Rationelle Energiewandlung • Erneuerbare Energien • Energieeffizienz

IfE Institut für Energietechnik an der HAW Hochschule Amberg-Weiden

Energienutzungsplan für den Markt Wolnzach

Rationelle Energiewandlung • Erneuerbare Energien • Energieeffizienz

IfE Institut für Energietechnik an der Hochschule Amberg-Weiden

Energienutzungsplan für den Markt Wolnzach

Auftraggeber:
Markt Wolnzach
Marktplatz 1
85283 Wolnzach

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

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 5

2 Die Energie- und CO_2-Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse im Marktgebiet 6

2.1 Allgemeine Daten 7

2.2 Die Charakterisierung der Verbrauchergruppen 11

2.3 Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes 13

2.4 Der Endenergieeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen 19

2.5 Der Endenergieeinsatz, Primärenergieeinsatz und der CO_2-Ausstoß im Markt Wolnzach 23

3 Wärmekataster des Markts Wolnzach 26

4 Potentialbetrachtung der Energieeffizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung 29

4.1 Potentialbetrachtung im Bereich Private Haushalte 29

4.2 Potentialbetrachtung im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie 33

4.3 Potentialbetrachtung im Bereich Kommunale Liegenschaften 38

4.4 Zusammenfassung 41

5 Das Angebotspotential der Erneuerbaren Energien 42

5.1 Potentialbegriff 43

5.2 Direkte Nutzung der Sonnenenergie 44

5.3 Biomasse 48

5.4 Windkraftanlagen 55

5.5 Zusammenfassung 56

6 Gegenüberstellung der Endenergieverbrauchssituation und der CO_2-Bilanz mit den Reduktionspotentialen 57

6.1 Strom 57

6.2 Wärme 59

6.3 Die CO_2-Minderungspotentiale 61

6.4 Die Entwicklungsszenarien in der Markt Wolnzach 63

7 Ausarbeitung von Detailmaßnahmen - Nahwärmeverbundnetze 68

7.1 Die wirtschaftlichen Grundannahmen für die Detailmaßnahmen 69

7.2 Darstellung möglicher Förderungen 75

7.3 Hinweise zu den Wärmeerzeugern 82

7.4 Nahwärmeverbund 84

8 Die Kostenstruktur bei dezentraler Wärmeversorgung (Vollkostenrechnung) 107

9 Zusammenfassung 111

10 Abbildungsverzeichnis 115

11 Tabellenverzeichnis 118

1 Einleitung

Der vorliegende Bericht beschreibt die Erstellung eines kommunalen Energienutzungsplanes für den Markt Wolnzach nach den Kriterien und Richtlinien des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie.

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

- private Haushalte,
- kommunale Liegenschaften und
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD / Industrie)

ist für die weiteren Schritte des Energienutzungsplans vorteilhaft. Anschließend werden die Energieströme im gesamten Marktgebiet getrennt in leitungsgebundene (Strom, Erdgas, Fernwärme) und nicht-leitungsgebundene (Heizöl, Biomasse, …) Energieträger erfasst und der Anteil erneuerbarer Energien ermittelt. Mit Kenntnis der Gesamtenergieströme kann der CO_2-Ausstoß des Marktgebietes Wolnzach berechnet werden.

Aufbauend auf die umfangreiche Situationsanalyse erfolgt eine Beschreibung und Darstellung des ausgearbeiteten Wärmekatasters für das Marktgebiet Wolnzach, der als Grundlage für die weitere Ausarbeitung dient. Es werden die Potentiale zur Minderung des Energieeinsatzes sowie für die im Vorfeld gebildeten Verbrauchergruppen eine grundlegende Potentialbetrachtung ausgearbeitet. Anschließend wird das Angebotspotential aller Erneuerbaren Energien im Marktgebiet Wolnzach betrachtet, worauf aufbauend die Endenergieverbrauchssituation und die CO_2-Bilanz erstellt werden, in die auch die errechneten Reduktionspotentiale mit einfließen. Mit diesen Ergebnissen werden zukünftige Entwicklungsszenarien im elektrischen und thermischen Bereich für das Marktgebiet Wolnzach erstellt. Das Wärmekataster bildet ebenfalls die Grundlage für eine detaillierte Betrachtung von Wärmeversorgungslösungen.

Zum Abschluss wird eine Zusammenfassung und Empfehlung für das Marktgebiet Wolnzach gegeben.

2 Die Energie- und CO_2-Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse im Marktgebiet

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

- private Haushalte,
- kommunale Liegenschaften und
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD / Industrie)

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

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

2.1 Allgemeine Daten

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

2.1.1 Einwohnerzahl

Nachfolgend werden die Einwohnerzahlen des Marktes Wolnzach aufgeführt. Diese sind in Abbildung 1 abgebildet. Im Jahr 2010 waren rund 11.000 Einwohner im Marktgebiet wohnhaft.

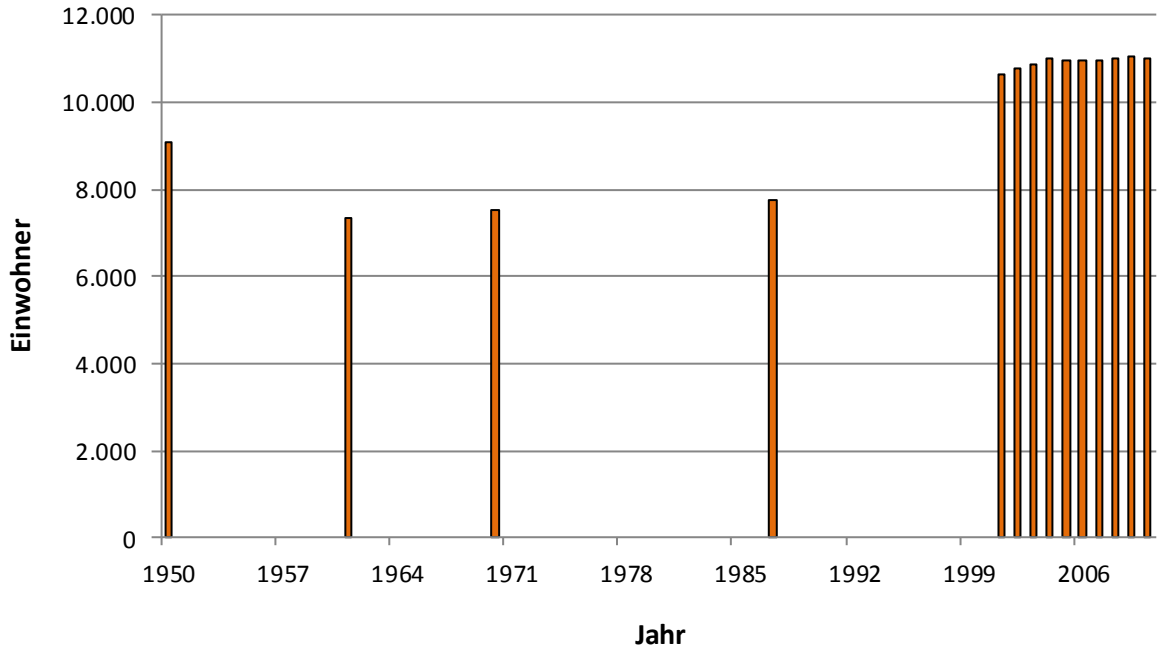


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung des Marktes Wolnzach
[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

2.1.2 Flächenverteilung

Das Marktgebiet erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 9.152 Hektar. Wird diese Fläche nach Nutzungsarten gegliedert, ergeben sich verschiedene Bereiche wie in Abbildung 2 ersichtlich ist. Aus energetischer Sicht sind die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen zur Erzeugung biogener Brennstoffe von Interesse.

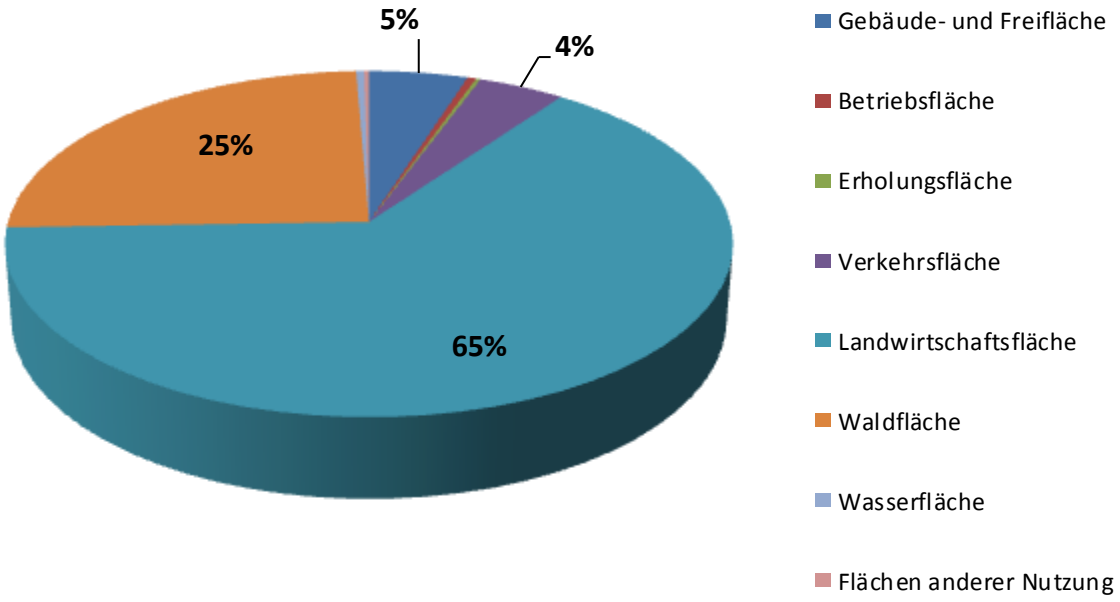


Abbildung 2: Flächenverteilung des Marktes Wolnzach
[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

2.1.3 Geographische Daten

Die Höhenlage des Marktes Wolnzach liegt bei 415 Meter über Normalnull. In Abbildung 3 ist die geographische Lage des Marktgebietes Wolnzach im dargestellt. Der Markt Wolnzach liegt im südöstlichen Teil des Landkreises Pfaffenhofen an der Ilm.

Das Marktgebiet besitzt eine Anschlussstelle an eine Bundesautobahn A93, die Bundesautobahn A9 kreuzt das Marktgebiet.

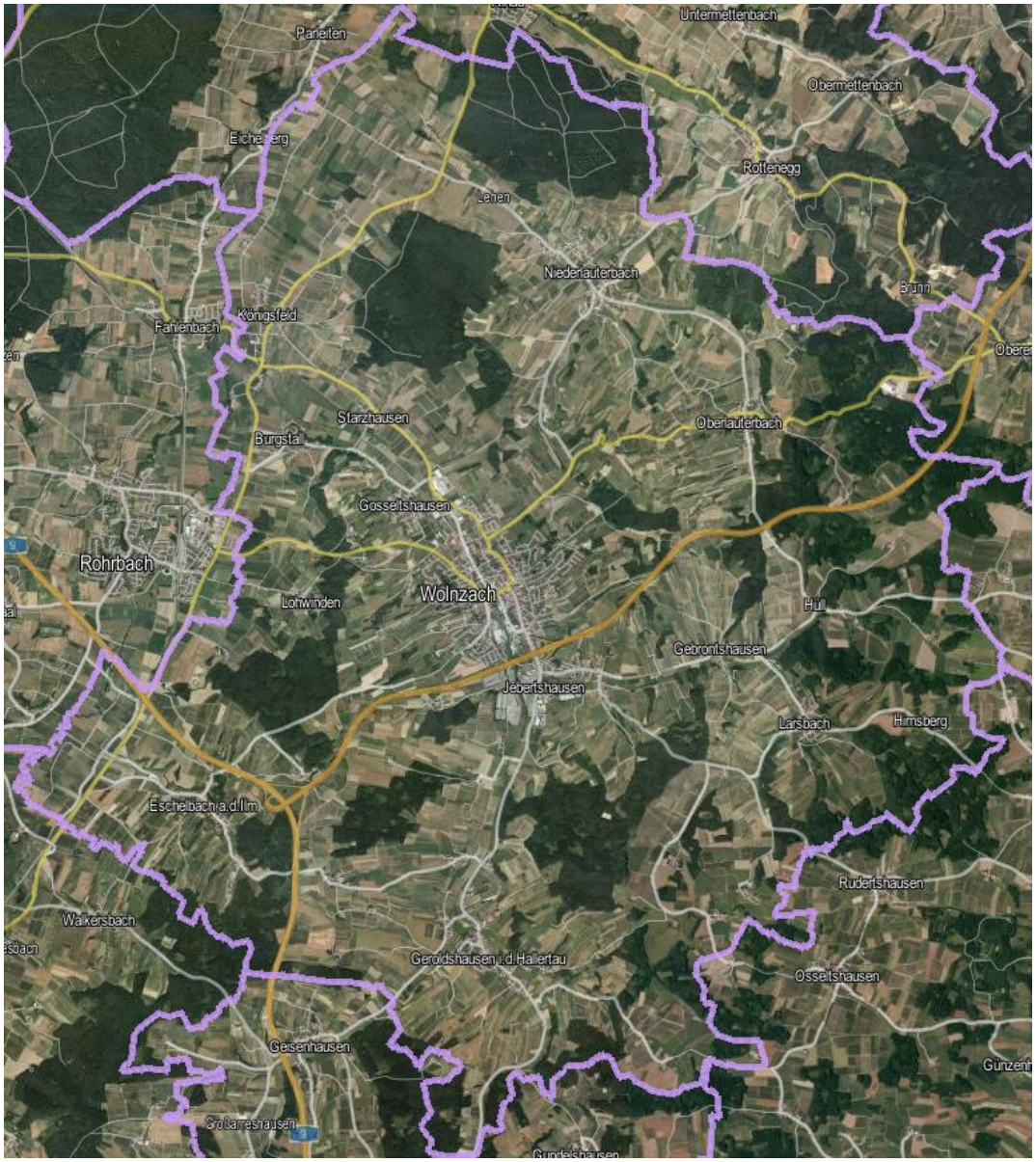


Abbildung 3: Geographische Lage des Marktes Wolnzach

[Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung]

2.2 Die Charakterisierung der Verbrauchergruppen

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

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

2.2.1 Private Haushalte

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

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

2.2.2 Kommunale Liegenschaften

Die Ermittlung des Endenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“ erfolgt über aktuelle Daten, die seitens des Marktes Wolnzach zur Verfügung gestellt wurden.

2.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie

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

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

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

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

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

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

2.3 Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes

Die nachfolgenden Energieverbrauchsdaten sowie die erzeugten Energiemengen durch die Erneuerbaren Energien vor-Ort beziehen sich auf das Bilanzjahr 2011.

2.3.1 Der elektrische Energiebedarf

Das örtliche Stromnetz wird von der E.ON Bayern AG betrieben.

Als Datengrundlage stehen der gesamte Stromverbrauch des Jahres 2010, sowie der detaillierte Verbrauch jeder kommunalen Liegenschaft zur Verfügung.

Insgesamt beträgt der jährlich Stromverbrauch im Markt Wolnzach rund 40.930 MWh. *[Quelle: E.ON Bayern AG]*

2.3.2 Der Erdgasbedarf

Das örtliche Erdgasnetz wird von der Energienetze Bayern GmbH betrieben.

Als Datengrundlage stehen der gesamte Erdgasverbrauch des Jahres 2011, sowie der detaillierte Verbrauch jeder mit Erdgas versorgten kommunalen Liegenschaft zur Verfügung.

Es wurde der Erdgasabsatz in jeder Straße zur Verfügung gestellt.

Insgesamt beträgt der jährliche Erdgasverbrauch in der Markt Wolnzach rund 4.276 MWh_{Hi}. *[Quelle: Energienetze Bayern GmbH]*

2.3.3 Der Heizölbedarf

Der Gesamtendenergieeinsatz an Heizöl im Markt Wolnzach beläuft sich auf rund 83.922 MWh pro Jahr (entspricht rund 8,4 Mio. Liter Heizöl). Dies wurde zum einen durch die detaillierten Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften, durch die Auswertung der rückläufigen Industriefragebögen und mithilfe einer detaillierten Betrachtung der Baualtersstruktur ermittelt. *[Quelle: Fragebögen]*

2.3.4 Der Anteil bereits genutzter Erneuerbarer Energien im Ist-Zustand

2.3.4.1 Regenerative Stromerzeugung durch EEG-Anlagen

Photovoltaik

Zum Ende des Jahres 2011 waren im Markt Wolnzach Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 8.356 kW_p installiert. Die Stromeinspeisung im Jahr 2011 belief sich auf rund 7.606 MWh. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass einige der Anlagen erst Ende des Jahres 2011 installiert wurden und dementsprechend im Jahr 2011 noch nicht der tatsächlich zu erwartende Ertrag erzielt wurde. *[Quelle: E.ON Bayern AG]*

Hinweis: Aufgrund des Bilanzjahres 2011 wurden die im Jahr 2012 errichteten Solaranlagen nicht berücksichtigt.

Wasserkraft

Im Betrachtungsgebiet sind nach Angaben der E.ON Bayern AG drei Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Leistung von rund 53 kW installiert, welche jährlich rund 222 MWh an elektrischer Energie erzeugt.

Biomasse-KWK-Anlagen (EEG-Anlagen)

In der Markt Wolnzach sind dem Datenbestand des Jahres 2011 zufolge 3 Biomasseanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 1.192 kW installiert. Die jährliche Stromproduktion aller Biomasse-KWK-Anlagen beläuft sich auf rund 8.580 MWh. *[Quelle: E.ON Bayern AG]*

Zusammenfassung

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der im Jahr 2011 eingespeisten Strommengen aus Erneuerbaren Energien. In Summe wurden im Jahr 2011 rund 16.407 MWh durch die EEG-Anlagen eingespeist. Dies entspricht rund 40% des gesamten Stromverbrauchs im Markt Wolnzach im Jahr 2011.

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung im Markt Wolnzach
[Quelle: E.ON Bayern AG]

Marktgebiet Wolnzach		
	Leistung [kW]	Einspeisung [MWh]
EEG-Anlagen		
Photovoltaik	8.356	7.606
Wasserkraft	53	222
Biomasse	1.192	8.580
Summe EEG-Anlagen	**9.601**	**16.407**

2.3.4.2 Thermische Nutzung regenerativer Energien

Solarthermie

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

Im Markt Wolnzach sind nach Angaben der BAFA (Stand: Ende 2011) insgesamt 142 Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamt-Bruttoanlagenfläche aller solarthermischen Kollektortypen (Warmwasserbereitstellung und Heizungsunterstützung) von rund 1.336 m² installiert. Die mittlere Kollektorgröße beträgt demnach rund 9,4 m². *[Quelle: BAFA; Berechnung IfE]*

Zur Errechnung der Wärmemenge, welche von den solarthermischen Anlagen pro Jahr erzeugt wird, wurde von einem Standardwert für eine Solarthermieanlage mit Heizungsunterstützung von 350 kWh(m²*a) ausgegangen. Für Anlagen welche zur Bereitstellung von Warmwasser dienen wurde mit einem Standardwert von 400 kWh/(m²*a) gerechnet. Der Wert der angegebenen Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Wärmeertrag.

Insgesamt beträgt die Energiebereitstellung durch Solarthermie im Betrachtungsgebiet rund 490 MWh/a.

Feste Biomasse

Unter fester Biomasse versteht man vor allem Stückholz, Hackschnitzel oder Holzpellets, die in Heizkesseln oder Einzelfeuerstätten (z.B. Kaminöfen) zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden. Im Marktgebiet von Wolnzach ist eine Biomasse-ORC-Anlage in Betrieb welche über ein Nahwärmenetz Wärmeverbraucher aller Verbrauchergruppen versorgt. Der im Kraftwerk erzeugte Strom wird ins öffentliche Netz eingespeist. Weiter ist eine Biogasanlage auf dem Marktgebiet vorhanden. Es werden jährlich rund 41.000 MWh an Biomasse in Form von Holzhackschnitzel zur Feuerung und Erzeugung von Biogas genutzt. *[Quelle: eigene Berechnung; Fragebögen]*

Zusammenfassung

In Tabelle 2 ist die thermische Nutzung regenerativer Energien in der Markt Wolnzach dargestellt. In Summe beläuft sich die regenerative Wärmeerzeugung auf rund 23.037 MWh pro Jahr (entsprechend rund 22 % des gesamten thermischen Energiebedarfs im Betrachtungsgebiet in der Markt Wolnzach).

Tabelle 2: Übersicht der regenerativen Wärmeerzeugung in der Markt Wolnzach
[Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; E.ON Bayern AG; Auflistung Feuerstätten; Fragebögen]

	Thermische Nutzung [MWh/a]
Energieholz	8.580
Solarthermie	490
Biogasanlage	3.507
Biomasse-ORC	10.460
Summe	**23.037**

2.4 Der Endenergieeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen

2.4.1 Private Haushalte

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die Verteilung des Endenergiebedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ auf rund 101.907 MWh.

Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 81.330 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 20.576 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In Abbildung 4 ist der Endenergieeinsatz in der Verbrauchergruppe „private Haushalte“ der verschiedenen Endenergieträger detailliert dargestellt.

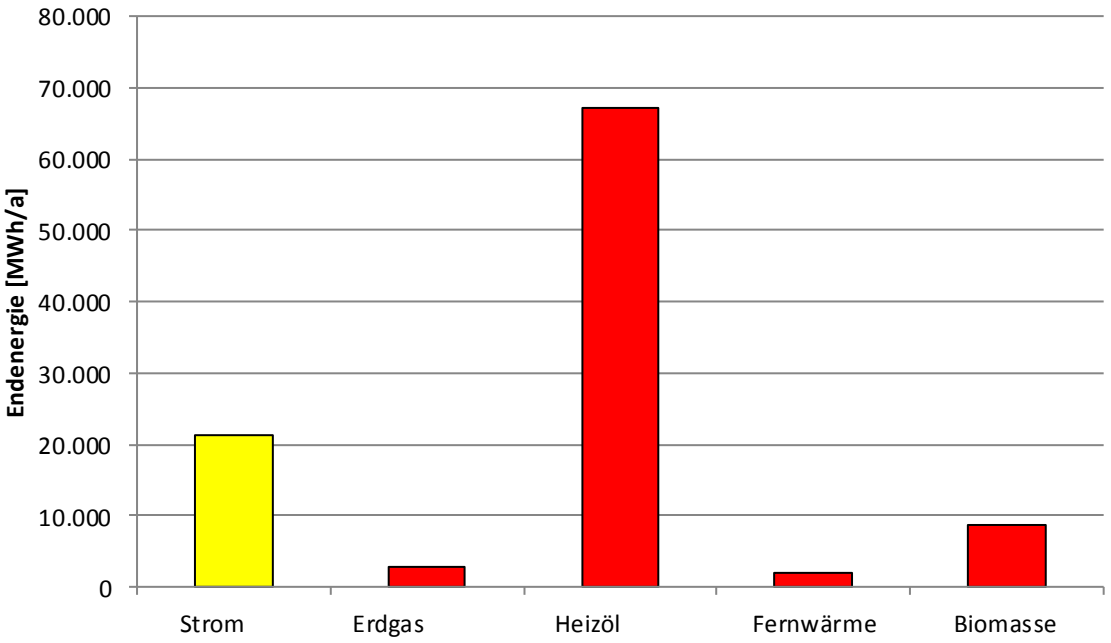


Abbildung 4: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“

2.4.2 Kommunale Liegenschaften

Eine Übersicht über die Verteilung des Endenergiebedarfs in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ ist in folgendem Kapitel dargestellt.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ auf rund 5.067 MWh.

Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 3.623 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 1.444 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In Abbildung 5 ist der Endenergieeinsatz in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ der verschiedenen Endenergieträger detailliert dargestellt.

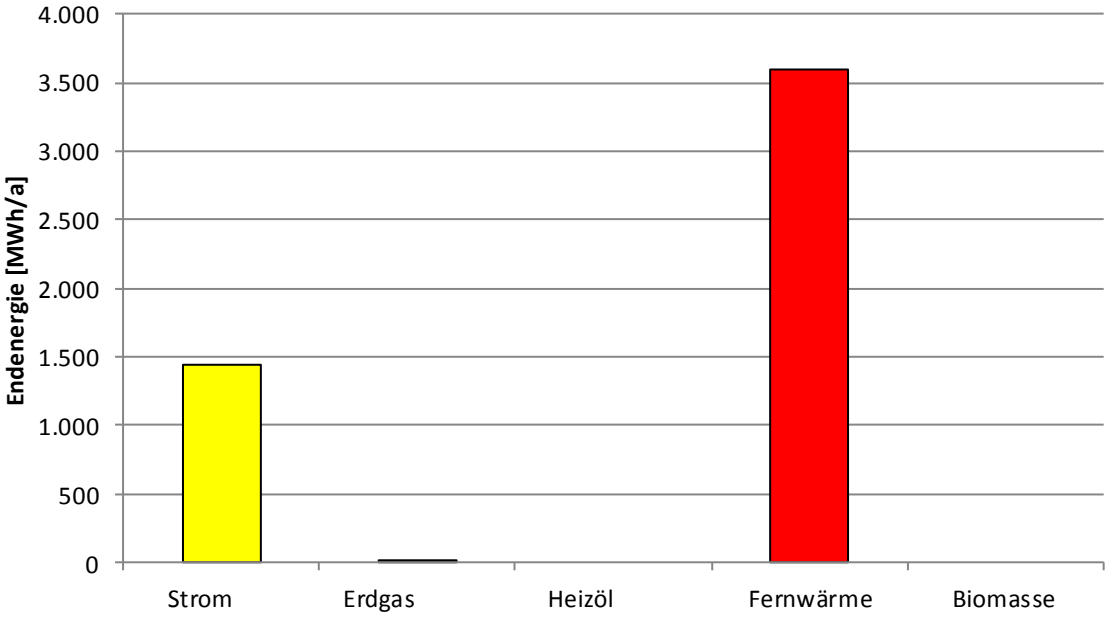


Abbildung 5: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“

Von den rund 1.444 MWh an elektrischer Endenergie werden von der Straßenbeleuchtung in der Markt Wolnzach rund 1.013 MWh benötigt (entspricht rund 70% des gesamten Strombedarfs).

2.4.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die Verteilung des Endenergiebedarfs in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf in der Verbrauchergruppe „GHDIL“ auf rund 40.195 MWh.

Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 22.085 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 18.110 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In Abbildung 6 ist der Endenergieeinsatz in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“ der verschiedenen Endenergieträger dargestellt.

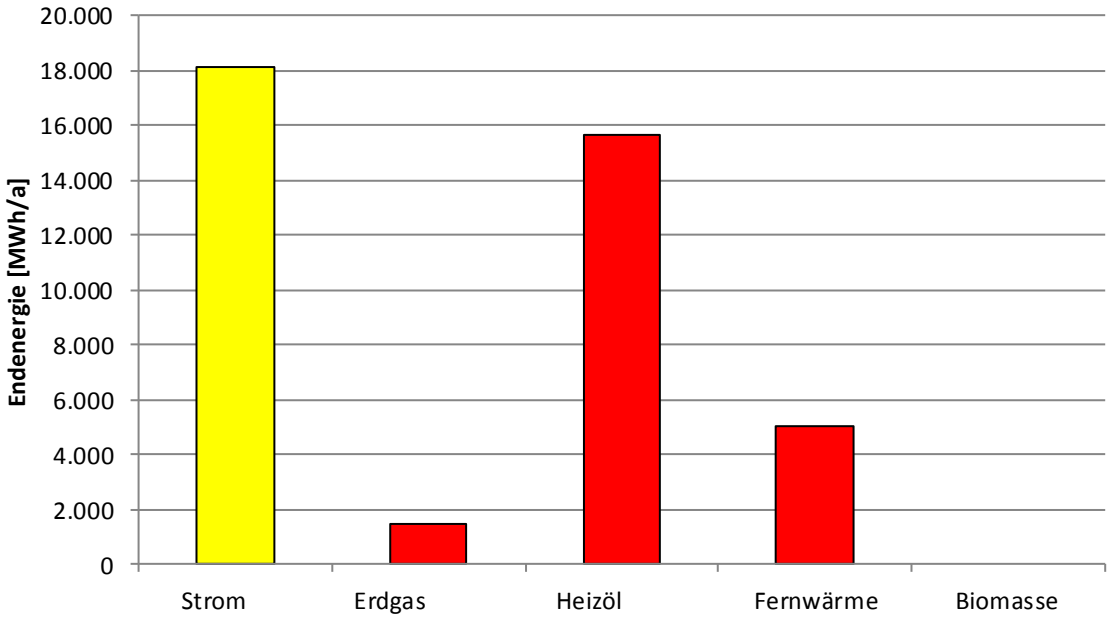


Abbildung 6: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“

2.4.4 Zusammenfassung

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die Verteilung des Endenergiebedarfs im Markt Wolnzach.

In Summe beläuft sich der jährliche Endenergiebedarf im Markt Wolnzach auf rund 147.169 MWh.

Der gesamte Endenergieeinsatz für die Wärmeversorgung beläuft sich jährlich auf rund 107.038 MWh. Zur Deckung des elektrischen Bedarfs werden rund 40.130 MWh Endenergie jährlich benötigt.

In Abbildung 7 ist die Aufteilung des Endenergieverbrauchs in die einzelnen Energieträger für die Markt Wolnzach dargestellt.

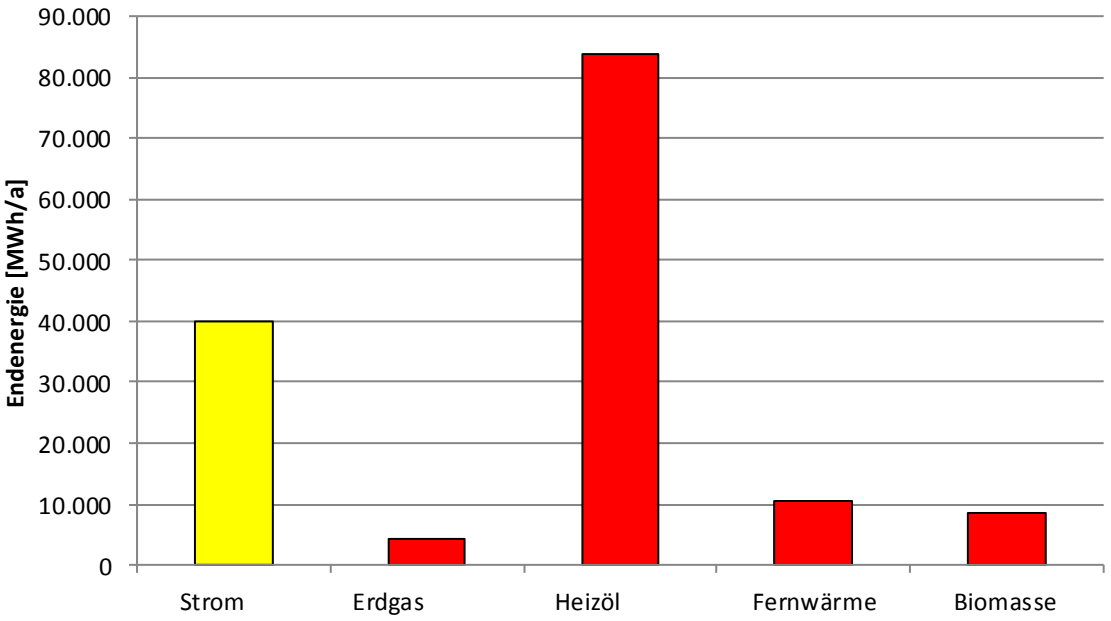


Abbildung 7: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger im Markt Wolnzach

2.5 Der Endenergieeinsatz, Primärenergieeinsatz und der CO_2-Ausstoß im Markt Wolnzach

Anhand der in den vorhergehenden Kapiteln dargestellten Endenergieverbrauchsdaten der jeweiligen Verbrauchergruppen und der zugehörigen Zusammensetzung nach Energieträgern wird nachfolgend der CO_2-Ausstoß im Ist-Zustand (Ausgangslage) berechnet.

Bei der Darstellung der CO_2-Emissionen gibt es grundsätzlich eine Vielzahl unterschiedlicher Herangehensweisen. Bislang existiert bei der kommunalen CO_2-Bilanzierung keine einheitliche Methodik die anzuwenden ist, bzw. angewendet wird. Die Thematik der CO_2-Bilanz gewinnt jedoch gerade wieder entscheidend an Präsenz, da diese ein wichtiges Monitoring-Instrument für den kommunalen Klimaschutz darstellt. Bei den nachfolgenden Berechnungen zum CO_2-Ausstoß werden die CO_2-Emissionen nach CO_2-Emissionsfaktoren für die verbrauchte Endenergie der entsprechenden Energieträger berechnet. Die Emissionsfaktoren wurden vom IfE nach GEMIS berechnet.

Tabelle 3: Die CO_2-Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger

CO_2-Äquivalente nach GEMIS 4.7 - eigene Berechnungen IfE; 01/2012			
Brennstoff	**CO_2-Äquivalent (Gesamte Prozesskette) [g/kWh]**	**Primärenergiefaktoren (nicht erneuerbarer Anteil) [kWh_{prim}/kWh_{end}]**	**Bemerkung**
Erdgas	252	1,1	Erdgas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl EL	316	1,1	Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl S	323	1,1	Schweres Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Kohle	387	1,1	Steinkohlebriketts ab Fabrik
Kohle	433	1,1	Kohle-Briketts beim Endverbraucher für Heizzwecke
Flüssiggas	264	1,1	Flüssiggas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Strom	572	2,8	Bonus für Substitution von Netzstrom auf Niederspannungsebene
Strom	566	2,4	Dt. Strommix 2010
Biogas	111	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawaRo) ohne Landnutzungsänderungen
Biomethan	131	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawRo) ohne Landnutzungsänderungen, Einspeiseanlae 500 m³/h, Druckwechsel/PSA-Konzept
Palmöl	203	0,5	Palmölproduktion ohne Landutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Rapsöl	180	0,5	Rapsölproduktion ohne Landutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Holzpellets	23	0,2	Holzpellets beim Endverbraucherfür Heizzwecke
Hackschnitzel	23	0,2	Hackschnitzel beim Endvebraucher für Heizzwecke
Scheitholz	17	0,2	Stückholz beim Endverbraucher für Heizzwecke
Bezugsgröße: kWh Endenergie, Heizwert Hi			

Im Untersuchungsgebiet wurde eine umfangreiche Bestandsanalyse der Energieverbrauchsstruktur und des Energieumsatzes durchgeführt. Darauf aufbauend wurde der CO_2- Ausstoß in den jeweiligen Verbrauchergruppen im Ist-Zustand berechnet. Die Situationsanalyse stellt somit die Basis für das weitere Vorgehen einer Potentialbetrachtung zur Reduzierung des CO_2-Ausstoßes dar.

In Abbildung 8 ist die ermittelte Energiebilanz mit Endenergie, Primärenergie und dem gesamten CO_2-Ausstoß mit den bereits genutzten Anteilen an erneuerbaren Energieträgern für das Betrachtungsgebiet dargestellt.

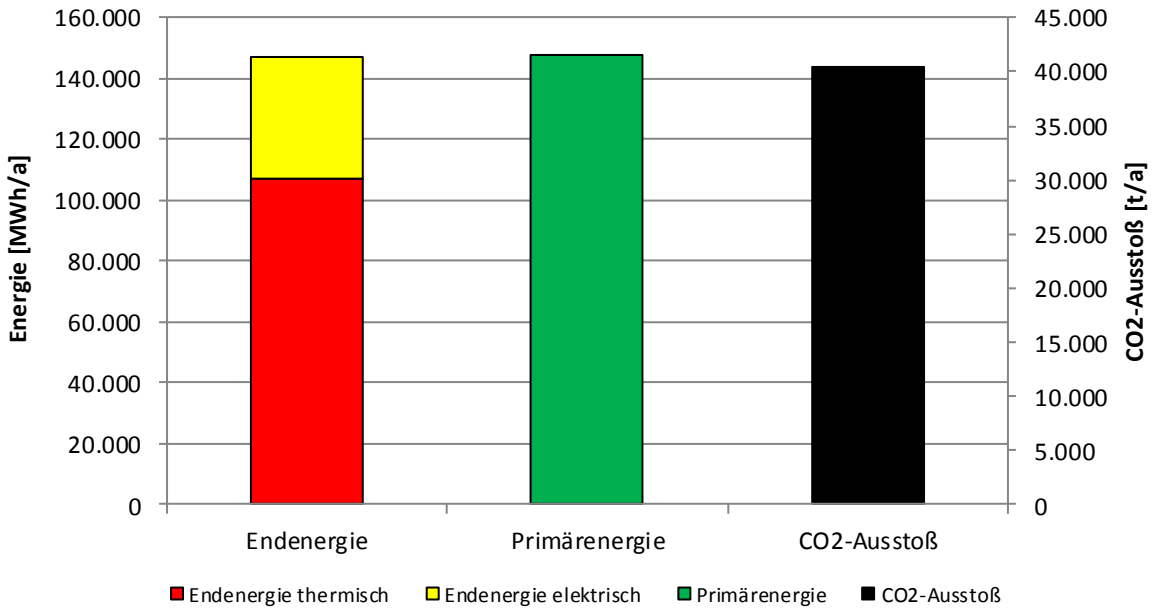


Abbildung 8: Der CO_2-Ausstoß im Ist-Zustand

Der Endenergieverbrauchsstruktur zufolge entstehen in der

- ➔ Verbrauchergruppe „private Haushalte“ rund 34.395 Tonnen jährlicher CO_2- Ausstoß,
- ➔ durch den Verbrauch in den „kommunalen Liegenschaften“ rund 831 Tonnen
- ➔ der Sektor „GHDIL“ verursacht einen Ausstoß von rund 15.665 Tonnen
- ➔ Durch die Einspeisung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien wird insgesamt gleichzeitig ein Ausstoß von rund 11.000 Tonnen pro Jahr vermieden

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch resultieren unter Berücksichtigung der Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energien ein Ausstoß von rund 40.400 Tonnen CO_2 pro Jahr.

Dies entspricht einem jährlichen CO_2-Ausstoß pro Kopf von rund 3,7 Tonnen

Hinweis: Bei der vorher beschriebene CO_2-Bilanzierung sind die CO_2-Emissionen der Mobilität (Verkehr) nicht mit berücksichtigt. Der CO_2-Ausstoß in Höhe von rund 3,7 Tonnen pro Einwohner resultiert lediglich aus den elektrischen und thermischen Energieverbräuchen.

3 Wärmekataster des Markts Wolnzach

Aufbauend auf den detaillierten Verbrauchsdaten des Ist-Zustandes wird für den Markt Wolnzach ein Wärmekataster entwickelt. Mithilfe des Wärmekatatasters werden die nachfolgenden Potentiale (Energieeffizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung, Erneuerbare Energien) ermittelt und anschließend detaillierte Maßnahmen (u.a. Nahwärmenetze) unter ökologischen und ökonomischen Aspekten betrachtet.

Das Wärmekataster für den Markt Wolnzach zeigt auf, in welchen Straßen ein hoher bzw. ein niedriger Wärmebedarf vorliegt und stellt die Wärmebelegung straßenweise dar. Dazu ist eine Reihe von Daten notwendig, die zusammengeführt werden müssen, um ein ausdrucksstarkes Wärmekataster zu erhalten.

Mithilfe eigener Berechnungen, den Straßen zugeordneten Erdgasverbrauchswerten, den detaillierten Verbräuchen der kommunalen Liegenschaften und den Fragebögen der Gewerbetreibenden kann eine spezifische Wärmebelegung je Straße errechnet werden.

Die Wärmebelegungsdichte pro Straße erhält man durch Division des Wärmebedarfs mit der dazugehörigen gesamten Netzlänge. Die gesamte Netzlänge, die zur Erschließung der Liegenschaften notwendig ist, erhält man durch Addition der Länge der betrachteten Straße und einer Pauschale von rund acht Meter pro Hausanschlussleitung.

Nach Bestimmung der Wärmebelegungsdichten der einzelnen Straßen im Ortsgebiet von Wolnzach werden diese digitalisiert. Die Wärmebelegung gibt an, wie viele Kilowattstunden Nutzwärme pro Meter Trasse und Jahr umgesetzt werden. Je höher die Wärmebelegung, desto „dichter“ ist das Netz, desto mehr Wärme wird bezogen auf die Länge abgesetzt. Je höher die Wärmebelegung, desto niedriger ist der prozentuale Wärmeverlust und desto wirtschaftlicher lässt sich ein Wärmenetz betreiben. Als Richtwert (Literatur- und Erfahrungswert) gilt eine Wärmebelegung von größer 1.500 kWh/(m a). Wird eine niedrigere Wärmebelegung für ein Netz ermittelt, lässt sich meist kein wirtschaftlicher Betrieb realisieren.

Um die Höhe der spezifischen Wärmebelegung deutlich zu machen, wird eine farbliche Abstufung vorgenommen, wie in Tabelle 4 ersichtlich ist.

Tabelle 4: Abstufung der Wärmebelegung und Einfärbung im Wärmekataster

spezifische Wärmebelegung	Farbe
< 1499 kWh/m*a	keine Einfärbung
1500 - 2499 kWh/m*a	gelbe Einfärbung
2500 - 3499 kWh/m*a	orange Einfärbung
> 3500 kWh/m*a	rote Einfärbung

Um eine bessere Aussage treffen zu können, wie sich die Wärmebelegung bei unterschiedlichen Anschlussdichten verhält, wird die spezifische Wärmebelegung für mehrere Anschlussdichten errechnet.

In Abbildung 9 ist auszugsweise der Wärmekataster des Markts Wolnzach bei einer Anschlussdichte von 100 % dargestellt.

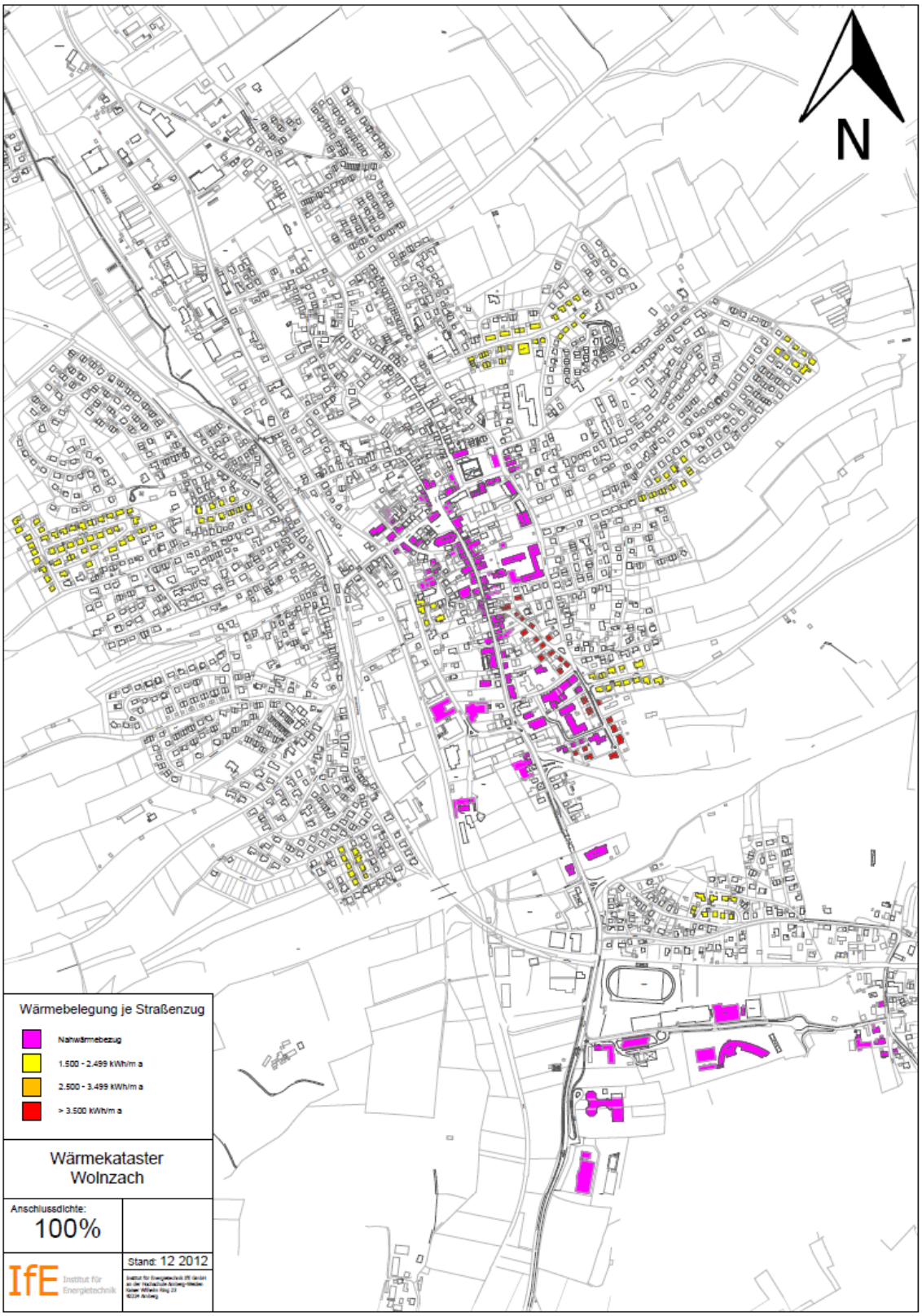


Abbildung 9: Wärmekataster des Markts Wolnzach bei einer Anschlussdichte von 100 % (Auszug)

4 Potentialbetrachtung der Energieeffizienzsteigerung bzw. Energieeinsparung

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

4.1 Potentialbetrachtung im Bereich Private Haushalte

4.1.1 Endenergieeinsparungen im thermischen Bereich

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

- **Szenario 1**:

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

- **Szenario 2**:

  Es wird ab dem Jahr 2011 mit einer mittleren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr auf den EnEV 2009 Standard gerechnet. Die Betrachtung wird hierbei bis zum Jahr 2030 durchgeführt. Dieses Szenario stellt eine ehrgeizige, aber realistische Aufgabe dar. Die mittlere Sanierungsrate in Deutschland liegt derzeit lediglich bei rund 1 %. *[http://www.enef-haus.de/fileadmin/ENEFH/redaktion/PDF/Befragung_EnefHaus.pdf]*

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Wohngebäude im Marktgebiet Wolnzach durch eine EnEV 2009 Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % in den nächsten 20 Jahren um rund 20.080 MWh gesenkt werden.

Durch eine Sanierung aller Wohngebäude nach EnEV-Standard bis zum Jahr 2030 könnte der thermische Endenergiebedarf um rund 40.827 MWh gesenkt werden.

Das Ergebnis der Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden im Marktgebiet Wolnzach ist in Abbildung 10 dargestellt.

Abbildung 10: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden

Die erwarteten Kosten für das Szenario 2 belaufen sich auf rund 83.000.000 € in den nächsten 20 Jahren. Dies entspricht einer jährlichen Summe von rund 4.100.000 €.

4.1.2 Reduzierung des Stromverbrauchs bzw. Effizienzsteigerung

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO_2-Ausstoßes bei. Nachfolgend werden einige Energiesparmaßnahmen aufgezeigt:

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

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** in den privaten Haushalten ist davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 20 % des derzeitigen Stromverbrauchs in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann.

4.1.3 Zusammenfassung

Durch konsequentes Umsetzen der im Anhang aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs in den privaten Haushalten, ist davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 20 % des derzeitigen Stromverbrauchs in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann. Bei einer Umsetzung bis zum Jahr 2031 müsste eine jährliche Einsparung von 1 Prozentpunkt erreicht werden.

Die EU-Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU, in der Energieversorger verpflichtet werden, Maßnahmen zu ergreifen, dass ihre Kunden jährlich mind. 1,5 % an Energie einsparen, wird mit dieser Maßnahmen nicht vollständig erreicht.

Absolut würde sich hierdurch – ausgehend vom derzeitigen Verbrauch von 20.576 MWh pro Jahr – im Bereich der privaten Haushalte ein Einsparpotential von rund 4.115 MWh pro Jahr an elektrischer Endenergie pro Jahr ergeben.

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

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Wohngebäude in der Markt Wolnzach durch einen EnEV 2009 Sanierung mit einer von Experten als technisch und wirtschaftlich machbaren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr (bis zum Jahr 2030) im Vergleich zum Ist-Zustand (rund 81.330 MWh) um rund 20.080 MWh gesenkt werden.

4.2 Potentialbetrachtung im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie

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

Eine genaue Analyse der Energieeinsparpotentiale kann nur durch ausführliche Begehung sämtlicher Betriebe und umfangreiche Erhebungen erfolgen. Zudem beeinflussen die konjunktur- und strukturbedingten Entwicklungen den Energieverbrauch erheblich. Die Ermittlung der Einsparpotenziale im Strom- und Wärmebereich erfolgt an Hand bundesweiter Potenzialstudien, eigener Berechnungen nach Erfahrungswerten, sowie der Annahme einer allgemein umsetzbaren jährlichen Effizienzsteigerung.

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

4.2.1 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

Maschinen- , Anlagen- und Antriebstechnik

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

Die möglichen Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Maschinen-, Anlagen und Antriebstechnik werden in Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt. Die Potentiale wurden hierbei dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“ entnommen. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt]*

Folglich können die nachfolgend aufgeführten Einsparpotentiale nur als durchschnittliche Werte gesehen werden, die in der tatsächlichen Umsetzung deutlich abweichen können. Eine ausführliche Beschreibung der Effizienzsteigerungen ist im Anhang, Kapitel Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]*

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

Beleuchtung

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

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

- modernen Spiegelrasterleuchten
- elektronischen Vorschaltgeräten
- Dimmern

kann dieser Anteil, wie in Abbildung 11 dargestellt, um bis zu 80 % gesenkt werden.

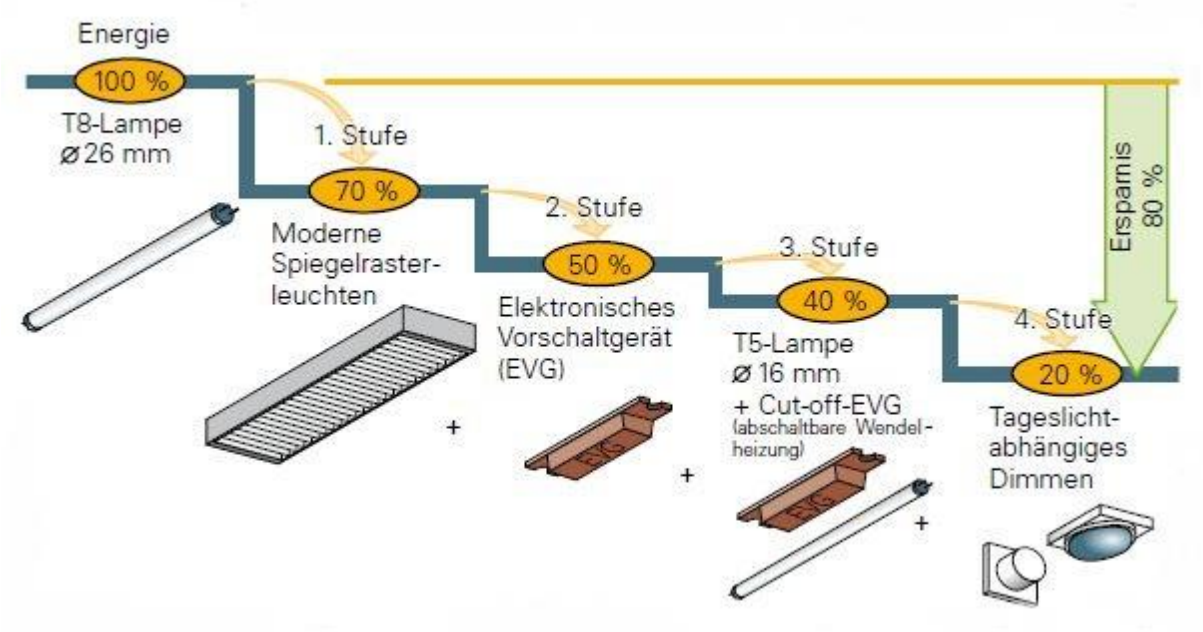


Abbildung 11: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung

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

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

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

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

4.2.3 Zusammenfassung

Der thermische Endenergieverbrauch für die Verbrauchergruppe Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie beläuft sich im Ausgangszustand auf etwa 22.085 MWh/a. Der elektrische Endenergieverbrauch beläuft sich im Ist-Zustand auf rund 18.110 MWh/a.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **thermische** Endenergiebedarf bei einer jährlichen Effizienzsteigerung von 1,25 in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2031 um insgesamt 25% verringert werden, was einer Einsparung von 5.521 MWh Endenergie ergibt.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **elektrische** Endenergiebedarf bei einer konservativ eingeschätzten, jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5 Prozentpunkten (EU-Energieeffizienzrichtlinie) in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2031 um insgesamt 30 % verringert werden, was einer Einsparung von 5.433 MWh Endenergie ergibt.

Hinweis

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

4.3 Potentialbetrachtung im Bereich Kommunale Liegenschaften

Aus Sicht der EU und des Bundes kommt den Städten und Kommunen eine zentrale Rolle bei der Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen zu. Nur auf kommunaler Ebene besteht die Möglichkeit einer direkten Ansprache der Akteure. Die Motivation zur eigenen Zielsetzung und Mitwirken bei der Reduktion der CO_2-Emissionen für die Städte und Kommunen kann dabei auf mehrere Ebenen untergliedert werden:

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

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

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

4.3.1 Energetische Gebäudesanierung und Wärmedämmung

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

Der Markt Wolnzach gestaltet derzeit den Kindergarten neu und legt beispielsweise hier größten Wert auf den effizienten Einsatz von thermischer und elektrischer Energie.

Um, obwohl bereits in den letzten Jahren ein Teil der kommunalen Liegenschaften energetisch saniert worden ist, ein Potential hinsichtlich Gebäudesanierung und Wärmedämmung ausweisen und die Vorreiterrolle einnehmen zu können, wird bei den kommunalen Liegenschaften die Sanierungsquote der privaten Haushalte übernommen, wodurch eine Einsparung des thermischen Energieverbrauchs von rund 25 % erreicht wird. Es ergibt sich somit eine Einsparung an thermischer Endenergie von rund 895 MWh/a bezogen auf das Jahr 2011 (Ist-Zustand rund 3.623 MWh/a im Jahr 2011).

4.3.2 Reduzierung des Stromverbrauchs bzw. Effizienzsteigerung

In Anlehnung an die Energieeffizienzrichtlinie kann die Verbrauchergruppe der kommunalen Liegenschaften 30 % des aktuellen Stromverbrauchs einsparen. Es ergibt sich somit eine Einsparung an elektrischer Endenergie von rund 433 MWh/a bezogen auf das Jahr 2011 (Ist-Zustand rund 1.444 MWh/a im Jahr 2011).

4.3.3 Zusammenfassung

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des elektrischen Energieverbrauchs bei den kommunalen Liegenschaften könnte der Stromverbrauch von aktuell 1.444 MWh auf rund 1.011 MWh reduziert werden (entsprechend einer Einsparung von 30%).

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der kommunalen Liegenschaften in der Markt Wolnzach durch eine energetische Sanierung um rund 25% bis zum Jahr 2030 gesenkt werden. Dies entspricht einer Einsparung von rund 895 MWh pro Jahr.

4.4 Zusammenfassung

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

Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotentiale

		Endenergie Ist-Zustand [MWh/a]	Maßnahme	Einspar-potential [%]	Einspar-potential [MWh/a]	Endenergie Soll-Zustand [MWh/a]
Private Haushalte	Endenergie thermisch	81.330	Wärmedämmung Sanierungsrate 2 % auf EnEV 2009	25%	20.080	61.250
	Endenergie elektrisch	20.576	Steigerung der Elektroeffizienz	20%	4.115	16.461
Kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	3.623	Wärmedämm-maßnahmen	25%	895	2.728
	Endenergie elektrisch	1.444	Steigerung der Elektroeffizienz	30%	433	1.011
Industrie	Endenergie thermisch	22.085	Effizienzsteigerung	25%	5.521	16.564
	Endenergie elektrisch	18.110	Effizienzsteigerung	30%	5.433	12.677
Summe	**Endenergie gesamt**	**147.169**			**36.478**	**110.691**

Im Bereich der elektrischen Endenergie ergibt sich ausgehend vom Ist-Zustand (rund 40.130 MWh/a) eine Einsparung von rund 9.982 MWh/a bzw. rund 25%.

Im Bereich der thermischen Endenergie ergibt sich ausgehend vom Ist-Zustand (rund 107.038 MWh/a) eine Einsparung von rund 26.496 MWh/a bzw. rund 25%.

5 Das Angebotspotential der Erneuerbaren Energien

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

In dieser Studie werden insbesondere Wind- und Wasserkraft, Verfügbarkeit von Biomasse sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitstäbe ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann. Abbildung 12 gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebots.

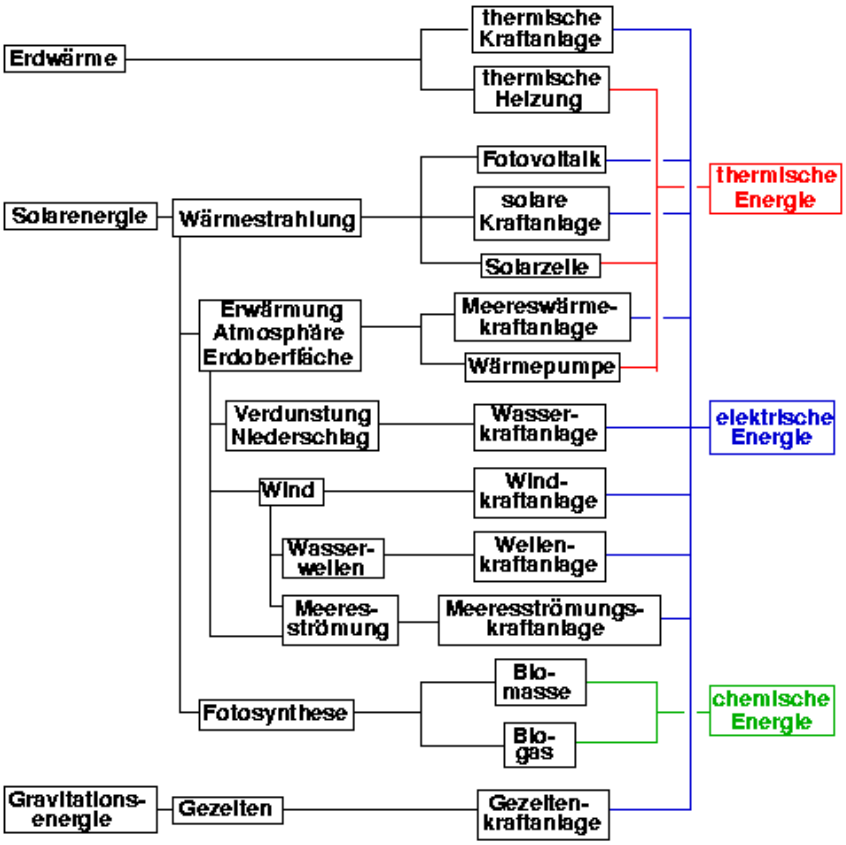


Abbildung 12: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen

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

5.1 Potentialbegriff

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

In dieser Studie werden insbesondere die Verfügbarkeit von Biomasse sowie die direkte Sonnenstrahlung genauer betrachtet. Einen Sonderfall stellt die Geothermie dar, die ebenfalls zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt wird, da sie für menschliche Zeitstäbe ebenfalls als unerschöpflich angesehen werden kann. Abbildung 13 gibt eine Übersicht der Möglichkeiten zur Nutzung des regenerativen Energieangebotes.

Ursache	Primärwirkung	Sekundärwirkung	Anlagen	Nutzenergie
Sonne: Solarstrahlung	Erwärmung der Erdoberfläche	Verdampfung, Schmelzen	Wasserkraftwerke	Strom
		Luftbewegung: Wind, Wellen	Windkraftwerke	Strom
			Wellenkraftwerke	Strom
		Meeresströmung	Strömungskraftwerke	Strom
		Temperaturgradient	Meereswärmekraftwerke	Strom
			Wärmepumpen	Wärme
	Direkte Solarstrahlung	Photoelektrischer Effekt	Photovoltaikkraftwerke	Strom
		Erwärmung	Solarthermische Kraftwerke	Wärme
		Photolyse	Photolyseanlagen	Brennstoffe
		Photosynthese	Biomassegeminnung und-verarbeitung	Brennstoffe
Erde	Erdwärme		Geothermiekraftwerke	Strom, Wärme
Mond	Gravitation	Gezeiten	Gezeitenkraftwerke	Strom

Abbildung 13: Die Möglichkeiten der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen
[Quelle: www.wissenschaft-technik-ethik.de; eigene Darstellung]

5.2 Direkte Nutzung der Sonnenenergie

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

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

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

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

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

Mithilfe der Anzahl der Wohngebäude aus der Statistik Kommunal, den vorhandenen Dächern der Gewerbe/Industriebetrieben, der Auswertung von Luftbildaufnahmen und unter Berücksichtigung der erläuterten Annahmen kann die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeignete Dachfläche (Modulfläche) bestimmt werden. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Betrachtungsgebiet auf rund 146.000 m².

Ausgehend vom heutigen Stand der Technik kann bei der Verwendung von monokristallinen PV-Modulen zur solaren Stromproduktion von einem Flächenbedarf von rund 7,5 m^2/kW_p ausgegangen werden. Mit einer solarthermischen Anlage können pro m² Kollektorfläche ca. 350 kWh Wärme pro Jahr bereitgestellt werden. Jedoch kann dieser technische Vorteil nur bedingt genutzt werden, da die schlechte Transportfähigkeit und die mangelnde Speicherfähigkeit einen Durchbruch dieser Technik erschweren. So ist beispielsweise die Wärmeerzeugung in den Sommermonaten am höchsten, während der Wärmebedarf erst in den Wintermonaten merklich ansteigt.

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

Für die weiteren Berechnungen wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- **Photovoltaik (Aufdach)** → **mittl. jährlicher Ertrag:** **900 kWh_{el}/kW_p**
- **Solarthermie** → **mittl. jährlicher Ertrag:** **350 kWh_{th}/m^2**

Szenario

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

Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel von 60 % des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Der Warmwasserbedarf kann mit verschiedenen Annahmen abgeschätzt werden. Ausgehend von einem spezifischen Warmwasserbedarf von 12,5 kWh_{th}/m^2_{WF}*a ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Warmwasserwärmebedarf von rund 6.258 MWh_{th}, von dem rund 3.755 MWh_{th} durch Solarthermie gedeckt werden sollen (entsprechend 50 %). Um die Randbedingung des 60 prozentigen Deckungsgrades zu erreichen, werden insgesamt rund 12.517 m^2 an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche stellt gleichzeitig das Gesamtpotential für die Solarthermie dar.

Derzeit sind im Betrachtungsgebiet Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund 1.336 m^2 bereits installiert.

Zur Erreichung des oben definierten Gesamtpotentials müssen demnach noch 11.181 m² zugebaut werden (solarthermisches Ausbaupotential).

Ausgehend von der Annahme, dass die benötigten Solarthermie-Kollektoren installiert werden, ergibt sich eine maximale nutzbare Restdachfläche für Photovoltaikmodule von 133.000 m². Nachfolgend wird das realistische Szenario betrachtet, falls **lediglich 75 %** dieser grundsätzlich für Photovoltaik geeigneten Dachfläche belegt werden (entspricht rund 100.000 m²). In der weiteren Betrachtung wird diese Fläche zur Ermittlung des PV-Ausbaupotentials herangezogen. In Summe können auf dieser Modulfläche Photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung in Höhe von rund 13.330 kW_p installiert werden. Im Jahr 2011 sind bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund 8.356 kW_p installiert. Das Ausbaupotential beträgt folglich noch rund 4.974 kW_p. Hierdurch können jährlich rund 11.997 MWh an Strom produziert werden.

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

Tabelle 7: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik

Solarthermie und Photovoltaik	
geeignete Modulfläche im Gemeindegebiet (Dachneigung, Denkmalschutz, etc.)	146.000 m^2
Warmwasserbereitung durch Solarthermie	
(60% des WW-Bedarfes der Privaten Haushalte)	
Erforderliche Kollektorfläche	12.517 m^2
bereits installiert	1.336 m^2
Ausbaupotential	11.181 m^2
→ gesamte Wärmeproduktion	**3.755 MWh/a**
Stromproduktion durch Photovoltaik	
(75% der übrigen geeigneten Dachfläche)	
Gesamtpotential	13.330 kW_p
bereits installiert	8.356 kW_p
Ausbaupotential	4.974 kW_p
→ gesamte Stromproduktion	**11.997 MWh/a**

5.3 Biomasse

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

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

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

Im Rahmen dieser Studie wird unter Biomassepotential das Potential an

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

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

5.3.1.1 Forstwirtschaft

Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potentials an Primärenergie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von etwa 7,5 Festmetern je ha und Jahr ausgegangen. *[Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Pfaffenhofen]*

Nach Rücksprache mit dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Pfaffenhofen steht in der Markt Wolnzach eine Waldfläche von rund 2.276 ha zur Verfügung, was einem Anteil von rund 25% an der Gesamtfläche entspricht. Das jährliche Potential an Energieholz wird hierbei auf rund 32.433 MWh pro Jahr prognostiziert.

Bei dem so zur Verfügung stehenden Potential an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Insofern besteht ein Konkurrenzverhältnis zwischen Holz zur stofflichen Anwendung bzw. Verwertung und Holz zur

energetischen Nutzung. In Abbildung 14 sind die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten dargestellt.

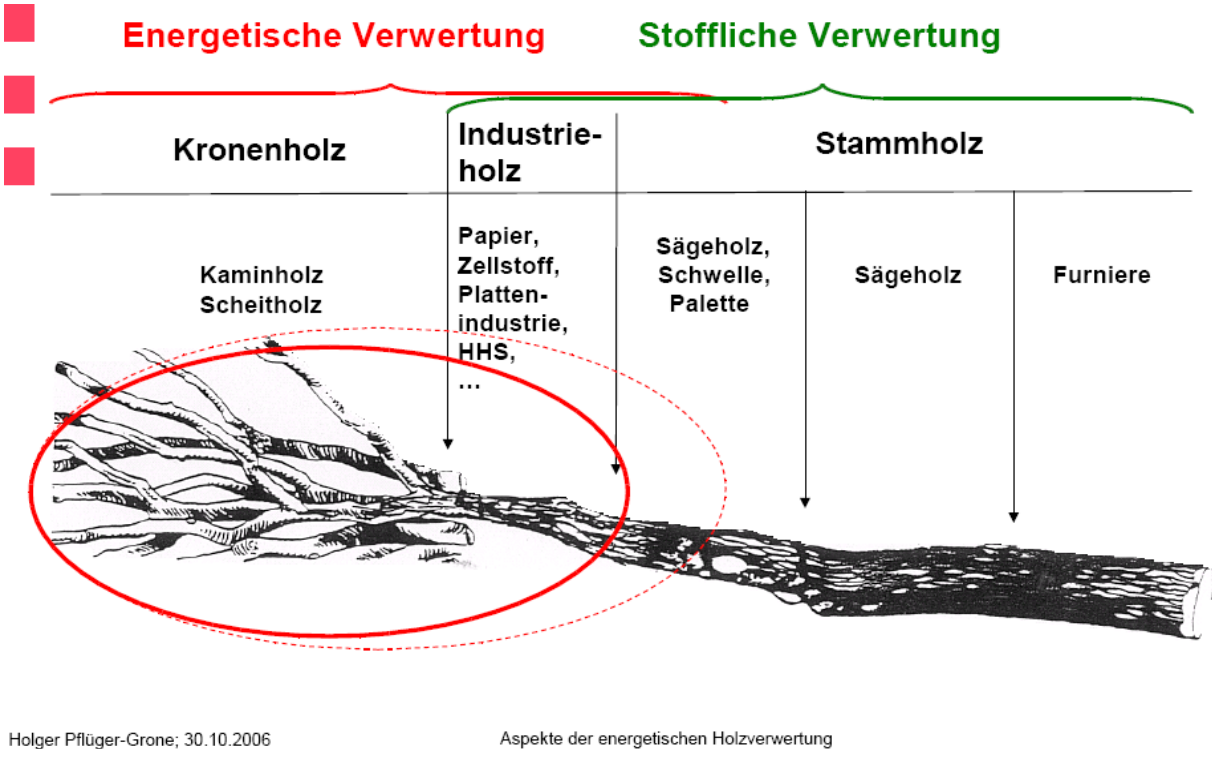


Abbildung 14: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz
[Quelle: Pflüger-Grone Holger; Aspekte der energetischen Holzverwertung]

Brennholz, Sägenebenprodukte, Industrierestholz

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

Das nutzbare Gesamtpotential (Holzbrennstoffertrag) beläuft sich auf rund 9.730 MWh/a.

Landschaftspflegeholz

Landschaftspflegeholz (Holz aus öffentlichem und privatem Baum-, Strauch- und Heckenschnitt) unterliegt keiner sonstigen Nutzung und steht somit – theoretisch – komplett zur Verfügung. Unter der Annahme eines jährlichen Anfalls an Landschaftspflegeholz von rund 153 kg pro Einwohner entspricht dies einem Energieertrag von rund 3.708 MWh pro Jahr. *[Quelle: Abfallbilanz Bayern]*

Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro Einwohner und Jahr fallen im Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm rund bis 24,4 kg Altholz an. Bezogen auf die Einwohnerzahl in der Markt Wolnzach steht dadurch ein Energieertrag von rund 1.075 MWh jährlich zur Verfügung. Die Hälfte davon wird der Holzindustrie zugeführt. Demnach stehen 613 MWh zur energetischen Nutzung zur Verfügung. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt]*

Zusammenfassung

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

Tabelle 8: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz

Energiebereitstellung	**[MWh/a]**	
Nachwuchs auf gesamter Waldfläche *(rund 2.300 ha; regenerativer Nachwuchs ca. 7,5 Fm/ha x a)*	32.433	
davon als Brennholz nutzbar	9.730	(rund 30%)
zusätzlich:		
Landschaftspflegeholz	3.708	
Altholz	613	
Summe nutzbares Gesamtpotential	**14.051**	**MWh/a**

In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotential an fester Biomasse für das Gesamtgebiet rund 14.051 MWh/a.

Aufgrund einer derzeitigen Nutzung von rund 8.580 MWh (Scheitholz und Hackschnitzel im Marktgebiet Wolnzach) pro Jahr ergäbe sich ein Ausbaupotential von rund 5.471 MWh pro Jahr. Aufgrund der Lieferung von Biomasse in das Biomasseheizkraftwerk Wolnzach steht **kein Ausbaupotential** mehr zur Verfügung.

5.3.1.2 Landwirtschaft

Biogas aus Energiepflanzen

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

Bei einer ausgewiesenen landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 5.903 ha im gesamten Betrachtungsgebiet stünden demnach rund 1.181 ha für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung.

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

Die Nutzungsmöglichkeiten dieser Nachwachsenden Rohstoffe zur Energiewandlung sind ebenfalls sehr vielfältig. Eine Möglichkeit der energetischen Nutzung besteht beispielsweise in Biogasanlagen. Das durch Sie erzeugte Biogas kann in sog. BHKW´s (Blockheizkraftwerken) effizient in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Der prognostizierte **Biogasertrag** liegt bei ca. 6.636 m³ pro Hektar. Somit ließe sich mit der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet eine Energiemenge von ca. **42.306 MWh pro Jahr** bereitstellen. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

➔ Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund 16.922 MWh_{el} und 19.038 MWh_{th} bereitgestellt werden können (Grundlage: $\eta_{th} = 0{,}45$; $\eta_{el} = 0{,}40$). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.500 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 2.256 kW.

Biogas aus Gülle

Eine weitere Möglichkeit der energetischen Nutzung in der Landwirtschaft stellt der Reststoff „Gülle“ dar. Eine Großvieheinheit produziert ca. 15 Tonnen Gülle im Jahr. Mit einer Tonne Gülle können in Biogasanlagen ca. 20-30 m³ Biogas erzeugt werden.

Unter der Voraussetzung, dass etwa 40 % der anfallenden Gülle als Input für Biogasanlagen genutzt werden, ergibt sich für das Betrachtungsgebiet derzeit ein Potential von rund 1.145 MWh/a an Biogas.

Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden. Bei angenommenen Nutzungsgraden von $\eta_{el} = 0{,}40$ und $\eta_{th} = 0{,}45$ können somit 458 MWh_{el} sowie 515 MWh_{th} erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 7.500 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 61 kW. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

Zusammenfassung

Im Markt Wolnzach steht ein Gesamtpotential an Energiepflanzen und Gülle zur Installation von Biogasanlagen von insgesamt rund 2.317 kW zur Verfügung. Das Gesamtpotential beinhaltet die energetische Verwertung von Energiepflanzen auf 20 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche, der energetischen Nutzung von rund 40 % des gesamten Gülleanfalls im Betrachtungsgebiet

Tabelle 9: Zusammenfassung Biogaspotential

Potential an Biogas	
Energieträger	
Energiepflanzen	42.306 MWh/a
Gülle	1.145 MWh/a
→Leistung Biogasanlage	**2.317 kW_{el}**
→Stromproduktion gesamt	**17.381 MWh/a**
→Wärmeproduktion gesamt	**19.553 MWh/a**

Hinweis:

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

Hinweis:

Im Jahr 2012 wurde eine Biomethananlage mit einer Leistung von 1.000 Nm³/h in Betrieb genommen. Es werden jährlich rund 75.000 t Mais-, Gras- und Ganzpflanzensilage sowie 35.000 t Hopfenrebenhäcksel eingesetzt. Die aus dem Markt Wolnzach eingesetzte Biomasse wird den Potentialen zugerechnet.

5.4 Windkraftanlagen

Aktuell wird auf Landkreisebene die Etablierung eines regionalen Planungsverbandes zur Nutzung der Windkraft angestrebt. Hier soll überregional die Windkraftnutzung definiert werden. In Absprache mit allen Beteiligten erfolgt im Rahmen dieser Studie keine Potentialbetrachtung zu Windkraftnutzung.

5.5 Zusammenfassung

In nachfolgender Tabelle 10 ist der Ist-Zustand sowie das noch als realistisch anzusehende Ausbaupotential der Erneuerbaren Energien im Markt Wolnzach dargestellt. Das Potential an Geothermie, in diesem Fall die Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Form von Wärmepumpen, wird im Rahmen dieser Studie nicht bewertet.

Tabelle 10: Die Potentiale im Bereich der erneuerbaren Energien

Potential Erneuerbarer Energien		Bestand		Gesamtpotential		Ausbaupotential	
		Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]
Photovoltaik	75% der geeigneten Fläche	7.606	-	11.997	-	4.391	-
Photovoltaik *	Freifläche	-	-	2.500	-	2.500	-
Solarthermie	60% WW-Deckung	-	490	-	3.755	-	3.265
Biomasse	Wald/Altholz/Nebenprod.	-	8.580	-	14.051	-	5.471
Biomasse**	Biomasse-ORC	2.400	10.460	2.400	10.460	-	-
Biogas***	landw. Nutzfläche, Gülle	6.158	3.507	17.381	19.553	11.223	16.047
Wind		Gründung eines regionalen Palnugnsverbandes, Potentiale nicht erhoben.					
Summe EE		**16.164**	**23.037**	**34.278**	**47.819**	**18.114**	**24.783**

* bereits 2012 realisiert

** BMHKW

*** Biomethananlage in 2012

Durch Umsetzung der realistischen Potentiale im Bereich der erneuerbaren Energien könnten zusätzlich jährlich rund 18.114 MWh elektrische Energie und rund 24.783 MWh thermische Energie bereitgestellt werden.

Hinweis:

Das in Tabelle 10 ausgewiesen Potential an hölzerner Biomasse ist aufgrund des Biomasseheizkraftwerkes Wolnzach bereits erschöpft, das Ausbaupotential Biogas wurde bereits im Jahr 2012 erschöpft umgesetzt (Biomethananlage).

6 Gegenüberstellung der Endenergieverbrauchssituation und der CO_2-Bilanz mit den Reduktionspotentialen

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

6.1 Strom

In Abbildung 15 ist die elektrische Endenergieverbrauchssituation im Markt Wolnzach im Ist-Zustand und dem Jahr 2031 gegenübergestellt.

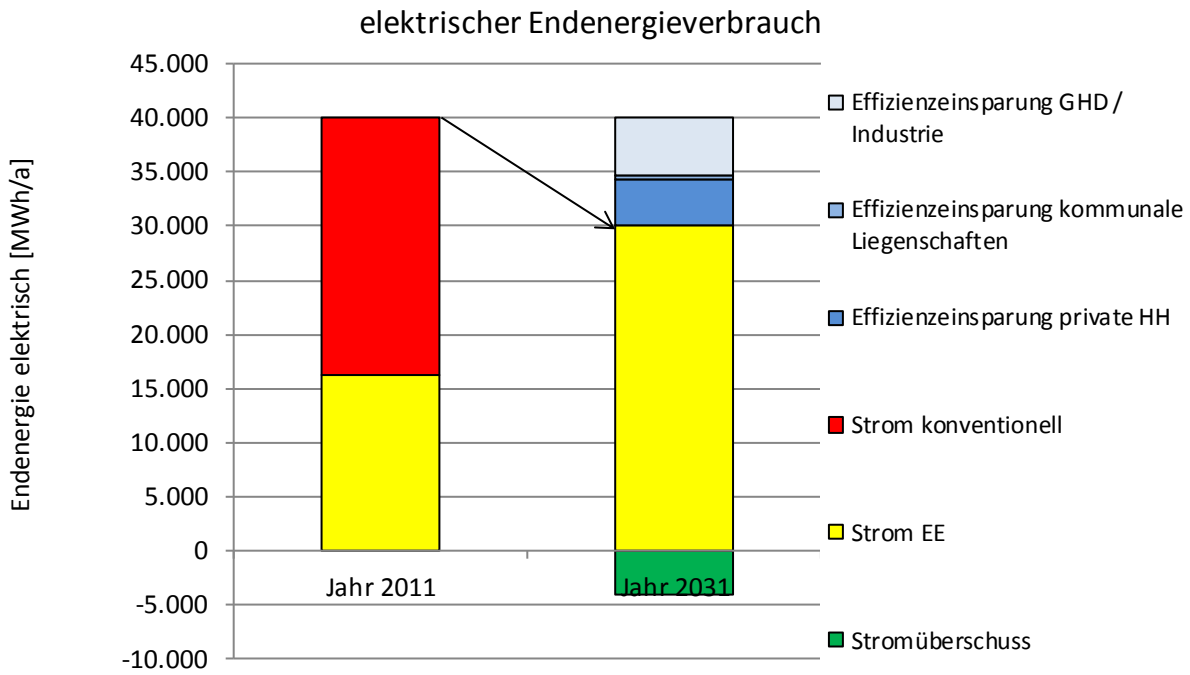


Abbildung 15: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031

Derzeit werden von allen aufgeführten Verbrauchergruppen insgesamt jährlich ca. 40.130 MWh elektrische Endenergie verbraucht. Die Bereitstellung an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Photovoltaik, Biomasse-KWK, etc.), welche im Betrachtungsgebiet bereits erzeugt wird, entspricht einem Anteil von rund 40 % am Gesamtverbrauch.

Bei einer Umsetzung der im Kapitel 4 ermittelten Effizienzsteigerungspotentiale in den einzelnen Verbrauchergruppen, die sich in Summe auf eine Einsparung von jährlich rund 9.982 MWh Endenergie beziffern, ergibt sich eine mittlere Gesamteffizienzsteigerung von rund 25% im Bereich der elektrischen Energie.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an erneuerbaren Energien ist im Jahr 2030 ein Stromüberschuss von rund 4.000 MWh möglich.

Hinweis:

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

6.2 Wärme

In Abbildung 16 ist die thermische Endenergieverbrauchssituation im Markt Wolnzach im Ist-Zustand und dem Jahr 2030 gegenübergestellt.

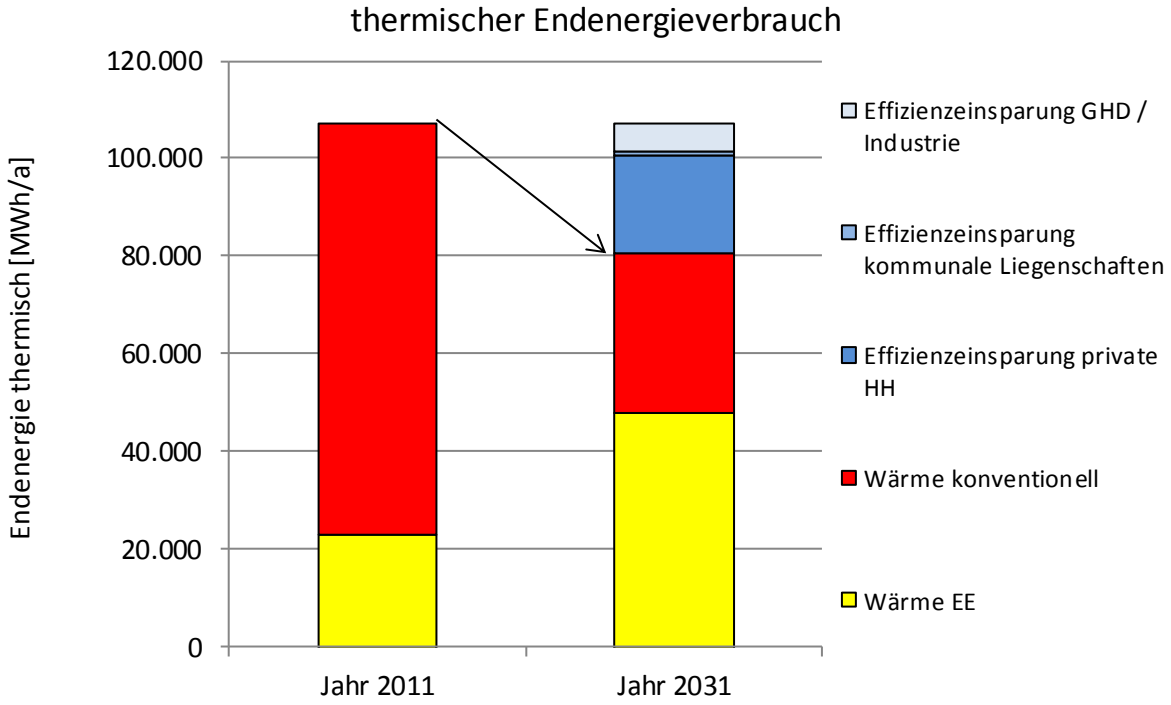


Abbildung 16: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031

Derzeit werden jährlich ca. 107.038 MWh Endenergie für Heizwärme in privaten Haushalten und kommunalen Liegenschaften sowie für Heiz- und Prozesswärme in den Gewerbe- und Industriebetrieben verbraucht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Verbrauch im Ist-Zustand beläuft sich auf rund 22 %.

Ein erhebliches Potential an möglichen Einsparmaßnahmen bietet der Bereich Raumwärme in den privaten Haushalten sowie der Einsparung an Heizenergie für Raum- und Prozesswärme in der Industrie. Eine Sanierung der kommunalen Liegenschaften hat zwar nur geringen Einfluss auf die Gesamtbilanz, dient jedoch als wichtige Vorbildfunktion und Anregung der anderen Verbrauchergruppen. Gemessen am thermischen Gesamtendenergieverbrauch kann in Summe ein Anteil von rund 25% eingespart werden.

Weiteres Potential ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gegeben. Mit dem Ausbau der beschriebenen Potentiale lässt sich die thermische Endenergiebereitstellung im Zieljahr 2031 zu 59% aus heimischen erneuerbaren Energien decken.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an erneuerbaren Energien verbleibt ein Restbedarf von rund 32.723 MWh thermischer Endenergie pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. durch den Zukauf Erneuerbarer Energien (z.B. Biomethan, Biomasse) von außerhalb des Betrachtungsgebietes gedeckt werden muss.

6.3 Die CO_2-Minderungspotentiale

Nach den in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten CO_2-Minderungspotentialen in den einzelnen Verbrauchergruppen, zum einen durch die Endenergieeinsparung – durch Wärmedämmmaßnahmen und diversen Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz – sowie zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch den Ausbau Erneuerbarer Energieträger, kann zusammenfassend das Gesamtminderungspotential dargestellt werden.

In Abbildung 17 ist ausgehend vom ermittelten CO_2- Ausstoß im Ist-Zustand in Höhe von rund 40.379 Tonnen pro Jahr das CO_2-Minderungspotential durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Effizienzsteigerungsmaßnahmen (Energieeinsparung) sowie das Minderungspotential durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger dargestellt.

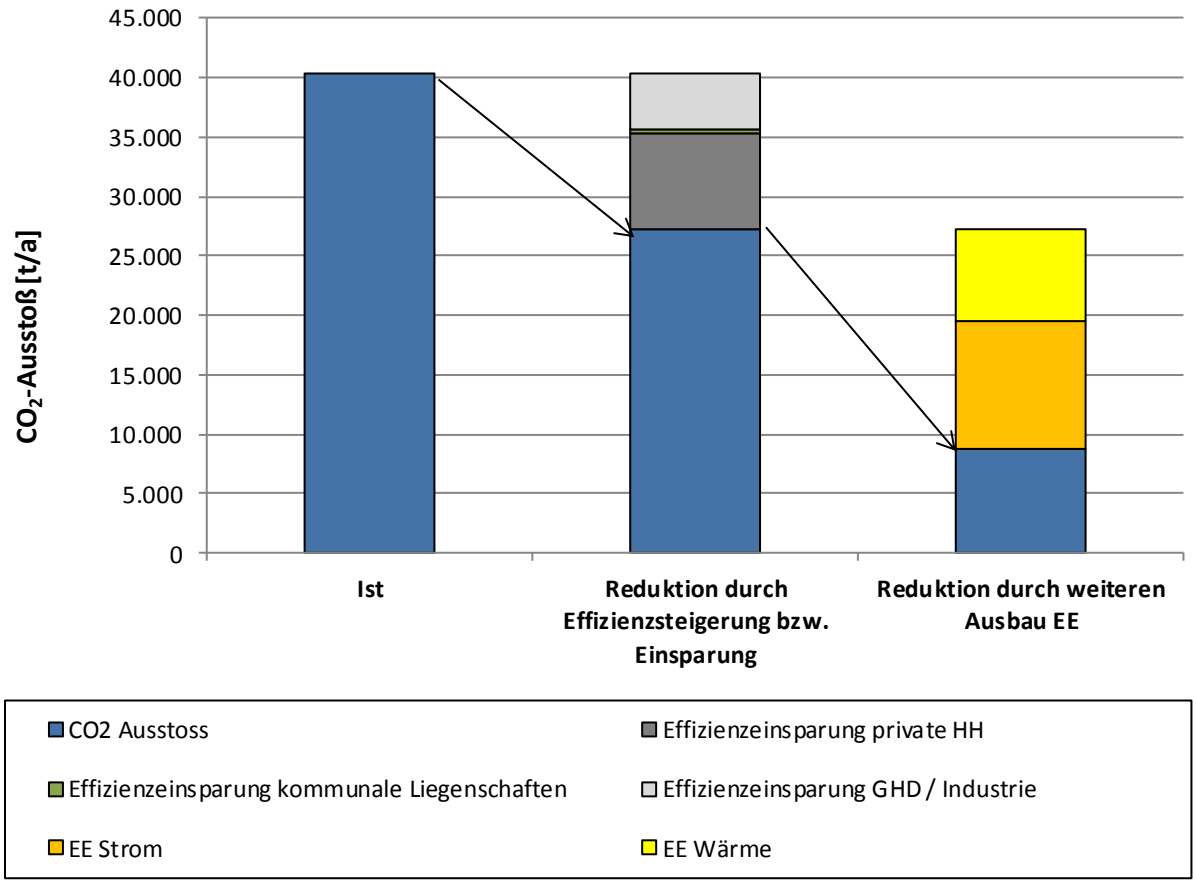


Abbildung 17: Die CO_2-Minderungspotentiale im Markt Wolnzach

Durch die diversen bereits beschriebenen Effizienzsteigerungs- und Einsparmaßnahmen könnte der CO_2-Ausstoß in Summe um ca. 13.144 Tonnen im Jahr reduziert werden. In den einzelnen Verbrauchergruppen könnten die Privaten Haushalte eine Reduktion von 8.090 t/a, die kommunalen und öffentlichen Gebäude eine Reduktion in Höhe von 284 t/a sowie der Sektor GHD / Industrie eine Reduktion von 4.770 t/a dazu beitragen. Der CO_2-Ausstoß kann dadurch um 33% gegenüber dem derzeitigen Ausstoß gesenkt werden.

Hinweis:

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

Das gesamte Ausbaupotential an elektrischer Energie aus Erneuerbaren Energien wird mit ca. 34.278 MWh/a ausgewiesen, wodurch sich ein CO_2-Minderungspotential von 10.742 Tonnen pro Jahr ergibt.

Weitere 7.768 Tonnen CO_2 lassen sich durch den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich der thermischen Nutzung einsparen, wobei jährlich insgesamt 47.819 MWh Endenergie aus heimischen Rohstoffen genutzt werden können.

Das CO_2-Gesamteinsparpotential durch die konsequente Realisierung der beschriebenen Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien liegt demzufolge bei ca. 46% gegenüber dem derzeitigen Ausstoß.

- ➔ **Unter der Ausnutzung sämtlicher dargestellter Minderungspotentiale kann der CO_2-Ausstoß von derzeit rund 40.379 Tonnen/Jahr auf 8.700 Tonnen/Jahr im Zieljahr 2031 reduziert werden, was einer Einsparung von rund 46% entspricht**
- ➔ **Der Pro-Kopf-Ausstoß könnte folglich von aktuell rund 3,7 Tonnen/Einwohner auf rund 0,8 Tonnen pro Einwohner gesenkt werden (ohne Verkehr)**

6.4 Die Entwicklungsszenarien in der Markt Wolnzach

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

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

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

Für die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen und die Abschätzung ob, wann und wie eine bilanzielle Energieautarkie im Marktgebiet Wolnzach zu erreichen ist, wird auf die in den Kapiteln 4 und 5 ausgearbeitete Potentialberechnung zurückgegriffen. Diese stellt das Potential dar, das aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht unter den im Jahr 2011 geltenden Bedingungen erschließbar ist.

Die ermittelten Werte des Bestandes an erneuerbaren Energien für den Markt Wolnzach sind die Ausgangsdaten für die Fortschreibung. Dabei wird nicht jede Technologie einzeln fortgeschrieben, sondern die Summen von Strom und Wärme genutzt. Die Datenberechnung erfolgt für die Jahre 2011, 2020 und dem Zieljahr 2031.

Das Ergebnis des fortgeschriebenen Bestandes und des maximalen Energiepotentials aus Sicht des Jahres 2011 wird mit dem Energiebedarf an Strom und Wärme verglichen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass im Zieljahr 2031 der notwendige Energiebedarf zu 100 % aus erneuerbaren Energien gedeckt wird.

In Abbildung 18 ist der gesamte Strombedarf im Markt Wolnzach für die einzelnen Jahre dargestellt. Durch Effizienzsteigerung und den Umstieg auf moderne Technologien kann der Bedarf an elektrischer Energie von aktuell rund 40.130 MWh auf rund 30.149 MWh im Jahr 2031 gesenkt werden. Die grüne Linie zeigt das Gesamtpotential an Strom aus Erneuerbaren Energien im Marktgebiet, welches aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht als realistisch umsetzbar angesehen wird.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale kann in den nächsten Jahren der gesamt Strombedarf aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Wird das gesamte Ausbaupotential an erneuerbaren Energien ausgeschöpft, entsteht im Jahr 2030 ein Stromüberschuss von rund 4.129 MWh an elektrischer Endenergie pro Jahr, welcher z.B. durch Energiehandel an der Strombörse veräußert oder Stromhandel mit Nachbarkommunen betrieben werden kann.

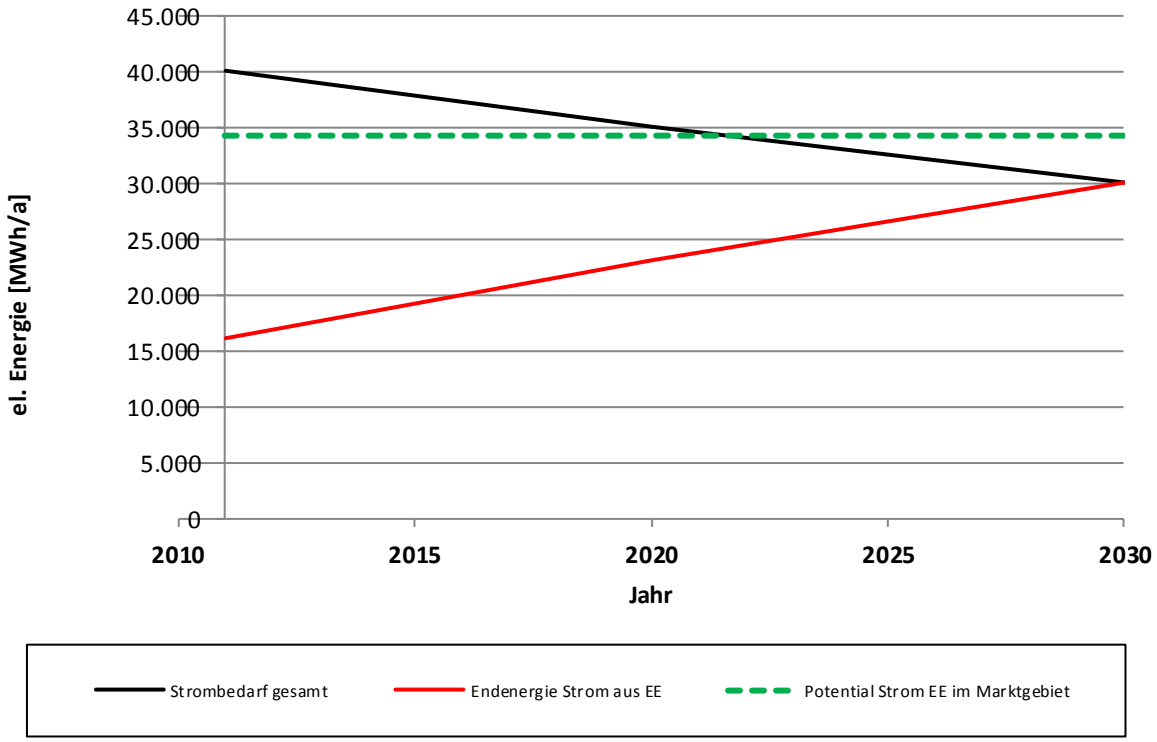


Abbildung 18: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfes und –potentials

Werden die im Jahr 2012 umgesetzten Projekte, insbesondere die Errichtung der Biomethananlage und zweier Freiflächen-PV-Anlagen, mit betrachtet so hat der Markt Wolnzach zum Ende des Jahres 2012 bereits rund 90 % der nachhaltigen Potentiale erschlossen und deckt seinen Strombedarf zu rund 75 % aus Erneuerbaren Energien.

Hinweis: Das Potential an Windkraft ist nicht betrachtet.

In Abbildung 19 ist der gesamte Wärmebedarf im Marktgebiet Wolnzach für die einzelnen Jahre dargestellt. Durch Wärmedämmmaßnahmen und Effizienzsteigerung kann der Wärmebedarf von aktuell rund 107.038 MWh auf rund 80.542 MWh im Jahr 2031 gesenkt werden. Zudem wird die thermische Endenergie aus Erneuerbaren Energieträgern dargestellt (rote Linie), welche im Zieljahr 2031 die komplette Wärmeversorgung darstellen soll. Die grüne Linie zeigt das Wärmepotential aus Erneuerbaren Energien im Marktgebiet, welche aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht als realistisch umsetzbar angesehen wird.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an erneuerbaren Energien verbleibt im Jahr 2030 ein Restbedarf von rund 32.723 MWh an thermischer Endenergie pro Jahr bestehen.

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

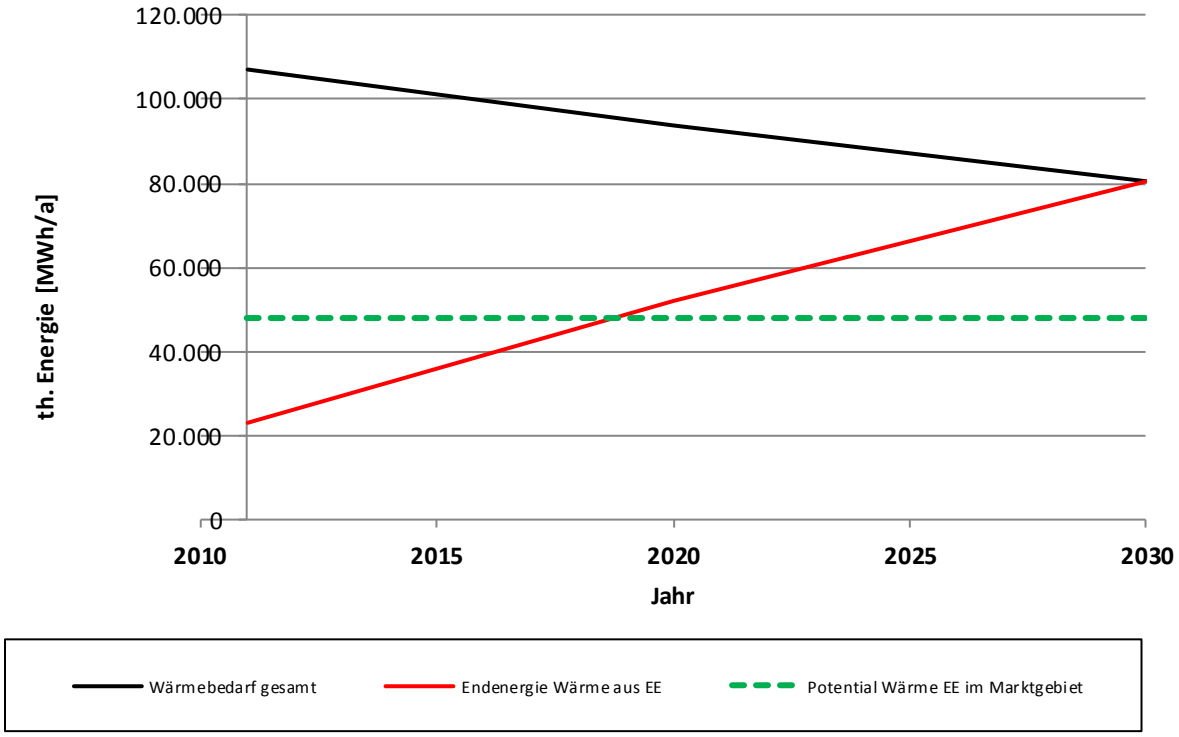


Abbildung 19: Entwicklung des thermischen Energieverbrauchs und –potentials

Werden die im Jahr 2012 umgesetzten Projekte, insbesondere die Errichtung der Biomethananlage mit einbezogen, so hat der Markt Wolnzach zum Ende des Jahres 2012 bereits rund 84% der nachhaltigen Potentiale erschlossen und deckt seinen Wärmebedarf bilanziell zu rund 37% aus Erneuerbaren Energien.

7 Ausarbeitung von Detailmaßnahmen - Nahwärmeverbundnetze

Aufbauend auf das Wärmekataster in Kapitel 3 werden nachfolgend Wärmeverbundnetze definiert. Diese wurden mit den beteiligten Akteuren abgestimmt und unter ökologischen und ökonomischen Aspekten betrachtet.

7.1 Die wirtschaftlichen Grundannahmen für die Detailmaßnahmen

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

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gelten folgende Grundannahmen:

- Das Bezugsjahr ist 2013
- Der Betrachtungszeitraum beträgt 20 Jahre
- Alle Preise sind Nettopreise
- Bestehende Anlagen gelten als vollständig abgeschrieben
- Die Abschreibungen für Neuinvestitionen erfolgen linear über 20 Jahre
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt konstant 4,5 % über 20 Jahre soweit nicht anders beschrieben
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Preisänderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst
- Die Stromeinspeisevergütungen bleiben im Betrachtungszeitraum konstant, Änderungen werden gesondert über eine Sensitivitätsanalyse erfasst
- Strom aus Erdgas-Blockheizkraftwerken wird nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWK-G) vergütet, für den eigesetzten Brennstoff kann die Energiesteuer rückerstattet werden
- Strom aus Biomethan-Blockheizkraftwerken wird nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet, für das eingesetzte Biomethan kann die Energiesteuer rückerstattet werden

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

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

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

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

Die Investitionskosten umfassen im Einzelnen:

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

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

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

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

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

- Heizöl: 74 Cent/l
- Hackschnitzel: 95 €/t (G30/W30, H_i=3,5 kWh/kg)
- Pellets: 210 €/t (H_i=4,9 kWh/kg)
- Strom (Hilfsenergie): 18,7 Cent/kWh

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

Einnahmen

Erlöse ergeben sich bei **Heizöl-BHKW** aus der Stromeinspeisung, aus vermiedenen Stromkosten durch Stromeigennutzung, der Zuschlagszahlung nach dem KWK-Gesetz und der Steuerrückerstattung.

Steuerrückerstattung Heizöl BHKW

Bei der Verwendung von Heizöl in BHKW-Anlagen wird eine Steuerrückerstattung auf den eingesetzten Brennstoff gewährt. Diese Steuerrückerstattung wird im Energiesteuergesetz geregelt. Als Voraussetzung für die Steuerrückerstattung muss die BHKW Anlage einen mittleren Monats- bzw. Jahresnutzungsgrad von mindesten 70 % erreichen und hocheffizient, nach den Kriterien des Anhangs III der Richtlinie 2004/8/EG, sein. Bei der Anschaffung der KWK-Anlage muss darauf geachtet werden, dass der Hersteller diese „Hocheffizienz Kriterien“ bestätigt.

Folgende Rückerstattungen sind möglich:

1. Vollständige Steuerentlastung: 6,135 Cent/l bezogen auf die Feuerungswärmeleistung der Anlage während des Abschreibungszeitraums (AfA 10 Jahre bei BHKW)
2. Teilweise Steuerentlastung: 4,035 Cent/l nach dem Abschreibungszeitraum

Werden Hauptbestandteile erneuert und die Kosten der Erneuerung belaufen sich auf mindestens 50 % der Kosten für die Neuerrichtung der Anlage, dann verlängert sich die Frist innerhalb welcher die volle Steuerrückerstattung von 6,135 Cent/l möglich ist, solange bis die neuen Hauptbestandteile vollständig abgeschrieben sind.

Im vorliegenden Energiekonzept beziehen sich alle Berechnungen auf einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren. Daher wird mit einer mittleren Steuerrückerstattung von 5,085 Cent/l gerechnet.

Die wichtigsten Punkte bezüglich der Einspeisevergütung sind:

KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung bis 50 kW erhalten für den erzeugten KWK-Strom einen Zuschlag von 5,41 Cent/kWh - für eine Dauer von zehn Jahren oder 30.000 Vollaststunden ab Aufnahme des Dauerbetriebes.

KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 250 kW erhalten einen Zuschlag von 4,0 Cent/kWh und KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 2 MW erhalten einen Zuschlag von 2,4 Cent/kWh für 30.000 Volllastbetriebsstunden. BHKW-Anlagen einer größeren Leistungsklasse erhalten die höheren Vergütungssätze der kleineren Leistungsklasse anteilig vergütet (der Leistungsanteil bis 50 kW, bzw. 250 kW wird auch bei größeren Anlagen entsprechend mit der höheren Zuschlagszahlung von 5,41 Cent/kWh, bzw. 4,0 Cent/kWh vergütet; jedoch nur auf den begrenzten Anspruchszeitraum).

Der KWK-Zuschlag ist auch für den KWK-Strom zu zahlen, den der Betreiber der KWK-Anlage selbst verbraucht.

Darüber hinaus erhält der Anlagenbetreiber eine zusätzliche Vergütung vom Netzstrombetreiber für den eingespeisten Strom. Diese ist abhängig vom Strompreis für Baseload-Strom an der Strombörse und wird auf die vorangegangenen Quartale bezogen. In Abbildung 30 ist eine Entwicklung des Preises der einzelnen Quartale seit dem Jahr 2000 dargestellt. Dieser Preis („üblicher Preis“) gilt als Richtpreis, der bezahlt werden muss, wenn sich der Energieversorger und der KWK-Anlagenbetreiber auf keine andere Vergütung einigen können.

Die Verpflichtung des Netzbetreibers zur Abnahme und Vergütung von KWK-Strom aus KWK-Anlagen größer 50 kW entfällt, wenn der Netzbetreiber nicht mehr zu Zuschlagszahlung verpflichtet ist. Die Kategorien der zuschlagsberechtigten KWK-Anlagen, insbesondere von Bestandsanlagen und modernisierten Anlagen, sind im Detail dem Gesetzestext zu entnehmen.

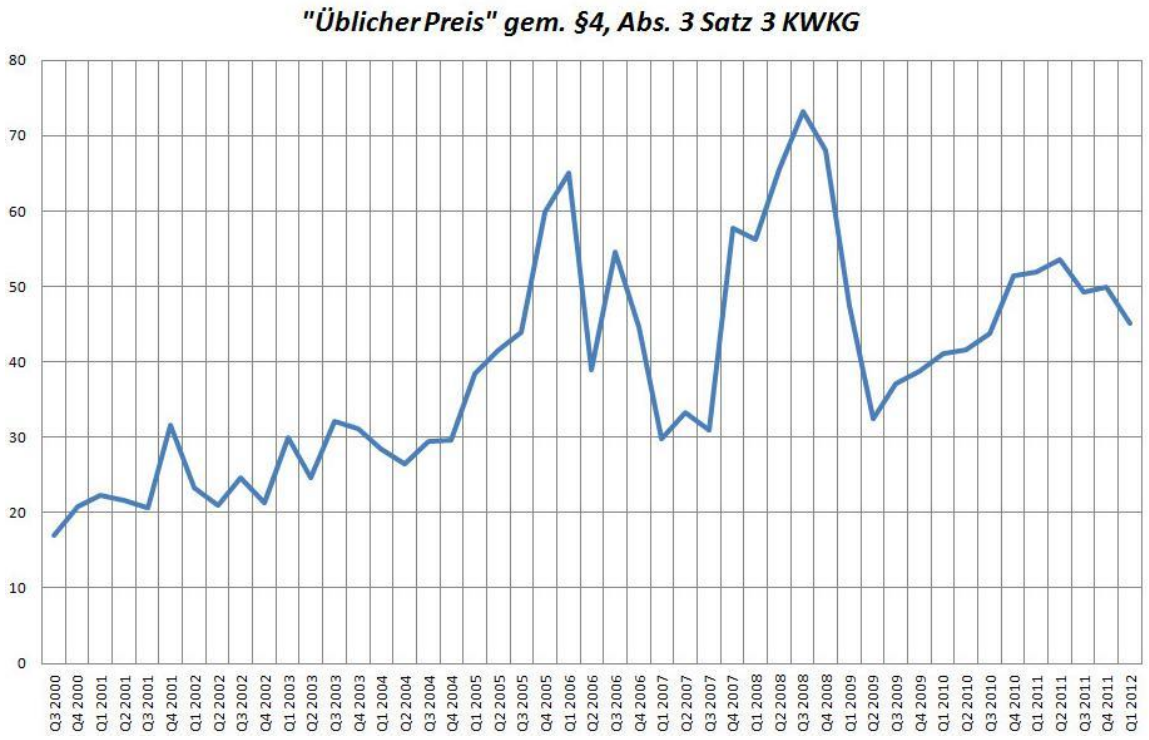


Abbildung 20: Die Entwicklung des „üblichen Preises“ für die KWK-Stromvergütung

KWK Zuschlag für bereitgestellte elektrische Energie:

- 5,41 Cent/kWh für den Anteil kleiner 50 kW_{el}
- 4,00 Cent/kWh für den Anteil größer 50 kW_{el} bis 250 kW_{el}
- 2,40 Cent/kWh für den Anteil größer 250 kW_{el}

Stromeinspeisung:

- Vergütung („üblicher Preis“): ca. 4,14 Cent/kWh (Mittelwert)

Die Einnahmen sind nicht über den Betrachtungszeitraum festgeschrieben. Deshalb wird der Einfluss von Änderungen der Einnahmen durch die Stromproduktion auf die Wärmegestehungskosten bei den verschiedenen Varianten mit BHKW in der Sensitivitätsanalyse genauer betrachtet.

7.2 Darstellung möglicher Förderungen

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

Es erfolgt keine Gewähr auf Vollständigkeit der Angaben und Programme!

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

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

Die Förderung erfolgt über ein Darlehen in Kombination mit Tilgungszuschüssen.

- Anlagen zur thermischen Nutzung:

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

- Anlagen zur kombinierten Wärme- und Stromerzeugung (KWK)

  Der Tilgungszuschuss beträgt 40 € je kW Nennwärmeleistung bei Anlagen bis 2.000 kW. Die Anlagen müssen streng wärmegeführt betrieben werden. Der elektrische Wirkungsgrad muss größer als 10 % und der Gesamtwirkungsgrad größer als 70 % sein.

Weitere Informationen können dem Marktanreizprogramm entnommen oder unter www.kfw.de nachgelesen werden.

2. KfW-Förderung – „Premium“ – Nahwärmenetze

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

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

Die möglichen Tilgungszuschüsse betragen dabei:

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

Weitere Informationen können der Programmübersicht der KfW (Erneuerbare Energien) entnommen oder unter www.kfw.de nachgelesen werden.

3. Freistaat Bayern: Förderprogramm „BioKlima“ für Biomasseheizwerke

Gefördert werden im Förderprogramm BioKlima Neuinvestitionen zur Errichtung von automatisch beschickten Biomasse- und Pelletheizanlagen. Für die Anlagen muss eine kalkulatorische CO_2-Einsparung von mehr als 500 Tonnen innerhalb von 7 Jahren nachgewiesen werden. Als Brennstoff dürfen ausschließlich naturbelassene Holz- oder Biomassebrennstoffe aus heimischer Produktion eingesetzt werden. Der Kessel muss für die Verwendung der gewählten Brennstoffe geeignet sein.

Der Zuschuss beträgt 20 € pro Jahrestonne kalkulatorisch eingespartes CO_2. Der gesamte Zuschuss wird über einen Zeitraum von 7 Jahren berechnet. Die max. Förderung beträgt 200.000 € je Projekt.

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

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

Es ist ein Pufferspeicher mit mindestens 30 l/kW zu installieren.

Einen Biomasse-Brennstofftrocknung wird nicht berücksichtigt.

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

Weitere Informationen können unter www.tfz.bayern.de/foerderung/ abgefragt werden.

4. BAFA / KWK-Gesetz für Wärmenetze

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

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

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

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

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

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

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

Hausübergabestationen fallen nicht in den förderfähigen Teil dieses Programmes.

Die Nachweise sind durch einen Wirtschaftsprüfer zu erbringen.

Weitere Informationen unter www.bafa.de.

Hinweis: Haben Wärmenetze Anspruch auf Förderung nach BAFA / KWK-Gesetz, so entfällt eine Kopplung der Förderung nach KfW.

5. Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien (BAFA)

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

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

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

Die Errichtung und Erweiterung von

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

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

Ein Rechtsanspruch des Antragstellers auf Zuwendungen besteht nicht. Die KfW-Fördermittelbank, das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle sowie das Technologie- und Förderzentrum entscheiden aufgrund ihres pflichtgemäßen Ermessens. Die Gewährung der Zuwendung steht unter dem Vorbehalt der Verfügbarkeit der veranschlagten Haushaltsmittel.

Anspruch auf Vollständigkeit aller Fördermittel besteht nicht. Die genauen Zuwendungsbedingungen sind den entsprechenden Förderprogrammen zu entnehmen und auf die endgültigen Investitionskosten (Ermittlung im Rahmen einer Ausschreibung) sowie den aktuellen Stand der Förderprogramme anzupassen.

Sonderförderungen wie beispielsweise die Innovationsförderungen (Staubemissionen) werden nicht berücksichtigt. Hier sind zur Gewährung Referenzmessungen erforderlich, die im Rahmen der Studie nicht erfolgen können.

7.3 Hinweise zu den Wärmeerzeugern

Beim Einsatz von **Blockheizkraftwerken (BHKW)** muss berücksichtigt werden, dass diese wartungsintensiv sind. Je nach Hersteller, Anlagengröße und Einsatzbedingungen des BHKW kann ab etwa 20.000 Betriebsstunden eine Motorüberholung bzw. ein Austausch des Motors erforderlich werden. Bei Erdgas-BHKW können je nach Hersteller und Größe der Anlage ggf. längere Intervalle vorliegen.

Blockheizkraftwerke sollen im Dauerbetrieb zur Grundlastversorgung eingesetzt werden, ein häufiges Takten – Starten und Stoppen des Motors – ist zu vermeiden. Um einen optimierten Dauerbetrieb zu gewährleisten ist ein entsprechend großer Pufferspeicher vorzusehen.

Die Einspeisung der jeweiligen elektrischen Leistung der geplanten KWK-Anlagen in das öffentliche Stromnetz muss im Vorfeld einer Realisierung in Abstimmung mit dem lokalen Netzbetreiber/Energieversorgungsunternehmen überprüft werden.

Beim Einsatz von **Heizöl** wird der vom BHKW erzeugte Strom bei Bedarf vorrangig, soweit möglich, im eigenen Gebäude verwendet. Dadurch kann der Strombezug aus dem öffentlichen Netz verringert und Leistungsspitzen reduziert werden. Bei Stromüberproduktion wird dieser ins öffentliche Netz eingespeist. Da, wie nachfolgend noch näher beschrieben wird, eine feste Einspeisevergütung für Heizöl-BHKW nicht festgeschrieben ist, muss anhand der aktuellen Vergütung und den Stromkosten abgewogen werden, ob eine Stromeinspeisung nach dem KWK-Gesetz oder eine Stromeigennutzung wirtschaftlich sinnvoller ist.

Beim Einsatz eines **Hackgutkessels** muss berücksichtigt werden, dass ein Hackgutbunker oder -lagerbereich eingerichtet, bzw. errichtet werden muss. Dadurch ist bei diesen Varianten ein erhöhter Platzbedarf und Logistikaufwand zu berücksichtigen. Es wird ein Standard-Kessel mit Rundaustragung angesetzt. Der jährliche Verbrauch an Hackgut wird bei den einzelnen Varianten in Tonnen angegeben. Dieser Verbrauch ist stark von der Qualität der eingesetzten Hackguts abhängt. Bei den Berechnungen wird von einem durchschnittlichen Heizwert von 3,5 kWh/kg und einer Schüttdichte von 220 kg/m³ ausgegangen (z.B. Nadelholzhackgut bis Wassergehalt w=30 %). Um einen optimierten Betrieb zu gewährleisten ist ein entsprechend großer Pufferspeicher vorzusehen.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass eine Zufahrtsmöglichkeit zur Befüllung des Lagers gegeben sein muss. Die Belieferungsintervalle sind je nach Kesselgröße von der Betriebssituation und der Lagerkapazität abhängig und können von wenigen Tagen bis wenigen Wochen variieren. Bei großen Heizwerken ist mit täglichen Anlieferungen zu rechnen. Für den Betrieb und die Brennstoffversorgung eines Hackgutkessels ist mit einem höheren Personal- und Wartungsaufwand als bei einer Erdgas- oder Heizölfeuerung zu rechnen.

Bei einem **Pelletkessel** muss ebenfalls berücksichtigt werden, dass ein Pelletlager einge-, bzw. errichtet werden muss. Im Vergleich zu einem Erdgaskessel ist mit erhöhtem Platzbedarf und Logistikaufwand zu rechnen. Der jährliche Pelletverbrauch wird in den betrachteten Varianten in Tonnen angegeben. Bei Pellets handelt es sich um naturbelassenes Holz, welches ohne chemische Bindemittel zu zylindrischen Pellets gepresst wird. Da es sich bei Pellets um einen genormten Brennstoff nach DIN 51731 (Önorm M7135, CEN/TS 14961 oder „DIN plus“) handelt, ist die Qualität der Pellets konstant und es liegt ein Heizwert von rund 5 kWh/kg, bei einem Schüttgewicht von 650 kg/m³ vor.

Zur Befüllung des Lagers muss ebenfalls eine Zufahrtsmöglichkeit vorhanden sein. Da Pellets aber über einen Schlauch in das Lager geblasen werden können, gestaltet sich die Anlieferung etwas einfacher, als beim Hackschnitzelkessel. Die Belieferungsintervalle sind im Vergleich zur Hackgutheizung meist länger und die benötigte Lagerkapazität geringer, was am höheren Heizwert und der höheren Schüttdichte der Pellets liegt.

Für den Betrieb und die Brennstoffversorgung eines Pelletkessels ist mit einem höheren Personal- und Wartungsaufwand als bei einer Erdgas- bzw. Heizölfeuerung zu rechnen.

7.4 Nahwärmeverbund

Basierend auf dem Wärmekataster und den Abstimmungsgesprächen mit den beteiligten Akteuren werden folgende Liegenschaften für einen Nahwärmeverbund berücksichtigt:

- Gärtnerei Schechinger (Gewächshäuser)
- Privatliegenschaften Kastanienallee (Anschlussdichte 100%)

Ein möglicher Verlauf des neu zu errichtenden Nahwärmenetzes (rot) ist in Abbildung 21 dargestellt. Grün schraffiert ist das Grundstück für die Errichtung einer neuen Heizzentrale.

(Quelle: www.bayernatlas.de; eigene Bearbeitung)

Abbildung 21: Der potentielle Netzverlauf des Nahwärmeverbunds

Die thermische Jahresdauerlinie des Nahwärmeverbunds ist in Abbildung 22 dargestellt.

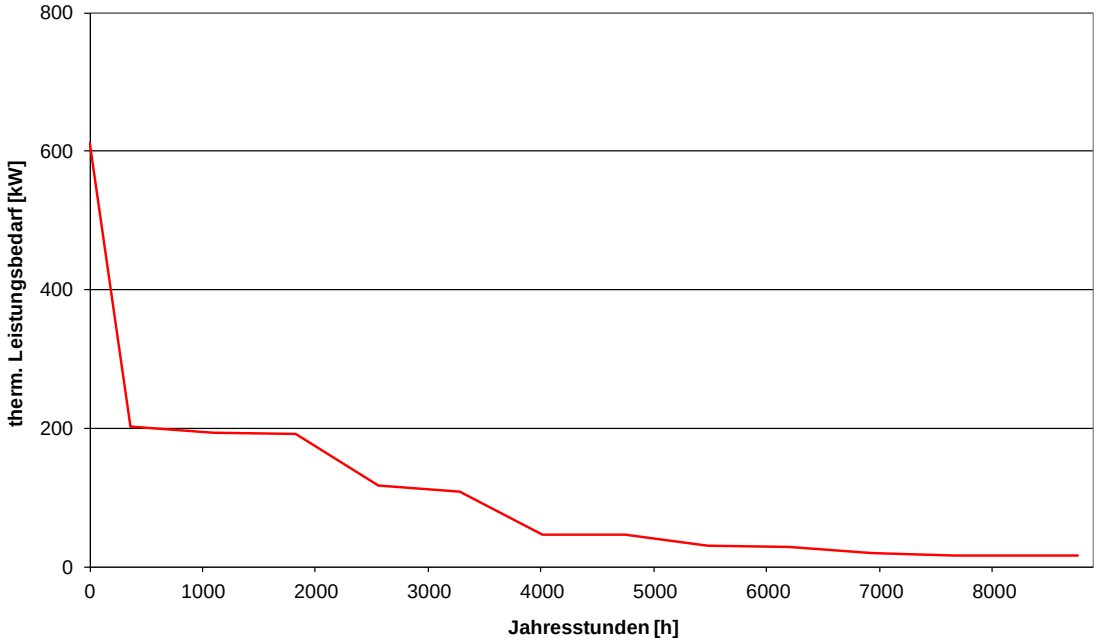


Abbildung 22: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Nahwärmeverbunds

Die zu installierende Spitzenleistung wurde mit Hilfe charakteristischer Vollbenutzungsstunden und des witterungsbereinigten Jahresnutzwärmebedarfs ermittelt. Der Quotient aus dem Nutzwärmebedarf und den Vollbenutzungsstunden ergibt die zu installierende Leistung. Für das Nahwärmenetz ergibt sich eine Spitzenleistung von rund 600 kW.

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

Die Kenndaten des Nahwärmeverbundnetzes sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Die Kenndaten des Nahwärmeverbunds

	Netz	
Netzlänge	480	[m]
Heizleistung	580	[kW]
Nutzwärme	623.000	[kWh/a]
Verlustwärme	112.000	[kWh/a]
Verlust	18,0	[%]
Wärme ab Heizhaus	735.000	[kWh/a]
Wärmebelegung	625	[kWh/m·a]

Die Gesamtlänge des Nahwärmenetzes beträgt rund 480 m. Der Netzverlust beträgt 18,0%.

7.4.1 Die künftige Energieversorgungsvarianten des Nahwärmeverbunds

7.4.1.1 Die Variante 1.0: dezentrale Erdgas-/Heizölkessel in den Liegenschaften (Referenzvariante)

In der Referenzvariante für den Nahwärmeverbund wird die Erneuerung der Kessel in den bestehenden Heizzentralen betrachtet. Es werden jährlich in Summe rund 677.000 kWh an Brennstoff eingesetzt.

7.4.1.2 Die Variante 1.1: Hackgutkessel im Grundlastbetrieb und Heizöl- Spitzenlast

Bei der Variante 1.1 kommt mit ein Hackgutkessel mit einer Nennwärmeleistung von 220 kW zum Einsatz. Die Spitzenlastversorgung wird durch einen Heizölkessel gedeckt. Abbildung 23 zeigt die Jahresdauerlinie und die installierten Wärmeerzeuger. Insgesamt werden jährlich rund 196 Tonnen Hackschnitzel und 14.400 Liter Heizöl verbraucht.

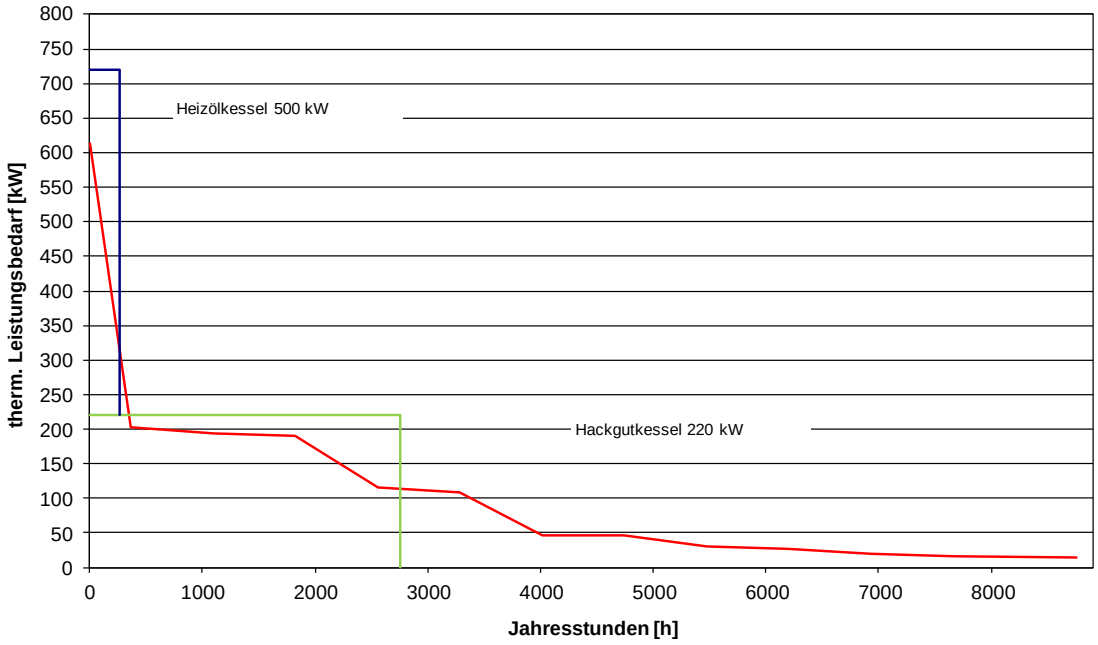


Abbildung 23: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.1 (Hackgutkessel mit Heizöl- Spitzenlastkessel)

Biomasse- Einheit		**Hackgutkessel**
Nennwärmeleistung	[kW]	220
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	2.750
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	605.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	82
Verbrauch	[t/a]	196

Kessel		**Heizölkessel**
Nennwärmeleistung	[kW]	500
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	260
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	130.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	18
Verbrauch	[kWh_{Hi}/a]	144.000

Zu Lagerung der Hackschnitzel muss ein Bunker gebaut werden. Dieser muss von entsprechenden Lieferfahrzeugen (Traktor mit Kipper ca. 20 m³ bis Sattelzugmaschine mit Auflieger ca. 90 m³) befüllt werden können. Somit ist ausreichender Platz für eine Anlieferzone zu berücksichtigen. Der Bunker müsste für einen fünftägigen Volllastbetrieb des Biomassekessels ein Lagervolumen von etwa 40 m³ aufweisen. Die Bunkerauslegung kann je nach gewünschtem Befüllungsintervall erfolgen.

7.4.1.3 Die Variante 1.2: Pelletkessel im Grundlastbetrieb und Heizöl- Spitzenlast

Bei der Variante 1.2 kommt mit ein Pelletkessel mit einer Nennwärmeleistung von 450 kW zum Einsatz. Die Spitzenlastversorgung wird durch einen Erdgaskessel gedeckt. Abbildung 24 zeigt die Jahresdauerlinie und die installierten Wärmeerzeuger. Insgesamt werden jährlich rund 140 Tonnen Pellets und 14.400 Liter Heizöl verbraucht.

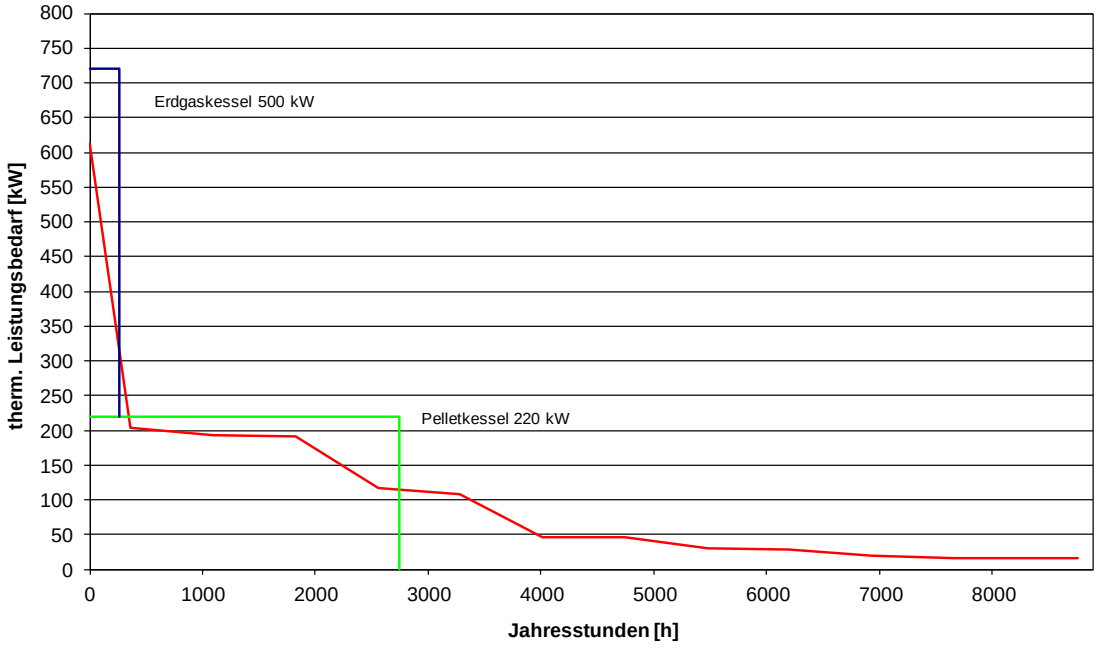


Abbildung 24: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.2 (Pelletkessel mit Heizöl- Spitzenlastkessel)

Biomasse- Einheit		**Pelletkessel**
Nennwärmeleistung	[kW]	220
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	2.750
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	605.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	82
Verbrauch	[t/a]	140

Kessel		**Heizölkessel**
Nennwärmeleistung	[kW]	500
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	260
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	130.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	18
Verbrauch	[kWh_{Hi}/a]	144.000

Ein Pelletkessel in dieser Leistungsklasse entspricht technisch einem Hackgutkessel. Unterschiede gibt es hier bei der Brennstoffzuführung sowie bei der Lagerung. Da Pellets von einem Silofahrzeug angeliefert und eingeblasen werden, sind die baulichen Anforderungen an das Brennstofflager geringer als bei Hackschnitzellager.

7.4.1.4 Die Variante 1.3: Heizöl- BHKW im Grundlastbetrieb und Heizöl- Spitzenlast

Bei der Variante 1.3 kommt, zur Abdeckung der Grundlast, ein Heizöl- BHKW mit einer thermischen Leistung von 44 kW und einer elektrischen Leistung von 25 kW zum Einsatz. Die Spitzenlast wird durch einen Heizölkessel gedeckt. Abbildung 25 zeigt die Jahresdauerlinie und die installierten Wärmeerzeuger. Insgesamt werden jährlich rund 97.900 Liter Heizöl verbraucht. Das Blockheizkraftwerk erzeugt eine Strommenge von 150.000 kWh pro Jahr.

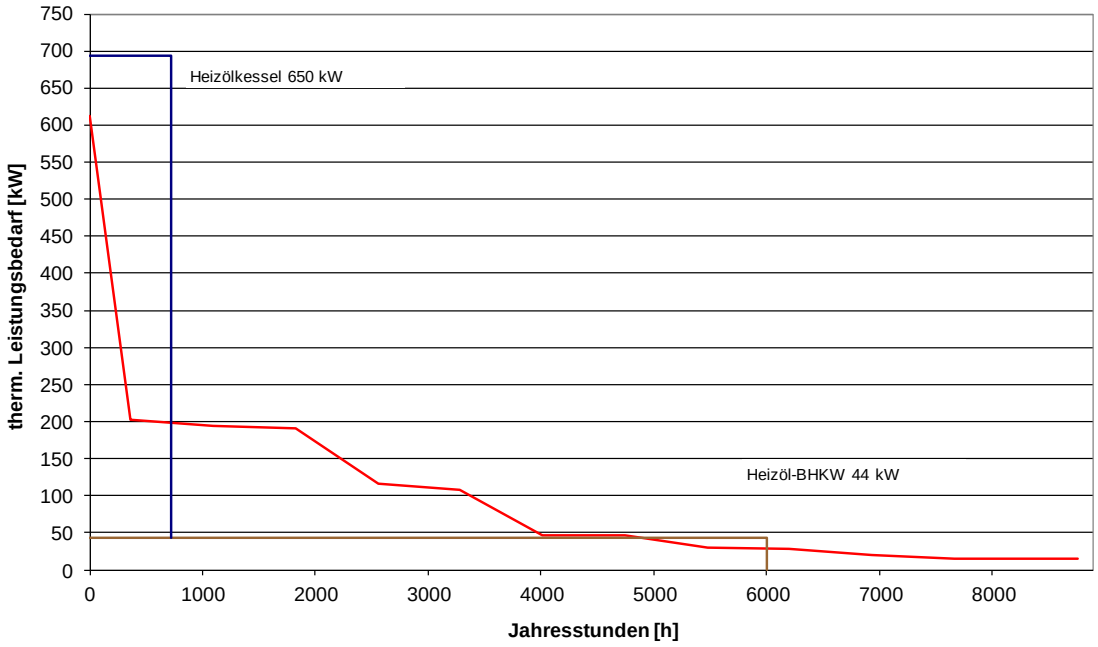


Abbildung 25: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.3 (Heizöl- BHKW mit Heizöl- Spitzenlastkessel)

KWK- Einheit		Heizöl-BHKW
Nennwärmeleistung	[kW]	44
Elektrische Leistung	[kW]	25
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	6.000
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	264.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	36
Erzeugte Jahresstrommenge	[kWh/a]	150.000
Verbrauch	[kWh_{Hi}/a]	463.000

Kessel		Heizölkessel
Nennwärmeleistung	[kW]	650
Jahresvollbenutzungsstunden	[h/a]	725
Erzeugte Jahreswärmemenge	[kWh/a]	471.000
Anteil an Wärmeerzeugung	[%]	64
Verbrauch	[kWh_{Hi}/a]	523.000

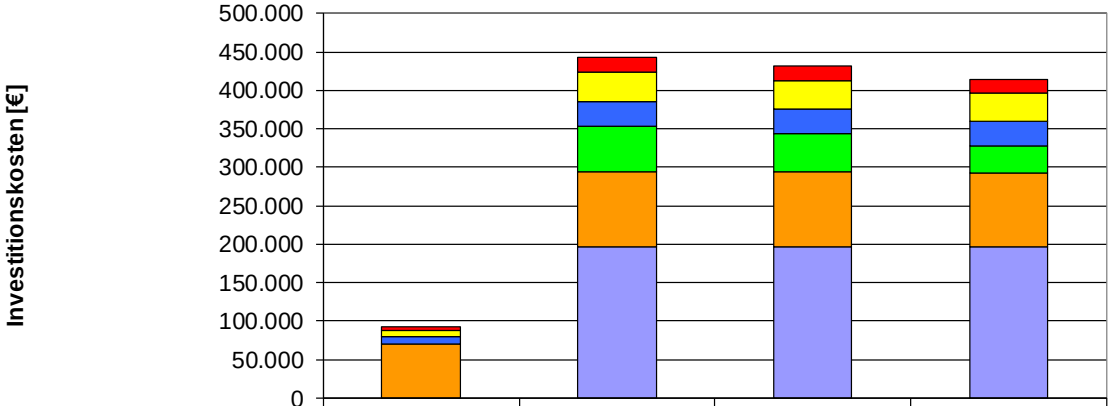
Es wird mit einer Volleinspeisung ins öffentliche Stromversorgungsnetz gerechnet.

Es muss vor Baubeginn geprüft werden, ob in das Netz des Energieversorgungsunternehmens die entsprechende Leistung eingespeist werden kann.

7.4.2 Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung des Nahwärmeverbunds

7.4.2.1 Die Investitionsprognose

In Abbildung 26 ist die Investitionsprognose für die Varianten 1.x, aufgeteilt nach Nahwärmeleitungen, Wärmeerzeuger, baulichen Maßnahmen, technische Installation, Projektabwicklung und Unvorhergesehenes dargestellt.



	Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3
Unvorhergesehenes	4.000	19.300	18.800	18.000
Projektabwicklung	8.100	38.600	37.600	36.000
Technische Installation	10.500	32.400	32.400	32.100
Bauliche Maßnahmen	0	59.500	49.500	36.000
Wärmeerzeuger und Anlagenteile	70.000	98.000	98.000	96.000
Nahwärmeleitungen und Übergabestationen	0	196.000	196.000	196.000

Abbildung 26: Die Investitionskostenprognose der Varianten 1.x

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

In diesem Planungsstadium kann der Aufwand für die Errichtung der Wärmeversorgungsstruktur nur näherungsweise festgelegt werden, wodurch die kalkulierten Investitionskosten von den realen Kosten abweichen können. Die im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie angenommenen Nettoinvestitionskosten basieren auf

durchschnittlichen Stadtpreisen. Je nach Ausführungsstandards können bei einzelnen Positionen deutliche Preisunterschiede auftreten. Vor allem die Kosten für die Heizzentralengebäude können je nach Ausführung deutlich nach oben oder unten abweichen. In der tatsächlichen Umsetzung, die von einer Ausschreibung eingeleitet wird, können daher die Preise von den hier kalkulierten abweichen. Vor diesem Hintergrund werden für die unterschiedlichen Varianten Sensitivitätsanalysen erarbeitet, welche den Einfluss der kapitalgebundenen Kosten auf die spezifischen Wärmegestehungskosten darstellen.

7.4.2.2 Die jährlichen Ausgaben und Einnahmen

Die nachfolgende Abbildung 27 gibt die Zusammensetzung der jährlichen Ausgaben, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Kosten, wieder. Einnahmen sind nicht berücksichtigt.

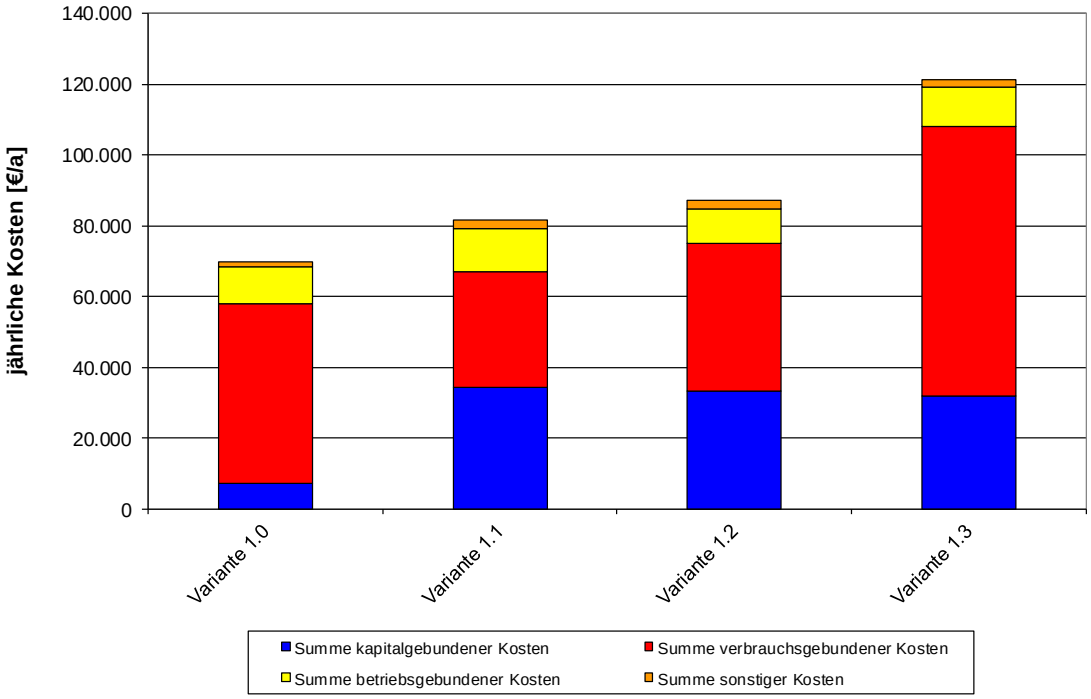


Abbildung 27: Die jährlichen Ausgaben der Varianten 1.x

Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Die niedrigsten jährlichen Ausgaben fallen bei Variante 1.0 an. Die verbrauchsgebundenen Kosten sind bei Variante 1.3 mit dem Heizöl- BHKW an höchsten. Die höchsten jährlichen Ausgaben fallen bei der Variante 1.3 an.

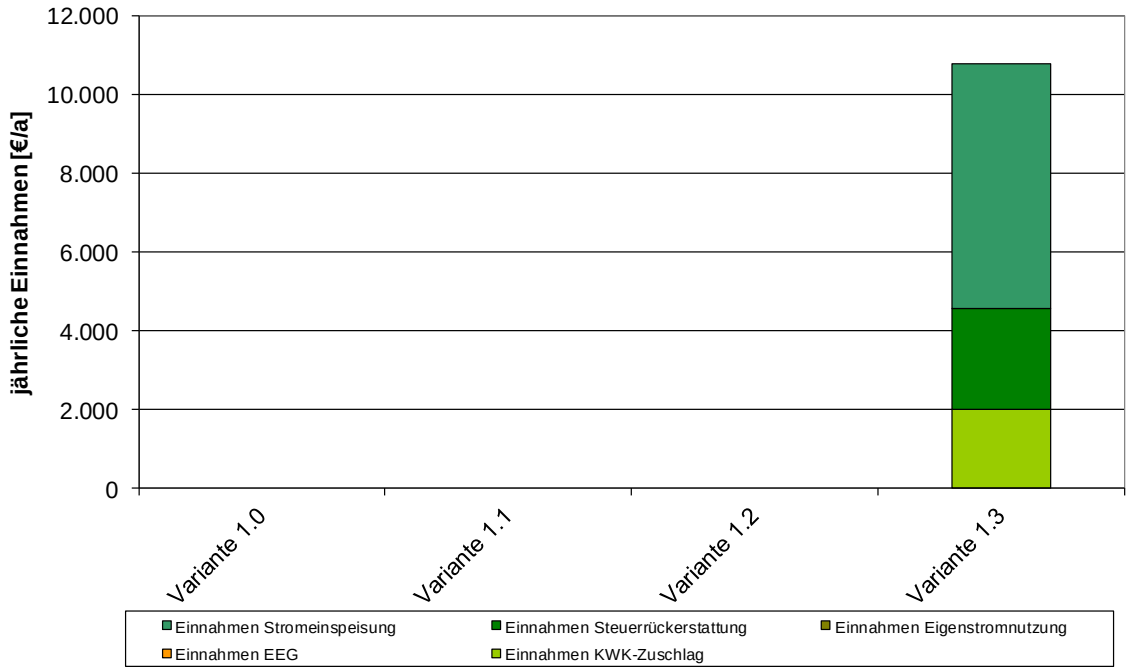


Abbildung 28: Die jährlichen Einnahmen der Varianten 1.x

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Abbildung 28 zeigt die zu erwartenden jährlichen Einnahmen. Einnahmen aus der Stromproduktion werden bei Variante 1.3 erzielt.

Abbildung 29 gibt die kalkulierten Jahresgesamtkosten und Wärmegestehungskosten der einzelnen Varianten wieder. Die Jahresgesamtkosten ergeben sich aus der Summe der jährlichen kapitalgebundenen-, betriebsgebundenen-, verbrauchsgebundenen und sonstigen Kosten abzüglich der Einnahmen aus dem Stromverkauf. Aus den Jahresgesamtkosten werden die spezifischen Wärmegestehungskosten ermittelt, die die Kosten pro Kilowattstunde bereitgestellter Nutzwärme beziffern. Die spezifischen Wärmegestehungskosten dienen als wichtigste Kenngröße zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeversorgungsanlagen. So müssen sich alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung stets an den spezifischen Wärmegestehungskosten einer konventionellen Standardvariante messen.

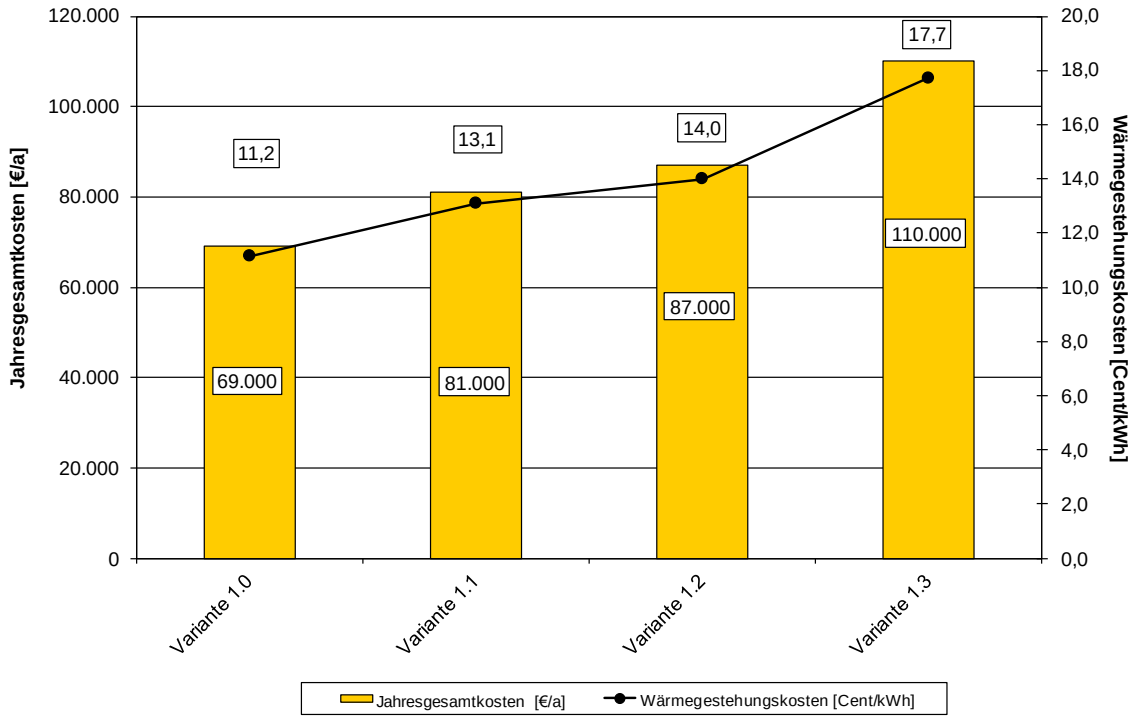


Abbildung 29: Die Jahresgesamt- und spezifischen Wärmegestehungskosten der Varianten 1.x

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Mit 11,2 Cent/kWh ergeben sich bei der Variante 1.0 die niedrigsten Wärmegestehungskosten.

7.4.2.3 Die Sensitivitätsanalyse der Varianten 1.x

Bei der Ermittlung der spezifischen Wärmegestehungskosten wird über den gesamten Betrachtungszeitraum hinweg von konstanten Brennstoffpreisen ausgegangen. Da dies in der Regel nicht der Fall ist, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, die die Abhängigkeit der spezifischen Wärmegestehungskosten von den Brennstoffkosten untersucht. Zusätzlich wird eine Änderung des Kapitaldienstes in die Betrachtung aufgenommen, um dessen Einfluss zu erfassen. Von den Bezugswerten ausgehend, werden Steigerungen und Minderungen berechnet und ihre Auswirkungen auf die Wärmegestehungskosten bestimmt. Mit einer Variation von ±50 % dieser Randbedingungen kann deren Einflusspotential erkannt und diesem, wenn möglich, mit besonderer Beachtung begegnet werden. Im Folgenden ist die Sensitivitätsanalyse für die betrachteten Varianten grafisch dargestellt.

Variante 1.0 (Referenzvariante, Erdgas- /Heizölkessel)

Abbildung 30 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 11,2 Cent/kWh auf 15,2 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 11,7 Cent/kWh.

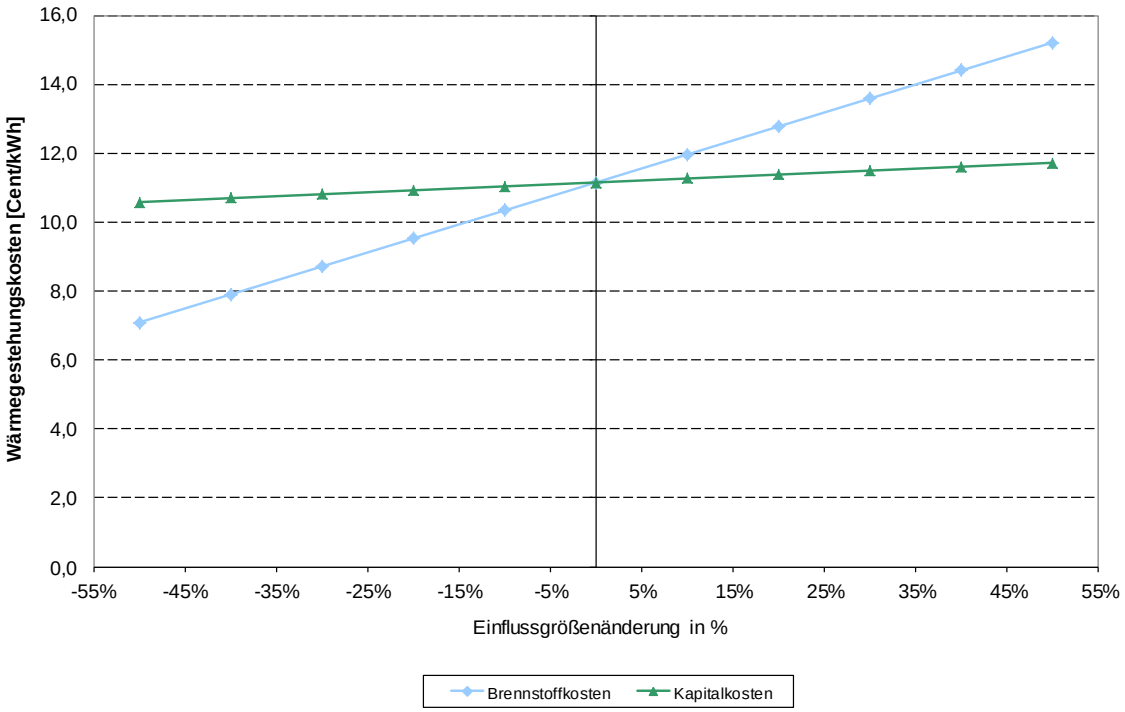


Abbildung 30: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 (Referenzvariante)

Variante 1.1 (Hackgutkessel, Heizölkessel)

Abbildung 31 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 13,1 Cent/kWh auf 15,7 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 15,8 Cent/kWh.

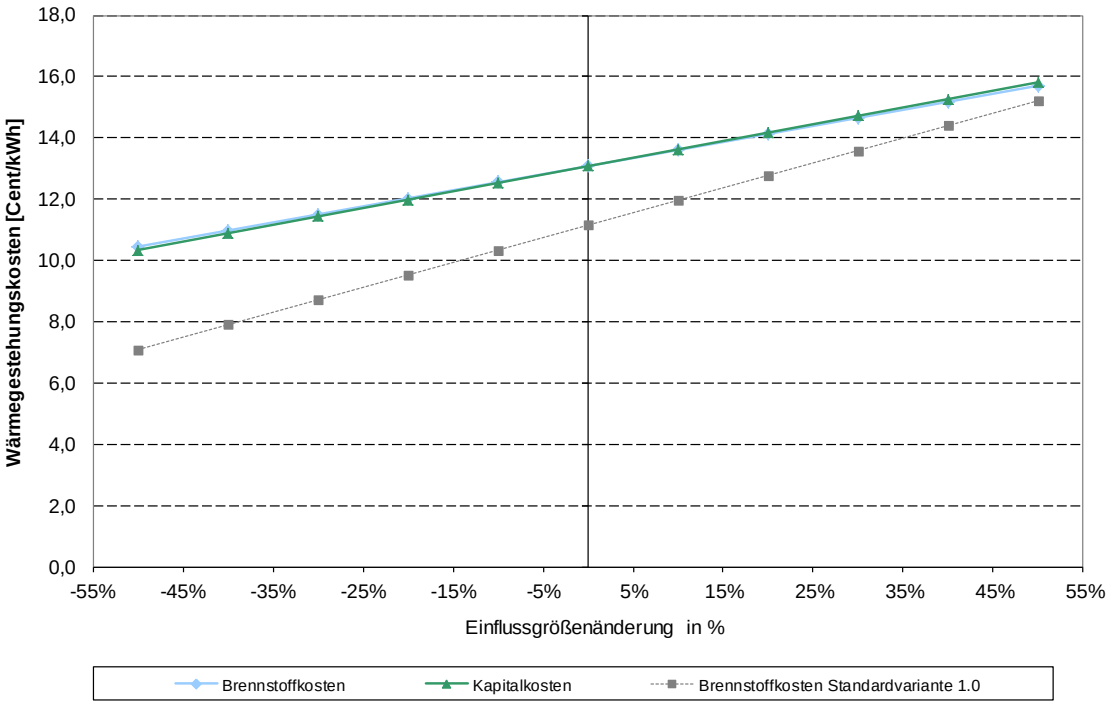


Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 (Hackgutkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel)

Variante 1.2 (Pelletkessel, Heizölkessel)

Abbildung 32 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 14,0 Cent/kWh auf 17,3 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 16,7 Cent/kWh.

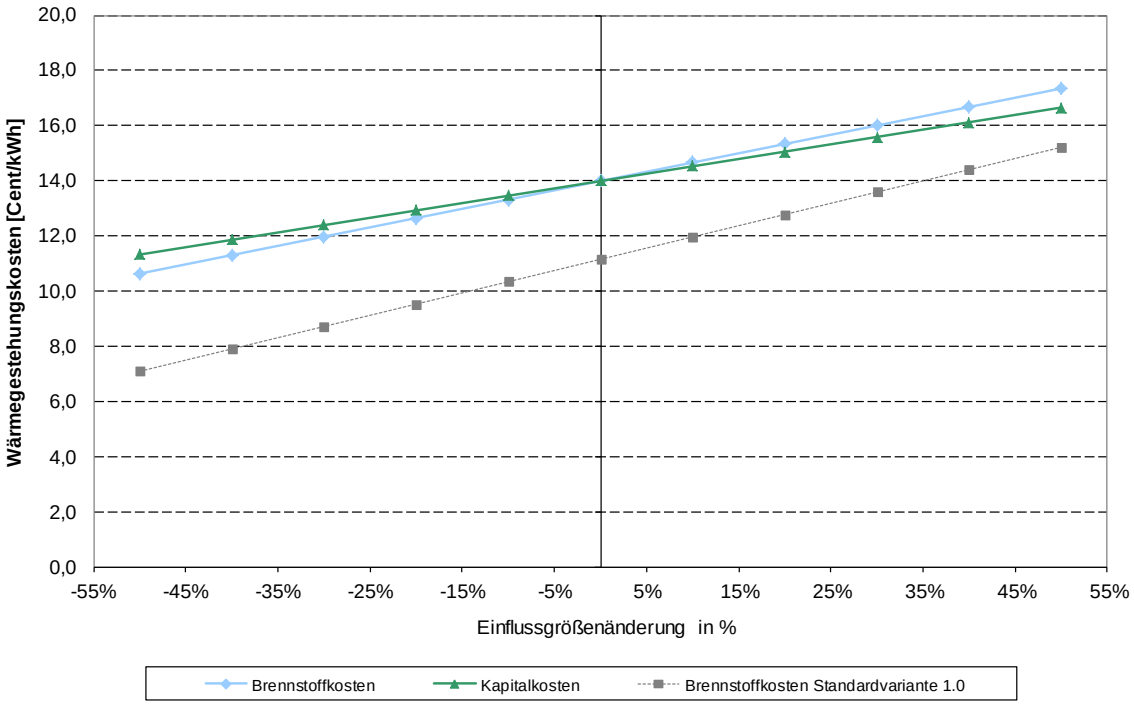


Abbildung 32: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 (Pelletkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel)

Variante 1.3 (Heizöl- BHKW, Heizölkessel)

Abbildung 33 bildet die Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3 ab. Steigen die Brennstoffkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten von 17,7 Cent/kWh auf 23,8 Cent/kWh. Steigen die Kapitalkosten um 50 %, dann steigen die Wärmegestehungskosten auf 20,3 Cent/kWh. Steigen die Einnahmen aus der Stromproduktion um 50 %, dann sinken die Wärmegestehungskosten auf 17,2 Cent/kWh.

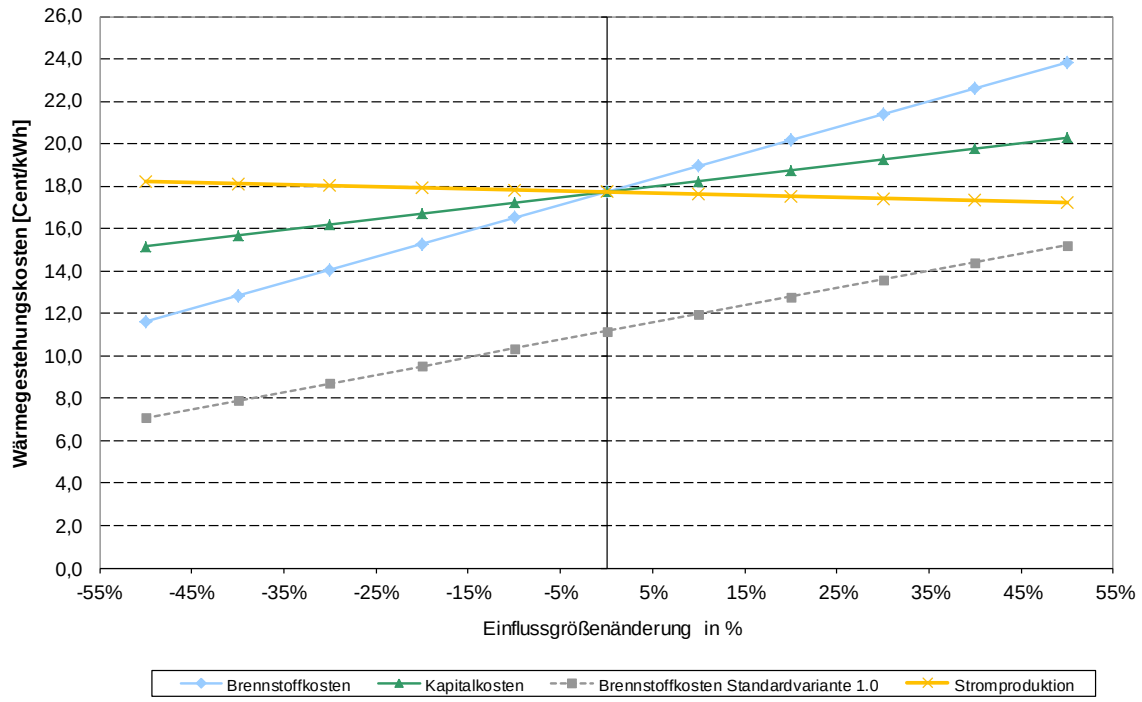


Abbildung 33: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3 (Heizöl- BHKW und Heizöl- Spitzenlastkessel)

7.4.3 Die CO_2- Bilanz der verschiedenen Varianten 1.x

Für die verschiedenen neuen Energieversorgungsvarianten wird zur Beurteilung der ökologischen Verträglichkeit eine Bilanzierung der CO_2 -Emissionen durchgeführt. Die Faktoren sind aus der GEMIS- Datenbank ermittelt. Dabei werden alle anfallenden Emissionen von der Gewinnung bis zur Energiewandlung berücksichtigt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Abbildung 34 dargestellt.

	Heizöl	Hackschnitzel	Pellets	Strom
CO_2- Äquivalent [g/kWh$_{End}$]	316	23	23	567

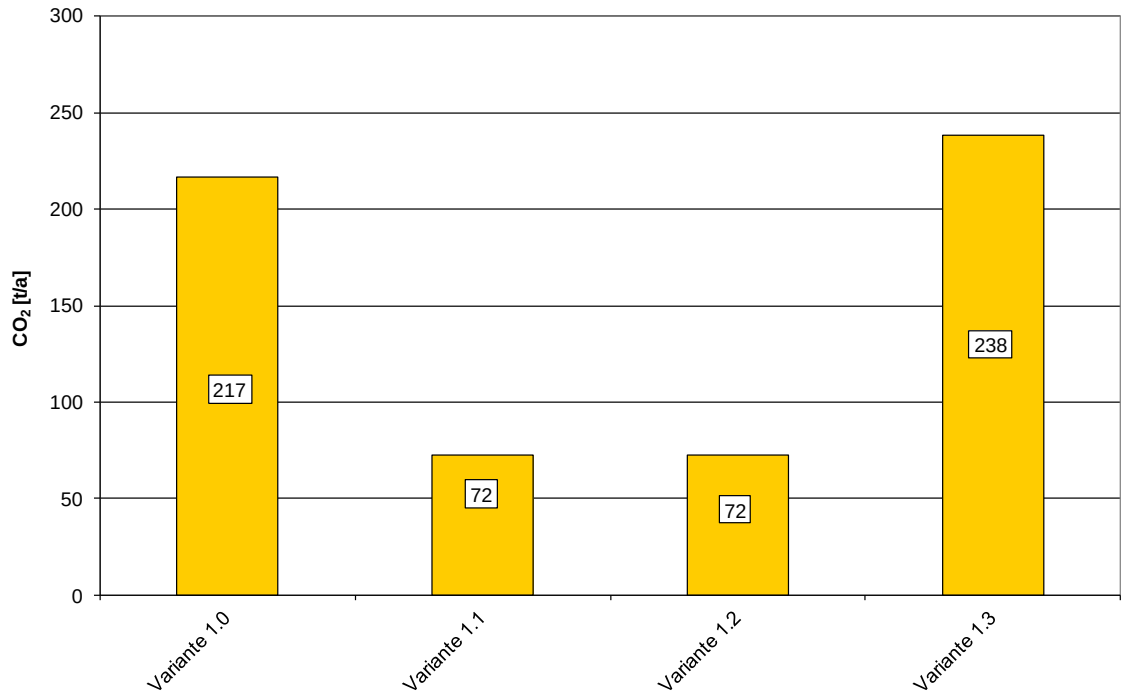


Abbildung 34: Die CO_2- Bilanz der Varianten 1.x

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Bei der Variante 1.3 ergeben sich die höchsten CO_2- Emissionen. Alle anderen Varianten weisen eine geringere CO_2- Emission auf. Variante 1.1 und Variante 1.2 weisen die beste CO_2-Bilanz auf. Dies ist insbesondere auf den Einsatz eines regenerativen Brennstoffes zurückzuführen.

7.4.4 Zusammenfassung

In Tabelle 12 sind die möglichen Förderungen des Nahwärmeverbunds zusammengefasst.

Tabelle 12: Übersicht über die möglichen Förderungen des Nahwärmeverbunds

		Var 1.0	Var 1.1	Var 1.2	Var 1.3
Technische Anlagen					
Biomasse	[€]		4.400	4.400	
Summe	**[€]**		**4.400**	**4.400**	
Netzneubau					
KWK-Gesetz	[€]				48.000
KfW Netz	[€]		28.800	28.800	
KfW HÜS	[€]		19.800	19.800	
Summe	[€]		48.600	48.600	48.000
maximale Projektförderung	**[€]**		**53.000**	**53.000**	**48.000**

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Für die Referenzvariante können keine Fördermittel beantragt werden, die Varianten 1.1 bis Variante 1.3 sind förderfähig.

Die Auswirkung der Fördermittel auf die Jahresgesamtkosten und die Wärmegestehungskosten sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Die Entwicklung der Wärmegestehungskosten des Nahwärmeverbunds unter Berücksichtigung möglicher Förderungen

		V 1.0	V 1.1	V 1.2	V 1.3
Investitionskosten (Netto)	**[Euro]**	93.000	444.000	433.000	415.000
Jahresgesamtkosten	**[Euro/a]**	69.000	81.000	87.000	110.000
Wärmegestehungskosten	**[Cent/kWh]**	11,2	13,1	14,0	17,7
CO_2- Bilanz	**[t/a]**	217	72	72	238
		Berücksichtigung der Förderungen			
Zuschuß KWKG	**[Euro]**				48.000
Zuschuß KFW	**[Euro]**		53.000	53.000	
Wärmegestehungskosten	**[Cent/kWh]**	11,2	12,4	13,3	17,1

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Die Wärmegestehungskosten der Varianten 1.1 bis 1.3 verringern sich aufgrund der möglichen Förderungen. Die Kumulierbarkeit einzelner Förderungen ist im Detail zu prüfen.

8 Die Kostenstruktur bei dezentraler Wärmeversorgung (Vollkostenrechnung)

In diesem Kapitel werden anhand einer Vollkostenrechnung beispielhaft die Kostenstruktur und die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten für dezentrale Wärmeerzeugungseinheiten erläutert. Dabei werden die Wärmegestehungskosten in Abhängigkeit der Wärmeerzeugerleistung bei einer dezentralen Erzeugung mittels Heizölkessel berechnet. Diese Darstellung entspricht der Erzeugung im Ist-Zustand in Bestandsgebäuden.

Des Weiteren werden die Wärmegestehungskosten von verschiedenen Wärmeerzeugungssystemen mit 10 kW Nennwärmeleistung im Neubau erläutert. Bei der Wahl der Systeme werden die Anforderungen des seit 01.01.2009 geltenden EEWärme-Gesetzes (Erneuerbare-Energie-Wärmegesetz) berücksichtigt, wonach eine reine Erzeugung aus fossilen Energieträgern nur in Ausnahmefällen zulässig ist.

Diese hier ermittelten Wärmegestehungskosten können als Vergleich zu den in Kapitel 8 berechneten Wärmegestehungskosten einer Nahwärmeverbundlösung herangezogen werden.

Die dezentrale Wärmeerzeugung im Ist-Zustand

Die Wärmegestehungskosten im Ist-Zustand sind exemplarisch in Abbildung 35 für die Erzeugung mittels Heizölkessel dargestellt. Üblicherweise sollten Heizkessel eine Vollbenutzungsdauer von rund 1.500 h/a aufweisen. In der Praxis sind die Wärmeerzeuger jedoch häufig überdimensioniert, wodurch deutlich weniger Jahresvollbenutzungsstunden erreicht werden. Diese Überdimensionierung führt neben höheren Investitionskosten dazu, dass sich höhere Wärmeerzeugungskosten ergeben.

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung getroffen:

- 1.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr
- erneuerter Heizölkessel
- Investition ist fremdfinanziert, Abschreibung über Betrachtungszeitraum

- Betrachtungszeitraum 20 a
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt konstant 4,5 % über 20 Jahre
- Nettodurchschnittspreise für Brennstoffe:
  - 74 Cent/l für Heizöl
  - 6,5 Cent/kWh$_{Hi}$
- Grundlage der Berechnungen ist die VDI 2067

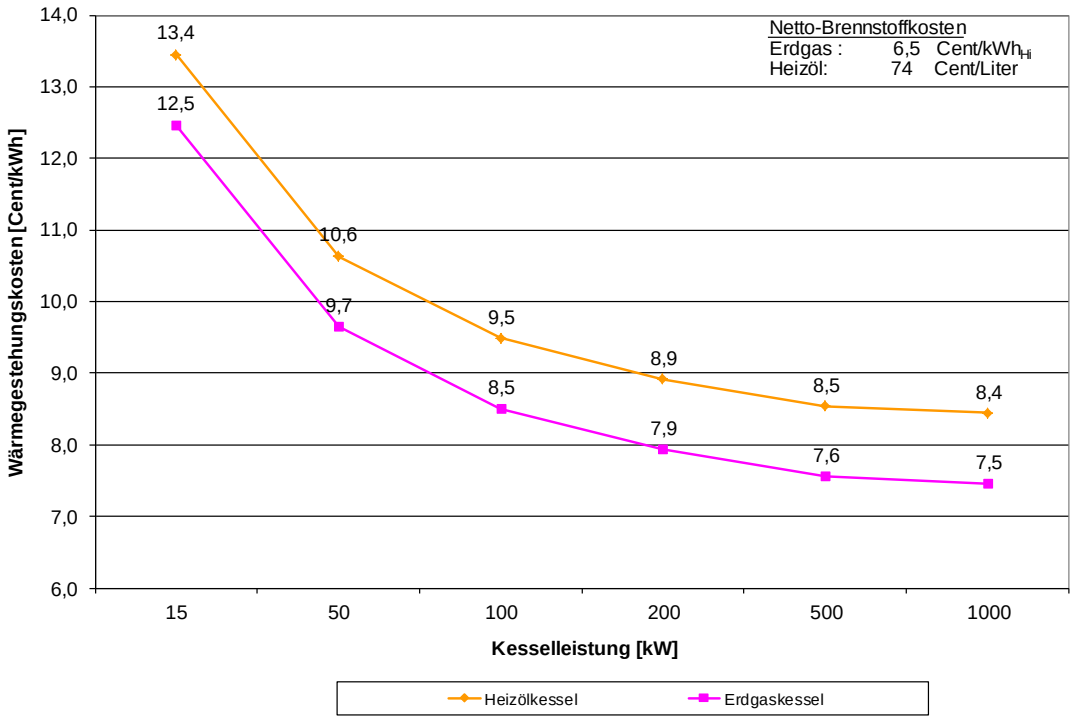


Abbildung 35: Wärmegestehungskosten in Anlehnung an die VDI 2067 bei dezentraler Wärmeerzeugung in Abhängigkeit der Kesselgröße

Die Wärmegestehungskosten eines 15 kW Heizölkessels betragen demnach rund 13,4 Cent/kWh bereitgestellter Wärme. Mit zunehmender Wärmeerzeugergröße sinkt der spezifische Vollkostenwärmepreis und erreicht bei 1.000 kW Kesselleistung rund 8,4 Cent/kWh. Die Wärmegestehungskosten mit Erdgas sind rund 1 Cent/kWh unter denen mit Heizöl.

Die dezentrale Wärmeerzeugung im Neubau

In diesem Abschnitt werden die Wärmeerzeugungskosten für verschiedene Wärmeerzeugungssysteme im Neubau betrachtet. Darin ist ein festgeschriebener Anteil Erneuerbarer Energien in der Wärmebereitstellung, gemäß dem EEWärme-Gesetz, berücksichtigt.

Als Beispiel werden drei verschiedene Wärmeerzeugungssysteme mit 10 kW Nennwärmeleistung hinsichtlich ihrer Wärmegestehungskosten verglichen. Folgende Erzeugungssysteme werden dabei betrachtet:

- Gasbrennwertkessel mit Solarthermieanlage
- Holzpelletkessel
- Wärmepumpe

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung getroffen:

- 1.400 Vollbenutzungsstunden pro Jahr
- Netto-Durchschnittspreise für Brennstoffe (08/2011)
- Grundlage der Berechnungen ist die VDI 2067
- Investition ist fremdfinanziert, Abschreibung über Betrachtungszeitraum
- Betrachtungszeitraum 20 a

In Abbildung 36 sind die spezifischen Wärmegestehungskosten der Heizsysteme Gasbrennwert mit Solarthermieanlage, Holzpellets und Wärmepumpensystem dargestellt.

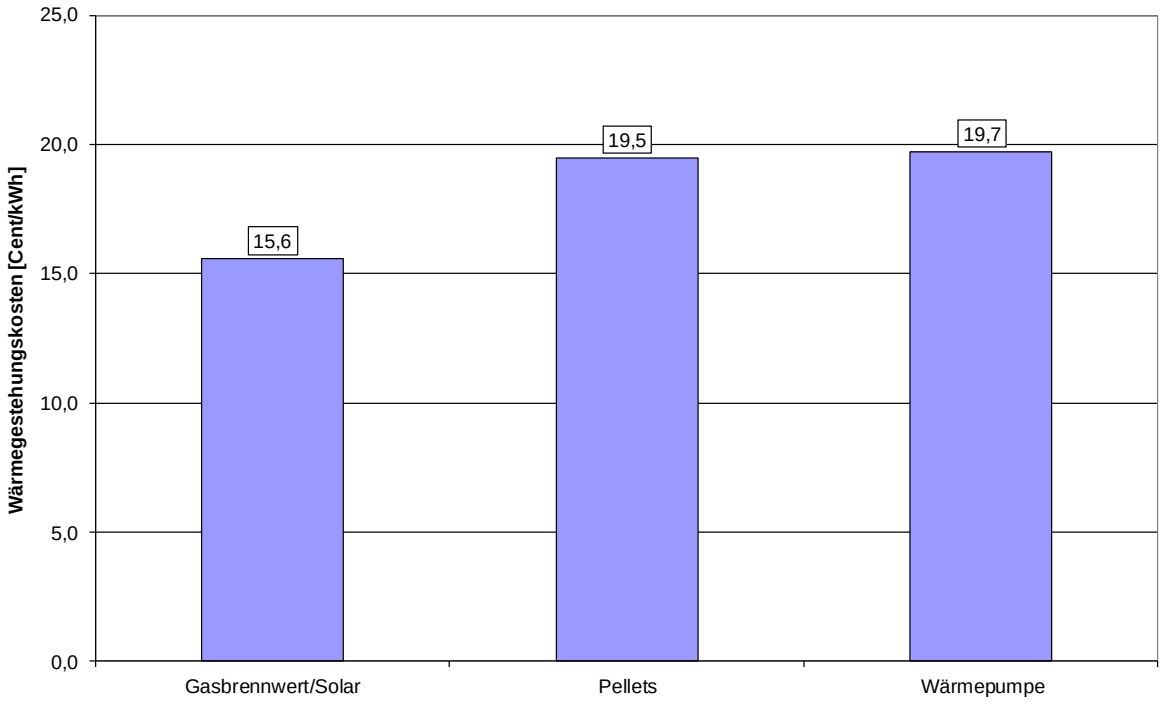


Abbildung 36: Die Wärmegestehungskosten unterschiedlicher 10 kW Heizsysteme

Die Wärmegestehungskosten liegen im Bereich von 15,6 Cent bis knapp 20 Cent/kWh. Werden die Kosten des Flächenbedarfs für die Errichtung der Wärmeerzeugerstruktur (Heiz- und Lagerraum) in der Vollkostenberechnung berücksichtigt, erhöht sich der Vollkostenwärmepreis um rund 1 Cent/kWh.

9 Zusammenfassung

In Kapitel 10 werden die Ergebnisse des Energieentwicklungskonzeptes für den Markt Wolnzach zusammengefasst. Der Markt Wolnzach im Regierungsbezirk Oberbayern mit etwa 11.000 Einwohnern (2011) besitzt eine Fläche von rund 9.152 Hektar.

Das Marktgebiet wurde kategorisch in die Verbrauchergruppen

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

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

Basierend auf der umfassenden Energie- und CO_2-Emissionsbilanz im Ist-Zustand in Kapitel 2 wurden in Kapitel 3 grundsätzliche Potentiale hinsichtlich der Energieeinsparung bzw. der Energieeffizienzsteigerung verbrauchergruppenspezifisch aufgezeigt.

Durch die detailliert beschriebenen Maßnahmen (Erneuerung der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik; Effizienzsteigerung der Druckluftsysteme; Optimierung der Lüftungs-, Klima-, Kälte- und Wärmetechnik; Erneuerung der Bestandsbeleuchtung) könnte der Verbrauch an elektrischer Energie in der Verbrauchergruppe **„Gewerbe, Handel, Dienstleistungen / Industrie“** um rund 30% gesenkt werden, was einer Einsparung von rund 5.433 MWh jährlich entspricht. Im Bereich des thermischen Energieverbrauchs ergeben sich Einsparpotentiale von rund 25%. Dies entspricht einer Einsparung von rund 5.521 MWh.

In der Verbrauchergruppe **„kommunale Liegenschaften“** ergeben sich durch die Sanierung der Gebäudehülle und die Erneuerung der Heizungstechnik die größten Einsparpotentiale. Durch die im Energienutzungsplan aufgezeigten Potentiale kann der Verbrauch an elektrischer Endenergie um rund 30% gesenkt werden, was einer Einsparung von rund 433 MWh jährlich entspricht. Der thermische Energiebedarf kann um rund 25% reduziert werden, was einer Einsparung von rund 895 MWh entspricht.

Die größten Einsparpotentiale im Bereich der **„privaten Haushalte“** ergeben sich durch die Sanierung der Gebäudehülle sowie durch eine Erneuerung der Heiztechnik. In Summe ergeben sich Einsparpotentiale an thermischer Endenergie von rund 25%, was einer Einsparung von rund 20.080 MWh entspricht. Der elektrische Energiebedarf kann sich durch die beschriebenen Maßnahmen verringern. In Summe ergeben sich Einsparpotentiale an elektrischer Endenergie von rund 20%, was einer Einsparung von rund 4.115 MWh entspricht.

Die Untersuchung grundsätzlicher Potentiale zur Energieeinsparung bzw. Energieeffizienzsteigerung in Kapitel 3 setzt sich mit dem Ausbaupotential Erneuerbarer Energieformen fort.

Bei der **Nutzung der Sonnenenergie** wird auf die theoretisch nutzbaren Dachflächen zurückgegriffen. Vorrang hat hier der Ausbau von Solarthermieanlagen zur Brauchwasserbereitung. Die restlichen zur Verfügung stehenden Dachflächen werden mit Photovoltaikmodulen zur bevorzugten Eigenstromnutzung belegt. Dadurch könnten zusätzlich rund 4.391 MWh thermische Energie und rund 3.265 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden.

Das theoretische und bilanzielle Zubaupotential in Form von **holzartiger Biomasse** zur energetischen Nutzung ist bereits erschöpft (Biomasseheizkraftwerk). Die Gesamtpotentiale der **Biogasnutzung** ergeben sich zum einen aus den zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen, welche zur energetischen Nutzung bereitstehen und zum anderen aus den biologischen Abfallmengen, welche im Bilanzgebiet vorhanden sind. Des Weiteren werden noch die Potentiale der Tiergülle herangezogen. Unter Berücksichtigung der im Jahr 2012 in Betrieb genommenen Biomethananlage sowie der bereits vorhandenen Biogasanlage, ist das Zubaupotential zur Biogasnutzung bereits erschöpft.

Derzeit wird vom Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm ein regionaler Planungsverband etabliert. Es sollen überregional die Potentiale zur **Windkraftnutzung** erarbeitet und definiert werden. In Absprache mit den beteiligten Akteuren werden in dieser Studie keine Potentiale zur Nutzung der Windkraft ausgewiesen.

Es sind keine zusätzlichen Potentiale im Bereich der **Wasserkraft** vorhanden.

Kapitel 8 beschreibt **detaillierte Maßnahmen** in den Verbrauchergruppen und untersucht umfassend verbrauchergruppenübergreifende Maßnahmen, insbesondere die Bildung von Wärmenetzen. Die Basis schafft ein flächendeckendes Wärmekatasters (siehe Kapitel 3) im Marktgebiet bei unterschiedlichen Wärmebelegungsdichten. Verbrauchergruppen-übergreifend wurden verschiedene Wärmeverbundlösungen erarbeitet und Wärmeerzeuger dimensioniert. Die unterschiedlichen konkurrierenden Wärmeerzeugungsvarianten wurden hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und CO_2-Ausstoß verglichen.

Mit Hilfe des umfangreichen **Wärmekataster** kann bei künftigen Straßen-/ Stromleitungs-/ Erdgasleitungs- und Kanalarbeiten geprüft, ob die Verlegung eines Wärmenetzes wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Detailbetrachtungen dargestellt.

Der Nahwärmeverbund

Im Nahwärmeverbund werden private Liegenschaften betrachtet. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tabelle 14 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 14: Zusammenfassung Nahwärmeverbund

		V 1.0	V 1.1	V 1.2	V 1.3
Investitionskosten (Netto)	**[Euro]**	93.000	444.000	433.000	415.000
Jahresgesamtkosten	**[Euro/a]**	69.000	81.000	87.000	110.000
Wärmegestehungskosten	**[Cent/kWh]**	11,2	13,1	14,0	17,7
CO_2- Bilanz	**[t/a]**	217	72	72	238
		Berücksichtigung der Förderungen			
Zuschuß KWKG	**[Euro]**				48.000
Zuschuß KFW	**[Euro]**		53.000	53.000	
Wärmegestehungskosten	**[Cent/kWh]**	11,2	12,4	13,3	17,1

Variante 10	Variante 11	Variante 12	Variante 13
Heizölkessel	Hackgutkessel Heizölkessel	Pelletkessel Heizölkessel	Heizöl- BHKW Heizölkessel

Aus wirtschaftlicher Sicht stellt sich die Variante 1.0, dezentrale Wärmeversorgung, als Vorzugsvariante dar, aus ökologischer Sicht die Variante 1.1 und Variante 1.2 mit den holzartigen Biomassebrennstoffen. Für eine Entscheidung in ein zukunftsfähiges, ökologisches und ökonomisches Wärmeversorgungssystem sollte parallel die Sensitivitätsanalyse berücksichtigt werden.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung des Marktes Wolnzach *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]* 7

Abbildung 2: Flächenverteilung des Marktes Wolnzach *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*..... 8

Abbildung 3: Geographische Lage des Marktes Wolnzach *[Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung]* 10

Abbildung 4: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“.....19

Abbildung 5: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ 20

Abbildung 6: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“ 21

Abbildung 7: Endenergieeinsatz der einzelnen Energieträger im Markt Wolnzach.....22

Abbildung 8: Der CO_2-Ausstoß im Ist-Zustand.....24

Abbildung 9: Wärmekataster des Markts Wolnzach bei einer Anschlussdichte von 100 % (Auszug).....28

Abbildung 10: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden 30

Abbildung 11: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]* 35

Abbildung 12: Die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energiequellen *[Quelle: Universität Kassel, Geothermie-Vorlesung im SS 2010, www.uni-kassel.de]*.....42

Abbildung 13: Die Möglichkeiten der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen *[Quelle: www.wissenschaft-technik-ethik.de; eigene Darstellung]*.....43

Abbildung 14: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz *[Quelle: Pflüger-Grone Holger; Aspekte der energetischen Holzverwertung]* 49

Abbildung 15: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031 57

Abbildung 16: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2031.....59

Abbildung 17: Die CO_2-Minderungspotentiale im Markt Wolnzach.....61

Abbildung 18: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfes und –potentials 64

Abbildung 19: Entwicklung des thermischen Energieverbrauchs und –potentials 66

Abbildung 20: Die Entwicklung des „üblichen Preises“ für die KWK-Stromvergütung 74

Abbildung 21: Der potentielle Netzverlauf des Nahwärmeverbunds.....84

Abbildung 22: Die geordnete thermische Jahresdauerlinie des Nahwärmeverbunds.....85

Abbildung 23: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.1 (Hackgutkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel) 88

Abbildung 24: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.2 (Pelletkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel) 90

Abbildung 25: Die Jahresdauerlinie der Variante 1.3 (Heizöl- BHKW mit Heizöl-Spitzenlastkessel) 92

Abbildung 26: Die Investitionskostenprognose der Varianten 1.x 94

Abbildung 27: Die jährlichen Ausgaben der Varianten 1.x 96

Abbildung 28: Die jährlichen Einnahmen der Varianten 1.x 97

Abbildung 29: Die Jahresgesamt- und spezifischen Wärmegestehungskosten der Varianten 1.x 98

Abbildung 30: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.0 (Referenzvariante) 100

Abbildung 31: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.1 (Hackgutkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel) 101

Abbildung 32: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.2 (Pelletkessel mit Heizöl-Spitzenlastkessel) 102

Abbildung 33: Sensitivitätsanalyse der Variante 1.3 (Heizöl- BHKW und Heizöl-Spitzenlastkessel) 103

Abbildung 34: Die CO_2- Bilanz der Varianten 1.x 104

Abbildung 35: Wärmegestehungskosten in Anlehnung an die VDI 2067 bei dezentraler Wärmeerzeugung in Abhängigkeit der Kesselgröße 108

Abbildung 36: Die Wärmegestehungskosten unterschiedlicher 10 kW Heizsysteme 110

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung im Markt Wolnzach *[Quelle: E.ON Bayern AG]*.....16

Tabelle 2: Übersicht der regenerativen Wärmeerzeugung in der Markt Wolnzach *[Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; E.ON Bayern AG; Auflistung Feuerstätten; Fragebögen]* 18

Tabelle 3: Die CO_2-Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger 23

Tabelle 4: Abstufung der Wärmebelegung und Einfärbung im Wärmekataster 27

Tabelle 5: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]*.....34

Tabelle 6: Zusammenfassung der verbrauchergruppenspezifischen Einsparpotentiale 41

Tabelle 7: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik.....47

Tabelle 8: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz.....51

Tabelle 9: Zusammenfassung Biogaspotential 54

Tabelle 10: Die Potentiale im Bereich der erneuerbaren Energien 56

Tabelle 11: Die Kenndaten des Nahwärmeverbunds.....86

Tabelle 12: Übersicht über die möglichen Förderungen des Nahwärmeverbunds 105

Tabelle 13: Die Entwicklung der Wärmegestehungskosten des Nahwärmeverbunds unter Berücksichtigung möglicher Förderungen.....106

Tabelle 14: Zusammenfassung Nahwärmeverbund.....114