

Digitaler Energienutzungsplan

Stadt Aichach

2
0
2
1

Impressum

Auftraggeber

Stadt Aichach
Stadtplatz 48
86551 Aichach

Bearbeitung

Institut für Energietechnik IfE GmbH
Kaiser-Wilhelm-Ring 23a
92224 Amberg
www.ifeam.de



Förderung

Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
www.stmwi.bayern.de

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie



Bearbeitungszeitraum

April 2020 bis Oktober 2021

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Einleitung	5
2 Projektablauf und Akteursbeteiligung	6
3 Analyse der energetischen Ausgangssituation	7
3.1 Methodik und Datengrundlage.....	7
3.1.1 Definition der Verbrauchergruppen	7
3.1.2 Datengrundlage und Datenquellen	8
3.2 Energieinfrastruktur	9
3.3 Sektor Wärme	9
3.3.1 Gebäudescharfes Wärmekataster	9
3.3.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien	10
3.4 Sektor Strom	11
4 Potenzialanalyse.....	13
4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz	13
4.1.1 Private Haushalte	13
4.1.2 Kommunale Liegenschaften	14
4.1.3 Wirtschaft.....	15
4.1.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster	15
4.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien	16
4.2.1 Solarthermie und Photovoltaik.....	17
4.2.2 Wasserkraft	21
4.2.3 Biomasse	21
4.2.4 Windkraft	23
4.2.5 Kraft-Wärme-Kopplung	24
4.2.6 Geothermie	25
5 Maßnahmenkatalog	27

6	Detailprüfung von Pilotprojekten aus dem Maßnahmenkatalog	30
6.1	Wärmeversorgung Mehrfamilienhaus Freisinger Straße	30
6.1.1	Hintergrund	30
6.1.2	Zukünftiger Energiebedarf.....	30
6.1.3	Die Versorgungsvarianten	31
6.1.4	Wirtschaftliche und ökologische Gegenüberstellung	36
6.2	Wärmeversorgung Neubaugebiet Franz-Beck-Straße	44
6.2.1	Hintergrund	44
6.2.2	Zukünftiger Energiebedarf.....	45
6.2.3	Die Versorgungsvarianten	46
6.2.4	Wirtschaftliche und ökologische Gegenüberstellung	50
6.3	Photovoltaikanlagen für kommunale Dächer	59
6.3.1	Aufgabenstellung	59
6.3.2	Technische Simulation am Beispiel Bauhof	60
6.3.3	Ergebnisse der Anlagensimulationen	61
6.3.4	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	61
6.3.5	Fazit.....	62
6.4	Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED	63
6.4.1	Fördersituation.....	63
6.4.2	Ist-Zustand.....	65
6.4.3	Retrofit-Leuchtmittel.....	66
6.4.4	Leuchtentausch	69
6.4.5	Zusammenfassung und Fazit	71
7	Zusammenfassung.....	72
8	Abbildungsverzeichnis	74
9	Tabellenverzeichnis	76

1 Einleitung

Mit dem digitalen Energienutzungsplan für die Stadt Aichach wird ein 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 den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Der digitale Energienutzungsplan umfasst

- eine umfassende Bestandsaufnahme der derzeitigen Energieinfrastruktur mit einer detaillierten Energie- und CO₂-Bilanz in den Bereichen Strom und Wärme,
- ein digitales Energiemodell mit gebäudescharfem Wärmekataster in den Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Liegenschaften und Wirtschaft
- sowie eine gebäudespezifische Analyse des Sanierungspotenzials,
- eine standortspezifische Potenzialanalyse zum Ausbau erneuerbarer Energieträger und
- einen Maßnahmenkatalog mit konkreten Projekten zur weiteren Umsetzung,
- die detaillierte technische und wirtschaftliche Prüfung ausgewählter Projekte.

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans zusammen und wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert. Durch die hohe Detailschärfe ist der digitale Energienutzungsplan nicht nur ein Instrument für die kommunale Energieplanung, sondern auch eine Unterstützung für Wirtschaftsbetriebe und alle Bürgerinnen und Bürger im Stadtgebiet Aichach bei der Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen und der Nutzung erneuerbarer Energien.

Hinweis zum Datenschutz:

Die Erstellung eines Energienutzungsplans setzt zum Teil die Erhebung und Verwendung von Daten voraus, die zumindest mittelbar einen Personenbezug aufweisen können (zum Beispiel Datenerhebungsbögen, Verbrauchsangaben und ähnliches). Auch wenn es sich dabei ausschließlich um energie-relevante Informationen handelt und nicht um Informationen zu Personen selbst, ist der nachfolgende Bericht nur für interne Zwecke gedacht.

2 Projektablauf und Akteursbeteiligung

Die Entwicklung des digitalen 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 2018) erstellt. Dabei wurde zwischen den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Wirtschaft“ unterschieden. Die Energieströme in der Kommune wurden, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Energieträgern (Strom, Erdgas, Heizöl, Biomasse, ...), erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Ausgehend von der energetischen Ausgangssituation 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 realistisch ausgeschöpft werden können. Ebenso wurden die erschließbaren Ausbaupotenziale regionaler erneuerbarer Energieträger analysiert.

Zentrales Element des digitalen 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 mit der Stadt Aichach konkretisiert. Einzelne Projekte aus dem Maßnahmenkatalog wurden sodann als Detailprojekt umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft.

Auftaktveranstaltung:

Die grundlegende strategische Organisation, Zeitplanung und fachliche Ausrichtung des digitalen Energienutzungsplans wurde bei der Auftaktveranstaltung getroffen.

Regionalkonferenzen:

Im Rahmen mehrerer Regionalkonferenzen wurden in enger Abstimmung mit den lokalen Akteuren (Gemeindeverwaltung, BWA-Aichach, Projektbeteiligte der Auftragnehmer) regelmäßig die Zwischenergebnisse abgestimmt sowie der Maßnahmenkatalog erarbeitet und fortgeschrieben.

Abschlussveranstaltung:

Die Endergebnisse des digitalen Energienutzungsplans wurden dem Stadtrat vorgestellt und der Abschlussbericht übergeben.

3 Analyse der energetischen Ausgangssituation

3.1 Methodik und Datengrundlage

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wird nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Hierbei werden die Energieverbräuche sowie die Potenziale (Strom und Wärme) jeweils nur innerhalb des eigenen Stadtgebietes 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 Stadtgebiet zusammensetzt.

3.1.1 Definition der Verbrauchergruppen

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans werden folgende Verbrauchergruppen definiert:

a) 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 genutzte Halle mit integrierter Wohnung) ein.

b) 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 Kommunen zurückgegriffen werden.

c) 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.

3.1.2 Datengrundlage und Datenquellen

Alle Datenerhebungen, Analysen und Berechnungen im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans beziehen sich auf das Bilanzjahr 2018. Für das Jahr 2019 lag während der Projektbearbeitung keine vollständige Datenbasis vor. Die Analyse des Energieverbrauchs stützt sich auf die nachfolgenden Datenquellen:

- Energieabsatz- und Einspeisedaten der lokal tätigen Energieversorgungsunternehmen für die leitungsgebundenen Energieträger Strom (inkl. Heizstrom) und Erdgas. Hierfür wurden exakte Netzabsatzdaten für das Jahr 2018 zur Verfügung gestellt.
- Daten der örtlichen Kaminkehrer zu den installierten Wärmeerzeugern (anonymisiert). Der Endenergieeinsatz wurde auf Basis der anonymisierten Kaminkehrerdaten aus der jeweiligen Anzahl der installierten Wärmeerzeuger unter Annahme charakteristischer Leistungsdaten und 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
- Die Nahwärmenetzbetreiber wurden zum Teil direkt angesprochen und Daten angefragt. Dabei wurden Informationen zur Netzinfrastruktur, Absatzdaten, Wärmeerzeugern usw. ermittelt.
- Datenabfrage Solarthermie: Die Gesamtfläche der installierten Solarthermieanlagen wurde mit Hilfe des Solaratlas, einem interaktiven Auswertungssystem für den Datenbestand aus dem bundesweiten „Marktanreizprogramm Solarthermie“, ermittelt. Die Aufstellung umfasst alle Kollektortypen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren) und Anwendungen (Warmwasserbereitstellung 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 (Heizstrom) 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 Wärmekatasters.
- Gebäudescharfe Daten zum bestehenden Solar- und Gründachpotenzialkataster des Landkreises (<https://www.solare-stadt.de/Aichach/>)

3.2 Energieinfrastruktur

Stromnetzbetreiber sind die Bayernwerk AG und die Lechwerke AG. Große Teile der Stadt Aichach sind zudem mit Erdgas erschlossen. Betreiber des Erdgasnetzes ist die ESB Südbayern. Zudem konnten in Aichach Wärmenetze als weitere Form der leitungsgebundenen Energieinfrastruktur identifiziert werden. Diese werden zum einen von der Biomasse Wärmeverbund Aichach GmbH (BWA) sowie von privaten Betreibern (z. B. Abwärmenutzung Biogasanlagen) bewirtschaftet.

Hinweis:

Die Biomasse Wärmeverbund Aichach GmbH betreibt seit dem Jahr 1997 ein Biomasse-Heizwerk mit Fernwärmeversorgung in der Stadt Aichach. Im Jahr 2007 wurde das Heizwerk um einen ORC-Prozess zur Stromerzeugung erweitert. Die erzeugte Strommenge beläuft sich jährlich auf rund 5.500 MWh, die produzierte Wärmemenge für das angeschlossene Fernwärmenetz auf rund 26.000 MWh pro Jahr.

3.3 Sektor Wärme

3.3.1 Gebäudescharfes Wärmekataster

Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung. Es erfasst alle beheizten Gebäude der Stadt Aichach und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf. Es bietet damit eine flächendeckende Information zur Struktur und dem Wärmebedarf des Gebäudebestands.

Wärmekataster finden als Planungs- und Entscheidungsgrundlagen beim Ausbau von Wärmenetzen, bei der Entwicklung von Förder- und Sanierungsmaßnahmen, in der Energie- und Sanierungsberatung sowie im Rahmen des Klimaschutzmonitorings Anwendung.

Zur Erstellung des gebäudescharfen Wärmekatasters wurden in einem ersten Schritt wesentliche Daten zum Gebäudebestand erfasst und zusammen mit einem 3D-Gebäudemodell zu einem digitalen Modell vereint. Für jedes Gebäude wurde auf dieser Grundlage dessen Wärmebedarf ermittelt. Ergänzt wurden die berechneten Werte durch konkrete Verbrauchswerte aus den Fragebögen für Gewerbe- und Industriebetriebe, Biogasanlagen sowie kommunale Liegenschaften.

Abbildung 1 zeigt einen exemplarischen Ausschnitt des gebäudescharfen Wärmekatasters als Wärmedichtekarte. Die Wärmedichte fasst den Wärmebedarf mehrerer Gebäude zusammen und hebt somit

Siedlungsbereiche mit einem hohen Wärmebedarf hervor. Das flächendeckende Wärmekataster liegt dem Energienutzungsplan bei und wird in das Stadt-GIS überführt.



Abbildung 1: Exemplarischer Auszug des gebäudescharfen Wärmekatasters

3.3.2 Wärmebedarf und Anteil erneuerbare Energien

Der jährliche Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung aller Verbrauchergruppen beläuft sich auf rund 338.815 MWh pro Jahr. Nachfolgend ist die Aufteilung des Wärmebedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Den höchsten Wärmebedarf weist die Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ auf, dicht gefolgt von der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“.

Wärmeverbrauch nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	162.823	48%
Kommunale Liegenschaften	2.665	1%
Wirtschaft	173.327	51%
Gesamt	338.815	

Abbildung 2: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2018

Von den insgesamt 338.815 MWh Wärmebedarf werden rund 24 % aus erneuerbaren Energien bereitgestellt, insbesondere über Biomasse (Holz). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Stadt Aichach über ein großes Biomasseheizkraftwerk mit Fernwärmenetz verfügt. Heizöl und Erdgas nehmen einen Anteil von insgesamt 39 % bzw. 35 % an der Wärmebereitstellung ein.

Wärmeverbrauch nach Energieträger	MWh/a	Anteil
Erneuerbare Energien	80.672	24%
Biomasse (Holz)	70.439	21%
Wärme Biogasanlagen	7.970	2%
Solarthermie	2.263	1%
Fossile Energieträger	253.689	75%
Erdgas	119.351	35%
Heizöl	131.166	39%
Sonstiges	3.172	1%
Heizstrom	4.454	1%
Gesamt	338.815	

* Wärmenutzung aus Biogasanlagen anhand Datenerhebungsbögen und Abstimmung in Regionalkonferenz

Abbildung 3: Wärmebedarf: Anteil der Energieträger im Jahr 2018

3.4 Sektor Strom

Der Strombezug in der Stadt Aichach im Jahr 2018 beläuft sich in Summe auf rund 88.034 MWh. Zur Ermittlung des Strombedarfs wurden die Daten der Stromnetzbetreiber herangezogen. Die Aufteilung des Strombedarfs in die einzelnen Verbrauchergruppen zeigt, dass der Sektor Wirtschaft mit 70 % den größten Anteil einnimmt, gefolgt von den privaten Haushalten mit 27 % und den kommunalen Liegenschaften mit 3 % (Abbildung 4).

Strombezug nach Sektoren	MWh/a	Anteil
Private Haushalte	24.154	27%
Kommunale Liegenschaften	2.327	3%
Wirtschaft	61.553	70%
Gesamt	88.034	

Abbildung 4: Stromverbrauch der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2018

Anschließend wurde der Strombezug den Erzeugungsmengen der jeweiligen Energieträger gegenübergestellt. Hierfür wurden die eingespeisten Strommengen aus Energieerzeugungsanlagen genauer analysiert. Zu beachten ist dabei, dass die Eigenstromnutzung aus erneuerbaren Erzeugungsanlagen und KWK-Anlagen hierbei nicht im Anteil des jeweiligen Energieträgers enthalten ist. Stattdessen wird die tatsächlich in den Kommunen erzeugte und eingespeiste Strommenge aus erneuerbaren Energien berücksichtigt und dem Strombezug gegenübergestellt. In Summe wurden im Bilanzjahr 2018 bilanziell rund 58.983 MWh, entsprechend rund 64 %, aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Der Großteil der Einspeisung kann dabei der Biomasse zugeordnet werden.

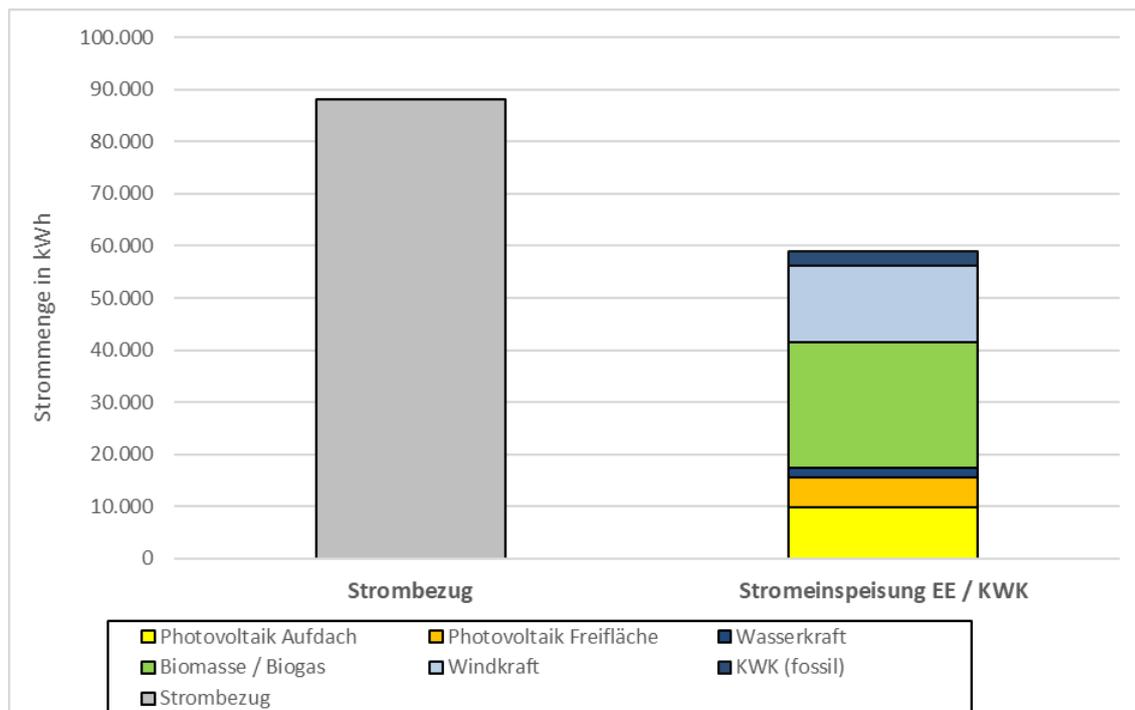


Abbildung 5: Strombezug und Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien / KWK im Jahr 2018

Hinweise:

- Aufgrund der Festlegung auf das Bilanzjahr 2018 wurden die im Jahr 2019 und später neu errichteten EEG- und KWK-Anlagen nicht berücksichtigt.
- Die Stromeigennutzung führt in dieser Betrachtung zu einer Minderung des Strombezugs aus dem Stromnetz. Die angewandte Bilanzierungsmethodik ist entscheidend für eine kontinuierliche Fortschreibung des digitalen Energienutzungsplans und der Energiebilanz, da nur diese Daten den EVU exakt und vollumfänglich vorliegen.

4 Potenzialanalyse

4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

4.1.1 Private Haushalte

Wärme

Für die Sanierungsvarianten im Wohngebäudebestand wurden Berechnungen mit der Maßgabe einer ambitionierten, aber realistischen Sanierungsrate der Wohngebäudefläche von 2 % pro Jahr durchgeführt. Durch die Einsparmaßnahmen wird in diesem Szenario ein spezifischer Wärmeverbrauch von im Mittel 100 kWh/m² erzielt (im Ist-Zustand beläuft sich der spezifische Wärmeverbrauch im Mittel auf rund 162 kWh/m²). Die hier zu Grunde gelegte Sanierungsrate und Sanierungstiefe liegt über dem Bundesdurchschnitt, könnte jedoch über entsprechende Informations-, Beratungs- und Fördermaßnahmen erreicht werden (siehe Maßnahmen im Maßnahmenkatalog, Kapitel 5).

Würde dieses Szenario bis zum Jahr 2030 kontinuierlich umgesetzt werden, würde dies einer Reduktion des thermischen Energieverbrauchs der Wohngebäude von 162.823 MWh im Jahr 2018 auf rund 149.634 MWh im Jahr 2030 (rund 8,1 % Einsparung) bedeuten.

Strom

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauchs 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-Energieeffizienzrichtlinie (EED). Es wird angenommen, dass jährlich 1,5 % des Strombedarfs eingespart werden können. In Summe kann der Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ bis zum Jahr 2030 von derzeit 24.154 MWh auf 20.766 MWh gesenkt werden (rund 14 %).

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.1.2 Kommunale Liegenschaften

Aus Sicht des Bundes kommt den Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Mitwirken bei der Reduktion der CO₂-Emissionen für die Kommunen kann dabei in mehrere Ebenen untergliedert werden:

- Die Selbstverpflichtung aus Überzeugung von der Notwendigkeit des Handelns
- Die Vorbildfunktion für alle Bürger
- Die wirtschaftliche Motivation

In Abstimmung mit den Akteuren vor Ort erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ in Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED). Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2030 jährlich:

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

eingespart werden können. Konkrete Projektideen zur Erreichung dieser Zielvorgabe wurden im Rahmen der Regionalkonferenzen ausgearbeitet und sind im Maßnahmenkatalog (Kapitel 5) dargestellt.

Als Ergebnis können bei Ausschöpfen der Energieeinsparpotenziale im Bereich der kommunalen Liegenschaften der Stromverbrauch von derzeit 2.327 MWh/a auf rund 2.001 MWh im Jahr 2030 und der Wärmebedarf von rund 2.665 MWh/a auf 2.291 MWh/a gesenkt werden.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.1.3 Wirtschaft

Da gewerblich / industriell 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 Datenerhebung erfolgen. In Abstimmung mit den beteiligten Akteuren erfolgt die Ermittlung der Einsparpotenziale in der Verbrauchergruppe „Wirtschaft“ daher in Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie.

Es wird angenommen, dass, bezogen auf den Ist-Zustand, bis zum Zieljahr 2030 jährlich:

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

eingespart werden können.

Mit dieser Zielstellung könnte bis zum Jahr 2030 der thermische Energiebedarf von 173.327 MWh pro Jahr im Ist-Zustand auf 149.015 MWh reduziert werden. Der Strombedarf könnte von 61.553 MWh/a auf 52.919 MWh/a reduziert werden.

Hinweis: Im Rahmen dieser Studie wurden die elektrischen Einsparpotenziale anhand des aktuellen Stromverbrauchs und durch Austausch/Optimierung der aktuell installierten Anlagentechnik berechnet. Eine Berücksichtigung neuer stromverbrauchender „Anwendungsbereiche“ kann nicht vorhergesagt und dementsprechend nicht berücksichtigt werden. Der Sektor Mobilität (mit einer zu erwartenden Steigerung des Strombedarfs für E-Mobilität) ist nicht Bestandteil dieser Studie.

4.1.4 Gebäudescharfes Sanierungskataster

Für die Entwicklung von Zukunftsstrategien für Fernwärme- oder Gasversorgungsinfrastrukturen bildet das Sanierungskataster Szenarien des künftigen Wärmebedarfs ab. Hierbei wurden die in den Verbrauchergruppen beschriebenen Einsparpotenziale kartografisch dargestellt. Weiterhin bietet das Sanierungskataster maßnahmenscharfe Informationen zum Sanierungspotenzial einzelner Gebäude, die als Grundlage für die Identifikation städtebaulicher Sanierungsgebiete mit energetischen Missständen dienen können. Maßnahmen, wie etwa die Erstellung von geförderten Quartierskonzepten, lassen sich daraus ableiten. Die Informationen zum Sanierungspotenzial können darüber hinaus in Aktivitäten zur Energie-Erstberatung einfließen und die Gestaltungen kommunaler Förderprogramme stützen.



Abbildung 6: Sanierungskataster unter Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale (links Jahr 2018 – rechts Jahr 2030) – beispielhafte Darstellung

4.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

Basis für die Ausarbeitung der Potenzialanalyse ist zunächst die Festlegung auf einen Potenzialbegriff. Nachfolgende Potenzialbegriffe werden im Rahmen des Energienutzungsplans definiert:

Das theoretische 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.

Das technische 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).

Das wirtschaftliche Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der „unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen interessant ist“ (deENet, 2010).

Das erschließbare 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.

Der vorliegende Energienutzungsplan orientiert sich bei der Potenzialbetrachtung am **technischen 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 zeigt, welchen zusätzlichen Beitrag erneuerbare Energiequellen leisten können.

4.2.1 Solarthermie und Photovoltaik

Die Nutzung der direkten Sonneneinstrahlung ist auf verschiedene Arten möglich. Zum einen stehen Möglichkeiten der passiven Nutzung von Sonnenlicht und -wärme zur Verfügung, die vor allem in der baulichen Umsetzung bzw. Gebäudearchitektur Anwendung finden (z. B. solare Gewinne über großzügig verglaste Fassaden). Zum anderen kann die Sonnenstrahlung aktiv zur Energieerzeugung genutzt werden, in erster Linie zur Warmwasserbereitung (Solarthermie) und Stromerzeugung (Photovoltaik).

4.2.1.1 Solarpotenzialkataster

Zur Analyse der Photovoltaik- und Solarthermiepotenziale auf Dachflächen wurde das bestehende gebäudescharfe Solarpotenzialkataster für den Landkreis Aichach ausgewertet (<https://www.solare-stadt.de/Aichach/>). Grundlage für die Solarpotenzialanalyse sind Laserscandaten, die beim Überfliegen des jeweiligen Untersuchungsgebietes generiert wurden. Aus diesen Informationen wird ein vereinfachtes Modell der Häuser und der umgebenden Objekte (z. B. Bäume) erstellt. Dabei werden Einstrahlung und Verschattung berechnet. Stark verschattete Bereiche werden als nicht geeignet identifiziert. Für die übrigen Dachflächen wird die Einstrahlung für den Verlauf eines ganzen Jahres bestimmt.

Somit können alle Dachflächen auf Grundlage der Einstrahlungssimulation kategorisiert werden, inwieweit diese zur Installation von Solarthermie- oder Photovoltaikmodulen geeignet sind. Das Solarpotenzialkataster dient als Basis der Potenzialanalyse für Solarthermie und Photovoltaik auf Dachflächen in den Kommunen des Landkreises.



Abbildung 7: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Aichach (<https://www.solare-stadt.de/Aichach/>)

4.2.1.2 Solarthermie auf Dachflächen

Viele der für die solare Nutzung geeigneten Dachflächen (siehe Solarpotenzialkataster) können sowohl für die Installation von Solarthermieanlagen als auch für die Installation von Photovoltaikanlagen für die Stromproduktion genutzt werden. Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss dabei eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Dieses Deckungsziel (sprich der Anteil am gesamten Warmwasserbedarf, der durch Solarthermie erzeugt werden soll) wurde mit den beteiligten Akteuren abgestimmt. Ausgehend von einem spezifischen Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung von $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$ [EnEV] ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Energiebedarf von rund $12.563 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für die Wassererwärmung. Das angestrebte Deckungsziel wird auf 60 % festgelegt. Dies entspricht einem Energiebedarf von rund $4.951 \text{ MWh}_{\text{th}}$, der durch Solarthermie gedeckt werden soll. Um dies zu erreichen, werden insgesamt rund 18.900 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche wird im Rahmen des Energienutzungsplans gleichzeitig als technisches Potenzial der Solarthermie definiert. Derzeit sind im Betrachtungsgebiet bereits Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund 6.500 m^2 installiert, sodass noch ein Ausbaupotenzial von rund 12.400 m^2 besteht.

4.2.1.3 Photovoltaik auf Dachflächen

Berücksichtigt man einen Vorrang von Solarthermie zur Warmwassererzeugung auf Wohngebäuden, so ergibt sich ausgehend von der Annahme, dass das verbleibende Potenzial voll ausgeschöpft wird, ein technisches Gesamtpotenzial von 142.375 MWh/a. Hierfür wurden nur die Flächen aus dem Solarpotenzialkataster berücksichtigt, die als „gut geeignete“ und „geeignete“ Flächen definiert sind. In Absprache mit den beteiligten Akteuren wurde ein Abzugsfaktor von 30 % gewählt, der potenzielle Hemmnisse in der praktischen Umsetzung (z. B. aus statischen Gründen) berücksichtigt. Somit steht ein Gesamtpotenzial in Höhe von 98.271 MWh Stromerzeugung pro Jahr zur Verfügung. Dies entspricht einer Gesamtleistung in Höhe von rund 106.000 kW_p.

Im Bilanzjahr 2018 waren bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 11.882 kW_p installiert, sodass unter den beschriebenen Annahmen noch ein Ausbaupotenzial von rund 94.393 kW_p besteht.

4.2.1.4 Photovoltaik auf Freiflächen

Neben der Nutzung von geeigneten Dachflächen besteht auch noch die Möglichkeit Photovoltaik auf bestimmten Frei- oder Konversionsflächen zu installieren. Ähnlich wie bei Flachdächern kann hier die Ausrichtung der zu installierenden Anlage optimal gewählt werden. Im Bilanzjahr 2018 waren bereits Freiflächen-PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 5.669 kW_p in Aichach installiert, die rund 59.122 MWh an regenerativem Strom erzeugt haben.

Nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz ist die Installation von PV-Anlagen derzeit bevorzugt auf folgenden Flächen möglich:

- Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen und Bahnlinien (200 m)
- Konversionsflächen
- Versiegelte Flächen
- Flächen der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben

In Bayern ergibt sich zudem eine Gebietskulisse, welche benachteiligte Gebiete im Sinne des EEG als potenzielle PV-Förderflächen anzeigt. In landwirtschaftlich benachteiligten Gebieten (siehe Abbildung 8) sind PV-Freiflächenanlagen nach EEG zusammen mit der bayerischen Verordnung über Gebote für Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Rahmen einer erfolgreichen Teilnahme an den EEG-Ausschreibungen der Bundesnetzagentur förderfähig. Große Teile des Stadtgebiets Aichach liegen in diesem landwirtschaftlich benachteiligten Gebiet. Aus diesem Grund weist die Stadt Aichach potenziell eine Vielzahl an Flächen aus, die für die Installation von Photovoltaikanlagen grundsätzlich in Frage

kommen würden. Es wird empfohlen, einen kommunenscharfen Leitfaden / Kriterienkatalog zur Zulassung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auszuarbeiten. Hierdurch kann eine transparente Entscheidungsgrundlage für die Öffentlichkeit, Grundeigentümer, sonstige eingebundene Akteure sowie die Antragsteller bzw. Betreiber von Photovoltaik-Freiflächenanlagen geschaffen werden. Durch die Anwendung einfacher und nachvollziehbarer Kriterien kann städtebaulicher Fehlentwicklung vorgebeugt und Wildwuchs in Form von zufallsgesteuerter Flächennutzung verhindert werden. Der Leitfaden zeigt potenzielle Flächen für die Installation von PV-Freiflächenanlagen im Gemeindegebiet auf, wodurch - unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit - die Belange der sauberen Energieerzeugung und des Klimaschutzes nachvollziehbar mit den Belangen der Nahrungsmittelerzeugung, des Landschaftsbildes und des Naturschutzes zusammengeführt werden. Darauf basierend können dann realistisch umsetzbare Ausbaupotenziale in der Stadt Aichach definiert werden.

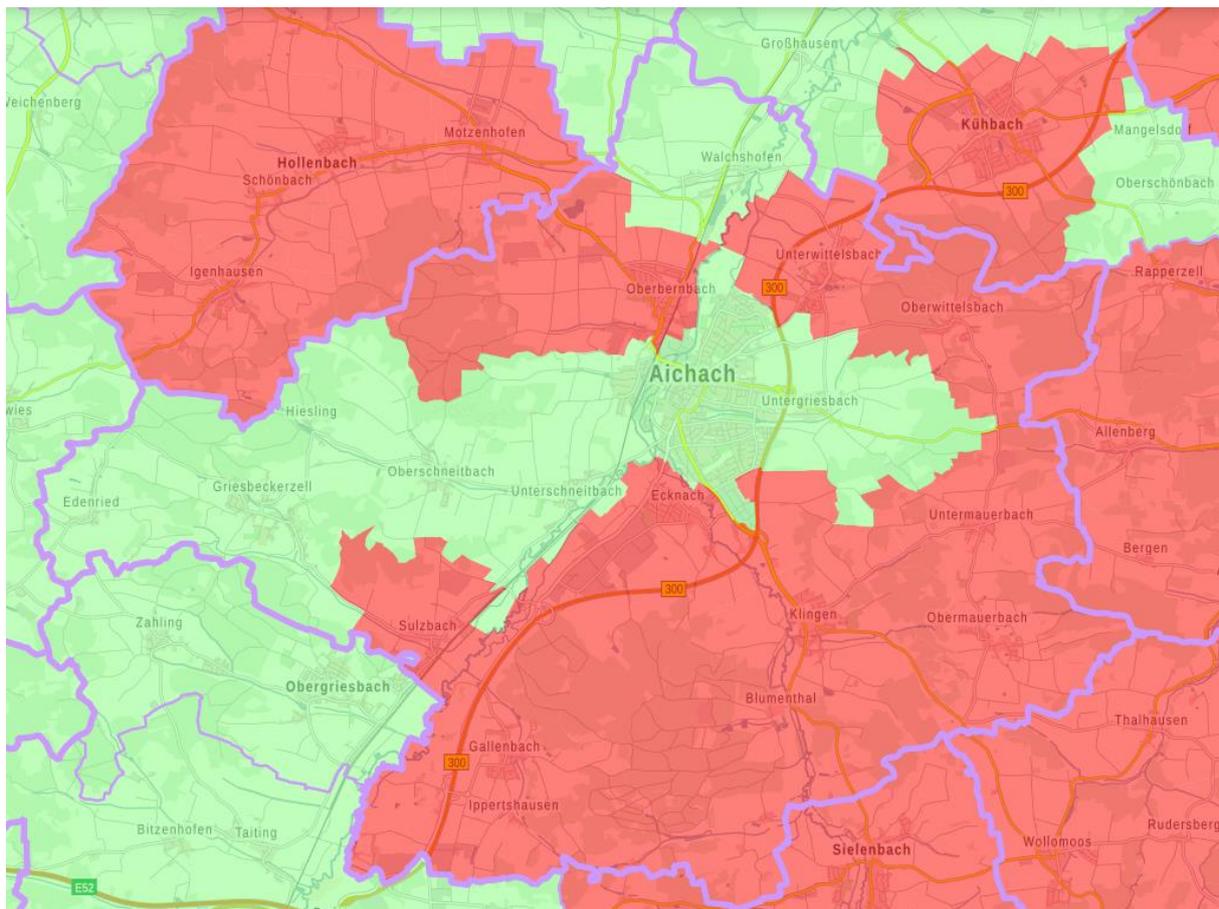


Abbildung 8: Übersicht landwirtschaftlich benachteiligter Gebiete (rot) [Energieatlas Bayern]

4.2.2 Wasserkraft

Im Stadtgebiet Aichach wurden im Jahr 2018 insgesamt 1.885 MWh Strom aus Wasserkraft erzeugt. Zur Analyse der Ausbaupotenziale im Bereich der Wasserkraft wurde ein Gespräch mit dem Wasserwirtschaftsamt Donauwörth geführt und erörtert, ob Ausbau- oder Repowering-Potenziale vorhanden sind. Es hat sich gezeigt, dass keine Potenziale für den Bau weiterer größerer Anlagen gesehen werden. Im Bereich der Effizienzsteigerung durch Modernisierung der Anlagen wird ein Potenzial von bis zu 10 % prognostiziert.

In Summe könnte die derzeitige Stromproduktion in Höhe von 1.885 MWh auf jährlich rund 2.073 MWh gesteigert werden.

4.2.3 Biomasse

4.2.3.1 Holz für energetische Nutzung

Die Stadt Aichach weist eine Waldfläche von rund 2.888 ha auf [Statistik kommunal]. Zur Analyse der Potenziale für die energetische Holznutzung wurden Gespräche mit dem AELF und dem WBV Aichach e.V. geführt.

Im gesamten Landkreis Aichach-Friedberg ist holzverbrauchende Großindustrie ansässig. U.a. für die vorhandenen Biomasse-Heizkraftwerke (z. B. Biomasse Wärmeverbund Aichach) werden große Mengen an Waldhackschnitzeln für eine regenerative Strom- und Wärmeversorgung benötigt. Aber auch für die regenerative Wärmeerzeugung in Form von Pelletkesseln, Scheitholzesseln usw. werden große Mengen an Holz benötigt.

Würde man im Stadtgebiet Aichach rein nach dem Territorialprinzip bilanzieren und nur das nachwachsende Holz in den eigenen Wäldern (rund 10 Festmeter pro Hektar und Jahr) als Potenzial ansetzen, so wären die Potenziale bereits erschöpft. In der Realität wird das benötigte Holz, insbesondere das Holz für die Großindustrie, aber zum großen Teil von außerhalb des Stadt- bzw. Landkreisgebietes bezogen.

Nach Abstimmung mit den Fachexperten zeigen sich in der Praxis noch nutzbare Potenziale im Landkreis, insbesondere in den Privatwäldern. Dies ist vor allem auf einen hohen Holzvorrat in den Wäldern (438 Festmeter pro Hektar in den Privatwäldern) zurückzuführen, der Zug um Zug auf rund 300 Festmeter pro Hektar und Jahr gemindert werden sollte. Holz als alleinige Energiequelle zur mittel- und langfristigen Substitution von Öl und Erdgas wird aber nicht ausreichen. Es sollten kluge Strategien

umgesetzt werden, z. B. der Aufbau kleinerer Wärmeverbundlösungen in Ortsteilen mit Holz als Bestandteil einer gesamten Versorgungsstrategie (z. B. Zusammenspiel aus Biomassekessel, Wärmepumpe, Photovoltaik).

- ➔ In der Realität zeigen sich noch Holzpotenziale in den eigenen Wäldern. Wichtig ist die Wertschätzung des regenerativen Brennstoffs und der kluge Einsatz in sinnvollen Versorgungssystemen
- ➔ Im Rahmen der Detailprojekte (siehe Kapitel 6) werden Detailprüfungen für potenzielle Erweiterungen des Fernwärmenetzes des Biomasse Wärmeverbunds Aichach durchgeführt

4.2.3.2 Biogas

Im Ist-Zustand erzeugen die bestehenden Biogasanlagen im Stadtgebiet Aichach rund 19.000 MWh Strom pro Jahr.

Für die Abstimmung potenzieller Ausbaupotenziale wurde das AELF Augsburg kontaktiert. Unter der Annahme, dass 25 % aller landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Anbau von Energiepflanzen und die Potenziale aus der energetischen Verwertung von Gülle herangezogen werden, ergibt sich ein Gesamtpotenzial zum Betrieb von Biogasanlagen mit einer jährlichen Stromerzeugung von ca. 19.600 MWh. Dementsprechend ist das territoriale Potenzial in der Stadt Aichach bereits nahezu ausgeschöpft. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Versorgung von Biogasanlagen mit Substrat in der Praxis auch über die Grenzen hinweg erfolgt. Für den Bau von Biogasanlagen im kleineren Leistungsbereich mit Gülle als Einsatzstoff werden noch Potenziale gesehen.

Im Bereich der Abwärmenutzung aus Biogasanlagen werden noch Ausbaupotenziale gesehen. Auf Basis der vorhandenen Datenerhebungsbögen der Biogasanlagen und weiteren Informationen aus den Regionalkonferenzen in den Kommunen konnte die aktuelle Wärmenutzung aus Biogasanlagen in Höhe von rund 7.970 MWh berechnet werden. Das technische Gesamtpotenzial wird auf rund 13.000 MWh Wärmenutzung prognostiziert. Somit wäre noch ein technisches Ausbaupotenzial in Höhe von rund 5.000 MWh zusätzlicher Wärmenutzung möglich.

Hinweis: Die Stromerzeugung aus Biogasanlagen liefert einen wichtigen Beitrag zum regenerativen Strommix der Stadt Aichach. In enger Abstimmung mit den Biogasanlagenbetreibern sollten langfristige Strategien nach Auslaufen des EEG-Förderzeitraums ausgearbeitet werden. Hierdurch kann die Gefahr von Stilllegungen zahlreicher Biogasanlagen ggf. verhindert werden.

4.2.4 Windkraft

Im Jahr 2018 waren drei Groß-Windkraftanlagen im Stadtgebiet Aichach installiert, die rund 17.256 MWh an Strom produziert haben.

Für die Potenzialanalyse im Bereich Windkraft wurde auf die „Gebietskulisse Windkraft“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt aus dem Jahr 2016 zurückgegriffen. Die Gebietskulisse Windkraft bietet eine Erstbewertung windhöffiger Gebiete aus umweltfachlicher Sicht hinsichtlich ihrer Eignung als Potenzialflächen zur Windenergienutzung. Sie ersetzt nicht die immissionsschutzrechtliche Genehmigung. Ein Rechtsanspruch (etwa auf eine Genehmigung) lässt sich daraus nicht ableiten. Die sog. „10H-Regelung“ und die kommunale Planungshoheit bleiben davon unberührt. Ergänzend wurden der Anlagenschutzbereich und der Anlagenprüfbereich für den zivilen Luftverkehr gekennzeichnet.

- Gebiete im Ausschlussbereich ziviler Luftverkehr wurden ausgeschlossen
- Gebiete im Prüfbereich ziviler Luftverkehr wurden als potenziell möglich eingestuft, dies ist jedoch im Detail mit den zuständigen Behörden zu klären

In Abbildung 9 sind grün die potenziell geeigneten Flächen gemäß Gebietskulisse Windkraft unter Berücksichtigung des Schutzbereichs des zivilen Luftverkehrs dargestellt. Es zeigt sich, dass im Stadtgebiet Aichach potenzielle Flächen für die Installation weiterer Windkraftanlagen vorhanden wären. Jedoch müssen diese Standorte einer Detailbetrachtung unterzogen werden, die im Rahmen dieses Energienutzungsplans nicht Bestandteil ist.

Ergänzender Hinweis: Zum Zeitpunkt der Projekterstellung wird die Pflicht zur Ausweisung potenzieller Flächen durch die einzelnen Bundesländer geprüft. Sollte diese politische Entscheidung getroffen werden, so wird die Festlegung von bevorzugten Flächen für Windkraft auf Basis einer weiterführenden GIS-Analyse empfohlen. Darauf basierend können dann realistisch umsetzbare Ausbaupotenziale definiert werden.

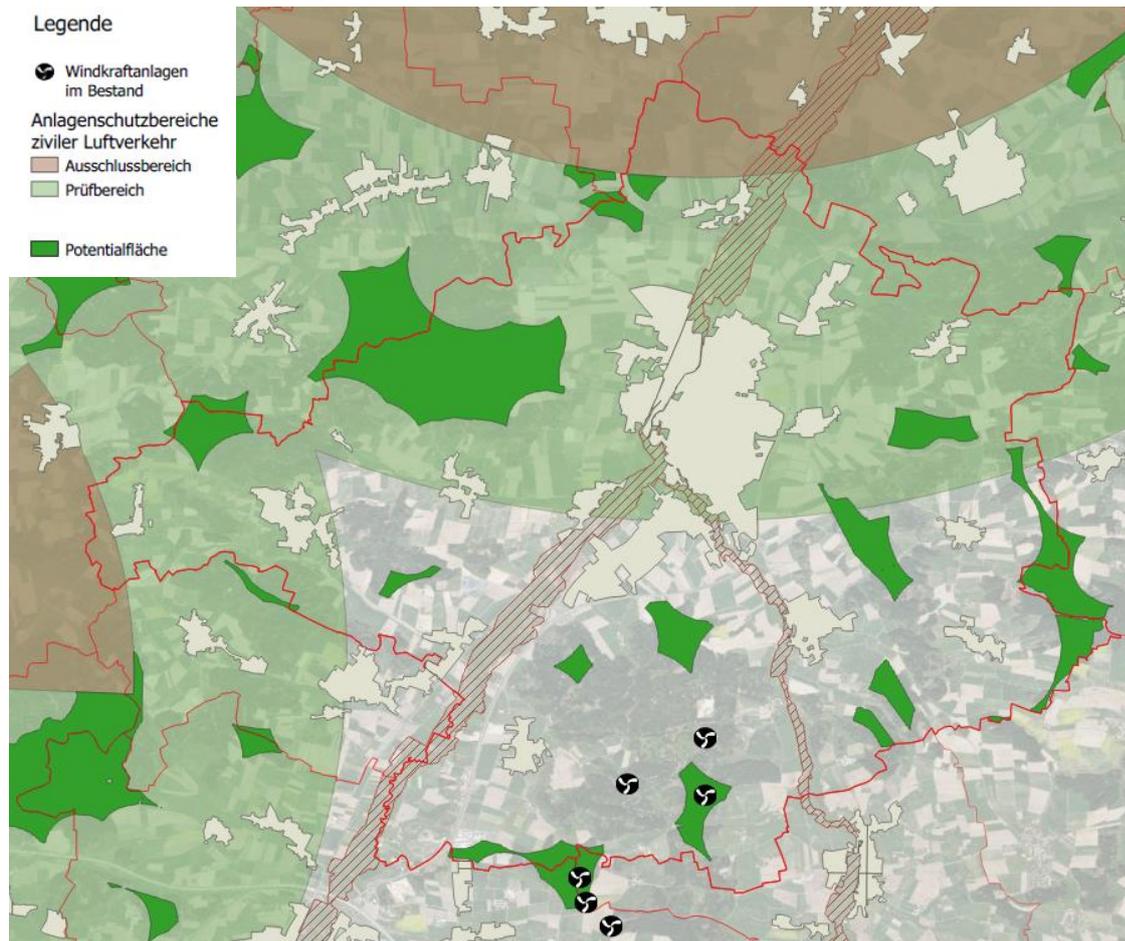


Abbildung 9: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU; Anpassung IfE

Hinweis: Das Potenzial zur Nutzung von Kleinwindkraft weist eine hohe lokale Varianz auf und ist nur bedingt durch flächendeckende Analysen zu ermitteln. Grundsätzlich ist die Eignung eines Standortes durch eine mehrmonatige Windmessung vor Ort zu prüfen.

4.2.5 Kraft-Wärme-Kopplung

Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als Brückentechnologie stellt einen wichtigen Baustein für die Energiewende dar. KWK-Anlagen wandeln den eingesetzten Brennstoff (meist Erdgas) mit bis zu 90 % in nutzbare Wärme und Strom um. Auf diese Weise tragen sie zu einer ressourcenschonenderen Energieversorgung bei. Mittelfristig soll der Einsatz von Wasserstoff und/oder synthetischer Kraftstoffe zu neuen Einsatzgebieten in der Kraft-Wärme-Kopplung führen. Der weitere Ausbau könnte z. B. über Informationskampagnen forciert werden (insbesondere in Industriebetrieben mit gleichzeitig hohem Wärme- und Strombedarf). Eine Quantifizierung des Potenzials ist im Rahmen des Energienutzungsplans nicht möglich.

4.2.6 Geothermie

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

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung:

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältengewinnung
- tiefe Geothermie ab 400 Meter Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom interessant sein

Unter oberflächennaher Geothermie versteht man die Nutzung der Erdwärme in bis zu 400m Tiefe. 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.

Die Tiefengeothermie nutzt Erdwärme auf hohem Temperaturniveau in Tiefen ab 400m. Aufgrund der Komplexität der Thematik wurden nähere Betrachtungen sowie eine Quantifizierung des Potenzials im Rahmen des Energienutzungsplans nicht vorgenommen.

Potenzialermittlung oberflächennahe Geothermie

Zur Ermittlung der Potenziale oberflächennaher Geothermie wurde auf hydrogeologische Daten des geologischen Dienstes des Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen. In Abbildung 10 ist die Standorteignung oberflächennaher Geothermie in Teilgebieten des Landkreises inkl. der Stadt Aichach dargestellt. Es zeigt sich, dass viele Gebiete im Stadtgebiet Aichach grundsätzlich für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet erscheinen.

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. Auf die Ausweisung bzw. Quantifizierung eines Gesamtausbaupotenzials für die Kommunen wurde verzichtet, da für den Einsatz oberflächennaher Geothermie immer eine Einzelfallprüfung auf Basis der tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort notwendig ist.

Der Einsatz von Wärmepumpen kann künftig einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen leisten, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromeinsatz aus regenerativen Energieformen erfolgt. Aus diesem Grund ist der weitere Ausbau der regenerativen Stromerzeugung wichtig, um diese Stromüberschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen regional

nutzen zu können und den Bedarf an Heizöl und Erdgas zu mindern (Sektorenkopplung). Der weitere Ausbau von Wärmepumpensystemen könnte z. B. über Informationskampagnen forciert werden.

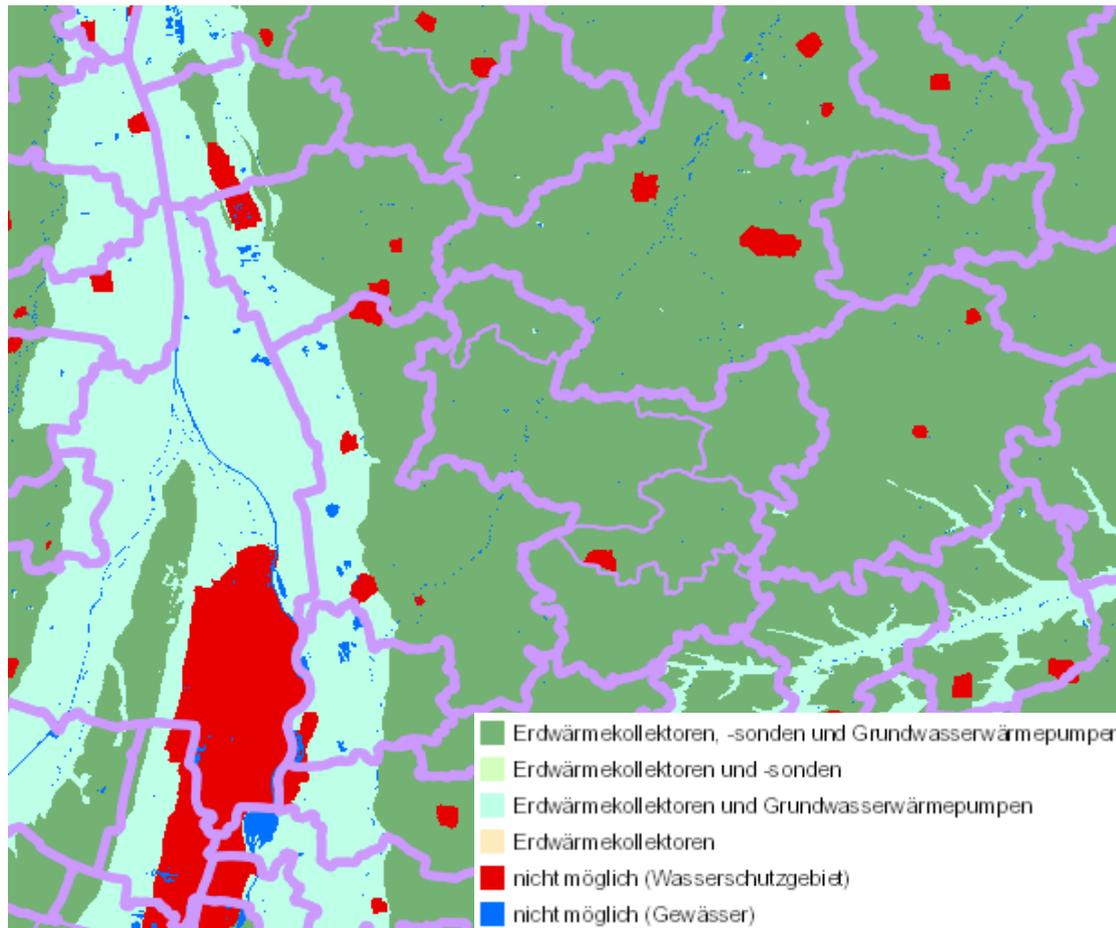


Abbildung 10: Oberflächennahe Geothermie – Standorteignung [LfU]

5 Maßnahmenkatalog

Das Kernziel des digitalen Energienutzungsplans ist die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen für die Kommune aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet.

Einzelne Projekte aus dem Maßnahmenkatalog wurden im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans bereits als Detailprojekte umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft (siehe Kapitel 6). Tabelle 1 enthält eine Übersicht der definierten Maßnahmen.

Tabelle 1: Maßnahmenkatalog für die Stadt Aichach

Nr.	Stadt Aichach	Beschreibung und nächste Schritte	Akteure	Weitere Hinweise
1	Prüfung von Möglichkeiten zum Ausbau der Fernwärme der BWA	Es werden bereits große Teile der Stadt Aichach durch Fernwärme der Biomasse Wärmeverbund Aichach (BWA) versorgt. Es sollten stetig sinnvolle Maßnahmen zum Ausbau des Fernwärmenetzes ausgearbeitet werden (Einzelne Möglichkeiten zur Erweiterung wurden im Rahmen des ENP konzeptionell geprüft, z.B. Anschluss Anbau Verwaltungsgebäude)	BWA	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
2	Integrales Versorgungskonzept für Neubaugebiete und neue Gewerbeflächen	Bei der Ausweisung von neuen Baugebieten und/oder Gewerbeflächen wird empfohlen, frühzeitig ein integrales Versorgungskonzept auszuarbeiten. Dabei sollten u. a. Möglichkeiten zum Aufbau von gemeinsamen Wärmeverbundlösungen bzw. Arealversorgungen geprüft werden.	Kommune / Stadtwerke	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
3	Prüfung einer Wärmenutzung der Biogasanlage Huber	Ggf. könnte eine Wärmeverbundlösung mit den umliegenden Liegenschaften aufgebaut werden. Ggf könnte auch ein Zusammenschluss mit dem Fernwärmenetz der BWA erfolgen. Im Rahmen des ENPs soll eine erste Kontaktaufnahme erfolgen und weitere Infos angefordert werden.	Betreiber Biogasanlage / Kommune / BWA	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
4	Unterstützung für Unternehmen bei der Identifikation und Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und dem Ausbau erneuerbarer Energien	Im Rahmen des Energienutzungsplans haben zahlreiche Unternehmen einen freiwilligen Datenerhebungsbogen ausgefüllt und hierdurch maßgeblich für die präzise Ausarbeitung des energetischen Ist-Zustands beigetragen. Zudem haben die Unternehmen konkrete eigene Ideen zur Energieeinsparung und dem Ausbau erneuerbarer Energien beigetragen. Im Rahmen einer gemeinsamen Veranstaltung soll besprochen werden, in welcher Form die Stadt seine Unternehmen künftig noch stärker unterstützen könnte.	Kommune / Unternehmen	
5	Thermografieaufnahmen für Bürger	Thermografieaufnahmen zeigen energetische Schwachstellen an der Gebäudehülle auf und dienen als Basis für konkrete Sanierungsempfehlungen. Es sollte geprüft werden, inwieweit die Kommune bzw. der Landkreis die Organisation der Thermografieaufnahmen durch externe Experten übernehmen könnte.	Kommune / Landkreis	
6	Bestehende Beratungsangebote (Energieberatung / Solarkataster) für Bürger regelmäßig bewerben	Es wird empfohlen, die bestehenden Beratungsangebote im Landkreis Aichach-Friedberg regelmäßig und gezielt über Printmedien, Homepage und soziale Medien zu bewerben. Das Landratsamt Aichach-Friedberg bietet in Kooperation mit der Verbraucherzentrale Bayern eine kostenlose Energieberatung an. Fragen rund um die Sanierung von Immobilien, Neubau oder Möglichkeiten zum Einsatz erneuerbarer Energien können so spezifisch mit Fachexperten besprochen werden. Das Solarkataster ist ein Online-Werkzeug, mit dessen Hilfe Hausbesitzer einen schnellen Überblick darüber erhalten können, ob und in welchem Ausmaß ihr Dach für Solarpaneele oder eine Begrünung geeignet ist	Kommune / Landkreis	
7	Kommunales Förderprogramm für Energieeinsparmaßnahmen	Es sollte die Möglichkeit eines kommunalen Förderprogramms geprüft werden. Hierbei sollten jedoch nur Maßnahmen aufgenommen werden, die nicht ohnehin schon durch Förderung des Bundes oder des Freistaates bezuschusst werden.	Kommune	
8	Ausarbeitung eines Kriterienkatalogs für die Festlegung von Flächen für PV-Freiflächenanlagen	Die Kommune möchte einen klaren Rahmen schaffen, unter welchen Voraussetzungen die Installation von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ermöglicht wird. Auf Basis eines Kriterienkatalogs soll die zulässige Gebietskulisse für den Ausbau von Freiflächen-Photovoltaik-Projekten definiert werden.	Kommune	Kriterienkatalog wird über Klimaschutznetzwerk ausgearbeitet

Nr.	Stadt Aichach	Beschreibung und nächste Schritte	Akteure	Weitere Hinweise
9	Windkraft	Die potenziellen Flächen im 10H-Gebiet sind bereits mit Windkraftanlagen bebaut. Grundsätzlich wäre weiteres technisches Potenzial gegeben (siehe GIS-Analyse im Energienutzungsplan). Weitere Entwicklungen, z.B. bzgl. 10H-Regelung, sollten regelmäßig geprüft werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
10	Bedeutung der Umweltwärme transparent kommunizieren	Da Holz nur begrenzt zur Verfügung steht, wird in der Zukunft Umweltwärme (z.B. über Wärmepumpensysteme) einen immer wichtigeren Beitrag liefern. Hierfür ist es zwingend erforderlich, grünen Überschussstrom zu nutzen (Sektorkopplung). Es sollte die Bedeutung klar und transparent über entsprechende Medien kommuniziert werden.	Kommune / Landkreis	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
11	Kläranlage Aichach - Effizienzcheck	Die letzte größere Sanierung der Kläranlage Aichach liegt rund 20 Jahre zurück. Aktuell wird der Umfang einer erneuten notwendigen Sanierung geprüft, da auch die Belastung der Kläranlage deutlich zugenommen hat. Im Zuge dessen könnte ein Energiecheck durchgeführt werden, um auch die energetische Effizienz der Kläranlage einordnen zu können. Des Weiteren sollte die Prüfung von Fördermitteln im Rahmen der anstehenden Planungen begleitend durchgeführt werden. Förderfähige Einsparpotenziale könnten sich insbesondere bei der veralteten Belüftung ergeben. Im September 2021 werden die beiden bestehenden Blockheizkraftwerke ersetzt und eine Photovoltaikanlage mit rund 91 kWp errichtet. Durch eine intelligente Steuerung mit Einbindung des Klärgasspeichers soll der Strombezug aus dem Netz erheblich verringert und die Energiekosten gesenkt werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
12	Photovoltaik zur Eigenversorgung für das RÜB Aichach 9 (im Neusa-Gebäude) und Hauptpumpwerk 1+2	Die Möglichkeiten zur solaren Stromerzeugung auf den bestehenden Gebäude soll geprüft werden. Zudem könnten im Zuge von Neubauten/Sanierungen auf dem Gelände Dachflächen für die Stromerzeugung der RÜB und Pumpwerke vorgesehen werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
13	Photovoltaikpotenzial für die (ehem.) Kläranlage mit Stromverteilungsgebäude und dem RÜB mit Pumpwerk (Druckleitung) Sulzbach	Die photovoltaischen Eigenversorgung steht eine kleine Dachfläche sowie eine nutzbare Freifläche zur Verfügung. Insbesondere einer der Nutzung der Freifläche sollten die Möglichkeiten zur Lastverschiebung der Verbraucher in die Tageszeiten geprüft werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
14	Pumpwerk RÜB Unterschneitbach	Prüfung der vorhandenen Dachflächen zur Photovoltaik-Eigenversorgung.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 %
15	Nutzung der Photovoltaik-Potenziale auf kommunalen Dächern	Im Rahmen des Energienutzungsplans wurden die kommunalen Liegenschaften hinsichtlich vorhandener Aufdach-PV-Potenziale untersucht. Neben der möglichen PV-Leistung und PV-Strommengen wurde die mögliche Stromeigennutzung und Wirtschaftlichkeit der einzelnen Anlagen ermittelt. Insbesondere die Umsetzung der Anlagen auf dem Neubau Bauhof, dem Feuerwehrhaus Aichach, der Kinderkrippe "Pustebäume" und der Volksschule Griesbeckerzell sollten weiter verfolgt werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
16	Prüfung Sanierungsmaßnahmen / Photovoltaik mit Stromeigennutzung auf der Turnhalle der Grundschule Aichach Nord	Das Dach der Turnhalle ist undicht und muss dringend saniert werden. Es wird die Ausarbeitung eines ganzheitlichen Sanierungskonzepts für die Turnhalle mit Ableitung integrierter Handlungsempfehlungen empfohlen. Darauf basierend können investive Fördermittel für die Umsetzung der Maßnahmen beantragt werden. Im Sanierungskonzept sollte bei einer Dachsanierung ergänzend auch die Installation einer PV-Anlage mit Stromeigennutzung geprüft werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
17	Optimierung der Wärmeversorgung Martinstraße 9	Das Gebäude weist einen hohen Wärmebedarf auf. Durch Optimierung der Heizungsregelung und Durchführung eines hydraulischen Abgleichs könnten evtl. große Einsparungen erzielt werden. Zur Einordnung der Verbrauchsdaten sollte der Verbrauch in jedem Fall geprüft und weitere Kennzahlen gebildet werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
18	Einführung Gebäudemanagement mit Energiemanagement für kommunale Liegenschaften	Für die kommunalen Liegenschaften in der Stadt Aichach sollte ein Gebäudemanagement / Energiemanagement eingeführt werden. Dafür sollten Fördermöglichkeiten über die Kommunalrichtlinie und das Umweltpaket Bayern 2050 geprüft und berücksichtigt werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
19	Prüfung weiterer Einsparpotenziale an der Ludwig-Steub-Volksschule Mitte	Die Fassade der Ludwig-Steub-Volksschule Mitte wurde bereits gedämmt. Mit einem Fenstertausch konnten weitere Einsparungen erzielt werden. Darüber hinaus sollten ergänzend weitere Einsparpotenziale durch die Dämmung der obersten Geschosdecke geprüft werden.	Kommune	Förderung über BAFA Energieberatung mit bis zu 80 % Zuschuss möglich. Förderung Konzept auch über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich

20	Prüfung Dachdämmung für die Turnhalle der Ludwig-Steub-Volksschule Mitte	Das Dach der Turnhalle weist Mängel auf und muss dringend saniert werden. Hierfür sollten frühzeitig mögliche Förderprogramme, z. B. BEG, geprüft und berücksichtigt werden. Es wird empfohlen, ein integrales Sanierungskonzept als Basis auszuarbeiten.	Kommune	Förderung über BAFA Energieberatung mit bis zu 80 % Zuschuss möglich. Förderung Konzept auch über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
21	Auswertung der Verbrauchsdaten nach umfassender Sanierungsmaßnahmen an der Volksschule Griesbeckerzell	In der Volksschule Griesbeckerzell wurden verschiedenen Einsparmaßnahmen umgesetzt. Zur Einordnung der erzielten Einsparungen und Optimierung der getätigten Maßnahmen sollten die fortlaufenden Verbrauchsdaten ausgewertet werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
22	Integrales Sanierungskonzept Schule Ecknach	Das Gebäude ist sanierungsbedürftig. Es sollte ein integrales Sanierungskonzept erstellt und alternative Energieversorgungsvarianten geprüft werden. Hierfür sollten frühzeitig mögliche Förderprogramme, z. B. BEG, geprüft und berücksichtigt werden.	Kommune	Förderung über BAFA Energieberatung mit bis zu 80 % Zuschuss möglich. Förderung Konzept auch über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
23	Integrales Sanierungskonzept für den Kindergarten "Löwenzahn"	Das Gebäude weist aktuell nur geringe Dämmstärken auf. Die Beheizung erfolgt mit einem alten Heizkessel. Es sollte ein integrales Sanierungskonzept mit Prüfung alternativer Energieversorgungsvarianten erstellt werden. Hierfür sollten frühzeitig mögliche Förderprogramme, z. B. BEG, geprüft und berücksichtigt werden.	Kommune	Förderung über BAFA Energieberatung mit bis zu 80 % Zuschuss möglich. Förderung Konzept auch über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
24	Prüfung Stromverbrauchsschwankungen beim Freibad	Die Stromverbräuche des Freibades schwanken in den Jahren 2017 bis 2019 um bis zu 40%. Die möglichen Ursachen sollten geklärt werden. Evtl. ergeben sich daraus geringinvestive Einsparpotenziale.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich
25	Prüfung Stromverbrauch Rathaus	Das Rathaus weist in Relation zu anderen vergleichbaren Liegenschaften der Stadt Aichach einen relativen hohen Stromverbrauch auf. Eine mögliche Ursache könnten die Serverräume inkl. Kühlung sein. Die möglichen Großverbraucher sollten analysiert und hinsichtlich Effizienzmaßnahmen geprüft werden.	Kommune	Förderung Konzept über Umsetzungsbegleitung StMWi mit 70 % Förderquote möglich

6 Detailprüfung von Pilotprojekten aus dem Maßnahmenkatalog

6.1 Wärmeversorgung Mehrfamilienhaus Freisinger Straße

6.1.1 Hintergrund

Die Wohngebäude der Baugenossenschaft Aichach in der Freisinger Straße sind renovierungsbedürftig und sollen umfassend saniert werden. Die Wärmeversorgung der Wohngebäude erfolgt im Ist-Zustand über eine mit Heizöl befeuerte Zentralheizung. Im Folgenden werden verschiedene Maßnahmen für eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung ausgearbeitet. Hierfür werden für die dezentrale eigenständige Wärmeversorgung verschiedene Energieversorgungsvarianten gegenübergestellt und mit der Fernwärmeversorgung aus dem Biomasseheizkraftwerk verglichen.

6.1.2 Zukünftiger Energiebedarf

Der zukünftige Strom- und Wärmebedarf ist u. a. abhängig von der Anzahl der Bewohner und deren Nutzerverhalten, außerdem von der Anzahl und Bauweise der Gebäude sowie der künftigen Wohnfläche. Um den Energiebedarf abschätzen zu können, wurden (nach Rücksprache mit der Baugenossenschaft Aichach und dem beauftragten Planungsbüro) einzelne Rahmenbedingungen definiert, woraus eine zu erwartende Energieeinsparung von rund 40 % hervorgeht. Somit ergibt sich unter Berücksichtigung des Warmwasserbedarfs ein künftiger Jahresnutzwärmebedarf von ca. 128.000 kWh_{th}/a. Bei einer Wohnfläche von rund 1.924 m² beträgt der zukünftige spez. Wärmebedarf somit 67 m²/kWh*a.

Nachfolgende Abbildung stellt den monatlichen Verlauf des elektrischen und thermischen Energiebedarfs dar.

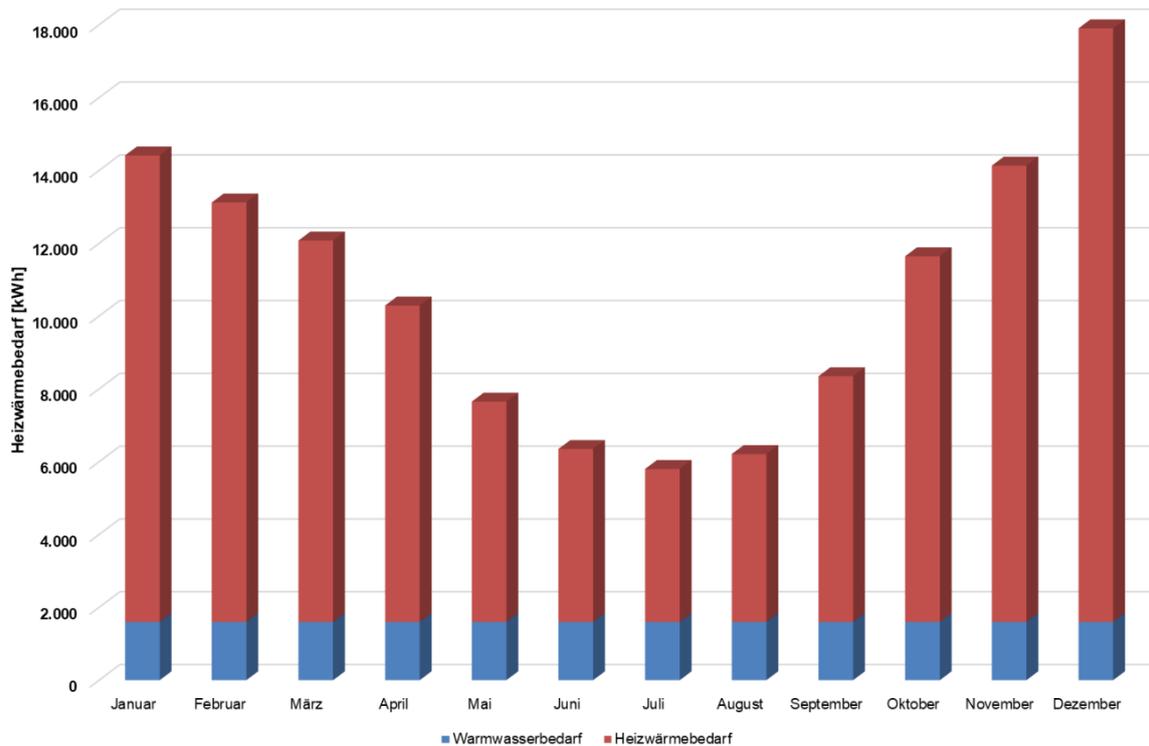


Abbildung 11: Der zukünftige monatliche Wärmebedarf

6.1.3 Die Versorgungsvarianten

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

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

In Abbildung 12 ist die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs dargestellt. Für das Gebäude ergibt sich demnach eine thermische Spitzenlast von ca. 90 kW_{th}.

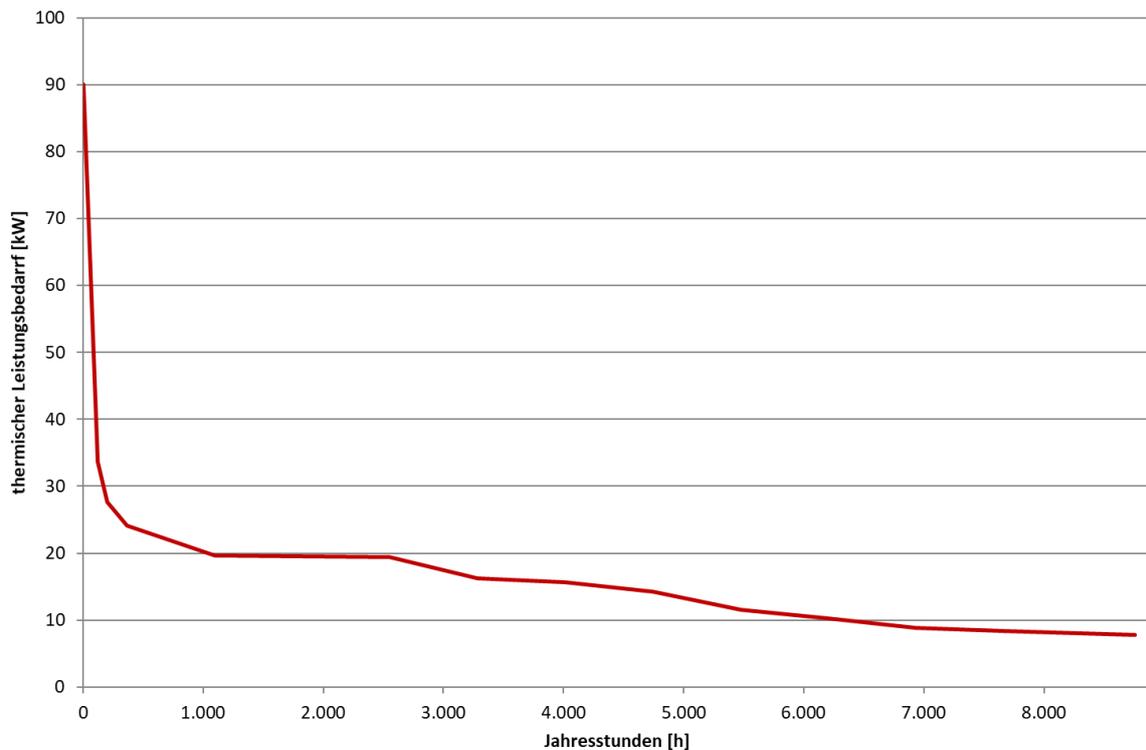


Abbildung 12: Die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs

Es werden die folgenden Versorgungsvarianten betrachtet:

- Variante 1.0: Heizölbrennwertkessel (Referenz)
- Variante 1.1: Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- Variante 1.2: Sole-Wasser-Wärmepumpe – Erdsonde mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- Variante 1.3: Pelletkessel
- Variante 1.4: Gasbrennwertkessel
- Variante 1.5: Gasbrennwertkessel + Solarthermie
- Variante 1.6: Fernwärme BWA Aichach

Einzelne Versorgungsvarianten werden nachstehend beispielhaft genauer erläutert.

Variante 1.0: Heizölbrennwertkessel

Bei der Variante 1.0 kommt ein Heizölbrennwertkessel mit einer Nennwärmeleistung von 90 kW zum Einsatz. Nachfolgende Abbildung zeigt die Jahresdauerlinie mit dem installierten Wärmeerzeuger. Jährlich werden rund 138.000 kWh_{Hi} Heizöl verbraucht.

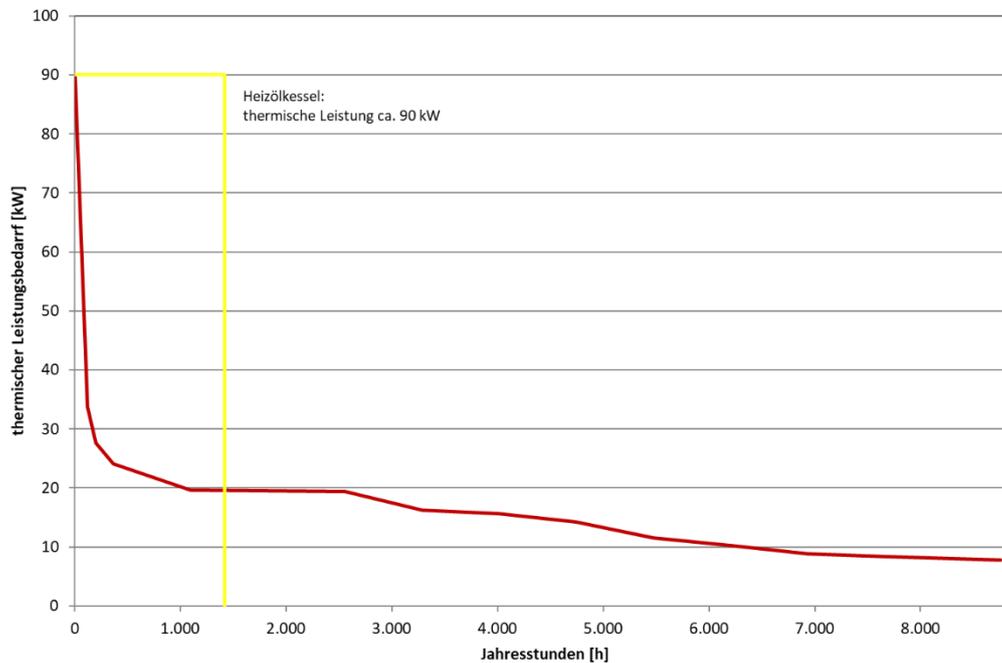


Abbildung 13: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.0

Variante 1.2: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Spitzenlastkessel (Erdwärmesonde)

Bei der Variante 1.2 wird eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer thermischen Leistung von 25 kW zur Deckung der Grundlast eingesetzt. Zur Spitzenlastabdeckung kommt ein Erdgaskessel mit einer Nennwärmeleistung von 90 kW zum Einsatz.

Abbildung 14 zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern. Für die Sole-Wasser-Wärmepumpe ergeben sich etwa 3.600 Vollbenutzungsstunden im Jahr. Jährlich werden rund 22.500 kWh Strom und 42.000 kWh_{Hi} Erdgas verbraucht.

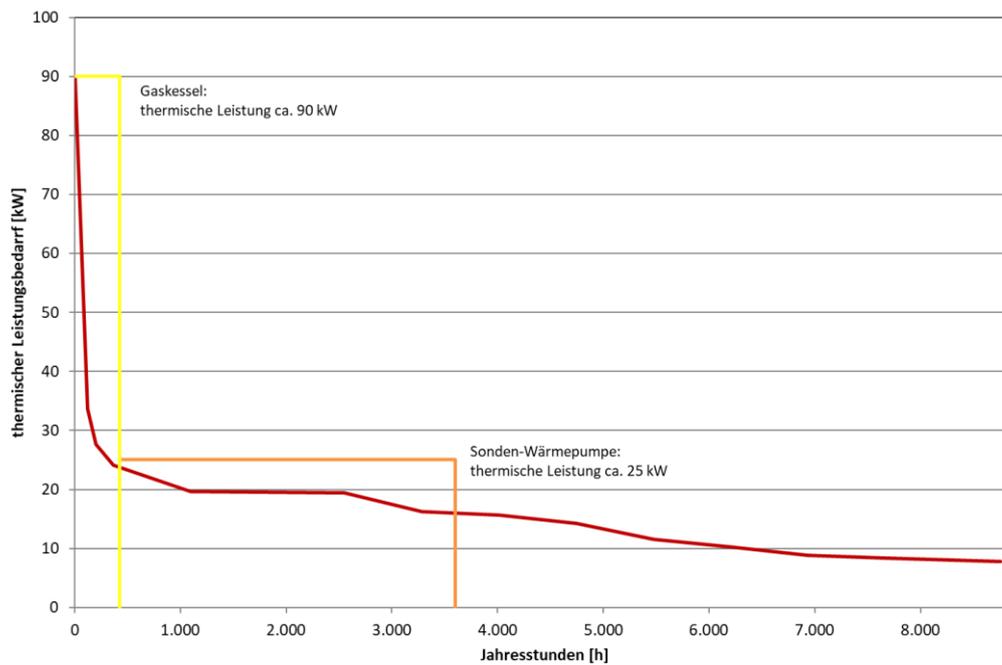


Abbildung 14: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.2

Variante 1.3: Pelletkessel

Bei der Variante 1.3 wird ein Pelletkessel mit einer Nennwärmeleistung von 90 kW zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Abbildung 15 zeigt die Jahresdauerlinie. Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 1.400 Vollbenutzungsstunden im Jahr. Jährlich werden rund 30 Tonnen Pellets verbraucht.

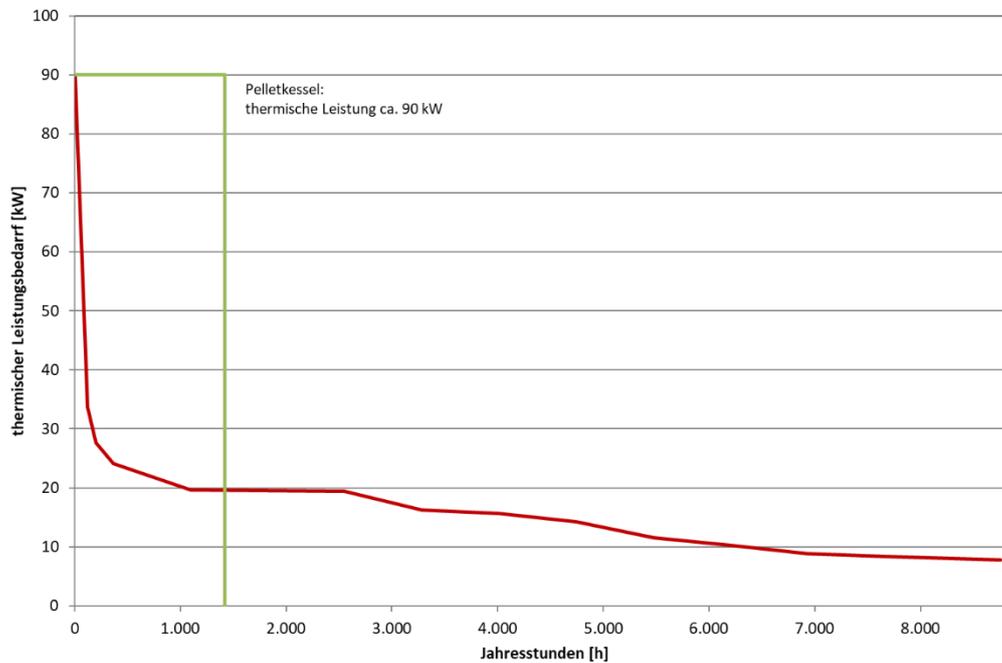


Abbildung 15: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.3

Variante 1.6: Fernwärme Geothermie

Bei der Variante 1.6 wird die Versorgung des Gebäudes über den Anschluss an das Fernwärmenetz der BWA Aichach betrachtet. Ein Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz ist grundsätzlich möglich.

6.1.4 Wirtschaftliche und ökologische Gegenüberstellung

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Varianten der Energieversorgung wirtschaftlich und ökologisch gegenübergestellt. Basierend auf den jeweils entwickelten Varianten wird eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur Ermittlung der ökonomisch günstigsten Variante durchgeführt. Dabei werden die Jahresgesamtkosten im Rahmen einer Vollkostenrechnung nach der Annuitätenmethode in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 ermittelt.

Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der Kapitalkosten, Instandhaltungs- und Wartungskosten, Verbrauchskosten und sonstigen Kosten, abzüglich der Einnahmen durch Stromveräußerung. Für eine ökologische Beurteilung wird der Primärenergieverbrauch berechnet.

6.1.4.1 Rahmenbedingungen der wirtschaftlichen Gegenüberstellung

- Alle Kosten sind Nettokosten
- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Zinssatz 1 %
- Abschreibungszeitraum 20 Jahre
- 100 % Fremdfinanzierung
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant

Folgende Kosten bzw. Erlöse werden berücksichtigt:

- Kapitalkosten (Investitionskosten auf Basis durchschnittlicher Nettomarktpreise für die einzelnen Komponenten)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Instandhaltung, Betrieb, Technische Überwachung inkl. Personalkosten)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoffe)
- Sonstige Kosten (z. B. Versicherung)

Die **Gesamtinvestitionskosten** sind nicht als konkrete Angebotspreise, sondern lediglich als durchschnittliche Marktpreise zu verstehen und können in der tatsächlichen Umsetzung nach oben oder unten abweichen. Die Investitionskosten unterliegen sehr groben Schätzungen, da zum aktuellen Zeitpunkt noch sehr offen ist, wie das Gebiet letztendlich ausgestaltet wird. Die Investitionskosten umfassen je nach Umfang und Bedarf nachfolgende Positionen.

- Energieerzeuger
- Tiefbau u. Heizraum (z. B. Verlegung, Gebäude/Raum, Grundstück, Kamin, Speicher)
- Technische Installationskosten (15 %)
- Projektabwicklung (20 %)
- Kosten für Unvorhergesehenes (5 %)

Aus den Investitionskosten werden die jährlichen **kapitalgebundenen Kosten** nach der Annuitätenmethode für einen Abschreibungszeitraum von 20 Jahren gebildet.

Die **betriebsgebundenen Kosten** beinhalten die Kosten für die Bedienung der technischen Anlagen sowie die Kosten für Wartung und Instandhaltung der einzelnen Anlagen und Komponenten. Die Kosten werden in Anlehnung an die VDI 2067 angesetzt.

Die **verbrauchsgebundenen Kosten** entsprechen den jährlichen Brennstoffkosten für den Betrieb der Wärmeversorgung. Die spezifischen Energiepreise belaufen sich auf folgende Werte:

- Heizöl: 58 Ct/Liter
- Erdgas 5,5 Ct/kWh_{Hi}
- Pellets: 220 €/to
- Fernwärme 6,6 Ct/kWh (zuzüglich Grund- und Messpreis: 1.900 €)
- Heizstrompreis: 18,0 Ct/kWh

Sonstige Kosten für z. B. Versicherung und Verwaltung werden als Prozentsatz der betreffenden Investitionskosten angesetzt.

6.1.4.2 Rahmenbedingungen der ökologischen Gegenüberstellung

Für die ökologische Beurteilung wird der Primärenergieverbrauch berechnet. Für die Beurteilung wird die Verbrauchsmenge sämtlicher Energieträger jeder Variante herangezogen, inkl. des Stromverbrauchs für Hilfsenergie sowie die Stromerzeugung jeder Variante.

Primärenergiefaktor:

Je nach Art des Energieträgers, welcher zur Wärme- bzw. auch Stromversorgung eingesetzt wird, entsteht je verbrauchter Kilowattstunde eine gewisse Menge an CO₂. Über folgende Werte kann die jährlich ausgestoßene Menge an CO₂ berechnet werden:

- | | |
|-------------|------|
| – Heizöl | 1,1 |
| – Erdgas | 1,1 |
| – Pellets | 0,2 |
| – Strom | 1,8 |
| – Fernwärme | 0,14 |

6.1.4.3 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskostenprognose

In Abbildung 16 sind die prognostizierten Investitionskosten der einzelnen Varianten dargestellt.

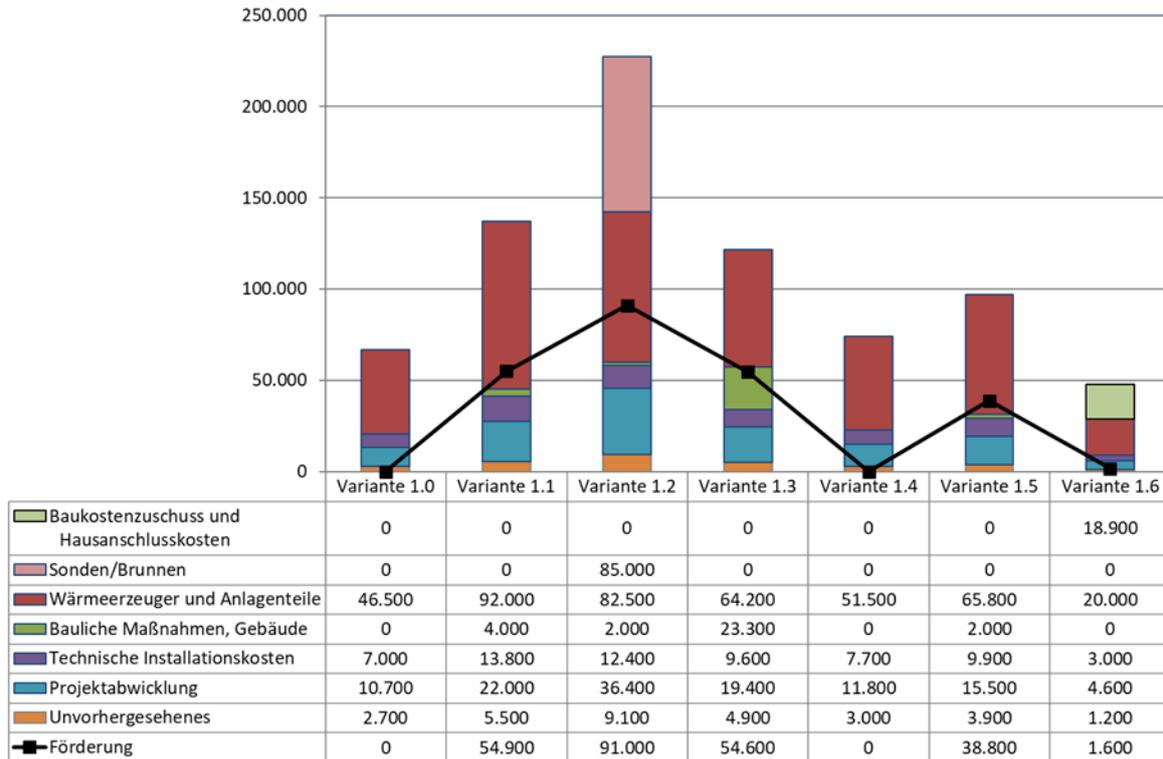


Abbildung 16: Die prognostizierten Investitionskosten

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

Die jährlichen Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen in Kapitel 6.1.4.1 berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addieren. In Variante 1.6 werden die Preisbestandteile Arbeitspreis, Grundpreis und Messpreis der aktuellen Fernwärmeversorgung der BWA Aichach berücksichtigt. Die Aufteilung der jährlichen Ausgaben auf die einzelnen Kostenarten ist in Abbildung 17 dargestellt.

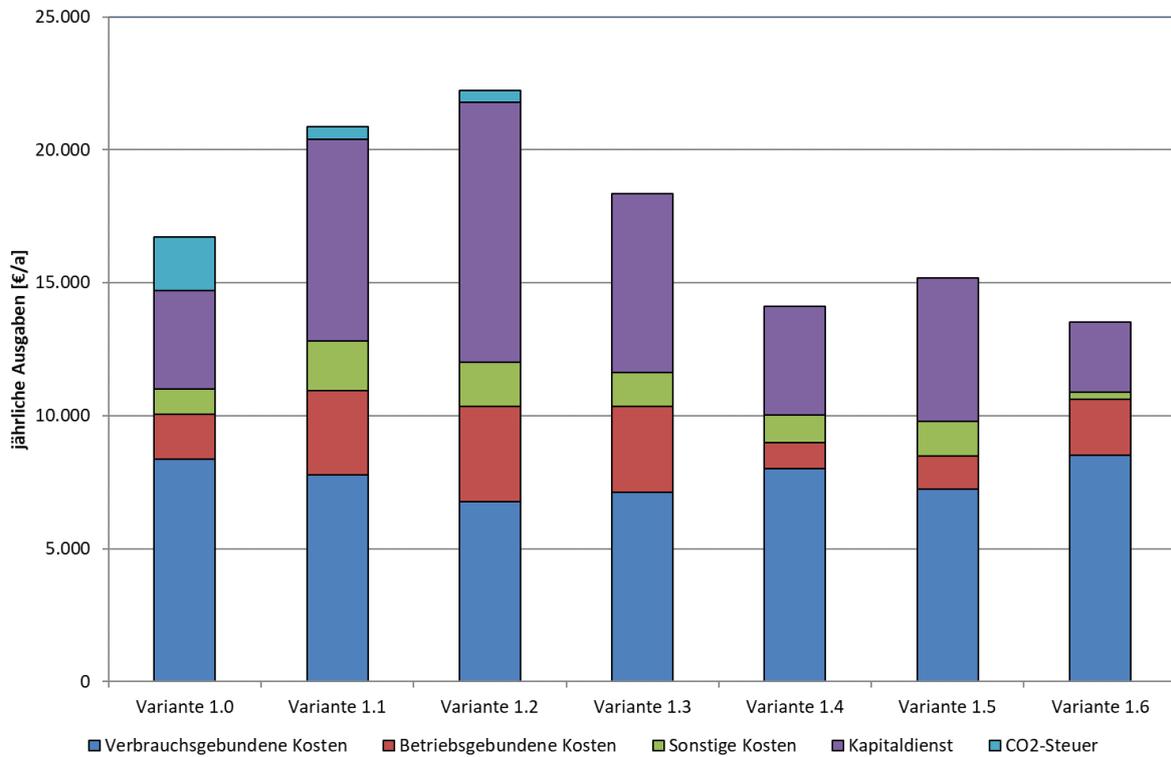


Abbildung 17: Die jährlichen Ausgaben

Die Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Abbildung 18 gibt die kalkulierten Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der erzielten Einnahmen. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets gegenüber den spezifischen Wärmegestehungskosten dem Ist-Zustand messen.

Die niedrigsten Wärmegestehungskosten (ohne Förderung) ergeben sich bei Variante 1.6 mit Fernwärmeanschluss. Der Betrieb einer Luft- oder Erdwärmesonden-Wärmepumpe in Variante 1.1 bzw. 1.2 führt zu den höchsten Wärmegestehungskosten.

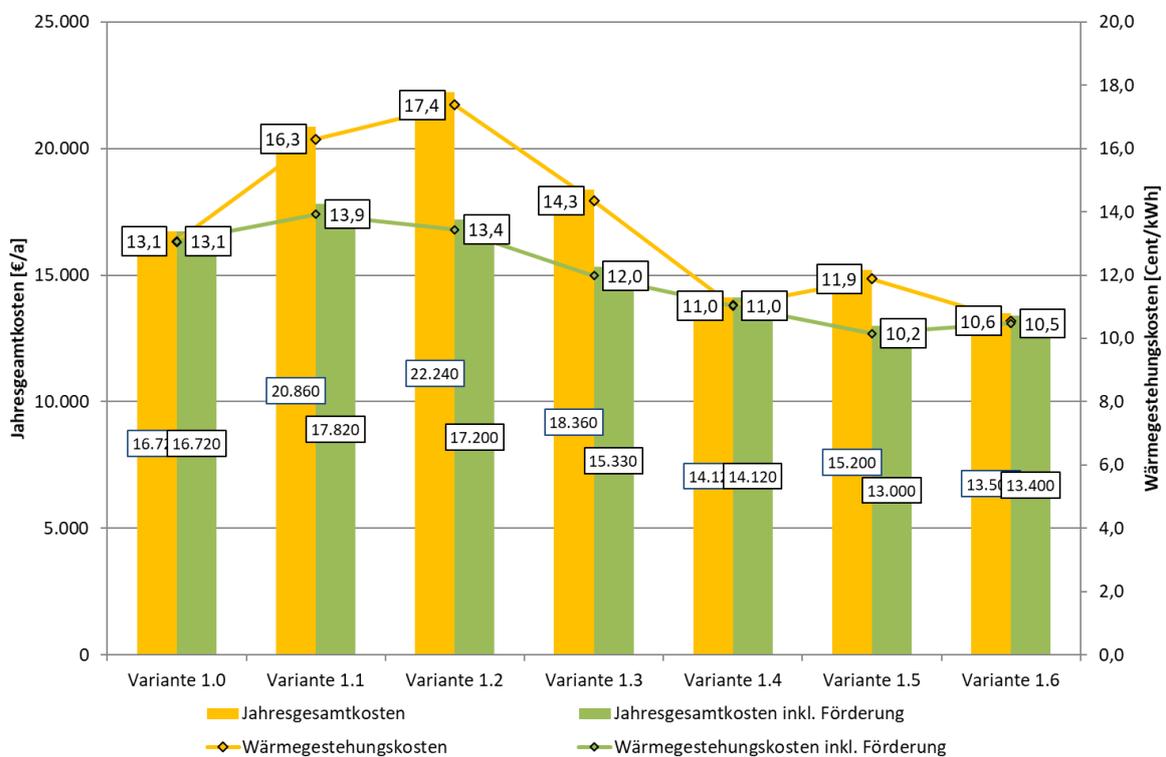


Abbildung 18: Die Wärmegestehungskosten

6.1.4.4 Die Primärenergiebilanz

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen neuen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der Primärenergie durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Das Ergebnis der Berechnungen ist in Abbildung 19 dargestellt.

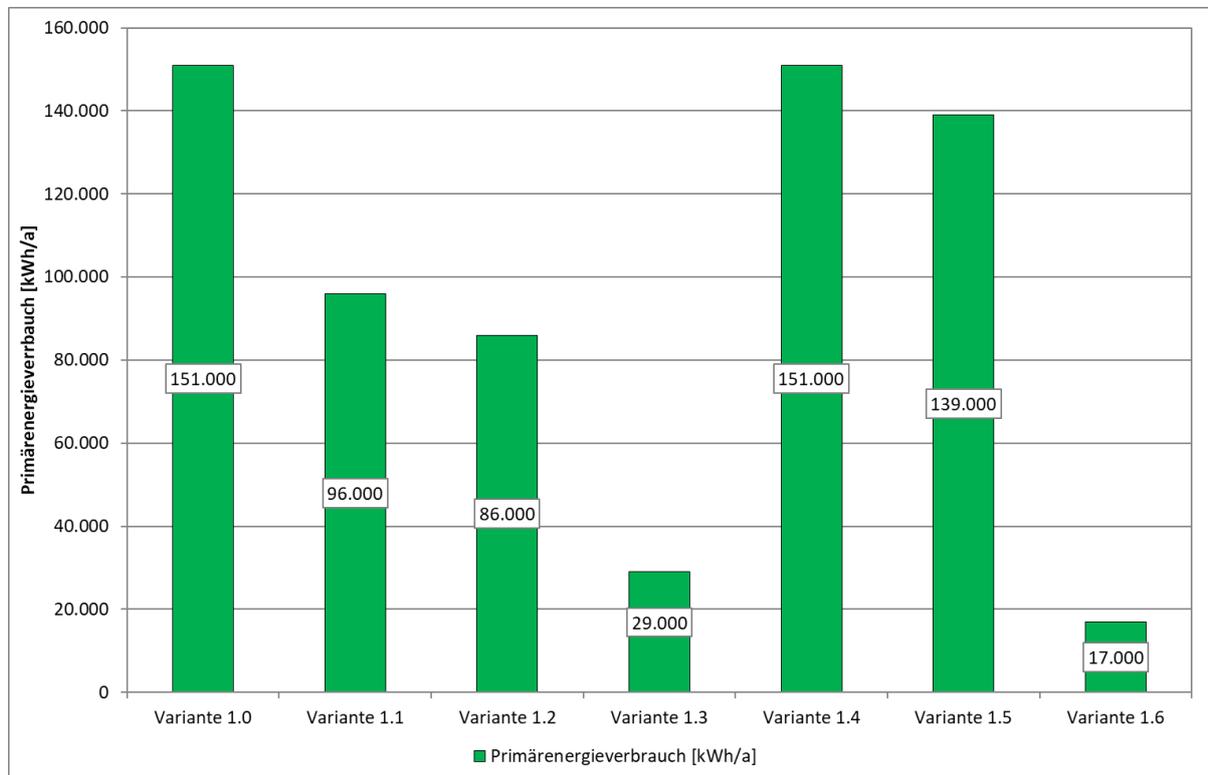


Abbildung 19: Der Primärenergieverbrauch der verschiedenen Varianten

6.1.4.5 Zusammenfassung

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammenfassend dargestellt. Die niedrigsten Kosten ergeben sich bei Variante 1.5 mit Erdgasbrennwertkessel und Solarthermie mit 10,2 Cent/kWh. Die Fernwärmeversorgung der BWA Aichach ist mit 10,5 Ct/kWh nur geringfügig teurer. Darüber hinaus ist diese Variante mit den niedrigsten Investitionskosten verbunden. Die Bilanzierung des Primärenergieverbrauchs ist in Variante 1.6 ebenfalls am niedrigsten.

Tabelle 2: Zusammenfassung Wärmeversorgung Nahwärmeverbundlösung

	Var. 1.0	Var. 1.1	Var. 1.2	Var. 1.3	Var. 1.4	Var. 1.5	Var. 1.6
ohne mögliche Förderungen							
Investitionskosten [€]	66.900	137.300	227.400	121.400	74.000	97.100	23.066
Jahresgesamtkosten [€]	16.800	20.900	22.300	18.400	14.200	15.200	13.500
Wärmegestehungskosten [Cent/kWh]	13,1	16,3	17,4	14,3	11,0	11,9	10,6
mit möglichen Förderungen							
Projektförderung [€]	0	54.900	91.000	54.600	0	38.800	1.600
Jahresgesamtkosten [€]	16.800	17.900	17.200	15.400	14.200	13.000	13.400
Wärmegestehungskosten [Cent/kWh]	13,1	13,9	13,4	12,0	11,0	10,2	10,5
Primärenergieverbrauch [kWh/a]	151.000	96.000	86.000	29.000	151.000	139.000	17.000

6.2 Wärmeversorgung Neubaugebiet Franz-Beck-Straße

6.2.1 Hintergrund

Die Stadt Aichach und die Eleonore-Beck-Stiftung als Bauträger planen ein Mischgebiet aus Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Geschosswohnungsbauten mit dem Ziel, günstigen Wohnraum bereitzustellen zu können. Dementsprechend sollen im Folgenden verschiedene Maßnahmen für eine nachhaltige und kostengünstige Energieversorgung ausgearbeitet werden.

Zunächst werden für einen möglichen gemeinsamen Wärmeverbund verschiedene Energieversorgungsvarianten gegenübergestellt, wobei auch eine dezentrale Beheizung als Referenz und die Fernwärmeversorgung aus der BWA Aichach Berücksichtigung finden.

Die Berechnungen erfolgen analog dem Projekt „Mehrfamilienhaus Freisinger Straße“ in Kapitel 6.1 und werden daher hier verkürzt dargestellt.



Abbildung 20: Bebauungsplan Nr. 68 „Franz-Beck-Straße“ (Fassung vom 24.06.2020)

Abbildung 20 zeigt den Bebauungsplan Nr. 68 „Franz-Beck-Straße. Im Rahmen dessen wird sich im vorliegenden Konzept an den Angaben dieses Entwurfs orientiert und die darin erhobenen Flächen herangezogen.

6.2.2 Zukünftiger Energiebedarf

Der zukünftige Strom- und Wärmebedarf ist u. a. abhängig von der Anzahl der Bewohner und deren Nutzerverhalten, außerdem von der Anzahl und Bauweise der Gebäude sowie der künftigen Wohnfläche. Um den Energiebedarf abschätzen zu können wurden auf Grundlage des Bebauungsplans einige Rahmenbedingungen definiert. Es wird entsprechend von 163 Wohneinheiten mit einer Bruttogrundfläche von insgesamt rund 12.000 m² ausgegangen.

Wärme:

Der Wärmebedarf wird auf 35 kWh/m²*a festgelegt, was in etwa dem Gebäudeenergiestandard KfW 55 entspricht. Für den Warmwasserbedarf werden weitere 12,5 kWh/m²*a angesetzt. Dadurch ergibt sich ein gesamter Jahresnutzwärmebedarf von 498.000 kWh_{th}/a.

Hinzu kommen außerdem Leitungsverluste, die erzeugt werden müssen, aber nicht in den Gebäuden genutzt werden können. Die Größenordnung der Verluste liegt bei ca. 68.000 kWh_{th}/a, sodass sich ein gesamter Erzeugungsbedarf von etwa 566.000 kWh_{th}/a ergibt.

Strom:

Für die Abschätzung des Strombedarfs wurde die Festlegung getroffen, dass im Mittel ca. 1.800 kWh/a je Wohneinheit verbraucht werden. Grundlage dafür sind mittlere Strombedarfe für 2-Personen-Haushalte in Deutschland. Dadurch ergibt sich in Summe ein jährlicher Strombedarf von 293.400 kWh_{el}.

Zusammenfassung:

Nachfolgende Abbildung stellt den monatlichen Verlauf des elektrischen und thermischen Energiebedarfs im gesamten Quartier dar.

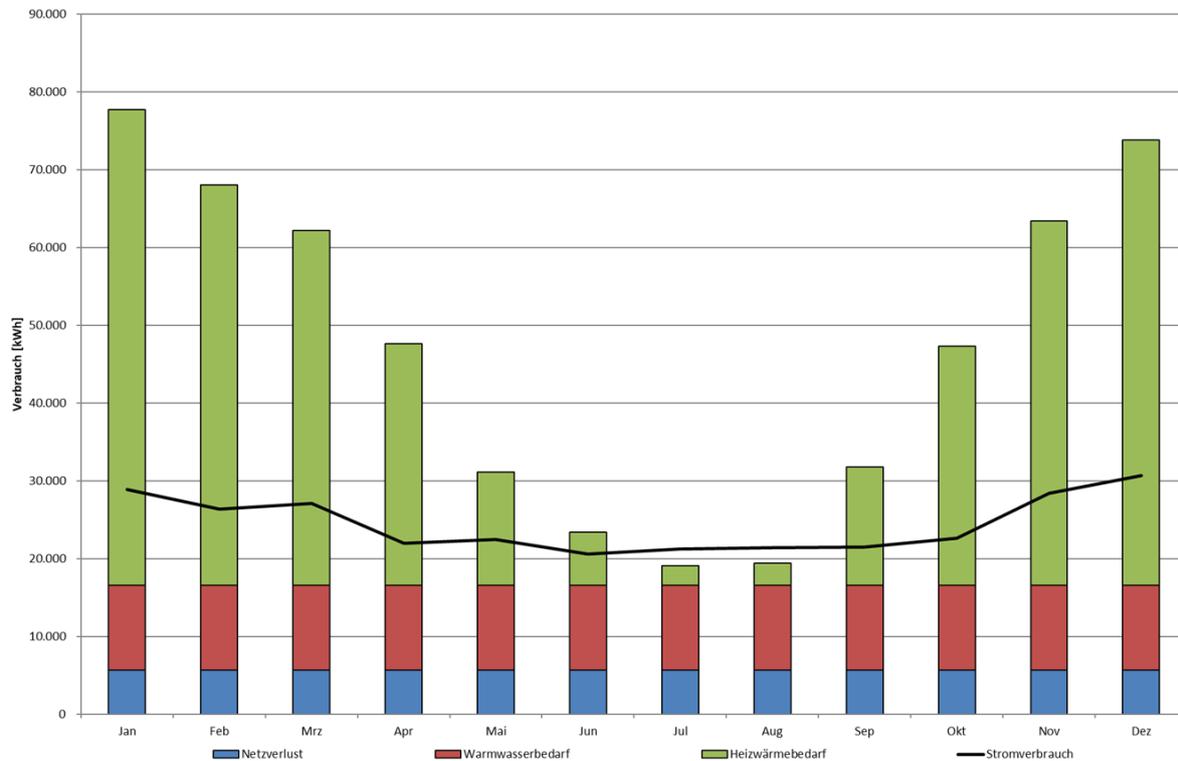


Abbildung 21: Der zukünftige monatliche Energiebedarf im Quartier „Franz-Beck-Straße“

6.2.3 Die Versorgungsvarianten

Es werden die folgenden Versorgungsvarianten betrachtet:

- Variante 1.0: Dezentrale Wärmeversorgung: Gasbrennwertkessel + Solarthermie (Referenz)
- Variante 2.1: Wärmeverbund: Erdgas-BHKW + Gasbrennwertkessel
- Variante 2.2: Wärmeverbund: Erdgas-BHKW + Gasbrennwertkessel + Solarthermie
- Variante 2.3: Wärmeverbund: Pelletkessel + Gasbrennwertkessel
- Variante 2.4: Wärmeverbund: Hackgutkessel + Gasbrennwertkessel
- Variante 3.0: Fernwärmeanschluss BWA

Einzelne Versorgungsvarianten werden nachstehend beispielhaft genauer erläutert.

Variante 1.0: Dezentrale Wärmeversorgung: Gasbrennwertkessel + Solarthermie (Referenz)

Bei der Variante 1.0 wird eine Solarthermieanlage mit 166 m² zur Deckung der Grundlast eingesetzt. Als weiterer Wärmeerzeuger kommt ein Erdgaskessel mit einer Nennwärmeleistung von 370 kW zum Einsatz. Nachfolgende Abbildung zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern.

Jährlich werden rund 445.000 kWh_{Hi} Erdgas verbraucht. Rund 15 % des Wärmebedarfs werden über die Solarthermieanlage gedeckt.

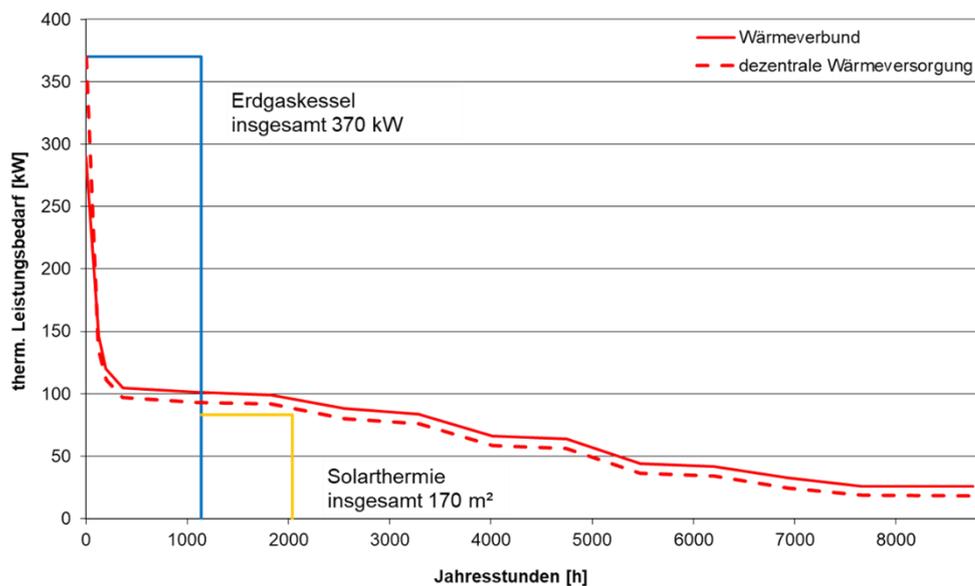


Abbildung 22: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.0

Variante 2.1: Erdgas-BHKW mit Spitzenlastkessel

Bei der Variante 2.1 wird ein Erdgas-BHKW mit einer thermischen Leistung von 100 kW und einer elektrischen Leistung von 50 kW zur Deckung der Grundlast eingesetzt. Zur Spitzenlastabdeckung kommt ein Erdgaskessel mit einer Nennwärmeleistung von 190 kW zum Einsatz.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern. Für das Erdgas-BHKW ergeben sich etwa 3.500 Vollbenutzungsstunden im Jahr. Jährlich werden rund 731.400 kWh_{Hi} Erdgas verbraucht. Das Erdgas-BHKW erzeugt jährlich rund 175.000 kWh an elektrischer Energie.

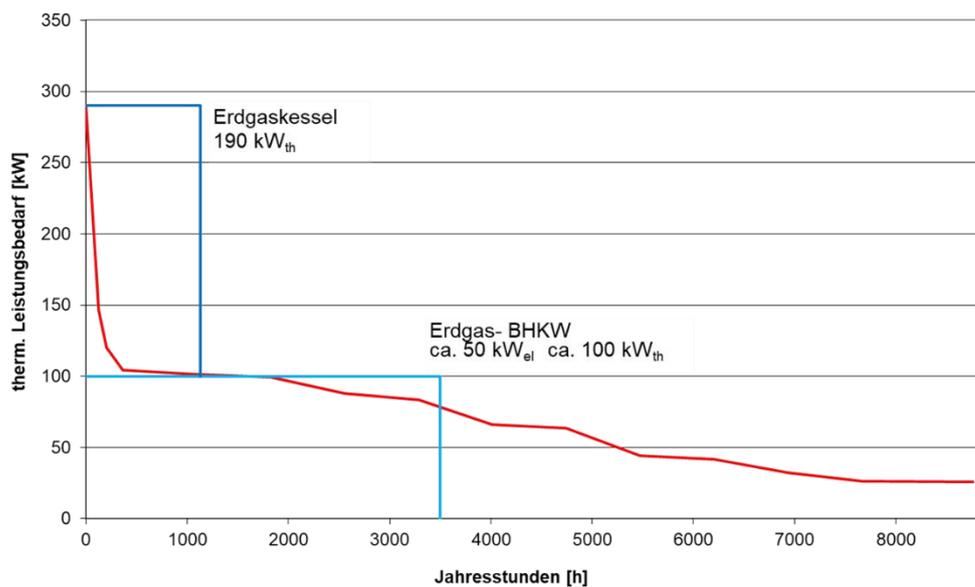


Abbildung 23: Die Jahresdauerlinie der Variante 2.1

Variante 2.4: Hackgutkessel mit Spitzenlastkessel

Bei der Variante 2.4 wird ein Hackgutkessel mit einer Nennwärmeleistung von 100 kW eingesetzt. Zur Spitzenlastabdeckung kommt ein Erdgaskessel mit einer Nennwärmeleistung von 190 kW zum Einsatz. Nachfolgende Abbildung zeigt die Jahresdauerlinie mit den installierten Wärmeerzeugern. Für den Biomassekessel ergeben sich etwa 4.800 Vollbenutzungsstunden im Jahr. Jährlich werden rund 156 Tonnen Hackgut verbraucht

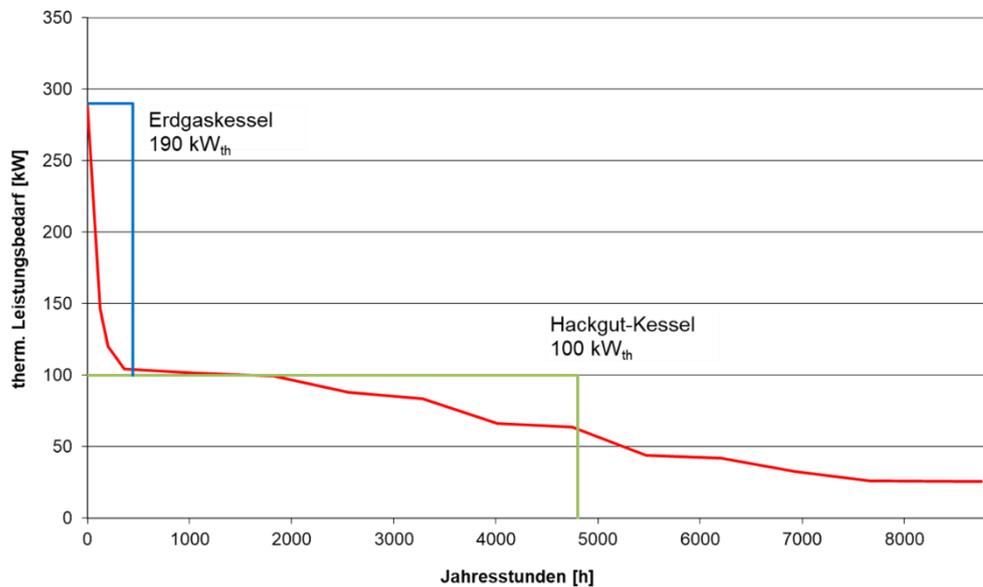


Abbildung 24: Die Jahresdauerlinie der Variante 2.4

6.2.4 Wirtschaftliche und ökologische Gegenüberstellung

Es gelten analog die in Kapitel 6.1.4 beschriebenen Rahmenbedingungen. Ergänzend werden folgende Annahmen getroffen:

6.2.4.1 Rahmenbedingungen der wirtschaftlichen Gegenüberstellung

- Die Stromeinspeisevergütungen bleiben im Betrachtungszeitraum konstant
- Strom aus Erdgas-Blockheizkraftwerken wird nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz 2019 (KWKG) vergütet; für das eingesetzte Erdgas kann die Energiesteuer rückerstattet werden
- Der Zuschlag für den produzierten KWKG-Strom wird nach KWKG für 30.000 Vollbenutzungsstunden gezahlt und gemittelt über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren betrachtet
- Die Energiesteuerrückerstattung für Erdgas, das in hocheffizienten BHKW eingesetzt wird, wird über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gemittelt
- Der erzeugte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist

Folgende Kosten bzw. Erlöse werden berücksichtigt:

- Kapitalkosten (Investitionskosten auf Basis durchschnittlicher Nettomarktpreise für die einzelnen Komponenten)
- Betriebsgebundene Kosten (Wartung, Instandhaltung, Betrieb, Technische Überwachung inkl. Personalkosten)
- Verbrauchsgebundene Kosten (Brennstoffe)
- Sonstige Kosten (z. B. Versicherung)
- Einnahmen durch Einspeisung und Energiesteuerrückerstattung

Die **Gesamtinvestitionskosten** sind nicht als konkrete Angebotspreise, sondern lediglich als durchschnittliche Marktpreise zu verstehen und können in der tatsächlichen Umsetzung nach oben oder unten abweichen. Die Investitionskosten unterliegen sehr groben Schätzungen, da zum aktuellen Zeitpunkt noch sehr offen ist, wie das Gebiet letztendlich ausgestaltet wird. Die Investitionskosten umfassen je nach Umfang und Bedarf nachfolgende Positionen:

- Wärmeverteilung (z. B. Nahwärmeleitung, Übergabestationen)
- Energieerzeuger
- Tiefbau u. Heizraum (z. B. Verlegung, Gebäude/Raum, Grundstück, Kamin, Speicher)
- Technische Installationskosten (20 %)
- Projektabwicklung (25 %)
- Kosten für Unvorhergesehenes (5 %)

Aus den Investitionskosten werden die jährlichen **kapitalgebundenen Kosten** nach der Annuitätenmethode für einen Abschreibungszeitraum von 20 Jahren gebildet.

Die **betriebsgebundenen Kosten** beinhalten die Kosten für die Bedienung der technischen Anlagen sowie die Kosten für Wartung und Instandhaltung der einzelnen Anlagen und Komponenten. Die Kosten werden in Anlehnung an die VDI 2067 angesetzt.

Bei den Blockheizkraftwerken werden die Wartungs- und Instandhaltungskosten als spezifische Kosten anhand der erzeugten elektrischen Energie in Cent/kWh_{el} angesetzt. In diesen Kosten sind alle Wartungs- und Reparaturarbeiten, Ersatzteile und Betriebsstoffe, die für die BHKW-Anlage benötigt werden, enthalten. Dies entspricht in der Praxis einem Vollwartungsvertrag, welcher mit dem Hersteller geschlossen werden kann.

Diese Kosten werden über Näherungsgleichungen ermittelt. Die Gleichungen wurden von der Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE) ermittelt. Für die verbleibenden Energieerzeuger werden ebenfalls Instandhaltungs-, Wartungs- und Bedienungskosten berechnet.

Die **verbrauchsgebundenen Kosten** entsprechen den jährlichen Brennstoffkosten für den Betrieb der Wärmeversorgung. Die spezifischen Energiepreise belaufen sich auf folgende Werte:

- Erdgas: 6,5 Ct/kWh_{Hi}
- Pellets: 185 €/to
- Hackgut 90 €/to
- Fernwärme 6,6 Ct/kWh (Mischpreis; zuzüglich Grund- und Messpreis: 1.900 €)
- Strompreis: 23,00 Ct/kWh

Sonstige Kosten für z. B. Versicherung und Verwaltung werden als Prozentsatz der betreffenden Investitionskosten angesetzt.

Einnahmen ergeben sich bei fossil befeuerten BHKW aus der Zuschlagszahlung nach dem KWKG-Gesetz. Weitere Einnahmen kommen durch Stromeinspeisung (Börsenpreis) und der Steuerrückerstattung zustande.

6.2.4.2 Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Investitionskostenprognose

In Abbildung 25 sind die prognostizierten Investitionskosten der einzelnen Varianten dargestellt.

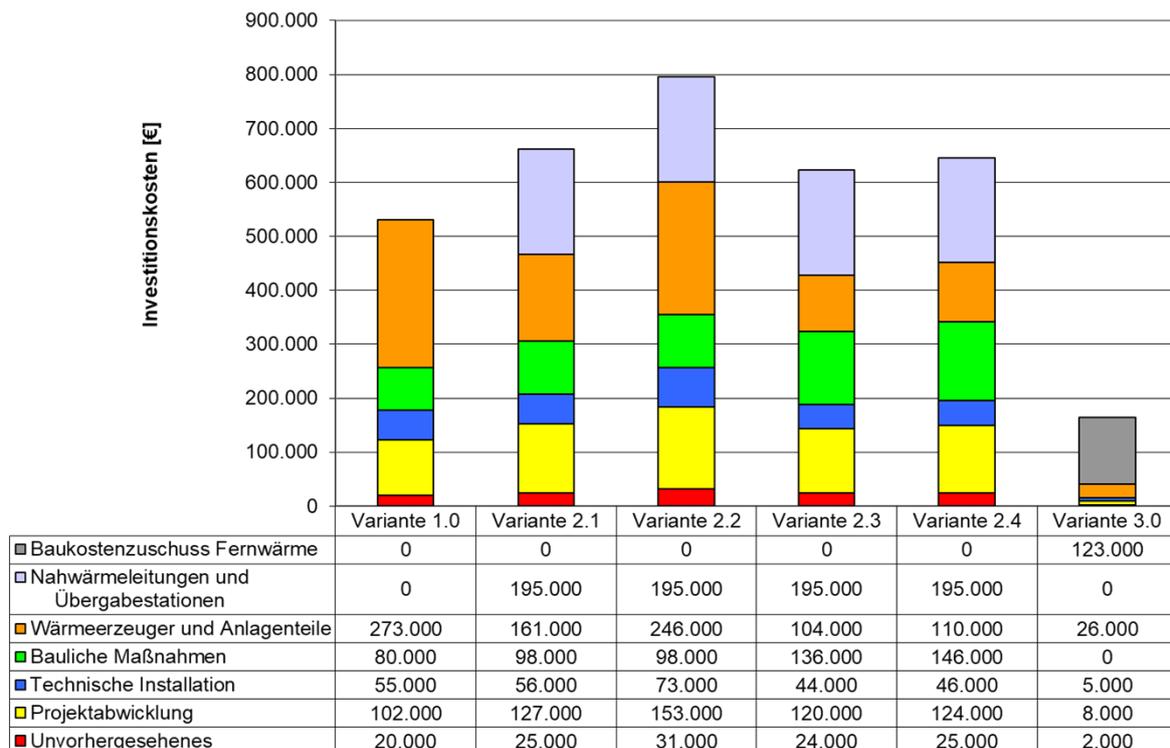


Abbildung 25: Die prognostizierten Investitionskosten

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

Die jährlichen Ausgaben

Aus den Investitionskosten werden nach der Annuitätenmethode die jährlichen Kapitalkosten gebildet, die sich, zusammen mit den Betriebskosten, den verbrauchsgebundenen Kosten und den sonstigen Kosten, die nach den wirtschaftlichen Grundannahmen in Kapitel 6.1.4.1 und 6.2.4.1 berechnet werden, zu den Jahresgesamtkosten addieren. In Variante 3.0 werden die Preisbestandteile Arbeitspreis, Grundpreis und Messpreis der Fernwärmeversorgung der BWA Aichach berücksichtigt. Die Aufteilung der jährlichen Ausgaben auf die einzelnen Kostenarten ist in Abbildung 26 dargestellt.

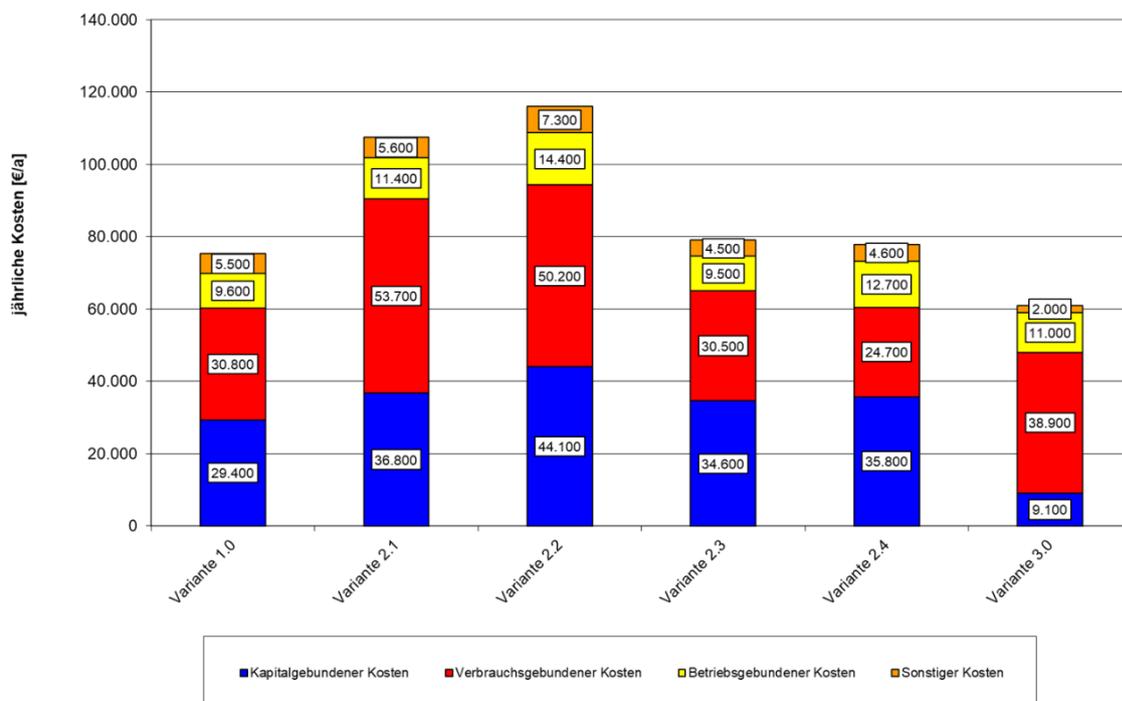


Abbildung 26: Die jährlichen Ausgaben

Die jährlichen Einnahmen

In Abbildung 27 sind die jährlichen Einnahmen der Varianten dargestellt, welche sich durch die Stromproduktion mit dem Einsatz von KWK-Anlagen ergeben. Bei den Varianten 2.1 und 2.2, welche mit Erdgas-BHKW vorgesehen sind, resultieren die Einnahmen aus der Stromeinspeisung und Steuerrück-erstattung für das eingesetzte Erdgas sowie die Vergütung des produzierten Stroms nach dem KWK-Gesetz.

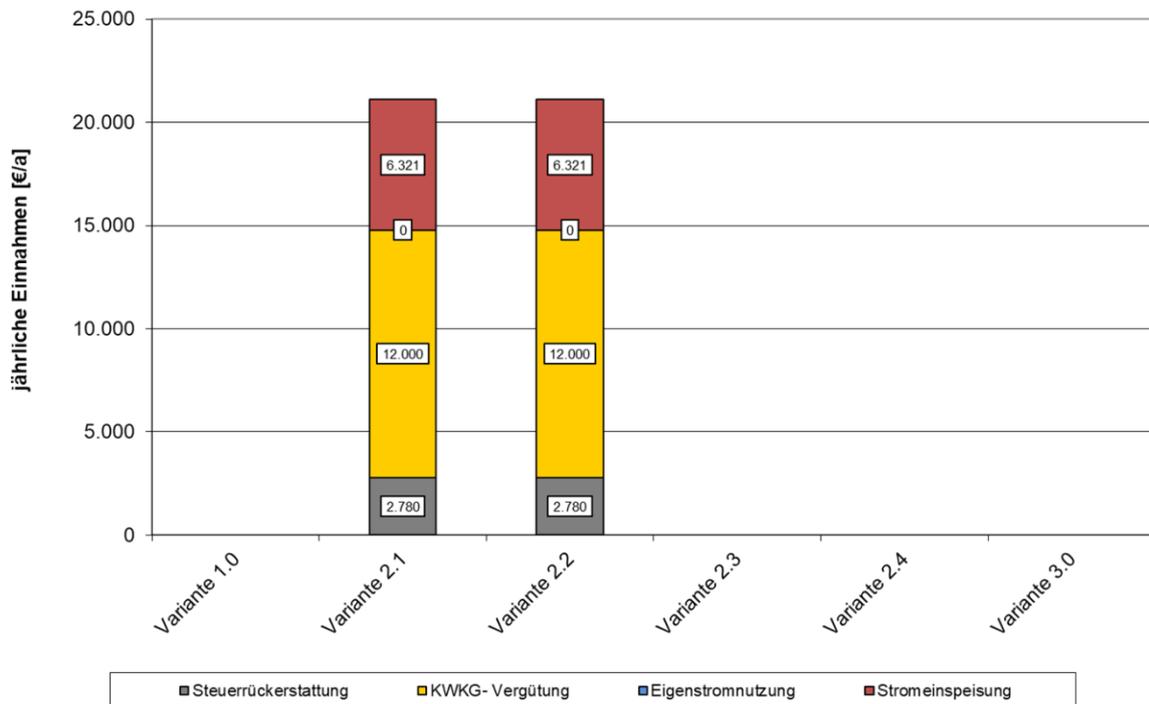


Abbildung 27: Die jährlichen Einnahmen

Die Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten

Abbildung 28 gibt die kalkulierten Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten, abzüglich der erzielten Einnahmen. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets gegenüber den spezifischen Wärmegestehungskosten dem Ist-Zustand messen.

Die niedrigsten Wärmegestehungskosten ergeben sich bei Variante 3.0 mit Fernwärmeanschluss. Im Vergleich zur Referenzvariante 1.0 ergeben sich durch den Aufbau eines kleinen Wärmeverbundes in den Varianten 2.1 bis 2.4 keine wirtschaftlichen Vorteile. Auch die Berücksichtigung von Fördermitteln verändert dieses Bild nicht signifikant (Abbildung 29).

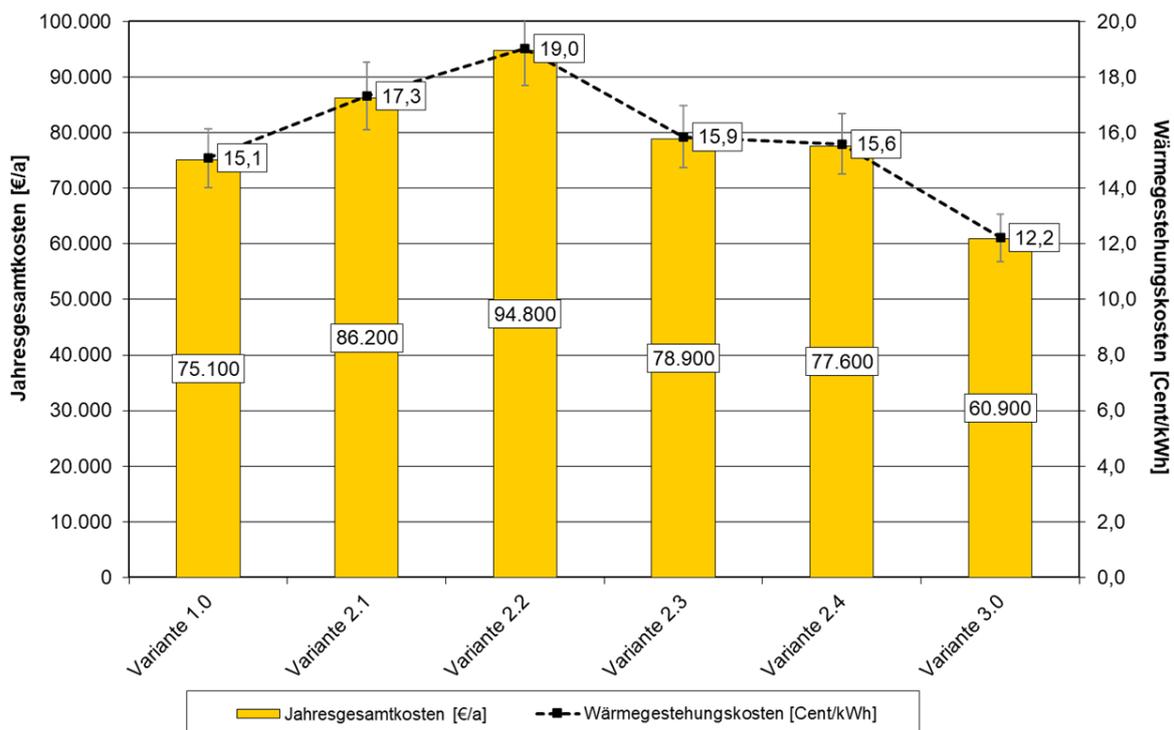


Abbildung 28: Die Wärmegestehungskosten

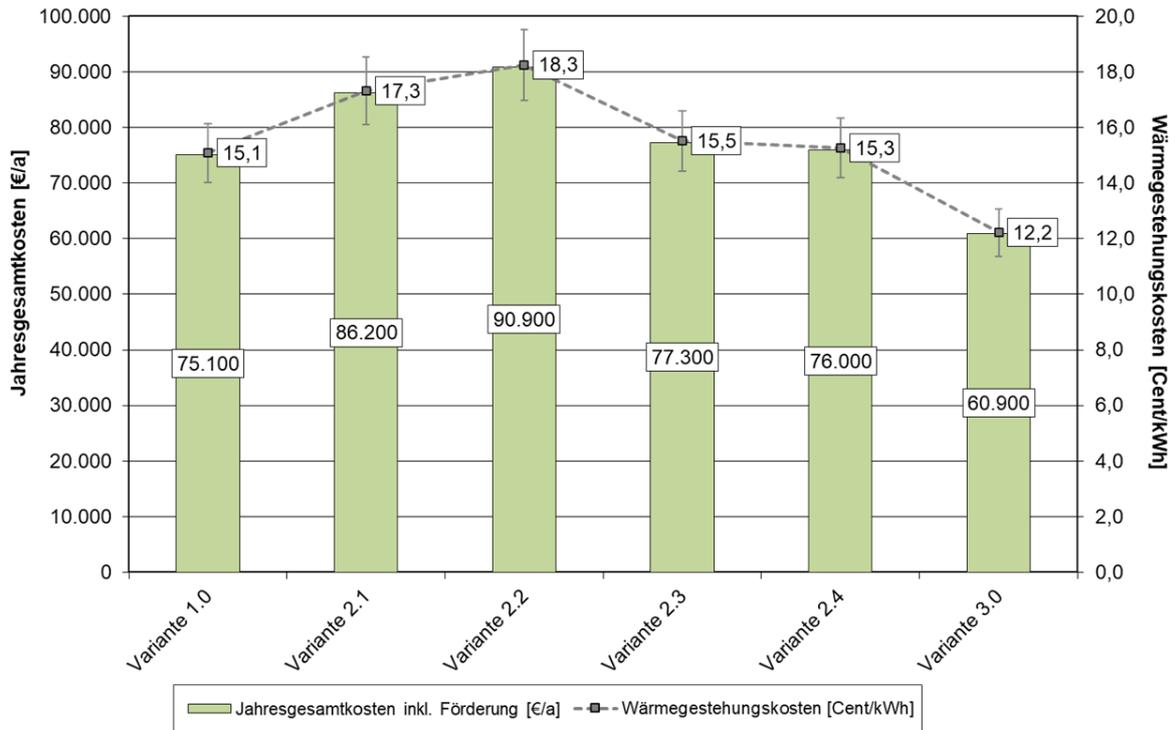


Abbildung 29: Die Wärmegestehungskosten inkl. Förderung

6.2.4.3 Die Primärenergiebilanz

Zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit wird für die verschiedenen neuen Energieversorgungsvarianten eine Bilanzierung der Primärenergie durchgeführt. Dabei wird neben dem jährlichen Brennstoffbedarf auch der Hilfsenergiebedarf (elektrische Energie) berücksichtigt. Das Ergebnis der Berechnungen ist in Abbildung 19 dargestellt. Die beste Bilanz stellt sich in Variante 3.0 mit Fernwärmeversorgung der BWA Aichach dar (Abbildung 30).

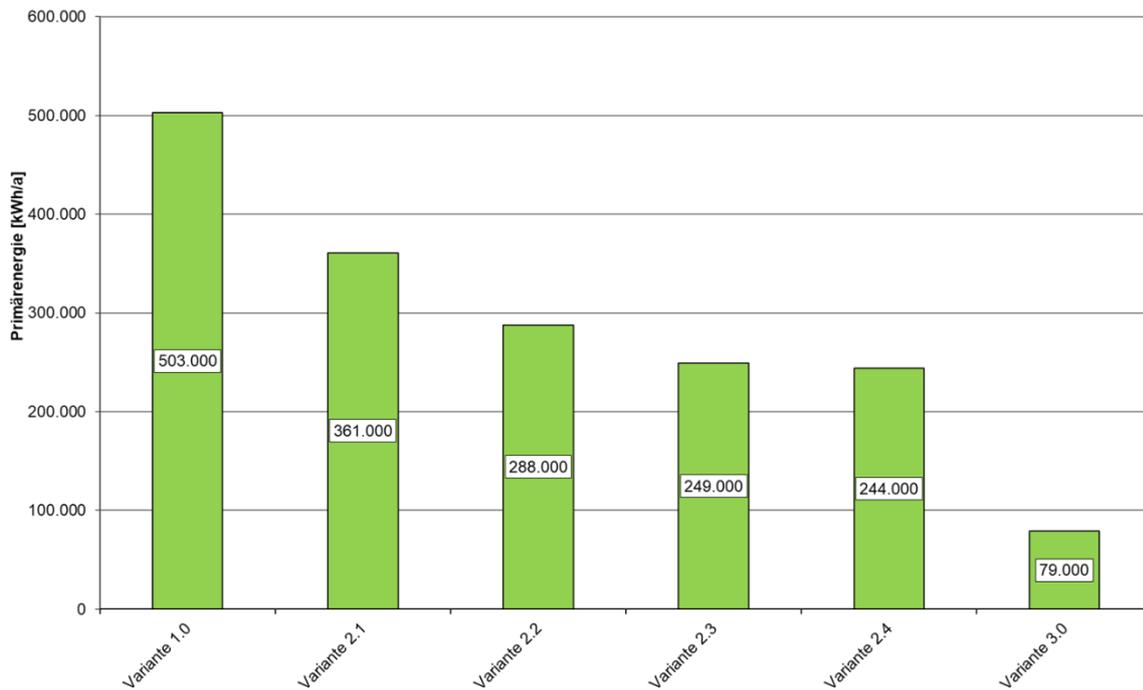


Abbildung 30: Der Primärenergieverbrauch der verschiedenen Varianten

6.2.4.4 Zusammenfassung

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Berechnungen zusammenfassend dargestellt. Die niedrigsten Kosten ergeben sich bei Variante 3.0 mit der Fernwärmeversorgung der BWA Aichach mit 12,2 Cent/kWh. Darüber hinaus ist diese Variante mit den niedrigsten Investitionskosten verbunden. Die Bilanzierung des Primärenergieverbrauchs ist in Variante 3.0 ebenfalls am niedrigsten.

Tabelle 3: Zusammenfassung Wärmeversorgung

		Variante 1.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4	Variante 3.0
ohne mögliche Förderungen							
Investitionskosten	[€]	530.000	663.000	796.000	623.000	646.000	165.000
Jahresgesamtkosten	[€]	76.000	87.000	95.000	79.000	78.000	61.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	15,1	17,3	19,0	15,9	15,6	12,2
mit möglichen Förderungen							
maximale Projektförderung	[€]	0	0	70.000	30.200	30.200	0
Jahresgesamtkosten	[€]	76.000	87.000	91.000	78.000	76.000	61.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	15,1	17,3	18,3	15,5	15,3	12,2
Primärenergieverbrauch	[kWh/a]	503.000	361.000	288.000	249.000	244.000	79.000

6.3 Photovoltaikanlagen für kommunale Dächer

6.3.1 Aufgabenstellung

Die Stadt Aichach möchte die geeigneten kommunalen Dachflächen ihrer Liegenschaften für die Solarstrom-Gewinnung nutzen. Ob und in welcher Art eine Umsetzung sinnvoll wäre, soll im Rahmen des Energienutzungsplans als Machbarkeitsstudie untersucht werden. Im ersten Schritt wurde das grundsätzliche PV-Potenzial aller Gebäude anhand des bestehenden Solarpotenzialkatasters des Landkreises Aichach-Friedberg geprüft. Im Anschluss wurde von Seiten der Liegenschaftsverwaltung die statische und bauliche Eignung der Dachflächen in der Gebäudeliste hinterlegt. Damit liegt eine Vorauswahl der geeigneten Dachflächen vor. Für die Kläranlage ist bereits eine PV-Anlage vorgesehen und wird daher nicht weiter betrachtet. Ein Auszug der Standortprüfung ist in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Auszug Standortprüfung Solarpotenzial kommunaler Dächer

Nr.	Liegenschaft	Anschrift	Stromverbrauch [MWh/a]	max. PV-Leistung [kWp]	max. PV-Ertrag [kWh/a]	PV-Gesamtläche [m ²]	PV-Ertrag [kWh/kWp]	Eigennutzung [%]	Stromtarife [%]	Investition [€]	Liquides Jahresergebnis [€/a]	Statische Amortisation [a]	Einordnung Rückmeldung Stadt Aichach (Liegenschaftsverwaltung)
1	Geschwister-Scholl-Mittelschule	Jahnstraße 4, Aichach	60.960	101	103.063	1.845	1.018	33%	28%	101.100 €	2.942 €	11	erst nach Sanierung
2	Grundschule Aichach Nord	Mozartstraße 1, Aichach	81.538	300	243.654	1.828	813	17%	31%	263.572 €	886 €	16	erst nach Sanierung
3	Ludwig-Steub-Volksschule Mitte	Ludwigstraße 22, Aichach	55.254	211	182.095	1.287	861	16%	31%	193.674 €	869 €	16	erst nach Sanierung
4	Ludwig-Steub-Volksschule Mitte / Tu	Ludwigstraße 22, Aichach	-	127	109.324	821	861	-	-	123.408 €	-	-	erst nach Sanierung
7	Volksschule Griesbeckerzell	Schulweg 9, Griesbeckerzell	23.778	110	95.745	930	869	14%	32%	108.916 €	-182 €	18	PV möglich
8	Volksschule Griesbeckerzell Heilzug	Schulweg 9, Griesbeckerzell	-	33	25.172	204	292	-	-	38.051 €	-	-	PV möglich
9	Kindergarten "Zelter Hasenbande"	Lorenzstr. 26, Griesbeckerzell	5.823	31	25.078	187	822	12%	32%	39.395 €	-253 €	20	erst nach Sanierung / Neubau
10	Kindergarten "Holzgarten"	Holzgartenstraße 3, Aichach	7.010	20	19.196	365	961	21%	30%	24.122 €	150 €	16	erst nach Sanierung
11	Kinderkrippe "Zipfelmütz"	Holzgartenstraße 1, Aichach	5.372	17	16.587	316	960	19%	31%	21.220 €	75 €	16	erst nach Sanierung
12	Kinderkrippe "Pustelblume" MODULE	Holzgartenstraße 5, Aichach	49.223	11	10.581	203	956	80%	9%	14.321 €	537 €	10	PV in Planung
13	Kindergarten "Löwe nzahn"	Zur Boscherleite 2, Klingen	4.156	50	41.873	303	838	6%	34%	54.174 €	-484 €	20	erst nach Sanierung
14	Kindergarten "Abenteurland"	Oskar-von-Miller-Straße 43, Aichach	9.708	21	21.418	125	1.044	27%	29%	24.697 €	438 €	13	Verschattet
15	Kindergarten "Kunterbunt"	Schulstraße 2, Aichach	8.059	110	86.849	673	786	5%	34%	109.152 €	-1.816 €	23	erst nach Sanierung
16	Kinderhort Aichach (Verbrauch auch)	Schulstraße 2, Aichach	13.661	69	58.336	423	851	13%	32%	71.672 €	-240 €	18	Gelände ungeeignet
17	Kindergarten "Unterschnittbacher La	Hüttenstraße 9, Unterschnittbach	7.469	19	19.434	353	1.014	23%	30%	23.256 €	269 €	14	erst nach Sanierung
18	Kindergarten "Julius" (ab November	Juliusplatz 4, Aichach	6.732	19	14.918	114	801	21%	30%	22.677 €	-160 €	20	Eigentumsverhältnis
19	Verwaltungsgebäude I	Tandmarkt 13, Aichach	31.068	76	56.546	460	753	24%	30%	78.112 €	-269 €	18	erst nach Sanierung
20	Verwaltungsgebäude II	Tandmarkt 10, Aichach	6.266	8	8.157	51	975	40%	27%	11.188 €	212 €	13	Eigentumsverhältnis
21	Bauhof	Robert-Bosch-Str. 3, Aichach	16.044	115	98.522	796	857	9%	33%	113.148 €	-694 €	23	PV in Planung
22	Feuerwehrhaus Ecknach	Pfarrer-Steinacker-Str. 23, Ecknach	914	11	11.092	67	1.027	6%	34%	14.012 €	-46 €	18	PV möglich
23	Feuerwehrhaus Sulzbach (ein Zähler)	Siedlungsstraße 11, Sulzbach	3.008	30	22.684	183	757	7%	34%	34.506 €	-534 €	19	PV möglich
24	Feuerwehrhaus Oberbernbach	Bürgermeister-Scheichhorn-Str. 2, Ober	940	3	3.061	62	945	18%	31%	4.839 €	-39 €	20	PV möglich
25	Feuerwehrhaus Griesbeckerzell	Ziegefeld 1, Griesbeckerzell	2.308	4	4.117	27	953	30%	28%	6.299 €	22 €	16	PV möglich
26	Feuerwehrhaus Aichach NEU (ab Aug)	Freisinger Straße 112, Aichach	41.493	57	55.158	1.031	973	39%	27%	60.590 €	1.694 €	12	PV möglich
27	Feuerwehr- und Gemeinschaftshaus	Fuggerstraße 8, Klingen	3.130	14	13.543	85	984	14%	32%	17.365 €	11 €	17	PV möglich
28	Feuerwehr- und Gemeinschaftshaus	Dorfstr. 60, Edenried	955	41	31.263	250	787	1%	36%	45.281 €	-737 €	24	PV möglich
29	Feuerwehr- und Gemeinschaftshaus	Herzog-Otto-Straße 4, Obenwittelsbach	4.428	21	17.649	131	827	13%	32%	25.556 €	-223 €	20	PV möglich
30	Feuerwehr- und Gemeinschaftshaus	Chrombachstr. 23, Oberschnittbach	1.087	14	13.897	84	1.009	5%	34%	17.365 €	-58 €	18	erst nach Sanierung
31	Feuerwehr- und Gemeinschaftshaus	Fuggerstraße 8, Gallenbach	3.283	7	6.980	44	994	27%	29%	9.579 €	85 €	15	erst nach Sanierung
32	Haus der Seniores	Hinterm Turm 4, Aichach	3.255	18	12.937	109	737	12%	32%	21.512 €	-375 €	25	Denkmalschutz
33	Köglerturm (Hinterm Turm)	Hinterm Turm 1, Aichach	358	9	8.569	55	962	3%	35%	11.823 €	-123 €	21	Denkmalschutz
34	Friedhofsgebäude (nur ein Zähler)	Theodor-Heuß-Str. 19, Aichach	14.986	7	6.422	133	915	72%	17%	9.579 €	337 €	11	Gebäude ungeeignet
35	Öffentl. WC-Anlage (Treppenzug, Str	Martinstraße 9, Aichach	4.367	73	55.003	442	797	4%	34%	75.396 €	-1.248 €	24	erst nach Sanierung
36	Geschäfts- und Lagerhaus (San Depot)	Donauwörther-Str. 30, Aichach	14.870	11	10.119	206	892	58%	23%	14.529 €	262 €	13	erst nach Sanierung
37	Bahnhof Aichach (neue Zähler nach U	Bahnhofstraße 29, Aichach	2.074	38	32.333	260	855	4%	34%	42.356 €	-352 €	20	PV möglich
38	Eisstockplatz	Schrobenhausener Str. 21	359	22	20.512	136	926	1%	36%	26.411 €	-226 €	20	erst nach Sanierung
39	Schlag- und Leutewerk	Pfarrer-Steinacker-Str. 56, Aichach / Eck	22	124	99.362	837	800	0%	37%	121.086 €	-2.090 €	24	Gebäude ungeeignet
40	Verkehrsübungsplatz (Ampeln, Hg.	Mozartstr. 1, Aichach	3.878	7	6.898	123	1.022	32%	28%	9.253 €	138 €	14	PV möglich
41	Behinderten-WC	Krollenweg 8, Aichach	669	3	2.091	18	774	15%	31%	4.120 €	-91 €	28	Dachfläche ungeeignet
42	Obdachlosenheim	Augsburger Straße 18, Aichach	1.540	2	2.135	16	879	35%	28%	3.754 €	-15 €	18	erst nach Sanierung
43	Wohnung 1 Stock (Licht und Heizung)	Martinsr. 17, Aichach	-	132	98.794	805	747	-	-	128.033 €	-	-	erst nach Sanierung
44	Kläranlage Aichach	Zum Flugplatz 17, Aichach	539.397	21	18.244	219	855	96%	2%	25.556 €	1.134 €	10	erst nach Sanierung
	Summe		1.039.698	2.117	1.789.807		846	32%	28%	2.160.352 €			

Anhand der Standortprüfung werden aufgrund der positiven Einordnung des Bauamtes und des Verbrauchsprofils folgende Liegenschaften für die weitere Betrachtung ausgewählt:

- Neubau Bauhof (Robert-Bosch-Str. 3, Aichach)
- Feuerwehrhaus Aichach (Freisinger Straße 112, Aichach)
- Kinderkrippe „Pustelblume“ (Holzgartenstraße 5, Aichach)
- Volksschule Griesbeckerzell (Schulweg 9, Griesbeckerzell)

6.3.2 Technische Simulation am Beispiel Bauhof

Im ersten Schritt erfolgte die technische Dimensionierung der Photovoltaikanlage. Für die Simulation der PV-Anlage wurde zum einen auf Daten des Solarpotenzialkatasters zurückgegriffen bzw. aus den vorliegenden Plänen und Luftbildern eine 3D-Animation der Gebäude und Umgebung erstellt. Hierfür wurde die PV-Simulationssoftware PV-Sol 2020 genutzt. Anhand der hinterlegten Komponenten- und Klimadatenbanken konnten verschiedene Anlagenkonfigurationen erstellt und die solaren Erträge prognostiziert werden.

Basis der technischen Dimensionierung für maximale Stromeigennutzung war der Stromverbrauch des Rathauses. Hierfür lag die Stromrechnung des Jahres 2019 vor. Der Stromverbrauch des Bauhofs beläuft sich im Jahr 2019 auf rund 16.000 kWh.

Auf Basis des künftigen Strombedarfs wurden zwei verschiedene Szenarien zur Installation einer Photovoltaikanlage dimensioniert:

- Photovoltaikanlage mit 30 kWp Leistung (keine anteilige EEG-Umlage auf Eigennutzung)
- Photovoltaikanlage mit 75 kWp Leistung (volle Belegung)

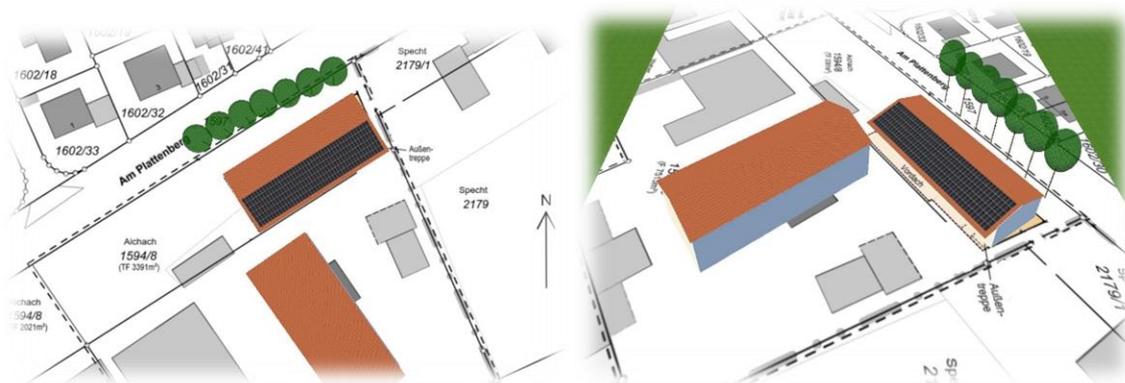


Abbildung 31: Simulation der Photovoltaikanlagen (im Bild: volle Belegung)

Bei einer Anlagenleistung von 75 kWp wird ein Ertrag von 77.700 kWh/a prognostiziert. Mit rund 10.800 kWh/a kann nur ein kleiner Teil des erzeugten Stroms direkt im Bauhof verbraucht werden. Die Stromeigennutzungsquote beträgt somit rund 14 %. Der solare Anteil am Strombedarf des Bauhofes würde bei ca. 65 % liegen. Die CO₂-Einsparung durch die Solarstromnutzung beträgt rund 42 Tonnen pro Jahr.

6.3.3 Ergebnisse der Anlagensimulationen

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse für alle betrachteten Liegenschaften zusammengefasst. Es sind durchgehend hohe spezifische Solarerträge zu erwarten. Bei bedarfsgerechter Anlagendimensionierung können hohe Eigenverbrauchsquoten erzielt werden, insbesondere bei der Kinderkrippe.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse

	PV-Leistung	Spez. Jahresertrag	Stromerzeugung	Eigenverbrauchsanteil	CO ₂ -Einsparung	Verbrauch	Solarer Deckungsanteil
	kWp	kWh/kWp	kWh/Jahr	%	t/Jahr	kWh/Jahr	%
Bauhof (max.)	75	990	77.700	14	42	16.000	65
Bauhof (30 kWp)	30	990	31.900	38	17	16.000	56
Feuerwehrhaus Aichach (groß)	80	980	78.200	19	44	42.000	34
Feuerwehrhaus Aichach (30 kWp)	30	980	29.400	38	16	42.000	26
Kinderkrippe „Pusteblume“ (Süd)	14	940	13.500	50	8	50.000	14
Kinderkrippe „Pusteblume“ (Ost-West)	19	850	16.300	52	9	50.000	17
Volksschule Griesbeckerzell (groß)	61	870	53.200	20	30	25.000	43
Volksschule Griesbeckerzell (30 kWp)	30	930	27.900	31	14	25.000	35

6.3.4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Rahmenbedingungen angesetzt. Der Betrachtungszeitraum umfasst 20 Jahre. Die Gesamtinvestitionskosten der Anlage wurden nach der Annuitätenmethode in jährliche, kapitalgebundene Kosten umgerechnet. Es wurde angenommen, dass die Anlage vollständig eigenfinanziert wird. Aus den genannten Rahmenbedingungen wurde das kumulierte Jahresergebnis dargestellt.

- Spezifische Investitionskosten variieren je nach Anlagengröße:
 - Von Anlagengröße 14 kWp - spezifischer Invest 1.300 €/kWp
 - Bis Anlagengröße 80 kWp - spezifischer Invest 900 €/kWp
- Einnahmen durch Netzeinspeisung (Einspeisevergütung)
 - Vergütung für eingespeisten Solarstrom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (fest für 20 Jahre). Je nach Anlagengröße wird eine Mischvergütung (Juli 2021) gebildet
- Stromeigennutzung
 - Vermiedene Strombezugskosten können als Einnahme gegen gerechnet werden (ca. 20 Cent/kWh) → diese liegen deutlich höher als die Einspeisevergütung
 - Bei Anlagen unter 30 kWp ist keine EEG-Umlage von 40 % auf jede Kilowattstunde selbst genutztem Strom zu entrichten (Stand Juli 2021)

Nachfolgend ist die Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die PV-Anlagen dargestellt.

Tabelle 6: Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

	PV- Generatorleistung	Jährlicher Stromertrag	spezifischer Stromertrag	Investitions- kosten	Amortisations- zeit	Kumulierte Überschüsse
	kWp	kWh	kWh/kWp	€	a	€
Bauhof (max.)	75	77.700	990	67.500	15	27.900
Bauhof (30 kWp)	30	31.900	990	32.100	13	21.400
Feuerwehrhaus Aichach (groß)	80	78.200	980	76.000	15	30.000
Feuerwehrhaus Aichach (30 kWp)	30	29.400	980	34.500	13	23.000
Kinderkrippe „Pustebblume“ (Süd)	14	13.500	940	18.500	15	7.500
Kinderkrippe „Pustebblume“ (Ost-West)	19	16.300	850	24.000	14	12.000
Volksschule Griesbeckerzell (groß)	61	53.200	870	58.000	17	14.000
Volksschule Griesbeckerzell (30 kWp)	30	27.900	930	33.000	14	17.000

6.3.5 Fazit

Für mehrere der kommunalen Liegenschaften wurden einzelne Photovoltaikanlagen technisch konzipiert und auf Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Es kommen unterschiedliche Herangehensweisen und Varianten in Frage. Für einen wirtschaftlichen Betrieb sollten die Anlagen auf 30 kW_p begrenzt werden. Auf Grundlage der von der Bundesregierung formulierten Ziele, dass die EEG-Umlage schrittweise reduziert werden soll und im Hinblick auf die ambitionierten Klimaziele sollte alternativ auch eine vollständige Belegung der Dachflächen in Betracht gezogen werden. Bei der Kinderkrippe „Pustebblume“ kommen beide betrachteten Varianten in Frage. Die tatsächliche Ausführung sollte noch im Detail geprüft werden.

6.4 Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED

Die Straßenbeleuchtung der Stadt Aichach ist größtenteils nicht mehr auf dem neuesten Stand der Technik. Ein Teil der Straßenbeleuchtung wurde jedoch bereits auf energiesparende LED-Technik umgerüstet. Im Rahmen des Energienutzungsplans soll untersucht werden, ob der Einbau einer effizienten Straßenbeleuchtung technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Nach einer detaillierten Bestandsaufnahme durch die Auswertung der zur Verfügung gestellten Straßenbeleuchtungsstatistik werden verschiedene Beleuchtungsvarianten technisch entwickelt und bewertet. Die als technisch positiv bewerteten Beleuchtungsvarianten werden anschließend einer Wirtschaftlichkeitsberechnung unterzogen.

Die Berechnung bietet eine aussagekräftige, neutrale, technische und wirtschaftliche Grundlage zur Umsetzung neuer Beleuchtungskonzepte und unterstützt bei der Beantragung von Fördergeldern.

6.4.1 Fördersituation

Ein Austausch der Straßenbeleuchtung wird im Rahmen der Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“ durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit gefördert. Die Projektanträge können ganzjährig beim Projektträger Jülich (PtJ) eingereicht werden. Die Zuwendungen werden nur gewährt, wenn der Antrag vor Vorhabensbeginn eingereicht wird und das Vorhaben innerhalb des Bewilligungszeitraums begonnen, durchgeführt und abgeschlossen wird. Die Geltungsdauer der Kommunalrichtlinie läuft noch bis 31. Dezember 2022.

Antragsberechtigt sind unter anderem Kommunen (Städte, Gemeinden und Landkreise), sowie Zusammenschlüsse, an denen ausschließlich Kommunen beteiligt sind. Um eine Förderung erhalten zu können, muss sich die Beleuchtungsanlage im Eigentum des Antragstellers befinden bzw. es muss ein gültiger Pachtvertrag vorliegen. Zudem muss eine Mindestzuwendung von 5.000 Euro erreicht werden (Bagatellgrenze).

Förderfähige Ausgaben sind neben den reinen Leuchten auch:

- Erforderliche Steuer- und Regelungstechnik
- Demontage und fachgerechte Entsorgung der zu ersetzenden Anlagenkomponenten durch qualifiziertes externes Fachpersonal
- Montage der Neuanlage durch qualifiziertes externes Fachpersonal
- Photometrische Messung durch qualifiziertes externes Fachpersonal
- Ausgaben müssen in direktem Zusammenhang zur Beleuchtungssanierung stehen
- Neue Lichtpunkte, sofern dadurch Beleuchtungsmisstände behoben werden

Ausdrücklich von der Förderung ausgeschlossen sind:

- Umrüstsätze sowie der Ersatz konventioneller Leuchtmittel durch LED
- Ausgaben für Prototypen, gebrauchte Anlagen, Eigenbauanlagen
- Instandsetzung / Instandhaltung bestehender Anlagen
- Laufende Ausgaben und Eigenleitungen

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt werden, um eine Förderung zu erhalten:

- Reduktion der CO₂-Emissionen um mindestens 50 % gegenüber dem Ist-Zustand
- Angemessene wirtschaftliche Amortisationszeit
- Zonenweise zeit- oder präsenzabhängige Steuerung
- Austauschbare Module (LED-Platine, Treiber)
- Lichtstromerhalt (Mindestlebensdauer) ≥ 80 % bei 75.000 Betriebsstunden

Um eine um 5 Prozentpunkte erhöhte Förderung zu erhalten, müssen zusätzlich folgende Voraussetzungen erfüllt werden:

- Angepasste Beleuchtung an Witterung und Verkehrsdichte
- Hohe Gleichmäßigkeit der Beleuchtung
- Photometrische Messung nach der Installation
- Lichtplanung nach DIN EN 13201 durch qualifizierten Planer

Die Förderung erfolgt durch einen nicht rückzahlbaren Zuschuss zu den zuwendungsfähigen Ausgaben. Die Förderquote für den Austausch von Außen- und Straßenbeleuchtungsanlagen beträgt 20 %. Seit 01. August 2020 bis 31. Dezember 2021 werden im Zuge des Corona-Konjunkturpaketes der Bundesregierung alle Förderquoten der Kommunalrichtlinie um jeweils 10 Prozentpunkte angehoben.

Die Förderquote für den Austausch der Straßenbeleuchtung beträgt somit aktuell 30 %. Sollten die strengerer Anforderungen für eine erhöhte Förderquote erreicht werden, beträgt die Förderquote aktuell 35 %.

6.4.2 Ist-Zustand

Im Stadtgebiet Aichach wird die Straßenbeleuchtung von den beiden Netzbetreibern Lechwerke AG und Bayernwerk AG betrieben. In der Straßenbeleuchtungsstatistik sind jeweils alle Leuchten und Leuchtmittel dokumentiert. In Summe sind rund 3.194 Leuchtmittel installiert. Die Aufteilung auf die unterschiedlichen Leuchtmitteltypen ist in folgenden Tabellen dargestellt.

Zusammenfassung		
Art des Leuchtmittels	Anzahl	Installierte Leistung
	[Stück]	[W]
Natriumdampf-Hochdrucklampen	181	12.979
Leuchtstoffröhre	38	1.710
LED	181	6.076
Summe	400	20.765

Tabelle 7: Anzahl und Leistung der installierten Leuchtmittel der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG

Zusammenfassung		
Art des Leuchtmittels	Anzahl	Installierte Leistung
	[Stück]	[W]
Quecksilberdampf-Hochdrucklampen	16	2.246
Natriumdampf-Hochdrucklampen	1.053	82.946
Leuchtstoffröhre	1.352	45.268
LED	373	13.596
Summe	2.794	144.055

Tabelle 8: Anzahl und Leistung der installierten Leuchtmittel der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG

Die Gesamtleistung aller Leuchtmittel und den ggf. notwendigen Vorschaltgeräten beträgt 164.820 Watt. Mit den in der Straßenbeleuchtungsstatistik angegebenen Betriebsstunden für jeden Lichtpunkt ergibt sich daraus ein Stromverbrauch von rund 640.000 kWh/a. Der durch die Beleuchtung verursachte CO₂-Ausstoß beträgt somit ca. 357 Tonnen pro Jahr. Bei einem Strompreis von 19 Ct betragen die Stromkosten für die Straßenbeleuchtung im gesamten Stadtgebiet ca. 121.300 Euro pro Jahr.

6.4.3 Retrofit-Leuchtmittel

Als eine mögliche und kostengünstige Variante zur Reduzierung des Stromverbrauchs, der Stromkosten und des CO₂-Ausstoßes wurde die Umrüstung der Leuchtmittel auf LED-Retrofit-Leuchtmittel geprüft. Bei dieser Variante bleibt der Leuchtenkopf erhalten, es wird lediglich ein anderes Leuchtmittel installiert. Gegebenenfalls vorhandene Vorschaltgeräte, welche für den Betrieb der LED-Retrofit-Leuchtmittel nicht mehr benötigt werden, werden demontiert. Durch dieses Vorgehen ist ein reiner Leuchtmitteltausch mit sehr geringem Aufwand durchführbar. Die Einsparmöglichkeiten sind jedoch meist etwas geringer als bei einem kompletten Leuchtentausch.

Ein weiterer Nachteil dieser Variante ist, dass evtl. vorhandene Beleuchtungsmisstände nicht behoben werden können. Sollten Bereiche im Ist-Zustand bereits zu gering ausgeleuchtet sein, so werden diese Misstände auch nach dem Leuchtmitteltausch bestehen.

Bei einem Austausch aller Leuchtmittel gegen LED-Retrofit-Leuchtmittel können insgesamt pro Jahr rund 385.900 kWh Strom eingespart werden. Mit dem aktuellen Strompreis entspricht das einer Kosteneinsparung von rund 73.000 Euro pro Jahr. Der CO₂-Ausstoß sinkt von 357 t/a auf rund 149 t/a. Dies entspricht einer Reduktion von 42 %.

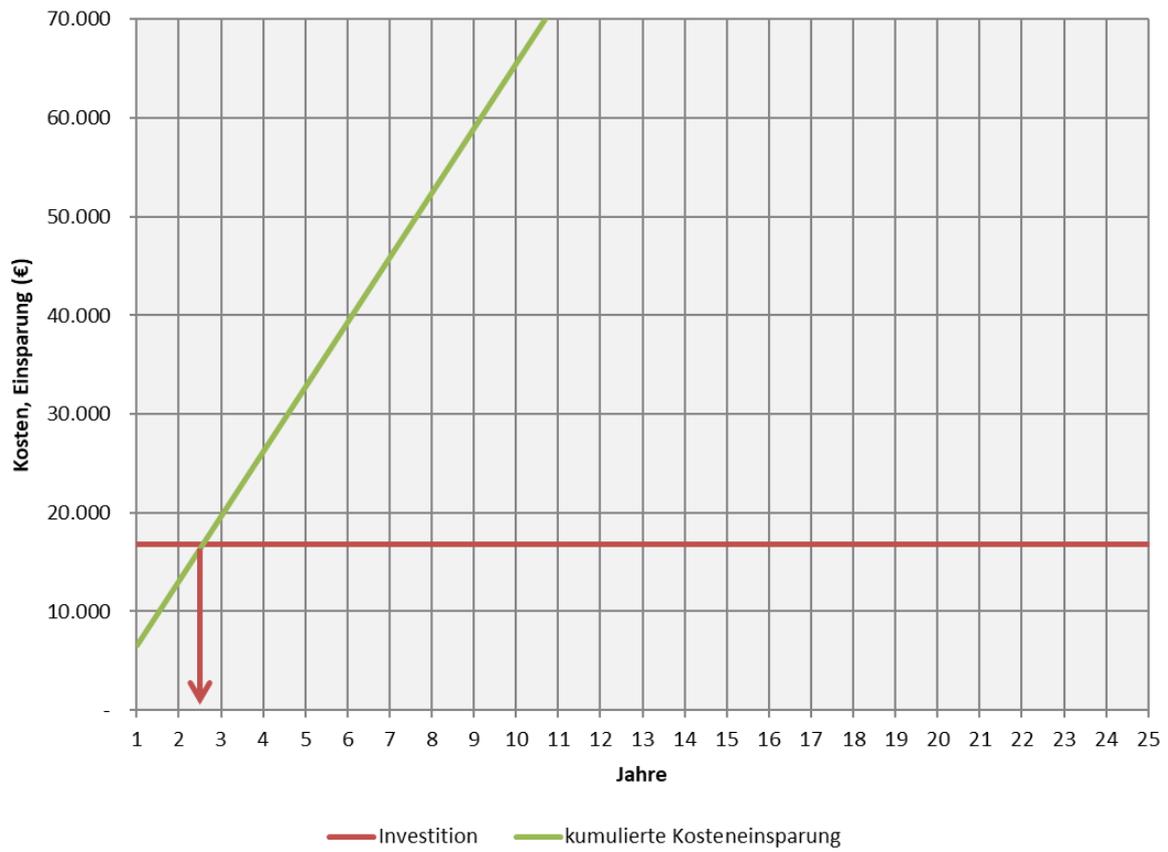


Abbildung 32: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG auf LED-Retrofit-Leuchtmittel

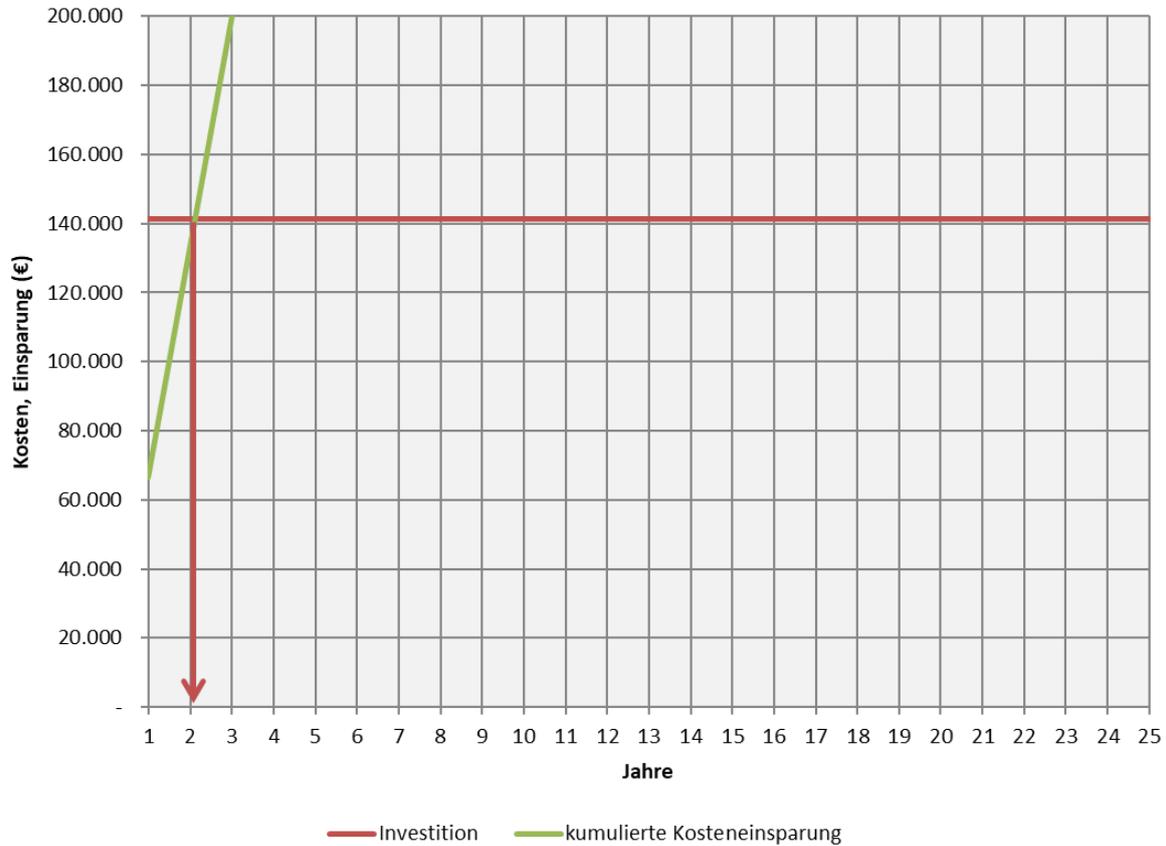


Abbildung 33: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG auf LED-Retrofit-Leuchtmittel

Die Investitionskosten für diese Variante werden auf rund 158.000 Euro prognostiziert. Somit ergibt sich eine statische Amortisationszeit (ohne Strompreissteigerungen) von rund 2,5 Jahren. Für eine Umrüstung auf LED-Retrofit-Leuchtmittel können keine Fördermittel in Anspruch genommen werden.

6.4.4 Leuchtentausch

Als weitere Variante wurde ein kompletter Leuchtentausch untersucht. Hierbei wird der komplette Leuchtenkopf durch eine LED-Leuchte ersetzt. Dies ist mit einem erhöhten Installationsaufwand verbunden. Vorteil dieser Variante ist jedoch, dass evtl. vorhandene Beleuchtungsmisstände behoben werden können. Bei einer ausreichenden Reduktion des Stromverbrauchs und Einhaltung weiterer Förderkriterien können für diese Variante Fördermittel beantragt werden.

Bei einem Austausch aller installierten Leuchten gegen moderne LED-Leuchten verringert sich die notwendige Leistung auf rund 60.900 Watt. Der Stromverbrauch reduziert sich auf 267.600 kWh/a und der CO₂-Ausstoß sinkt auf 142 t/a. Dies entspricht einer Einsparung von 51 % gegenüber dem Ist-Zustand.

Die Investitionskosten für einen Austausch der Leuchten inkl. der notwendigen Steuerung der Leuchten werden auf rund 1.094.000 Euro prognostiziert. Durch die jährliche Stromeinsparung von 372.000 kWh können pro Jahr rund 70.100 Euro Stromkosten eingespart werden.

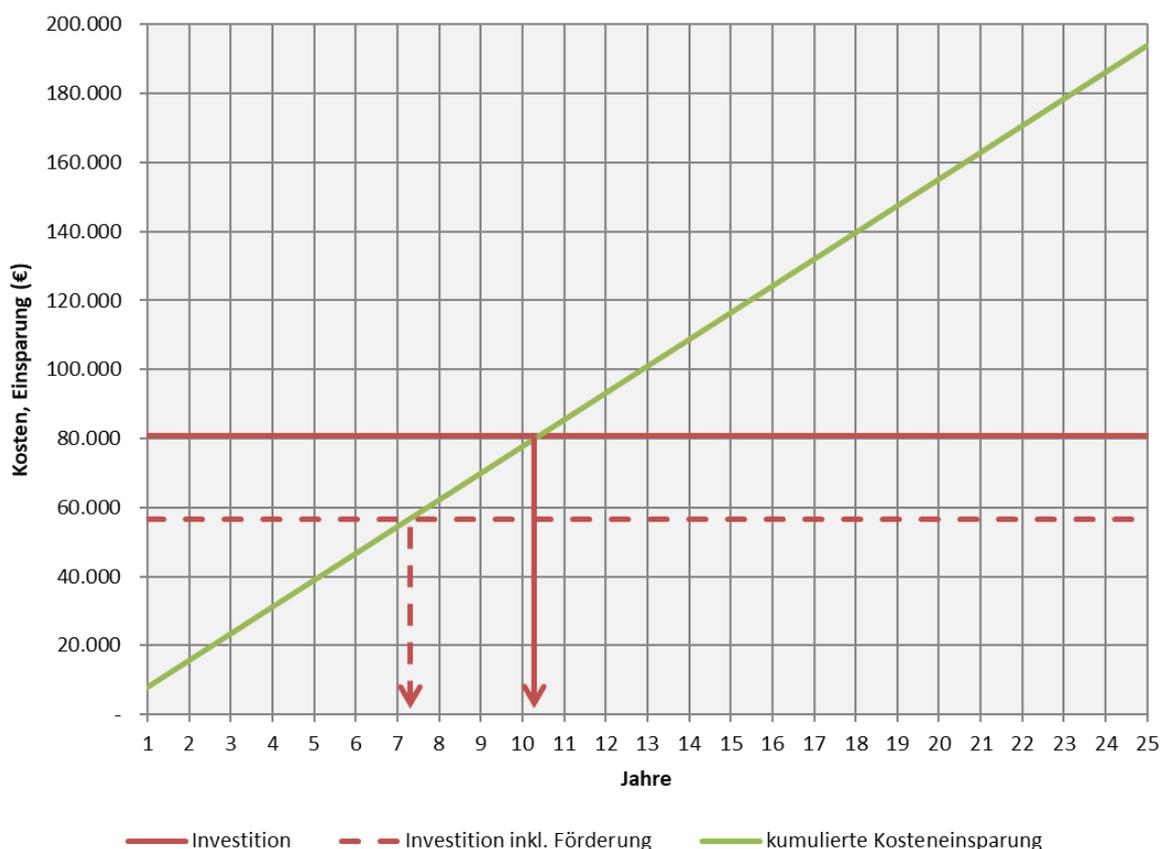


Abbildung 34: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG auf LED-Leuchten

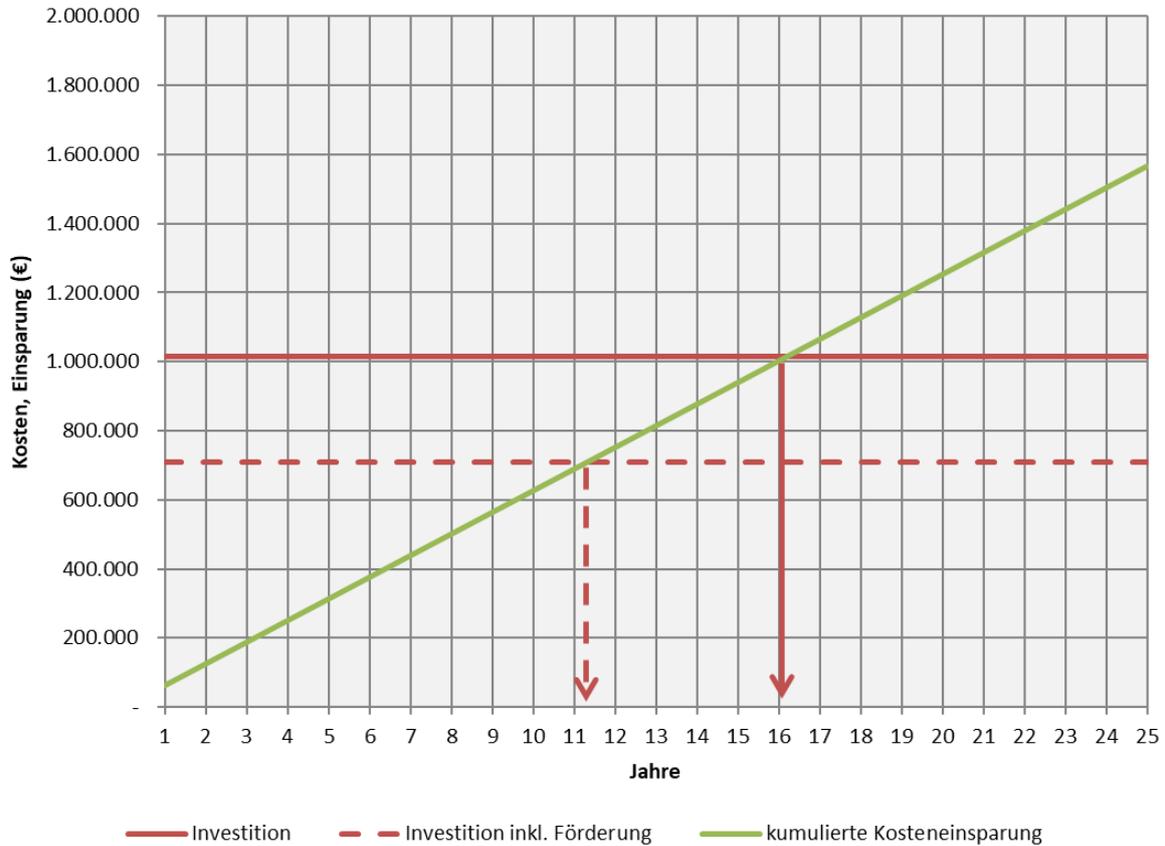


Abbildung 35: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG auf LED-Leuchten

Die statische Amortisationszeit beträgt somit rund 16 Jahre. Für einen kompletten Leuchtentausch bei der Straßenbeleuchtung können aktuell Fördergelder über PtJ in Anspruch genommen werden. Bei Beantragung der Fördermittel im Jahr 2021 beträgt die Förderquote 30 %. Somit reduziert sich die Amortisationszeit auf 11,5 Jahre.

6.4.5 Zusammenfassung und Fazit

Für die Straßenbeleuchtung wurde ein Austausch auf LED-Retrofit-Leuchtmittel und auf neue LED-Leuchten untersucht. Im ersten Schritt wurde die Straßenbeleuchtungsstatistik ausgewertet, um den Ist-Zustand abbilden zu können. Im Anschluss wurden zwei Varianten technisch und wirtschaftlich untersucht.

Hierbei hat sich gezeigt, dass ein reiner Leuchtmitteltausch rein wirtschaftlich die bessere Option darstellen würde. Bei Investitionskosten von rund 158.000 Euro beträgt die statische Amortisationszeit rund 2,5 Jahre. Aufgrund der aktuell guten Fördersituation sollte jedoch über einen kompletten Leuchtentausch nachgedacht werden. Hierdurch lässt sich nochmal etwas mehr Strom einsparen. Zudem können vorhandene Beleuchtungsmisstände behoben werden. Die Investitionskosten betragen bei dieser Variante rund 1.094.000 Euro. Bei Beantragung der Fördermittel im Jahr 2021 werden 30 % der Kosten gefördert. Somit beträgt die Amortisationszeit rund 11,5 Jahre.

7 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse des digitalen Energienutzungsplans für die Stadt Aichach zusammen. Mit dem digitalen Energienutzungsplan wurde ein Instrument zur Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugungs- und Energieversorgungsstruktur erarbeitet. Der Fokus lag dabei auf der Identifizierung und dem Aufzeigen von konkreten Handlungsmöglichkeiten vor Ort, um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren.

In einer umfassenden Bestandsaufnahme wurde zunächst detailliert die Energiebilanz für die Sektoren Wärme und Strom im Ist-Zustand (Jahr 2018) erfasst und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung ermittelt. Die Berechnungen zeigen, dass bilanziell bereits 64 % der benötigten Strommenge aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Die Wärmeerzeugung hingegen erfolgt noch zu rund 76 % aus fossilen Energiequellen (Heizöl und Erdgas), trotz des vorhandenen Fernwärmenetzes auf Basis regenerativer Energieerzeugung. Sämtliche Energieverbrauchsdaten wurden hierbei gebäudescharf erfasst und in ein gebäudescharfes Wärmekataster überführt. Das gebäudescharfe Wärmekataster ist ein Werkzeug der kommunalen Wärmeplanung und beinhaltet zu jedem Gebäude Informationen zu Nutzung, Baustruktur und Wärmebedarf.

Auf Basis der energetischen Ausgangssituation wurde eine umfassende Potenzialanalyse zur Minderung des Energieverbrauchs und dem Ausbau erneuerbarer Energien ausgearbeitet. Für die Potenzialanalyse zur energetischen Sanierung wurde ein gebäudescharfes Sanierungskataster erstellt. Für jedes Gebäude stellt das Sanierungskataster die mögliche Energieeinsparung für definierte Sanierungsvarianten bzw. Sanierungstiefen dar. Im Bereich der regenerativen Stromerzeugung besteht das größte Ausbaupotenzial bei der solaren Stromerzeugung.

Durch den weiteren Ausbau der regenerativen Stromerzeugung könnten die hohen bilanziellen Überschüsse durch den Einsatz von Wärmepumpen zur Wärmebereitstellung genutzt werden und den Bedarf an Heizöl und Erdgas mindern. Des Weiteren ergeben sich durch Sektorenkopplung und den gezielten Einsatz von Elektrolyseuren zur Wasserstoffproduktion zukünftig weitere Potenziale zur Reduzierung fossiler Energieträger.

Das Kernziel des Energienutzungsplans war die Erstellung eines umsetzungsorientierten und praxisbezogenen Maßnahmenkatalogs, der konkrete Handlungsempfehlungen aufzeigt. Dieser Maßnahmenkatalog wurde in enger Abstimmung mit den kommunalen Akteuren ausgearbeitet, konkretisiert und abgestimmt. In Summe konnten über 25 konkrete Projektideen identifiziert werden.

Einzelne Maßnahmenvorschläge aus dem Maßnahmenkatalog wurden dabei als Detailprojekte näher betrachtet und umfassend auf technische und wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin geprüft.

Die Betrachtung der Wärmeversorgungsvarianten des Mehrfamilienhauses in der Freisinger Straße hat ergeben, dass der Anschluss an die Fernwärmeversorgung der BWA Aichach ökologische und ökonomische Vorteile bringt. Dabei bietet insbesondere eine Fernwärmeversorgung kostengünstige Voraussetzung zur Erreichung eines hohen Energiestandards, welcher bei der Sanierung weitere staatliche Fördermittel ermöglicht.

Die Betrachtung des Neubaugebiets Franz-Beck-Straße hat ergeben, dass ein Anschluss an die Fernwärmeversorgung ökologisch und ökonomisch sinnvoll sein kann. Dabei bietet insbesondere der niedrige Primärenergiefaktor kostengünstige Voraussetzungen zur Erreichung eines hohen Energiestandards im Quartier.

Durch die weitere Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik könnten jährlich bis zu 51 % der Stromkosten und CO₂ eingespart werden. Dies entspricht einer CO₂-Einsparung von 142 t/a. Der Austausch durch LED-Retrofit liefert das wirtschaftlichste Einsparpotenzial. Investitionskosten von 158.000 € stehen einer jährlichen Einsparung von 73.000 € gegenüber.

Zudem erfolgte die Dimensionierung verschiedener PV-Anlagen-Varianten für kommunale Liegenschaften der Stadt Aichach. Auf den betrachteten Dachflächen der Gebäude Neubau Bauhof, Feuerwehrhaus Aichach, Kinderkrippe „Pustebume“ und Volksschule Griesbeckerzell ergeben sich aufgrund der hohen Stromeigennutzungsquoten günstige Konstellationen für einen wirtschaftlichen Betrieb.

Im Rahmen des digitalen Energienutzungsplans wurden die Sektoren Strom und Wärme betrachtet. Nicht Bestandteil war der Sektor Verkehr, der jedoch wesentlichen Einfluss auf den Gesamtenergieverbrauch hat. Zudem stellt der Sektor Verkehr über die steigende Elektromobilität einen wesentlichen Baustein der künftigen Sektorkopplung dar. Es wird empfohlen, den Sektor Verkehr nachträglich zu ergänzen und in die Ergebnisse des Energienutzungsplans zu integrieren. Darauf basierend sollte dann die Ausarbeitung einer Dekarbonisierungsstrategie bis zum Jahr 2045 (Jahr 2040) mit Betrachtung der Sektorkopplung Wärme / Strom / Verkehr erfolgen.

Der digitale Energienutzungsplan für die Stadt Aichach wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Exemplarischer Auszug des gebäudescharfen Wärmekatasters	10
Abbildung 2: Wärmebedarf der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2018.....	10
Abbildung 3: Wärmebedarf: Anteil der Energieträger im Jahr 2018	11
Abbildung 4: Stromverbrauch der einzelnen Verbrauchergruppen im Jahr 2018	11
Abbildung 5: Strombezug und Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien / KWK im Jahr 2018	12
Abbildung 6: Sanierungskataster unter Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotenziale (links Jahr 2018 – rechts Jahr 2030) – beispielhafte Darstellung	16
Abbildung 7: Auszug Solarpotenzialkataster für den Landkreis Aichach (https://www.solare- stadt.de/Aichach/).....	18
Abbildung 8: Übersicht landwirtschaftlich benachteiligter Gebiete (rot) [Energieatlas Bayern]	20
Abbildung 9: Potenzialanalyse Windkraft auf Basis der Gebietskulisse Windkraft des LfU; Anpassung IFE	24
Abbildung 10: Oberflächennahe Geothermie – Standorteignung [LfU]	26
Abbildung 11: Der zukünftige monatliche Wärmebedarf.....	31
Abbildung 12: Die geordnete Jahresdauerlinie des Gesamtwärmebedarfs.....	32
Abbildung 13: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.0	33
Abbildung 14: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.2	34
Abbildung 15: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.3	35
Abbildung 16: Die prognostizierten Investitionskosten.....	39
Abbildung 17: Die jährlichen Ausgaben.....	40
Abbildung 18: Die Wärmegestehungskosten	41
Abbildung 19: Der Primärenergieverbrauch der verschiedenen Varianten.....	42
Abbildung 20: Bebauungsplan Nr. 68 „Franz-Beck-Straße“ (Fassung vom 24.06.2020)	44
Abbildung 21: Der zukünftige monatliche Energiebedarf im Quartier „Franz-Beck-Straße“	46
Abbildung 22: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.0	47
Abbildung 23: Die Jahresdauerlinie der Variante 2.1	48

Abbildung 24: Die Jahresdauerlinie der Variante 2.4	49
Abbildung 25: Die prognostizierten Investitionskosten.....	52
Abbildung 26: Die jährlichen Ausgaben.....	53
Abbildung 27: Die jährlichen Einnahmen	54
Abbildung 28: Die Wärmegestehungskosten	55
Abbildung 29: Die Wärmegestehungskosten inkl. Förderung	56
Abbildung 30: Der Primärenergieverbrauch der verschiedenen Varianten.....	57
Abbildung 31: Simulation der Photovoltaikanlagen (im Bild: volle Belegung).....	60
Abbildung 32: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG auf LED-Retrofit-Leuchtmittel.....	67
Abbildung 33: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG auf LED-Retrofit-Leuchtmittel.....	68
Abbildung 34: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG auf LED-Leuchten.....	69
Abbildung 35: Amortisationszeit bei Umrüstung der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG auf LED-Leuchten.....	70

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Maßnahmenkatalog für die Stadt Aichach	27
Tabelle 2: Zusammenfassung Wärmeversorgung Nahwärmeverbundlösung	43
Tabelle 3: Zusammenfassung Wärmeversorgung	58
Tabelle 4: Auszug Standortprüfung Solarpotenzial kommunaler Dächer	59
Tabelle 5: Zusammenfassung der Simulationsergebnisse	61
Tabelle 6: Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	62
Tabelle 7: Anzahl und Leistung der installierten Leuchtmittel der Straßenbeleuchtung der Lechwerke AG.....	65
Tabelle 8: Anzahl und Leistung der installierten Leuchtmittel der Straßenbeleuchtung der Bayernwerk AG.....	65