BERCHTESGADENER LAND

ENERGIENUTZUNGSPLAN

Markt Berchtesgaden

IMPRESSUM

Herausgeber
Landkreis Berchtesgadener Land
Salzburger Straße 64
83435 Bad Reichenhall
www.lra-bgl.de

Fachliche Begleitung und Projektmanagement
Manuel Münch
Klimaschutzmanagement Landkreis Berchtesgadener Land
www.klimaschutz-bgl.de

Bearbeitung
Institut für Energietechnik IfE GmbH
an der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg
www.ifeam.de

ENIANO GmbH
Pfeuferstraße 51
81373 München
www.eniano.com

Förderung
Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie

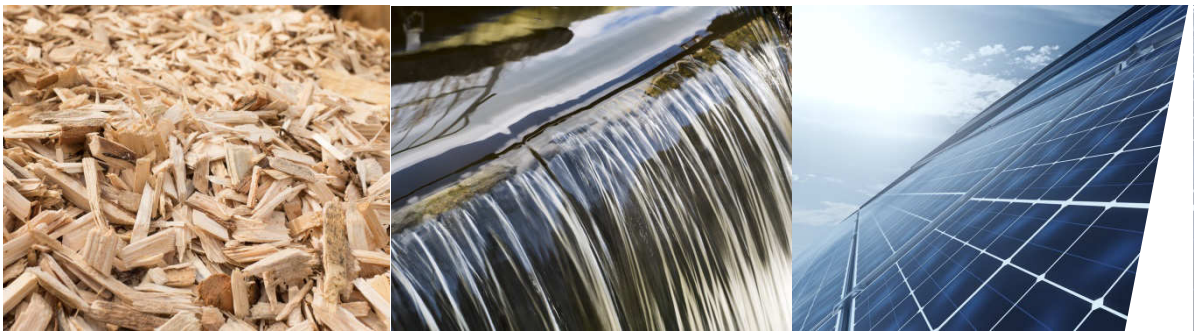
Förderkennzeichen: 07 05 / 686 75 / 145 / 15
www.stmwi.bayern.de

Bearbeitungszeitraum
Oktober 2015 bis Oktober 2017

Bildnachweis: Titelseite: © Josefine Unterhauser
S. 3: © Fotolia: Dor-Steffen, AndreasZobel, peshkov
Abbildungen, Diagramme, Karten: © Landkreis Berchtesgadener Land

Druck: Druck und Umschlaglayout: Teamwörk, Berchtesgaden
Das verwendete Papier trägt das FSC®-Label und stammt aus verantwortungsvollen Quellen.

ENERGIENUTZUNGSPLAN
MARKT BERCHTESGADEN



VORWORT

Klimaschutz und der Aufbau einer effizienten und auf erneuerbaren Energien basierten Energieversorgung gehören zu den zentralen Aufgaben unserer Zeit. Hierfür sind auch regionale Ansätze und lokales Handeln gefordert, um vor Ort passende Lösungen für eine zukunftsweisende Energieversorgung zu finden. Den Kommunen kommt dabei eine besondere Rolle zu. Wie wichtig uns dieses Thema ist, zeigt sich darin, dass der Landkreis und alle 15 Kommunen im Berchtesgadener Land zusammen an einem Strang ziehen, um die Möglichkeiten bei uns vor Ort auszuschöpfen und Schritt für Schritt gemeinsam als Vorbildregion unsere ehrgeizigen Energie- und Klimaschutzziele zu realisieren.

Ich bedanke mich bei allen Mitwirkenden, Fachleuten und Institutionen, die uns mit großem Engagement bei der erfolgreichen Erstellung des Energienutzungsplanes unterstützt und begleitet sowie ihren wertvollen Beitrag zu dessen Gelingen geleistet haben.

Mit dem Energienutzungsplan haben wir nun ein ebenso aufschlussreiches wie wegweisendes Werk, das ganz klar die vielfältigen Potenziale für Energieeinsparungen und den Ausbau erneuerbarer Energien in unserer Gemeinde für die Bereiche Strom und Wärme aufzeigt und zugleich zu weiteren Aktivitäten für den Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung motiviert. Durch das gebäudescharfe Energiemodell ist der Energienutzungsplan insbesondere auch eine Hilfestellung für alle privaten Hauseigentümer und Unternehmen in der Marktgemeinde Berchtesgaden. Die Energieagentur Südostbayern unterstützt hier mit einer kostenlosen Energie-Erstberatung.

Unsere Handlungsgrundlage ist damit geschaffen. Nun gilt es, das ambitionierte Konzept auch umzusetzen und weiter voranzutreiben. Es liegt nun an uns allen, die Informationen und Handlungsempfehlungen bei künftigen Entscheidungen zu berücksichtigen und den Energienutzungsplan so mit Leben zu erfüllen!

Ihr

Franz Rasp
1. Bürgermeister

INHALTSVERZEICHNIS

Impressum **2**

Vorwort **4**

Inhaltsverzeichnis **5**

1 Steckbrief - Markt Berchtesgaden **7**

2 Einleitung **11**

3 Projektablauf und Akteursbeteiligung **12**

4 Analyse der energetischen Ausgangssituation **14**

4.1 Methodik und Datengrundlage 14

4.1.1 Definition der Verbrauchergruppen 14

4.1.2 Datengrundlage und Datenquellen 14

4.2 Energieinfrastruktur 16

4.3 Gebäudebestand und gebäudescharfes Wärmekataster 18

4.4 Strombedarf und Anteil erneuerbare Energien 20

4.5 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien 23

4.6 CO_2- Bilanz 25

5 Potenzialanalyse **26**

5.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz 27

5.1.1 Private Haushalte 27

5.1.2 Kommunale Liegenschaften 30

5.1.3 Wirtschaft 31

5.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien 32

5.2.1 Solarthermie und Photovoltaik 33

5.2.2 Oberflächennahe Geothermie 35

5.2.3 Tiefengeothermie 37

5.2.4 Wasserkraft 37

5.2.5 Windkraft 38

5.2.6 Fernwärme (erneuerbar) 40

5.2.7 Biomasse 41

6 Szenarien 43

6.1 Szenario Strom 43

6.2 Szenario Wärme 44

6.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen 45

7 Maßnahmenkatalog 46

8 Detailprojekt 49

8.1 Motivation 49

8.2 Lage 49

8.3 Geplante Überdachung (Sheddach) 50

8.4 A priori Ertragsanalyse für Modulkonfiguration 51

8.5 Modulkonfiguration und Modulertrag 52

8.6 Ertrag und Wirtschaftlichkeit 53

Quellenverzeichnis 54

Abbildungsverzeichnis 55

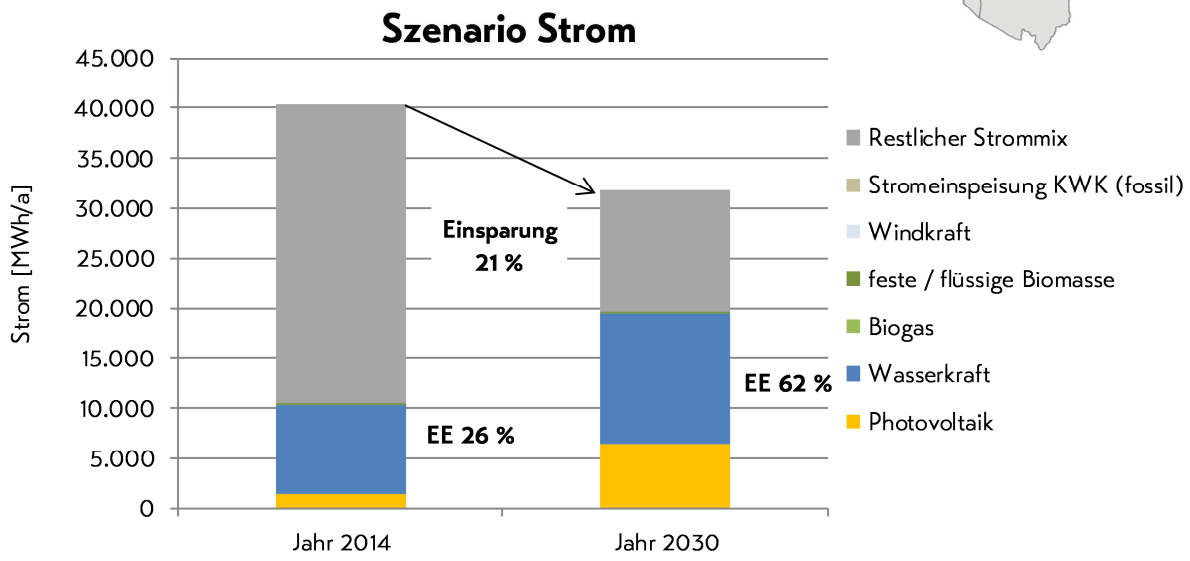
Tabellenverzeichnis 57

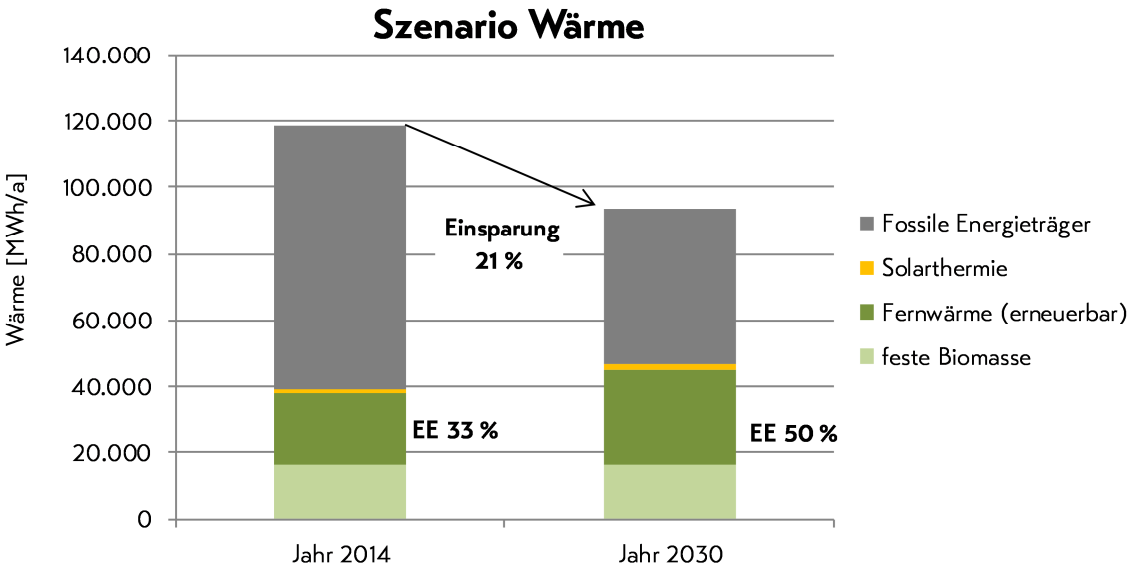
Abkürzungsverzeichnis 58

1 STECKBRIEF - MARKT BERCHTESGADEN

Einwohner (Stand 2014)	Einwohner/km²
7.781	218

Fläche (ha)	Flächenanteil am Landkreis
3.562	4 %





Energetischer Ist-Zustand (Bilanzjahr 2014)

Strombezug nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	9.224	23 %
Kommunale Liegenschaften	2.108	5 %
Wirtschaft	29.075	72 %
Gesamt	**40.407**	

Strombezug und Stromeinspeisung nach Energieträger	MWhel/a	Anteil
Stromeinspeisung erneuerbarer Energien	10.433	26 %
Photovoltaik	1.339	3 %
Wasserkraft	9.055	22 %
Biogas	0	0 %
feste / flüssige Biomasse	39	0 %
Windkraft	0	0 %
Stromeinspeisung KWK (fossil)	0	0 %
Restlicher Strommix	29.975	74 %
Gesamt	**40.407**	

Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	47.768	40 %
Kommunale Liegenschaften	2.958	2 %
Wirtschaft	68.122	57 %
Gesamt	**118.848**	

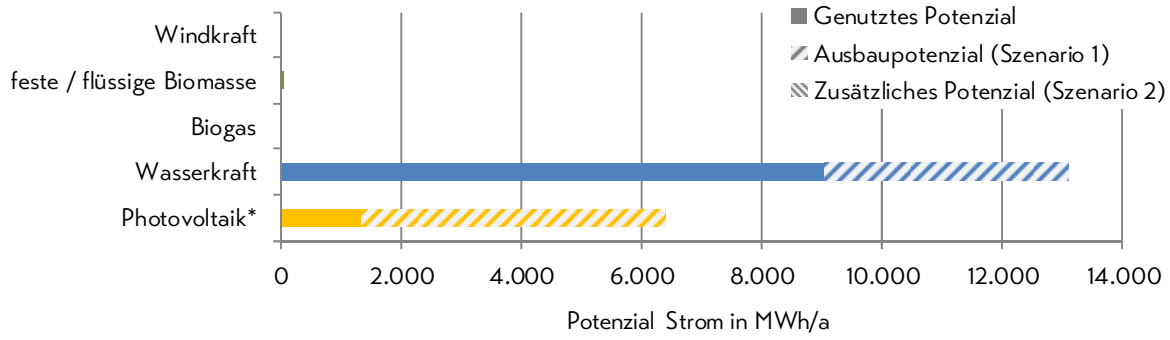
Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Erneuerbare Energien	39.302	33 %
feste Biomasse	16.212	14 %
Fernwärme (erneuerbar)	21.600	18 %
Solarthermie	1.490	1 %
Fossile Energieträger	79.546	67 %
Erdgas	31.205	26 %
Heizöl	46.645	39 %
Fernwärme (fossil)	0	0 %
Sonstiges	1.696	1 %
Gesamt	**118.848**	

CO_2-Bilanz im Ist-Zustand (Wärme und Strom)	t/a
CO_2-Emissionen gesamt	42.536
CO_2-Emissionen pro Einwohner	5,5
CO_2-Emissionen pro Einwohner (Mittelwert Landkreis)	4,8

Potenzialanalyse

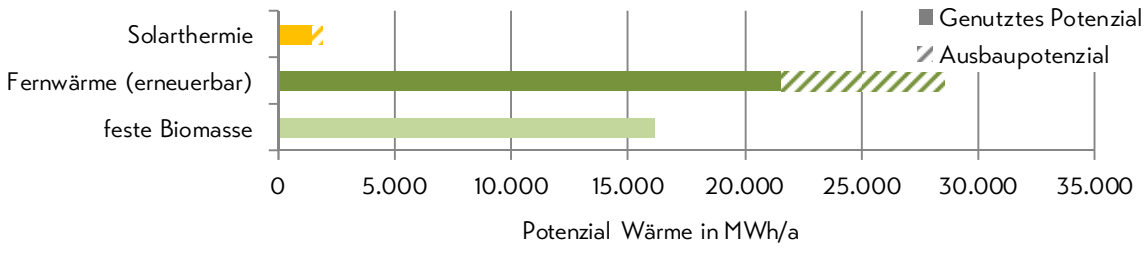
Strombezug nach Sektoren	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Einsparung
Private Haushalte	9.224	7.287	21 %
Kommunale Liegenschaften	2.108	1.487	29 %
Wirtschaft	29.075	22.970	21 %
Gesamt	**40.407**	**31.743**	**21 %**

Strombezug und Stromeinspeisung nach Energieträger	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Jahr 2030 Anteil
Stromeinspeisung erneuerbarer Energien	10.433	19.548	62 %
Photovoltaik*	1.339	6.393	20 %
Wasserkraft	9.055	13.115	41 %
Biogas	0	0	0 %
feste / flüssige Biomasse	39	39	0 %
Windkraft	0	0	0 %
Stromeinspeisung KWK (fossil)	0	0	0 %
Restlicher Strommix	29.975	12.195	38 %
Gesamt	**40.407**	**31.743**	



Wärmeverbrauch nach Sektoren	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Einsparung
Private Haushalte	47.768	37.498	22 %
Kommunale Liegenschaften	2.958	2.337	21 %
Wirtschaft	68.122	53.816	21 %
Gesamt	**118.848**	**93.651**	**21 %**

Wärmeverbrauch nach Energieträger	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Jahr 2030 Anteil
Erneuerbare Energien	39.302	46.733	50 %
feste Biomasse	16.212	16.212	17 %
Fernwärme (erneuerbar)	21.600	28.600	31 %
Solarthermie	1.490	1.922	2 %
Fossile Energieträger	79.546	46.917	50 %
Gesamt	**118.848**	**93.651**	



CO_2-Bilanz und Hinweise

CO_2-Bilanz (Wärme und Strom)	Jahr 2014 t/a	Jahr 2030 t/a	Einsparung
CO_2-Emissionen gesamt	42.536	22.567	47 %
CO_2-Emissionen pro Einwohner	5,5	2,9	
CO_2-Emissionen pro Einwohner (Mittelwert Landkreis)	4,8	2,8	

Sonstige Hinweise:

***Photovoltaik:** Das bis zum Jahr 2030 erschließbare Potenzial beinhaltet 35 % des gesamten Photovoltaik-potenzials auf Dachflächen.
Ein Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen ist nicht berücksichtigt.

Wärme-pumpen: Der Einsatz von Wärmepumpen (insbesondere in Neubauten und generalsanierten Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen) kann einen Beitrag zur Senkung der CO2-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromeinsatz weitestgehend aus regenerativen Energieformen erfolgt. Im Rahmen dieses Energienutzungsplanes erfolgte die Ausarbeitung einer gebäudescharfen Potenzialanalyse. Hierdurch können sich interessierte Bürger vorab informieren, ob an Ihrem Standort aktuell bzw. nach angedachten Sanierungsmaßnahmen eine Nutzung oberflächennaher Geothermie (Sondenbohrungen, Flächenkollektoren) sinnvoll erscheint. Hierfür ist jedoch immer eine Einzelfallprüfung auf Basis der tatsächlichen technischen Gegebenheiten vor Ort (z.B. Art der Wärmeübertragung) notwendig.

2 EINLEITUNG

Mit dem **Energienutzungsplan Berchtesgadener Land** wurde für alle Städte, Märkte und Gemeinden im Landkreis ein gemeindespezifisches Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus liegt dabei auf der Identifizierung und dem Aufzeigen von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und dem Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Der Energienutzungsplan umfasst für jede Kommune ...

- eine umfassende Bestandsaufnahme der derzeitigen Energieinfrastruktur mit einer detaillierten Energie- und CO_2-Bilanz in den Bereichen Strom und Wärme,
- eine standortspezifische Potenzialanalyse zum Ausbau erneuerbarer Energieträger in der Kommune und die Ermittlung der möglichen Energieeinsparungen in den Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Liegenschaften und Wirtschaft,
- ein digitales Energiemodell mit gebäudescharfem Wärmekataster sowie gebäudespezifischer Analyse des Sanierungspotenzials und der Potenziale zur Nutzung von Solarthermie, Photovoltaik und oberflächennaher Geothermie,
- einen Maßnahmenkatalog mit konkreten Projekten zur weiteren Umsetzung,
- die detaillierte technische und wirtschaftliche Prüfung eines - von der Kommune ausgewählten - Projektes.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des Energienutzungsplans für den Markt Berchtesgaden zusammen. Die Erstellung erfolgte im Auftrag des Landkreises Berchtesgadener Land sowie in Kooperation mit allen Städten, Märkten und Gemeinden. Das Projekt wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert. Durch die hohe Detailschärfe ist der Energienutzungsplan nicht nur ein Instrument für die kommunale Energieplanung, sondern auch eine Unterstützung für Wirtschaftsbetriebe und alle Bürgerinnen und Bürger im Berchtesgadener Land bei der Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energien. Die gebäudescharfen Ergebnisse sind aufgrund des Datenschutzes nicht öffentlich zugänglich, können jedoch vom jeweiligen Gebäudeeigentümer beispielsweise im Rahmen einer Energie-Erstberatung effektiv genutzt werden.

3 PROJEKTABLAUF UND AKTEURSBETEILIGUNG

Die Entwicklung des Energienutzungsplans erfolgte in mehreren Projektphasen. Zuerst wurde auf Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme eine fortschreibbare und detaillierte Energiebilanz für Strom und Wärme im Ist-Zustand (Jahr 2014) erstellt. Dabei wurde zwischen den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Wirtschaft“ unterschieden. Die Energieströme in der Kommune wurden, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern (Strom, Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...), erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Ausgehend von der energetischen Ausgangs-Situation wurde der CO_2-Ausstoß berechnet. Als zentrales Ergebnis dieser Projektphase wurde ein gebäudescharfes Wärmekataster ausgearbeitet.

Im nächsten Schritt wurde verbrauchergruppenspezifisch untersucht, welche Energieeinsparpotenziale und Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz bis zum Jahr 2030 realistisch ausgeschöpft werden können. Ebenso wurden die erschließbaren Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden strategische Szenarien für Strom und Wärme erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 abgeleitet werden können.

Zentrales Element des Energienutzungsplans ist die Ausarbeitung eines Maßnahmenkataloges, der konkrete Projekte als Basis der weiteren Umsetzung beschreibt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit kommunalen Akteuren ausgearbeitet und während des Prozesses in drei Regionalkonferenzen in der Marktgemeinde konkretisiert. Eines der Projekte aus dem Maßnahmenkatalog wurde sodann als Detailprojekt umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft. Für die Projektkoordination wurde auf Landkreisebene eine Steuerungsrunde gebildet. Die Abstimmung mit den Kommunen erfolgte vor Ort im Rahmen von Regionalkonferenzen. Der zeitliche und inhaltliche Projektablauf des Energienutzungsplans ist zusammenfassend auf der nachfolgenden Seite dargestellt.

Steuerungsrunde:

Die grundlegende strategische Organisation, Zeitplanung und fachliche Ausrichtung des Energienutzungsplans wurde im Rahmen von vier Steuerungsrunden getroffen. Hier wurden zudem die Ergebnisse aus den einzelnen Regionalkonferenzen der Kommunen zusammengefasst und abgestimmt. Die Steuerungsrunde setzte sich zusammen aus dem Landrat, jeweils einem Vertreter der Bürgermeister, der Wirtschaft und des Bayerischen Wirtschaftsministeriums, sowie den Projektleitern der beauftragten Büros und Mitarbeitern des Landratsamtes (Büroleitung Landrat, Klimaschutzmanager und Kreisbaumeister).

Regionalkonferenz:

Im Rahmen von drei Regionalkonferenzen in der Kommune vor Ort wurden regelmäßig die kommunenspezifischen Zwischenergebnisse abgestimmt sowie der Maßnahmenkatalog erarbeitet und fortgeschrieben. Teilnehmer der Regionalkonferenzen waren der Bürgermeister, der Marktbaumeister, Vertreter der Kämmerei und der Liegenschaftsverwaltung, sowie die fachlichen Projektbeteiligten des Landkreises und des Auftragnehmers.

Auftaktveranstaltung

- Vorstellung der Projektziele, des Projektablaufs und der Methodik

1. Steuerungsrunde

- Vorstellung der Vorgehensweise zur Erstellung des Energienutzungsplans
- Zwischenstand zur Erfassung des energetischen Ist-Zustandes
- Festlegung der weiteren Terminschiene

1. Regionalkonferenz

- Abstimmung des energetischen Ist-Zustandes und des Wärmekatasters
- Klärung und Abstimmung von Auffälligkeiten
- Maßnahmenvorschläge

2. Steuerungsrunde

- Abstimmung der Ergebnisse aus der 1. Regionalkonferenz
- Präsentation des mit den Kommunen abgestimmten energetischen Ist-Zustandes
- Zwischenstand der Potenziale zur Energieeinsparung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Abstimmung der zu untersuchenden Detailprojekte

2. Regionalkonferenz

- Finale Abstimmung des energetischen Ist-Zustandes
- Abstimmung der Potenziale zur Energieeinsparung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Konkretisierung des kommunenspezifischen Maßnahmenkataloges
- Auswahl des zu untersuchenden Detailprojektes

3. Steuerungsrunde

- Abstimmung der Ergebnisse aus der 2. Regionalkonferenz
- Präsentation der abgestimmten Potenziale zur Energieeinsparung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Vorbereitung der 3. Regionalkonferenz

3. Regionalkonferenz

- Finale Abstimmung des kommunalen Maßnahmenkataloges
- Vorstellung und Abstimmung des untersuchten Detailprojektes
- Abstimmung der Szenarien zur Energieeinsparung und zum Ausbau erneuerbarer Energien

4. Steuerungsrunde

- Präsentation des finalen Maßnahmenkataloges und der Detailprojekte
- Abstimmung der Szenarien zur Energieeinsparung und zum Ausbau erneuerbarer Energien
- Abstimmung des Abschlussberichtes und Vorbereitung der Abschlusskonferenz

Abschlusskonferenz

- Öffentliche Vorstellung der Ergebnisse, Projektabschluss und Auftakt für anschließende Umsetzungsprojekte

4 ANALYSE DER ENERGETISCHEN AUSGANGSSITUATION

4.1 Methodik und Datengrundlage

Im Rahmen dieses Energienutzungsplans wird nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Hierbei werden der Energieverbrauch sowie die Energieerzeugung (Strom und Wärme) jeweils nur innerhalb des eigenen Gemeindegebietes betrachtet. Dies bedeutet, dass nur Energieverbräuche innerhalb der Gemeindegrenzen erfasst und bilanziert werden und der Anteil erneuerbarer Energien sich rein aus den Erzeugungsmengen der Anlagen im Gemeindegebiet zusammensetzt.

4.1.1 Definition der Verbrauchergruppen

Die Verbrauchergruppen werden in diesem Energienutzungsplan wie folgt definiert:

Private Haushalte

Die Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ umfasst alle zu Wohnzwecken genutzten Flächen im Betrachtungsgebiet. Dies schließt sowohl Wohnungen in Wohngebäuden, als auch in Nicht-Wohngebäuden (z. B. hauptsächlich gewerblich genutztes Gebäude mit integrierter Wohnung) ein.

Kommunale Liegenschaften

In der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ werden alle Liegenschaften der Kommune, inkl. Straßenbeleuchtung und gemeindeeigene Ver- und Entsorgungseinrichtungen, zusammengefasst. Hierfür konnte auf gebäudescharfe Energieverbrauchsdaten der Marktgemeinde zurückgegriffen werden. Liegenschaften des Landkreises, der Zweckverbände und andere öffentliche Liegenschaften sind in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ enthalten.

Wirtschaft

In der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ werden alle Energieverbraucher zusammengefasst, die nicht in eine der Verbrauchergruppen „Private Haushalte“ oder „Kommunale Liegenschaften“ fallen. Dies sind z.B. Betriebe aus Gewerbe, Handel, Dienstleitung und Industrie. Auch Landwirtschafts- und offiziell als Tourismusbetriebe gemeldete Unternehmen sind dieser Verbrauchergruppe zugeordnet.

Hinweis:

Im Rahmen des Energienutzungsplans wird die Verbrauchergruppe „Verkehr“ nicht betrachtet.

4.1.2 Datengrundlage und Datenquellen

Alle Datenerhebungen, Analysen und Berechnungen im Rahmen des Energienutzungsplanes beziehen sich auf das Bilanzjahr 2014. Für dieses Jahr lag bei Arbeitsaufnahme im Jahr 2015 die letzte vollständige Datenbasis vor. Aufgrund der rollierenden Abrechnung der Energieversorgungsunternehmen (EVU) standen die Daten ab dem Jahr 2016 während der Konzeptbearbeitung nicht mehr vollumfänglich zur Verfügung, weshalb ggf. auch einzelne neuere Datensätze aufgrund der einheitlichen Methodik nicht mehr in den Energienutzungsplan eingeflossen sind. Ab 2016 realisierte Projekte, zum Beispiel beim Ausbau erneuerbarer Energien sind, sofern bekannt, daher bei den ungenutzten Potenzialen berücksichtigt worden.

Hinweis zum Datenschutz:

Die Erstellung eines Energienutzungsplanes setzt zum Teil die Erhebung und Verwendung von Daten voraus, die zumindest mittelbar einen Personenbezug aufweisen können. Auch wenn es sich bei den Daten ausschließlich um energierelevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, wurde bei der Erstellung des Energienutzungsplanes Berchtesgadener Land das Vorgehen sowie die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung der Daten eng mit dem Datenschutzbeauftragten abgestimmt.

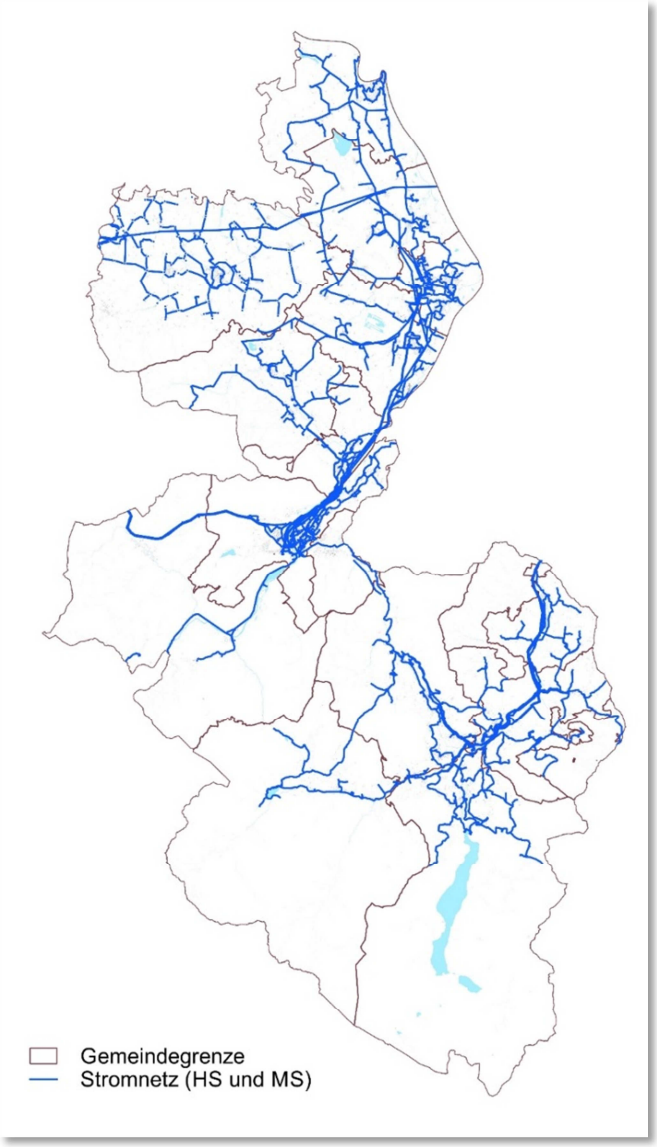
Die Analyse des Energieverbrauchs stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen:

- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas: Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten für das Jahr 2014 und 2015 zur Verfügung gestellt [EVU Strom], [EVU Erdgas].
- Energieabsatzdaten der lokal tätigen Betreiber von Wärmenetzen: Hierfür wurden Absatzdaten und Informationen zur Netzinfrastruktur für das Jahr 2014 zur Verfügung gestellt [Fernwärme].
- Daten der örtlichen Kaminkehrer zu den installierten Wärmeerzeugern (anonymisiert und kumuliert pro Gemeinde): Der Endenergieeinsatz wurde auf Basis der anonymisierten Kaminkehrerdaten [Kaminkehrer] aus der jeweiligen Leistung der installierten Wärmeerzeuger unter Annahme charakteristischer Vollbenutzungsstunden ermittelt. Für die Berechnungen wurden die Vollbenutzungsstunden auf Basis von Erfahrungswerten der IfE GmbH aus umgesetzten Projekten und wissenschaftlich begleiteten Demonstrationsvorhaben angesetzt.
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs aller gemeindeeigenen Liegenschaften mittels Erfassungsbogen
- Gebäudescharfe Erfassung des Energieverbrauchs der größten Wirtschaftsbetriebe mittels Erfassungsbogen
- Datenabfrage der Betreiber von Biogasanlagen und Wasserkraftanlagen mittels standardisierter Fragebögen
- Datenabfrage Solarthermie: Die Gesamtfläche der im Betrachtungsgebiet installierten Solarthermieanlagen wurde mithilfe des Solaratlasses, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“ ermittelt [BAFA Sol]. Die Aufstellung umfasst alle Kollektortypen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren) und Anwendungen (Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung).
- Wärmebereitstellung aus Erdwärme: Die Wärmerzeugung aus oberflächennaher Geothermie (Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung) kann aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht eigens aufgeschlüsselt werden, ist jedoch über den Stromverbrauch zum Antrieb der Wärmepumpen in der Energie- und CO_2-Bilanz enthalten.
- Öffentlich zugängliche statistische Daten (z.B. Statistik Kommunal)
- Geodaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (z.B. 3D-Gebäude- und Geländemodell, Laserscandaten, etc.) zur Simulation des Gebäudekatasters und der solaren Einstrahlung [Geodatenbasis]

4.2 Energieinfrastruktur

Hinweis:
Die abgebildeten Darstellungen der Energieinfrastrukturen (Kapitel 4.2 und 4.5) sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Erstellung des Energienutzungsplanes und dienen als Übersichtsplan zur Erstinformation. Die tatsächliche Lage der Leitungen kann von den Plänen abweichen; neue Leitungen können nach Fertigstellung des Energienutzungsplanes entstanden sein. Die Darstellungen ersetzen daher keine Planauskunft. Diese ist für konkrete Vorhaben stets bei den zuständigen Netzbetreibern einzuholen.

Stromnetz



Das Stromnetz im Markt Berchtesgaden wird von der Bayernwerk AG betrieben. Für das Marktgemeindegebiet liegen vollständige Netzabsatzdaten vor [EVU-Strom]. Abbildung 1 zeigt die Netzinfrastruktur auf Hoch – und Mittelspannungsebene im Landkreis.

Abbildung 1: Netzinfrastruktur Strom (Hoch- und Mittelspannung) im Landkreis Berchtesgadener Land

Gasnetz

Im Bereich Erdgas tritt die Energienetzte Bayern GmbH & Co. KG als Netzbetreiber auf. Abbildung 2 zeigt das Gasnetz im Marktgemeindegebiet mit Transportnetz (Hochdruck) und Ortsnetz (Niederdruck).

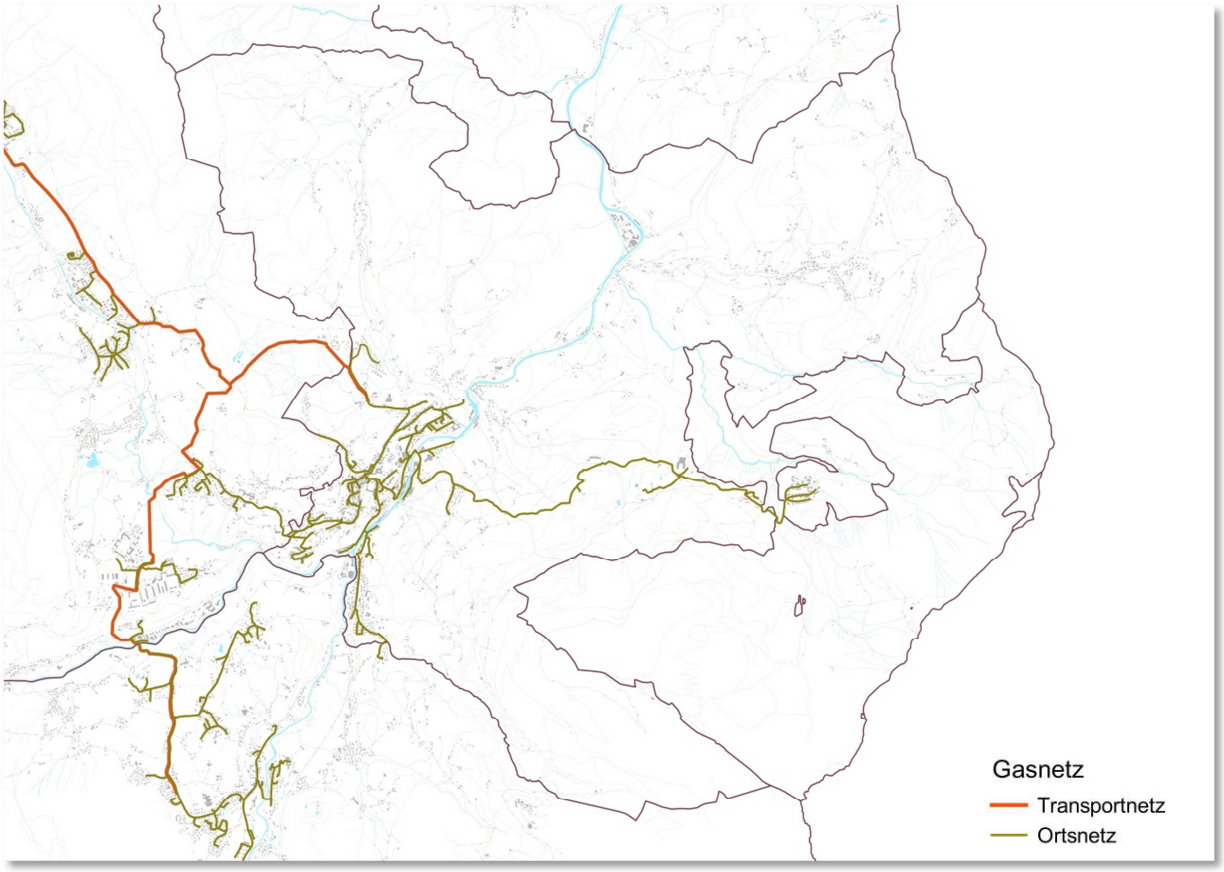


Abbildung 2: Netzinfrastruktur Gas (Transport- und Ortsnetz)

Wärmenetze

Zudem wurden im Marktgemeindegebiet die Wärmenetze als weitere Form der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur erfasst. Die Bioenergie Berchtesgadener Land betreibt in den Kommunen Berchtesgaden, Bischofswiesen und Schönau am Königssee ein Fernwärmenetz mit rund 30 km Trassenlänge. Nähere Informationen zum Fernwärmenetz und den einspeisenden Wärmeerzeugern sind in Kapitel 4.5 beschrieben.

4.3 Gebäudebestand und gebäudescharfes Wärmekataster

Das gebäudescharfe Wärmekataster ist zentraler Bestandteil des Energienutzungsplans und dient als Grundlage für die Erstellung von Energiebilanzen, zur Ermittlung des Potenzials der energetischen Gebäudesanierung, zur Planung von Nah- und Fernwärmeversorgungslösungen sowie zur Berechnung von Potenzialen der erneuerbaren Energieversorgung von Gebäuden (z.B. Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, Photovoltaik).

Tabelle 1: Anzahl der analysierten Gebäude (Grundlage: Digitale Flurkarte) nach Nutzung im Markt Berchtesgaden

Gebäudenutzung	**Anzahl Gebäude**
Nicht-Wohngebäude	729
Wohngebäude	1.636
Gesamt	**2.365**

Um diese Potenziale in einer möglichst hohen Detailschärfe zu berücksichtigen, wurde ein objektscharfes Wärmekataster erstellt. Für jedes Bestandsgebäude im Marktgemeindegebiet wurde hierfür ein Wärmebedarf abgeleitet und dessen Energieeffizienz ausgewiesen. Die verwendete Datengrundlage umfasst

- 3D-Gebäudemodelle des Level of Detail 2 (LoD2) der Bayerischen Vermessungsverwaltung zur Ermittlung von Gebäudebauteilen und Kubatur,
- Informationen zur Gebäudenutzung aus verteilten Datenquellen wie etwa Nutzungsdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung sowie dem Unternehmensregister des Landkreises Berchtesgadener Land,
- Informationen zur Baualtersstruktur des Gebäudebestandes,
- Klimadaten aus einem lokal adaptierten mittleren Testreferenzjahr,
- sowie die Analyse der ortstypischen bauphysikalischen Gebäudestruktur (Erstellung einer ortstypischen Gebäudetypologie).

Abbildung 3 zeigt eine beispielhafte Darstellung des 3D-Gebäudemodells, das flächendeckend für das gesamte Marktgemeindegebiet erstellt wurde. Aus den vorhandenen Informationen wurde für jedes Gebäude ein bauphysikalischer Zustand berechnet und unter Annahme von Nutzungsprofilen für Beheizung und Warmwasserbedarf der Jahresheizbedarf, bezogen auf das lokale Klima, ermittelt. Abbildung 3 zeigt zudem einen exemplarischen Ausschnitt des gebäudescharfen Wärmekatasters. Das flächendeckende Wärmekataster liegt dem Energienutzungsplan bei und kann durch die Kommune über das Landkreis-GIS abgerufen werden.

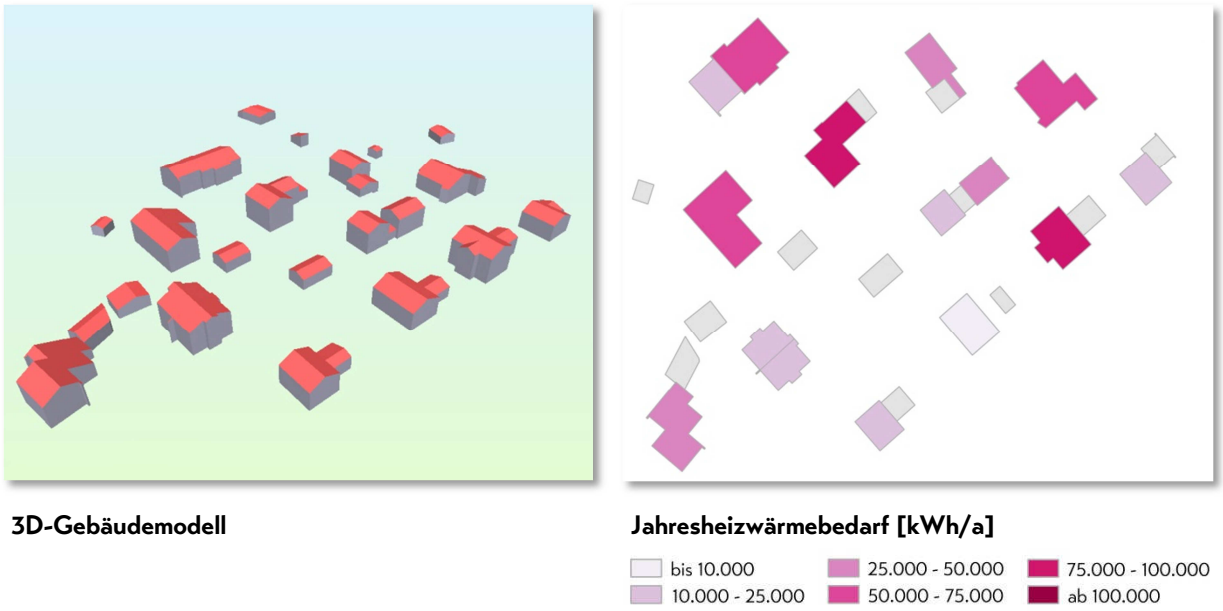


Abbildung 3: 3D-Gebäudemodell (links) und gebäudescharfes Wärmekataster (rechts)

Die Wärmedichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr [MWh/(ha · a)] fasst den Wärmebedarf mehrerer Gebäude zusammen und hebt somit Siedlungsbereiche mit einer hohen Wärmenachfrage hervor. Abbildung 4 zeigt exemplarisch den Raumwärme- und Warmwasserbedarf von Gebäuden als Wärmedichte. Der Prozesswärmebedarf von Unternehmen ist in dieser Darstellung nicht enthalten, die Informationen hierzu sind jedoch im gebäudescharfen Wärmekataster eingearbeitet.

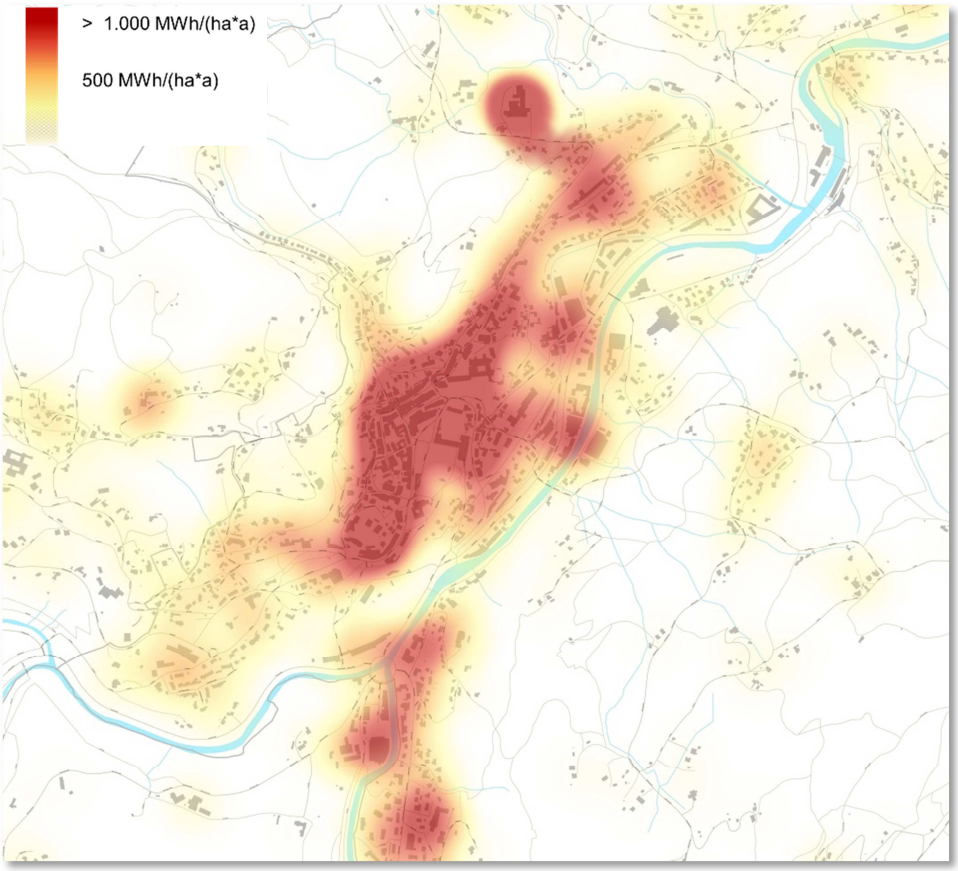
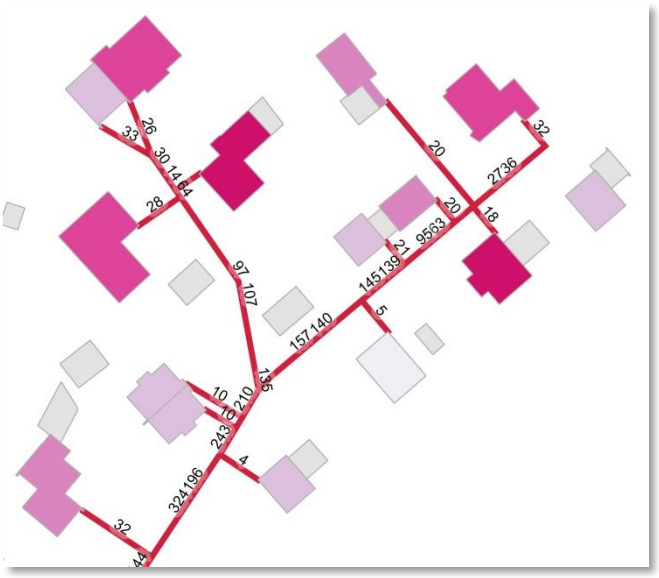


Abbildung 4: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte (Raumwärme- und Warmwasserbedarf, ohne Prozesswärme) auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters

Die Wärmebele-

gungsdichte in Megawattstunden pro Trassenmeter und Jahr [MWh/(trm · a)] ist Maß und Orientierungshilfe zur Bewertung von Wärmenetzinfrastrukturen bezüglich Ausbaupotenzial, respektive Wirtschaftlichkeit. Die Berechnung der Wärmebelegungsdichte erfolgte flächendeckend für alle Straßenzüge im Marktgemeindegebiet auf Grundlage des erstellten, gebäudescharfen Wärmekatasters sowie des aktuellen Straßennetzes.

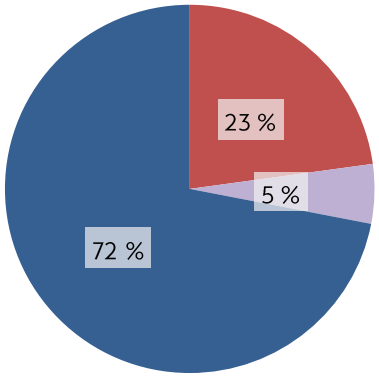


Die Ergebnisse stellen eine detaillierte Planungsgrundlage zur Entwicklung von Nah- und Fernwärmeversorgungsstrategien dar. Durch die im Wärmekataster vorhandene Information zu Sanierungsoptionen können die Ausbaustrategien zugleich auf ihre Zukunftsfähigkeit (verminderte Wärmeabnahme für Raumwärme durch energetische Sanierung) hin geprüft werden.

Abbildung 5: Schematische Darstellung zur Ermittlung der Wärmebelegungsdichte auf (theoretischen) Trassenabschnitten

4.4 Strombedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der Strombedarf ist mit 40.407 MWh pro Jahr deutlich geringer als der Wärmebedarf und hat einen Anteil von rund 25 % am Endenergiebedarf. Zur Ermittlung des Strombedarfes wurden die Daten des tatsächlichen Strombezuges der Endverbraucher aus dem öffentlichen Netz seitens des Netzbetreibers zur Verfügung gestellt [EVU Strom]. Die Aufteilung des Strombedarfes in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass der Sektor „Wirtschaft“ mit 72 % den größten Anteil einnimmt.



Strombezug nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	9.224	23 %
Kommunale Liegenschaften	2.108	5 %
Wirtschaft	29.075	72 %
Gesamt	**40.407**	**100 %**

Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr

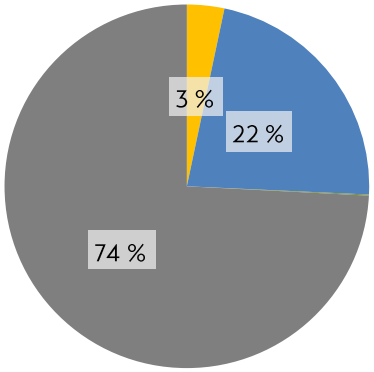
Anschließend wurde der Strombezug den Erzeugungsmengen der jeweiligen Energieträger gegenübergestellt. Hierfür wurden die eingespeisten Strommengen aus Energie-Erzeugungsanlagen im Marktgemeindegebiet genauer analysiert. Zu beachten ist dabei, dass die Eigenstromnutzung aus Erneuerbare-Energien-Anlagen und KWK-Anlagen hierbei nicht im Anteil des jeweiligen Energieträgers enthalten ist,

da hierzu den Netzbetreibern keine vollständigen Daten vorliegen. Stattdessen wird die tatsächlich erzeugte und eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem Strombezug gegenübergestellt.

Die Stromeigennutzung führt in dieser Betrachtung zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. In einer Gemeinde, in der viele Anlagen zur Stromeigennutzung (z.B. Photovoltaik) betrieben werden, ist somit der tatsächliche Stromverbrauch größer als der Strombezug aus dem Netz. Ebenso kann hier von einem höheren Anteil erneuerbarer Energien ausgegangen werden. Die angewandte Bilanzierungsmethodik ist jedoch entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur diese Daten den EVU exakt und vollumfänglich vorliegen.

Hinweis:
Aufgrund der Festlegung auf das Bilanzjahr 2014 wurden die ab dem Jahr 2015 neu errichteten Erneuerbare-Energien- und KWK-Anlagen nicht mehr berücksichtigt.

Abbildung 7 zeigt die bilanzielle Verteilung der Einspeisung erneuerbarer Energien am Gesamtstrombezug. In Summe wurden im Jahr 2014 bilanziell rund 10.433 MWh, entsprechend rund 26 %, aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Den größten Anteil deckt dabei die Wasserkraft ab.



Strombezug u. -Einspeisung	MWh/a	Anteil
Einspeisung erneuerbare Energien	10.433	26 %
Photovoltaik	1.339	3 %
Wasserkraft	9.055	22 %
Biogas	0	0 %
feste / flüssige Biomasse	39	0 %
Windkraft	0	0 %
Stromeinspeisung KWK (fossil)	0	0 %
Restlicher Strommix	29.975	74 %
Gesamt	**40.407**	**100 %**

Abbildung 7: Strombezug und Einspeisung erneuerbarer Energieträge rund KWK in MWh pro Jahr

Nachfolgend ist eine Übersicht der in Berchtesgaden im Jahr 2014 betriebenen Wasserkraftanlagen (Anzahl: 8) dargestellt; Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerke waren nicht vorhanden. Darüber hinaus waren im Jahr 2014 über 170 Photovoltaikanlagen in Berchtesgaden installiert.

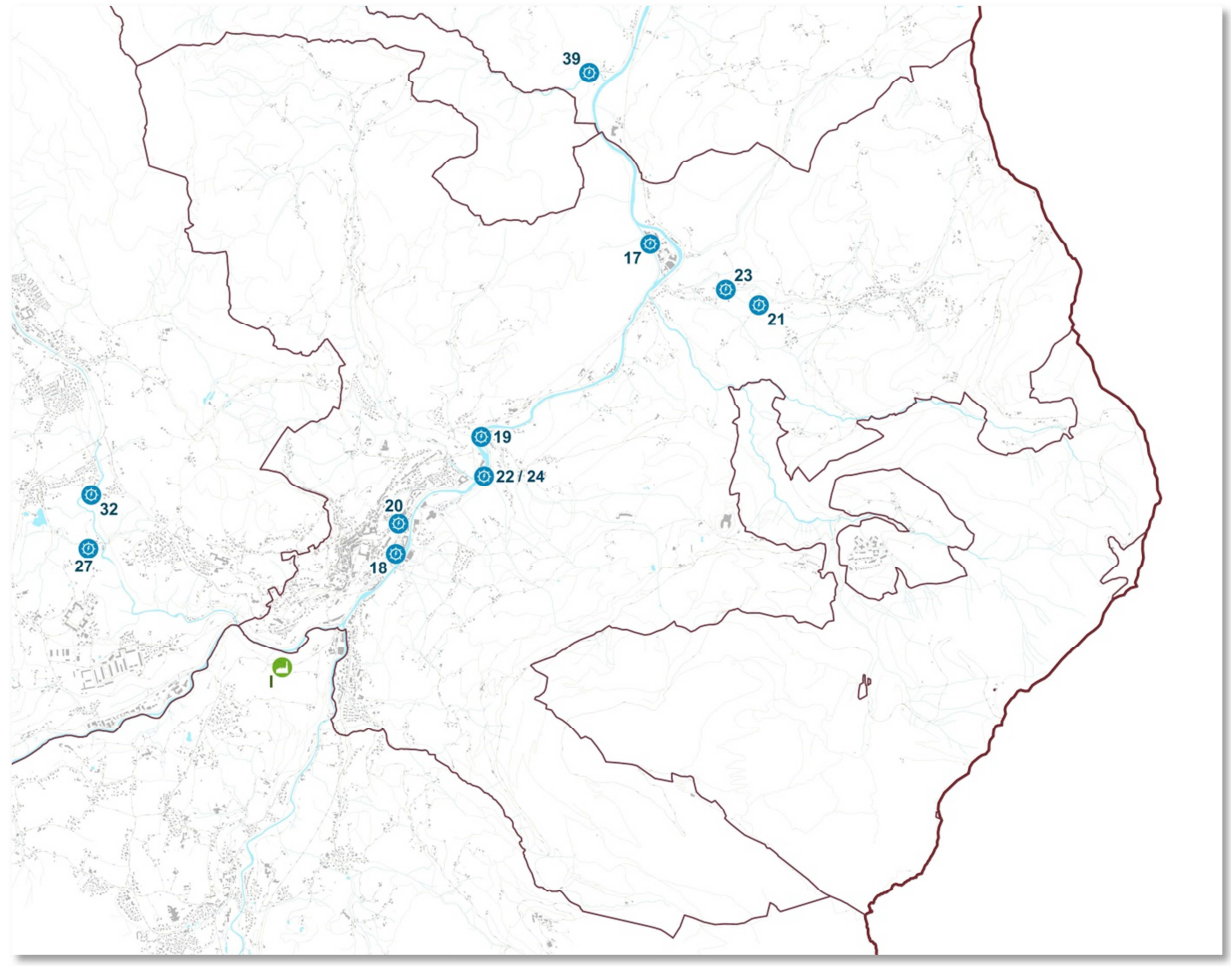


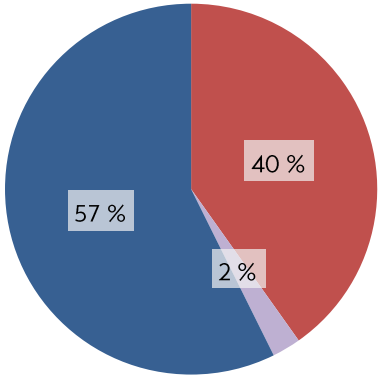
Abbildung 8: Übersicht der installierten Wasserkraftanlagen, Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerke

Wasserkraftanlagen

Nr.	Anlagenbezeichnung	Gewässer	Elektrische Ausbauleistung
17	E-Werk Gartenau	Berchtesgadener Ache	500 bis 999 kW
18	E-Werk Mühlbach 1	Berchtesgadener Mühlbach	50 bis 199 kW
19	Gollenbachmühle	Berchtesgadener Ache	50 bis 199 kW
20	E-Werk Mühlbach 2	Berchtesgadener Mühlbach	50 bis 199 kW
21	Lindenmühle	Kainbach	0 bis 49 kW
22	Obere Kraftstufe Salzbergwerk	Larosbach	200 bis 500 kW
23	E-Werk Maltergraben	Maltergraben	0 bis 49 kW
24	Untere Kraftstufe Salzbergwerk	Larosbach	50 bis 199 kW

4.5 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien

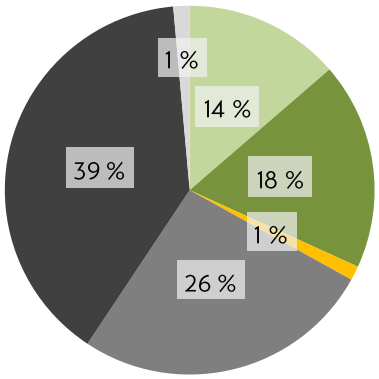
Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 118.850 MWh pro Jahr. In Abbildung 9 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ auf.



Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	47.768	40 %
Kommunale Liegenschaften	2.958	2 %
Wirtschaft	68.122	57 %
Gesamt	**118.848**	**100 %**

Abbildung 9: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr

Analog zum Strombedarf wird ebenfalls der Wärmebedarf den einzelnen Energieträgern zugeteilt (Abbildung 10). In Summe werden für die Wärmebereitstellung rund 39.300 MWh, entsprechend rund 33 %, aus erneuerbaren Energieformen erzeugt. Größter erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich ist mit 18 % die Fernwärme. Darüber hinaus werden rund 14 % des Wärmebedarfs über feste Biomasse gedeckt. Darunter sind Holzeinzelfeuerstätten, Hackschnitzel- und Pelletkessel zusammengefasst. Mit Anteilen von 39 % bzw. 26 % dominieren Heizöl und Erdgas die Wärmebereitstellung.



Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Erneuerbare Energien	39.302	33 %
feste Biomasse	16.212	14 %
Fernwärme (erneuerbar)	21.600	18 %
Solarthermie	1.490	1 %
Fossile Energieträger	79.546	67 %
Erdgas	31.205	26 %
Heizöl	46.645	39 %
Fernwärme (fossil)	0	0 %
Sonstiges	1.696	1 %
Gesamt	**118.848**	**100 %**

Abbildung 10: Wärmeverbrauch und Anteil der Energieträger in MWh pro Jahr

Nah- und Fernwärmeversorgung:

Die Bioenergie Berchtesgadener Land GmbH betreibt in den Kommunen Berchtesgaden, Bischofswiesen und Schönau am Königssee ein Fernwärmenetz mit rund 30 km Trassenlänge und einem Wärmeabsatz in Höhe von rund 50.000 MWh pro Jahr. Die Wärmeerzeugung in der Heizzentrale in Schönau am Königssee erfolgt über eine Hackschnitzel-ORC-Anlage, einen Hackschnitzelkessel und Spitzenlastkessel. Vom gesamten Wärmeabsatz in Höhe von 50.000 MWh pro Jahr liefert die regenerative Hackschnitzel-ORC Anlage und der Hackschnitzelkessel mit rund 45.000 MWh pro Jahr einen Anteil von 90 %. Der produzierte Strom der ORC-Anlage (rund 7.000 MWh/a) wird in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Durch den hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen aus der Region trägt die Fernwärmeversorgung zu einer erheblichen Verbesserung der Ökobilanz bei.

Im Markt Berchtesgaden beläuft sich der Fernwärmeabsatz im Jahr 2014 auf rund 21.600 MWh. Nachfolgend ist eine Übersicht der Fernwärmeversorgung im Ist-Zustand dargestellt.

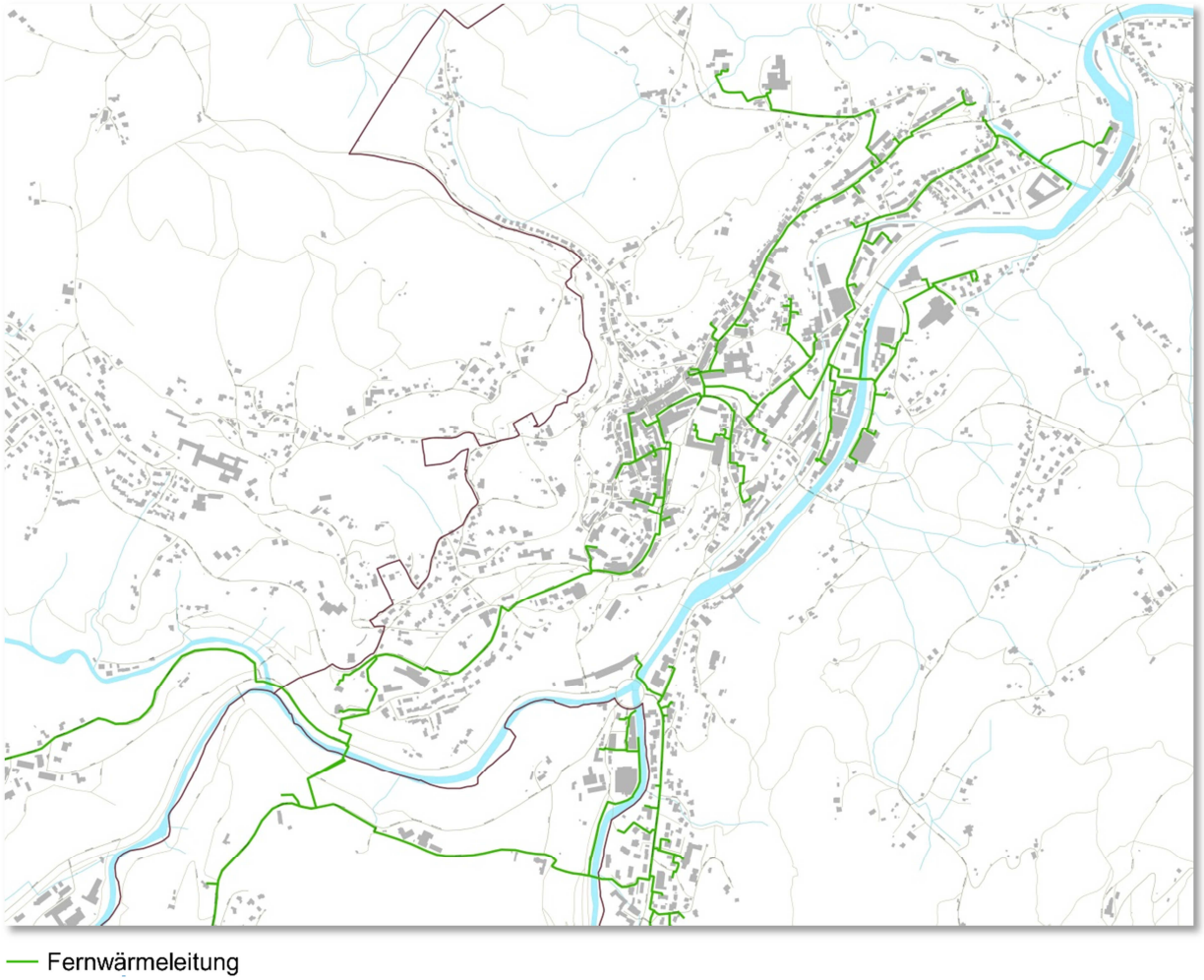


Abbildung 11: Fernwärmeversorgung der Bioenergie Berchtesgadener Land im Marktgemeindegebiet Berchtesgaden (Stand 2014)

4.6 CO_2- Bilanz

Auf Basis des ermittelten Strom- und Wärmebedarfes sowie der Anteile der jeweiligen Energieträger am Endenergiebedarf wird eine Treibhausgasbilanz erstellt. Dabei wird für jeden Energieträger ein spezifischer CO_2-Emissionsfaktor ermittelt, das sogenannte CO_2-Äquivalent. Neben den direkten Emissionen (z. B. aus der Verbrennung von Erdgas) werden mit dieser Methodik auch die Prozesse der vorgelagerten Bereitstellungskette berücksichtigt (Gewinnung und Transport des Energieträgers). Im CO_2-Äquivalent sind also alle klimarelevanten Emissionen enthalten, die für die Bereitstellung und Nutzung eines Energieträgers anfallen.

Die verwendeten CO_2-Äquivalente wurden mit Hilfe des Lebenszyklus- und Stoffstromanalyse-Modells GEMIS[1] ermittelt und sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die absoluten CO_2-Emissionen für die einzelnen Energieträger ergeben sich dann aus der eingesetzten Energiemenge multipliziert mit dem jeweiligen CO_2-Äquivalent. Für die Erzeugung elektrischer Energie innerhalb des Betrachtungsgebiets (z. B. aus Erneuerbaren Energien) wird eine CO_2-Gutschrift in Höhe des CO_2-Äquivalents für den deutschen Strommix auf Verteilnetzebene angesetzt. Dahinter steht die Annahme, dass diese Strommenge in gleicher Höhe (konventionelle) Erzeugungskapazitäten aus dem deutschen Kraftwerkspark verdrängt.

Tabelle 2: Die CO_2-Äquivalente der jeweiligen Energieträger (Berücksichtigung der gesamten Prozesskette)

Energieträger	Emissionsfaktor [g/kWh]
Strom	624,5
Erdgas	240,5
Flüssiggas	260,6
Heizöl EL	313,1
Braunkohle	451,8
Biogas	92,4
Biomethan	113,3
Holzpellets	17,6
Hackschnitzel	14,2
Scheitholz	11,4

Ergebnis:

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch und der Stromeinspeisung erneuerbarer Energien und KWK resultiert ein Ausstoß von rund 42.500 Tonnen CO_2 pro Jahr. Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß klimawirksamer Gase von rund 5,5 Tonnen CO_2 pro Einwohner; der Mittelwert im Landkreis Berchtesgadener Land liegt bei 4,8 Tonnen.

Hinweis:

In der CO_2-Bilanz ist der CO_2-Ausstoß im Bereich Verkehr nicht berücksichtigt.

[1] GEMIS, Version 4.9

5 POTENZIALANALYSE

Basis für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse ist zunächst die Festlegung auf einen Potenzialbegriff. Hierfür wird der gleiche Ansatz wie im Klimaschutzkonzept aus dem Jahr 2013 angewandt [IKK BGL 2013]. Die nachfolgenden Potenzialbegriffe sind dem Klimaschutzkonzept entnommen:

Theoretisches Potenzial

Das theoretische Potenzial ist als das physikalisch vorhandene Energieangebot einer bestimmten Region in einem bestimmten Zeitraum definiert [deENet, 2010]. Das theoretische Potenzial ist demnach z. B. die Sonneneinstrahlung innerhalb eines Jahres, die nachwachsende Biomasse einer bestimmten Fläche in einem Jahr oder die kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf. Dieses Potenzial kann als eine physikalisch abgeleitete Obergrenze aufgefasst werden, da aufgrund verschiedener Restriktionen in der Regel nur ein deutlich geringerer Teil nutzbar ist.

Technisches Potenzial

Das technische Potenzial umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter den gegebenen Energieumwandlungstechnologien und unter Beachtung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen erschlossen werden kann. Im Gegensatz zum theoretischen Potenzial ist das technische Potenzial veränderlich (z. B. durch Neu- und Weiterentwicklungen) und vom aktuellen Stand der Technik abhängig [deENet, 2010].

Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen interessant ist [deENet, 2010].

Erschließbares Potenzial

Bei der Ermittlung des erschließbaren Potenzials werden neben den wirtschaftlichen Aspekten auch ökologische Aspekte, Akzeptanzfragen und institutionelle Fragestellungen berücksichtigt. Demnach werden sowohl mittelfristig gültige wirtschaftliche Aspekte als auch gesellschaftliche und ökologische Aspekte bei der Potenzialerfassung herangezogen.

Im Energienutzungsplan verwendete Methodik

Der vorliegende Energienutzungsplan orientiert sich bei der Potenzialbetrachtung am **erschließbaren Potenzial**. Dabei wird zwischen bereits genutztem und noch ungenutztem Potenzial differenziert. Das genutzte Potenzial verdeutlicht, welchen Beitrag die bereits in Nutzung befindlichen erneuerbaren Energieträger liefern. Das noch ungenutzte Potenzial (Ausbaupotenzial) zeigt, welchen zusätzlichen Beitrag erneuerbare Energiequellen leisten können.

Der angenommene Betrachtungszeitraum zur Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz erstreckt sich bis zum Zieljahr 2030. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich stets auf den Endzustand im Jahr 2030 (Ausbauziel) im Vergleich zum Ausgangszustand im Bilanzjahr 2014. Als Normierungsbasis dient der Zeitraum eines Jahres, d. h. alle Ergebnisse sind als Jahreswerte nach Umsetzung der Ausbauziele angegeben (z. B. jährlicher Energieverbrauch in MWh/a und jährliche CO_2-Emissionen in t/a).

5.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

In Tabelle 3 ist eine zusammenfassende Übersicht der Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen bis zum Jahr 2030 dargestellt. Die Einsparpotenziale beziehen sich hierbei auf die aktuelle Gebäudestruktur mit ihrer aktuellen „Nutzung und Bewirtschaftung" (keine Berücksichtigung von z.B. Neubaugebieten oder geänderter Produktion in Unternehmen). Die Erläuterungen zu den Energieeinsparpotenzialen sind in den nachfolgenden Kapiteln näher ausgeführt.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen

		Jahr 2014 [MWh/a]	**Maßnahme**	**Einsparpotential** [%]	[MWh/a]	**Jahr 2030** [MWh/a]
Private Haushalte	Wärmeverbrauch	47.768	Wärmedämmmaßnahmen bei einer Sanierungsrate von 2 % p.a. auf EnEV 2016 Optimierung der Anlagentechnik	22 %	10.270	37.498
	Strombezug	9.224	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	1.937	7.287
Kommunale Liegenschaften	Wärmeverbrauch	2.958	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	621	2.337
	Strombezug	2.108	Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED Übriger Strombezug: Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	29 %	621	1.487
Wirtschaft	Wärmeverbrauch	68.122	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	14.306	53.816
	Strombezug	29.075	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	6.106	22.970
Summe		**159.255**		**21 %**	**33.861**	**125.394**

5.1.1 Private Haushalte

5.1.1.1 Wärme

Das gebäudescharfe Wärmekataster erlaubt Aussagen zur Energieeffizienz von Bestandsgebäuden zu treffen. Daraus lässt sich ein rechnerisches Energieeinsparpotenzial durch Gebäudesanierung für jedes Gebäude und in Summe für die Marktgemeinde ableiten. Abbildung 12 zeigt die Einteilung des Wohngebäudebestands im Markt Berchtesgaden in Energieeffizienzklassen in Anlehnung an den Gebäude-Energieausweis.

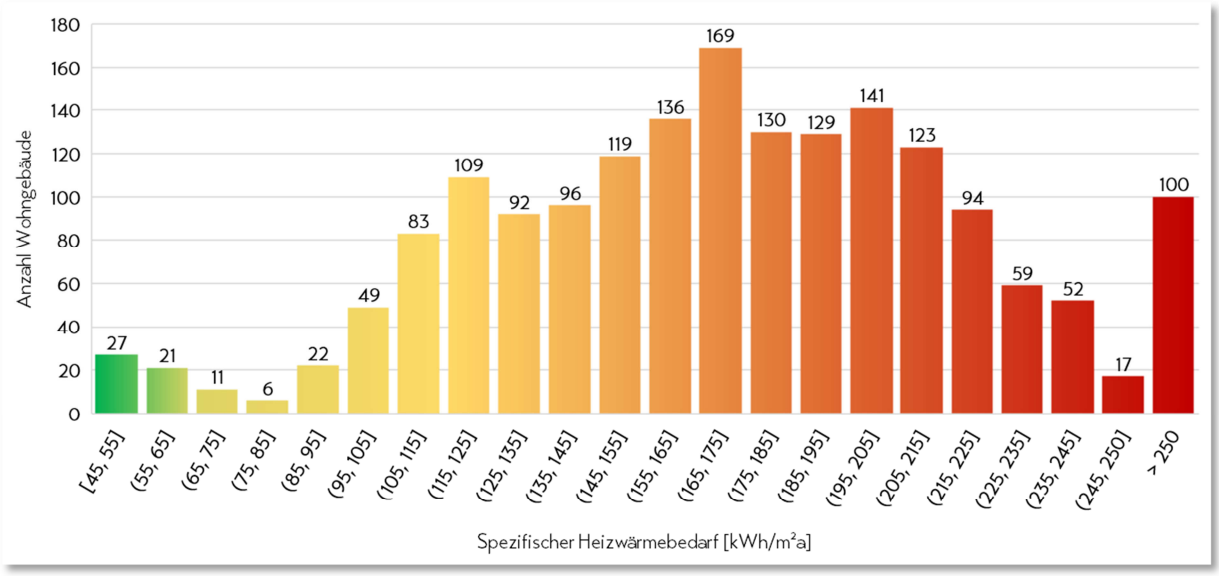


Abbildung 12: Energieeffizienz des Gebäudebestandes in Berchtesgaden

Ausgehend von der Energieeffizienz der Bestandsgebäude in der Kommune wurde das energetische Einsparpotenzial durch Gebäudesanierung gebäudescharf berechnet. Zur Abschätzung dieses Potenzials wurden folgende Annahmen getroffen:

- Eine Sanierungsquote von 2 % pro Jahr bezogen auf die Objektanzahl
- Es werden jeweils die ineffizientesten Gebäude bevorzugt energetisch saniert.
- Die Sanierung erfüllt die regulatorischen Mindestanforderungen nach EnEV 2016.
- Denkmalgeschützte Gebäude werden nicht mit einbezogen.

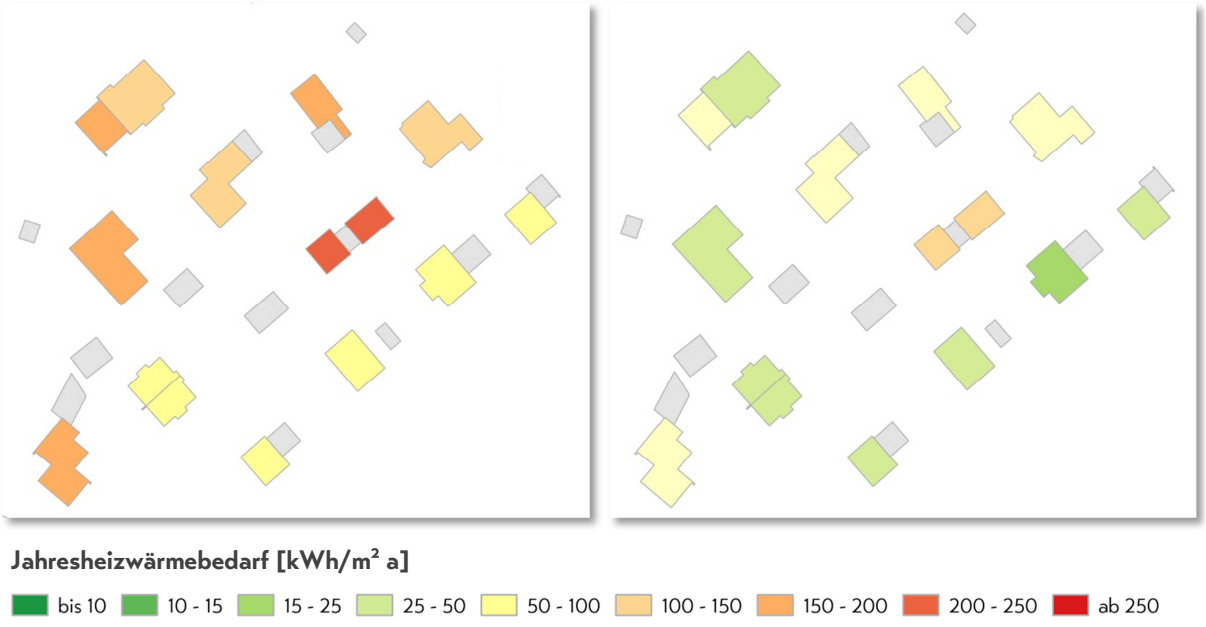


Abbildung 13: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ist-Zustand (links) und der Sanierungspotenziale (rechts) im Wohngebäudebestand

In Abbildung 13 ist das gebäudescharfe Sanierungspotenzial exemplarisch abgebildet. Ausgehend vom spezifischen Heizwärmebedarf im Ist-Zustand (links), wird der energetische Zustand berechnet, der durch Sanierung des Gebäudes nach den Anforderungen der EnEV 2016 erreicht werden kann (rechts).

Ergebnis:

Als Resultat können unter den oben genannten Prämissen bis 2030 etwa 22 % des Heizwärmebedarfs eingespart werden, was einer Reduktion von derzeit rund 47.800 MWh/a auf 37.500 MWh/a entspricht. Um dieses Potenzial auszuschöpfen bedarf es einer umfassenden energetischen Sanierung von rund 640 Wohngebäuden in der Marktgemeinde bis 2030. In Abbildung 14 sind die jährlich zu sanierenden Gebäude (Säulendiagramm) mit der daraus resultierenden Reduktion des Wärmebedarfs im zeitlichen Verlauf grafisch dargestellt.

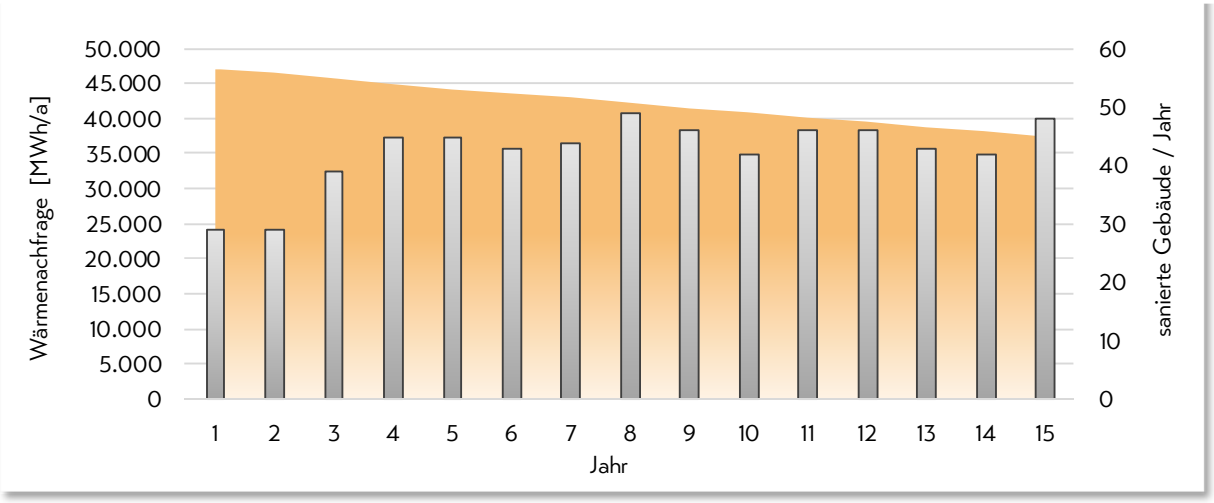


Abbildung 14: Sanierungspotenzial Wohngebäude

5.1.1.2 Strom

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO_2-Ausstoßes bei. Die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe Private Haushalte erfolgt in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand bis zum Zieljahr 2030 jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können. In Summe kann der Stromverbrauch in Berchtesgaden in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ bis zum Jahr 2030 von derzeit 9.200 MWh pro Jahr um 21 % gesenkt werden.

Hinweis:

Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauches und durch Austausch / Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Die weitere Entwicklung neuer stromverbrauchender Anwendungsbereiche kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden.

5.1.2 Kommunale Liegenschaften

Aus Sicht des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu [BAFA Eff]. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Mitwirken bei der Reduktion der CO_2-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei in mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Selbstverpflichtung aus Überzeugung von der Notwendigkeit des Handelns
- Vorbildfunktion für alle Bürgerinnen und Bürger
- Wirtschaftliche Motivation

In Abstimmung mit den beteiligten Akteuren erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe Kommunale Liegenschaften in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand bis zum Zieljahr 2030 jährlich:

- 1,5 % des Strombedarfs und
- 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

eingespart werden können. Konkrete Projektideen zur Erreichung dieser Zielvorgabe wurden im Rahmen der drei Regionalkonferenzen ausgearbeitet und sind im Maßnahmenkatalog (Kapitel 7) dargestellt.

Ergänzend wurde das Energieeinsparpotenzial der Straßenbeleuchtung bei vollständiger Umrüstung auf LED bis zum Jahr 2030 separat berechnet. Hierfür konnte auf Daten des Stromnetzbetreibers zurückgegriffen werden. Während der Konzepterstellung waren rund 49 % aller installierten Leuchten sogenannte Natriumdampf-Leuchten (gelbes Licht), die gegenüber den Quecksilberdampf-Leuchten (Anteil: 38 %) eine höhere Energieeffizienz aufweisen. Die höchste Energieeffizienz haben LED-Leuchten, die rund 3 % der Straßenbeleuchtung in der Marktgemeinde ausmachen. Durch die komplette Umrüstung der Straßenbeleuchtung im Markt Berchtesgaden auf LED-Technik kann der Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung um rund 62 % gesenkt werden.

Tabelle 4: Übersicht der installierten Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand

Beleuchtungstechnik	Anzahl Leuchten
HME (Quecksilberdampf)	381
NAV (Natriumdampf)	489
LS (Leuchtstoffröhre)	29
LED (Leuchtdiode)	34
Sonstige	60
Summe	**993**

Ergebnis:

In Summe können bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften (inklusive Straßenbeleuchtung) der Stromverbrauch von derzeit 2.100 MWh/a um insgesamt 29 % und der Wärmebedarf von 2.960 MWh/a um insgesamt 21 % gesenkt werden.

5.1.3 Wirtschaft

Die Potenzialabschätzung im Sektor Wirtschaft ist grundsätzlich mit Unsicherheiten behaftet. Für die Einsparpotenziale zur Reduktion der Raumwärme wurden analog zu den Wohngebäuden auch für gewerblich genutzte Gebäude Sanierungsvarianten gebäudescharf ausgewiesen. Da gewerblich genutzte Gebäude je nach Betrieb und Branche sehr unterschiedlichen Nutzungen unterliegen, kann eine genaue Analyse der Energieeinsparpotenziale nur durch eine ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe sowie der damit verbundenen umfangreichen Datenerhebungen erfolgen. In Abstimmung mit den kommunalen Akteuren erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe Wirtschaft daher in Anlehnung an die EU-Energie-Effizienzrichtlinie [EED]. Es wird angenommen, dass bezogen auf den Ist-Zustand bis zum Zieljahr 2030 jährlich

- 1,5 % des Strombedarfs und
- 1,5 % des thermischen Endenergiebedarfs

eingespart werden können.

Dies bedeutet, dass der Strombedarf im Sektor Wirtschaft von aktuell 29.075 MWh/a und der Wärmebedarf in Höhe von 68.122 MWh/a um jeweils insgesamt 21 % gesenkt werden können.

5.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

In Abbildung 15 und Abbildung 16 ist eine Zusammenfassung der genutzten Potenziale und der Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 zur Strom- und Wärmeerzeugung im Markt Berchtesgaden dargestellt. Das Ausbaupotenzial (Szenario 1) enthält die ermittelten, bis 2030 erschließbaren Potenziale erneuerbarer Energieträger. Die Energieträger Wind- und Wasserkraft enthalten zusätzliche Potenziale (Szenario 2), deren Erschließung bis 2030 entweder derzeit noch nicht ausreichend abschätzbar ist oder nur unter veränderten Rahmenbedingungen (z.B. rechtlich, politisch, wirtschaftlich) realistisch ist.

Im Markt Berchtesgaden bestehen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien insbesondere bei der Wasserkraftnutzung, der Solarenergienutzung durch Photovoltaik und Solarthermie und dem Ausbau von Fernwärme auf Basis regenerativer Energien. Weitere Potenziale zur Wasserkraft- und Windkraftnutzung gemäß Szenario 2 wurden im Markt Berchtesgaden nicht identifiziert (siehe auch Kap. 6.1). Die Erläuterungen zu den Potenzialen der einzelnen Energieträger sind in den nachfolgenden Kapiteln näher ausgeführt.

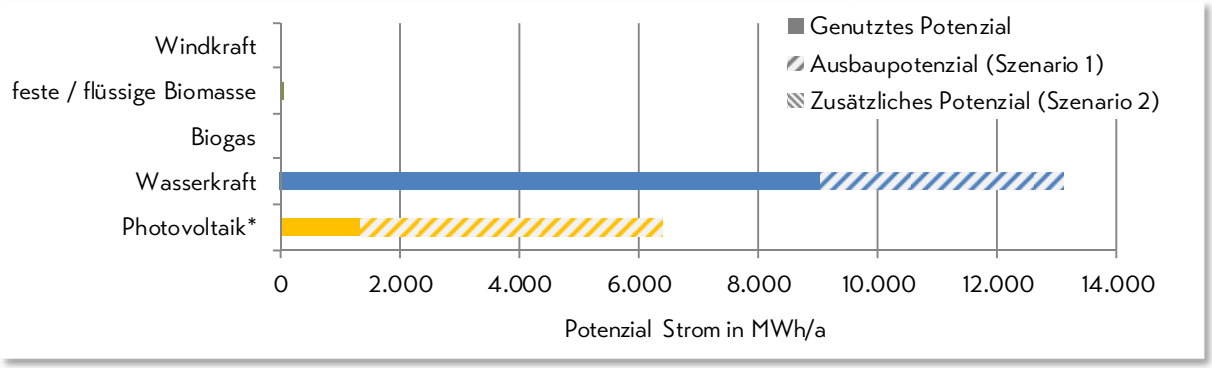


Abbildung 15: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung

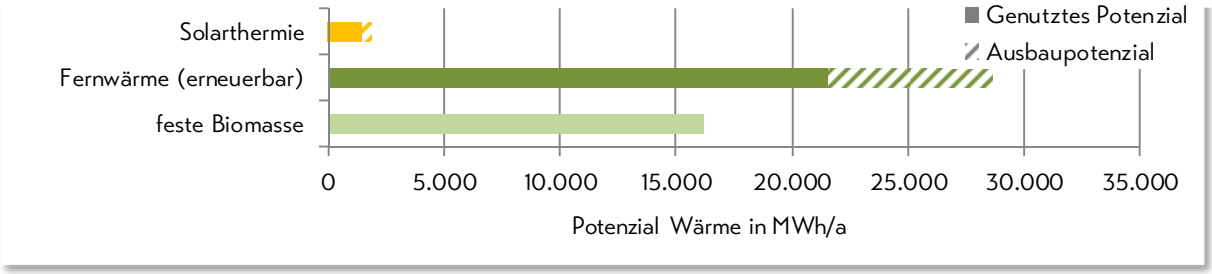


Abbildung 16: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung

5.2.1 Solarthermie und Photovoltaik

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiepotenziale auf Dachflächen wurden das 3D-Gebäudemodell (LoD2) und das digitale Oberflächenmodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung verwendet. Für jede Dachfläche, die im 3D-Gebäudemodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung abgebildet ist, wurde die Jahresglobalstrahlung (Summe der Sonneneinstrahlung monatsweise und über ein Jahr) unter Verwendung meteorologischer Zeitreihen (mittleres Jahr) simuliert. Über das digitale Oberflächenmodell sind die Fernverschattung (durch umgebende Topographie wie etwa Berge) sowie die Nahverschattung (etwa durch Gebäude oder Vegetation in direktem Umfeld) bei der Berechnung berücksichtigt.

Für jede Dachfläche im Landkreis wurden auf Grundlage der Einstrahlungssimulation jene Teile von Dachflächen, deren Jahresglobalstrahlung 800 kWh/m²a überschreiten und die bezogen auf Fläche und Form zur Installation von Solarthermie- oder Photovoltaikmodulen geeignet sind, identifiziert und automatisiert mit Modulen bestückt. Nicht berücksichtigt wurden kleine Dachaufbauten, Dachfenster, statische Gegebenheiten, etc., die einer Installation von Solaranlagen entgegenstehen könnten, da hierzu keine Daten verfügbar waren.

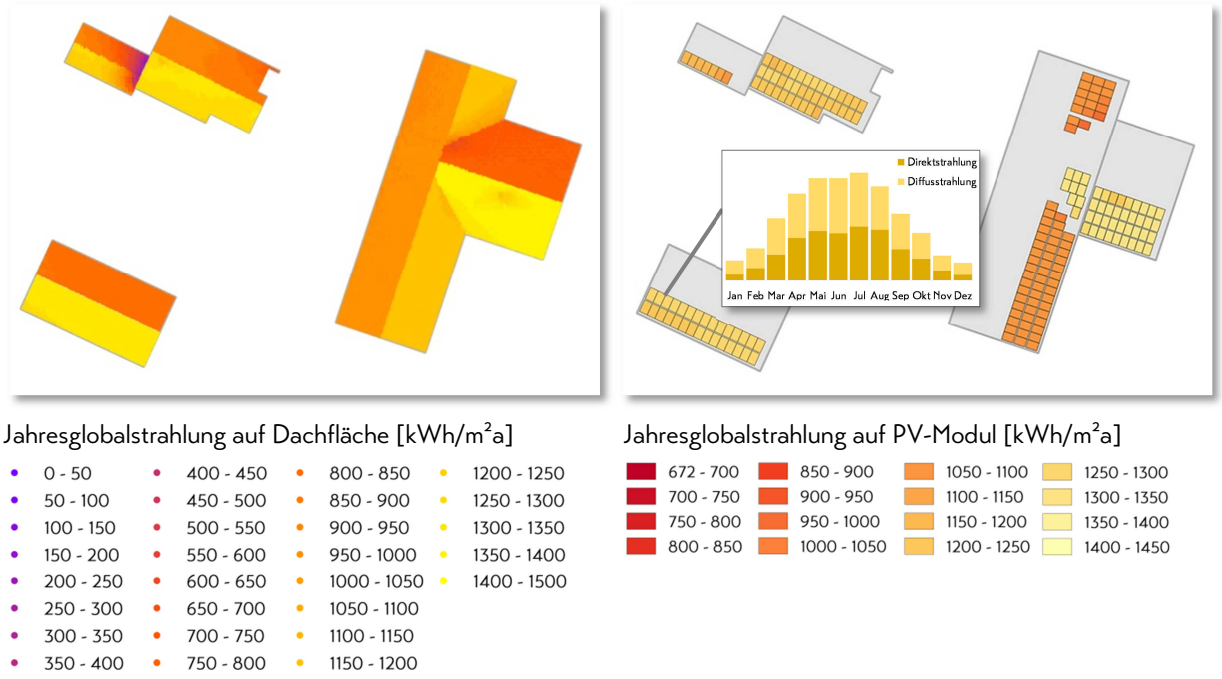


Abbildung 17: Simulation der solaren Einstrahlung auf Dachflächen (links) und Ergebnis der technischen Potenzialanalyse für Photovoltaikmodule mit monatlicher Auflösung von Direkt- und Diffusstrahlung (rechts)

Ergebnis der Analysen bildet die räumliche und zeitliche (monatliche) Verteilung von Direkt- und Diffusstrahlung auf jeder Dachfläche im Landkreis Berchtesgadener Land. Weiterhin wurde ein maximales technisches Potenzial in Form von Modulflächen und entsprechender Erträge für Solarthermie und Photovoltaik ausgewiesen. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse können als erste Potenzialabschätzung für die Projektentwicklung von Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung sowie von Photovoltaikanlagen dienen. Wesentlichen Aspekt bildet hier die Motivation, Information und Beratung von Bürgern, Unternehmen und weiteren Akteuren, um den Ausbau der Solarenergie voranzutreiben.

5.2.1.1 Solarthermie auf Dachflächen

Zur Bestimmung des Solarthermiepotenzials wurden nur jene Gebäude herangezogen, die nach dem Wärmekataster einen Wärmebedarf (für Raumwärme und/oder Warmwasser) aufweisen. Die Wärmenachfrage jedes Gebäudes wurde mit dem verfügbaren Potenzial auf dessen Dachfläche abgeglichen. Somit konnten Deckungspotenziale für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung gebäudescharf ausgewiesen werden.

Das Ausbaupotenzial für Solarthermie auf Dachflächen beträgt in Summe für den Markt Berchtesgaden rund 430 MWh/a. Die Solarthermienutzung kann dadurch um knapp 30 % gesteigert werden.

Solarthermie	**MWh/a**
Genutztes Potenzial	1.490
Ausbaupotenzial	432
Gesamtpotenzial	**1.922**

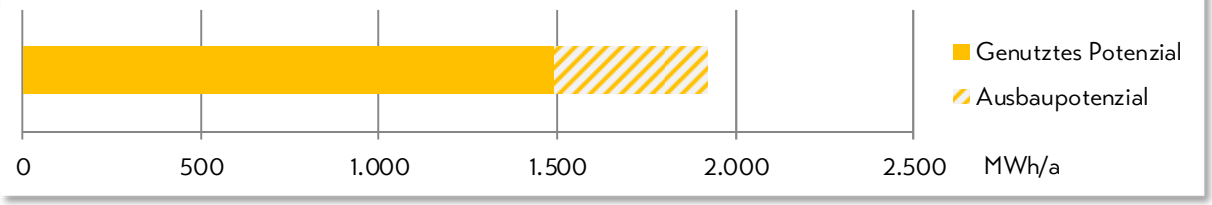


Abbildung 18: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Solarthermie

5.2.1.2 Photovoltaik auf Dachflächen

Das Potenzial für Photovoltaik wurde unter den Randbedingungen ermittelt, dass die Größe von Anlagen auf einem Gebäude mindestens 1 kWp beträgt und die Module einen Mindestertrag von 850 kWh/kWp liefern.

Bei der Analyse des Photovoltaikpotenzials wurde ebenfalls berücksichtigt, dass Solarthermie zur Brauchwarmwasserbereitung auf Wohngebäuden vorrangig genutzt wird und sich dadurch die nutzbare Dachfläche für Photovoltaik reduziert. Das bis 2030 erschließbare Gesamtpotenzial in Höhe von rund 6.400 MWh/a entspricht der Nutzung von 35 % aller Dachflächen in der Marktgemeinde, die unter den oben genannten Rahmenbedingungen als geeignet identifiziert wurden. Nach Abstimmung mit den regionalen Akteuren wurden keine weiteren Freiflächen-Photovoltaikanlagen im Ausbaupotenzial berücksichtigt.

Photovoltaik	**MWh/a**
Genutztes Potenzial	1.339
Ausbaupotenzial	5.055
Gesamtpotenzial	**6.393**

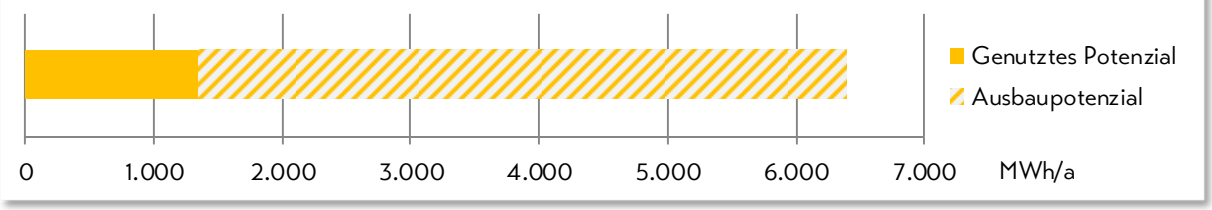


Abbildung 19: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Photovoltaik

5.2.2 Oberflächennahe Geothermie

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme in der obersten Erdschicht. Durch Sonden oder Erdwärmekollektoren wird dem Erdreich Wärme auf niedrigem Temperaturniveau entzogen und diese Wärme mithilfe von Wärmepumpen und dem Einsatz elektrischer Energie auf eine für die Beheizung von Gebäuden nutzbare Temperatur angehoben. Zur Ermittlung der Potenziale oberflächennaher Geothermie wurde auf hydrogeologische Daten des Geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen. In Abbildung 20 ist die Standorteignung (links) sowie die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs bis 100 Meter Tiefe (rechts) im Marktgemeindegebiet dargestellt.

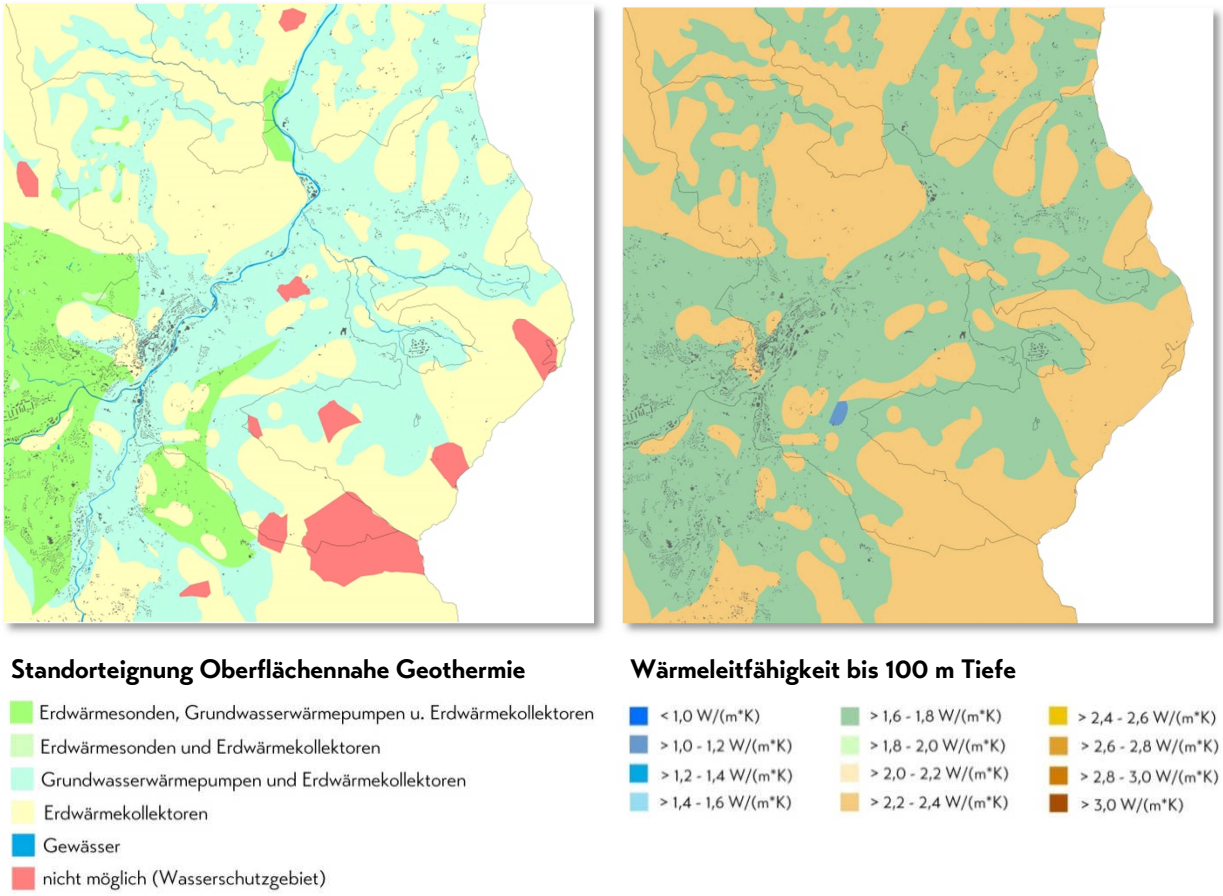


Abbildung 20: Standortpotenzial oberflächennahe Geothermie: Standorteignung (links) und Wärmeleitfähigkeit bis 100 m Tiefe (rechts) [Quelle: LfU Bayern]

Die Potenziale wurden flurstückscharf erhoben. Hierzu wurden zunächst die prinzipielle Flächenverfügbarkeit zur Einbringung von Erdwärmekollektoren bzw. Erdwärmesonden auf dem jeweiligen Flurstück untersucht sowie die bohrrechtlichen Rahmenbedingungen geprüft. Anschließend wurde die theoretisch nutzbare Wärme des Flurstücks berechnet und mit dem Wärmebedarf der Gebäude (Wärmekataster, vgl. Kap. 4.3) in Bezug gesetzt. Hierbei wurden zwei mögliche Technologien zur Erdwärmenutzung betrachtet: Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren in Verbindung mit Wärmepumpentechnologie (siehe Abbildung 21).

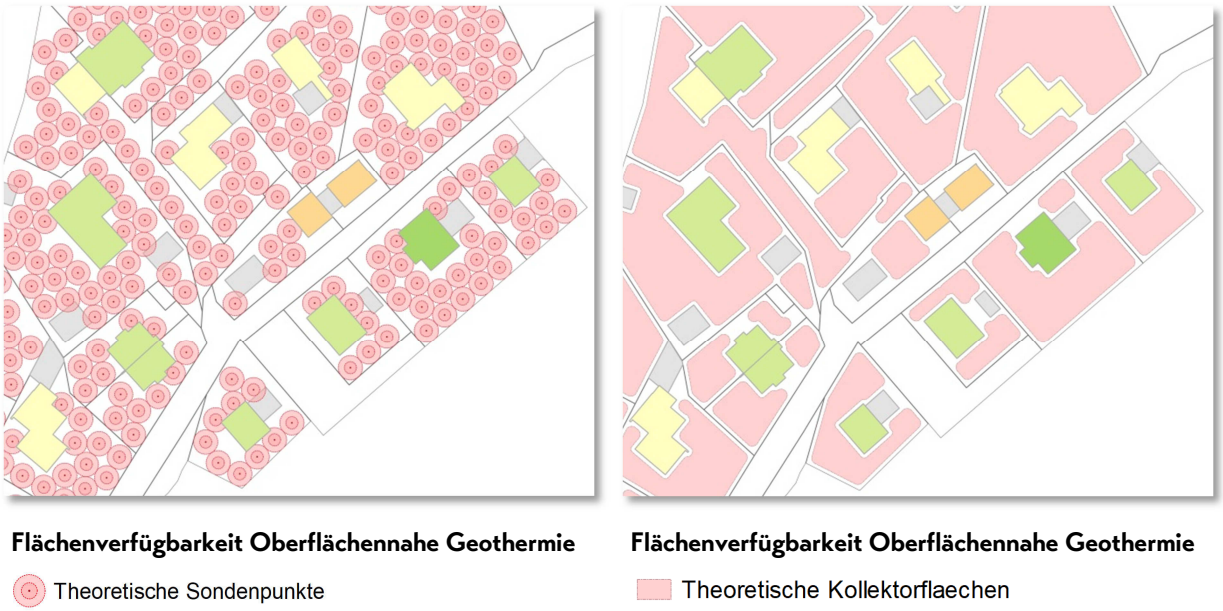


Abbildung 21: Beispielhafte Darstellung der Analyseergebnisse zur theoretischen Flächenverfügbarkeit für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

Neben der hydrologischen Eignung und den bohrrechtlichen Rahmenbedingungen sind jedoch der energetische Zustand des Gebäudes sowie das im Gebäude zum Einsatz kommende Wärmeabgabesystem (z.B. Fußbodenheizung) ausschlaggebend für die Nutzung oberflächennaher Geothermie. Abbildung 22 verdeutlicht, dass bei steigendem energetischem Sanierungsniveau der Bestandsgebäude auch prinzipiell mehr Gebäude in Berchtesgaden für den Einsatz von oberflächennaher Geothermie in Frage kommen.

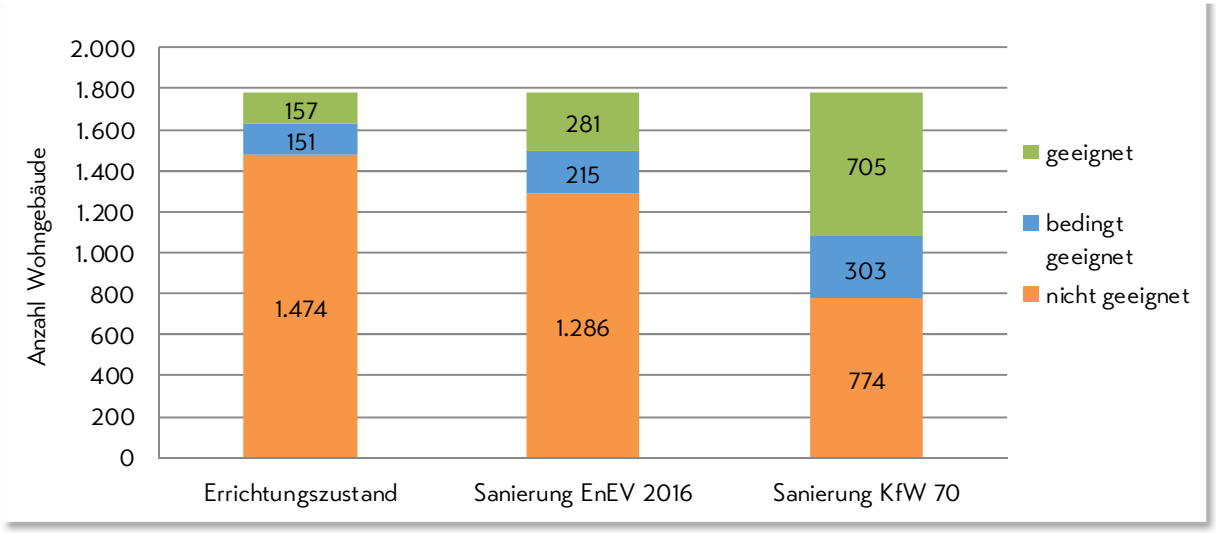


Abbildung 22: Versorgungspotenzial durch Erdwärmesonden im Markt Berchtesgaden

Auf die Ausweisung bzw. Quantifizierung eines Gesamtausbaupotenzials für die Kommune wurde bewusst verzichtet, da für den Einsatz oberflächennaher Geothermie immer eine Einzelfallprüfung auf Basis der tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort (z.B. Art der Wärmeübertragung, benötigte Vorlauftemperaturen, etc.) notwendig ist. Der Einsatz von Wärmepumpen (insbesondere in Neubauten und generalsanierten Gebäuden mit niedrigen Vorlauftemperaturen) kann einen Beitrag zur Senkung der CO_2-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromeinsatz weitestgehend aus regenerativen Energieformen erfolgt. Durch die im Energienutzungsplan erfolgte Ausarbeitung der gebäude-

scharfen Potenzialanalyse können sich interessierte Bürger (z.B. im Rahmen einer Energie-Erstberatung) vorab informieren, ob an Ihrem Standort aktuell bzw. nach angedachten Sanierungsmaßnahmen eine Nutzung oberflächennaher Geothermie sinnvoll erscheint.

5.2.3 Tiefengeothermie

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme auf hohem Temperaturniveau in mehreren Tausend Metern Tiefe. Aufgrund der geologischen Verhältnisse ist im Landkreis Berchtesgadener Land die Nutzung von Tiefengeothermie theoretisch nur in Teilgebieten der Stadt Laufen und des Marktes Teisendorf denkbar. Aufgrund der Komplexität der Thematik wurden nähere Betrachtungen sowie eine Quantifizierung des Potenzials nicht vorgenommen.

5.2.4 Wasserkraft

Zur Analyse der Ausbaupotenziale im Bereich der Wasserkraft wurde zunächst, um ein möglichst genaues Bild der Wasserkraftanlagen im Landkreis zu erhalten, die Betreiber von Wasserkraftanlagen im Berchtesgadener Land zu den Bestandsanlagen befragt. Zudem wurden alle Anlagenbetreiber und Interessenten eingeladen, an einem Wasserkraft-Forum teilzunehmen. Neben Fachvorträgen wurden hierbei auch Sprechstunden mit Wasserkraftexperten (Spezialisten aus den Bereichen Wasserbau, Kleinwasserkraft, Wirtschaftlichkeit sowie Wasserwirtschaft und Wasserrecht) angeboten, um individuelle Fragestellungen zu einem Standort direkt mit einem oder mehreren Experten klären zu können. Ergänzend zu den gewonnenen Erkenntnissen aus den Fragebögen und dem Wasserkraft-Forum konnte auf vorhandene Daten des Landratsamtes und des Wasserwirtschaftsamtes zurückgegriffen werden. Durch Zusammenführen der Informationen wurde das Wasserkraftpotenzial standortspezifisch ermittelt sowie mit Experten und Akteuren vor Ort abgestimmt. Hierbei wird zwischen zwei Szenarien unterschieden:

Szenario 1:

In Szenario 1 ist das Ausbaupotenzial durch Modernisierung, Umrüstung, Nachrüstung sowie Neubau und Reaktivierung enthalten, das derzeit unter den bestehenden Rahmenbedingungen und vorbehaltlich der genehmigungsrechtlichen Vorgaben, als erschließbar erachtet wird.

Szenario 2:

Eine Erschließung der im Szenario 2 ermittelten zusätzlichen Potenziale ist entweder aufgrund der Komplexität des jeweiligen Vorhabens derzeit noch nicht ausreichend abschätzbar oder nur unter veränderten Rahmenbedingungen (z.B. rechtlich, politisch, wirtschaftlich) realistisch.

Hinweis:

Unabhängig von der Zuordnung zu Szenario 1 oder 2 kann die Umsetzbarkeit des Vorhabens zur Realisierung des ungenutzten Potenzials tatsächlich nur im Genehmigungsverfahren beurteilt werden, bzw. hängt von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im möglichen Realisierungszeitraum ab. Ziel des Energienutzungsplanes im Bereich Wasserkraft ist es, die erschließbaren Potenziale standortspezifisch aufzuzeigen. Da das Bezugsjahr im Energienutzungsplan das Jahr 2014 ist, können im Ausbaupotenzial auch Vorhaben enthalten sein, die zwischenzeitlich bereits realisiert wurden.

Ergebnis:

Das **Ausbaupotenzial gemäß Szenario 1** umfasst eine Strommenge von 4.060 MWh pro Jahr. Dieses Potenzial setzt sich zusammen aus …

- der Optimierung einer Bestandsanlage,
- der Erweiterung einer Bestandsanlage und
- dem Neubau einer Restwasserkraftanlage.

Zusätzliche Potenziale gemäß Szenario 2 wurden im Markt Berchtesgaden nicht identifiziert.

Das Gesamtpotenzial der Wasserkraft beträgt in Summe 13.115 MWh/a, wovon ca. 9.055 MWh/a derzeit genutzt werden.

Wasserkraft	**MWh/a**
Genutztes Potenzial	9.055
Ausbaupotenzial (Szenario 1)	4.060
Zusätzliches Potenzial (Szenario 2)	0
Gesamtpotenzial	**13.115**

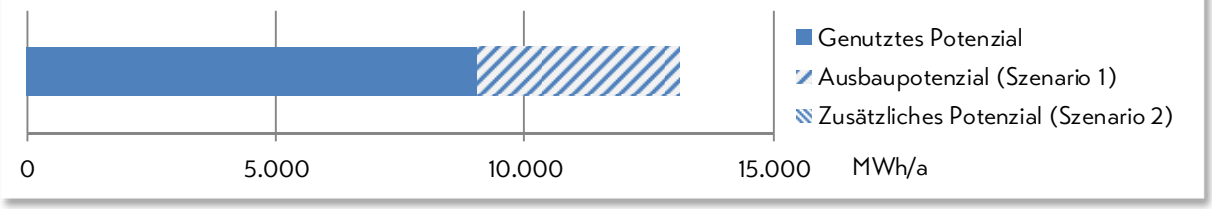


Abbildung 23: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Wasserkraft

5.2.5 Windkraft

Der Stromertrag einer Windkraftanlage hängt in erster Linie von der Windhöffigkeit am jeweiligen Standort ab. Erster Indikator zur Abschätzung des Windertrages ist die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe der Anlage.

Zur Analyse des technischen Windenergiepotenzials im Landkreis Berchtesgadener Land wurde daher ein hoch aufgelöstes, statistisches 3D-Windfeldmodell erstellt. Dieses Modell gibt Auskunft zu möglichen Anlagenerträgen an jedem Ort im Landkreis und kann bei Bedarf seitens des Landratsamtes für Ertragsabschätzungen bereitgestellt werden. Abbildung 24 zeigt relevante Schutzgebietskartierungen (links) sowie eine Darstellung der mittleren Jahreswindgeschwindigkeit für eine Höhe von 100 m über Grund im Marktgemeindegebiet (rechts).

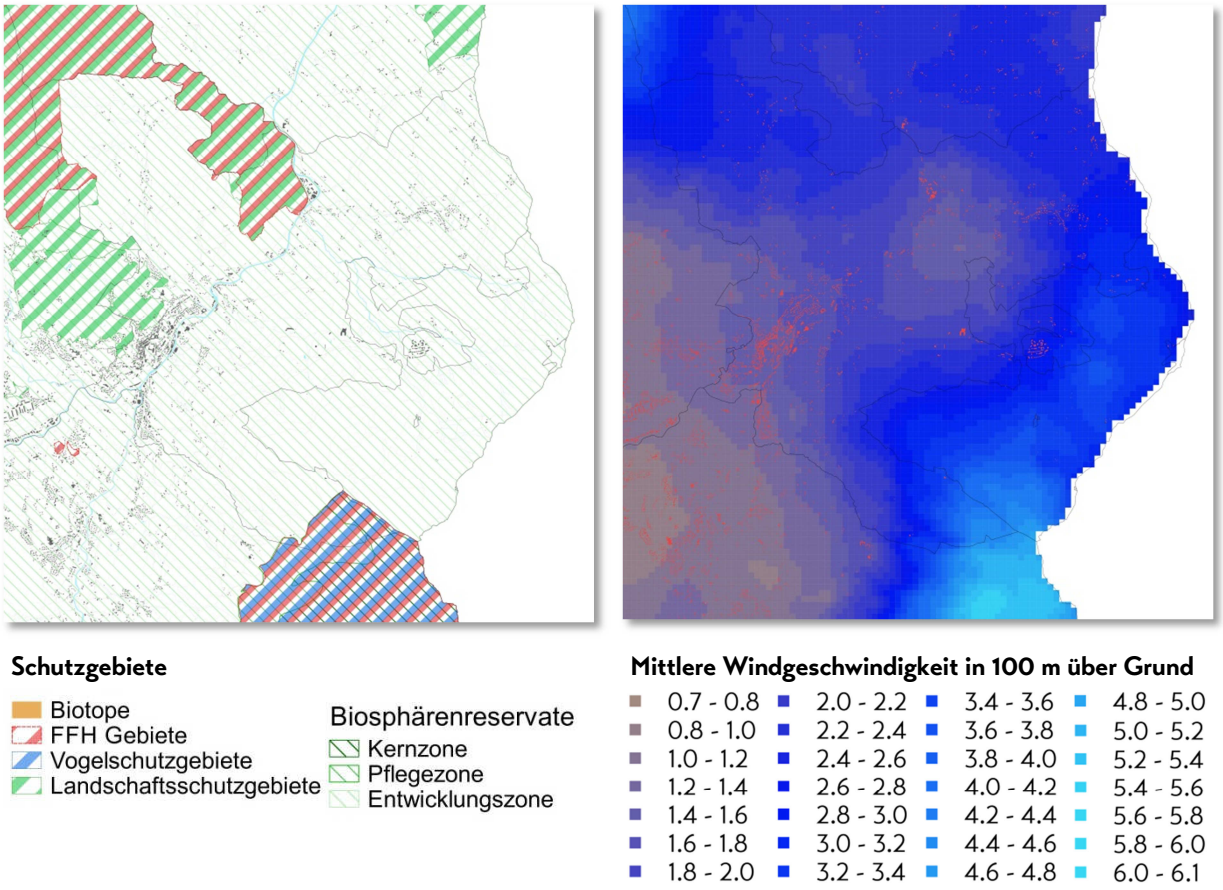


Abbildung 24: Schutzgebietskartierung (links) und mittlere Jahreswindgeschwindigkeit in 100 m ü. G. (rechts)

Das 3D-Windfeldmodell zeigt, dass – abgesehen von exponierten Lagen – im Marktgemeindegebiet überwiegend mit vergleichsweise geringen mittleren Windgeschwindigkeiten zu rechnen ist. Im aktuellen Regionalplan Südostoberbayern wird die Windkraftnutzung (durch Errichtung sogenannter raumbedeutsamer Anlagen) im Landkreis Berchtesgadener Land nahezu vollständig ausgeschlossen. Aufgrund der einschränkenden Rahmenbedingungen wurde bei der Ermittlung des Windkraftpotenzials zwischen zwei Szenarien unterschieden:

Szenario 1:

In Szenario 1 ist das Ausbaupotenzial durch Errichtung raumbedeutsamer Windkraftanlagen enthalten, die unter den aktuellen Rahmenbedingungen rechtlich möglich und als wirtschaftlich interessant eingestuft werden.

Szenario 2:

Eine Erschließung der in Szenario 2 ermittelten (zusätzlichen) Potenziale ist nur unter veränderten rechtlichen Rahmenbedingungen möglich.

Ergebnis:

Auf Grundlage der Windertragsabschätzung, örtlicher Gegebenheiten und Abstimmungen mit relevanten Akteuren werden in Berchtesgaden in beiden Szenarien keine Potenziale ausgewiesen.

Die Errichtung von Kleinwindkraftanlagen ist, im Gegensatz zu raumbedeutsamen Anlagen, im Landkreis rechtlich im Allgemeinen möglich. Das Potenzial zur Nutzung von Kleinwindkraft weist jedoch eine hohe lokale Varianz auf und ist nur bedingt durch flächendeckende Analysen zu ermitteln. Grundsätzlich ist die Eignung eines Standortes auch hier durch eine mindestens mehrmonatige Windmessung vor Ort zu prüfen.

5.2.6 Fernwärme (erneuerbar)

Das in diesem Kapitel ausgewiesene Potenzial an Fernwärme auf Basis erneuerbarer Energieträger bezieht sich auf konkrete Vorhaben, die im Rahmen der drei Regionalkonferenzen identifiziert und gemeinsam mit der Marktgemeinde und örtlichen Akteuren abgestimmt wurden. Für den Markt Berchtesgaden wurde hierbei ein Ausbaupotenzial der Fernwärme in Höhe von 7.000 MWh/a ermittelt. Das Ausbaupotenzial basiert auf einer Netzverdichtung bzw. einer ökologisch und ökonomisch sinnvollen Trassenerweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes. Hierdurch kann die Auslastung der Hackschnitzel-ORC Anlage weiter gesteigert werden.

Fernwärme (erneuerbar)	**MWh/a**
Genutztes Potenzial	21.600
Ausbaupotenzial	7.000
Gesamtpotenzial	**28.600**

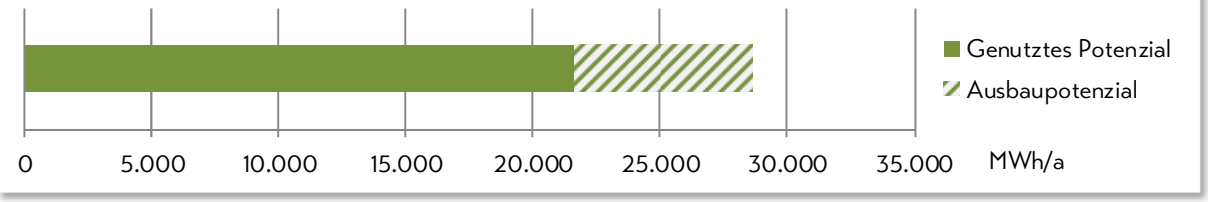


Abbildung 25: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Fernwärme (erneuerbar)

Das ausgewiesene Potenzial schließt ausdrücklich nicht den Bau von weiteren (ggf. auch kleinen) Wärmeverbundlösungen aus. Die Höhe dieses weiteren Potenzials kann jedoch nicht hinreichend quantifiziert werden und ist daher im oben genannten Ausbaupotenzial nicht enthalten.

5.2.7 Biomasse

5.2.7.1 Holz für energetische Nutzung

Ein erheblicher Teil (ca. 53 %) des Landkreises Berchtesgadener Land ist bewaldet. Zur Analyse des technischen Potenzials an Holz für die energetische Nutzung wurde Rücksprache mit den wesentlichen Akteuren der Forstwirtschaft im Landkreis Berchtesgadener Land gehalten:

- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) Traunstein
- Waldbesitzervereinigung Laufen-Berchtesgaden (vertritt ca. 25 % der gesamten Waldfläche)
- Bayerische Staatsforsten (ca. 55 % der gesamten Waldfläche)
- Nationalpark Berchtesgaden (ca. 20 % der gesamten Waldfläche)

Öffentlicher Wald:

Aus Gründen der Nachhaltigkeit wird jährlich aus den öffentlichen Wäldern (Wälder der Kommunen, der Bayerischen Staatsforsten und des Nationalparks) deutlich weniger Holz entnommen, als pro Jahr nachwächst. Im gesamten Gebiet des Nationalparks findet kein wirtschaftlicher Holzeinschlag statt (Ausnahme: Borkenkäferbekämpfungszone). Um die Nachhaltigkeit auch weiter zu gewährleisten und zugleich den überwiegenden Anteil des eingeschlagenen Holzes der stofflichen Nutzung zuführen zu können, wird in Abstimmung mit den Akteuren derzeit kein großes Ausbaupotenzial für feste Biomasse in den öffentlichen Wäldern zur energetischen Nutzung festgestellt.

Privatwald:

Im Privatwald lag in den letzten Dekaden die Nutzung unterhalb des Zuwachses. Zahlreiche (Fichten-) Wälder haben mittlerweile hohe Holzvorräte. Von Seiten des AELF wird im Privatwald zur Minderung des Betriebsrisikos ein Vorratsabbau empfohlen. Gleichzeitig stocken im Bereich des Alpenvorlandes zahlreiche Fichtenbestände auf Standorten mit klimatisch bedingtem hohem Anbaurisiko. Waldumbaumaßnahmen sind notwendig. Theoretisch ergibt sich aus Vorratsabbau und Waldumbau zumindest mittelfristig ein erhöhtes Nutzungspotential. Praktisch kann das Holz jedoch aufgrund der Besitzverhältnisse oftmals nicht mobilisiert werden. Die Möglichkeiten einer Steigerung des Energieholzpotenzials sind auch bei einer Erhöhung der Nutzungsquote begrenzt. Zudem ist gerade im Privatwald ein beträchtlicher Eigenverbrauchsanteil im Brennholzsektor zu berücksichtigen.

Ergebnis:

Sowohl in öffentlichen als auch in privaten Wäldern wird derzeit kein großes Ausbaupotenzial für die energetische Nutzung von Holz festgestellt. Ein gewisser Ausbau von neuen Holzfeuerungsanlagen ist dennoch sinnvoll. Insbesondere gebäudezentrale Pellet- und Scheitholzkessel sowie Hackschnitzelkessel in einem Wärmeverbund sind moderne und effiziente Technologien, die einen wertvollen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung und zur Reduzierung der CO_2-Emissionen leisten.

5.2.7.2 Biogas

Im Rahmen des Energienutzungsplans wurde eine Analyse zur Effizienzsteigerung bestehender Biogasanlagen im Landkreis Berchtesgadener Land durchgeführt. Zur Analyse der technischen Potenziale zur Effizienzsteigerung bestehender Biogasanlagen wurden die Betreiber von Biogasanlagen im Berchtesgadener Land zum aktuellen Betrieb der Anlage und zu Planungen in Bezug auf Effizienzsteigerungen befragt. Zudem wurden die Betreiber telefonisch kontaktiert und mögliche Ausbaupotenziale im Bereich der Stromerzeugung und/oder der Wärmenutzung direkt abgestimmt.

Potenziale für den Bau neuer Anlagen bestehen, aufgrund der aktuellen rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (EEG), nur vereinzelt, beispielsweise durch die Errichtung von Biogas-Kleinanlagen auf Basis hoher Güllenutzung. Eine Potenzialanalyse für den Bau neuer Biogasanlagen wurde daher nicht durchgeführt.

Ergebnis:

In Berchtesgaden sind keine bestehenden Biogasanlagen vorhanden. Potenziale hinsichtlich der Effizienzsteigerung von Bestandsanlagen bestehen daher nicht.

5.2.7.3 Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse

In Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen können feste Biomasse (z.B. mittels ORC-Anlagen) und flüssige Biomasse (z.B. mittels Pflanzenöl-BHKWs) zur Stromerzeugung genutzt werden. Die dabei entstehende Abwärme wird direkt zur Beheizung von Gebäuden genutzt oder in ein Wärmenetz eingespeist.

Die Ermittlung von Ausbaupotenzialen für die Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse stützt sich auf konkrete Vorhaben im Marktgemeindegebiet.

Ergebnis:

Im Marktgemeindegebiet sind keine größeren Bestandsanlagen zur Stromerzeugung aus fester oder flüssiger Biomasse installiert. Potenziale zur Effizienzsteigerung bzw. höheren Auslastung bestehender Anlagen ergeben sich daher nicht. Die Installation neuer Anlagen zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung aus fester oder flüssiger Biomasse ist aufgrund der aktuellen Rahmenbedingungen (EEG) aus wirtschaftlicher Sicht im Allgemeinen nur wenig attraktiv. Das Ausbaupotenzial durch den Bau neuer Anlagen wurde daher nicht näher betrachtet. Als Folge wird für den Markt Berchtesgaden kein Ausbaupotenzial im Bereich der Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse ausgewiesen.

6 SZENARIEN

Basierend auf der Analyse der energetischen Ausgangssituation (Kapitel 4) und der Potenzialanalysen (Kapitel 5) wurden strategische Szenarien für Strom und Wärme erarbeitet, aus denen Handlungsoptionen und der Entwicklungspfad zur Senkung des Energieverbrauchs und für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 abgeleitet werden können. Bezugsjahr für die Szenarien ist das Jahr 2014. Die Szenarien stellen zugleich die Zusammenfassung der Ergebnisse des Energienutzungsplans für den Markt Berchtesgaden dar.

6.1 Szenario Strom

Nachfolgend sind das im Rahmen des Energienutzungsplans ermittelte Potenzial zur Energieeinsparung und das Potenzial zum Ausbau erneuerbarer Energien im Strombereich als Szenario bis zum Jahr 2030 dargestellt.

Aufgrund der aktuell einschränkenden Rahmenbedingungen bei der Windenergienutzung und durch die Ermittlung zusätzlicher Potenziale bei der Wasserkraft, deren Erschließung derzeit nicht ausreichend abschätzbar ist, wurden im Bereich Strom zwei Szenarien gebildet. Die Untergliederung in zwei Szenarien ist nicht mit einer Priorisierung bei der Erschließung der aufgezeigten Potenziale verbunden. Da im Markt Berchtesgaden keine zusätzlichen Potenziale gemäß Szenario 2 ermittelt wurden, wird im Ergebnis nur ein Szenario für Strom ausgewiesen.

Das Szenario Strom wird auf Basis des in der Energiebilanz dargestellten Stromverbrauchs im Jahr 2014, der zu diesem Zeitpunkt genutzten Anteile erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung und der ermittelten erschließbaren Energieeinsparpotenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien berechnet.

Ergebnis:

In Summe kann der Strombezug in Berchtesgaden durch die im Kapitel 5.1 beschriebenen Annahmen der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung von derzeit 40.400 MWh auf rund 31.700 MWh im Jahr 2030 reduziert werden. Durch Ausschöpfen der im Kapitel 5.2 beschriebenen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien kann die regenerative Stromerzeugung von aktuell 10.433 MWh auf rund 19.500 MWh ausgebaut werden. Hierdurch würde sich im Jahr 2030 ein bilanzieller Deckungsanteil in Höhe von 62 % ergeben. Im Jahr 2030 können demnach 41 % des Strombedarfs bilanziell aus Wasserkraft und 20 % aus Photovoltaik bereitgestellt werden.

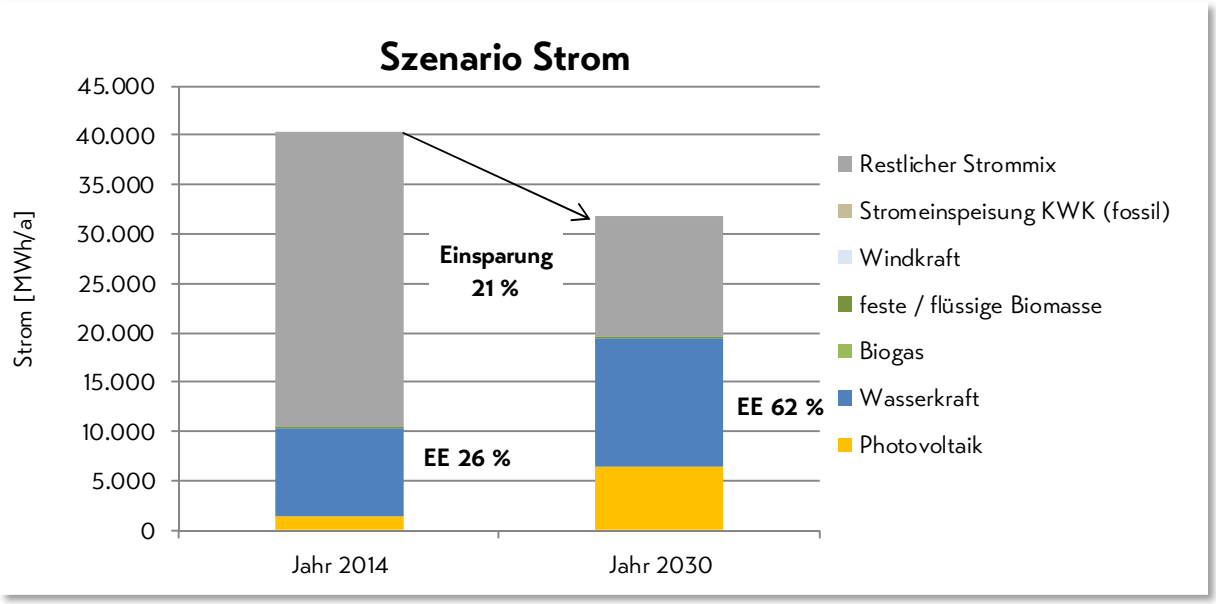


Abbildung 26: Szenario Strom

6.2 Szenario Wärme

Nachfolgend sind das im Rahmen des Energienutzungsplans ermittelte Potenzial zur Energieeinsparung und das Potenzial zum Ausbau erneuerbarer Energien im Wärmebereich als Szenario bis zum Jahr 2030 dargestellt. Der Wärmeverbrauch kann durch die im Kapitel 5.1 beschriebenen Annahmen in Summe aller Verbrauchergruppen von ca. 118.800 MWh im Jahr 2014 auf rund 93.700 MWh im Jahr 2030 gemindert werden. Die regenerative Wärmeerzeugung kann von 39.300 MWh auf rund 46.700 MWh gesteigert werden. Hierdurch würde sich der bilanzielle Deckungsanteil erneuerbarer Energieträger von derzeit 33 % auf 50 % im Jahr 2030 erhöhen.

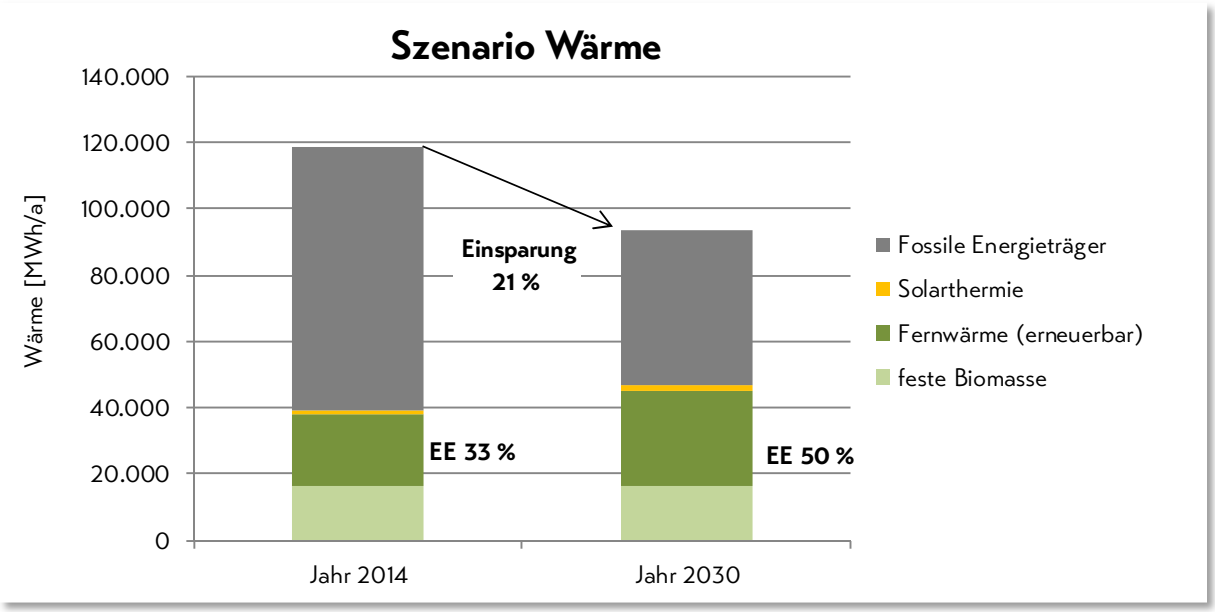


Abbildung 27: Szenario Wärme

6.3 Entwicklung der CO_2-Emissionen

Die CO_2-Bilanz wird analog zu der in Kapitel 4.6 beschriebenen Methode und ausgehend von den Szenarien für Strom und Wärme berechnet. Für Einsparungen im Bereich der elektrischen Energie wurde das CO_2-Äquivalent für Strom gemäß Tabelle 2 angesetzt. Für Einsparungen bei der thermischen Energie wurde ein entsprechend der prozentualen Verteilung der Energieträger gewichteter Mittelwert als CO_2-Äquivalent angesetzt.

Der CO_2-Ausstoß kann demnach im Jahr 2030 durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen von derzeit rund 42.500 Tonnen pro Jahr auf rund 28.300 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Durch Ausschöpfen der Potenziale regenerativer Energien ist eine zusätzliche Reduktion auf 22.600 Tonnen pro Jahr möglich. Bezogen auf die Einwohner bedeutet dies, dass der CO_2-Ausstoß pro Kopf von derzeit 5,5 Tonnen um 47 % auf 2,9 Tonnen gesenkt werden kann.

	CO2-Emissionen Ist-Zustand	**CO2-Minderung durch Energieeinsparung**	**CO2-Minderung durch Ausbau erneuerbarer Energien**
	[t/a]	[t/a]	[t/a]
CO2-Minderung	-	14.281	5.688
CO2 Ausstoss	**42.536**	**28.255**	**22.567**

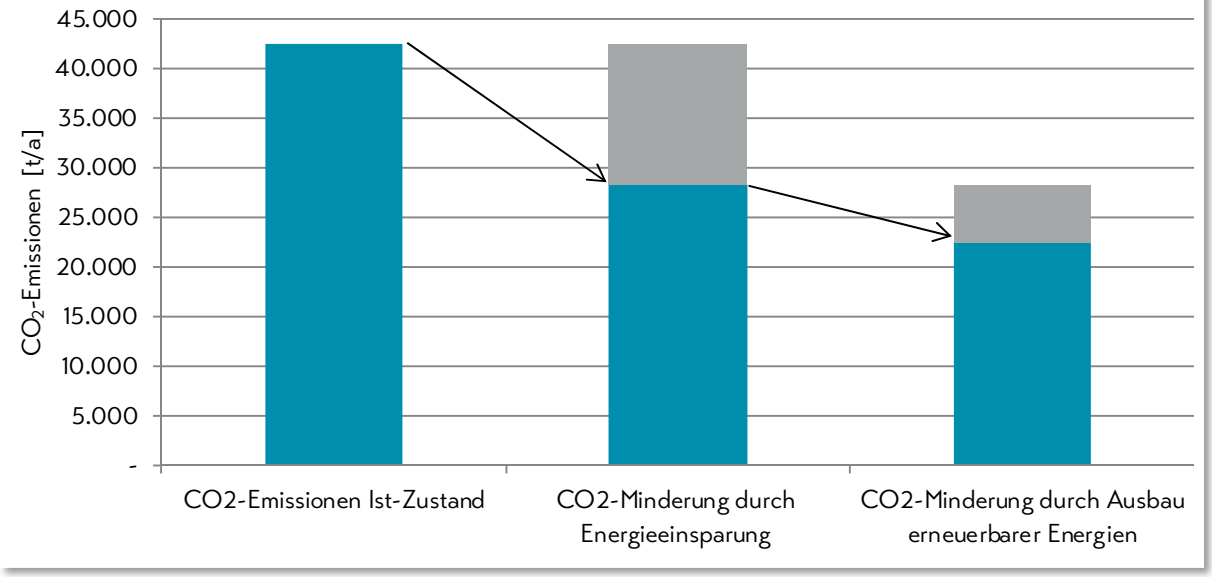


Abbildung 28: Entwicklung der CO_2 -Emissionen

7 MAßNAHMENKATALOG

Das Kernziel des Energienutzungsplans ist die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkataloges, der konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune und weitere Akteure aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Vertretern ausgearbeitet und während des Prozesses in drei Regionalkonferenzen konkretisiert. Hierbei wurden die Projekte in drei Klassen kategorisiert:

- A: Die Kommune hat direkten Einfluss.
- B: Die Kommune hat indirekten Einfluss. Die Entscheidung über die Umsetzung des Projektes wird jedoch nicht (primär) von der Kommune getroffen.
- C: Die Kommune hat geringen bis keinen Einfluss auf die Entscheidung über die Umsetzung, kann jedoch durch Informationsbereitstellung die Maßnahme anstoßen.

Eines der Projekte aus dem Maßnahmenkatalog wurde als Detailprojekt umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft.

Tabelle 5: Maßnahmenkatalog

Nr.	Kl.	Maßnahme	Beschreibung
1	C	Optimierung einer Wasserkraftanlage am Mühlbach und Errichtung eines Strommuseums	In Berchtesgaden besteht eines der ältesten Wasserkraftwerke Bayerns (Baujahr 1897). Dieses wurde 2016 energetisch modernisiert. Zusätzlich zur Modernisierung soll das Gebäude in ein Strommuseum für die Öffentlichkeit umgebaut werden. Ebenfalls soll die Errichtung einer Elektroladestation an diesem Standort errichtet werden.
2	B	Ausbau der Fernwärmeversorgung der Bioenergie Berchtesgadener Land	Die Bioenergie Berchtesgadener Land GmbH betreibt in den Kommunen Berchtesgaden, Bischofswiesen und Schönau am Königssee ein Fernwärmenetz mit rund 30 km Trassenlänge und einem Wärmeabsatz in Höhe von rund 50.000 MWh pro Jahr. Die Wärmeerzeugung in der Heizzentrale in Schönau am Königssee erfolgt über eine Hackschnitzel-ORC-Anlage, einen Hackschnitzelkessel und Spitzenlastkessel. Nach Abstimmung mit dem Betreiber bestehen noch Leistungsreserven für den Anschluss weiterer Liegenschaften. Im Rahmen des ENP konnten mögliche sinnvolle Quartiere für einen Ausbau in Berchtesgaden identifiziert werden. Ein Anschluss dieser Quartiere sollte wirtschaftlich geprüft werden.
3	A	Installation einer Photovoltaikanlage auf dem Parkdeck Ganghoferstraße	Technische Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Photovoltaikanlage mit Berücksichtigung möglicher Ladestationen für Elektrofahrzeuge.
4	C	Gesamtenergiekonzept für ein Gewerbebetrieb und umliegende Gebäude	Im Rahmen des ENP konnte über das gebäudescharfe Wärmekataster identifiziert werden, dass im Bereich eines Gewerbebetriebes und der näheren Umgebung ein erhöhter Energiebedarf vorhanden ist. Im Rahmen einer ganzheitlichen Machbarkeitsstudie sollte eine energetische Optimierung des Gewerbebetriebes ggf. unter Berücksichtigung umliegender Gebäude ausgearbeitet werden.

5	**A**	Errichtung einer Photovoltaikanlage auf dem Bauhof	Technische Dimensionierung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Photovoltaikanlage mit maximaler Stromeigennutzung.
6	**A**	Energetische Optimierung Kläranlage	Es soll geprüft werden, ob eine Minderung des Heizöleinsatzes möglich ist. Ggf. kann eine optimierte Beheizung durch das BHKW erfolgen.
7	**A**	Prüfung der Energieversorgung im Schlachthof	Es soll die Installation einer neuen Heizungsversorgung geprüft werden. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Heizölkessel aus dem Baujahr 1987.
8	**A**	Prüfung der Energieversorgung in der Bücherei	Es sollte die Installation einer neuen Heizungsversorgung geprüft werden. Idealerweise sollte ein Anschluss an die Fernwärme erfolgen. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Heizölkessel aus dem Baujahr 1967.
9	**A**	Prüfung der Energieversorgung in Funktionsgebäude Sprungschanze	Es soll die Installation einer neuen Heizungsversorgung geprüft werden. Aktuell erfolgt die Beheizung über einen Flüssiggaskessel aus dem Baujahr 1989.
10	**C**	Optimierung und Erweiterung von Wasserkraftanlagen	Im Rahmen des ENPs konnte Ausbaupotenzial im Bereich Wasserkraft durch die Optimierung einer sowie durch Erweiterung einer bestehenden Anlage identifiziert werden.
11	**C**	Neuerrichtung einer Restwasserkraftanlage	Im Rahmen des ENPs konnte Ausbaupotenzial im Bereich Wasserkraft durch die Neuerrichtung einer Restwasserkraftanlage an einem bestehenden Wehr identifiziert werden.
12	**A**	Photovoltaikanlage auf dem Anbau des Feuerwehrhauses / Garagengebäude / Bauhofdach (Wasserwerk II)	Prüfung der Installation einer PV-Anlage mit maximaler Stromeigennutzung.
13	**B**	Gesamtenergiekonzept für das Kongresszentrum	Ausarbeitung eines ganzheitlichen Energiekonzeptes mit Prüfung verschiedener Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung für das Kongresshaus.
14	**B**	Gesamtenergiekonzept für die Watzmanntherme	Ausarbeitung eines ganzheitlichen Energiekonzeptes mit Prüfung verschiedener Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung für die Watzmanntherme.
15	**A**	Ausarbeitung von energetischen Sanierungskonzepten für Wohngebäude: - Denkmalgeschütztes Wohngebäude, Rathausplatz - Martin-Beer-Haus - Altenheim Bürgerheim	Für die kommunalen Liegenschaften sollen umfassende energetische Sanierungskonzepte erarbeitet werden, um sinnvolle Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudehülle sowie zur Erneuerung der Anlagentechnik zu identifizieren.

16	**A**	Ausarbeitung von energetischen Sanierungskonzepten für Nichtwohngebäude: - Solekurbad - Kindergarten Oberau - Mittelschule - Grundschule Au - Feuerwehrhaus Au - Bauhof	Für die kommunalen Liegenschaften sollen umfassende energetische Sanierungskonzepte erarbeitet werden, um sinnvolle Maßnahmen zur Optimierung der Gebäudehülle sowie zur Erneuerung der Anlagentechnik zu identifizieren. In diesem Zuge sollen insbesondere auch die Erneuerung der Heizungsanlagen in der Grundschule Au (Heizölkessel 1980) und des Kindergartens Oberau (Heizölkessel 1990) geprüft werden.
17	**A**	Energetische Schwachstellenanalyse - Vereinshaus Maria Gern - Feuerwehrhaus Berchtesgaden - Feuerwehrhaus Maria Gern	Für die kommunalen Liegenschaften sollen energetische Schwachstellenanalysen erarbeitet werden, um die wesentlichen Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung aufzuzeigen.

8 DETAILPROJEKT

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans für den Landkreis Berchtesgadener Land wurde in jeder Kommune des Landkreises ein mittelfristig umsetzbares Schwerpunktprojekt mit energietechnischem Fokus identifiziert und hierfür detaillierte Lösungswege für eine nachhaltige Umsetzung erarbeitet. In der Marktgemeinde Berchtesgaden wurde der Schwerpunkt auf die Analyse zur Installation einer Photovoltaikanlage für das Parkdeck an der Ludwig-Ganghofer-Straße gelegt. Ziel der Untersuchung ist, auf Basis der gegebenen Standortvoraussetzungen, die Optimierung einer möglichen PV-Anlage hinsichtlich Stromertrags sowie die Durchführung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

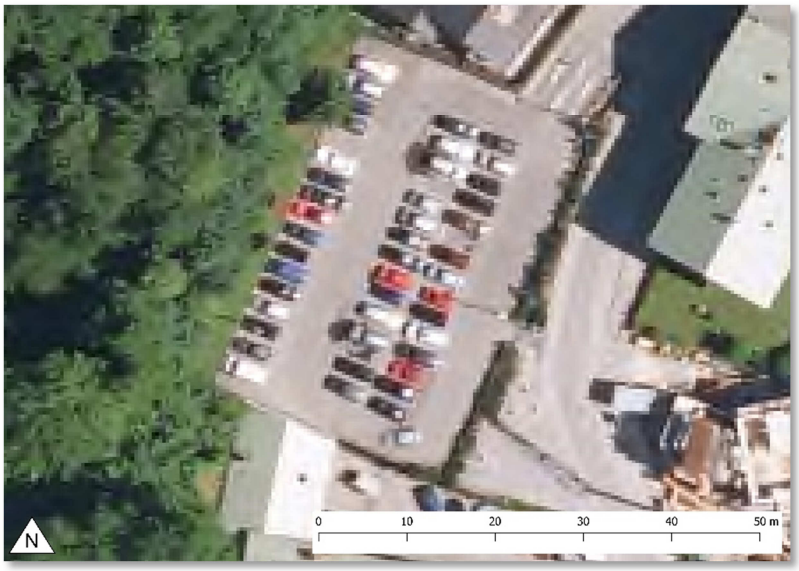


Abbildung 29: Detailprojekt: Ansicht des Parkdecks an der Ludwig-Ganghofer-Straße

8.1 Motivation

Das Parkdeck an der Ludwig-Ganghofer-Straße in der Marktgemeinde Berchtesgaden soll überdacht werden. Es ist angedacht, die neue Dachfläche so zu gestalten, dass diese für die Installation einer Photovoltaikanlage geeignet ist, um umweltfreundlichen Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen. Im Rahmen gegenständlicher Untersuchung wird analysiert, welche Voraussetzungen der Standort für die Installation einer Photovoltaikanlage bietet und darüber hinaus eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für eine mögliche Anlagenkonfiguration erstellt. Mit der im öffentlichen Raum präsenten Photovoltaikanlage erfüllt die Kommune ihre Vorbildfunktion beim Ausbau der erneuerbaren Energien und leistet einen sichtbaren Beitrag zum Klimaschutz.

8.2 Lage

Das Parkdeck liegt im Zentrum der Marktgemeinde Berchtesgaden (siehe Abbildung 30), im Westen steigt bewaldetes Gelände nach Nordwesten hin an, zu den übrigen Seiten ist das Parkdeck von Gebäuden umgeben. Die Abmessungen des Parkdecks betragen etwa 42 m Länge auf 31 m Breite was eine Fläche von etwa 1.302 m² ergibt.

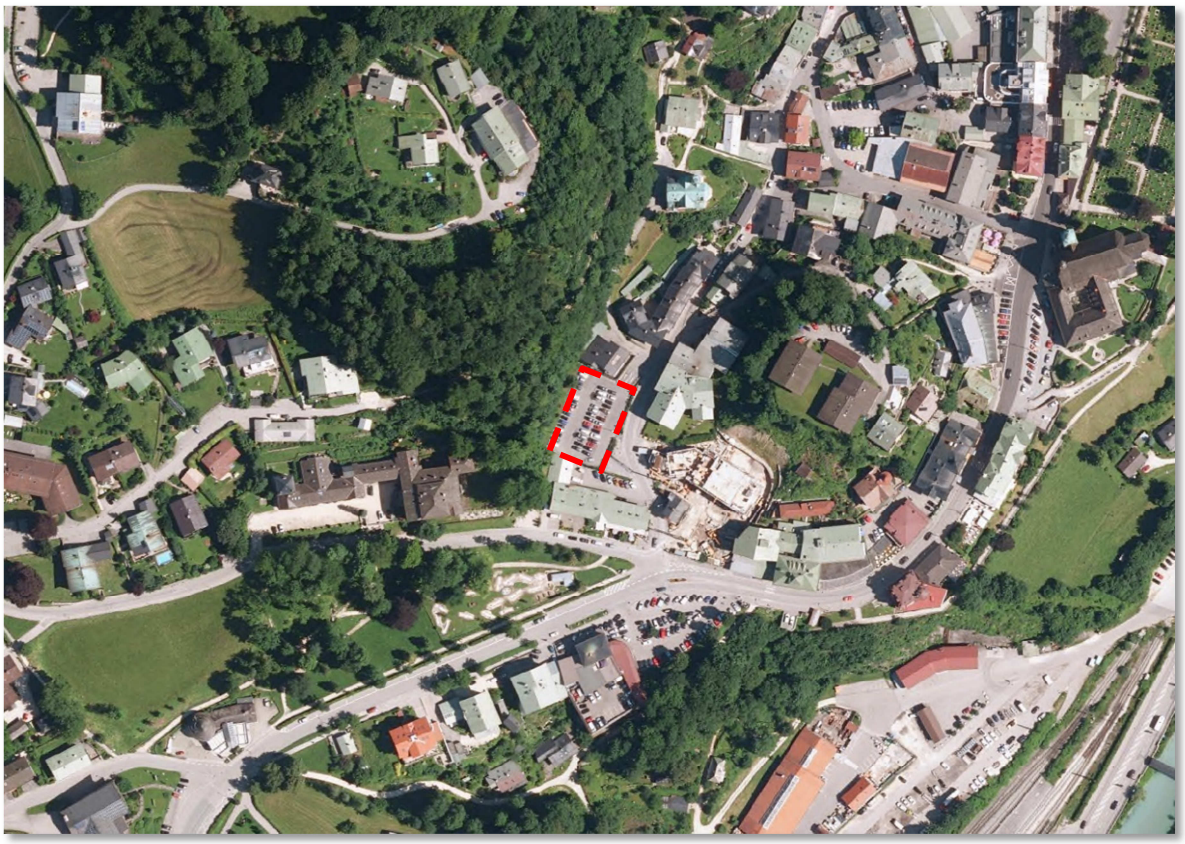
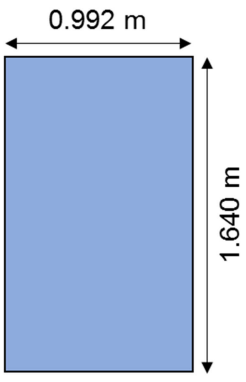


Abbildung 30: Detailprojekt: Lage des Parkdecks an der Ludwig-Ganghofer-Straße

8.3 Geplante Überdachung (Sheddach)

Die geplante Überdachung soll als Sheddach ausgeführt werden, um eine optimale Neigung der Photovoltaikmodule hinsichtlich der solaren Einstrahlung zu gewährleisten. Weiterhin ist bei der Gestaltung des Daches der optimale Modulreihenabstand (Abstand der Reiter des Sheddaches) zu berücksichtigen, um die Eigenverschattung der südorientierten Flächen zu minimieren.



Für die geometrische Modellierung der Anlage ist eine Modulgeometrie von 1640 mm Höhe x 992 mm Breite zu Grunde gelegt worden, eine Modulreihe besteht aus drei übereinander angeordneten Modulen.

Es wurde ein standortspezifischer, optimaler Neigungswinkel von 32° für die PV-Module ermittelt, unter Berücksichtigung der Ausrichtung der Module von 23° gegen die Nord-Süd-Achse und der Verschattung durch umgebende Topographie und Vegetation. Am Standort beträgt der Verschattungswinkel 19°, daraus ergibt sich ein Modulreihenabstand von 11,50 m zur Minimierung der Ertragsreduktion durch gegenseitige Verschattung (Abbildung 31):

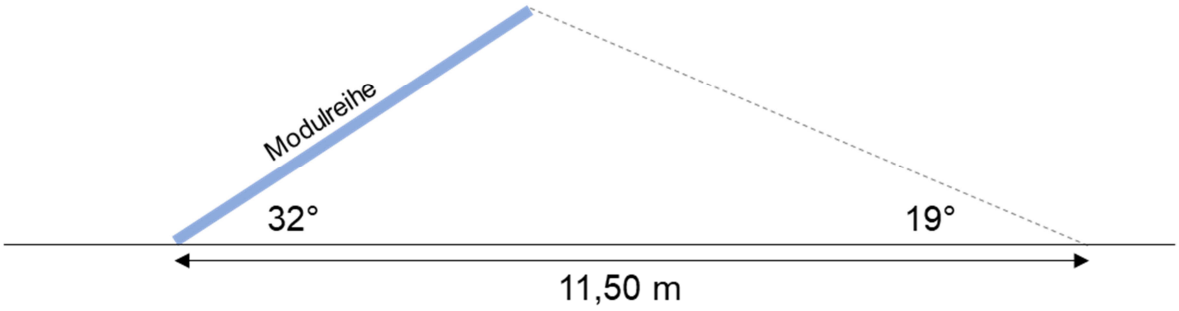


Abbildung 31: Detailprojekt: Bestimmung des erforderlichen Modulreihenabstandes

8.4 A priori Ertragsanalyse für Modulkonfiguration

Um eine wirtschaftliche Modulkonfiguration zu ermitteln, welche die Verschattung durch umgebende Topographie, Vegetation und Bebauung mit einbezieht, wurde eine erste Ertragssimulation für eine maximale Modulbelegung durchgeführt. Abbildung 32 zeigt den zu erwartenden Ertrag pro Modul in [kWh/kWp]. Für die Anlagenplanung werden vornehmlich jene Module, die einen Ertrag von über 900 kWh/kWp aufweisen (und damit zu einem wirtschaftlichen Betrieb der Anlage beitragen) berücksichtigt. Erkennbar ist, dass Module am westlichen Rand des Parkdecks mitunter eine sehr schlechte Ertragsperformance aufweisen (< 900 kWh/kWp).

Abbildung 32: Detailprojekt: Ergebnis der Ertragssimulation für maximale Modulbelegung

8.5 Modulkonfiguration und Modulertrag

Auf Grundlage der a-priori Analyse der Modulperformance wurde eine mögliche Anlagenkonfiguration definiert. Die Ergebnisse der solaren Einstrahlungssimulation respektive der Ertragsberechnung für die geeigneten Module auf den Sheddachflächen bilden die Grundlage für die folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung der Gesamtanlage. Abbildung 33 zeigt die Modulkonfiguration der Anlage und den Jahresstromertrag jedes Moduls, welcher im Bereich zwischen 180 und 220 kWh/a liegt.

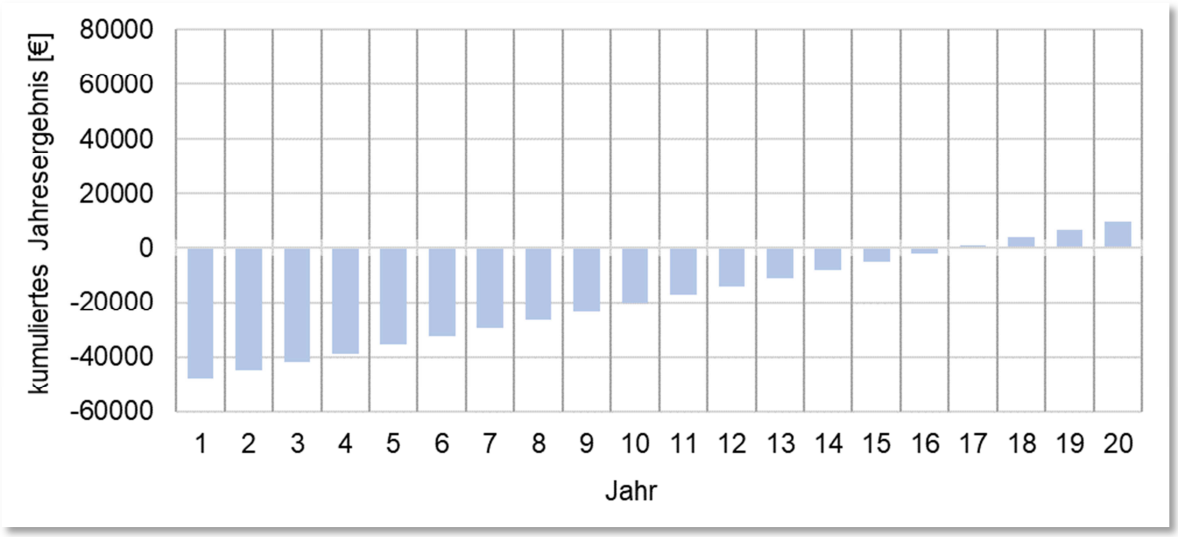
Abbildung 33: Detailprojekt: Jährlicher Stromertrag pro Photovoltaikmodul

8.6 Ertrag und Wirtschaftlichkeit

Da das Objekt (Parkdeck) keine nennenswerten Stromverbräuche aufweist, die zeitlich mit der Stromproduktion der Photovoltaikanlage korrelieren, wird im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung keine Stromeigennutzung berücksichtigt, was sich grundsätzlich negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage auswirkt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bezieht sich auf die PV-Anlage und deren Anlagenkomponenten; Investitionskosten für die Dachkonstruktion sind nicht enthalten.

Folgende Darstellung zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse der PV-Anlage:

Peakleistung der Anlage	39,9	kWp
Spezifischer Anlagenertrag	941	kWh/kWp
Jahresertrag der Anlage	37.558	kWh
Investitionskosten (ohne Dachkonstruktion)	51.023	EUR
Erlöse aus Stromeinspeisung	3.881	EUR p.a.
laufende Kosten	-765	EUR p.a.
Saldo	3.116	EUR p.a.
Amortisationszeit	16	Jahre
vermiedene CO_2-Emissionen	22	t p.a.



Unter der Annahme eines gleichbleibenden Einspeisetarifs kann eine statische Amortisation nach etwa 16 Jahren erreicht werden. Durch die Installation der Photovoltaikanlage können jährlich CO_2-Emissionen in Höhe von rund 22 Tonnen vermieden werden.

Grundsätzlich kann die Installation der Anlage aufgrund der langen Amortisationszeit aus rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten nur bedingt empfohlen werden. Für eine Installation im Zuge der Baumaßnahme spricht jedoch die Nutzung als Dachabdeckung, der Beitrag zum Klimaschutz sowie die Öffentlichkeitswirksamkeit respektive Vorbildfunktion der kommunalen Anlage. Die Installation einer Ladesäule für Elektrofahrzeuge oder der Anschluss an ein nahes kommunales Gebäude könnte eine Stromeigennutzung ermöglichen und die Wirtschaftlichkeit der Anlage wesentlich verbessern.

QUELLENVERZEICHNIS

[BAFA Sol] Webseite: www.solaratlas.de

[BAFA Eff] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Kommunale Energieberatung/Netzwerke Kommunen – Allgemeine Informationen; Internetseite: www.bafa.de/bafa/de/energie/energieberatung_netzwerke_kommunen/index.html

[deENet 2010] deENet, Arbeitsmaterialien 100EE Nr. 5, Regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte als Instrument für die Energiewende

[EED] Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und Rates, 25.12.2012

[EVU Strom] Netzabsatz Strom und Stromeinspeisung aus EEG/KWK-Anlagen durch lokale Energieversorgungsunternehmen

[EVU Erdgas] Netzabsatzdaten Erdgas durch lokale Energieversorgungsunternehmen

[Fernwärme] Netzabsatzdaten lokaler Betreiber von Wärmenetzen

[Geodatenbasis] Bayerische Vermessungsverwaltung, 2015

[IKK BGL] Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Berchtesgadener Land; B.A.U.M. Consult GmbH 2013, Bayerisches Institut für nachhaltige Entwicklung

[Kaminkehrer] Aufstellung der installierten Heizkessel (anonymisiert und kumuliert pro Gemeinde) im Betrachtungsgebiet

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Netzinfrastruktur Strom (Hoch- und Mittelspannung) im Landkreis Berchtesgadener Land . 16

Abbildung 2: Netzinfrastruktur Gas (Transport- und Ortsnetz).....17

Abbildung 3: 3D-Gebäudemodell (links) und gebäudescharfes Wärmekataster (rechts)..... 19

Abbildung 4: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte (Raumwärme- und Warmwasserbedarf, ohne Prozesswärme) auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters.... 19

Abbildung 5: Schematische Darstellung zur Ermittlung der Wärmebelegungsdichte auf (theoretischen) Trassenabschnitten 20

Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr 20

Abbildung 7: Strombezug und Einspeisung erneuerbarer Energieträge rund KWK in MWh pro Jahr..... 21

Abbildung 8: Übersicht der installierten Wasserkraftanlagen, Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerke 22

Abbildung 9: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr 23

Abbildung 10: Wärmeverbrauch und Anteil der Energieträger in MWh pro Jahr.....23

Abbildung 11: Fernwärmeversorgung der Bioenergie Berchtesgadener Land im Marktgemeindegebiet Berchtesgaden (Stand 2014) 24

Abbildung 12: Energieeffizienz des Gebäudebestandes in Berchtesgaden.....28

Abbildung 13: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ist-Zustand (links) und der Sanierungspotenziale (rechts) im Wohngebäudebestand.....28

Abbildung 14: Sanierungspotenzial Wohngebäude 29

Abbildung 15: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung..32

Abbildung 16: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung32

Abbildung 17: Simulation der solaren Einstrahlung auf Dachflächen (links) und Ergebnis der technischen Potenzialanalyse für Photovoltaikmodule mit monatlicher Auflösung von Direkt- und Diffusstrahlung (rechts) 33

Abbildung 18: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Solarthermie 34

Abbildung 19: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Photovoltaik 34

Abbildung 20: Standortpotenzial oberflächennahe Geothermie: Standorteignung (links) und Wärmeleitfähigkeit bis 100 m Tiefe (rechts) [Quelle: LfU Bayern].....35

Abbildung 21: Beispielhafte Darstellung der Analyseergebnisse zur theoretischen Flächenverfügbarkeit für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren 36

Abbildung 22: Versorgungspotenzial durch Erdwärmesonden im Markt Berchtesgaden.....36

Abbildung 23: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Wasserkraft 38

Abbildung 24: Schutzgebietskartierung (links) und mittlere Jahreswindgeschwindigkeit in 100 m ü. G. (rechts) 39

Abbildung 25: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Fernwärme (erneuerbar) 40

Abbildung 26: Szenario Strom 44

Abbildung 27: Szenario Wärme 44

Abbildung 28: Entwicklung der CO_2 -Emissionen 45

Abbildung 29: Detailprojekt: Ansicht des Parkdecks an der Ludwig-Ganghofer-Straße 49

Abbildung 30: Detailprojekt: Lage des Parkdecks an der Ludwig-Ganghofer-Straße 50

Abbildung 31: Detailprojekt: Bestimmung des erforderlichen Modulreihenabstandes 51

Abbildung 32: Detailprojekt: Ergebnis der Ertragssimulation für maximale Modulbelegung 51

Abbildung 33: Detailprojekt: Jährlicher Stromertrag pro Photovoltaikmodul 52

Hinweis:

Die gebäudescharfen Darstellungen (z.B. Abbildungen 3, 5, 13) in diesem Bericht wurden aus Gründen des Datenschutzes mit zufallsgenerierten Werten erstellt. Die Abbildungen dienen der exemplarischen Ergebnisvisualisierung und lassen keinen Rückschluss auf Gebäude im Landkreis zu.

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anzahl der analysierten Gebäude (Grundlage: Digitale Flurkarte) nach Nutzung im Markt Berchtesgaden 18

Tabelle 2: Die CO_2-Äquivalente der jeweiligen Energieträger (Berücksichtigung der gesamten Prozesskette) 25

Tabelle 3: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen 27

Tabelle 4: Übersicht der installierten Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand 30

Tabelle 5: Maßnahmenkatalog 46

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CO_2	Kohlenstoffdioxid
DIN	Deutsches Institut für Normung
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbarer Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbarer Energien Wärmegesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
ENP	Energienutzungsplan
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme
GIS	Geografisches Informationssystem
ha	Hektar
HH	Haushalte
i. e.	in etwa
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km^2	Quadratkilometer
$kWh/(m^2 \cdot a)$	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
LED	Leuchtdiode (light-emitting diode)
LoD2	Level of Detail 2
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
PV	Photovoltaik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel