

Energienutzungsplan für die Marktgemeinde Murnau



erstellt vom:

Ingenieurbüro Sendl und Energie- und Umweltzentrum Allgäu (eza!)
Bernd Kroeker, Florian Botzenhart und Dr. Kerstin Koenig-Hoffmann

Energie- und Umweltzentrum Allgäu
Burgstraße 26
87435 Kempten
tel 0831 960286-87
fax 0831 960286-89
koenig-hoffmann@eza.eu
www.eza.eu



Ingenieurbüro Stefan Sendl
Guggenberg 3
82380 Peißenberg
Tel.: +49 8803 6303-0
Fax: +49 8803 6303-29
office@ib-sendl.de
www.ib-sendl.de



Dienstag, 16. Dezember 2014



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Die Erarbeitung des vorliegenden Energienutzungsplanes wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie im Programm „Förderung innovativer Energietechnologien und der Energieeffizienz (BayINVENT)“ gefördert.



Inhaltsverzeichnis

1 Einführung.....	8
2 Basisdaten der Marktgemeinde Murnau	9
2.1 Einwohnerzahl und Fläche.....	9
2.2 Betrachtete Verursachergruppen	10
3 Analyse des Energiebedarfs in der Marktgemeinde Murnau	11
3.1 Energieverbrauch	14
3.1.1 Endenergieverbrauch nach Verursachergruppen.....	14
3.1.2 Energieträger	15
3.1.3 Erneuerbare Energien.....	19
3.1.4 Energieverbrauch Verkehr / Mobilität	22
3.2 CO ₂ -Emissionen	23
3.3 Energieverbrauch des kommunalen Betriebs.....	29
3.4 Kennzahlen.....	30
4 Potenzialanalyse	32
4.1 Einsparpotenziale	33
4.1.1 Einsparpotenziale beim Stromverbrauch.....	33
4.1.2 Einsparpotenziale beim Wärmeverbrauch.....	34
4.1.3 Einsparpotenziale im Bereich Verkehr	35
4.1.4 Zusammenfassung technische Einsparpotenziale	37
4.2 Erzeugungspotenziale erneuerbarer Energien.....	37
4.2.1 Erzeugungspotenziale bei der Stromproduktion.....	38
4.2.2 Erzeugungspotenziale für Wärme	44
4.3 Potenziale durch Kraft-Wärme-Kopplung	48
4.4 Gesamtpotenziale Wärme und Strom	49
4.5 Wertschöpfungspotenziale	50
5 Entwicklung zukünftiger Energieversorgungskonzepte	55
5.1 Ziele.....	55
5.2 Strategie	57
5.3 Controlling Instrumente	57
6 Leitprojekte	59
6.1 Möglichkeiten einer Fernwärmeversorgung	59
6.1.1 Sanierung Bahnhofstraße („Westnetz“)	61
6.1.2 Sanierung Rathaus – Lederergasse („Ostnetz“)	61
6.1.3 Gesamtnetz: Wärmeverbund „Ostnetz“ – „Westnetz“	61



6.2 Solardachkataster	63
6.3 Kommunale Straßenbeleuchtung in Murnau	64
6.3.1 Beurteilung der Lampen (Lichtausbeute)	67
6.3.2 Beurteilung der verwendeten Leuchtenbauformen.....	69
6.3.3 Charakteristik der LED-Beleuchtung.....	72
6.3.4 Beurteilung Leuchten- und Lampenersatz durch LED.....	73
6.3.5 Maßnahmen zur Energieeinsparung.....	76
6.4 Handlungsmöglichkeiten private Haushalte	77
6.5 Handlungsmöglichkeiten Unternehmen	77
6.6 Handlungsmöglichkeiten im Bereich Verkehr.....	78
7 Schlussbemerkung	79
Quellen	80
Danksagung	82
Rechtliche Hinweise und ergänzende Vertragsbestimmungen.....	83
Anhang	85



Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Einwohnerentwicklung der Marktgemeinde Murnau zwischen 2004 und 2013 (BLfSD 2013).....	9
Abb. 2: Die Datenerhebung als Grundlage der lokalen Energie- und CO ₂ -Bilanz	12
Abb. 3: Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verursachergruppen im Jahr 2013	14
Abb. 4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verursachergruppen.....	15
Abb. 5: Pro-Kopf-Entwicklung des Endenergieverbrauchs	16
Abb. 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) in Murnau nach Energieträgern	16
Abb. 7: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Murnau nach Energieträgern in den privaten Haushalten.....	17
Abb. 8: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Murnau nach Energieträgern in der Wirtschaft.....	18
Abb. 9: Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Murnau im Strombereich	19
Abb. 10: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Verbraucherguppen	20
Abb. 11: Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Murnau im Wärmebereich	21
Abb. 12: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs in Murnau.....	22
Abb. 13: Vergleich der CO ₂ -Emissionen pro Einwohner im Jahre 2013	24
Abb. 14: Entwicklung der CO ₂ -Emissionsfaktoren Strom	25
Abb. 15: Entwicklung der CO ₂ -Emissionsfaktoren im Bereich Strom, Wärme und Kraftstoffe	26
Abb. 16: CO ₂ -Emissionen der Marktgemeinde Murnau nach Verursachergruppen (2013)	27
Abb. 17: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen nach Verursachergruppen.....	28
Abb. 18: Relative Entwicklung der CO ₂ -Emissionen pro Einwohner	28
Abb. 19: Wärmeverbrauch des kommunalen Betriebs	29
Abb. 20: Theoretische Einsparpotenziale der Marktgemeinde Murnau.....	35
Abb. 21: Einsparpotenziale durch verbesserte Fahrzeugeffizienz, geringere Fahrleistung und einen erhöhten Marktgemeindeanteil für elektrisch angetriebene Fahrzeuge.....	36
Abb. 22: Technisches Energieeinsparpotenzial für die Marktgemeinde Murnau bezogen auf das Jahr 2013.....	37



Abb. 23: Verhältnis der für Solarthermie und Photovoltaik geeigneten freien Dachflächenpotenziale in Murnau (Stand 2013).....	40
Abb. 24: Potenzial in der Biogasnutzung für Murnau.....	42
Abb. 25: Technische Potenziale und Nutzung erneuerbarer Energien im Bereich Strom in der Marktgemeinde Murnau (2013).....	43
Abb. 26: Szenario unter Ausnutzung aller Einspar- und Erzeugungspotenziale im Bereich Strom in der Marktgemeinde Murnau	43
Abb. 27: Umweltwärmepotenziale für Murnau	45
Abb. 28: Potenzial aus Energieholz in Murnau	47
Abb. 29: Technische Potenziale und Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich in der Marktgemeinde Murnau (2013)	48
Abb. 30: Szenario unter Ausnutzung aller Einspar- und Erzeugungspotenziale im Bereich Wärme in der Marktgemeinde Murnau	48
Abb. 31: Technisches Potenzial Strom- und Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien	50
Abb. 32: Wertschöpfungseffekte von Klimaschutz-Maßnahmen in Kommunen (Quelle: IÖW 2013)	51
Abb. 33: Realisierbares Potenzial im Wohngebäudebereich bei Sanierungsraten von 1-3 %	54
Abb. 34: Wärmekataster in MWh/ha (Plan: 43150AE0).....	59
Abb. 35: Wärmeinsel „Westnetz“ (Plan: 43150AF0a)	60
Abb. 36: Wärmeinsel „Ostnetz“ (Plan: 43150AF0a)	60
Abb. 37: Interaktive Karte des Solarpotentialkatasters für die Marktgemeinde Murnau	64
Abb. 38: Straßenbeleuchtung in Murnau	66
Abb. 39: Effizienzbeurteilung der Leuchten (Quelle: nach Lichttechnische Gesellschaft).....	67
Abb. 40: Legende zu Abb. 34 (Wärmekataster)	85
Abb. 41: Legende zu Abb. 35 und 36 (West- und Ostnetz)).....	86



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenverteilung in der Marktgemeinde Murnau nach Nutzungsarten (BLfSD 2013).....	10
Tabelle 2: Emissionsfaktoren für ausgewählte Energieträger.....	13
Tabelle 3: Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors nach Energieträgern für die Jahre 2008 und 2013 bezogen auf das Basisjahr 2004	23
Tabelle 4: Wichtige Kennzahlen der Marktgemeinde Murnau	31
Tabelle 5: Einsparpotenziale der Marktgemeinde Murnau bis 2023.....	33
Tabelle 6: Wertschöpfungspotenziale für erneuerbare Energieerzeugung bis 2023.....	52
Tabelle 7: Zukünftige Investitionen in Altbausanierung bei 3 % Sanierungsrate und jährliche Wertschöpfung	54
Tabelle 8: Leuchten und Lampentypen der Straßenbeleuchtung in Murnau	65
Tabelle 9: Altersstruktur der Straßenbeleuchtung in Murnau	66



1 Einführung

Der fortschreitende Klimawandel, die schwindenden fossilen Brennstoffe, der steigende Energiehunger in den Schwellenländern sowie ständig steigende Strom- und Wärmepreise fordern ein Umdenken im Umgang mit Energie. Die Reaktorkatastrophen in Tschernobyl und Fukushima mit dem daraus resultierenden Beschluss zum Atomausstieg der Bundesrepublik Deutschland, Umwelt- und Klimakatastrophen wie Wirbelstürme und Überschwemmungen erfordern den Umstieg von konventionellen Energieträgern (Kohle, Erdöl, Erdgas, Uran) auf nachhaltig erzeugte, erneuerbare Energien.

Von der Europäischen Union über die Bundesrepublik und den Freistaat Bayern werden ganzheitliche Energiekonzepte erarbeitet und daraus Ziele und Maßnahmen für die zukünftige Energieversorgung abgeleitet. Am 24. Mai 2013 wurde das Konzept „Energie Innovativ“ von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen. Die knappen Ressourcen und die Notwendigkeit, das Klima zu schützen, hat die Gestaltung der künftigen Energieversorgung zur Schlüsselaufgabe des 21. Jahrhunderts gemacht. Die Energiewende kann aber nur gelingen, wenn in den Kommunen zukunftsorientierte Strategien zur Energieerzeugung und Energienutzung entstehen. Besonders ländliche Kommunen sind oftmals in der Lage aufgrund der auf dem Gemeindegebiet vorhandenen Ressourcen den Energiebedarf zu einem hohen Anteil aus erneuerbaren Energien zu decken.

Aus diesem Grund hat sich der Markt Murnau entschlossen, einen Energienutzungsplan zu erstellen. Dieser Plan soll bei Entscheidungen bzgl. der zukünftigen Energieversorgung helfen sowie einen möglichst schnellen Umstieg auf erneuerbare Energien ermöglichen und vorantreiben. Als informelles Planungsinstrument zum Thema Energie bildet er ein abgestimmtes Gesamtkonzept mit passenden Umsetzungsstrategien. Ausgehend von einer Bestands- und Potentialanalyse werden Konzepte für die zukünftige Energieversorgung erarbeitet. Betrachtet werden dabei die Sektoren private Haushalte, Gewerbe und Industrie sowie kommunale Liegenschaften. Bei der Konzeptentwicklung fließen insbesondere die Energieeinsparung, die Effizienzsteigerung sowie der Ausbau erneuerbarer Energien ein.



2 Basisdaten der Marktgemeinde Murnau

Der Markt Murnau am Staffelsee ist eine Marktgemeinde im oberbayerischen Landkreis Garmisch-Partenkirchen mit ca. 11.600 Einwohnern. Murnau liegt im Vorland der Bayerischen Alpen etwa 70 km südlich von München auf 688 m Höhe. Murnau gilt als wirtschaftliches, kulturelles und gesellschaftliches Zentrum der Urlaubsregion rund um den Staffelsee, welcher direkt an den westlichen Ortsrand angrenzt. Im Süden schließt sich mit dem Murnauer Moos eines der größten Mooregebiete Deutschlands an.

Murnau liegt an der Bahnstrecke München–Garmisch-Partenkirchen und an der Ammergaubahn nach Oberammergau. Der Ort liegt an der Bundesstraße 2 und der Bundesautobahn 95. Durch den Ort führte früher die alte „Obere Salzstraße“ die von Bad Tölz nach Murnau führte. Außerdem verlief hier die Alte Römerstraße „Via Raetia“.

Murnau ist für Unternehmen ein attraktives Umfeld. Hier finden sich Handwerks-, Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe.

2.1 Einwohnerzahl und Fläche

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen Murnaus ist im Zeitraum vor 2010 gemäß statistischer Fortschreibung von einer kontinuierlichen Zunahme geprägt. Die EU-weite Volkszählung (Zensus 2011) ergab für die Bevölkerungszahl eine Korrektur auf das Niveau von ca. 11.600 Einwohnern. Im Zeitraum von 2011 bis 2013 ist die Bevölkerung um 2 % gestiegen. (Abb.1).

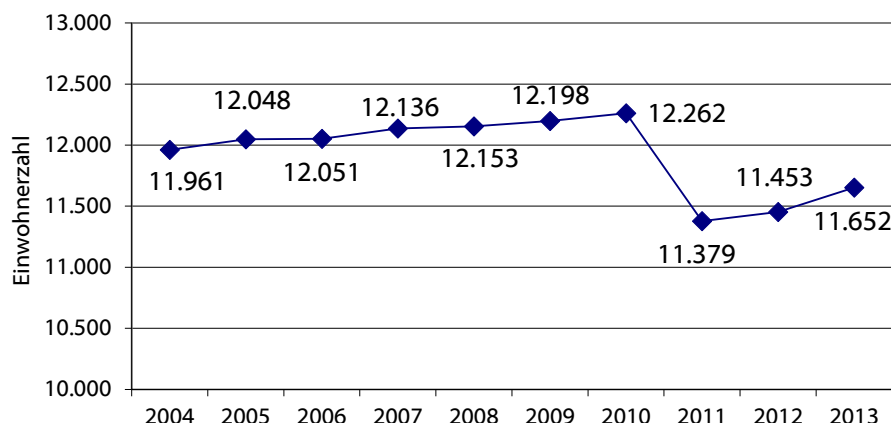


Abb.1: Einwohnerentwicklung der Marktgemeinde Murnau zwischen 2004 und 2013 (BLfSD 2013).



Die Marktgemeindefläche von 38,05 km² teilt sich gemäß Tabelle 1 auf. Fast 80 % der Fläche sind bewaldet oder landwirtschaftlich genutzt.

Tabelle 1: Flächenverteilung in der Marktgemeinde Murnau nach Nutzungsarten (BLfSD 2013).

	Fläche [ha]	Anteil [%]
Landwirtschaft	2.357	62
Wald	627	17
Gebäude- und Freiflächen	360	10
Verkehrsfläche	125	3
Andere Nutzung	336	8
<i>Summe</i>	<i>3.805</i>	<i>100</i>

2.2 Betrachtete Verursachergruppen

Die Betrachtung einzelner Verursachergruppen innerhalb der Marktgemeinde Murnau ermöglicht ein systematisches Vorgehen, die Ergebnisse der Bestandsanalyse können dadurch besser interpretiert und Energiekonzepte bzw. Maßnahmenempfehlungen besser auf die jeweilige Gruppe abgestimmt werden. Unterschieden werden dabei folgende Verursachergruppen:

- Private Haushalte
- Gewerbe und Unternehmen
- Öffentliche Liegenschaften

Der Sektor Verkehr wird im Folgenden nicht in derselben Detaillierung betrachtet, da der daraus resultierende Energieumsatz schwer ermittelt und genau lokalisiert werden kann. Deshalb wird der Energiebedarf für den Sektor Verkehr rein bilanziell betrachtet und die Potentiale bzgl. der Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Biodiesel etc.), Energieeinsparung oder Elektro-Mobilität rein nachrichtlich angegeben.

Im Zuge der Bestands- und Potentialanalyse wird im Folgenden auch auf die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes aus dem Jahr 2012 zurückgegriffen (erstellt vom Energie- und Umweltzentrum Allgäu). Die dazu ermittelten Daten werden um neue Erhebungen ergänzt bzw. entsprechend angepasst.



3 Analyse des Energiebedarfs in der Marktgemeinde Murnau

Die Energie- und CO₂-Bilanz gibt an, wie viele Tonnen CO₂ in einer Kommune oder einem Landkreis durchschnittlich pro Bürger und Jahr emittiert werden. Der jeweilige kommunale Durchschnittswert ist abhängig von der Struktur der Kommune. Landkreise und größere Kommunen weisen in der Regel einen höheren Wert je Einwohner (9-13 t CO₂/Einw.) auf als kleinere (6-8 t CO₂/Einw.). Dies liegt an der üblicherweise höheren gewerblichen Dichte und ihrer Funktion als Mittel- oder Oberzentrum.

Die vorliegende Energie- und CO₂-Bilanz umfasst sämtliche Energiemengen, die für elektrische und thermische Anwendungen sowie zum Zwecke der Fortbewegung in der oben angegebenen Gebietseinheit umgesetzt werden. Abhängig von der Bereitstellung dieser Energiemengen durch einen bestimmten Brenn- oder Kraftstoff entstehen CO₂-Emissionen, die analog zu den Energiemengen aufaddiert und systematisch dargestellt werden. Auf diese Weise ergibt sich ein umfassender Überblick über die energetische Situation in der Marktgemeinde Murnau und deren Entwicklung.

Die zugrundeliegende Methodik basiert auf der Erhebung kommunaler Strukturdaten aus verschiedenen Statistiken (Abb. 2). Des Weiteren werden Netzdaten zu allen leitungsgebundenen Energieträgern erhoben sowie aus Förderprogrammen erhältlich Datenmaterial zu EEG-Anlagen und Solarthermie. In einem dritten Schritt werden Detailabfragen vorgenommen. Diese richten sich an Unternehmen, die Kommune, Anlagenbetreiber und die jeweils zuständigen Kaminkehrer. Der Einsatz der hauptsächlich genutzten Brennstoffe Heizöl, Biomasse und Flüssiggas wird auf Grundlage einer Heizkesselstatistik der zuständigen Bezirkskaminkehrermeister hochgerechnet. Damit ergibt sich ein hinreichend genaues Gesamtbild, ein individueller Heizanlagenbetrieb kann in der Regel freilich nicht abgebildet werden.

Große Feuerungsanlagen mit besonders atypischer Betriebsweise, beispielsweise Heizkessel zur Bereitstellung von Prozesswärme oder Kombikessel mit variabler Brennstoffzufuhr sind – soweit Daten dazu vorliegen – ebenfalls Bestandteil der Energiebilanz. Stromseitig bilden die Darstellungen die Netzsicht ab. Feuerungsanlagen, welche zum Zwecke der Stromerzeugung bzw. in Verbindung mit Stromeigennutzung betrieben werden sind ebenfalls nur dann Bestandteil der Energiebilanz, wenn Daten dazu vorliegen.

Bei der Beurteilung von wärmeseitigen Entwicklungen muss ebenfalls berücksichtigt werden, dass das Gesamtbild auch durch klimatische Einflüsse – in erster Linie die Außentemperaturbedingungen eines Berichtsjahres – geprägt ist.



Da die Marktgemeinde Murnau den Energieverbrauch durch entsprechende Klimaschutzmaßnahmen beeinflussen kann, ist das Wissen um die CO₂-Emissionen der verschiedenen Sektoren wichtig. Der energetische Zustand der kommunalen Gebäude, die Qualität des ÖPNV oder die Öffentlichkeitsarbeit zum Thema „Klimaschutz und Energieeffizienz“ beeinflussen die CO₂-Emissionen. Aus der Entwicklung über einen längeren Zeitraum lässt sich auch der Erfolg der Klimaschutzmaßnahmen ablesen. Daher kommt der CO₂-Bilanz – nicht zuletzt auch wegen der Öffentlichkeitswirksamkeit – eine hohe Bedeutung im Rahmen der Klimaschutzpolitik zu.

In diesem Kapitel werden der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen in der Marktgemeinde Murnau bis ins Berichtsjahr 2013 aufgeführt.

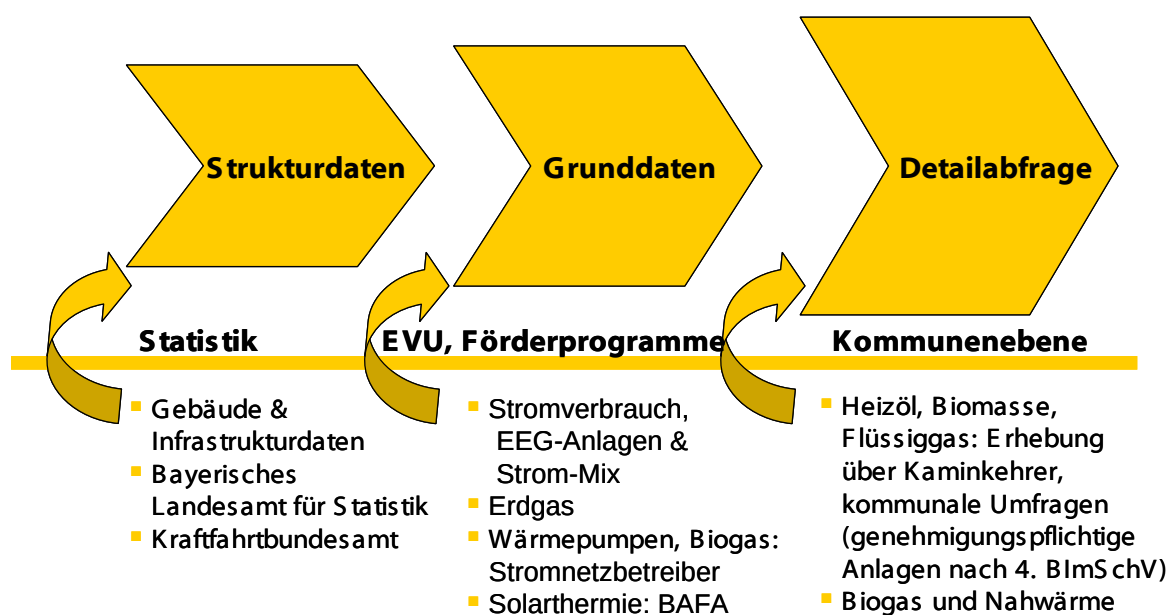


Abb. 2: Die Datenerhebung als Grundlage der lokalen Energie- und CO₂-Bilanz

Die Bilanz ist eine Momentaufnahme des energetischen Zustands der Marktgemeinde mit Stand Ende 2013. Bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen wurden für das Marktgemeindegebiet ermittelte Energieverbräuche mit Emissionsfaktoren verrechnet. Dadurch konnte individuell für Murnau die Emissionsintensität nach Energieträgern ermittelt werden, was wiederum die Identifikation klimaschutzrelevanter Bereiche in der Marktgemeinde ermöglicht sowie daraus resultierend entsprechende Maßnahmen.

Die folgende Tabelle listet die wichtigsten verwendeten Emissionsfaktoren auf.



Tabelle 2: Emissionsfaktoren für ausgewählte Energieträger

Energieträger	Spez. Emissionsfaktor
<i>Wärme</i>	
Heizöl	318 g CO ₂ / kWh
Erdgas	227 g CO ₂ / kWh
Braunkohle	438 g CO ₂ / kWh
Steinkohle	365 g CO ₂ / kWh
Holz	24 g CO ₂ / kWh
Umweltwärme	164 g CO ₂ / kWh
Solarthermie 1) 2)	42 g CO ₂ / kWh
Biogas	71 g CO ₂ / kWh
<i>Strom</i>	
Strom (EVU)	372 g CO ₂ / kWh
Wasser	38 g CO ₂ / kWh
Wind	18 g CO ₂ / kWh
Biogas 1)	76 g CO ₂ / kWh
Photovoltaik 1) 3)	115 g CO ₂ / kWh
Abfallverwertung 1)	61 g CO ₂ / kWh
Erdgas-Verbrennung in KWK 1) 4)	379 g CO ₂ / kWh

(1) Datenbezug auf die Wärmebereitstellung ggf. frei Netz inklusive Netzverlusten und Umwandlungsverlusten in den Heizungen, KWK (Kraft-Wärme-Kopplung) energiealloziert, 2) Flachkollektoren als Referenzanlage, 3) Monokristalline Module als Referenzanlage, 4) BHKW (Blockheizkraftwerk) bis 50 kWel als Referenzanlage.

Die obigen Angaben machen deutlich, dass sich die Emissionsfaktoren der zur Heizwärmeerzeugung genutzten Energieträger teilweise ganz erheblich voneinander unterscheiden; so verursacht die Verbrennung von Braunkohle fast 18 mal mehr CO₂ als die Nutzung von solarthermischer Wärme. Ebenso wird erkennbar, dass die Verwendung erneuerbarer Energien nicht völlig klimaneutral ist, da bei der Gewinnung und dem Transport der Energieträger Emissionen anfallen. Aus diesem Grund muss der sparsame Umgang auch mit diesen Ressourcen erste Priorität haben.



3.1 Energieverbrauch

3.1.1 Endenergieverbrauch nach Verursachergruppen

Die im Rahmen der Energie- und CO₂-Bilanz erhobenen Energieverbrauchswerte in der Marktgemeinde Murnau werden in diesem Abschnitt nach Verursachergruppen dargestellt:

- Wirtschaft (einschließlich des primären, sekundären und tertiären Sektors)
- Private Haushalte
- Verkehr

Insgesamt beläuft sich der Endenergieverbrauch der Marktgemeinde Murnau im Berichtsjahr 2013 über alle Verursachergruppen hinweg auf 349.061 MWh (349 GWh). Pro Einwohner ergibt dies einen Endenergieverbrauch von 29,9 MWh (29.957 kWh) pro Jahr. Abb. 3 zeigt die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die oben genannten Gruppen im Berichtsjahr 2013. Der hohe Anteil der Wirtschaft mit 40 % am Endenergieverbrauch der gesamten Marktgemeinde erklärt sich zum einen durch die Funktion Murnaus als Mittel- bzw. Oberzentrum beispielsweise mit mehreren Schulen und zum anderen durch die Anwesenheit diverser Großverbraucher im gewerblichen Bereich. Mit 31 % spielen die privaten Haushalte in der Energiebilanz Murnaus entsprechend eine deutlich geringere Rolle. Der Verkehr nimmt mit 29 % des Endenergieverbrauchs rechnerisch den geringsten Anteil ein.

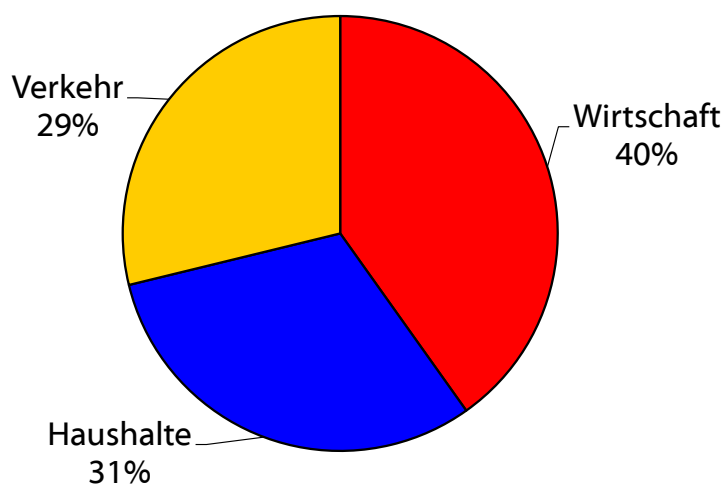


Abb. 3: Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Verursachergruppen im Jahr 2013



Gleichwohl sollten alle Verursachergruppen eine entsprechende energiepolitische Behandlung erfahren. Abb. 4 stellt den verursachergruppenspezifischen Energieumsatz im zeitlichen Längsschnitt dar (der kommunale Betrieb ist hier der Wirtschaft zugeordnet). Es wird folgendes deutlich: Über den dargestellten Zeitraum ist in Murnau ein rückläufiger Trend des gesamten Endenergieverbrauchs zu verzeichnen. Dieser liegt im Jahr 2004 bei ca. 354 GWh, im Mittel der Berichtsjahre 2011 bis 2013 bei ca. 342 GWh. Das entspricht einem Rückgang von etwa 3,4 %. Dieser Rückgang ist in erster Linie auf einen verminderten Energieumsatz im Bereich der Wirtschaft zurückzuführen.

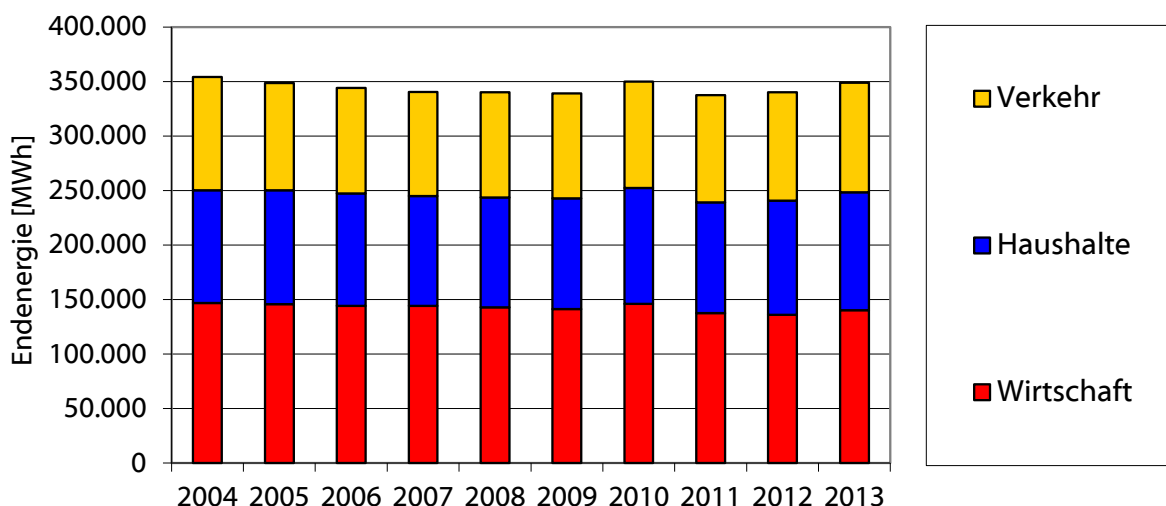


Abb. 4: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Verursachergruppen

3.1.2 Energieträger

Eine Betrachtung der Energieträger ermöglicht eine weitere Gewichtung des vorhandenen Energieumsatzes. Abb. 5 zeigt diesen Sachverhalt mittels des dargestellten Pro-Kopf-Verbrauchs von Brennstoffen, Strom und Kraftstoffen. Der Pro-Kopf-Verbrauch für Wärme liegt deutlich über dem Pro-Kopf-Verbrauch für Strom und Kraftstoffe. In der zeitlichen Entwicklung ist der Verlauf des Energieumsatzes aller Energieformen in etwa konstant und zeigt lediglich im Zeitraum 2011 bis 2013 jeweils eine leichte Erhöhung. Dies ist in erster Linie der Umstellung der Statistik in Folge der angesprochenen Volkszählung geschuldet.

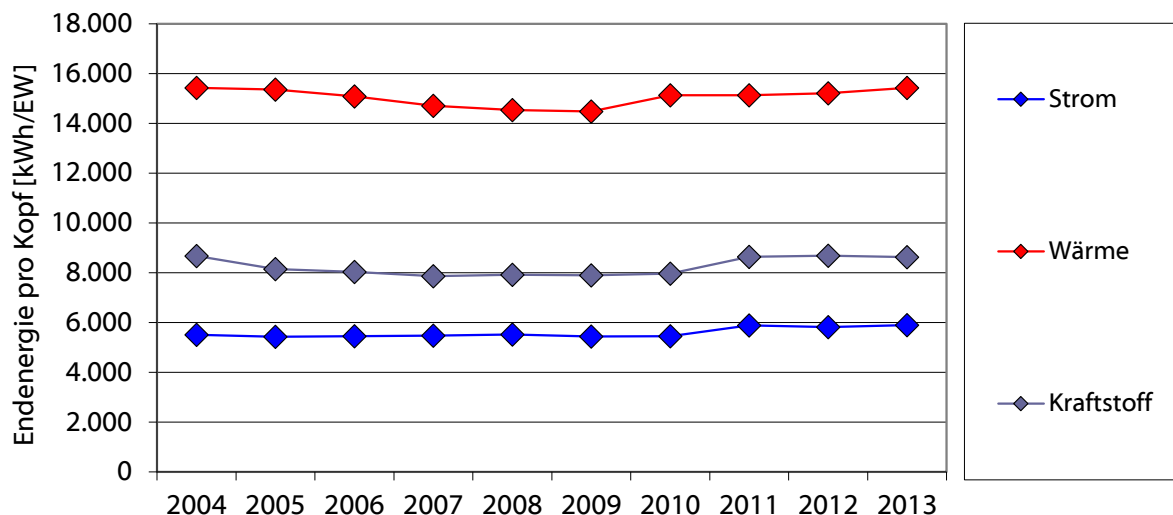


Abb. 5: Pro-Kopf-Entwicklung des Endenergieverbrauchs

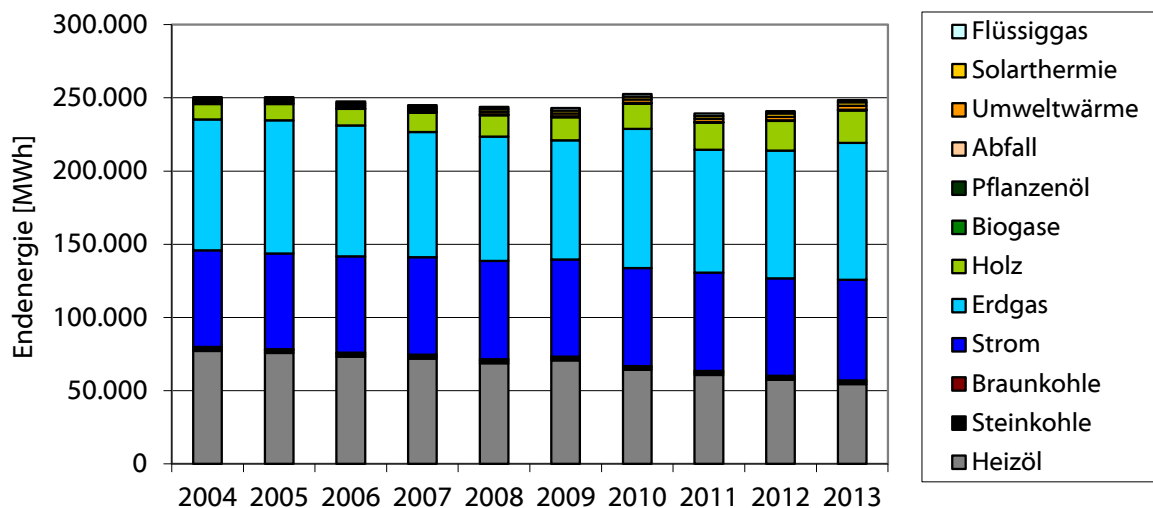


Abb. 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) in Murnau nach Energieträgern

Abb. 6 veranschaulicht die Entwicklung des absoluten Endenergieverbrauchs für die Strom- und Wärmeseite in Murnau, wobei die Beiträge der einzelnen Brennstoffe abgebildet sind. Der leicht rückläufige Gesamttrend wird wiederum sichtbar. Im Betrachtungszeitraum fällt in



erster Linie eine kontinuierliche Substitution vom Heizöl hin zu Erdgas und Biomasse auf. Die Hauptenergieträger in der Marktgemeinde Murnau sind demzufolge im Berichtsjahr 2013 Erdgas (38 %), Strom (28 %) und drittens Heizöl (22 %).

Im Berichtsjahr 2004 betrug der Anteil Heizöl zum Vergleich noch etwa 31 %. Dieser Umstand dokumentiert einen bereits in der Umsetzung befindlichen beständigen Umstieg auf deutlich CO₂-ärmere Brennstoffe, den es auch künftig fortzusetzen gilt. In Abb. 7 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für die Wärmeseite in den privaten Haushalten nach den dort zum Einsatz kommenden Brennstoffen bzw. Energieträgern (einschließlich des Stromeinsatzes für Wärmeanwendungen) dargestellt. Die Tendenzen im Brennstoffwechsel zeigen sich wiederum, gerade der Einsatz von Biomasse – insbesondere in Einzelfeuerungen – kann in den letzten Jahren verstärkt nachgewiesen werden. Der gesamte Wärmeverbrauch zeigt eine leicht zunehmende Tendenz. Der Zubau an Wohnfläche infolge von Neubautätigkeit und Wohnflächenerweiterungen kann die Energieeinsparungen infolge der Sanierungstätigkeit im Gebäudebestand in der Regel nicht aufwiegen, auch wenn der Neubaustandard wesentlich energieeffizienter erfolgt. Ein maßvoller Umgang mit der Ausweisung von Neubaugebieten stellt in diesem Kontext eine Handlungs- und Planungsmöglichkeit für die Marktgemeinde dar, auch die energetische Entwicklung des Altbestandes an Wohngebäuden zu beeinflussen.

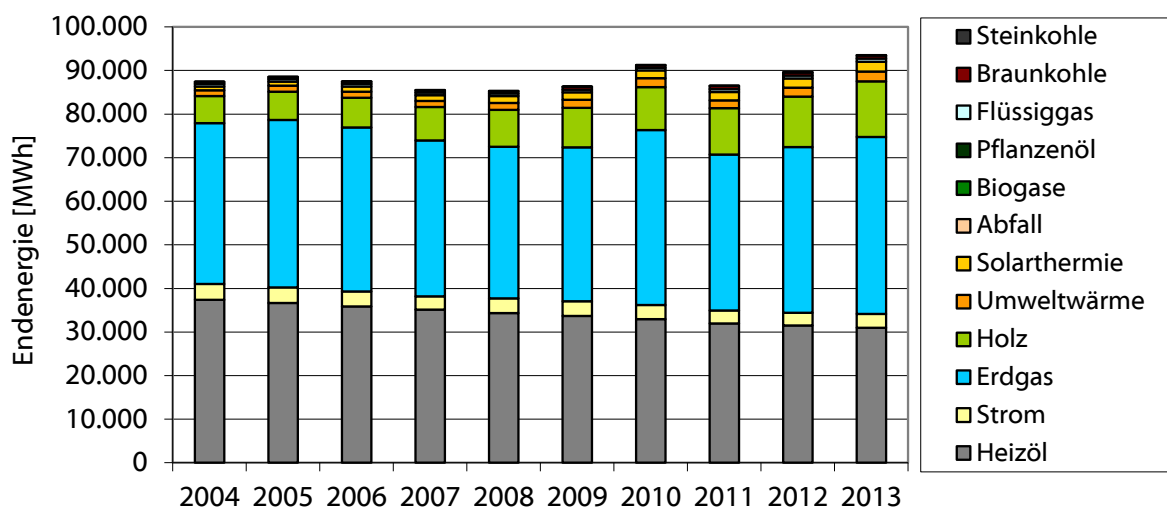


Abb. 7: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Murnau nach Energieträgern in den privaten Haushalten



Im Bereich der Wirtschaft (Abb. 8) zeigt sich im gesamten Betrachtungszeitraum im Hinblick auf den Brennstoffeinsatz ein vergleichbares Bild, lediglich die Beiträge durch Biomasse fallen deutlich geringer aus und resultieren in erster Linie durch den Betrieb kommunaler Heizanlagen in verschiedenen Schulen, im Bauhof sowie im Kemmelpark. Damit fällt der Marktgemeinde Murnau bzw. den Gemeindewerken Murnau sicherlich eine Vorreiterrolle zu, die durch die vorliegenden Planungen auch weiter ausgebaut werden soll. Die absoluten Brennstoffzahlen zeigen wie angesprochen gerade im Bereich der Wirtschaft eine deutliche Energieeinsparung. Ist im Berichtsjahr 2004 ein Gesamtumsatz von ca. 101 GWh dokumentiert, werden ein Zeitraum 2011 bis 2013 im Mittel ca. 89 MWh an Brennstoffen umgesetzt. Das entspricht einer ansehnlichen Einsparung von etwa 11,9 %. Diese Entwicklung kann durch mehrerlei Maßnahmen nachvollzogen werden:

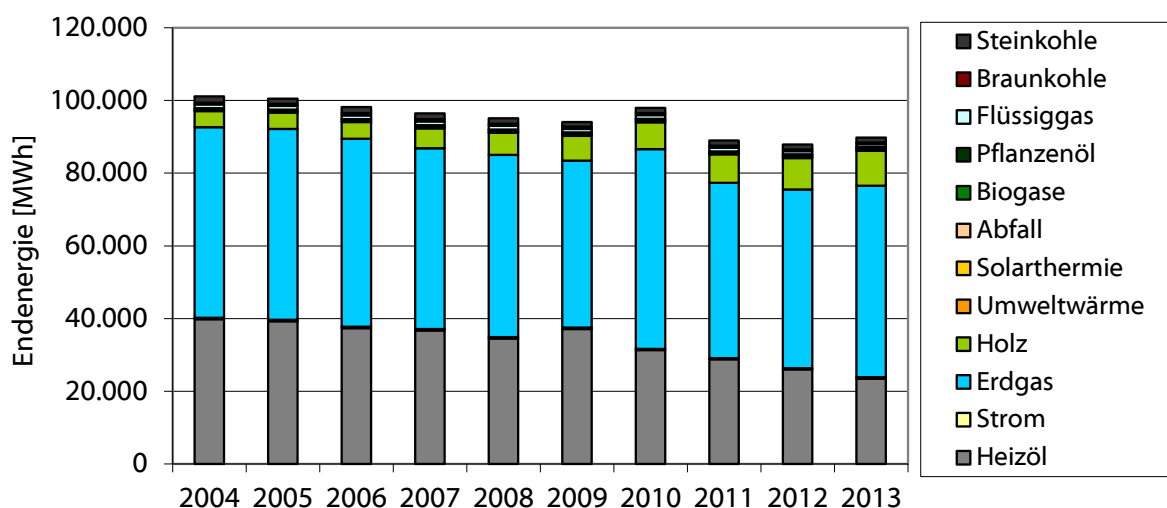


Abb. 8: Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Murnau nach Energieträgern in der Wirtschaft

- Energetische Sanierungsmaßnahmen an mehreren kommunalen Liegenschaften wie dem gemeindlichen Kindergarten, der Emanuel-von-Seidl-Grundschule und dem Marktbauamt in der Schloßbergstraße
- Umstellungen an der Anlagentechnik mit dokumentierter Energieeinsparung im Gewerbe (Vereinigte Sparkassen im Landkreis Weilheim, Feneberg Lebensmittel GmbH, Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Murnau)

Die beispielhaft aufgeführten Maßnahmen verdeutlichen, dass gerade im Bereich kommunaler und gewerblicher Liegenschaften mit sehr spezifischen Anforderungen an die Anlagentechnik und die Energiebereitstellung auch große Einsparpotenziale vorliegen. Diese



müssen in der Regel betriebsspezifisch ermittelt und umgesetzt werden, was einen gewissen Mehraufwand in der Beratung erfordert. Die Einführung eines Energiemanagements oder eine KMU-Beratung (Klein- und Mittelständische Unternehmen) bieten hier sinnvolle Handlungsmöglichkeiten, ein erster Schritt ist in der Regel eine kontinuierliche messtechnische Erfassung des Energieverbrauchs.

3.1.3 Erneuerbare Energien

Abb. 9 und Abb. 11 veranschaulichen jeweils für die Strom- und Wärmeseite die Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energien am Gesamtenergieumsatz. Auf der Stromseite wird im zeitlichen Längsschnitt lediglich ein regenerativer Beitrag durch Strommengen aus Photovoltaik ersichtlich, der im Berichtsjahr 2013 4,0 % des gesamten Stromumsatzes beträgt. Weiterhin sind mit einer Pelton-Turbine, Einspeiseleistung 6,8 kW in der ehemaligen Trinkwasserversorgung in Westried sowie einem Blockheizkraftwerk in der Murnauer Kläranlage im Wesentlichen Anlagen im kommunalen Betrieb anzuführen, welche aufs Gesamtbild allerdings keinen nennenswerten Einfluss haben. Somit befindet sich der Anteil Erneuerbarer Energien im Strombereich in 2013 auf einem verhältnismäßig geringen Niveau. Die Stromerzeugung aus Photovoltaik wurde im dargestellten Zeitraum freilich mehr als verzehnfacht.

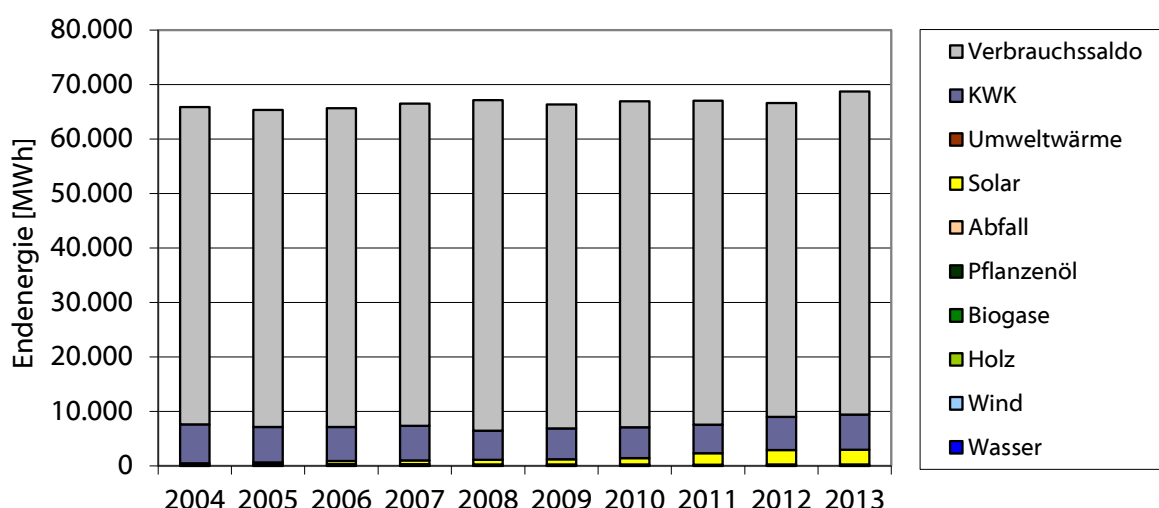


Abb. 9: Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Murnau im Strombereich



Deutlich ausgeprägter sind die Beiträge durch Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), welche in Murnau schwerpunktmäßig zur Stromeigennutzung betrieben wird. Dabei erfolgt die Bereitstellung der erforderlichen elektrischen Energie nicht durch das öffentliche Stromnetz, sondern durch den Betrieb von Stromerzeugern innerhalb der betreffenden Liegenschaft. Im Berichtsjahr 2013 sind über den Netzbetreiber 15 Anlagen mit insgesamt 1.270 kW elektrischer Leistung dokumentiert. Maßgeblich fürs Gesamtbild sind in diesem Zusammenhang in erster Linie die großen Module in der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Murnau.

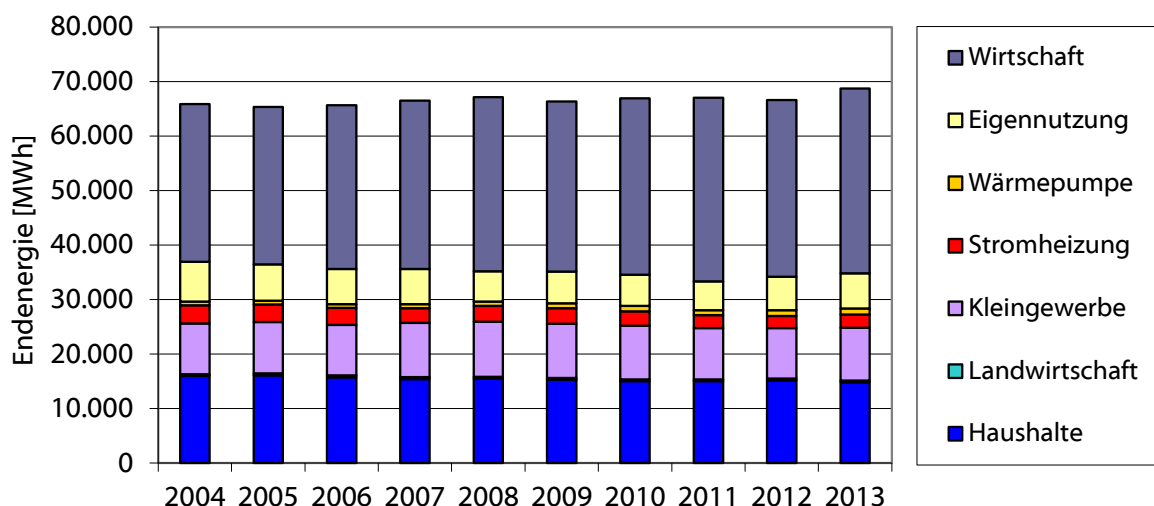


Abb. 10: Entwicklung des Stromverbrauchs nach Verbrauchergruppen

Bei einer genaueren Betrachtung des Stromverbrauchs nach Verbrauchergruppen wird neben einem ausgeprägten Strombezugsschwerpunkt der Wirtschaft deutlich, dass ein nicht unwesentlicher Anteil des Stromumsatzes in Stromeigennutzung bereitgestellt wird, also nicht in Form eines Strombezuges übers öffentliche Stromnetz (Abb. 10).

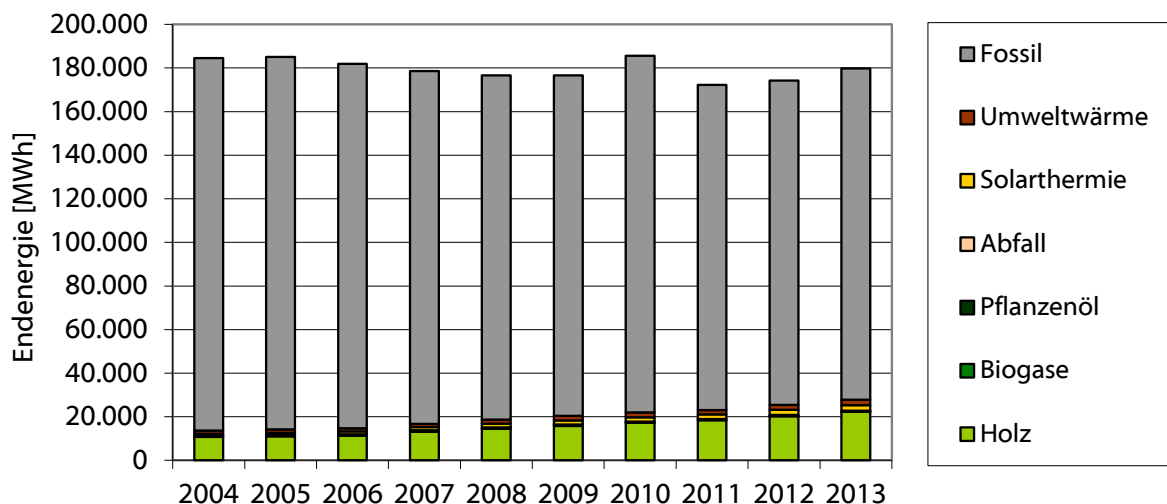


Abb. 11: Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Murnau im Wärmebereich

Analog sollen die Anteile Erneuerbarer Energien auf der Wärmeseite angegeben werden. Die wesentliche Entwicklung kann im Bereich der Ausnutzung von Biomasse als Brennstoff nachvollzogen werden. Im dargestellten Zeitraum kann eine Verdopplung des Brennstoffumsatzes aus Biomasse angegeben werden, welcher in erster Linie aus der verstärkten Nutzung von Einzelfeuerungen im Privatbereich bzw. wie bereits angesprochen aus der Inbetriebnahme mehrerer Anlagen in kommunaler Hand resultiert.

- Hackschnitzelkessel Staffelsee-Gymnasium / Mittelschule Murnau mit 1.000 kW
- Pelletkessel Bauhof / Feuerwehr / Gemeindewerke Murnau mit 220 kW
- Hackschnitzelkessel Emanuel-von-Seidl-Grundschule mit 300 kW
- Hackschnitzelkessel Heizanlage Kemmelpark mit 900 kW

Insgesamt beläuft sich der Anteil an Erneuerbaren Energien im Berichtsjahr 2013 auf ca. 16% (Abb. 11), was für Kommunen vergleichbarer Größe und Struktur einen üblichen Wert darstellt.



3.1.4 Energieverbrauch Verkehr / Mobilität

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr wird überwiegend auf Basis der Zulassungsstatistiken des Kraftfahrtbundesamtes ermittelt. Darin sind die in einer Kommune zugelassenen PKW, Motorräder, Sattelzugmaschinen, Lastkraftwagen und Zugmaschinen aus Land- und Forstwirtschaft aufgeführt. Zusätzlich wird die Entwicklung des Energieverbrauchs und der Emissionen, welche durch Flugverkehr, Schienenpersonenfernverkehr und Personenschiffahrt verursacht werden, anhand bundesweiter Statistikdaten geschätzt, indem diese Daten auf die Bevölkerung der jeweiligen Kommune heruntergebrochen werden. Die nachfolgend dargestellten Daten zum Energieumsatz und zu den CO₂-Emissionen können also nicht eindeutig territorial erfasst werden sondern müssen vielmehr im Kontext der Verursachung gesehen werden.

Bereits in Abschnitt 3.1.1 wurde aufgezeigt, dass der Verkehr mit 29 % anteilig den geringsten Energieverbrauch in Murnau verursacht. Zugleich kann in den letzten Jahren ein geringfügiger, doch kontinuierlicher Anstieg des Endenergiebedarfs in dieser Verbrauchergruppe nachvollzogen werden. Auffällig ist in Murnau der hohe Dieselmotorkraftstoffanteil (Abb. 12), der Dieselmotorkraftstoffverbrauch ist zudem im dargestellten Zeitraum merklich angestiegen (im Vergleich der Mittelwerte 2005 bis 2007 und 2011 bis 2013 um etwa 11,7 %). Der Verbrauch von Benzin reduzierte sich entsprechend. Der Anteil an Biokraftstoffen (Biodiesel und Bioethanol) liegt in 2013 bei ca. 8 %, was im Wesentlichen aus den entsprechenden Kraftstoffbeimischungen resultiert.

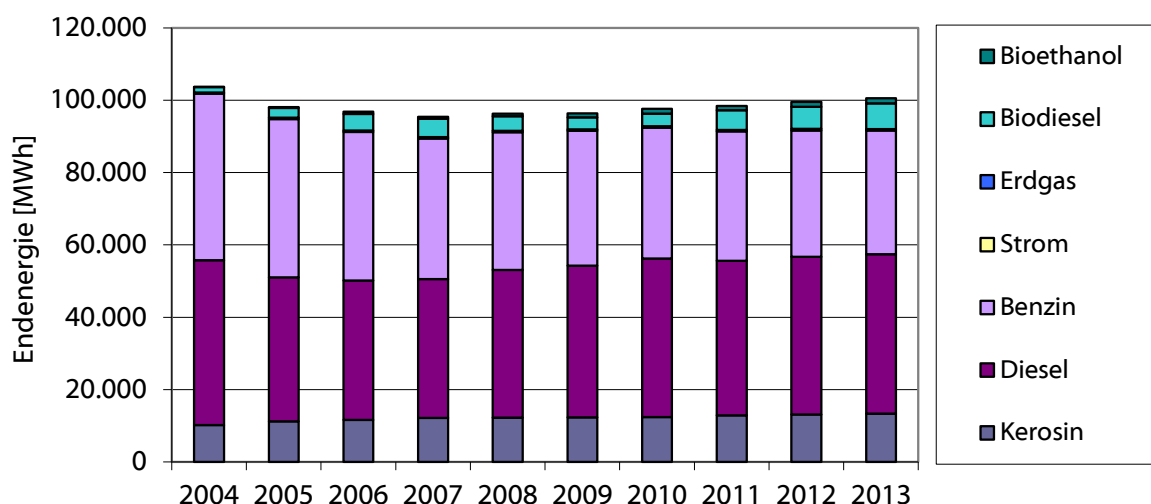


Abb. 12: Entwicklung des Kraftstoffverbrauchs in Murnau



Angesichts des erheblichen Volumens des verkehrsbedingten Endenergieverbrauchs sind die genannten Befunde in zweierlei Hinsicht bedeutsam: Sie belegen die Notwendigkeit zu Einsparmaßnahmen in diesem klimapolitisch so bedeutsamen Sektor und verdeutlichen – zumindest bezogen auf den Individualverkehr – die klimapolitische Relevanz des Nutzerverhaltens jedes einzelnen Mitbürgers, welches es durch Öffentlichkeitsarbeit und Informationsveranstaltungen zu adressieren gilt.

Tabelle 3: Relative Veränderungen des Endenergieverbrauchs des Verkehrssektors nach Energieträgern für die Jahre 2008 und 2013 bezogen auf das Basisjahr 2004

	2004		2008		2013	
	Gesamt [%]	Pro EW [%]	Gesamt [%]	Pro EW [%]	Gesamt [%]	Pro EW [%]
<i>Einwohnerzahl</i>	100,0%	--	101,6%	--	97,4%	--
Benzin	100,0%	100,0%	82,9%	81,6%	74,3%	76,3%
Diesel	100,0%	100,0%	89,6%	88,2%	96,7%	99,2%
Kerosin	100,0%	100,0%	119,5%	117,6%	130,8%	134,2%
<i>Mobilität / Verkehr</i>	100,0%	100,0%	92,9%	91,4%	96,9%	99,5%

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der Energiebilanz nur die Emissionen der vor Ort gemeldeten Fahrzeuge zugerechnet werden. Der zusätzlich durch den Tourismus verursachte Verkehr in der Marktgemeinde Murnau ist darin nicht berücksichtigt. Dennoch stellt auch gerade der Kfz-Individualverkehr durch den Tourismus Herausforderungen zur Energieeinsparung im Verkehrsbereich dar. Gerade in diesem Bereich existieren durchaus Steuerungsmöglichkeiten durch die Gemeinde bzw. das örtliche Gastgewerbe.

3.2 CO₂-Emissionen

Bei der Diskussion um die zukünftige Klimaschutzpolitik der Marktgemeinde Murnau ist die Entwicklung der jährlichen CO₂-Emissionen pro Einwohner die letztlich entscheidende Kenngröße. Dieses Maß (Tonnen CO₂ / EW a) erlaubt einen einfachen Vergleich spezifischer Emissionen einer Gemeinde mit denen anderer Kommunen. Zu beachten ist, dass hierbei nicht nur die geographische Lage, sondern vor allem die wirtschaftliche und soziale Struktur einer Kommune einen ganz erheblichen Einfluss auf die CO₂-Emissionen hat. Aus diesem Grunde sind interkommunale Vergleiche solcher Emissionskennwerte umso aussagekräftiger, je ähnlicher die zu vergleichenden Kommunen hinsichtlich ihrer Struktur-



merkmale sind. Gemäß der vorliegenden Primärenergiebilanz belaufen sich die in der Marktgemeinde Murnau verursachten CO₂-Emissionen im Jahr 2013 auf insgesamt 106.191 t; im Vergleich zum Jahr 2004 (100.758 t) ist das eine Zunahme um 5,4 %. Die im Jahr 2013 angefallene Pro-Kopf-Emissionsmenge liegt bei 9,1 t CO₂ / EW a. Dieser Wert schließt die Emissionen aus allen drei Verursachergруппen (Wirtschaft, Haushalte, Verkehr) ein. Damit liegt Murnau in etwa im Bundesdurchschnitt von 9,0 t CO₂ / EW a (siehe Abb. 13). Die Marktgemeinde Kaufering hat bereits ein größeres Wärmenetz realisiert und liegt deutlich unter dem bundesdeutschen Durchschnitt.

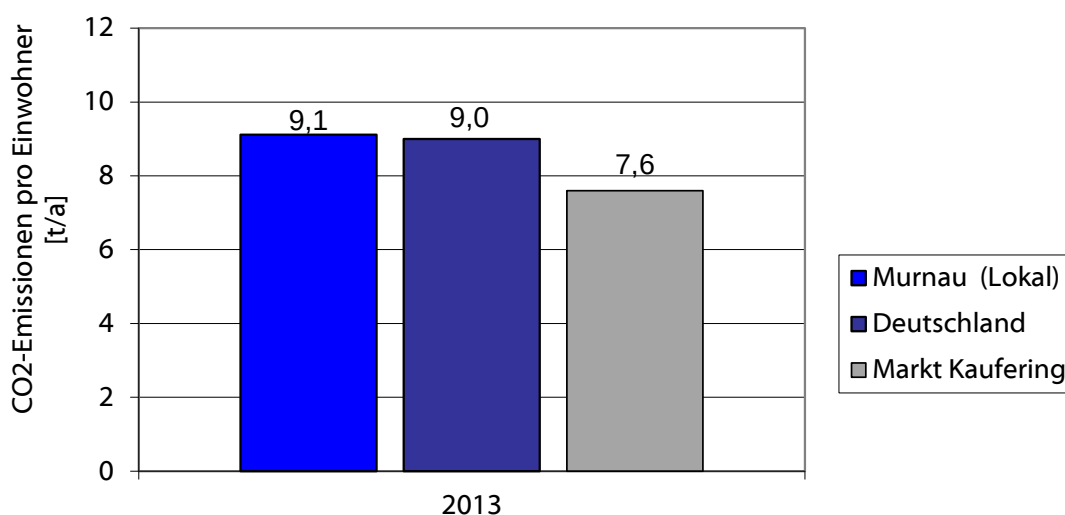


Abb. 13: Vergleich der CO₂-Emissionen pro Einwohner im Jahre 2013

Bei der Interpretation der Pro-Kopf-CO₂-Emissionen ist zu beachten, dass hier jeweils kommunenspezifische, also lokale Stromemissionswerte angesetzt werden. Grundlage für die stromseitigen Emissionen bilden die Stromkennzeichnungen, welche zum besseren Nachweis der Zusammensetzung der in einem Berichtsjahr gelieferten Strommengen von den Energieversorgungsunternehmen veröffentlicht werden. Die Strommengen aus erneuerbaren Energien (gefördert nach dem EEG) werden dabei allerdings buchhalterisch über das gesamte Übertragungsnetz aufsummiert und können damit kleineren Netzeinheiten nur als Mittelwert angerechnet werden. Die lokalen CO₂-Emissionen dagegen berücksichtigen die physikalisch auf Gemeindegebiet erzeugten Strommengen aus erneuerbaren Energien analog zur Darstellung in Abb. 12. Dazu werden die Stromkennzeichnungen um die buchhalterischen Angaben zu erneuerbaren Strommengen (gefördert nach dem EEG) bereinigt und die auf Gemeindegebiet erzeugten erneuerbaren Strommengen entsprechend mit einberechnet. Weitere auf den Stromkennzeichnungen ausgewiesene regenerative



Strommengen (Sonstige Erneuerbare Energien) werden grundsätzlich nicht mit angerechnet, da die Stromerzeugung zwangsläufig außerhalb des Gemeindegebietes stattfindet. Die erneuerbaren Beiträge werden also streng nach Territorium verortet. Der Saldo zwischen lokaler Stromerzeugung und dem Stromverbrauch wird mit den weiteren auf den Stromkennzeichnungen ausgewiesenen Strommengen und den entsprechenden Emissionskennwerten aufgefüllt.

Der lokale Emissionsfaktor für den in Murnau verbrauchten Strom lag im Jahre 2013 bei 541 g CO₂ / kWh (vgl. Tabelle 2). Die eingeschränkte Vergleichbarkeit der CO₂-Bilanz regional benachbarter Städte und Marktgemeinden aufgrund unterschiedlicher lokaler CO₂-Emissionsfaktoren beim Strom lässt sich bereinigen, wenn Kommunen auf der Grundlage eines einheitlichen Emissionsfaktors für Strom verglichen werden. Dazu wurde der bundesdurchschnittliche CO₂-Emissionsfaktor, welcher im Jahre 2013 bei 559 CO₂ / kWh lag, für eine neuerliche Vergleichsrechnung herangezogen. Abb. 14 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionsfaktoren in Murnau nach Stromkennzeichnung (EVU: Bayernwerk AG) und lokalem Rechenansatz (Lokal) sowie auf Bundesebene (Bund). Kommunen mit einem im Vergleich zur Stromkennzeichnung niedrigeren lokalen CO₂-Emissionsfaktor weisen auf ihrem Gebiet bezogen auf den Stromverbrauch eine höhere Erzeugung aus erneuerbaren Energien auf als das gesamte umliegende Netzgebiet. Kommunen mit einem höheren lokalen CO₂-Emissionsfaktor wie die Marktgemeinde Murnau weisen in der Regel anteilig eine entsprechend geringere Erzeugung auf.

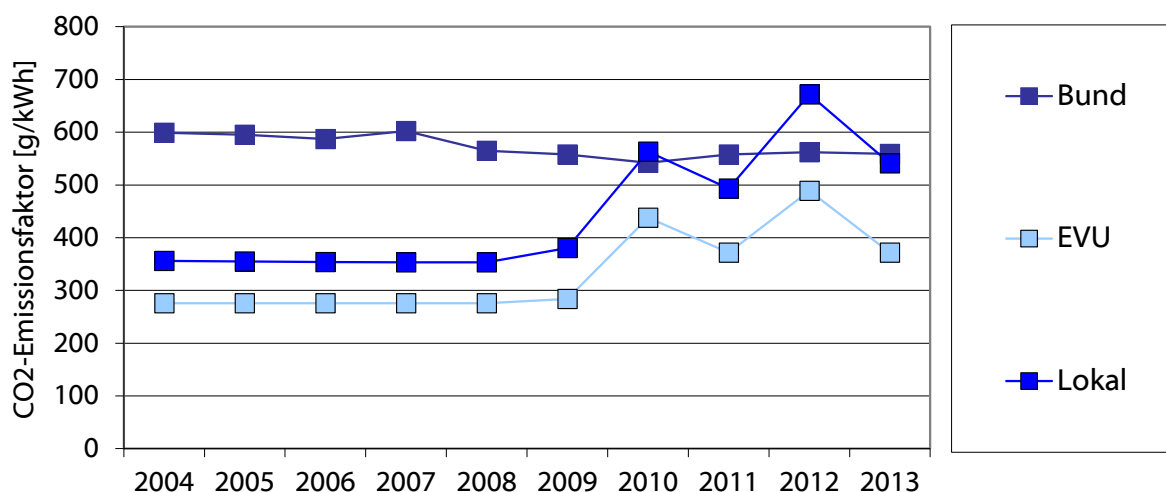


Abb. 14: Entwicklung der CO₂-Emissionsfaktoren Strom



In diesem Zusammenhang soll in jedem Fall nachrichtlich erwähnt werden, dass ein Vertrieb von ausgewiesenen Ökostromprodukten, wie er durch die Gemeindewerke Murnau bereits stattfindet, und ein entsprechender Absatz dieser Produkte zur gesamten stromseitigen Klimabilanz zweifelsohne positiv beiträgt. Die Situation im Bereich des Stromhandels lässt sich allerdings rechnerisch nur sehr schwer sauber abbilden, da dazu eine Erhebung faktisch bei allen am Markt befindlichen Stromlieferanten über deren Kundensituation notwendig wäre.

Abb. 15 gibt die Entwicklung der CO₂-Emissionsfaktoren für alle relevanten Energieformen an. Die jeweiligen Kurven erlauben analog zum Strom Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der insgesamt verwendeten Brenn- und Kraftstoffe. Wärmeseitig deutet beispielsweise ein Wert von ca. 300 g/kWh auf eine Brennstoffzusammensetzung mit ausgeprägtem Schwerpunkt aufs Heizöl hin. Ein Wert im Bereich von 200 g/kWh – wie aktuell im Fall von Murnau – weist dagegen auf bedeutsame erneuerbare Anteile beim Brennstoffsortiment bzw. eine hohe Durchdringung mit Erdgas hin. Beim Strom werden im Zeitraum seit 2009 ausgeprägte Fluktuationen ersichtlich. Diese können durch eine verstärkte Bereitstellung von fossilen Strommengen anstelle von Strom aus Kernkraft erklärt werden.

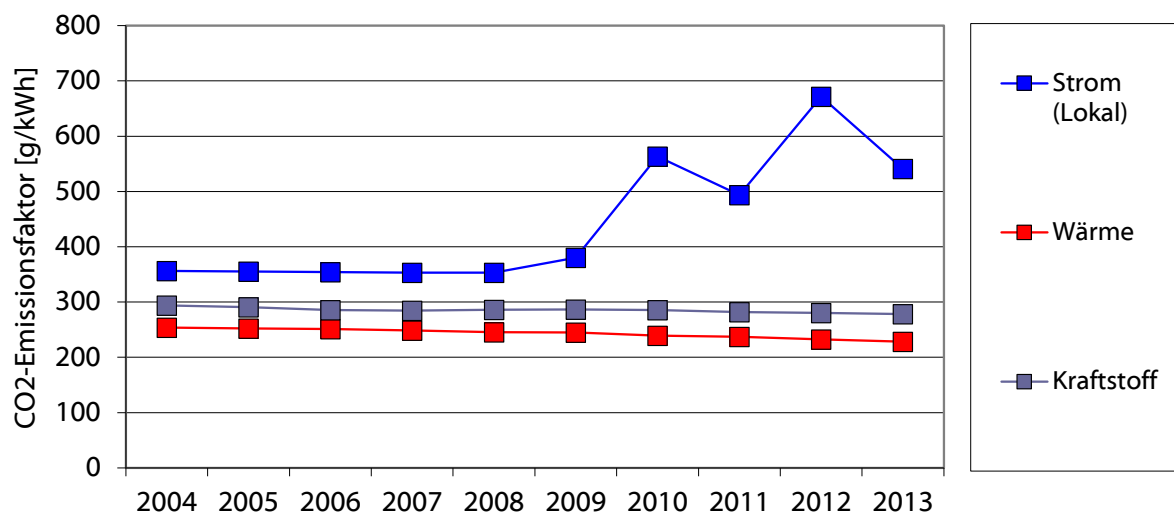


Abb. 15: Entwicklung der CO₂-Emissionsfaktoren im Bereich Strom, Wärme und Kraftstoffe



In Abb. 16 werden die CO₂-Emissionen der Marktgemeinde Murnau nach Verursachergruppen aufgeschlüsselt. Ein Vergleich dieser Darstellung mit den Anteilen der Verursachergruppen am Endenergieverbrauch (Abb. 3) zeigt, dass die Wirtschaft bei einem Anteil von 40 % am Endenergieverbrauch 45 % der CO₂-Emissionen verursacht. Grund dafür ist ein anteilig höherer Stromverbrauch mit hohem Emissionsfaktor. Die privaten Haushalte mit einem Anteil am Endenergieverbrauch von 31 % verursachen 29 % der Gesamtemissionen in Murnau, was mit einem höheren Anteil erneuerbarer Energien (Biomasse, Umweltwärme und Solarwärme) zu erklären ist. Beim Verkehr liegt der Anteil am Endenergieverbrauch bei 29 %, was 26 % der CO₂-Emissionen entspricht.

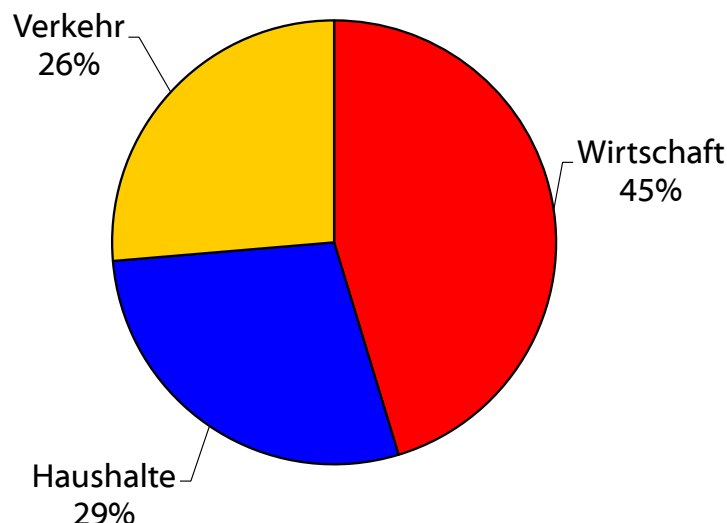


Abb. 16: CO₂-Emissionen der Marktgemeinde Murnau nach Verursachergruppen (2013)

Die zeitliche Entwicklung der CO₂-Emissionen (Abb. 17) zeigt neben den Relationen der einzelnen Verursachergruppen zueinander vor allem den Einfluss der dargestellten Entwicklungen auf der Stromseite, die bei der Wirtschaft besonders ausgeprägt ist.

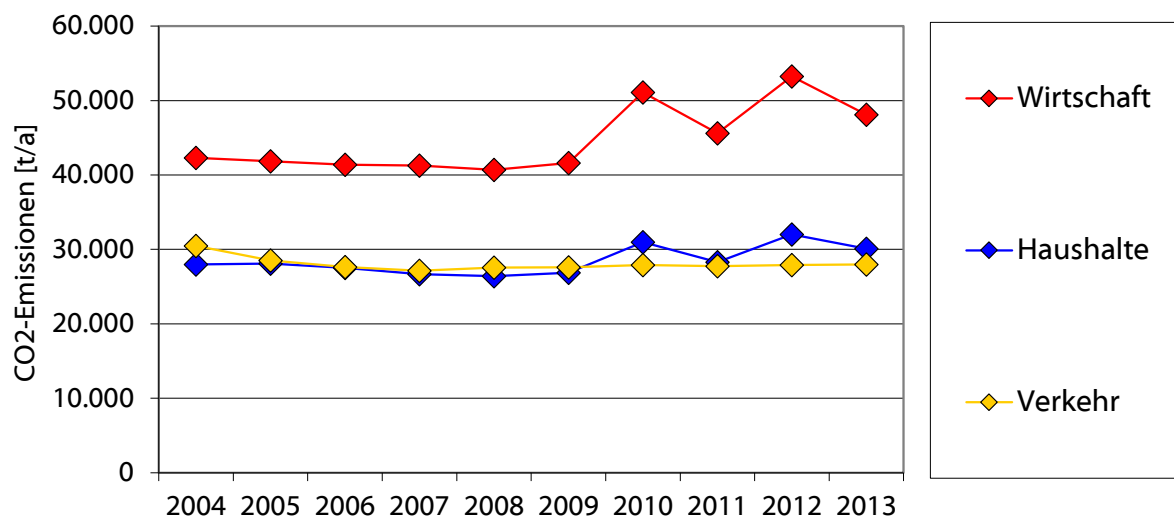


Abb. 17: Entwicklung der CO₂-Emissionen nach Verursachergруппen

Bezieht man die in der CO₂-Bilanz aufgerechneten Gesamtemissionen auf die Bevölkerungsentwicklung der Marktgemeinde (Abb. 18), so erkennt man in den Jahren seit 2009 einen merklichen Anstieg im Bereich zwischen 10 und 20 % bezogen auf 2004.

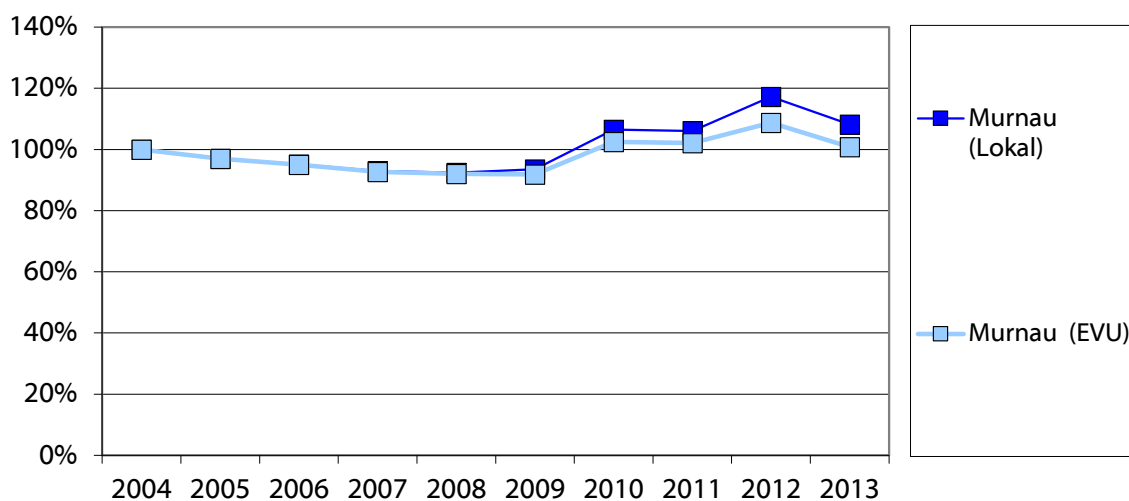


Abb. 18: Relative Entwicklung der CO₂-Emissionen pro Einwohner



3.3 Energieverbrauch des kommunalen Betriebs

Die nachfolgenden kommunalen Liegenschaften werden aufgrund ihrer Relevanz fürs Gesamtbild auf der Wärmeseite gesondert mit einberechnet: Mittelschule Murnau, Staffelsee-Gymnasium, Bauhof und mitversorgte Gebäudeteile, Rathaus, gemeindlicher Kindergarten, Emanuel-von-Seidl-Grundschule, Marktbauamt, gemeindliche Kläranlage sowie die kommunalen Liegenschaften an der Heizanlage im Kemmelpark. Die entsprechende Darstellung des Wärmeverbrauchs des kommunalen Betriebs im zeitlichen Längsschnitt zeigt das Gesamtbild des Brennstoffumsatzes der oben genannten kommunalen Liegenschaften (Abb. 19). Deutlich wird vor allem der sukzessive Ausbau der Biomassenutzung als Brennstoff und die damit einhergehende Verringerung der Anteile fossiler Brennstoffe. Im Berichtsjahr 2013 kann so für den Brennstoffumsatz kommunaler Liegenschaften ein Anteil von 2,9 % am gesamten Brennstoffumsatz der Marktgemeinde Murnau nachgewiesen werden. Die oben angeführten Liegenschaften bilden wohlgerne nicht die Gesamtheit aller kommunalen Liegenschaften ab.

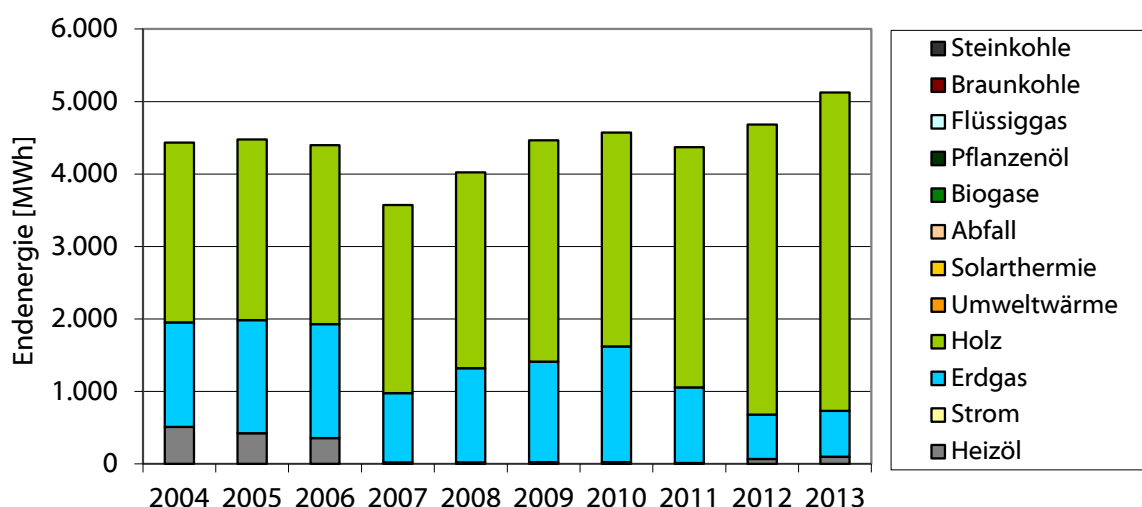


Abb. 19: Wärmeverbrauch des kommunalen Betriebs

Der Stromverbrauch der kommunalen Straßenbeleuchtung entwickelt sich gemäß der übermittelten Netzabsatzdaten von 309.756 kWh im Berichtsjahr 2004 auf 402.200 kWh im Berichtsjahr 2012. Das entspricht einer Zunahme von etwa 30 %.



3.4 Kennzahlen

Die weiter unten dargestellten Kennzahlen der Marktgemeinde Murnau erlauben einen Vergleich mit Bundesdurchschnitten. eza! ist bestrebt, auf Grundlage der aktuellen wie auch der zukünftigen Bestandsanalysen in Allgäuer Städten und Marktgemeinden regionale Vergleichskennzahlen zu erheben und diese den Marktgemeinden und Städten zukünftig zur Verfügung zu stellen.

Für Photovoltaik und Solarthermie wurden die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes aktuellsten Anlagenstammdaten bzw. die aktuellsten BAFA-Daten abgefragt, so dass die per Ende 2013 installierte PV-Leistung und die Gesamtfläche der solarthermischen Anlagen in Murnau ermittelt und einbezogen werden konnten.



Tabelle 4: Wichtige Kennzahlen der Marktgemeinde Murnau

Kennzahlen	Einheiten	Wert	Mittelwert Deutschland
Wohnfläche in Wohngebäuden pro Einwohner 2013	m ²	51,3	44,8
Einwohner pro Wohneinheit 2013	Personen / Wohneinheit	1,87	2,04
Gesamt-Wärmeenergiebedarf der Kommune pro Einwohner, Basis 2013	kWh / EW a	15.427	16.236
Gesamt-Stromverbrauch der Kommune pro Einwohner, Basis 2013	kWh / EW a	5.900	7.526
Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeenergiebedarf der gesamten Kommune 2011	%	15	11
Anteil erneuerbarer Energien am Strombedarf der der gesamten Kommune 2013	%	14	23
Photovoltaikanlagen - installierte Leistung pro 1000 Einwohner (Dez 2013) (netzgekoppelt und Inselanlagen)	kWp / 1000 EW	301	446
Solarthermische Anlagen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung	m ² / EW	0,612	0,202 ²⁾
Pkw pro 1000 Einwohner (2013)	Anzahl / EW	558	538

¹⁾Quelle: bayer. Landesamt für Statistik²⁾Quelle: EE in Zahlen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Es gilt zu berücksichtigen, dass in die Bildung der Durchschnittswerte auch kleine Marktgemeinden mit einfließen. Durch deren andere Struktur kommt es bei einzelnen Bereichen zu Verzerrungen (beispielsweise ist der Durchschnitt des Stromverbrauchs der öffentlichen Straßen und Wegebeleuchtung für größere Städte nicht repräsentativ, da er durch kleine Marktgemeinden gesenkt wird).



4 Potenzialanalyse

Neben der Bilanzierung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen wurde eine Potenzialschätzung für die Marktgemeinde Murnau durchgeführt. Darin wurde ermittelt,

- in welchem Umfang und in welchen Verbrauchergruppen in der Marktgemeinde Murnau Energie eingespart werden kann und
- in welchem Umfang auf dem Marktgemeindegebiet vorhandene erneuerbare Energien genutzt werden können.

Diese Potenzialschätzung gibt sowohl Aufschluss über die Potenziale, welche in der Marktgemeinde bis 2013 bereits genutzt wurden, als auch über jene, die bei dem gegenwärtigen Stand der Technik mittelfristig genutzt werden können. Hierauf aufbauend kann die Marktgemeinde eine mittel- und langfristige Klimaschutzpolitische Strategie erarbeiten.

Bei Potenzialermittlungen wird zwischen theoretischen, technischen, wirtschaftlichen und erschließbaren Potenzialen (Erwartungspotenzial) unterschieden (Kaltschmitt 2009). Das theoretische Potenzial beschreibt dabei die maximal mögliche Energieverbrauchsverringerung bzw. die Gesamtheit der regenerativen Energievorkommen auf dem Marktgemeindegebiet – ungeachtet der technischen Machbarkeit oder der Wirtschaftlichkeit einer Erschließung. Dagegen enthalten technische bzw. wirtschaftliche Potenziale lediglich jenen Anteil der theoretischen Potenziale, welcher mit den zum Zeitpunkt der Schätzung gegebenen technischen Hilfsmitteln bzw. unter wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nutzbar ist. Das erschließbare Potenzial (auch Erwartungspotenzial) gibt schließlich an, welche Nutzung zu einem gegebenen Zeitpunkt als realistisch erreichbar angesehen wird.

In der nachfolgenden Potenzialschätzung wird zunächst das in Murnau vorhandene technische Potenzial betrachtet, da dieses für eine mittelfristige Energieplanung relevant ist. Die Schätzung zeigt, welcher Handlungsspielraum im Bereich von Energieeinsparung und regenerativer Energieproduktion prinzipiell besteht. Demgegenüber hängt die Wirtschaftlichkeit der aufgezeigten technischen Potenziale von zahlreichen Faktoren ab (Rohstoff- und Energiepreisentwicklung, Investitionsprogramme und Fördermöglichkeiten, Marktgemeinde- und Technologieentwicklung etc.), so dass von Fall zu Fall und damit meist erst zum Zeitpunkt einer anstehenden Maßnahmenumsetzung über die Frage der Wirtschaftlichkeit der Erschließung eines Potenzials zu entscheiden ist. Ohne weitere Angaben beziehen sich die im Folgenden genannten Schätzungen immer auf technische Potenziale. Die Tabelle 5 fasst die ermittelten Einsparpotenziale für die Marktgemeinde Murnau zusammen.



Tabelle 5: Einsparpotenziale der Marktgemeinde Murnau bis 2023

	Ist-Verbrauch 2013 [MWh]	Einsparpotenzial [MWh]	Einsparpotenzial [%]
Strom Haushalte	18.014	7.205	
Strom Wirtschaft	50.738	12.685	
Summe Strom	68.752	19.890	29%
Wärme Haushalte	90.317	52.430	
Wärme Wirtschaft	89.436	22.359	
Summe Wärme	179.753	74.789	42%
Kraftstoff PKW	65.366	24.593	
Kraftstoff Nutzfahrzeuge	35.190	0	
Summe Verkehr	100.557	24.593	24%
Summe gesamt	349.061	119.272	34%

4.1 Einsparpotenziale

Einsparpotenziale in Marktgemeinden und Städten sind in der Regel deutlich größer, als die Potenziale für eine erneuerbare Energieerzeugung. Sie bestehen in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr.

4.1.1 Einsparpotenziale beim Stromverbrauch

Der größte Anteil des Stromverbrauchs (49 %) liegt in der Marktgemeinde Murnau im Bereich von Industrie und Gewerbe mit 33.924 MWh/a (2013). Lediglich 22 % entfallen auf die Haushalte (14.809 MWh/a). Das technische Stromeinsparpotenzial für Haushalte liegt derzeit bei ca. 40 % des von privaten Haushalten verbrauchten Stroms (Nitsch 2007). Dieser pauschale Wert wurde nach Überprüfung weiterer Studien für die Berechnung des derzeit maximalen Einsparpotenzials zu Grunde gelegt. Im Bereich von Industrie und Gewerbe ist das Einsparpotenzial sehr branchenabhängig. Deshalb wird hier ohne eine spezielle Differenzierung und unter Zugrundelegung von Durchschnittswerten ein Einsparpotenzial für den Bereich Wirtschaft von 25 % angenommen (Nitsch 2007). Diese Annahme basiert auch auf den langjährigen Erfahrungen von branchenübergreifenden Energieeffizienznetzwerken, welche durch konsequente Maßnahmenumsetzung ca. 10 % innerhalb von vier Jahren einsparen (Modell Hohenlohe / LEEN Netzwerke 2013). Das bedeutet, dass sich der



gesamte Stromverbrauch der Marktgemeinde Murnau unter Ausnutzung aller technischen Potenziale um 29 % auf 48.862 MWh/a reduzieren lässt (Tabelle 5 und Abb. 22).

4.1.2 Einsparpotenziale beim Wärmeverbrauch

Der gesamte Wärmeverbrauch in der Marktgemeinde Murnau (2013) von 179.753 MWh/a verteilt sich zu 48 % (89.792 MWh/a) auf die Wirtschaft und zu 52 % (93.521 MWh/a) auf die privaten Haushalte. Im Bereich der Haushalte und zu einem geringeren Teil auch bei Gewerbe und Industrie entfällt der größte Anteil der benötigten Wärme auf die Bereitstellung von Heizung und Warmwasser. Die wesentlichen technischen Einsparpotenziale ergeben sich aus der energetischen Sanierung der Gebäude. Zu einem sehr viel geringeren Anteil kann ein bewusster Umgang mit Heizung und warmem Wasser weitere Energie einsparen. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass bei zunehmendem energetischem Standard der Gebäude die Raumtemperatur sowie die Anzahl der beheizten Räume in der Regel zunehmen. In dieser Potenzialbetrachtung wird jedoch nur der reduzierte Verbrauch durch die Gebäudesanierung angenommen. Gewohnheitsänderungen der Bewohner werden nicht berücksichtigt. Mittels der Daten zum Gebäudebestand aus der GENESIS Datenbank (Statistikdaten Bayern) kann über lokale Gebäudetypologien der spezifische Heizwärmeverbrauch pro m² für jede Gebäudealtersklasse und damit der jeweilige Heizwärmeverbrauch berechnet werden.

Die in Abb. 20 dargestellten Verbrauchsänderungen ergeben sich aus drei Sanierungsszenarien:

- Alle Gebäude werden mit Brennwerttechnik ausgestattet.
- Alle Gebäude älter als Baujahr 84 werden auf den Stand der EnEV 2009 saniert.
- Alle Gebäude werden auf Passivhausstandard saniert.

Abb. 20 zeigt die theoretischen Einsparpotenziale in Murnau durch Einsatz von Brennwerttechnik im gesamten Gebäudebestand sowie durch die Modernisierung nach EnEV 2009 – Standard bzw. Passivhausstandard. Für die Modernisierung wurde nur der Gebäudebestand von vor 1984 berücksichtigt. Im Fall der Marktgemeinde Murnau liegt die theoretisch zu erzielende Einsparung bei 60.067 MWh/a oder 73 % des gegenwärtigen Heizwärmeverbrauchs (2013). Zum Vergleich zeigt Abb. 20, welche theoretischen Einsparpotenziale sich durch die weitergehende Modernisierung der Gebäude vor Baujahr 1984 auf Passivhausstandard ergeben würden. Diese Betrachtung ist allerdings rein rechnerisch und in der Fläche so sicherlich nicht realisierbar.

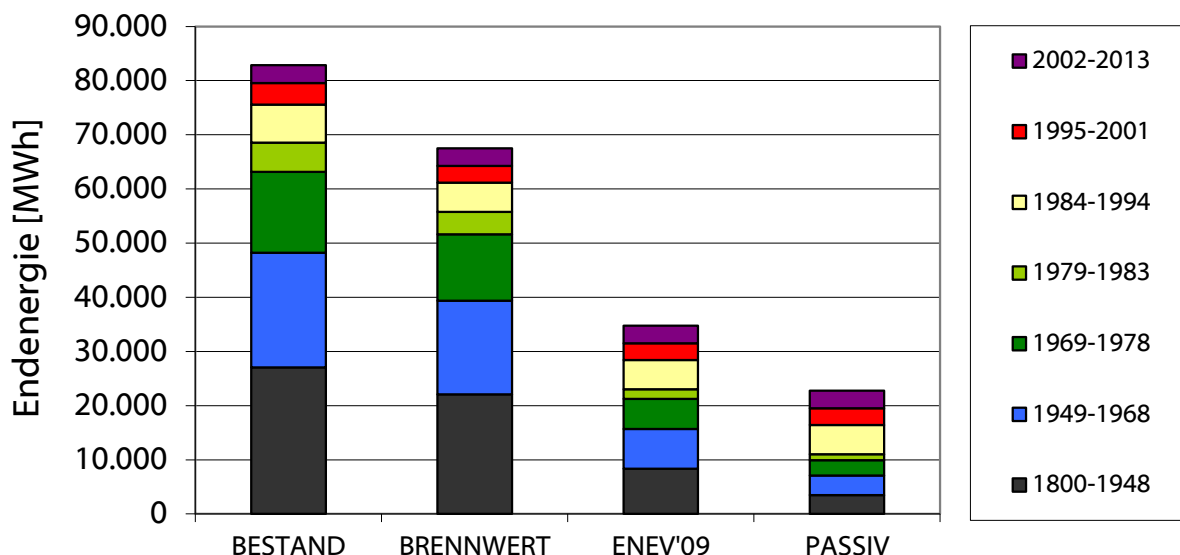


Abb. 20: Theoretische Einsparpotenziale der Marktgemeinde Murnau

Bei Industrie und Gewerbe dagegen ist derzeit nur eine Reduktion von 25 % technisch machbar, da hier ein Großteil der Energie für Prozesswärme verbraucht wird. Das Einsparpotenzial liegt hier bei 22.448 MWh/a. Insgesamt bedeutet dies, dass sich vom Gesamtwärmebedarf in der Marktgemeinde Murnau bei Umsetzung aller Potenziale etwa 45 % einsparen lassen.

4.1.3 Einsparpotenziale im Bereich Verkehr

Im Verkehrsbereich liegt generell ein sehr hohes Einsparpotenzial, da die Fahrzeugindustrie erst in den letzten Jahren das Thema Energieeffizienz angegangen ist und energiesparende Fahrzeuge erst sehr langsam in der Marktgemeinde durchdringen. Neue Konzepte im Bereich der Mobilität, insbesondere der Elektromobilität sind erst am Beginn der Entwicklung. Das technische Potenzial ist für den Verkehrsbereich sehr schwierig zu bestimmen, da die Rahmenbedingungen zu variabel sind. Aus diesem Grunde wird hier von den folgenden Annahmen ausgegangen: Da sich die Fahrtstrecken des Individualverkehrs im ländlichen Raum nur bedingt einschränken lassen, werden Einsparungen nur durch eine Verlagerung der Fahrtstrecken auf energieeffizientere Verkehrsmittel (ÖPNV und Fahrrad



bzw. Pedelec) und die Effizienzsteigerung der Fahrzeugantriebe erzielt. Unter der Annahme, dass sich die Fahrzeugeffizienz (der durchschnittliche Treibstoffverbrauch) pro Jahr um 0,2 Liter/100 km verbessert, lassen sich bei gleichbleibenden Fahrtstrecken bis 2023 27 % des Energieverbrauchs einsparen (17.755 MWh/a) (Abb. 21). Dieser Wert entspricht etwa den EU-Zielen von 135 g/km CO₂-Emissionen für alle Fahrzeuge. Des Weiteren wurde auch eine Veränderung im Fahrverhalten angenommen, welche sich in einer jährlichen Reduzierung der durchschnittlich gefahrenen Strecke um 200 km niederschlägt. Die hierdurch erreichbaren Einsparungen bis 2023 belaufen sich auf 11 %. Zusammen mit verbesserter Fahrzeugeffizienz werden 38 % des gegenwärtigen (2013) Treibstoffverbrauchs bis 2023 eingespart (24.593 MWh/a). Elektromobilität wird mangels wirtschaftlicher Batterietechnik zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht als probates Mittel für einen signifikant reduzierten Energieverbrauch im Straßenverkehr angesehen. Deshalb ist in Abb. 21 auch kein Szenario erhöhter Elektromobilität aufgeführt. Die Elektromobilität wurde in der Potenzialabschätzung nicht berücksichtigt. Diese Entwicklung ist aufgrund der Überschussstromthematik aus der Erzeugung durch erneuerbare Energien im Betrachtungszeitraum bis 2023 aber durchaus als relevant zu bewerten, zumal in Murnau bereits Bemühungen zur Errichtung einer Stromtankstelle laufen. Im Nutzfahrzeugbereich sind nur geringe Einsparungen zu erzielen, da dieser unter den gegenwärtigen europäischen Rahmenbedingungen in Zukunft noch deutlich wachsen wird, wodurch sich der Energieverbrauch in diesem Bereich nicht reduziert, sondern im besten Falle aufgrund besserer Effizienz gleich bleibt.

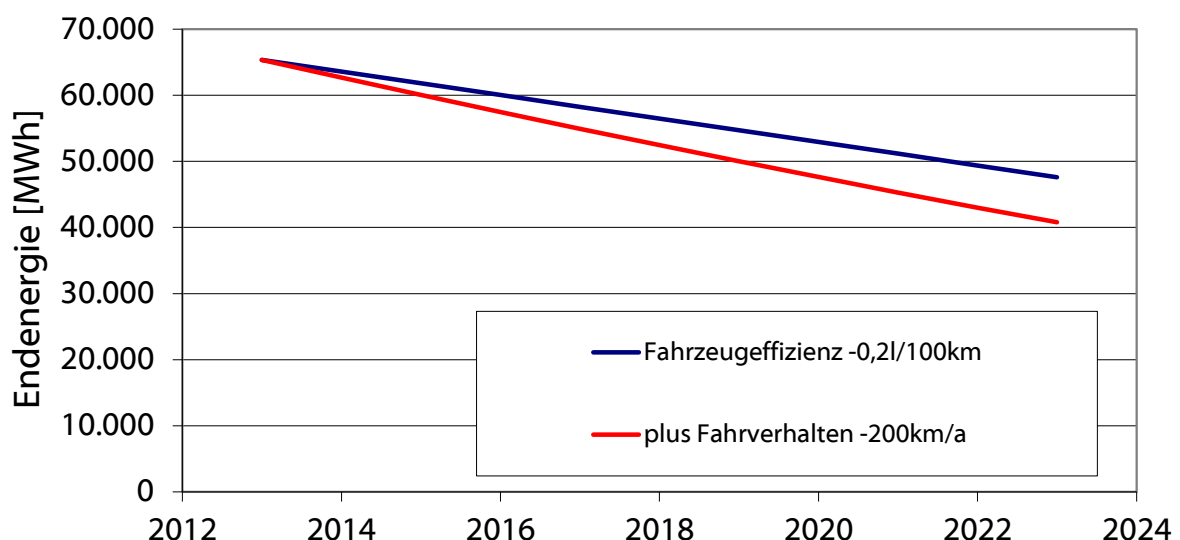


Abb. 21: Einsparpotenziale durch verbesserte Fahrzeugeffizienz, geringere Fahrleistung und einen erhöhten Marktgemeindeanteil für elektrisch angetriebene Fahrzeuge



4.1.4 Zusammenfassung technische Einsparpotenziale

Werden alle technischen Einsparpotenziale aus den Bereichen Strom- und Wärmeverbrauch sowie Verkehr (exklusiv Elektromobilität) ausgeschöpft, ergibt sich für Murnau ein Einsparpotenzial von 34 % gegenüber 2013. Wie Abb. 22 zeigt, ist das Einsparpotenzial im Bereich Wärme mit 42 % am größten, im Bereich Strom lassen sich 29 % einsparen und beim Bereich Verkehr 24 %.

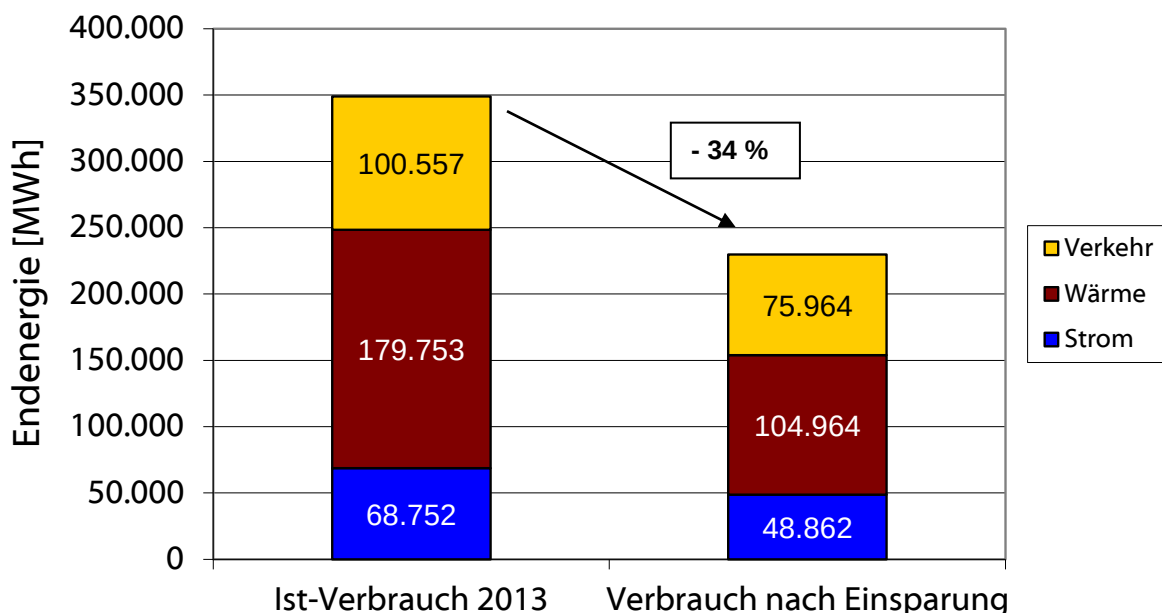


Abb. 22: Technisches Energieeinsparpotenzial für die Marktgemeinde Murnau bezogen auf das Jahr 2013

4.2 Erzeugungspotenziale erneuerbarer Energien

Im Rahmen der Potenzialabschätzung wurden neben den Einsparpotenzialen auch die Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien in der Marktgemeinde Murnau bestimmt. Hierbei geht es zunächst nur um die Potenziale, die auf dem Marktgemeindegebiet zu realisieren sind.



4.2.1 Erzeugungspotenziale bei der Stromproduktion

In den folgenden Abschnitten werden die jeweiligen technischen Erzeugungspotenziale verschiedener Energieträger bzw. Erzeugungstechnologien in der Marktgemeinde Murnau aufgezeigt.

4.2.1.1 Photovoltaik

Zur Ermittlung des Photovoltaikpotenzials muss die zur solaren Nutzung geeignete Dachfläche in einer Kommune bestimmt werden. Die Grundlage dazu bildet die Gebäude- und Freifläche aus der kommunalen Statistik. Abhängig von der Bebauungsdichte in einer Marktgemeinde kann angegeben werden, welcher Anteil der durch Gebäude versiegelten Flächen prinzipiell als zur Solarnutzung geeignete Dachflächen zur Verfügung stehen. Für die Studie wurden nur die gut geeigneten und geeigneten Dachflächen genommen. Dieser Anteil variiert zwischen 10 und 25 % abhängig von einer städtisch engen bzw. ländlich geprägten, weiten Bebauung und trägt den wesentlichen Verschattungseffekten durch angrenzenden Bewuchs und Bebauung Rechnung. Dieser formale Zusammenhang wurde aus empirisch ermittelten Dachflächenanalysen in mehreren bayerischen Kommunen unterschiedlicher Siedlungsstruktur abgeleitet.

Das freie Potenzial an Photovoltaik wird demnach angegeben durch die geeignete Dachfläche abzüglich der bereits energetisch genutzten Dachflächen, welche über die installierte Leistung an PV-Dachflächenanlagen in einer Marktgemeinde sowie die durch Solarkollektoren belegte Flächen berechnet werden. Die vorliegende Abschätzung berücksichtigt freilich keine Fernverschattung durch das umliegende Gelände. Darüber hinaus ergeben sich in der Regel Reduktionen bei Berücksichtigung konkreter Dachformen (Giebel, Dachfenster) sowie bei Berücksichtigung statischer Aspekte. Das im Rahmen des Energienutzungsplans erstellte Solardachkataster stellt in diesem Zusammenhang freilich eine Präzisierung der Potenzialschätzung auch um die oben genannten Effekte dar.

Formal werden also folgende Eingangsgrößen zur Abschätzung erhoben:

- Gebäude- und Freifläche, Stand 2013 [m²]
- Anzahl der Wohngebäude, Stand 2013
- Wohnfläche in Wohn- und Nichtwohngebäuden, Stand 2013 [m²]
- Kollektorfläche Solarthermie 2013 [m²]



- Installierte PV-Leistung und Ertrag [kWp, kWh/a]

Ausgehend von der geeigneten Dachfläche werden für den spezifischen Stromertrag konservative 90 kWh/m² angenommen. Dieser Wert liegt unter vielen Angaben aus der Literatur (besonders für Südbayern), bildet aber trotzdem einen realistischen Ansatz, da zunehmend west- und ostexponierte Dächer bzw. Dächer mit flachen Neigungen mit Photovoltaik bestückt werden. Für den Flächenbedarf werden 10 m²/kWp angenommen. Auch in diesem Falle wird mit einem konservativen Wert gerechnet, da Dachüberstände und weitere Hindernisse eine volle Belegung der geeigneten Dachfläche oft nicht zulassen.

Von den freien geeigneten Dachflächen wird zunächst der zur solarthermischen Wärmege-
winnung (für Brauchwasser und Heizungsunterstützung) notwendige Dachflächenanteil
abgezogen. Dieser Anteil liegt bei 15.521 m² (siehe 6.2.2.1). Abzüglich dieser für
Solarthermie zu nutzenden Dachfläche ergibt sich für die Photovoltaik-Nutzung noch ein
Dachflächenpotenzial von 379.201 m² (Abb. 23). Ende 2013 sind hiervon 35.125 m² bereits
mit PV belegt. Daher verbleiben als potenzielle Dachflächen zur PV-Nutzung 344.076 m².
Bei einem durchschnittlichen Jahresertrag von 90 kWh/m² (1 kWp entspricht 10 m²
Modulfläche) ergibt sich daraus ein Erzeugungspotenzial von 34.128 MWh/a. Auf dieser
Basis beläuft sich das Gesamtpotenzial für die Stromerzeugung aus Photovoltaik (das bis
Ende 2013 bereits genutzte sowie das noch freie Potenzial) auf eine Strommenge von ca.
37.000 MWh/a. Die produzierte Strommenge würde rein bilanziell den Strombedarf von
25.000 Bürgern decken sowie ca. 26.000 t CO₂ einsparen.

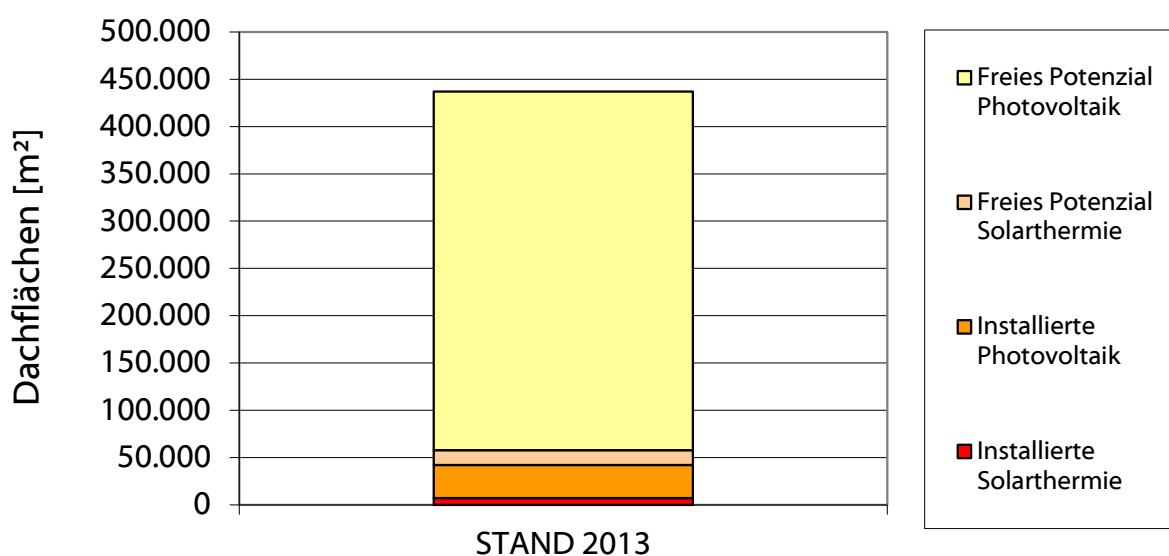




Abb. 23: Verhältnis der für Solarthermie und Photovoltaik geeigneten freien Dachflächenpotenziale in Murnau (Stand 2013)

4.2.1.2 Windkraft

Regionalpläne konkretisieren inhaltliche und räumliche Festlegungen für die 18 bayerischen Regionen. Der Regionale Planungsverband 17 (Oberland) hat gebietsscharfe Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für Windkraftanlagen ausgewiesen, die als Planungshilfen dienen sollen. Vorranggebiete zur Nutzung von Windkraft können anhand unterschiedlicher Kriterien (Mindestabstände zu Siedlungsbereichen und Verkehrswegen, Konflikte zu Naturschutzgebieten und Wasserschutzzonen, Einschränkungen aufgrund militärischer Nutzungen) gemäß politischem Willen geplant werden. Für das Marktgemeindegebiet von Murnau wurden keine Vorranggebiete ausgewiesen.

Grundsätzlich wird die Nutzung der Windkraft durch die Ende 2014 im bayerischen Landtag beschlossene H10-Regel und die darauf aufbauende Änderung der Bayerischen Bauordnung vom 17.11.2014 wesentlich erschwert. Prinzipiell müssen Windenergieanlagen nun den 10-fachen Abstand ihrer Höhe (inklusive des Rotorblattes) zu Wohngebäuden einhalten, sofern diese nicht nur ausnahmsweise zulässig sind (z.B. im Rahmen eines landwirtschaftlichen Betriebs). Kürzere Abstände sind dann möglich, sofern eine Kommune einen ortsüblichen Beschluss hierzu vorlegen kann. Wenn eine Nachbargemeinde durch die Windenergieanlage betroffen ist, dann muss auch diese einen entsprechenden Beschluss vorlegen. Bei der Aufstellung neuer Bauleitpläne, die für Windenergieanlagen einen geringeren Abstand festlegen wollen, ist ebenfalls eine einvernehmliche Lösung (Beschluss) in allen betroffenen Gemeinden zu erzielen. Generell ist die Sachlage für die Errichtung neuer Windenergieanlagen in Bayern derzeit durch die getroffenen Änderungen im Planungsrecht solange unklar, bis entsprechende Beschlüsse der betroffenen Gemeinden vorliegen und alle diesbezüglichen Gerichtsverfahren durch eindeutige Urteile abgeschlossen sind.

4.2.1.3 Wasserkraft

Die energetische Nutzung der Wasserkraft spielt in der Marktgemeinde Murnau eine sehr untergeordnete Rolle (eine Anlage, Am Riedl, 6,8 kW Leistung). Das Potenzial für weitere Wasserkraftanlagen erscheint in Murnau sehr gering. Das größte Fließgewässer in Murnau,



die Loisach, verläuft in dieser Region im Grunde ausschließlich im FFH-Gebiet Murnauer Moos. Zudem befindet sich an einem Standort etwas flussabwärts nahe der Gemeinde Großweil an einer Sohlrampe ein Antragsverfahren für eine Wasserkraftanlage in der Prüfung, da dort mit einem bestehenden Querbauwerk derzeit entsprechende Voraussetzungen für eine grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit vorliegen. Eine größere Wasserkraftanlage würde also eher an diesem Standort als flussaufwärts auf der Gemarkung Murnau errichtet werden können. Die Häufung unterschiedlicher Schutzgebiete auf Murnauer Flur (Naturschutzgebiet Murnauer Moos, FFH-Gebiet Murnauer Moos, Landschaftsschutzgebiete Ramsachleiten und Alte Loisach, Staffelsee) erschweren eine entsprechende grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit von Wasserkraftanlagen zudem.

4.2.1.4 Biogas (KWK-Anteil Strom)

Biogasanlagen erzeugen aus landwirtschaftlichen Substraten Strom und Wärme. Als Substrate kommen Grünschnitt, Biomüll, Speisereste, Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung in Frage. Zur Berechnung des energetischen Potenzials werden landwirtschaftliche Flächen, die aktuelle Anbausituation und der Viehbestand der maßgeblichen Tierarten sowie Daten zum Anlagenbestand erhoben (installierte Leistung Biogasanlagen, EEG- und KWK-Strom). Die energetischen Nutzungsmöglichkeiten der landwirtschaftlichen Flächen werden nach Absprache mit dem Amt für Landwirtschaft & Forsten angesetzt: Durch Betriebsaufgaben bzw. eine intensivere Bewirtschaftung des vorherrschenden Grünlandes stehen in der Perspektive prinzipiell so viel nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung, dass abhängig vom Tierbestand in einer Gemeinde, güllegeführte Kleinanlagen mit maximal 20 Massenprozent nachwachsende Rohstoffe realisiert werden können. Zur Abschätzung der verfügbaren Mengen an Wirtschaftsdünger wird ausgehend vom aktuellen Bestand an Milchkühen aufgrund von Weideverlusten und teilweise geringen Herdengrößen ein nutzbarer Anteil von lediglich 66 % angesetzt. Die Berechnung des Potenzials aus Strom und Wärme aus der Biogasnutzung erfolgt anhand typischer Kennzahlen in den aktuellen Veröffentlichungen des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Durch den hohen Grünlandanteil und die entsprechende Anzahl an Großvieheinheiten (758 GVE) liegt das größte Potenzial in Murnau im Bereich der Gülleverwertung (Abb. 24). Eine Realisierung dieses Potenzials erscheint aufgrund der aktuellen Fördersituation im EEG 2013 möglich in güllegeführten Kleinanlagen bis 75 kW mit einem Mindestanteil von 80 Massenprozent Gülle (EEG 2013 § 27b).

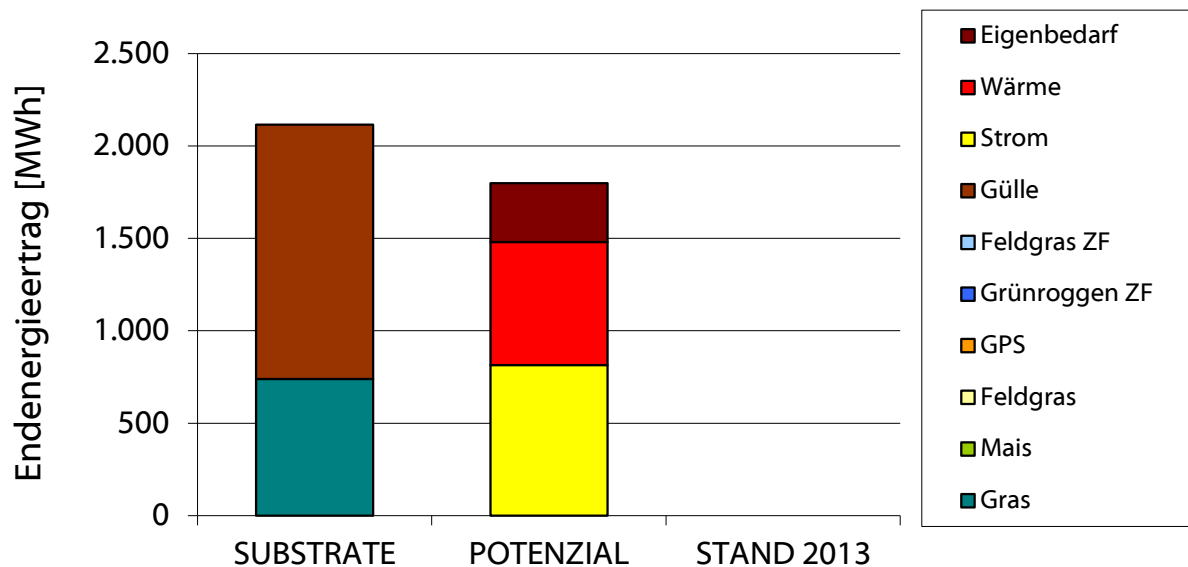


Abb. 24: Potenzial in der Biogasnutzung für Murnau

4.2.1.5 Zusammenfassung technischer Erzeugungspotenziale Strom

Die gegenwärtige Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt in der Marktgemeinde Murnau (2013) bei ca. 2.800 MWh/a was 4 % des gesamten Stromverbrauchs von 2013 entspricht.

Die derzeit verfügbaren signifikanten Potenziale bei der Stromerzeugung liegen nur bei der Photovoltaik (Abb. 25). Wird das Potenzial genutzt, dann kann dieser Anteil die Hälfte des Gesamtstromverbrauchs der Marktgemeinde Murnau (gemessen am Verbrauch von 2013) abdecken.

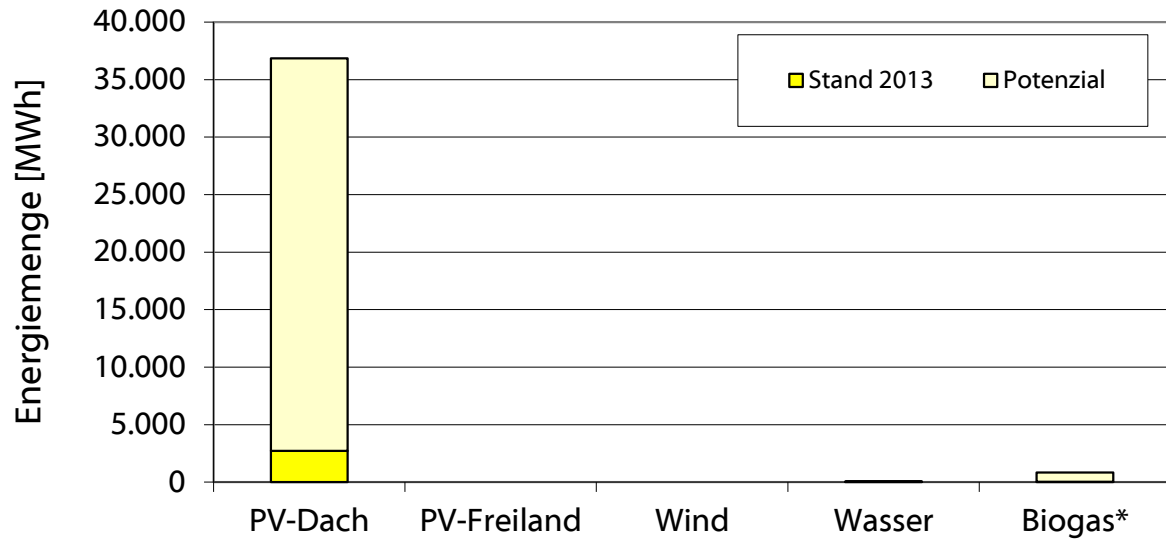


Abb. 25: Technische Potenziale und Nutzung erneuerbarer Energien im Bereich Strom in der Marktgemeinde Murnau (2013)

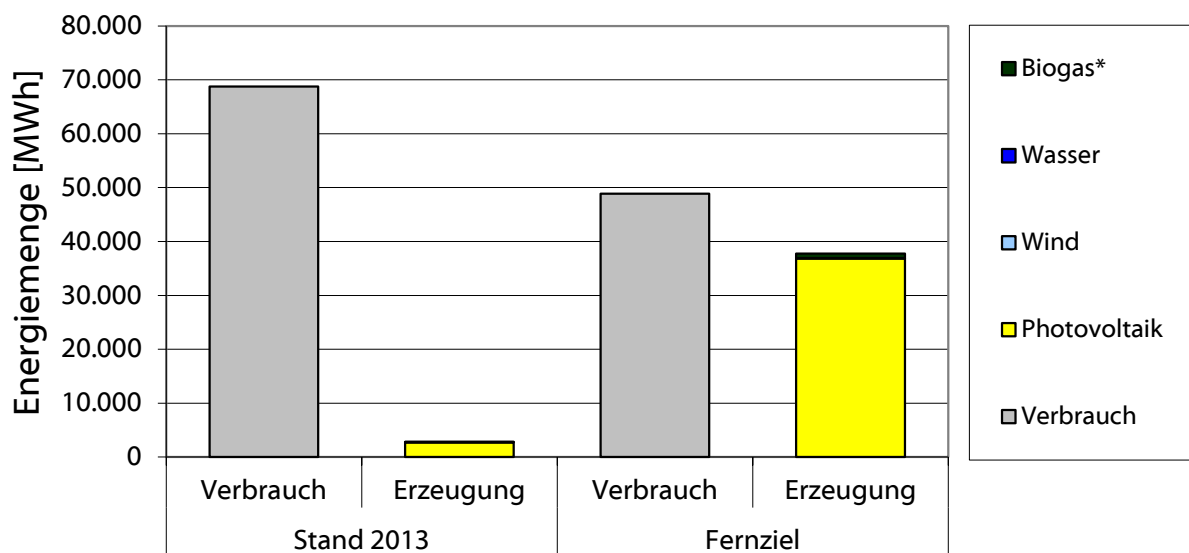


Abb. 26: Szenario unter Ausnutzung aller Einspar- und Erzeugungspotenziale im Bereich Strom in der Marktgemeinde Murnau



4.2.2 Erzeugungspotenziale für Wärme

Die Potenziale zur Wärmeproduktion in der Marktgemeinde Murnau wurden unter Ausnutzung der auf dem Marktgemeindegebiet vorhandenen Ressourcen betrachtet.

4.2.2.1 Solarthermie

Für die Bestimmung des solarthermischen technischen Potenzials werden die Solarkollektorflächen wie im EEWärmeG verankert auf 4 % der Wohnfläche (Quelle: Statistikdaten) dimensioniert. Für die Bestandsanlagen 2013 fließen BAFA-Daten, korrigiert um einen Faktor für nicht mit BAFA-Mitteln realisierte Anlagen, ein. Es wird grundsätzlich eine Privilegierung der solarthermischen Nutzung der Dachflächen gegenüber der Photovoltaik angenommen. Das Potenzial für solarthermische Anlagen im Gewerbe- und Industriebereich ist nicht Bestandteil dieser Potenzialabschätzung. Da die für eine solarthermische Nutzung im oben angegebenen Umfang notwendigen Dachflächen vorhanden sind (und gegebenenfalls sogar über Fassadenkonstruktionen installiert werden können), kommt das volle Potenzial zum Tragen. Dieses beträgt für die Marktgemeinde Murnau eine Kollektorfläche von 15.521 m² oder 5.432 MWh/a Wärmeertrag. Die Nutzung 2013 lag bei 2.494 MWh/a, so dass das Gesamtpotenzial für solarthermische Nutzung bei 7.926 MWh/a beträgt.

4.2.2.2 Oberflächennahe Geothermie / Umweltwärme (Wärmepumpen)

Eine Nutzung der Erdwärme im Sinne von Tiefen-Geothermie ist aufgrund der geologischen und strukturellen Gegebenheiten des Gesteinskörpers im Marktgemeindegebiet von Murnau derzeit nicht erfolgversprechend. Die Betrachtungen beziehen sich daher ausschließlich auf oberflächennahe Erdwärmennutzung durch Wärmepumpen. Oberflächennahe Geothermie ist für den einzelnen Haushalt gut nutzbar. Sie kommt allerdings hauptsächlich bei Neubauten zum Einsatz, da für einen effizienten Betrieb niedrige Vorlauftemperaturen im Heizkreis erforderlich sind. Für Bestandsgebäude kommt der Einsatz einer Wärmepumpe daher nur im Zuge des Einbaus eines für niedrige Vorlauftemperaturen geeigneten Wärmeübergabesystems; wie z.B. Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung; in Betracht. Abhängig von der Baualtersklasse kann im Fall einer Sanierung die verbleibende spezifische Heizlast wie folgt angesetzt werden:

- Gebäude 1995-2001 (55 W/m²)



- Gebäude 2002-2013 (45 W/m^2)
- Saniert zwischen 2013 und 2023 (35 W/m^2)

Für die maximale Anzahl an Betriebsstunden und die Leistungszahl der Neuanlagen werden 1.800 bzw. 3,5 zugrunde gelegt. Bei Bestandsanlagen beträgt die zu erwartende Leistungszahl 3,2.

Die für die Marktgemeinde Murnau erreichbare Menge an Heizwärme beträgt demnach 16.048 MWh/a. Davon entfallen 4.585 MWh/a auf benötigte Hilfsenergie (für die Wärmepumpen), so dass das Gesamtpotenzial an Umweltwärme lediglich die Differenz – also 11.463 MWh/a - beträgt. 2013 wurden bisher 2.550 MWh/a Umweltwärme erzeugt. Das freie Potenzial liegt demnach bei 8.912 MWh/a (Abb. 27).

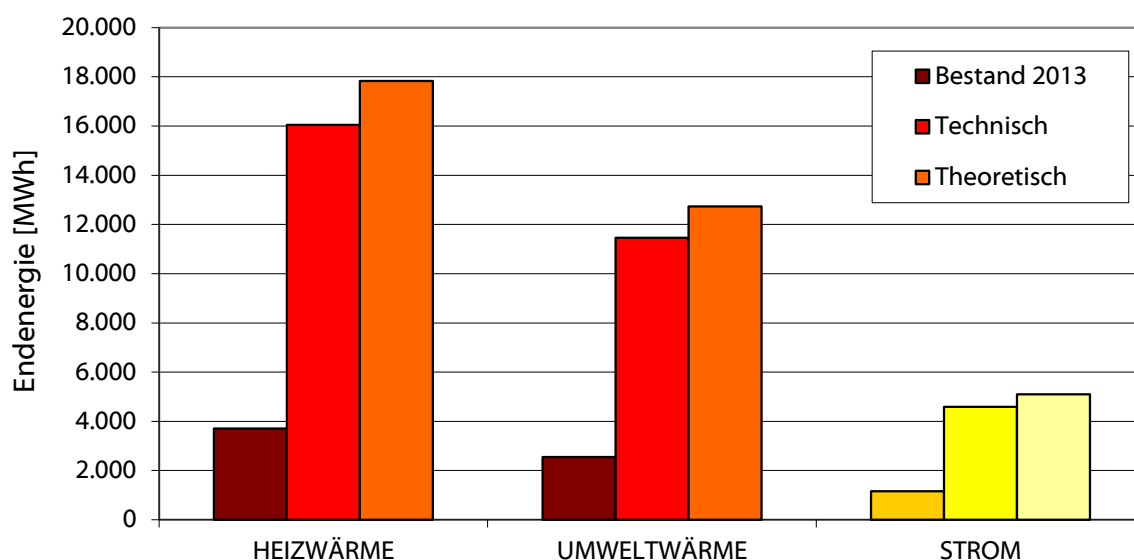


Abb. 27: Umweltwärmepotenziale für Murnau

Bei den in Abb. 27 abgebildeten Umweltwärmepotenzialen sind die zu erzielenden Heizwärmemengen angegeben, welche sich aus der Summe der reinen Umweltwärme und der notwendigen Hilfsenergie (Strom für den Betrieb der Wärmepumpen) zusammensetzen.

Die Realisierung von Erdwärmesonden-Bohrungen ist im Landkreis Weilheim-Schongau prinzipiell überall denkbar, da bebaute Grundstücke in der Regel nicht in Wasserschutzgebieten liegen. Aufgrund der heterogenen Bodenverhältnisse und der unterschiedlichen



Tiefen, in denen Grundwasser erreicht wird, muss die Nutzbarkeit von Grundwasser als Wärmequelle jedoch im Einzelfall untersucht werden.

4.2.2.3 Biogas (Wärme)

Die Potenziale für die Biogaserzeugung leiten sich wie bereits unter 4.2.1.4 erläutert aus einem Flächenansatz der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Marktgemeindegebiet ab. Für Murnau liegen die höchsten Potenziale bei der Ausnutzung des Gülleaufkommens bei der Viehhaltung. Durch den Grünlandanteil und die entsprechende Anzahl an Großvieheinheiten (758) liegt das größte Potenzial in Murnau im Bereich der Gülleverwertung.

4.2.2.4 Energieholz

Das Spektrum des zur thermischen Verwertung verfügbaren Holzes lässt sich in Landschaftspflegeholz, Industrie- und Sägerestholz, Abfall- und Gebrauchtholz sowie Wald- und Waldrestholz gliedern. Hier wurde nur der Anteil des Wald- und Waldrestholzes berücksichtigt, da die Erfassung der Mengen aller anderen Holzarten den Aufwand für die Untersuchung überschreiten würde und eine kleinräumige Verortung auf einzelne Gemeinden mitunter schwierig ist. Grundlage für die Abschätzung des Energieholzpotenzials bilden Angaben zu Waldflächen und Besitzstruktur, welche vom Amt für Landwirtschaft und Forsten bzw. von den Bayerischen Staatsforsten eingeholt wurden. Für den jährlichen Zuwachs wird jeweils ein regionaltypischer Wert angesetzt, um die Situation in den Waldflächen auf Gemeindegebiet möglichst realistisch abzubilden. Der aktuelle Nutzungssatz auf Gemeindegebiet wird abhängig von der Besitzerstruktur (Privatwald, Kommunalwald, Staatswald) gutachtlich eingeschätzt. Der Heizwert des nutzbaren Brennholzes liegt bei ca. 2.100 kWh pro Festmeter abhängig vom Verhältnis Laubholz und Nadelholz (Bayerischer Waldbrief 2006).

Das so ermittelte Gesamtpotenzial beträgt 4.860 MWh/a. Davon werden 2.810 MWh/a genutzt, so dass das freie Potenzial 2.050 MWh/a beträgt (Abb. 28). Allerdings ist das Potenzial im Privatwald erfahrungsgemäß schwer hebbbar.

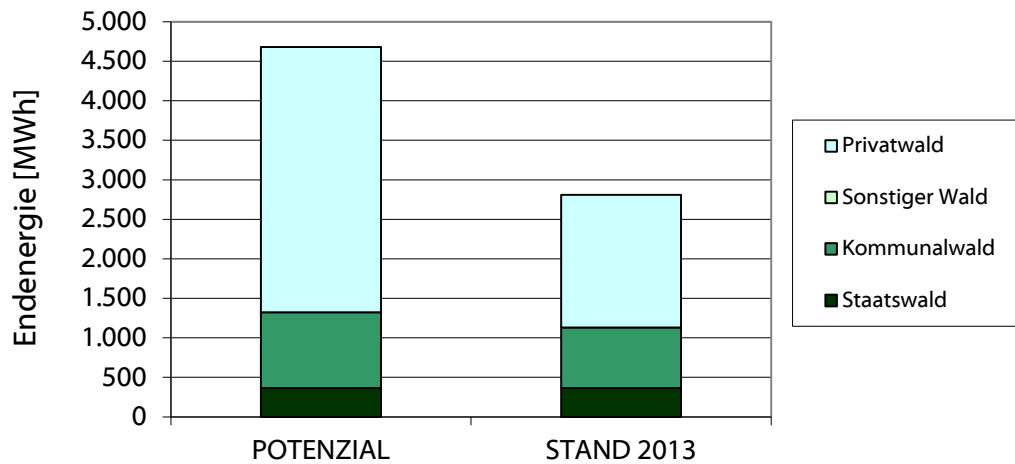


Abb. 28: Potenzial aus Energieholz in Murnau

4.2.2.5 Zusammenfassung technischer Erzeugungspotenziale Wärme

Die gegenwärtige Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt in der Marktgemeinde Murnau (2013) bei 27.425 MWh/a. Dem stehen noch freie Erzeugungspotenziale von insgesamt 16.882 MWh/a gegenüber. Die größten Anteile liegen bei der Solarthermie und der Umweltwärme (Abb. 29).

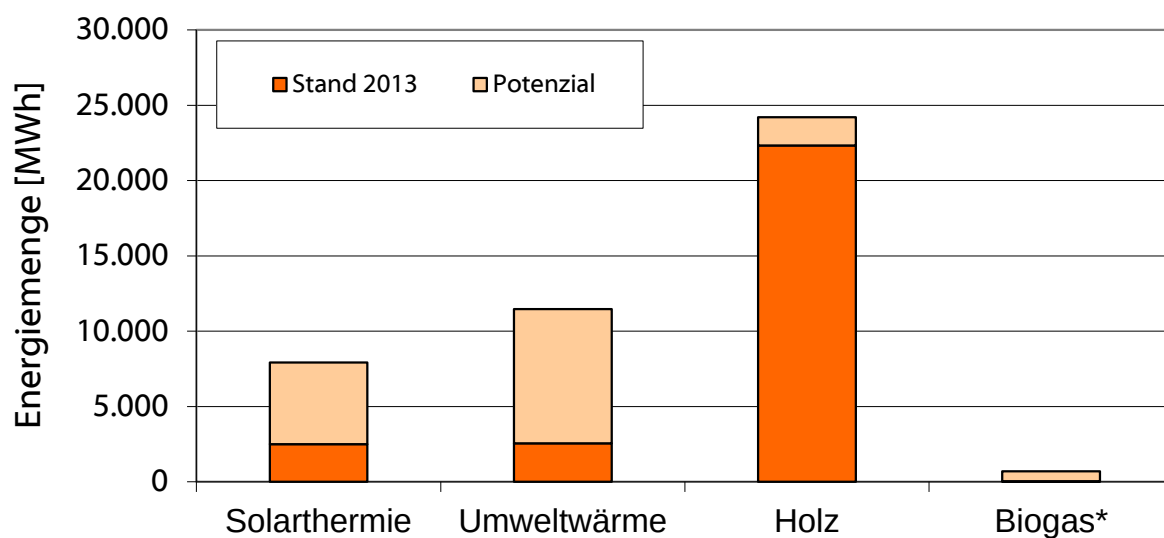




Abb. 29: Technische Potenziale und Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich in der Marktgemeinde Murnau (2013)

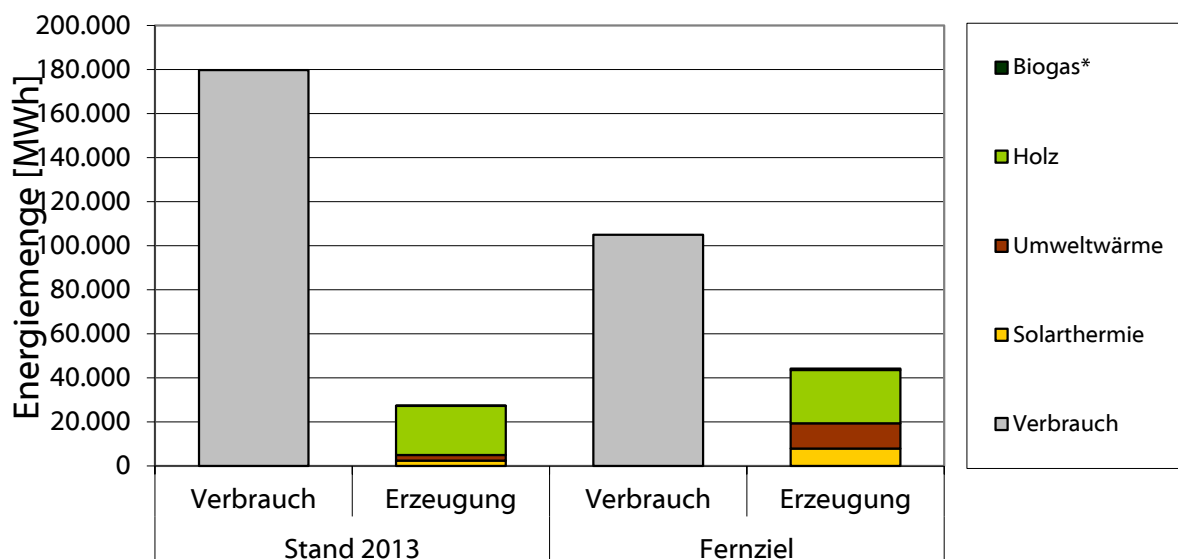


Abb. 30: Szenario unter Ausnutzung aller Einspar- und Erzeugungspotenziale im Bereich Wärme in der Marktgemeinde Murnau

Gemessen am gesamten Wärmebedarf von 2013 können die vorhandenen Erzeugungspotenziale im Wärmebereich 25 % abdecken. Nach der Umsetzung aller Einsparpotenziale kann dieser Wert auf 42 % ansteigen. Diese Betrachtung zeigt, dass eine vollständige regenerative Deckung des Wärmebedarfs in Murnau schwer umsetzbar ist.

4.3 Potenziale durch Kraft-Wärme-Kopplung

Hierbei handelt es sich um eine gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme (für Heiz- oder Produktionszwecke) durch die Verbrennung eines fossilen oder regenerativen Energieträgers. KWK-Anlagen stehen in nahezu allen Leistungsstufen zur Verfügung und können zunehmend auch einzelne Wohngebiete über Nahwärmenetze oder Mehrfamilienhäuser mit Wärme und Strom versorgen. Die Möglichkeit der Stromeigennutzung macht diese Variante der Energieerzeugung bei steigenden Strompreisen immer wirtschaftlicher.



Die Erzeugungspotenziale von Wärme und Strom über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sind prinzipiell solange nicht dem Erzeugungspotenzial erneuerbarer Energien zuzuordnen, solange der Einsatz entsprechend erneuerbarer Brennstoffe nicht sichergestellt ist. Daher wird die KWK in der Gesamtbetrachtung der erneuerbaren Energiepotenziale nicht berücksichtigt (Abb. 31). Dennoch lassen sich durch die Nutzung von Abwärme bei dezentralen Anlagen deutliche Energieeinsparungen von 10-20 % erzielen, so dass auch ein vermehrter Einsatz auf der Basis fossiler Energieträger (in der Regel Erdgas) Ziel führend ist, zumal gerade beim Erdgas sogenanntes Bioerdgas als Energieträger angeboten wird.

Für eine fundierte rechnerische Ermittlung des KWK-Potenzials besteht in der vorliegenden Untersuchung keine hinreichende Datengrundlage. Darum können in diesem Kapitel lediglich grobe Faustzahlen angegeben werden: KWK-Anlagen werden in der Regel auf 20 % der thermischen Leistung einer Liegenschaft ausgelegt und können damit ca. 50 % der Wärmemenge (Grundlast) abdecken. Die restliche Wärmemenge wird mit einem konventionellen Spitzenlastkessel abgedeckt. Zuverlässige KWK-Anlagen stehen im Bereich ab 12,5 kW thermischer Leistung zur Verfügung. Entsprechend kommen Objekte mit einer thermischen Leistung ab 50 kW für eine weitere Prüfung in Betracht. Diese Einzelfallprüfung muss freilich Brennstoffversorgung, Fahrweise sowie thermische und ggf. elektrische Lasten berücksichtigen. Für einen wirtschaftlichen Betrieb sind in der Regel ca. 5000 Betriebsstunden erforderlich.

4.4 Gesamtpotenziale Wärme und Strom

Der Anteil erneuerbarer Energien (21.839 MWh) am Gesamtenergiebedarf in der Marktgemeinde Murnau lag im Jahr 2013 bei 12 %. Unter Ausnutzung der unter 4.1 und 4.2 aufgeführten möglichen technischen Potenziale kann der Anteil auf 33 % des Energieverbrauches bezogen auf 2013 erhöht werden (Abb. 31).

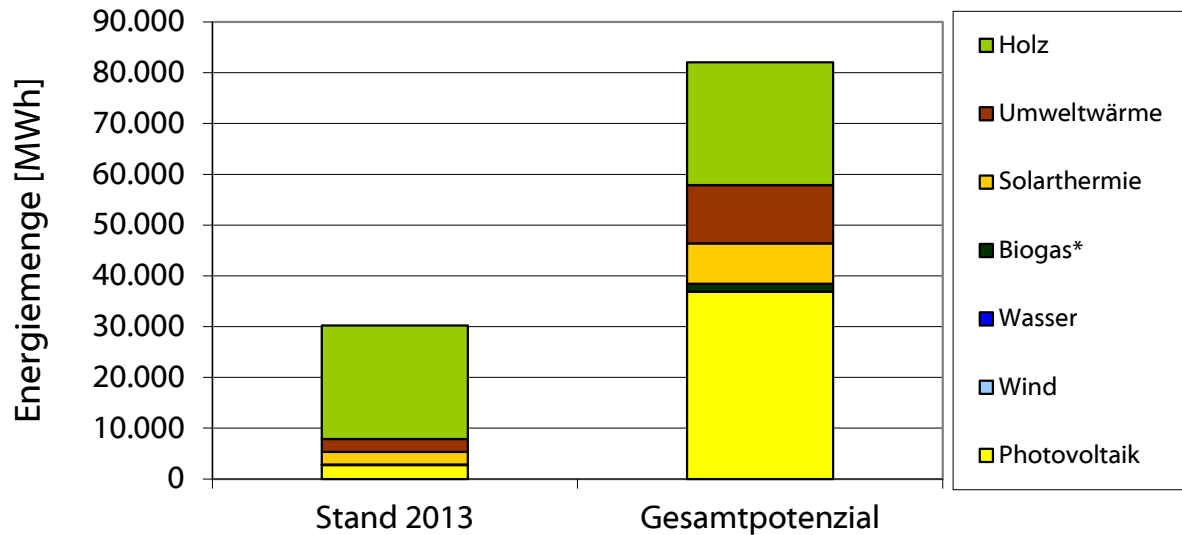


Abb. 31: Technisches Potenzial Strom- und Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien

4.5 Wertschöpfungspotenziale

Die kommunale Wertschöpfung wird definiert als Summe der

- Nettogewinne der beteiligten Unternehmen,
- der Nettoeinkommen der beteiligten Beschäftigten und
- der an die Kommune gezahlten Steuern.

Innerhalb einer Wertschöpfungskette wird der gesamte Lebensweg einer Anlage oder eines Produkts (die verschiedenen Wertschöpfungsstufen) detailliert in Kosten und Umsätzen aufgeschlüsselt. Am Beispiel einer Photovoltaikanlage sind dies die Anlagenproduktion, Anlagenplanung, Installation, Anlagenbetrieb und die Einnahmen der Betreiber.

Energieeffizienzmaßnahmen oder der Bau von Energieerzeugungsanlagen, welche innerhalb einer Kommune umgesetzt werden, bewirken durch die Einbindung von lokalen Gewerbebetrieben eine Erhöhung der kommunalen Wertschöpfung in zumeist mehreren Wertschöpfungsstufen.

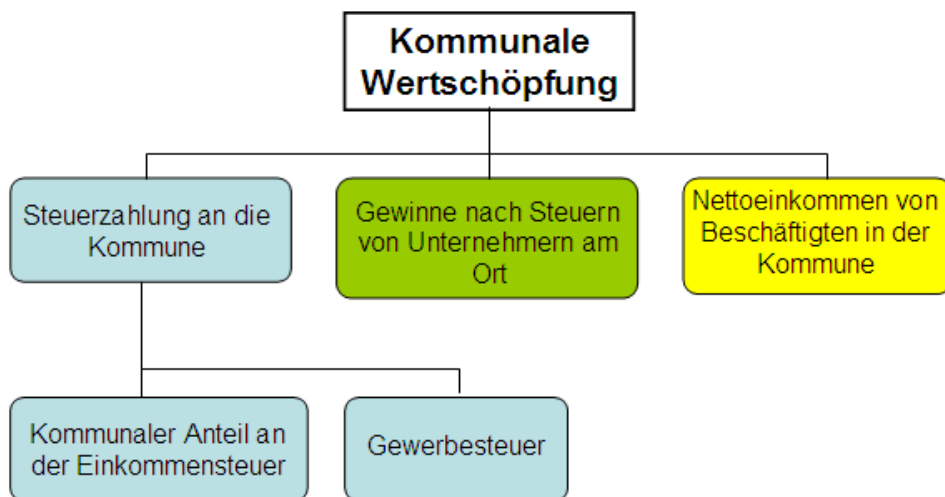


Abb. 32: Wertschöpfungseffekte von Klimaschutz-Maßnahmen in Kommunen
(Quelle: IÖW 2013)

Auf der Basis der vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (2010) und Mühlenhoff (2010) ermittelten Angaben zur kommunalen Wertschöpfung durch erneuerbare Energien zeigt sich, dass diese für die gegenwärtig in Murnau installierten Anlagen bereits gut 300.000 Euro im Jahr ausmacht (siehe Tabelle 6). Werden die Potenziale für erneuerbare Energien in Murnau (vgl. 6.2) zugrunde gelegt, ergibt sich für das Jahr 2023 eine prognostizierte Wertschöpfung von fast 2,5 Mio. Euro (siehe Tabelle 6). Was hier nicht berücksichtigt ist, sind die Einsparungen an Ausgaben für fossile Energieträger, welche zusätzliche (aber schwer quantifizierbare) Wertschöpfungseffekte zur Folge haben.

Wertschöpfung durch erneuerbare Energien

Die Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien werden neben dem Klimaschutz eine immer wichtigere Motivation für kommunale und regionale Akteure, sich in diesem Bereich zu engagieren. Durch den Ausbau erneuerbarer Energien und insbesondere durch ein stärkeres unternehmerisches Handeln in diesem Bereich können regionalökonomische Vorteile erzielt werden. Bisher importierte fossile Energieträger werden durch heimische Energiequellen und oft auch durch Technologien und Dienstleistungen ersetzt. Gleichzeitig findet eine Reihe von Wertschöpfungsschritten in den Kommunen selbst statt und führt dort zu positiven regionalwirtschaftlichen Wirkungen. Die kommunale Wertschöpfung wurde mit dem kommunalen Wertschöpfungsrechner (www.kommunal-erneuerbar.de) ermittelt unter der Annahme, dass bis zum Jahr 2023 alle Potenziale installiert worden sind. Bei dieser



Methode werden wertschöpfungsmindernde Effekte wie, z.B. die ohnehin anstehende Installation eines Öl- oder Gaskessels nicht berücksichtigt. Auch die Wertschöpfung für Kraft-Wärme-Kopplung wurde nicht berechnet.

Tabelle 6: Wertschöpfungspotenziale für erneuerbare Energieerzeugung bis 2023

Erzeugungsart/EE-Typ	2013		2023		
	Bestandsanlagen [kW]	berechnete Wertschöpfung	freies Potenzial [kW]	Gesamtpotenzial [kW]	maximale Wertschöpfung nach Zubau
Strom					
Windenergie	0	0 €	0	0	0 €
Photovoltaik	3.512	204.505 €	37.921	41.433	1.926.650 €
Wasserkraft	0	0 €	0	0	0 €
Biogas	0	0 €	102	102	5.494 €
Wärme					
Solarthermie [m ²]	7.126	16.521 €	15.521	22.647	127.567 €
Geothermie	2.061	3.262 €	6.854	8.915	17.475 €
Holz	22.340	92.548 €	1.870	24.210	316.075 €
Summe		316.836 €			2.393.261 €

Wertschöpfung durch Altbausanierung

Ältere Häuser wurden meist ohne besondere Anforderungen an den Wärmeschutz und ohne Rücksicht auf den Energieverbrauch gebaut. Die Folge ist: Energieverbrauch und Heizkostenrechnung sind hoch, der Wohnkomfort ist niedrig. Fast jedes Gebäude kann energetisch modernisiert werden. Sanierungskampagnen wie die Aktion „Gut beraten starten“, die seit 2004 erfolgreich in Hannover läuft, oder die im Allgäuer Raum angesiedelte Aktion „Sanieren mit GRIPS“ zeigen gute Sanierungserfolge. Mit diesen Kampagnen soll die Altbau-Modernisierung gefördert werden, um den Energieverbrauch zu senken und auch die regionale Wertschöpfung zu sichern.

Die Wertschöpfungseffekte bei Energieeffizienzmaßnahmen bei der Altbausanierung lassen sich nur schwer beziffern. Hierzu liegen derzeit keine repräsentativen Untersuchungen vor. Bei der Berechnung der Wertschöpfung werden lediglich die Wohngebäude einberechnet, da die öffentlichen Gebäude mit einem Anteil von 1-2 % an der gesamten Gebäudezahl einen sehr geringen Anteil ausmachen, so dass sie an dieser Stelle vernachlässigt werden können. Bei einer Sanierungsmaßnahme werden durchschnittlich 30.000 Euro pro Wohngebäude investiert, was eine Evaluation zur Gebäudesanierung des Instituts für sozialökologische



Forschung, Frankfurt (ISOE), im Auftrag der Energieagentur Hannover ergab; dieser Wert wurde von eza!-Energieberatern bestätigt.

Betrachtet man die Wertschöpfungskette bei der Altbausanierung genauer, so können drei Komponenten ausgemacht werden, die bei der Berechnung der Wertschöpfung eine gewichtige Rolle spielen. Dies sind zum einen die Investitions- bzw. Materialkosten, die für eine geplante Sanierungsmaßnahme anfallen, zum anderen die Kosten, die für die Planung einer Sanierung und die Installation der geplanten Maßnahmen auftreten. Der dritte Punkt, die Kosten, die für die Wartung einzelner Maßnahmen anfallen (z.B. Heizung), können bei der Berechnung der Wertschöpfung vernachlässigt werden, da diese Kosten nur einen geringen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen. Ein weiterer Punkt, dem bei der Berechnung der Wertschöpfung eine besondere Bedeutung zukommt, ist die Kostenstruktur der Sanierungsmaßnahmen, die je nach Maßnahme sehr unterschiedlich ausfallen kann. Unter der Kostenstruktur wird die Aufteilung der Gesamtkosten auf die beiden Komponenten „Investitions-/Materialkosten“ sowie „Planungs-/Installationskosten“ verstanden; je nach eingesetztem Material können hier erhebliche Schwankungen im Bezug zu den Gesamtkosten auftreten. Zur Bestimmung der Wertschöpfung wurden verschiedene Szenarien bezüglich der Komponenten Investitions-/Materialkosten, Planungs-/Installationskosten sowie verschiedener Kostenstrukturen durchgerechnet. Diese Berechnungen führten zu dem Ergebnis, dass ungefähr 70 % der gesamten Investitionsleistungen in der Region als Wertschöpfung verbleiben können. Voraussetzung hierfür ist die Annahme, dass vorwiegend ortsansässige Planungsbüros und Handwerksbetriebe beauftragt werden.

In Murnau sind fast 70 % der Gebäude vor 1984 gebaut worden. Der Anteil der Gebäude mit Sanierungsbedarf ist also hoch. Für Murnau bedeutet dies konkret, dass bei einem Sanierungsziel von 3 % jährlich über einen Zeitraum von 10 Jahren fast 2.300 MWh eingespart werden können, was 23.000 l Heizöl entspricht. Dabei entspricht Säule 1 dem Ist-Verbrauch im Bestand, die Säulen 2 – 4 zeigen den Verbrauch nach entsprechender Sanierungsrate bis 2023 (Abb. 33). Dabei liegt die durchschnittliche bundesdeutsche Sanierungsrate bei 1 %. Ein Ziel wäre es, die Sanierungsrate zu verdoppeln oder – wie in Vorarlberg – zu verdreifachen. Durch die Sanierung des Wohngebäudebestandes (nur Einfamilienhäuser) ergibt sich jährlich eine regionale Wertschöpfung von etwa 1 Mio. Euro/a (Tabelle 7).

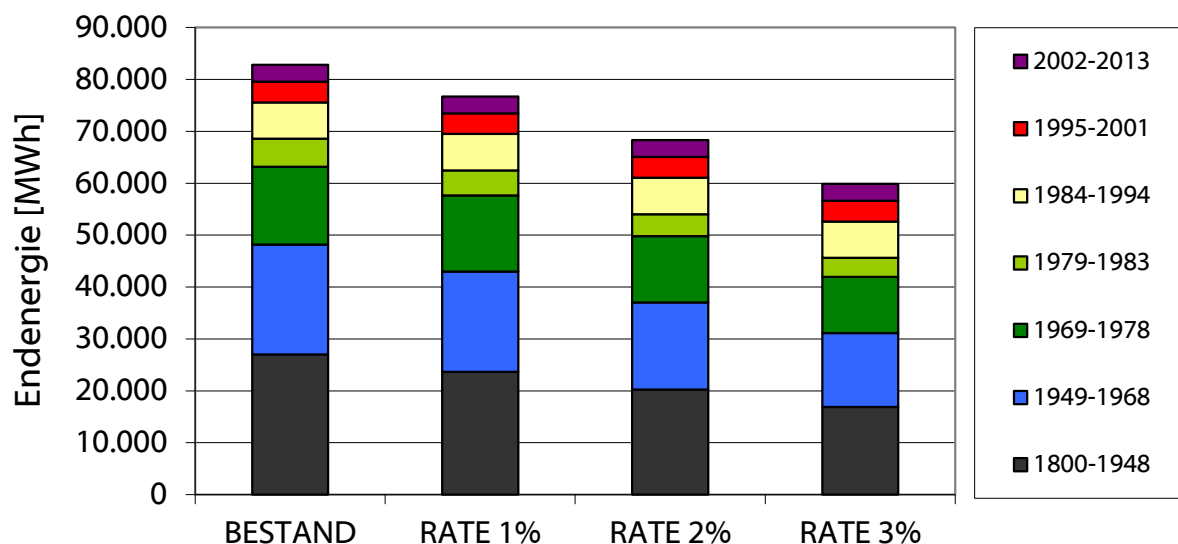


Abb. 33: Realisierbares Potenzial im Wohngebäudebereich bei Sanierungsraten von 1-3 %

Tabelle 7: Zukünftige Investitionen in Altbausanierung bei 3 % Sanierungsrate und jährliche Wertschöpfung

	Bezugs-jahr	Wohn-gebäude-bestand Einfamilien-häuser 2013	jährliche Sanierungs-rate in %	Gesamt-zahl sanierter Gebäude	ang. mittlere Investition pro Gebäude in €	Investi-tionen gesamt in €	ang. regionale Wert-schöpfung 70 %
Basis	2013	1681	3	50	30.000 €	1.512.900 €	1.059.030 €
Fernziel	2023			504	30.000 €	15.129.000 €	10.590.300 €



5 Entwicklung zukünftiger Energieversorgungskonzepte

5.1 Ziele

Im Rahmen der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes im Jahr 2012 wurden durch das Energieteam der Marktgemeinde Murnau und letztlich durch die politischen Gremien der Marktgemeinde Murnau energiepolitische Ziele formuliert, die nachfolgend in wesentlichen Auszügen dargestellt werden.

Energiepolitische Ziele für die Marktgemeinde Murnau:

Das Thema Klimaschutz und Energieeffizienz soll ständig gegenüber den Bürgern und Unternehmen kommuniziert werden. Die Öffentlichkeitsarbeit der Gemeinde wird zukünftig so gestaltet, dass jeder Bürger weiß, wo er entsprechende Informationen findet. Ziel ist eine automatische Verknüpfung des Images der Gemeinde mit Klimaschutz und Energieeffizienz.

Wirtschaft:

Da die Wirtschaft ca. 40 % der Gesamtenergie verbraucht, sollte hier einer der Schwerpunkte der zukünftigen Aktivität liegen. Entsprechend sollte sich dies in der Zielsetzung wiederfinden. Im Wirtschaftssektor der Marktgemeinde Murnau ist eine durchschnittliche Energieeinsparung von 20 % sowohl in den Bereichen Strom als auch Wärme anzustreben. Regelmäßiger Informationsaustausch und Energieeffizienznetzwerke für Unternehmen werden von der Gemeinde in die Wege geleitet. Neue Gewerbeansiedlungen sollen generell hohe Energiestandards umsetzen und hinsichtlich Ressourceneffizienz vorbildlich sein.

Verkehr:

Um für die Marktgemeinde Murnau eine signifikante Reduktion des Verbrauchs fossiler Kraftstoffe im Verkehrsbereich zu erreichen, muss jeder einzelne Bürger der Gemeinde sein eigenes Verkehrsverhalten an diese Anforderung anpassen. Die Gemeinde muss dieses im Gegenzug durch entsprechende Angebote unterstützen.



Stromversorgung:

Es ist wichtig, den Anteil erneuerbarer Energien zu steigern. Die Marktgemeinde Murnau wird den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien (bezogen auf das Gemeindegebiet / Netzgebiet) - wo immer im Rahmen ihrer wettbewerblichen Möglichkeiten und des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens möglich - vorantreiben und im Rahmen ihrer Möglichkeiten unterstützen.

Wärmeversorgung:

Die Wärmeversorgung in der Marktgemeinde Murnau beruht zu einem hohen Anteil auf fossilen Energieträgern. Hier ist über eine systematische Planung der Anteil von dezentralen und zentralen Wärmeversorgungsanlagen (Biomasse, KWK) deutlich zu erhöhen. Im Gegenzug ist es von grundlegender Bedeutung, dass der Wärmeverbrauch drastisch gesenkt wird. Die Marktgemeinde Murnau wird die ihr zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nutzen, ihre Bürger mittels Kampagnen und einer systematischen Öffentlichkeitsarbeit zur energetischen Gebäudemodernisierung zu motivieren.

Zusätzlich werden die rechtlichen und planerischen Möglichkeiten von der Gemeinde voll ausgeschöpft, um Quartiere mit langfristig hoher Wärmedichte über Nahwärmenetze zu versorgen.

Private Haushalte:

Bei den privaten Haushalten liegt das mit Abstand höchste Einsparpotenzial im Bereich der energetischen Altbausanierung. Hier sind neue Beratungsformen und Kampagnen notwendig, um eine entsprechende Sanierung auszulösen. Die Marktgemeinde Murnau priorisiert das Thema Altbausanierung für private Haushalte und strebt eine durchschnittliche Sanierungsrate von mindestens 2 % im Jahr an.

Kommunale Projekte:

Obwohl der Anteil kommunaler Anlagen am Energieverbrauch nur gering ist, haben alle kommunalen Projekte Vorbildcharakter und erfordern besondere Klimaschutzstandards. Die Marktgemeinde Murnau, wird durch die generelle konsequente Anwendung hoher Klimaschutzstandards und durch den Einsatz regenerativer Energieträger ihrer Vorbildrolle gerecht.

Diese energiepolitische Ausrichtung war seitdem Handlungsgrundlage innerhalb der Marktgemeinde Murnau und sollte durch die Vergabe des Energienutzungsplanes in



wesentlichen Handlungsbereichen soweit konkretisiert werden, dass für ausgewählte Maßnahmen und Projekte detaillierte Entscheidungsgrundlagen geschaffen werden.

5.2 Strategie

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplanes sollten einige zentrale Leitprojekte ausgewählt werden, mit denen die oben formulierten Handlungsschwerpunkte möglichst umfassend angegangen werden können. In Absprache mit den beteiligten Gruppen und Gremien in Murnau sowie den Auftragnehmern wurden diese Leitprojekte festgelegt und entsprechend aufbereitet. Im nachfolgenden Kapitel werden die einzelnen Arbeitsergebnisse dargestellt.

Arbeitsorganisatorisch wird das Energieteam in Murnau weiterhin nach Bedarf tagen und Themen des Umweltausschusses vorbereiten. Aufgabe des Energieteams ist es, energetische, Klimaschutz- und Umweltthemen zwischen den Vertretern der Fraktionen, der Verwaltung und Vertretern von Murnau miteinander zu diskutieren. Dies soll unter Beteiligung der Öffentlichkeit geschehen.

5.3 Controlling Instrumente

Der vorliegende Energienutzungsplan Murnau wurde erstellt, um die Energie- und Klimaschutzpolitik weiter zu konkretisieren und planmäßig zu gestalten. Damit die aufbereiteten Leitprojekte nicht nur als Momentaufnahme mit ambitionierten Zielen gewertet werden, sondern tatsächlich maßgeblich zur Gestaltung der Kommunalpolitik beitragen und letztlich zu einer breiten Umsetzung kommen, ist neben der Datenaufbereitung auch eine klar definierte Vorgehensweise für die Umsetzung sowie letztlich ein Controlling zu vereinbaren.

Die nachfolgend erläuterten Maßnahmen sind beispielhaft aufgelistet und können ein quantitatives und qualitatives Controlling der Klimaschutzpolitik der Marktgemeinde Murnau gezielt unterstützen:

Jährliche Datenerhebung zu erneuerbaren Energien im Strombereich



Eine jährliche Fortschreibung der Datenerhebung für die Stromseite zu den Beiträgen Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung ist anzuraten. So kann der Öffentlichkeit transparent vermittelt werden, wie die Energiewende lokal im Bereich Strom voranschreitet. Bei entsprechender Datenerhebung können in diesem Kontext etwaige Referenzobjekte kommuniziert werden. Eine Auswertung der stromseitig einhergehenden CO₂-Emissionen gibt in diesem Zusammenhang einen Überblick über die in den Stromkennzeichnungen dargestellten Informationen.

Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz

Die im Rahmen des vorliegenden Energienutzungsplanes erstellte Energie- und CO₂-Bilanz liefert einen guten Überblick über den Stand des Energieeinsatzes und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen innerhalb der Marktgemeinde Murnau. Um die laufende Entwicklung verfolgen zu können – beispielsweise den Erfolg der in der vorliegenden Arbeit dargestellten Handlungsmöglichkeiten – und gleichzeitig auch in Zukunft die richtigen Schwerpunkte zu setzen, empfiehlt es sich, die vorliegende Bilanz in regelmäßigen Abständen fortzuschreiben. Ein sinnvoller Zeitabstand für Aktualisierungen der Bilanz ist unter den aktuellen Rahmenbedingungen eines angestrebten beschleunigten Ausbaus Erneuerbarer Energien ein Zeitabstand von drei bis vier Jahren.

6 Leitprojekte

6.1 Möglichkeiten einer Fernwärmeversorgung

Anhand des Wärmekatasters (Abb. 34) ist ersichtlich, dass Murnau mehrere sogenannte Wärmeinseln aufweist. Aus diesen Wärmeinseln (Legende im Anhang) haben wir als Leitprojekte, für den Beginn einer Fernwärmeversorgung zwei Bereiche gewählt, in denen in den nächsten Jahren, in Bezug auf Erdarbeiten, ohnehin Handlungsbedarf besteht.

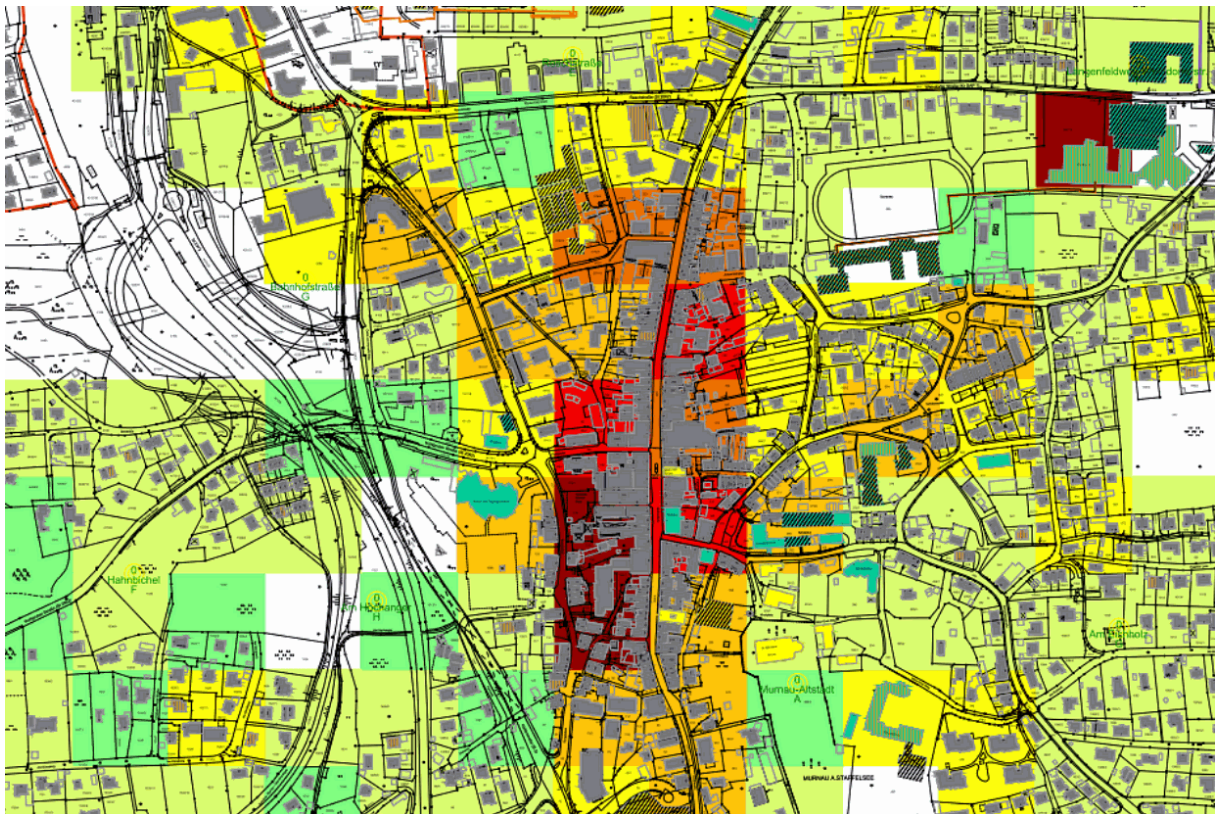


Abb. 34: Wärmekataster in MWh/ha (Plan: 43150AE0)

Es handelt sich zum einen um die Bahnhofstraße, die wir hier „Westnetz“ nennen und zum zweiten, um das Gebiet um das Rathaus, hier „Ostnetz“ genannt. Dies sind zwei Wärmeinseln, westlich und östlich vom „Markt“, die sich durch unserer Untersuchungen und in Gesprächen mit der Marktgemeinde und dem Arbeitskreis-Energie, herauskristallisiert haben (Legende im Anhang).



Das „**Westnetz**“ : Burggraben – KTM -
Bahnhofstraße - Kemmelpark.



Abb. 35: Wärmeinsel „Westnetz“ (Plan:
43150AF0a)

Das „**Ostnetz**“ umfasst das Rathaus – die
Schlossbergstraße – die Lederergasse – den
Schlosshof und streckt sich hin bis zur
Emanuel-von-Seidl-Schule. Hier sollen
sowohl die Hackschnitzelheizung der
Emanuel-von-Seidl-Schule als auch die
Pelletheisanlage der Gemeindewerke das
Wärmenetz in der Grundlast über Wärme
aus Holz mit versorgen.

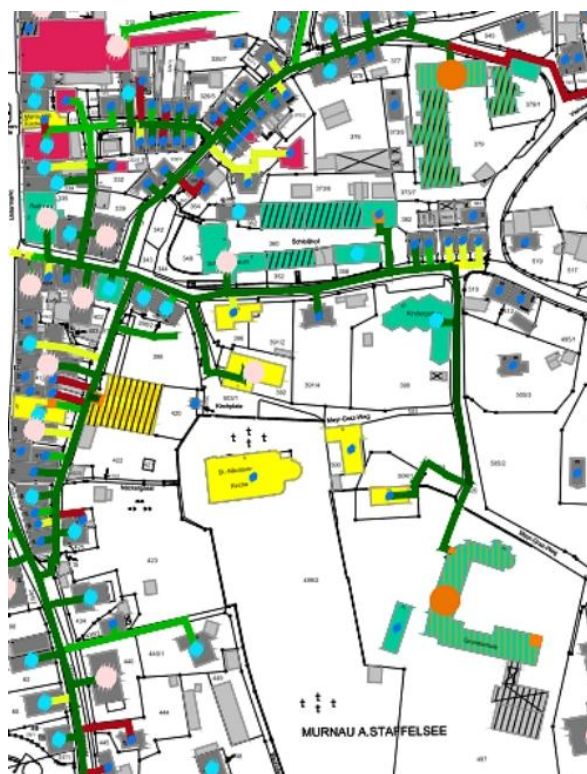


Abb. 36: Wärmeinsel „Ostnetz“ (Plan:
43150AF0a)



6.1.1 Sanierung Bahnhofstraße („Westnetz“)

Mit der Ortsumfahrung, wird die Bahnhofstraße nicht mehr als Ausfallstraße benötigt und kann somit in den nächsten Jahren zurückgebaut und saniert werden. Der Abschnitt zwischen Kultur- und Tagungszentrum Murnau (KTM), Gabriele-Münter-Platz, Burggraben und Bahnhofstraße wird hier als ein Leitprojekt betrachtet.

Bei einer Anschlussquote von 80 % (80 % der Anlieger schließen an die Fernwärmeversorgung an) und nach einer Optimierung (nur Anschlussnehmer mit positivem Deckungsbeitrag) bleiben für eine Fernwärmeversorgung 67 Wärmeabnehmer. Über diese ergibt sich ein Wärmeverkauf von 7.166 MWh, der über ein Netz von 2,2 km verteilt wird. Der Verbund an Heizwerken, der diesen Bereich versorgt, muss eine Leistung von 2.500 kW zur Verfügung stellen.

6.1.2 Sanierung Rathaus – Lederergasse („Ostnetz“)

Wegen der anstehenden Umbau- und Sanierungsarbeiten am Rathaus, wird der Bereich ums Rathaus näher betrachtet. Für einen Einstieg in die Fernwärmeversorgung ist in diesem Bereich die hohe Dichte an öffentlichen Liegenschaften von Vorteil. Es befinden sich 8 öffentliche Gebäude (In den Plänen türkis schraffiert), mit einem Nutzwärmeverbrauch von 1.256 MWh/a, in diesem Netzbereich. Zudem soll in der Lederergasse im Jahr 2015 die Wasserleitung saniert werden, wofür Erdarbeiten nötig sind. Mit einer gemeinsamen Herangehensweise kann man hier Synergien bei der Planung sowie bei der Verlegung der Wasser- und Wärmeleitungen nutzen.

Bei einer Anschlussquote von 80 % (80 % der möglichen Anschlussnehmer) und nach einer Optimierung (nur Anschlussnehmer mit positivem Deckungsbeitrag) bleiben 73 Wärmeabnehmer für eine Fernwärmeversorgung. Über diese ergibt sich ein Wärmeverkauf von 5.145 MWh, der über ein Netz von 1,8 km verteilt wird. Der Verbund an Heizwerken, der diesen Bereich versorgt, muss eine Leistung von 1.900 kW zur Verfügung stellen.

6.1.3 Gesamtnetz: Wärmeverbund „Ostnetz“ – „Westnetz“

Nach der Betrachtung der beiden Einzelnetze, westlich und östlich vom „Markt“, wurde die Zusammenführung der beiden Inseln simuliert. Diese Verbindung kann sowohl über die Postgasse als auch über die Schlossergasse vorgenommen werden. Das Ergebnis zeigt, dass eine Zusammenführung über beide Varianten möglich ist und dabei lediglich eine untergeordnete Kostendifferenz entsteht. Damit empfehlen wir, rein aus praktischer, ortsgestalterischer Sicht, den Zusammenschluss über die Schlossergasse.



Bei der Betrachtung des gesamten Netzes bleiben bei einer Anschlussquote von 80 % und nach einer Optimierung (nur Anschlussnehmer mit positivem Deckungsbeitrag) 144 Wärmeabnehmer. Über diese ergibt sich ein Wärmeverkauf von 12.700 MWh, der über ein Netz von 4 km verteilt werden würde. Der Verbund an Heizwerken, der den gesamten Bereich versorgt, muss eine Leistung von 4.600 kW zur Verfügung stellen.

Hiermit kann dann auch ein Verbund zwischen dem „Markt“ und dem Kemmelpark hergestellt werden. Um weitere Interessenten mit Wärme versorgen zu können und für eine nötige Ausfallreserve empfehlen wir in einem weiteren Bauabschnitt den Zubau eines weiteren Heiz(Kraft)Werkes, welches hinter der Barbarasiedlung am Gewerbegebiet Straßäcker angesiedelt sein kann.

Aufgrund dieser weitsichtigen und umfangreichen Betrachtung für den Aufbau einer Fernwärmeversorgung Murnau, empfehlen wir eine Herangehensweise in vier Bauabschnitten.

Bauabschnitt I: Fernwärme „Ostnetz“, Rathaus – Lederergasse

Schule – Schlossmuseum – Bauhof - Rathaus – Brauerei Karg – Lederergasse

Mit dem Umbau des Rathauses und der Sanierung der Wasserleitung der Lederergasse kann der Einstieg in den Aufbau einer Fernwärmeversorgung Murnau erfolgen. Mit der Verbindungslinie Schloss, Bauhof und Gemeindewerke und die Einbindung der Emanuel-von-Seidl-Schule, kann eine Grundversorgung über Hackschnitzel und Holzpellets gewährleistet werden. Als Spitzenlastkessel könnten hier zwischenzeitlich vorhandene Heizkessel größerer Wärmeabnehmer zum Einsatz kommen.

Bauabschnitt II: Fernwärme „Westnetz“, Bahnhofstraße - Burggraben

Im Bereich Kultur- und Tagungszentrum Murnau – Gabriele Münter Platz – Bahnhofstraße soll mit der Sanierung der Bahnhofstraße eine Fernwärmeanbindung gelegt werden. Der Bauabschnitt I wird über die Schlossergasse mit angebunden.

Mit einem Auszug der Gemeindегärtnerei aus dem KTM, kann hier, in den freiwerdenden Räumlichkeiten, eine Spitzenlastzentrale entstehen, die mit den Heizkesseln des Bauabschnitt I redundant betrieben werden kann.

Bauabschnitt III: Anbindung KemmelPark – Ortsmitte

In einem weiteren Bauabschnitt wird die Verbindung zum Kemmelpark hergestellt. Die dort bereits vorhandene Ringleitung am Hurtenweg, reicht von der Dimensionierung aus, damit eine Grundversorgung der Fernwärme in der Ortsmitte über die Hackschnitzelanlage im Kemmelpark betrieben werden kann. Zu Spitzenlastzeiten schalten sich die jeweiligen Spitzenlastzentralen (KTM, ...) zu.



Bauabschnitt IV: Errichten eines neuen Heizwerks im Gewerbegebiet

Damit der Wärmebedarf mit einem weiteren Netzausbau und mit einer zunehmenden Netzverdichtung weiter über den regionalen Brennstoff Holz versorgt werden kann, wird in einem vierten Bauabschnitt ein weiteres Holzheizwerk, bzw. ein Holzheizkraftwerk erstellt. Hierbei soll die Einbindung der Barbarasiedlung und des dahinter liegende Gewerbegebietes „Straßäcker“ berücksichtigt werden. Als Standort für das Heizkraftwerk kann das Gewerbegebiet Straßäcker in Betracht gezogen werden.

6.2 Solardachkataster

Solarpotenzialkataster sind interaktive Karten für das Internet, auf denen für jedes Gebäude einer Kommune verzeichnet ist, wie geeignet es für die Erzeugung von Solarenergie ist. Die nutzbare Sonneneinstrahlung und die individuelle Verschattungssituation werden zu einer einfach verständlichen Beurteilung zur Eignung der Dachflächen zusammengefasst. In einer Verschattungsanalyse wird die Verschattung durch Vegetation und Nachbargebäude berücksichtigt. Das Ergebnis sind gebäudescharfe Einstrahlungswerte bei freiem Himmel. Abgeglichen mit den örtlichen Gegebenheiten dient das Solardachkataster als allgemein verständliche Orientierungshilfe und soll Anstoß für den Ausbau der Solarenergie geben.

Photovoltaikanlagen sollen schon heute in ihrer Größe an das Eigenverbrauchspotential angepasst werden, um eine für die gesamte Betriebszeit bestmögliche Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

In dem vorliegenden Solarpotentialkataster sind Funktionen integriert, die eine Optimierung der PV-Anlage ermöglichen. Dies bedeutet, dass die Anlagengröße so gewählt wird, dass ein möglichst hoher Anteil des gewonnenen Stroms selbst genutzt werden kann. Hierzu können im Wirtschaftlichkeitsrechner die Haushaltsgröße, der eigene Strombedarf und die entsprechenden Strombezugskosten individuell eingegeben werden. Durch die Optimierung des Eigenverbrauchs werden die Strombezugskosten kalkulierbar und über den Betriebszeitraum der Photovoltaikanlage stabilisiert.

Das Solarpotenzialkataster der Marktgemeinde Murnau wurde von der Firma tetraeder.solar gmbh in Dortmund erstellt und ist unter dem Link <http://www.solare-stadt.de/murnau/Solarpotenzialkataster> zu finden (Abb. 37).

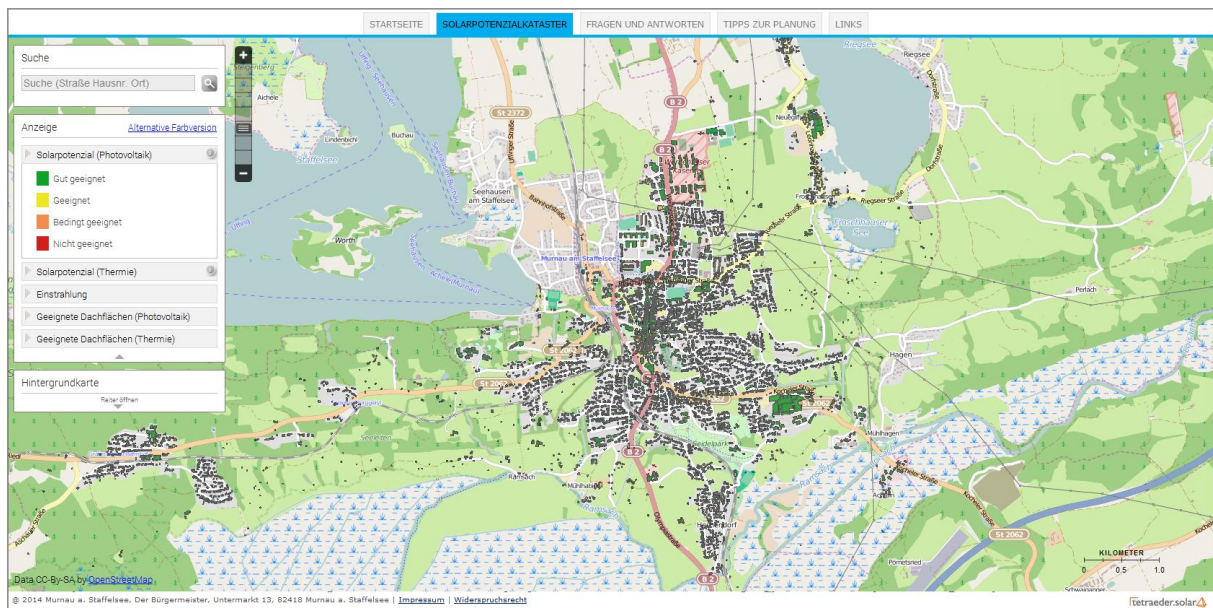


Abb. 37: Interaktive Karte des Solarpotentialkatasters für die Marktgemeinde Murnau

6.3 Kommunale Straßenbeleuchtung in Murnau

In Murnau sind derzeit 1396 Lichtpunkte installiert.

Die installierte Leistung beträgt: ca. 58.000 W. Im Jahr 2013 wurden ca. 280.000 kWh durch die Straßenbeleuchtung verbraucht. Das verursachte Kosten in Höhe von ca. 76.000 €.



Tabelle 8: Leuchten und Lampentypen der Straßenbeleuchtung in Murnau

Leuchte	Lampe	Anzahl	Anteil %	Inst. Leistung [W]	Leistungs-Anteil %
Vierkant	Natriumdampf (HSE-X5), Kompakt-Leuchtstoff (T-U, TC-S)	430	30,8	16.948	29,3
Langfeld	Leuchtstoff (T, TU)	342	24,5	15.454	26,7
Koffer	Natriumdampf (HST-X5, HSE-X5)	128	9,2	10.279	17,7
Zylinder	Natriumdampf (HSE-X5),	129	9,2	7.998	13,8
Pilz	Kompakt-Leuchtstoff (TC-L, TC-S)	333	23,9	5.031	8,7
Ausleger	Natriumdampf (HSE-X5)	13	0,9	1.079	1,9
Sonder	Natriumdampf (HSE), Kompaktleuchtstoff	11	0,8	604	1,0
Wandleuchte	Halogen Metalldampf Lampen (HIT)	7	0,5	371	0,6
Kugel	Quecksilberdampf (HME)	3	0,2	177	0,3

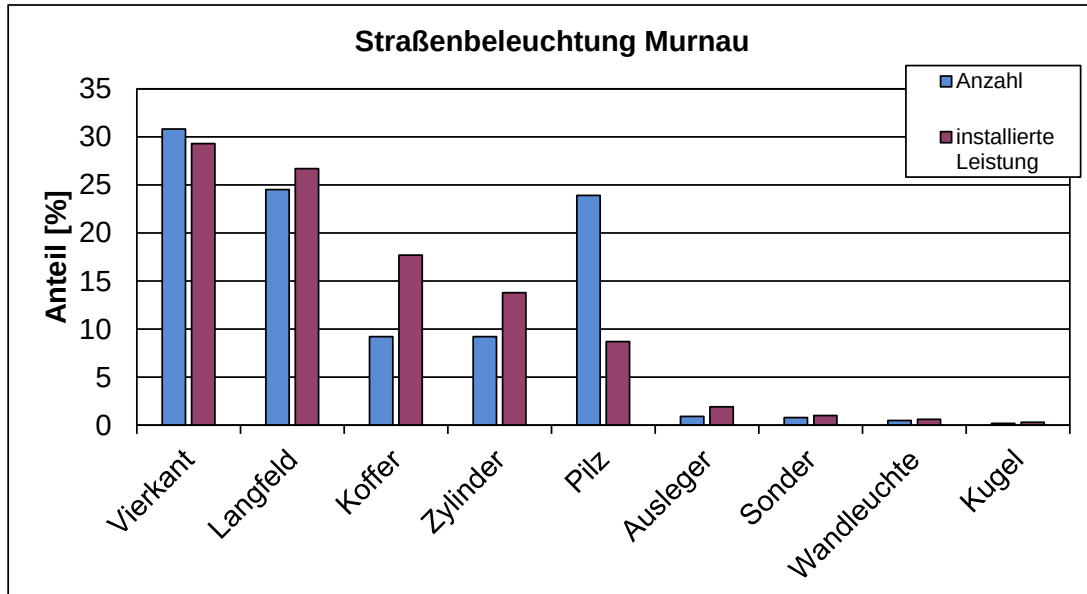


Abb. 38: Straßenbeleuchtung in Murnau

Tabelle 9: Altersstruktur der Straßenbeleuchtung in Murnau

Leuchte	Inbetriebnahme
Vierkant	1989 - 2009
Langfeld	1990 und älter; vereinzelt Leuchten ausgetauscht
Koffer	1991- 2009
Zylinder	2001 - 2009
Pilz	1991 vereinzelt Nachrüstungen
Ausleger	2001
Sonder	2001 – 2008 (1993)
Wandleuchte	2008
Kugel	1993

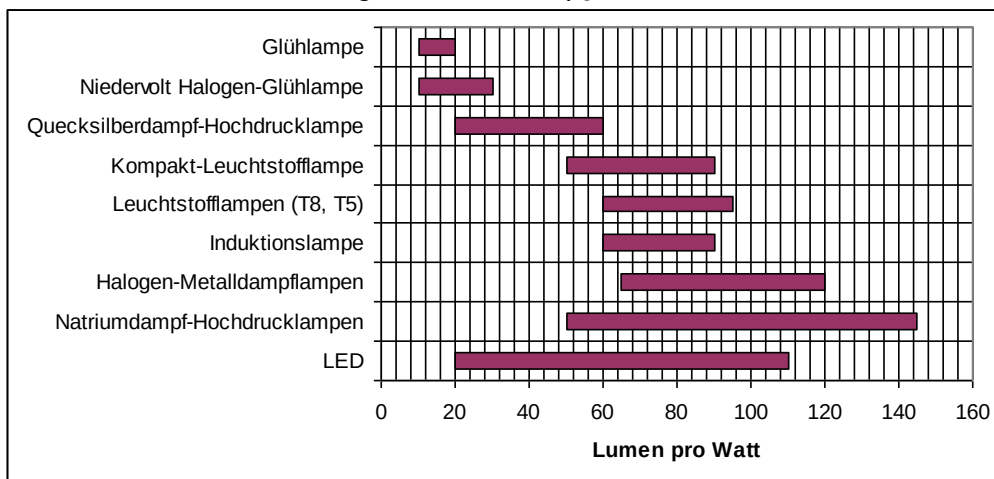


Den größten Anteil haben die Vierkantleuchten gefolgt von den Langfeldleuchten. Obwohl die Pilzleuchten mit knapp 24% zahlenmäßig den 3. Platz belegen, haben sie nur einen Leistungsanteil von 8,7%.

Die rechnerische Nutzungsdauer von Straßenleuchten beträgt etwa 25 Jahre. Viele Vierkant-, Pilz- und Langfeldleuchten haben inzwischen ihre rechnerische Nutzungsdauer erreicht bzw. überschritten.

6.3.1 Beurteilung der Lampen (Lichtausbeute)

Abb. 39: Effizienzbeurteilung der Leuchten (Quelle: nach Lichttechnische Gesellschaft)



Eine Effizienz-Beurteilung der Leuchten nach ihren installierten Lampen auf Basis der Lichtausbeute (Lichtstrom pro aufgenommene Leistung) ist nicht möglich, da die Leuchten

- einen Betriebswirkungsgrad besitzen
- die Lampen ihr Licht je nach Leuchtentyp auch ungerichtet abstrahlen, besonders Vierkant-, Pilz- Kugel- und Zylinderleuchten.

Die Lichtausbeuteübersicht gibt aber einen Anhaltspunkt über die Effizienz.

Die obere Grafik zeigt, dass Natriumdampfhochdrucklampen die höchste Effizienz besitzen, gefolgt von Halogen-Metall dampflampen und LED.

Natriumdampfhochdrucklampen hatten lange Zeit eine schlechte Farbwiedergabe ($R_a \leq 39$). Seit einigen Jahren gibt es auch „stark farbverbesserte“ Typen mit einem Farbwiedergabe-Index von R_a 80 bis 85.

Bei LEDs ist das Effizienzpotential noch nicht ausgeschöpft. Sie können in Zukunft eine Lichtausbeute wie Natriumdampflampen erreichen.

Im Mittelfeld rangieren Induktionslampen, Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen.

Bis auf die Langfeldleuchten (Leuchtstofflampen), welche ihre rechnerische Nutzungsdauer überschritten haben und Kugelleuchten (Quecksilberdampflampen) sind alle anderen Leuchten, mit Kompaktleuchtstofflampen, Natriumdampf, Halogen-Metallampf, nach dem Stand der Technik ausgerüstet (Anteil knapp 75%). Eine Effizienzsteigerung mit Hilfe von LED ist nur von Fall zu Fall möglich und sinnvoll.

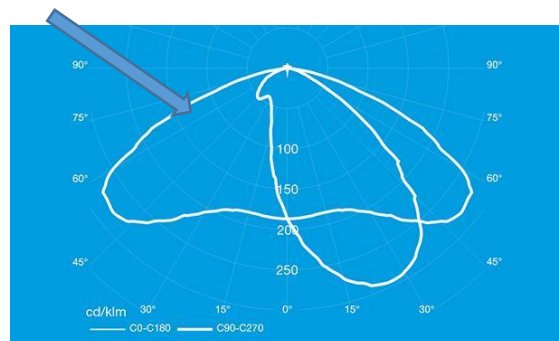
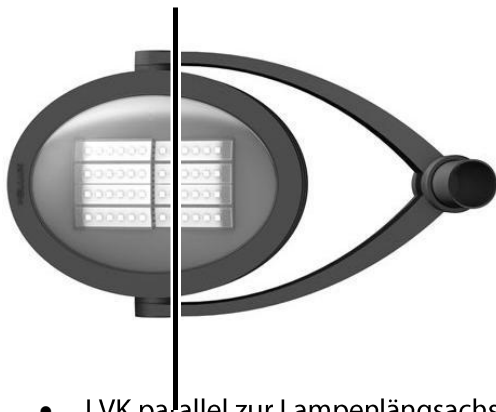
Merkmale einer Leuchte

Die wichtigsten Hauptmerkmale einer Leuchte sind

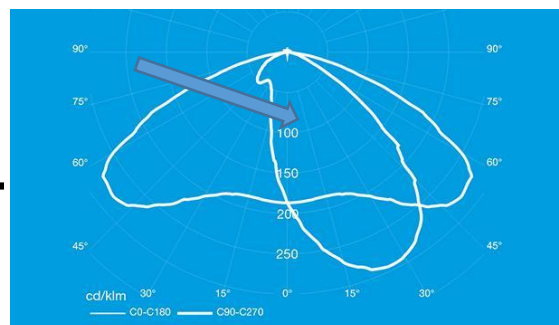
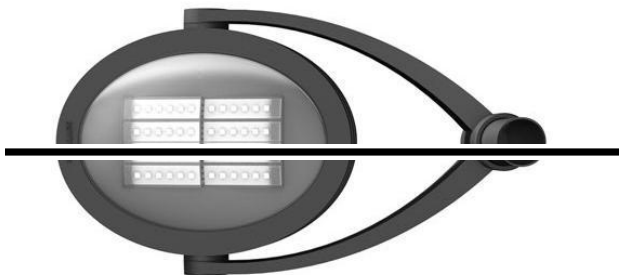
- Betriebswirkungsgrad η_{LB}
- Lichtstärkenverteilungskurve (LVK)

Bei der Angabe der Lichtverteilungskurve gibt es zwei Angaben:

- LVK quer zur Lampenlängsachse (C0-C180),



- LVK parallel zur Lampenlängsachse (C90-C270).



Quelle: Heiux

Bei der Auswahl der Leuchte muss auf die Lichtstärkenverteilungskurve des Leuchtentyps geachtet werden um die Ausleuchtung des gewünschten Bereichs zu gewährleisten.



Da in vielen Fällen bei LEDs Lampe und Leuchte eine Einheit bilden, wird hier der Betriebswirkungsgrad mit $\eta_{LB} = 1,0$ angegeben.

6.3.2 Beurteilung der verwendeten Leuchtenbauformen

Die lichttechnischen Anforderungen an die Beleuchtung werden durch Gütemerkmale beschrieben. Die wichtigsten sind

- Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke und deren Gleichmäßigkeit,
- Blendungsbegrenzung,
- Farbwiedergabe.

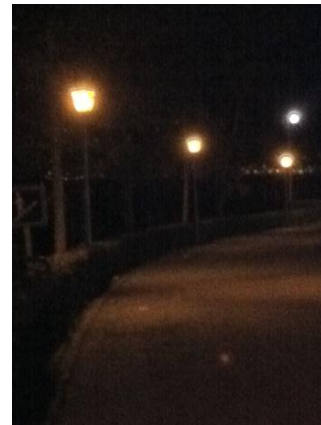
Hinweis: Punktförmige Lichtquellen mit geringer Gleichmäßigkeit haben ein größeres Blendungspotential als flächenförmige Lichtquellen

Vierkantleuchte

Vierkantleuchten stammen historisch gesehen von den alten Gaslaternen ab. Sie strahlen ihr Licht ungerichtet radial 360°. Ihre Blendung ist hoch. Als Wegbeleuchtung am Wegrand nutzen sie weniger als ein Viertel des verfügbaren Lichtes für die Verkehrsfläche. Ein Viertel wird weitgehend horizontal abgestrahlt und blendet. Die Hälfte des Lichtes wird nach hinten abgestrahlt. Als dekorative Beleuchtung geeignet.



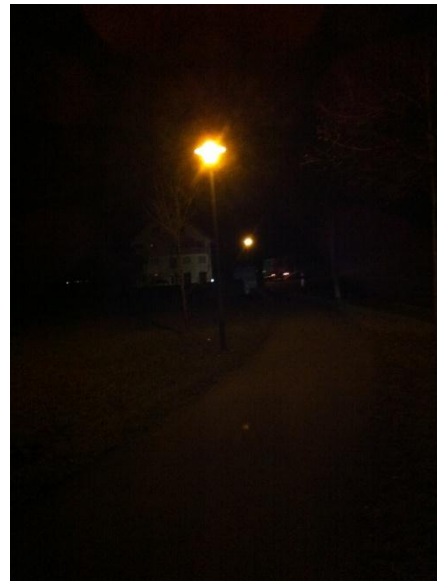
Quelle: Langmatz





Zylinderleuchte

Gleichmäßige aber schwache Beleuchtung des gesamten Umfelds mit hoher Blendung. Das eigentliche Ziel, der Weg, wird kaum ausgeleuchtet. Als Parkbeleuchtung geeignet um eine größere Fläche mit Bäumen und sonstigen Gegenständen zu bestrahlen.



Quelle: Langmatz

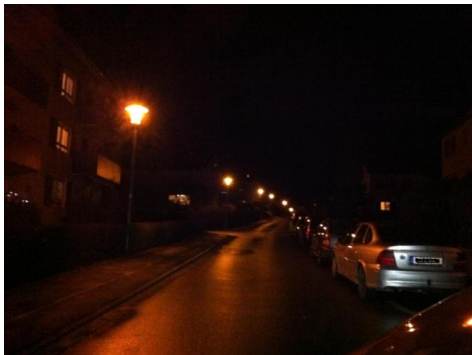


Pilzleuchte

Gleichmäßige aber schwache Beleuchtung des gesamten Umfelds, mit hoher Blendung.
Störende Beleuchtung von Hausfassaden bis hinein in die Schlafzimmer.
Pilzleuchten sind nicht mehr zeitgemäß.



Quelle: Langmatz

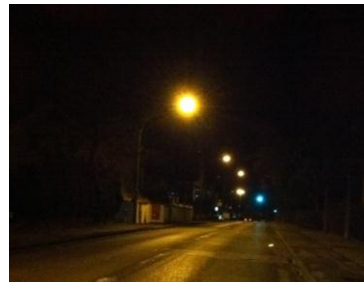


Kofferleuchte

Kofferleuchten haben die alten Langfeldleuchten abgelöst. Ursprünglich wurden sie mit Quecksilberdampflampen bestückt, jetzt mit Natriumdampflampen. Kofferleuchten mit Natriumdampflampen sind zeitgemäß. Ein Ersatz durch LED führt zu einer geringen Blendung aber nur zu einer geringen Energieeinsparung.



Quelle: mercateo/Wikipedia





Langfeldleuchte

Langfeldleuchten sind mit herkömmlichen Leuchtstoffröhren bestückt. Sie sind durch ihre große Fläche relativ blendarm aber auch sehr leuchtschwach, da ihnen in der Regel ein leistungsfähiger Reflektor fehlt und die Kunststoffabdeckung mit der Zeit erblindet. In die Jahre gekommene Langfeldleuchten sollten durch Leuchten mit LED ausgetauscht werden.



Quelle: Göttinger Tageblatt



6.3.3 Charakteristik der LED-Beleuchtung

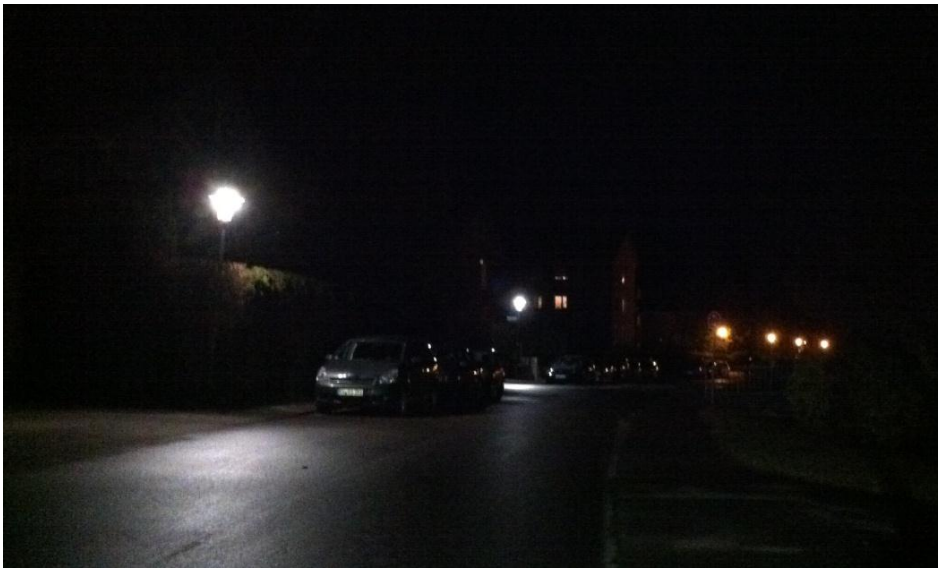
LEDs lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Gerichtete Beleuchtung
- Scharfer Übergang von Hell nach Dunkel
- Alle Lichtfarben möglich
- flächige Verteilung möglich, dadurch geringer Blendung

Der Hauptvorteil von LEDs liegt in der gerichteten Beleuchtung. Durch den Wegfall des ungewollten Streulichtes ergibt sich die eigentliche Effizienzsteigerung gegenüber allen andern Lampenarten, auch von Natriumdampflampen, da hier das Licht über empfindliche Spiegelsysteme gelenkt werden muss. Das einfache Auswechseln von Lampen gegen LEDs führt zu keiner bemerkenswerten Einsparung. Der gesamte Beleuchtungskörper (Leuchte und Lampe) muss den Beleuchtungsgegebenheiten angepasst sein.

6.3.4 Beurteilung Leuchten- und Lampenersatz durch LED

Der Ersatz von Natriumdampflampen oder Kompaktleuchtstofflampen durch LED bei Pilzleuchten liefert keinen signifikanten Vorteil. Einzig durch den gezielt gerichteten Einsatz von LED-Platinen in eine Richtung lässt sich ein ungewolltes Anstrahlen von Gebäuden vermeiden und Energie einsparen (ca. 30 bis 50 % je nach Abstrahlwinkel).



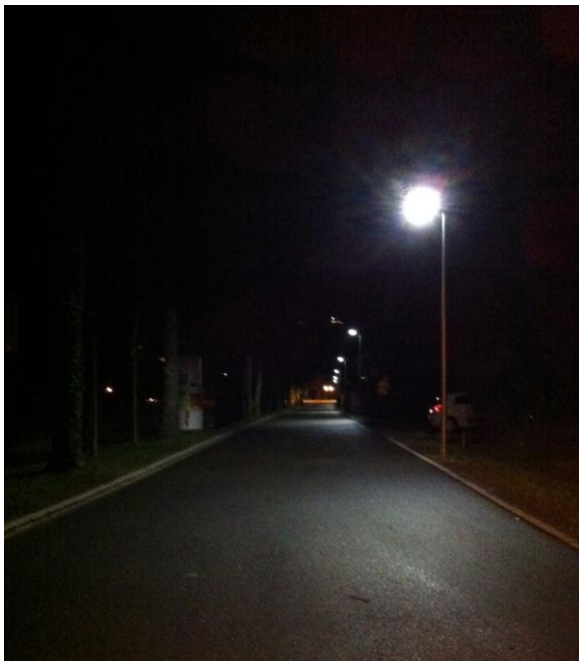
Nahezu idealer Einsatz von LED-Beleuchtung ist Ersatz von Pilzlampen zur Wegbeleuchtung, da der Wege gezielt ausgeleuchtet werden und auch die Blendung drastisch reduziert werden kann.



Ausleuchtungsbeispiel eines Fußwegs links Pilzleuchte rechts LED. Die LED besitzt etwa die halbe Leistung wie die Natriumdampflampe in der Pilzleuchte.



Die beiden LED-Leuchten beleuchten bei minimaler Blendung das gesamte Straßenfeld einschließlich Gehsteig. Die parkenden Autos auf der anderen Straßenseite sind trotz dunkler Farbe deutlich zu erkennen.



LED-Leuchtenbeispiel: Trotz des „Zebamusters“ auf der Straße lassen sich alle Details erkennen. Auch der Fußweg links hinter den Bäumen bekommt etwas ab.



Vorschläge zur Energieeinsparung und Erhöhung der Beleuchtungseffizienz

Nachtabschaltung

Die einfachste und wirkungsvollste Maßnahme Strom einzusparen ist die Abschaltung der Nebenstraßenbeleuchtung von ca. 1 Uhr Nachts bis 5 Uhr morgens. Die Abschaltung wird beispielsweise von der Stadt Lindau seit mehr als 10 Jahren erfolgreich angewendet.

Nachtabschaltung Nebenstraßenbeleuchtung: 4 Stunden

Leuchte	Lampe	Anzahl	Anteil %	Inst. Leistung [W]	Leistungs-Anteil %
Vierkant	Natriumdampf (HSE-X5), Kompakt-Leuchtstoff (T-U, TC-S)	430	30,8%	16.948	29,3%
Zylinder	Natriumdampf (HSE-X5),	129	9,2%	7.998	13,8%
Pilz	Kompakt-Leuchtstoff (TC-L, TC-S)	333	23,9%	5.031	8,7%
		Summe	63,9%	29.977	51,7%

Eingesparter Strom: ca. 45.000 kWh/a

Umrüstung von Leuchten auf LED

Vierkant und Zylinderleuchten:

Wie bereits oben dargestellt, ist die Umrüstung von Vierkant- und Zylinderleuchten auf LED nur dort sinnvoll, wo die Beleuchtungssituation signifikant verbessert werden soll (Ausleuchtung von Wegen und Straßen). Bei einer großflächigen Beleuchtung (z.B. Park) oder dekorativer Beleuchtung bringt eine Umrüstung keine spürbare Energieeinsparung.

Die Anzahl der Umrüstungen muss eine Erhebung ergeben.

Pilzleuchten:

Die Pilzlampen haben in Murnau nur einen relativ geringen Leistungsanteil von knapp 9%. Der Austausch von Pilzlampen gegen LED ist nur dort sinnvoll, wo es darum geht die



Beleuchtungssituation zu verbessern, z.B. „Schlafzimmerbeleuchtung“ vermieden werden soll und die Wegeausleuchtung unzureichend ist.

Die Anzahl der Umrüstungen muss eine Erhebung ergeben.

Langfeldleuchten:

Da die Langfeldleuchten in die Jahre gekommen sind, sollten diese durch LED ersetzt werden.

Leuchte	Lampe	Anzahl	Anteil	Inst. Leistung W	Leistungs- Anteil
Langfeld	Leuchtstoff (T, TU)	342	24,50%	15.454	26,7%
Neue Leistung:				7.727	

Eingesparter Strom: ca. 25.000 kWh/a

Kofferleuchten:

Der Austausch von Kofferleuchten mit Natriumdampflampen ist nicht empfehlenswert, da keine signifikante Verbesserung der Beleuchtung und Energieeinsparung zu erwarten ist.

6.3.5 Maßnahmen zur Energieeinsparung

- Nachtabstaltung der Nebenstraßenbeleuchtung von ca. 1 Uhr Nachts bis 5 Uhr morgens -> eingesparter Strom ca. 45.000 kWh/a (16 %)
- Umrüstung auf LED: sinnvoll im Fall der Langfeldleuchten -> eingesparter Strom ca. 25.000 kWh/a (9 %)
- Bei den anderen Leuchtentypen ist eine Umrüstung nur dort sinnvoll, wo die Beleuchtungssituation verbessert werden soll, weil die Umrüstung keine spürbare Energieeinsparung bringen würde

Es können durch geeignete Maßnahmen ca. 25% Strom eingespart werden



6.4 Handlungsmöglichkeiten private Haushalte

In Abstimmung mit dem Umweltreferat der Marktgemeinde Murnau wurden für die Zielgruppe der privaten Haushalte Handlungsmöglichkeiten eruiert und im Rahmen einer Bürgerbefragung auf ihre Relevanz aus der Sicht der Murnauer Bevölkerung hin überprüft.

- Erneuerung der Heizanlage, ggf. Wechsel auf regenerativen Brennstoff
- Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle
- Energieeffiziente / Erneuerbare Stromerzeugung
- Umrüstung auf energieeffiziente Beleuchtungsanlagen

Auf Grundlage der Rückmeldungen und der Arbeitsergebnisse des Energienutzungsplanes werden durch das Umweltreferat und das Energieteam entsprechende Themen für öffentliche Veranstaltungen und eine ggf. weiterführende Bürgerberatung angesetzt.

6.5 Handlungsmöglichkeiten Unternehmen

In Absprache mit dem Umweltreferat der Marktgemeinde Murnau wird das örtliche Gewerbe über den Murnauer Wirtschaftsförderverein adressiert. Als Bestandteil des Energienutzungsplanes wurde ein genereller Verweis auf die Energieberatung Mittelstand, den Hinweis auf ggf. vorliegende Potenziale zur Kraft-Wärme-Kopplung sowie Bürger-Unternehmen-Kooperationen festgelegt. Aufgrund von in der Regel betriebsspezifischen Anforderungen an Energieversorgung und Anlagentechnik machen Aussagen zu weiteren Handlungsempfehlungen nur im Rahmen von Initial- oder Detailberatungen vor Ort oder im Rahmen von Energieeffizienznetzwerken Sinn. Generell kann zur Steigerung der Energieeffizienz an folgenden Punkten angesetzt werden.

- Elektrische Motoren und Antriebe
- Pumpen
- Raumluftechnische Anlagen
- Druckluftsysteme
- Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung



- Beleuchtung
- Messtechnik

6.6 Handlungsmöglichkeiten im Bereich Verkehr

Die Einrichtung einer Stromtankstelle war während der Laufzeit des Energienutzungsplanes ein wesentliches Projekt im Bereich Verkehr. Als Standort der Stromtankstelle war die Tiefgarage in der Lederergasse als zentraler Standort im Gemeindebesitz geplant. Das Angebot sollte dem öffentlichen Nutzer anfangs kostenfrei zur Verfügung stehen. Eine Herausforderung bei diesem Leitprojekt war die Einrichtung eines Abrechnungssystems, welches mit bereits bestehenden Stromtankstellen in der Umgebung Murnaus (Garmisch-Partenkirchen, Weilheim) kompatibel ist. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung ist die Stromtankstelle wie geplant mit einem Ladepunkt für die kommunalen Elektrofahrzeuge und zwei Ladepunkten für die Öffentlichkeit eingerichtet.



7 Schlussbemerkung

Die Umsetzung der Energiewende ist in der Marktgemeinde Murnau auf eine breite Beteiligung angelegt, die Gremien und die Verwaltung der Marktgemeinde Murnau sind entsprechend organisiert. Ziel des vorliegenden Energienutzungsplanes war es, diese breite Beteiligung auch im Rahmen der festgelegten Leitprojekte zu gewährleisten. Entsprechend wurden bei den erarbeiteten Planungswerkzeugen und Maßnahmen Wert auf eine breite Datengrundlage und auf eine möglichst breite Zugänglichkeit und Transparenz gelegt. Es bestehen durchaus Erfahrungswerte, dass dieser Mehraufwand insofern gerechtfertigt ist, als das die Umsetzung ebenso auf der Grundlage eines breiten Konsenses erfolgt. Es wird bei den dargestellten Leitprojekten sehr gut deutlich, inwieweit eine Gemeinde bzw. ihre Organe und Gremien selbst Handlungsmöglichkeiten haben und Handlungsimpulse geben können. Eine erfolgreiche Gestaltung der energetischen Zukunft erfordert allerdings eine Beteiligung in der Breite.

Aus dem Energienutzungsplan geht hervor, dass für die Marktgemeinde Murnau eine Fernwärmeversorgung in mehreren Stufen aufgebaut werden kann. Dabei ist darauf zu achten, dass ein solcher Gedanke der breiten Öffentlichkeit bereits frühzeitig bekannt sein muss. Sämtliche Beteiligte, (Bürger, Wirtschaft, Vereine, Verbände, Haus- und Immobilienverwaltungen, ...) müssen in den Entstehungs-/ Meinungsbildungsprozess mit eingebunden und integriert sein. Somit können sich möglichst viele mit dem Vorhaben identifizieren, ihr Interesse bekunden und ihre Unterstützung mit einbringen.

Parallel hierzu müssen Energieeinsparung und Energieeffizienz als wichtige Kenngrößen einer ökologisch zukunftsorientierten und wirtschaftlich tragfähigen Lösung, einer regional nachhaltigen Energieversorgung Beachtung finden.

Für den Markt Murnau wie für die Gemeindewerke Murnau stellt die Wärmeversorgung ein zusätzliches Standbein dar, mit welchem Wertschöpfung und Arbeitsplätze in der Region geschaffen werden. Darüber hinaus kann der Wärmeverbund mehr und mehr als kommunaler Wärmespeicher angesehen werden, in den zukünftig eine Vielzahl unterschiedlicher Energiequellen einspeisen, bzw. auf den die unterschiedlichsten Wärmeabnehmer zugreifen können. Mit der kommunalen Wärmeversorgung beschreitet der Markt Murnau somit einen weiteren, wichtigen Schritt für die regionale Energiewende.



Quellen

Bayerischer Waldbrief 2006 Der Bayerische Waldbrief - Energie aus Holz, Jan 06 / <http://www.bayer-waldbesitzerverband.de>)

BLfSD 2013 Statistik kommunal. Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung

BMELV 2010 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Statistik und Berichte. [www. bmelv-statistik.de](http://www.bmelv-statistik.de). Mai 2010

BMU 2010 <http://www.bmu.de/klimaschutz/kurzinfo/doc/4021.php>

Bremer Energie Institut 2010. Energiekonzept für Oldenburg. Zwischenbericht Referenzszenario.

BUND 2010 Bund für Umwelt und Naturschutz - Plakette für umweltfreundliche Autos? http://vorort.bund.net/verkehr/aktuell/aktuell_15/aktuell_551.htm. Dezember 2010

DIW Wochenbericht 50/2009 Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Wochenbericht DIW Nr. 50/2009. Berlin 2009

DWD 2010

http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_klima_umwelt&T166200241851225197772306gsbDocumentPath=Content%2FOeffentlichkeit%2FKU%2FKUPK%2FHomepage%2FKlimawandel%2FKlimawandel.html&_state=maximized&_windowLabel=T166200241851225197772306&lastPageLabel=dwdwww_klima_umwelt

EEG-Anlagendaten der Übertragungsnetzbetreiber.

EU Transport GHG: Routes to 2050 – Regulation for vehicles and energy carriers. AEA/ED45405, Paper no 6.

Fiedler et al. 2005 WIP. Neue Energien für Achantal und Leukental

HB EFA 3.1 (Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) INFRAS 2010

IPCC 2007 Klimaänderung 2007 – Wissenschaftliche Grundlagen. Zusammenfassung für Politische Entscheidungsträger, Berlin.

Kaltschmitt 1993 Erneuerbare Energieträger in Deutschland. Springer-Verlag.

Kaltschmitt et al. 2006 Erneuerbare Energien. Springer-Verlag. 2006

Kaltschmitt M, Hartmann H. & Hofbauer, H. 2009 Energie aus Biomasse. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Klimaanpassung Bayern 2023, Der Klimawandel – Kenntnisstand und Forschungsbedarf als Grundlage für Anpassungsmaßnahmen. Eine Studie der Universität Bayreuth, 2007.



Langer, Inghard; Schulz von Thun, Friedemann; Tausch, Reinhard: Sich verständlich ausdrücken. E. Reinhardt, München 2002

Mühlenhoff, Jörg 2010 Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Hrsg. Agentur für Erneuerbare Energien. Renew Spezial 46 12/2010.

Nitsch 2007 Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt. Vortrag Perspektiven einer nachhaltigen Energieversorgung. November 2007

UPI 2010 Umwelt- und Prognose-Institut e.V. <http://www.upi-institut.de/benzinpreise.htm>.



Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei den Bezirkskaminkehrermeistern Herrn Martin Huber, Herrn Marco Meyer und Herrn Florian Fürmetz bedanken. Unser Dank gilt auch den Mitarbeitern der Marktgemeinde Murnau, des Umweltreferats Murnau sowie den Gemeindewerken Murnau, die das Ingenieurbüro Sendl und das Energie- und Umweltzentrum Allgäu bei der Entwicklung des Energienutzungsplanes tatkräftig und professionell unterstützt haben.

Bei der Bayernwerk AG als Stromnetzbetreiber bedanken wir uns für die Bereitstellung der Angaben zu Stromverbrauch, Strom-Mix und eingespeisten Strommengen aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung. Bei den Energienetzen Bayern GmbH als Gasnetzbetreiber bedanken wir uns für die Bereitstellung der Erdgasnetzmengen.

Schließlich gebührt allen Mitgliedern des Arbeitskreises Energie in Murnau Dank und Anerkennung für die zahlreichen konstruktiven Beiträge zur Entwicklung des Energienutzungsplanes und für das außerordentliche Engagement bei der Gestaltung der energiepolitischen Zukunft der Marktgemeinde Murnau.



Rechtliche Hinweise und ergänzende Vertragsbestimmungen

Copyright

Haftungsausschluss: Der Mitarbeiterstab des energie- und umweltzentrum allgäu gemeinnützige GmbH (eza!) hat diesen Bericht erstellt.

Die Sichtweisen und Schlüsse, die in diesem Bericht ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter des energie- und umweltzentrum allgäu gemeinnützige GmbH (eza!). Alle Angaben und Daten sind sorgfältig recherchiert. Allerdings gibt weder das energie- und umweltzentrum allgäu gemeinnützige GmbH (eza!) noch irgendeiner ihrer Mitarbeiter, Vertragspartner oder Unterauftragnehmer irgendeine ausdrückliche oder implizierte Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit irgendeiner Information, eines Produktes oder eines enthaltenen Prozesses, oder versichert, dass deren Nutzung private Rechte nicht verletzen würden.

Die Übernahme von Zitaten sowie Bildern und Graphiken ist nur mit Nennung des Urhebers gestattet.

Die Umsetzung und Weiterverbreitung der genannten Projekte durch die Kommunen ist gestattet und ausdrücklich erwünscht.“

Förderung

Die Entwicklung des vorliegenden Energiekonzepts mit dem vorliegenden Endbericht wurde mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie im Programm „Förderung innovativer Energietechnologien und der Energieeffizienz (BayINVENT) gefördert.

Keine Garantie oder Gewähr

Der Mitarbeiterstab des energie- und umweltzentrum allgäu gemeinnützige GmbH (eza!) hat diesen Bericht mit größtmöglicher Sorgfalt verfasst. Die Sichtweisen und Schlüsse, die in ihm ausgedrückt werden, sind jene der Mitarbeiter von eza!. Wir legen größten Wert auf sorgfältige Recherche von Daten und Angaben sowie auf eine objektive und richtige Darstellung der Inhalte dieses Berichts. Allerdings übernehmen weder eza! noch einzelne Mitarbeiter eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der erhobenen Daten. Daher gibt weder die eza! gGmbH noch irgendeiner ihrer Mitarbeiter irgendeine ausdrückliche oder



implizierte Gewähr oder Garantie oder übernimmt irgendeine rechtliche oder sonstige Verantwortung für die Korrektheit, Vollständigkeit oder Nutzbarkeit dieses Berichts, der darin beinhalteten Daten oder Informationen oder eines enthaltenen Prozesses oder versichert, dass durch deren Nutzung private Rechte nicht verletzt werden.

Allgemeinen Geschäftsbedingungen von eza! gGmbH

Ergänzend finden auf das Vertragsverhältnis die Allgemeinen Geschäftsbedingungen der eza! gGmbH Anwendung.

Stand: Juli 201



Anhang

Abb. 40: Legende zu Abb. 34 (Wärmekataster)

Legende			
Kartenbasis: DFK Murnau			
Nutzwärme pro Jahr und Hektar			
		<= 100 MWh/(a · ha)	
		100 - 300	MWh/(a · ha)
		300 - 600	MWh/(a · ha)
		600 - 900	MWh/(a · ha)
		900 - 1200	MWh/(a · ha)
		1200 - 1500	MWh/(a · ha)
		1500 - 12000	MWh/(a · ha)



- private Liegenschaften mit bekannten Verbrauchszahlen
- öffentliche Liegenschaften mit bekannten Verbrauchszahlen
- Liegenschaften mit Flächenansatz
- Gebäude mit EEG Einspeisung
- Liegenschaften ohne eigene Wärmeerzeugung
- Gebäudebestand Nebengebäude/Hauptgebäude
- Grundstücksgrenzen mit Grenzstein
- Randstein
- 280/19 Flurstücksnummer
- Gemeindegrenze
- Bestehende Nahwärmenetze



Abb. 41: Legende zu Abb. 35 und 36 (West- und Ostnetz))

