauplanerische Gestaltung des Bereichs „Posteläcker“.

- **Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur**

Im Gemeindegebiet Bubenreuth existiert zum Zeitpunkt der Konzepterstellung eine Ladesäule für Elektrofahrzeuge, die bisher jedoch ausschließlich für eine kommunale Nutzung zur Verfügung steht. Die Gemeinde sollte daher prüfen, ob eine (un)entgeltliche Nutzungsmöglichkeit für private Verkehrsteilnehmer ermöglicht werden kann. Weiter sollte der Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur geprüft werden, um eine fortschreitende Elektrifizierung des Automobilsektors vorantreiben zu können.

- **Spritschulungen über Fahrschulen**

Eine Maßnahme zur Verringerung des Endenergieverbrauchs durch den Sektor Verkehr stellt weiter die Einführung von Spritsparschulungen durch die örtliche Fahrschule dar. Durch Spritsparschulungen sollen interessierte Bürger im Rahmen einer Fahrstunde über mögliche Ansätze zu einer spritsparenden und umweltschonenden Fahrweise informiert und dahingehend sensibilisiert werden. Die Schaffung eines solchen Angebotes sollte in Zusammenarbeit mit der örtlichen Fahrschule forciert und werbewirksam präsentiert werden. Als möglicher Anreiz zur Nutzung des Angebotes durch interessierte Bürger könnte die Gemeinde Bubenreuth unterstützend einen Teilkostenbeitrag für in Anspruch genommene Fahrstunden leisten.

- **Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsteilnehmer**

Die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen (Fußgänger, Radverkehr, Busverkehr, S-Bahnverkehr, motorisierter Individualverkehr) sollte im Hinblick auf eine Verringerung des motorisierten Individualverkehrs fokussiert werden. Eine Möglichkeit hierzu bietet sich durch die Schaffung sog. „verkehrsmittelübergreifender Mobilitätsstationen“ (z. B. Radabstellanlagen, gesonderte Abstellflächen für CarSharing-Fahrzeuge etc.) mittels derer ein Anreiz für die verstärkte Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel (S-Bahn, Bus) geschaffen werden soll.

- **„Siedlung der kurzen Wege“**

Im Falle der bauplanerischen Gestaltung des Bereichs „Posteläcker“ soll auf eine strukturell ausgewogene Durchmischung miteinander verträglicher Nutzungen geachtet werden. Dadurch soll die Lebensqualität erhöht werden und die Gemeinde als Wohn- und Aufenthaltsort attraktiver gemacht werden. Zudem sollen der Flächenverbrauch sowie Umweltprobleme aus einer ausufernden Mobilität begrenzt werden.

Mögliche Ansätze zur Gestaltung sind:

- Erhalt der Nahversorgung mit Gütern des täglichen Verkehrs
- Autofreies und autoreduziertes Wohnen
- Vorsehung entsprechender Rad- und Fußgängerverkehrsflächen
- Steuerung des ruhenden Verkehrs
- etc.

- **Konzepterarbeitung – Teilbereich Rad- und Fußverkehr**

Der Ist-Zustand des Rad- und Fußverkehrs sollte mittels eines Mobilitätskonzeptes für den Rad- und Fußverkehr, im Hinblick auf eine Verringerung des motorisierten Individualverkehrs und einer Mobilitätssteigerung einzelner Bevölkerungsgruppen, in Zusammenarbeit mit dem Landkreis detailliert untersucht werden. Die aus den Ergebnissen der Untersuchung hervorgehenden Potenziale und Notwendigkeiten zur Optimierung/Ausbau der entsprechenden Infrastruktur sollen weiter verfolgt und umgesetzt werden.

8 Energiestrategie und Controlling für die Gemeinde Bubenreuth

In Kapitel 8 wird einerseits eine mögliche Energiestrategie, die sich an den Ergebnissen des Energienutzungsplans (Ist- Analyse und Potenzialanalyse) sowie übergeordneten Zielen orientiert dargestellt und andererseits ein mögliches Controlling aufgezeigt.

8.1 Energiestrategie

Die Gemeinde Bubenreuth hat bereits in der Vergangenheit mit dem eigens ausgerufenen Ziel einer autarken, auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung (siehe Kapitel 1.7) einen wichtigen Grundstein für die Umsetzung der Energiewende vor Ort gelegt. Die nachfolgende Energiestrategie für die Gemeinde Bubenreuth soll sich neben den gesteckten (nicht-quantifizierten) Zielen der Gemeinde Bubenreuth weiter an den (quantifizierten) Zielen des bundesdeutschen Energiekonzeptes als auch an den Vorgaben des von der Bundesregierung ratifizierten UN-Klimaschutzabkommen von Paris orientieren. Nachfolgende Tabelle 31 stellt diese Ziele dar.

Abkommen/Vereinbarungen	Zielsetzungen
Pariser Klimaabkommen	<ul style="list-style-type: none"> Die Erderwärmung soll im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf „weit unter“ 2 Grad Celsius beschränkt werden. Avisiert wird ein Temperaturanstieg von 1,5 Grad Celsius.
Bundesrepublik Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> Die Erderwärmung soll auf maximal 2 Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter begrenzt werden. Ziel der Bundesregierung ist die Reduktion der Emissionen von mindestens 40 % bis 2020 bzw. 80 % bis 95 % bis 2050 im Vergleich zum Jahr 1990. Das Pariser Klimaabkommen ist durch die Bundesrepublik Deutschland ratifiziert worden.
Gemeinde Bubenreuth	<ul style="list-style-type: none"> Die Energieversorgung der Gemeinde Bubenreuth soll möglichst autark erfolgen.

Tabelle 31: Zielsetzungen verschiedener Abkommen sowie der Gemeinde Bubenreuth

QUELLE: BUNDESREGIERUNG 2015, BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE 2016,
GEMEINDE BUBENREUTH 2016_B

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Energienutzungsplans der Gemeinde Bubenreuth mit diesen übergeordneten Zielen zusammengeführt, um daraus eine Energiestrategie ableiten zu können. Grundsätzlich werden dazu (erneut) beide Optimierungsseiten betrachtet. Zum einen die Energiebedarfsseite, die durch Effizienz- und Einsparungsmaßnahmen reduziert werden kann, zum anderen die Energieerzeugungsseite, die durch erneuerbare Energiepotenziale optimiert werden kann. Vorschläge, welche konkreten Maßnahmen durchgeführt werden sollten, werden in Kapitel 9 aufgezeigt.

Elektrische Energie

Bei nochmaliger Betrachtung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Bereich Strom aus Kapitel 5.2.1 kann festgestellt werden, dass bei Erfüllung des Szenarios Klimaplust eine Reduktion des Stromverbrauchs um max. 27 % in den nächsten acht Jahren (bis 2022) erreicht werden kann.

Thermische Energie

Die Ergebnisse aus Kapitel 5.2.2 zeigen, dass bei Erfüllung des Szenarios Klimaplust eine Reduktion des thermischen Endenergieverbrauchs um maximal 13 % bis 2022 erreicht werden kann. Hierzu sind vor allem die Optimierung des Heizungssystems und der Kessel-tausch Maßnahmen, um dieses Ziel erreichen zu können.

CO₂-Emissionen

Insgesamt (Einspar- und Effizienzpotenziale, Erneuerbare, Wärmeverbundlösungen) könnten somit 27 Tsd. t CO₂ und somit knapp 40 % weniger als im Jahr 2014 ausgestoßen werden. Dies würde einem pro Kopf CO₂-Ausstoß in Höhe von ca. 1 t entsprechen.

Primärenergieverbrauch

Tabelle 32 stellt die Möglichkeiten zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs durch die Energieeinspar- und Effizienzpotenziale der verschiedenen Szenarien in den Bereichen Strom und Wärme dar.

Tabelle 32: Potenziale zur Reduktion der Primärenergie nach Szenarien

IST - Primärenergiebedarf		120.360 MWh					
Szenarien	BAU		Klimavorbild		Klimaplust		
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	
Strom	333	0,3	3.334	2,8	6.668	5,5	
Wärme	351	0,3	3.506	2,9	7.013	5,8	
Summe	684	0,6	6.840	5,7	13.681	11,4	

Das Potenzial zur Reduktion der Primärenergie durch die Realisierung des technischen Zubaupotenzials erneuerbarer Energien, welches bei insgesamt ca. 56 % liegt, stellt Tabelle 33 dar.

Tabelle 33: Reduktionspotenzial der Primärenergie durch erneuerbare Energien

Erneuerbare Energie	Zubaupotenzial in GWh _e /a		Primärenergie- Einsparung (GWh/a)		Einsparung Primär- energie (%)	
	Strom	Wärme	Strom	Wärme	Strom	Wärme
Photovoltaik	14,88		35,7		29,7	
Biogas	0,10	0,14	0,2	0,1	0,2	0,1
Biomasse (Biogene Reststoffe)		0,09		0,1		0,1
Solarthermie		10,42		11,5		9,5
Erdwärme		0,31		0,1		0,3
Summe	15,0	11,0	36	12	29,8	9,9

Insgesamt könnten somit bis 2022 max. ca. 50 % des Primärenergieverbrauchs (geg. 2014) eingespart werden.

Erneuerbare Energien

Elektrische Energieerzeugung

Der Anteil erneuerbarer Energien am elektrischen Endenergieverbrauch in der Gemeinde Bubenreuth beträgt im Jahr 2014 (Referenzjahr) 4 % und liegt damit deutlich unter dem bundesdeutschen und bayerischen Ausbauziel (vgl. Abbildung 13). Würde das gesamte ermittelte technische Zubaupotenzial umgesetzt werden, so könnten, bei gleichzeitiger Reduzierung des Stromverbrauchs nach dem Szenario Klimaplus, **ca. 207 %** des Stromverbrauchs Bubenreuths mittels erneuerbarer Energien erzeugt werden. Damit wäre im Bereich der elektrischen Energieerzeugung eine bilanzielle (über das Jahr gemittelte) Abdeckung des elektrischen Endenergiebedarfs durch Erneuerbare möglich (vgl. Abbildung 102).

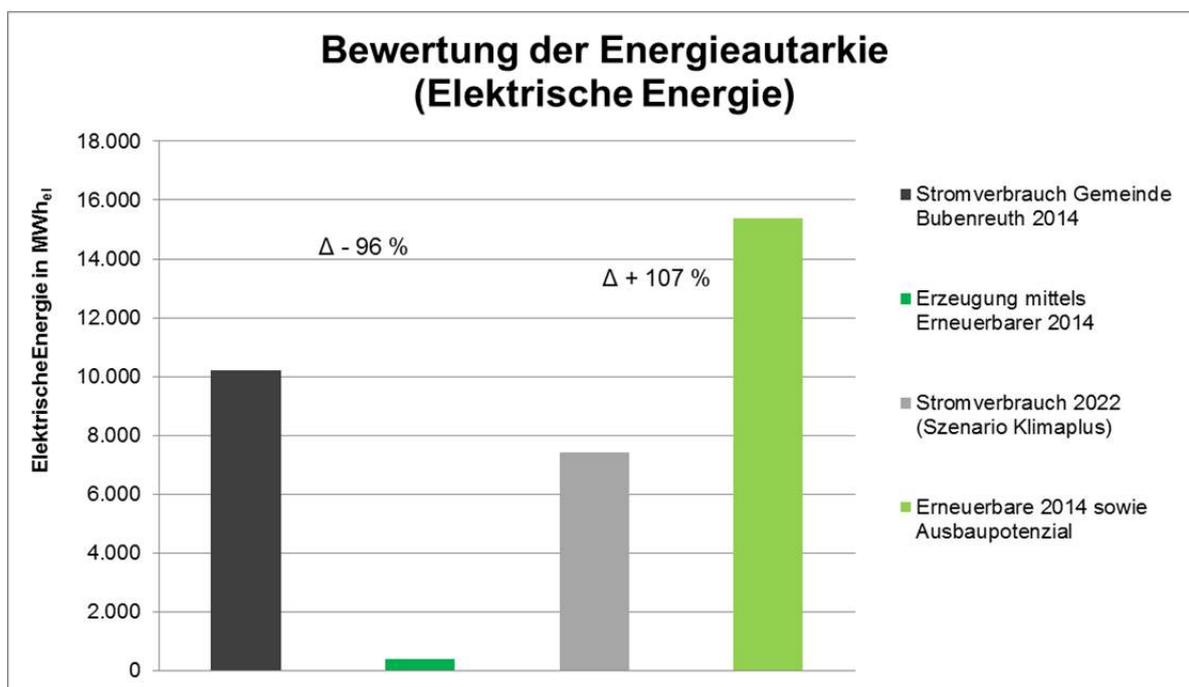


Abbildung 102: Bewertung der Abdeckung des elektrischen Endenergiebedarfs durch Erneuerbare unter Berücksichtigung der maximal möglichen Energieeinsparung im Szenario Klimaplus

Thermische Energieerzeugung

In diesem Bereich werden derzeit (2014) 6 % mittels erneuerbarer Energien (überwiegend Solarthermieanlagen) bereitgestellt. Durch das ausgewiesene technische Zubaupotenzial könnte sich der Anteil der erneuerbaren Energien am thermischen Endenergiebedarf auf **ca. 32 %** (bei Berücksichtigung des Szenarios Klimaplust) erhöhen. Dementsprechend würde eine „Deckungslücke“ bzw. ein Anteil von ca. 68 % bestehen bleiben, die weiterhin durch fossile Energieträger bereitgestellt werden muss (vgl. Abbildung 103).

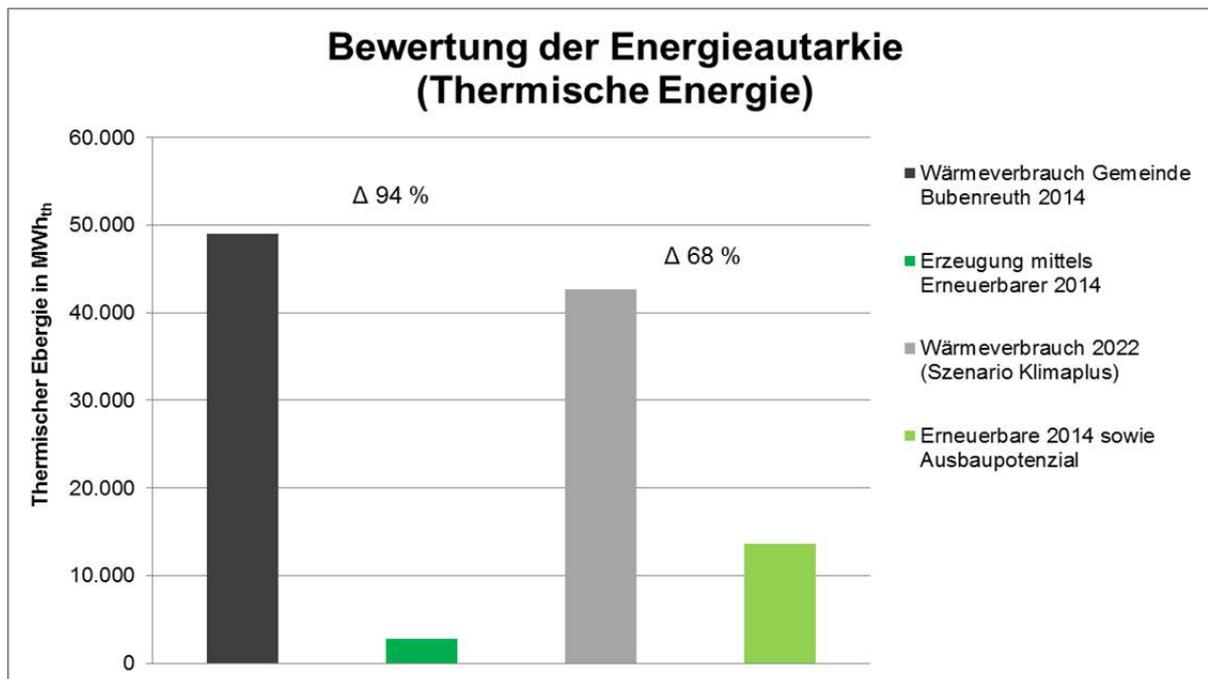


Abbildung 103: Bewertung der Abdeckung des thermischen Endenergiebedarfs durch Erneuerbare unter Berücksichtigung der maximal möglichen Energieeinsparung im Szenario Klimaplust

Gesamter Endenergiebedarf

Insgesamt ergibt sich dadurch ein Anteil regenerativer Energien am gesamten Endenergiebedarf⁸⁹ in der Gemeinde Bubenreuth in Höhe von **ca. 30 %**. Unsicherheit besteht im Bereich des Verbrauchersektors „Mobilität“, der einer detaillierten Betrachtung bedarf. Insbesondere die Einflüsse einer politisch vorangetriebenen Elektrifizierung des Mobilitätssektors auf den Energiebedarf des Verbrauchersektors sollten näher untersucht werden.

⁸⁹ Es wird angenommen, dass der Endenergiebedarf des Sektors „Verkehr“ unverändert bleibt.

Zieldefinition/Energiestrategie

Die in Tabelle 31 dargestellten Ziele sowohl der Bundesregierung als auch des Pariser Klimaabkommens werden in nachfolgender Tabelle 34, auf Basis der energiebedingten CO₂-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland des Jahres 1990 [VGL. BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE 2016A], ermittelt und in CO₂-Emissionen pro Kopf dargestellt.

Tabelle 34: Zielemissionen in t/Kopf der beiden Abkommen

Energiekonzept BRD ⁹⁰	Pariser Klimaabkommen
<ul style="list-style-type: none">• ca. 10,2 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2020• ca. 7,5 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2030• ca. 4,8 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2040• ca. 2,1 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2050	<ul style="list-style-type: none">• ca. 10,2 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2020• ca. 5,1 t CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2030• Minimale CO₂-Emissionen/Kopf im Jahr 2040

Soll das Ziel des Pariser Klimagipfels, dass es max. eine weltweite 1,5 °Celsius-Temperaturerhöhung bis 2050 gibt, erreicht werden, so ist es notwendig, spätestens im Jahr 2040 nur mehr minimale CO₂-Emissionen durch die Nutzung fossiler Energieträger zu emittieren. Eine vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung ist perspektivisch notwendig [VGL. QUASCHNING 2016].

Entsprechend der durchgeführten Energie- und CO₂-Bilanz im Rahmen des Energienutzungsplans, ergeben sich im Jahr 2014 in der Gemeinde Bubenreuth pro Kopf CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 7 t.

Würde das gesamte Einspar- und Effizienzpotenzial (Szenario Klimaplus) in den nächsten acht Jahren ausgeschöpft werden, so könnten dadurch die pro Kopf CO₂-Emissionen der Gemeinde Bubenreuth (vgl. 5.2.3) auf ca. 6,4 t/Kopf reduziert werden (vgl. Abbildung 104).

Wie in Abbildung 104 dargestellt, führt die Umsetzung der gesamten in Kapitel 5.3 dargestellten Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien in der Gemeinde Bubenreuth zu einer weiteren Reduktion der jährlichen pro Kopf CO₂-Emissionen um ca. 4 t. Die Realisie-

⁹⁰ Unter der Annahme, dass im Jahr 2050 87,5 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 1990 eingespart worden sind.

lung⁹¹ aller in Kapitel 6.3 untersuchten Wärmenetze würde eine weitere Reduktion der jährlichen pro Kopf CO₂-Emissionen um ca. 1,3 t bewirken.

Insgesamt (Einspar- und Effizienzpotenziale, Erneuerbare, Wärmeverbundlösungen) könnten somit im Jahr 2022 ca. 27 Tsd. t CO₂ und somit ca. 40 % CO₂-Emissionen weniger als im Jahr 2014 ausgestoßen werden. Dies würde einem pro Kopf CO₂-Austoß in Höhe von ca. 1 t entsprechen. Abbildung 104 stellt diese schrittweise Entwicklung der pro-Kopf-CO₂-Emissionen in Abhängigkeit der umgesetzten Maßnahmen dar.

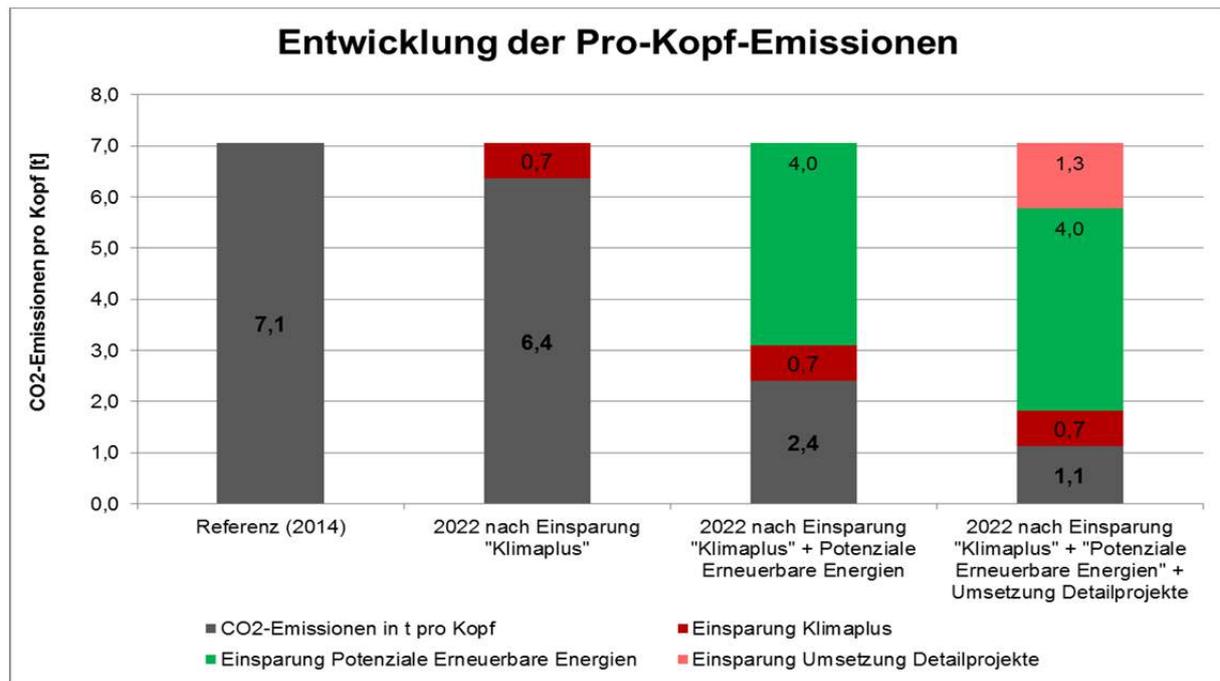


Abbildung 104: Entwicklung der pro-Kopf-Emissionen in Abhängigkeit der umgesetzten Maßnahmen

Abbildung 105 zeigt schrittweise die prozentuale Abweichung der pro-Kopf-CO₂-Emissionen gegenüber den Zielwerten (bis 2030) der Bundesregierung bzw. von Paris in Abhängigkeit der durchgeführten Maßnahmen.

Es zeigt sich, dass die alleinige Umsetzung der gesamten Energieeinspar- und Effizienzpotenziale bis 2022 in der Gemeinde Bubenreuth zwar zur Unterschreitung des aktuellen Zielwerts der Bundesregierung (7,5 t/Kopf bis 2030⁹²) führt. Das Ziel des Pariser Klimaschutzabkommens von 2030 (5,1 t/Kopf) jedoch noch um 25 % überschritten wird.

⁹¹ Realisierung der jeweils ökologischsten Wärmeversorgungsvariante.

⁹² Der Vergleich der Kennwerte mit den Zielen der Bundesregierung bzw. des Pariser Klimaschutzabkommens wird mit dem Jahr 2030 gezogen. Dies stellt hinsichtlich der Umsetzung einen ambitionierten Ansatz dar.

Um das „Pariser-Ziel“ bis 2030 zu erreichen, müssten zusätzliche Potenziale aus erneuerbaren Energien erschlossen werden (vgl. Abbildung 105). Hierzu würde bereits die Umsetzung der geplanten PV-Freiflächenanlage (Bubenreuth Nord) ausreichen.

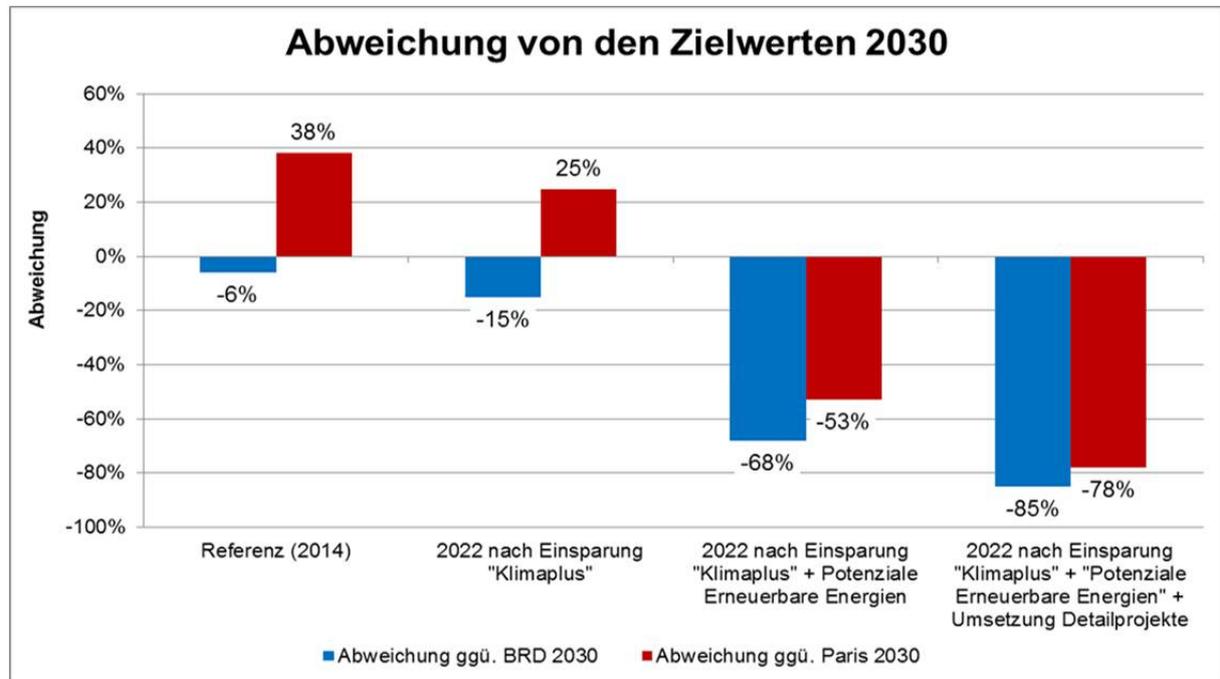


Abbildung 105: Abweichung von den Zielwerten

8.2 Controlling

Entscheidend für die Realisierung des Energienutzungsplans ist es, dass Maßnahmen, die notwendig bzw. unterstützend für die in Kapitel 8.1 beschriebenen übergeordneten Ziele bzw. die Energiestrategie in Bubenreuth sind, umgesetzt werden. Vorschläge für entsprechende Maßnahmen werden in Kapitel 9 gemacht.

Die ausgearbeiteten Maßnahmen bzw. der vorliegende Energienutzungsplan kann hierbei als Diskussionsgrundlage für die Priorisierung weiterer Maßnahmen dienen. Gleichzeitig sollte bzw. kann diese Planungsgrundlage um weitere Maßnahmen ergänzt werden. Es wird empfohlen, auch festzulegen, in welcher zeitlichen Abfolge die Maßnahmen durchgeführt werden sollen. Darüber hinaus ist es wichtig, eine entsprechende Summe für das Thema „Energieeinsparung/Energieeffizienz“ in die nächste Haushaltsplanung einzustellen. Nur so können Maßnahmen umgesetzt werden, da hierfür finanzielle Mittel, z.B. zur Schaffung entsprechender Anreize für die Bevölkerung, notwendig sind.

Jede beschlossene Maßnahme sollte ferner mit Hilfe eines entsprechenden Maßnahmensteckbriefs, wie in Abbildung 106 als Vorschlag abgebildet, dokumentiert werden (siehe hier-

zu auch Kapitel 9). Dieser Maßnahmensteckbrief hat u.a. auch zum Ziel, für jede Maßnahme einen oder mehrere Projektverantwortliche (Person, Gremium, Abteilung etc.) zu benennen. Diese sollten im Nachgang zum Energienutzungsplan für jede Maßnahme exakt definiert werden.

Hinweis:

- Der Zeitplan und die Verantwortlichkeiten sind als Vorschlag zu sehen. Bei Umsetzung der Maßnahme sollten diese durch die Gemeinde konkretisiert und detailliert werden.
- Die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen ist durch den Gemeinderat im Anschluss an den ENP individuell zu beschließen.
- Die Anmerkungen des Arbeitskreises Energie sollen in Absprache mit der Verwaltung bei näherer Konkretisierung der Maßnahmen in den jeweiligen Gremien nochmals aufgegriffen werden.

M 25: „Siedlung der kurzen Wege“

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Im Falle der bauplanerischen Gestaltung des Bereichs „Posteläcker“ sollte auf eine strukturell ausgewogene Durchmischung miteinander verträglicher Nutzungen geachtet werden.

Wirkungsansatz

- Durch die beschriebene Maßnahme soll die Lebensqualität erhöht werden und die Gemeinde als Wohn- und Aufenthaltsort attraktiver gemacht werden. Zudem soll der Flächenverbrauch sowie Umweltprobleme aus einer ausufernden Mobilität begrenzt werden.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Prüfung verschiedener Planungsansätze auf ihre Umsetzbarkeit
- Mögliche Ansätze sind:
 - Erhalt der Nahversorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs
 - Autofreies und autoreduziertes Wohnen
 - Vorsehung entsprechender Rad- und Fußgängerverkehrsflächen
 - Steuerung des ruhenden Verkehrs
 - etc.

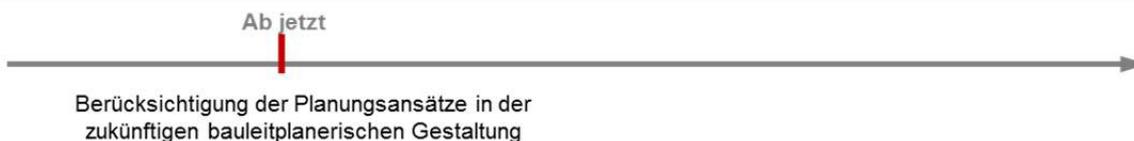
Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel: keine
- Investitionskosten: evtl. Kosten durch Mehraufwand bei der Bauleitplanung

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung/Teammitglieder

- Gemeindeverwaltung
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 106: Beispiel für einen Maßnahmensteckbrief

In regelmäßigen Statusberichten sollten die Fortschritte der einzelnen Maßnahmen dem Gemeinderat bzw. dem zuständigen Gremium (z. B. Energie- und Umweltausschuss) vorgestellt werden.

Neben dem Nachhalten der vorgeschlagenen und selbst definierten Maßnahmen, sollten die in Tabelle 35 aufgeführten Kennzahlen, soweit möglich, durch die Gemeinde nachgehalten werden. Diese stellt die spezifischen elektrischen, thermischen und mobilen Endenergiebedarfe/Energieerzeugungsmengen/CO₂-Emissionen der Gemeinde Bubenreuth dar. Die Kennzahl für den elektrische Endenergieverbrauch bzw. die Stromerzeugung aus Erneuerbaren können dabei problemlos jährlich durch die Kommune selbst ermittelt (Datenabfrage Bayernwerk AG) und mit Vorjahren verglichen werden.

Tabelle 35: Kennzahlen zur Kontrolle des Energiebedarfs/Energieerzeugung
in der Gemeinde Bubenreuth

	Gesamt (2014) in MWh	Pro Kopf (2014) in MWh/Kopf
Endenergieverbrauch	98.548	21,5
Primärenergieverbrauch	120.360	26,3
Elektrischer Energieverbrauch	10.196	2,2
Elektrische Einspeisung aus Erneuerbaren	409	0,1
Thermischer Energieverbrauch	49.009	10,7
Thermischer Energieverbrauch aus Erneuerbaren	2.795	0,6
Mobiler Energieverbrauch	39.343	8,5
	Gesamt in t	Pro Kopf (2014) in t/Kopf
CO₂-äquiv. Emissionen	32.215	7,1

9 Handlungsempfehlungen Energienutzungsplan Bubenreuth

Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen (Energie- und CO₂-Bilanz, Wärmekataster, Energieeffizienz- und Einsparpotenziale sowie erneuerbarer Energiepotenziale und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der definierten Detailprojekte) kann abschließend eine Handlungsempfehlung für die Gemeinde Bubenreuth gegeben werden.

9.1 Übersicht der Ergebnisse

Effizienz- und Einsparpotenziale

Sowohl im Bereich des elektrischen als auch des thermischen Endenergiebedarfs liegen wie in Kapitel 5.2 beschrieben Potenziale zur Reduktion des Energiebedarfs in Höhe von 27 % bzw. 13 % (Szenario Klimaplus) vor. Diese müssen durch gezielte Maßnahmen und Anreize für die Bevölkerung gehoben werden.

Erneuerbare Energien

Auch im Bereich der erneuerbaren Energien konnten in der Gemeinde Bubenreuth weitere Potenziale zum Zubau regenerativer Energieerzeugungsanlagen ermittelt werden. Hier bedarf es zeitnah einer Konkretisierung der weiteren Vorgehensweise; ein Chancen- und Risikoprofil sollte vorab erstellt werden.

Nachverdichtung des Erdgasnetzes

Die Nachverdichtung des bereits sehr gut ausgebauten Erdgasnetzes in der Gemeinde Bubenreuth sollte theoretisch in allen Rastern erfolgen. Insbesondere gilt dies für die Raster 1/3/6/7 und 9.

Sanierungspotenziale in der Gemeinde Bubenreuth

Das größte Potenzial für Sanierungen in der Gemeinde Bubenreuth liegt in Raster 7 vor. In diesem sowie in weiteren vier Rastern (vgl. Kapitel 5.2.2) sollte eine Sanierungsoffensive seitens der Gemeinde Bubenreuth gestartet werden.

Wärmeversorgung

Aus der Untersuchung der Wärmenetzvarianten in Kapitel 6.3 zeigt sich in Abhängigkeit der Anschlussbereitschaft potenzieller Anschlussnehmer eine ökonomische und ökologische Vorteilhaftigkeit einer zentralen Wärmeversorgung gegenüber einer dezentralen Wärmebereitstellung. Eine Weiterverfolgung entsprechender Wärmeversorgungsvarianten wird daher unter Verweis auf eine vorab durchzuführende Abfrage der Anschlussbereitschaft (vgl. Kapitel 6.3.5) empfohlen.

Dezentrale Lösungen

Ist kein großes Sanierungspotenzial vorhanden und lassen sich auch keine Wärmeverbunde darstellen, so sollten individuelle, hocheffiziente, möglichst regenerative Wärmeerzeugungssysteme verwendet werden:

- Solarthermieanlagen
- Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpe)
- Mini-BHKWs
- etc.

9.2 Maßnahmenvorschläge

Abschließend werden Maßnahmen vorgestellt, welche nach Ansicht der Ersteller in der Gemeinde Bubenreuth durch die Kommune priorisiert umzusetzen sind. Diese sind nachfolgend in übergeordnete Maßnahmen sowie in Maßnahmen zur elektrischen und zur thermischen Energiebereitstellung als auch in den Bereich Verkehr aufgespalten.

Denkbare Maßnahmen	
Übergeordnete Maßnahmen	
M1	Politischer Beschluss der Energiestrategie
M2	Haushaltsplanung Klimaschutz
M3	Festlegung von Zuständigkeitsbereichen
M4	Antragstellung Umsetzungsbegleitung
M5	Einführung des dena-Energie-Klimaschutzmanagements
M6	Interkommunale Zusammenarbeit
M7	Erweiterung des Liegenschaftscontrollings
M8	Mitarbeiterschulung in der Kommune
Maßnahmen im Bereich elektrischer Energie	
M9	Einzelmaßnahmen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“
M10	Erschließung des PV-Potenzials für Freiflächen
M11	Modernisierungsplan Straßenbeleuchtung
M12	„Informationsoffensive Eigenstromnutzung“ für private Haushalte und Gewerbebetriebe
M13	Weiterverfolgung Effizienzsteigerung Wasserwerk
Maßnahmen im Bereich thermischer Energie	
M14	Abfrage der Anschlussbereitschaft für Nahwärmeversorgung
M15	Energieoptimierte Bauleitplanung (z. B. Wärmekonzept „Posteläcker“)
M16	Anreizprogramm Solarthermie
M17	Anreizprogramm Energetische Sanierung
M18	Informationsoffensive „energieeffiziente Heizsysteme/Gebäudesanierung“
M19	Umsetzung der Maßnahmen aus dem Energiecoaching - Grundschule
M20	Kommunikation und Umsetzung der Maßnahmen der Vor-Ort Besichtigung
Maßnahmen im Bereich Verkehr	
M21	Verkehrsuntersuchung
M22	Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur
M23	Sprödfahrschulungen über Fahrschulen
M24	Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen
M25	„Siedlung der kurzen Wege“
M26	Konzepterarbeitung – Teilbereich Rad- und Fußverkehr

Abbildung 107: Vorgeschlagene Maßnahmen zur Umsetzung

9.2.1 Übergeordnete Maßnahmen

M 1: Politischer Beschluss der Energiestrategie

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Die aufgezeigte mögliche Energiestrategie, die sich an den aktuellen Zielen (bezogen auf pro Kopf CO₂-Emissionen) der Bundesregierung sowie am Klimaschutzabkommen von Paris orientiert, wird in der Gemeindepolitik verankert. Die Ziele werden bei zukünftigen energiepolitischen Entscheidungen der Gemeinde berücksichtigt. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch Definition einer klaren Energiestrategie i.V.m. einem politischen Beschluss wird sichergestellt, dass diese bei künftigen Entscheidungen berücksichtigt wird. 	
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Zieldefinition/Energiestrategie auf die Tagesordnung einer der nächsten Gemeinderatssitzungen setzen. Kommunikation der Beschlussfassung 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> keine 	<ul style="list-style-type: none"> keine
Zeitplan	
<div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> Mai/Juni 2017 Juli 2017 </div> 	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Bürgermeister Stumpf Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ Beschluss durch Gemeinderat 	

Abbildung 108: Maßnahmensteckbrief M 1

M 2: Haushaltsplanung Klimaschutz

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Um zusätzliche Bonusprogramme auflegen zu können bzw. das Thema Klimaschutz nachhaltig in der Gemeinde zu verankern, wird jährlich ein bestimmter Betrag für die Unterstützung des Klimaschutzes eingeplant.
- Ferner werden seitens der Gemeinde geplante investive Maßnahmen in der Haushaltplanung berücksichtigt.

Wirkungsansatz

- Es werden jährlich Mittel bereitgestellt, um zusätzliche Klimaschutzaktionen umsetzen zu können.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Planung der Aktionen sowie in investiver Maßnahmen (z.B. Umsetzungsbegleitung Wärmenetz/e)
- Definition des notwendigen Budgets
- Berücksichtigung des festgelegten Budgets in der nächsten Haushaltsplanung

Fördermittel/Investitionskosten

- keine

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Gemeindeverwaltung in Abstimmung mit den einzelnen Abteilungen
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 109: Maßnahmensteckbrief M 2

M 3: Festlegung von Zuständigkeitsbereichen

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p>	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p>
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Zur Weiterverfolgung und Umsetzung der durch M1 in der Gemeindepolitik verankerten Energiestrategie ist es zielführend Verantwortungsbereiche festzulegen. Hierzu sollten insbesondere die Mitglieder des Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“ eingebunden werden. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Betrauung des Gemeinderates bzw. eines seiner Gremien i.V.m. dem Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ mit dieser Aufgabe wird sichergestellt, dass die Ideen und Ziele des Energienutzungsplans weiter verfolgt werden und die Fortführung im Gemeinderat verankert wird. 	
<p>Weiterführende Schritte</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Priorisierung und Anstoß weiterer Maßnahmen Entscheidung über Beantragung einer Umsetzungsbegleitung (M4) Entscheidung über geplante Klimaschutz-Aktionen (M2, M9, M12) 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p>	<p>Risiken</p>
<ul style="list-style-type: none"> keine 	<ul style="list-style-type: none"> keine
<p>Zeitplan</p>	
	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Bürgermeister Stumpf Gemeindeverwaltung/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ 	

Abbildung 110: Maßnahmensteckbrief M 3

M 5: Einführung des dena-Energie-Klimaschutzmanagements

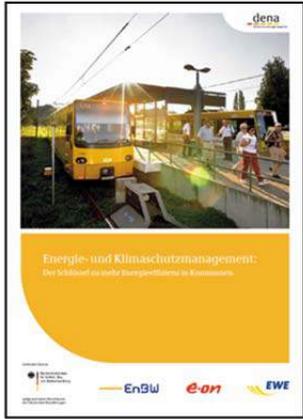
<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p> <p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Energie- und Klimaschutzmanagements zur Zertifizierung als „dena-Energieeffizienz-Kommune“. • Umsetzung ggf. in Zusammenhang mit M6 denkbar. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch die Teilnahme der Gemeinde am Energie- und Klimaschutzmanagementprogramm der dena und der damit verbundenen möglichen Zertifizierung als „dena-Energieeffizienz-Kommune“ soll Energie eingespart und somit eine Reduktion der Energiekosten erreicht werden. • Die Kommune wird ihrer Vorbildfunktion gerecht. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p> 
<p>Weiterführende Schritte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antragstellung bei der Deutschen Energie Agentur; weitere Infos unter: http://www.energieeffiziente-kommune.de/ • Beginn und Durchführung des Zertifizierungskreislaufsystems: <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung einer entsprechenden Organisationsstruktur • Entwicklung eines Leitbilds • Analyse der Ausgangssituation • Zielsetzung/Maßnahmenfestlegung (mit Finanzplan) • Maßnahmenumsetzung • Rezertifizierung (alle 3 Jahre) 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zeitaufwand zur Zusammenstellung der notwendigen Unterlagen 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
<p>Zeitplan</p> 	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuständige Stellen aus M3 (Gemeindeverwaltung/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“) • Beschluss durch den Gemeinderat 	

Abbildung 112: Maßnahmensteckbrief M 5

M 6: Interkommunale Zusammenarbeit

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p> <p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Für die Umsetzung des ENP ist die weiterführende Auseinandersetzung mit dem Konzept sowie den vorgeschlagenen Maßnahmen notwendig. • Für den Landkreis Erlangen-Höchstadt ist bereits ein Integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK) erstellt worden, welches ebenfalls umzusetzende Maßnahmen definiert hat. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die im ENP vorgeschlagenen Maßnahmen sowie die aus dem IKSK sollen Schritt für Schritt umgesetzt werden. • Es werden Synergieeffekte genutzt, gemeinsame Aktionen vorangetrieben und Informationen ausgetauscht. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p>
<p>Weiterführende Schritte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachlicher Austausch zu verschiedenen Themen (z. B. Eigenstromnutzung) und Erfahrungsaustausch mit anderen Kommunen unter der Leitung des Klimaschutzmanagers des Landkreises Erlangen-Höchstadt ggf. inkl. externer Beratung <ul style="list-style-type: none"> - Erfahrungsaustausch zu Best Practice (evtl. Aufbau eines geförderten (Bafa) kommunalen Netzwerkes im Landkreis) - Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Broschüre zum Thema Energienutzungsplan/ Klimaschutzkonzept zur Bürgerinformation) - Gemeinsame Aktionen (z.B. Umwälzpumpenaustausch, Energy-Scout) - Abgestimmter Ausbau (gleiches Zahlensystem) der Ladeinfrastruktur für Elektroautos - Gemeinsame Teilnahme dena-Klimaschutzmanagement - Einheitliches Controlling der Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Benchmarking untereinander 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle „kommunale Netzwerke“ 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
<p>Zeitplan</p>	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeindeverwaltung ▪ Klimaschutzmanager des Landkreises Erlangen-Höchstadt 	

Abbildung 113: Maßnahmensteckbrief M 6

M 7 Erweiterung des Liegenschaftscontrollings

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derzeit werden bereits die Energieverbräuche (Strom/Wärme) der kommunalen Liegenschaften mittels einer Software verwaltet und für einen interkommunalen Vergleich innerhalb des Landkreises aufbereitet. • Die Erfassung der Energieverbräuche sollte nach Möglichkeit auf die öffentlichen Liegenschaften (z. B. Sportverein) ausgeweitet werden, da auch hier ein Interesse der Kommune besteht den Energieverbrauch zu verringern (Beteiligung an Kosten z.B. bei Kita's). <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch die Erweiterung der Controllings auf die öffentl. Liegenschaften wird diesen ein Benchmark mit ggf. Rückschlüssen auf mögliche Einsparpotenziale ermöglicht. 	
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> • Kontaktaufnahme mit den nicht-kommunalen Betreibern/Mietern/Eigentümern der entsprechenden Liegenschaften und Besprechung der weiteren Schritte (Datenschutzvereinbarung etc.). • Regelmäßige Erfassung der Verbräuche mit anschließender Auswertung und interkommunalem Benchmark sowie Definition umzusetzender Maßnahmen (Nutzung Synergieeffekte). 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • In Abstimmung mit dem Landkreis (Betreiber der Software) 	<ul style="list-style-type: none"> • keine
Zeitplan	
<p>Mitte 2017 Ab Ende 2017 – einmal jährlich</p>	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> • Gemeindeverwaltung • Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ 	

Abbildung 114: Maßnahmensteckbrief M 7

M 8 Mitarbeiterschulung in der Kommune

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Die Mitarbeiter/Hausmeister der Gemeinde Bubenreuth werden durch spezielle Schulungen auf einen sparsamen Umgang mit Energie sensibilisiert.

Wirkungsansatz

- Durch die Schulung von kommunalen Mitarbeitern lässt sich der Strom- und Wärmeverbrauch in den kommunalen Liegenschaften verringern, wodurch ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet wird.
- Die Schulungen sollten i.V.m. M6, also in Zusammenarbeit mit interessierten Landkreiskommunen sowie dem Landkreis organisiert werden.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Quelle: Clipart Microsoft

Weiterführende Schritte

- Planung der Schulung (Vortrag) in Zusammenarbeit mit dem Landkreis (Klimaschutzmanager)
- Schulungsinhalte könnten beispielsweise sein:
 - Richtiges Lüften
 - Vermeidung von Standby-Betrieb in den Mittagspausen
 - Energieeinkauf
 - Energiecontracting
 - Regelung Heizsysteme
 - Einsatz energieeffizienter Beleuchtung, etc.

Fördermittel/Investitionskosten

- Kosten für den Referenten

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Gemeindeverwaltung
- Klimaschutzmanager des Landkreises Erlangen-Höchstadt

Abbildung 115: Maßnahmensteckbrief M 8

9.2.2 Maßnahmen im Bereich elektrischer Energie

M 9: Einzelmaßnahmen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p> <p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> In privaten Haushalten existieren zahlreiche „Energiefresser“, wie beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> – Umwälzpumpen – veraltete Elektrogeräte – veraltete Leuchtmittel Außerdem werden viele der Geräte im „Stand-by-Modus“ betrieben und benötigen damit unnötig viel Energie. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch öffentliche Informationsabende und Beiträge in den lokalen Medien können Bürger zum Thema Energiesparen informiert, sensibilisiert und zur Umsetzung angeregt werden. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p> <p>The image shows two posters. The left poster is titled 'Energiemanagement- und Stromspeichersysteme' and features a white energy storage unit. The right poster is titled 'Vortrag Intelligent heizen, Strom sparen' and features a boiler. A diagonal label 'Beispiel' points to the posters.</p>
<p>Weiterführende Schritte</p> <ul style="list-style-type: none"> Planung einer Maßnahme (Vortrag, Broschüre, Wettbewerb, Zeitungsartikel, Homepageauftritt) durch die Mitglieder des Arbeitskreises „Energiewende Bubenreuth“ ggf. in Kooperation mit dem Klimaschutzmanager des Landkreises (M6). Maßnahmen könnten beispielsweise sein: Energiesparen ohne Komforteinbuße, Energieverlusten auf der Spur (Umwälzpumpe), Aufzeigen von „Stromfressern“ 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> Ggf. für den Referenten sowie den Druck von Flyern und Plakaten 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> keine
<p>Zeitplan</p> <p>The timeline shows a horizontal arrow pointing right. A vertical tick mark at 'Ab Herbst 2017' is labeled 'Abstimmung mit dem Landkreis und Planung der Maßnahmen'. Another vertical tick mark at 'Ab 2018' is labeled 'Umsetzung'.</p>	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p> <ul style="list-style-type: none"> Gemeindeverwaltung Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ Klimaschutzmanager des Landkreises Erlangen-Höchstadt 	

Abbildung 116: Maßnahmensteckbrief M 9

M 10: Erschließung des PV-Potenzials für Freiflächen

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen der Potenzialanalyse des ENP konnte in der Gemeinde Bubenreuth entlang der Bahnlinie und der Autobahn ein gesamtes Flächenpotenzial von ca. 21 ha zur Nutzung für PV-Freiflächen identifiziert werden. Neben der bereits geplanten Freifläche (B-Plan „Bubenreuth Nord“) sollten die Umsetzung weiterer Freiflächen fokussiert werden. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Nutzung potenzieller PV-Freiflächen können CO₂-Emissionen in Höhe von ca. 5,3 Tsd. Tonnen pro Jahr eingespart und der Anteil der erneuerbaren Energien erhöht werden. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p> <p>Das Diagramm zeigt eine Karte der Gemeinde Bubenreuth mit einem roten Rahmen, der das PV-Potenzial für Freiflächen markiert. Die Karte ist farblich in verschiedene Zonen unterteilt: orange für das PV-Freiflächenpotenzial, grün für das Potenzial entlang der Bundesautobahn A 73, gelb für die Freifläche Bubenreuth Nord (Streuauflage), blau für die Bahnlinie, grau für Gebäude und hellblau für die Gemeinde. Ein Textfeld rechts neben der Karte enthält die Legende und weitere Informationen: 'Gemeinde Bubenreuth, Erlangen 91, 91038 Bubenreuth', 'Institut für Systemische Energieberatung GmbH an der Hochschule Landshut, 93040 Landshut, Tel. 04841 9304-270, www.iseb.de, Projektleitung: Ansgar Schürmann, M.B. & B. 2017/18, 01/2018', 'Stand: Oktober 2018' und 'Antrag gemäß § 6a des Raumlichen Entwicklungsplans'.</p>
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Ausweisung Sondergebiet „Solarenergie“ unter Berücksichtigung folgender Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> Grundstücksgrenzen entlang der Bahnlinie bzw. Autobahn Geplanter Ausbau der Bundesautobahn A 73 Anbindungsmöglichkeiten an das öffentliche Stromnetz (Nähe zu Umspannwerk) Festlegung des Anlagenstandorts und der Anlagengröße Kontaktaufnahme mit Projektentwickler und Besprechung möglicher Betreibermodelle (z. B. direkte Nutzung durch benachbarte Großverbraucher) Ausschreibungsverfahren und Umsetzungsbeschluss 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> keine 	<ul style="list-style-type: none"> Sich ändernde gesetzliche Rahmenbedingungen (z.B. EEG) Energiekostenentwicklung
Zeitplan	
<p>Das Diagramm zeigt einen Zeitplan mit einer horizontalen Achse, die von links nach rechts verläuft. Drei vertikale rote Linien markieren die Zeitpunkte: Ende 2017, Ab Mitte 2018 und ein weiterer Punkt mit drei Punkten (...). Unter der Achse sind die entsprechenden Maßnahmen aufgelistet: 'Ausweisung geeigneter Flächen, Abstimmung mit Grundstückseigentümer(n) und Netzbetreiber' unter Ende 2017, 'Planung der Umsetzung' unter Ab Mitte 2018 und 'Kontakt mit Dienstleistern, Ausschreibungsverfahren, Auftragsvergabe und Errichtung' unter dem letzten Punkt.</p>	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Gemeinderat Gemeindeverwaltung 	

Abbildung 117: Maßnahmensteckbrief M 10

M 11: Modernisierungsplan Straßenbeleuchtung

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Die aufgezeigten Einsparpotenziale im Bereich der Straßenbeleuchtung sind im Vergleich zu den weiteren elektrischen Einsparpotenzialen direkt durch die Gemeinde Bubenreuth bzw. die Bayernwerk AG steuerbar. Bei Umstellung der Bestandsanlagen auf LED-Technik besteht ein jährliches Einsparpotenzial von ca. 100 MWh_{el} (inkl. Dimmprogramm). <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Gemeinde wird ihrer Vorbildfunktion gerecht und der elektrische Energiebedarf reduziert. 	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Quelle: Clipart Microsoft</p>
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Definition und Ausgestaltung eines Modernisierungsplanes der Straßenbeleuchtung in Abstimmung mit der Bayernwerk AG (Herr Schwarz). Weiterführung des jährlichen Haushaltsbudgets für einen möglichen Leuchtmittel- bzw. Lampentausch. Weiter sollte eine jährlich wiederkehrende Prüfung des Budgets unter Berücksichtigung sich verändernder Förderbedingungen durchgeführt werden. Ggf. Antragstellung beim Projektträger Jülich (sofern die vorgegebenen Ziele erreicht werden) Austausch der Leuchtmittel/Leuchten 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: LED Förderung für Kommunen in 2017 (BMUB); Die Straßenbeleuchtung muss hierzu im Besitz der Kommune sein. Investitionskosten: anlagenabhängig 	<ul style="list-style-type: none"> keine
Zeitplan	
<div style="text-align: center;"> <p>Ende 2017</p>  </div>	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Bauamt in Abstimmung mit Bayernwerk AG (Herr Schwarz) Beschluss durch Gemeinderat 	

Abbildung 118: Maßnahmensteckbrief M 11

M 12: Informationsoffensive: „Eigenstromnutzung für private Haushalte“

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p>	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p>
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Umrüstung bestehender PV-Anlagen auf Eigenstromnutzung in Kombination mit Speichersystemen sollte im Zuge einer Informationsveranstaltung vorgestellt werden. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die gezielte Information und Förderung kann der Anteil von Eigenstrom erhöht und die Energiekosten privater Haushalte reduziert werden. 	 <p>Quelle: ecosolar.de</p>
<p>Weiterführende Schritte</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Erstellung eines Flyers mit allen notwendigen Informationen (Mögliche Einsparung, Kontaktperson beim Netzbetreiber, nächste Schritte zur Umrüstung, mögliche Fördermittelgeber (Förderung siehe Kapitel 11), etc.). Durchführung der Informationsveranstaltung durch den Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ in Abstimmung mit dem Landkreis (M6). 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p>	<p>Risiken</p>
<ul style="list-style-type: none"> Ggf. für den Referenten sowie den Druck von Flyern und Plakaten 	<ul style="list-style-type: none"> keine
<p>Zeitplan</p>	
	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Gemeindeverwaltung Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ Klimaschutzmanager des Landkreises Erlangen-Höchstadt 	

Abbildung 119: Maßnahmensteckbrief M 12

M 13: Weiterverfolgung Effizienzsteigerung Wasserwerk

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Gemeinde Bubenreuth hat in der Vergangenheit bereits mit der Bestandsaufnahme der Verbräuche und der Anlagentechnik (Pumpen) des Wasserwerks begonnen. Nach Durchführung der Untersuchungen des Gesundheitsamts ist es das Ziel, sich unter Berücksichtigung ggf. notwendiger Umbaumaßnahmen, weiter mit möglichen Effizienzpotenzialen zu beschäftigen. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Untersuchung lassen konkrete Effizienzmaßnahmen (z. B. Pumpentausch) ableiten. 	
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Antragstellung beim Projektträger Jülich (PTJ) Ausschreibung der Untersuchung nach Erhalt des Förderbescheids Durchführung der Untersuchung Präsentation der Ergebnisse im Gemeinderat Festlegung eines Umsetzungsplans im Gemeinderat und Berücksichtigung der entsprechend notwendigen Mittel in der nächsten Haushaltsplanung 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: Bezuschussung der Untersuchung (max. 50 %) durch das BMUB (Merkblatt Klimaschutzteilkonzepte) Investitionskosten: abhängig von Ausschreibung 	<ul style="list-style-type: none"> keine
Zeitplan	
	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Gemeindeverwaltung/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ Landkreis Erlangen-Höchstadt (Klimaschutzmanager) 	

Abbildung 120: Maßnahmensteckbrief M 13

9.2.3 Maßnahmen im Bereich thermischer Energie

M 14: Abfrage der Anschlussbereitschaft für Nahwärmeversorgung

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden verschiedene zentrale Wärmeverbundlösungen auf ihre ökonomische und ökologische Auswirkung hin untersucht. Für eine mögliche Umsetzung entsprechender Wärmeversorgungs-konzepte sollte eine Abfrage der Anschlussbereitschaft in den entsprechenden Gebieten durchgeführt werden und die Wirtschaftlichkeitsberechnung spezifiziert werden. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Umsetzung <u>aller</u> zentraler Wärmeverbundlösungen lassen sich insgesamt ca. 5.740 t CO₂-Emissionen einsparen. 	
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Entscheidung über die Auswahl der entsprechenden Wärmeverbundlösung(en) bzw. Gebiete zur weiteren Konkretisierung im Gemeinderat Detaillierung der Maßnahme im Rahmen der Umsetzungsbegleitung (Angebotseinholung, Durchführung der Umfrage durch ein Ingenieurbüro, ggf. Informationsveranstaltung zum Thema Wärmeversorgung etc.) Präsentation der Ergebnisse im Gemeinderat Abstimmung der weiteren Vorgehensweise im Gemeinderat 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Umsetzungsbegleitung Investitionskosten: siehe Endbericht 	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung Brennstoffkosten Gesetzliche Änderungen
Zeitplan	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Beschluss durch Gemeinderat Gemeindeverwaltung/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ 	

Abbildung 121: Maßnahmensteckbrief M 14

M 15: Energieoptimierte Bauleitplanung (z. B. Wärmekonzept „Posteläcker“)

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Gemäß dem Baugesetzbuch werden bei der Aufstellung neuer Bauleitpläne insbesondere die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie als Belange berücksichtigt.

Wirkungsansatz

- Die Rahmenbedingungen (energetische Mindeststandards und Nutzung erneuerbarer Energien) für die Bauleitplanung werden festgelegt. Die Möglichkeit einer zentralen Wärmeversorgung wird detailliert betrachtet.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Quelle: Clipart Microsoft

Weiterführende Schritte

Bei der Ausweisung neuer Baugebiete (z. B. Bereich „Posteläcker“) sollten folgende Punkte in besonderem Maße beachtet werden:

- Berücksichtigung energierelevanter Faktoren (Ausrichtung des Baukörpers, Energiestandard, kompakte Bauweise, Dachform etc.)
- Frühzeitiger Entwurf eines Energiekonzeptes für Neubaugebiete (v.a. Wärmeversorgung)
- Nutzung Solarenergie
- Frühzeitige Information und Beratung der Bauherren

Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel Wärmekonzept: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Medien, Energie und Technologie (StmWi)

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Bauamt
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 122: Maßnahmensteckbrief M 15

M 16: Anreizprogramm Solarthermie

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Im Rahmen der Potenzialanalyse konnte im Bereich der Solarthermie ein thermisches Zubaupotenzial von ca. 10 GWh_{th} identifiziert werden. Die Gemeinde Bubenreuth könnte neben den bestehenden gesetzlichen Fördermöglichkeiten zusätzliche monetäre (Anreizprogramm) und nicht-monetäre (Informationsbroschüren) Anreize für den Bau von Solarthermieanlagen schaffen.

Wirkungsansatz

- Durch die Schaffung eines zusätzlichen Anreizprogramms für die Installation einer Solarthermieanlage wird der Ausbau des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtwärmebedarf gefördert (siehe Energiestrategie).

Abbildung/Kartografische Darstellung



Quelle: Clipart Microsoft

Weiterführende Schritte

- Bekanntmachung bestehender Förderprogramme auf Bundesebene (z.B. Flyer, Mitteilungsblatt, Homepage)
- Diskussion über die Bereitstellung zusätzlicher Fördermittel durch die Gemeinde und ggf. Bereitstellung im Haushaltsplan in Anlehnung an die Städtebauförderung
- Abstimmung im Gemeinderat

Fördermittel/Investitionskosten

- In Abhängigkeit der Ausgestaltung der Maßnahme

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Beschluss durch Gemeinderat
- Bauamt/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“
- Landkreis Erlangen-Höchststadt (Klimaschutzmanager)

Abbildung 123: Maßnahmensteckbrief M 16

M 17: Anreizprogramm Energetische Gebäudesanierung

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Hausbesitzer werden durch ein kommunal aufgelegtes Förderprogramm motiviert, bestehende Gebäude durch Fensteraustausch bzw. Erneuerung der Dämmung an Außenwänden und Dächern zu sanieren.
- Eine Energieberatung (z. B. durch die Energieagentur Nordbayern) ist im Vorfeld empfehlenswert.

Wirkungsansatz

- Durch fachgerechte Wärmedämmung können erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.
- Durch die Schaffung eines finanziellen Anreizes wird die Zahl der Sanierungen erhöht.
- Der Wärmebedarf der privaten Haushalte könnte bis 2022 durch energetische Sanierungen um bis zu 4 % gesenkt werden.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Quelle: Clipart Microsoft

Weiterführende Schritte

- Bekanntmachung bestehender Förderprogramme auf Bundesebene (z.B. Flyer, Mitteilungsblatt, Homepage)
- Diskussion über die Bereitstellung zusätzlicher Fördermittel durch die Gemeinde und ggf. Bereitstellung im Haushaltsplan in Anlehnung an die Städtebauförderung
- Abstimmung im Gemeinderat

Fördermittel/Investitionskosten

- In Abhängigkeit der Ausgestaltung der Maßnahme

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Beschluss durch Gemeinderat
- Bauamt/Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 124: Maßnahmensteckbrief M 17

M 18: Informationsoffensive „energieeffiziente Heizsysteme/Gebäudesanierung“

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p> <p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchführung von Veranstaltungen zur Information über das Thema „Reduktion des thermischen Energiebedarfs“. <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch öffentliche Informationsveranstaltungen und Beiträge in den lokalen Medien können Bürger zum Thema Energiesparen informiert, sensibilisiert und zur Umsetzung angeregt werden. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p>
<p>Weiterführende Schritte</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung einer Maßnahme (Vortrag, Broschüre, Wettbewerb, Zeitungsartikel, Homepageauftritt) in Zusammenarbeit mit dem Landkreis • Maßnahmen könnten beispielsweise sein: Wer hat das älteste Heizgerät in Bubenreuth?, Energieverlusten auf der Spur (Umwälzpumpe), Infokampagne Altbausanierung • Hinweis: Eine Kooperation mit einem/mehreren ortsansässigen Energieberater(n) sollte angestrebt werden. 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. für den Referenten sowie den Druck von Flyern und Plakaten 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
<p>Zeitplan</p>	
<p>Verantwortung / Teammitglieder</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeindeverwaltung • Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ • Klimaschutzmanager des Landkreises Erlangen-Höchstadt 	

Abbildung 125: Maßnahmensteckbrief M 18

M 19: Umsetzung der Maßnahmen aus dem Energiecoaching - Grundschule

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Im Rahmen des Energiecoachings (2016) wurden für die Grundschule (mit Turnhalle) mögliche Maßnahmen zur Generierung von Einsparpotenzialen vorgeschlagen. Die entsprechenden Maßnahmen sollten nach Möglichkeit zeitnah umgesetzt werden.

Wirkungsansatz.

- Durch die Umsetzung der im Energiecoaching vorgeschlagenen Maßnahmen lässt sich der Verbrauch (Strom/Wärme) der Grundschule (mit Turnhalle) verringern und damit einhergehend eine ökologische Verbesserung erzielen.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Beschlussfassung im Gemeinderat und Berücksichtigung des finanziellen Aufwands im Rahmen der anstehenden Haushaltsbudgetierung
- Ausschreibung der Maßnahmen nach Gewerken
 - Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
 - Optimierung der Regelungstechnik
 - Einbau von Hocheffizienzpumpen
 - Einbau einer bedarfsabhängigen Regelung für die Turnhallenbeleuchtung
- Übertragung der Maßnahmen auf weitere kommunale Liegenschaften und ggf. Durchführung (Synergieeffekte)

Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel: BAFA (Heizungsoptimierung)
- Investitionskosten: Abhängig von Ausschreibung

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung / Teammitglieder

- Beschluss durch Gemeinderat
- Bauamt

Abbildung 126: Maßnahmensteckbrief M 19

M 20: Kommunikation und Umsetzung der Maßnahmen der Vor-Ort-Besichtigung

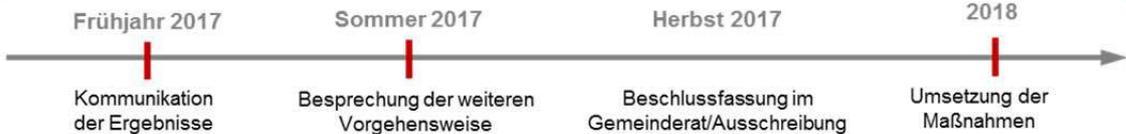
Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden mittels einer Vor-Ort-Besichtigung Effizienzpotenziale für zwei kommunale und zwei gewerbliche Liegenschaften ermittelt. Die Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung sollten an die betreffenden Gewerbebetriebe kommuniziert werden. Weiter sollten die für die kommunalen Liegenschaften aufgedeckten Einsparpotenziale nach Möglichkeit umgesetzt werden (siehe auch M19). <p>Wirkungsansatz.</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Kommunikation bzw. anschließende Umsetzung der Einsparmaßnahmen lässt sich der Energieverbrauch der Betriebe/Liegenschaften verringern und damit einhergehend eine ökologische Verbesserung erzielen. 	
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Kommunikation der Ergebnisse an die betreffenden Gewerbebetriebe (Dörfler GmbH Spezialwerkstätte für Streichbogen, Pyramid Saiten- u. Stimpfpeifenfabrik Junger GmbH) Besprechung der weiteren Vorgehensweise betreffend der kommunalen Liegenschaften mit ggf. anschließender Beschlussfassung im Gemeinderat Ausschreibung/Umsetzung der Maßnahmen (Feuerwehrhaus/Rathaus) 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: BAFA (Heizungsoptimierung) Investitionskosten: Abhängig von Maßnahme 	<ul style="list-style-type: none"> keine
Zeitplan	
	
Verantwortung / Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Gemeindeverwaltung 	

Abbildung 127: Maßnahmensteckbrief M 20

9.2.4 Maßnahmen im Bereich Verkehr

M 21: Verkehrsuntersuchung

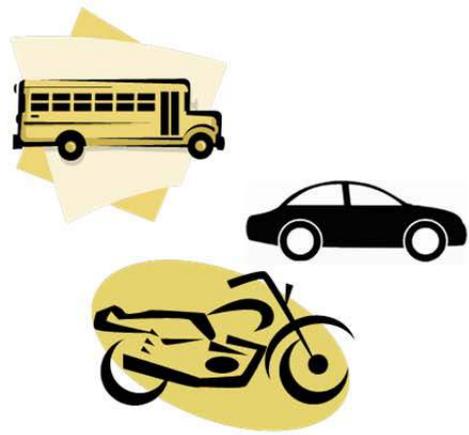
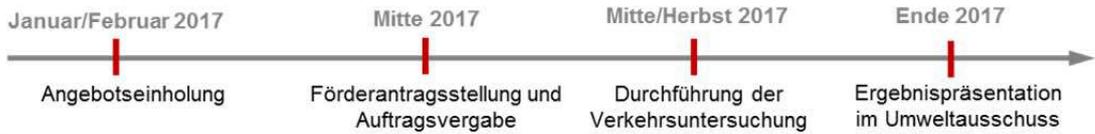
Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine Verkehrsuntersuchung mit dem Ziel einer detaillierten Erfassung der Verkehrsströme aus und nach Bubenreuth sollte im Hinblick auf die weiteren Planungen zum Ausbau der bestehenden Verkehrsinfrastruktur durchgeführt werden. ▪ In Bubenreuth werden derzeit seitens der Gemeindeverwaltung Angebote für die Durchführung einer Verkehrsuntersuchung eingeholt. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine Verkehrsuntersuchung liefert einen detaillierten Überblick über die derzeitigen Verkehrsströme aus bzw. nach Bubenreuth. ▪ Diese Informationen sind im Hinblick auf die Gestaltung der Bauleitplanung („Posteläcker“) von essentieller Bedeutung. 	 <p>Quelle: Clipart Microsoft</p>
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> • Angebotseinholung bei entsprechenden Unternehmen/Instituten • Förderantragsstellung und Auftragsvergabe • Durchführung der Verkehrsuntersuchung durch das beauftragte Unternehmen • Ergebnispräsentation im Gemeinderat 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> • Fördermittel: Städtebauförderung (40 %) • Investitionskosten: abhängig vom durchführendem Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine
Zeitplan	
	
Verantwortung/Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> • Gemeindeverwaltung • Gemeinderat • Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ 	

Abbildung 128: Maßnahmensteckbrief M 21

M 22: Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz	Abbildung/Kartografische Darstellung
<p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Gemeindegebiet Bubenreuth existiert zum Zeitpunkt der Konzepterstellung eine Ladesäule für Elektrofahrzeuge, die bisher jedoch ausschließlich für eine kommunale Nutzung zur Verfügung steht. Die Gemeinde sollte daher prüfen, ob eine (un)entgeltliche Nutzungsmöglichkeit für private Verkehrsteilnehmer ermöglicht werden kann. Weiter sollte der Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur geprüft werden. <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> Der Aus-/Aufbau der Ladesäuleninfrastruktur stellt einen notwendigen Baustein für die Elektrifizierung des Automobilssektors dar. 	 <p>Quelle: Clipart Microsoft</p>
Weiterführende Schritte	
<ul style="list-style-type: none"> Prüfung (wirtschaftlich/technisch) der Ladestation auf dem Bauhofgelände auf eine mögliche öffentliche Nutzbarmachung. Konzepterstellung für den Aufbau einer Ladesäuleninfrastruktur in Zusammenarbeit mit den benachbarten Kommunen oder im Landkreisverbund. Besprechung der Maßnahme in einer Gemeinderatssitzung mit anschließender Beschlussfassung Umrüstung (soweit möglich) der Elektroladesäule auf dem Bauhofgelände für eine mögliche öffentliche Nutzung Konzepteinreichung/Antragsstellung beim Fördermittelgeber 	
Fördermittel/Investitionskosten	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: max. 20 % des Gesamtfördervolumens Investitionskosten: abhängig vom notw. Umbauaufwand bzw. der finalen Konzeptgestaltung 	<ul style="list-style-type: none"> keine
Zeitplan	
	
Verantwortung/Teammitglieder	
<ul style="list-style-type: none"> Bürgermeister Stumpf Gemeindeverwaltung Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ Landkreis Erlangen-Höchstädt (Klimaschutzmanager) 	

Abbildung 129: Maßnahmensteckbrief M 22

M 23: Spritsparfahrerschulungen über Fahrschulen

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Die in Bubenreuth ansässige Fahrschule bietet für interessierte Bürger Spritsparfahrstunden an.
- Als Anreiz zur Nutzung des Angebots durch interessierte Bürger könnte die Gemeinde Bubenreuth unterstützend einen Teilkostenbeitrag für in Anspruch genommene Fahrstunden leisten.

Wirkungsansatz

- Durch Spritsparfahrstunden sollen Fahrer von Kraftfahrzeugen auf eine möglichst verbrauchsarme und umweltschonende Fahrweise hin sensibilisiert werden.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Befragung der ortsansässigen Fahrschule bezüglich der Kooperationsbereitschaft zur Offerierung von Spritsparfahrstunden
- Besprechung der Maßnahme in einer Gemeinderatssitzung mit anschließender Beschlussfassung Festlegung des finanziellen Teilbetrags je Fahrstunde der durch die Gemeinde Bubenreuth geleistet werden soll
- Maßnahmenwerbung durch Bekanntmachung des Angebots im Mitteilungsblatt und auf der Homepage („Energiewende Bubenreuth“)

Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel:
- Investitionskosten: keine (unmittelbar), weiter abhängig von der entstehenden Nachfrage

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung/Teammitglieder

- Beschluss durch Gemeinderat
- Gemeindeverwaltung
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 130: Maßnahmensteckbrief M 23

M 24: Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen

<p>Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz</p> <p>Maßnahmenbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen sollte im Hinblick auf eine Verringerung des motorisierten Individualverkehrs fokussiert werden. Eine Möglichkeit hierzu bietet sich durch die Schaffung „verkehrsmittelübergreifender Mobilitätsstationen“ (z. B. Radabstellanlagen, gesonderte Abstellflächen für CarSharing-Fahrzeuge etc.). <p>Wirkungsansatz</p> <ul style="list-style-type: none"> Durch die Verknüpfung der unterschiedlichen Verkehrsmittelgruppen wird ein Anreiz für die verstärkte Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel (S-Bahn, Bus) geschaffen. 	<p>Abbildung/Kartografische Darstellung</p>  <p>Quelle: Clipart Microsoft</p>
<p>Weiterführende Schritte</p> <ul style="list-style-type: none"> Konzepterarbeitung unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung durch den durch ein externes Planungsbüro. Besprechung des Konzepts in einer Gemeinderatssitzung mit anschließender Beschlussfassung. Konzepteinreichung/Antragsstellung beim Fördermittelgeber 	
<p>Fördermittel/Investitionskosten</p> <ul style="list-style-type: none"> Fördermittel: mind. 10 T€ / max. 350 T€ Investitionskosten: abhängig von Art und Umfang der geplanten Maßnahme 	<p>Risiken</p> <ul style="list-style-type: none"> keine
<p>Zeitplan</p> 	
<p>Verantwortung/Teammitglieder</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschluss durch Gemeinderat/Ausschuss Gemeindeverwaltung Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“ 	

Abbildung 131: Maßnahmensteckbrief M 24

M 25: „Siedlung der kurzen Wege“

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Im Falle der bauplanerischen Gestaltung des Bereichs „Posteläcker“ sollte auf eine strukturell ausgewogene Durchmischung miteinander verträglicher Nutzungen geachtet werden.

Wirkungsansatz

- Durch die beschriebene Maßnahme soll die Lebensqualität erhöht werden und die Gemeinde als Wohn- und Aufenthaltsort attraktiver gemacht werden. Zudem soll der Flächenverbrauch sowie Umweltprobleme aus einer ausufernden Mobilität begrenzt werden.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Prüfung verschiedener Planungsansätze auf ihre Umsetzbarkeit
- Mögliche Ansätze sind:
 - Erhalt der Nahversorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs
 - Autofreies und autoreduziertes Wohnen
 - Vorsehung entsprechender Rad- und Fußgängerverkehrsflächen
 - Steuerung des ruhenden Verkehrs
 - etc.

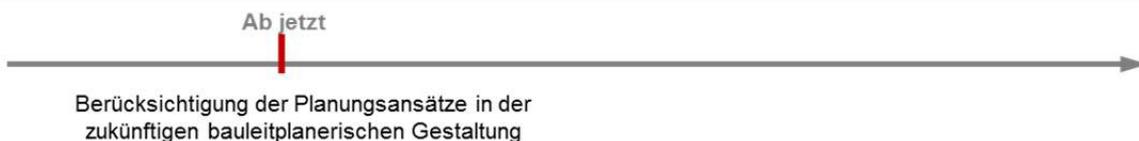
Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel: keine
- Investitionskosten: evtl. Kosten durch Mehraufwand bei der Bauleitplanung

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung/Teammitglieder

- Gemeindeverwaltung
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“

Abbildung 132: Maßnahmensteckbrief M 25

M 26: Konzepterarbeitung – Teilbereich Rad- und Fußverkehr

Maßnahmenbeschreibung/Wirkungsansatz

Maßnahmenbeschreibung

- Der Ist-Zustand des Rad- und Fußverkehrs sollte mittels eines Mobilitätskonzeptes für den Rad- und Fußverkehr detailliert untersucht werden.
- Die aus den Ergebnissen der Untersuchung hervorgehenden Potenziale und Notwendigkeiten zur Optimierung/Ausbau der entsprechenden Infrastruktur sollen weiter verfolgt und umgesetzt werden.

Wirkungsansatz

- Durch die Erstellung eines Mobilitätskonzeptes für den Rad- und Fußverkehr werden die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen reduziert und die Mobilität der einzelnen Bevölkerungsgruppen gesteigert.

Abbildung/Kartografische Darstellung



Weiterführende Schritte

- Kontaktaufnahme mit der/m Klimaschutzmanager(-in) zur Besprechung der Thematik und Ermittlung möglicher Partnergemeinden
- Vorstellung des Förderprogramms in einer Gemeinderatssitzung mit anschließender Beschlussfassung.
- Gemeinsame Antragsstellung der Landkreiskommunen beim Fördermittelgeber
- Durchführung der Untersuchung durch den Auftragnehmer

Fördermittel/Investitionskosten

- Fördermittel: nicht rückzahlbarer Zuschuss von 50 % (in Abhängigkeit der Finanzkraft der Kommune auch ggf. höhere Förderquote möglich)
- Investitionskosten: Projektabhängig

Risiken

- keine

Zeitplan



Verantwortung/Teammitglieder

- Bürgermeister Stumpf
- Gemeindeverwaltung
- Arbeitskreis „Energiewende Bubenreuth“
- Landkreis Erlangen-Höchstadt (Klimaschutzmanager)

Abbildung 133: Maßnahmensteckbrief M 26

10 Fazit

Die Gemeinde Bubenreuth ist bei der Umsetzung der Energiewende vor allem durch die Errichtung von Photovoltaikanlagen, sowie durch die Umsetzung von weiteren investiven (z. B. energetische Sanierung kommunaler Liegenschaften, schrittweise Sanierung der Straßenbeleuchtung, etc.) und nicht-investiven (z. B. Teilnahme Energiecoaching) Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes aktiv. Der Anteil regenerativer Energien am Stromverbrauch liegt, bedingt durch die installierten Photovoltaik-Dachanlagen bei 4 %.

Mittels der durchgeführten Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2014 konnte der Endenergiebedarf (2014: 99 GWh) sowie die daraus resultierenden CO₂-Emissionen pro Kopf (2014: 7,1 t/Kopf) der Gemeinde Bubenreuth ermittelt werden.

Um das Ziel der Bundesregierung von „7,5 t/Kopf CO₂-Emissionen“ bis 2030 in der Gemeinde Bubenreuth zu erreichen, ist es ausreichend das Energieeinspar Szenario Klimaplus sowohl im Bereich elektrischer als auch thermischer Energie umzusetzen. Im Vergleich dazu werden die Ziele der Pariser Klimakonferenz für den gleichen Bezugshorizont nur durch die zusätzliche Umsetzung weiterer erneuerbarer Energiepotenziale (die Errichtung der Photovoltaik-Freiflächenanlage im Bereich „Bubenreuth-Nord“ ist hierfür ausreichend, vgl. Kapitel 5.3.5) erreicht.

Werden zusätzlich zum Energieeinspar Szenario „Klimaplus“ auch das gesamte ausgewiesene erneuerbare Energiepotenzial sowie die vorgeschlagenen Wärmenetzlösungen⁹³ umgesetzt, so können die jährlichen pro Kopf Emissionen auf maximal 1,1 t/a reduziert werden. Damit würde sich die Gemeinde Bubenreuth ca. 90 % unterhalb des aktuellen Werts der pro Kopf Emissionen Deutschlands befinden und zudem die bundesdeutschen Ziele von 2,1 t/Kopf bis 2050 erreichen.

Die Einspar- und Effizienzpotenziale in M 5, M 7, M 8, M 9, M 11, M 13, M 17, M 18, M 19, M 20 sowie die Nutzung des technisch möglichen Zubaupotenzials erneuerbarer Energien (M 10, M 12, M 14, M 16) sollten daher bestmöglich erschlossen werden.

Die ökonomische Vorteilhaftigkeit einer Umsetzung eines zentralen Wärmeverbundes (vgl. Kapitel 6.3.1 bis 6.3.4) hängt unmittelbar von der Anschlussbereitschaft potenzieller Anschlussnehmer ab. Daher sollte vorab eine Abfrage der Anschlussbereitschaft in den un-

⁹³ Es wird davon ausgegangen, dass jeweils das ökologischste Erzeugersystem realisiert wird

tersuchten Gebieten stattfinden und anschließend ggf. eine weitere Detaillierung der vorhandenen Ergebnisse durchgeführt werden.

Daneben sollten die in Kapitel 6.4 aufgezeigten Optimierungsmaßnahmen umgesetzt werden (kommunale Liegenschaften) bzw. die entsprechenden Informationen an die Gewerbebetriebe weiter getragen werden.

Der Verkehrssektor stellt mit einem Anteil von 38 % an den jährlichen CO₂-Emissionen bzw. 40 % am gesamten Endenergieverbrauch einen weiteren signifikanten Ansatzpunkt zur Verringerung von CO₂-Emissionen bzw. des Endenergiebedarfs in der Gemeinde Bubenreuth dar. Die im Maßnahmenkatalog vorgeschlagenen Maßnahmen 21 bis 26 sollten daher priorisiert nachverfolgt werden.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor zur Minderung der CO₂-Emissionen wird die erfolgreiche Einbeziehung der Verbraucher („Private Haushalte/Kleingewerbe“ sowie „Gewerbe/Industrie“) sein. Hierzu müssen die Bürgerinnen und Bürger von der Notwendigkeit der Veränderungen im Energiebereich überzeugt und für die Dringlichkeit der Energiewende sensibilisiert werden. Insbesondere die Ergebnisse der Vor-Ort-Besichtigung in Kapitel 6.4 zeigen, dass bereits eine Bewusstseinsbildung in den Unternehmen hin zu einem energieeffizienten Betriebsablauf stattgefunden hat und aktiv verfolgt wird.

Um diesen bereits angestoßenen Veränderungsprozess und somit die Erreichung der gesetzten Ziele voranzutreiben, ist es zielführend weiter aktiv auf Bürger und Unternehmen zuzugehen und diese kontinuierlich zu informieren.

11 Fördermittel

Im Folgenden wird ein grober Überblick der Fördermöglichkeiten, die die vorgeschlagenen Maßnahmen unterstützen könnten, gegeben.

Informationen zu Thema „Fördermittel“ können vor allem auf nachfolgenden Internetseiten eingeholt werden:

- Bine Informationsdienst: Fördermittel-Suche, <http://www.energiefoerderung.info/>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Förderdatenbank, <http://www.foerderdatenbank.de/>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, http://www.bmu.de/energieeffizienz/foerdermittel_beratung/foerdermoeglichkeiten/doc/37904.php
- Carmen e.V.: Förderprogramme für Erneuerbare Energien und nachhaltige Ressourcenverwendung, <http://www.carmen-ev.de/infothek/foerderung>
- Klimaschutzinitiative: Projekte und Programme Kommunen, <http://www.klimaschutz.de/de/programme-und-projekte>
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie: Förderprogramme, <http://www.stmwi.bayern.de/service/foerderprogramme/>
- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, <http://www.tfz.bayern.de/foerderung/index.php>

Aufgrund der Vielzahl von Fördermöglichkeiten sowie der oftmaligen Veränderungen dieser hat dieses Kapitel keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch sollte die Aktualität bei entsprechender Favorisierung des Förderprogramms erneut geprüft werden.

11.1 Mini-BHKW

Durch das Förderprogramm bzw. die Förderrichtlinie „Richtlinien zur Förderung von KWK-Anlagen bis 20 kW_{el}“ sollen für kleine, hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wirtschaftliche Anreize geschaffen werden. Mit dieser Richtlinie soll die Zahl dieser effizienten Anlagen steigen und damit ein Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesregierung geleistet werden.

Gegenstand der Förderung

Mit der Richtlinie wird die Errichtung von Neuanlagen in einem Leistungsbereich bis 20 kW_{el} gefördert.

Verpflichtungen/Voraussetzungen

- Gesamtnutzungsgrad von mindestens 85%
- Primärenergieeinsparung von mind. 15 % (kleiner 10 kW_{el}) bzw. mind. 20 % (bis einschließlich 20 kW_{el})
- Vorhandensein eines Wärmespeichers
- In Liste der förderfähigen Anlagen der BAFA
- Steuerung und Regelung für Wärme- und stromgeführte Betriebsweise
- Erfüllung der technischen Voraussetzungen
- Etc. [BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE 2016]

Auszug aus Fördersätzen

Tabelle 36: Fördersätze Mini-BHKW

Elektrische Leistung in kW _{el}	Förderbetrag ab 01.01.2015 in € je kW _{el}
<=1	1.900
<=4	300
<=10	100
<=20	10

Quelle: eigener Entwurf nach BUNDESAMT FÜR WIRTSCHAFT UND AUSFUHRKONTROLLE 2015

Besonders effiziente Mini-BHKWs können zusätzlich zur Basisförderung einen Wärmeeffizienzbonus (zweiter Abgaswärmetauscher und hydraulischer Abgleich des angeschlossenen Heizsystems ist durchgeführt worden und Stromeffizienzbonus (abhängig vom elektrischen Wirkungsgrad) erhalten. Der Wärmeeffizienzbonus beträgt 25 % der Basisförderung, während der Stromeffizienzbonus bei 60 % liegt.

Link:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/mini_kwk_anlagen/index.html

11.2 Solarkollektoranlagen

Solarkollektoren werden durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für Bestandsgebäude gefördert.

Die Förderung erfolgt für nachfolgende Anwendungsbereiche:

- zur Raumheizung
- zur kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung
- zur Bereitstellung von Prozesswärme
- zur solaren Kälteerzeugung
- Solarkollektoranlagen, die die Wärme überwiegend einem Wärmenetz zuführen.

Fördervoraussetzungen für die Basisförderung

- Die Bafa fördert nur jene Anlagen, die entweder zur Bereitstellung des Wärmebedarfs für Warmwasser und Heizung oder zur Bereitstellung des Kältebedarfs dienen. Zudem muss mindestens 2 Jahre vor Antragsstellung ein Heizungs- oder Kühlsystem installiert worden sein.
- Im Rahmen der Innovationsförderung werden auch Anlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme gefördert.

Förderung

Eine Übersicht über die Basis- Bonus- und Innovationsförderung Solar stellt folgender Link bereit:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/solarthermie/index.htmlhttp://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/solarthermie/index.html

11.3 Wärmepumpe

Auch der Einbau einer effizienten Wärmepumpe, für nachfolgende Anwendungsformen, wird durch die Bafa bei Bestandsgebäuden gefördert. Für Neubauten besteht seit dem 01. Januar 2016 auch die Möglichkeit einer Förderung nach der neu eingeführten Innovationsförderung.

Die Förderung erfolgt für nachfolgende Anwendungsbereiche:

- die kombinierte Raumbeheizung und Warmwasserbereitung von Wohngebäuden
- die Raumbeheizung von Gebäuden, deren Warmwasserbereitung zu einem wesentlichen Teil durch einen erneuerbaren Energieträger erfolgt
- die Raumbeheizung von Nichtwohngebäuden
- die Bereitstellung von Prozesswärme oder von Wärme für Wärmenetze

Antragssteller

- Privatpersonen, Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Zweckverbände und gemeinnützige Organisationen.
- Kleine oder mittlere Unternehmen (KMU), KMU, an denen mehrheitlich Kommunen beteiligt sind oder freiberuflich Tätige, Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau.

Fördervoraussetzungen für die Basisförderung

- Es muss mindestens 2 Jahre vor Antragsstellung ein Heizungssystem installiert worden sein.
- Vorhanden sein eines Strom- bzw. ein Gaszählers sowie mindestens ein Wärmemengenzählers
- Durchführung hydraulischer Abgleich und Anpassung der Heizkurve
- Folgende Jahresarbeitszahlen müssen für die Basisförderung nachgewiesen werden:
 - 3,8 bei Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen in Wohngebäuden
 - 4,0 bei Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen in Nichtwohngebäuden
 - 3,5 bei Luft/Wasser-Wärmepumpen
 - 1,25 bei gasbetriebenen Wärmepumpen (1,3 in Nichtwohngebäuden)

Hinweis: Für die Förderung von Anlagen in Neubauten (Innovationsförderung gelten verschärfte Anforderungen an die Effizienz der Wärmepumpen.

Förderung

Eine Übersicht über die Basis- Bonus- und Innovationsförderung für Wärmepumpen stellt folgender Link bereit: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/index.html

11.4 Nahwärmenetz

Förderung durch die KfW:

Die KfW fördert mit dem Programm Erneuerbare Energien-Premium u.a. die Errichtung und die Erweiterung von Nahwärmenetzen.

Antragssteller

- Natürliche Personen und gemeinnützige Antragsteller, die die erzeugte Wärme und/oder den erzeugten Strom ausschließlich für den Eigenbedarf nutzen.
- Kleine und mittlere Unternehmen
- Unternehmen, an denen zu mehr als 25 % Kommunen beteiligt sind und die KMU Schwellenwerte für Umsatz und Beschäftigte unterschreiten.
- Kommunen, Kommunale Gebietskörperschaften, rechtlich unselbstständige kommunale Betriebe und kommunale Zweckverbände, sofern sie das Vorhaben unter Hinweis auf die Förderung öffentlichkeitswirksam vorstellen.
- Etc.

Fördervoraussetzung

Nahwärmenetze werden dann durch die KfW gefördert, wenn sie durch erneuerbare Energien gespeist werden und einen Wärmeabsatz von mindestens 500 kWh/ Jahr und Trassenmeter haben. Der Anteil der erneuerbaren Wärmebereitstellung ist abhängig vom jeweiligen Energieträger.

Hinweis: Wärmenetze, die nach dem Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG) gefördert werden können, sind nicht antragsberechtigt.

Förderung

- 60 Euro je neu errichteten Meter Trassenlänge, höchstens jedoch 1 Million Euro (Förderhöchstbetrag).
- Zuzüglich zu der Wärmenetzförderung pro Meter Trasse können die Hausübergabestationen für Bestandsgebäude mit jeweils bis zu 1.800 Euro gefördert werden, wenn die Investitionen vom Investor und Betreiber des Wärmenetzes durchgeführt werden und kein kommunaler Anschlusszwang besteht.
- Zusatzförderung für den Betrieb durch ein KMU (10 %) sowie den Anschluss von ineffizienten Altanlagen (APEE) (10 %) ist möglich. Im Falle der Zusatzförderung

nach APEE ist die Förderung abhängig vom Anteil und der Anzahl der fossil ersetzten Wärmeerzeuger.

Link:

http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/Erneuerbare_Energien_-_Premium/index.jsp

***Hinweis:** Dieses Programm fördert auch viele Arten erneuerbare Energie, wie Anlagen zur Erschließung der Tiefengeothermie, Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas, etc.*

Förderung durch die Bafa:

Auch über die Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle werden Wärmenetze gefördert.

Allgemeines

- Antragssteller: Ausschließlich der Wärme- oder Kältenetzbetreiber
- Inbetriebnahme: ab dem 01.01.2017 bis 31.12.2022
- Voraussetzung: Anteil der Wärme/Kälte aus KWK muss innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme mind. 75 % erreichen. Eine Kombination aus Wärme/Kälte aus KWK-Anlagen und erneuerbaren Energien bzw. industrieller Abwärme ist ebenfalls möglich. Der Nachweis muss durch einen Wirtschaftsprüfer erfolgen.

Förderung

- Mittlerer Nenndurchmesser \leq DN 100: Der Zuschlag beträgt 100 Euro je laufender Meter der neu verlegten Leitung, höchstens jedoch 40 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten. Der Zuschlag ist auf 10 Millionen Euro je Projekt begrenzt.
- Mittlerer Nenndurchmesser $>$ DN100: Der Zuschlag ist immer 30 Prozent der ansatzfähigen Investitionskosten begrenzt. Der Zuschlag ist auf 10 Millionen Euro je Projekt begrenzt.

Link:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/publikationen/merkblatt_waermenetze.pdf

11.5 Biomasseanlagen

Die Installation von Biomasseanlagen auf Bestandsgebäuden wird ebenfalls durch die BAFA gefördert. Für Neubauten besteht seit dem 01. Januar 2016 wiederum die Möglichkeit einer Förderung nach der neu eingeführten Innovationsförderung.

Folgende Anwendungsbereiche werden gefördert:

- Kessel zur Verfeuerung von Biomassepellets und Biomassehackschnitzeln
- Holzpelletsöfen mit Wassertasche
- Kombinationskessel zur Verfeuerung von Biomassepellets bzw. Holz hackschnitzeln und Scheitholz
- besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel

Antragssteller

- Privatpersonen, Kommunen, kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Zweckverbände und gemeinnützige Organisationen (z. B. eingetragene Vereine).
- Kleine oder mittlere Unternehmen (KMU), KMU, an denen mehrheitlich Kommunen beteiligt sind, freiberuflich Tätige, Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau.

Fördervoraussetzungen für die Basisförderung

- Es muss mindestens 2 Jahre vor Antragsstellung ein Heizungssystem installiert worden sein.
- Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
- Vorhandensein der Schornsteinfegerabnahmebescheinigung
- Kesselwirkungsgrad von mindestens 89 Prozent (90 % bei Pelletöfen mit Wassertasche)

Hinweis

Seit 1. Januar 2016 müssen förderfähige Biomasseanlagen schärfere Grenzwerte für gasförmige und staubförmige Emission einhalten. Das BAFA hat die Liste der förderfähigen Biomasseanlagen entsprechend aktualisiert

Link: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/publikationen/index.htmlLink:

Förderung

Eine Übersicht über die Basis- Bonus- und Innovationsförderung Biomasse stellt folgender Link bereit: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/index.html

11.6 Energieeffizient Sanieren

Die energetische Sanierung wird ebenfalls über die KfW gefördert.

Antragssteller

- Eigentümer (natürliche Personen) von selbst genutzten oder vermieteten Ein- und Zweifamilienhäusern mit maximal zwei Wohneinheiten.
- Ersterwerber (natürliche Personen) von neu sanierten Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Eigentumswohnungen.
- Eigentümer (natürliche Personen) von selbst genutzten oder vermieteten Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften.
- Wohnungseigentümergeinschaften mit natürlichen Personen als Wohnungseigentümer.

Förderung

- Gefördert wird die energetische Sanierung von Wohngebäuden (wohnwirtschaftlich genutzte Flächen und Wohneinheiten), für die vor dem 01.01.1995 der Bauantrag gestellt oder Bauanzeige erstattet wurde. Nicht gefördert werden Maßnahmen an Ferienhäusern und -wohnungen sowie Wochenendhäusern.
- Förderfähige Investitionskosten sind die durch die energetischen Maßnahmen unmittelbar bedingten Kosten einschließlich der Planungs- und Baubegleitungsleistungen sowie die Kosten notwendiger Nebenarbeiten, die zur ordnungsgemäßen Fertigstellung und Funktion des Gebäudes erforderlich sind (z. B. Erneuerung der Fensterbänke, Prüfung der Luftdichtheit).
- Weitere Hinweise zu den förderfähigen Maßnahmen finden Sie unter www.kfw.de/430 in der Liste der förderfähigen Kosten [KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU KFW 2015A].

Link:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Zuschuss-%28430%29/>

https://www.kfw.de/media/pdf/download_center/foerderprogramme_inlandsfoerderung/pdf_dokumente_2/6000_002721M430-Zuschuss.pdf

11.7 10.000 Häuser-Programm

Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie fördert private Hausbesitzer bei energetischen Maßnahmen. Das Förderprogramm setzt sich aus den beiden Programmteilen „EnergieSystemHaus“ und „Heizungstausch“ zusammen. Dieses Förderprogramm läuft vom 15. September 2015 bis Ende 2018.

Programmteil „EnergieSystemHaus“:

Der Programmteil „EnergieSystemHaus“ fördert Bestandsgebäude und Neubauten mit einem einmaligen Zuschuss in Höhe von 1.000 bis 18.000 € je Wohngebäude.

Fördervoraussetzungen

Als Voraussetzung für einen möglichen Erhalt der Förderung nach dem Programmteil „EnergieSystemHaus“ ist das Erreichen eines KfW-Effizienz-Niveaus (im Sanierungsfall: KfW-Effizienzhaus Niveau 115, im Neubau: KfW-Effizienzhaus 55).

Fördergegenstand und Förderhöhe

- **Technikbonus**
 - **Wärmepumpensysteme** (mit Wärmespeicher und Energiemanagementsystem): 2.000 – 2.500 €
 - **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** (Eigenstromerzeugung, Wärmespeicher, Energiemanagementsystem): 1.500 – 4.500 €
 - **Netzdienliche Photovoltaik** (Speichersystem mit Energiemanagementsystem): 2.000 – 4.500 €
 - **Solarwärmespeicherung** (Solarthermieanlage mit Wärmespeicher): 1.000 – 9.000 €
 - **Holzheizung** (mit Wärmespeicher und wahlweise Brennwerttechnik oder Staubfilter): 1.500 €

Darüber hinaus besteht der Anspruch auf einen Energieeffizienzbonus falls das energetische Niveau nach der Sanierung bzw. im Neubau die Anforderungen der KfW übersteigt. Die Höhe des Bonus orientiert sich am spezifischen Heizwärmebedarf des Gebäudes.

- **Energieeffizienzbonus**
 - **Modernisierungsfall**
 - **8-Liter-Haus:** Heizwärmebedarf $\leq 80 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ max. 3.000 €
 - **5-Liter-Haus:** Heizwärmebedarf $\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ max. 6.000 €
 - **3-Liter-Haus:** Heizwärmebedarf $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ max. 9.000 €
 - **Neubau**
 - **3-Liter-Haus:** Heizwärmebedarf $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ max. 4.500 €
 - **1,5-Liter-Haus:** Heizwärmebedarf $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ max. 9.000 €

Programmteil „Heizungstausch“:

Der Programmteil „Heizungstausch“ fördert den vorzeitigen Austausch von ineffizienten Heizkesseln durch moderne Heizanlagen (z. B. Brennwerttechnik, Biomassekessel oder KWK-Anlagen, ggf. Kombination mit Solarthermie).

Fördervoraussetzungen

- Alter der funktionstüchtigen Altanlage beträgt 25 bis unter 30 Jahre
- Einsatz moderner Heiztechnik (z. B. Brennwerttechnik, Biomassekessel oder KWK-Anlagen, ggf. Kombination mit Solarthermie)
- Es besteht keine gesetzliche Austauschpflicht
- Hydraulischer Abgleich des neuen Heizsystems
- Einsatz einer hocheffizienten Heizungsumwälzpumpe

Fördergegenstand und Förderhöhe

- Einmaliger Zuschuss in Höhe von 1.000 bis 2.000 € je Wohngebäude (Heizanlagen-Bonus), bestehend aus:
 - Zuschuss von 1.000 € (Grundförderung)
 - Zusätzlicher Zuschuss für Solarthermie zur Warmwasserunterstützung 500 €
 - Erweiterter Einsatz der Solarthermieanlage zur Warmwasserunterstützung und Heizungsunterstützung erhöht den Zuschuss für Solarthermie um nochmals 500 €
- 1.

Hinweis: Für eine Energieberatung bzw. Baubegleitung existieren weitere Förderprogramme seitens der BAFA (siehe Kapitel 5.19) bzw. der KfW (siehe nachfolgenden Link).

Link zur Baubegleitungsförderung der KfW:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Baubegleitung-%28431%29/#1>

Hinweise und weiterführende Informationen können unter folgendem Link abgerufen werden:

https://www.energieatlas.bayern.de/buerger/10000_haeuser_programm.html

11.8 Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)

Das Bundeswirtschaftsministerium fördert seit dem 01. Januar 2016 den Austausch ineffizienter Heizungsanlagen durch moderne Heizungen in Kombination mit einer Optimierung des kompletten Heizungssystems.

Fördergegenstand:

- Austausch einer oder mehrerer ineffizienter Altanlagen durch moderne Biomasseanlagen oder effiziente Wärmepumpen.
- Einbindung einer Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung in eine Altanlage (ohne Brennwertechnik) Hinweis: Fördervoraussetzung

Fördervoraussetzung:

- Bestandsanlage auf Basis fossiler Energieträger (ohne Brennwertechnik)
- Kein Vorliegen der gesetzlichen Austauschpflicht nach § 10 der EnEV 2013
- Optimierung des Heizungssystems wird durchgeführt und nachgewiesen

Förderhöhe:

- Für den Austausch einer ineffizienten Altanlage bzw. die Einbindung einer Solarthermischen Anlage zur Heizungsunterstützung wird ein Bonus von 20 % auf den gleichzeitig bewilligten Bonus (ohne Optimierungsbonus) nach dem Marktanzreizprogramm gewährt.
- Zusätzlich gibt es einen Investitionszuschuss von 600 € für die gleichzeitige Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Heizungsanlage (z. B. Hydraulischer Abgleich).

Hinweis: Die Beantragung eines Zusatzbonus kann nur in Kombination mit einer gleichzeitigen positiven Förderzusage nach dem Marktanzreizprogramm der BAFA erfolgen.

Zugleich ist eine Zusatzförderung durch das APEE-Programm nicht mit dem Optimierungsbonus des Marktanzreizprogramms der BAFA kumulierbar.

Antragssteller sind Personen, die auch im Rahmen des Marktanzreizprogramms der BAFA antragsberechtigt sind.

Förderung

Link:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/apee/index.html

11.9 Städtebauförderung in Bayern

Antragsberechtigt

- Städte
- Märkte
- Gemeinden

Förderzweck/-ziel

- Energetische Quartierserneuerung, kommunale und interkommunale Energiekonzepte im Rahmen städtebaulicher Gesamtmaßnahmen
- Handlungsfeld Klimaschutz und Energieeffizienz im Rahmen von Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen und kommunalen Förderprogrammen

Art der Förderung

Städtebauförderungsmittel werden im Rahmen einer Projektförderung in Form von zweckgebundenen Zuschüssen gewährt.

Zuständige Stelle/Behörde

Bezirksregierungen, Sachgebiete 34 – Städtebau

Förderphasen

- Analyse und Konzeption
- Planung
- Umsetzung

Link:

<http://www.stmi.bayern.de/buw/staedtebaufoerderung/index.php>

11.10 Energieeffizient Bauen

Durch das Programm Energieeffizient Bauen der KfW soll die Errichtung besonders effizienter Neubauten unterstützt werden.

Antragssteller

- Alle Träger von Investitionsmaßnahmen an neuen selbst genutzten oder vermieteten Wohngebäuden sowie Eigentumswohnungen
- Ersterwerber von neu errichteten Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen

Förderung

- Errichtung oder Ersterwerb von Wohngebäuden einschließlich Wohn-, Alten-, und Pflegeheimen
- Herstellung von neuen abgeschlossenen Wohneinheiten durch die Nutzungsänderung von bisher unbeheizten Nichtwohnflächen in Wohnflächen

Es werden drei unterschiedliche Effizienzhäuser gefördert:

- KfW-Effizienzhaus 55
- KfW-Effizienzhaus 40
- KfW-Effizienzhaus 40 Plus

Kreditbetrag

- Zinsgünstiger Kredit (Maximale Kredithöhe beträgt 100 T € (Baukosten ohne Grundstück)
- einem Tilgungszuschuss in Abhängigkeit des erreichten Energieeffizienzstandards
- Die Laufzeiten des Kredits sind gestaffelt in 10 / 20 / 30 Jahre
- Der Zinssatz variiert je nach Laufzeit

Link:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Wohnwirtschaft/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Bauen-%28153%29/index.html>

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Bauen-%28153%29/>

11.11 Energieberatung

Durch die Richtlinie zur Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort, fördert die BAFA die Energieberatung vor Ort. Gefördert wird die Vor-Ort-Beratung, die sich einer Sanierung des Wohngebäudes zu einem KfW-Effizienzhaus (**Komplettsanierung**) oder einer umfassenden schrittweisen energetischen Sanierung des Wohngebäudes (**Sanierungsfahrplan**) widmet.

Antragssteller

Als Antragsteller kommen nur Berater in Betracht, die nachfolgende Voraussetzungen erfüllen:

- Ingenieure und Architekten, die durch ihre bisherige berufliche Tätigkeit oder durch zusätzliche Fortbildungsmaßnahmen die für eine Energieberatung notwendigen Fachkenntnisse erworben haben
- Absolventen der Lehrgänge der Handwerkskammern zum / zur geprüften „Gebäudeenergieberaterin / Gebäudeenergieberater (HWK)“
- Absolventen geeigneter Ausbildungskurse, deren Mindestinhalte und Eingangsvoraussetzungen in Anlage 3 der Richtlinie festgelegt sind.

Förderung

- Die Höhe des Zuschusses für eine Vor-Ort-Beratung beträgt 60 % der förderfähigen Beratungskosten – maximal 800 Euro für Ein- / Zweifamilienhäuser bzw. 1.100 Euro für Wohnhäuser mit mindestens drei Wohneinheiten.
- Für die zusätzliche Präsentation der Ergebnisse vor einer Wohnungseigentümersammlung oder einer Beiratssitzung wird ein Zuschuss von max. 500 € gezahlt.

Links:

<http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/>

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/vorschriften/vob_richtlinie_2012.pdf

Bei Sanierungsvorhaben siehe auch:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Energetische-Sanierung/>

11.12 Kreditprogramme zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien Standard

Das KfW-Programm Erneuerbare Energien "Standard" ermöglicht eine zinsgünstige Finanzierung von Vorhaben zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung und Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen.

Fördergegenstand

- Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen und Netzen, die die Anforderungen des Gesetzes zur Neuregelung des Rechts Erneuerbarer Energien im Strombereich ("EEG") vom 04.08.2011 (BGBl. 2011 Teil I Nr. 2, Seite 1634) erfüllen.
- Geeignet für in- und ausländische Unternehmen in privatem oder kommunalem Besitz, Privatpersonen und gemeinnützige Antragssteller, Freiberufler und Landwirte.

Kreditbetrag

- Zinsgünstiger Kredit (Maximale Kredithöhe beträgt 25 Mio. € pro Vorhaben)
- Die Laufzeiten des Kredits sind gestaffelt in 5 / 10 / 20 Jahre
- Der Zinssatz variiert je nach Laufzeit

Link:

<https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf>, Stand: 03/2016.

Erneuerbare Energien Premium

Speziell geeignet für größere Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt.

Fördergegenstand

- Solarkollektoranlagen, Biomasse- Anlage zur Verbrennung fester Biomasse, wärmegeführte KWK- Biomasse – Anlagen, Wärmenetze, Große Wärmespeicher, Biogasleitungen, Wärmepumpen, Geothermie (mehr als 400 m Bohrtiefe und mind. 0,3 MW_{th})
- Geeignet für kleinere / mittlere Unternehmen, Unternehmen mit kommunaler Beteiligung, Großunternehmen, Privatpersonen, Landwirte Freiberufler, gemeinnützige Antragssteller und Kommunen

Kreditbetrag

- Zinsgünstiger Kredit (Maximale Kredithöhe beträgt 10 Mio. € pro Vorhaben)
- einem Tilgungszuschuss aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMWi)
- Die Laufzeiten des Kredits sind gestaffelt in 5 / 10 / 20 Jahre
- Der Zinssatz variiert je nach Laufzeit

Link:

<https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf>, Stand: 01/2016.

Erneuerbare Energien Speicher**Fördergegenstand**

- Die Neuerrichtung einer Photovoltaikanlage in Verbindung mit einem stationären Batteriespeichersystem.
- Ein stationäres Batteriespeichersystem, das nachträglich zu einer nach dem
- 31.12.2012 in Betrieb genommenen Photovoltaik-Anlage installiert wird.⁹⁴

Kreditbetrag

- Zinsgünstiger Kredit (max. 100 % der förderfähigen Nettoinvestitionskosten)
- einem Tilgungszuschuss aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMWi)
- Die Laufzeiten des Kredits sind gestaffelt in 5 / 10 / 20 Jahre
- Der Zinssatz variiert je nach Laufzeit

Hinweis: Die Förderung endet nach Ausschöpfung des Gesamtbudgets von 30 Mio. Euro bzw. spätestens am 31.12.2018.

Link:

https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-%28Inlandsf%C3%B6rderung%29/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf, Stand: 03/2016.

⁹⁴ Der Fall einer "Nachrüstung" liegt vor, wenn zwischen der Inbetriebnahme der Photovoltaikanlage und der Inbetriebnahme des Batteriespeichersystems ein Zeitraum von mindestens sechs Monaten liegt.

11.13 PtJ-Förderungen

Investive Klimaschutzmaßnahmen:

Gefördert werden in drei Teilbereichen investive Maßnahmen, die unmittelbar zu einer nachhaltigen Reduzierung von Treibhausgasemissionen führen.

Fördergegenstand

- Nutzung hocheffizienter Technologien bei der Sanierung von Innen- und Hallenbeleuchtung und von Lüftungsanlagen
- Infrastrukturelle Investitionen zur Förderung nachhaltiger Mobilität
- Investitionen in Klimaschutztechnologien zur aeroben in-situ-Stabilisierung von Deponien

Auszug aus den Fördersätzen

Fördergegenstand	Förderhöhe
Innen- und Hallenbeleuchtung	Bis zu 30 % der förderfähigen Ausgaben
Straßenbeleuchtung	Bis zu 25 % der förderfähigen Ausgaben
Raumluftechnische Anlagen	Bis zu 25 % der förderfähigen Ausgaben
Errichtung verkehrsmittelübergreifender Mobilitätsstationen	Bis zu 50 % der förderfähigen Ausgaben (max. 350.000 €)
Maßnahmen zur Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur	Bis zu 40 % der förderfähigen Ausgaben (max. 350.000 €)

Link:

<https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive-massnahmen>

11.14 Ladesäuleninfrastruktur

Fördergegenstand:

Gefördert wird die Errichtung einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur mit einem oder mehreren Ladepunkten

Antragsberechtigter Personenkreis:

Natürliche und juristische Personen (keine GbR)

Förderdauer: bis 31.12.2020

Antragsstellung:

Zur Einreichung von Förderanträgen werden Förderaufrufe mit weiteren Detaillierungen zur jeweiligen Förderperiode an bestimmten Stichtagen (via Bundes easy-Online Förderportal) ausgegeben. Die Vergabe erfolgt durch Ausschreibungen, welche sich an den geringsten Förderkosten pro kW Ladeleistung orientieren. Hiervon ausgenommen ist der erste Förderaufruf vom 15.02.2017.

Förderhöhe:

- Gesamtfördervolumen von 300 Mio. € (1. Förderaufruf v. 15.02.2017: max. 10 Mio. €)
- Max. Förderhöhe: 20 % des Gesamtfördervolumens je Antragsteller
- Ladepunkte:
 - Normalladepunkte (< 22 kW): max. 60 % (3.000 €) je Ladepunkt
 - Schnellladepunkte (< 100 kW): max. 60 % (12.000 €) je Ladepunkt
 - Schnellladepunkte (>= 100 kW): max. 60 % (30.00 €) je Ladepunkt
- Netzanschluss:
 - max. 60 % (5.000 €) bei Anschluss an Niederspannungsnetz
 - max. 60 % (50.000 €) bei Anschluss an Mittelspannungsnetz
 -

Link: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2017/019-dobrindt-e-ladesaeulenoffensive.html>

11.15 Rad- und Fußverkehr (Klimaschutzteilkonzept)

Klimaschutzteilkonzepte:

Gefördert werden Konzepte, die für einen abgrenzbaren und besonders klimarelevanten Bereich bzw. durch eine abgrenzbare und besonders klimafreundliche Maßnahme unmittelbar zu einer nachhaltigen Reduzierung von Treibhausgasemissionen führen.

Förderbereiche/Maßnahmen

- Klimaanpassung und Klimaschutz innovativ
- Liegenschaften und Mobilität
- Energie und Technik
- Abfall und Wasser

Förderhöhe

Die Förderung sieht einen Zuschuss in Höhe von 50 % der zuwendungsfähigen Kosten vor. Kommunen, die über unzureichende Eigenmittel verfügen können ggf. eine Förderquote von bis zu 70 % erhalten.

Zuwendungsfähige Kosten:

- Sach- und Personalausgaben von fachkundigen externen Dritten,
- die begleitende Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Flyer, Workshopmaterialien) sowie
- die Beteiligung der relevanten Akteure (z. B. professionelle, durch externe Dritte durchgeführte Verfahren der Bürgerbeteiligung und –mitwirkung, Durchführung von Klimaschutzaktionstagen etc.)
-

Link:

https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/items/item_6900/iii.3_merkblatt_klimaschutzteilkonzepte.pdf

11.16 Förderung von Klimaschutzmaßnahmen der Kommunen und anderer Körperschaften des öffentlichen Rechts (KlimR)

Antragsberechtigt

- Kommunale Körperschaften (Kommunen) und deren Zusammenschlüsse
- Kommunalunternehmen
- Sonstige Körperschaften des öffentlichen Rechts (z. B. Kirchen)
- In Ausnahmefällen auch Sonstige (z. B. Vereine)

Förderzweck/-ziel

- Planerische Maßnahmen (in Ausnahmefällen auch deren Umsetzung) zur Reduzierung der CO₂-Emissionen öffentlicher Liegenschaften.
- Teilnahme an Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsverfahren für den kommunalen Energiebereich

Art der Förderung

- Projektförderung im Wege der Anteilsfinanzierung Fördersatz: 40–50 %
- Förderuntergrenze: 5.000 € (zuwendungsfähige Kosten)
- Förderobergrenze: 30.000 € (Zuwendung)
- Obergrenze entfällt bei Umsetzung von Maßnahmen

Zuständige Stelle/Behörde

Bayerisches Landesamt für Umwelt

Förderphasen

- Analyse und Konzeption
- Planung
- Umsetzung

Link:

<https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/aufgaben/umwelt/recht/10634/>

11.17 KfW – Energetische Gemeindesanierung

Antragsberechtigt

- Kommunale Körperschaften (Kommunen) und deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe

Förderzweck/-ziel

- Förderprogramm ist Bestandteil des Energiekonzeptes der Bundesregierung zum Erreichen der Klimaschutzziele bis 2020 bzw. 2050
- Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur in Kommunen

Art der Förderung

- 65 Prozent der förderfähigen Kosten
- Förderuntergrenze: 5.000 €
- Förderobergrenze: 150.000 €

Zuständige Stelle/Behörde

Kreditanstalt für Wiederaufbau

Förderphasen

- Analyse und Konzeption
- Sanierungsmanager
- Planung
- Umsetzung

Link:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energetische-Gemeindesanierung/Finanzierungsangebote/Energetische-Gemeindesanierung-Zuschuss-Kommunen-%28432%29/>

11.18 Umsetzungsbegleitung von Energienutzungsplänen

Antragsberechtigt

- Kommunale Körperschaften und Träger kirchlicher oder anderer Einrichtungen im Freistaat Bayern
- Unternehmen mit Sitz oder Niederlassung im Freistaat Bayern

Förderzweck/-ziel

Unterstützung von kommunalen Gebietskörperschaften / kleineren Gemeinden bei der Umsetzung der Ergebnisse von Energienutzungsplänen durch fachkundige Dritte

Art der Förderung

- Zuschuss in Höhe von max. 70 % der zuwendungsfähigen Kosten (Förderhöchstsumme: 40.000 €)
- Die zuwendungsfähigen Gesamtkosten müssen mindestens 4.000 € betragen

Zuständige Stelle/Behörde

Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie

Gegenstand der Förderung

- Umsetzungsbegleitung (max. 2 Jahre andauernd) für Maßnahmen aus Energienutzungsplänen
- Investitionskosten sind nicht förderfähig

Link:

<http://www.stmwi.bayern.de/service/foerderprogramme/energiefoerderung/>

12 Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien 2014: Haushaltsstrompreis 2012, URL: <http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/grafik-dossier-strompreis-2013-und-stromkosten-privater-haushalte>, Zugriff am 11.06.2014.

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Fürth 2016: Verteilung der Waldflächen nach Besitzmerkmalen für die Gemeinde Bubenreuth, Email Frau Grumann vom 24.10.2016.

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. 2011: Ratgeber Wärmeversorgung - mit Kostenvergleich Heizung 2011 Neubau / Grundsanierung, Berlin URL: <http://asue.de/cms/upload/broschueren/2011/waermeversorgung/asue-waermeversorgung.pdf>, Zugriff am 11.06.2014.

Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (o.A.) 2014: BHKW-Kenndaten 2014/2015 – Module, Anbieter, Kosten, Berlin.

Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V. (o.A.): BHKW-Grundlagen, Berlin, URL: <http://asue.de/node/373>, Zugriff am 12.06.2014.

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik 2013: Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012, URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik,did=629806.html>, Zugriff am 23.07.2015.

Bayerisches Landesamt für Statistik 2015: Statistik kommunal (2015) Gemeinde Bubenreuth, URL: <https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09572119.pdf>, Zugriff am 02.10.2016.

Bayerisches Landesamt für Statistik 2016: GENESIS-Online Datenbank - Agrarstrukturhebung (Viehählung): Gemeinde, Viehbestand/Viehhalter, Tierarten (18), Stichtage, URL: <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=3&levelid=1482841719987&step=3>; Zugriff am 27.12.2016

Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung 2013_a: Energiebilanz Bayern.

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2009: Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2010: Berechnung der CO₂-Emissionen, http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010100217, Zugriff am 03.07.2013.

Bayerisches Landesamt für Umwelt 2015: Biologische Verwertung, URL: http://www.abfallbilanz.bayern.de/wertstoffe_biologisch.asp, Zugriff am 07.09.2015.

Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft 2011: Merkblatt 12 - Der Energiegehalt von Holz, Freising, URL: <http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-merkblaetter/mb-12-energiegehalt-holz.pdf>, Zugriff am 03.07.2015.

Bayerisches Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr: Ergebnis des Zensus 2011, URL: <http://www.stmi.bayern.de/med/pressemitteilungen/pressearchiv/2014/182b/index.php>, Zugriff am 16.07.2015.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie 2005: Oberflächen-nahe Geothermie-Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund, München, URL: <http://www.stmwivt.bayern.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/energie-und-rohstoffe/Geothermie.pdf>, Zugriff am 17.08.2012.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2011: Leitfaden Energienutzungsplan, München.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2015: Energieatlas Bayern, URL: http://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten.html, Zugriff am 16.07.2015.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2015_A: Bayerisches Energieprogramm für eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung, URL: <http://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/energiepolitik/>, Zugriff am 21.06.2016.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2016: Energie-Atlas Bayern - Windenergie, URL: <http://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?X=5307780.68&Y=4460057.10&zoom=8&lang=de&topic=ba&bgLayer=atkis&catalogNodes=122>, Zugriff am 14.06.2016.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2016_A: Energie-Atlas Bayern - Windenergie, URL: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?wicket-crypt=iAoWkWD3faY>, Zugriff am 04.03.2016.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2016_B: Energie-Atlas Bayern - Windenergie, Geothermieatlas, URL: <https://www.stmwi.bayern.de/energie-rohstoffe/rohstoffe/>, Zugriff am 01.06.2016.

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2017: Temperaturverteilung in Nordbayern 1.500 m unter Gelände, URL: https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Energie_und_Rohstoffe/Dokumente_und_Cover/Geothermie/Geothermieatlas_tn1500.pdf, Zugriff am 15.03.2017

Bayerische Staatsregierung 2011: Bayerisches Energiekonzept „Energie innovativ“, URL: www.km.bayern.de/download/8714_bayerisches_energiekonzept.pdf, Zugriff am 13.01.2016.

Bayernwerk AG 2016, Einspeiser- und Netzabsatzdaten, Email Herr Schwarz vom 05.10.2016

BHKW-Forum e.V. 2016: Einsparungen und einnahmen, URL: <http://www.bhkw-infothek.de/bhkw-informationen/wirtschaftlichkeit-foerderung/einsparungen-und-einnahmen/>, Zugriff am 26.01.2016.

Bosch Siemens Hausgeräte 2011: Zahlen, Daten, Fakten.

Bosch Thermotechnik GmbH 2013: Funktionsprinzip der Brennwerttechnik, URL: http://www.junkers.com/endkunde/produkte/technik_erklaert/brennwerttechnik/brennwerttechnik, Zugriff 11.06.2014.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2016: Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, URL: https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/, Zugriff am 01.04.2016.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2014: Nationale Klimapolitik, URL: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/>, Zugriff am 25.06.2016.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2016: Bundesumweltministerin Barbara Hendricks unterzeichnet Pariser Klimaabkommen, URL: <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/bundesumweltministerin-barbara-hendricks-unterzeichnet-das-pariser-klimaabkommen/>, Zugriff am 25.06.2016.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016a: Energiebedingte CO₂-Emissionen nach Energieträgern, URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/energie-umwelt.html>, aufgerufen am 02.09.2016.

Bundesregierung 2010: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung URL: https://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/_Anlagen/2012/02/energiekonzept-final.pdf?__blob=publicationFile&v=5, Zugriff am 15.03.2017.

Bundesregierung 2015: Energiewende – Energie erzeugen – Maßnahmen im Überblick, URL: <http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html>, Zugriff am 24.11.2015.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2014: BDEW/VKU/GEODE-Leitfaden Abwicklung von Standardlastprofilen Gas, URL: [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/33EEC2362FA39C3AC1257D04004ED1C2/\\$file/14-0630_KOV%20VII_LF_Abwicklung_von_SLP_Gas.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/33EEC2362FA39C3AC1257D04004ED1C2/$file/14-0630_KOV%20VII_LF_Abwicklung_von_SLP_Gas.pdf), Zugriff am 04.12.2014.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2015: Strompreis für Haushalte, URL: <http://www.kwh-preis.de/wp-content/uploads/images/infografiken/strompreisentwicklung-haushalt-bdew.jpg>, Zugriff am 05.11.2015.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015: Zuschuss für Mini-KWK-Anlagen, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/mini_kwk_anlagen/index.html, Zugriff am 23.07.2015.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015a: Förderung von Solarkollektoranlagen, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/solarthermie/index.html, Zugriff am 23.07.2015.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015b: Förderung von effizienten Wärmepumpen, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/index.html, Zugriff am 23.07.2015.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015c: Förderung von Biomasseanlagen, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/biomasse/index.html, Zugriff am 23.07.2015.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle 2015d: Vor-Ort-Beratung, URL: <http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/index.html>, Zugriff am 23.07.2015.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2009: Klimaschutzpolitik 7in Deutschland, URL: http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/5698.php, Zugriff am 25.08.2015.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2015: Merkblatt investive Maßnahmen, URL: <https://www.ptj.de/klimaschutzinitiative-kommunen/investive-massnahmen>, Zugriff am 05.11.2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2013: Zahlen und Fakten Energiedaten- Nationale und Internationale Entwicklung, URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiedaten-und-prognosen.html>, Zugriff am 16.07.2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015: Erneuerbare-Energien-Gesetzes, URL: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gesetz-fuer-den-ausbau-erneuerbarer-energien,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, Zugriff am: 23.07.2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015_A: Energieeffizienz von Produkten, URL: <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energieeffizienz/energieverbrauchskennzeichnung-von-produkten.html>, Zugriff am 05.11.2015.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2015_B: Vorschlag für die Förderung der KWK – KWKG 2015, URL: http://www.kwkg-novelle.de/kwk-gesetz_download.html, Zugriff am 01.09.2015.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. 2015: Strompreis für Haushalte, URL: <http://www.kwh-preis.de/wp-content/uploads/images/infografiken/strompreis-entwicklung-haushalt-bdew.jpg>, Zugriff am 05.11.2015.

Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. 2013: Wärmequelle Luft, URL: <http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermequellen/aussen-und-abluft.html>, Zugriff am 11.06.2014.

Carmen e.V. 2016: Kleinwindkraft, URL: <http://www.carmen-ev.de/sonne-wind-co/windenergie/kleinwindkraft>, Zugriff am 04.03.2016.

Carmen e.V. 2016_A: Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme im Gebäudebestand (Beispielrechnung inkl. aktueller MwSt., Stand 2016), URL: <https://www.carmen-ev.de/biogene-festbrennstoffe/haeusliche-feuerstaetten/kostenvergleich/380-kostenvergleich-verschiedener-heizsysteme>, Zugriff am 01.06.2016.

Carmen e. V. 2017: Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln (WG 35), Holzpellets, Heizöl und Erdgas, URL: <https://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel>, Zugriff am 16.03.2017.

Carmen e. V. 2017_A: Preisentwicklung bei Holzpellets – Der Holzpellet-Preis-Index, URL: <https://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets>, Zugriff am 16.03.2017

Carmen e. V. 2017_B: Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – der Energieholz-Index, URL: <https://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel>, Zugriff am 16.03.2017

co2online gGmbH 2013: Stromkosten sparen, URL: <http://www.sparpumpe.de/geldsparen/index.html>, Zugriff am 03.04.2014.

Deutsche Energie Agentur e.V. 2011: Hohes Einsparpotenzial bei Haushaltsgeräten, URL: <http://www.presseportal.de/pm/43338/2045024/hohes-einsparpotenzial-bei-haushaltsgeraeten-eu-label-bietet-orientierung-online-datenbank-der-dena>, Zugriff am 15.07.2014.

Deutsche Energie Agentur e.V. 2012: Telefonat Herr Burghausen am 18.07.2012.

Deutsche Energie Agentur e.V. 2013: Stand-by-Verbrauch verschiedener Geräte und Beispielrechnung, URL: <http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by-verbrauch-verschiedener-geraete-und-beispielrechnung.html>, Zugriff am 15.04.2014.

Deutsche Energie Agentur e.V. 2013_a: Biogasanlagen, URL: <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse/biogas/biogasanlagen.html>, Zugriff am 03.07.2015.

Deutsches Institut für Urbanistik 2011: Klimaschutz in Kommunen-Praxisleitfaden, Berlin.

Ecosolar 2015, Solarstrom – Photovoltaik ist Strom von der Sonne, URL: <http://ecsolar.de/solarstrom/>, Zugriff am 20.11.2015.

Energieagentur Nordbayern 2012: Stromeinsparpotenziale in Bayern 2010 bis 2030.

Energierreferat, Mainova, Gemeinde Frankfurt 2006: Stromverbrauch und Kosten reduzieren mit modernen Heizungspumpen.

E.ON Energie Deutschland GmbH 2017: E.ON DirektErdgas öko, URL: <https://www.eon.de/pk/de/erdgas/direkterdgas/direkterdgas-oeko.html#collapse-tab-2>, Zugriff am 10.01.2017

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2006: Biogasausbeuten, URL: <http://www.bioenergie.de/biogas/biogaserzeugung/biogasausbeuten/>, Zugriff am 02.07.2013.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2011: Untersuchungen zum Vergleich der Stoff- und Energieflüsse von Biogasanlagen zur Vergärung nachwachsender Rohstoffe, URL: http://www.bioenergie-portal.info/fileadmin/bioenergie-beratung/sachsen/dateien/Vortraege/2011-01-19_fischer-energieflussbilanzierung_leipzig.pdf, Zugriff am 02.07.2013.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2012: Biogas Basisdaten Deutschland, URL: <http://www.biogasportal.info/daten-und-fakten/faustzahlen/>, Zugriff am 02.07.2013.

Fraunhofer Umsicht 2013: Leitfaden Nahwärme (Umsicht Schriftenreihe), Band 6, Oberhausen.

Gemeindewerke Bubenreuth 2016: Gemeinde Bubenreuth – Eine kurze Ortsbeschreibung, URL: <http://www.bubenreuth.de/index.php?id=0,4>, Zugriff am 27.12.2016.

Gemeindewerke Bubenreuth 2016_A: Gemeinde Bubenreuth – Ein kurzer Streifzug durch die Ortsgeschichte von Bubenreuth, URL: <http://www.bubenreuth.de/index.php?id=0,26>, Zugriff am 27.12.2016.

Gemeindewerke Bubenreuth 2016_B: Gemeinde Bubenreuth – Energiewende Bubenreuth, URL: <http://www.bubenreuth.de/index.php?id=897,96&suche=>, Zugriff am 27.12.2016.

Gemeindewerke Bubenreuth 2016_C: Zukunftsfähig und mobil: Carsharing Bubenreuth Bedarfsermittlung, URL: <http://www.bubenreuth.de/export/download.php?id=1785>, Zugriff am 27.12.2016.

Gemeindewerke Bubenreuth 2016_D: Kommunale Liegenschaften V 0.8, Zugriff am 05.11.2016.

Gemeinde Bubenreuth 2016_E: Aufstellung Straßenbeleuchtung, Email vom 15.12.2016.

Gemeinde Bubenreuth 2016_F: Gemeindeprojekt Pedelec, URL: <http://www.bubenreuth.de/index.php?id=1375,1>, Zugriff am 21.03.2017.

Institut für Wohnen und Umwelt 2011: Deutsche Gebäudetypologie - Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden, URL: http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/Gebaeudetypologie_Deutschland.pdf, Zugriff am 01.10.2016.

Interessensgemeinschaft Fernwärme o. A., Vergleich Wärmeerzeugungssysteme, URL: <https://pagead.google.de/ackl?t=aHR0cCUzQSUyRiUyRnd3dy5pZy1mZXJud2Flcm1lLmNoJTJGZmlsZXMIMkZkb2N1bWVudHMIMkZ2ZXJnbGVpY2hfd2Flcm1lZXJ6ZXVndW5nc3N5c3RlYWUucGRm&ac=1&q=V+RybWVnZXN0ZWwh1bmdza29zdGVuIE1laHJmYW1pbGllbmhhdXM=>, Zugriff am 05.11.2015

Kaltschmitt, Martin; Wiese, Andreas; Streicher, Wolfgang 2013: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag.

Karl Johann 2017: Email vom 28.02.2017

Karl Jürgen 2012: Dezentrale Energiesysteme - Neue Technologien im liberalisierten Wärmemarkt, 3.Auflage, München.

Klimawandel und Kommunen 2011: Musterauswertung einer CO₂-Bilanz, URL: <http://www.kuk-nds.de/uploads/media/Musterauswertung.pdf>, Zugriff am 13.05.2013.

Kraftfahrbundesamt 2015: Fahrzeugzulassungen (FZ) – Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken 1. Januar 2015, URL:

http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2015/fz1_2015_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW 2016: Erneuerbare Energien-Premium, URL: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-%28271-281%29/>, Zugriff am 26.01.2016.

Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW 2015a: Energieeffizient Sanieren-Investitionszuschuss, URL: http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/EnergieEffizient_Sanieren_-_Investitionszuschuss/index.jsp, Zugriff am 10.11.2015.

Kreditanstalt für Wiederaufbau KfW 2015b: Energieeffizient Bauen, URL: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Wohnwirtschaft/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Bauen-%28153%29/index.html>, Zugriff am 10.11.2014.

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung 2015, Oberflächennahe Geothermie – WMS, URL: <http://geoportal.bayern.de/geoportalbayern/anwendungen/details?6&ret=dienste&anc=5b54837f-31a9-382c-9dbe-533db6cda2fb&resId=5b54837f-31a9-382c-9dbe-533db6cda2fb>, Zugriff am 30.10.2015.

Landesamt für Vermessung und Geoinformation 2013: 3D-Gebäudemodell LoD1, URL: http://www.vermessung.bayern.de/file/pdf/4211/Faltblatt_LoD1.pdf, Zugriff am 20.08.2015.

Landratsamt Erlangen-Höchstadt 2016: Datenerfassung des Fahrzeugbestandes in Bubenreuth nach Fahrzeugarten, Email Fr. Händel vom 27.10.2016.

Leuchtweis Christian 2009: Erfolgsfaktoren für Bioenergieanlagen mit Nahwärmenetz am Beispiel evaluierter Biomasseheizwerke, 18. Symposium Bioenergie, URL: http://www.carmen-ev.de/dt/hintergrund/vortraege/Leuchtweis_OTTI%20_09.pdf, Zugriff am 21.08.2012.

Meyer-Schwab-Heckelsmüller 2016: Bubenreuth 4.0 – Prozess mit Integriertem Städtebaulichem Entwicklungskonzept (ISEK) 2015 – 2030, URL: <http://www.bubenreuth.de/index.php?id=1375,1>, Zugriff am 21.03.2017

Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH 2017: Standardlastprofile, URL: <https://www.mitnetz-strom.de/Netzkunden-Center/Download-Center/NetznutzungNetzzugang>, Zugriff am 10.01.2017.

Öko-Institut e.V. 2008: Globales-Emissions-Modell-Integrierter-Systeme (GEMIS), Version 4.7, DarmGemeinde.

Planungsverband Region Nürnberg 2014, 18. Änderung Texturkarte 12 zu Karte 2 „Siedlung und Versorgung“ – Energieversorgung (Windkraft), URL: <https://www.nuernberg.de/internet/pim/kartenverzeichnis.html>, Zugriff am 10.01.2017

Prognos 2007: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Basel und Berlin.

Quaschnig Volker 2016: Sektorkoppelung durch die Energiewende – Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkoppelung.

Regierung von Mittelfranken o. A.: (Entwurf) Lärmaktionsplan nach § 47 d des Bundesimmissionsschutzgesetzes für das Gebiet der Gemeinde Bubenreuth (Landkreis Erlangen-Höchstadt), URL: https://www.regierung.mittelfranken.bayern.de/aufg_abt/abt8/lap/vLAP_Bubenreuth.pdf, Zugriff am 17.03.2017

Research Concepts Ltd 2016: Flüssiggaspreisentwicklung, URL: <http://www.fluessiggaspreise.eu/>, Zugriff am 26.01.2016.

Shell Deutschland Oil GmbH 2009, Shell PKW-Szenarien bis 2030, URL: http://www.shell.de/home/content/deu/aboutshell/our_strategy/mobility_scenarios/ Zugriff am 13.08.2012.

Solaratlas 2015: Der Vertriebskompass für die Solarbranche, URL: <http://www.solaratlas.de/>, Zugriff am 10.09.2015.

Statistisches Bundesamt 2016: Inflationsrate in Deutschland von 1992 bis 2015 (Veränderung des Verbraucherpreisindex gegenüber Vorjahr), URL: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/1046/umfrage/inflationsrate-veraenderung-des-verbraucherpreisindex-zum-vorjahr/>, Zugriff am 01.06.2016.

Stadtwerke Landshut 2015: Vermiedene Netzentgelte (vNE) nach § 18 StromNEV – gültig ab 01.Januar 2015, URL: http://www.stadtwerkelandshut.de/fileadmin/files_stadtwerke/strom/netz/Preisblatt_vermiedene_Netzentgelte_2015.pdf, Zugriff am 21.11.2016.

TFZ 2016: Förderung von Biomasseheizwerken, URL: <http://www.tfz.bayern.de/foerderung/biomasseheizwerke/>, Zugriff am 01.06.2016.

Umweltbundesamt 2009: Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen, Dessau-Roßlau, http://www.energie-experten.org/uploads/media/Energieeffizienz_kommunaler_KI%C3%A4ranlagen.pdf, Zugriff am 17.07.2015.

Umweltbundesamt 2012: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energieträger vermiedene Treibhausgasemissionen im Jahr 2010-Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“, Roßlau-Dessau.

Umweltbundesamt 2013_a: Treibhausgasemissionen in Deutschland 2012-vorläufige Zahlen aufgrund erster Berechnungen und Schätzungen des Umweltbundesamtes, http://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/hintergrund_treibhausgasausstoss_d_2012_bf.pdf, Zugriff am 29.11.2013.

Umweltbundesamt 2013_b: Europäischer Vergleich der Treibhausgasemissionen, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/europaeischer-vergleich-der-treibhausgas-emissionen>, Zugriff am 09.04.2014.

Umweltbundesamt 2013_c: Anteile der Endenergieformen Strom, Wärme, Kraftstoffe am Endenergieverbrauch, URL: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-energieformen-strom-waerme-kraftstoffe>, Zugriff am 16.07. 2015.

Umweltbundesamt 2015: Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 bis 2014-Aktualisierung auf Basis des Bandes „Climate Change 1/2007“, Roßlau-Dessau.

Verein Deutscher Ingenieure, Richtlinie VDI 6002 Blatt 1 „Solare Trinkwassererwärmung – Allgemeine Grundlagen - Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau“, Beuth Verlag, 2014.

Verkehrsbund Großraum Nürnberg 2017: Liniennetze, URL: <http://www.vgn.de/liniennetze/>, Zugriff am 17.03.2017

Verkehrsbund Großraum Nürnberg 2017_A: Bus VGN-Gebiet Nord, URL: http://www.vgn.de/linien/bus_nord/, Zugriff am 17.03.2017

13 Glossar

Bruttostromerzeugung

Unter der Bruttostromerzeugung versteht man die gesamte von den Energieerzeugungsanlagen / Kraftwerken erzeugte Strommenge, einschließlich des Eigenbedarfs der Anlagen sowie der Leitungsverluste. Sie ist somit gleichzusetzen mit der Primärenergieerzeugung.

CO₂

Kohlendioxid (CO₂) ist ein farb- und geruchloses Gas, das natürlicher Bestandteil der Atmosphäre ist. CO₂ entsteht vor allem bei der Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe (z.B. Öl) und ist das wichtigste der klimarelevanten Gase.

CO₂-Äquivalent

Das CO₂-Äquivalent ist die Bemessungsgrundlage, um den Beitrag der anderen Treibhausgase bspw. Methan (CH₄) in Bezug zum Erderwärmungspotenzial von CO₂ zu setzen.

Emission

Unter dem Begriff Emission, versteht man, die Freisetzung von Treibhausgasemissionen und anderen Luftschadstoffen in die Atmosphäre.

Emissionsfaktor

Der Emissionsfaktor (g/kWh_{Endenergie}), beschreibt die Menge an Emissionen z.B. CO₂-Äquivalent, die durch eine bestimmte Endenergiemenge verursacht wird.

Endenergie

Die Endenergie beschreibt die Energiemenge, die letztlich beim Endverbraucher nach Abzug von Verlusten ankommt (bspw. elektrische Energie oder Heizöl). Die Endenergie wird letztlich in Nutzenergie umgewandelt.

Energieträger

Als Energieträger bezeichnet man Stoffe bzw. Quellen, in denen Energie mechanisch, thermisch, chemisch oder physikalisch gespeichert ist.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energie oder regenerative Energien sind Energieträger bzw. Energiequellen, die sich ständig erneuern bzw. nachwachsen und deren Vorrat nicht auf eine bestimmte Anzahl von Lagerstätten begrenzt ist. Erneuerbare Energien sind bspw. Sonnenenergie, Windenergie oder Biomasse.

Kilowatt Peak

Die Leistung eines Photovoltaikmoduls unter standardisierten Testbedingungen (Zelltemperatur, Globalstrahlung, Lichtspektrum), wird als „Kilowatt Peak“ bezeichnet.

Nutzenergie

Die Nutzenergie ist diejenige Energie (Anteil der Endenergie), die dem Endverbraucher letztlich zur Erfüllung seiner Bedürfnisse bzw. für eine bestimmte Energiedienstleistung zur Verfügung steht. Die Nutzenergie (z.B. Licht) wird durch die Umwandlung der Endenergie (z.B. Strom) gewonnen.

Primärenergie

Die Primärenergie beschreibt alle Energieformen und Energiequellen die von der Natur zur Verfügung gestellt werden. Sie umfasst somit sowohl die fossilen Energien (wie Kohle, Erdöl oder Erdgas) als auch die regenerativen Energien (wie Sonnenenergie oder Windenergie).

Systemnutzungsgrad

Der Systemnutzungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen auftreffender Sonnenenergie auf ein Solarthermiemodul zur solaren Nutzwärme.

Treibhausgase

Treibhausgase (wie CO₂ und CH₄) sind gasförmige Stoffe, die zum Treibhauseffekt beitragen. Treibhausgase können entweder natürlich vorkommen oder durch den Menschen bspw. durch Energieerzeugung verursacht werden.

Treibhausgaseffekt

Durch die Treibhausgase in der Atmosphäre wird die Wärmerückstrahlung von der Erdoberfläche zurück ins All verhindert. Dies ist ein natürlicher Prozess. Durch den zunehmenden Ausstoß von Treibhausgasemissionen durch den Menschen, erhöht sich jedoch der Anteil der Treibhausgase in der Atmosphäre, so dass sich dieser Effekt erhöht und zu einer zunehmenden Erderwärmung führt.

14 Inhaltsverzeichnis elektronischer Anhang

- 1) Karten aus GIS
 - a. Abgestimmte Bewertung der Bearbeitungsraster
 - b. Baualtersklassen (gemäß Bebauungsplanung i.V.m. Vor-Ort-Besichtigung)
 - c. Einteilung in Bearbeitungsraster
 - d. Erdgasnetz
 - e. Erneuerbare Energieerzeugungsanlagen
 - f. Grobkartierung Siedlungsstruktur
 - g. Wärmebelegungsdichte (IST) je Bearbeitungsraster in Bubenreuth
 - h. Wärmebelegungsdichtekarte (2034) je Bearbeitungsraster in Bubenreuth
 - i. Zusammenfassung Bewertung Wärmekataster
- 2) GIS-Daten
 - a. Bestehende Energieinfrastruktur
 - i. Erdgasnetz
 - ii. Erneuerbare
 - b. Wärmekataster
 - i. Einteilung
 - ii. Wärmebelegungsdichte (IST/2034)
 - iii. Zusammenfassung
- 3) Ergebnispräsentation Gemeinde Bubenreuth