



ENERGIENUTZUNGSPLAN
Gemeinde Ainring

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

ENIANO

Förderung

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

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



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft und Medien, Energie
und Technologie

Bearbeitungszeitraum

Oktober 2015 bis Oktober 2017

Bildnachweis:

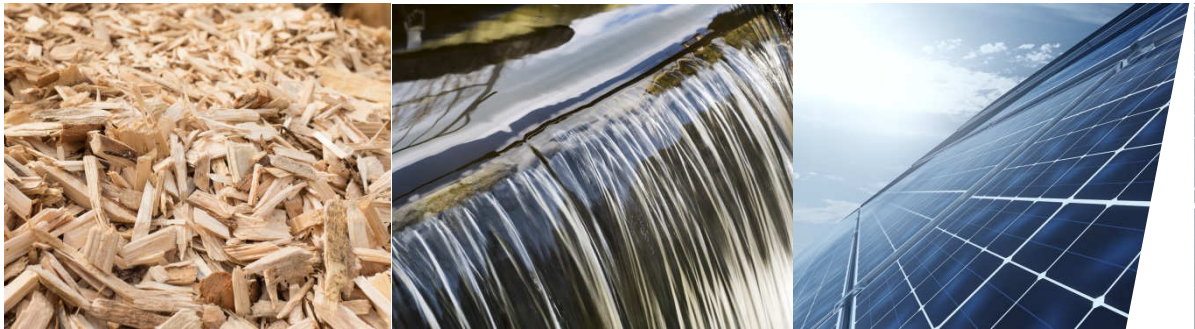
Titelseite: © Josefine Unterhauser
S. 3: © Fotolia: Dor-Steffen, Andreas Zobel, peshkov
Abbildungen, Diagramme, Karten: © Landkreis Berchtesgadener Land

Druck:

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



ENERGIENUTZUNGSPLAN
GEMEINDE AINRING



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. Auch wir in Ainring nehmen diese Verantwortung sehr ernst: Unser Biomasseheizkraftwerk, die größte Einzelinvestition in der Geschichte unserer Gemeinde, ist dafür nur ein Beispiel, mit dem wir als Kommune ca. 1/3 unserer Bevölkerung mit umweltfreundlicher überwiegend aus Holzhackschnitzel erzeugter Fernwärme versorgen und gleichzeitig CO₂ - neutralen Strom gewinnen.



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 Gemeinde Ainring. 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 jetzt an uns allen, die Informationen und Handlungsempfehlungen bei künftigen Entscheidungen zu berücksichtigen und den Energienutzungsplan so mit Leben zu erfüllen!

Ihr

Hans Eschlberger
Bürgermeister

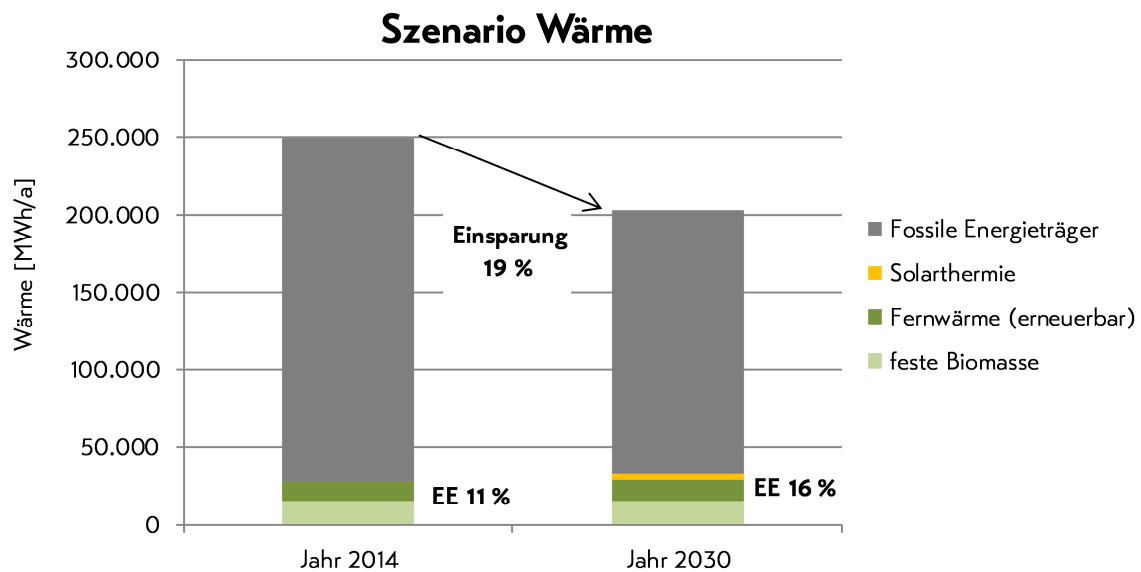
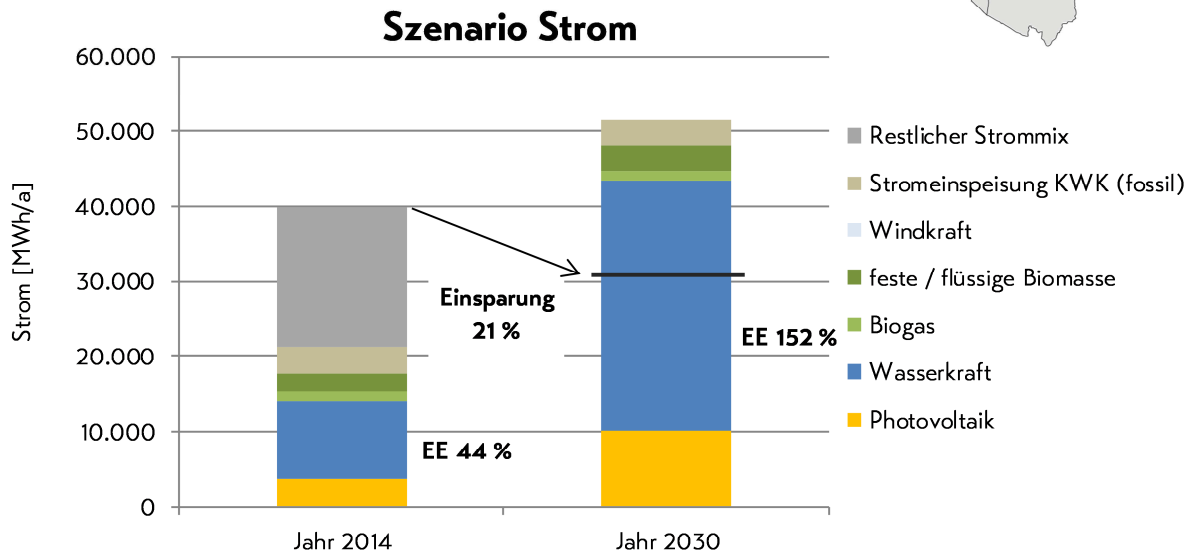
INHALTSVERZEICHNIS

Impressum	2
Vorwort	4
Inhaltsverzeichnis	5
1 Steckbrief - Gemeinde Ainring	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	40
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	48
	8.1 Hintergrund und Zusammenfassung der Ergebnisse	48
	Anhang	50
	Konzept zur solaren Bauleitplanung am Beispiel des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“ ..	50
	I. Baugebiet „Bruch-Römerstraße“	51
	II. Solare Bauleitplanung.....	52
	III. Solare Bauleitplanung am Beispiel des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“	54
	a) Planentwurf.....	54
	b) Standortgegebenheiten.....	55
	c) Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen.....	56
	d) Oberflächennahe Geothermie.....	61
	e) Passive Solarenergienutzung und Tageslichtverfügbarkeit.....	65
	Quellenverzeichnis	69
	Abbildungsverzeichnis	70
	Tabellenverzeichnis	70
	Abkürzungsverzeichnis	73

1 STECKBRIEF - GEMEINDE AINRING

Einwohner (Stand 2014)	Einwohner/km ²
9.634	292
Fläche (ha)	Flächenanteil am Landkreis
3.297	4 %



Energetischer Ist-Zustand (Bilanzjahr 2014)

Strombezug nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	12.655	32 %
Kommunale Liegenschaften	949	2 %
Wirtschaft	26.387	66 %
Gesamt	39.991	

Strombezug und Stromeinspeisung nach Energieträger	MWhel/a	Anteil
Stromeinspeisung erneuerbarer Energien	17.747	44 %
Photovoltaik	3.677	9 %
Wasserkraft	10.443	26 %
Biogas	1.083	3 %
feste / flüssige Biomasse	2.544	6 %
Windkraft	0	0 %
Stromeinspeisung KWK (fossil)	3.427	9 %
Restlicher Strommix	18.816	47 %
Gesamt	39.991	

Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	65.534	26 %
Kommunale Liegenschaften	2.758	1 %
Wirtschaft	180.655	73 %
Gesamt	248.947	

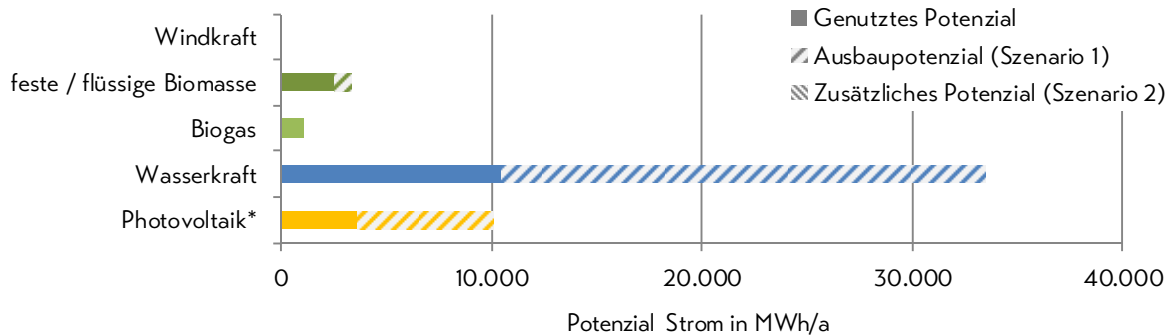
Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Erneuerbare Energien	28.288	11 %
feste Biomasse	15.471	6 %
Fernwärme (erneuerbar)	11.620	5 %
Solarthermie	1.197	0 %
Fossile Energieträger	220.658	89 %
Erdgas	168.129	68 %
Heizöl	40.656	16 %
Fernwärme (fossil)	9.960	4 %
Sonstiges	1.913	1 %
Gesamt	248.947	

CO ₂ -Bilanz im Ist-Zustand (Wärme und Strom)	t/a
CO ₂ -Emissionen gesamt	68.496
CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	7,1
CO ₂ -Emissionen pro Einwohner (Mittelwert Landkreis)	4,8

Potenzialanalyse

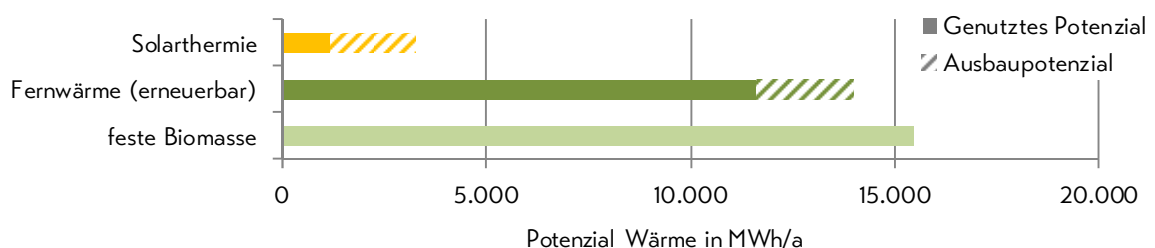
Strombezug nach Sektoren	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Einsparung
Private Haushalte	12.655	9.997	21 %
Kommunale Liegenschaften	949	688	28 %
Wirtschaft	26.387	20.846	21 %
Gesamt	39.991	31.531	21 %

Strombezug und Stromeinspeisung nach Energieträger	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Jahr 2030 Anteil
Stromeinspeisung erneuerbarer Energien	17.747	48.034	152 %
Photovoltaik*	3.677	10.124	32 %
Wasserkraft	10.443	33.443	106 %
Biogas	1.083	1.083	3 %
feste / flüssige Biomasse	2.544	3.384	11 %
Windkraft	0	0	0 %
Stromeinspeisung KWK (fossil)	3.427	3.427	11 %
Restlicher Strommix	18.816	0	0 %
Gesamt	39.991	31.531	



Wärmeverbrauch nach Sektoren	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Einsparung
Private Haushalte	65.534	57.866	12 %
Kommunale Liegenschaften	2.758	2.179	21 %
Wirtschaft	180.655	142.717	21 %
Gesamt	248.947	202.762	19 %

Wärmeverbrauch nach Energieträger	Jahr 2014 MWh/a	Jahr 2030 MWh/a	Jahr 2030 Anteil
Erneuerbare Energien	28.288	32.722	16 %
feste Biomasse	15.471	15.471	8 %
Fernwärme (erneuerbar)	11.620	13.980	7 %
Solarthermie	1.197	3.271	2 %
Fossile Energieträger	220.658	170.040	84 %
Gesamt	248.947	202.762	



CO₂-Bilanz und Hinweise

CO ₂ -Bilanz (Wärme und Strom)	Jahr 2014 t/a	Jahr 2030 t/a	Einsparung
CO ₂ -Emissionen gesamt	68.496	31.302	54 %
CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	7,1	3,2	
CO ₂ -Emissionen pro Einwohner (Mittelwert Landkreis)	4,8	2,8	

Sonstige Hinweise:

- Ist-Zustand:** Es muss berücksichtigt werden, dass in der Gemeinde Ainning mit dem Stahlwerk Annahütte ein Unternehmen mit energieintensiven Prozessen ansässig ist. Der Energiebedarf im Sektor "Wirtschaft" ist daher im Vergleich zu anderen Kommunen deutlich höher.
- *Photovoltaik:** Das bis zum Jahr 2030 erschließbare Potenzial beinhaltet 35 % des gesamten Photovoltaikpotenzials auf Dachflächen.
Ein Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen ist nicht berücksichtigt.
- Wärmepumpen:** 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 CO₂-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 die Gemeinde Ainring 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 den einzelnen Kommunen 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 CO₂-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 Gemeinde 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 Projekttablauf 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 Steuerungsunden 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, die Geschäftsleitung, Vertreter der Kämmererei, der Liegenschaftsverwaltung und des Bauamtes, sowie die fachlichen Projektbeteiligten des Landkreises und des Auftragnehmers.

Auftaktveranstaltung

- Vorstellung der Projektziele, des Projekttablaufs und der Methodik

1. Steuerungsrunde

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

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 Gemeinde 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, Dienstleistung 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:

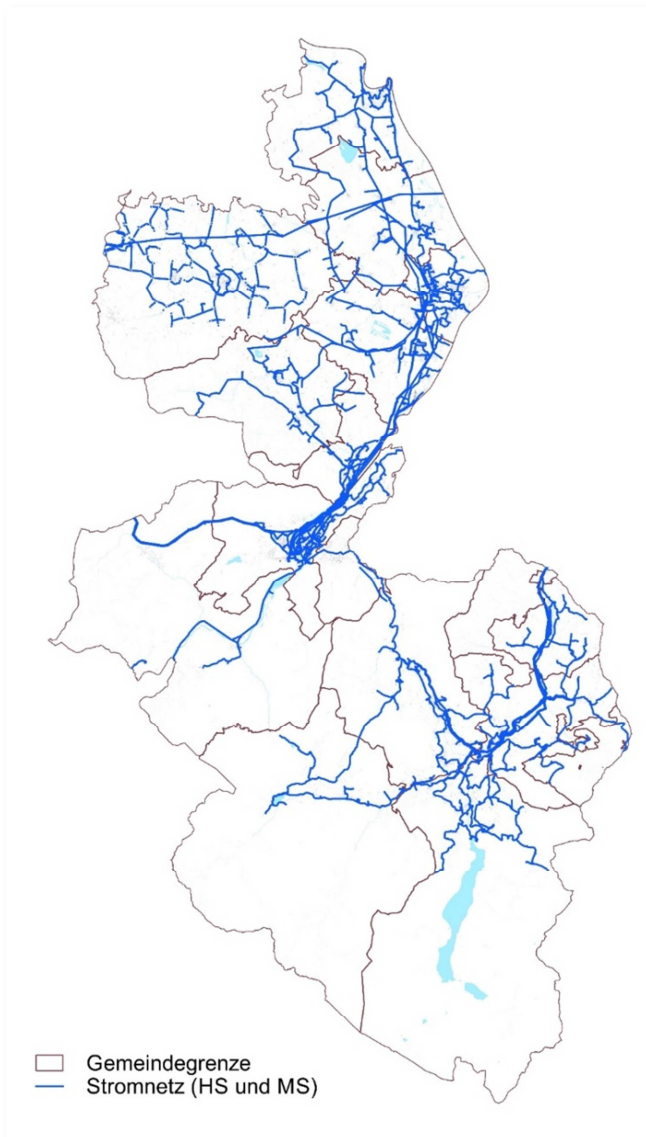
- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas: Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten für das Jahr 2014 und 2015 zur Verfügung gestellt [EVU Strom], [EVU Erdgas].
- Energieabsatzdaten der lokal tätigen Betreiber 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 Wärmeerzeugung 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 CO₂-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 in der Gemeinde Ainring wird von der Bayernwerk AG betrieben. Für das Gemeindegebiet 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 Energienetze Bayern GmbH & Co. KG als Netzbetreiber auf. Abbildung 2 zeigt das Gasnetz im Gemeindegebiet mit Transportnetz (Hochdruck) und Ortsnetz (Niederdruck).

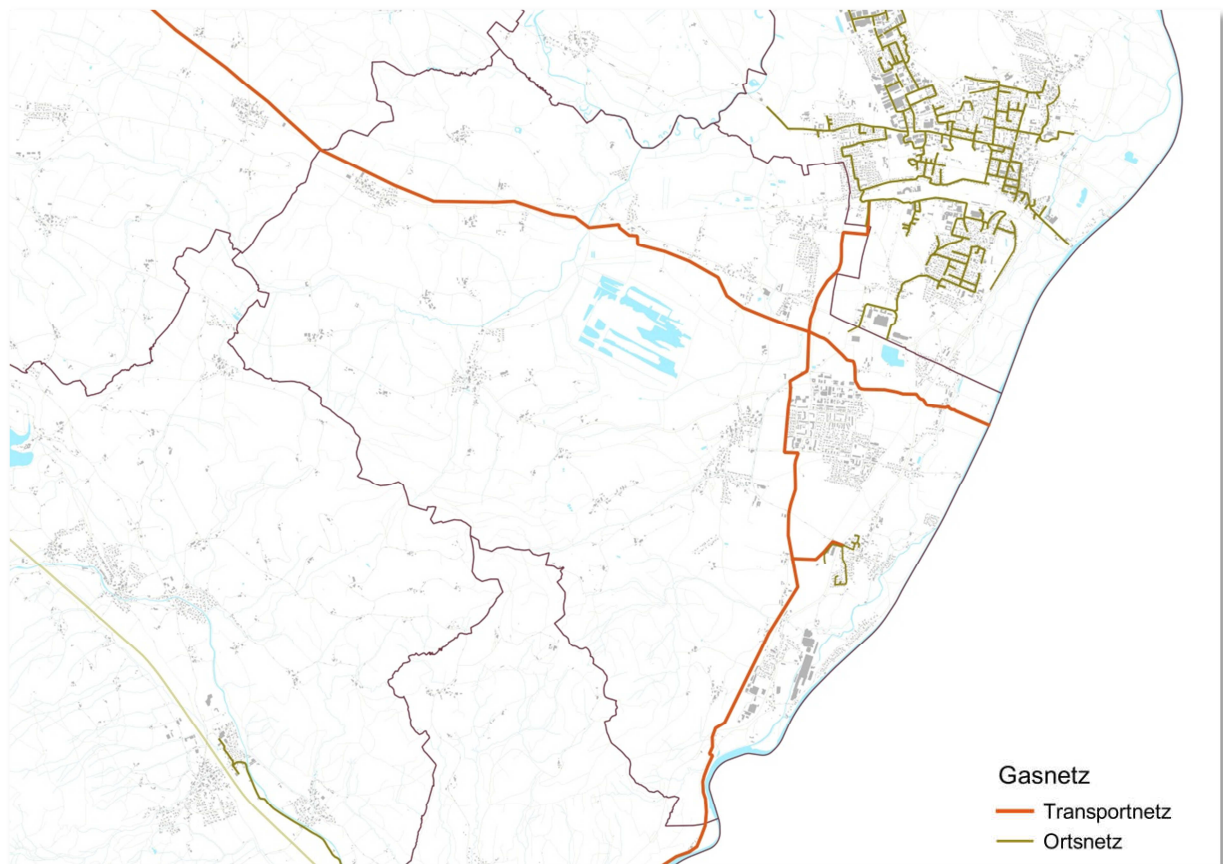


Abbildung 2: Netzinfrastruktur Gas (Transport- und Ortsnetz)

Wärmenetze

Zudem wurden im Gemeindegebiet die Wärmenetze als weitere Form der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur erfasst. Die Gemeindewerke Airing betreiben in Mitterfelden ein Fernwärmenetz mit rund 12.500 Metern 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 in der Gemeinde Ainring

Gebäudenutzung	Anzahl Gebäude
Nicht-Wohngebäude	642
Wohngebäude	2.160
Gesamt	2.802

Um diese Potenziale in einer möglichst hohen Detailschärfe zu berücksichtigen, wurde ein objektscharfes Wärmekataster erstellt. Für jedes Bestandsgebäude im Gemeindegebiet 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 Gemeindegebiet 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.

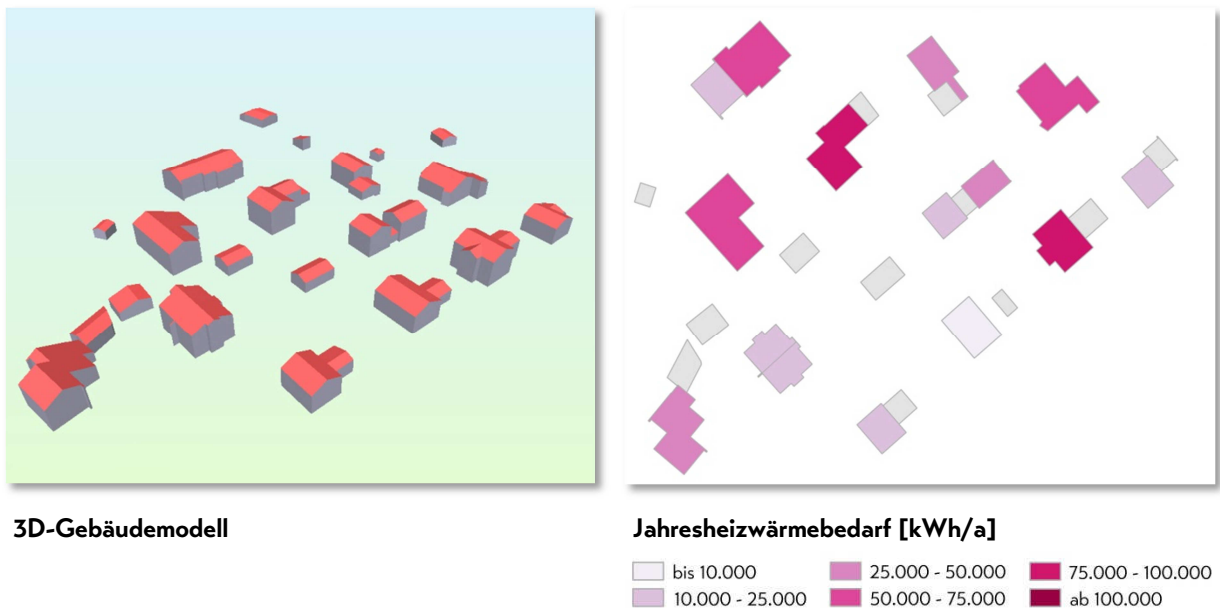


Abbildung 3: 3D-Gebäudemodell (links) und gebäudescharfes Wärmekataster (rechts)

Die Wärmedichte in Megawattstunden pro Hektar und Jahr [$MWh/(ha \cdot a)$] 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.

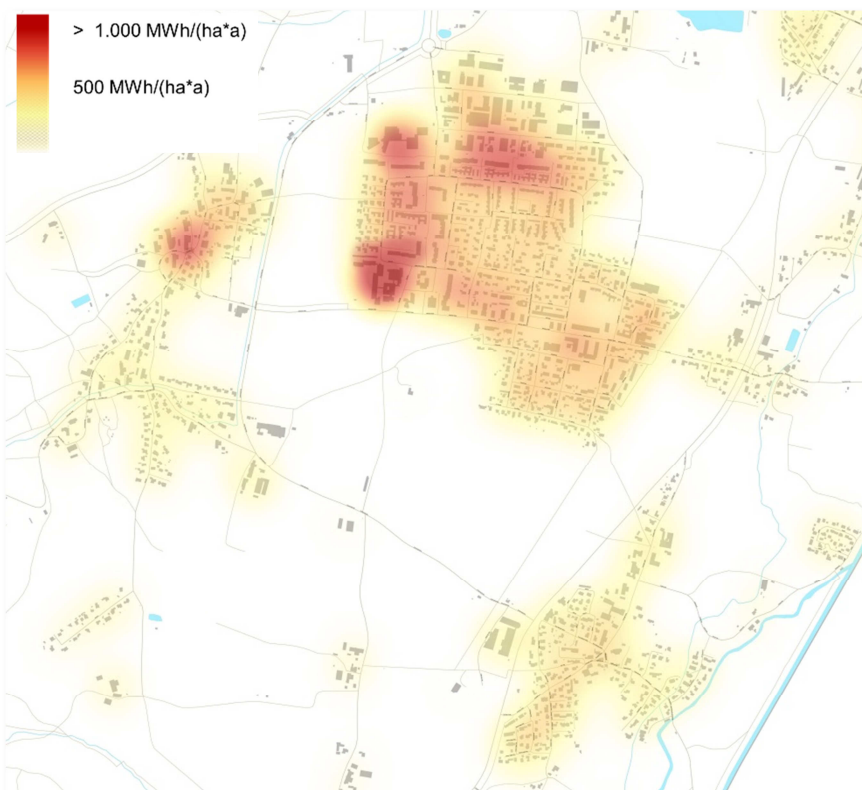


Abbildung 4: Exemplarischer Ausschnitt zur Darstellung der Wärmedichte (Raumwärme- und Warmwasserbedarf, ohne Prozesswärme) auf Grundlage des gebäudescharfen Wärmekatasters

Die Wärmebelegungsichte in Megawattstunden pro Trassenmeter und Jahr [MWh/(trm · a)] ist Maß und Orientierungshilfe zur Bewertung von Wärmenetzinfrastrukturen bezüglich Ausbaupotenzial, respektive Wirtschaftlichkeit. Die Berechnung der Wärmebelegungsichte erfolgte flächendeckend für alle Straßenzüge im Gemeindegebiet 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 Wärmebelegungsichte auf (theoretischen) Trassenabschnitten

4.4 Strombedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der Strombedarf ist mit 39.991 MWh pro Jahr deutlich geringer als der Wärmebedarf und hat einen Anteil von rund 14 % 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 66 % den größten Anteil einnimmt.

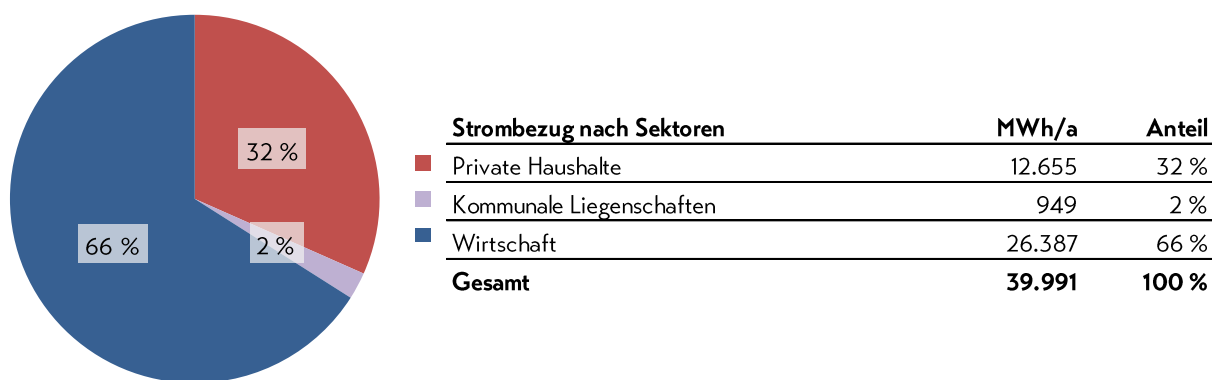


Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr

Anschließend wurde der Strombezug den Erzeugungsmengen der jeweiligen Energieträger gegenübergestellt. Hierfür wurden die eingespeisten Strommengen aus Energie-Erzeugungsanlagen im Gemeindegebiet 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 17.747 MWh, entsprechend rund 44 %, aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Den größten Anteil deckt dabei die Wasserkraft ab.

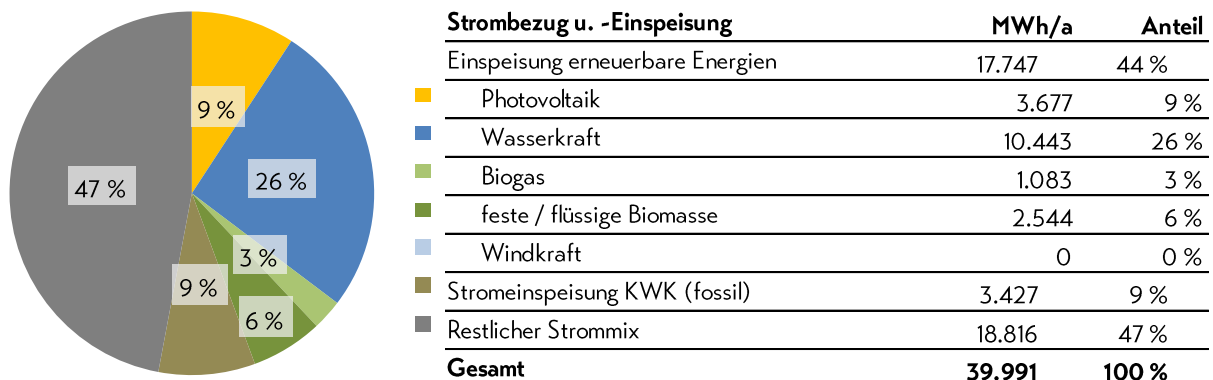
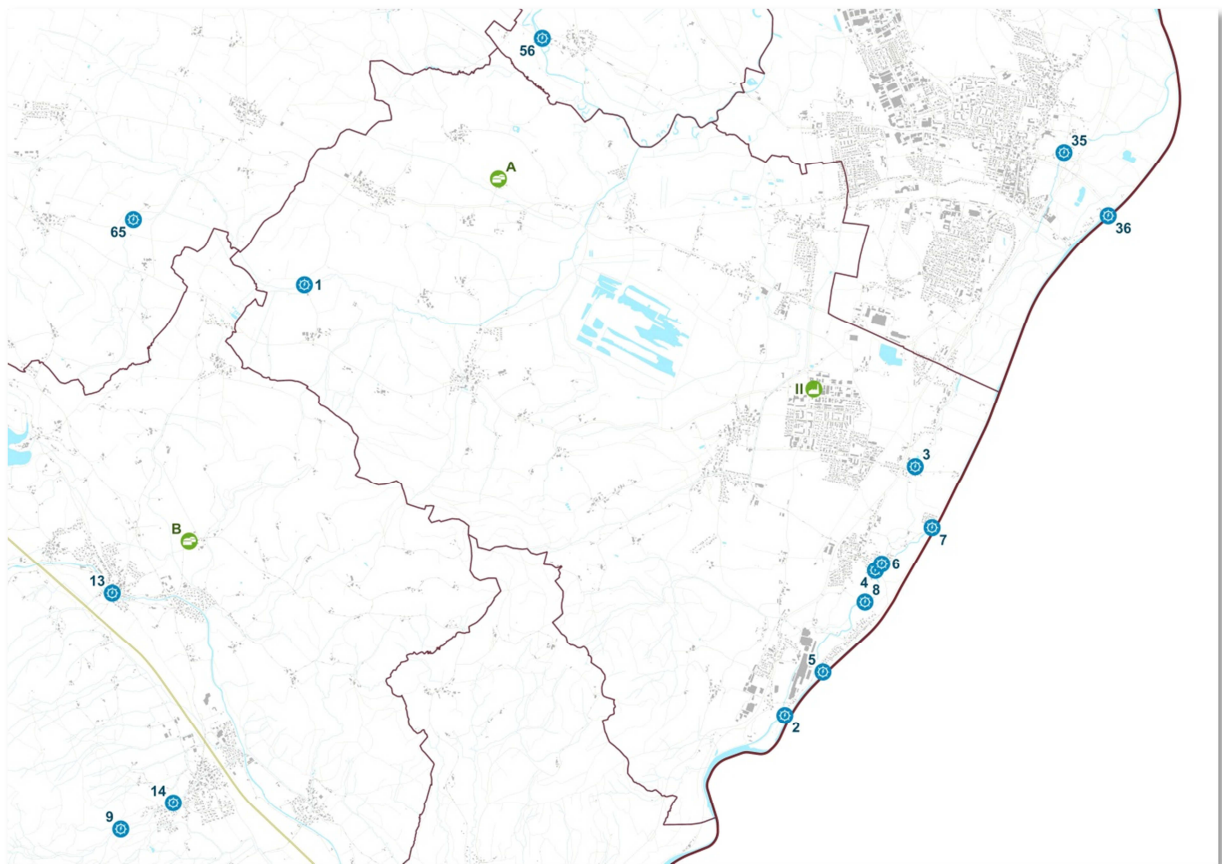


Abbildung 7: Strombezug und Einspeisung erneuerbarer Energieträger rund KWK in MWh pro Jahr

Nachfolgend ist eine Übersicht der in der Gemeinde im Jahr 2014 betriebenen Biogasanlagen (Anzahl: 1), Wasserkraftanlagen (Anzahl 8) und Biomasseheizkraftwerke (Anzahl 1) dargestellt. Darüber hinaus waren im Jahr 2014 über 360 Photovoltaikanlagen in der Gemeinde installiert.






 Wasserkraftanlage
  Biomasse-Heizkraftwerk
  Biogasanlage

Abbildung 8: Übersicht der installierten Wasserkraftanlagen, Biogasanlagen und Biomasseheizkraftwerke

Wasserkraftanlagen

Nr.	Anlagenbezeichnung	Gewässer	Elektrische Ausbauleistung
1	Altmuttermühle	Kleine Sur	0 bis 49 kW
2	Annahütte	Hammerauer Mühlbach	größer 1.000 kW
3	E-Werk Hausmoning	Freilassingener Mühlbach	0 bis 49 kW
4	Kugelmühle	Hammerauer Mühlbach	0 bis 49 kW
5	Saalachkraftwerk Zollhauswehr	Saalach	größer 1.000 kW
6	E-Werk Feldkirchen	Hammerauer Mühlbach	0 bis 49 kW
7	E-Werk Hammerbach	Hammerbach	50 bis 199 kW
8	Rachbauernsäge	Hammerauer Mühlbach	0 bis 49 kW

Biomasseheizkraftwerke

Nr.	Anlagenbezeichnung	Elektrische Leistung
II	Biomasseheizkraftwerk Ainring	930 kW

Biogasanlagen

Nr.	Bezeichnung der Anlage	Elektrische Leistung
A	Biogasanlage Abfalfer	165 kW

4.5 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 248.947 MWh pro Jahr. In Abbildung 9 ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe Wirtschaft auf.

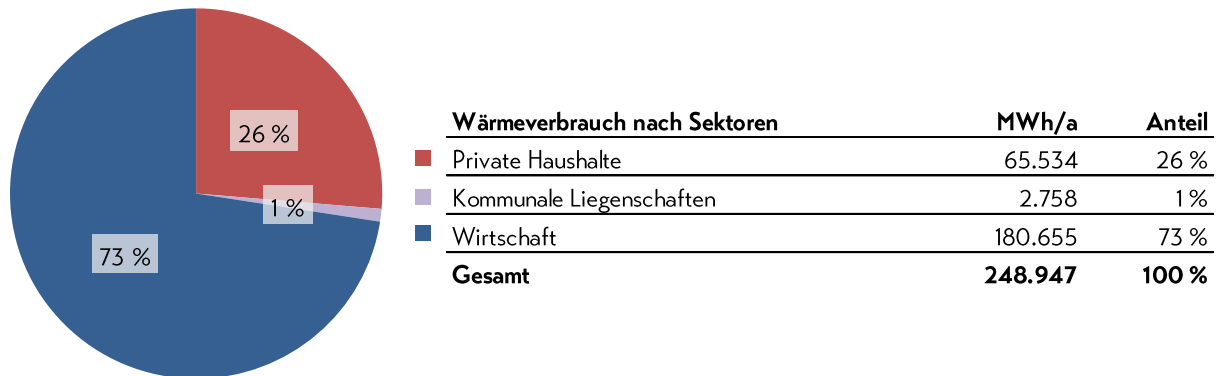


Abbildung 9: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr

Analog zum Strombedarf wird ebenfalls der Wärmebedarf den einzelnen Energieträgern zugeteilt (Abbildung 10). In Summe werden für die Wärmebereitstellung rund 28.288 MWh, entsprechend rund 11 %, aus erneuerbaren Energieformen erzeugt. Größter erneuerbarer Energieträger im Wärmebereich ist mit 6 % die feste Biomasse. Darunter sind Holzeinzelfeuerstätten, Hackschnitzel- und Pelletkessel zusammengefasst. Das Fernwärmenetz in der Gemeinde Aining liefert mit rund 5 % einen weiteren großen Bestandteil der regenerativen Wärmeerzeugung. Mit einem Anteil von 68 % dominiert jedoch Erdgas die Wärmebereitstellung, was insbesondere auf die energieintensive Wirtschaft in der Gemeinde zurückzuführen ist.

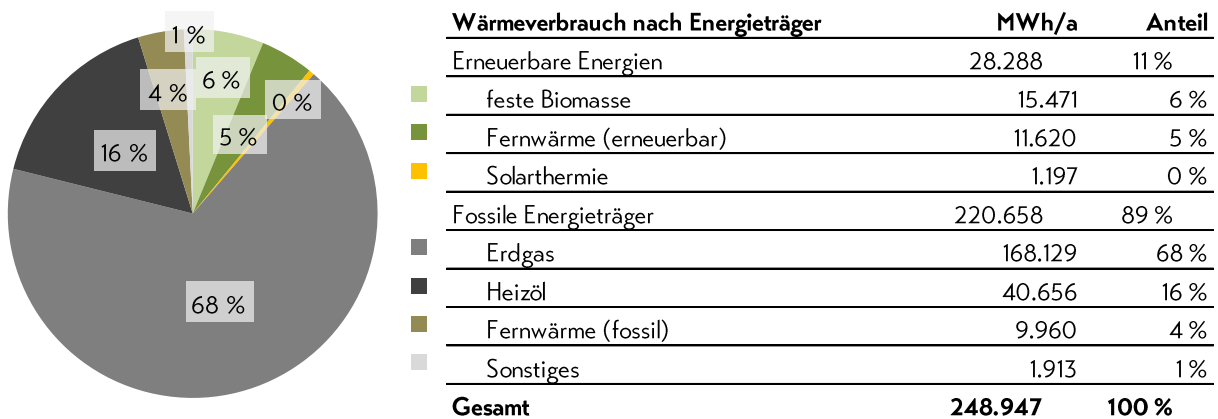


Abbildung 10: Wärmeverbrauch und Anteil der Energieträger in MWh pro Jahr

Nah- und Fernwärmeversorgung:

Die Gemeindewerke Ainring betreiben ein Fernwärmenetz mit rund 12.500 Meter Trassenlänge und einem Wärmeabsatz in Höhe von rund 22.500 MWh pro Jahr. Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine Hackschnitzel-ORC-Anlage, 4 Erdgas-BHKW und 2 Spitzenlastkessel. Vom gesamten Wärmeabsatz in Höhe von 22.500 MWh pro Jahr liefert die regenerative Hackschnitzel-ORC Anlage mit rund 11.320 MWh pro Jahr einen Anteil von mehr als 50 %. Nachfolgend ist eine Übersicht der Fernwärmeversorgung im Ist-Zustand dargestellt.



— Fernwärmeleitung

Abbildung 11: Die Fernwärmeversorgung der Gemeindewerke Ainring in Mitterfelden im Ist-Zustand

Zudem wird die Abwärme der bestehenden Biogasanlage im Ortsteil Abfalter für die Versorgung eines Nahwärmeverbundnetzes (rund 550 m Trassenlänge) mit neun Abnehmern genutzt.

4.6 CO₂- 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 CO₂-Emissionsfaktor ermittelt, das sogenannte CO₂-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 CO₂-Äquivalent sind also alle klimarelevanten Emissionen enthalten, die für die Bereitstellung und Nutzung eines Energieträgers anfallen.

Die verwendeten CO₂-Äquivalente wurden mit Hilfe des Lebenszyklus- und Stoffstromanalyse-Modells GEMIS¹ ermittelt und sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die absoluten CO₂-Emissionen für die einzelnen Energieträger ergeben sich dann aus der eingesetzten Energiemenge multipliziert mit dem jeweiligen CO₂-Äquivalent. Für die Erzeugung elektrischer Energie innerhalb des Betrachtungsgebiets (z. B. aus Erneuerbaren Energien) wird eine CO₂-Gutschrift in Höhe des CO₂-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 CO₂-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 68.496 Tonnen CO₂ pro Jahr. Dies entspricht einem jährlichen Ausstoß klimawirksamer Gase von rund 7,1 Tonnen CO₂ pro Einwohner.

Hinweis:

In der CO₂-Bilanz ist der CO₂-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 CO₂-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	65.534	Wärmedämmmaßnahmen bei einer Sanierungsrate von 2 % p.a. auf EnEV 2016 Optimierung der Anlagentechnik	12 %	7.668	57.866
	Strombezug	12.655	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	2.658	9.997
Kommunale Liegenschaften	Wärmeverbrauch	2.758	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	579	2.179
	Strombezug	949	Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED Übriger Strombezug: Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	28 %	261	688
Wirtschaft	Wärmeverbrauch	180.655	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	37.938	142.717
	Strombezug	26.387	Einsparmaßnahmen gemäß EU-Effizienzrichtlinie 1,5 % p.a.	21 %	5.541	20.846
Summe		288.938		19 %	54.645	234.293

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 Gemeinde ableiten. Abbildung 12 zeigt die Einteilung des Wohngebäudebestands in der Gemeinde Ainring in Energieeffizienzklassen in Anlehnung an den Gebäude-Energieausweis.

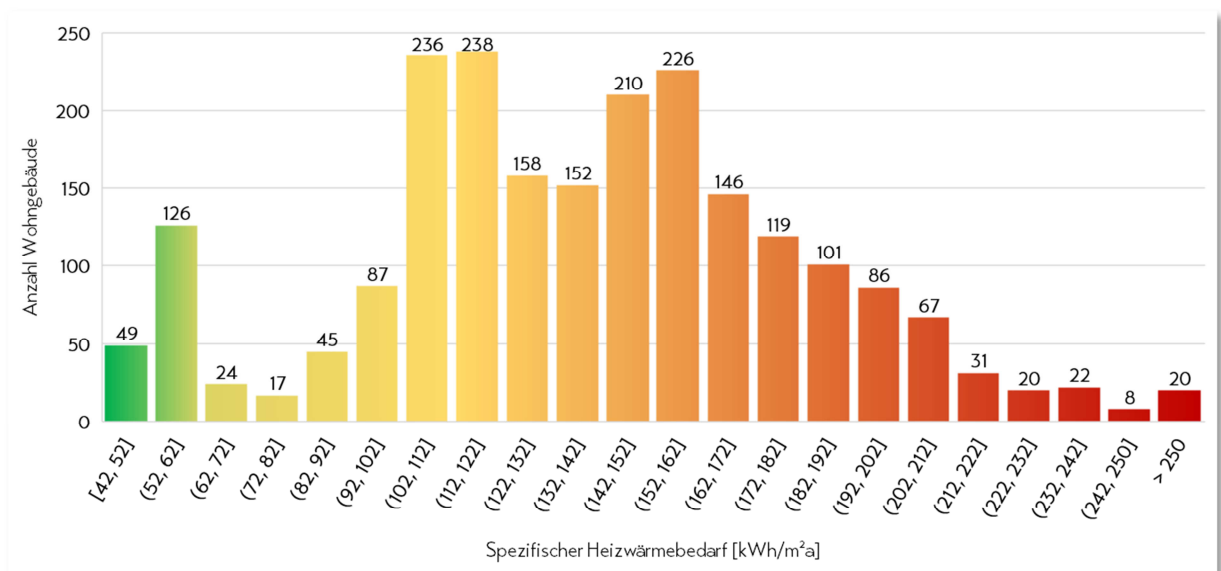


Abbildung 12: Energieeffizienz des Gebäudebestandes in der Gemeinde Airing

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.
- Denkmalschutz Gebäude werden nicht mit einbezogen.

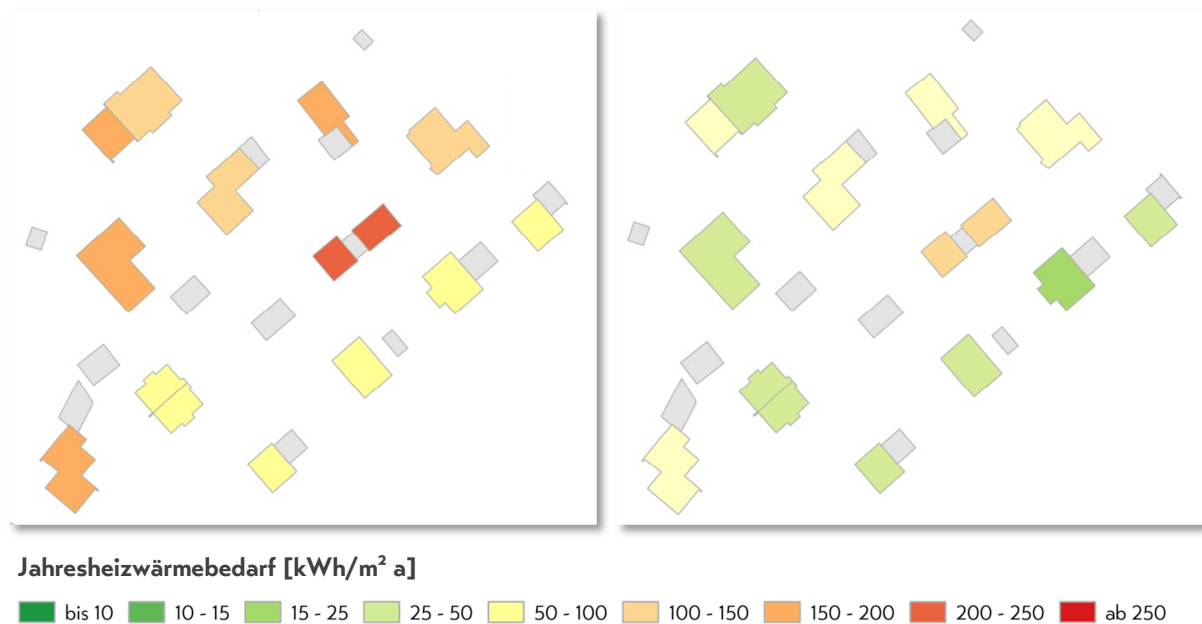


Abbildung 13: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ist-Zustand (links) und der Sanierungspotenziale (rechts) im Wohngebäudebestand

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 12 % des Heizwärmebedarfs eingespart werden, was einer Reduktion von derzeit rund 65.534 MWh/a auf 57.866 MWh/a entspricht. Um dieses Potenzial auszuschöpfen bedarf es einer umfassenden energetischen Sanierung von rund 730 Wohngebäuden in der Gemeinde bis 2030. In Abbildung 14 sind die jährlich zu sanierenden Gebäude (Säulendiagramm) mit der daraus resultierenden Reduktion des Wärmebedarfs im zeitlichen Verlauf grafisch dargestellt.

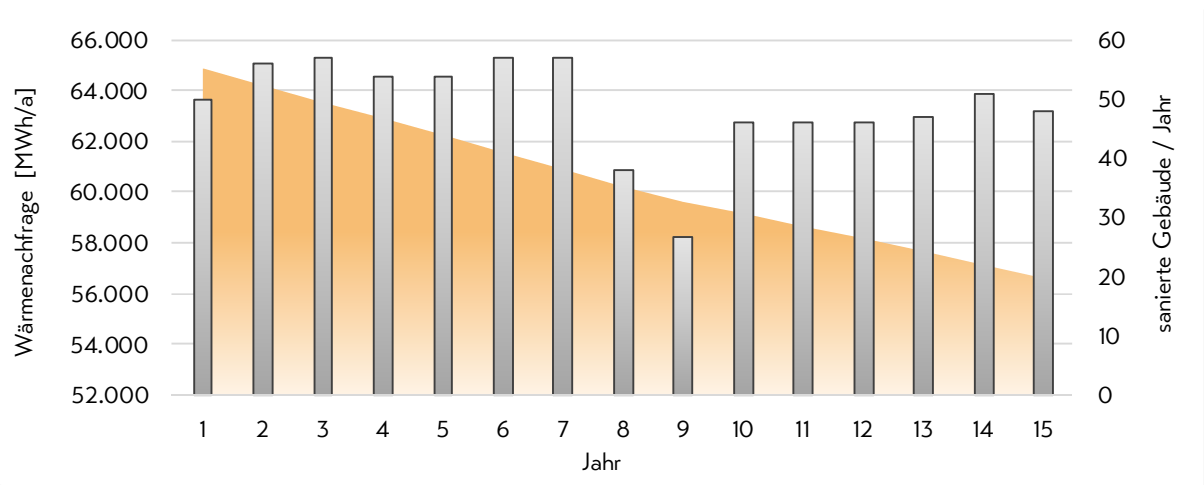


Abbildung 14: Sanierungspotenzial Wohngebäude in der Gemeinde Airing

5.1.1.2 Strom

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO₂-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 der Gemeinde Airing in der Verbrauchergruppe Private Haushalte bis zum Jahr 2030 von derzeit 12.655 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 CO₂-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 87 % aller installierten Leuchten sogenannte Natriumdampf-Leuchten (gelbes Licht), die gegenüber den Quecksilberdampf-Leuchten eine höhere Energieeffizienz aufweisen. Die höchste Energieeffizienz haben LED-Leuchten, die rund 6 % der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde ausmachen. Durch die komplette Umrüstung der Straßenbeleuchtung in der Gemeinde Airing auf LED-Technik kann der Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung um rund 53 % gesenkt werden.

Tabelle 4: Übersicht der installierten Straßenbeleuchtung im Ist-Zustand

Beleuchtungstechnik	Anzahl Leuchten
HME (Quecksilberdampf)	6
NAV (Natriumdampf)	697
LS (Leuchtstoffröhre)	50
LED (Leuchtdiode)	46
Sonstige	-
Summe	799

Ergebnis:

In Summe können bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften (inklusive Straßenbeleuchtung) der Stromverbrauch von derzeit 949 MWh/a um insgesamt 28 % und der Wärmebedarf von 2.758 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 26.387 MWh/a und der Wärmebedarf in Höhe von 180.655 MWh/a jeweils um 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 in der Gemeinde Ainring 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.

In der Gemeinde Ainring 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 in der Gemeinde Ainring nicht identifiziert (siehe auch Kap. 6.1). Die Erläuterungen zu den Potenzialen der einzelnen Energieträger sind in den nachfolgenden Kapiteln näher ausgeführt.

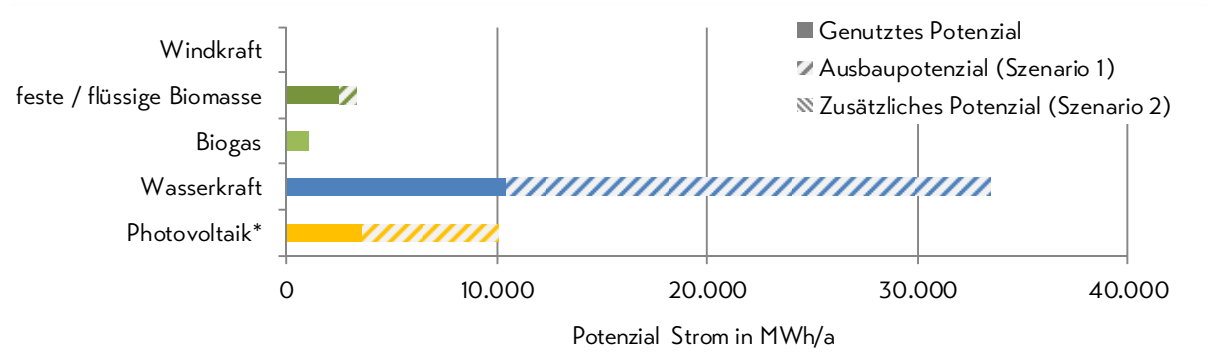


Abbildung 15: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung

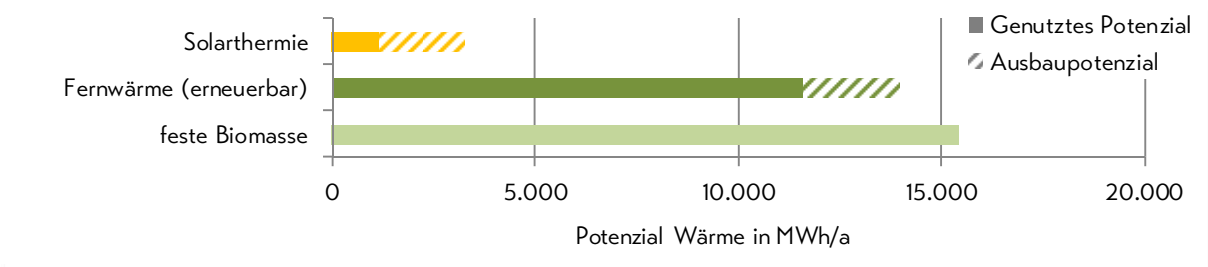
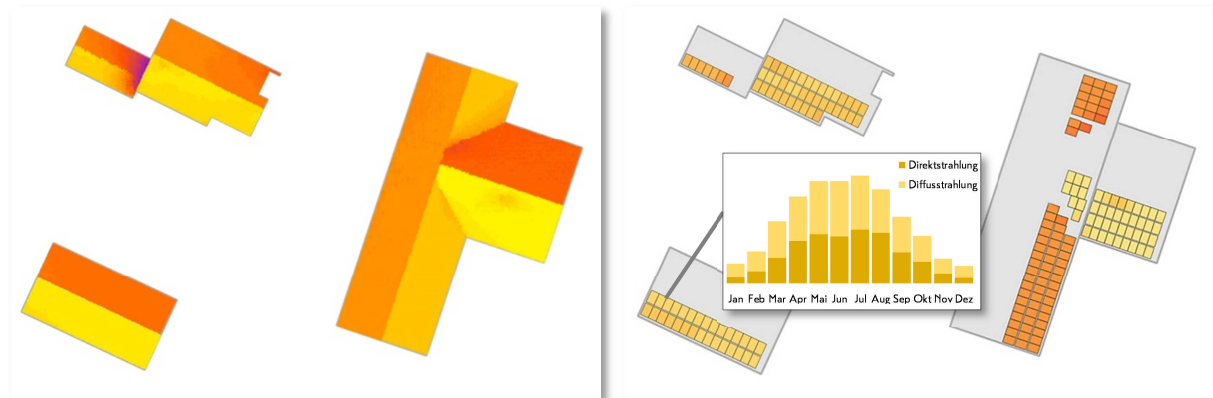


Abbildung 16: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung

5.2.1 Solarthermie und Photovoltaik

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiefpotenziale 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 $800 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ 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.



Jahresglobalstrahlung auf Dachfläche [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]

- 0 - 50 • 400 - 450 • 800 - 850 • 1200 - 1250
- 50 - 100 • 450 - 500 • 850 - 900 • 1250 - 1300
- 100 - 150 • 500 - 550 • 900 - 950 • 1300 - 1350
- 150 - 200 • 550 - 600 • 950 - 1000 • 1350 - 1400
- 200 - 250 • 600 - 650 • 1000 - 1050 • 1400 - 1500
- 250 - 300 • 650 - 700 • 1050 - 1100
- 300 - 350 • 700 - 750 • 1100 - 1150
- 350 - 400 • 750 - 800 • 1150 - 1200

Jahresglobalstrahlung auf PV-Modul [$\text{kWh/m}^2\text{a}$]

- 672 - 700 ■ 850 - 900 ■ 1050 - 1100 ■ 1250 - 1300
- 700 - 750 ■ 900 - 950 ■ 1100 - 1150 ■ 1300 - 1350
- 750 - 800 ■ 950 - 1000 ■ 1150 - 1200 ■ 1350 - 1400
- 800 - 850 ■ 1000 - 1050 ■ 1200 - 1250 ■ 1400 - 1450

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 Solarthermiepoteziels 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 die Gemeinde Airing 2.074 MWh/a. Solarthermie kann dadurch auf mehr als das Doppelte der derzeitigen Nutzung gesteigert werden.

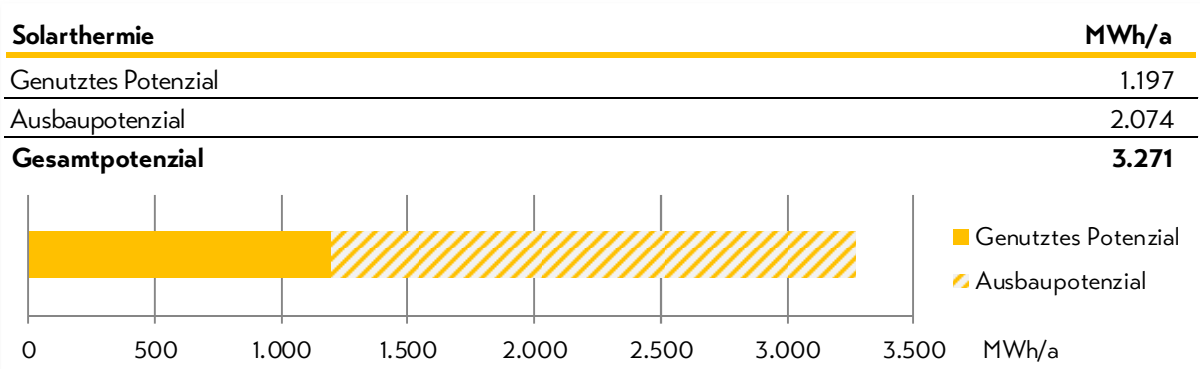


Abbildung 18: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Solarthermie

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 Mindestenertrag von 850 kWh/kWp liefern.

Bei der Analyse des Photovoltaikpotenziels 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 10.124 MWh/a entspricht der Nutzung von 35 % aller Dachflächen in der Gemeinde, die unter den oben genannten Rahmenbedingungen als geeignet identifiziert wurden. Nach Abstimmung mit den regionalen Akteuren wurden keine weiteren Freiflächen-Photovoltaikanlagen im Ausbaupotenzial berücksichtigt.

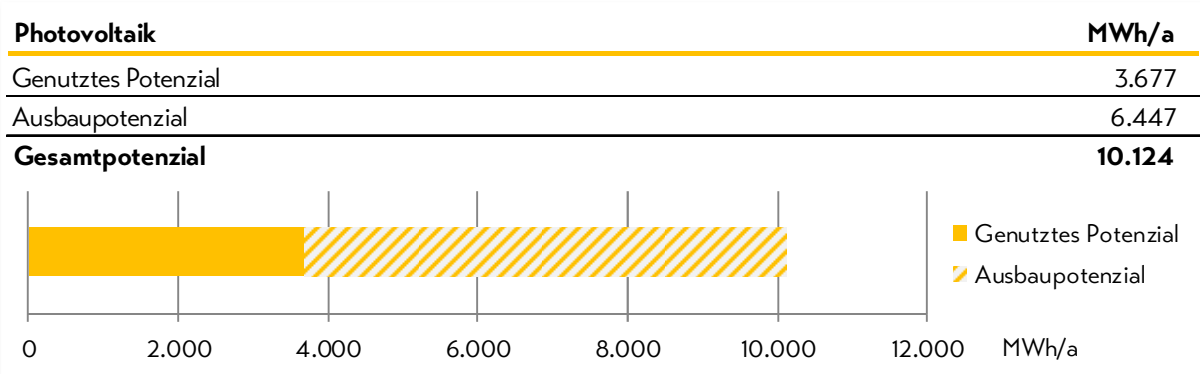
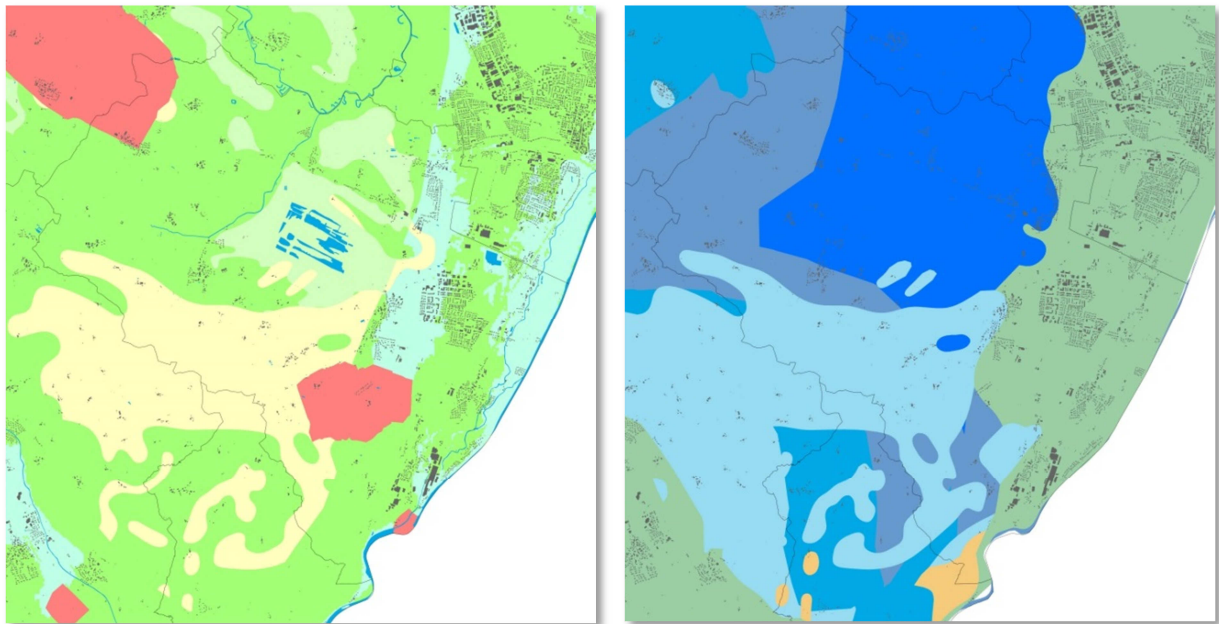


Abbildung 19: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Photovoltaik

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 Gemeindegebiet dargestellt.



Standorteignung Oberflächennahe Geothermie

- Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpen u. Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren
- Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmekollektoren
- Erdwärmekollektoren
- Gewässer
- nicht möglich (Wasserschutzgebiet)

Wärmeleitfähigkeit bis 100 m Tiefe

- | | | |
|--|---|---|
| ■ < 1,0 W/(m*K) | ■ > 1,6 - 1,8 W/(m*K) | ■ > 2,4 - 2,6 W/(m*K) |
| ■ > 1,0 - 1,2 W/(m*K) | ■ > 1,8 - 2,0 W/(m*K) | ■ > 2,6 - 2,8 W/(m*K) |
| ■ > 1,2 - 1,4 W/(m*K) | ■ > 2,0 - 2,2 W/(m*K) | ■ > 2,8 - 3,0 W/(m*K) |
| ■ > 1,4 - 1,6 W/(m*K) | ■ > 2,2 - 2,4 W/(m*K) | ■ > 3,0 W/(m*K) |

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).

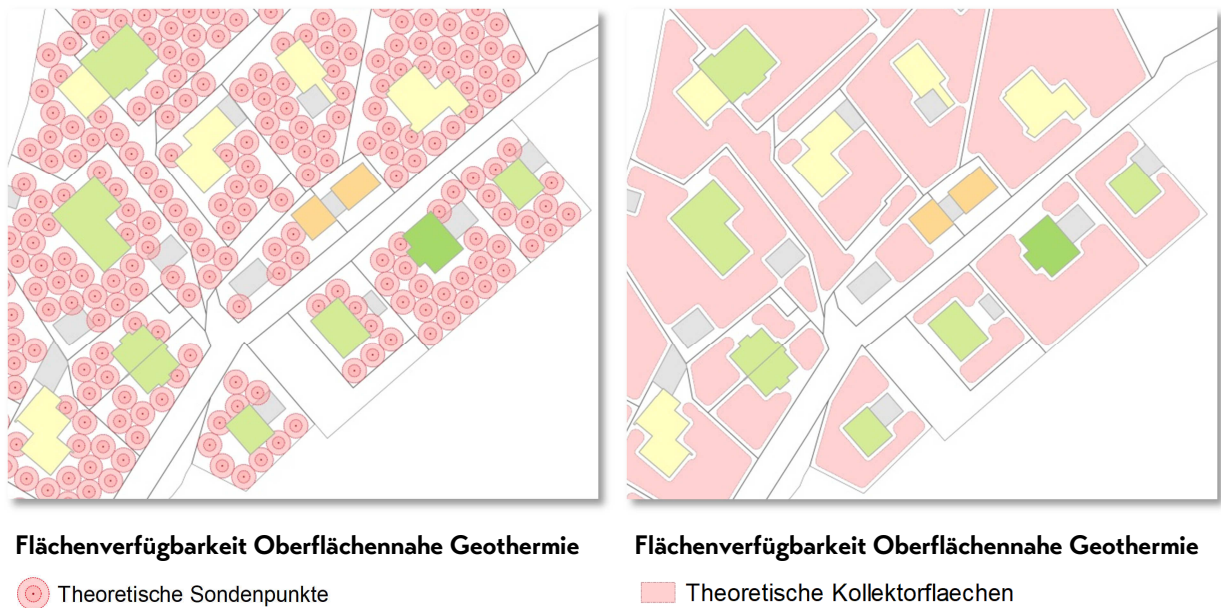


Abbildung 21: Beispielhafte Darstellung der Analyseergebnisse zur theoretischen Flächenverfügbarkeit für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren

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 der Gemeinde für den Einsatz von oberflächennaher Geothermie in Frage kommen.

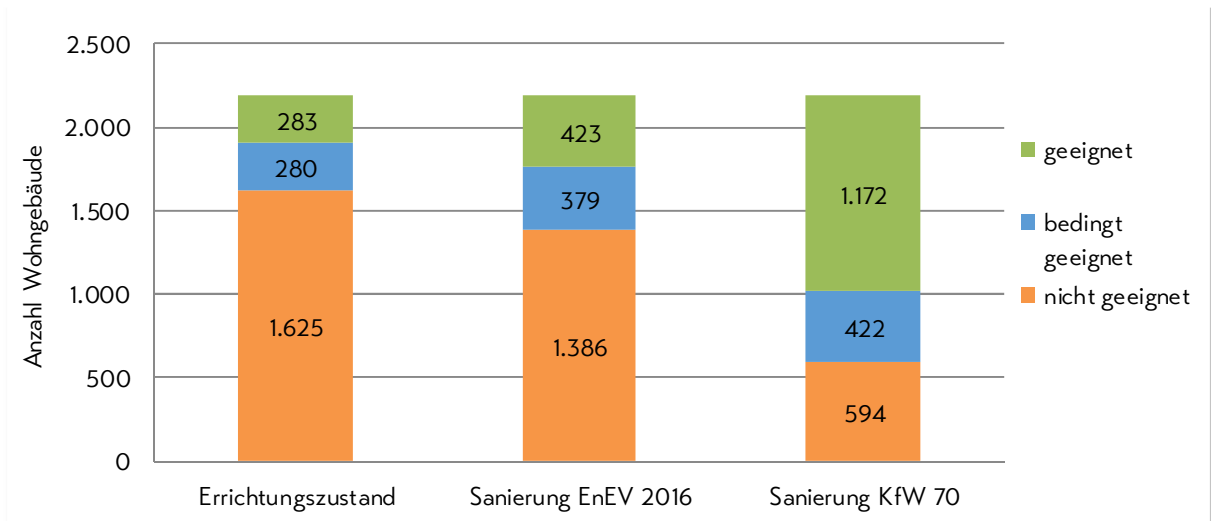


Abbildung 22: Versorgungspotenzial durch Erdwärmesonden in der Gemeinde Ainring

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 CO₂-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromverbrauch 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 23.000 MWh pro Jahr. Dieses Potenzial setzt sich zusammen aus...

- dem Neubau einer Anlage und
- der Erweiterung einer Bestandsanlage.

Zusätzliche Potenziale gemäß Szenario 2 wurden in der Gemeinde Ainring nicht identifiziert.

Das Gesamtpotenzial der Wasserkraft beträgt in Summe rund 33.400 MWh/a, wovon ca. 10.443 MWh/a derzeit genutzt werden.

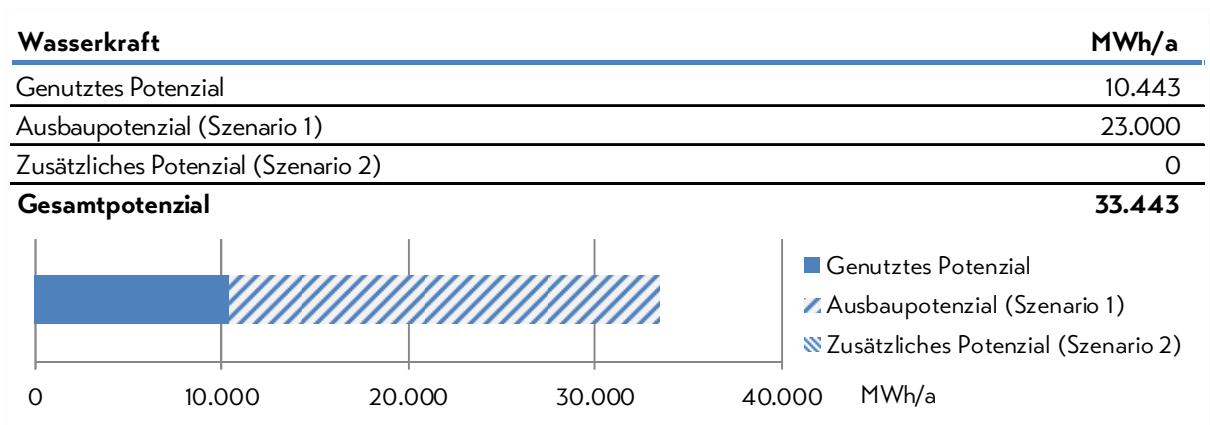


Abbildung 23: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Wasserkraft

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 Gemeindegebiet (rechts).

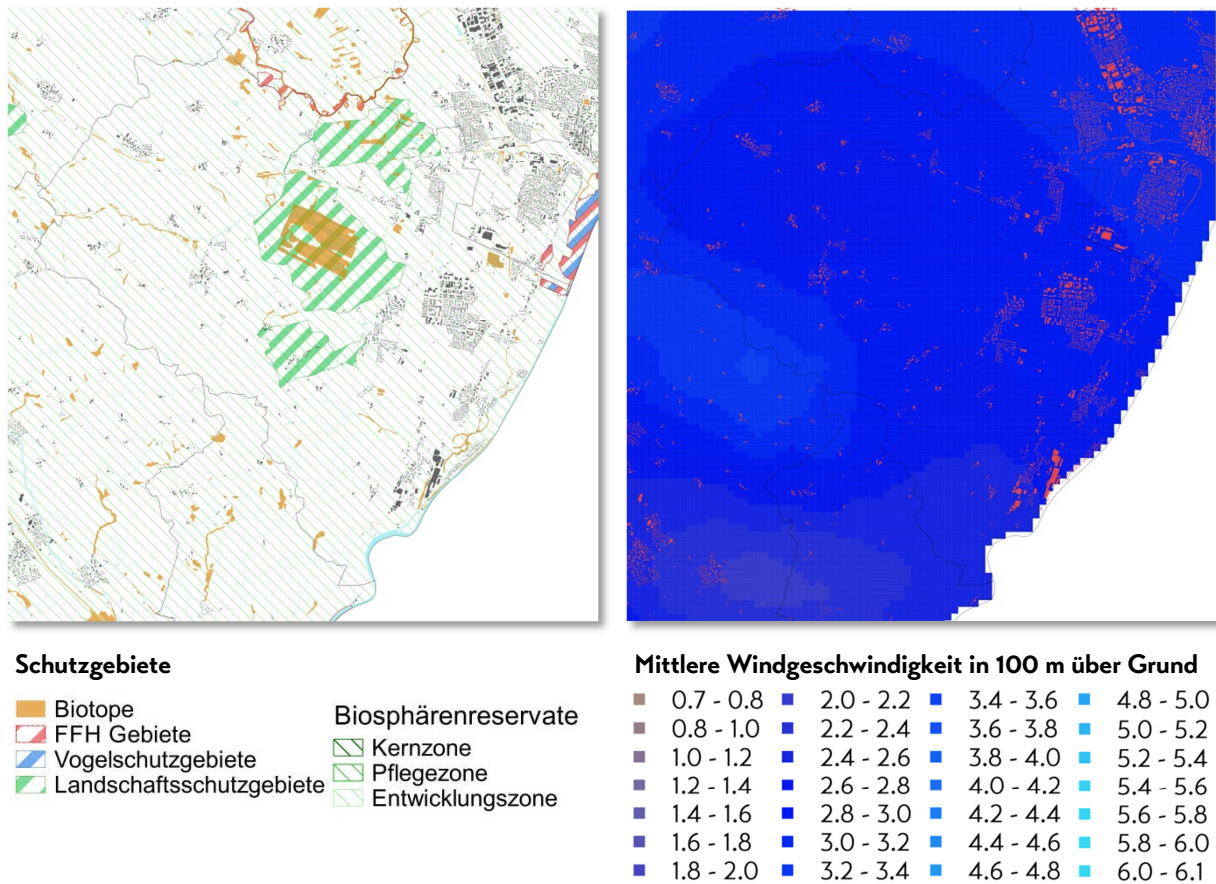


Abbildung 24: Schutzgebietskartierung (links) und mittlere Jahreswindgeschwindigkeit in 100 m ü. G. (rechts)

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 erhalten, 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 der Gemeinde Ainring 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 Gemeinde und den Gemeindewerken abgestimmt wurden. Für die Gemeinde Ainring wurde hierbei ein Ausbaupotenzial der Fernwärme in Höhe von 2.360 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.

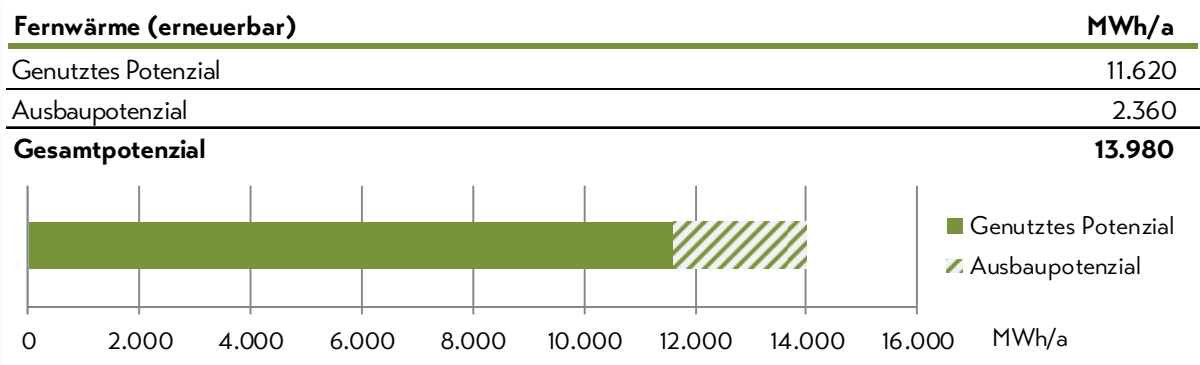


Abbildung 25: Zusammenfassung der Potenzialanalyse für Fernwärme (erneuerbar)

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 CO₂-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.

Die durch Verstromung von Biogas entstehende Abwärme wird bei der bestehenden Biogasanlagen in der Gemeinde Ainring bereits zu hohen Anteilen für die Wärmeversorgung umliegender Gebäude und für Trocknungsprozesse genutzt.

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 der Gemeinde Ainring ist eine Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung in Höhe von 165 kW_{el} installiert. Nach Rücksprache mit dem Anlagenbetreiber wird kein weiteres Potenzial hinsichtlich Effizienzsteigerung ausgewiesen.

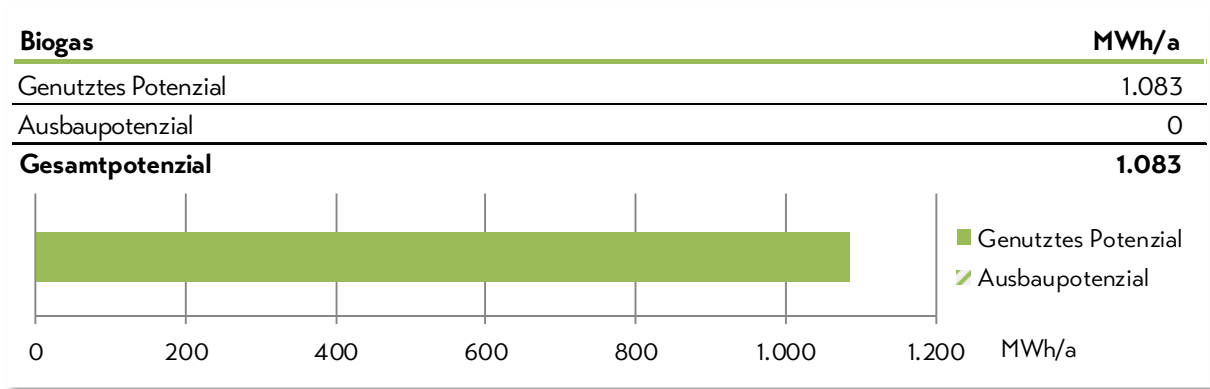


Abbildung 26: Zusammenfassung der Potenziale für die Stromerzeugung aus Biogas

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.

Das ermittelte Ausbaupotenzial für die Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse bezieht sich auf konkrete Vorhaben, die in der Gemeinde Ainring identifiziert und im Rahmen der Regionalkonferenzen abgestimmt wurden.

Ergebnis:

Die Ausbaupotenziale im Bereich der Stromeinspeisung durch feste und flüssige Biomasse beruhen auf der anvisierten Steigerung der Auslastung der Hackschnitzel-ORC Anlage für die Fernwärmeversorgung. In Abstimmung mit den Gemeindewerken Ainring wird eine Steigerung der Stromproduktion (bei erhöhtem Wärmeabsatz im Fernwärmenetz) um rund 840 MWh pro Jahr angestrebt.

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 betrachtet.

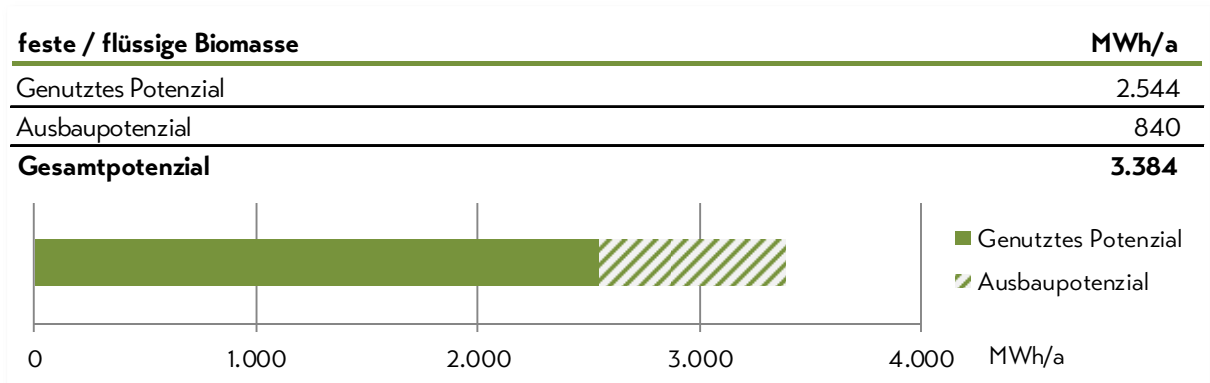


Abbildung 27: Zusammenfassung der Potenziale für die Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse

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 die Gemeinde Ainring 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 in der Gemeinde Ainring 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 der Gemeinde Ainring durch die im Kapitel 5.1 beschriebenen Annahmen der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung von derzeit 39.991 MWh auf rund 31.500 MWh im Jahr 2030 reduziert werden. Durch Ausschöpfen der im Kapitel 5.2 beschriebenen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien kann die regenerative Stromerzeugung von aktuell 17.747 MWh auf rund 48.034 MWh ausgebaut werden. Hierdurch würde sich im Jahr 2030 ein bilanzieller Deckungsanteil in Höhe von 152 % ergeben. Im Jahr 2030 können demnach 32 % des Strombedarfs bilanziell aus Photovoltaik und 106 % aus Wasserkraft bereitgestellt werden.

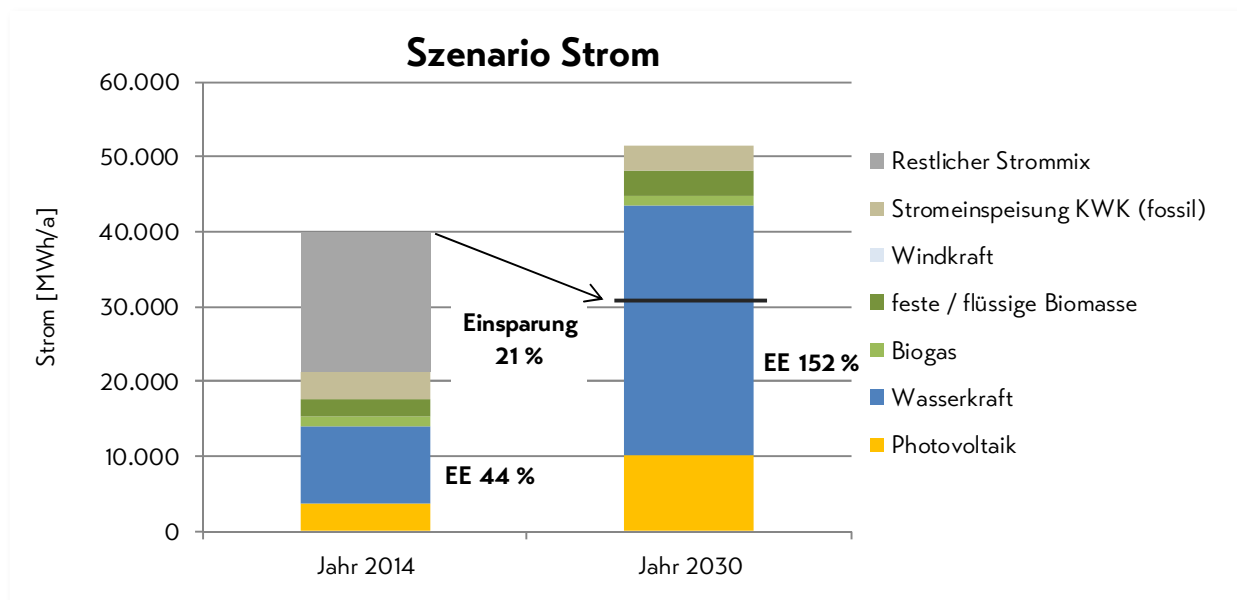


Abbildung 28: Szenario Strom

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. 248.947 MWh im Jahr 2014 auf rund 202.800 MWh im Jahr 2030 gemindert werden. Die regenerative Wärmeerzeugung kann von 28.288 MWh auf rund 32.700 MWh gesteigert werden. Hierdurch würde sich der bilanzielle Deckungsanteil erneuerbarer Energieträger von derzeit 11 % auf 16 % im Jahr 2030 erhöhen.

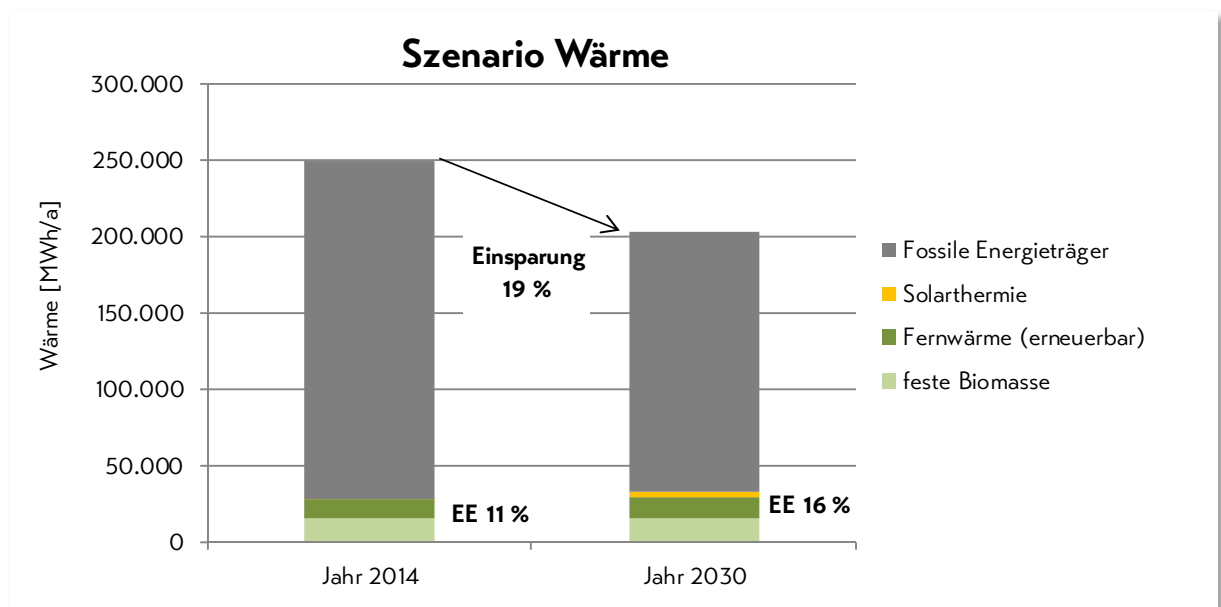


Abbildung 29: Szenario Wärme

Die Ergebnisse zeigen, dass der Anteil regenerativer Energien an der Wärmebereitstellung zwar gesteigert werden kann, eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien in allen Verbrauchergruppen bis 2030 jedoch nicht absehbar ist. Insbesondere Industriebetriebe werden auch längerfris-

tig auf den Einsatz von beispielsweise Gas als Brennstoff angewiesen sein. Perspektivisch ist jedoch auch hier der (teilweise) Ersatz von Erdgas durch Synthesegas, das aus regenerativen Energien mittels Power-to-Gas-Technologie² erzeugt wird, denkbar. Dem Erdgasnetz kommt dadurch auch als Energiespeicher eine erhöhte Bedeutung zu. Die Power-to-Gas-Technologie kann somit als Regelenergiemechanismus im Stromnetz eingesetzt werden, erneuerbare Lastspitzen abfangen und thermische Defizite decken.

6.3 Entwicklung der CO₂-Emissionen

Die CO₂-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 CO₂-Äquivalent für Strom gemäß Tabelle 2 angesetzt. Für Einsparungen bei der thermischen Energie wurde ein entsprechend der prozentualen Verteilung der Energieträger gewichteter Mittelwert als CO₂-Äquivalent angesetzt.

Der CO₂-Ausstoß kann demnach im Jahr 2030 durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen von derzeit rund 68.496 Tonnen pro Jahr auf rund 50.200 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Durch Ausschöpfen der Potenziale regenerativer Energien ist eine zusätzliche Reduktion auf 31.300 Tonnen pro Jahr möglich. Bezogen auf die Einwohner bedeutet dies, dass der CO₂-Ausstoß pro Kopf von derzeit 7,1 Tonnen um 54 % auf 3,2 Tonnen gesenkt werden kann.

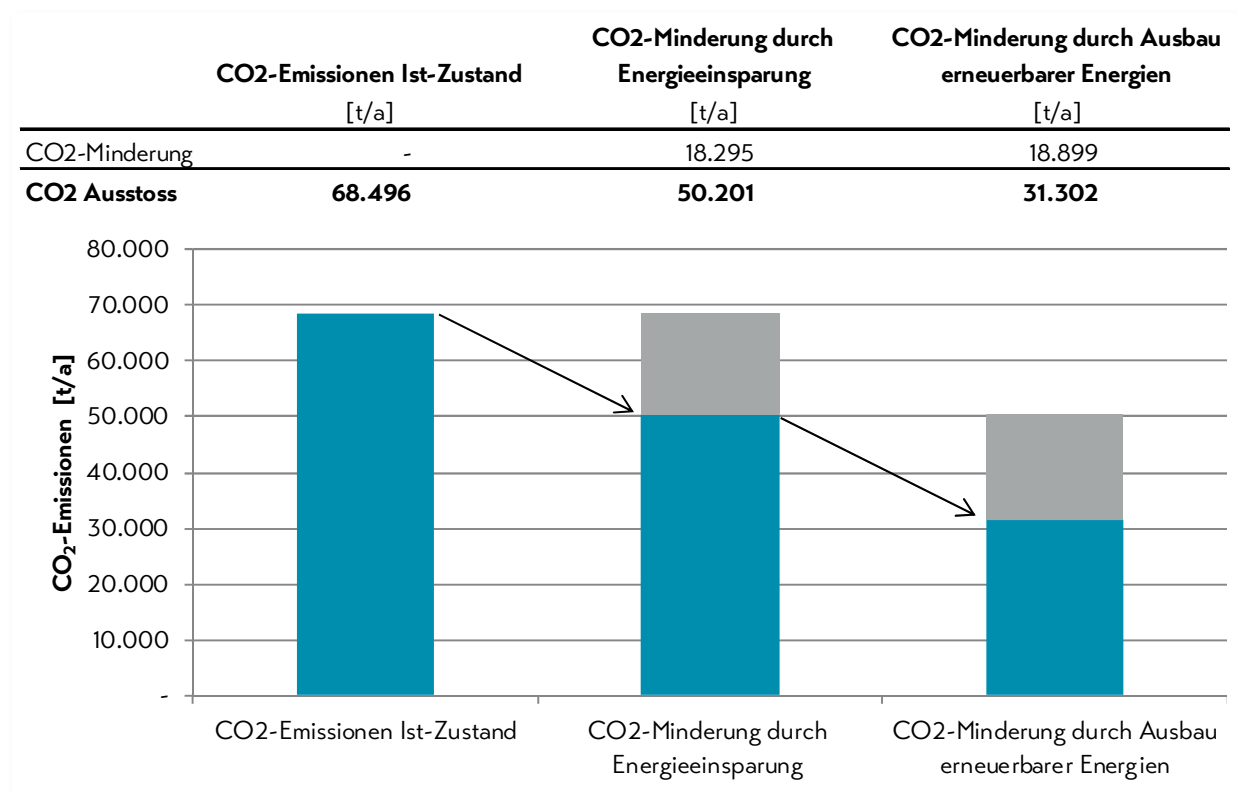


Abbildung 30: Entwicklung der CO₂ -Emissionen

² Herstellung von Brenngasen mittels Elektrolyse mit teilweise nachgeschalteter Methanisierung unter dem Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien

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.

Ein Projekt aus dem Maßnahmenkatalog wurde als Detailprojekt umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft (siehe Kapitel 8).

Tabelle 5: Maßnahmenkatalog

Nr.	Kl.	Maßnahme	Beschreibung
1	A	Prüfung sinnvoller Maßnahmen zur Optimierung und Erweiterung der bestehenden Fernwärmeversorgung	Ist-Zustand Fernwärme: Hackschnitzel-ORC-Anlage, 4 Erdgas-BHKW, 2 Spitzenlastkessel; Trassenlänge rund 12.500m; Wärmeabsatz rund 22.500 MWh/a; Prüfung sinnvoller Optimierungsmaßnahmen in der bestehenden Heizzentrale (z.B. hydraulische Netzberechnung, Einbindung Puffer) sowie Prüfung sinnvoller Trassenerweiterungen zur Steigerung des Wärmeabsatzes (z.B. Anschluss Neubaugebiet Mitterfelden, Hausmoning, Dorf Ainring)
2	A	Solarmodellsiedlung im Neubaugebiet Bruch-Römerstraße	Konzeption für solare Bauleitplanung (Solarmodellsiedlung) im Neubaugebiet Bruch-Römerstraße mit Gebäudesimulation. Hierdurch soll z.B. eine ideale Ausrichtung der Gebäude frühzeitig und im rechtlich möglichen Rahmen ausgearbeitet werden. Für den Leitfaden "Solare Bauleitplanung" soll dieses Projekt als Praxisbeispiel / Modellprojekt dienen. Im Rahmen des Projektes soll die passive (Solareinstrahlung durch Fenster) und aktive Solarnutzung durch Solarthermie und Photovoltaik für jedes Gebäude optimiert werden.
3	A	Ganzheitliches Sanierungskonzept für die Grundschule Thundorf	Ausarbeitung eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes für die Grundschule Thundorf mit Prüfung sinnvoller Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle, Dimensionierung einer neuen Heizungsversorgung (aktuell Heizölkessel Baujahr 1987) und Prüfung der Installation einer Photovoltaikanlage mit maximaler Stromeigenutzung.
4	A	Umrüstung der Heizungsversorgung im Kindergarten Heidenpoint	Ausarbeitung eines Variantenvergleichs (z.B. Pelletkessel <-> Heizölkessel) zur Umrüstung der Heizungsversorgung (aktuell Heizölkessel Baujahr 1991).

5	A	Photovoltaik zur Stromeigennutzung auf Pumpwerken	Prüfung der Installation von Photovoltaikanlagen auf Pumpwerken im Gemeindegebiet. Die Installation bietet sich auf Pumpwerken mit konstantem Stromverbrauch (insbesondere tagsüber) an. Zudem sollten die Pumpwerke über eine geeignete Fläche für die Installation der Module verfügen.
6	A	Ganzheitliches Sanierungskonzept für die Mittelschule Mitterfelden	Ausarbeitung eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes für die Mittelschule Mitterfelden mit Prüfung sinnvoller Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und Prüfung der Installation einer Photovoltaikanlage mit maximaler Stromeigennutzung.
7	A	Prüfung einer alternativen Heizungsversorgung für das Haus der Kultur	Prüfung einer alternativen Heizungsversorgung; ggf. Prüfung Anschluss an Fernwärme bei Trassenerweiterung (siehe auch Maßnahme 1).
8	A	Ganzheitliches Sanierungskonzept für die Schule Feldkirchen	Ausarbeitung eines ganzheitlichen Sanierungskonzeptes mit Prüfung sinnvoller Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und Prüfung der Installation einer Photovoltaikanlage mit maximaler Stromeigennutzung.

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 Gemeinde Ainring wurde der Schwerpunkt auf das Neubaugebiet „Bruch-Römerstraße“ gelegt. Hier soll eine Solar-Modellsiedlung entstehen und der Grundstein für energieeffizientes, solares Bauen bereits in der initialen Phase der Bauleitplanung gelegt werden. Folgend sind die Ergebnisse der Untersuchung kurz zusammengefasst; die ausführliche Konzeption ist dem Anhang beigefügt.

8.1 Hintergrund und Zusammenfassung der Ergebnisse

Erst die optimale Gestaltung des planerischen und baurechtlichen Rahmens eröffnet die Möglichkeiten für eine optimale Nutzung der solaren Ressourcen im Gebäudebestand, sei es passiv für Beheizung (passive solare Gewinne) und Beleuchtung (Tageslichtverfügbarkeit) oder aktiv, etwa zur Erzeugung erneuerbarer Wärme (Solarthermie, oberflächennahe Geothermie) und Strom (Photovoltaik). Alle Ansätze führen letztlich zu einer Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und zur Senkung von Primärenergieeinsatz und CO₂-Emissionen für Beheizung und Stromversorgung. Die optimale Nutzung der solaren Ressourcen am Standort bedarf jedoch einer gezielten Berücksichtigung der jeweiligen Rahmenbedingungen bereits in den frühen Planungsphasen.

Im Rahmen dieses Detailprojektes wurden sowohl Planungsinstrumente für die Umsetzung einer solaren Bauleitplanung sowie technische Analysewerkzeuge zur optimalen Gestaltung der Bebauung vorgestellt. Als praktisches Beispiel dient das Baugebiet „Bruch-Römerstraße“, mit dem Ziel die Übertragung auf andere Baugebiete im Landkreis Berchtesgadener Land zu ermöglichen und so im Ergebnis eine allgemeine Hilfestellung zur solaren Bauleitplanung zu geben.

Der prinzipielle Ablauf der solaren Bauleitplanung ist nachfolgend Schematisch dargestellt:

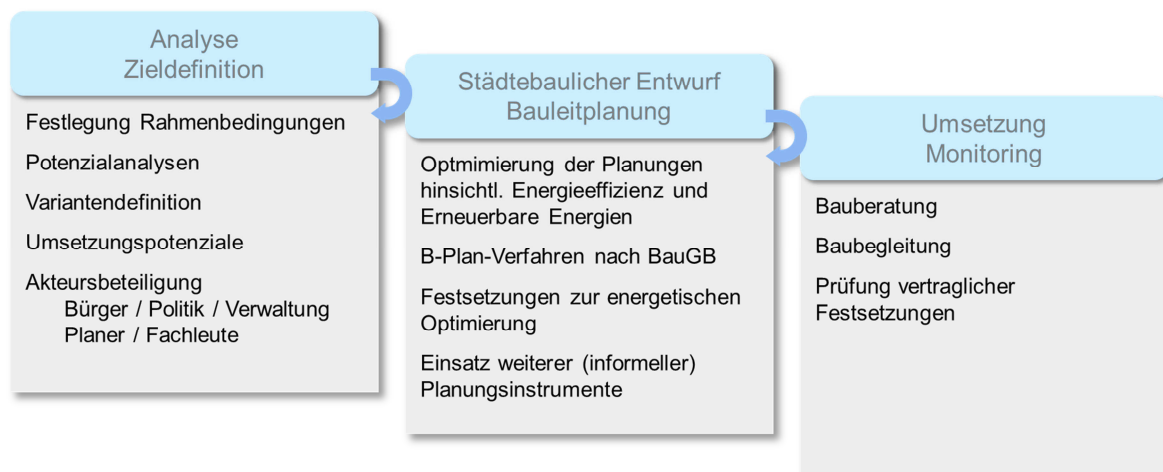


Abbildung 31: Schematischer Ablauf der solaren Bauleitplanung

Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen



Ein Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die Nutzung von Solarthermie zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung sowie von Photovoltaik zur Stromerzeugung auf Dachflächen. Optimierte Dachformen sowie die optimale Ausrichtung und Neigung der Dachflächen bilden eine Grundvoraussetzung für die gelungene Integration der Anlagen. Auch die Positionierung der Gebäude und damit einhergehende gegenseitige Verschattung bildet einen wesentlichen Faktor. Zudem ist die Grünplanung frühzeitig auf die solarthermische Nutzung abzustimmen, um Verschattungen der Dachflächen in den genutzten Bereichen zu vermeiden. Für das Baugebiet wurden verschiedene Planungsvarianten analysiert und hinsichtlich der Solarpotenziale auf den Dachflächen gegenübergestellt.

Für das Baugebiet wurden verschiedene Planungsvarianten analysiert und hinsichtlich der Solarpotenziale auf den Dachflächen gegenübergestellt.

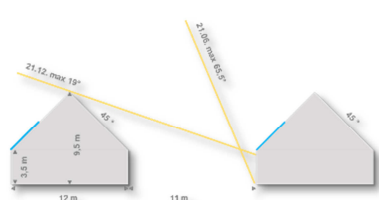
Nutzung von Oberflächennaher Geothermie / Erdwärmekollektoren



Die Schaffung optimaler Voraussetzungen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren auf den Grundstücksflächen zur Beheizung der Gebäude mittels Wärmepumpentechnologie kann ein weiterer Schwerpunkt der solaren Bauleitplanung sein. Eine geeignete Grundstücksgeometrie mit ausreichend verfügbarer Fläche bildet eine Grundvoraussetzung. Geeignete Flächen sollten nicht versiegelt sein und einer geringen Verschattung unterliegen, um eine optimale Nutzung der solaren Wärmeeinträge sowie der Wärmeeinträge über Niederschlagswasser zu gewährleisten. Auch ist die Grünplanung frühzeitig auf eine Nutzung der Grundstücksfläche abzustimmen; Verschattungen oder tief wurzelnder Bewuchs auf der Fläche ist zu vermeiden. Für das Baugebiet wurden beispielhaft die Potenziale in der Zielvariante ausgewiesen und die wesentlichen Einflussfaktoren dargestellt.

Für das Baugebiet wurden beispielhaft die Potenziale in der Zielvariante ausgewiesen und die wesentlichen Einflussfaktoren dargestellt.

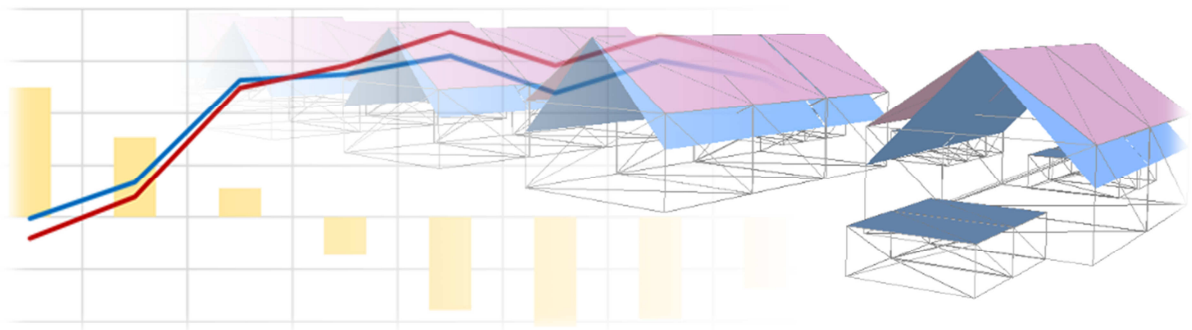
Passive Solarenergienutzung und Tageslichtverfügbarkeit



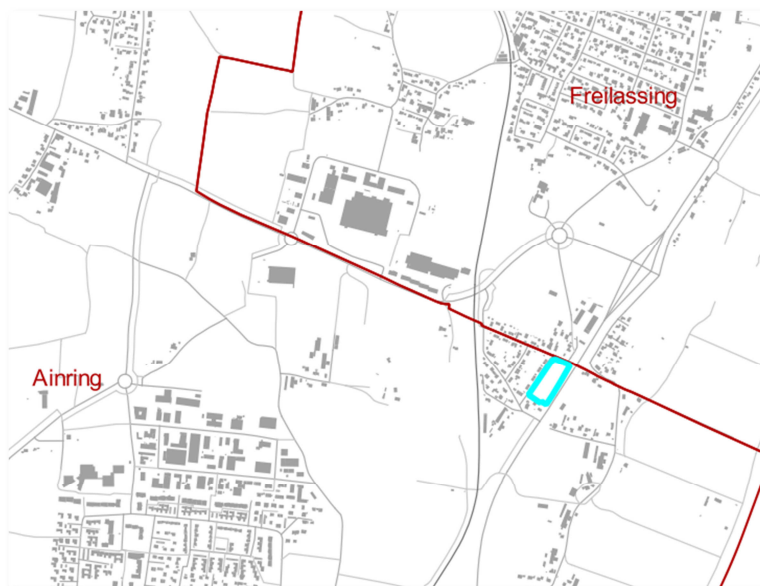
Ein weiteres Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung optimaler Voraussetzungen für die passive Solarenergienutzung sowie die Optimierung der Tageslichtverfügbarkeit in Gebäuden. Wesentliche Aspekte bilden hier die Nutzung möglicher solarer Wärmegewinne über Außenbauteile (Wand-, Fenster- und Dachflächen) während der Heizperiode (im Winter und den Übergangsjahreszeiten) bei gleichzeitiger Berücksichtigung des sommerlichen Wärmeschutzes, um ein Überhitzen im Sommer zu vermeiden. Neben baulichen Maßnahmen wie etwa Sonnenschutzvorrichtungen, sind die Geometrie der Gebäude sowie deren Positionierung und Ausrichtung ausschlaggebend. Weiterhin ist die Grünplanung entsprechend auf die Anforderungen abzustimmen. Für das Baugebiet wurde beispielhaft die Tageslichtverfügbarkeit auf Dach- und Fassadenflächen für die Zielvariante dargestellt und die wesentlichen Einflussfaktoren erörtert.

Weiterhin ist die Grünplanung entsprechend auf die Anforderungen abzustimmen. Für das Baugebiet wurde beispielhaft die Tageslichtverfügbarkeit auf Dach- und Fassadenflächen für die Zielvariante dargestellt und die wesentlichen Einflussfaktoren erörtert.

**Konzept zur solaren Bauleitplanung
am Beispiel des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“**



I. Baugebiet „Bruch-Römerstraße“



Das Baugebiet „Bruch-Römerstraße“ liegt im Osten des Gemeindegebietes von Ainning. 10 m nördlich grenzt das Stadtgebiet von Freilassing an das Baugebiet, 800 m östlich des Baugebietes befindet sich die deutsch-österreichische Staatsgrenze

Abbildung 32: Lage des Baugebietes "Bruch-Römerstraße" (türkis hinterlegt)

Die südöstliche Grenze des Baugebietes grenzt an die Bundesstraße B20; Laubbaumbestand sowie eine Böschung trennen dieses räumlich von der Straße. Die südwestliche Grenze des Baugebietes grenzt an Wohnbebauung in Form von Einfamilienhäusern, die weiteren zwei Seiten des nahezu rechteckigen Gebietes grenzen an Wohnstraßen (siehe Abbildung 33).



Abbildung 33: Luftbilddarstellung des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“

II. Solare Bauleitplanung

Motivation und Ziele

Die kommunale Planungshoheit überträgt Kommunen die Verantwortung für ihre städtebauliche Ordnung und Entwicklung. Grundsätzlich soll im Rahmen der Bauleitplanung ein klimaschonendes und nachhaltiges Bauen unterstützt werden, nicht zuletzt über die Schaffung idealer Rahmendbedingungen für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien – wie etwa Photovoltaik, Solarthermie und oberflächennahe Geothermie – im künftigen Gebäudebestand. Dies führt zu weiteren, positiven Sekundäreffekten wie etwa eine Senkung von Energiekosten oder eine Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude. In der Folge ergeben sich verbesserte Vermarktungsmöglichkeiten für solar optimierte Baugrundstücke und damit Wettbewerbsvorteile für den neu erschlossenen Wohnstandort. Gesellschaftlich und politisch weitreichender kann das insgesamt aufgewertete Image der Neubaugebiete etwa als „Klimaschutzsiedlung“ bzw. „Solarmodellsiedlung“ sein.

Die solare Bauleitplanung verfolgt das übergeordnete Ziel, Klimaschutzbelange zunehmend in der städtebaulichen Planung zu verankern und die Bauleitplanung an die neuen Herausforderungen der Wärmewende in Deutschland zu adaptieren. Folglich zielt die Umsetzung auf eine möglichst frühe Berücksichtigung der solaren Optimierung in der (Vor-)Planungsphase ab, ermöglicht durch die Erarbeitung und Bereitstellung erweiterter Planungsgrundlagen. Auf diese Weise kann ein planungsrechtlicher Rahmen geschaffen werden, der etwa Bauen mit Nullenergiestandrad und die optimale Nutzung der solaren Ressourcen vor Ort ermöglicht.

Planungsinstrumente und rechtlicher Rahmen

Um ein unter energetischen Gesichtspunkten nachhaltiges Bauen zu unterstützen und die Nutzung der Solarenergie im Gebäudebestand optimal zu fördern, stehen der kommunalen Politik und Verwaltung eine Reihe formeller und informeller Planungsinstrumente zur Verfügung, flankiert durch rechtliche Vorgaben, die einen effizienten und klimaschonenden Umgang mit Energie forcieren. Nachfolgend wird eine Übersicht zu den wesentlichen Instrumenten und dem gegebenen rechtlichen Rahmen für eine solare Optimierung im Rahmen der Bauleitplanung vorgestellt gegeben. Die Aufstellung dient als Orientierungshilfe für Ausführende und Beteiligte der kommunalen Bauleitplanung.

Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan als raumordnerisches Planungsinstrument erlaubt die Ausweisung von Flächen und die Ordnung der Nutzungsverteilung. Über Festlegungen zu Geometrie, Lage und Orientierung von (Bau-)Gebieten kann wesentlicher Einfluss auf die künftigen Potenziale zur Nutzung solarer Energie und damit die Möglichkeiten für ein energieeffizientes Bauen genommen werden. Entscheidend sind etwa Faktoren wie die Verschattung der Bauflächen durch umgebende Topografie, Gebäude und Vegetation oder die optimale Ausrichtung und Geometrie der Flächen um eine hinsichtlich des solar-optimierten Bauens effektive Anordnung von Gebäuden zu ermöglichen.

Baugesetzbuch (BauGB)

Das Baugesetzbuch (BauGB) enthält Vorschriften zum Allgemeinen und Besonderen Städtebaurecht und definiert damit die wichtigsten formellen stadtplanerischen Instrumente. Es ermöglicht den Gemeinden,

ihre städtebauliche Entwicklung nachhaltig zu beeinflussen. Die Gemeinden besitzen bei der Festlegung im Rahmen der Bauleitplanung wesentlichen Entscheidungsspielraum.

Im Grundsatz fordert das BauGB eine ...

- „zeitgemäße Energieeffizienz des Städtebaus und verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien“ (§ 1 Abs. 6 Nr. 7f BauGB)
- die Gewährleistung einer „ausreichenden Besonnung und Tageslichtversorgung von Wohn- und Arbeitsräumen“ (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB i.V.m. § 136 Abs. 3 Nr. 1a BauGB)

Es eröffnet weiterhin die Möglichkeit, Festsetzungen an den Zielen des Klimaschutzes auszurichten (§ 9 Abs. 1 BauGB), jedoch sind diese durch "städtebauliche Gründe" zu rechtfertigen. Unter Berücksichtigung der städtebaulichen Erforderlichkeit und vorbehaltlich einer Zulässigkeitsprüfung wären in diesem Rahmen beispielsweise folgende Festsetzungen möglich:

- Ausrichtung der Baukörper zur effizienten Nutzung der Solarstrahlung (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB)
- Einsatz erneuerbarer Energien (§ 9 Abs. 1 Nr. 23 b BauGB)
- Netzgebundene Versorgungslösungen, z.B. Fern- oder Nahwärme (§ 9 Abs. 1 Nr. 12, 13 und 21 BauGB)

Das BauGB gibt damit einen wesentlichen Rahmen, um günstige Voraussetzungen zur passiven, thermischen und photovoltaischen Sonnenenergienutzung und weiterer regenerativer Energieversorgungs-lösungen zu schaffen.

Städtebaulicher Vertrag

Der städtebauliche Vertrag stellt ein ergänzendes Instrument dar, mit dem klimaschutzrelevante Maßnahmen bereits in der Planung berücksichtigt und in der Folge umgesetzt werden können (§ 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB). Prinzipiell bietet der städtebauliche Vertrag größere Freiheiten als der Bebauungsplan, um energiebezogene Vorgaben lokal zu implementieren. Beispiele sind hier etwa die Festlegung von Mindestanforderungen an den Wärmeschutzstandard für Neubauten oder die Installation von Solarthermie- oder PV-Anlagen auf Dachflächen.

Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EEWärmeG)

Die Energieeinsparverordnung gibt energetische Mindestanforderungen für Neubau und Bestand vor. Bauherren sind dabei zunehmend auf Nutzung solarer Ressourcen angewiesen, um die Vorgaben kostengünstig zu erfüllen. Die solare Bauleitplanung kann hier einen wesentlichen Beitrag leisten, die Rahmenbedingungen für eine kostengünstige Erfüllung der energetischen Anforderungen zu schaffen und so die Attraktivität des Baugebietes zu steigern.

Energienutzungsplan

Im Rahmen der Erstellung von Energienutzungsplänen werden auf technisch-planerischer Ebene Informationsgrundlagen zu Energiepotenzialen bereitgestellt und die politischen Zielsetzungen der Gemeinde zum Klimaschutz definiert. Diese bilden das solide technische und politisch gestützte Fundament für eine konsequente Berücksichtigung und Umsetzung energetischer Belange in der Bauleitplanung.

Informelle („weiche“) Planungsinstrumente

Auch sogenannte informelle oder "weiche" Planungsinstrumente bieten die Möglichkeit, Energieeffizienzmaßnahmen in Neubaugebieten umzusetzen. Hierzu zählen etwa kommunale Förder- und Bonusprogramme, Beratung von Bauherren (z.B. zum energieeffizienten Bauen und Sanieren), Information von Bürgern (z.B. über Technologien und lokale Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien).

III. Solare Bauleitplanung am Beispiel des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“

a) Planentwurf

Der Planentwurf zur Bebauung des Gebietes sieht insgesamt 17 Einfamilienhäuser vor, mit je einer Garage sowie einem Carport. Die Einfamilienhäuser gliedern sich in 5 Dreispänner und einen Zweispänner im Norden des Baugebietes (siehe Abbildung 34). Die Kubatur der Einzelgebäude der Dreispänner zeichnet sich durch eine Grundfläche von ca. 67,50 m², eine Wandhöhe von 3,50 m und eine Dachneigung von 45° aus. Um passive solare Gewinne während der Heizperiode zu erhöhen, ist eine großflächige, südseitige Verglasung der Dachflächen vorgesehen. Der Abstand zwischen den Dreispännern beträgt in etwa 13 m.

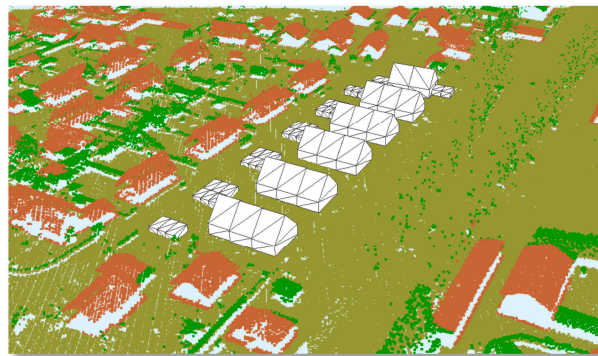


Abbildung 34: Bebauungsplanentwurf Bruch-Römerstraße

b) Standortgegebenheiten

Solarstrahlungsangebot am Standort

Am Standort des Baugebietes beträgt die mittlere jährliche Summe der Globalstrahlung auf die horizontale Ebene ca. 1.120 kWh/m²a, wobei im Mittel etwa 525 kWh/m²a auf den direkten Strahlungsanteil und entsprechend 595 kWh/m²a auf den diffusen Strahlungsanteil entfallen. Eine Ebene mit einer Neigung von 36° gegenüber der Horizontalen erreicht am Standort die maximale mittlere Jahressumme der Globalstrahlung von rund 1.300 kWh/m²a.

Die mittlere, monatliche Verteilung von solarer Global-, Diffus- und Direktstrahlung auf die horizontale Ebene ist nachstehend in Abbildung 35 dargestellt. Das Winterhalbjahr zeichnet sich durch einen geringen Direktstrahlungsanteil aus, das Sommerhalbjahr weist vergleichsweise hohe Werte der mittleren monatlichen Globalstrahlung von um die 150 kWh/m² auf (siehe Abbildung 35).

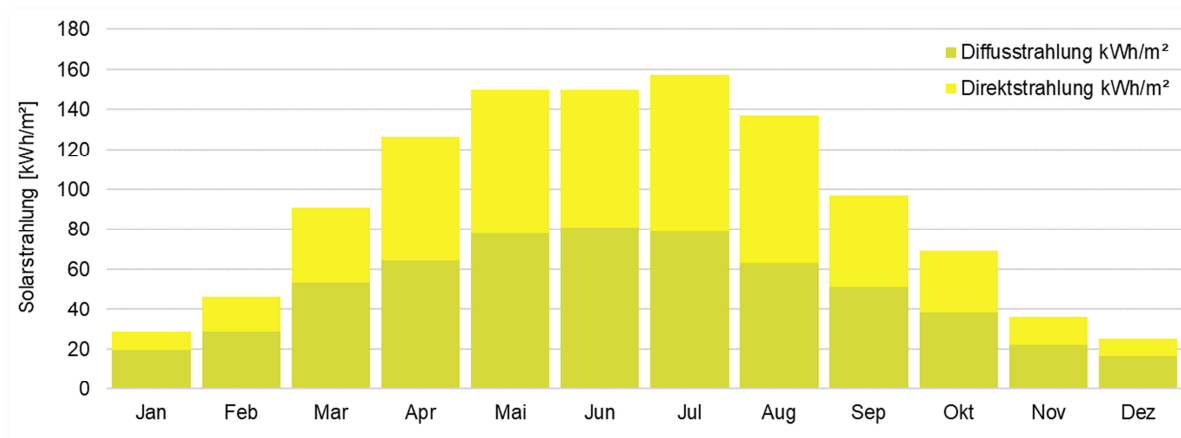


Abbildung 35: Monatliche Diffus- und Direktstrahlung auf die Horizontale Ebene am Standort

Fernverschattung durch Topografie

Die Fernverschattung am Standort wird im Wesentlichen durch die im Süden und Westen (z.B. Teisenberg) gelegenen Berge hervorgerufen. Den Einfluss der Fernverschattung zeigt das Sonnenstanddiagramm (siehe Abbildung 36) für den Standort. Erkennbar ist der Verlauf der Sonne am Horizont für den 21.06. (höchster Sonnenstand des Jahres, in rot) sowie für den 21.12. (tiefster Sonnenstand des Jahres, in blau). In grau ist der lokale Horizont im Sonnenstanddiagramm abgebildet. Deutlich wird, dass der verschattende Einfluss der Topografie hinsichtlich der direkten Sonneneinstrahlung vor allem in den Abendstunden (Westen) besteht. Besonders kommt dieser Effekt im Winterhalbjahr (höherer Horizont im Süd-Westen) zu tragen.

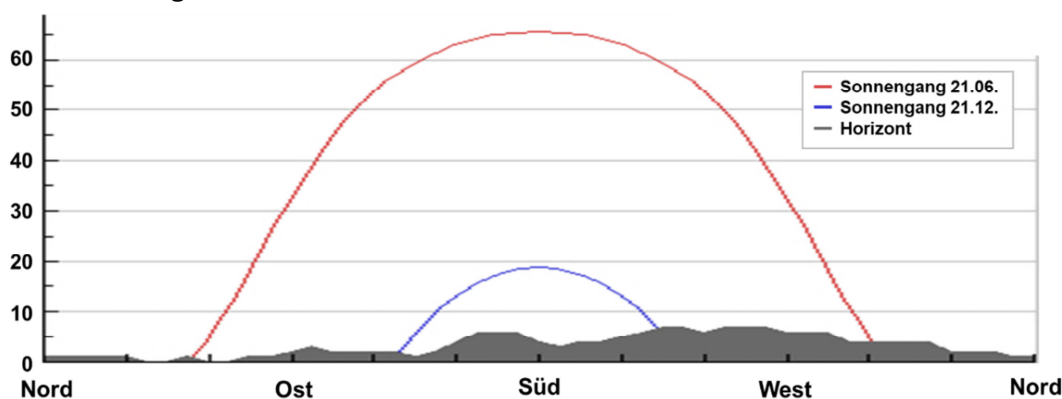


Abbildung 36: Sonnenstanddiagramm mit Horizonteinblendung (Fernverschattung) für den Standort

Nahverschattung durch Vegetation

Am Standort existiert aktuell hoher Laubbaumbewuchs im Südosten und Norden / Nordosten. Im Zuge der Bebauung soll der Baumbestand im Südosten, an der Grenze zur Bundesstraße B20 zu Teilen erhalten bleiben; er dient dem Lärm- sowie Sichtschutz und stellt eine natürliche räumliche Abgrenzung zur Bundesstraße dar (siehe Abbildung 37). Durch die Lage der in Teilen zu erhaltenden Baumgruppe an der B20 an der südöstlichen Grenze des Baugebietes hat diese einen wesentlichen Einfluss auf die Verschattung der Gebäude. Betrachtet man das Sonnenstanddiagramm (vergleiche Abbildung 36), so kommt der Einfluss einer südöstlichen Abschattung in den Morgenstunden des Winterhalbjahres in besonderem Maße zu tragen.



Abbildung 37: 3D-Ansicht des Baugebietes von Südwesten

c) Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen

Solare Einstrahlung auf Dachflächen

Um die zu erwartende Solarstrahlung auf die Dachflächen der zu errichtenden Gebäude zu berechnen, wurde ein 3D-Modell der Gebäude nach den Vorgaben des Planentwurfes erstellt. Diese 3D-Gebäudemodelle wurden in das digitale Oberflächenmodell der Bayerischen Vermessungsverwaltung eingefügt. Auf diese Weise kann die Planungsvariante geometrisch in ihre künftige Umgebung eingefügt und Wechselwirkungen wie etwa die Verschattung der Dachflächen durch umgebende Objekte (Topografie, Vegetation, Gebäude etc.) bei der Berechnung der Solarpotenziale berücksichtigt werden.

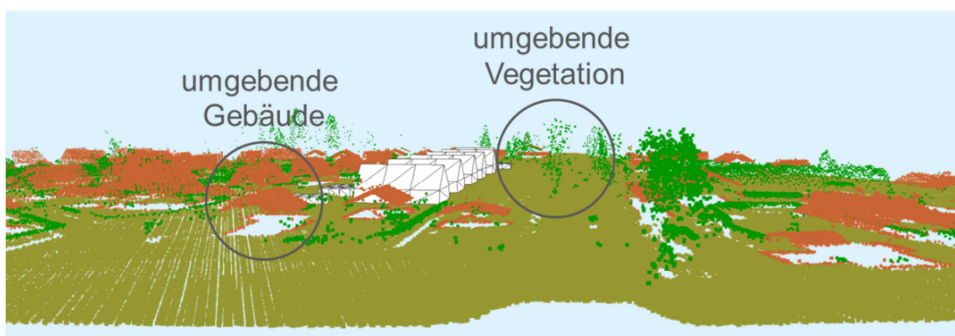
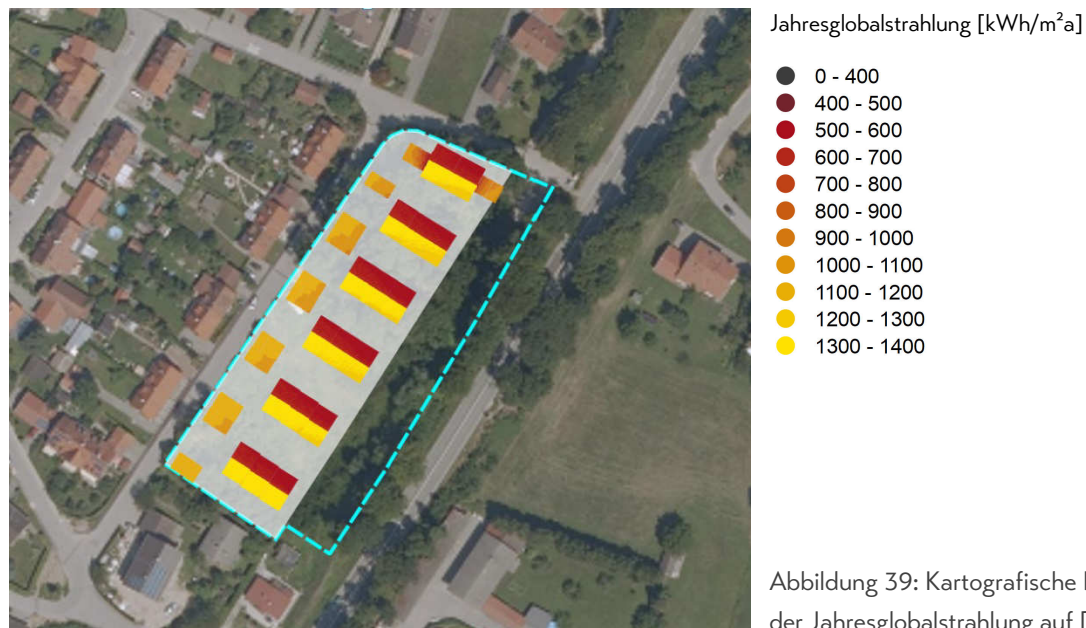


Abbildung 38: 3D-Oberflächenmodell mit Planungsvariante der Gebäude

Die Abschätzung des Potenzials zur Nutzung von Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen basiert auf Informationen zur solaren Einstrahlung auf den Dachflächen, die über eine Einstrahlungssimulation ermittelt werden. Deren Ergebnis liegt in vorliegendem Fall in einer zeitlichen Auflösung von einer Stunde und einer räumlichen Auflösung von 10 cm vor. Dies ermöglicht, jene Bereiche auf Dachflächen zu identifizieren, die für eine aktive Solarenergienutzung geeignet sind sowie darüber hinaus eine Berücksichtigung der zeitlichen Verfügbarkeit der Solarenergie und deren Gegenüberstellung mit dem zeitlichen Verlauf der Wärme- und Stromnachfrage im Gebäude zur Berechnung möglicher Deckungsanteile.



Die in Abbildung 39 dargestellte Summe der mittleren Jahresglobalstrahlung auf Dachflächen zeigt, dass bei gegebener Planungsvariante die südwestlichen Bereiche der Dachflächen (entlang der Dachkanten) Verschattung durch die vorgelagerten Nachbargebäude, sowie südöstliche Teile der Dachflächen teils Verschattung durch den Baumbestand an der B20 erfahren. Weiterhin ist erkennbar, dass die Garagendächer in Teilen stark durch die Gebäude verschattet sind.

Berücksichtigung von Solarthermieanlagen in der Bauleitplanung

Allgemeine Zielsetzung

Ein Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die Nutzung von Solarthermiekollektoren auf Dachflächen zur Warmwasserbereitung und gegebenenfalls zur Heizungsunterstützung. Optimierte Dachformen sowie die optimale Ausrichtung und Neigung der Dachflächen bilden hier eine Grundvoraussetzung für eine gelungene Integration der Solarthermie in die Gebäude. Zudem ist die Grünplanung frühzeitig auf die solarthermische Nutzung abzustimmen, um Verschattungen der Dachflächen in den genutzten Bereichen zu vermeiden. Auch die ortsbildprägende Wirkung von Solarthermiekollektoren ist zu berücksichtigen; 3D-Sichtbarkeitsanalysen können hier bereits in der Planungsphase den Einfluss auf das Ortsbild eruieren und diesen gegebenenfalls minimieren helfen.

Beispielanalyse „Bruch-Römerstraße“

Solarthermische Anlagen kommen zur Brauchwarmwasserbereitung und / oder Heizungsunterstützung zum Einsatz. Um möglichst hohe Erträge in den Übergangsjahreszeiten und im Winter zu erzielen, sind die

Kollektoren auf der geografischen Breite des Berchtesgadener Landes zu neigen. Um eine starke Aufständigung der Anlagen zu vermeiden, ist die Dachneigung möglichst an die Anforderungen eines möglichst hohen Wärmeertrages im Winterhalbjahr zu adaptieren. Die Dachneigung kann im Rahmen der Bauleitplanung vorgegeben werden. Für das Baugebiet „Bruch-Römerstraße“ wurden zwei Varianten gegenübergestellt, um den Einfluss zu verdeutlichen: Die „moderat geneigte“ Variante mit einer Dachneigung von 32° , welche als Grenze zu einer notwendigen Aufständigung betrachtet werden kann sowie die in der Planungsvariante vorgesehenen 45° Dachneigung. Abbildung 40 zeigt eine 3D-Darstellung der untersuchten Dachneigungsvarianten, wobei die Variante mit 32° Dachneigung in rot und die Variante 45° in blau dargestellt ist.

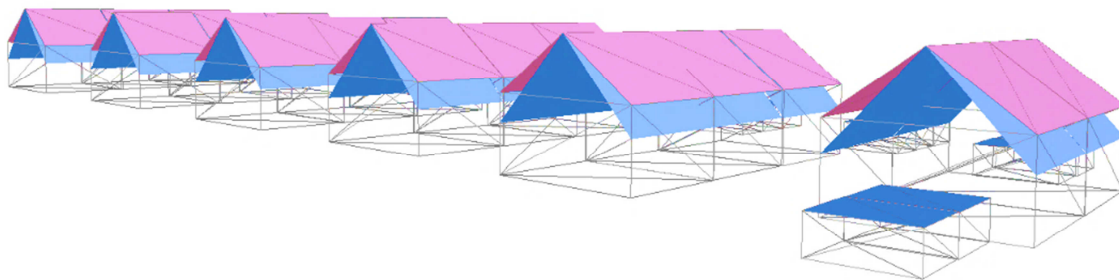


Abbildung 40: Varianten Dachneigung (rot: 32° , blau: 45°)

Das Ergebnis der Analysen für eine exemplarische Dachfläche (mittlere Süd-Dachfläche eines Dreispänners) zeigt Abbildung 41: Während die Variante mit 32° Dachneigung (rote Linie) im Sommer höhere Erträge liefert, liegen diese im Winterhalbjahr um über 10 % (gelbe Balken) unter jenen der Variante mit einer Dachneigung von 45° (blaue Linie). Die stärkere Neigung der Dächer führt somit im Allgemeinen zu einem höheren Solarwärmeertrag im Winterhalbjahr und kann so – bei richtiger Auslegung der Anlage – auch auf das Gesamtjahr höhere solare Deckungsgrade erreichen.

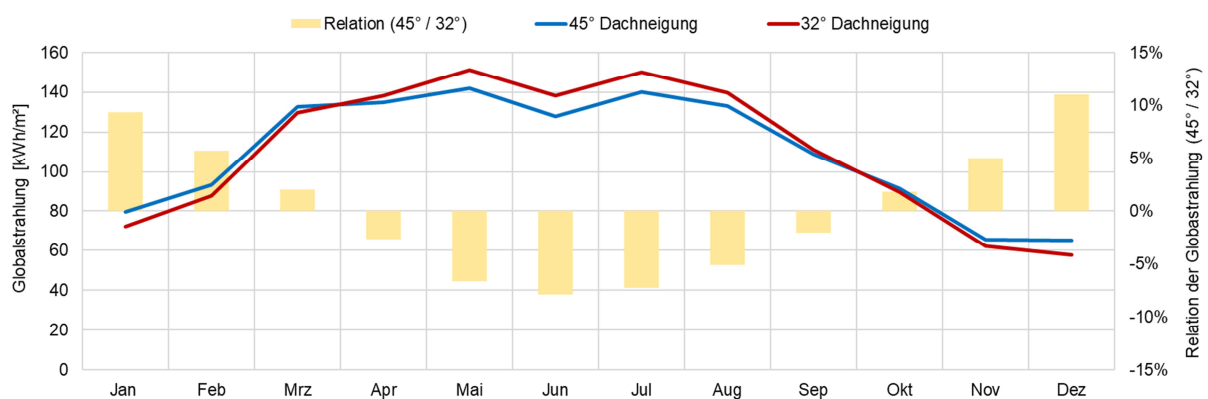


Abbildung 41: Vergleichende Darstellung der Monatswerte der Globalstrahlung für 32° und 45° geneigte, nach Süden orientierte Flächen

Einen weiteren, wesentlichen Aspekt bildet die gegenseitige Verschattung der Gebäude, insbesondere im Winterhalbjahr. Abbildung 42 zeigt die mittlere Globalstrahlung auf die Dachflächen der Planungsvariante im Dezember. Erkennbar ist, dass vor allem in den südlichen Bereichen der Süd-Dachflächen Verschattung durch die südlich vorgelagerten Gebäude auftritt und so die solaren Einträge um bis zu 25 % redu-

ziert. Eine weitere Reduktion verursacht die Baumreihe zur B20, insbesondere bei den nördlichen Gebäuden, wobei ein entsprechender Transmissionsfaktor für nicht-belaubte Vegetation berücksichtigt wurde.

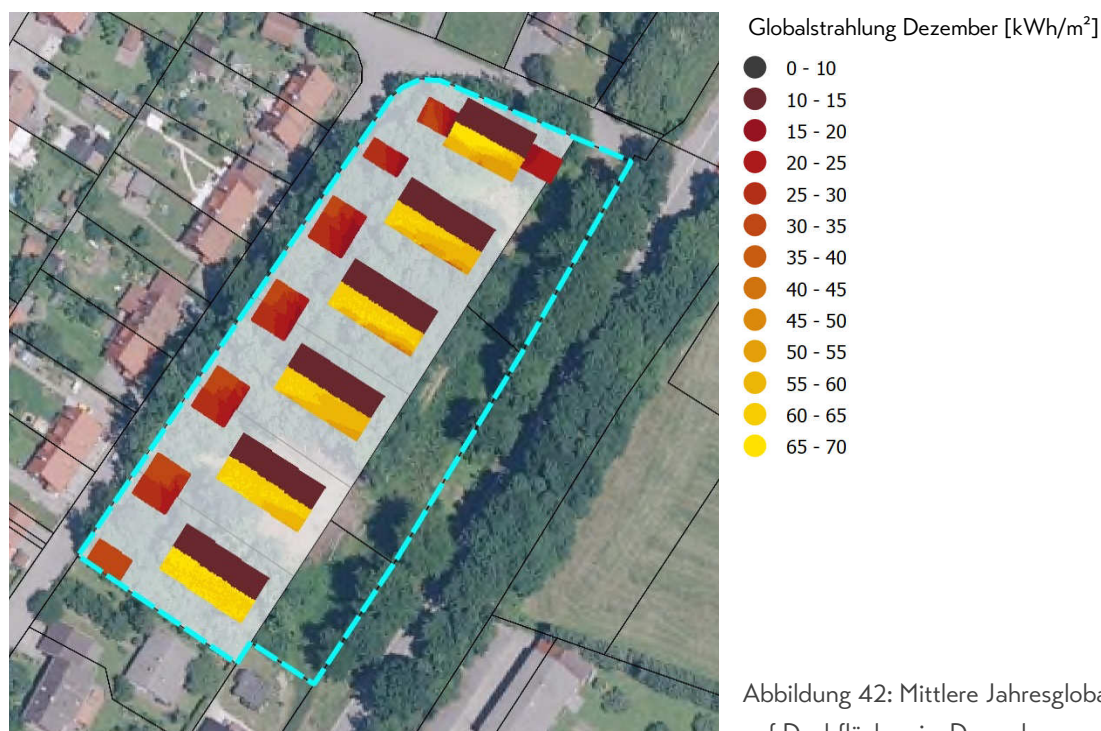


Abbildung 42: Mittlere Jahresglobalstrahlung auf Dachflächen im Dezember

Mögliche Umsetzung im Planungsverfahren

Nachfolgend ist eine mögliche Vorgehensweise zur Optimierung von Bebauungsplänen hinsichtlich der Rahmenbedingungen einer solarthermischen Nutzung auf Dachflächen skizziert:

1. Variantendefinition
 - a. Festlegung der Baukörper: Kubatur, Dachform, Dachausrichtung, Dachneigung
 - b. Festlegung der Gebäudeanordnung: Ausrichtung, Abstand
 - c. Festlegung der Grünplanung: Standorte und Wuchs von Bäumen
2. Simulation der solaren Einstrahlung auf Dachflächen der Variante
3. Analyse der Variante hinsichtlich Verschattungseffekten und Solarerträgen und Gegenüberstellung mit erwarteter Wärmenachfrage im Gebäude
4. Ggf. Sichtbarkeitsanalyse für potenzielle Kollektorflächen zur Untersuchung des Einflusses auf das Ortsbild / Ensemble
5. Ggf. weiterer Iterationsschritt (Beginn bei 1.) um Variante zu optimieren
6. Umsetzung der Variante in Form von baurechtlichen Vorgaben (Bauleitplanung)
 - a. Vorgabe der Dachformen, Dachausrichtungen und Dachneigungen
 - b. Vorgabe von Baugrenzen, die Verschattungseffekte berücksichtigen

Berücksichtigung von Photovoltaik-Aufdachanlagen in der Bauleitplanung

Allgemeine Zielstellung

Ein Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die Nutzung von Photovoltaikmodulen auf Dachflächen zur Erzeugung regenerativen Stroms. Optimierte Dachformen, die eine Maximierung der Modulfläche erlauben sowie die optimale Ausrichtung und Neigung der Dachflächen bilden hier eine Grundvoraussetzung für eine gelungene Integration der Photovoltaik in das Energiesystem der Gebäude. Pultdächer bieten sich hier insbesondere an, da sie eine Maximierung der optimal ausgerichteten Fläche erlauben. Auch ist die Grünplanung frühzeitig auf eine Nutzung der Dachflächen durch Photovoltaikanlagen abzustimmen, um Verschattungen der genutzten Bereiche zu vermeiden. Die ortsbildprägende Wirkung von Photovoltaikmodulen ist zu berücksichtigen; 3D-Sichtbarkeitsanalysen können hier bereits in der Planungsphase den Einfluss auf das Ortsbild eruieren und diesen gegebenenfalls minimieren helfen.

Beispielanalyse „Bruch-Römerstraße“

Grundsätzlich wird am Standort der höchste spezifische Eintrag hinsichtlich der Jahresglobalstrahlung auf eine nach Süden ausgerichtete Fläche mit einer Neigung von 36° gegenüber der Horizontalen erreicht. Die Planungsvariante gibt eine Dachneigung von 45° vor, da der Fokus auf einer solarthermischen Nutzung liegt. Dies führt gerade in den Sommermonaten zu reduzierten Einträgen, insgesamt jedoch lediglich zu einer theoretischen Minderung des solaren Eintrages (Jahresglobalstrahlungssumme) von geringfügig über 1 %. Abbildung 41 zeigt neben den monatlichen Werten der Globalstrahlung für beide Neigungsvarianten die relative monatliche Abweichung.

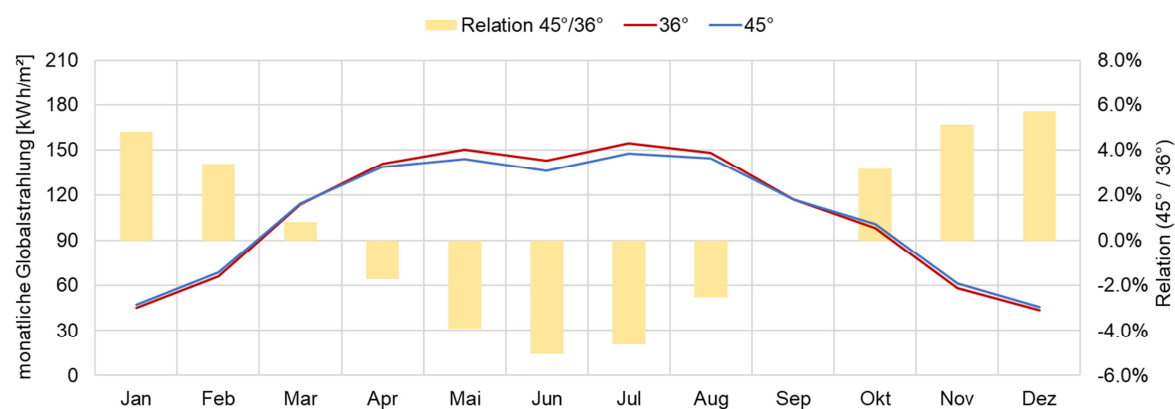


Abbildung 43: Vergleichende Darstellung der Monatswerte der Globalstrahlung für 36° und 45° geneigte, nach Süden orientierte Flächen

Bezogen auf die Globalstrahlung lassen sich mit einer um 36° geneigten Modulebene in Summe höhere Jahreseinträge erzielen gegenüber einer um 45° geneigten Modulebene.

Unter den aktuellen förderrechtlichen Rahmenbedingungen ist bei der Planung von Photovoltaikanlagen auf Wohngebäuden eine Maximierung des Eigenverbrauchs anzustreben, um die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu maximieren. Eine bessere zeitliche Korrelation von Erzeugung und Verbrauch kann die Wirtschaftlichkeit gegenüber einer den Jahresertrag maximierenden Variante wesentlich erhöhen.

Mögliche Umsetzung im Planungsverfahren

Nachfolgend ist zusammenfassend eine mögliche Vorgehensweise zur Optimierung von Bebauungsplänen hinsichtlich der Rahmenbedingungen für die Nutzung von Photovoltaikanlagen auf Dachflächen skizziert:

Variante-Definition

1. Festlegung der Baukörper: Kubatur, Dachform, Dachausrichtung, Dachneigung
 - a. Festlegung der Gebäudeanordnung: Ausrichtung, Abstand
 - b. Festlegung der Grünplanung: Standorte und Wuchs von Bäumen
2. Simulation der solaren Einstrahlung auf Dachflächen
3. Analyse der Variante hinsichtlich Verschattungseffekten und Solarerträge; Gegenüberstellung mit erwartetem Lastprofil im Gebäude
4. Ggf. Sichtbarkeitsanalyse für potenzielle Kollektorflächen zur Untersuchung des Einflusses auf das Ortsbild / Ensemble
5. Ggf. weiterer Iterationsschritt (Beginn bei 1.) um Variante zu optimieren
6. Umsetzung der Variante in Form von baurechtlichen Vorgaben (Bauleitplanung)
 - a. Vorgabe der Dachformen, Dachausrichtungen und Dachneigungen
 - b. Vorgabe von Baugrenzen, die Verschattungseffekte berücksichtigen

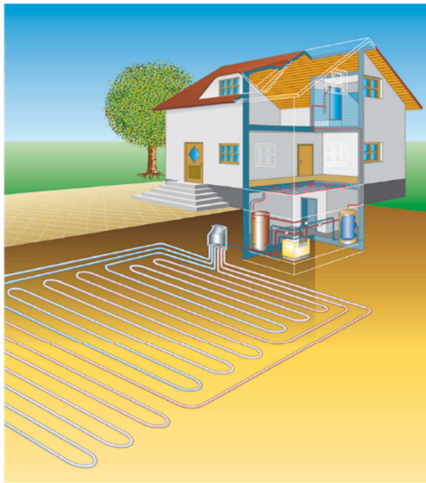
d) Oberflächennahe Geothermie

Standortfaktoren zur Nutzung von Erdwärmekollektoren

In der Broschüre „Oberflächennahe Geothermie“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) (1) sind grundsätzliche Informationen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden aufbereitet. Im Folgenden sind die Standortfaktoren zur Nutzung von Erdwärmekollektoren in Verbindung mit Wärmepumpentechnologie zur Beheizung von Gebäuden kurz zusammengefasst. Wesentliche Anforderungen an die Verlegefläche sind:

- geringe Hangneigung
- geeignete Exposition (Süd-Ausrichtung)
- geringe Verschattung
- geringe Höhenlage
- kein tiefwurzelnder Bewuchs
- keine Versiegelung des Bodens

Hydrogeologisch betrachtet sind Zusammensetzung sowie Wassergehalt und die daraus resultierende Wärmeleitfähigkeit entscheidend für die Standorteignung. Erdwärmekollektoren sind in der Regel nicht genehmigungspflichtig. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist aber erforderlich, wenn der Erdwärmekollektor unter 1 Meter über dem höchsten Grundwasserstand, innerhalb von Überschwemmungsgebieten, in Uferbereichen von Gewässern oder im Wasserschutzgebiet liegt.



Bildquelle: LfJ Bayern

Die typische Verlegetiefe von Erdwärmekollektoren beträgt 1,2 bis 1,5 m. Typische Bauformen sind Flachkollektoren, Erdwärmekörbe oder Grabenkollektoren; gegenständliche Ausführungen fokussieren vornehmlich Flachkollektoren (siehe Abbildung 44).

Abbildung 44: Schematische Darstellung Erdwärmekollektor

Geologische Verhältnisse am Standort

Über den Umweltatlas Bayern können standortscharfe und umfangreiche Informationen zur Standorteignung für die oberflächennahe Geothermie bezogen werden. Nach der Standortauskunft ist eine Nutzung von Erdwärmekollektoren am Standort (Baugebiet Bruch-Römerstraße) grundsätzlich möglich. Der Standort liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten, die Grabbarkeit des Bodens ist wahrscheinlich gegeben und die geringe Hangneigung ($< 5^\circ$) steht ebenfalls für eine Eignung.

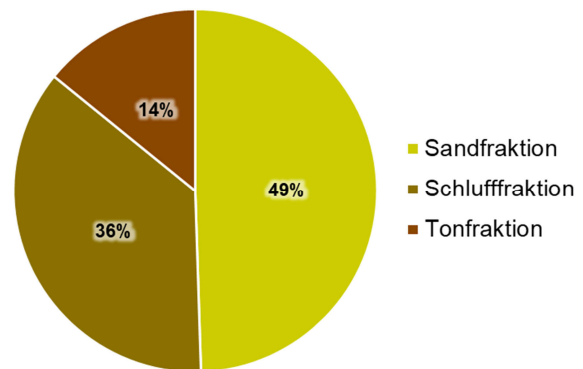


Abbildung 45: Korngrößenverteilung im Baugebiet

Die Bodenart am Standort ist schluffiger Lehm, der anzutreffende Bodentyp ist mit hoher Wahrscheinlichkeit Braunerde aus Verwitterungslehm (Flussmergel) über Carbonatsandkies bis -schluffkies (Schotter). Die Trockenrohdichte des Bodens ist mit $1,5 \text{ g/cm}^3$ angegeben, die spezifische Wärmeleitfähigkeit beträgt 1,4 bis 1,6 W/(mK) . Daraus ergibt sich überschlägig eine mittlere, spezifische Wärmeentzugsleistung für Erdwärmekollektoren (bei 1.800 Betriebsstunden pro Jahr) von 30 W/m^2 .

Klimatologische Verhältnisse am Standort

Die Leistung von Erdwärmekollektoren wird im wesentlichen Maße durch die am Standort vorherrschenden Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse bestimmt. Nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes sind am Standort folgende klimatologische Verhältnisse vorzufinden:

Mittlere Lufttemperatur Sommerhalbjahr	ca. 15°C
Mittlere Lufttemperatur Winterhalbjahr	ca. 3°C
Mittlere Niederschlagshöhe Sommerhalbjahr	650 bis 700 mm
Mittlere Niederschlagshöhe Winterhalbjahr	> 350 bis 400 mm

Solare Einstrahlung auf Grundstücksfläche

Die Leistung von Erdwärmekollektoren und die damit verbundene Effizienz der Wärmepumpenheizung ist maßgeblich von der Temperatur des Bodens, dem die Wärme entzogen wird, abhängig. Die Regeneration der oberflächennahen Erdwärme erfolgt zum einen über Regenwasser und zum anderen durch solare Einstrahlung auf die Erdoberfläche. Die Analyse der Verschattungssituation respektive der solaren Einträge auf die potenziell nutzbaren Grundstücksflächen hilft, geeignete Flächen zu analysieren und gegebenenfalls Grundstücksgeometrien anzupassen.

Für das Baugebiet „Bruch-Römerstraße“ wurden zunächst mögliche Kollektorflächen definiert. Berücksichtigt wurden Mindestabstände zu Gebäuden und Nachbargrundstücken sowie versiegelte Flächen ausgenommen. Die entsprechenden Flächen sind in Abbildung 46 in blau dargestellt. Je Reihenhaus der Dreispänner stehen etwa 49 m² Kollektorfläche, für die Doppelhaushälften etwa 53 m² Kollektorfläche zur Verfügung. Bei einem zu Grunde gelegten Jahresheizwärmebedarf von 55 kWh/m²a (Niedrigenergie-Standard) und einer Gebäudenutzfläche von 125 m² sind nach überschlägiger Rechnung um die 50 m² Erdwärmekollektorfläche für eine Beheizung der Gebäude mit Wärmepumpentechnologie ausreichend. Diese Aussage kann als erster Hinweis auf ein mögliches Potenzial am Standort betrachtet werden, sie ist in jedem Falle durch ein detailliertes bauphysikalisches Gebäudemodell und entsprechende Heizwärmebilanzen sowie eine detaillierte hydrogeologische Prüfung des Standortes zu verifizieren.

Weiterhin ist in Abbildung 46 erkennbar, dass die Kollektorflächen in Teilbereichen eine Reduktion der Jahresglobalstrahlung von bis zu 30 % aufgrund der Verschattung durch die Gebäude erfahren.



Betrachtet man zudem die mittleren solaren Einträge im Monat Dezember (siehe Abbildung 47), so ist eine extreme Reduktion der solaren Einstrahlung auf die potenziellen Erdwärmekollektorflächen (blau) durch Verschattung zu erkennen. In Teilbereichen beträgt die Reduktion bis zu 75 %. Für eine Steigerung

der Wärmeerträge über Erdwärmekollektoren während der Heizperiode könnten Abstand und / oder Anordnung der Gebäude angepasst werden, um die Verschattungssituation zu optimieren.



Berücksichtigung von Erdwärmekollektoren in der Bauleitplanung

Allgemeine Zielsetzung

Ein Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren auf den Grundstücksflächen zur Beheizung der Gebäude mittels Wärmepumpentechnologie. Eine geeignete Grundstücksgeometrie mit ausreichend verfügbarer Fläche bildet eine Grundvoraussetzung. Geeignete Flächen sollten nicht versiegelt sein und einer geringen Verschattung unterliegen, um eine optimale Nutzung der solaren Wärmeinträge sowie der Wärmeinträge über Niederschlagswasser zu gewährleisten. Auch ist die Grünplanung frühzeitig auf eine Nutzung der Grundstücksfläche abzustimmen; Verschattungen oder tief wurzelnder Bewuchs auf der Fläche ist zu vermeiden.

Beispielanalyse „Bruch-Römerstraße“

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie steht nicht im Fokus der Planungen im Neubaugebiet „Bruch-Römerstraße“. Dieser liegt auf der Solarthermie und der Nutzung passiver solarer Gewinne in Gebäuden. Dennoch spricht die grundsätzliche geologische und wasserrechtliche Eignung des Standortes für eine Nutzung von Erdwärmekollektoren. Die Verschattung der Flächen durch die Bestandsgebäude sowie die geringe Flächenverfügbarkeit bilden jedoch limitierende Faktoren, die in Konkurrenz zu einer effektiven Flächennutzung des Nord-Süd ausgerichteten Baugebietes stehen.

Mögliche Umsetzung im Planungsverfahren

Nachfolgend ist zusammenfassend eine mögliche Vorgehensweise zur Optimierung von Bebauungsplänen hinsichtlich der Rahmenbedingungen für die Nutzung von Erdwärmekollektoren auf gegebenen Grundstücksflächen skizziert:

1. Prüfung der Standorteignung für oberflächennahe Geothermie (geologische, klimatologische und rechtliche Rahmenbedingungen)
2. Variantendefinition
 - a. Festlegung von Gebäudegeometrie, Gebäudeanordnung und versiegelter Flächen
 - b. Festlegung der Grünplanung
 - c. Ermittlung der für Erdwärmekollektoren verfügbaren Flächen
3. Simulation der solaren Einstrahlung auf Grundstücks- bzw. Erdwärmekollektorflächen
4. Analyse der Variante hinsichtlich Verschattungseffekten und Solarerträgen
5. Ggf. weiterer Iterationsschritt (erneuter Beginn bei 2.), um Variante zu optimieren
6. Umsetzung der Variante in Form von baurechtlichen Vorgaben (Bauleitplanung)
 - a. Verschattungseffekte minimieren durch Vorgabe von Baulinien und Baugrenzen, optimierte Grünplanung
 - b. Ausreichende Flächenverfügbarkeit gewähren: Art und Maß der baulichen Nutzung, Vorgaben für Flächenversiegelung, Grünplanung

e) Passive Solarenergienutzung und Tageslichtverfügbarkeit

Grundlagen

Passive Solarenergienutzung

Im Fall der passiven Solarenergienutzung werden solare Gewinne ohne den Einsatz aktiver Technik (z.B. Pumpen) erzielt. Als Beispiel kann das unverschattete Südfenster dienen, durch das – vornehmlich im Winterhalbjahr durch die tiefstehende Sonne – Strahlungsenergie in das Gebäude eingebracht wird und dieses erwärmen. Die passive Solarenergienutzung ist jedoch nicht auf Fenster beschränkt; prinzipiell können über alle unverschatteten Außenbauteile (transparente wie auch opake) solare Warmegewinne erzielt werden. Besonders effiziente Möglichkeiten bieten Wintergärten oder transparente Wärmedämmsysteme.

Sommerlicher Wärmeschutz

Solare Warmegewinne tragen während der Heizperiode zur klimaschonenden Beheizung von Gebäuden bei; im Sommer können übermäßige solare Wärmeeinträge jedoch zu hohen Innentemperaturen führen und die Behaglichkeit mitunter extrem beeinträchtigen. Aufgabe von Planern ist es, die Gebäude so zu konstruieren, dass die nutzbare solare Energie in der Heizperiode (Winterhalbjahr) möglichst hoch ist, keine sommerliche Überhitzung eintritt und zusätzliche Wärmeverluste durch vergrößerte Fensterflächen in vertretbaren Grenzen gehalten werden.

Tageslichtverfügbarkeit

Gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen liegt nach BauGB eine adäquate Belichtung, Besonnung und Belüftung von Wohn- und Arbeitsstätten zu Grunde. Weiterhin können durch eine optimale Ausnutzung des verfügbaren Tageslichts wesentliche Energieeinspareffekte durch Substitution künstlicher Beleuchtung erzielt werden. Die Möglichkeiten zur Nutzung der Sonneneinstrahlung, um eine optimale Besonnung

respektive Belichtung zu gewährleisten, können bereits in frühen Planungsphasen und maßgeblich durch die Bauleitplanung bestimmt werden.

Solare Einstrahlung auf Bauteile der Gebäudehülle

Legt man den minimalen und maximalen Sonnenstand am Standort (vgl. Abbildung 36) sowie die gegebene Geometrie und Abstände der Gebäude zu Grunde, so zeigt sich, dass die Südost-Fassaden der Gebäude zum niedrigsten Mittagssonnenstand des Jahres (21. Dezember: 19°) keine direkte Sonneneinstrahlung erhalten. Die durch den geplanten Gebäudeabstand hervorgerufene Verschattung wird jedoch baulich über eine vorgesehene Teilverglasung der südöstlichen Dachflächen (Abbildung 48, blau) ausgeglichen. So dringt auch zu Zeiten, in denen die Fassade verschattet ist, Licht in die Wohnräume und die solaren Wärmegewinne können zur Beheizung des Gebäudes beitragen.

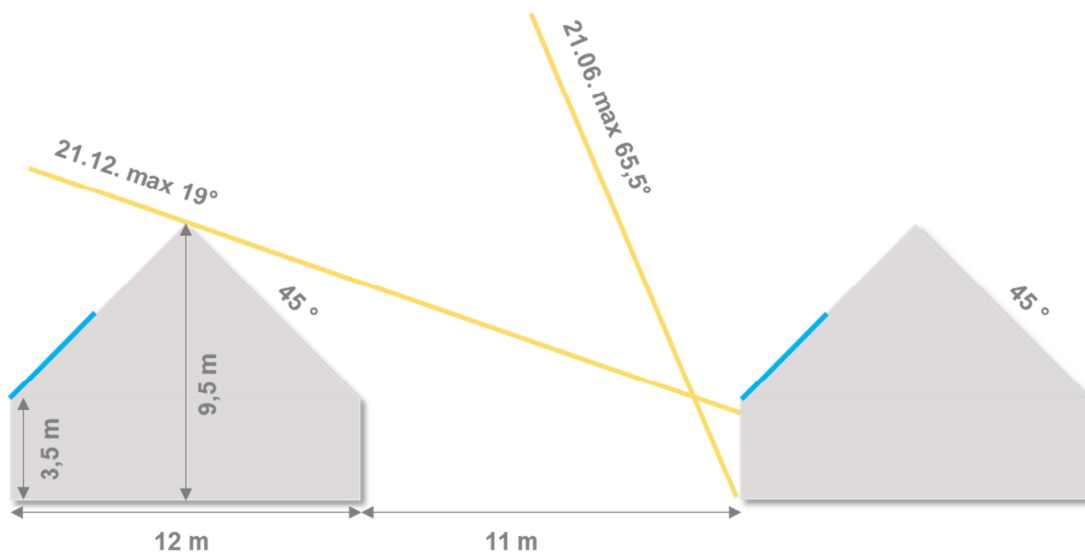


Abbildung 48: Schematische Darstellung der Sonnenhöchststände zum 21.12. und 21.06. im Bezug auf die Planungsvariante mit Dachverglasung (blau)

Um die Tageslichtverfügbarkeit zu evaluieren, können die Stunden der verfügbaren monatlichen direkten Sonneneinstrahlung auf die Gebäudefassade analysiert werden. Abbildung 49 zeigt das Analyseergebnis für die Südostfassaden jedes Gebäudes eines Dreispanners.

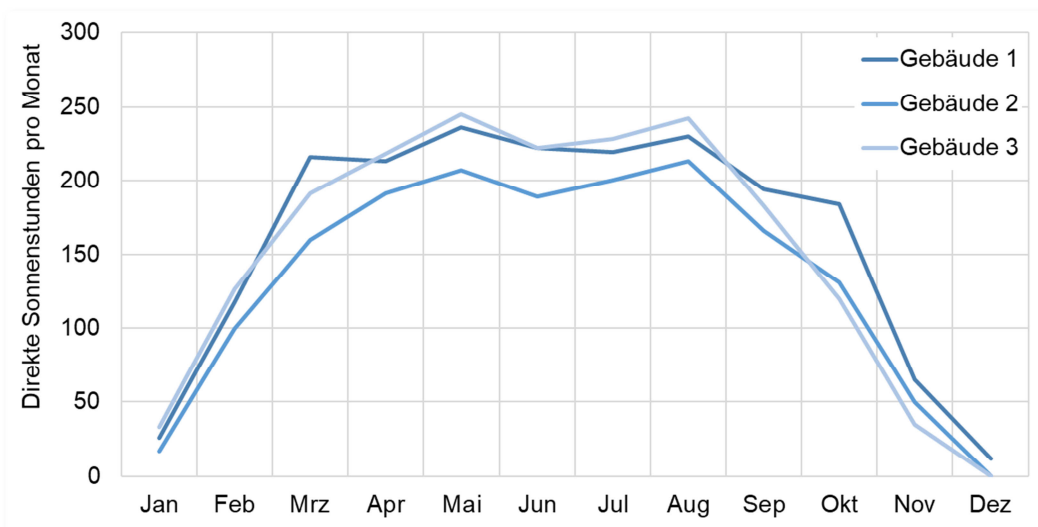


Abbildung 49: Monatliche direkte Sonnenstunden in der Mitte der Südost-Fassadenflächen für Dreispänner

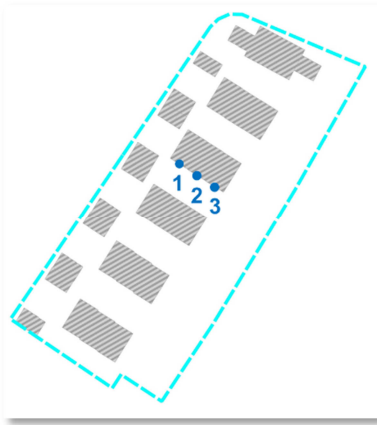


Abbildung 50: Analysepunkte
Südost-Fassaden

Die beispielhafte Analyse bezieht sich auf einen Dreispänner im Zentrum des Baugebietes; bei jedem Gebäude wurde je ein Analysepunkt in der horizontalen und vertikalen Mitte der Südostfassade platziert (siehe Abbildung 50).

Im Ergebnis ist erkennbar, dass Gebäude 2 in der Mitte die höchste Verschattung und damit die geringste Zahl an direkten Sonnenstunden erfährt. Positiv für den sommerlichen Wärmeschutz ist hier die starke Reduktion in den Sommermonaten, in den Wintermonaten werden hier jedoch die geringsten passiven Wärmegewinne sowie eine entsprechend geringere Tageslichtverfügbarkeit erzielt.

Berücksichtigung von passiver Solarenergienutzung und Tageslichtverfügbarkeit in der Bauleitplanung

Allgemeine Zielsetzung

Ein mögliches Ziel der solaren Bauleitplanung ist die Schaffung von optimalen Voraussetzungen für die passive Solarenergienutzung sowie die Tageslichtverfügbarkeit in Gebäuden. Wesentliche Aspekte bilden hier die optimale Nutzung möglicher solarer Wärmegewinne über Außenbauteile (Wand-, Fenster- und Dachflächen) während der Heizperiode (im Winter und den Übergangsjahreszeiten) bei gleichzeitiger Berücksichtigung des sommerlichen Wärmeschutzes, um ein überhitzen im Sommer zu vermeiden. Neben baulichen Maßnahmen wie etwa Sonnenschutzvorrichtungen sind die Geometrie der Gebäude sowie deren Positionierung und Ausrichtung. Weiterhin ist die Grünplanung entsprechend auf die Anforderungen abzustimmen.

Beispielanalyse „Bruch-Römerstraße“

Obwohl die Gebäude im Baugebiet bezogen auf die Fassadenflächen insbesondere in den Wintermonaten einer hohen gegenseitigen Verschattung unterliegen, konnte durch die südöstliche Teilverglasung der Dachflächen eine bauliche Lösung zum Ausgleich gefunden werden und so trotz dem Nachteil eines nord-süd-ausgerichteten Baugebietes ein hohes Maß an passiver solarer Nutzung in den künftigen Gebäuden ermöglicht werden.

Mögliche Umsetzung im Planungsverfahren

Nachfolgend ist zusammenfassend eine mögliche Vorgehensweise zur Optimierung von Bebauungsplänen hinsichtlich der Rahmenbedingungen für die passive Solarenergienutzung und Tageslichtverfügbarkeit in Gebäuden skizziert:

1. Variantendefinition
 - a. Festlegung von Gebäudegeometrie und Gebäudeanordnung
 - b. Festlegung der Grünplanung
2. Ermittlung der solaren Einstrahlung (Energieeintrag und Lichteintrag) auf alle Bauteilflächen des 3D-Planentwurfes
3. Analyse der Variante hinsichtlich

- a. passive solare Wärmegewinne während der Heizperiode
 - b. passive solare Wärmegewinne in den Sommermonaten
 - c. Tageslichtverfügbarkeit in den einzelnen Monaten
4. Ggf. weiterer Iterationsschritt (erneuter Beginn bei 1.), um Variante zu optimieren
 5. Umsetzung der Variante in Form von baurechtlichen Vorgaben (Bauleitplanung)
 - a. Vorgabe der Gebäudekonstellation und Gebäudegeometrie
 - b. Verschattungseffekte minimieren durch Vorgabe von Baulinien und Baugrenzen
 - c. optimierte Grünplanung (sommerlicher Wärmeschutz)

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 Wärmebelegungsichte auf (theoretischen) Trassenabschnitten	20
Abbildung 6: Strombezug der einzelnen Verbrauchergruppen in MWh pro Jahr	20
Abbildung 7: Strombezug und Einspeisung erneuerbarer Energieträger 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: Die Fernwärmeversorgung der Gemeindewerke Ainring in Mitterfelden im Ist-Zustand....	24
Abbildung 12: Energieeffizienz des Gebäudebestandes in der Gemeinde Ainring	28
Abbildung 13: Kartografische Darstellung der Energieeffizienz im Ist-Zustand (links) und der Sanierungspotenziale (rechts) im Wohngebäudebestand.....	28
Abbildung 14: Sanierungspotenzial Wohngebäude in der Gemeinde Ainring	29
Abbildung 15: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung..	32
Abbildung 16: Genutzte Potenziale und Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung	32
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 in der Gemeinde Ainring	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: Zusammenfassung der Potenziale für die Stromerzeugung aus Biogas	42
Abbildung 27: Zusammenfassung der Potenziale für die Stromerzeugung aus fester und flüssiger Biomasse	42
Abbildung 28: Szenario Strom.....	44
Abbildung 29: Szenario Wärme.....	44
Abbildung 30: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen	45
Abbildung 31: Schematischer Ablauf der solaren Bauleitplanung.....	48
Abbildung 32: Lage des Baugebietes "Bruch-Römerstraße" (türkis hinterlegt)	51
Abbildung 33: Luftbilddarstellung des Baugebietes „Bruch-Römerstraße“	51
Abbildung 34: Bebauungsplanentwurf Bruch-Römerstraße	54
Abbildung 35: Monatliche Diffus- und Direktstrahlung auf die Horizontale Ebene am Standort	55
Abbildung 36: Sonnenstanddiagramm mit Horizonteinblendung (Fernverschattung) für den Standort	55
Abbildung 37: 3D-Ansicht des Baugebietes von Südwesten	56
Abbildung 38: 3D-Oberflächenmodell mit Planungsvariante der Gebäude.....	56
Abbildung 39: Kartografische Darstellung der Jahresglobalstrahlung auf Dachflächen.....	57
Abbildung 40: Varianten Dachneigung (rot: 32°, blau: 45°)	58
Abbildung 41: Vergleichende Darstellung der Monatswerte der Globalstrahlung für 32° und 45° geneigte, nach Süden orientierte Flächen	58
Abbildung 42: Mittlere Jahresglobalstrahlung auf Dachflächen im Dezember	59
Abbildung 43: Vergleichende Darstellung der Monatswerte der Globalstrahlung für 36° und 45° geneigte, nach Süden orientierte Flächen	60
Abbildung 44: Schematische Darstellung Erdwärmekollektor	62
Abbildung 45: Korngrößenverteilung im Baugebiet.....	62
Abbildung 46: Mittlere Jahresglobalstrahlung auf Grundstücksflächen und potenzielle Flächen für Erdwärmekollektoren (blau)	63
Abbildung 47: Mittlere Globalstrahlung im Monat Dezember auf Grundstücksflächen und potenzielle Flächen für Erdwärmekollektoren (blau)	64
Abbildung 48: Schematische Darstellung der Sonnenhöchststände zum 21.12. und 21.06. im Bezug auf die Planungsvariante mit Dachverglasung (blau).....	66
Abbildung 49: Monatliche direkte Sonnenstunden in der Mitte der Südost-Fassadenflächen für Dreispanner.....	66
Abbildung 50: Analysepunkte Südost-Fassaden	67

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 in der Gemeinde Ainring 18

Tabelle 2: Die CO₂-Äquivalente der jeweiligen Energieträger (Berücksichtigung der gesamten Prozesskette)25

Tabelle 3: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale in den einzelnen Verbrauchergruppen27

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 ·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

