

Energiekonzept für die Stadt Berching



Rationelle Energiewandlung • Erneuerbare Energien • Energieeffizienz



Energiekonzept für die Stadt Berching

Auftraggeber:

Stadt Berching
Pettenkoferplatz 12
92334 Berching

Auftragnehmer

Institut für Energietechnik (IfE) GmbH
an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg

Bearbeitungszeitraum

Mai 2013 bis Juni 2014

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	8
2.	Die Energie- und CO ₂ -Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse im Stadtgebiet .	10
2.1	Allgemeine Daten	11
2.1.1	Einwohnerzahl.....	11
2.1.2	Flächenverteilung.....	12
2.1.3	Geographische Daten	13
2.2	Die Charakterisierung der Verbrauchergruppen	14
2.2.1	Private Haushalte.....	14
2.2.2	Kommunale Liegenschaften.....	14
2.2.3	Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft	15
2.3	Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes.....	16
2.3.1	Der elektrische Energiebedarf	16
2.3.2	Der Erdgasbedarf.....	16
2.3.3	Der Heizölbedarf	17
2.3.4	Der Anteil bereits genutzter Erneuerbarer Energien im Ist-Zustand.....	17
2.4	Der Endenergieeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen.....	21
2.5	Der Endenergieeinsatz, Primärenergieeinsatz und der CO ₂ -Ausstoß in der Stadt Berching	23
3.	Potentialbetrachtung der Energieeffizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung	26
3.1	Potentialbetrachtung im Bereich Private Haushalte	26
3.1.1	Endenergieeinsparungen im thermischen Bereich	26
3.1.2	Reduzierung des Stromverbrauchs bzw. Effizienzsteigerung	28
3.1.3	Zusammenfassung.....	29
3.2	Potentialbetrachtung im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft.....	30
3.2.1	Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch.....	31
3.2.2	Einsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Raumheizung, Prozesswärme und Warmwasserbereitung.....	33
3.2.3	Zusammenfassung.....	34
3.3	Potentialbetrachtung im Bereich Kommunale Liegenschaften	35
3.3.1	Energetische Gebäudesanierung und Wärmedämmung	36

3.3.2	Straßenbeleuchtung	36
3.4	Zusammenfassung	37
4.	Das Angebotspotential der Erneuerbaren Energien	38
4.1	Potentialbegriff	39
4.2	Direkte Nutzung der Sonnenenergie	40
4.3	Biomasse	44
4.3	Windkraftanlagen	51
4.4	Wasserkraft	51
4.5	Geothermie	51
4.6	Zusammenfassung	54
5.	Gegenüberstellung der Endenergieverbrauchssituation und der CO ₂ -Bilanz mit den Reduktionspotentialen	55
5.1	Strom	55
5.2	Wärme	57
5.3	Die CO ₂ -Minderungspotentiale	59
5.4	Die Entwicklungsszenarien in der Stadt Berching	61
6.	Maßnahmenkatalog Stadt Berching	64
7.	Ausarbeitung von Detailmaßnahmen	65
7.1	Anschluss städtischer Liegenschaften an das Nahwärmenetz	66
7.1.1	Die wirtschaftlichen Grundannahmen für die Berechnung der Wärmeversorgungskosten	66
7.1.2	Darstellung möglicher Förderungen	69
7.1.3	Betrachtete Liegenschaften	74
7.1.4	Der Wärmebedarf	74
7.1.5	Die Energieversorgungsvarianten	76
7.2	Installation eines Klärgas BHKWs auf der Kläranlage in Berching	82
7.2.1	Vorstellung der Energieversorgungsvarianten:	84
7.2.2	Die Investitionskostenprognose der Nahwärmeverbundlösung	87
7.2.3	Die jährlichen Ausgaben und Einnahmen	88
7.2.4	Die Jahresgesamtkosten und spezifischen Wärmegestehungskosten der Nahwärmeverbundlösung	90
7.2.5	Die Sensitivitätsanalyse der verschiedenen Varianten	91
7.2.6	Die CO ₂ - Bilanz der verschiedenen Varianten	94
7.2.7	Zusammenfassung	95

7.3	Nutzung der Dachfläche des Ganzjahresbad in Berching zur Installation einer PV-Anlage	96
7.3.1	Elektrische Jahresdauerlinie im Ganzjahresbad	96
7.3.2	Dachfläche des Ganzjahresbades in Berching	97
7.3.3	Simulation der PV-Anlage auf der Dachfläche des Ganzjahresbades	98
7.3.4	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der PV-Anlage	100
7.3.5	Ökologische Betrachtung der PV-Anlage	102
7.3.6	Zusammenfassung.....	102
8.	Bürgerbeteiligung / Partizipative Erstellung	103
9.	Zusammenfassung / Maßnahmenempfehlung.....	104
10.	Abbildungsverzeichnis	108
11.	Tabellenverzeichnis	110

1. Einleitung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Erstellung eines kommunalen Energiekonzeptes für die Stadt Berching nach den Kriterien und Richtlinien des Amtes für Ländliche Entwicklung.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wird zu Beginn die vorhandene Infrastruktur der Stadt Berching erfasst. Neben der Erhebung von allgemeinen Daten werden Verbrauchergruppen definiert. Die Einteilung in die Verbrauchergruppen

- private Haushalte,
- kommunale Liegenschaften,
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie, Landwirtschaft und Sonderkunden (nachfolgend GHD / Industrie genannt)

ist für die weiteren Schritte des Energiekonzeptes vorteilhaft. Anschließend werden die Energieströme im gesamten Stadtgebiet getrennt in leitungsgebundene (Strom, Erdgas, Nahwärme) und nicht-leitungsgebundene (Heizöl, Biomasse, ...) Energieträger erfasst und der Anteil erneuerbarer Energien ermittelt. Mit Kenntnis der Gesamtenergieströme kann der CO₂-Ausstoß im Stadtgebiet von Berching berechnet werden.

Im darauffolgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung und Darstellung des ausgearbeiteten Wärmekatasters für das Stadtgebiet Berching, der als Grundlage für die Ausarbeitung von Detailmaßnahmen dient.

Aufbauend auf die umfangreiche Situationsanalyse werden die Potentiale zur Minderung des Energieeinsatzes aufgezeigt. Es wird für die im Vorfeld gebildeten Verbrauchergruppen eine grundlegende Potentialbetrachtung ausgearbeitet.

Anschließend wird das Angebotspotential aller Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet von Berching betrachtet, worauf aufbauend die Endenergieverbrauchssituation und die CO₂-Bilanz erstellt werden, in die auch die errechneten Reduktionspotentiale mit einfließen. Mit diesen Ergebnissen werden zukünftige Entwicklungsszenarien im elektrischen und thermischen Bereich für das Stadtgebiet von Berching erstellt.

Zum Abschluss werden eine Zusammenfassung und eine Maßnahmenempfehlung für die Stadt Berching gegeben.

Energieleitbild der Stadt Berching

Vor Beginn der Konzepterstellung haben sich alle beteiligten Akteure auf energetische Ziele geeinigt, die es in den kommenden Jahren zu erreichen gilt. Nachfolgend werden diese Ziele stichpunktartig aufgeführt:

- Prinzipiell gilt der Grundsatz „Energie einsparen und der effizientere Energieeinsatz vor dem Ausbau Erneuerbarer Energien“.
- Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien soll bis an die in Kapitel 4.6 beschriebene Potentialgrenze ausgebaut werden.
- Die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien soll bis zur bilanziell vollständigen Wärmeversorgung ausgebaut werden. Ist dies aufgrund der regenerativ nutzbaren Potentialgrenze nicht möglich, so soll das zur Verfügung stehende Potential vollständig umgesetzt werden.
- Ausbau des bereits vorhandenen Nahwärmenetzes der „MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG“ zur Erhöhung des Anteils biogener Brennstoffe an der Gebäudebeheizung

2. Die Energie- und CO₂-Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse im Stadtgebiet

Die Grundlage eines fundierten Energiekonzeptes stellt die möglichst detaillierte Aufnahme der Energieversorgung im Ist-Zustand dar. Insbesondere wird hier in Form einer Leitgröße die Nutzung von leitungsgebundenen und nicht-leitungsgebundenen Energieträgern für die nachfolgenden drei Sektoren erfasst:

- private Haushalte,
- kommunale Liegenschaften,
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie, Landwirtschaft und Sonderkunden (nachfolgend GHD / Industrie genannt)

Die Entwicklung des Energiebedarfs der Stadt Berching ist jedoch nicht nur von Energieeinsparmaßnahmen in den oben aufgeführten Sektoren abhängig, sondern auch von der allgemeinen Entwicklung der Nachfrage an Energiedienstleistungen.

Um die Bilanzen im Ist-Zustand erstellen zu können, müssen daher verschiedene Entwicklungen im Voraus betrachtet werden. Allgemeine Daten, wie die geographische Lage, die Flächenverteilungen sowie die Entwicklung der Einwohnerzahlen erleichtern diese Betrachtung.

2.1 Allgemeine Daten

In diesem Abschnitt wird die Stadt Berching kurz dargestellt. Es werden allgemeine Zahlen und Daten, wie z.B. die Einwohnerzahlen und die Flächenverteilung vorgestellt. Diese Daten bilden die Grundlage der Berechnungen, Hochrechnungen und Prognosen in den folgenden Kapiteln.

2.1.1 Einwohnerzahl

Nachfolgend werden die Einwohnerzahlen der Stadt Berching aufgeführt. Diese sind in Abbildung 1 abgebildet. Im Jahr 2011 waren 8.525 Einwohner im Stadtgebiet wohnhaft.

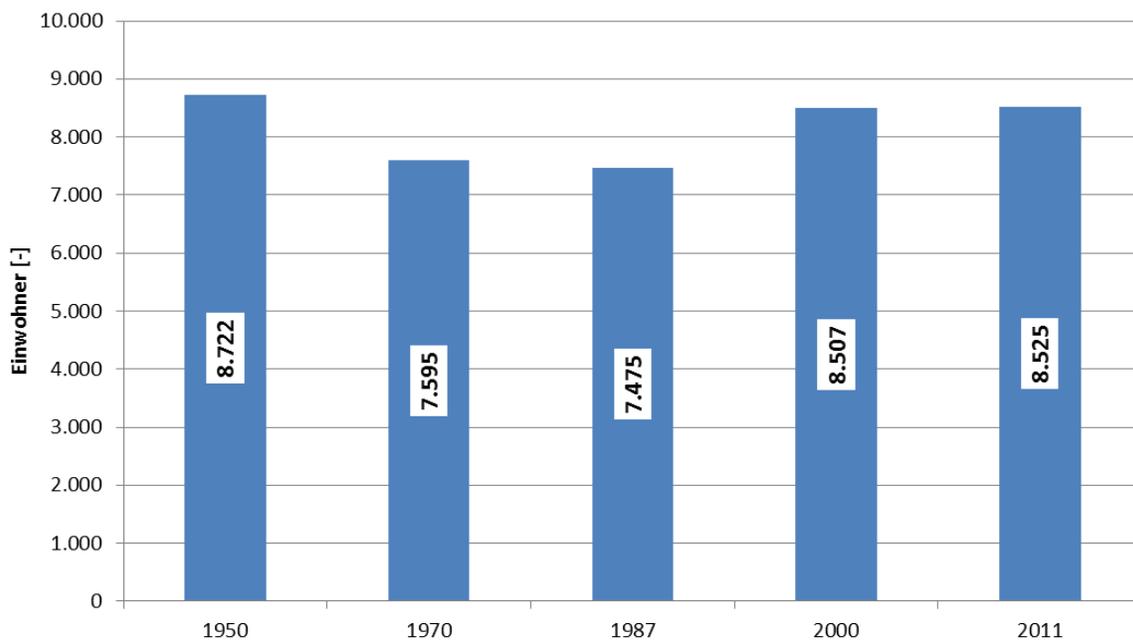


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Berching

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

2.1.2 Flächenverteilung

Das Stadtgebiet erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 13.116 Hektar. Wird diese Fläche nach Nutzungsarten gegliedert, ergeben sich verschiedene Bereiche wie in Abbildung 2 ersichtlich ist. Aus energetischer Sicht sind die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen zur Erzeugung biogener Brennstoffe von Interesse.

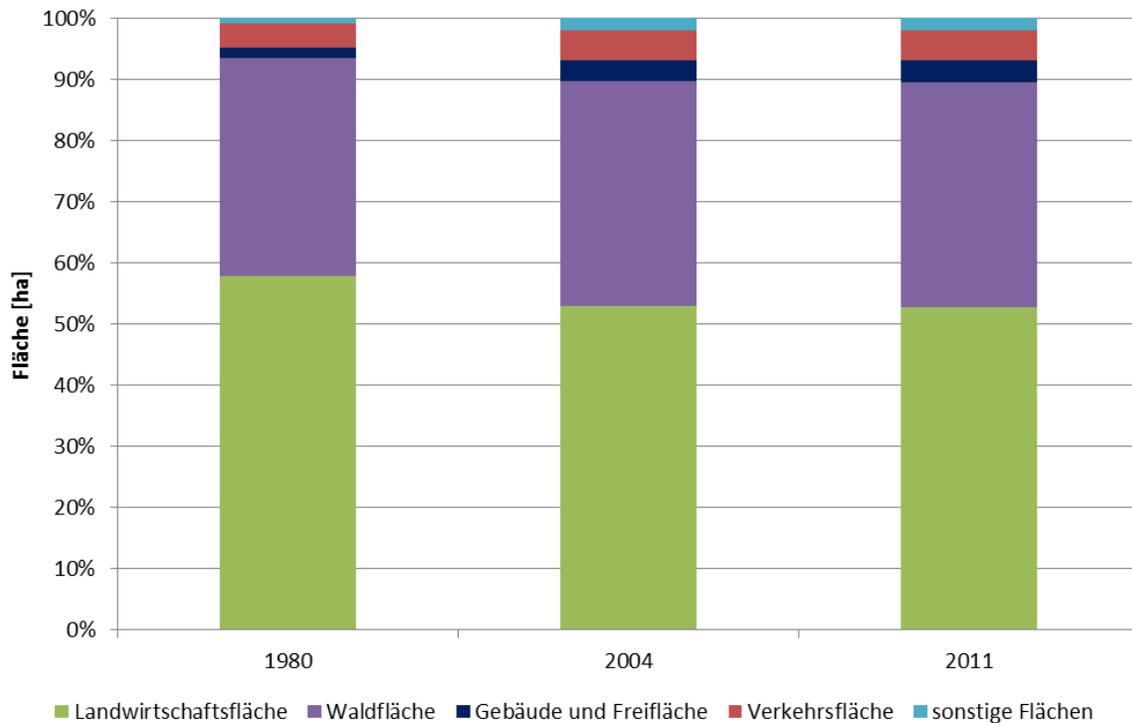


Abbildung 2: Flächenverteilung der Stadt Berching

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

2.1.3 Geographische Daten

Die Höhenlage der Stadt Berching liegt bei 385 Meter über Normalnull. In Abbildung 3 ist die geographische Lage des Stadtgebietes von Berching im Landkreisgebiet Neumarkt in der Oberpfalz dargestellt.



Abbildung 3: Geographische Lage der Stadt Berching

[Quelle: www.wikipedia.de]

2.2 Die Charakterisierung der Verbrauchergruppen

Die Grundlage eines fundierten Energiekonzeptes ist die möglichst genaue Darstellung der energetischen Ausgangssituation. In die Darstellung des Energieumsatzes werden der elektrische Gesamtumsatz (Strombezug) und der thermische Energieumsatz (Heizwärme und Prozesswärme) mit einbezogen. Bei der Verbrauchs- bzw. Bedarfserfassung wird auf direkt erhobene Daten aus dem Stadtgebiet, Jahresaufstellungen durch die Energieversorger sowie auf allgemein anerkannte spezifische Kennwerte für Bedarfsberechnungen zurückgegriffen.

Die Darstellung des gesamten Endenergieumsatzes im Betrachtungsgebiet und die entsprechende Aufteilung in die untersuchten Verbrauchergruppen erfolgt auf Grundlage des vorhandenen Datenmaterials.

2.2.1 Private Haushalte

Die Unterteilung in die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ erfolgt aufgrund der zur Verfügung gestellten Energieverbrauchsdaten. Diese Verbrauchergruppe umfasst sämtliche vom Energieversorgungsunternehmen geführte Verbraucher, deren Energieverbrauch jährlich abgerechnet wird.

Als „privaten Haushalt“ bezeichnet man im ökonomischen Sinne eine aus mindestens einer Person bestehende, systemunabhängige Wirtschaftseinheit, die sich auf die Sicherung der Bedarfsdeckung ausrichtet. Im Rahmen dieser Studie umfasst die Verbrauchergruppe private Haushalte alle Wohngebäude im Stadtgebiet und somit den Energiebedarf aller Einwohner (Heizenergie und Strom) in ihrem privaten Haushalt.

2.2.2 Kommunale Liegenschaften

Die Ermittlung des Endenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ erfolgt über aktuelle energiespezifische Daten, die dem Institut für Energietechnik (IfE) seitens der Stadt Berching zur Verfügung gestellt wurden. Die Stadt Berching hat dazu sowohl den Strom- und Wärmebedarf als auch Sanierungsstände und Heizungsspezifische Daten ihrer städtischen Liegenschaften detailliert erhoben.

2.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft

Die Unterteilung in die Verbrauchergruppe „Gewerbe, Industrie, Landwirtschaft und Sonderkunden“ erfolgt ebenfalls aufgrund der zur Verfügung gestellten Energieverbrauchsdaten. Diese Verbrauchergruppe umfasst sämtliche vom Energieversorgungsunternehmen geführte Verbraucher, deren Energieverbrauch monatlich abgerechnet wird, mit Ausnahme der kommunalen Liegenschaften.

Der Sektor „Industrie“ beinhaltet den Teil der Wirtschaft, der gekennzeichnet ist durch Produktion und Weiterverarbeitung von materiellen Gütern oder Waren in Fabriken und Anlagen, verbunden mit einem hohen Grad an Mechanisierung und Automatisierung, im Gegensatz zur handwerklichen Produktionsform.

Die Verbrauchergruppe „Gewerbe“ kann unterteilt werden in die Gruppen „Großgewerbe“ und „Kleingewerbe“. Der Sektor „Großgewerbe“ weist ähnliche oder gleiche Merkmale wie der Sektor „Industrie“ auf.

Die Verbrauchergruppe „Kleingewerbe“ definiert sämtliche Liegenschaften, die eine gewerbliche Tätigkeit selbstständig, regelmäßig und in Ertragsabsicht ausführen. Selbstständig bedeutet im Sinne der Gewerbeordnung auf eigene Rechnung und Verantwortlichkeit. Regelmäßig ist, wenn die Absicht besteht, die Handlung mehr als einmal durchzuführen, die Tätigkeit an mehr als eine Person angeboten wird oder diese Tätigkeit längere Zeit beansprucht.

Zudem werden in dieser Verbrauchergruppe sämtliche Betriebe des Handwerks und der Landwirtschaft geführt.

Nachfolgend wird diese Verbrauchergruppe mit „GHD / Industrie“ abgekürzt.

2.3 Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes

Die nachfolgenden Energieverbrauchsdaten beziehen sich auf das Bilanzjahr 2011. Für die erzeugten Energiemengen durch vor-Ort vorhandene Erneuerbare Energien liegen bereits Daten des Jahres 2012 vor.

Für die Bilanzierung des energetischen Ist-Zustandes standen die angeforderten Kaminkehrerdaten nicht zur Verfügung. Somit musste der Endenergiebedarf in der Stadt Berching ohne die auf die jeweiligen Energieträger aufgeteilte Kesselleistung und Kesselanzahl pro Straße berechnet werden. In den nachfolgenden Kapiteln wird beschrieben, wie dennoch ein aussagekräftiges und belastbares Ergebnis errechnet werden konnte.

2.3.1 Der elektrische Energiebedarf

Das örtliche Stromnetz wird von der Bayernwerk AG betrieben.

Als Datengrundlage stehen der gesamte Stromverbrauch des Jahres 2011, sowie der detaillierte Verbrauch jeder kommunalen Liegenschaft zur Verfügung.

Insgesamt beträgt der jährliche Stromverbrauch in der Stadt Berching rund 32.232 MWh.
[Quelle: Bayernwerk AG]

2.3.2 Der Erdgasbedarf

Das örtliche Erdgasnetz wird von der Bayernwerk AG betrieben.

Als Datengrundlage steht der gesamte vom Erdgasnetzbetreiber verifizierte Erdgasverbrauch des Jahres 2011, sowie der detaillierte Verbrauch jeder mit Erdgas versorgten kommunalen Liegenschaft zur Verfügung. Der Erdgasverbrauch kann aufgrund der vom Erdgasnetzbetreiber abgerechneten Kundengruppen auf private Haushalte und Gewerbe-Handel-Dienstleistungs und Industriebetriebe aufgeteilt werden.

Insgesamt beträgt der jährliche Erdgasverbrauch in der Stadt Berching rund 15.614 MWh_{Hi}.
[Quelle: Bayernwerk AG]

2.3.3 Der Heizölbedarf

Der Gesamtendenergieeinsatz an Heizöl in der Stadt Berching beläuft sich auf rund 50.273 MWh pro Jahr (entspricht rund 5 Mio. Liter Heizöl). Dies wurde zum einen durch die detaillierte Verbrauchsdatenaufstellung der kommunalen Liegenschaften, durch die Auswertung der rückläufigen Industriefragebögen und durch die Hochrechnung der spezifischen Erdgasverbräuche pro Haus auf dem Sektor der privaten Haushalte berechnet. *[Quelle: Fragebögen; eigene Berechnung]*

2.3.4 Der Anteil bereits genutzter Erneuerbarer Energien im Ist-Zustand

2.3.4.1 Regenerative Stromerzeugung durch EEG-Anlagen

Photovoltaik

Zum Ende des Jahres 2012 waren in der Stadt Berching rund 648 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 12.431 kW_p installiert. Die Stromeinspeisung im Jahr 2012 belief sich auf rund 11.582 MWh. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass einige der Anlagen erst Ende des Jahres 2012 installiert wurden und dementsprechend im Jahr 2012 noch nicht der tatsächlich zu erwartende Ertrag erzielt wurde. *[Quelle: Bayernwerk AG]*

Biomasse-KWK-Anlagen (EEG-Anlagen)

In der Stadt Berching sind dem Datenbestand des Jahres 2012 zufolge 9 Biomasseanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 1.498 kW installiert. Die jährliche Stromproduktion aller Biomasse-KWK-Anlagen beläuft sich auf rund 9.609 MWh. *[Quelle: Bayernwerk AG]*

Wasserkraft

Im Jahr 2012 waren in der Stadt Berching 6 Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 89 kW in Betrieb, welche 206 MWh Strom erzeugt haben.

Windkraft

Im Jahr 2012 waren in der Stadt Berching 9 Windkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 21.520 kW in Betrieb, welche 2.818 MWh Strom erzeugt haben. Diese verhältnismäßig geringe Strommenge resultiert aus der Tatsache, dass einige der 9 Windkraftanlagen erst Ende des Jahres 2012 in das öffentliche Stromnetz eingespeist haben. Daher wurde der Stromertrag aus der Windkraft mit charakteristischen 2.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr auf die Stromeinspeisung von 43.040 MWh hochgerechnet.

Zusammenfassung

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der im Jahr 2012 eingespeisten Strommengen aus Erneuerbaren Energien. In Summe wurden im Jahr 2012 rund 64.437 MWh durch die EEG-Anlagen eingespeist. Dies entspricht rund 200 Prozent des gesamten Stromverbrauchs in der Stadt Berching aus dem Jahr 2011.

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung in der Stadt Berching

[Quelle: Bayernwerk AG]

Gemeindegebiet Berching	Jahr 2012	
	Leistung [kW]	Einspeisung [MWh]
EEG-Anlagen		
Photovoltaik Aufdach	12.431	11.582
Windkraft	21.520	43.040
Wasserkraft	89	206
Biogasanlagen	1.498	9.609
KWK-Anlagen	58	100
Summe EEG-Anlagen	35.538	64.437

2.3.4.2 Thermische Nutzung regenerativer Energien

Solarthermie

Die Gesamtfläche der bereits installierten Solarthermieanlagen im Betrachtungsgebiet wurde mit Hilfe des Solaratlas, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“ durchgeführt. Über das Förderprogramm wurden vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) seit Oktober 2001 über 940.000 Solarthermieanlagen gefördert.

In der Stadt Berching sind nach Angaben der BAFA (Stand: Ende 2012) insgesamt 405 Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamt-Bruttoanlagenfläche aller solarthermischen Kollektortypen (Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung) von rund 3.900 m² installiert. Die mittlere Kollektorgröße beträgt demnach rund 9,6 m². *[Quelle: Berechnung IfE]*

Zur Errechnung der Wärmemenge, welche von den solarthermischen Anlagen pro Jahr erzeugt wird, wurde von einem Standardwert für eine Solarthermieanlage mit Heizungsunterstützung von 300 kWh/(m²*a) ausgegangen. Für Anlagen welche zur Bereitstellung von Warmwasser dienen, wurde mit einem Standardwert von 450 kWh/(m²*a) gerechnet. Der Wert der angegebenen Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Wärmeertrag.

Insgesamt beträgt die Energiebereitstellung durch Solarthermie im Betrachtungsgebiet rund 1.460 MWh/a.

Feste Biomasse

Unter fester Biomasse versteht man vor allem Stückholz, Hackschnitzel oder Holzpellets, die in Heizkesseln oder Einzelfeuerstätten (z.B. Kaminöfen) zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden. In der Stadt Berching werden jährlich rund 13.090 MWh an Biomasse zur Feuerung genutzt. *[Quelle: Fragebögen; Hochrechnung]*

Biogasanlagen und Biomasseheizwerk

Nach Berücksichtigung und Befragung aller Biogasanlagenbetreiber im Stadtgebiet von Berching wird derzeit eine Wärmemenge von ca. 5.650 MWh/a für die Gebäudebeheizung oder Prozesswärmezwecke genutzt. Darin enthalten ist auch die Wärme des bestehenden Biomasseheizwerks in der Stadt Berching, welches von einem 500 kW Hackgutkessel und einem 900 kW Spitzenlastkessel betrieben wird.

Wärmepumpen

Zum Zeitpunkt der Datenerfassung wurden in der Stadt Berching im Jahr 2011 rund 272 MWh an elektrischer Energie für den Betrieb von Wärmepumpen benötigt. Unter Berücksichtigung allgemeiner Parameter (u.a. COP = 3) ergibt sich eine Bereitstellung an thermischer Energie von rund 817 MWh. *[Quelle: Bayernwerk AG; Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle]*

Zusammenfassung

In Tabelle 2 ist die thermische Nutzung regenerativer Energien in der Stadt Berching dargestellt. In Summe beläuft sich die regenerative Wärmeerzeugung auf rund 21.017 MWh pro Jahr (entsprechend rund 24 Prozent des gesamten thermischen Energiebedarfs im Betrachtungsgebiet in der Stadt Berching).

Tabelle 2: Übersicht der regenerativen Wärmeerzeugung in der Stadt Berching

[Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Bayernwerk AG; Fragebögen]

	Thermische Nutzung [MWh/a]
Energieholz	13.090
Solarthermie	1.460
Wärmepumpen	817
Biogasanlagen/ Fernwärme	5.650
Summe	21.017

2.4 Der Endenergieeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die Verteilung des Endenergiebedarfs in den jeweiligen Verbrauchergruppen.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Stadt Berching auf 119.162 MWh. Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 86.930 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 32.232 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In Abbildung 4 ist die Aufteilung des Endenergieverbrauchs in die einzelnen Energieträger für die Stadt Berching zusammenfassend dargestellt.

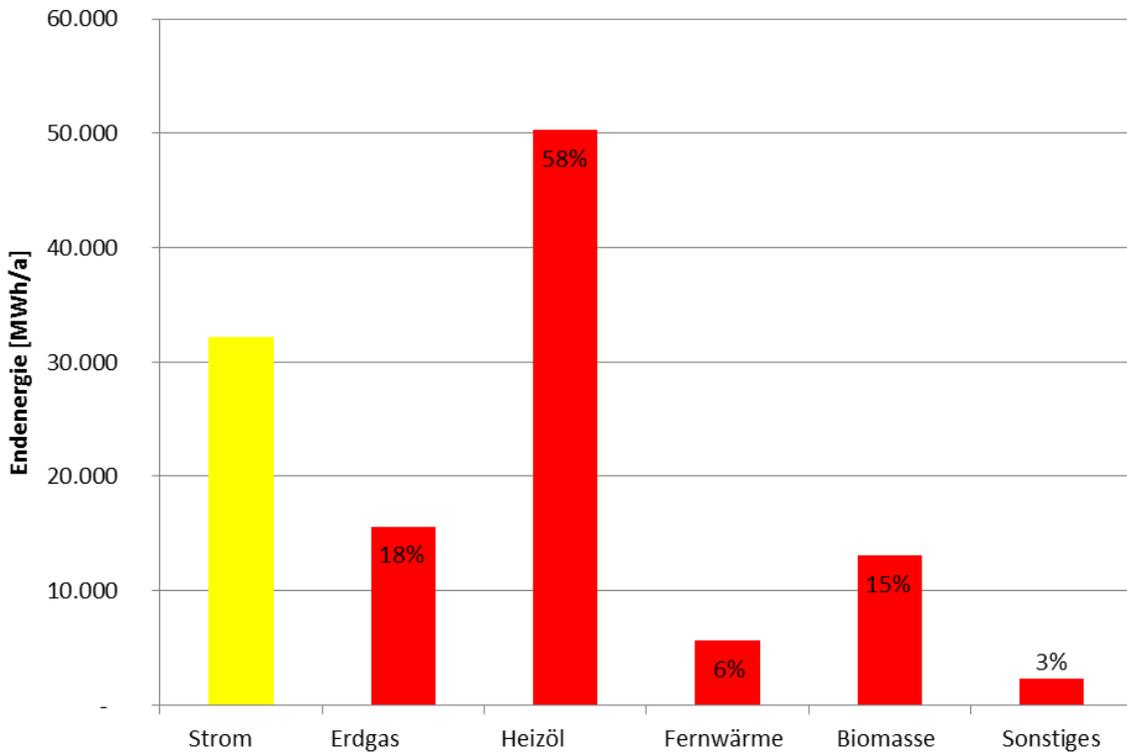


Abbildung 4: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Stadt Berching

Diese Endenergiebilanz teilt sich in die in Kapitel 2 beschriebenen drei Verbrauchergruppen auf. Bei den privaten Haushalten werden daher ca. 7.604 MWh Strom und ca. 67.255 MWh Endenergie Wärme verbraucht. Insgesamt beträgt der Endenergiebedarf aller privaten Haushalte der Stadt Berching ca. 74.859 MWh.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ auf rund 7.346 MWh. Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 3.665 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 3.681 MWh Endenergie jährlich benötigt. Von den rund 3.681 MWh an elektrischer Endenergie werden für die Straßenbeleuchtung in der Stadt Berching rund 628 MWh benötigt (entspricht rund 17 Prozent des gesamten Strombedarfs der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“).

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“ auf rund 36.957 MWh. Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 16.010 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 20.946 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In der Abbildung 5 ist der Energiebedarf für die drei Verbrauchergruppen grafisch dargestellt.

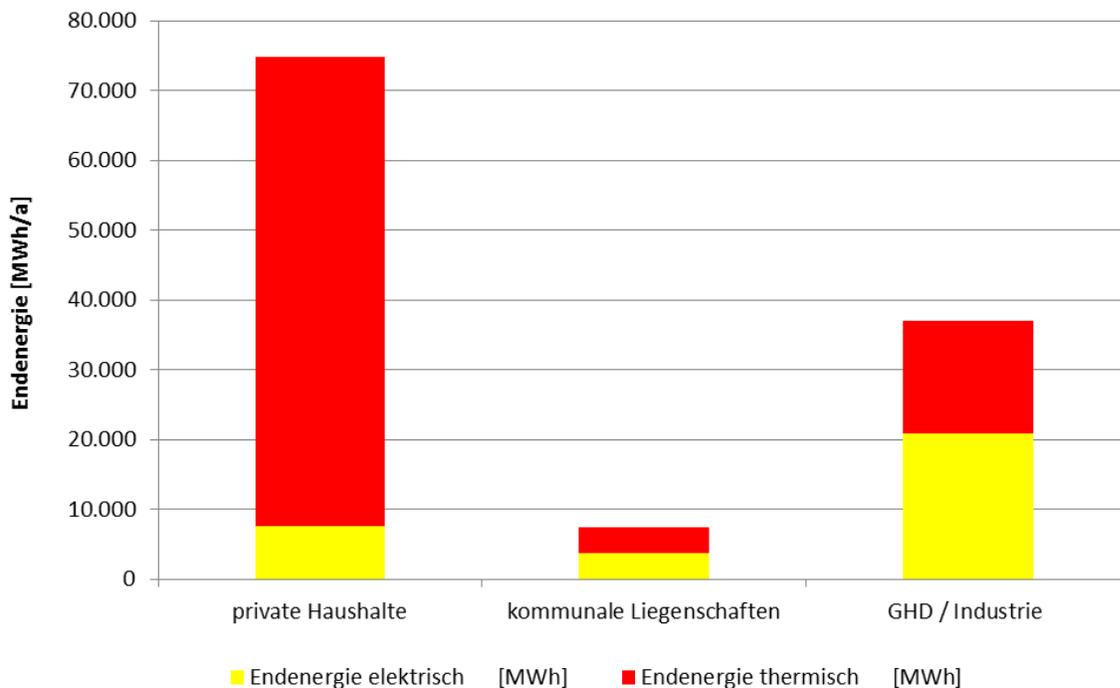


Abbildung 5: Aufteilung des Energiebedarfs auf die Verbrauchergruppen

2.5 Der Endenergieeinsatz, Primärenergieeinsatz und der CO₂-Ausstoß in der Stadt Berching

Anhand der in den vorhergehenden Kapiteln dargestellten Endenergieverbrauchsdaten der jeweiligen Verbrauchergruppen und der zugehörigen Zusammensetzung nach Energieträgern wird nachfolgend der CO₂-Ausstoß im Ist-Zustand (Ausgangslage) berechnet.

Bei der Darstellung der CO₂-Emissionen gibt es grundsätzlich eine Vielzahl unterschiedlicher Herangehensweisen. Bislang existiert bei der kommunalen CO₂-Bilanzierung keine einheitliche Methodik die anzuwenden ist, bzw. angewendet wird. Die Thematik der CO₂-Bilanz gewinnt jedoch gerade wieder entscheidend an Präsenz, da diese ein wichtiges Monitoring-Instrument für den kommunalen Klimaschutz darstellt. Bei den nachfolgenden Berechnungen zum CO₂-Ausstoß werden die CO₂-Emissionen nach CO₂-Emissionsfaktoren für die verbrauchte Endenergie der entsprechenden Energieträger berechnet. Die Emissionsfaktoren wurden vom IfE nach GEMIS berechnet.

Tabelle 3: Die CO₂-Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger

CO ₂ -Äquivalente nach GEMIS 4.7 - eigene Berechnungen IfE; 01/2012			
Brennstoff	CO ₂ -Äquivalent (Gesamte Prozesskette) [g/kWh]	Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbarer Anteil) [kWh _{prim} /kWh _{end}]	Bemerkung
Erdgas	252	1,1	Erdgas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl EL	316	1,1	Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl S	323	1,1	Schweres Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Kohle	387	1,1	Steinkohlebriketts ab Fabrik
Kohle	433	1,1	Kohle-Briketts beim Endverbraucher für Heizzwecke
Flüssiggas	264	1,1	Flüssiggas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Strom	572	2,8	Bonus für Substitution von Netzstrom auf Niederspannungsebene
Strom	566	2,4	Dt. Strommix 2010
Biogas	111	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawaRo) ohne Landnutzungsänderungen
Biomethan	131	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawaRo) ohne Landnutzungsänderungen, Einspeiseanlage 500 m ³ /h, Druckwechsel/PSA-Konzept
Palmöl	203	0,5	Palmölproduktion ohne Landnutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Rapsöl	180	0,5	Rapsölproduktion ohne Landnutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Holzpellets	23	0,2	Holzpellets beim Endverbraucher für Heizzwecke
Hackschnitzel	23	0,2	Hackschnitzel beim Endverbraucher für Heizzwecke
Scheitholz	17	0,2	Stückholz beim Endverbraucher für Heizzwecke

Bezugsgröße: kWh Endenergie, Heizwert Hi

Im Untersuchungsgebiet wurde eine umfangreiche Bestandsanalyse der Energieverbrauchsstruktur und des Energieumsatzes durchgeführt. Darauf aufbauend wurde der CO₂- Ausstoß in den jeweiligen Verbrauchergruppen im Ist-Zustand berechnet. Die Situationsanalyse stellt somit die Basis für das weitere Vorgehen einer Potentialbetrachtung zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes dar.

In Abbildung 6 ist die ermittelte Energiebilanz mit Endenergie und dem gesamten CO₂-Ausstoß mit den bereits genutzten Anteilen an erneuerbaren Energieträgern für das Betrachtungsgebiet dargestellt.

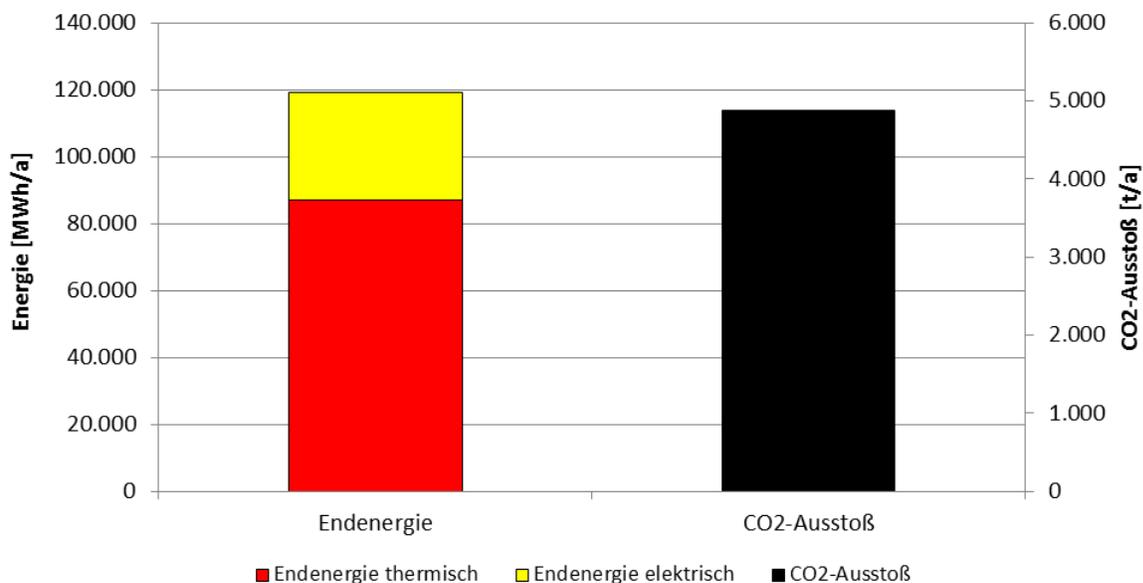


Abbildung 6: Der CO₂-Ausstoß im Ist-Zustand

Der Endenergieverbrauchsstruktur zufolge entstehen

- in der Verbrauchergruppe „private Haushalte“ rund 21.189 Tonnen jährlicher CO₂-Ausstoß
- durch den Verbrauch in den „kommunalen Liegenschaften“ rund 2.414 Tonnen
- im Sektor „GHD / Industrie“ einen Ausstoß von rund 14.738 Tonnen
- durch die Einspeisung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien wird insgesamt gleichzeitig ein Ausstoß von rund 33.467 Tonnen pro Jahr vermieden

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch resultieren unter Berücksichtigung der Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energien ein Ausstoß von rund 4.874 Tonnen CO₂ pro Jahr.

Dies entspricht einem jährlichen CO₂-Ausstoß pro Kopf von rund 0,6 Tonnen

Hinweis: Bei der vorher beschriebene CO₂-Bilanzierung sind die CO₂-Emissionen der Mobilität (Verkehr) nicht mit berücksichtigt. Der CO₂-Ausstoß in Höhe von rund 0,6 Tonnen pro Einwohner resultiert lediglich aus den elektrischen und thermischen Energieverbräuchen.

3. Potentialbetrachtung der Energieeffizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung

Im folgenden Kapitel wird eine Potentialbetrachtung zur Energieeffizienzsteigerung durchgeführt, indem die verschiedenen Potentiale der einzelnen Verbrauchergruppen betrachtet und bewertet werden.

3.1 Potentialbetrachtung im Bereich Private Haushalte

3.1.1 Endenergieeinsparungen im thermischen Bereich

Ausgehend vom Gebäudebestand und der Gebäudealtersstruktur im Stadtgebiet Berching wird das energetische Einsparpotential berechnet, das durch verschiedene Gebäudesanierungsszenarien erreicht werden kann. Für den Gebäudebestand und somit die vorhandene Wohnfläche wird ein maximaler Heizwärmebedarf vorgegeben. Für die Gebäudesanierung bzw. Wärmedämmmaßnahmen an den Wohngebäuden werden zwei Szenarien betrachtet:

- **Szenario 1:**

Sämtliche Wohngebäude werden nach dem EnEV 2009 Standard saniert. Hierbei wird das energetische Einsparpotential für jede Baualtersklasse separat ermittelt.

- **Szenario 2:**

Es wird ab dem Jahr 2012 mit einer mittleren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr auf den EnEV 2009 Standard gerechnet. Die Betrachtung wird hierbei bis zum Jahr 2031 durchgeführt. Dieses Szenario stellt eine ehrgeizige Aufgabe dar. Die mittlere Sanierungsrate in Deutschland liegt derzeit lediglich bei rund 1 %. [http://www.enefhaus.de/fileadmin/ENEFH/redaktion/PDF/Befragung_EnefHaus.pdf]

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Wohngebäude im Stadtgebiet Berching durch eine EnEV 2009 Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % in den nächsten 20 Jahren um rund 15.737 MWh gesenkt werden.

Durch eine Sanierung aller Wohngebäude nach EnEV-Standard bis zum Jahr 2031 könnte der thermische Endenergiebedarf um rund 31.543 MWh gesenkt werden.

Das Ergebnis der Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden im Stadtgebiet von Berching ist in Abbildung 7 dargestellt.



Abbildung 7: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden

3.1.2 Reduzierung des Stromverbrauchs bzw. Effizienzsteigerung

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes bei. Nachfolgend werden einige Energieeinsparmaßnahmen aufgezeigt, welche von den Bürgern in Berching ergriffen werden könnten, um ihren Strombedarf zu senken:

- Ertüchtigung der stufengeregelten Heizungsumwälzpumpen durch geregelte Pumpen
- Einsatz effizientester Kühl- / Gefrierschränke / -truhen
- Einsatz effizienter Waschmaschinen
- Einsatz effizientester Beleuchtung (Energiesparlampen, LED)
- Vermeidung des Stand-By Betriebs

Prinzipiell gilt festzuhalten, dass bei einer Neuanschaffung eines Elektrogerätes auf das EU-Energielabel geachtet werden sollte. Die grün eingefärbten Bereiche (A+ bis A+++) sollten dabei bevorzugt gekauft werden, da diese besonders energieeffizient sind. Dieser Sachverhalt wurde in der Informationsbroschüre für die Bürger der Stadt Berching ausführlich beschrieben.

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** in den privaten Haushalten ist davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 30 % des derzeitigen Stromverbrauchs in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann.

3.1.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend könnte der thermische Endenergiebedarf (Wärme) im beschriebenen Szenario (Kapitel 3.1.1) in der Stadt Berching um ca. 15.736 MWh gesenkt werden, was einer prozentualen Einsparung von 30 % entspricht.

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie, welche die Energieversorger verpflichtet, Maßnahmen zu ergreifen, damit ihre Kunden jährlich mind. 1,5 % an Energie einsparen, musste bis zum 05.Juni 2014 in nationale Gesetzgebung überführt werden. Analog dazu würde sich der elektrische Endenergiebedarf (Strom) in der Verbrauchergruppe private Haushalte in Berching ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil um rund 2.281 MWh pro Jahr senken lassen können.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotentiale anhand des aktuellen Stromverbrauches und der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich nicht mit tatsächlich sinkendem Stromverbrauch zu rechnen, da erzielte Einsparungen bisher meist durch neue „Anwendungsbereiche“ ausgeglichen wurden.

3.2 Potentialbetrachtung im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft

Grundsätzlich ist die Potenzialabschätzung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft mit Unsicherheiten behaftet. In großen Betrieben stellt der Energiebedarf für Raumwärme meist nur einen geringen Teil des Gesamtenergiebedarfs dar, weil energieintensive Verarbeitungsprozesse durchzuführen sind. Aufgrund von gealterten Versorgungsstrukturen in den Betrieben ist das energetische Einsparpotential hierbei jedoch oft sehr groß. Selbstverständlich bleiben auch manche energieintensive Arbeitsprozesse bestehen, da eine Optimierung nicht, oder kaum mehr möglich ist.

Eine genaue Analyse der Energieeinsparpotentiale kann nur durch ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe und umfangreiche Erhebungen erfolgen. Zudem beeinflussen die konjunktur- und strukturbedingten Entwicklungen den Energieverbrauch erheblich. Die Ermittlung der Einsparpotenziale im Strom- und Wärmebereich erfolgt an Hand bundesweiter Potenzialstudien, eigener Berechnungen nach Erfahrungswerten, sowie der Annahme einer allgemein umsetzbaren jährlichen Effizienzsteigerung. Zur Konkretisierung der statistischen Daten wurde der komplette Sektor „GHD / Industrie“ mit Fragebögen angeschrieben. Dort wurden nicht nur deren elektrischer und thermischer Energiebedarf, sondern auch bereits erfolgte oder geplante Effizienzsteigerungsvorhaben, sowie noch ungenutzte Abwärmepotentiale erhoben. Die Rückmeldungen aus den Industriebetrieben flossen ebenso in die Erhebung der Energieeinsparpotentiale mit ein. Allerdings können Rückläufer der Fragebögen aus Gründen des Datenschutzes nicht in diesem Bericht abgebildet werden. Da einige Firmen großes Interesse an der effizienteren Nutzung ihrer eingesetzten Energieträger zeigten, wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Berching ein Informationsblatt zur „KfW-Beratung“ entwickelt, welches an alle Firmen im Stadtgebiet von Berching verteilt werden soll. In diesem Informationsblatt wird auf die Möglichkeit der KfW-Initialberatung und der KfW-Detailberatung hingewiesen, die Fördersätze aufgezeigt und die nächsten Schritte zur Inanspruchnahme der Förderung erklärt.

Aus verschiedenen Quellen, wie z.B. dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“, der im Jahre 2009 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt veröffentlicht wurde, lassen sich zudem Aussagen darüber treffen, in welchen Bereichen in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“ Einsparpotentiale vorhanden sind. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“]*

3.2.1 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik

Rund 70 % des Stromverbrauchs in Industriebetrieben entfallen auf den Bereich der elektrischen Antriebe. Mehr als zwei Drittel dieses Bedarfs an elektrischer Energie werden für den Betrieb von Pumpen, Ventilatoren und Kompressoren benötigt.

Die möglichen Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Maschinen-, Anlagen und Antriebstechnik werden in Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt. Die Potentiale wurden hierbei dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“ entnommen.

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt]

Folglich können die nachfolgend aufgeführten Einsparpotentiale nur als durchschnittliche Werte gesehen werden, die in der tatsächlichen Umsetzung deutlich abweichen können.

Tabelle 4: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]

Maßnahmen	wirtschaftliches Einsparpotential
Verbesserung des Antriebs	
Einsatz hocheffizienter Motoren	3%
Einsatz drehzahlvariabler Antriebe	11%
Systemverbesserungen	
bei Druckluftsystemen	33%
bei Pumpensystemen	30%
bei Kältesystemen	18%
bei raumluftechnischen Anlagen und Ventilatoren	25%
Motorensysteme gesamt	25-30%

Beleuchtung

Die Beleuchtung in Industrie und Gewerbe/Handwerksbetrieben weist bei einem Großteil der Unternehmen jährlich einen Anteil zwischen 15 und 25 % des gesamten elektrischen Energieverbrauchs auf.

Durch gezielte Maßnahmen, wie z.B. der Installation von:

- modernen Spiegelrasterleuchten
- elektronischen Vorschaltgeräten
- Dimmern

kann dieser Anteil, wie in Abbildung 8 dargestellt, um bis zu 80 % gesenkt werden.

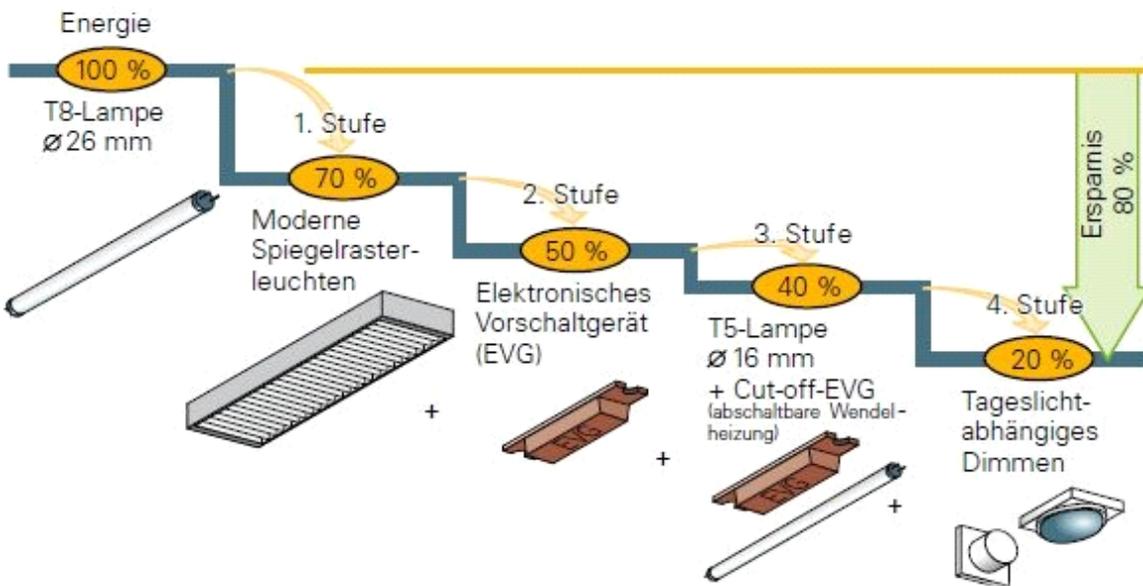


Abbildung 8: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung

[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]

3.2.2 Einsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Raumheizung, Prozesswärme und Warmwasserbereitung

Ein Großteil des betrieblichen Energieverbrauchs entfällt auf die Bereitstellung von Wärmeenergie (Raumwärme und Prozesswärme). Die am häufigsten erkannten Einsparpotentiale in Industrie und Gewerbe/Handwerksbetrieben werden nachfolgend aufgeführt.

- Einsatz von Strahlungsheizungen zur Hallenbeizung
- optimierte Dimensionierung der Heizkessel
- Einsatz von modulierenden Brennern im Teillastbetrieb
- Vorwärmung der Verbrennungsluft durch Abwärmenutzung
- Einsatz eines Luftvorwärmers bzw. Economizers bei der Dampferzeugung
- Wärmedämmung von Rohrleitungen
- Anpassung der Heiztechnik an die benötigten Prozesstemperaturen

3.2.3 Zusammenfassung

Der thermische Endenergieverbrauch für die Verbrauchergruppe Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft beläuft sich im Ausgangszustand auf etwa 16.010 MWh/a. Der elektrische Endenergieverbrauch beläuft sich im Ist-Zustand auf rund 20.946 MWh/a.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **thermische** Endenergiebedarf in Abstimmung mit den beteiligten Akteuren in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2031 um insgesamt 27 % verringert werden, was eine Einsparung von 4.323 MWh Endenergie ergibt.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **elektrische** Endenergiebedarf bei einer konservativen Einschätzung analog zum Wärmebedarf in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2031 um insgesamt 27 % verringert werden, was einer Einsparung von 5.655 MWh Endenergie entspricht.

Die Stadt Berching hofft mit der Herausgabe des erarbeiteten Informationsblattes „KfW-Beratung“ an alle Betriebe des Sektors „GHD / Industrie“ einen ersten Impuls in Richtung der effizienteren Nutzung der Energie setzen zu können.

Hinweis

Die aufgeführten Einsparpotentiale können nur als durchschnittliche Werte gesehen werden. Bei der tatsächlichen Umsetzung im Betrachtungsgebiet können sich deutliche Abweichungen ergeben.

3.3 Potentialbetrachtung im Bereich Kommunale Liegenschaften

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Nur auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit einer direkten Ansprache der Akteure. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Mitwirken bei der Reduktion der CO₂-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei auf mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Die Selbstverpflichtung aus Überzeugung in die Notwendigkeit des Handelns
- Die Vorbildfunktion für alle Bürger
- Die wirtschaftliche Motivation

Zudem können die Aktivitäten, dem Klimawandel und seinen Herausforderungen eine aktive Handlungsbereitschaft und eine klare Zielsetzung entgegenzusetzen, auch Vorteile im Zusammenhang mit privaten und unternehmerischen Standortentscheidungen hervorrufen.

Die Städte und Kommunen bilden somit das Verbindungsglied zwischen EU, Bund, Land und dem Endverbraucher.

3.3.1 Energetische Gebäudesanierung und Wärmedämmung

Nach der Grundlage der Berechnungen des Einsparpotentials im Bereich der Wohngebäude ergibt sich für die kommunalen Liegenschaften ebenfalls ein Einsparpotential im Bereich der energetischen Gebäudesanierung.

Da mit den kommunalen Liegenschaften eine Vorbildfunktion verfolgt werden soll, wird das Einsparpotential in Abstimmung mit den beteiligten Akteuren mit 30 % bezogen auf den Ist-Zustand angesetzt. Dies entspricht deutlich mehr als die in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ festgelegte Sanierungsrate von 2 %, um der Vorbildfunktion kommunaler Liegenschaften gerecht zu werden. Es ergibt sich somit eine Einsparung an thermischer Endenergie von rund 1.099 MWh/a bezogen auf das Jahr 2031 (Ist-Zustand rund 3.665 MWh/a im Jahr 2012).

3.3.2 Straßenbeleuchtung

Nach Auskunft der Bayernwerk AG sind im Stadtgebiet von Berching insgesamt 1940 Leuchtmittel installiert, welche einen Stromverbrauch von rund 628 MWh verursachen. Eine detaillierte Aufstellung der Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 Die Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand in der Stadt Berching

[Quelle: Bayernwerk AG]

Leuchtmittel Typ	Bezeichnung	Anzahl [-]	Leistung [kW]	Stromverbrauch [kWh]
Quecksilberdampflampen	HME	1010	80,8	462.000
Natriumdampflampen	NAV	102	7,6	43.000
Leuchtstoffröhren	T	218	11,5	66.000
LED	LED	610	9,9	57.000
Summe		1.940	109,9	628.000

Derzeit ist in Berching jedes Jahr ein Budget im Haushalt für die Umrüstung der Straßenbeleuchtung vorgesehen. Dies sieht eine Umrüstung von Quecksilberdampfhochdrucklampen sowie Natriumdampfhochdrucklampen auf LED-Module vor. Obwohl die Stadt Berching auf dem Gebiet der Straßenbeleuchtung bereits tätig ist, beträgt das jährliche Einsparpotential bei einer vollständigen Umrüstung auf LED ca. 34 % oder einen Endenergieverbrauch von 212 MWh.

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs bei den kommunalen Liegenschaften könnte der Stromverbrauch von aktuell 3.681 MWh (incl. Straßenbeleuchtung) auf rund 2.553 MWh reduziert werden (entsprechend rund 31 Prozent). Hierbei wurde die Umrüstung der Straßenbeleuchtung sowie der Einsatz effizientester Technik in den kommunalen Liegenschaften betrachtet.

3.4 Zusammenfassung

In Tabelle 6 sind die Potentiale hinsichtlich der Energieeffizienzsteigerung bzw. der Energieeinsparung in den einzelnen Verbrauchergruppen zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotentiale

Stadt Berching		Endenergie Ist-Zustand	Maßnahme	Einsparpotential	Einsparpotential	Endenergie Soll-Zustand	CO ₂ -Einsparung
		[MWh/a]		[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Private Haushalte	Endenergie thermisch	67.255	Wärmedämmung Sanierungsrate 2 % auf EnEV 2009	23%	15.736	51.518	3.960
	Endenergie elektrisch	7.604	Steigerung der Elektroeffizienz	30%	2.281	5.323	1.300
Kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	3.665	Wärmedämmmaßnahmen	30%	1.099	2.565	100
	Endenergie elektrisch	3.054	Steigerung der Elektroeffizienz	30%	916	2.138	519
	Straßenbeleuchtung	628	Umrüstung auf LED	34%	212	416	120
Industrie	Endenergie thermisch	16.010	Effizienzsteigerung	27%	4.323	11.688	780
	Endenergie elektrisch	20.946	Effizienzsteigerung	27%	5.655	15.291	3.210
Summe	Endenergie gesamt	119.162			30.223	88.939	9.989

Im Bereich der elektrischen Endenergie ergibt sich ausgehend vom Ist-Zustand (rund 32.232 MWh/a) eine maximal mögliche Einsparung von rund 9.065 MWh/a bzw. rund 28 % Prozent.

Im Bereich der thermischen Endenergie ergibt sich ausgehend vom Ist-Zustand (rund 86.930 MWh/a) eine maximal mögliche Einsparung von rund 21.159 MWh/a bzw. rund 24 % Prozent.

4. Das Angebotspotential der Erneuerbaren Energien

In der nachfolgenden Ermittlung wird eine Datenbasis über das grundsätzliche und langfristig zur Verfügung stehende Potential aus diversen erneuerbaren Energiequellen im Stadtgebiet von Berching zusammengestellt. Als Erneuerbare Energien in diesem Sinne werden Energieträger bezeichnet, die im gleichen Zeitraum in dem sie verbraucht werden wieder neu gebildet werden können, oder grundsätzlich in unerschöpflichem Maße zur Verfügung stehen.

In dieser Studie werden insbesondere Wind- und Wasserkraft, Verfügbarkeit von Biomasse sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitstäbe ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann.

Abbildung 9 gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebots.

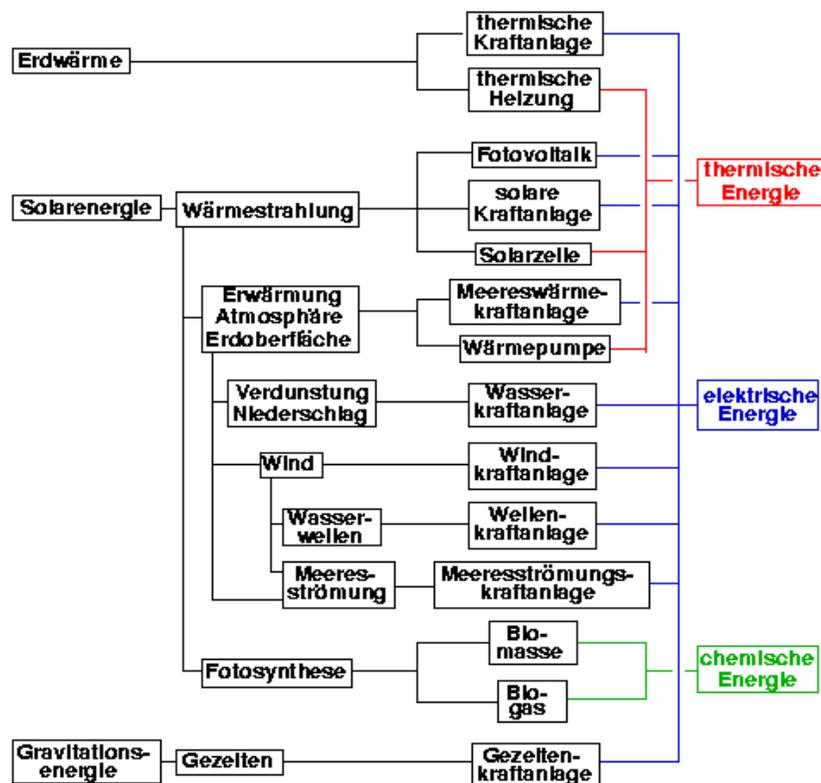


Abbildung 9: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen

[Quelle: Universität Kassel, Geothermie-Vorlesung im SS 2010, www.uni-kassel.de]

4.1 Potentialbegriff

Für die Darstellung von zur Verfügung stehenden „Energienmengen“ wird grundsätzlich der Begriff Potential verwendet. Es werden verschiedene Potentialbegriffe gebraucht. Unterschieden werden kann zwischen den theoretischen, den technischen, den wirtschaftlichen und den erschließbaren Potentialen, wie in Abbildung 10 dargestellt wird.

Da die wirtschaftlichen und insbesondere die erschließbaren Potentiale erheblich von den sich im Allgemeinen schnell ändernden energiewirtschaftlichen und –politischen Randbedingungen abhängig sind, wird auf diese Potentiale bei den folgenden Ausführungen zu den jeweiligen Optionen zur Nutzung regenerativer Energien nicht detailliert eingegangen. Daher werden technische Potentiale erhoben, die je nach den derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für eine Umsetzung interessant sind oder möglicherweise zukünftig interessant werden.

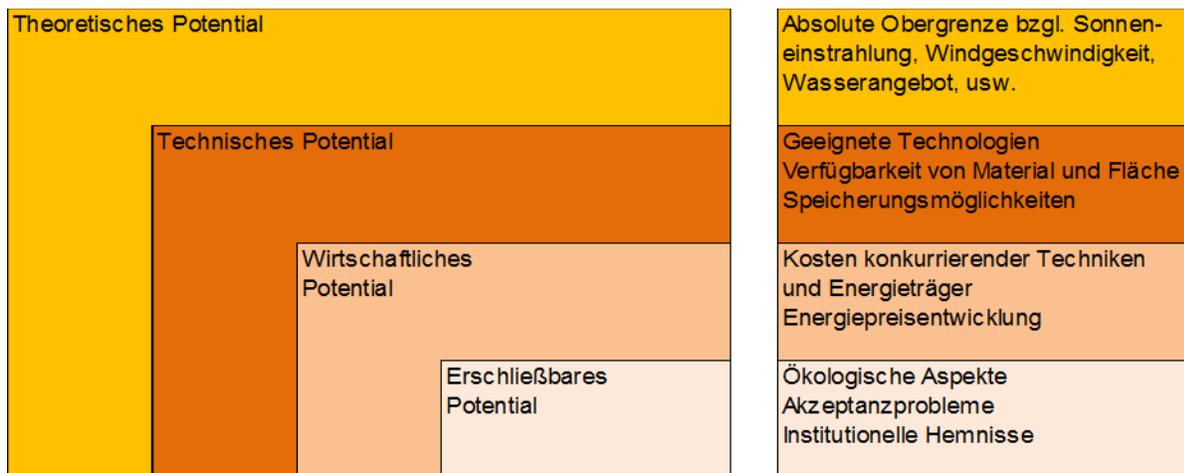


Abbildung 10: Definition des Potentialbegriffs

4.2 Direkte Nutzung der Sonnenenergie

Die Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen stehen Möglichkeiten der passiven Nutzung von Sonnenlicht und –wärme zur Verfügung, die vor allem in der baulichen Umsetzung bzw. Gebäudearchitektur Anwendung finden. Zum anderen gibt es die aktive Nutzung der direkten Sonnenstrahlung, die in erster Linie in Form der Warmwasserbereitung (Solarthermie) und der Stromerzeugung (Photovoltaik) in technisch ausgereifter Form zur Verfügung steht.

Zur Abschätzung der zur Verfügung stehenden Flächen für die Installation von Photovoltaik oder Solarthermie werden die nachfolgend beschriebenen Annahmen getroffen. Zunächst wird bei der Ermittlung der potentiellen Fläche nicht nach einer photovoltaischen oder solarthermischen Nutzung unterschieden.

Der „Statistik Kommunal“ [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung] ist der Gesamtbestand an Wohngebäuden im Betrachtungsgebiet zu entnehmen. Da eine Erfassung aller Gebäude mit Ausrichtung, Dachneigung und Verbauung im Einzelnen nicht möglich ist, müssen pauschalisierte Annahmen getroffen werden. Alle Wohngebäude haben entweder geneigte Dächer mit einer Dachneigung zwischen 30 und 60 Grad oder besitzen ein Flachdach. Die Ausrichtung der Gebäude (Firstrichtung) ist nahezu gleich verteilt, d.h. es stehen genauso viele Häuser hauptsächlich in Ost-West-Richtung, wie in Nord-Süd –Richtung. Wird davon ausgegangen, dass bis zu einer Abweichung von +/- 45 Grad zur optimalen Südausrichtung, die nach Süden geneigte Dachfläche grundsätzlich nutzbar ist, so errechnet sich eine Fläche von rund 25 % der gesamten geneigten Dachfläche. Von dieser grundsätzlich nutzbaren Fläche müssen Verbauungen und Verschattungen durch Erker, Dachfenster, Schornsteine und sonstige Hindernisse abgezogen werden. Hierfür wird von der grundsätzlich nutzbaren Fläche ein Fünftel abgezogen. Zudem wurden denkmalgeschützte Bereiche in der Betrachtung berücksichtigt. Demzufolge bleiben rund 20 % der gesamten schrägen Dachfläche zur Installation von Photovoltaik oder Solarthermie zur Verfügung.

Zudem bietet sich die Installation von Solarthermie / PV-Anlagen auf vorhandenen Dächern der Gewerbe / Industriebetriebe an. Die Berechnung der geeigneten Fläche auf Schrägdächern erfolgt äquivalent zur Berechnung der Wohngebäude. Auf Flachdächern sollten die Anlagen aufgeständert installiert werden. Die Anlagen können somit in Neigung und Ausrichtung optimal zur Sonne ausgerichtet werden.

Durch die Aufständigung am Flachdach ergeben sich jedoch zwischen den einzelnen Reihen in Abhängigkeit vom Sonnenstand Verschattungen, wodurch nur etwa ein Drittel der Grundfläche als Modulfläche nutzbar ist. Auch bei Flachdächern wird noch ein Fünftel der grundsätzlich nutzbaren Fläche aufgrund von Verbauungen und Verschattungen von Hindernissen abgezogen, sodass letztendlich ca. 25 % der Flachdachfläche als Modulfläche nutzbar sind.

Mithilfe der Anzahl der Wohngebäude aus der Statistik Kommunal, den vorhandenen Dächern der Gewerbe/Industriebetrieben, der Auswertung von Luftbilddaufnahmen und unter Berücksichtigung der erläuterten Annahmen kann die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeignete Dachfläche (Modulfläche) bestimmt werden. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Betrachtungsgebiet auf rund 197.952 m².

Ausgehend vom heutigen Stand der Technik kann bei der Verwendung von monokristallinen PV-Modulen zur solaren Stromproduktion von einem Flächenbedarf von rund 7,5 m²/kW_p ausgegangen werden. Mit einer solarthermischen Anlage können pro m² Kollektorfläche ca. 350 kWh Wärme pro Jahr bereitgestellt werden. Jedoch kann dieser technische Vorteil nur bedingt genutzt werden, da die schlechte Transportfähigkeit und die mangelnde Speicherfähigkeit einen Durchbruch dieser Technik erschweren. So ist beispielsweise die Wärmeerzeugung in den Sommermonaten am höchsten, während der Wärmebedarf erst in den Wintermonaten merklich ansteigt.

Aus diesem Grund besitzt die Photovoltaik, welche bezüglich der Dachflächen in direkter Konkurrenz zur solarthermischen Nutzung steht einen deutlichen Wettbewerbsvorteil, da der Bedarf an elektrischer Energie über das gesamte Jahr betrachtet deutlich konstanter ist.

Für die weiteren Berechnungen wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- **Photovoltaik (Aufdach)** **mittl. jährlicher Ertrag: 950 kWh_{el}/kW_p**
- **Solarthermie** **mittl. jährlicher Ertrag: 370 kWh_{th}/m²**

Szenario

Es wird davon ausgegangen, dass die für solare Nutzung geeignete Dachfläche für die Installation von Solarthermieranlagen für die Warmwasserbereitung und die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt werden.

Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel von 30 % des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Der Warmwasserbedarf kann mit verschiedenen Annahmen abgeschätzt werden. Ausgehend von einem spezifischen Warmwasserbedarf von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$ ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Warmwasserwärmebedarf von rund $4.972 \text{ MWh}_{\text{th}}$, von dem rund $1.492 \text{ MWh}_{\text{th}}$ durch Solarthermie gedeckt werden sollen (entsprechend 30 %). Um die Randbedingung des 30 prozentigen Deckungsgrades zu erreichen, werden insgesamt rund 4.050 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche stellt gleichzeitig das Gesamtpotential für die Solarthermie dar.

Derzeit sind im Betrachtungsgebiet Solarthermieranlagen mit einer Gesamtfläche von rund 3.964 m^2 bereits installiert.

Zur Erreichung des oben definierten Gesamtpotentials müssen demnach noch 86 m^2 zugebaut werden (solarthermisches Ausbaupotential).

Ausgehend von der Annahme, dass die benötigten Solarthermie-Kollektoren installiert werden, ergibt sich eine maximale nutzbare Restdachfläche für Photovoltaikmodule von 193.901 m^2 . Nachfolgend wird das realistische Szenario betrachtet, falls **lediglich 60 %** dieser grundsätzlich für Photovoltaik geeigneten Dachfläche belegt werden (entspricht rund 116.341 m^2). In der weiteren Betrachtung wird diese Fläche zur Ermittlung des PV-Ausbaupotentials herangezogen. In Summe können auf dieser Modulfläche Photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung in Höhe von rund 15.512 kW_p installiert werden. Im Jahr 2012 sind bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 12.431 kW_p installiert. Das Ausbaupotential beträgt folglich noch rund 3.081 kW_p . Hierdurch können jährlich rund 14.736 MWh an Strom produziert werden.

Die Potentiale für Erneuerbare Energien aus PV- und Solarthermieranlagen sind in der nachfolgenden Tabelle 7 als Übersicht zusammengefasst.

Tabelle 7: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermie und Photovoltaik	
geeignete Modulfläche im Stadtgebiet (Dachneigung, Denkmalschutz, etc.)	198.000 m ²
Warmwasserbereitung durch Solarthermie	
(30% des WW-Bedarfes der Privaten Haushalte)	
Erforderliche Kollektorfläche	4.050 m ²
bereits installiert	3.964 m ²
Ausbaupotential	86 m ²
→ gesamte Wärmeproduktion	1.492 MWh/a
Stromproduktion durch Photovoltaik	
(60% der übrigen geeigneten Dachfläche)	
Gesamtpotential	15.512 kW _p
bereits installiert	12.431 kW _p
Ausbaupotential	3.081 kW _p
→ gesamte Stromproduktion	14.736 MWh/a

4.3 Biomasse

Als Biomasse wird im allgemeinen Sprachgebrauch die Gesamtheit der Masse an organischem Material in einem Ökosystem bezeichnet.

Die Biomasse kann in Primär- und Sekundärprodukte unterteilt werden, wobei erstere durch die direkte Ausnutzung der Sonnenenergie (Photosynthese) entstehen. Im Hinblick auf die Energiebereitstellung zählen hierzu land- und forstwirtschaftliche Produkte aus einem Energiepflanzenanbau oder pflanzliche Rückstände und Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie und aus Haushalten (z. B. Rest- und Altholz).

Sekundärprodukte entstehen durch den Ab- bzw. Umbau der organischen Substanz in höheren Organismen (Tieren). Zu ihnen zählen unter anderem Gülle oder Klärschlamm.

Im Rahmen dieser Studie wird unter Biomassepotential das Potential an

- Primärprodukten für die energetische Nutzung,
- Gülle durch den Viehbestand,
- Klärschlammnutzung der kommunalen Kläranlagen
- Nutzung des Bioabfallaufkommens

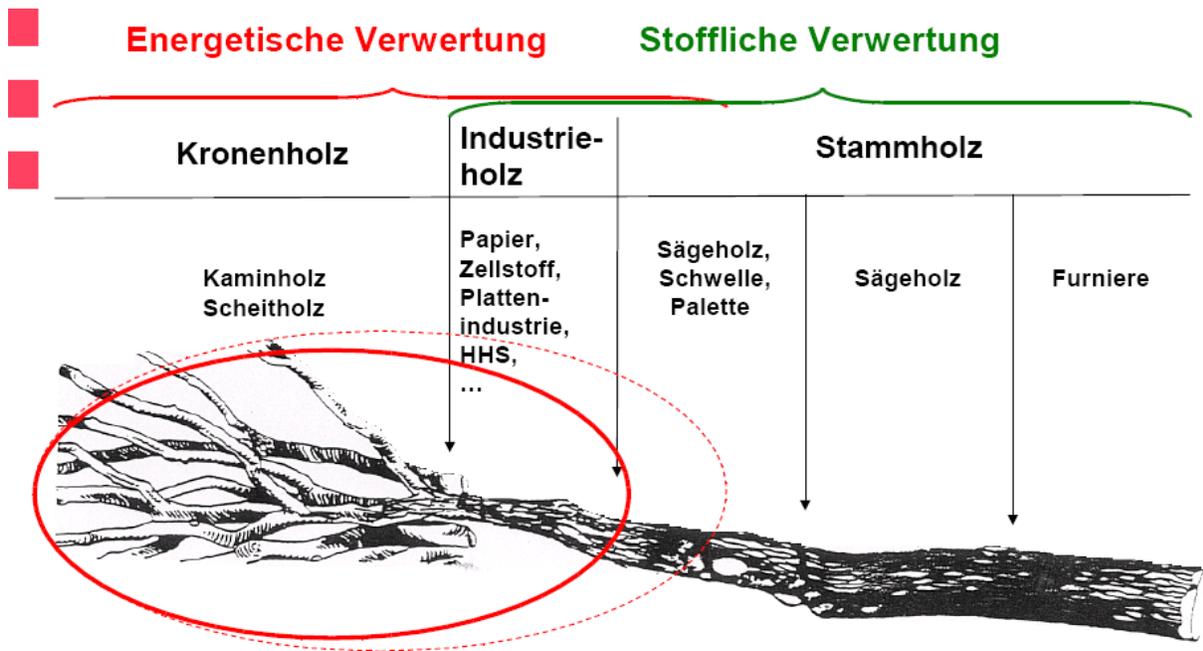
im Betrachtungsgebiet ermittelt. Es erfolgt eine Aufteilung in land- und forstwirtschaftliche Potentiale unter Einbeziehung der zur Verfügung stehenden Flächen.

Forstwirtschaft

Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potentials an Primärenergie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von etwa 8 Festmetern je ha und Jahr ausgegangen. *[Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Neumarkt]*

Nach Rücksprache mit dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Neumarkt in der Oberpfalz steht in der Stadt Berching eine Waldfläche von rund 4.821 ha zur Verfügung, was einem Anteil von rund 37 % an der Gesamtfläche entspricht. Das jährliche Potential an nachwachsender Biomasse wird hierbei auf rund 73.279 MWh pro Jahr prognostiziert. Bei dem so zur Verfügung stehenden Potential an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Insofern besteht ein Konkurrenzverhältnis zwischen Holz zur stofflichen Anwendung bzw. Verwertung und Holz zur energetischen Nutzung. In Abbildung 11 sind die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten

dargestellt.



Holger Pflüger-Grone; 30.10.2006

Aspekte der energetischen Holzverwertung

Abbildung 11: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz

[Quelle: Pflüger-Grone Holger; Aspekte der energetischen Holzverwertung]

Für Brennholz wird in der Regel nicht das gesamte Holzsortiment, sondern nur Schwachholz und Waldrestholz verwendet. Der Großteil geht in die weiterverarbeitende Holz- oder Papierindustrie. In der Holz verarbeitenden Industrie fallen Abschätzungen zufolge ca. 30 bis 40 % des Inputs an Nebenprodukten (Abfallholz, Sägereste) an, wovon ungefähr die Hälfte der stofflichen Verwertung zugeführt wird (z. B. Spanplatten), der Rest steht potentiell wiederum für die energetische Nutzung (z. B. in Form von Pellets) zur Verfügung.

Das nutzbare Gesamtpotential (Holzbrennstoffeinsatz) beläuft sich auf rund 21.984 MWh/a.

Landschaftspflegeholz

Landschaftspflegeholz (Holz aus öffentlichem und privatem Baum-, Strauch- und Heckenschnitt) unterliegt keiner sonstigen Nutzung und steht somit – theoretisch – komplett zur Verfügung. Unter der Annahme eines jährlichen Anfalls an Landschaftspflegeholz von rund 103,9 kg pro Einwohner entspricht dies einem Energieertrag von rund 1.949 MWh pro Jahr. *[Quelle: Abfallbilanz Bayern]*

Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro Einwohner und Jahr fallen im Landkreis Neumarkt in der Oberpfalz rund bis 3,3 kg Altholz an. Bezogen auf die Einwohnerzahl in der Stadt Berching steht dadurch ein Energieertrag von rund 64 MWh jährlich zur Verfügung.

[Quelle: Abfallbilanz Bayern]

Zusammenfassung

In Tabelle 8 ist das Potential zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse zusammenfassend aufgelistet.

Tabelle 8: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz

Energiebereitstellung	[MWh/a]	
Nachwuchs auf gesamter Waldfläche <i>(rund 4821 ha; regenerativer Nachwuchs ca.8 Fm/ha x a)</i>	73.279	
davon als Brennholz nutzbar	21.984	<i>(rund 30 %)</i>
<u>zusätzlich:</u>		
Landschaftspflegeholz	1.949	
Altholz	64	
Summe nutzbares Gesamtpotential	23.997	MWh/a

In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotential an fester Biomasse für das Gesamtgebiet rund 23.997 MWh/a.

Aufgrund einer derzeitigen Nutzung von rund 13.090 MWh (Scheitholz und Hackschnitzel) pro Jahr ergibt sich ein Ausbaupotential von rund 10.906 MWh pro Jahr.

Landwirtschaft

Biogas aus Energiepflanzen

Bei der Abschätzung des Potentials an Biomasse aus der landwirtschaftlichen Produktion wird in dieser Studie von einem Anbau von Energiepflanzen (z.B. Raps, Mais oder sonstige) auf 20 % der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche ausgegangen. Folglich würden weiterhin 80 % der Flächen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion zur Verfügung stehen.

Bei einer ausgewiesenen landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 6.904 ha im gesamten Betrachtungsgebiet stünden demnach rund 1.381 ha für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung.

Durch einen wechselnden Anbau verschiedener Energiepflanzen ist das Ertragsspektrum sehr weit. Die Erträge sind von den jährlichen klimatischen Bedingungen sowie von der Art und dem Endprodukt der Pflanze abhängig.

Die Nutzungsmöglichkeiten dieser nachwachsenden Rohstoffe zur Energiewandlung sind ebenfalls sehr vielfältig. Eine Möglichkeit der energetischen Nutzung besteht beispielsweise in Biogasanlagen. Das durch Sie erzeugte Biogas kann in sog. BHKWs effizient in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Der prognostizierte Biogasertrag liegt bei ca. 6.636 m³ pro Hektar. Somit ließe sich mit der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet eine Energiemenge von ca. 49.480 MWh pro Jahr bereitstellen. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund 19.792 MWh_{el} und 22.266 MWh_{th} bereitgestellt werden können (Grundlage: $\eta_{th} = 0,45$; $\eta_{el} = 0,40$). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 2.827 kW.

Biogas aus Gülle

Eine weitere Möglichkeit der energetischen Nutzung in der Landwirtschaft stellt der Reststoff „Gülle“ dar. In der nachfolgenden Tabelle 9 ist der gesamte Tierbestand im Stadtgebiet von Berching aus dem Bilanzjahr dargestellt. Über die Umrechnung in Großvieheinheiten können die einzelnen Tierarten hinsichtlich des Gülleertrages vereinheitlicht werden. Eine Großvieheinheit produziert ca. 15 Tonnen Gülle im Jahr. Mit einer Tonne Gülle können in Biogasanlagen ca. 20-30 m³ Biogas erzeugt werden.

Tabelle 9: Tierbestand im Stadtgebiet von Berching

Tiere	Anzahl
Rinder	6.511
Schweine	10.349
Schafe	2.109
Pferde	101
Hühner	5.240
Summe	24.310

Unter der Voraussetzung, dass etwa 50 % der anfallenden Gülle als Input für Biogasanlagen genutzt werden, ergibt sich für das Stadtgebiet von Berching derzeit ein Potential von rund 10.028 MWh/a an Biogas.

Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden. Bei angenommenen Nutzungsgraden von $\eta_{el} = 0,40$ und $\eta_{th} = 0,45$ können somit 4.011 MWh_{el} sowie 4.513 MWh_{th} erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 573 kW. [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

Biogas aus Bioabfällen

Gemäß der Abfallbilanz Bayern des Landkreises Neumarkt in der Oberpfalz fallen jährlich pro Einwohner rund 6,4 kg Bioabfall an. Dies ergibt einen jährlichen Bioabfallanfall für die Stadt Berching von rund 54 Tonnen. Bei einem mittleren Biogasertrag von rund 100 m³ pro Tonne Bioabfall könnten folglich rund 13 MWh_{el} sowie 15 MWh_{th} erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 2 kW. [Quelle: Abfallbilanz Bayern]

Klärgas aus Klärschlamm

Eine weitere Möglichkeit stellt die Klärgaserzeugung aus Klärschlamm der städtischen Kläranlage in Berching dar. Die Kläranlage in Berching wurde bereits von einer aeroben auf eine anaerobe Schlammstabilisierung umgestellt. Die Umstellung dieses Verfahrens hat zur Folge, dass das anfallende Klärgas (ca. 90.000 m³ pro Jahr) aufgefangen und genutzt werden kann. Die Nutzung des Klärgases erfolgt aktuell auf Basis der thermischen Verbrennung in einem Gaskessel zur Beheizung des Betriebsgebäudes und des Faulbehälters auf der Kläranlage. Im Zuge eines Detailprojektes (Kapitel 7.2) wurde die Installation eines Klärgas-BHKWs zur besseren Ausnutzung des Klärgases detailliert untersucht.

Zusammenfassung

In der Stadt Berching steht ein Gesamtpotential an Energiepflanzen, Gülle und Bioabfälle zur Installation von Biogasanlagen von insgesamt rund 3.442 kW_{el} zur Verfügung. Das Gesamtpotential beinhaltet die energetische Verwertung von Energiepflanzen auf 20 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche, der energetischen Nutzung von rund 50 % des gesamten Gülleanfalls im Betrachtungsgebiet und der Vergärung des gesamten Bioabfalles in der Stadt Berching.

Tabelle 10: Zusammenfassung Biogaspotential

Potential an Biogas	
Energieträger	
Energiepflanzen	49.480 MWh/a
Gülle	10.028 MWh/a
Bioabfall	33 MWh/a
Klärschlamm	686 MWh/a
→Leistung Biogasanlage	3.442 kW_{el}
→Stromproduktion gesamt	24.091 MWh/a
→Wärmeproduktion gesamt	27.102 MWh/a

Hinweis:

Hierbei muss erwähnt werden, dass die Errichtung der BHKWs für einen langfristig wirtschaftlichen Betrieb an einer Wärmesenke installiert werden muss, um die anfallende Wärme sinnvoll nutzen zu können (Forderung EEG: mind. 60 % Wärmenutzung). Die Einhaltung dieser Maßgabe ist im ländlichen Raum wegen zu geringer Wärmedichten (zu wenige Wärmeabnehmer) häufig nur schwierig realisierbar.

4.3 Windkraftanlagen

Im Rahmen dieses Energiekonzeptes wurden die Vorranggebiete für Windkraftanlagen, welche im Regionalplan der Region Regensburg ausgewiesen sind, betrachtet. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung waren bereits 9 Windkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 21.520 kW auf den Vorranggebieten errichtet worden. Die ausgewiesenen Vorranggebiete wurden flächenmäßig gut genutzt, sodass kein weiteres Ausbaupotential für die Windkraft im Stadtgebiet von Berching besteht.

4.4 Wasserkraft

Im Stadtgebiet von Berching sind derzeit sechs Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von 89 kW installiert, welche im Jahr 2012 rund 206 MWh Strom in das öffentliche Netz eingespeist haben. Nach Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt in Regensburg ist kein weiteres Ausbaupotential für die Wasserkraft im Stadtgebiet von Berching vorhanden.

4.5 Geothermie

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen im Wärmemarkt, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältegewinnung (meist über Wärmepumpen in Verbindung mit Erdwärmesonden oder –kollektoren, die als Wärmetauscher genutzt werden) und
- tiefe Geothermie bis ca. 7 km Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom über die sog. Kraft-Wärme-Kopplung wirtschaftlich interessant sein.

In Abbildung 12 sind die als wirtschaftlich erachteten möglichen Gebiete für tiefe Geothermie im Bundesland Bayern dargestellt. Die blau gefärbte Fläche stellt Gebiete mit geologisch günstigen Verhältnissen für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels tiefer Geothermie dar. Die gelb gefärbte Fläche stellt die Gebiete dar, die möglicherweise günstige geologische Verhältnisse für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels Geothermie bieten. Es lässt sich also feststellen, dass das Betrachtungsgebiet in einem Gebiet liegt, in welcher Energieerzeugung aus tiefer Geothermie wirtschaftlich nicht realisierbar erscheint.

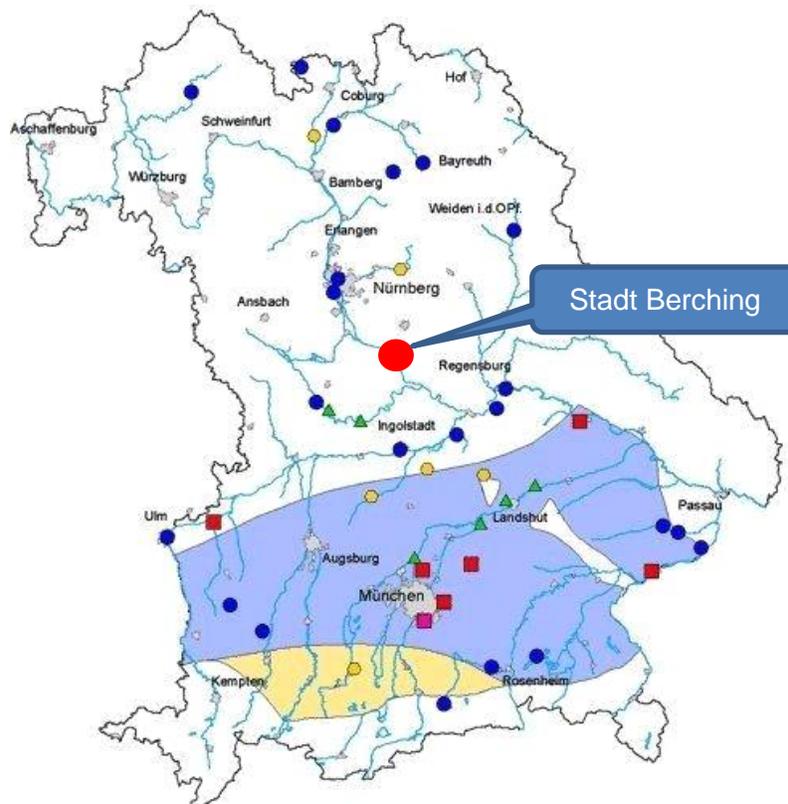


Abbildung 12: Das Geothermiefpotential im Bundesland Bayern

[Quelle: www.geothermieprojekte.de]

Die direkte Nutzung oberflächennaher Geothermie, in Form von Wärmepumpenheizung, ist in Deutschland schon weit verbreitet und verzeichnet hohe Zuwachsraten. Diese Technik findet überwiegend ihren Einsatz in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen zur Bereitstellung von Wärmeenergie und Klimakälte. Zur Nutzung des niedrigen Temperaturniveaus, in Bayern zwischen 7°C und 12°C, steht ein vielfältiges Spektrum an Techniken zur Verfügung, um die im Untergrund vorhandene Energie nutzen zu können. Die wichtigsten hierbei sind:

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Erdberührte Betonbauteile
- Thermische Untergrundspeicher

Das Gesamtpotential an oberflächennaher Geothermie im Betrachtungsgebiet kann im Rahmen dieser Studie nur qualitativ aufgezeigt werden. Die oberflächennahe Geothermie könnte künftig jedoch einen erheblichen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen leisten, insbesondere dann, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromeinsatz aus regenerativen Energieformen erfolgt.

4.6 Zusammenfassung

In nachfolgender Tabelle 11 ist der Ist-Zustand sowie das noch als realistisch anzusehende Ausbaupotential der Erneuerbaren Energien in der Stadt Berching dargestellt. Das Potential an Geothermie, in diesem Fall die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen, kann nicht bewertet werden.

Tabelle 11: Die Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien

Potential Erneuerbarer Energien		Bestand		Gesamtpotential		Ausbaupotential	
		Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]
Photovoltaik	60 % der geeigneten Fläche	11.582	-	14.736	-	3.155	-
Solarthermie	30 % WW-Deckung	-	1.460	-	1.492	-	32
Biomasse	Wald/Altholz/Nebenprod.	-	13.090	-	23.997	-	10.906
Biogas	landw. Nutzfläche, Gülle	9.609	5.650	24.091	27.102	14.482	21.452
Windkraft		43.040	-	43.040	-	0	-
Wasserkraft		206	-	206	-	0	-
Summe EE		64.437	20.200	82.074	52.590	17.637	32.390

Durch Umsetzung der realistischen Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien könnten zusätzlich jährlich rund 17.637 MWh elektrische Energie und rund 32.390 MWh thermische Energie bereitgestellt werden.

5. Gegenüberstellung der Endenergieverbrauchssituation und der CO₂-Bilanz mit den Reduktionspotentialen

In diesem Kapitel wird der energetische Ist-Zustand im Betrachtungsgebiet einem Soll-Zustand im Jahr 2031 gegenübergestellt, welcher die vorher ermittelten möglichen Energieeffizienzsteigerungen in den einzelnen Verbrauchergruppen, bzw. das als realistisch zu betrachtende Potential für den Ausbau der Erneuerbaren Energien berücksichtigt. Die Gegenüberstellung soll die Grundlage zur Definition von ehrgeizigen, aber realisierbaren Klimaschutzzielen bieten, die zum einen durch eine Verbrauchsreduzierung, zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger erreicht werden können.

5.1 Strom

In Abbildung 13 ist die elektrische Endenergieverbrauchssituation in der Stadt Berching im Ist-Zustand und dem Jahr 2031 gegenübergestellt.

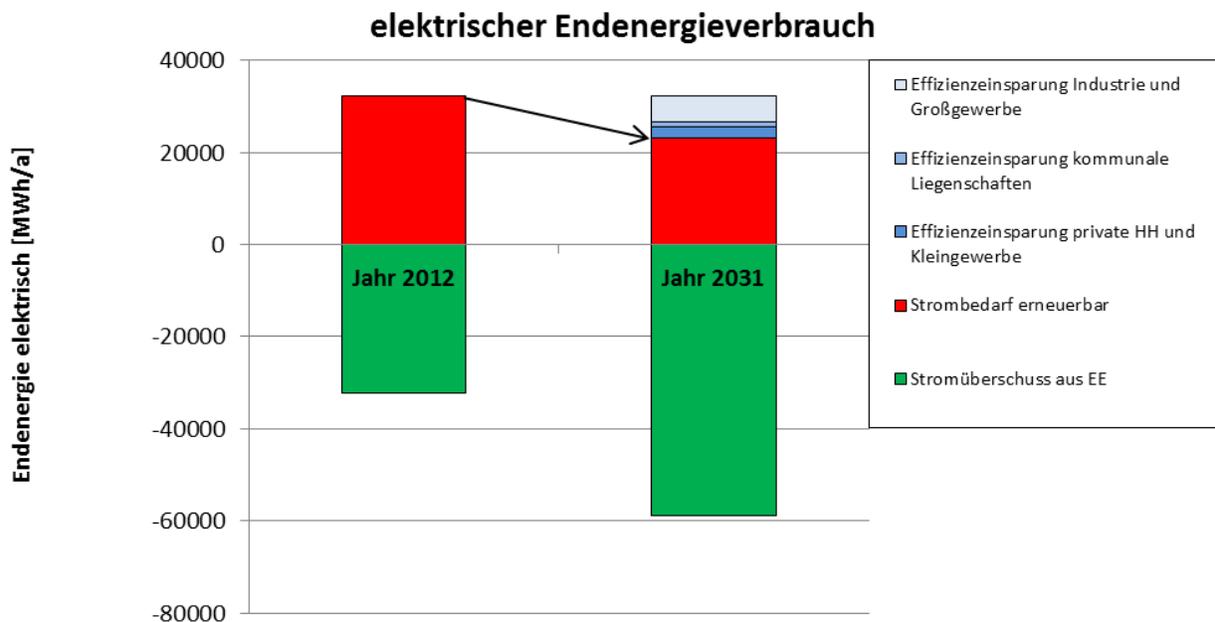


Abbildung 13: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031

Derzeit werden von allen aufgeführten Verbrauchergruppen insgesamt jährlich ca. 32.232 MWh elektrische Endenergie verbraucht. Die Bereitstellung an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Photovoltaik, Biomasse-KWK, etc.), welche im Betrachtungsgebiet bereits erzeugt wird, entspricht einem Anteil von rund 200 % am Gesamtverbrauch.

Bei einer Umsetzung der im Kapitel 3 ermittelten Effizienzsteigerungspotentiale in den einzelnen Verbrauchergruppen, die sich in Summe auf eine Einsparung von jährlich rund 9.065 MWh Endenergie beziffern, ergibt sich eine mittlere Gesamteffizienzsteigerung von rund 28 % im Bereich der elektrischen Energie. Es verbleibt ein Restbedarf von rund 23.167 MWh elektrischer Endenergie pro Jahr.

Durch das Ausbaupotential im Bereich der Erneuerbaren Energien (z.B. PV-Anlagen, Biomasse-KWK, Windkraftanlagen, etc.) könnten nach Umsetzung aller Maßnahmen und der kompletten Ausschöpfung der dargestellten Potentiale zusätzlich rund 17.637 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden. Dies entspricht der Stromerzeugung von ca. 354 % des nach der Umsetzung der Energieeinsparpotentiale benötigten Strombedarfs in der Stadt Berching.

Hinweis:

Die Effizienzsteigerung im Bereich GHD / Industrie wurde anhand von charakteristischen Durchschnittswerten berechnet. Das tatsächliche Einsparpotential kann folglich deutlich variieren.

5.2 Wärme

In Abbildung 14 ist die thermische Endenergieverbrauchssituation in der Stadt Berching im Ist-Zustand und dem Jahr 2031 gegenübergestellt.

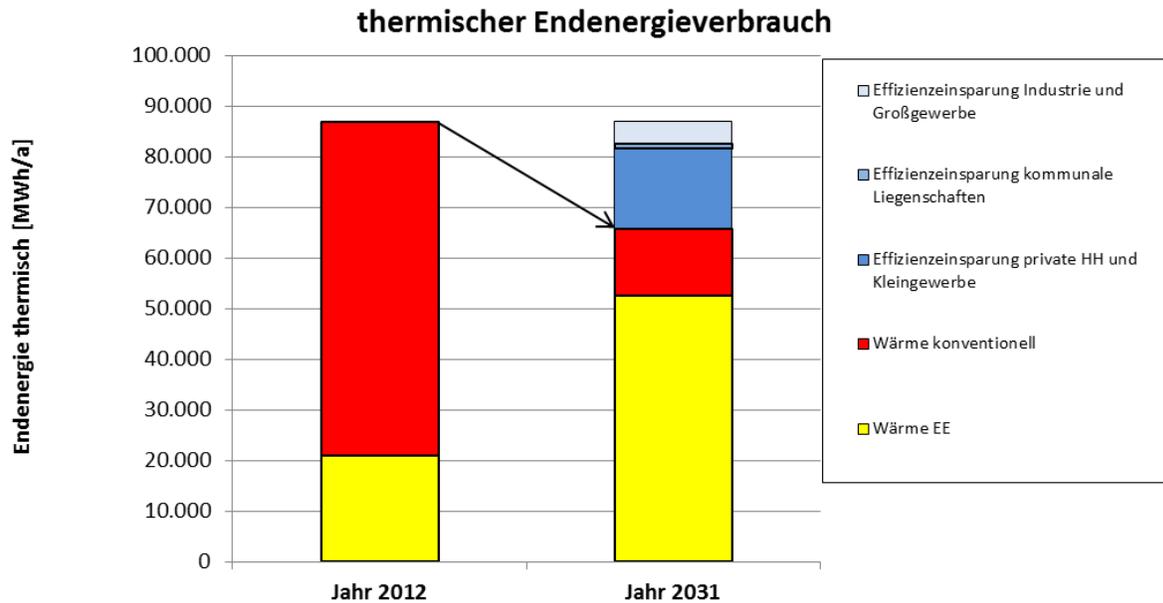


Abbildung 14: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031

Derzeit werden jährlich ca. 86.930 MWh Endenergie für Heizwärme in privaten Haushalten und kommunalen Liegenschaften sowie für Heiz- und Prozesswärme in den Gewerbe- und Industriebetrieben verbraucht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Verbrauch im Ist-Zustand beläuft sich auf rund 24 %.

Ein erhebliches Potential an möglichen Einsparmaßnahmen bietet der Bereich Raumwärme in den privaten Haushalten sowie der Einsparung an Heizenergie für Raum- und Prozesswärme in der Industrie. Eine Sanierung der kommunalen Liegenschaften hat zwar nur geringen Einfluss auf die Gesamtbilanz, dient jedoch als wichtige Vorbildfunktion und Anregung der anderen Verbrauchergruppen. Gemessen am thermischen Gesamtendenergieverbrauch kann in Summe ein Anteil von rund 24 % eingespart werden.

Weiteres Potential ist durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien gegeben. Mit dem Ausbau an Solarthermieflächen zur Deckung von 30 % des Gesamtwärmebedarfs für Warmwasser, dem Ausbau der Biomassenutzung aus landwirtschaftlichen Flächen (dargestellt als Kraft-Wärme-Kopplung aus Biogas) und die Nutzung des Ausbaupotentials an Energieholz lässt sich die thermische Endenergiebereitstellung im Zieljahr 2031 zu 80 % aus heimischen Erneuerbaren Energien decken.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an Erneuerbaren Energien verbleibt ein Restbedarf von rund 13.181 MWh thermischer Endenergie pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. durch den Zukauf Erneuerbarer Energien (z.B. Biomethan, Biomasse) von außerhalb des Betrachtungsgebietes gedeckt werden muss.

5.3 Die CO₂-Minderungspotentiale

Nach den in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten CO₂-Minderungspotentialen in den einzelnen Verbrauchergruppen, zum einen durch die Endenergieeinsparung – durch Wärmedämmmaßnahmen und diversen Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz – sowie zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger, kann zusammenfassend das Gesamtminderungspotential dargestellt werden.

In Abbildung 15 ist ausgehend vom ermittelten CO₂- Ausstoß im Ist-Zustand in Höhe von rund 4.900 Tonnen pro Jahr das CO₂-Minderungspotential durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Effizienzsteigerungsmaßnahmen (Energieeinsparung) sowie das Minderungspotential durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger dargestellt.

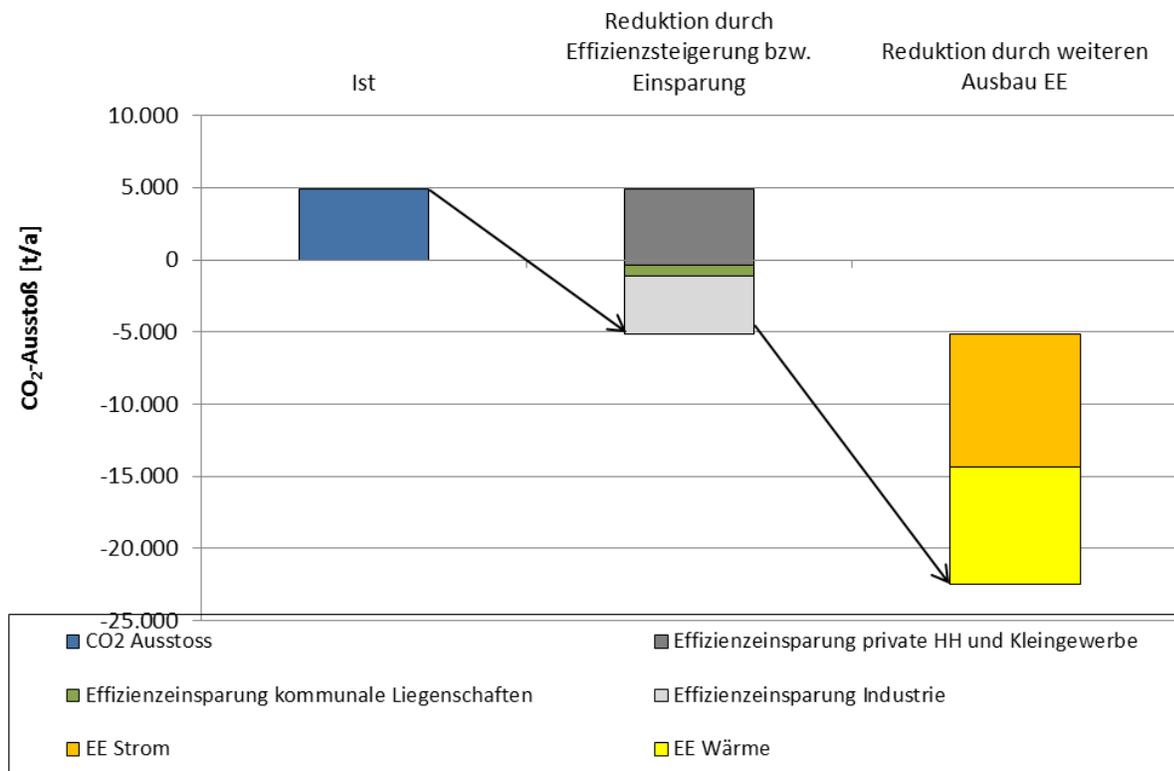


Abbildung 15: Die CO₂-Minderungspotentiale in der Stadt Berching

Durch die diversen bereits beschriebenen Effizienzsteigerungs- und Einsparmaßnahmen könnte der CO₂-Ausstoß in Summe um ca. 9.989 Tonnen im Jahr reduziert werden. In den einzelnen Verbrauchergruppen könnten die Privaten Haushalte eine Reduktion von 5.260 t/a, die kommunalen und öffentlichen Gebäude eine Reduktion in Höhe von 739 t/a sowie der Sektor GHD / Industrie eine Reduktion von 3.990 t/a dazu beitragen. Der CO₂-Ausstoß kann dadurch um 205 % gegenüber dem derzeitigen Ausstoß gesenkt werden.

Hinweis:

Es muss hierbei nochmals erwähnt werden, dass die Effizienzsteigerung im Bereich GHD / Industrie anhand von charakteristischen Durchschnittswerten berechnet wurde. Das tatsächliche Einsparpotential kann folglich deutlich variieren.

Das gesamte Ausbaupotential an elektrischer Energie aus Erneuerbaren Energien wird mit ca. 17.637 MWh/a ausgewiesen, wodurch sich ein CO₂-Minderungspotential von 9.220 Tonnen pro Jahr ergibt.

Weitere 8.175 Tonnen CO₂ lassen sich durch den Ausbau Erneuerbarer Energien im Bereich der thermischen Nutzung einsparen, wobei jährlich weitere 32.390 MWh Endenergie aus heimischen Rohstoffen genutzt werden können.

- **Unter der Ausnutzung sämtlicher dargestellter Minderungspotentiale kann der CO₂-Ausstoß von derzeit rund 4.900 Tonnen/Jahr auf die bilanzielle CO₂-Gutschrift von -22.915 Tonnen/Jahr im Zieljahr 2031 reduziert werden.**
- **Der Pro-Kopf-Ausstoß könnte folglich von aktuell rund 0,6 Tonnen/Einwohner auf rund -2,7 Tonnen pro Einwohner gesenkt werden (ohne Verkehr).**

5.4 Die Entwicklungsszenarien in der Stadt Berching

Im Rahmen dieser Studie wird unter anderem untersucht, inwieweit eine bilanziell autarke Energieversorgung in der Stadt Berching mithilfe der Substitution fossiler Energieträger, der Steigerung der Energieeffizienz und dem Einsatz Erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2031 möglich ist.

Grundsätzlich bedeutet Energieautarkie, dass die Summe aller Energieverbräuche innerhalb bestimmter Systemgrenzen gleich der Summe aller Energiequellen innerhalb dieser Systemgrenzen ist. Der Begriff ist somit zunächst ein rein mathematischer.

„Energieautarkie ist das Bestreben einer Stadt oder Region, die Energieversorgung in den Bereichen Wärme und Strom von Importen sowie von fossiler Energie weitgehend unabhängig zu machen. Energieautarkie ist nicht als Abkapselung nach außen zu verstehen, sondern besteht in der optimalen und effizienten Nutzung der vorhandenen lokalen Potentiale und Ressourcen an Erneuerbaren Energien“ [*Quelle: www.klimaaktiv.at/energieautarkie*]

Für die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen und die Abschätzung ob, wann und wie eine bilanzielle Energieautarkie im Stadtgebiet Berching zu erreichen ist, wird auf die in den Kapiteln 3 und 4 ausgearbeitete Potentialberechnung zurückgegriffen. Diese stellt das Potential dar, das aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht unter den im Jahr 2012 geltenden Bedingungen erschließbar ist.

Die ermittelten Werte des Bestandes an Erneuerbaren Energien für die Stadt Berching sind die Ausgangsdaten für die Fortschreibung. Dabei wird nicht jede Technologie einzeln fortgeschrieben, sondern die Summen von Strom und Wärme genutzt. Die Datenberechnung erfolgt für die Jahre 2012, 2021 und dem Zieljahr 2031.

Das Ergebnis des fortgeschriebenen Bestandes und des maximalen Energiepotentials aus Sicht des Jahres 2012 wird mit dem Energiebedarf an Strom und Wärme verglichen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass im Zieljahr 2031 der notwendige Energiebedarf stromseitig bis zur Potentialgrenze ausgebaut sein sollte. Wärmeseitig lautet das Ziel, 100 % der benötigten Wärme aus Erneuerbaren Energien zu decken. Wenn dies nicht möglich ist, soll das zur Verfügung stehende Potential der Wärmegewinnung aus Erneuerbaren Energien bis zur Potentialgrenze ausgebaut werden.

In Abbildung 16 ist der gesamte Strombedarf in der Stadt Berching für die einzelnen Jahre dargestellt. Durch Effizienzsteigerung und den Umstieg auf moderne Technologien (z.B. LED-Technologie) kann der Bedarf an elektrischer Energie von aktuell rund 32.232 MWh auf rund 23.167 MWh im Jahr 2031 gesenkt werden. Zudem wird die elektrische Endenergie aus erneuerbaren Energieträgern dargestellt (rote Linie), welche im Zieljahr 2031 bis zur Potentialgrenze ausgebaut werden soll. Die grüne Linie zeigt das Gesamtpotential an Strom aus Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet, welches aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht als realistisch umsetzbar angesehen wird.

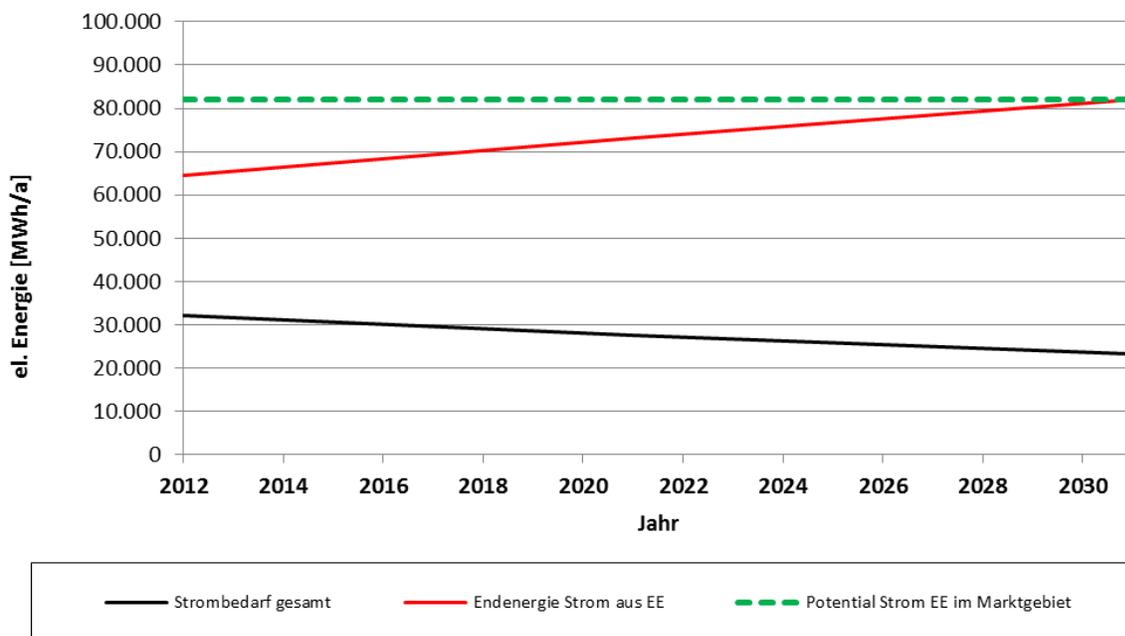


Abbildung 16: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfes und –potentials

In Abbildung 17 ist der gesamte Wärmebedarf im Stadtgebiet Berching für die einzelnen Jahre dargestellt. Durch Wärmedämmmaßnahmen und Effizienzsteigerung kann der Wärmebedarf von aktuell rund 86.930 MWh auf rund 65.771 MWh im Jahr 2031 gesenkt werden. Zudem wird die thermische Endenergie aus erneuerbaren Energieträgern dargestellt (rote Linie), welche im Zieljahr 2031 die komplette Wärmeversorgung darstellen soll. Die grüne Linie zeigt das Wärmepotential aus Erneuerbaren Energien im Stadtgebiet, welche aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht als realistisch umsetzbar angesehen wird.

Das ermittelte Wärmepotential aus heutiger Sicht wird bei beständigem Ausbau der Nutzung in den nächsten Jahren erschlossen sein. Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an Erneuerbaren Energien werden im Jahr 2031 rund 52.590 MWh/a an thermischer Endenergie aus Erneuerbaren Energien genutzt. Das bedeutet, dass die Differenz von 13.181 MWh weiterhin durch konventionelle Energieträger zur Verfügung gestellt werden muss, da das regenerativ nutzbare Ausbaupotential bereits erschöpft sein wird.

Ein weiterer Ausbau des eigenen Anteils an Erneuerbaren Energien im Wärmebereich ist jedoch z.B. durch eine stärkere Nutzung von oberflächennaher Geothermie oder der Abwärmenutzung insbesondere größerer Industriebetriebe möglich. Zudem sollte der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, wenn ökologisch und ökonomisch sinnvoll einsetzbar, weiter forciert werden. Zudem besteht die Möglichkeit, den übrigen Wärmebedarf z.B. durch den Einkauf von Biomethan, Biomasse etc. von außerhalb des Stadtgebietes zu decken.

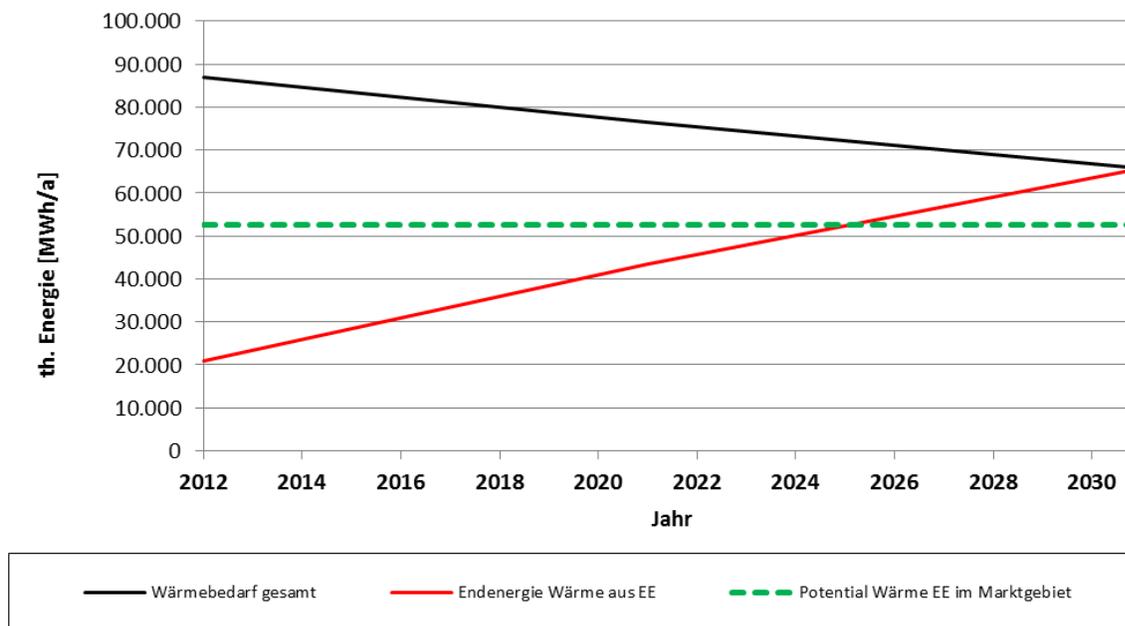


Abbildung 17: Entwicklung des thermischen Energieverbrauchs und -potentials

6. Maßnahmenkatalog Stadt Berching

Im Zuge der Erstellung des Energiekonzeptes für die Stadt Berching haben sich einige Maßnahmen ergeben, an deren Umsetzung die energetische Situation konkret verbessert werden kann. Die einzelnen Maßnahmen wurden in der Tabelle 12 zusammengefasst.

Tabelle 12: Maßnahmenkatalog für die Stadt Berching

Projektvorschläge aus Energiekonzept				
Nr.	Projektvorschlag	Quelle	Beschreibung	Die nächsten Schritte
Projekte, welche im Rahmen des Energiekonzeptes geprüft werden				
1	Anschluss kommunaler Liegenschaften an das Fernwärmenetz	Stadt Berching	Der Anschluss der Europahalle, des Rathauses und der Schule an das bestehende Fernwärmenetz wurde geprüft und die Wärmegestehungskosten mit der dezentralen Versorgung (Referenzvariante) und einem eigenen Netz verglichen.	Abstimmung des Wärmeliefervertrages mit dem Biomasse-Heizwerk
2	Kläranlage Berching	Stadt Berching	Die Kläranlage in Berching wurde begutachtet. Dabei hat sich der Einsatz eines Blockheizkraftwerks als sinnvoll erwiesen. Die Firma KW Energietechnik wurde mit weiteren Ausführungen vertraut.	Angebotseinholung
3	Nutzung der Dachfläche des Erlebnisbades in Berching mit einer PV-Anlage	IfE	Prüfung der Dachfläche auf Eignung für eine Solarthermie- oder PV-Anlage	Angebotseinholung
Mögliche Projekte für den Einsatz einer regenerativen Energieversorgung bzw. dem Aufbau einer gemeinsamen Wärmeversorgung				
4	Umstellung der Wärmeversorgung eines Industriebetriebes	Industriefragebogen	Ein Industriebetrieb in Berching wünscht sich zukünftig bezahlbare Heizenergie und Strompreise. Derzeit ist ein großer Heizkessel installiert.	Vor-Ort Begehung des Heizraumes und Prüfung einer alternativen Wärmeversorgung im Rahmen einer KfW-Initialberatung
5	Prüfung des Einsatzes eines Blockheizkraftwerks in einem Industriebetrieb	Industriefragebogen	Derzeit ist ein Gaskessel, ein Ölbrenner und ein BHKW installiert. Ein weiteres BHKW sollte geprüft werden.	Vor-Ort Begehung des Heizraumes und Prüfung des Einsatzes eines Blockheizkraftwerks im Rahmen einer KfW-Initialberatung
Mögliche Projekte zur Prüfung einer industriellen/landwirtschaftlichen Abwärmenutzung				
6	Sinnvolle Wärmenutzung einer Biogasanlage	IfE	Eine Biogasanlage hat die el. Leistung erhöht. Momentan werden 10 Haushalte mit Wärme versorgt. Die übrige Wärme wird zur Hackschnitzeltrocknung verwendet. Möglichkeit eines Satelliten BHKW's sollte geprüft werden.	Befragung des angrenzenden Wohngebietes zur Akzeptanz und Anschlussbereitschaft
7	Energieintensive Betriebe sollten auf die Möglichkeit einer KfW-Beratung hingewiesen werden	IfE	Rund ein Viertel der thermischen und elektrischen Energie der Industriebetriebe kann eingespart werden. Eine einfache Möglichkeit, dieses Potential zu erkennen und betriebspezifische Maßnahmen abzuleiten bietet die KfW-Initialberatung. Dies kann durch eine Detailberatung intensiviert werden. Antragstellung bei den Regionalpartnern (IHK). Gilt nur für kleine und mittelständische Unternehmen	Erstellen eines Informationsblattes und Verteilung an die energieintensiven Firmen in Berching
8	Firma wünscht sich Informationen über Wärmerückgewinnung	IfE; Datenerhebung	Eine Firma wünscht sich Informationen über Wärmerückgewinnung.	KfW-Initialberatung
Mögliche Projekte für den Ausbau Erneuerbarer Energien und die energetische Gebäudesanierung				
9	PV-Anlage auf dem Dach der Europahalle	IfE	Auf dem Dach der Europahalle (Schlesierstraße 19) bietet sich der Bau einer PV-Anlage an (Süddach). Die Statik müsste erst geprüft werden (Bedenken)	
10	Sanierung städtischer Liegenschaften	IfE	Eine Liste der sanierungsbedürftigen kommunalen Liegenschaften sollte erstellt und nach Priorität geordnet werden. (z.B. Rathaus ca. 210 MWh/a Endenergie Wärme)	
11	Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED	IfE	Aktuell sind noch über 80 kW Leistung an Quecksilberdampf Lampen installiert. Deren Stromverbrauch könnte durch die Umrüstung auf LED erheblich reduziert werden. (Städtischer Stromverbrauch ca. 620.000 kWh/a)	Die Stadt Berching hat bereits ein jährliches Budget für die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED eingeplant
12	Prüfung der Wärme- und Stromversorgung der Schule in Hollnstein	Stadt Berching	Derzeit wird das halbe Gebäude über eine Elektroheizung beheizt. Jährlicher Stromverbrauch ca. 171.000 kWh/a. Jährlicher Wärmebedarf ca. 120.000 kWh Heizöl (12.000 Liter)	

Die ersten drei Projekte aus dem Maßnahmenkatalog (rot eingefärbt) wurden im Zuge der Erstellung des Energiekonzeptes detailliert betrachtet. Die Ergebnisse dieser Betrachtungen sind in Kapitel 7 ausführlich erläutert.

7. Ausarbeitung von Detailmaßnahmen

Wie im Maßnahmenkatalog für die Stadt Berching in Kapitel 6 aufgelistet, wurden im Zuge der Konzepterstellung drei mögliche Projekte detailliert betrachtet.

Im ersten Detailprojekt wurde der Anschluss städtischer Liegenschaften wie z.B. die Europahalle, das Rathaus und die Schule an das bestehende Nahwärmenetz wirtschaftlich betrachtet. Dabei wurden die Wärmegestehungskosten im Ist-Zustand mit der Variante des Aufbaus eines eigenen Nahwärmenetzes und mit den Wärmegestehungskosten des Anschlusses an das Nahwärmenetz, welches von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG gebaut werden würde, verglichen.

Im zweiten Detailprojekt wurde die Installation eines Klärgas-BHKWs auf der Kläranlage in Berching betrachtet. Das Projekt wurde auf technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und auf ökologische Auswirkungen geprüft.

Im dritten Detailprojekt wurde die Nutzung der Dachfläche des Ganzjahresbades in Berching zur Installation einer PV-Anlage betrachtet. Ziel des Projektes ist die Eigenstromnutzung des erzeugten Stromes um die hohen Stromverbrauchswerte und damit auch den hohen Kostenaufwand für den Strombezug der Stadt Berching zu minimieren.

7.1 Anschluss städtischer Liegenschaften an das Nahwärmenetz

7.1.1 Die wirtschaftlichen Grundannahmen für die Berechnung der Wärmeversorgungskosten

Die hier aufgeführten wirtschaftlichen Grundannahmen gelten für alle in dieser Studie untersuchten Versorgungsvarianten soweit nicht anders beschrieben. Basierend auf den entwickelten Energieversorgungsvarianten wird eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Ermittlung der ökonomisch günstigsten Variante durchgeführt. Dabei werden im Rahmen einer Vollkostenrechnung nach der Annuitätenmethode in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 die Jahresgesamtkosten ermittelt. Es werden die durchschnittlichen Jahresgesamtkosten für den betrachteten Zeitraum berechnet und dargestellt. Die Jahresgesamtkosten geben an, wie viel Kosten für eine Energieversorgungsvariante unter Berücksichtigung von Kapitalkosten, Instandhaltungs- und Wartungskosten, Verbrauchskosten, sonstigen Kosten und eventuellen Einnahmen durch Stromproduktion jährlich anfallen.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten folgende Grundannahmen:

- Das Bezugsjahr ist 2014
- Der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahre
- Alle Preise sind Nettopreise
- Bestehende Anlagen gelten als vollständig abgeschrieben
- Die Abschreibungen für Neuinvestitionen erfolgen linear über 20 Jahre
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt konstant 3 % über 20 Jahre soweit nicht anders beschrieben
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Preisänderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst
- Die Stromeinspeisevergütung bleibt im Betrachtungszeitraum konstant, Änderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst
- Strom aus Erdgas-Blockheizkraftwerken wird nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) vergütet, für das eingesetzte Erdgas kann die Energiesteuer rückerstattet werden
- Strom aus Biomethan-Blockheizkraftwerken wird nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet, für das eingesetzte Biomethan kann die Energiesteuer rückerstattet werden

Folgende **Kosten** bzw. **Erlöse** werden berücksichtigt:

- Investitionskosten auf Basis durchschnittlicher Nettomarktpreise für die einzelnen Komponenten
- Betriebsgebundene Kosten für die einzelnen Anlagenkomponenten (Wartung, Instandhaltung, technische Überwachung, etc.)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoff und Hilfsenergie)
- Sonstige Kosten (Verwaltung, Versicherung)
- Erlöse aus der Stromeinspeisung

Die **Investitionskosten** sind nicht als konkrete Angebotspreise sondern lediglich als durchschnittliche Marktpreise zu verstehen und können in der tatsächlichen Umsetzung nach oben oder unten abweichen.

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie abgenommenen Nettoinvestitionskosten basieren ebenso wie die Brennstoff- und Betriebskosten auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können daher die Preise von den hier Kalkulierten abweichen. Vor diesem Hintergrund werden für die unterschiedlichen Varianten Sensitivitätsanalysen erarbeitet, welche den Einfluss einzelner Parameter auf die spezifischen Wärmegestehungskosten darstellen.

Die Investitionskosten umfassen im Einzelnen:

- Wärmeerzeuger
- Umbaumaßnahmen
- Pufferspeicher
- Brennstofflager (pauschale Bauarbeiten´)
- Technische Installationskosten
- Projektabwicklung
- Sicherheitszuschlag

Die Investitionskosten beziehen sich auf eine Erneuerung der Wärmeerzeuger. Eine Erneuerung der Heizungsverteilung, die Installation einer Gebäudeleittechnik oder Sonstiges ist hier nicht berücksichtigt.

Die **betriebsgebundenen Kosten** beinhalten in erster Linie Kosten für die Wartung und Instandhaltung der einzelnen Komponenten und werden in Anlehnung an die VDI 2067 als prozentualer Anteil an den Investitionskosten ermittelt. Kosten für Kaminkehrer und technische Überwachung (z.B. Abgasmessungen) werden pauschal angesetzt.

Die **verbrauchgebundenen Kosten** setzen sich aus den Brennstoffkosten und Kosten für Hilfsenergie zusammen.

Für die Brennstoffe selbst werden folgende Netto-Preise zu Grunde gelegt:

- Erdgas: 6 Cent/kWh_{Hi}
- Hackschnitzel: 100 €/t (G30/W30, H_i=3,5 kWh/kg)
- Pellets: 240 €/t (H_i=4,9 kWh/kg)
- Strom (Hilfsenergie): 15,8 Cent/kWh

Die **sonstigen Kosten** umfassen Kosten für Verwaltung und Versicherung. Die Versicherungskosten werden mit 0,5 – 1,5 % (je nach Anlage) der Investitionskosten für die Anlagentechnik angesetzt.

7.1.2 Darstellung möglicher Förderungen

Mögliche Förderprogramme, die z.B. für eine künftige Energieversorgung (z.B. Nahwärmenetze) oder den allgemeinen Einsatz von Erneuerbaren Energien werden nachfolgend dargestellt.

Es erfolgt keine Gewähr auf Vollständigkeit der Angaben und Programme!

1) KfW-Förderprogramm – „Premium“ – Große Biomasseheizungen

Im Programmteil „Premium“ des Marktanreizprogramms wird die Errichtung bzw. Erweiterung automatisch beschickter Anlagen zur Verfeuerung fester Biomasse für die thermische Nutzung (z.B. Hackgut- oder Pelletkessel) und zur kombinierten Wärme- und Stromerzeugung (KWK) mit einer installierten Nennwärmeleistung von 100 kW bis 2 MW gefördert.

Die Förderung erfolgt über ein Darlehen in Kombination mit Tilgungszuschüssen.

- Anlagen zur thermischen Nutzung:

Der Tilgungszuschuss (Grundförderung) beträgt 20 € je kW installierter Wärmeleistung, höchstens jedoch 50.000 € je Einzelanlage. Bei besonders niedrigen Staubemissionen und/oder Errichtung eines Pufferspeichers kann eine erhöhte Förderung (Innovationsförderung) gewährt werden. Die Gesamthöchstförderung beträgt 100.000 € je Anlage. Der Zuschuss erhöht sich bei Einhaltung von niedrigeren Staubemissionen (maximal 15 mg/m³, bei 13 % Sauerstoff im Abgas) um 20 € je kW. Bei der Errichtung eines Pufferspeichers (mindestens 30 l/kW) erhöht sich die Grundförderung um 10 €/kW.

2) KfW-Förderung – „Premium“ – Nahwärmenetze

Die Errichtung oder Erweiterung von Wärmenetzen (inkl. Hausübergabestationen), wird gefördert – sofern diese nicht überwiegend zur Deckung des Wärmebedarfs in Neubauten errichtet werden – wenn:

- mindestens 50 % Wärme aus Erneuerbaren Energien gespeist wird oder
- mindestens 20 % der Wärme aus solarer Strahlungsenergie gespeist wird und ansonsten fast ausschließlich Wärme aus hocheffizienter KWK, Wärmepumpen oder Wärme aus industrieller oder gewerblicher Abwärme eingesetzt wird,
- auch der biogene Anteil von Siedlungsabfällen gilt als Erneuerbare Energie im Sinne dieser Regelung (Wärmenutzung aus der Abfallverbrennung)
- ein Mindestwärmeabsatz im Mittel von 500 kWh/a je Trassenmeter nachgewiesen wird.

Die möglichen Tilgungszuschüsse betragen dabei:

- 60 € je Meter Trassenlänge für Wärmenetze, für die keine Zuschlagsförderung nach dem KWK-Gesetz beantragt werden kann

3) Freistaat Bayern: Förderprogramm „BioKlima“ für Biomasseheizwerke

Gefördert werden im Förderprogramm BioKlima Neuinvestitionen zur Errichtung von automatisch beschickten Biomasse- und Pelletheizanlagen. Für die Anlagen muss eine kalkulatorische CO₂-Einsparung von mehr als 500 Tonnen innerhalb von 7 Jahren nachgewiesen werden. Als Brennstoff dürfen ausschließlich naturbelassene Holz- oder Biomassebrennstoffe aus heimischer Produktion eingesetzt werden. Der Kessel muss für die Verwendung der gewählten Brennstoffe geeignet sein.

Der Zuschuss beträgt 20 € pro Jahrestonne kalkulatorisch eingespartes CO₂. Der gesamte Zuschuss wird über einen Zeitraum von 7 Jahren berechnet. Die max. Förderung beträgt 200.000 € je Projekt.

Es dürfen keine staatliche Mittel für denselben Zweck in Anspruch genommen werden (z.B. Marktanreizprogramm des Bundes für Erneuerbare Energien), sofern der Subventionswert aller ausgereichten staatlichen Mittel 30 % der förderfähigen Kosten nicht übersteigt.

Bei der Biomasseheizanlage muss eine Auslastung von mindestens 2.500 Volllaststunden erreicht werden. Bei monovalenten Anlagen (d.h. ohne Spitzenlastkessel) müssen 2.000 Stunden erreicht werden.

Es ist eine Wärmebelegung, bezogen auf den prognostizierten Wärmeabsatz von mindestens 1.500 kWh/m²*a neu errichteter Trasse nachzuweisen. Ein schlüssiger und abgesicherter Kosten- und Finanzierungsplan muss vorgelegt werden.

4) BAFA / KWK-Gesetz für Wärmenetze

Im Rahmen des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWK-G) wird vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) u.a. der Neubau und Ausbau von Wärmenetzen gefördert.

Das KWK-Gesetz wurde neu novelliert und ist im August 2012 in neuer Fassung in Kraft getreten. In der Darstellung der Fördermöglichkeiten für Wärmenetze werden die aktuellen Inhalte des neu aufgelegten KWK-Gesetzes berücksichtigt.

Fördervoraussetzung ist unter anderem, dass bei Inbetriebnahme des Netzes mindestens 50 % der Wärmeversorgung der an das Netz angeschlossenen Abnehmer in Kraft-Wärme-Kopplung nach Voraussetzungen des KWK-Gesetzes erfolgen muss (z.B. Einsatz eines BHKW).

Im geplanten Endausbau des Netzbereichs, für den die Förderung beantragt wurde, muss für die Wärmeeinspeisung aus KWK-Anlagen mindestens ein Anteil von 60 % nachgewiesen werden.

In der Novelle ist eine Ausweitung und Vereinfachung der Förderung im Bereich Wärme- und Kältenetze gegenüber der bisherigen Regelung vorgesehen. Die neuen Fördersätze sehen wie folgt vor:

- Leitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser bis DN 100:
- Zuschlag von 100 € je laufendem Trassenmeter
- max. jedoch 40 % der ansatzfähigen Investitionskosten
- Leitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser größer DN 100:
- Zuschlag von 30 % der ansatzfähigen Investitionskosten

Tilgungszuschüsse für Wärmenetze, die von der KfW zur Nutzung Erneuerbarer Energien gewährt werden, müssen nicht in Abzug gebracht werden.

Hausübergabestationen fallen nicht in den förderfähigen Teil dieses Programmes.

Die Nachweise sind durch einen Wirtschaftsprüfer zu erbringen.

5) Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Energien (BAFA)

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Rahmen des Marktanreizprogramms des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Auch im Jahr 2012 wird das Marktanreizprogramm fortgesetzt. Hierfür hat das Bundesumweltministerium ausreichend Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt.

Die folgenden Maßnahmen werden im Rahmen des Programms über das BAFA gefördert:

Die Errichtung und Erweiterung von

- Solarkollektoranlagen bis 40 m² Bruttokollektorfläche
- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40 m² Bruttokollektorfläche auf Ein- und Zweifamilienhäusern mit hohen Pufferspeichervolumina
- automatisch beschickten Biomasseanlagen
- besonders emissionsarmen Scheitholzvergaserkesseln
- effizienten Wärmepumpen
- die Vornahme von Visualisierungsmaßnahmen

Die Investitionszuschüsse des BAFA können insbesondere Privatpersonen, kleine und mittlere Unternehmen, Freiberufler und Kommunen in Anspruch nehmen. Die Förderung erfolgt nach den Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 11. März 2011.

7.1.3 Betrachtete Liegenschaften

In den nachfolgenden Ausführungen wird der Anschluss folgender städtischer Liegenschaften an das Nahwärmenetz des Biomasseheizwerks betrachtet:

- Rathaus Berching
- Europahalle
- Grund- und Mittelschule

Die Trasse des bestehenden Nahwärmenetzes müsste dazu erweitert werden. Im Zuge dessen bietet sich auch die Möglichkeit für die auf der Trasse liegenden privaten Haushalte, sich an das Nahwärmenetz anzuschließen.

7.1.4 Der Wärmebedarf

Der Wärmebedarf in den einzelnen Liegenschaften ergibt sich aus den Brennstoffverbräuchen und dem Nutzungsgrad der Heizungsanlage. Dieser ist vom eingesetzten System und vom Alter der Heizungsanlage abhängig. In Tabelle 13 sind die betrachteten Liegenschaften und der jährliche Wärmebedarf (Mittelwert der letzten drei bzw. zwei Abrechnungszeiträume) dargestellt.

Tabelle 13: Der jährliche Wärmebedarf der Liegenschaften

Wärmebedarf		
	kWh	kW
Europahalle	200.000	300
Schule	620.000	400
Rathaus	180.000	180
Summe	1.000.000	880

In Summe ergibt sich ein Wärmebedarf für die betrachteten Liegenschaften im Wärmeverbund von rund 1.000.000 kWh pro Jahr. Die dafür benötigte Heizleistung beträgt ca. 880 kW.

Anhand des monatlichen Wärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Die geordnete Jahresdauerlinie ist das zentrale Instrument für den Anlagenplaner. Die Fläche unter der Jahresdauerlinie entspricht dem Jahresnutzwärmebedarf. Idealerweise sollten sich die meist modular aufgebauten, d.h. in Grund- und Spitzenlastabdeckung unterteilten Heizanlagensysteme der Jahresdauerlinie annähern.

Werden Wärmeerzeuger in der Grafik flächendeckend eingetragen, kann auf die Laufzeiten und den Anteil an der Jahreswärmebereitstellung der einzelnen Wärmeerzeuger geschlossen werden. Die zu installierende Spitzenleistung richtet sich nach Kennwerten der Kesselvollbenutzungsstunden und dem Wärmebedarf. Dies beruht nicht auf einer Heizlastberechnung und ersetzt nicht die technische Detailplanung.

In Abbildung 18 ist die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der drei städtischen Liegenschaften dargestellt.

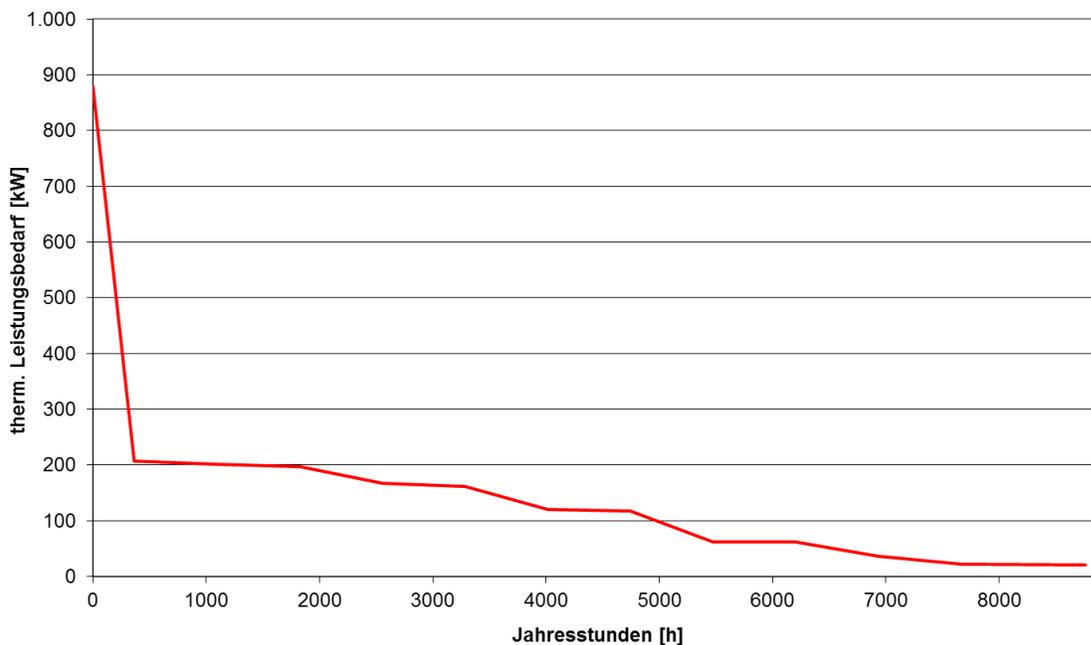


Abbildung 18: Die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der drei städtischen Liegenschaften

7.1.5 Die Energieversorgungsvarianten

Nachfolgend wird die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung der drei städtischen Liegenschaften betrachtet. Dazu wurde die derzeitige Wärmeversorgung als Referenz angenommen (Variante 1.0), die Versorgung über die MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG als Contractor (Variante 1.1) und der Aufbau eines eigenen Nahwärmenetzes (Variante 1.2) mit der Wärmelieferung über die MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG, betrachtet.

Variante 1.0: Erneuerung der Bestandskessel (Referenzvariante)

Bei der Variante 1.0 (Referenzvariante) wird die dezentrale Wärmeerzeugung in jeder Liegenschaft separat betrachtet. Hier ist vorgesehen, die betreffenden Liegenschaften mit modernen Erdgaskesseln auszustatten. Alternative Energieversorgungsvarianten werden mit dieser Variante hinsichtlich der Wärmegestehungskosten verglichen.

Variante 1.1: Contractorlösung mit MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG

Bei der Variante 1.1 wird die gesamte Wärme von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG eingekauft. Die MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG baut und finanziert das Nahwärmenetz und beliefert die drei städtischen Liegenschaften mit Wärme. Jede Liegenschaft hat eine vertraglich festgelegte Anschlussleistung (siehe Tabelle 13)

Variante 1.2: Stadt Berching baut Wärmenetz und kauft Wärme bei MR Gewerbe GmbH & Co.

Bei der Variante 1.2 wird die gesamte Wärme wie in der Variante 1.1 ebenfalls von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG geliefert. Allerdings baut und finanziert die Stadt Berching die benötigte Netzerweiterung des Nahwärmenetzes selbstständig, was in einem günstigeren Wärmepreis resultiert.

7.1.6 Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gelten die in Kapitel 7.1.1 erläuterten Grundannahmen.

7.1.6.1 Die Investitionskostenprognose

In Abbildung 19 sind die prognostizierten Investitionskosten der einzelnen Varianten dargestellt.

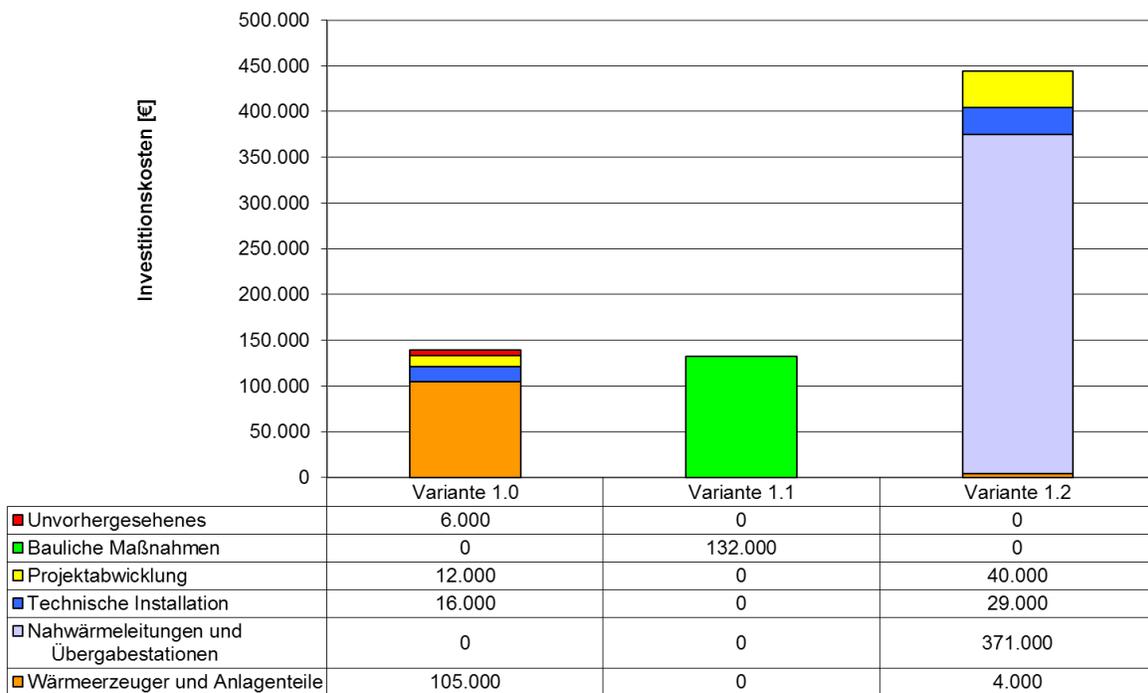


Abbildung 19: Die prognostizierten Investitionskosten

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können.

Die unter Variante 1.1 angegebenen Kosten geben den Baukostenzuschuss wieder, der bei Vertragsabschluss der Contractorlösung bezahlt werden muss.

Die Investitionskosten unter Variante 1.2 sind mit Abstand die höchsten der betrachteten Varianten, da der Bau des Nahwärmenetzes sehr investitionsintensiv ist.

7.1.6.2 Die jährlichen Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen in Kapitel 7.1.1 berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addieren. Die Aufteilung der jährlichen Ausgaben auf die einzelnen Kostenarten ist in Abbildung 20 dargestellt.

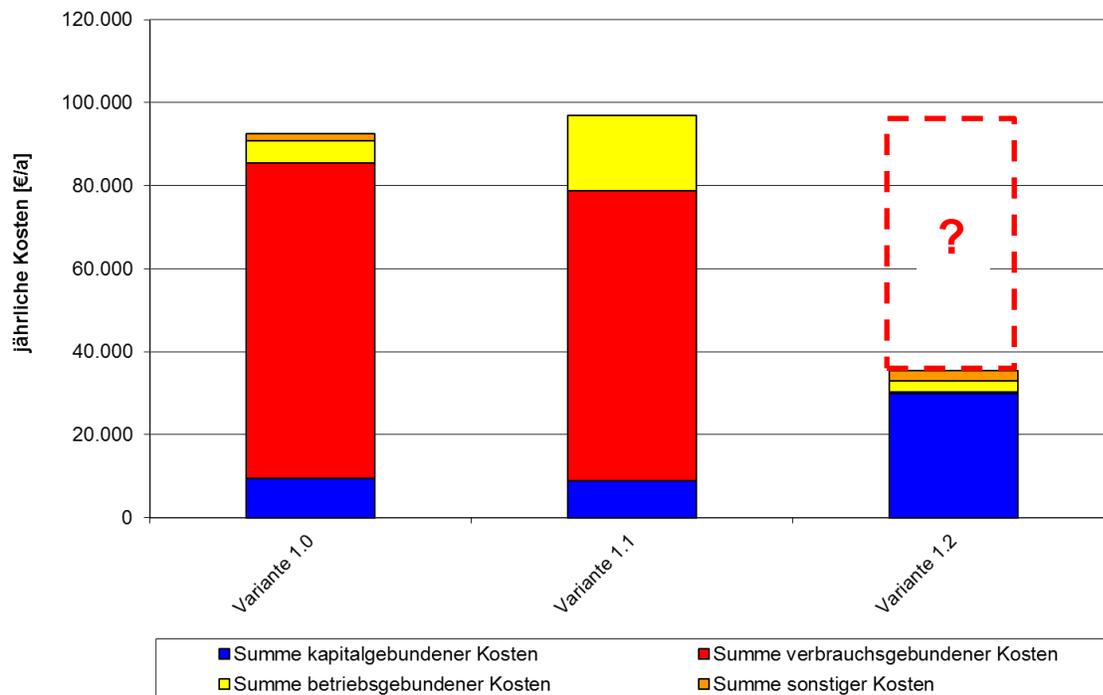


Abbildung 20: Die jährlichen Ausgaben

Die jährlichen Kosten für die Variante 1.2 können nicht endgültig geklärt werden, da der Nachlass auf den Wärmepreis für den Wegfall des Baus der Nahwärmeleitung nicht bekannt ist. Der rot gestrichelte Kostenblock spiegelt den Verhandlungsspielraum der Stadt Berching mit der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG wieder.

7.1.6.3 Die Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Abbildung 21 gibt die kalkulierten Jahresgesamtkosten und Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der erzielten Einnahmen. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets an den spezifischen Wärmegestehungskosten der konventionellen Standardvariante (Variante 1.0) messen.

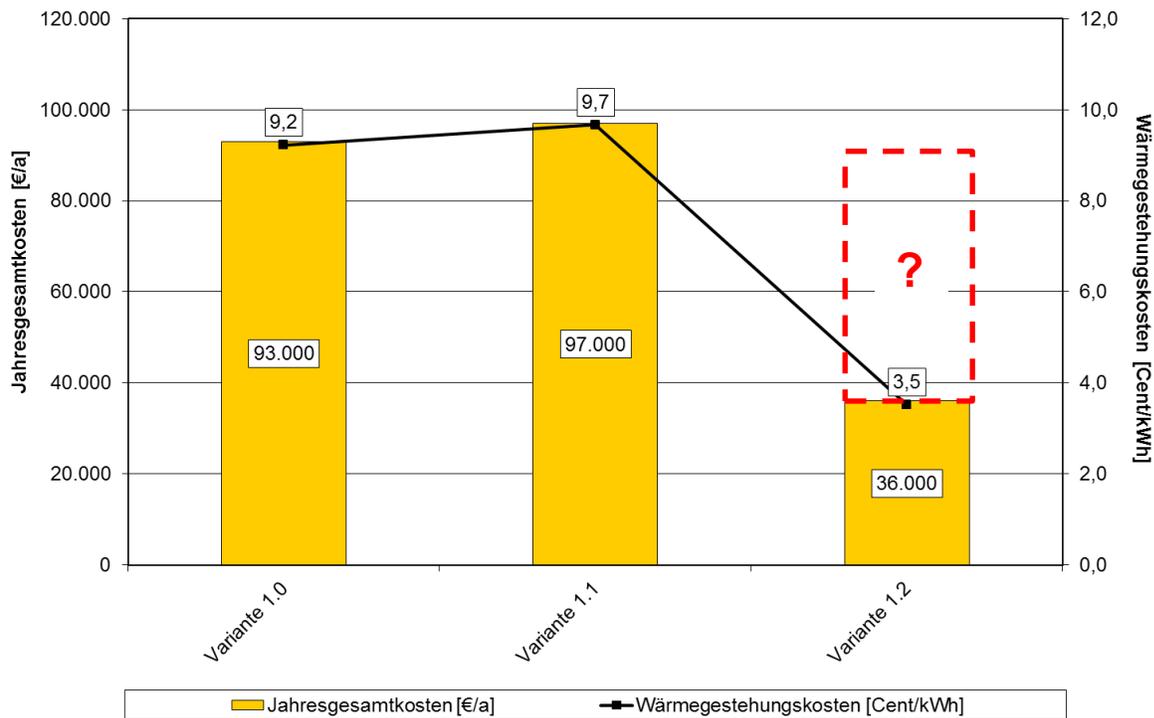


Abbildung 21: Die Wärmegestehungskosten

Zu den Wärmegestehungskosten der Variante 1.2 müssen die spezifischen Kosten pro kWh von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG hinzuaddiert werden.

7.1.6.4 Die CO₂-Bilanz der Varianten

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen neuen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Die Faktoren der CO₂-Äquivalente wurden mit Hilfe der GEMIS-Datenbank ermittelt und berücksichtigen alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung des jeweiligen Brennstoffs. Das Ergebnis der Berechnungen ist in Abbildung 22 dargestellt.

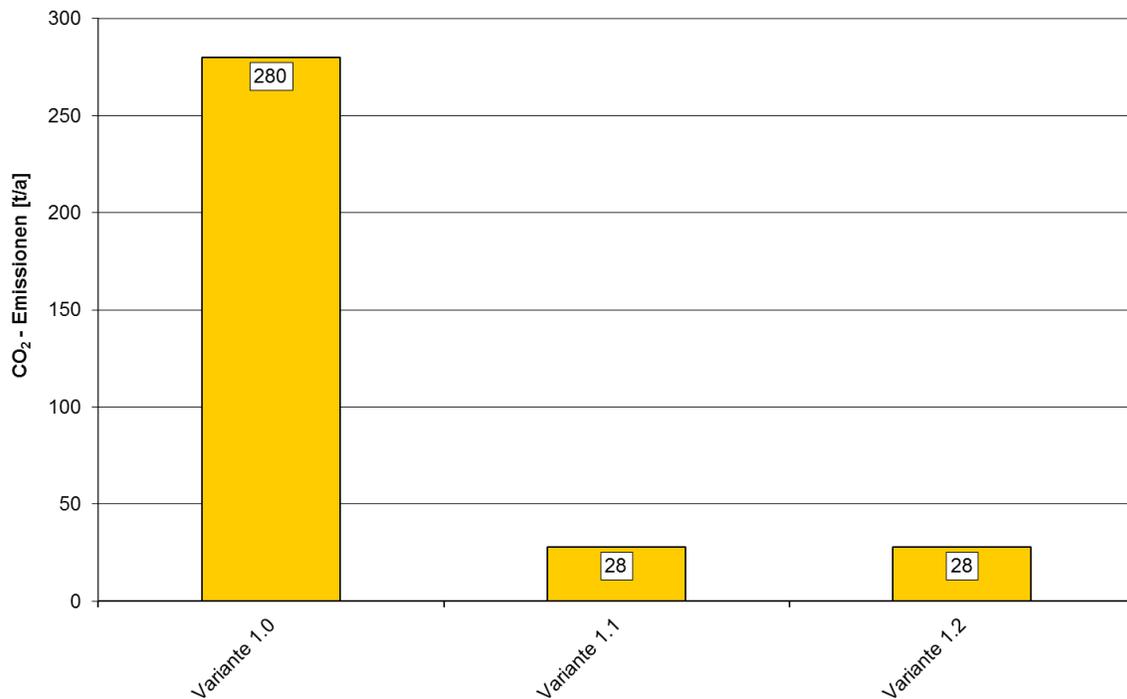


Abbildung 22: Die CO₂-Bilanz der verschiedenen Varianten

7.1.6.5 Zusammenfassung

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammenfassend dargestellt. Bei der Referenzvariante (Variante 1.0) ergeben sich Wärmegestehungskosten in Höhe von 9,2 Cent/kWh.

Die niedrigsten Wärmegestehungskosten bei den alternativen Energieversorgungsvarianten ergeben sich bei Variante 1.1.

Bei den beiden alternativen Energieversorgungsvarianten ist der CO₂-Ausstoß geringer im Vergleich zur Referenzvariante (Variante 1.0).

Tabelle 14: Zusammenfassung

		Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2
ohne mögliche Förderungen				
Investitionskosten	[€]	139.000	132.000	445.000
Jahresgesamtkosten	[€]	93.000	97.000	36.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,2	9,7	3,5
mit möglichen Förderungen				
maximale Projektförderung	[€]	0	0	58.800
Jahresgesamtkosten	[€]	93.000	97.000	32.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,2	9,7	3,1
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	280	28	28

In der Variante 1.2 muss berücksichtigt werden, dass zu den Netzdurchleitungskosten von 3,1 Cent/kWh der Wärmeeinkauf von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG hinzuaddiert werden muss. Der Preis für den Wärmeeinkauf ist nicht bekannt und muss seitens der Stadt Berching mit der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG verhandelt werden. Beträgt der Preis für den Wärmeeinkauf weniger als 6,6 Ct./kWh Wärme, so ist die Variante 1.2 wirtschaftlich interessant. Ist der Wärmeeinkaufspreis höher als 6,6 Ct./kWh, so bildet die Variante 1.1 die günstigeren wirtschaftlichen Bedingungen im Vergleich zur Variante 1.2.

7.2 Installation eines Klärgas BHKWs auf der Kläranlage in Berching

Die Grundidee des Projektes liegt in der besseren Ausnutzung des anfallenden Klärgases auf der Kläranlage in Berching, welches derzeit lediglich thermisch zur Beheizung des Faulturms und der Verwaltungsgebäude verwendet wird. Ein Teil es Klärgases wird dabei über eine vorhandene Gasleitung vom Faulturm in den Bauhof geleitet, wo ein Teil im Winter zur Gebäudebeheizung genutzt wird. Der nicht nutzbare Teil des Klärgases wird abgefackelt.

Durch den Einsatz eines Klärgas-BHKWs könnte die gesamte anfallende Menge an Klärgas genutzt, und neben der erforderlichen Wärme zur Beheizung des Faulturms und der Verwaltungsgebäude auch noch elektrischer Strom erzeugt werden. Der Großteil dieses Stromes kann direkt auf der Kläranlage als Eigenstromnutzung zum Antrieb der Pumpen und der biologischen Abwasserreinigung verwendet werden. Der Bauhof müsste dann über den bereits vorhandenen Gasanschluss mit Erdgas beheizt werden.

In der Abbildung 23 sind die relevanten Liegenschaften der Kläranlage in Berching dargestellt.



Abbildung 23: Luftbild der Kläranlage in Berching

(Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung; eigene Bearbeitung)

Für die Berechnung dieses Projektes gelten dieselben wirtschaftlichen Grundannahmen wie für die Berechnung des Anschlusses der kommunalen Liegenschaften an das bestehende Nahwärmenetz (siehe Kapitel 7.1.1)

Die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Faulturms, der Betriebsgebäude und des Bauhofs ist in Abbildung 24 dargestellt.

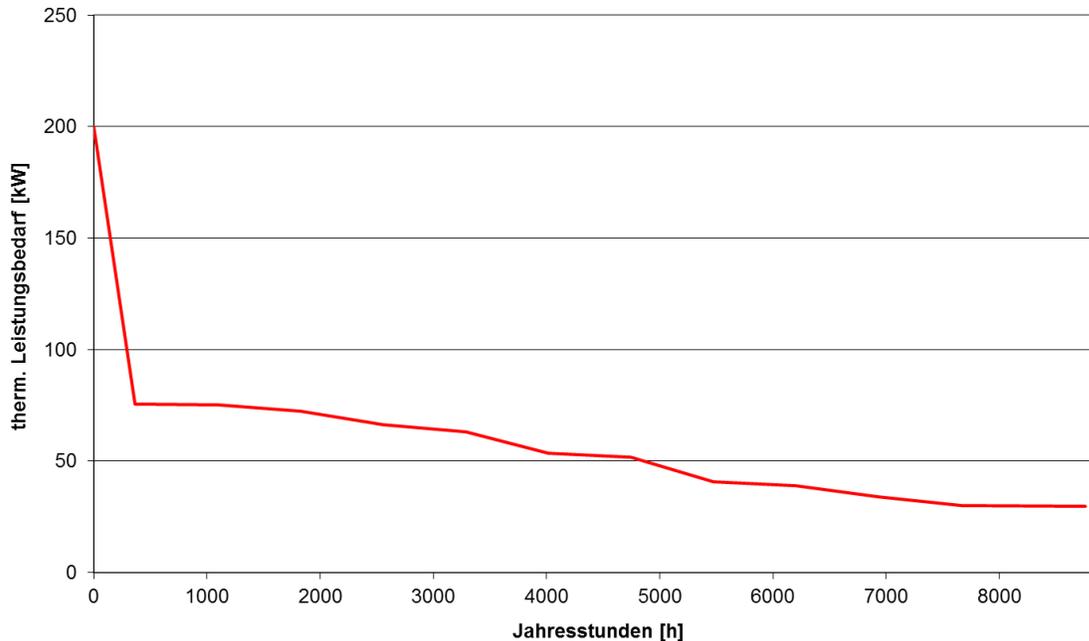


Abbildung 24: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Faulturms und der Betriebsgebäude

Die zu installierende Spitzenleistung wurde mit Hilfe charakteristischer Vollbenutzungsstunden und des Jahresnutzwärmebedarfs ermittelt. Der Quotient aus dem Nutzwärmebedarf und den Vollbenutzungsstunden ergibt die zu installierende Leistung. Für den Wärmeverbund ergibt sich eine Spitzenleistung von rund 200 kW. Dieser Wert kann je nach den energetischen Anforderungen der Umstellung der Rührintervalle des Faulbehälters nach oben oder unten abweichen. Der Großteil der Wärmemenge wird dabei vom Faulbehälter benötigt.

Die Auslegung der erforderlichen Heizleistung beruht auf einer Abschätzung durch typische Vollbenutzungsstunden und ersetzt eine Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 nicht.

In den nachfolgend vorgestellten Energieversorgungsvarianten werden sowohl die Kläranlage in Berching als auch der Bauhof betrachtet. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung ergibt sich daher eine Mischkalkulation in der die Wärmegestehungskosten aller betrachteten Liegenschaften im Mittel eingepreist sind.

7.2.1 Vorstellung der Energieversorgungsvarianten:

Die Variante 1.0: Dezentrale Wärmeerzeugung (Referenzvariante)

In der Referenzvariante für die Beheizung des Faulturms und der Verwaltungsgebäude auf der Kläranlage wird die Erneuerung des Heizölkessels in der bestehenden Heizzentrale betrachtet. Außerdem wird der Gaskessel im Bauhof erneuert.

In Summe werden jährlich rund 511.000 kWh an Brennstoff eingesetzt. In der Referenzvariante ist ein Klärgas/Heizölkessel im Heizraum der Kläranlage mit einer thermischen Leistung von 150 kW und ein Gaskessel im Bauhof mit einer thermischen Leistung von 50 kW installiert. Der Gaskessel im Bauhof wird in der Variante 1.0 mit Klärgas vom Faulturm betrieben. Alternative Energieversorgungsvarianten werden mit dieser Variante hinsichtlich der Wärmegestehungskosten verglichen. Die ermittelten Wärmegestehungskosten sind als Mischpreis zu sehen und berücksichtigen die Wärmegestehungskosten von allen eingesetzten Energieträgern.

Die Variante 1.1: Klärgas-BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel

In Variante 1.1 wird die Grundlastabdeckung der Wärmeversorgung für den Faulturn und die Verwaltungsgebäude von einem Klärgas-BHKW mit einer thermischen Nennwärmeleistung von ca. 48 kW übernommen. Das Klärgas-BHKW ist knapp 8.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr in Betrieb und verbraucht ca. 591.000 kWh Klärgas. Die Spitzenlastabdeckung im Heizhaus der Kläranlage übernimmt ein Heizölkessel mit einer Nennwärmeleistung von 100 kW. Der Heizölkessel verbraucht jährlich rund 7.000 Liter Heizöl. Zusätzlich ist ein Gaskessel mit einer thermischen Leistung von 50 kW im Bauhof installiert, welcher ca. 14.000 kWh Erdgas pro Jahr verbraucht.

In Abbildung 25 ist die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.1 dargestellt.

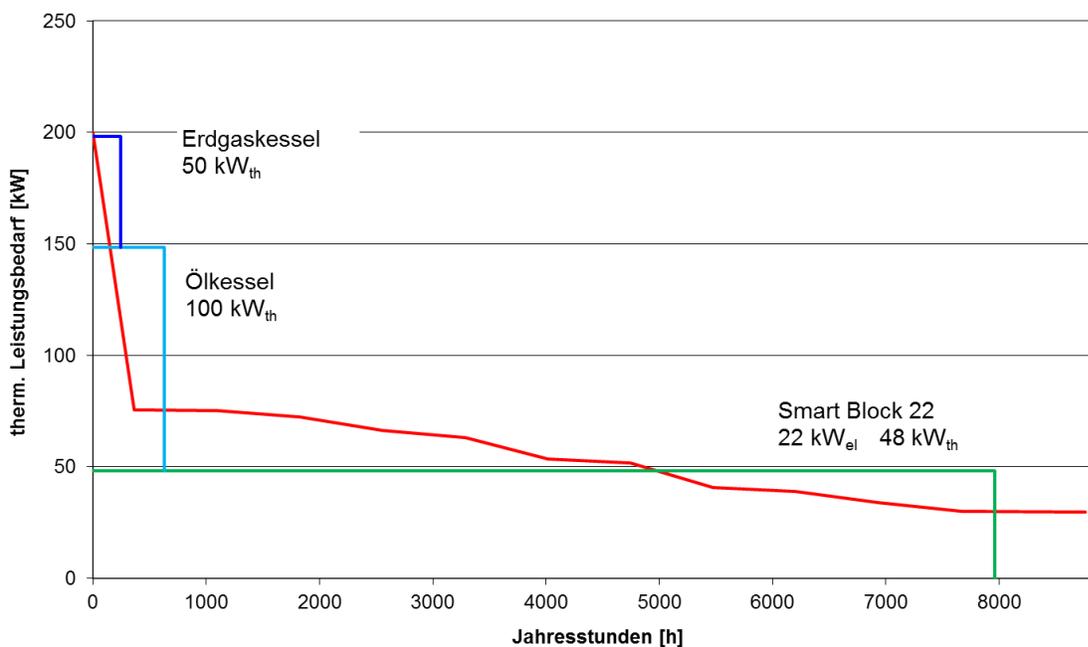


Abbildung 25: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.1 (Klärgas-BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel)

Die Variante 1.2: Klärgas-BHKW mit Erdgas-Spitzenlastkessel

In Variante 1.2 wird dasselbe Klärgas-BHKW wie in Variante 1.1 mit einer thermischen Nennleistung von 48 kW eingesetzt. Allerdings wird für die Spitzenlastabdeckung im Heizhaus ein Erdgaskessel mit einer thermischen Leistung von 100 kW vorgesehen. Dazu muss zusätzlich in der Heizzentrale der Kläranlage ein Erdgasanschluss geschaffen werden, da bisher lediglich der Bauhof mit Erdgas versorgt wird. Die Beheizung des Bauhofes wird wie in der Variante 1.1 ebenfalls durch einen 50 kW Erdgaskessel sichergestellt.

In Abbildung 26 ist die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.2 dargestellt.

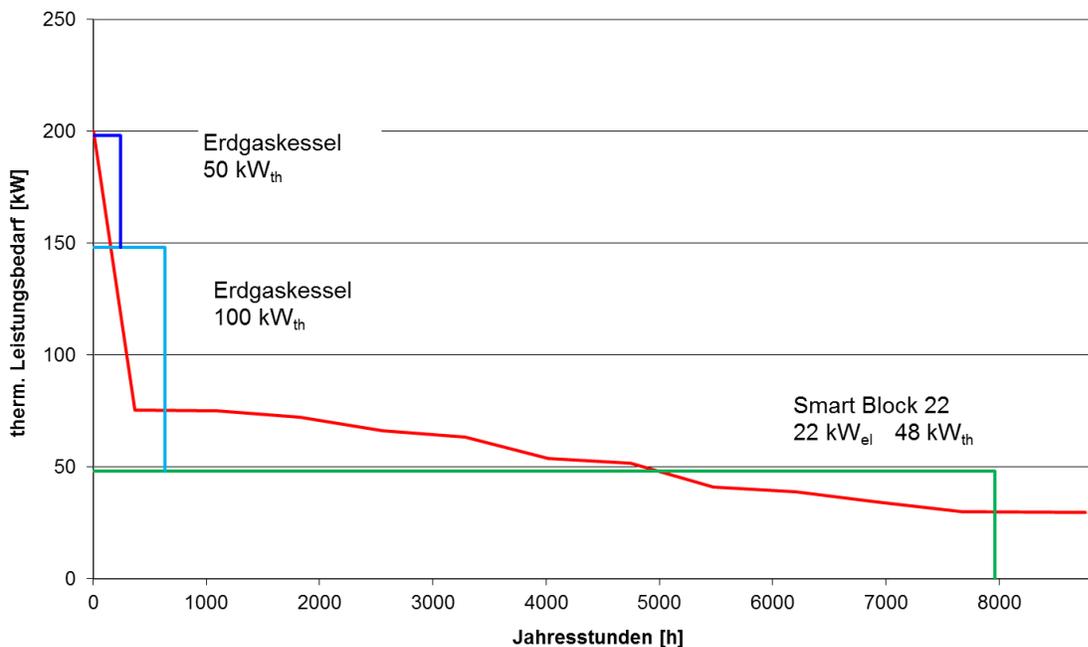


Abbildung 26: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.2 (Klärgas-BHKW mit Erdgas-Spitzenlastkessel)

7.2.2 Die Investitionskostenprognose der Nahwärmeverbundlösung

In Abbildung 27 ist die Investitionskostenprognose der einzelnen Varianten, aufgeteilt nach Wärmeerzeuger, technische Installation, Projektabwicklung, baulichen Maßnahmen und Unvorhergesehenes, dargestellt.

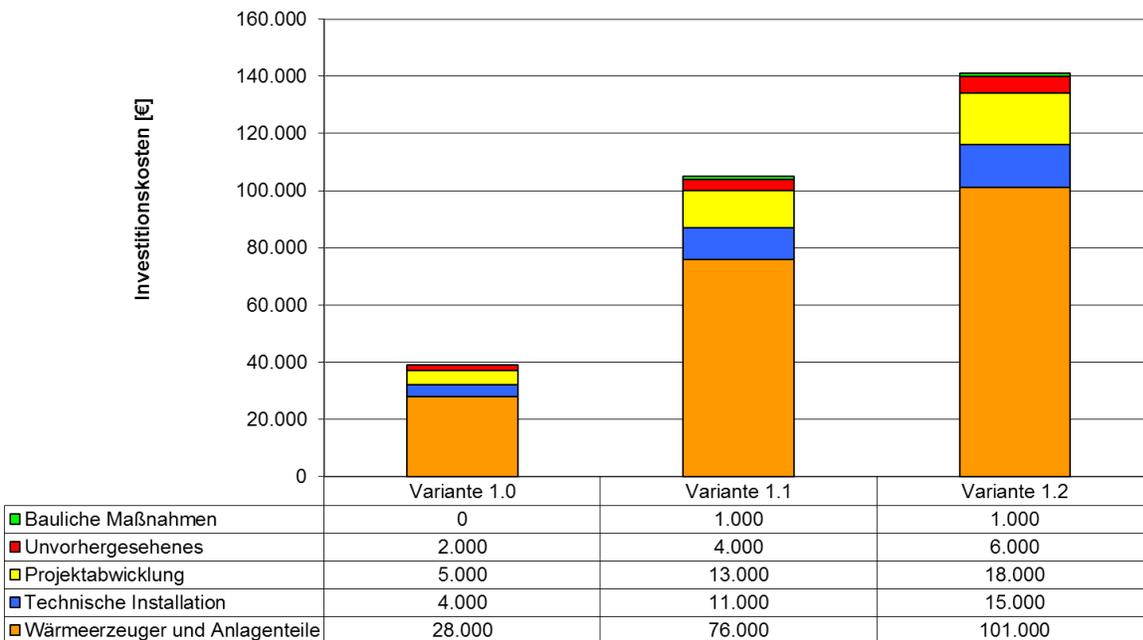


Abbildung 27: Die Investitionskostenprognose der verschiedenen Varianten

Die geringsten Investitionskosten sind bei Variante 1.0 (dezentrale Energieversorgung) zu erwarten. Alle Varianten liegen deutlich darüber. Die höchsten Investitionskosten fallen bei Variante 1.2 an, weil der zusätzlich benötigte Erdgasanschluss für die Spitzenlastabdeckung im Heizhaus mit finanziert werden muss.

7.2.3 Die jährlichen Ausgaben und Einnahmen

Die nachfolgende Abbildung 28 gibt die Zusammensetzung der jährlichen Ausgaben, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Kosten, wieder.

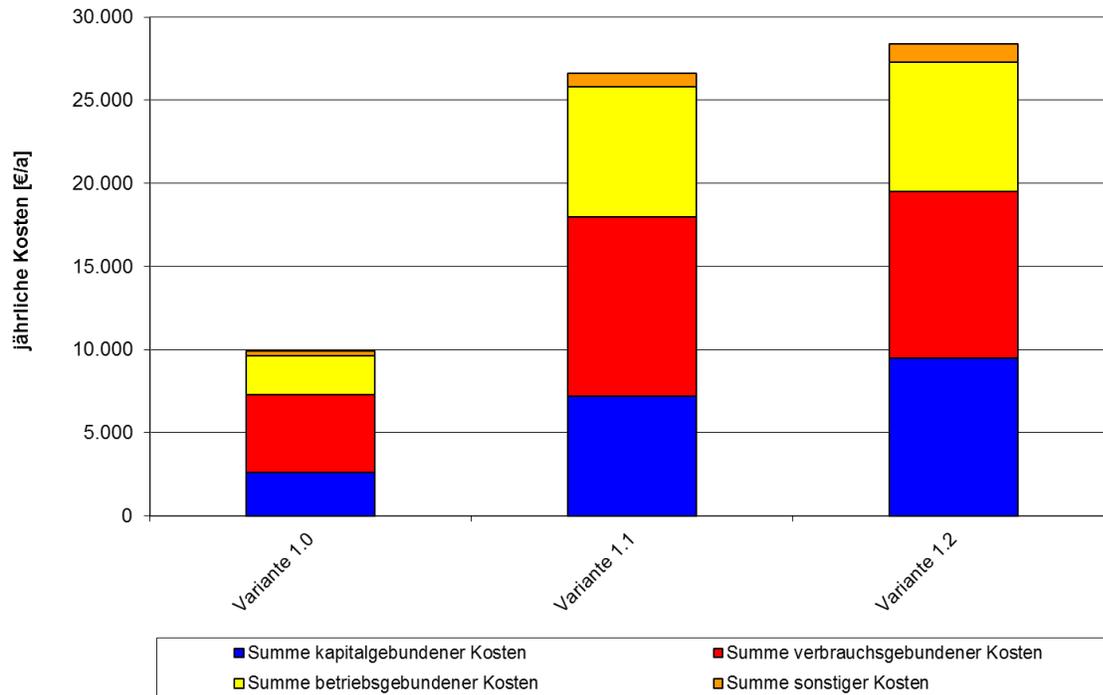


Abbildung 28: Die jährlichen Ausgaben der verschiedenen Varianten

Die niedrigsten jährlichen Ausgaben fallen bei Variante 1.0 an. Die höchsten jährlichen Kosten fallen bei Variante 1.2 an.

In der nachfolgenden Abbildung 29 werden die jährlichen Einnahmen der verschiedenen Varianten dargestellt.

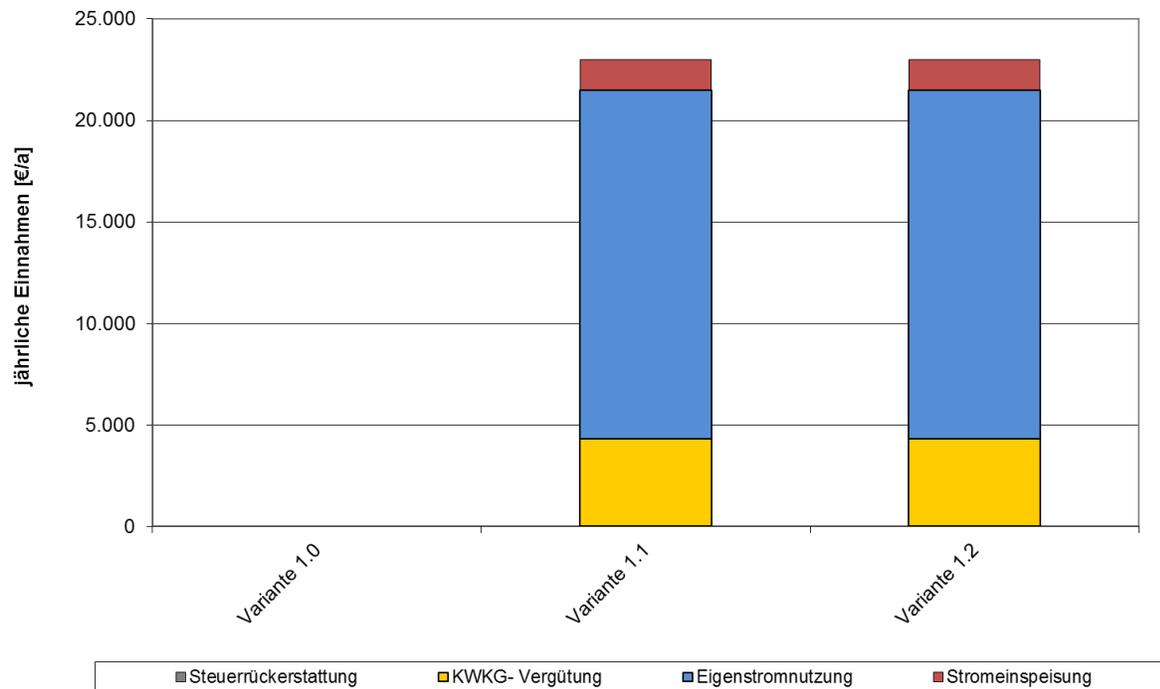


Abbildung 29: Die jährlichen Einnahmen der verschiedenen Varianten

Bei den Varianten 1.1 und 1.2 ergeben sich hohe jährliche Einnahmen, die sich in die KWKG-Vergütung, die Stromeigennutzung und die Stromeinspeisung unterteilen.

7.2.4 Die Jahresgesamtkosten und spezifischen Wärmegestehungskosten der Nahwärmeverbundlösung

Abbildung 30 gibt die kalkulierten Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der Einnahmen aus dem Stromverkauf. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern.

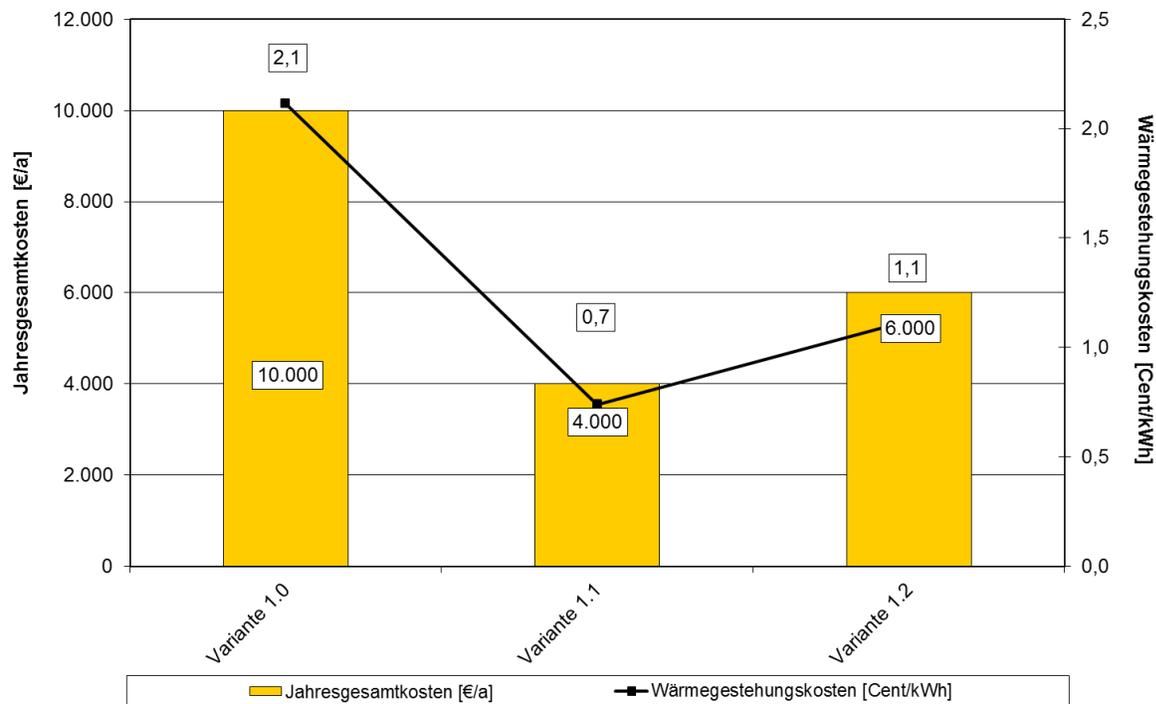


Abbildung 30: Die Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der verschiedenen Varianten

Die niedrigsten Wärmegestehungskosten fallen bei der Variante 1.1 mit rund 0,7 Cent/kWh an. Die höchsten Wärmegestehungskosten fallen bei der Variante 1.0 an. Die Wärmegestehungskosten der Variante 1.2 sind aufgrund der Investitionskosten für den benötigten Erdgasanschluss geringfügig höher als bei Variante 1.1, bei der die Spitzenlastabdeckung in der Kläranlage mit einem Heizölkessel abgedeckt wird.

7.2.5 Die Sensitivitätsanalyse der verschiedenen Varianten

Variante 1.0 (Referenzvariante, moderne Wärmeerzeugung)

Abbildung 31 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 2,1 Cent/kWh auf 2,6 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 2,4 Cent/kWh.

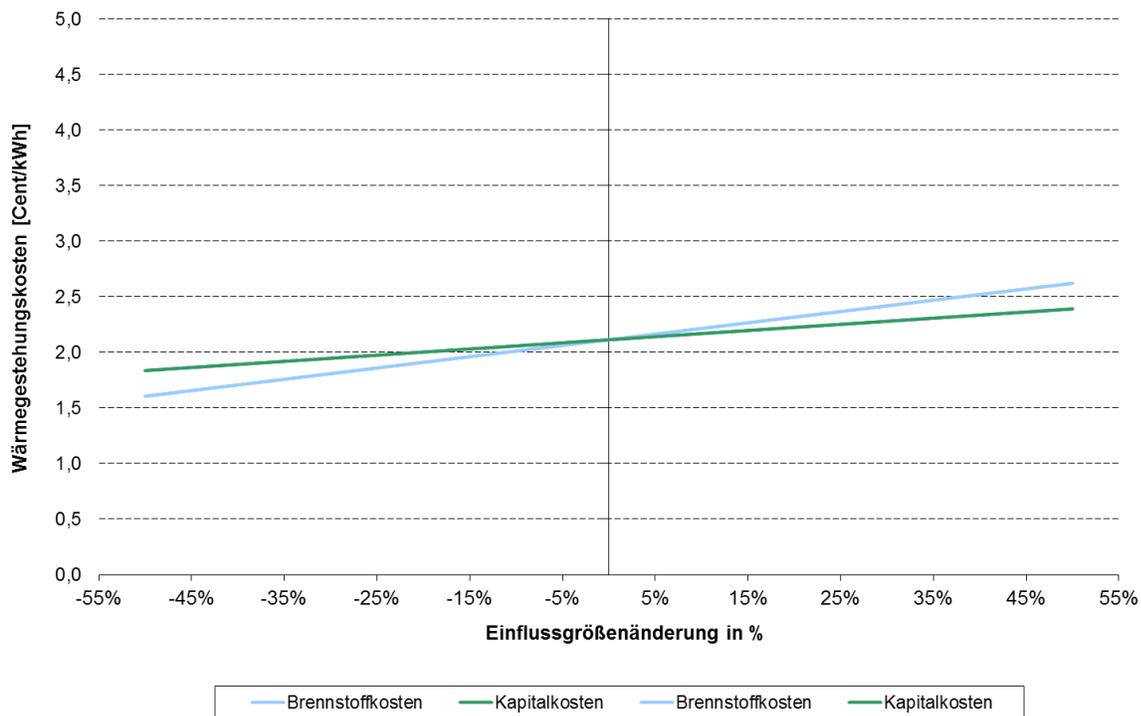


Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 (moderne Wärmeerzeugung)

Variante 1.1 (Klärgas-BHKW, Heizölkessel)

Abbildung 32 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 0,7 Cent/kWh auf 1,9 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 1,5 Cent/kWh. Mit steigenden Strompreisen geht auch die Erhöhung der Stromgutschrift einher. Steigt der Strompreis um 50 %, so verringern sich die Wärmegestehungskosten von 0,7 Cent/kWh auf -1,3 Cent/kWh.

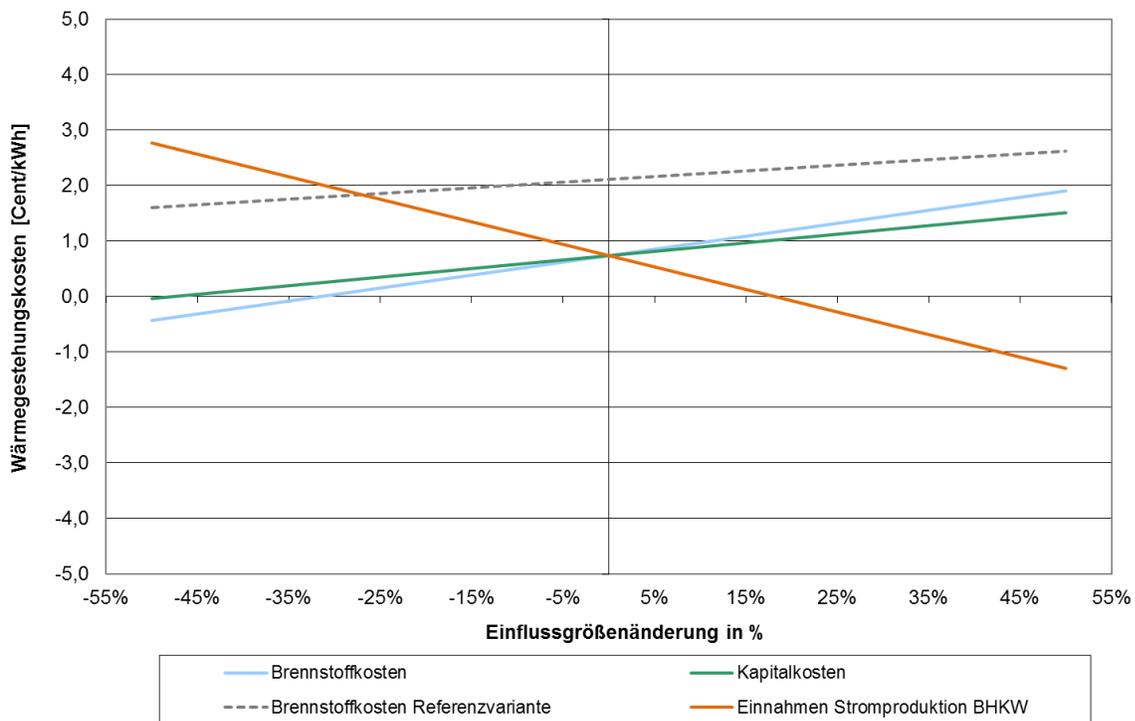


Abbildung 32: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 (Klärgas-BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel)

Variante 1.2 (Klärgas-BHKW, Erdgaskessel)

Abbildung 33 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 1,1 Cent/kWh auf 2,2 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 2,1 Cent/kWh. Mit steigenden Strompreisen geht auch die Erhöhung der Stromgutschrift einher. Steigt der Strompreis um 50 %, so verringern sich die Wärmegestehungskosten von 1,1 Cent/kWh auf -0,9 Cent/kWh.

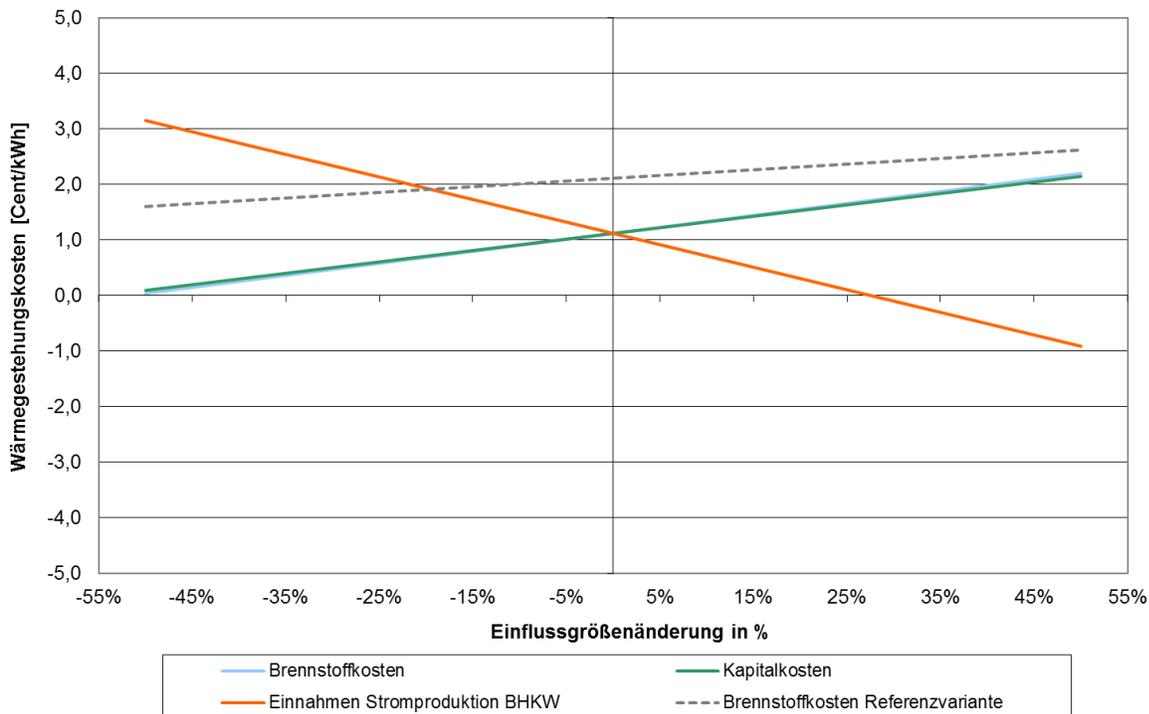


Abbildung 33: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 (Klärgas-BHKW mit Erdgas- Spitzenlastkessel)

7.2.6 Die CO₂- Bilanz der verschiedenen Varianten

Für die verschiedenen neuen Energieversorgungsvarianten wird zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Die Faktoren sind aus der GEMIS- Datenbank ermittelt. Dabei werden alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung berücksichtigt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Abbildung 34 dargestellt. Klärgas als regenerativer Brennstoff wird dabei mit einem CO₂-Äquivalent von 0 g/kWh angesetzt.

Energieträger	Erdgas	Heizöl EL	Biomethan	Holzpellets	Hackschnitzel	Strom (Deutschland-MIX 2010)	Strom Substitution
CO ₂ -Äquivalent [g/kWh]	252	316	131	23	23	566	-572

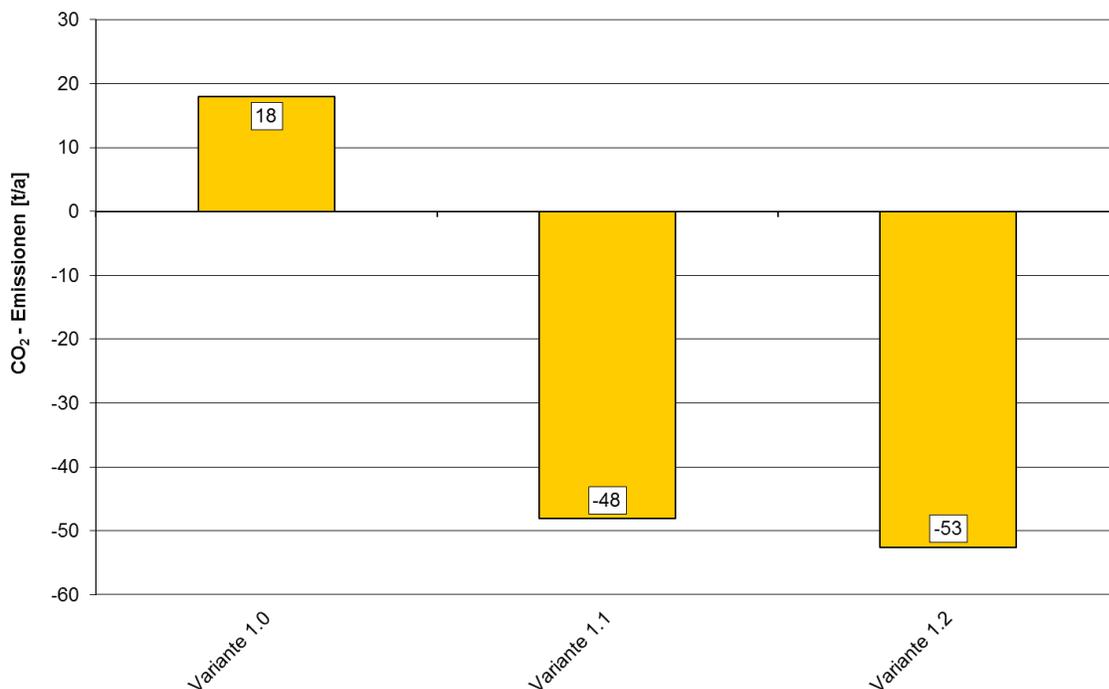


Abbildung 34: Die CO₂- Bilanz der verschiedenen Varianten

Bei der Variante 1.0 ergeben sich die höchsten CO₂- Emissionen. Die beiden anderen Varianten weisen eine bilanziell negative CO₂- Emission auf. Variante 1.2 weist die beste CO₂-Bilanz auf. Die gute CO₂-Bilanz der Varianten 1.1 und 1.2 ist insbesondere auf den Einsatz des regenerativen Brennstoffes Klärgas und die Stromeinspeisung durch das BHKW zurückzuführen.

7.2.7 Zusammenfassung

In der Tabelle 15 sind die wichtigsten Daten zum Projekt Klärgas-BHKW auf der Kläranlage in Berching zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 15: Zusammenfassung der wichtigsten Daten zum Projekt Klärgas-BHKW

		Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2
Investitionskosten	[€]	38.000	106.000	141.000
Jahresgesamtkosten	[€]	10.000	4.000	6.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	2,1	0,7	1,1

Hinweis:

Eine mögliche Investitionsentscheidung für eine der betrachteten Varianten sollte baldmöglichst getroffen werden, da ab 01.08.2014 die Eigenstromnutzung im EEG voraussichtlich geändert wird. Dies ist ein wesentlicher Punkt, der die Wirtschaftlichkeit ungünstig beeinflussen kann.

7.3 Nutzung der Dachfläche des Ganzjahresbad in Berching zur Installation einer PV-Anlage

7.3.1 Elektrische Jahresdauerlinie im Ganzjahresbad

Im Ganzjahresbad in Berching werden jährlich ca. 850.000 kWh Strom verbraucht. In der Abbildung 35 ist die geordnete elektrische Jahresdauerlinie für das Ganzjahresbad in Berching dargestellt. In der Spitze werden über 160 kW_{el} Leistung benötigt. Die Grundlast im Ganzjahresbad beträgt ca. 60 kW_{el}. Zur Reduzierung des Strombedarfs wird eine PV-Anlage mit möglichst hoher Eigenstromnutzung betrachtet.

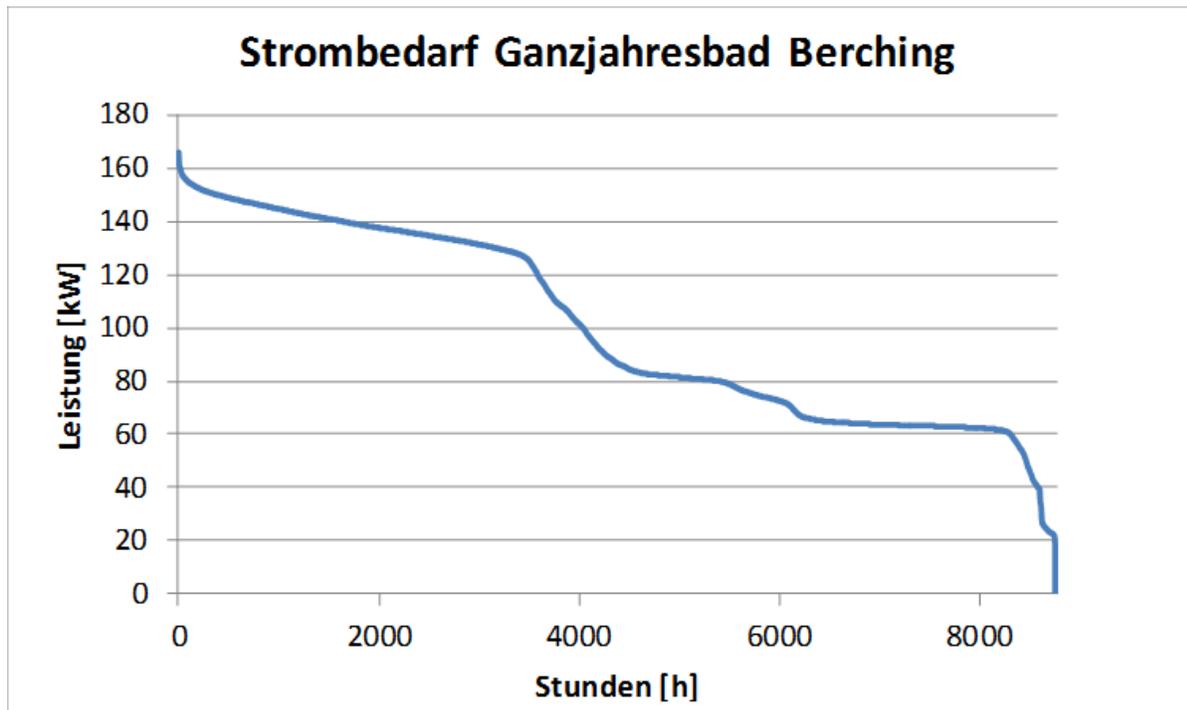


Abbildung 35: Geordnete elektrische Jahresdauerlinie des Ganzjahresbades in Berching

7.3.2 Dachfläche des Ganzjahresbades in Berching

In der Abbildung 36 ist die Dachfläche des Ganzjahresbades in Berching als Luftbild dargestellt. Der südliche Teil eignet sich hervorragend für die Installation einer PV-Anlage. Des Weiteren könnte auf der östlichen Dachfläche eine PV-Anlage mit vermindertem Jahresertrag und auf der nördlichen Dachfläche eine aufgeständerte Anlage installiert werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den westlichen Teil des Ganzjahresbades mit weiteren PV-Modulen zu versehen.



Abbildung 36: Lage der PV-Anlage [Quelle: Bayern Atlas; eigene Bearbeitung]

Insgesamt steht eine Fläche von ca. 1000 m² für die Installation einer PV-Anlage zur Verfügung. Die Statik der Dachkonstruktion wurde nicht geprüft und sollte vor dem Bau einer PV-Anlage unbedingt betrachtet werden.

7.3.3 Simulation der PV-Anlage auf der Dachfläche des Ganzjahresbades

In der Abbildung 37 ist die simulierte PV-Anlage in der Modulausrichtung nach Süden dargestellt.

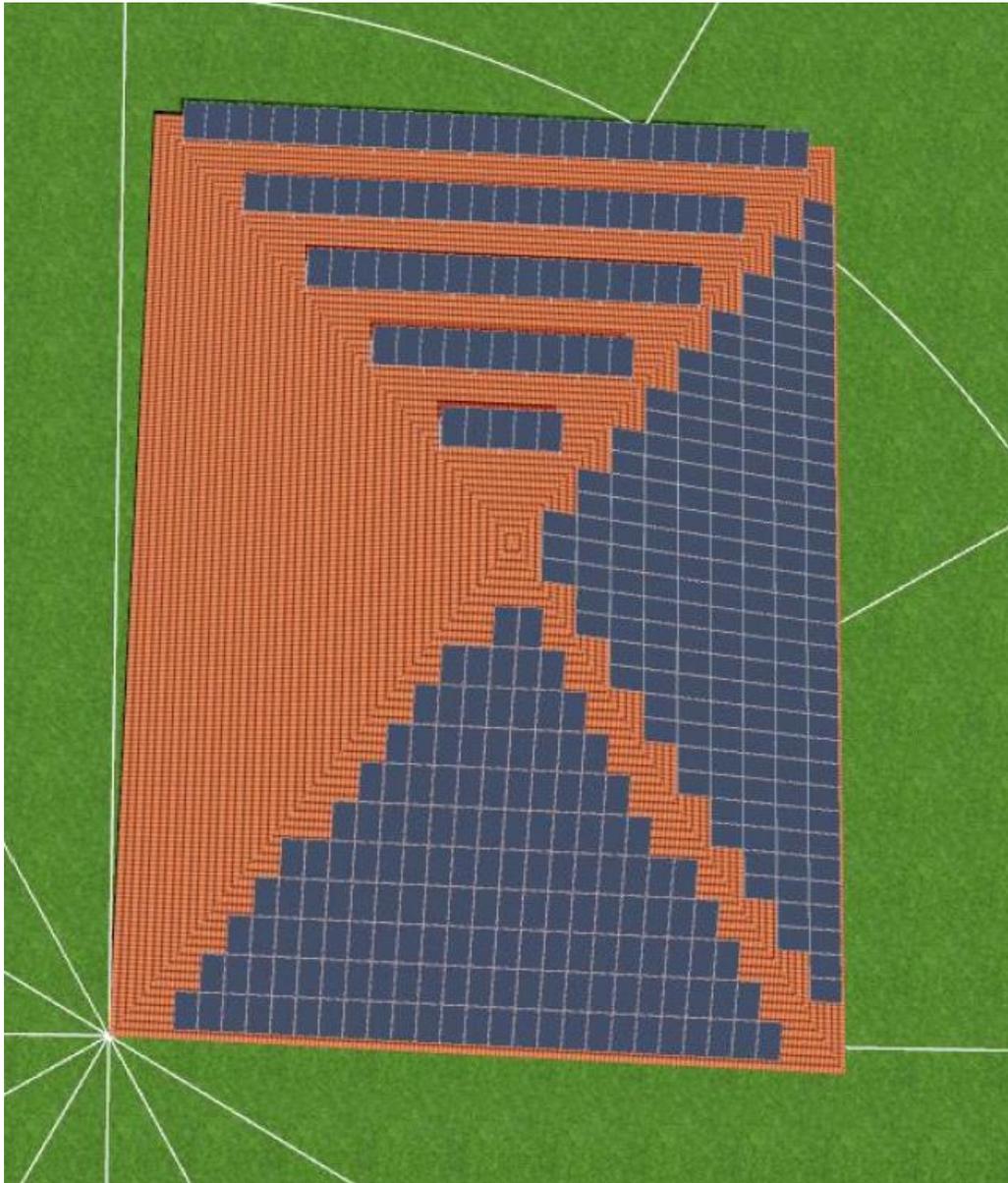


Abbildung 37: Photovoltaik-Anlage [Quelle: PV-Sol]

Die betrachtete PV-Anlage hat eine mögliche installierte Leistung von ca. 97,5 kW_p. Wie in der Tabelle 16 dargestellt, beträgt die Eigenstromnutzung ca. 99 %. Dies ist sowohl für die ökologische, als auch für die wirtschaftliche Betrachtung einer PV-Anlage ein entscheidender Wert. Strom, welcher nicht im Ganzjahresbad genutzt werden kann, wird über das EEG vergütet

und in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Der spezifische Ertrag der PV-Anlage beträgt ca. 910 kWh/kW_p.

In der Tabelle 16 ist die Eigenstromnutzung der PV-Anlage dargestellt. Ein ebenfalls entscheidender Wert ist die Energieautarkie. Dies bedeutet, dass mit dem Bau der PV-Anlage ca. 10 % des Strombezuges vermieden werden kann.

Tabelle 16: PV-Anlage Eigenstromnutzung

PV-Anlage		
Stromerzeugung		
89.078 kWh		100%
Einspeisung		
56 kWh		1%
Stromeigennutzung		
89.022 kWh		99%
Selbstversorgungsgrad		10%

Hinweis:

Des Weiteren wurde eine PV-Anlage nur für die Süddachfläche betrachtet. Eine solche Anlage würde einen spezifischen Jahresertrag von ca. 1.000 kWh/kW_p aufweisen. Die Stromeigennutzung liegt ebenfalls bei mindestens 99%. Jedoch kann aufgrund der kleinen Anlagenleistung von ca. 36,5 kW_p nur ein Selbstversorgungsgrad von 4 % erreicht werden.

7.3.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der PV-Anlage

Folgende Rahmenbedingungen werden der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugrunde gelegt:

- spez. Investitionskosten: $1.300 \text{ €}_{\text{netto}}/\text{kW}_p$
- Inbetriebnahme: April 2014
- Substituierte Stromkosten: $14,4 \text{ ct}_{\text{netto}}/\text{kWh}$ (Neuregelung der EEG-Umlage muss gesondert berücksichtigt werden)
- Zinssatz: 2 % (bei vollständiger Fremdfinanzierung)
- Jährliche Rücklagen: 1% der Investitionssumme
- Versicherung: 1,9 ‰ der Investitionssumme

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der PV-Anlage nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Kosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren auf durchschnittlichen Marktpreisen und nicht auf konkreten Angebotsvorlagen.

In der tatsächlichen Umsetzung, die ggf. von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können daher die Preise von den hier Kalkulierten abweichen.

In der Abbildung 38 ist die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage grafisch dargestellt. Dabei wird zwischen der Eigenkapitalfinanzierung (blau), der Finanzierung mit Bankkredit, welcher linear über eine Laufzeit von 20 Jahren zurückgezahlt wird (orange) und der Finanzierung mit Bankkredit, welcher schnellstmöglich abbezahlt wird (grün), unterschieden.

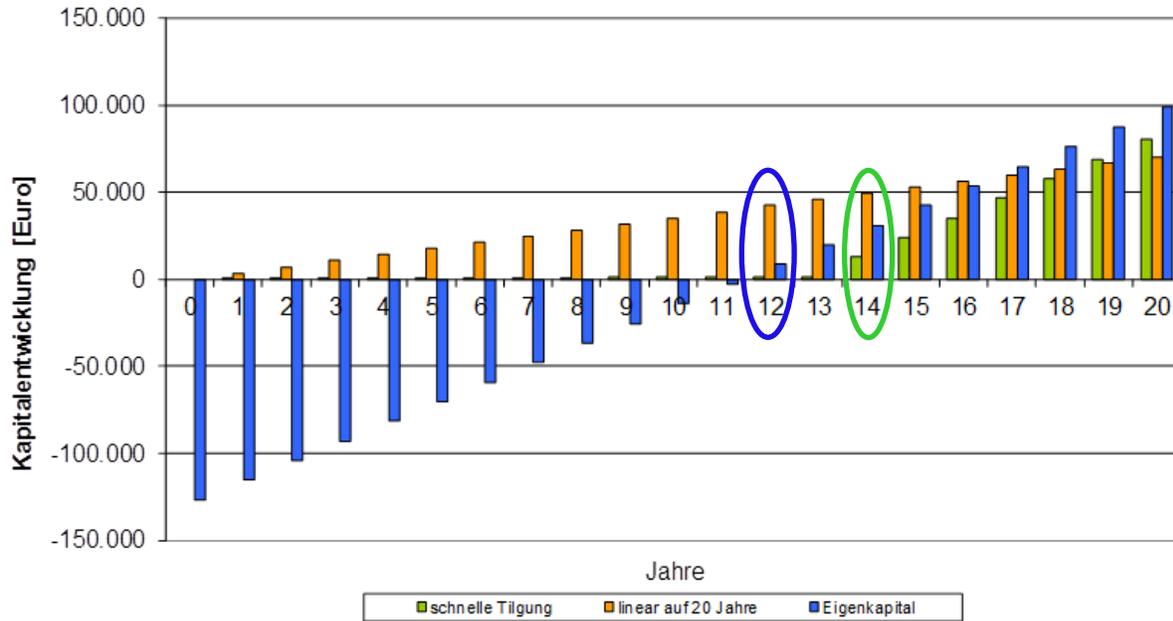


Abbildung 38: Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage

Bei der Finanzierung der Anlage mit Eigenkapital ergeben die kumulierten Gewinne im 12. Jahr einen positiven Betrag, was bedeutet, dass sich die Anlage nach 12 Jahren amortisiert hat. Bei der Variante mit Bankfinanzierung „schnelle Tilgung“ amortisiert sich die Anlage nach 13 Jahren und im 14. Jahr ist ein Gewinn zu erwarten.

7.3.5 Ökologische Betrachtung der PV-Anlage

Wird die PV-Anlage unter ökologischen Gesichtspunkten betrachtet (Tabelle 17), ergibt sich eine jährliche CO₂-Einsparung von ca. 41,1 Tonnen pro Jahr im Vergleich zur derzeitigen Stromversorgung des Ganzjahresbades.

Tabelle 17: Ökologische Betrachtung der PV-Anlage

CO₂- Einsparung	
Stromerzeugung Deutschland Mix	566 g/kWh
Stromerzeugung Substitution	-572 g/kWh
Stromerzeugung aus Photovoltaik	110 g/kWh
Einsparung PV ggü. Ist-Zustand	462 g/kWh
Einsparung CO₂	41,1 t/a

7.3.6 Zusammenfassung

Die betrachtete PV-Anlage ist unter ökologischen Gesichtspunkten sehr sinnvoll. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit der Anlage wird die zukünftige Regelung der EEG-Umlage ein entscheidender Faktor sein.

Alternativ zur PV-Anlage sollte die Installation eines Blockheizkraftwerks im Ganzjahresbad geprüft werden, um den Anteil der Eigenstromnutzung erheblich zu erhöhen. Dieses BHKW könnte ebenfalls von der MR Gewerbe GmbH & Co. Heizwerk KG betrieben werden.

8. Bürgerbeteiligung / Partizipative Erstellung

Die Stadt Berching hat bereits erste Schritte zum Thema der Öffentlichkeitsarbeit begonnen und eine vom Institut für Energietechnik für diesen Zweck erstellte Informationsbroschüre an alle privaten Haushalte im Stadtgebiet von Berching herausgegeben. Darin behandelt werden sowohl Themen der Energieeinsparung wie zum Beispiel die private Gebäudesanierung als auch Themen der Energieeffizienz wie zum Beispiel Stromsparen im Haushalt. Eine weitere Möglichkeit für private Haushalte, ihre energetische Situation zu verbessern, ist die Nutzung des Sektors Erneuerbare Energien. Deshalb wird in der Informationsbroschüre beispielsweise auch auf kleine Aufdach PV-Anlagen, Solarthermieanlagen und verschiedener Biomasseheizsysteme eingegangen. Sehr hilfreich dabei ist ein Überblick über die verschiedenen Fördermöglichkeiten wie z.B. die Programme der KfW-Förderbank, des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle oder des Amtes für Ländliche Entwicklung.

Um nicht nur die privaten Haushalte, sondern auch den Sektor GHD / Industrie einzubinden und mit Hinweisen zu einer unternehmensspezifischen Energieberatung zu versorgen, wurde in Zusammenarbeit mit der Stadt Berching ein Informationsblatt erstellt. Darin finden sich Hinweise auf die Möglichkeit der Unternehmen, eine geförderte KfW-Initial- oder KfW-Detailberatung in Anspruch zu nehmen um daraus konkrete Maßnahmen ableiten zu können, den Energieverbrauch zu senken oder Energie sinnvoller zu nutzen.

Der Sektor der kommunalen Liegenschaften wurde in Abstimmung mit allen beteiligten Akteuren untersucht, um auch dort Maßnahmen zu identifizieren, Energie sinnvoller zu nutzen und Erneuerbare Energien zu fördern. Zur Erreichung dieses Zieles wurden exemplarisch drei Projekte detailliert betrachtet (siehe Kapitel 7). Zudem finden sich im erarbeiteten Maßnahmenkatalog (Kapitel 6) weitere Projektvorschläge, welche seitens der Stadt Berching in den kommenden Jahren angegangen werden können.

Die Zwischenergebnisse bei der Konzepterstellung wurden stets mit allen beteiligten Akteuren abgestimmt. Dabei wurde auch das weitere Vorgehen besprochen. Der Zwischenstand wurde im Februar 2014 in Form eines Presseartikels publiziert. Die Ergebnisse des Energiekonzeptes wurden sowohl in einer öffentlichen Stadtratssitzung am 27. Mai 2014, als auch in Form eines Presseartikels bekannt gegeben.

9. Zusammenfassung / Maßnahmenempfehlung

Zusammenfassung

In Kapitel 8 werden die Ergebnisse des Energiekonzeptes für die Stadt Berching zusammengefasst. Die Stadt Berching im Regierungsbezirk Neumarkt in der Oberpfalz mit 8.479 Einwohnern (2012) besitzt eine Fläche von rund 13.116 Hektar.

Das Stadtgebiet wurde kategorisch in die Verbrauchergruppen

- private Haushalte
- kommunale Liegenschaften
- und Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie und Landwirtschaft

unterteilt. Die Energieströme jeder Verbrauchergruppe wurden getrennt als leitungsgebundene (Strom, Erdgas), nicht leistungsgebundene (Heizöl, Biomasse, ...) und erneuerbare Energieträger erfasst.

Basierend auf der umfassenden Energie- und CO₂-Emissionsbilanz im Ist-Zustand in Kapitel 2 wurden in Kapitel 3 grundsätzliche Potentiale hinsichtlich der Energieeinsparung bzw. der Energieeffizienzsteigerung verbrauchergruppenspezifisch aufgezeigt.

Durch die beschriebenen Maßnahmen (Erneuerung der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik; Effizienzsteigerung der Druckluftsysteme; Optimierung der Lüftungs-, Klima-, Kälte- und Wärmetechnik; Erneuerung der Bestandsbeleuchtung) könnte der Verbrauch an elektrischer Energie in der Verbrauchergruppe „**Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie und Landwirtschaft**“ um rund 30 Prozent gesenkt werden, was einer Einsparung von rund 5.655 MWh jährlich entspricht. Im Bereich des thermischen Energieverbrauchs ergeben sich Einsparpotentiale von rund 30 Prozent. Dies entspricht einer jährlichen Einsparung von rund 4.323 MWh.

In der Verbrauchergruppe „**kommunale Liegenschaften**“ ergeben sich durch die Sanierung der Gebäudehülle, die Erneuerung der Heizungstechnik und der Straßenbeleuchtung die größten Einsparpotentiale. Durch die im Energiekonzept aufgezeigten Potentiale kann der Verbrauch an elektrischer Endenergie um rund 31 Prozent gesenkt werden, was einer Einsparung von rund 1.128 MWh jährlich entspricht. Der thermische Energiebedarf kann um rund 30 Prozent reduziert werden, was einer jährlichen Einsparung von rund 1.099 MWh entspricht.

Die größten Einsparpotentiale im Bereich der „**privaten Haushalte**“ ergeben sich durch die Sanierung der Gebäudehülle sowie durch eine Erneuerung der Heiztechnik. In Summe ergeben sich Einsparpotentiale an thermischer Endenergie von rund 23 Prozent, was einer Einsparung von rund 15.736 MWh entspricht. Der elektrische Energiebedarf kann sich durch die beschriebenen Maßnahmen verringern. In Summe ergeben sich Einsparpotentiale an elektrischer Endenergie von rund 30 Prozent, was einer Einsparung von rund 2.281 MWh entspricht.

Die Untersuchung grundsätzlicher Potentiale zur Energieeinsparung bzw. Energieeffizienzsteigerung in Kapitel 3 setzt sich mit dem Ausbaupotential erneuerbarer Energieformen (Kapitel 4) fort.

Bei der **Nutzung der Sonnenenergie** wird auf die theoretisch nutzbaren Dachflächen zurückgegriffen. Vorrang hat hier der Ausbau von Solarthermieanlagen zur Brauchwasserbereitung. Die restlichen zur Verfügung stehenden Dachflächen werden mit Photovoltaikmodulen zur bevorzugten Eigenstromnutzung belegt. Dadurch könnten zusätzlich rund 1.492 MWh thermische Energie und rund 14.736 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden.

Das Zubaupotential in Form von **holzartiger Biomasse** zur energetischen Nutzung beträgt rund 23.997 kWh an thermischer Energie. Diese bildet sich aus den Potentialen der noch zur Verfügung stehenden Waldfläche, dem Altholz und dem Landschaftspflegeholz im Bilanzgebiet.

Die Gesamtpotentiale der **Biogasnutzung** ergeben sich zum einen aus den zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen, welche zur energetischen Nutzung bereitstehen und zum anderen aus den biologischen Abfallmengen, welche im Bilanzgebiet vorhanden sind. Des Weiteren werden noch die Potentiale des Tiergülle herangezogen. In Summe ergibt sich ein thermisches Gesamtpotential von rund 27.102 MWh und ein elektrisches Gesamtpotential von rund 24.091 MWh pro Jahr. Da die bisherige Nutzung 5.650 MWh thermisch und 9.609 MWh elektrisch beträgt, besteht in diesem Sektor also noch Ausbaupotential.

Nach den herangezogenen Kriterien ergeben sich keine Ausbaupotentiale im Bereich der **Windkraft** und im Bereich der **Wasserkraft**.

In Kapitel 6 ist ein Maßnahmenkatalog dargestellt, welcher sich im Zuge der Bearbeitung des Projektes in Abstimmung mit allen relevanten Akteuren ergeben hat. Die ersten drei Maßnahmen daraus (rot eingefärbt) wurden bei der Projektbearbeitung detailliert untersucht (siehe Kapitel 7).

In Kapitel 7 wurden diese ausgewählten **Maßnahmen** sowohl wirtschaftlich als auch unter technischen und ökologischen Gesichtspunkten betrachtet.

Die drei untersuchten Projekte:

- Anschluss städtischer Liegenschaften an ein Nahwärmenetz
- Installation eines Klärgas BHKWs auf der Kläranlage in Berching
- Nutzung der Dachfläche des Ganzjahresbades in Berching zur Installation einer PV-Anlage

Maßnahmenempfehlung

Zusammenfassend ergibt sich folgende Maßnahmenempfehlung für die Stadt Berching:

- Ausbau von Wärmenetzen unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Faktoren (Anschluss der drei betrachteten Liegenschaften an das Nahwärmenetz forcieren)
- Installation des Klärgas-BHKWs auf der Kläranlage in Berching
- Installation der PV-Anlage auf dem Ganzjahresbad in Berching
- Ausbau der Biomassenutzung und Steigerung der regionalen Wertschöpfung (Umsetzung des ausgewiesenen Ausbaupotentials im Bereich Biomasse)
- Nutzung vorhandener Abwärme zur Substitution fossiler Brennstoffe (z.B. Biogasanlagen; Industriebetriebe)
- Sensibilisierung der Industriebetriebe für das Thema Energie (z.B. Informationsblatt KfW-Beratung)
- Ausbau der Photovoltaiknutzung auf kommunalen Dächern / Flächen
- Sensibilisierung der privaten Haushalte für die Möglichkeit der Photovoltaiknutzung
- Detaillierte Analyse des kommunalen Gebäudebestandes und Einleiten von Sanierungsmaßnahmen (z.B. Rathaus)
- Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf effizientere Technik (Fortführung der bereits begonnenen Umrüstung auf LED-Straßenbeleuchtung)
- Forcierung der Öffentlichkeitsarbeit auf dem Sektor der Wohngebäudesanierung und der Energieeinsparung

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung der Stadt Berching	11
Abbildung 2: Flächenverteilung der Stadt Berching	12
Abbildung 3: Geographische Lage der Stadt Berching	13
Abbildung 4: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Stadt Berching.....	21
Abbildung 5: Aufteilung des Energiebedarfs auf die Verbrauchergruppen	22
Abbildung 6: Der CO ₂ -Ausstoß im Ist-Zustand.....	24
Abbildung 7: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden ..	27
Abbildung 8: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung	32
Abbildung 9: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen	38
Abbildung 10: Definition des Potentialbegriffs.....	39
Abbildung 11: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz.....	45
Abbildung 12: Das Geothermiepotential im Bundesland Bayern.....	52
Abbildung 13: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031	55
Abbildung 14: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031.....	57
Abbildung 15: Die CO ₂ -Minderungspotentiale in der Stadt Berching.....	59
Abbildung 16: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfes und –potentials	62
Abbildung 17: Entwicklung des thermischen Energieverbrauchs und –potentials	63
Abbildung 18: Die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs der drei städtischen Liegenschaften.....	75
Abbildung 19: Die prognostizierten Investitionskosten.....	77
Abbildung 20: Die jährlichen Ausgaben	78
Abbildung 21: Die Wärmegestehungskosten	79
Abbildung 22: Die CO ₂ -Bilanz der verschiedenen Varianten.....	80
Abbildung 23: Luftbild der Kläranlage in Berching	82

Abbildung 24: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Faulturms und der Betriebsgebäude	83
Abbildung 25: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.1 (Klärgas-BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel)	85
Abbildung 26: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie der Variante 1.2 (Klärgas-BHKW mit Erdgas-Spitzenlastkessel)	86
Abbildung 27: Die Investitionskostenprognose der verschiedenen Varianten	87
Abbildung 28: Die jährlichen Ausgaben der verschiedenen Varianten	88
Abbildung 29: Die jährlichen Einnahmen der verschiedenen Varianten	89
Abbildung 30: Die Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der verschiedenen Varianten	90
Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 (moderne Wärmeerzeugung)	91
Abbildung 32: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 (Klärgas-BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel)	92
Abbildung 33: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 (Klärgas-BHKW mit Erdgas-Spitzenlastkessel)	93
Abbildung 34: Die CO ₂ - Bilanz der verschiedenen Varianten.....	94
Abbildung 35: Geordnete elektrische Jahresdauerlinie des Ganzjahresbades in Berching	96
Abbildung 36: Lage der PV-Anlage [Quelle: Bayern Atlas; eigene Bearbeitung]	97
Abbildung 37: Photovoltaik-Anlage [Quelle: PV-Sol]	98
Abbildung 38: Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage.....	101

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung in der Stadt Berching	18
Tabelle 2: Übersicht der regenerativen Wärmeerzeugung in der Stadt Berching	20
Tabelle 3: Die CO ₂ -Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger	23
Tabelle 4: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik.....	31
Tabelle 5 Die Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand in der Stadt Berching	36
Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotentiale	37
Tabelle 7: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik.....	43
Tabelle 8: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz.....	46
Tabelle 9: Tierbestand im Stadtgebiet von Berching.....	48
Tabelle 10: Zusammenfassung Biogaspotential	50
Tabelle 11: Die Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien	54
Tabelle 12: Maßnahmenkatalog für die Stadt Berching	64
Tabelle 13: Der jährliche Wärmebedarf der Liegenschaften	74
Tabelle 14: Zusammenfassung	81
Tabelle 15: Zusammenfassung der wichtigsten Daten zum Projekt Klärgas-BHKW	95
Tabelle 16: PV-Anlage Eigenstromnutzung	99
Tabelle 17: Ökologische Betrachtung der PV-Anlage	102