

# Energienutzungsplan

## Landkreis Straubing-Bogen





# Energienutzungsplan für den Landkreis Straubing-Bogen

## Auftraggeber:

**Landratsamt Straubing-Bogen**  
**Leutnerstraße 15**  
**94315 Straubing**

Frau Carolin Riepl  
Netzwerkmanagement Bioenergie-Region  
Telefon: 09421 / 973 - 319  
E-Mail: [riep.carolin@landkreis-straubing-bogen.de](mailto:riep.carolin@landkreis-straubing-bogen.de)

Frau Rita Kienberger  
Fachbereichsleitung Zukunftsbüro  
Telefon: 09421 / 973 - 126  
E-Mail: [kienberger@landkreis-straubing-bogen.de](mailto:kienberger@landkreis-straubing-bogen.de)

## Auftragnehmer:



**COPLAN AG**  
**Hofmark 35**  
**84307 Eggenfelden**

Herr Roland Struckmeier  
Abteilungsleitung Infrastruktur und Verkehr  
Telefon: 08721 / 705 - 350  
E-Mail: [roland.struckmeier@coplan-online.de](mailto:roland.struckmeier@coplan-online.de)

Herr Andreas Huber  
Projektbearbeitung  
Telefon: 08721 / 705 - 222  
E-Mail: [andreas.huber@coplan-online.de](mailto:andreas.huber@coplan-online.de)



**bifa Umweltinstitut**  
**Am Mittleren Moos 46**  
**86167 Augsburg**

Herr Markus Hertel  
Projektmanager Nachhaltige Abfallwirtschaft  
Telefon: 0821 / 7000 - 158  
E-Mail: [mhertel@bifa.de](mailto:mhertel@bifa.de)

Herr Hansjürgen Krist  
Projektbearbeitung  
Telefon: 0821 / 7000 - 155  
E-Mail: [hkrist@bifa.de](mailto:hkrist@bifa.de)

## Gefördert durch:

Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie





## **Danksagung**

Hiermit danken wir allen Beteiligten, die mit großem Engagement und Interesse aktiv an der Entwicklung des Energienutzungsplans für den Landkreis Straubing-Bogen mitgewirkt haben.

Insbesondere gilt der Dank Herrn Alt-Landrat Alfred Reinsinger und seinem Nachfolger Herrn Landrat Josef Laumer, die zusammen mit Ihren Kreisräten dem Projekt „Energienutzungsplan für den Landkreis-Straubing-Bogen“ stets eine hohe Priorität zugemessen haben.

Danken möchten wir zudem den Mitarbeiterinnen des Zukunftbüros, insbesondere Frau Carolin Riepl und Frau Rita Kienberger, für die interne Projektkoordination im Landratsamt sowie die Funktion als Bindeglied zu den Gemeinden des Landkreises und der Unterstützung bei der Maßnahmenentwicklung.

Schließlich gilt der Dank den beteiligten Vertretern des Landratsamts, Herrn Grimm als zuständigem Abteilungsleiter und Herrn Bürgermeister Wolfgang Zirngibl, die sich aktiv in den regelmäßigen Treffen der Steuerungsrunde einbrachten.



## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ziele des Energienutzungsplans .....	1
1.2	Vorgehensweise .....	2
1.3	Zeitplan .....	2
1.4	Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung .....	3
1.5	Konzeptentwicklung.....	11
1.6	Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung .....	12
<b>2</b>	<b>ZIELSETZUNG</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>ANALYSE DER STRUKTUR DES LANDKREISES STRAUBING-BOGEN</b> .....	<b>16</b>
3.1	Vorgehensweise und Datenerhebung.....	16
3.2	Betrachtungsraum.....	17
3.3	Strukturdaten.....	18
3.3.1	Bevölkerung und Gemeindestruktur .....	18
3.3.2	Flächennutzung .....	19
3.3.3	Wirtschaft.....	20
<b>4</b>	<b>BESTANDS- UND POTENZIALANALYSE</b> .....	<b>21</b>
4.1	Qualitative Bestandsanalyse .....	21
4.2	Quantitative Bestandsanalyse.....	25
4.2.1	Basisdaten zur Energieinfrastruktur .....	25
4.2.1.1	Stromnetze .....	25
4.2.1.2	Erdgasnetz .....	26
4.2.1.3	Fernwärmenetze.....	27
4.2.2	Basisdaten zum Energiebedarf .....	28
4.2.2.1	Wärme.....	28
4.2.2.2	Strom.....	38



4.2.2.3	Mobilität .....	50
<b>4.3</b>	<b>Potenzialanalyse .....</b>	<b>52</b>
4.3.1	Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz .....	54
4.3.1.1	Private Haushalte .....	54
4.3.1.2	Öffentliche Liegenschaften .....	66
4.3.1.3	Gewerbe und Industrie .....	68
4.3.2	Erneuerbare Energien .....	69
4.3.2.1	Definition Potenziale der erneuerbaren Energien.....	69
4.3.2.2	Bioenergie .....	70
4.3.2.3	Solarenergie .....	80
4.3.2.4	Windkraft .....	87
4.3.2.5	Wasserkraft .....	96
4.3.2.6	Geothermie.....	107
4.3.2.7	Abwärme und Umweltwärme .....	120
<b>4.4</b>	<b>Zusammenfassung der Bestands- und Potenzialanalyse .....</b>	<b>125</b>
<b>5</b>	<b>BILANZIERUNG ENERGIEBEDARF UND CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN .....</b>	<b>130</b>
5.1	Endenergiebilanz.....	130
5.2	Primärenergiebilanz .....	132
5.3	CO <sub>2</sub> -Bilanz.....	134
<b>6</b>	<b>KONZEPTENTWICKLUNG .....</b>	<b>136</b>
6.1	Ausgangssituation .....	136
6.2	Theoretische Betrachtung von Ausbauszenarien erneuerbarer Energien .....	138
6.2.1	Szenario Sonne: Verdoppelung der PV Leistung auf rd. 400 MW <sub>p</sub> : .....	138
6.2.2	Szenario Wind: Zubau von 50 MW <sub>p</sub> Windkraftleistung.....	142
6.3	Fazit.....	144
<b>7</b>	<b>MASSNAHMEN UND UMSETZUNGSPROJEKTE .....</b>	<b>145</b>
7.1	Maßnahmenkatalog .....	145



<b>7.2</b>	<b>Umsetzungsprojekt: SMART grid in Ascha .....</b>	<b>149</b>
7.2.1	Einführung .....	149
7.2.2	Ziel des Projekts .....	149
7.2.3	Projektumsetzung .....	150
<b>7.3</b>	<b>Umsetzungsprojekt: Biogasanlagenstammtisch .....</b>	<b>152</b>
7.3.1	Einführung .....	152
7.3.2	Ziel des Projekts .....	152
7.3.3	Projektumsetzung .....	152
<b>7.4</b>	<b>Umsetzungsprojekt: Kommunales Energiemanagement .....</b>	<b>154</b>
7.4.1	Einführung .....	154
7.4.2	Ziel des Projekts .....	154
7.4.3	Einsparungspotenzial – Beispiel ILE Gäuboden.....	157
<b>7.5</b>	<b>Umsetzungsprojekte: Nahwärmenetze und mobiler Wärmetransport .....</b>	<b>158</b>
7.5.1	Grundlagen und KWK Gedanke .....	158
7.5.2	Berechnungsgrundlagen für Nahwärmenetze .....	160
7.5.3	Betrachtete Nahwärmenetzprojekte .....	161
7.5.3.1	Nahwärmenetz Rattenberg .....	162
7.5.3.2	Nahwärmenetz Straßkirchen .....	175
7.5.4	Mobiler Wärmetransport – Biogasanlage Haibach .....	187
7.5.4.1	Ausgangssituation .....	187
7.5.4.2	Prinzip des Wärmetransports.....	188
7.5.4.3	Konkreter Projektansatz .....	190
7.5.4.4	Kapitalgebundene Kosten.....	190
7.5.4.5	Verbrauchsgebundene Kosten .....	192
7.5.4.6	Betriebsgebundene Kosten.....	193
7.5.4.7	Erlöse .....	194
7.5.4.8	Gesamtkosten und wirtschaftliche Bewertung.....	195
7.5.4.9	Reduktion von Treibhausgasemission .....	195
<b>8</b>	<b>UMSETZUNGS- UND CONTROLLING-KONZEPT.....</b>	<b>196</b>
<b>8.1</b>	<b>Organisationsstruktur – Einbettung in die Verwaltungsstruktur .....</b>	<b>196</b>



<b>8.2</b>	<b>Operatives Geschäft - Aufgabendefinition .....</b>	<b>198</b>
<b>8.3</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit .....</b>	<b>201</b>
<b>8.4</b>	<b>Controlling-Struktur .....</b>	<b>201</b>
<b>8.5</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>203</b>
<b>9</b>	<b>AKTEURSBETEILIGUNG .....</b>	<b>204</b>
<b>9.1</b>	<b>Steuerungsrunde .....</b>	<b>204</b>
<b>9.2</b>	<b>Auftaktveranstaltungen .....</b>	<b>205</b>
9.2.1	Bürgermeisterdienstbesprechung .....	205
9.2.2	Auftaktveranstaltungen in den vier Teilregionen .....	205
<b>9.3</b>	<b>Stakeholderinterviews .....</b>	<b>206</b>
<b>9.4</b>	<b>Workshops .....</b>	<b>207</b>
9.4.1	Workshop I „Energiepotenziale in der Region“ .....	207
9.4.2	Workshop II „Nutzung der Energiepotenziale im Landkreis – Pilotprojekte für die Region“ 207	
<b>9.5</b>	<b>Newsletter .....</b>	<b>208</b>
<b>9.6</b>	<b>Internetauftritt .....</b>	<b>208</b>
<b>10</b>	<b>FAZIT .....</b>	<b>209</b>
<b>11</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>210</b>
<b>12</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>212</b>
<b>13</b>	<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>217</b>
<b>14</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>220</b>



## 1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Thema Energie hat im Landkreis Straubing-Bogen einen hohen Stellenwert. Bereits 2009 ist der Landkreis vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz mit dem Prädikat „Bioenergie-Region“ ausgezeichnet worden. Der Landkreis hat 2013 mit der Beauftragung zur Erstellung eines Energienutzungsplans einen weiteren wichtigen Schritt in diese Richtung angegangen:

Energieeinsparung, Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien sind ein unverzichtbarer Baustein für den Klimaschutz und die Versorgungssicherung eines Landkreises. Aufbauend auf den Ergebnissen von bereits durchgeführten Studien und umgesetzten Projekten, werden im Zuge des Energienutzungsplans vorhandene Datenlücken geschlossen und in einem übergreifenden Gesamtkonzept zusammengeführt. In einem ersten Schritt wurden Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen für die wesentlichen Sektoren erstellt, ausgewertet und nach verschiedenen Energieträgern aufgeschlüsselt. In der weiterführenden Auswertung wurden die Potenziale zu Energieeinsparung, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien im Kontext zu einzelnen Teilbereichen, wie beispielsweise Biogas, Photovoltaik, Gebäudesanierung, öffentliche Liegenschaften und Straßenbeleuchtung ausgewertet.

Der vorliegende Energienutzungsplan stellt die Ergebnisse der Auswertung zur Energieinfrastruktur des Landkreises Straubing-Bogen in aufbereiteter und lesbarer Form in den folgenden Kapiteln zusammen. Er ist ein wichtiges Planungsinstrument, um zielgerichtet den Ausbau erneuerbarer Energien zu koordinieren, eine Optimierung der Wärmenutzung zu forcieren und Energieeinspar- sowie Effizienzmaßnahmen zu befördern.

### 1.1 Ziele des Energienutzungsplans

- Schaffung eines informellen Planungsinstruments
  - Grundlage für Flächennutzungspläne, Bebauungspläne und Objektplanung
  - Grundlage für Entscheidung hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen und alternativer Versorgungskonzepte
- Koordination voneinander unabhängig durchgeführter Einzelmaßnahmen
- Verortung von Energieverbräuchen und -potenzialen im Gebiet des Landkreises
- Versorgungssicherheit im Strom- und Wärmesektor
- Minderung von Treibhausgasemissionen
- Steuerungsinstrument zur Förderung der regionalen Wertschöpfung
- Einbindung in die Organisationsstruktur des Landkreises

➔ **Schaffung eines übergeordneten Gesamtkonzepts auf Landkreisebene**

## 1.2 Vorgehensweise

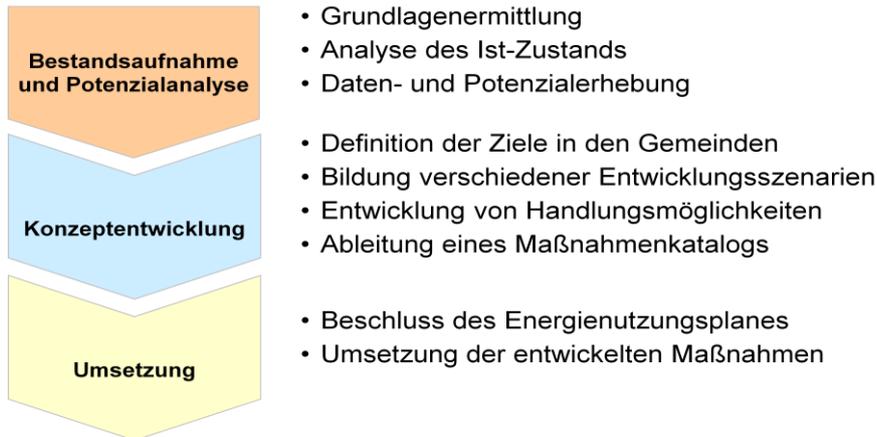


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans

Flankierend zu den methodischen Ansätzen der Datenermittlung und Auswertung wurden Informationsveranstaltungen in vier Teilregionen, Experteninterviews und zwei Workshops zur Maßnahmenidentifizierung und Projektkonkretisierung im Rahmen des Energienutzungsplans durchgeführt.

## 1.3 Zeitplan

Der Zeitplan zur Erstellung des Energienutzungsplans ist in Abbildung 2 dargestellt. Das Ziel der Projektgemeinschaft ist das Vorantreiben konkreter Projekte bis zur Umsetzung. Aus diesem Grund wurden die Maßnahmen auch nach der Abschlusspräsentation im Kreistag und in der Bürgermeisterdienstbesprechung bis zum Ende des Jahres 2014 weiter begleitet. Auf die Umsetzung weiterer Maßnahmen gilt es nun in den kommenden Jahren hinzuwirken.

Nr.	2013												2014												2015														
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J												
	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29
1	◆ Kick-Off																																						
2	■ Auftaktveranstaltungen																																						
3	■ Bestandsaufnahme																																						
4																			■ Potenzialanalyse																				
5																									■ Konzeptentwicklung														
6	◆ Workshop 1: "Energiepotenziale in der Region"																																						
7																									◆ Workshop 2: "Pilotprojekte für die Region"														
8																									■ Maßnahmenentwicklung														
9	◆ Abschlusspräsentation im Kreistag																																						
10																									■ Umsetzung														

Abbildung 2: Zeitplan für den Energienutzungsplan im Landkreis Straubing-Bogen

## 1.4 Bestandsaufnahme und Potenzialermittlung

Im Rahmen einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden Daten zum Strom- und Wärmebedarf im gesamten Landkreisgebiet und spezifisch für die 37 einzelnen Gemeinden aufgenommen. Hierzu wurden Verbrauchswerte von den fünf im Landkreis tätigen Energieversorgungsunternehmen erfragt und ausgewertet. Die Daten der gemeindlichen und landkreiseigenen Liegenschaften wurden mit Hilfe von Fragebögen ermittelt. Hinzu kommen Daten zu den Energieerzeugungsanlagen, insbesondere EEG-Anlagen wie Biogasanlagen, PV-Freiflächen- und -Dachanlagen, Wasserkraftanlagen und Windkraftanlagen. Relevante Daten verschiedener bayerischer und bundesweiter Förderstellen, wie dem BAFA oder der KfW, wurden recherchiert und ausgewertet.

Im Ergebnis konnte eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz, aufgeteilt in die unterschiedlichen Verbrauchersektoren, aufgestellt werden. Die Daten zu den Energieerzeugungsanlagen und den Energieverbrauchern wurden zudem in einem Geoinformationssystem mit Koordinaten hinterlegt und räumlich verortet. Dies ist die Basis für die Erstellung von spezifischen Karten und der notwendigen räumlichen Auswertungen hinsichtlich der Maßnahmenidentifizierung. Die Art der Datenerfassung lässt eine Aktualisierung und Pflege der Datensätze zu.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigen die folgenden drei Abbildungen:

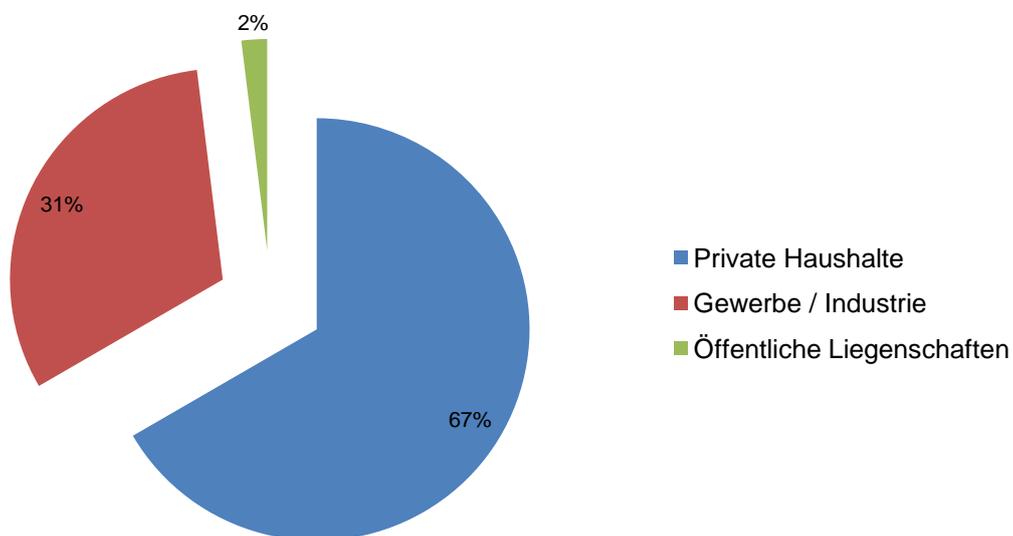


Abbildung 3: Wärmebedarf der einzelnen Sektoren (gesamter Wärmebedarf witterungsbereinigt: 1.226.463 MWh<sub>th</sub> im Jahr 2012)

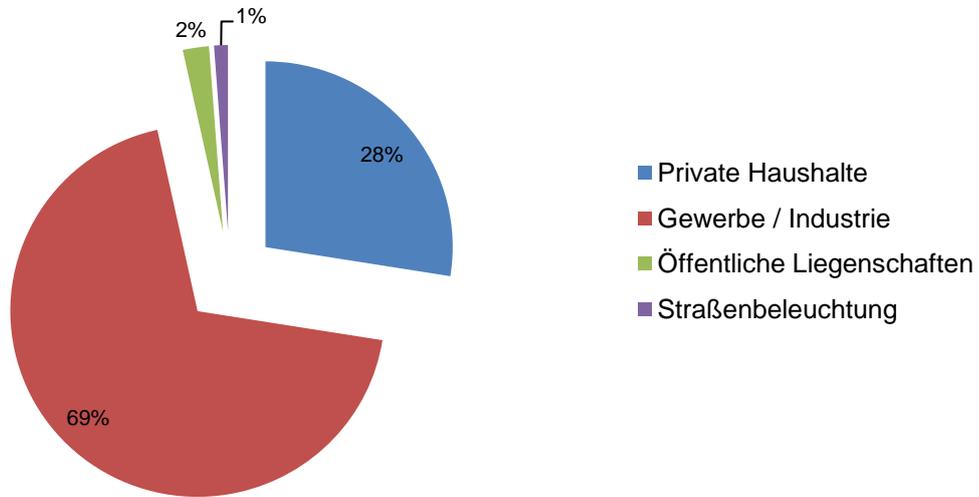


Abbildung 4: Strombedarf der einzelnen Sektoren (456.980 MWh<sub>el</sub> im Jahr 2012)

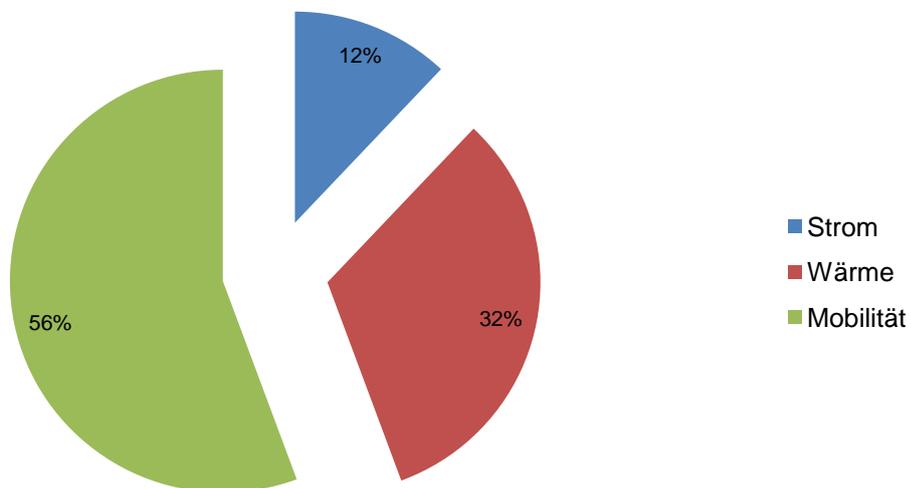


Abbildung 5: Endenergiebedarf der Sektoren (Gesamt rd. 3.794.879 MWh im Jahr 2012)

Abbildung 6 zeigt exemplarisch die Verortung von elektrischen Energieerzeugungsanlagen im Gebiet der Stadt Geiselhöring.

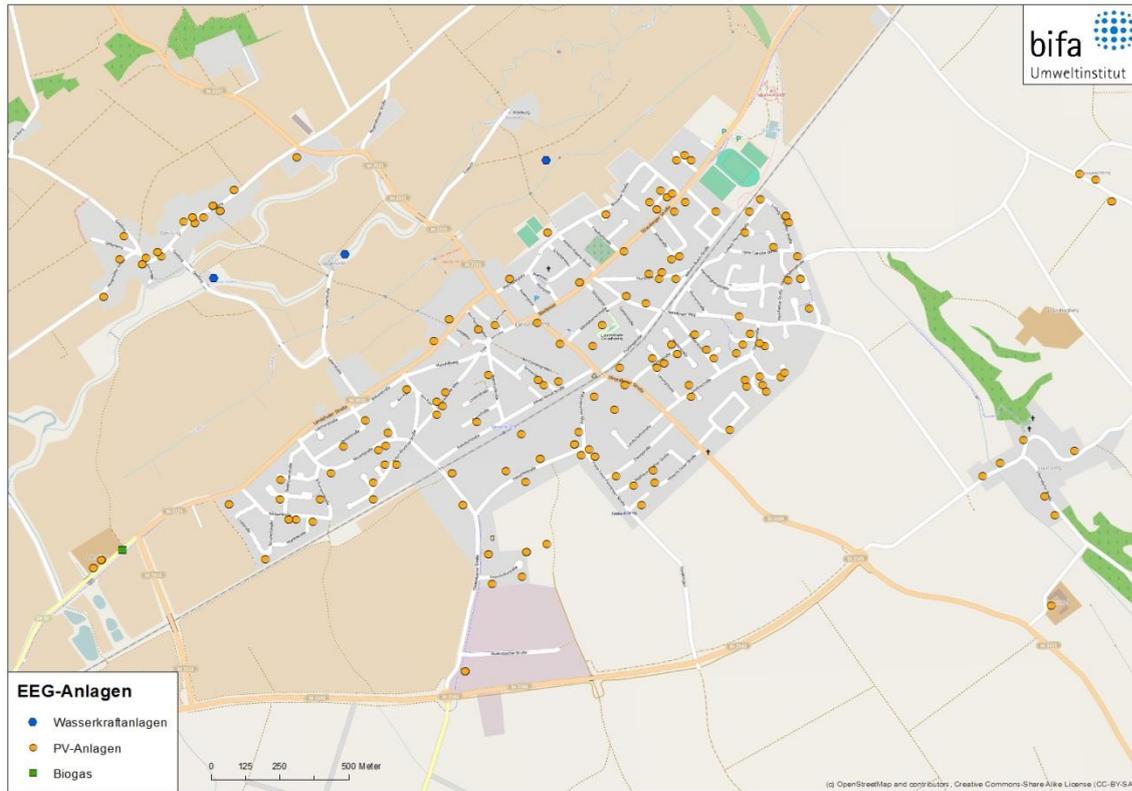


Abbildung 6: Auszug GIS-Landkreiskarte zum EEG-Anlagenbestand (Stadt Geiselhöring)

Die Deckung des Energiebedarfs setzt sich im Landkreis Straubing-Bogen bereits zu großen Teilen aus regenerativen Energiequellen zusammen. Bspw. kann der Strombedarf in der Jahresbilanz zu 86% (2012) aus erneuerbaren Energien gedeckt werden (siehe Abbildung 7).

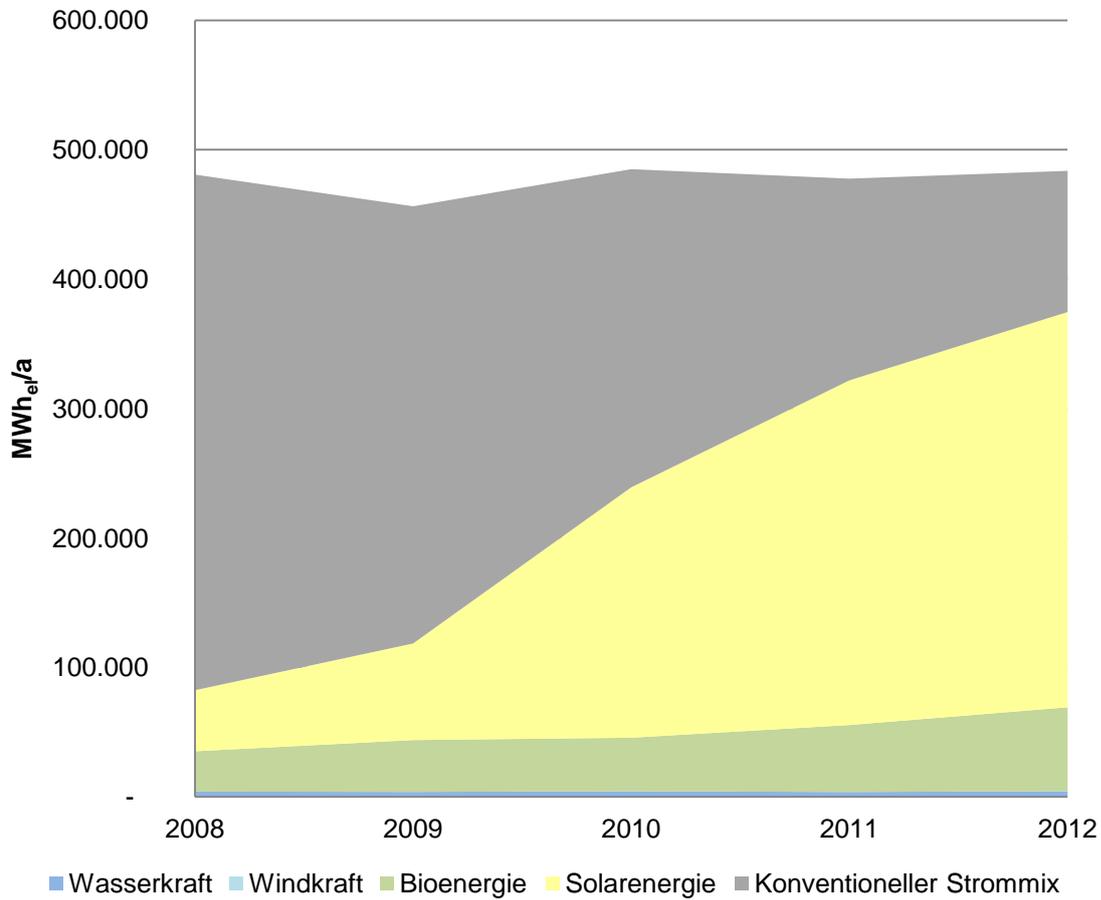


Abbildung 7: Anteil der Erneuerbaren Energieträger an der Stromproduktion im Landkreis Straubing-Bogen

Der tatsächliche Deckungsanteil, also die elektrische Energie, die zeitgleich zur Erzeugung direkt vor Ort genutzt wird, beträgt in der Jahresbilanz etwa 50 %, während rd. 35 % des regenerativ erzeugten Stroms als Überschuss exportiert wird (vgl. Bayern: Anteil EE an Stromproduktion rd. 31 % im Jahr 2012; Landkreis Regen rd. 40 %). Abbildung 8 zeigt die Problematik der teilweise vorherrschenden Überproduktion von elektrischer Energie durch regenerative Energieträger im Landkreis Straubing-Bogen.

## Was heißt Deckungsanteil in der Jahresbilanz

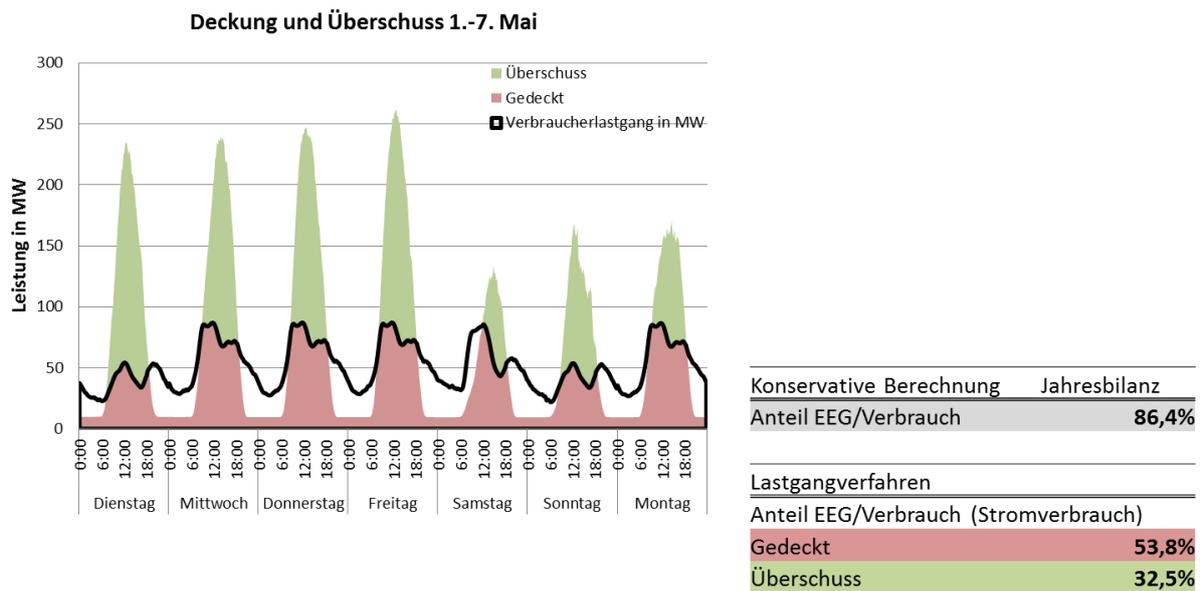


Abbildung 8: Tatsächlicher Beitrag der erneuerbarer Energien zur Strombedarfsdeckung im Landkreis Straubing-Bogen

Im Bereich der thermischen Energieversorgung zeigt die Auswertung der Daten (vgl. Abbildung 9), dass etwa 30 % des Wärmebedarfs im Landkreis bereits regenerativ gedeckt wird (Bayern ca. 10 %; Landkreis Regen rd. 20 %).

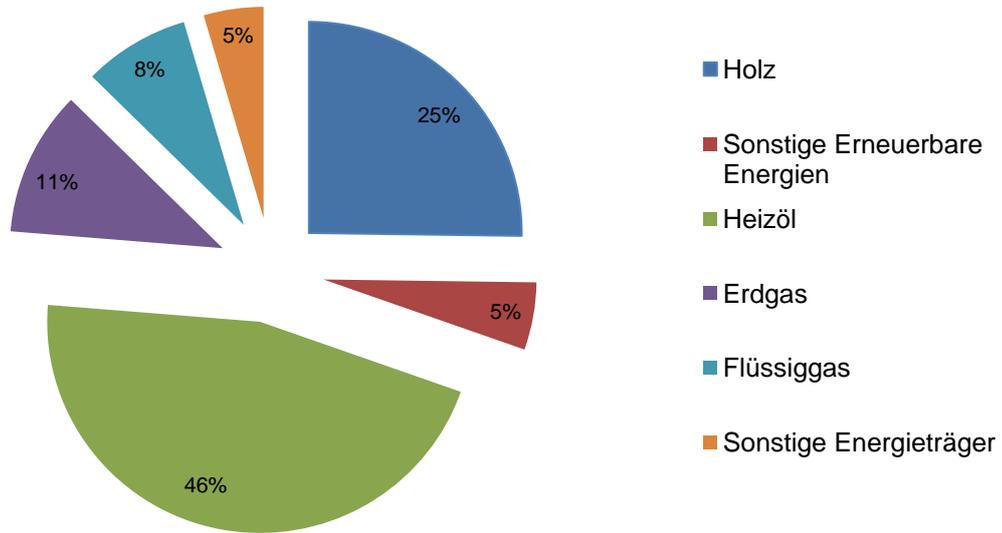


Abbildung 9: Deckung des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien im Landkreis Straubing-Bogen

Im Vergleich zu anderen Landkreisen wurde in Straubing-Bogen der Ausbau erneuerbarer Energien, insbesondere im Bereich Photovoltaik, in der Vergangenheit bereits massiv vorange-trieben. Trotzdem zeigt das Ergebnis der Potenzialermittlung noch Möglichkeiten für einen wei-teren Zubau auf (siehe auch Abbildung 10). Die Grafik spiegelt die Potenziale unter Berück-sichtigung des seit August 2014 geltenden EEG im Bereich wider.

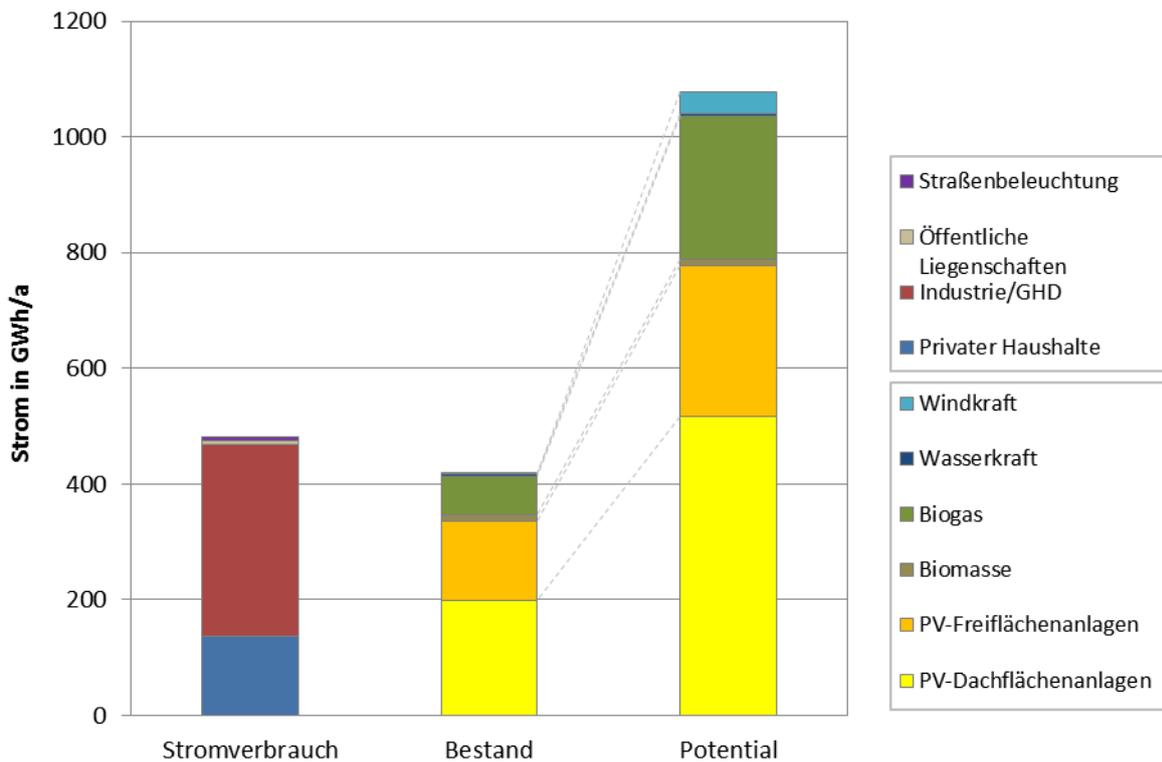


Abbildung 10: Ermittelte Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom im Land-kreis Straubing Bogen

Der erreichbare Anteil erneuerbarer Energien durch die Ausschöpfung der Potenziale beträgt demnach bis zu 186 %. Die Potenziale wurden verortet und können konkreten Standorten und somit einzelnen Gemeinden zugeordnet werden. Für die einzelnen Gemeinden wurden Ge-meindesteckbriefe erstellt, welche die wesentlichen Daten größtenteils visualisiert zu Energie-bedarf, -erzeugung und Anteil Erneuerbarer Energien darstellt (vgl. Abbildung 11). Zudem sind die Potenziale der erneuerbaren Energien aufgeführt und die zutreffenden Maßnahmen hinter-legt.

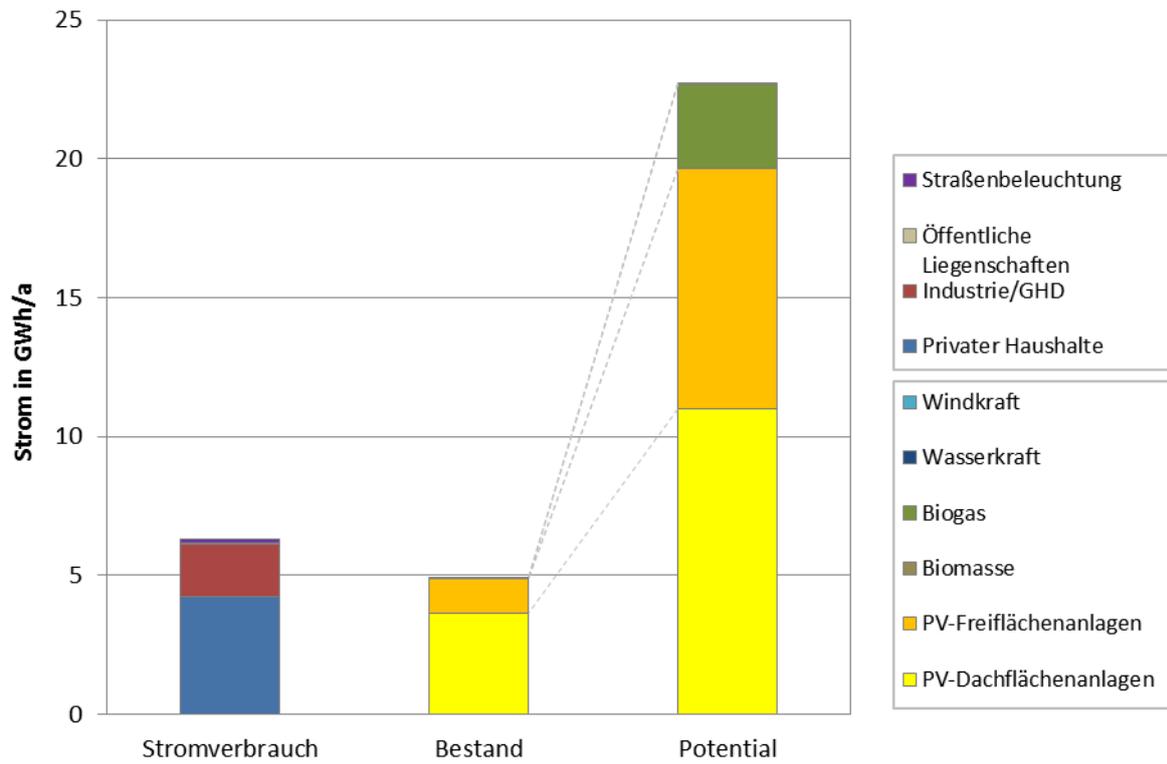


Abbildung 11: Deckung des Energiebedarfs an Strom durch erneuerbare Energien in der Gemeinde Rain und Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien



## 1.5 Konzeptentwicklung

Basierend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wurde, unter Beteiligung wichtiger Akteure, ein Maßnahmenkonzept mit konkreten Projektansätzen entwickelt. Die mehr als 30 identifizierten Maßnahmen stammen aus den Bereichen Energieeinsparung, Energieeffizienzsteigerung und Ausbau erneuerbarer Energien (Energie-3-Sprung) sowie Bewusstseinsbildung und Energiemanagement.

In Abstimmung mit dem Lenkungskreis wurden fünf Projekte ausgewählt, die gezielt im Rahmen des Energienutzungsplans zur Umsetzungsreife geführt werden.

1. Pilotprojekt SMART grid in der Gemeinde Ascha unter Einbeziehung des Strom-, Wärme- und Verkehrssektors
  - Ausarbeitung einer Projektskizze im Workshop und Definition der Schlüsselakteure in ersten weiterführenden Gesprächen
  - Akteure: Gemeinde Ascha, Heider Energie, Fa. ComBination (Unternehmensberatung im Bereich SMART grid), Fa. Loster (Systemanbieter für SMART grid), Zukunftsbüro, bifa Umweltinstitut (Wärmebereich), Bundesverband E-Mobilität, E-Wald
  - Weitere Einzelgespräche sind bereits terminiert und ein konkreter Projektrahmen wurde definiert
  
2. Aufbau einer zentralen Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Rattenberg
  - Kümmerer: bifa Umweltinstitut/Coplan AG + Gemeinde Rattenberg
  - Erste Schritte: Orientierende Berechnung des Nahwärmenetzes, Vorstellung der ersten Ergebnisse in der Gemeinderatssitzung → Beschluss über weiteres Vorgehen
  - Antrag auf Förderung einer detaillierten Machbarkeitsstudie: Finanzierung über Bioenergie-Region Straubing-Bogen oder bayerisches Förderprogramm möglich
  
3. Aufbau eines strukturierten kommunalen Energiemanagements (KEM) im Landkreis Straubing-Bogen unter Beteiligung der Gemeinden
  - Ausgangspunkt: Landkreis-Liegenschaften und interessierte Gemeinden, Aufnahme weiterer Gemeinden möglich
  - Erste Schritte: Kurzbeschreibung zum KEM, Einführung im Landkreis und Beteiligung von interessierten Gemeinden
  - Projektphase: Einsparpotenzial wird exemplarisch für ILE Gäuboden auf rd. 90 t CO<sub>2</sub> pro Jahr und rd. 50.000 € an Energiekosten geschätzt



4. Biogasanlagenbetreiber-Stammtisch: Erfahrungsaustausch zu aktuellen Themen der Anlagenoptimierung, spezifisch für Biogasanlagenbetreiber des Landkreises Straubing-Bogen
  - Kümmerer: Zwei Biogasanlagenbetreiber
  - Weitere Akteure: CARMEN e.V., Zukunftsbüro
  - Finanzierung: Auftaktveranstaltung und Infomaterial über Zukunftsbüro, ansonsten selbsttragend
  - Termin für erste Veranstaltung: November 2014
  
5. Pilotprojekt „Mobiler Wärmetransport“ in der Gemeinde Haibach
  - Akteure: Biogasanlagenbetreiber, Hotelbesitzer
  - Erste Berechnungen wurden durchgeführt und Vor-Ort-Termin hat stattgefunden
  - Wirtschaftlichkeit des Projekts für ausgewählte Liegenschaften ist gegeben, weitere Abstimmung des Projektfortgangs zwischen den Akteuren aber notwendig

Die Erfahrungen als Projektentwickler zeigen, dass für die Umsetzung der Projekte die Benennung eines Verantwortlichen erforderlich ist, um die in der ersten Projektphase notwendigen Abstimmungsgespräche zu moderieren und zu koordinieren.

## 1.6 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans fand eine intensive Beteiligung wichtiger Akteure aus dem Landkreis statt. Bereits im Juni 2013 wurden in vier Regionen des Landkreises sogenannte Auftaktveranstaltungen durchgeführt, in denen sich Gemeindevertreter und interessierte Bürger über die Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplanes informieren konnten. Zudem wurden Experteninterviews und eine Vielzahl von Gesprächen mit relevanten Institutionen vor Ort, wie u.a. C.A.R.M.E.N e.V., dem Technologischen Förderzentrum und den Energieversorgungsunternehmen zur Daten- und Informationssammlung durchgeführt. In zwei Expertenworkshops im März und Juni 2014 wurden die ermittelten Potenziale und Projektansätze vorgestellt und konkretisiert.

Die einzelnen Projektansätze werden bis dato zusammen mit den wesentlichen Akteuren in Abstimmung mit dem Lenkungskreis und dem Zukunftsbüro weiter vorangetrieben.

## 2 ZIELSETZUNG

Die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energieträger ist auch im Jahr 2014 weiterhin im Fokus der Öffentlichkeit. Das ehrgeizige Ziel der Europäischen Union, welches jeweils auf die nationale Ebene der Mitgliedsstaaten übernommen wurde, lautet: „20 - 20 - 20“. Bis zum Jahr 2020 sollen, im Vergleich zum Jahr 1990, 20 % der Treibhausgasemissionen reduziert, die Energieeffizienz um 20 % gesteigert und der Anteil erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergieverbrauch auf 20 % erhöht werden. Deutschland hat diese Ziele aufgegriffen und bis 2020 einen Reduktion der Treibhausgase um 40 % angekündigt, welche maßgeblich auf den Ausbau der erneuerbaren Energien beruht (siehe Abbildung 12). Um dieses Ziel in Deutschland zu erreichen wurde eine Vielzahl von Gesetzen entwickelt und in Kraft gesetzt. Beispielsweise wurde im Stromsektor vor Jahren mit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes eine wichtige Weiche gestellt.

	Reduktion der Treibhausgasemissionen ggü. 1990	Erneuerbare Energien		Energieeffizienz				Reduktion der Atomstromproduktion ggü. 2010
		Mindest-Anteil am Endenergieverbrauch	Mindest-anteil am Stromverbrauch	Reduktion des Primärenergieverbrauchs ggü. 2008	Reduktion des Energieverbrauchs für Wärme ggü. 2008	Reduktion des Energieverbrauchs im Verkehr ggü. 2005	Reduktion des Stromverbrauchs ggü. 2008	
2015 2017 2019								-47% -54% -60%
2020	-40%	18%	35%	-20%	-20%	-10%	-10%	
2021 2022								-80% -100%
2030	-55%	30%	50%					
2040	-70%	45%	65%					
2050	-80% bis -95%	60%	80%	-50%	-80%	-40%	-25%	

Abbildung 12: Ziele der deutschen Energiewende (Quelle: Atomgesetz, Erneuerbare-Energien-Gesetz, Energiekonzept der Bundesregierung)

Der Freistaat Bayern hat zudem im Jahr 2011 ein Bayerisches Energiekonzept beschlossen, in dem konkretisierte Ausbauziele für erneuerbare Energien, Einsparziele für Strom und Wärme so wie Effizienzsteigerungsquoten für den Einsatz von Energie vorgeben werden. Für die Umsetzung dieser Ziele wurde zusätzlich ein Leitfaden entwickelt, dessen Qualitätsstandards von

der Arbeitsgemeinschaft des bayerischen Gemeindetages noch angereichert wurden, um Energienutzungspläne mit größtmöglichem Nutzen für die Kommunen erarbeiten zu können. Hierbei spielt der sogenannte Energie-3-Sprung eine große Rolle, der eine Basis für die Einordnung der Potenziale und der Umsetzung von Maßnahmen bildet (vgl. Abbildung 13).

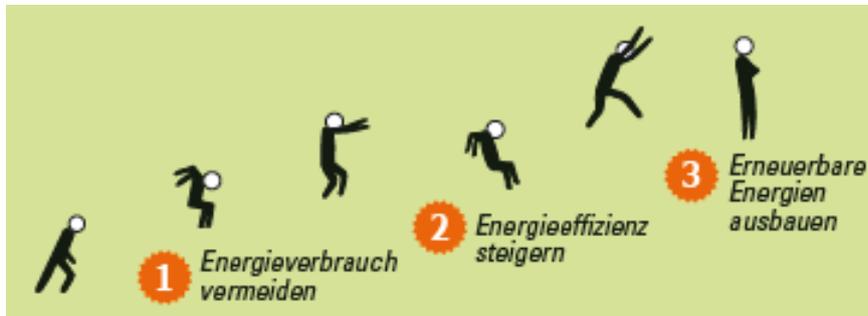


Abbildung 13: Der Energie-3-Sprung (Quelle: Energieatlas Bayern)

Energieprojekte, wie u.a. im Abschnitt 4.1 aufgelistet, helfen nicht nur dem Klimaschutz durch die Erzeugung umweltfreundlicher Energie, sie bedeuten auch Wertschöpfung im ländlich geprägten Landkreis Straubing-Bogen (siehe auch Kapitel 3). Der bisherige Erfolg des Landkreises ist nicht zuletzt beharrlich forcierter bewusstseinsbildenden Maßnahmen und einer konsequenten Umsetzung von beispielhaften Energieprojekten in der Breite zuzuschreiben (siehe auch Abschnitt 4.1). Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien in allen Sektoren stehen vor allem die Reduktion des Energieverbrauchs und die Energieeffizienz im Vordergrund. Bereits seit mehreren Jahren nimmt der Landkreis Straubing-Bogen mit seinen 37 Gemeinden bei der Umstellung auf eine nachhaltige und zukunftsfähige Energieversorgung eine Vorreiterrolle ein. Ein Grundstein dazu wurde im Jahr 2001 mit der Einrichtung des Zukunftsbüros im Landratsamt gelegt. Seit dem Jahr 2009 ist der Landkreis Straubing-Bogen zudem auch eine von deutschlandweit 25 Bioenergie-Regionen, die vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert wird.

Dementsprechend hat sich bei der Erstellung des Energienutzungsplans gezeigt, dass die Bevölkerung des Landkreises ein starkes Bewusstsein und klare Vorstellungen zum Thema Energie entwickelt hat. Insgesamt besitzt der Landkreis Straubing-Bogen somit beste Voraussetzung für eine Umsetzung der in Kapitel 7 vorgestellten Maßnahmen.

Der Landkreis Straubing-Bogen deckt bereits heute mehr als die Hälfte seines eigenen Strombedarfs aus Photovoltaik-Anlagen (siehe Kapitel 4). Zudem werden weitere Anteile von knapp 15 % aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt. Auch im Wärmesektor erfolgte im Landkreis Straubing-Bogen in den letzten Jahren eine unbeirrte Umstellung auf nachhaltige, CO<sub>2</sub>-arme Energieträger. In vielen Regionen wird mit Holzheizungen seit jeher auf die Nutzung eines nachhaltig gewonnenen Rohstoffs zurückgegriffen.

Zur gezielten Zusammenführung und Koordination der vielseitigen Aktivitäten im Bereich Energie benötigen der Landkreis und seine Kommunen belastbare und räumlich verortete Daten



zum Ist-Zustand in der Bioenergie-Region Straubing-Bogen (Energieverbrauch, Energieinfrastruktur, CO<sub>2</sub>-Bilanzen).

Der vorliegende Energienutzungsplan stellt diese Daten und Informationen in aufbereiteter und lesbarer Form in den folgenden Kapiteln zusammen. Er ist somit ein wichtiges Instrument, um weiterhin zielgerichtet den Ausbau erneuerbarer Energien zu koordinieren, eine Optimierung der Wärmenutzung zu forcieren und Energieeinspar- sowie Effizienzmaßnahmen zu befördern. Dies gilt insbesondere dann, wenn gleichzeitig eine Vielzahl von Akteuren mit besten Absichten zu Werke gehen.

### 3 ANALYSE DER STRUKTUR DES LANDKREISES STRAUBING-BOGEN

#### 3.1 Vorgehensweise und Datenerhebung

Um eine Grundlage zur detaillierten Untersuchung des Energiebedarfs sowie der vorhandenen Infrastruktur zu erhalten und darauf basierend die Potenziale im Landkreis zu ermitteln, muss zunächst die Struktur des Landkreises analysiert werden. Als Datengrundlagen dienen hierbei vor allem diverse Geodaten, die vom Landratsamt zur Verfügung gestellt wurden. Dazu gehören u.a. die digitale Flurkarte, LoD1-Modelle, ATKIS-Daten und Luftbilder. Zudem wurden von den Energieversorgern und den Gemeinden Daten zur Energieinfrastruktur (Erdgasnetz, Wärmenetze) zur Verfügung gestellt. Diese gesammelten Grundlagen wurden in ein Geoinformationssystem (ArcGIS) eingearbeitet (vgl. Abbildung 14) und als Basis für weitere systematische Analysen genutzt.

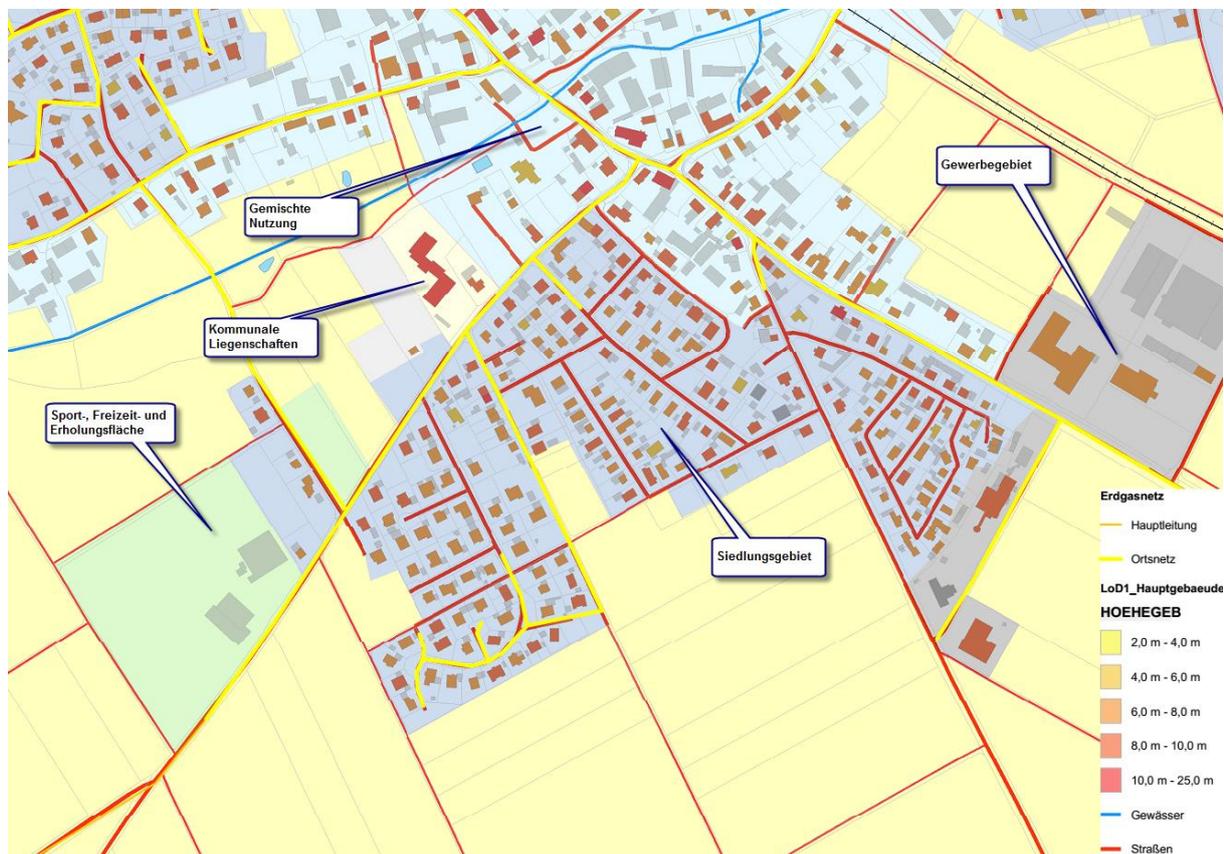


Abbildung 14: Datengrundlagen für den Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: Geodaten, Energieversorger)

## 3.2 Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum umfasst den Landkreis Straubing-Bogen mit seinen 37 Gemeinden. Der Landkreis umschließt die Stadt Straubing, die nicht Teil des Betrachtungsraumes ist. Aufgrund der Bedeutung der kreisfreien Stadt Straubing als Oberzentrum wurde bei der Entwicklung der Konzepte und Maßnahmen berücksichtigt.

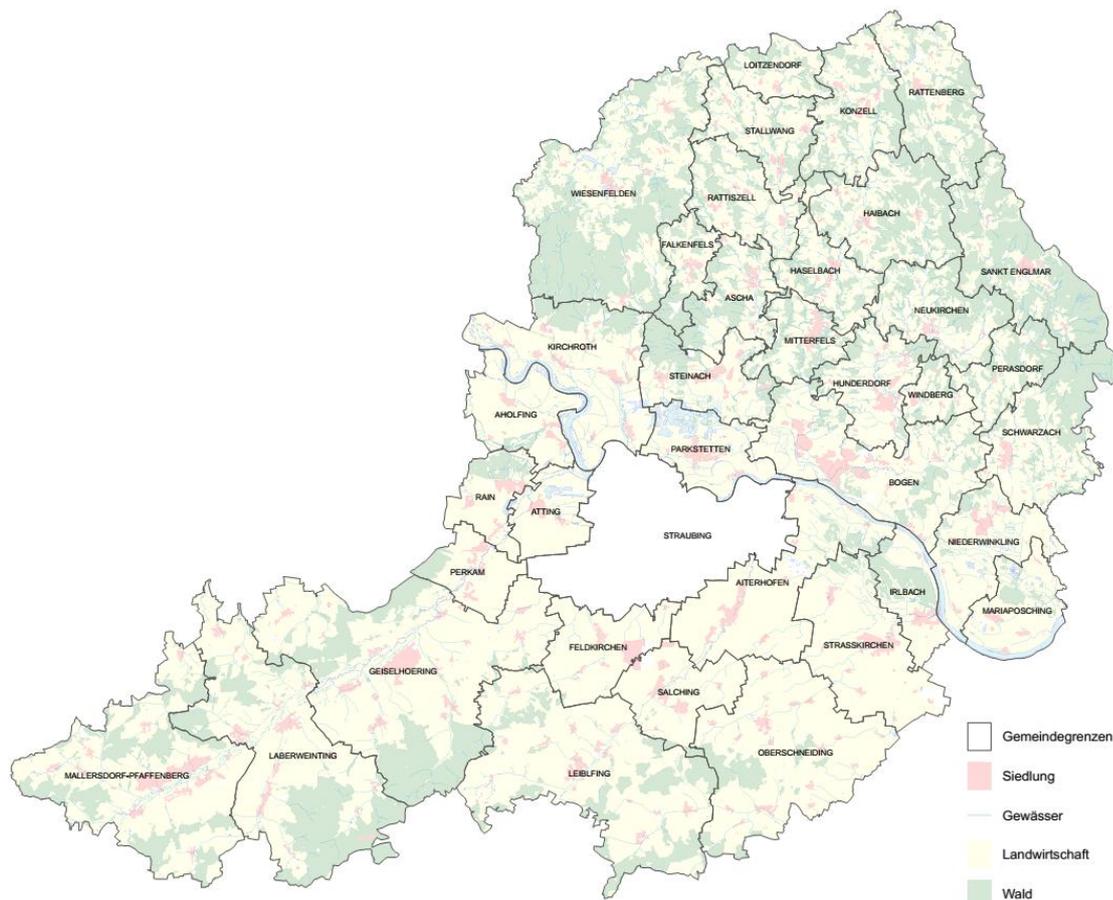


Abbildung 15: Übersichtsplan des Landkreises Straubing-Bogen (Quelle: Geodaten)

Abbildung 15 zeigt den Landkreis Straubing-Bogen, der aufgrund seiner topographischen Gegebenheiten grob in zwei Regionen unterteilt werden kann. Südlich der Donau befindet sich der ebene, fruchtbare Gäuboden. Diese Region ist stark landwirtschaftlich geprägt und als Kornkammer Bayerns bekannt. Nördlich der Donau befindet sich bereits der Naturpark Bayerischer Wald mit mehreren Erhebungen und großen Waldvorkommen. Bei der Maßnahmenentwicklung ist auf diese Gegebenheiten eingegangen worden.

### 3.3 Strukturdaten

#### 3.3.1 Bevölkerung und Gemeindestruktur

Zum Ende des Jahres 2012 leben im Landkreis Straubing-Bogen **96.667 Einwohner** auf einer Fläche von knapp 1.200 km<sup>2</sup>. Vor allem seit dem Jahr 1987 stieg die Bevölkerungsdichte bis heute um ca. 20 %, wobei sich die Einwohnerzahl in den vergangenen zehn Jahren nur wenig verändert hat. Der Landkreis Straubing-Bogen setzt sich zusammen aus zwei Städten, drei Märkten und 32 Gemeinden, von denen einige in Verwaltungsgemeinschaften zusammenarbeiten. Zusätzlich gibt es drei Zusammenschlüsse von Gemeinden für eine „Integrierte ländliche Entwicklung“, die durch das niederbayerische Amt für ländliche Entwicklung betreut werden:

- ILE nord23 mit 23 Mitgliedsgemeinden
- ILE Gäuboden mit 7 Mitgliedsgemeinden
- ILE Laber mit ebenfalls 7 Mitgliedsgemeinden

Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Bevölkerung auf die **37 Gebietskörperschaften**. In den beiden Städten Bogen (9.767 Einwohner) und Geiselhöring (6.858 Einwohner) wohnen die meisten Menschen, gefolgt vom Markt Mallersdorf-Pfaffenberg (6.361 Einwohner). Ansonsten findet man hauptsächlich Gemeinden in einer Größenordnung zwischen 1.500 und 4.000 Einwohnern.

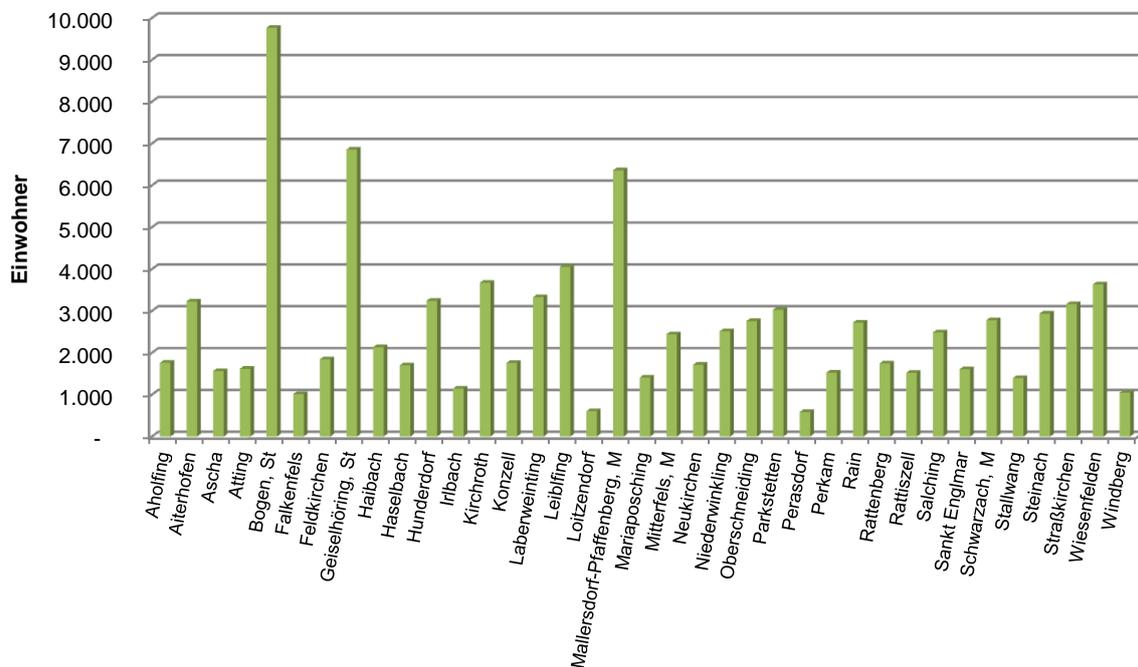


Abbildung 16: Bevölkerung in den Landkreisgemeinden (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2014)

### 3.3.2 Flächennutzung

Der Landkreis Straubing-Bogen ist vor allem geprägt von landwirtschaftlicher Nutzung. In Abbildung 17 ist die Flächennutzung der Gemeinden ersichtlich.

Die Struktur südlich der Donau unterscheidet sich maßgeblich vom nördlichen Landkreis. Das Labertal und der Gäuboden fallen durch eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und relativ große Gemeinden auf. Hingegen im nördlichen Landkreis, geprägt durch den Bayerischen Wald und dessen Bewirtschaftung, sind die Strukturen kleinräumiger.

Insgesamt 74.134 ha der Landkreisfläche werden zur Produktion landwirtschaftlicher Güter genutzt. Die Waldfläche mit einer Gesamtgröße von 31.250 ha ist vor allem in den nördlichen Gemeinden des Landkreises verbreitet. Auf insgesamt 2.101 ha besiedelter Fläche stehen die rd. 31.000 Wohngebäude des Landkreises. Aufgrund der ländlichen Struktur sind der Großteil der Wohngebäude mit einem Anteil von über 95 % Einfamilien- und Zweifamilienhäuser. Deren bauartbedingter Energiebedarf unterscheidet sich z.B. von großen Wohnblöcken städtischer Siedlungstypen und ist u.a. für die Entwicklung von Wärmekonzepten im ländlichen Raum zu berücksichtigen.

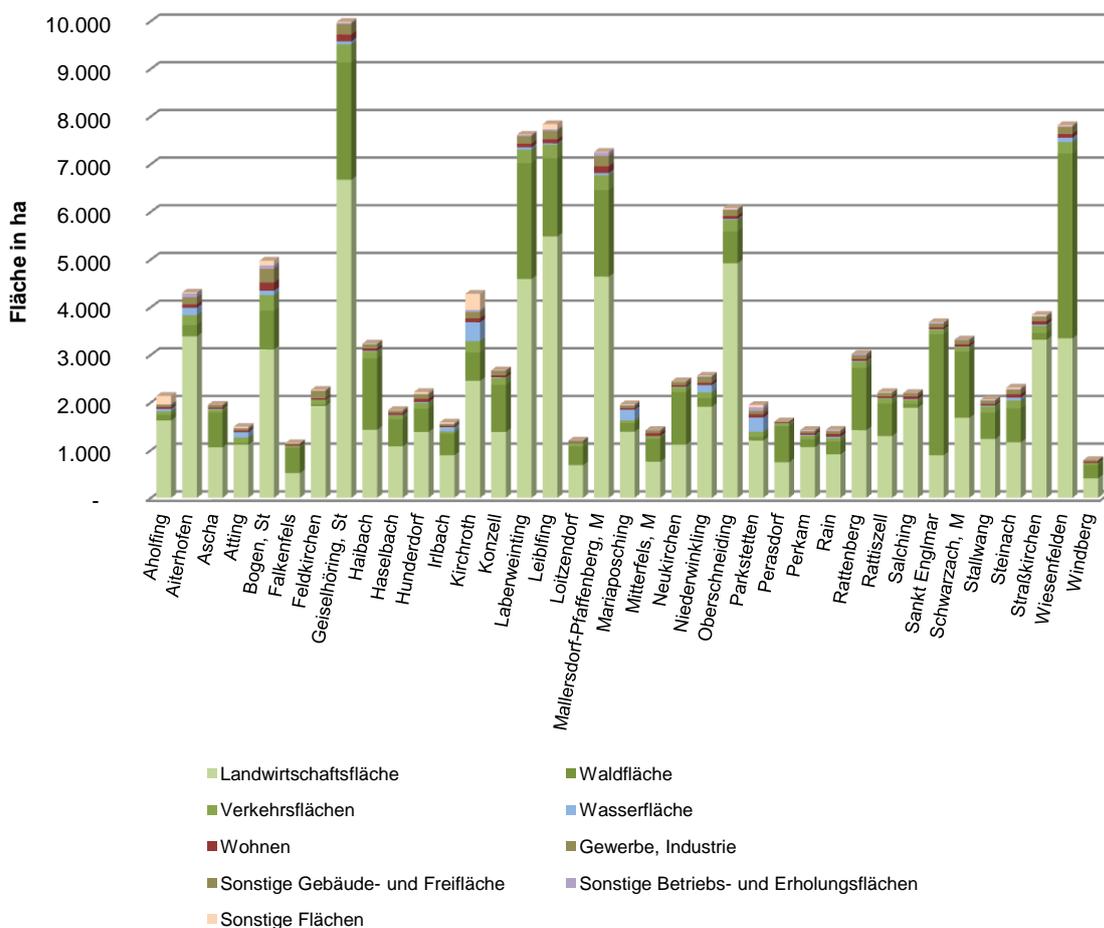


Abbildung 17: Flächennutzung im Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2014)



### 3.3.3 Wirtschaft

Trotz der vorherrschenden ländlichen Struktur mit vielen land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, gibt es im Bereich Maschinen- und Kunststoffverarbeitung größere Industriebetriebe mit erheblichem Energiebedarf für deren Produktion [Bspw. Bischof + Klein GmbH (Kunststoffverarbeitung) oder die Sturm-Gruppe (Metallverarbeitung)].

Insgesamt zeichnet den Landkreis Straubing-Bogen insbesondere der Klein- und Mittelstand aus, der als großes wirtschaftliches Standbein der Region gilt.

Zum 30.06.2013 gab es 37.308 Beschäftigte am Wohnort (Menschen die einer gemeldeten Arbeit nachgehen) und 21.597 Beschäftigte am Arbeitsort (besetzte Arbeitsplätze im Landkreis), wobei 7.709 Einpendler 23.420 Auspendlern gegenüberstehen.<sup>1</sup> Dies bedeutet, dass viele Arbeitnehmer pendeln um an Ihren Arbeitsplatz außerhalb des Landkreises zu gelangen, mit Auswirkung auf den Verkehr. Der Großteil der Beschäftigten im Landkreis Straubing-Bogen lässt sich dem Bereich des produzierenden Gewerbes zuordnen (10.772 Beschäftigte), gefolgt vom Dienstleistungssektor sowie Handel, Verkehr und dem Gastgewerbe. Das Gastgewerbe ist vor allem in der Urlaubsregion Sankt Englmar bedeutsam. Auffällig ist, dass trotz der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe nur 548 Personen hauptberuflich in diesem Bereich tätig sind.

---

<sup>1</sup> Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Zugriff am 16.07.2014

## 4 BESTANDS- UND POTENZIALANALYSE

### 4.1 Qualitative Bestandsanalyse

Wichtiger Baustein der Konzept- und Maßnahmenentwicklung ist eine qualitative Bestandsanalyse. Darunter fallen u.a. Aktivitäten in den Bereichen der Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und Energieerzeugung. Einen zusammenfassenden Überblick der wichtigsten Projekte die einen maßgeblichen Beitrag im Themenfeld Energie liefern, sind in Tabelle 1 aufgelistet und beschrieben.

Tabelle 1: Übersicht zu Maßnahmen des Landkreis Straubing-Bogen im Bereich Energie

Projekt	Maßnahme	Ziel
<b>Bioenergie-Region Straubing-Bogen</b>	Seit dem Jahr 2009 gibt es die Bioenergie-Region. Vor allem im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit zur Sensibilisierung der Bevölkerung wurde dabei einiges geleistet. Hierzu zählt z.B. die Durchführung von Energietouren durch den Landkreis. Auch für die Fortbildung verschiedener Personengruppen, z.B. Hausmeistern oder Handwerkern wurden einige Veranstaltungen initiiert. Dazu zählen auch die Energy-Scouts. Zudem konnten Fördergelder für die Erstellung von Machbarkeitsstudien für Bioenergieanlagen bereitgestellt werden.	Öffentlichkeitsarbeit Schulung und Fortbildung Förderung
<b>Energy-Scouts</b>	Im Landkreis Straubing-Bogen gibt es mittlerweile 38 Energy-Scouts in 26 Kommunen. Diese wurden in einer zweitägigen Schulung dazu ausgebildet, als erster Ansprechpartner zum Thema Energie in der jeweiligen Kommune zu fungieren. Sie liefern Informationsmaterial, geben erste Initialberatungen und verweisen auf regionale Sachverständige zu speziellen Themenstellungen.	Öffentliche Aufmerksamkeit Ansprechpartner vor Ort
<b>Bioenergiedorf Ascha</b>	Die Gemeinde Ascha unter dem sehr engagierten Bürgermeister Wolfgang Zirngibl beschäftigt sich seit langem mit diversen Themen der Energieeinsparung und -versorgung. So findet	Möglichst eigenständige, nachhaltige Energieversorgung Vorbildcharakter für andere Kommunen



Projekt	Maßnahme	Ziel
	<p>man hier Bayerns ältestes Biomasseheizwerk mit einer Nahwärmeversorgung für öffentliche, gewerbliche und private Gebäude. Mittlerweile gibt es zwei Energiesiedlungen, bei denen eine effiziente Energieversorgung an oberster Stelle steht. Auch öffentlichkeitswirksame Aktionen an der Grundschule und durch Wettbewerbe tragen dazu bei, dass Ascha mittlerweile als nachhaltiges Vorbild für Orte in der ganzen Welt dient.</p>	
<p><b>Biomasseheizwerke</b></p>	<p>Neben Ascha gibt es im Landkreis Straubing-Bogen 15 weitere Ortschaften, die Teile ihrer öffentlichen Liegenschaften zentral mit Wärme aus Biomasseheizwerken versorgen. Diese Entwicklung setzt sich auch in den vergangenen Jahren fort und soll weiterverfolgt werden.</p>	<p>Effiziente Wärmeherzeugung Nutzung regionaler Rohstoffe</p>
<p><b>Biogasanlagen</b></p>	<p>Im Landkreis Straubing-Bogen befinden sich derzeit 27 Biogasanlagen. Die älteste Anlage ist eine Gemeinschaftsanlage aus dem Jahr 1997. Hervorzuheben sind verschiedene innovative Systeme, wie die Nutzung der Abwärme zur Klärschlamm-trocknung oder für eine Nahwärmeversorgung. Trotzdem gibt es vor allem im Bereich der effizienten Wärmenutzung noch große Potenziale.</p>	<p>Kraft-Wärme-Kopplung Nutzung regionaler Rohstoffe</p>
<p><b>Biomethannutzung</b></p>	<p>In der Gemeinde Aiterhofen steht eine große Biogasanlage, deren erzeugtes Biogas zu Biomethan aufbereitet wird. Dieses wird einerseits in das örtliche Erdgasnetz eingespeist, wodurch ein beträchtlicher Anteil Bioerdgas erreicht wird. Andererseits wird seit Ende des Jahres 2013 die erste Biomethantankstelle des Landkreises versorgt.</p>	<p>Nachhaltige regionalen Energieversorgung</p>

Projekt	Maßnahme	Ziel
<b>Photovoltaik</b>	Die Photovoltaik hat im Landkreis Straubing-Bogen einen sehr großen Anteil an der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. Dies liegt vor allem an vielen Freiflächenanlagen, die im Lauf der letzten Jahre in den einzelnen Gemeinden errichtet wurden. Unter anderem befindet sich in der Gemeinde Straßkirchen die ehemals größte Freiflächenanlage der Welt mit einer installierten Leistung von 54 GW. Zudem wurden in den letzten zwei Jahren vor allem große Anlagen an Bahnlinien gebaut.	Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien vor Ort
<b>Windenergie</b>	Das Thema Windenergie spielt im Landkreis Straubing-Bogen bisher noch keine Rolle. Man findet lediglich kleine Anlagen im niedrigen Leistungsbereich. Der Landkreis und seine Gemeinden gehen das Thema jedoch aktiv an und lassen parallel zum ENP einen Teilflächennutzungsplan erstellen, in dem geeignete Potenzialflächen für Windkraftanlagen ausgewiesen werden. Zudem beschäftigt man sich intensiv mit den Eignungsflächen aus dem Regionalplan. So werden hier bereits die Weichen gestellt beim Thema Windkraft, trotz ungewisser Rahmenbedingungen, für die Zukunft gerüstet zu sein.	Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien vor Ort
<b>Unternehmen</b>	Im Landkreis Straubing-Bogen befinden sich bereits einige Unternehmen, die sich aktiv für den Klimaschutz einsetzen und Technologien für die Umsetzung der Energiewende zur Verfügung stellen. So entwickelte die Firma Krinner spezielle Schraubfundamente für Freiflächensolaranlagen, die Firma Lausser wickelt Großprojekte im Bereich der nachhaltigen Energieerzeugung ab und die Firma Biber Biomasse	Regionale Wertschöpfung Know-How aus der Region



Projekt	Maßnahme	Ziel
	<p>betreibt einige Heizwerke im Landkreis und liefert gleichzeitig den Brennstoff. Dies sind nur einige Beispiele, die zeigen, dass mit den Unternehmen bei der Umsetzung des ENP zu rechnen ist.</p>	
<p><b>Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe</b></p>	<p>Dieses Kompetenzzentrum ist zwar in der Stadt Straubing zu finden, hat aber eine große überregionale Bedeutung, vor allem im Bereich der Bioenergie. Vor allem C.A.R.M.E.N. und das TFZ dienen als wertvolle Akteure zur Umsetzung von Projekten vor Ort.</p>	<p>Akteursbeteiligung</p>
<p><b>ILE-Zusammenschlüsse</b></p>	<p>Das Amt für ländliche Entwicklung begleitet die drei ILE-Zusammenschlüsse bei ihrer interkommunalen Zusammenarbeit. Auch das Thema Energie spielt vor allem bei der ILE nord23 bereits eine große Rolle. So wurde in diesem Rahmen beschlossen, die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf effiziente LED-Leuchtmittel voranzutreiben. Auch für kommende Projektansätze können diese Zusammenschlüsse eine wertvolle Basis sein.</p>	<p>Interkommunale Zusammenarbeit</p>
<p><b>Elektromobilität</b></p>	<p>Im Jahr 2011 wurde in Zusammenarbeit mehrerer Institutionen und Landkreise das Projekt E-Wald gestartet, um die Nutzungsmöglichkeiten von Elektro-Autos im Gebiet des Bayerischen Waldes zu testen. Auch der Landkreis Straubing-Bogen ist daran beteiligt, was dazu führte, dass mittlerweile auch vor dem Landratsamt eine Stromtankstelle geschaffen wurde und Mitarbeiter emissionsfrei unterwegs sein können. Zudem haben einige Gemeinden bereits Elektrofahrzeuge in ihren Fuhrpark integriert.</p>	<p>Aufbau einer Infrastruktur für Elektromobilität</p> <p>Öffentliche Aufmerksamkeit</p>

## 4.2 Quantitative Bestandsanalyse

Neben der qualitativen Analyse ist die Ermittlung der bestehenden Energieinfrastruktur, den bereits bestehenden erneuerbaren Energiequellen und -senken der zweite wichtige Baustein zur Konzept- und Maßnahmenentwicklung. Dazu werden sowohl Daten des Energiebedarfs und -verbrauchs, als auch die Mengen, die bereits aus regenerativen Energieträgern erzeugt werden, quantifiziert und in ArcGIS verortet. Die Ergebnisse werden in Tabellen, Grafiken und Karten visualisiert.

### 4.2.1 Basisdaten zur Energieinfrastruktur

Im Landkreis Straubing-Bogen gibt es vier Energieversorgungsunternehmen, die das Stromnetz betreuen und zwei Unternehmen, die für das Erdgasnetz zuständig sind.

#### 4.2.1.1 Stromnetze

Die Stromnetzbetreiber sind:

- Bayernwerk AG
- Elektrizitätswerk Wörth a.d. Donau Rupert Heider & Co. KG
- Stadtwerke Straubing GmbH
- Stadtwerke Bogen GmbH

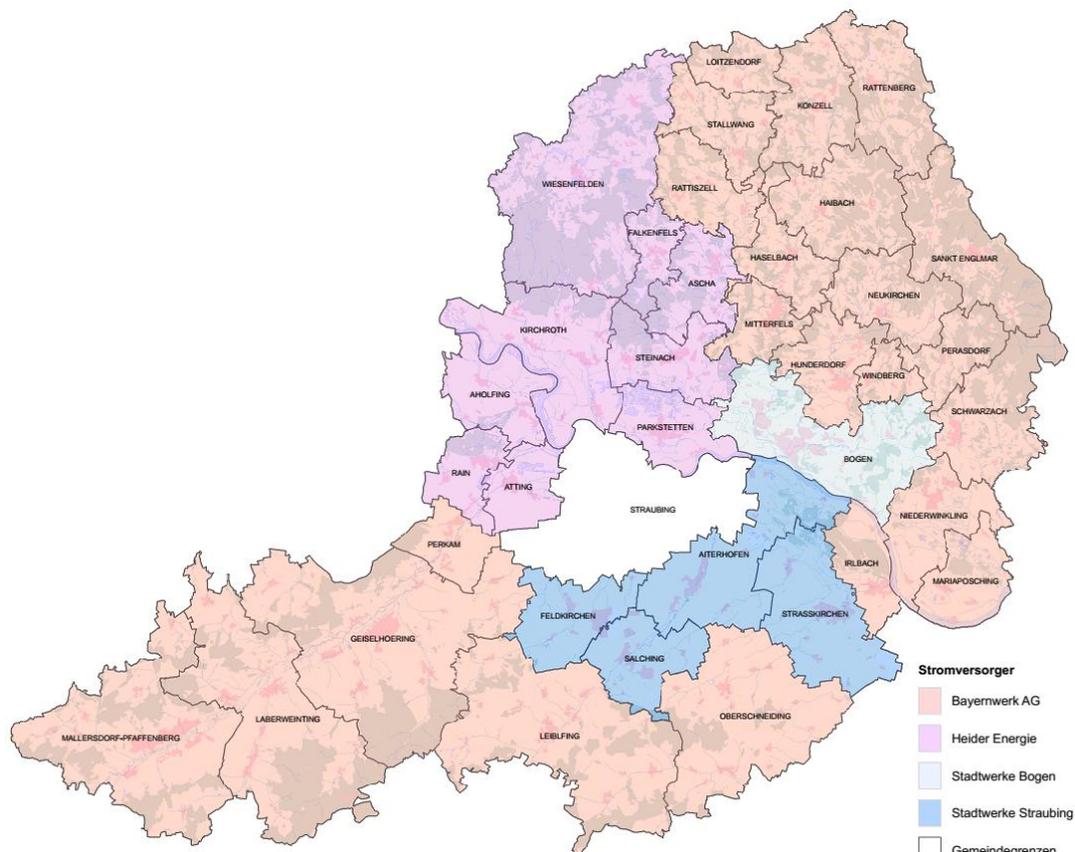


Abbildung 18: Stromverteilnetzbetreiber im Landkreis Straubing-Bogen

Während die Bayernwerk AG das Stromnetz von 23 Gemeinden betreibt, versorgt Heider Energie mittlerweile neun Gemeinden. Die Stadtwerke Straubing versorgen die vier südlich an

der Stadt angrenzenden Gemeinden und die Stadtwerke Bogen sind ausschließlich für die Versorgung der Stadt Bogen zuständig.

#### 4.2.1.2 Erdgasnetz

Die Erdgasnetzbetreiber sind:

- Energienetze Bayern GmbH
- E.ON Bayern

Im Landkreis werden im Jahr 2013 lediglich zehn Gemeinden mit Erdgas versorgt. Darunter acht von den Energienetzen Bayern und zwei von E.ON Bayern. Eine Erweiterung des Erdgasnetzes in zwei weitere Gemeinden ist geplant.

Die Biogasanlage in Aiterhofen, von E.ON Bayern betrieben, speist rd. 8 Mio. m<sup>3</sup> aufbereitetes Bioerdgas in das lokale Erdgasnetz ein (rd. 80 Mio. kWh Heizwert). Somit wird ein beträchtlicher Anteil des im Landkreis verbrauchten Erdgases nachhaltig aus Bioenergie erzeugt.

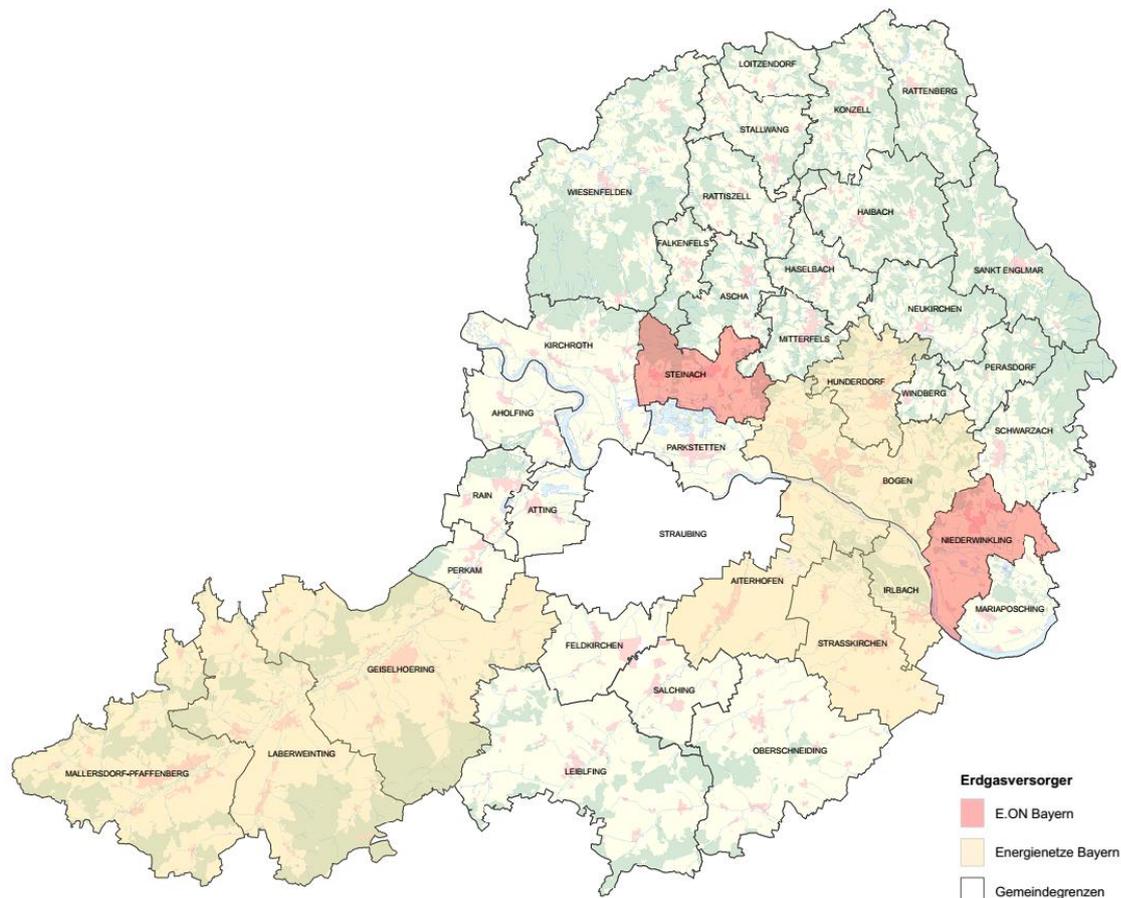


Abbildung 19: Gemeinden mit Erdgasversorgung im Landkreis Straubing-Bogen



#### 4.2.1.3 Fernwärmenetze

Derzeit befindet sich im Landkreis kein größeres Fernwärmeversorgungsnetz. In größeren Orten finden sich vereinzelt „Nahwärmenetze“. Beispielsweise verfügen die beiden Orte Ascha und Mitterfels über privat betriebene Fernwärmenetze an denen mehr als 60 Verbraucher angeschlossen sind. In verschiedenen Gemeinden liegen Beschlüsse vor, die kommunalen Gebäude nachhaltig mit Wärme aus zentralen Biomasseheizwerken zu versorgen. Dazu zählen auch die beiden Schulzentren des Landkreises in Bogen und Mallersdorf-Pfaffenberg. Sie bieten Ansatzpunkte für den Anschluss weiterer Verbraucher.

Einen Überblick zu bestehenden Wärmenetzen zeigt die Tabelle 3 in Abschnitt 4.2.2.1.2.

## 4.2.2 Basisdaten zum Energiebedarf

### 4.2.2.1 Wärme

#### 4.2.2.1.1 Wärmebedarf einzelner Sektoren

Durch Kombination von statistischen Auswertungsmethoden, realen Verbrauchsdaten und Berechnungsverfahren wurde der Wärmebedarf des Landkreises Straubing-Bogen ermittelt. Gemeindegrenzen realer Verbräuche wurden bei den beiden Erdgasversorgern im Landkreis abgefragt und nach Sektoren unterteilt sind. Des Weiteren konnte der elektrische Energieverbrauch für Stromspeicherheizungen und Wärmepumpen durch die Abfrage bei den Stromversorgern ermittelt werden. Reale thermische Verbrauchswerte für öffentliche Liegenschaften konnten zudem durch die Befragung der 37 Gemeinden mittels Fragebögen gewonnen werden. Diese Verbrauchsdaten wurden witterungsbereinigt in die Zusammenstellung aufgenommen. Für Wärmepumpen wurde eine durchschnittliche Jahresarbeitszahl angenommen (Jahresarbeitszahl: 3,9; siehe Abschnitt 4.3.2.6.1 Oberflächennahe Geothermie, Abbildung 60). Abbildung 20 gibt einen Überblick zum Wärmeverbrauch der einzelnen Gemeinden im Landkreis Straubing-Bogen.

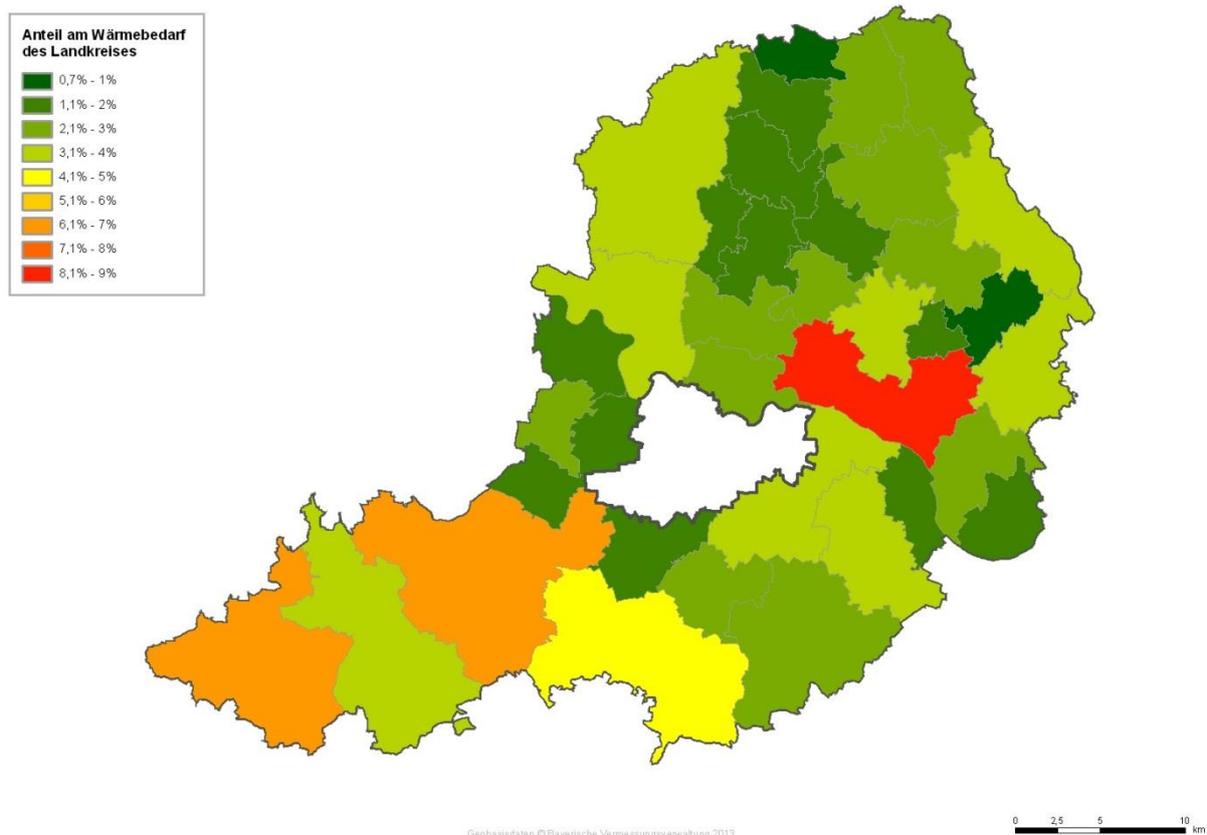


Abbildung 20: Anteil der Gemeinden am Wärmeverbrauch zu Heizzwecken des Landkreises

Der Wärmebedarf der Wohngebäude in reinen Wohnsiedlungen, in gemischt genutzten Flächen, der landwirtschaftlichen Höfe und des Sektors GHD wurde gebäudebezogen unter Berücksichtigung der Baualterklassen in den Gemeinden für den Landkreis ermittelt. Hierbei wurden Ergebnisse des Zensus 2011 genutzt (Zensus, 2013) und Berechnungen, auf Grundlage von Erkenntnissen aus Studien des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU, 2013), des Leitfadens für Wohngebäude zur EnEV 2009 Energie-Einsparverordnung (Gierga, 2009) und dem Verfahren zur Entwicklung einer digitalen Wärmebedarfskarte (AGFW, 2010) angestellt. Aus ermittelten Wärmebedarfen der Einzelgebäude wurden die Wärmebedarfe der Gemeinden, ihrer Siedlungsflächen und die Wärmebelegungsdichte berechnet (vgl. Abbildung 21). Die Ergebnisse der Wärmebedarfsberechnungen für alle Gemeinden des Landkreises können den Gemeindesteckbriefen entnommen werden. Das Wärmekataster wurde dem Auftraggeber in Form von Geoinformationsdaten übergeben. Die Wärmebelegungsdichte wurde zur Identifikation von möglichen neuen Wärmenetzen genutzt (Ergebnisse siehe Kapitel 7.5).

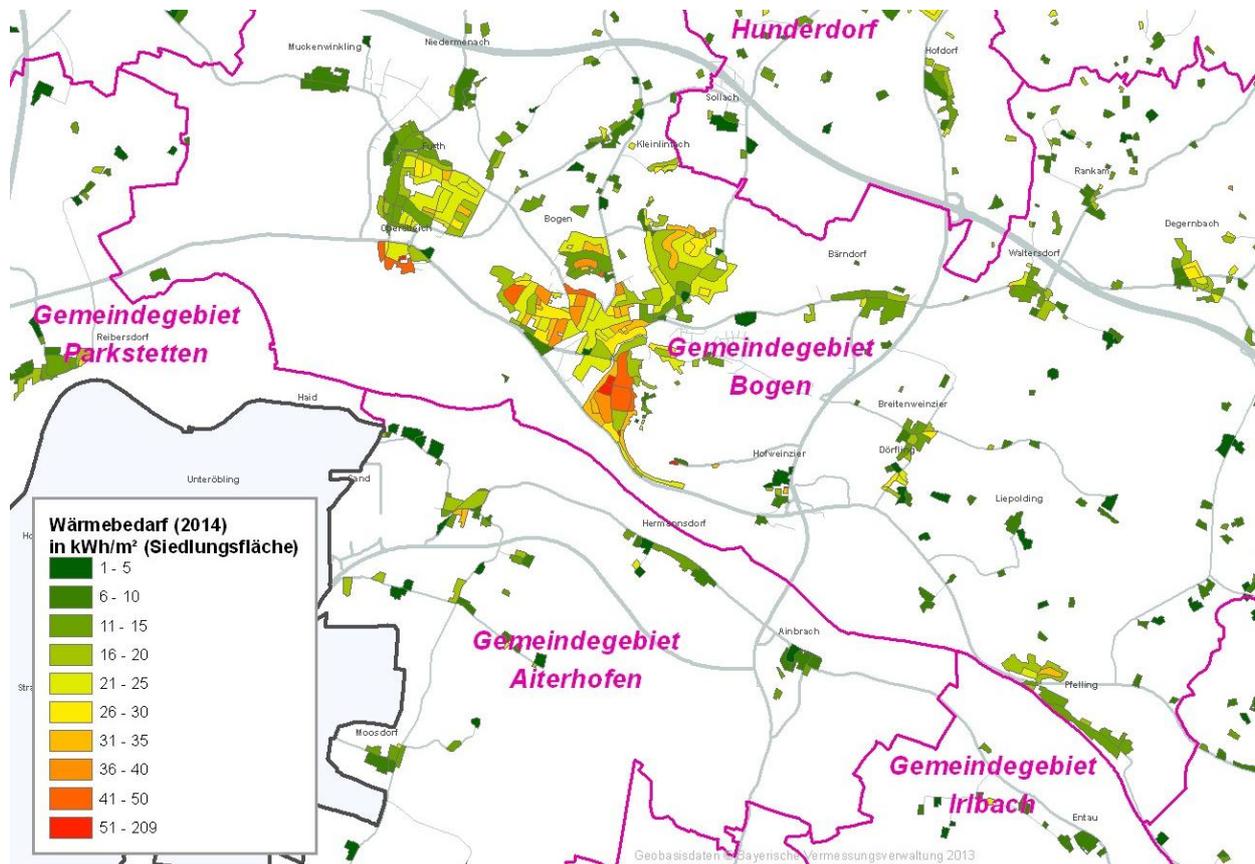


Abbildung 21: Beispiel für den spezifischen Heizwärmebedarf in Siedlungsflächen

Aus Angaben des Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung (GENESIS, 2014) konnte der Wärmebedarf des verarbeitenden Gewerbes ermittelt werden. Zudem wurde der Energieverbrauch einzelner großer Betriebe mit Fragebögen eruiert. Der Wärmebedarf der weiteren Gewerbebetriebe im Landkreis konnte über Kennzahlen aus einem Praxisleitfaden zum Thema Klimaschutz in Kommunen (Deutsches Institut für Urbanistik, 2011) und dem Wärmeatlas Ba-

den-Württemberg (Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung, 2008) ermittelt werden.

In Abbildung 22 ist ersichtlich, wie sich der witterungsbereinigte thermische Energiebedarf von 1.226.463 MWh<sub>th</sub> für das Bilanzjahr 2012 auf die einzelnen Sektoren aufteilt.

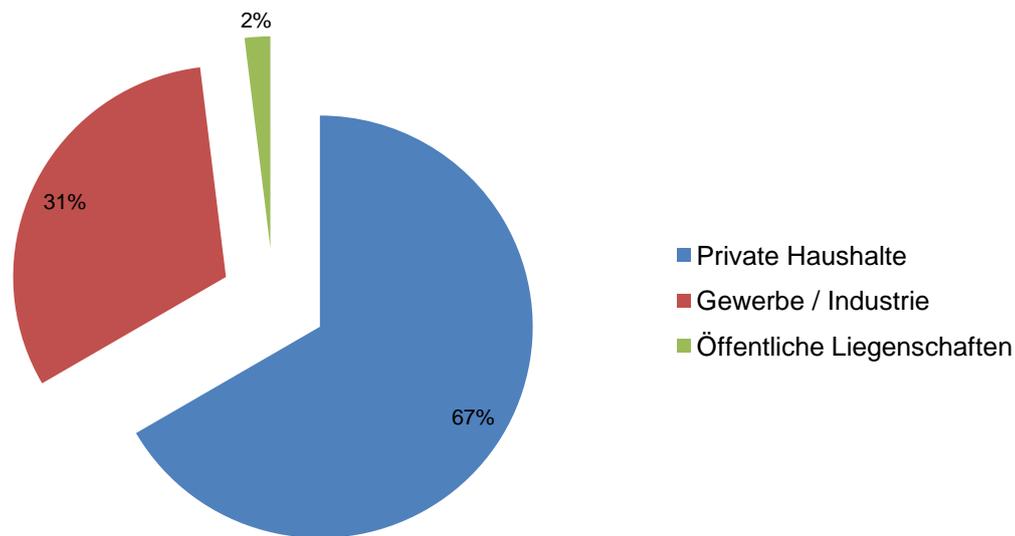


Abbildung 22: Thermischer Energiebedarf im Jahr 2012 nach Sektoren

Hier wird deutlich, dass die privaten Haushalte im ländlich geprägten Landkreis mit einem Anteil von 67 % den größten Energiebedarf zur Deckung des Wärmebedarfs aufweisen. Der relativ geringe Wärmebedarf im Gewerbe- und Industriesektor (31 %) lässt sich darauf zurückführen, dass nur wenige Unternehmen aus Branchen mit einem hohen Prozesswärmebedarf zu finden sind. Die kommunalen Liegenschaften spielen mit einem Anteil von 2 % im Vergleich zu Privathaushalten und Gewerbe nur eine untergeordnete Rolle. Der Verbrauch hebt sich somit nicht von anderen Landkreisen und Gemeinden ab. Eine sukzessive konsequente Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energieträger ist ein Ziel das der Landkreis als wichtige Vorbildfunktion für die Bevölkerung anstreben sollte.



#### 4.2.2.1.2 Wärmeversorgungsstruktur

Durch eine Abfrage beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wurden Informationen zu geförderten Wärmeerzeugungsanlagen gewonnen<sup>2</sup>. Dabei handelt es sich um solarthermische Anlagen, Wärmepumpen und Biomasseheizungen. Tabelle 2 zeigt die Anzahl der geförderten Anlagen in den einzelnen Gemeinden und deren installierte Leistung bzw. die Kollektorfläche der Solarthermie-Anlagen.

---

<sup>2</sup> Daten von Herrn Lutz Wagner (BAFA), Stand: 31.08.2013



Tabelle 2: Darstellung der geförderten Wärmeerzeugungsanlagen durch das BAFA

PLZ	Solar- thermie- Anlagen	Kollek- torfläche (m²)	Pellet- Anlagen	Leistung (kW)	Scheit- holz- Anlagen	Leistung (kW)	Hack- schnitt- zel- Anlagen	Leistung (kW)
84066	116	1.148	40	697,9	14	398,5	4	246
84082	60	581	44	742,1	22	678	15	788,5
94327	129	1.216	58	897,4	21	631,5	2	70
94330	84	854	48	732,5	11	328	3	193,5
94333	82	925	61	880,3	27	732,5	7	355
94336	88	985	63	1.119,8	12	367	5	231
94339	57	601	55	877,9	24	761	6	254
94342	74	781	78	996,9	10	309,8		
94344	81	884	28	554,4	27	794,2	6	274
94345	30	274	4	36,3	4	110		
94347	37	375	13	176,1	3	63,4	2	80
94348	31	336	27	337,8	5	132	1	78
94350	29	279	9	97,4	9	314,8	1	100
94351	18	167	15	208,6	1	15	1	46
94353	49	511	29	687,6	17	555,8	6	299,5
94354	58	605	22	377,1	8	225	2	100
94355	1	15						
94356	72	727	18	302,3	17	554	1	48
94357	38	416	12	153,5	19	615,9	3	150
94359	13	131	11	164	5	145	2	84,5
94360	43	450	25	324,8	6	196	2	100
94362	28	297	12	267,3	9	303	5	234,5
94363	38	414	32	425,2	8	261,4	3	198
94365	44	413	35	616,2	2	70	2	99,5
94366	2	25	5	106,7	3	110	1	50
94368	32	302	27	474,8	4	100	1	85
95369	51	538	40	496,8	8	212		
94371	33	397	13	242	17	490	5	229
94372	42	437	23	446,9	5	139,5	4	179
94374	47	433	22	396,7	8	240	7	263,9
94375	24	259	15	240,1	9	248	4	150
94377	46	458	20	281,6	7	192,9	1	50
94379	21	253	15	246,2	10	335	2	150
94553	21	236	10	158,7	4	115		
94559	54	503	24	362,5	5	159	4	174,5

Im Rahmen einer Masterarbeit am Landratsamt Straubing-Bogen wurden zudem die vorhandenen Erdwärmesonden im Landkreisgebiet aufgenommen (Waldruff, 2012). Diese sind in Abbildung 23 als Punkte in der Karte dargestellt.

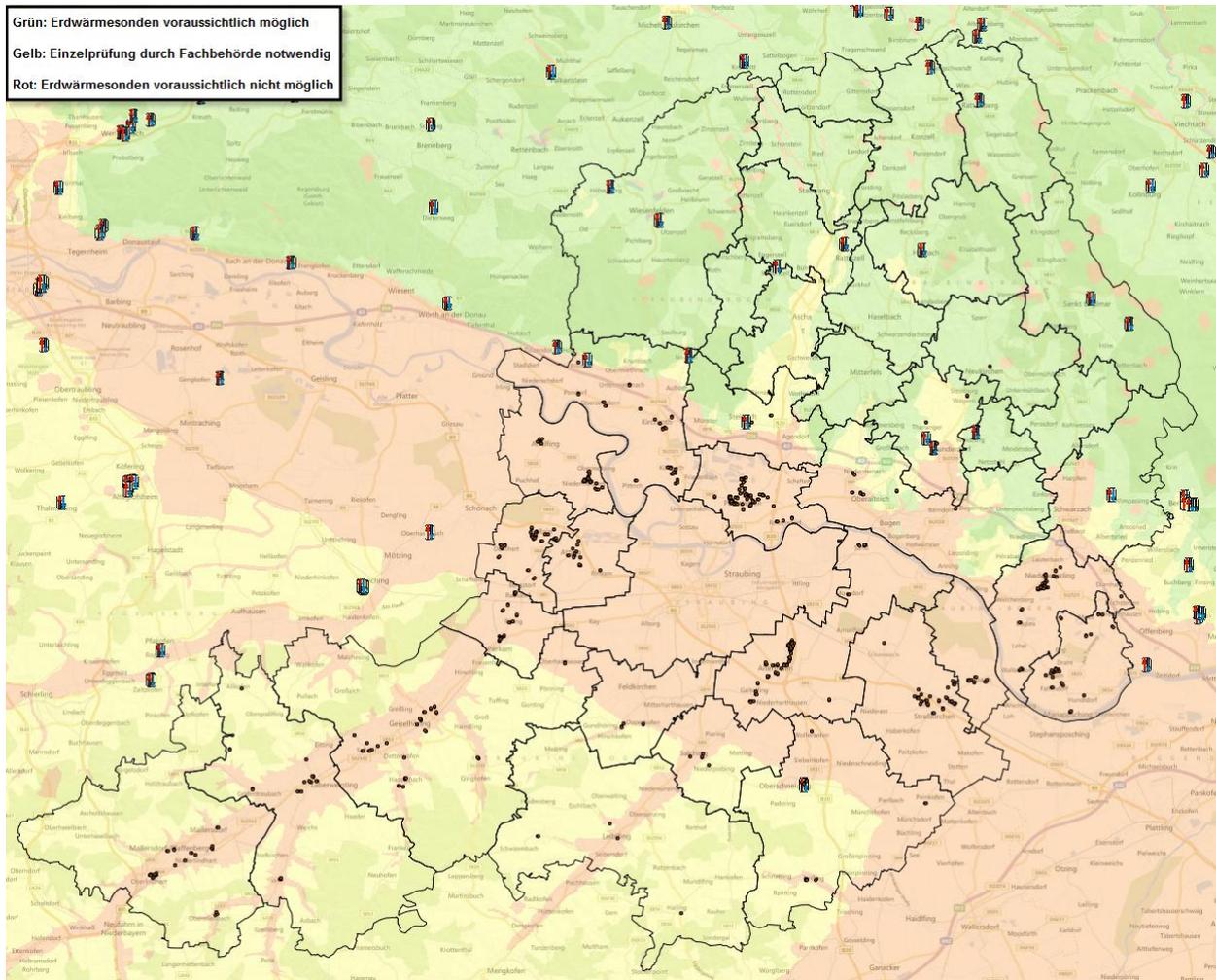


Abbildung 23: Erdwärmesonden im Landkreis Straubing-Bogen



Zudem lieferten die Rückläufe der Gemeindebefragungen einen Überblick zu bestehenden Biomasseheizwerken mit Nahwärmekonzepten. Diese sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Tabelle 3: Biomasseheizwerke im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2013 die Nahwärmenetze speisen

Ort	Versorgte Gebäude
<b>Aiterhofen</b>	Ärztelhaus, Musikschule, Grundschule, Mehrzweckhalle, Rathaus, Bauhof, Wohnhäuser
<b>Ascha</b>	Wohnhäuser, Geschosswohnungsbau, Schule, Mehrzweckhalle, Kirche, Rathaus, Gewerbegebiet
<b>Ascha Herrnberg</b>	Einzelne Wohngebäude durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Pöschl
<b>Bogen</b>	Schulzentrum und Hallenbad
<b>Bogenberg</b>	Pfarrheim, Pfarrhaus, Kirche, Heimatmuseum
<b>Geiselhöring</b>	Schule, Mehrzweckhalle, Hallenbad mit Turnhalle, Freibad mit Kiosk
<b>Haibach 1</b>	Schlachthaus, Tanzsaal, Gasthaus, Metzgerei, Wohnräume
<b>Haibach 2</b>	Schulgebäude der Dietrich-von-Haibeck-Grundschule, die beiden Turnhallen, das neue Vereinsheim der KLJB Haibach, 2 Wohnungen im ehemaligen Lehrerwohnhaus und über eine Fernwärmeleitung das neue Rathaus
<b>Haibach 3</b>	Kindergarten, das ehemalige Rathaus mit Bauhof, das Feuerwehrgerätehaus, das Vereinsheim des SV Haibach und weitere Interessierte, teilweise das Freibad
<b>Haibach Maierhofen</b>	Einzelne Wohngebäude und ein Feuerwehrhaus durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Huber
<b>Haibach Redlingsfurth</b>	Einzelne Wohngebäude durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Menachtal
<b>Hunderdorf</b>	Bauhof
<b>Irlbach</b>	Versorgung privater Liegenschaften durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Irlbacher Biogas
<b>Kirchroth</b>	Rathaus, Bauhof, FFW, Schule
<b>Laberweinting Hainsbach</b>	Einzelne Wohngebäude durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Huber
<b>Laberweinting Hofkirchen</b>	Betonwerk durch Abwärme aus dem Biogas-BHKW Meigas
<b>Leiblfing</b>	Schule, Rathaus, Bücherei, Kirche, Pfarrheim
<b>Mallersdorf-Pfaffenberg 1</b>	Haus der Generationen, Grund- und Mittelschule, Hallenbad, Turnhalle, Freibad
<b>Mallersdorf-Pfaffenberg 2</b>	Burkhart-Gymnasium



Ort	Versorgte Gebäude
<b>Mitterfels</b>	Neubaugebiet (Wohnhäuser, Geschosswohnungsbau), Gewerbegebiet, Freibad, Hallenbad, Schulen, Kindergarten, Gärtnerei, Gasthäuser
<b>Neukirchen</b>	Gemeindeamt, Grundschule, Mehrzweckhalle, Kindergarten und -krippe
<b>Parkstetten</b>	Schule, Kindergarten, Rathaus
<b>Salching</b>	Bürgerhaus, Grundschule, Turnhalle, Kirche, Pfarrheim, Wohnhaus
<b>Schwarzach</b>	Grund- und Mittelschule, Turnhalle alt und neu, Bauhof mit Post
<b>Konzell</b>	Rathaus, Kindergarten, Schule
<b>Wiesenfelden</b>	Rathaus, Schule, Kita

Weitere Wärmeversorgungsprojekte, die sich derzeit in Planung bzw. in der Umsetzungsphase befinden sind das Biomasseheizwerk in Windberg, welches durch eine Bioenergiegenossenschaft ermöglicht wird. Dazu kommen zwei Nahwärmenetze mit Erdgas-BHKW als Energieerzeuger in den Orten Hunderdorf und Niederwinkling. Während in Hunderdorf ausschließlich die Mittelschule mit Wärme versorgt werden soll, ist in Niederwinkling neben der Versorgung des neuen Dorf- und Begegnungszentrums auch der Anschluss kommunaler Liegenschaften und privater Haushalte geplant.

Ein Teil des Wärmebedarfs wird im Landkreis Straubing-Bogen durch elektrisch betriebene Heizungsanlagen erzeugt. Alte Elektrospeicherheizungen spielen dabei immer mehr untergeordnete Rolle, da sie mittlerweile größtenteils ausrangiert werden. Im Gegenzug stieg aber die Anzahl elektrisch angetriebener Wärmepumpen in den vergangenen Jahren weiter kontinuierlich an. Insbesondere für Neubauten mit relativ niedrigem Energiebedarf ist diese Heiztechnik aufgrund der Kombinierbarkeit mit z.B. der Eigenstromnutzung aus PV-Dachanlagen interessant.

Zusammenfassend zeigt Abbildung 24 durch welche Energieträger der Wärmeenergiebedarf von 1.226.463 MWh<sub>th</sub> im Landkreis im Bilanzjahr 2012 gedeckt wird.

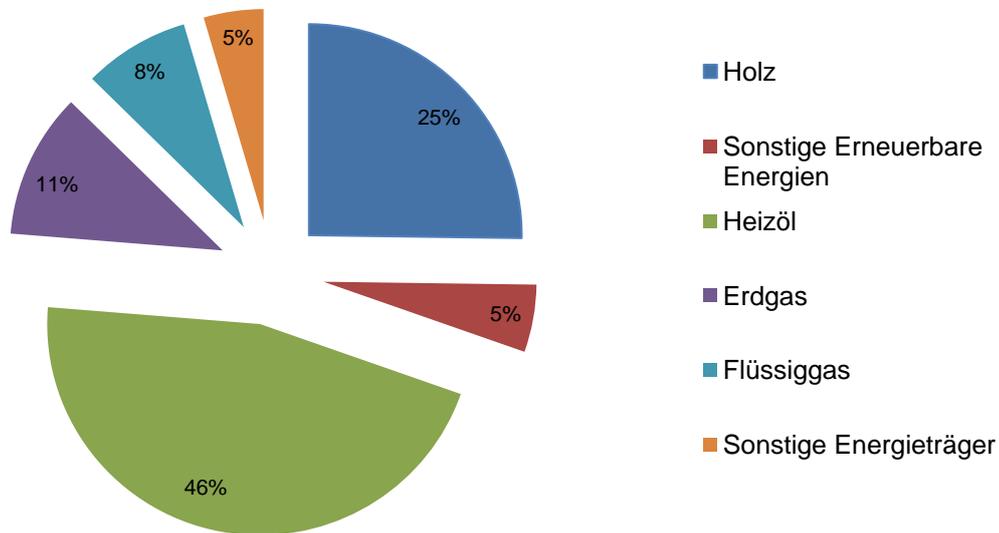


Abbildung 24: Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs

Die Grafik zeigt, dass in der Bioenergie-Region Straubing-Bogen regenerative Energieversorgung auch im Wärmesektor etabliert ist. Mittlerweile wird der Wärmebedarf zu etwa 30 % durch regenerative Energieträger gedeckt. Vor allem die feste Biomasse in Form von Holz spielt hierbei die größte Rolle. Neben einigen zentralen Biomasseheizwerken verfügen, vor allem im nördlichen Landkreisgebiet, viele Privathaushalte und landwirtschaftliche Betriebe über eigene Heizkessel, die mit Scheitholz oder auch Holzhackschnitzel befeuert werden. Eine Befragung der großen Betriebe im Landkreis zeigt auch, dass diese vermehrt auf eine regenerative Wärmeerzeugung durch Biomasse setzen.

#### 4.2.2.1.3 Entwicklung im Landkreis Straubing-Bogen

Der Landkreis Straubing-Bogen geht im Bereich Wärme als Vorbild voran. Die großen Schulgebäude und die Kreiskliniken in Bogen und Mallersdorf-Pfaffenberg als größte Wärmeverbraucher wurden energetisch ertüchtigt. Dabei fand auch eine Anpassung der Heizsysteme an die aktuellen Bedürfnisse statt. Beispielsweise werden die großen Schulzentren über zentrale Biomasseheizwerke mit Wärme versorgt.

Die Einführung eines Energiemanagement-Systems kann einen Beitrag zur Identifikation weiterer Einsparpotenziale leisten.

Die öffentlichen Liegenschaften im Landkreis haben einen Wärmebedarf von etwa 23.800 MWh<sub>th</sub>. Die entspricht einem Anteil von knapp 2 % des gesamten Wärmebedarfs des Landkreises Straubing-Bogen. Die fossilen Brennstoffe Heizöl, Erdgas und Flüssiggas sind derzeit noch die dominanten Energieträger.



In vielen Kommunen werden kommunale Gebäude über effiziente Nahwärmenetze versorgt (vgl. Tabelle 3). Weitere Wärmeversorgungsprojekte, die sich derzeit in Planung bzw. in der Umsetzungsphase befinden sind das Biomasseheizwerk in Windberg, welches durch eine Bioenergiegenossenschaft ermöglicht wird. Dazu kommen zwei Nahwärmenetze mit Erdgas-BHKW als Energieerzeuger in den Orten Hunderdorf und Niederwinkling. Während in Hunderdorf ausschließlich die Mittelschule mit Wärme versorgt werden soll, ist in Niederwinkling neben der Versorgung des neuen Dorf- und Begegnungszentrums auch der Anschluss kommunaler Liegenschaften und privater Haushalte geplant.

Große öffentliche Gebäude können als stetig große Wärmeabnehmer oft ein Ausgangspunkt für die Konzeption einer zentralen Wärmeversorgung sein. Tabelle 4 zeigt eine Auflistung großer Senioren- und Pflegeheime, die einen hohen jährlichen Wärmebedarf haben und somit als großer Wärmeabnehmer in einem Wärmenetz beteiligt werden können.

*Tabelle 4: Senioren- und Pflegeheime im Landkreis Straubing-Bogen*

Gemeinde	Objekt	Träger	Plätze	Wärmebedarf [MWh / a]
<b>Bogen</b>	Leonhard-Kaiser-Heim	Diakonie Regensburg	92	143
<b>Bogen</b>	Seniorenheim	Bayerisches Rotes Kreuz	106	165
<b>Feldkirchen</b>	Pflege im Keltenhof	Petra Leidinger	21	33
<b>Geiselhöring</b>	Altenwohn- und Pflegeheim	AWO	97	151
<b>Leibfing</b>	Seniorenpark St. Laurentius	AWO	50	78
<b>Mallersdorf- Pfaffenberg</b>	Seniorenheim	Bayerisches Rotes Kreuz	87	135
<b>Mitterfels</b>	Seniorenzentrum	Bayerisches Rotes Kreuz	119	185
<b>Oberschneiding</b>	Antoniusheim Münchshofen	Diözese Regensburg	103	160
<b>Wiesenfelden</b>	Alten- und Pflegeheim Rosenium	Rosenium GmbH	45	70

Eine interessante Möglichkeit bietet zudem die verbesserte Nutzung von Abwärme aus den Biogas-BHKW im Landkreisgebiet. Auch Solarthermie-Anlagen sollten einen deutlichen größeren Anteil an der Wärmeerzeugung erhalten. Mit Ihnen kann kostengünstig und effizient ein großer Beitrag zur Erwärmung von Brauchwarmwasser geleistet werden. Ebenso wird Wärmepumpen, vor allem hinsichtlich der größeren Verbreitung von Niedertemperaturheizungen in Neubauten eine immer größere Bedeutung zugesprochen.

## 4.2.2.2 Strom

### 4.2.2.2.1 Strombedarf einzelner Sektoren

Die Daten zum Stromverbrauch wurden von den vier Energieversorgern im Landkreis abgefragt. Angaben zum gesamten Stromverbrauch liegen nun für die Jahre 2008 bis 2012 vor. Man kann beobachten, dass der Stromverbrauch im Landkreis Straubing-Bogen in den vergangenen Jahren leicht, aber doch kontinuierlich um ca. 1 % ansteigt. Der Stromverbrauch im verarbeitenden Gewerbe konnte durch statistische Daten eruiert werden (GENESIS, 2014). Zudem konnte der elektrische Energieverbrauch der kommunalen Einrichtungen über Gebäudeangaben aus Fragebögen ermittelt werden. Eine detaillierte Auswertung wurde aufgrund der vorhandenen Datengrundlage für das Bilanzjahr 2012 durchgeführt. Die Aufteilung des gesamten elektrischen Energieverbrauchs von 456.980 MWh<sub>el</sub> nach Sektoren ist in Abbildung 25 ersichtlich.

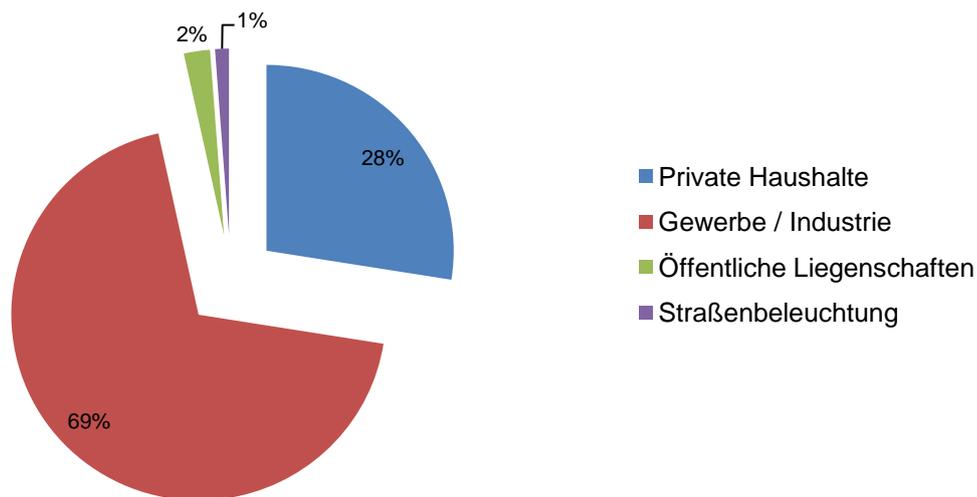


Abbildung 25: Elektrischer Energieverbrauch im Jahr 2012 nach Sektoren

Man kann erkennen, dass der Sektor Gewerbe und Industrie mit insgesamt 69 % den größten Anteil am Stromverbrauch ausmacht. Das verarbeitende Gewerbe beansprucht dabei den größten Teil, was darauf schließen lässt, dass im Landkreis vor allem die kleinen und mittelständischen Unternehmen eine große Rolle spielen. Zudem sind zwar nur wenige große Industriebetriebe vorhanden, die jedoch jeweils einen großen Strombedarf aufweisen. Legt man zugrunde, dass im Landkreis 96.667 Einwohner auf 41.382 Wohneinheiten verteilt sind, ergibt sich für den Bereich der privaten Haushalte ein durchschnittlicher Stromverbrauch von 3.037 kWh je Wohneinheit und **1.300 kWh je Einwohner**. Zum Vergleich liegt der bayerische Durchschnittsverbrauch bei 1.650 kWh je Einwohner. Der kommunale Sektor mit den einzelnen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung machen mit 3 % den geringsten Anteil aus, jedoch



kann hier jede Kommune selbst aktiv einen Beitrag zur Energieeinsparung leisten und als Vorbild vorangehen.

Die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf energiesparende Beleuchtungssysteme ist wurde von den meisten Gemeinden bereits begonnen bzw. fertiggestellt. Eine Übersicht zum aktuellen Stand in der kommunalen Straßenbeleuchtung liefert Tabelle 5. Hier ist der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in den einzelnen Gemeinden dargestellt und zum besseren Vergleich auf die jeweilige Einwohnerzahl bezogen. Die deutlichen Einsparpotenziale erkennt man z.B. an der Reduktion des elektrischen Energieverbrauchs um mehr als die Hälfte im Vergleich zum Jahr 2011. Geplante Maßnahmen in diesem Bereich wurden in den Fragebögen abgefragt und sind ebenfalls dargestellt.

Tabelle 5: Angaben zur Straßenbeleuchtung im Landkreis Straubing-Bogen

Gemeinde	Stromverbrauch 2012 [kWh]	Verbrauch je Einwohner [kWh / E]	Veränderung zu 2011	Geplante Maßnahmen
Aholting	67.270	38,18	2,4%	Umrüstung geplant, aber noch nichts konkretes
Aiterhofen	178.000	55,14	0,2%	Teilweise Umrüstung auf Energiesparlampen
Ascha	88.025	56,28	0,0%	Ca. 50 Solarleuchten, Umstellung auf LED geplant
Atting	39.710	24,54	-114,1%	Umstellung auf LED erfolgte im Jahr 2011
Bogen	609.302	62,38	0,5%	Umstellung auf NV und LED Lampen geplant
Falkenfels	60.336	59,62	0,0%	Umrüstung 2013 mit Firma Heider, ohne Förderprogramm / Umrüstung ILE nord 23
Feldkirchen	88.979	48,23	3,6%	Bisher nur neue Lampen als LED, noch keine Umrüstung
Geiselhöring	566.580	82,62	-3,7%	Keine Angaben
Haibach	78.282	36,68	0,6%	Keine Angaben
Haselbach	84.973	49,95	-0,9%	Umrüstung ILE nord 23 über PTJ
Hunderdorf	146.102	45,08	-7,4%	Keine Angaben
Irlbach	63.748	55,68	-19,3%	Keine Angaben
Kirchroth	217.703	59,27	-5,1%	Umrüstung 2013 mit Firma Heider, ohne Förderprogramm
Konzell	71.419	40,60	2,0%	Gelblichtumrüstung erfolgt
Laberweinting	319.042	95,81	-17,1%	Umrüstung auf LED-Beleuchtung erfolgt in 4 Blöcken bis 2015 (2014 größter Block)
Leiblfing	217.773	53,74	-5,5%	Umrüstung auf LED geplant
Loitzendorf	24.467	40,44	-6,3%	Überwiegend LED vorhanden
Mallersdorf- Pfaffenberg	522.185	82,09	1,7%	2013: Austausch Langfeldleuchten, 2014: Umrüstung der Klassiker, 2015: Pilz- und Zylinderleuchten



Gemeinde	Stromverbrauch 2012 [kWh]	Verbrauch je Einwohner [kWh / E]	Veränderung zu 2011	Geplante Maßnahmen
<b>Mariaposching</b>	52.130	37,00	4,6%	Keine Information
<b>Mitterfels</b>	112.472	46,08	-26,0%	Umrüstung ILE nord 23 über PTJ
<b>Neukirchen</b>	68.726	40,10	-15,4%	Umrüstung ist vorgesehen
<b>Niederwinkling</b>	162.136	64,49	0,3%	2013/2014: Umrüstung auf LED bei Großteil der Straßenbeleuchtung
<b>Oberschneiding</b>	135.897	49,27	-8,6%	Umrüstung bis Ende 2012 durchgeführt
<b>Parkstetten</b>	125.982	41,59	1,6%	Umrüstung 2013 mit Firma Heider, ohne Förderprogramm
<b>Perasdorf</b>	10.451	17,90	2,2%	Nur 20 Lampen, 2 Solarleuchten
<b>Perkam</b>	64.003	41,97	1,3%	Keine Angaben
<b>Rain</b>	149.612	54,96	5,5%	Keine Angaben
<b>Rattenberg</b>	45.400	26,02	0,9%	Umrüstung ILE nord 23 über PTJ
<b>Rattiszell</b>	49.065	32,22	-16,7%	Keine Angaben
<b>Salching</b>	164.435	66,12	-1,1%	Keine Angaben
<b>Sankt Englmar</b>	94.966	59,06	1,0%	Komplette Umrüstung bis Oktober 2013 durchgeführt, Einsparung um 80 % auf ca.
<b>Schwarzach</b>	97.133	34,97	-13,0%	Keine Angaben
<b>Stallwang</b>	73.660	52,77	0,3%	Keine Angaben
<b>Steinach</b>	143.742	48,94	-1,3%	Umrüstung 2013 mit Firma Heider, ohne Förderprogramm
<b>Straßkirchen</b>	275.630	87,17	6,4%	Keine Angaben
<b>Wiesenfelden</b>	149.651	41,19	0,1%	2013 wurden 230 von 600 Brennstellen auf LED umgerüstet
<b>Windberg</b>	48.769	46,58	-10,7%	Umrüstung auf Gelblicht 2012, Umrüstung auf LED-Technik wurde wegen zu hoher



Tabelle 6 gibt einen Überblick zu energieintensiven Unternehmen im Landkreis Straubing- Bogen, bei denen Maßnahmen zur Einsparung elektrische Energie sinnvoll umzusetzen sind, damit der hohe Stromverbrauch im Gewerbe- und Industriesektor kontinuierlich reduziert werden kann.

Tabelle 6: Energieintensive Unternehmen im Landkreis Straubing-Bogen

Ort	Unternehmen	Branche
<b>Atting</b>	MVA Metallverarbeitungs GmbH	Metallverarbeitung
<b>Atting-Rinkam</b>	MVA Metallverarbeitungs GmbH	Metallverarbeitung
<b>Atting-Rinkam</b>	Denk GiBox KG	Metallbau, Gitterboxen
<b>Bogen</b>	BENSELER Beschichtungen Bayern GmbH & Co. KG	Nasslackierung, Plasma-Vakuum-Beschichtung
<b>Bogen</b>	Inoutic / Deceuninck GmbH	Kunststoff - PVC-Systeme für Türen, Fenster, ...
<b>Bogen</b>	Schnupp GmbH & Co. Hydraulik KG	Anlagenbau
<b>Bogen</b>	Wienerberger GmbH	Ziegelsysteme - Standort Tondachziegel
<b>Bogen</b>	WIESENHOF Geflügel-Kontor GmbH	Lebensmittelherstellung
<b>Bogen</b>	H. Hiendl GmbH & Co. KG	Kunststofftechnik
<b>Geiselhöring</b>	HATEC GmbH	Metallverarbeitung
<b>Geiselhöring</b>	Franz Ostermeier GmbH	Fleisch- und Wurstwaren
<b>Geiselhöring</b>	JUMA GmbH	Fleisch- und Wurstwaren
<b>Geiselhöring</b>	Gäubodenbäcker Hahn	Bäckerei
<b>Hunderdorf</b>	TANNE Kunststofftechnik GmbH	Techn. Spritzguß, Werkzeugbau
<b>Konzell</b>	Bischof + Klein GmbH & Co. KG	Verpackungen, Folien
<b>Laberweinting</b>	Schlagmann Baustoffwerke GmbH & Co. KG	Ziegelwerk
<b>Leiblfing</b>	Max Frank GmbH & Co. KG	Beton- und Stahlbetonbau
<b>Leiblfing</b>	MOLL Automatisierung GmbH	Förder- und Automatisierungstechnik
<b>Mallersdorf-Pfaffenberg</b>	Kautex Textron GmbH & Co. KG	Kraftstofftanks, Einfüllrohre
<b>Mallersdorf-Pfaffenberg</b>	Caverion Deutschland GmbH	Krantz Filter- und Absperrsysteme - Werk Mallersdorf
<b>Mariaposching</b>	DOMA Autozubehör und Industriebedarf	Autozubehör (Fußmatten)
<b>Niederwinkling</b>	Dichtungstechnik Wallstabe & Schneider	Dichtungen
<b>Niederwinkling</b>	VTA Verfahrenstechnische Anlagen	Dünnschicht- und Kurzwegdestillation
<b>Niederwinkling</b>	Viega GmbH & Co KG	Vertrieb Gabotherm Kunststoffrohre
<b>Niederwinkling</b>	gabo Systemtechnik GmbH	Kunststoffrohre
<b>Rattiszell</b>	Lausser GmbH	Technische Gebäudeausstattung
<b>Salching</b>	Boysen MVO	Abgasanlagen (BMW), Montage-vor-Ort-Werk
<b>Salching</b>	Sturm Blechverarbeitung	Blechverarbeitung
<b>Salching</b>	Sturm Maschinen- und Anlagenbau	Maschinenbau
<b>Schwarzach</b>	Tonwerk Venus	Ziegelproduktion

#### 4.2.2.2.2 Stromversorgungsstruktur - Anteil erneuerbarer Energien und Netzstabilität

##### 4.2.2.2.2.1 Anteil erneuerbarer Energie

Die Entwicklung der installierten Stromerzeugungsanlagen, die nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütet werden, liegt für die Jahre 2008 bis 2013 vor. Im Landkreis Straubing-Bogen gaben alle vier Stromversorgungsunternehmen Auskunft zu den installierten Anlagen in ihrem Versorgungsgebiet und deren installierter Leistung und jährlicher Stromerzeugung. Diese Abfrage sollte automatisiert werden, so dass aktuelle Entwicklungen verfolgt und ggf. gesteuert werden können.

Zudem wurden Daten aus dem Anlagenregister des Stromübertragungsnetzbetreibers TenneT TSO GmbH ausgewertet. So konnte ein umfassender Überblick zum Stand der EEG-Anlagen im Landkreis geschaffen werden (vgl. Abbildung 26).

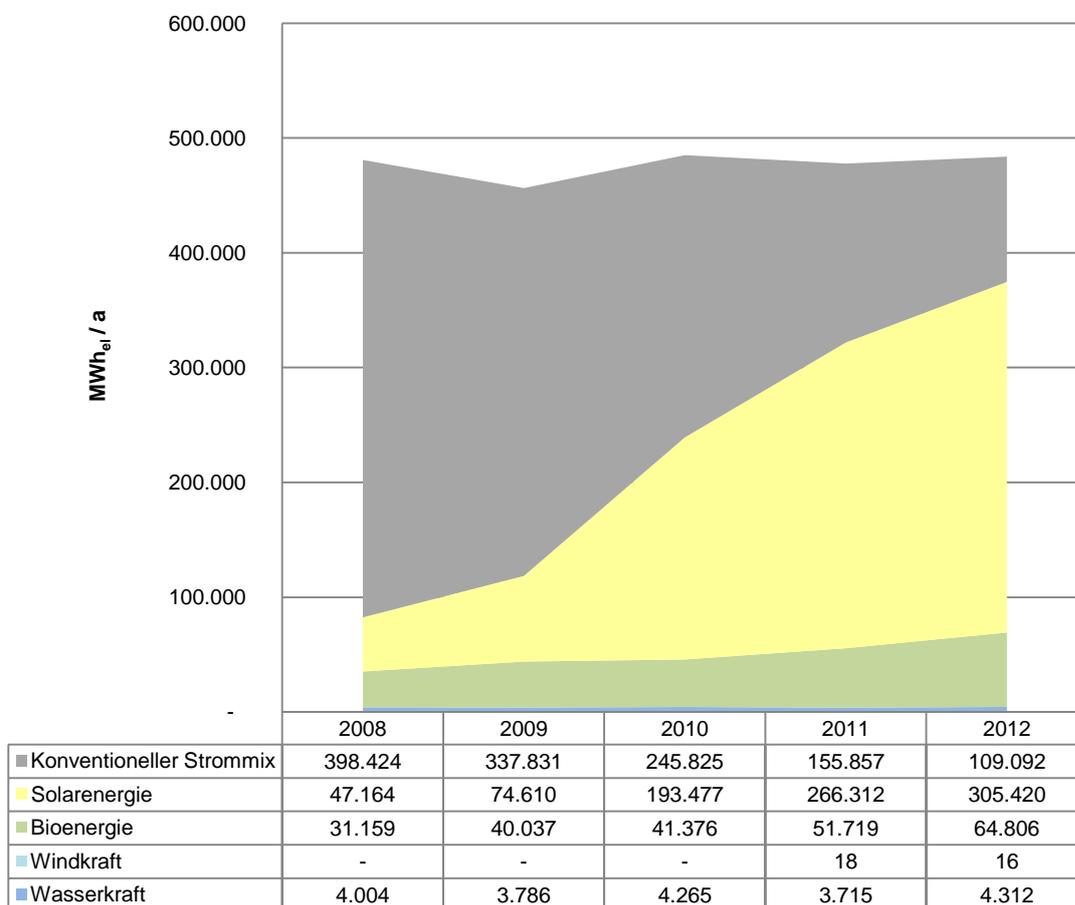


Abbildung 26: Jahresbilanzierter Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung im Landkreis Straubing-Bogen (2008 bis 2012)

Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung stieg zwischen 2009 und 2012 stark an und erreichte in der Jahresbilanz 2012 einen Anteil von rd. 77 % am Gesamtstromverbrauch. Die deutlichen Steigerungen konnten insbesondere durch den enormen Ausbau der



Stromproduktion aus Photovoltaik-Anlagen erzielt werden. Bei den 60 Wasserkraftanlagen handelt es sich um kleine Anlagen, vorwiegend im Leistungsbereich zwischen 10 und 30 kW<sub>p</sub>. Berücksichtigt man die bis **April 2014 installierten EEG-Anlagen**, so liegt der Anteil der Stromerzeugung aus EEG-Anlagen bei rd. 87 % bezogen auf die Stromverbrauchswerte von 2012.

Tabelle 7 zeigt einen Überblick zu den bestehenden Biogasanlagen im Landkreis Straubing-Bogen. Diese wurden genauer betrachtet, wobei vor allem ein großer Wert auf die Erhebung der aktuellen Nutzung der BHKW-Abwärme gelegt wurde. Zudem wurden im Rahmen der Bestandsanalyse erste Möglichkeiten zur effizienten Nutzung der Biogasanlagenabwärme geprüft.

Tabelle 7: Biogasanlagen im Landkreis Straubing-Bogen und Potenzial zur Abwärmenutzung

Biogas-anlage	Standort	Inst. Leistung [kW <sub>el</sub> ]	Wärmenutzung	Potenzial
<b>Saatzucht Steinach GmbH &amp; Co. KG</b>	Ascha	347	Teilweise Nutzung der Abwärme im nahe liegenden Gestüt, Gewächshaus und Saatgutttrocknung	Möglicherweise Ausbau der Nutzung im Betrieb, Anschluss privater Haushalte wohl nicht rentabel
<b>Irlbacher Biogas GmbH &amp; Co. KG</b>	Irlbach	537	Wärmelieferung für Schloss, Verwaltungsgebäude, Schwimmbad, Trocknungsanlage	Mögliche Nutzung bei Saatzucht Ackermann oder Anschluss von Kindergärten und Gemeindegarten gegenüber, Anschluss von Baugebiet Am Auwald
<b>SKW Biogas GmbH</b>	Niederwinkling	80	Keine Information	Kaum Potenzial bei kleiner Anlagengröße
<b>Georg Vogl</b>	Wiesenfelden	190	Keine Information	Kaum Potenzial zur Abwärmenutzung
<b>Reenergie Kammermeier</b>	Geiselhöring	347	Wärmelieferung für Hähnchenmaststall und Wohnhaus, mobile Hack-schnitzeltrocknungsanlage	Anzustreben wäre eine Versorgung des Gewerbegebietes vor Geiselhöring und eventuell ein Anschluss der Siedlung
<b>Artur Braun</b>	Parkstetten	430	Temperierung eines Bioreaktors zur Reduktion des Schwefelgehalts im Biogas	Wohngebäudeversorgung wohl nicht rentabel, Gewerbegebiet weit entfernt, Campingplatz in ca. 750 m Entfernung
<b>Bio-gasanlage Braun</b>	Mallersdorf-Pfaffenberg	200	Wärmenutzung vorhanden, aber keine Angaben wozu	Aufbau eines Nahwärmenetzes in der Ortschaft Oberhaselbach
<b>Biogas Aholting GmbH &amp; Co. KG</b>	Aholting	625	Wärmenutzung für Spargelfeld	Aufbau eines Nahwärmenetzes für Siedlung und Grundschule
<b>MeiGas GmbH &amp; Co.KG</b>	Laberweinting	440	Wärmeliefervertrag mit Betonwerk Guggenberger	Wärmekonzept bereits vor Bau erstellt, eventuell Wärmeversorgung für Siedlung
<b>Biogasanlage Großaich GmbH &amp; Co. KG</b>	Geiselhöring	500	Gärtnerei Lampert mit 6.000 m <sup>2</sup> Gewächshausfläche, Plan: Bau eines Masthähnchenstalls	Möglichkeiten bereits sehr gut ausgeschöpft
<b>Huber Bio-gas GbR</b>	Geiselhöring	350	Wärmelieferung an Wohnhäuser, Trocknung von Holz und Zwiebeln	Ausbau eines Nahwärmenetzes für die Ortschaft Hainsbach, Klärung zu derzeitiger Nutzung und mögliche Erweiterung
<b>Johann Binder</b>	Wiesenfelden	364	Keine Information	Kaum Potenzial zur Abwärmenutzung
<b>BIGA Schweineck GmbH</b>	Leiblfing	250	Temperierung des Mastschweineställe, Getreidetrocknung	Nutzung vor Ort bereits ausgebaut, Versorgung von Häusern wohl schwer zu realisieren



Biogas-anlage	Standort	Inst. Leistung [kW <sub>el</sub> ]	Wärmenutzung	Potenzial
<b>ZAW Straubing</b>	Aiterhofen	365	Wärmenutzung im eigenen Betrieb und Versorgung der Bio-Erdgas-Anlage	Nutzung der Abwärme wird angestrebt, Potenzial für Siedlung ist zu untersuchen
<b>E.ON Bio-erdgas GmbH</b>	Aiterhofen		Einspeisung ins Erdgasnetz	E.ON als Betreiber schwierig einzubinden, Kein BHKW vor Ort, da Gaseinspeisung
<b>Schweiger Biogas GbR</b>	Straßkirchen	250 190	Hähnchenmaststall mit Sat-BHKW	Ausbau des Nahwärmenetzes, Versorgung des Wohngebiets
<b>Biogas Roland Eiden-schink</b>	Stallwang	250	Keine Information, Studie zu Abwärmenutzung für Gewerbegebiet Haidhof-Au durchgeführt	Kaum Potenzial, solange sich nicht mehr Betriebe im Gewerbegebiet ansiedeln
<b>Florian Six</b>	Neukirchen	290	Eigenes Wohnhaus, auf der Suche nach Möglichkeiten zur Abwärmenutzung, Hotel wollte nicht	Kaum Potenzial, wenn Hotel nicht anschließen will
<b>Zirngibl Bio-gas GmbH &amp; Co. KG</b>	Mallersdorf-Pfaffenberg	548	Beheizung des Fermenters und Klärschlamm-trocknung	Wärme-konzept intern vorhanden, Wärmebedarf der Gewerbe wohl nicht groß genug, Siedlung verstreut und weit entfernt
<b>Biogas Walter GmbH &amp; Co. KG</b>	Mallersdorf-Pfaffenberg	190	Keine Information	Kaum Potenzial, Siedlung in Birnbach am ehesten erreichbar, Oberhaselbach noch weiter entfernt und eher zerstreut
<b>Franz Huber</b>	Haibach	364	Nahwärmenetz für benachbarte Wohnhäuser in der Umgebung, Hack-schnitzeltrocknung	Anlage mit Wärme-konzept, Erweiterung prüfen
<b>Biogas Men-achtal OHG</b>	Haibach	250 190	Nahegelegenes Gasthaus, Zweifamilienhaus und 5 Häuser, Fahrzeughalle, Hofstelle über Satelliten-BHKW	Anlage mit Wärme-konzept, Erweiterung prüfen
<b>Xaver Mayer</b>	Leiblfing	190	Wärmeversorgung des Wohn- und Gästehauses, Mastschweine-stall, Hack-schnitzeltrocknung	Wärme-konzept bei Planung, evtl. Reserven für Versorgung eines Pferde-hofs
<b>Biogas Jo-hann Pöschl</b>	Ascha	250	Wohngebäude Herrnberg und Trocknung (v.a. Hack-schnitzel)	Verbindung mit Ascha wegen kreuzender B20 schwierig
<b>Alois Atten-berger</b>	Konzell	189	Keine Information	Kaum Potenzial zur Ab-wärmenutzung
<b>Bioenergie Vogl GbR</b>	Konzell	100	Keine Information	Möglicherweise Versorung des Baugebiets Heuäcker in Rattenberg
<b>Fritz Schäffer</b>	Niederwinkling	37	Keine Information	Kaum Potenzial wegen kleiner Leistung

Die Daten und Standorte aller Stromerzeugungsanlagen, die nach EEG vergütet werden, sind im Geoinformationssystem eingearbeitet und verortet. Einen Überblick zur Verteilung der aktuell installierten EEG-Anlagen im Landkreis Straubing-Bogen zeigt Abbildung 27 (Stand: Dezember 2013).

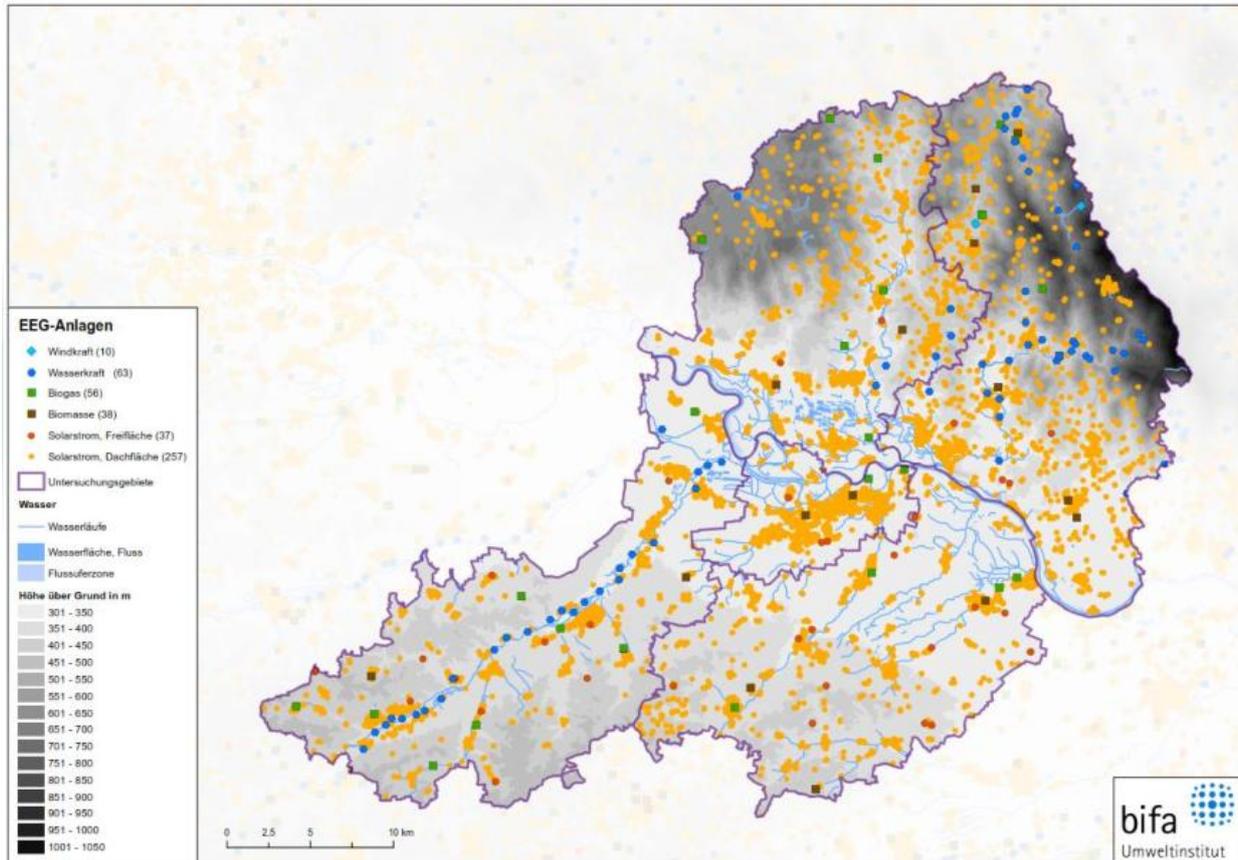


Abbildung 27: Überblick zu den im Landkreis Straubing-Bogen installierten erneuerbaren Energieanlagen auf Basis der EEG-Anlagenstammdaten der Stromnetzbetreiber (Kartenauszug GIS)



#### 4.2.2.2.2 Aussagen zur Stromnetzstabilität

Die Energieerzeugung aus Sonnenenergie und Windkraft unterliegt unvermeidbaren, wetterbedingten Schwankungen und kann nur bedingt gesteuert werden. Auf der anderen Seite erfolgt der Verbrauch des Stroms häufig eingefahrenen Nutzergewohnheiten und Tagesabläufen.

Aus diesen Gründen können knapp 37 % (bezogen auf den Verbrauchswert von 2012 mit Wetterdaten von 2012) des erneuerbar erzeugten Stroms zum Zeitpunkt der Erzeugung nicht innerhalb des Landkreises verbraucht werden. Auffällig sind die großen Überschüsse aufgrund der PV-Einspeisungen an sonnenreichen Tagen der rechnerisch zu einem Überschussanteil an Strom in der Nieder- und Mittelspannungsebene von rd. 37 % führt (siehe Abbildung 28 und Tabelle 8).

Diese Strommengen werden deshalb in die Stadt Straubing oder in weiter entfernt liegende Ballungsräume exportiert. Zu anderen Tageszeiten (in den Nachtstunden) erzeugen die Anlagen im Landkreis nur wenig Strom aus erneuerbaren Energien. Das heißt, der tatsächliche Deckungsanteil durch erneuerbare Energien betrug, mit der momentan (Stand Dez. 2013) installierten Leistung rechnerisch bezogen auf das Jahr 2012, rd. 50 %.

Verschärfend kommt hinzu, dass die Stromproduktion aus Photovoltaik-Anlagen außerdem jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, da die Sonneneinstrahlung in den Wintermonaten deutlich geringer ist und die Anlagen teilweise mit Schnee bedeckt sind. Im Gegenzug wird in den Wintermonaten mehr elektrische Energie (bspw. für Beleuchtung und Heizungsanlage) verbraucht. Dies bedeutet, dass an bestimmten Zeitfenstern teilweise eine regionale „Überproduktion“ an bereitgestellter Leistung stattfindet, die teilweise den Bedarf um mehr als 100 % übersteigt. **Spitzenwerte zur Mittagszeit können den 4 bis 5-fachen Leistungswert erreichen mit negativen Auswirkungen auf die Netzstabilität** (siehe Abbildung 28: berechnete Leistungsspitze der erneuerbaren Energien am Freitag, 4. Mai rd. 260 MW; Verbraucherleistung zum selben Zeitpunkt rd. 65 MW).

Windenergie- und Wasserkraftanlagen können mit vergleichbar niedrigeren Leistungen und einer geringen Anzahl nur wenig zur Deckung des Strombedarfs in sonnenarmen Zeiten beitragen.

#### Fazit:

Über das ganze Jahr gesehen wird deshalb in wechselndem Umfang (fluktuierend) regenerativer Strom erzeugt, der vor Ort nicht immer zeitgleich verbraucht werden kann. Besonders im Frühjahr und Sommer tragen die im Landkreis installierten PV-Anlagen in der Mittagszeit zur Produktion von hohen Stromüberschüssen und Leistungsspitzen bei, die negative Auswirkung auf die Stromnetzstabilität haben können.

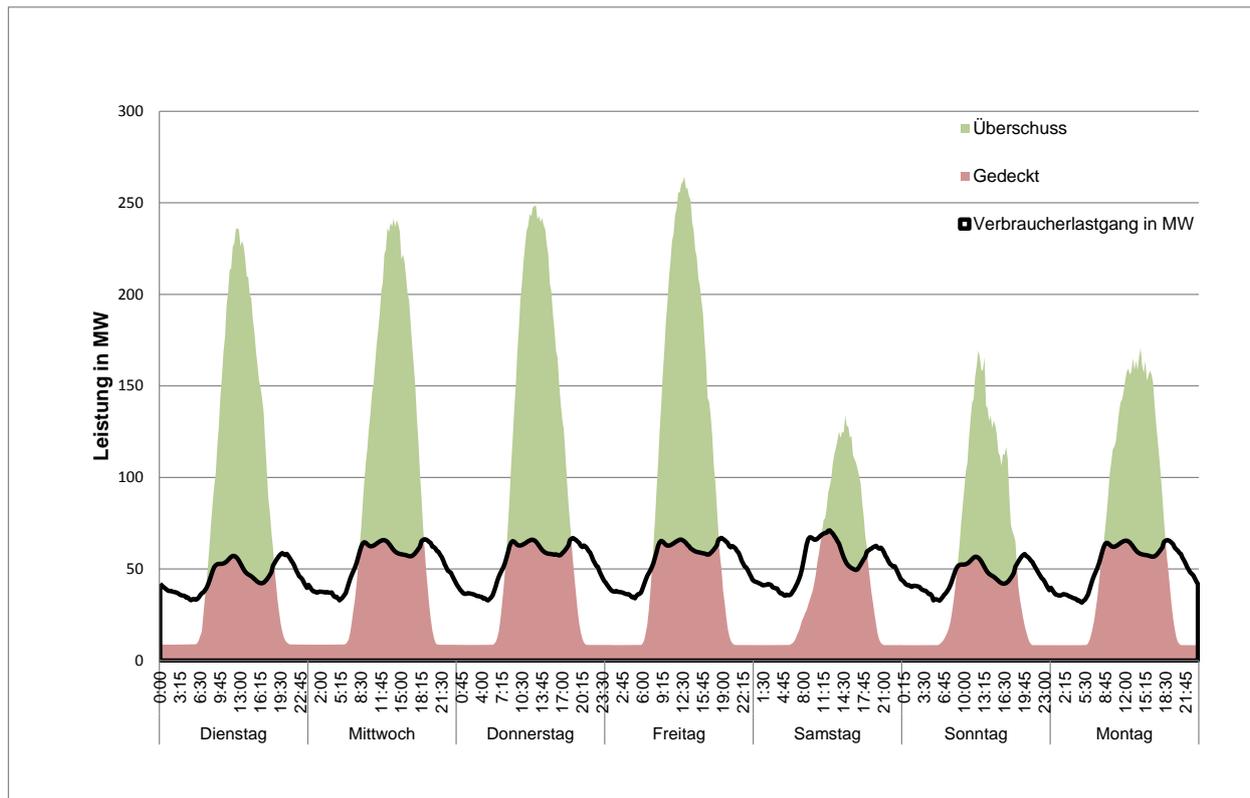


Abbildung 28: Berechnung synthetischer Erzeuger- und Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für den Landkreis Straubing-Bogen (Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2012 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien)

Tabelle 8: Tatsächlich im Landkreis Straubing-Bogen verbrauchte Strommengen und Überschussstrom der nicht zum Zeitpunkt der Erzeugung genutzt werden kann

	Strommenge in MWh/a	Anteil in %
<b>Tatsächlicher Deckungsanteil</b>	237.800	49,5
<b>Überschussstrom</b>	176.182	36,7
<b>Summe: Anteil EE am Stromverbrauch</b>	<b>413.982</b>	<b>86,2</b>

#### 4.2.2.3 Mobilität

Auch der Mobilitätssektor weist einen erheblichen Energieverbrauch auf und ist für einen großen Anteil am Ausstoß an klimaschädlichen Gasen verantwortlich.

Auf Grundlage der Daten des Zulassungsamtes zum Fahrzeugbestand kann der Energiebedarf des motorisierten Individualverkehrs jedoch quantifiziert werden. Mit Hilfe von Daten zu durchschnittlich gefahrenen Kilometern pro Jahr und Durchschnittsverbräuchen (Kunert & Radke, 2011) wurde der entsprechende Energiebedarf der Jahre 2010 bis 2013 ermittelt. Insgesamt stieg der Verbrauch innerhalb dieser vier Jahre leicht um ca. 3 % an. Im Bilanzjahr 2012 wurden im Mobilitätssektor insgesamt 2.111.435 MWh benötigt. Auf welche Fahrzeugtypen sich dieser Verbrauch aufteilt zeigt Abbildung 29.

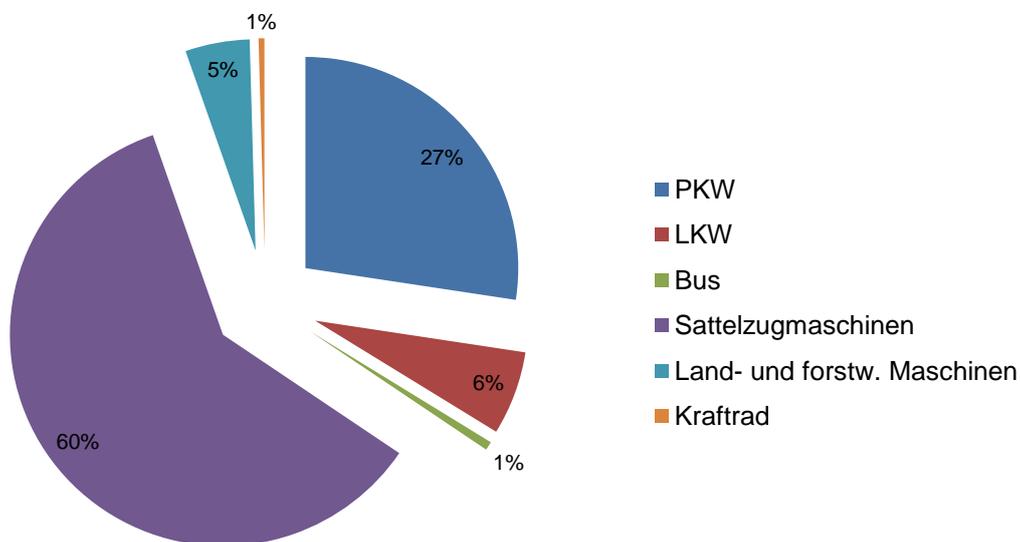


Abbildung 29: Energiebedarf im Sektor Mobilität im Jahr 2012

Den Hauptanteil des Treibstoffverbrauchs verursachen Sattelzugmaschinen. Diese Tatsache zeigt auch, dass sich eine Bilanzierung des Verkehrs innerhalb eines Landkreises schwierig gestaltet, da diese Sattelzüge oft lange Strecken außerhalb des Landkreises zurücklegen, der Sitz der jeweiligen Spedition jedoch lokal festgelegt ist. Das Hauptaugenmerk kann man auf die privaten PKW legen, da deren Energieverbrauch durch die Bevölkerung vor Ort minimiert werden kann. Dies kann einerseits durch die Umstellung auf alternative, umweltfreundliche Antriebe geschehen, andererseits durch eine bessere Nutzung und auch ein besseres Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs. Auch der geringe Anteil von Bussen am Energieverbrauch zeigt deutlich, dass dieser im Landkreis nicht ausreichend genutzt wird. Tabelle 9 gibt einen Überblick zur Entwicklung der Zulassungszahlen in den vergangenen vier Jahren.



Tabelle 9: Zulassungszahlen im Landkreis Straubing-Bogen 2010 bis 2013 (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Kraftfahrzeugart	2010	2011	2012	2013
<b>PKW - Benzin</b>	40.311	40.229	40.116	39.660
<b>PKW - Diesel</b>	16.138	17.145	18.328	19.731
<b>PKW - Flüssiggas</b>	492	527	580	631
<b>PKW - Hybrid</b>	28	51	41	58
<b>LKW - Benzin</b>	135	145	148	152
<b>LKW - Diesel</b>	2.561	2.751	2.804	2.885
<b>Bus - Diesel</b>	118	115	112	115
<b>Zugmaschinen - Sattelzug</b>	3.826	3.831	3.839	3.814
<b>Zugmaschinen - Landwirtschaft</b>	7.792	7.940	8.145	8.237
<b>Kraftrad - Benzin</b>	7.160	7.359	7.539	7.697

Der Landkreis geht auch im Bereich der E-Mobilität mit gutem beispielsweise durch die Teilnahme am E-Wald Projekt, der Initiierung eines Modellprojekts mit einem Elektrobus zwischen Straubing und Viechtach, der Einrichtung einer Biomethantankstelle und diversen Forschungsvorhaben zu Biokraftstoffen beim Thema der alternativen Antriebsmöglichkeiten vorangeht. Diese Potenziale gilt es zu nutzen und die Vorteile dieser Technologien müssen an die Bevölkerung übermittelt werden.

Aufgrund der Komplexität dieses Bereiches kann das Thema Verkehr in den Ausführungen des Energienutzungsplans nicht detaillierter als hier dargestellt untersucht werden.

### 4.3 Potenzialanalyse

Im Folgenden werden die Potenziale in den Bereichen Energieeinsparung und Effizienzsteigerung (Abschnitt 4.3.1) und erneuerbare Energien (Abschnitt 4.3.2) dargestellt.

Die Potenziale der verschiedenen Energieträger werden auf unterschiedliche Art und Weise ermittelt, woraus sich die Problematik ergibt, dass einige Potenziale detaillierter bestimmt werden können als andere. Oft ist es auch nicht notwendig oder zu zeitaufwendig die Potenziale bis ins letzte Detail zu untersuchen. Daher ist es zweckmäßig die Potenziale nach der Art der Bestimmung zu unterscheiden. In der Literatur wird zumeist nach vier Typen von Potenzialen unterschieden, wobei die ursprünglich ermittelten Zahlen kontinuierlich durch bestimmte Restriktionen reduziert werden. Es handelt sich um das theoretische, technische, wirtschaftliche und erschließbare Potenzial (Kaltschmitt, 2013). Ersichtlich ist diese Unterteilung in Abbildung 30.

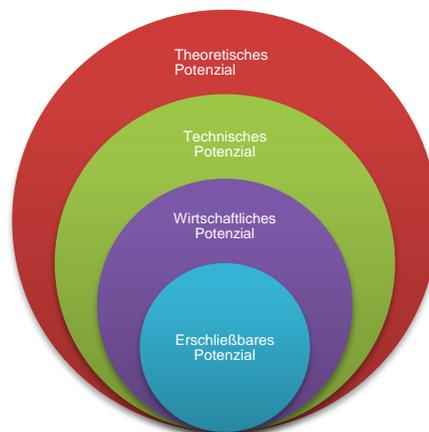


Abbildung 30: Darstellung der Potenziale

#### Theoretisches Potenzial

Hier wird das physikalisch nutzbare Potenzial beschrieben, das innerhalb eines bestimmten Zeitraums in einem definierten Gebiet maximal verfügbar ist. Da jedoch noch eine Vielzahl von Einschränkungen berücksichtigt werden muss, ist dieses Potenzial in der Praxis bedeutungslos, bildet aber die Basis für weitere Betrachtungen (Bsp.: Umweltschutzaufgaben wie Wasserrecht oder Naturschutzaufgaben).

#### Technisches Potenzial

Das theoretische Potenzial wird durch technische Restriktionen, sowie strukturelle und ökologische Gegebenheiten vor Ort beschränkt. Diese unüberwindbaren Einschränkungen lassen auf das technisch realisierbare Potenzial schließen. Aufgrund klar definierter Randbedingungen wird es bei gängigen Potenzialermittlungen bevorzugt verwendet (Bsp.: Abstand zu Bebauungen, Höhenunterschied von Wasserläufen, Regionalplanung, usw.).



### Wirtschaftliches Potenzial

Das wirtschaftliche Potenzial wird wesentlich von sich laufend ändernden Randbedingungen bestimmt. Dazu zählen diverse Kosten- und Preisentwicklungen, auf deren Basis unterschiedliche Szenarien betrachtet werden müssen. Insgesamt sollen die spezifischen Kosten konventioneller Technologien nicht überschritten werden (Bsp.: Windhöfigkeit, Förder- oder Umlagen aus KWKG oder EEG, usw.).

### Erschließbares Potenzial

Weil das wirtschaftliche Potenzial nur auf lange Zeit gesehen realisiert und durch verschiedene Faktoren beeinträchtigt werden kann, spricht man auch von einem erschließbaren Potenzial oder Erwartungspotenzial. Dabei werden Anpassungsprozesse und mögliche Restriktionen berücksichtigt (Eigentumsverhältnisse, politischer Wille, usw.).

Das „erschließbare Potential“ kann z.B. aus politischen Gründen auch außerhalb des „wirtschaftlichen Potenzials“ liegen. Bleibt jedoch immer innerhalb der Grenzen des „technischen Potenzials“. „Unüberwindbare Einschränkungen“ bleiben bis zur Änderung der (technischen) Möglichkeiten „unüberwindbar“.

### 4.3.1 Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz

Vorab ist festzuhalten, dass die Klimaschutzziele des Bundes nur erreicht werden können, wenn neben dem Ausbau erneuerbarer Energien die Aktivitäten im Bereich der Gebäudesanierungen forciert werden.

Daher werden vor der Ermittlung des Ausbaupotenzials regenerativer Energieträger, zunächst die Möglichkeiten zur Energieeinsparung und Verbesserungsmaßnahmen zur effizienten Erzeugung und Nutzung von Energie überprüft. Diese werden für die einzelnen Sektoren Privathaushalte, Gewerbe- und Industriebetriebe und öffentliche Liegenschaften dargestellt.

#### 4.3.1.1 Private Haushalte

Im Bilanzjahr 2012 beliefen sich bei den privaten Haushalten des Landkreises Straubing-Bogen der thermische Endenergiebedarf auf 816.822 MWh<sub>th</sub> und der elektrische Energieverbrauch auf 125.660 MWh<sub>el</sub> (siehe Abschnitt 4.2). Dies entspricht rd. 67 % des gesamten Wärmebedarfs und rd. 28 % des gesamten Strombedarfs.

##### 4.3.1.1.1 Gebäudesanierung

###### 4.3.1.1.1.1 Grundlagen der Potenzialermittlung

Hinsichtlich baulicher Maßnahmen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung sind einzelne Teilbereiche an Wohngebäuden zu betrachten. Abbildung 31 gibt einen Überblick zu möglichen Ursachen für erhöhte thermische Energieverluste in einem privaten Haushalt. Neben den hohen Verlusten durch unzureichende Dämmmaßnahmen bei Wänden, Keller und Dach, spielt auch die Stärke der Fensterverglasung sowie das Nutzerverhalten hinsichtlich der Gebäudelüftung eine große Rolle. Mit einem Anteil von 29 % ist ein veraltetes Heizsystem oft ein großer Faktor, der zu einem hohen Energieverbrauch beiträgt. Hier ist eine Umstellung auf effiziente Energieerzeugungsanlagen zu forcieren. Etwa 54 % der Energieverluste lassen sich durch Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden beheben und 17 % der Verluste sind durch eine Anpassung des persönlichen Nutzerverhaltens zu beheben.

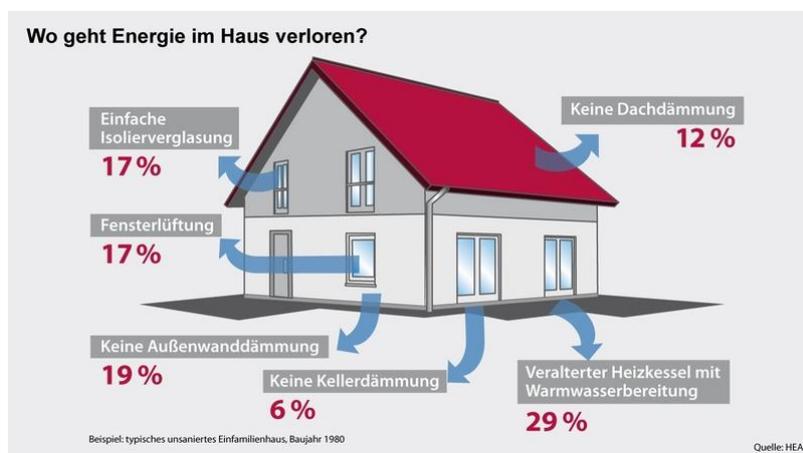


Abbildung 31: Darstellung der Energieverluste in einem privaten Wohngebäude (BDEW)



Für die Sanierungsberechnungen wurde umfassend auf Daten aus dem Zensus von 2011 zurückgegriffen. Zunächst wurde für alle Gemeinden des Landkreises die Anzahl der Gebäude ermittelt, die ein Gebäudealter erreicht haben, bei dem eine energetische Sanierungsmaßnahme notwendig bzw. üblicherweise durchgeführt wird. Es wurde angenommen, dass Gebäude, die in den Jahren 1948 - 1978 errichtet wurden (Baualter: 36 - 65 Jahre im Jahr 2014) zur Sanierung anstehen. Für Gebäude der Baujahre von 1991 - 2000 (Baualter: 14 - 25 Jahre im Jahr 2014) kann mit dem Austausch der Heizung gerechnet werden. In Tabelle 10 sind die Anzahl der Gebäude im Bestand und der Anteil der Gebäude, die zur nächsten energetischen Maßnahme anstehen eingetragen.

#### 4.3.1.1.2 Basisdaten und Szenarienbildung für die Ermittlung der Sanierungspotenziale

Im Landkreis sind 85,6 % aller Wohngebäude Einfamilienhäuser (EFH). Der Anteil dieser Gebäudeklasse an den Wohngebäuden der Gemeinden liegt dabei zwischen 74 und 96 %. Der Anteil der Einfamilienhäuser nach Gemeinde, bei denen eine energetische Maßnahme ansteht, ist in Abbildung 32 graphisch dargestellt und liegt im Mittel bei 55 %. Bei etwa zwei Dritteln der Maßnahmen im Landkreis handelt es sich voraussichtlich um eine Sanierung des Gebäudes.

Den größten Anteil des Heizwärmebedarfs der Gemeinden haben dem folgend die Einfamilienhäuser. Abbildung 33 zeigt, dass 84,6 % der Energie zu Heizungszwecken die EFH verbrauchen, 9,5 % die Mehrfamilienhäuser, 4,9 % die Doppelhaushälften und 1,0 % die Reihenhäuser.

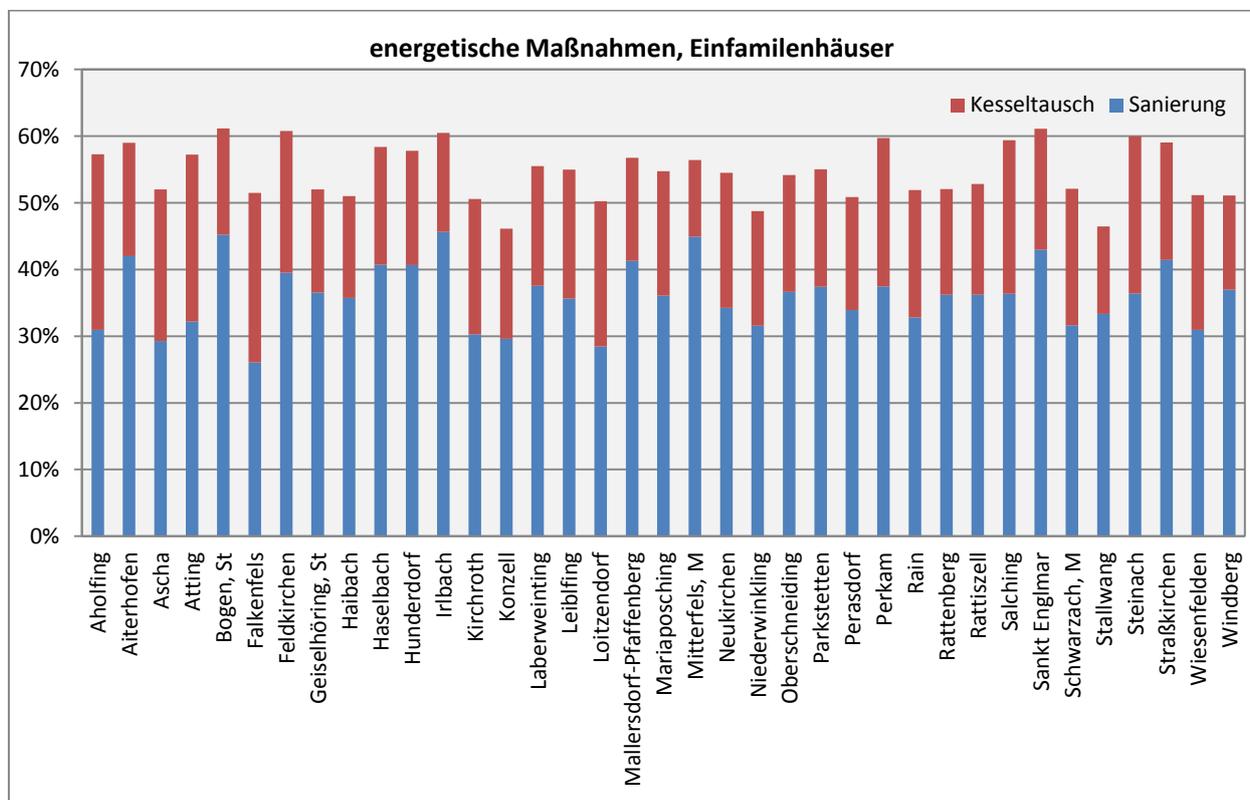


Abbildung 32: Energetische Maßnahmen bei Einfamilienhäusern (EFH)

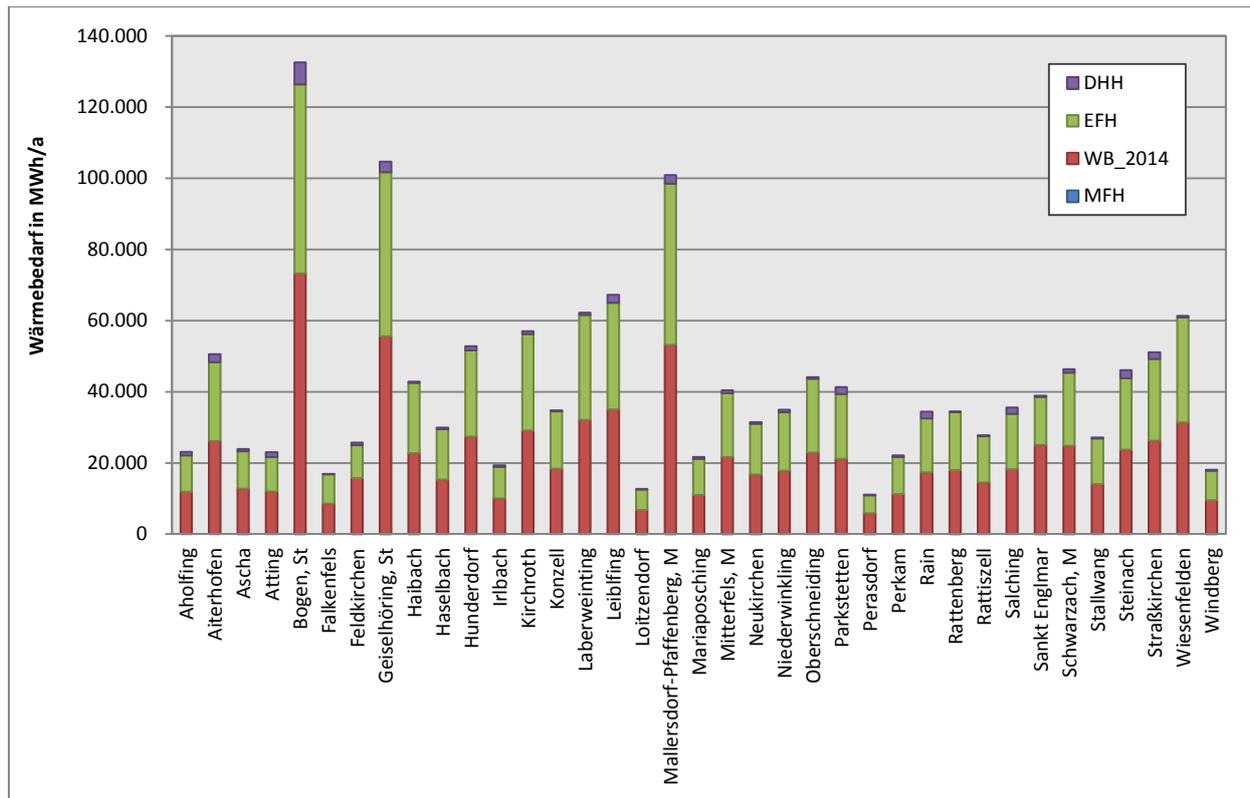


Abbildung 33: Heizwärmebedarf im Gebäudebestand (2014)

Aus dem Anteil der sanierungsbedürftigen Gebäude jedes Gebäudetyps, wurde für jede Gemeinde eine Sanierungsquote pro Gebäudetyp ermittelt. In Gemeinden in denen besonders viele Gebäude eines Typs stehen, die eine energetische Sanierungsmaßnahme erwarten, liegt die Sanierungsquote höher als im Durchschnitt. Bezogen auf alle Gebäude eines Typs wurde die Sanierungsquote gemäß den folgenden drei Szenarien festgelegt:

- natürliche Sanierung: Sanierungsquote 0,8 %<sup>3</sup>
- erhöhte Sanierung: Sanierungsquote 1,5 %
- verstärkte Sanierung: Sanierungsquote 3,0 %

Eine Sanierungsquote von 3,0 % über lange Zeiträume zu erreichen erfordert hohe Investitionen vieler Immobilienbesitzer. Ohne hohe Anreize wird eine derartige Steigerung der Sanierung nicht aus dem Stand zu erreichen sein und sich auch nicht fortsetzen lassen. Die Berechnungen mit einer 3,0 % Sanierungsquote zeigen jedoch als Maximalwert die Grenzen der Ergebnisse einer stark ambitionierten Sanierung von Gebäuden.

<sup>3</sup> <http://ddiv.de/hp693/Umfrageergebnis-Im-Schnecken-tempo-zum-energie-neutralen-Gebäudebestand-150-Bundesregierungs-muss-handeln-sonst-scheitert-die-Energiewende.htm>, 12.06.2014



#### 4.3.1.1.3 Sanierungspotenziale der einzelnen Gemeinden und des Landkreises

Für die Gemeinden werden, bei einer Sanierungsquote von 0,8 % die Wärmeeinsparungen erwartet, die in Abbildung 34 dargestellt sind. In Abbildung 35 ist die Prognose für eine Sanierungsquote von 1,5 % abgebildet.

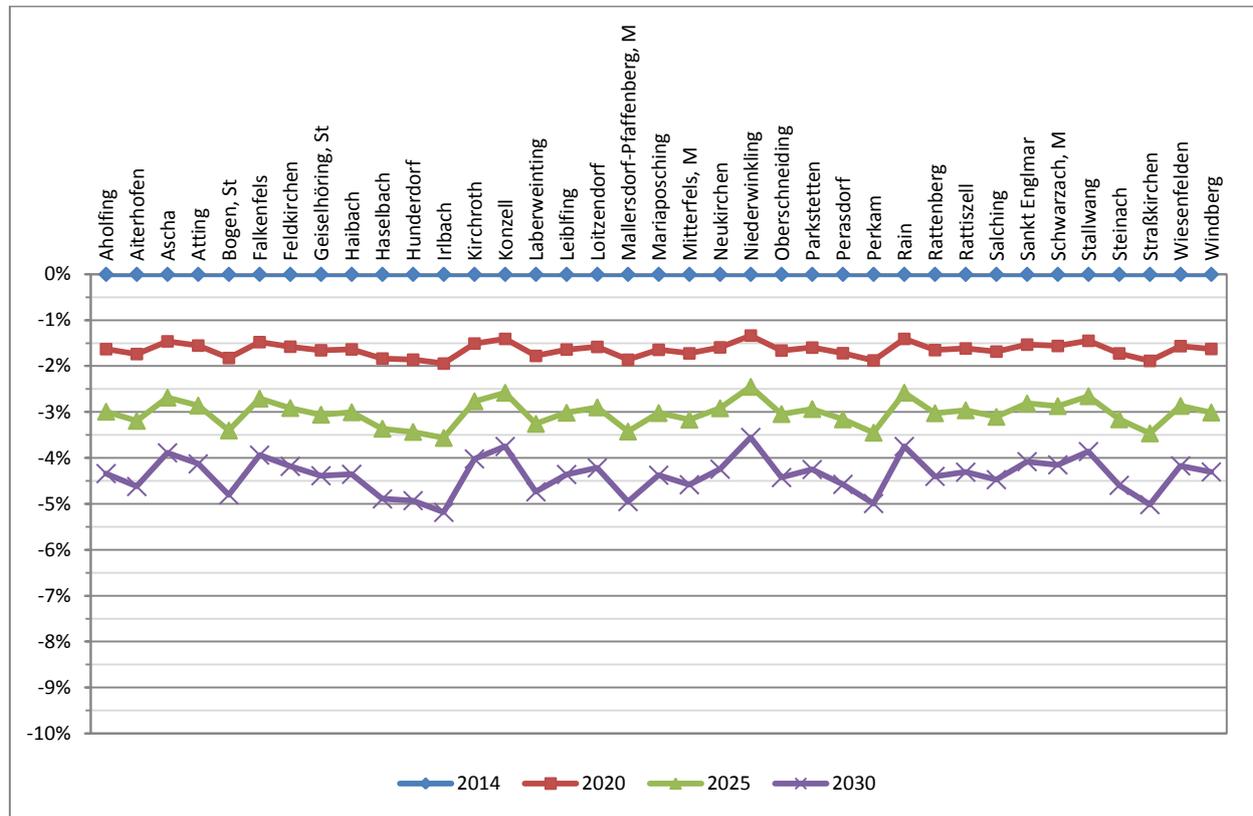


Abbildung 34: Einsparung Wärmeverbrauch (Trend: Sanierungsrate: 0,8 %)

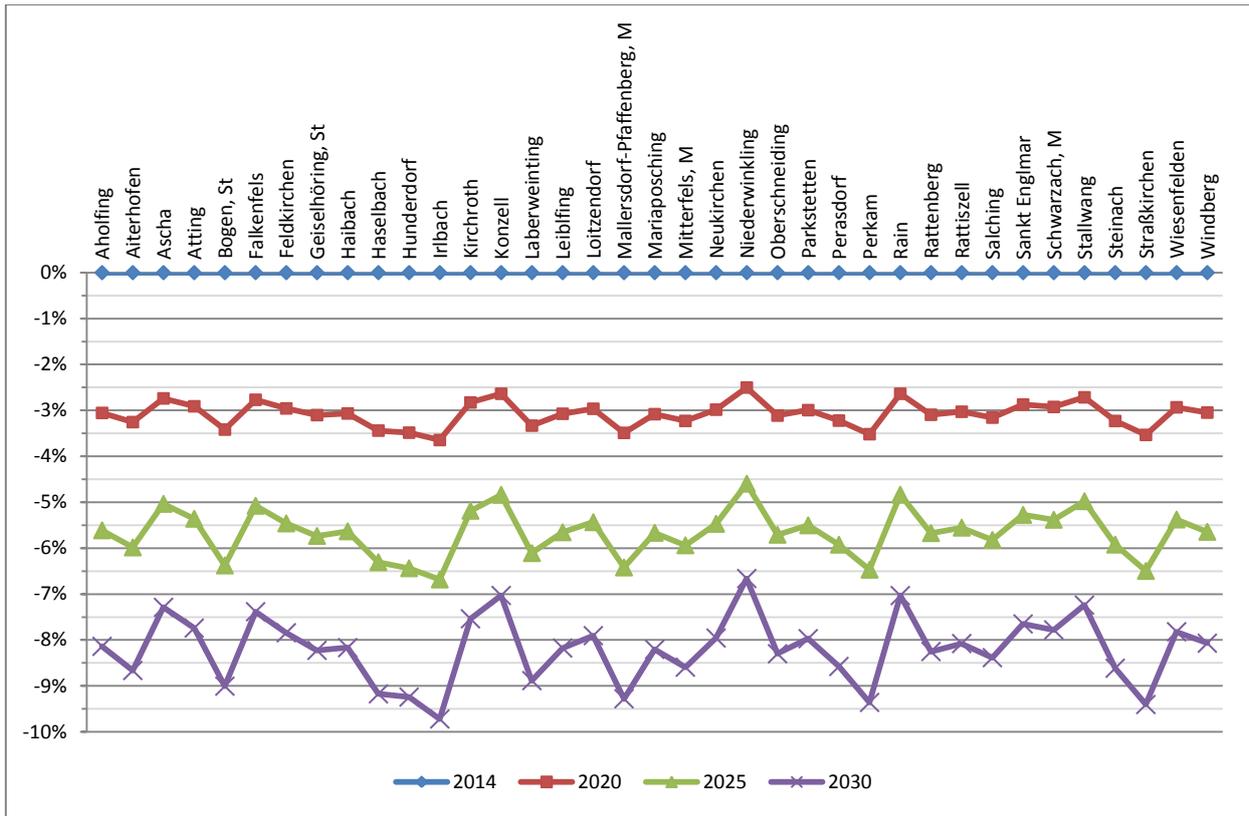


Abbildung 35: Einsparung Wärmeverbrauch (Moderat: Sanierungsrate: 1,5 %)

Für den Landkreis haben die Sanierungsszenarien den relativen Wärmeverbrauch zur Folge, der in Abbildung 36 dargestellt ist. Bezugswert ist der berechnete Wärmeverbrauch zu Heizzwecken für 2014 von 817.000 MWh/a.

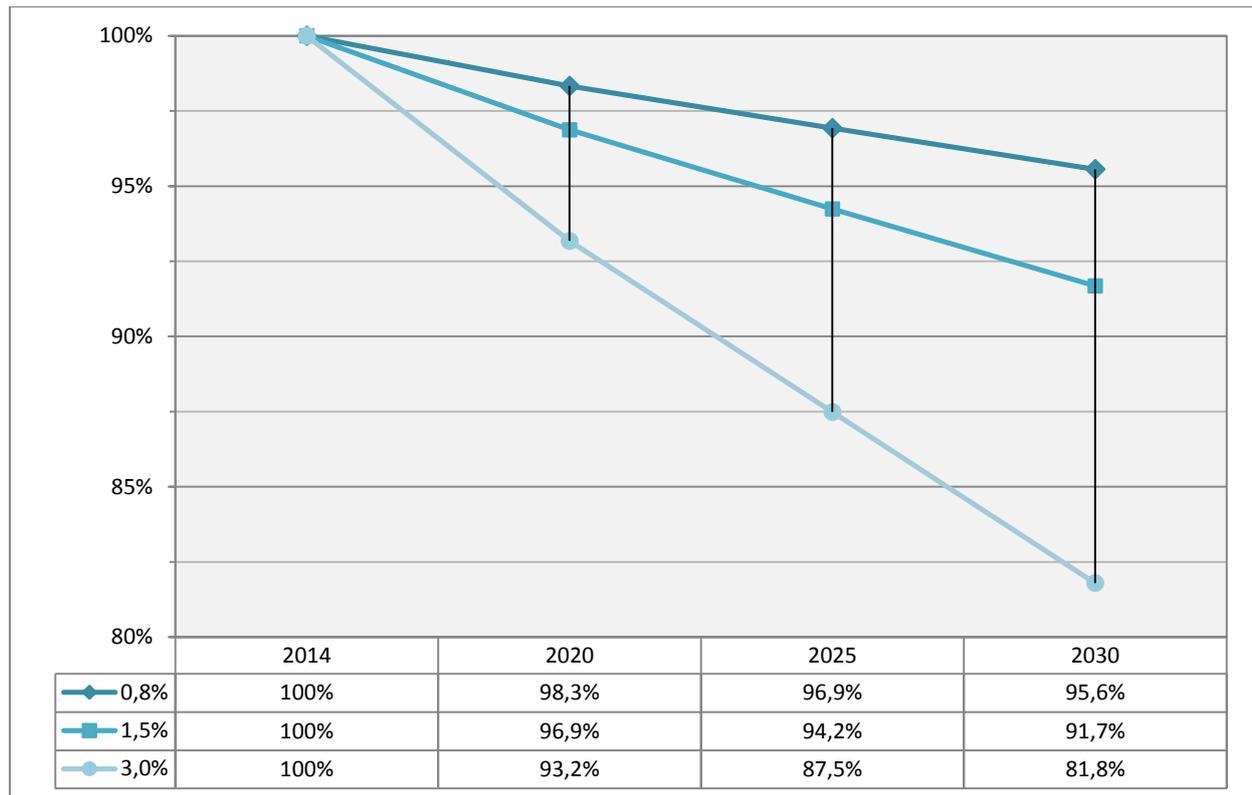


Abbildung 36: Relativer Wärmeverbrauch nach Sanierungsmaßnahmen (Bezugswert: 817 GWh<sub>th</sub>/a)

In Tabelle 10 ist die Anzahl der Wohngebäude, unterschieden in ihre Bauformen in den Gemeinden des Landkreises aufgeführt. Daneben ist der Anteil der Gebäude eingetragen, die gemäß ihrer Baualtersklasse für eine energetische Maßnahme prädestiniert sind. Die Einfärbung der Tabellenfelder markiert spaltenweise die Größenordnung der Anteile des Gebäudebestands. Je dunkler die Grünfärbung, desto höher der Anteil im Vergleich aller Gemeinden des Landkreises.

Für Gebäude der Baualtersklassen 1949 - 1978 steigt die Wahrscheinlichkeit der Durchführung einer Sanierungsmaßnahme, während Gebäude die zwischen 1991 und 2000 errichtet wurden eine erste Heizungserneuerung erwarten lassen. Im Landkreis stehen somit für 35% aller Wohngebäude Sanierungen an. Ein Kesseltausch wird bei 20% des Wohngebäudebestands notwendig.

Tabelle 10: Wohngebäude zur energetischen Sanierung

Gebäudetyp	Einfamilienhaus				Doppelhaushälfte				Reihenhaus				Mehrfamilienhaus				Wohngebäude gesamt			
	Gemeinde	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch
Bogen, St	2.143	45%	16%	61%	368	23%	36%	59%	262	27%	33%	60%	78	35%	8%	42%	2.851	40%	20%	60%
Feldkirchen	344	40%	21%	61%	55	13%	44%	56%	46	74%	20%	93%	12	25%	25%	50%	457	39%	24%	63%
Geiselhöring, St	1.847	37%	15%	52%	181	21%	40%	61%	78	17%	32%	49%	68	28%	0%	28%	2.174	34%	18%	52%
Haibach	700	36%	15%	51%	19	47%	37%	84%	6	100%	0%	100%	33	36%	18%	55%	758	37%	16%	52%
Kirchroth	1.060	30%	20%	51%	55	29%	33%	62%	15	0%	40%	40%	36	42%	17%	58%	1.166	30%	21%	51%
Konzell	564	30%	16%	46%	18	50%	0%	50%	3	100%	0%	100%	41	24%	15%	39%	626	30%	16%	46%
Laberweiting	1.095	38%	18%	56%	42	33%	17%	50%	4	0%	0%	0%	33	27%	0%	27%	1.174	37%	17%	54%
Leiblfing	1.095	36%	19%	55%	118	15%	61%	76%	22	27%	41%	68%	62	34%	11%	45%	1.297	34%	23%	57%
Mallersdorf-Pfaffenberg	1.677	41%	16%	57%	130	28%	41%	68%	34	18%	65%	82%	67	40%	9%	49%	1.908	40%	18%	58%
Oberschneiding	805	37%	18%	54%	38	16%	45%	61%	3	0%	100%	100%	26	23%	23%	46%	872	35%	19%	54%
Parkstetten	818	37%	18%	55%	157	28%	31%	59%	34	35%	18%	53%	18	50%	17%	67%	1.027	36%	20%	56%
Rattenberg	588	36%	16%	52%	9	0%	0%	0%	6	0%	0%	0%	24	38%	0%	38%	627	35%	15%	50%
Sankt Englmar	468	43%	18%	61%	21	43%	14%	57%	19	32%	0%	32%	31	29%	19%	48%	539	42%	17%	59%
Steinach	797	36%	24%	60%	162	8%	58%	66%	6	0%	0%	0%	30	0%	20%	20%	995	30%	29%	59%
Wiesenfelden	1.118	31%	20%	51%	38	42%	24%	66%	9	33%	0%	33%	34	29%	26%	56%	1.199	31%	20%	52%
Loitzendorf	211	28%	22%	50%	9	33%	0%	33%	0	0%	0%	0%	9	0%	0%	0%	229	28%	20%	48%
Rattiszell	464	36%	17%	53%	15	0%	20%	20%	3	0%	0%	0%	27	22%	0%	22%	509	34%	16%	50%
Stallwang	465	33%	13%	46%	18	0%	17%	17%	3	100%	0%	100%	19	21%	0%	21%	505	32%	13%	45%
Ascha	400	29%	23%	52%	46	26%	52%	78%	12	0%	75%	75%	12	25%	0%	25%	470	28%	26%	54%

Gebäudetyp	Einfamilienhaus				Doppelhaushälfte				Reihenhaus				Mehrfamilienhaus				Wohngebäude gesamt			
Gemeinde	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen	Anzahl	Sanierung	Kessel-tausch	Energetische Maßnahmen
Falkenfels	334	26%	25%	51%	13	0%	46%	46%	0	0%	0%	0%	12	0%	0%	0%	359	24%	25%	50%
Haselbach	555	41%	18%	58%	24	25%	63%	88%	0	0%	0%	0%	13	0%	31%	31%	592	39%	20%	59%
Mitterfels, M	670	45%	11%	56%	45	27%	27%	53%	28	0%	46%	46%	30	30%	10%	40%	773	42%	14%	55%
Hunderdorf	908	41%	17%	58%	51	29%	29%	59%	20	100%	0%	100%	37	41%	8%	49%	1.016	41%	17%	58%
Neukirchen	514	34%	20%	54%	34	38%	26%	65%	10	30%	0%	30%	33	27%	0%	27%	591	34%	19%	53%
Windberg	319	37%	14%	51%	12	0%	75%	75%	22	18%	27%	45%	6	100%	0%	100%	359	36%	17%	52%
Aholfing	475	31%	26%	57%	79	8%	62%	70%	6	50%	0%	50%	10	30%	30%	60%	570	28%	31%	59%
Atting	435	32%	25%	57%	115	3%	63%	66%	10	30%	70%	100%	10	0%	40%	40%	570	26%	34%	59%
Perkam	462	37%	22%	60%	20	30%	70%	100%	3	0%	0%	0%	7	43%	0%	43%	492	37%	24%	61%
Rain	713	33%	19%	52%	180	7%	45%	52%	18	17%	50%	67%	12	25%	50%	75%	923	27%	25%	53%
Mariaposching	424	36%	19%	55%	40	15%	23%	38%	6	50%	50%	100%	12	25%	25%	50%	482	34%	20%	54%
Niederwinkling	675	32%	17%	49%	56	11%	23%	34%	16	38%	0%	38%	22	27%	0%	27%	769	30%	17%	47%
Perasdorf	177	34%	17%	51%	3	0%	0%	0%	3	100%	0%	100%	3	0%	0%	0%	186	34%	16%	50%
Schwarzach, M	737	32%	20%	52%	72	13%	40%	53%	21	43%	0%	43%	30	30%	0%	30%	860	30%	21%	51%
Aiterhofen	859	42%	17%	59%	180	12%	32%	44%	24	13%	38%	50%	23	39%	13%	52%	1.086	36%	20%	56%
Salching	633	36%	23%	59%	138	4%	70%	74%	49	20%	55%	76%	13	23%	31%	54%	833	30%	33%	63%
Iribach	377	46%	15%	60%	22	27%	0%	27%	3	100%	0%	100%	6	0%	50%	50%	408	44%	14%	59%
Straßkirchen	908	41%	18%	59%	117	26%	47%	73%	30	20%	40%	60%	12	25%	25%	50%	1.067	39%	22%	60%

#### 4.3.1.1.2 Effizienzsteigerung beim Stromverbrauch

Abbildung 37 zeigt die typische Struktur des Stromverbrauchs in privaten Haushalten. Daraus erschließen sich diverse Ansatzpunkte zur Senkung des Stromverbrauchs. Neben der Anpassung des Nutzerverhaltens, beispielsweise durch Vermeidung von Stand-By-Betrieben bei Elektrogeräten, liegt das Potenzial vor allem in der Nutzung effizienter Elektrogeräte und Beleuchtungsmittel.

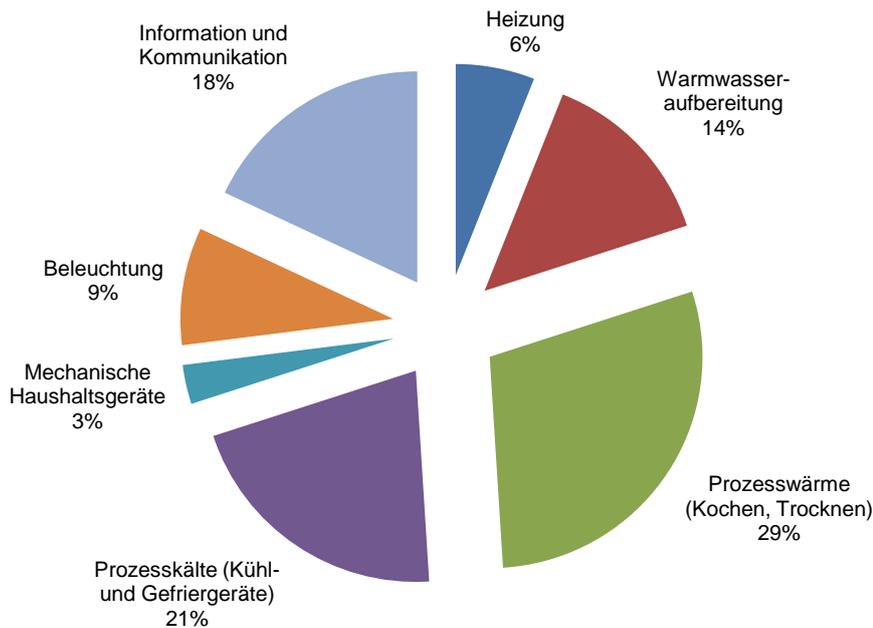


Abbildung 37: Struktur des Stromverbrauchs von Haushalten nach Anwendungsbereichen im Jahr 2012 (RWI, Stand 10/2013)

Ein Ansatzpunkt ist die Anschaffung effizienter Geräte im Bereich der Heizung und Warmwasserversorgung (Anteil ca. 20 %).

##### Beispiel Heizungspumpentausch (Umwälzpumpe):

Bewährt haben sich bspw. gemeinsame Aktionen von regionalen Heizungsfirmen und Gemeinden zum Tausch von alten, ineffizienten Heizungspumpen.

Abbildung 38 weist ein Einsparpotenzial neuer Heizungspumpen gegenüber alten mit jährlich rd. 360 kWh bei 6.000 Betriebsstunden pro Jahr aus. Bei einem mittleren Strompreis für Kleinverbraucher und Privatkunden von 28,8 ct/kWh ergibt sich somit eine finanzielle Einsparung von jährlich über 100 €. Die Anschaffungskosten von ca. 450 € werden somit nach fünf Jahren amortisiert.

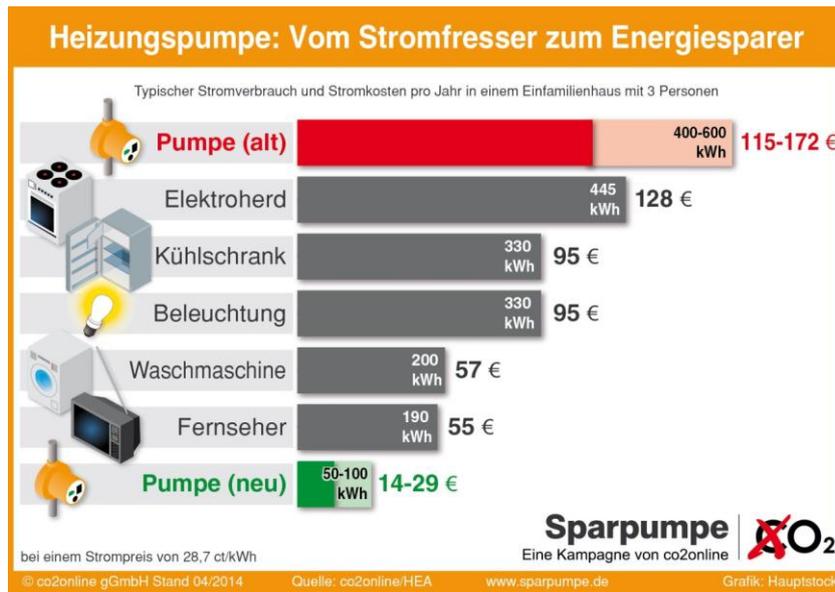


Abbildung 38: Typischer Stromverbrauch neuer und alter Heizungspumpen (co2online, Stand 04/2014)

Auch die Erzeugung von Prozesswärme bzw. -kälte kann durch den Einbau effizienter Kühlschränke oder Elektroherde optimiert werden. Das Einsparpotenzial beträgt insgesamt rd. 50 %.

#### Beispiel: Austausch von Kühl-Gefrier-Geräten

Betrachtet man das Beispiel in Abbildung 39, wird der Kostenunterschied und damit die Energieersparnis effizienter Kühlgeräte deutlich. Der Stromverbrauch kann um ein Drittel reduziert werden, wodurch man sich innerhalb von 15 Jahren 315 € an Kosten einsparen kann. Man muss jedoch bedenken, dass sowohl Investitionskosten, als auch Amortisationszeit im Vergleich zum Austausch der Heizungspumpen deutlich höher sind. Der Ersatz eines alten Gerätes ist daher v.a. nach dem Ende der Lebensdauer (ca. 15-20 Jahre) zu empfehlen.

#### Kostenvergleich: Altgerät gegen A+++-Gerät

	Altgerät	Besonders energieeffizientes Gerät
<b>Kühl-Gefrier-Kombination</b>		
Energieeffizienzklasse	Baujahr 2000	A+++ / Baujahr 2012
Stromverbrauch	450 kWh	140 kWh
Stromkosten		
1 Jahr	117,00 €	36,00 €
15 Jahre	1.755,00 €	540,00 €
Anschaffungskosten		900,00 €
Ersparnis		<b>315 €</b>

Berechnungsgrundlage: Strompreis 0,26 €/kWh

Quelle: HEA

Abbildung 39: Kostenvergleich einer Kühl-Gefrier-Kombination (HEA - Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V.)

Mit 18 % haben Multimedia- und Bürogeräte mittlerweile einen sehr großen Anteil am Stromverbrauch in einem privaten Haushalt. Abbildung 40 verdeutlicht diese Entwicklung, bei der sich der Anteil zwischen den Jahren 1996 und 2009 in diesem Beispiel um 18 % erhöht hat. Dies ist vor allem auf die steigende durchschnittliche Anzahl an Geräten, z.B. durch mehrere PC und Fernseher in einem Haushalt, zurückzuführen. Es gilt darauf zu achten, auch bei diesen Geräten die Energieeffizienz zu berücksichtigen. Ein PC mit Monitor und Laserdrucker verbraucht z.B. mehr als fünf Mal so viel Strom, wie ein Laptop mit Tintenstrahldrucker, was für den Privatbereich im Normalfall ausreichend ist.

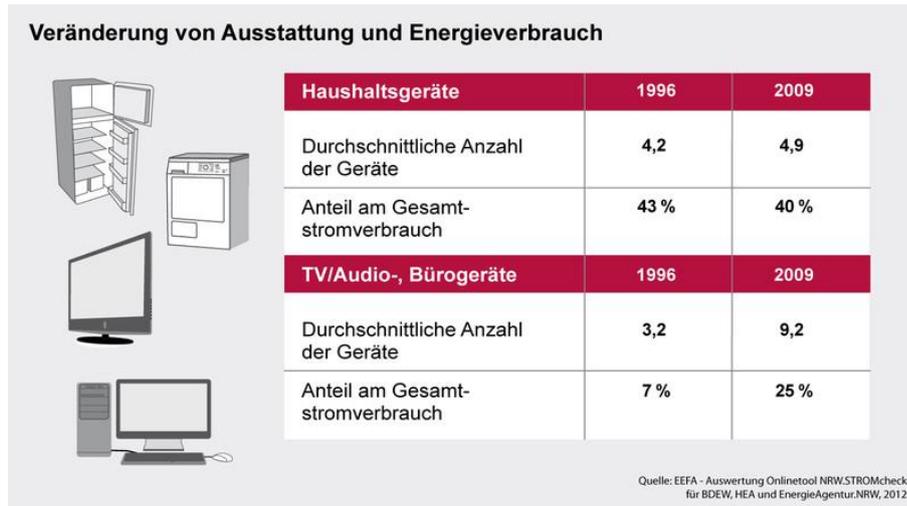


Abbildung 40: Steigerung des Stromverbrauchs durch TV/Audio- und Bürogeräte

Auch die Beleuchtung im Wohnhaus ist ein aktuelles Thema, da alte Glühbirnen mittlerweile nicht mehr am Markt erhältlich sind und somit zwangsläufig Einsparungen durch effizientere Energiesparlampen oder LED-Leuchtmittel erzielt werden. Bisher verursacht die Beleuchtung mit 9 % nur einen geringen Anteil des Stromverbrauchs, der weiter sinken wird. Einen Überblick zu Einsparpotenzialen einzelner Leuchtmittel gibt Tabelle 11.

Tabelle 11: Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher Leuchtmittel

Glühbirne	LED-Lampe	Energiesparlampe	Halogenlampe
15 Watt	1 – 3 Watt	3 – 5 Watt	ca. 10 Watt
25 Watt	4 – 5 Watt	5 – 7 Watt	ca. 15 Watt
40 Watt	6 – 8 Watt	7 – 9 Watt	ca. 20 Watt
60 Watt	9 – 12 Watt	11 – 15 Watt	ca. 30 Watt
75 Watt	13 – 15 Watt	15 – 20 Watt	ca. 40 Watt
100 Watt	16 – 20 Watt	20 – 23 Watt	ca. 50 Watt
120 Watt	21 – 24 Watt	23 – 26 Watt	ca. 60 Watt

Abbildung 41 zeigt eine Berechnung der Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Stromverbrauch des Jahres 2012. Die Aufteilung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten basiert auf den Angaben aus Abbildung 37, umgelegt auf die Wohngebäude in den einzelnen Gemeinden.

Dabei lässt sich unter den gegebenen Rahmenbedingungen eine **Einsparung von etwa 21,2 %** im Landkreis Straubing-Bogen erzielen. Der Stromverbrauch reduziert sich dabei nominal von 125.600 MWh<sub>el</sub> auf 99.020 MWh<sub>el</sub>.

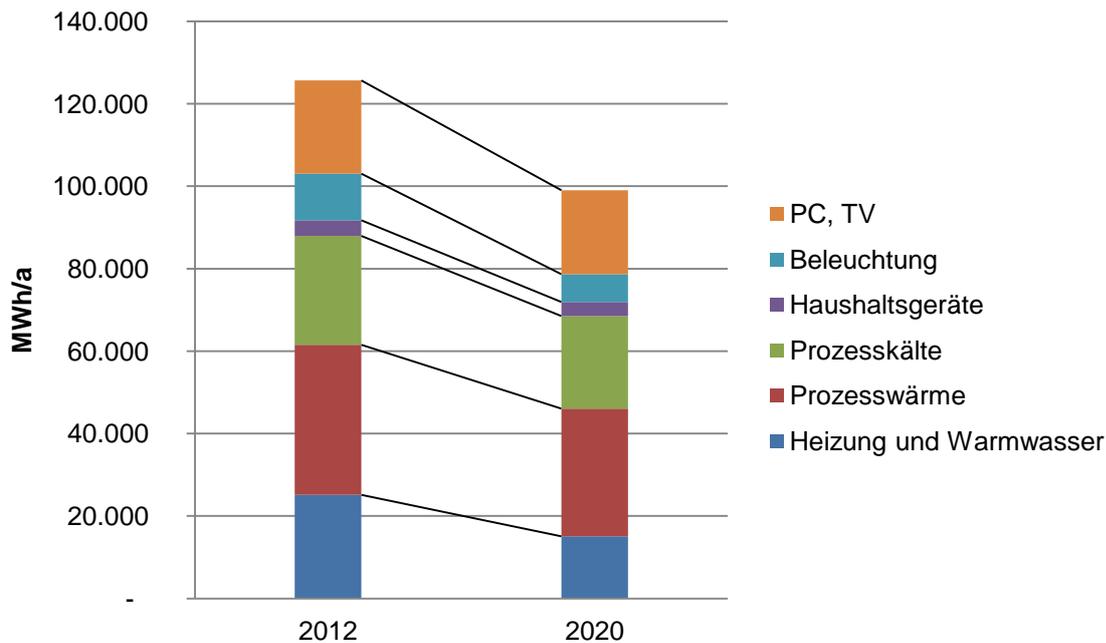


Abbildung 41: Einsparpotenziale beim Stromverbrauch privater Haushalte

Hinterlegt ist ein moderates Einsparscenario durch geringintensive Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den einzelnen Teilbereichen. Vor allem im Bereich Heizung und Warmwasser lassen sich durch den kontinuierlichen Austausch ineffizienter Heizungspumpen deutliche Einsparungen ermitteln. Durch die Neuinstallation einer Effizienzpumpe in allen Gebäuden, die vor dem Jahr 2000 gebaut wurden, kann der Stromverbrauch theoretisch um bis zu 70 % reduziert werden. Die Einsparungen durch den Einbau effizienter Elektroherde oder Kühlgeräte sind groß, aber mit hohen Investitionskosten verbunden. Zudem ist die Lebensdauer dieser Geräte meist höher anzusetzen. Eine deutliche Effizienzsteigerung von Leuchtmitteln wird sich aufgrund von EU-Regulierungen weiterhin fortsetzen. In den kommenden Jahren werden zunehmend nur noch Energiespar- und LED-Lampen am Markt verfügbar sein. Im Bereich der Informations- und Kommunikationsmittel wird von einer geringen Effizienzsteigerung ausgegangen. Die Energieeinsparungspotenziale durch Weiterentwicklung dieser Geräte werden durch eine zunehmende Verbreitung der Geräte in alle Bereiche des Lebens aufgezehrt.



#### 4.3.1.2 Öffentliche Liegenschaften

##### 4.3.1.2.1 Optimierung der thermischen Energieversorgung

Durch die Erneuerung alter Heizanlagen in den kommunalen Liegenschaften, kann die Effizienz deutlich gesteigert werden und damit auch Einsparungen beim thermischen Energieverbrauch erzielt werden. Ein weiteres Potenzial birgt die Optimierung bestehender Wärmenetze durch Erhöhung der Anschlusszahl. Einhergehend mit Einsparmaßnahmen im Heizungssystem ist auch die Gebäudesanierung im öffentlichen Bereich ein großes Thema.

Die effiziente Versorgung kommunaler Gebäude muss von den jeweiligen Gemeinden selbst gesteuert werden. Vor allem Kommunen in den walddreichen Gebieten des nördlichen Landkreises können das große Holzpotenzial für sich nutzen. Vor allem die Gemeinden Rattenberg und Sankt Englmar sollten dabei über ein zentrales Biomasseheizwerk nachdenken. Im ersten Schritt wurde in den Workshops im Rahmen der Erstellung des Energienutzungsplans ein Wärmekonzept für den Ort Rattenberg entwickelt (vgl. Kapitel 7.5.3.1). Auch in den vier Gemeinden der Verwaltungsgemeinschaft Rain werden die kommunalen Gebäude überwiegend mit konventionellen Systemen beheizt. Daher sollte man auch hier über neue Wärmeversorgungskonzepte nachdenken. Ein Ansatz kann die Abwärmenutzung der Biogasanlage in der Gemeinde Aholting sein.

Zusammenfassend wird auf die Ausweisung eines konkreten Einsparpotenzials für die gesamten öffentlichen Liegenschaften verzichtet, da zu den einzelnen Gebäuden und Heizsystemen zu wenige Detailinformationen vorhanden sind. Der kontinuierliche Anstoß neuer Projekte, z.B. durch stetige Überprüfung der Liegenschaften im Rahmen eines kommunalen Energiemanagements, kann zur stetigen Verbesserung der effizienten Wärmeversorgung aller öffentlichen Gebäude beitragen.

##### 4.3.1.2.2 Effizienzsteigerung in kommunalen Einrichtungen

Während die kleineren Schul- und Verwaltungsgebäude in den Gemeinden nur einen relativ geringen Teil zum Stromverbrauch beitragen, verursachen vor allem Anlagen zur Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie die Straßenbeleuchtung einen hohen Bedarf an elektrischer Energie. Daher ist es von großer Bedeutung die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz in der Straßenbeleuchtung sowie beim kommunalen Großverbraucher Kläranlage zu untersuchen.

Im Bereich der Straßenbeleuchtung wurden von den Kommunen in den vergangenen Jahren bereits einige Maßnahmen zur Umstellung auf energieeffiziente Leuchtmittel in die Wege geleitet. In Abschnitt 4.2.2.2.1 findet man in Tabelle 5 einen Überblick zu aktuellen Planungen im Bereich der Straßenbeleuchtung in den einzelnen Kommunen. Bei einer weiteren kontinuierlichen Umstellung der Straßenbeleuchtung in allen Gemeinden des Landkreises kann man bis zum Jahr 2020 von einer Reduktion des Stromverbrauchs um etwa 51 % von 5.500 MWh<sub>el</sub> auf etwa 2.800 MWh<sub>el</sub> ausgehen.

Neben der Straßenbeleuchtung sind vor allem kommunale Kläranlagen die großen Stromverbraucher jeder Gemeinde. Eine Vielzahl von Kläranlagen wurde in den 1980er Jahren errichtet und seitdem wurden oft nur geringfügige Sanierungsarbeiten durchgeführt oder einzelne Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ergriffen. Mittlerweile wurde im April 2013 von der



Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) ein Arbeitsblatt entwickelt, das die Vorgehensweise für die Durchführung einer Energiestudie an Kläranlagen vorgibt. In diesem DWA-Arbeitsblatt A-216 werden Richtwerte für den Energieverbrauch von kommunalen Kläranlagen nach deren Ausbaugröße angegeben (vgl. Tabelle 12). Bei den dabei durchgeführten Untersuchungen ergibt sich die Tatsache, dass etwa 40 % aller kommunalen Kläranlagen mehr Strom verbrauchen als der Durchschnitt.

Tabelle 12: Durchschnittlicher Energieverbrauch kommunaler Kläranlagen (DWA A-216)

Größenklasse	Einwohnergleichwerte [EW]	Durchschnittlicher Energieverbrauch [kWh je EW]
1	< 1.000	50,16
2	1.000 - 5.000	41,90
3	5.001 - 10.000	39,00
4	10.001 - 100.000	35,00
5	> 100.000	32,49

Im Landkreis Straubing-Bogen befinden sich derzeit 39 kommunale Kläranlagen. Davon lassen sich 29 kleine Anlagen der Größenklasse 1 zuordnen, während 23 Klärwerke der Größenklasse 2 zu finden sind. Vier der Kläranlagen werden der Größenklasse 3 zugeordnet und die drei größten befinden sich im unteren Leistungsbereich der Größenklasse 4.

#### 4.3.1.2.3 Maßnahmenempfehlungen

Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch werden in diesem Sektor, anstatt von Einsparpotenzialen, konkrete Maßnahmen empfohlen. Diese werden in Kapitel 7 zu dargestellt. Neben der Konzeptionierung einer Nahwärmeversorgung im Ort Rattenberg (Kapitel 7.1, Maßnahme 2), werden Maßnahmen zur weiteren Optimierung der Straßenbeleuchtung (Kapitel 7.1, Maßnahme 16) und zur Untersuchung von Potenzialen zur Effizienzsteigerung in kommunalen Kläranlagen (Kapitel 7.1, Maßnahme 15) empfohlen.



#### 4.3.1.3 Gewerbe und Industrie

Die exakte Identifikation von Einsparpotenzialen in diesem Sektor ist schwierig, da diese von diversen Faktoren beeinflusst wird. Mit kleinen und mittelständischen Unternehmen, Betrieben aus dem Einzelhandel, Bürogebäuden, landwirtschaftlichen Betrieben und Industrieunternehmen mit prozessspezifischen Energieverbräuchen kann man keine übergreifende Empfehlung für Maßnahmen zur Energieeinsparung geben.

Ein Ansatzpunkt ist die Beratung energieintensiver Unternehmen im Landkreisgebiet. Der Landkreis Straubing-Bogen möchte Potenziale zur Energieeinsparung bei energieintensiven Unternehmen nutzen und deshalb im Rahmen eines Projekts der Bioenergie-Region Straubing-Bogen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in den Betrieben untersuchen (siehe Kapitel 7.1, Maßnahme 17)

Insgesamt hat der Landkreis bzw. das Landratsamt nur bedingt Einfluss auf die Pläne der einzelnen Unternehmen und Betriebe. Für die Entwicklung eines einheitlichen Konzepts zum Umgang mit den Unternehmen ist eine Zusammenarbeit mit der lokalen Handwerkskammer und der Industrie- und Handelskammer sowie mit der Stadt Straubing anzustreben. Das Angebot im Rahmen der Bioenergie-Region Straubing-Bogen sich an übergreifenden Energiestudien zu beteiligen ist jedoch ein wichtiger Schritt, der für die Unternehmen noch konkretisiert werden muss (siehe Kapitel 7.1, Maßnahme 18).



## 4.3.2 Erneuerbare Energien

Den letzten Teil des Energie-3-Sprungs bildet der Ausbau der erneuerbaren Energien. Dieser beinhaltet sowohl die Erzeugung regenerativen Stroms als auch die Erzeugung regenerativer Wärme. In den nachfolgenden Abschnitten sind die Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energien zur Erzeugung von Strom und Wärme beschrieben.

### 4.3.2.1 Definition Potenziale der erneuerbaren Energien

In Tabelle 13 ist ersichtlich, welche Potenziale für die einzelnen Energieträger ermittelt wurden und wie diese im Energienutzungsplan dargestellt werden.

*Tabelle 13: Übersicht der ausgewiesenen und dargestellten Potenzialarten (Quelle: ARGE Bayerischer Gemeindetag)*

Erneuerbare Energie	Potenzialart	Darstellung
<b>Solarthermie / PV-Dachanlagen</b>	Technisches Potenzial	tabellarisch
<b>PV-Freiflächen</b>	Wirtschaftliches Potenzial (nach geltendem EEG)	kartografisch
<b>Biogas / Biomasse</b>	Technisches Potenzial	kartografisch
<b>Abwärme</b>	Technisches Potenzial, falls möglich	kartografisch
<b>Oberflächennahe Geothermie</b>	Quantifizierung nur für Neu- baugebiete, dort Ausweisung des technischen Potenzials	kartografisch
<b>Tiefengeothermie</b>	Quantifizierung nicht möglich, daher keine Ausweisung ei- nes Potenzials	kartografisch
<b>Windkraft</b>	Technisches Potenzial	kartografisch
<b>Wasserkraft</b>	Technisches Potenzial	kartografisch
<b>Wärmenetz</b>	Wirtschaftliches Potenzial	kartografisch



#### 4.3.2.2 Bioenergie

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Potenziale zur Energieerzeugung aus fester Biomasse und landwirtschaftlichen Substraten und Reststoffen aufgezeigt. Der Vorteil der Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung liegt in einer möglichen Bevorratung der Rohstoffe und der Möglichkeit der Energiespeicherung (bspw. Biogas). Somit ist eine Anpassung der Energiebereitstellung an die wechselnde Energienachfrage möglich.

##### 4.3.2.2.1 Biogas

###### 4.3.2.2.1.1 Grundlagen und Basisdaten

Die Potenziale zur Energieerzeugung aus Biogas setzen sich zusammen aus dem Potenzial aus dem Anbau von Energiesubstraten (z.B. Maisanbau) und dem Potenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen (z.B. Gülle, Mist, etc.). Für die Ermittlung der Potenziale wurden Daten zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche und den Viehbeständen im Landkreis Straubing-Bogen herangezogen. Es handelt sich dabei vornehmlich um Daten aus der Kommunalstatistik des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung. Zur Ermittlung der Biogaspotenziale aus den oben beschriebenen Datensätzen wurde auf Kennwerte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR, 2013) zurückgegriffen.

Im Landkreis Straubing-Bogen sind bereits 26 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 8,3 MW elektrischer Leistung installiert. Hinzu kommt eine Biogasanlage in Aiterhofen mit einer äquivalenten elektrischen Leistung von 4 MW, die das entstehende Biogas nach einer Aufbereitungsstufe in das Erdgasnetz einspeist. Für den Anbau der hierfür nötigen Substrate müssen rd. 6.000 Hektar landwirtschaftlicher Fläche genutzt werden. Dies entspricht in etwa 8 % der gesamten im Landkreis Straubing-Bogen verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche die bereits heute für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung bewirtschaftet werden. Abbildung 42 zeigt für die Gemeinden mit einer oder mehrerer Biogasanlagen die für den Substratanbau benötigten landwirtschaftlichen Flächen im Vergleich zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche der jeweiligen Gemeinde.

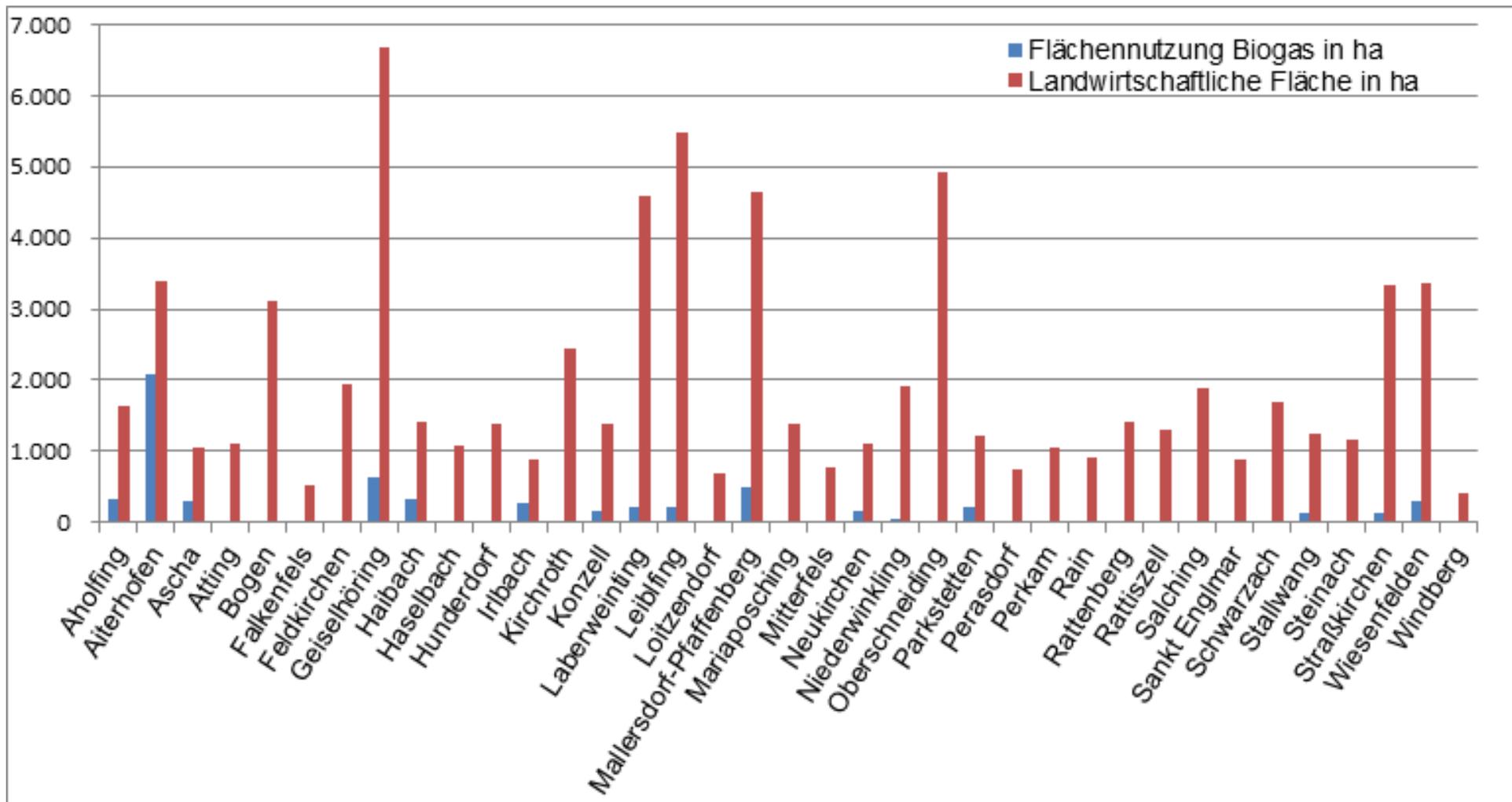


Abbildung 42: Momentane Flächennutzung zur Biogasproduktion (blau) im Vergleich zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche (rot) der Gemeinden

#### 4.3.2.2.1.2 Potenzialbetrachtung

##### Biogas aus landwirtschaftlichen Substraten

Prinzipiell sind sämtliche landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von Substraten zur Biogaserzeugung geeignet. Unter der Annahme, dass 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Substraten genutzt werden, können Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung in Höhe von insgesamt rd. 28 MW<sub>el</sub> betrieben werden. Abzüglich der bereits installierten Anlagen liegt das Zubaupotenzial bei etwa 16,5 MW elektrischer Leistung.

##### Biogas aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Vor einer Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen sollten zuallererst Reststoffe aus der Landwirtschaft wie bspw. Gülle und Mist energetisch genutzt werden. Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass etwa 30 % der anfallenden tierischen Abfälle in Biogasanlagen genutzt werden können. Hieraus ergibt sich das in Tabelle 14 dargestellte Energiepotenzial der landwirtschaftlichen Reststoffe im Landkreis Straubing-Bogen.

Tabelle 14: Energetisches Potenzial aus der Verwertung der landwirtschaftlichen Reststoffe

	Biogasertrag in Nm <sup>3</sup> /a *	Bestand im LK 2012	Biogasertrag in m <sup>3</sup> /a	Energieertrag in MWh/a
<b>Milchkuh</b>	500	13.986	2.098.000	11.500
<b>Rind</b>	560	26.211	4.403.000	24.200
<b>Schwein</b>	105	77.582	2.444.000	13.400
<b>Schaf</b>	105	7.843	247.000	1.400
<b>Pferd</b>	504	940	142.000	800
<b>Huhn</b>	** 252	418.733	314.000	1.700

\* Quelle: (FfE, 2013)

\*\* Biogasertrag je 100 Hühner



## Gesamtpotenzial Biogas

Das Potenzial zur Energieerzeugung aus Biogas setzt sich aus der Vergärung von Substraten und der Vergärung von tierischen Abfällen zusammen. Das Gesamtpotenzial für den Landkreis Straubing-Bogen kann bei Nutzung von 20 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Substratanbau und Nutzung von 30 % der Anfallenden tierischen Abfälle auf die in Tabelle 15 dargestellten Energiemengen beziffert werden.

*Tabelle 15: Strom- und Wärmepotenzial durch Biogaserzeugung im Landkreis Straubing-Bogen (Wärme: Bereitstellungspotenzial abzüglich Eigenwärmebedarf der mit 30 % angenommen wird)*

	Energiepotenzial in MWh/a	Strompotenzial in MWh/a	Wärmepotenzial in MWh/a *
<b>Potenzial aus Substratanbau</b>	420.000	228.000	192.000
<b>Potenzial aus Nutzung tierischer Abfälle</b>	37.000	20.000	17.000
<b>Summe</b>	457.000	248.000	209.000

Vor dem Hintergrund des effizienten Umgangs mit natürlichen Rohstoffen und immer weiter steigenden Pachtpreisen in Folge der steigenden Konkurrenz zwischen Energiepflanzenanbau und Nahrungs- und Futtermittelerzeugung, sollte die Nutzung der tierischen Abfallstoffe zur Energieerzeugung im Vordergrund stehen. Hierfür eignen sich insbesondere Gülle-Vergärungsanlagen bis zu einer installierten Anlagenleistung von 75 kW<sub>el</sub>, da deren wirtschaftlicher Betrieb auf Grundlage der EEG-Vergütung weiterhin realisierbar ist.

Sinnvolle Standorte für neu zu errichtende Gülle-Anlagen wurden im ersten Workshop im nördlichen Landkreis diskutiert.

In Abbildung 43 sind die Nutzungsformen der Flächen dargestellt. Im nördlichen Teil des Landkreises befinden sich viele kleinere Grünlandflächen. Die Weidewirtschaftsflächen sind hier weniger stark örtlich konzentriert als im Gäuboden. In der Ebene konzentriert sich die Weidewirtschaft vor allem auf Flächen nahe dem Fluss „kleine Laber“ und auf den Einzugsbereich der Donau.

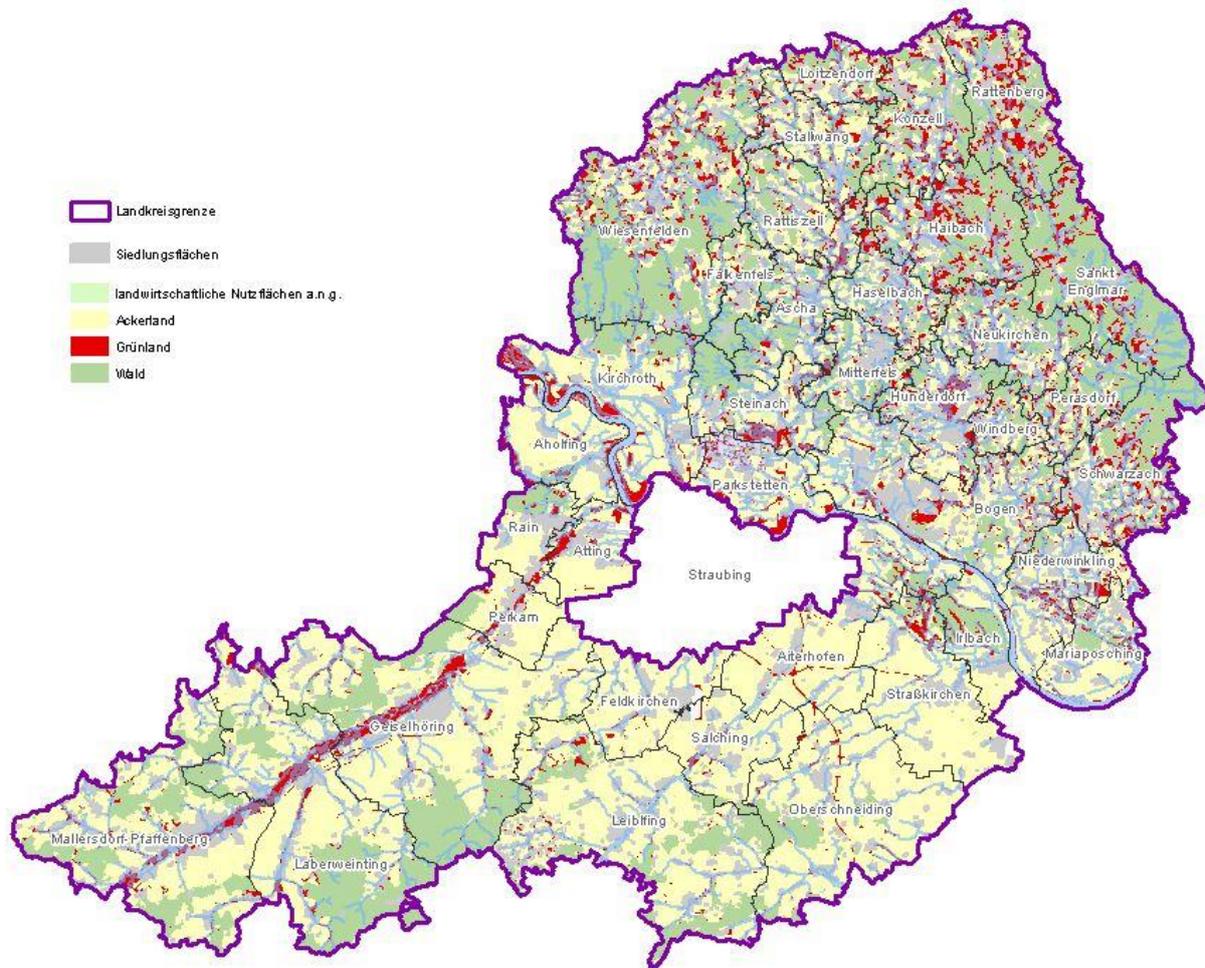


Abbildung 43: Ackerbau, Forst- und Weidewirtschaft

In Abbildung 44 sind die Weideflächen den Ackerflächen gegenübergestellt. Richtung Nordosten nimmt der Anteil der Grünlandflächen zu bzw. der Anteil der Ackerflächen ab. Im Gäuboden überwiegen die Flächen, die für den Ackerbau genutzt werden deutlich.

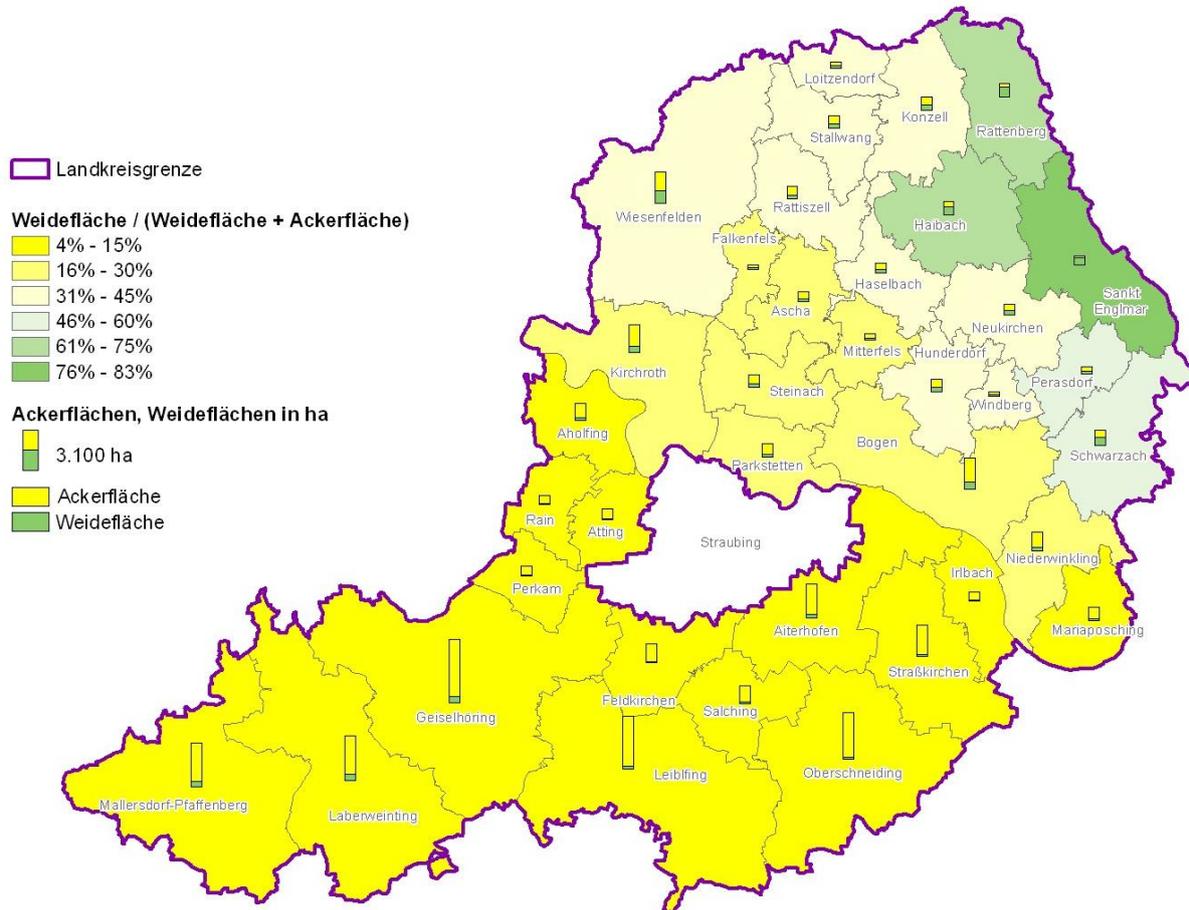


Abbildung 44: Weide- und Ackerflächen im Vergleich

#### 4.3.2.2.2 Feste Biomasse - Biogene Festbrennstoffe

##### 4.3.2.2.2.1 Grundlagen und Basisdaten

Im Landkreis Straubing-Bogen sind rd. 31.300 Hektar und somit 26 % der Gesamtfläche bewaldet. Die meisten und größten Waldflächen gibt es nördlich der Donau im Vorderen Bayerischen Wald. Mit etwa 93 % ist ein Großteil der Waldflächen in Privatbesitz, wobei es sich überwiegend um Kleinwaldbesitzer handelt. So haben rd. 80 % der Waldbesitzer im Landkreis Straubing-Bogen weniger als 5 Hektar Wald. Die Besitzverteilung der Waldflächen ist in der nachfolgenden Tabelle 16 zu sehen.

Tabelle 16: Besitzverteilung der Waldflächen im Landkreis Straubing-Bogen (AELF Straubing, 2012)

	Waldfläche in ha	Anteil in %
<b>Privatwald</b>	29.000	93
<b>Gemeinde-, Körperschafts- und Stiftungswald</b>	700	2
<b>Unternehmen Bayerische Staatsforsten und Bundeswald</b>	1.600	5

Holz ist immer noch der bedeutendste erneuerbare Energieträger. Eine nachhaltige Nutzung ist im Hinblick auf zukünftige Generationen anzustreben. In der Regel sollte dem Wald deshalb nicht mehr Holz entnommen werden, als zuwächst. Das gewonnene Holz sollte außerdem erst stofflich bspw. als Bau- oder Möbelholz genutzt und erst anschließend als „Altholz“ einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Bei der Waldbewirtschaftung fallen immer auch Holz-mengen an, die keiner stofflichen Nutzung zugeführt werden können (z.B. Waldrestholz oder Durchforstungsholz).

Auf den Waldflächen des Landkreises kann mit einem jährlichen Biomassezuwachs in Höhe von 10,1 Festmeter pro Jahr (fm/a) gerechnet werden (FNR, 2012) Für die Potenzialermittlung wird angenommen, dass 25 % des Holzzuwachses nicht stofflich genutzt sondern direkt der energetischen Nutzung zugeführt werden. Dem jährlichen Energiepotenzial durch den Holzzuwachs auf Forstflächen stehen die bereits heute in den Bestandsanlagen genutzten Holzmen-gen gegenüber. Um diese zu ermitteln wurden die Daten zu den im Landkreis installierten Bio-masseheizwerken und Biomasseheizkraftwerken ausgewertet. Die Daten stammen zum einem aus dem Energie-Atlas Bayern und zum anderen aus der Auflistung der geförderten Biomasse-anlagen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

#### 4.3.2.2.2 Potenzialbetrachtung

Die sich daraus ergebenden Potenziale zur Energieerzeugung aus Holz von forstwirtschaftlichen Flächen ist in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Vorhandenes Ausbaupotenzial im Landkreis Straubing-Bogen

	Einheit	Wert
<b>Waldfläche im Landkreis Straubing-Bogen</b>	ha	31.243
<b>Jährlicher Holzzuwachs</b>	fm/a	315.000
<b>Anteil Energieholz an Holzzuwachs</b>	%	25
<b>Jährliche Energieholzmenge</b>	fm/a	79.000
<b>Absolutes Energiepotenzial</b>	MWh/a	169.000
<b>Energieverbrauch der Bestandsanlagen</b>	MWh/a	168.000
<b>Vorhandenes Ausbaupotenzial</b>	MWh/a	1.000

Tabelle 17 zeigt, dass das Energiepotenzial aus forstlicher Biomasse bereits durch die vorhandenen zentralen Biomasseheizwerke und die durch das BAFA geförderten Biomassezentralheizungen ausgeschöpft wird. Berücksichtigt man die zusätzlich installierten Kleinf Feuerungsanlagen die statistisch nicht erfasst werden, so kann man davon ausgehen, dass das Potenzial zu Energieerzeugung aus forstlicher Biomasse bereits heute gänzlich ausgeschöpft wird, weshalb Holz von außerhalb der Landkreisgrenzen importiert werden muss. Außerdem findet eine nachhaltige, den jährlichen Holzzuwachs abschöpfende, Bewirtschaftung der Wälder meist nur auf Waldgrundstücken mit größeren zusammenhängenden Flächen statt. Die meisten kleinen Privatwaldbesitzer schlagen Holz lediglich für ihren eigenen Wärmebedarf. Der derzeitige Stand der Energieholznutzung in den Gemeinden des Landkreises Straubing-Bogen ist in Abbildung 45 dargestellt.

Die Möglichkeit zur Erschließung weiterer Potenziale im Bereich der festen Biomasse bietet sich durch die Nutzung von landwirtschaftlich wenig geeigneten kommunalen und privaten Flächen für den Betrieb von Kurzumtriebsplantagen. Hierunter versteht man die Anpflanzung von schnell wachsenden Bäumen oder Sträuchern (bspw. Weiden und Pappeln), zur Energiegewinnung, die innerhalb von 3 bis 7 Jahren, je nach Pflanzenart, abgeerntet werden. Der jährliche Energieertrag liegt dabei zwischen 30 und 55 MWh/ha. Den Gemeinden wird empfohlen, diese Potenziale in einer separaten Erhebung in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft zu ermitteln, die derzeit gezielt den Gemeinden hier Hilfestellung bieten (siehe Abschnitt 7, Maßnahme 20).

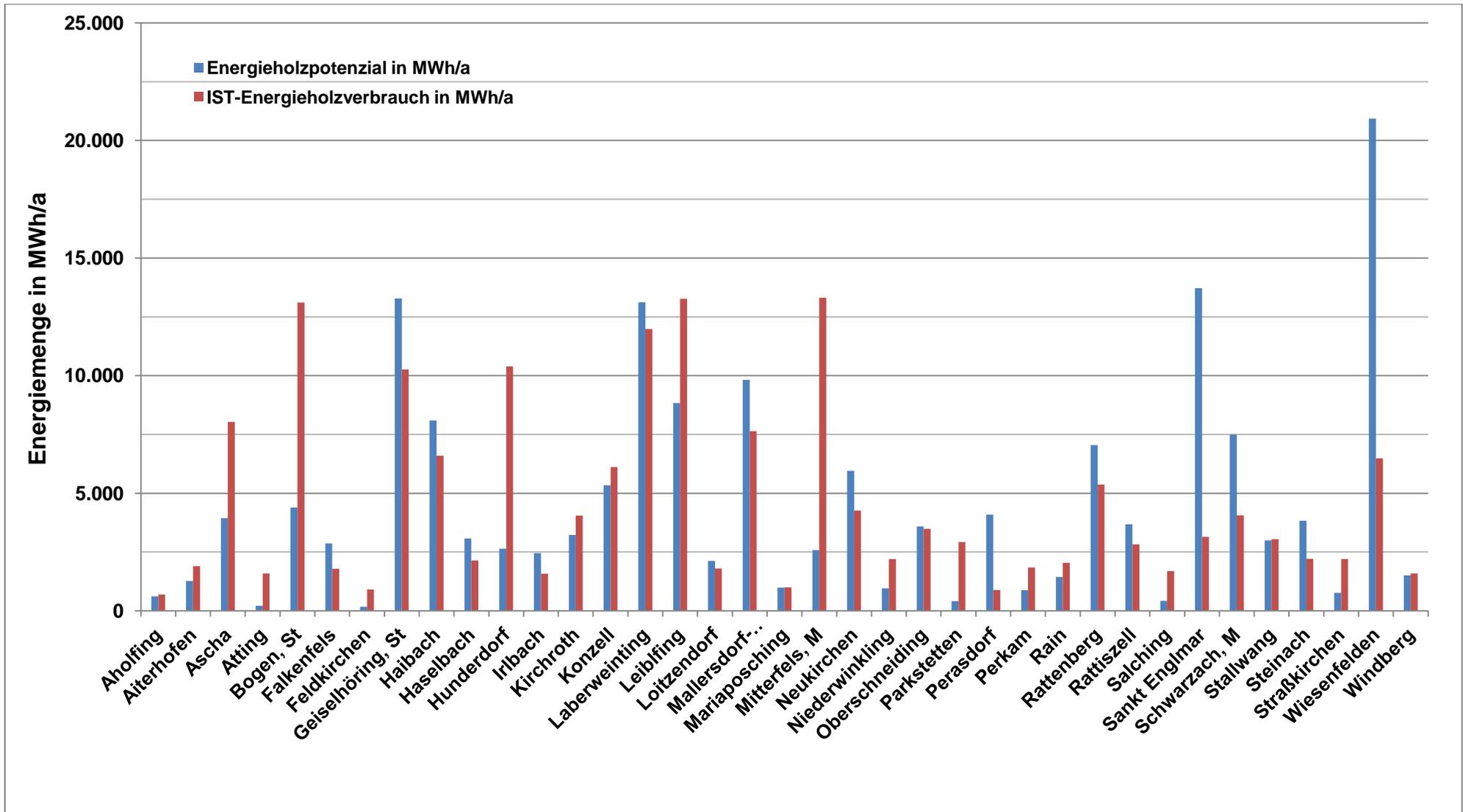


Abbildung 45: Energieholzpotenzial (blau) und derzeitige Energieholznutzung (rot) der Gemeinden im Landkreis Straubing-Bogen in MWh/a



#### 4.3.2.2.3 Biogene Reststoffe

Biogene Reststoffe wie bspw. Landschaftspflegematerial und Biomüll eignen sich ebenfalls zur Erzeugung von Energie. Die im Landkreis Straubing-Bogen anfallenden Bioabfälle werden in der Bioabfallvergärungsanlage in Aiterhofen vergärt und das gewonnene Biogas in einem BHKW verstromt.

Die Garten- und Parkabfälle werden im Kompostwerk Aiterhofen zu hochwertigen Komposten zur Bodenverbesserung aufgearbeitet. Holzige Abfälle wie bspw. Wurzelstöcke oder Äste werden dabei abgetrennt, gehäckselt und anschließend in den Holzheiz(kraft)werken der Region energetisch verwertet.

Die im Landkreis anfallenden biogenen Reststoffe werden zu einem Großteil bereits im bestehenden Kompostwerk und der Bioabfallvergärungsanlage in Aiterhofen energetisch genutzt. Somit wird für biogene Reststoffe kein weiteres Potenzial ausgewiesen.

#### 4.3.2.2.4 Zusammenfassung

Im Bereich der Bioenergie wurden im Landkreis Straubing-Bogen die folgenden Potenziale zur Energieerzeugung ermittelt.

Biogas:

- Durch Substratanbau auf 20 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche
  - Elektrische Energie           228.000 MWh/a
  - Thermische Energie         192.000 MWh/a
  
- Durch Nutzung von 30 % der tierischen Exkrementen
  - Elektrische Energie         20.000 MWh/a
  - Thermische Energie         17.000 MWh/a

Biomasse:

- Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen wird kein zusätzliches Potenzial für die energetische Nutzung fester Biomasse ausgewiesen
- Wichtig ist die Optimierung der Rohstoffmobilisierung, bei der Experten das größte Potenzial erkennen (vgl. Abschnitt 7.1, Maßnahme 18)

Biogene Reststoffe:

- Keine zusätzlichen Potenziale, da die Nutzung im Kompostwerk Aiterhofen bereits sehr effizient ist.

Somit kann man festhalten, dass beim Energieträger Biomasse v.a. die verstärkte Nutzung tierischer Exkrementen zur Biogaserzeugung empfohlen wird. Zudem muss die Gewinnung des Rohstoffs Holz in den Privatwäldern optimiert werden.



### 4.3.2.3 Solarenergie

#### 4.3.2.3.1 Grundlagen und Basisdaten

Die Energiegewinnung aus solarer Strahlungsenergie kann unterschieden werden in die Erzeugung von Strom in Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) und die Erzeugung von Wärme in solarthermischen Anlagen. Solarthermische Anlagen werden in Deutschland fast ausschließlich auf Dächern installiert, da die hierin erzeugte Wärme nicht wirtschaftlich über größere Distanzen transportiert werden kann und somit am Erzeugungsort verbraucht werden muss. Strom kann dagegen über größere Distanzen mit relativ geringen Energieverlusten transportiert werden, weshalb neben PV-Anlagen auf Dächern auch eine Vielzahl von großflächigen PV-Anlagen auf freiem Feld (sog. PV-Freiflächenanlagen) installiert wurden. Die Ausweisung der Potenziale zur Energiegewinnung aus Solarenergie erfolgt deshalb für PV-Freiflächenanlagen und solarthermische als auch photovoltaische Dachanlagen.

In Anlehnung an (Prognos, 2013) wird für die Stromerzeugung durch PV-Dachflächenanlagen (PVD-Anlagen) im süddeutschen Raum ein spezifischer Ertragsfaktor von 1.000 kWh/kW/a und für PV-Freiflächenanlagen (PVF-Anlagen) ein spezifischer Ertragsfaktor von 1.100 kWh/kW/a herangezogen. Für die Wärmeerzeugung in Solarthermieanlagen wird ein spezifischer Ertragsfaktor in Höhe von 280 kWh/(m<sup>2</sup>×a) für Kombianlagen zur Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung angesetzt (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, 2011).

#### 4.3.2.3.2 Potenzialbetrachtung PV-Freiflächenanlagen

Für die Rentabilität privater und öffentlicher Investitionen im Bereich der Freiflächen-Photovoltaik ist die Nutzung der aktuellen Vergütungssituation von entscheidender Bedeutung. Die Ermittlung der Potenziale für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen orientiert sich deshalb an den Vorgaben der aktuellen Förderrichtlinien. Nach EEG 2014 beschränkt sich die Vergütung für Strom aus PV-Freiflächenanlagen auf Anlagen, die längs von Autobahnen und Schienenwegen in einer Entfernung von bis zu 110 Metern errichtet werden. An Autobahnen wurde die geltende Anbauverbotszone berücksichtigt. Für diese grundsätzlich nutzbaren Bereiche erfolgte die Potenzialermittlung unter der Annahme, dass die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage ausschließlich auf bisher landwirtschaftlich nutzbaren Flächen erfolgen soll. Flächen, die eine andere Nutzung aufweisen (bspw. Waldflächen) oder einer besonderen Schutzbedürftigkeit unterliegen (z.B. Natur-, Umwelt- und Landschaftsschutzflächen), wurden aus der Potenzialberechnung herausgenommen.

Außerdem wurden bei der Potenzialberechnung Flächen nicht berücksichtigt, die in einer Pufferzone von 300 m um Siedlungsgebiete (bspw. Wohnbauflächen, Flächen gemischter Nutzung, Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen, etc.) liegen. Hiermit werden die gemeindlichen Entwicklungspotenziale berücksichtigt.



Tabelle 18 zeigt die Potenziale der Stromerzeugung aus PV-Freiflächenanlagen im Landkreis Straubing Bogen.

Tabelle 18: Potenzial von PV-Freiflächenanlagen im Landkreis Straubing-Bogen

	Potenzialfläche in ha	Installierbare Leis- tung in MW	Energieertrag in MWh/a
<b>Aiterhofen</b>	31,0	10,3	10.649
<b>Atting</b>	59,1	19,7	20.260
<b>Feldkirchen</b>	20,2	6,7	6.935
<b>Geiselhöring</b>	28,4	9,5	9.754
<b>Irlbach</b>	4,7	1,6	1.612
<b>Kirchroth</b>	3,3	1,1	1.147
<b>Laberweinting</b>	20,3	6,8	6.963
<b>Mallersdorf- Pfaffenberg</b>	67,0	22,3	22.991
<b>Perkam</b>	20,9	7,0	7.161
<b>Rain</b>	20,3	6,8	6.959
<b>Salching</b>	1,9	0,6	635
<b>Straßkirchen</b>	59,2	19,7	20.311
<b>Gesamt</b>	<b>336,4</b>	<b>112,1</b>	<b>115.379</b>

In Abbildung 46 sind die PV-Freiflächenpotentiale an Schienenverläufen und Schnellstraßen blau markiert. Grüne Flächen stellen Ausschlussflächen des Naturschutzes dar, beige eingefärbt sind die Pufferzonen um die Siedlungsflächen.

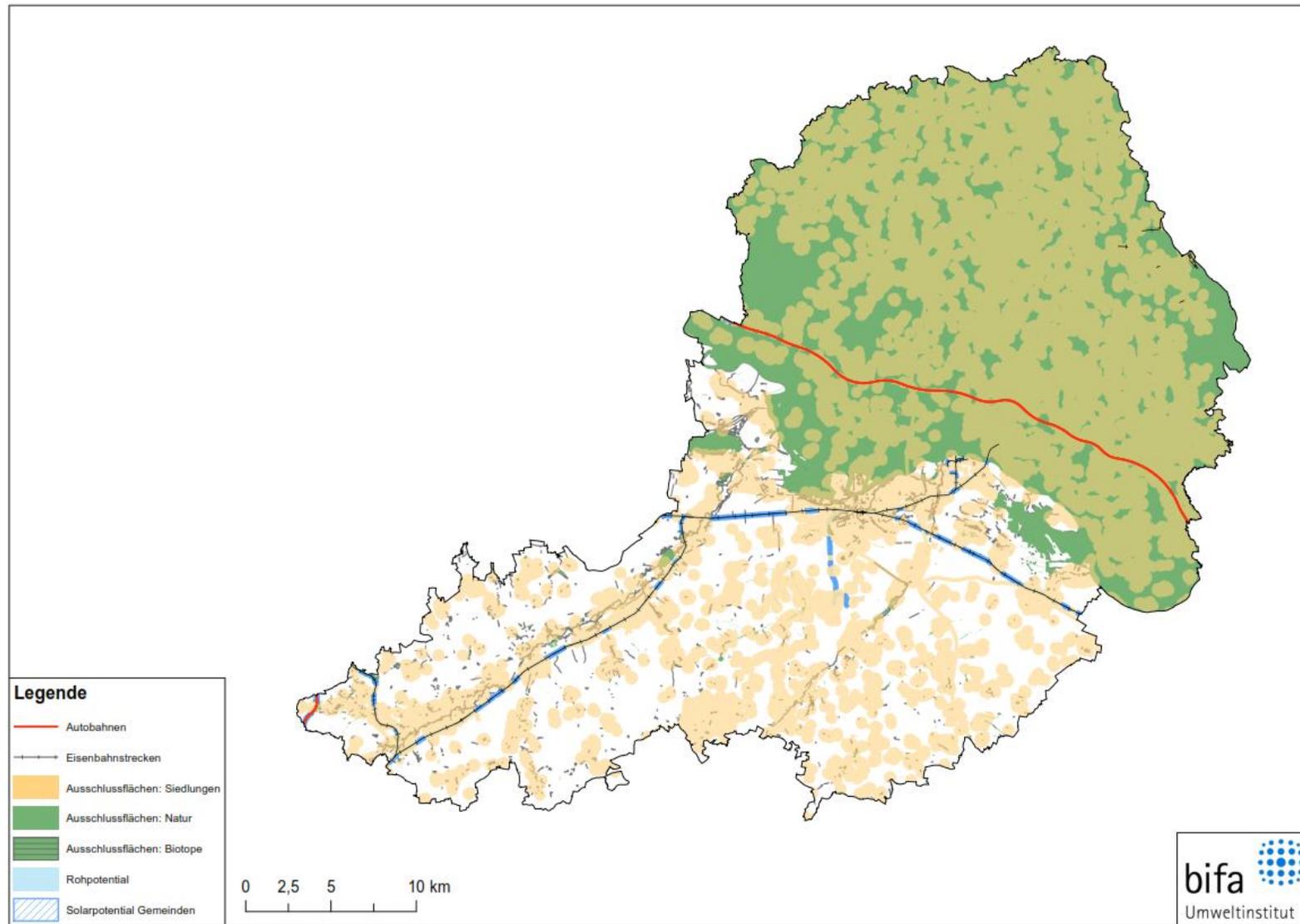


Abbildung 46: PV-Freiflächenpotentiale



#### 4.3.2.3.3 Potenzialbetrachtung PV-Dachflächenanlagen und Solarthermie

Das Potenzial zur Gewinnung von Solarenergie auf Dachflächen beschränkt sich auf geeignete Dachflächen von Wohn- und Nicht-Wohngebäuden, ausgenommen öffentliche und gewerbliche Sonderbauten. Für die Ermittlung der geeigneten Dachflächen wurde der Grad der möglichen Dachnutzung unterschiedlicher Gebäudetypen (z.B. Wohngebäude, Sportstätten, etc.) berücksichtigt.

Für den Landkreis Straubing-Bogen konnte so eine zur Solarenergiegewinnung geeignete Dachfläche von rd. 4,6 Mio. m<sup>2</sup> identifiziert werden. Aufgrund der bereits installierten Leistung von PV- und Solarthermie-Anlagen muss davon ausgegangen werden, dass hiervon bereits eine Fläche von ca. 1,5 Mio. m<sup>2</sup> belegt ist. Es verbleibt somit ein Restpotenzial zur Gewinnung von Solarenergie auf Dächern von rd. 3,1 Mio. m<sup>2</sup>.

Die zur Verfügung stehende Potenzialfläche kann entweder zur Erzeugung von Wärme mittels Solarkollektoren oder zur Erzeugung von Strom mittels Photovoltaik-Modulen erfolgen. Aus diesem Grund werden nachfolgend zwei Szenarien betrachtet:

Szenario 1: 100 % Photovoltaiknutzung

Die noch zu belegenden Potenzialflächen werden ausschließlich zur Erzeugung von Strom in Photovoltaikanlagen genutzt.

Szenario 2: Solarthermie für Warmwasser und Heizungsunterstützung / Photovoltaik

Mittels Solarthermie-Anlagen zur Brauchwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung können im Idealfall rd. 25 % des Gesamtwärmebedarfes der Privathaushalte gedeckt werden (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, 2011). Die hierfür nötigen Dachflächen werden für die solare Wärmeerzeugung bereitgehalten, die übrigen Flächen stehen für die solare Stromerzeugung zur Verfügung.

Die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung in Abhängigkeit der beschriebenen Szenarien sind in Tabelle 19 aufgelistet.



Table 19: Solarenergiepotenzial auf Dachflächen der Gemeinden im Landkreis Straubing-Bogen

	Szenario 1		Szenario 2
	Photovoltaik in MWh/a	Photovoltaik in MWh/a	Solarthermie in MWh/a
<b>Aholting</b>	10.838	9.205	3.582
<b>Aiterhofen</b>	20.768	18.398	5.608
<b>Ascha</b>	9.887	8.184	3.801
<b>Atting</b>	9.033	7.683	3.016
<b>Bogen, St</b>	43.421	37.404	13.525
<b>Falkenfels</b>	6.561	5.348	2.736
<b>Feldkirchen</b>	11.209	9.576	3.559
<b>Geiselhöring, St</b>	45.311	38.841	14.235
<b>Haibach</b>	14.776	12.321	5.524
<b>Haselbach</b>	10.739	8.884	4.182
<b>Hunderdorf</b>	18.040	15.894	5.178
<b>Irlbach</b>	7.077	6.030	2.704
<b>Kirchroth</b>	23.319	19.461	8.643
<b>Konzell</b>	13.276	11.084	4.874
<b>Laberweinting</b>	29.657	25.365	9.493
<b>Leiblfing</b>	33.275	29.083	9.406
<b>Loitzendorf</b>	5.673	4.685	2.180
<b>Mallersdorf-Pfaffenberg, M</b>	34.727	29.813	11.026
<b>Mariaposching</b>	10.285	8.756	3.413
<b>Mitterfels, M</b>	11.947	9.881	4.636
<b>Neukirchen</b>	11.898	10.003	4.197
<b>Niederwinkling</b>	16.170	14.329	4.269
<b>Oberschneiding</b>	24.423	21.749	5.952
<b>Parkstetten</b>	14.012	11.710	5.192
<b>Perasdorf</b>	4.936	4.068	1.867
<b>Perkam</b>	8.905	7.657	2.827
<b>Rain</b>	13.070	11.000	4.679



<b>Rattenberg</b>	12.772	10.549	4.956
<b>Rattiszell</b>	11.339	9.500	4.196
<b>Salching</b>	13.129	11.638	3.769
<b>Sankt Englmar</b>	11.330	9.483	4.167
<b>Schwarzach, M</b>	16.969	14.260	6.030
<b>Stallwang</b>	11.286	9.287	4.398
<b>Steinach</b>	15.063	12.823	5.060
<b>Straßkirchen</b>	20.461	17.586	6.547
<b>Wiesenfelden</b>	26.627	21.672	10.977
<b>Windberg</b>	5.340	4.474	2.475
<b>Gesamt</b>	607.551	517.685	202.876



#### 4.3.2.3.4 Zusammenfassung

Für den Landkreis Straubing-Bogen wurden folgende Potenziale zur Energieerzeugung aus solarer Strahlungsenergie ermittelt:

Photovoltaik:

- PV-Freiflächenanlagen
  - Insgesamt: 115.379 MWh<sub>el</sub>
- PV-Dachanlagen
  - Szenario 1: 607.551 MWh<sub>el</sub>
  - Szenario 2: 517.685 MWh<sub>el</sub>

Solarthermie:

- Solarthermie-Dachanlagen
  - Szenario 2: 202.876 MWh<sub>el</sub>

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sowohl für PV-, als auch für Solarthermie-Anlagen im Landkreis Straubing-Bogen weiterhin ein großes Potenzial vorhanden ist. Unter dem Gesichtspunkt, dass jedoch bereits sehr viele PV-Anlagen mit einer hohen installierten Leistung vorhanden sind (vgl. Abbildung 26), ist es jedoch wichtig, dass der Ausbau der Stromerzeugung durch PV-Anlagen nur noch in einem moderaten Maß erfolgt. Bereits durch die bestehenden Anlagen entstehen große Probleme in den lokalen Stromnetzen bei Spitzenlasten. Wichtig ist hier, ein Nutzungskonzept zur erarbeiten und vor allem die Netzeinspeisung durch intelligenten Eigenverbrauch der erzeugten Energie zu reduzieren (IfnE, 2012).

Solarthermie-Anlagen können eine gute Ergänzung zu bestehenden Gebäudeheizungen sein. Eine öffentliche Informationsoffensive und Aufklärungsarbeit kann zur besseren Ausnutzung des vorhandenen Potenzials beitragen.



#### 4.3.2.4 Windkraft

##### 4.3.2.4.1 Grundlagen und Ausgangssituation

Im Landkreis Straubing-Bogen werden derzeit insgesamt fünf Windenergieanlagen betrieben. Diese sind jedoch alle der Kategorie Kleinwindkraftanlagen zuzuordnen, die im Jahr 2013 lediglich 8.700 kWh in das lokale Stromnetz einspeisen konnten. Das größte und älteste dieser Windräder ist auf der Bernhardshöhe in der Gemeinde Sankt Englmar seit 1994 mit einer installierten Leistung von 48 kW in Betrieb. In den Jahren 2011 bis 2013 wurden vier weitere Kleinanlagen errichtet, deren Leistungsgrößen sich zwischen 1 und 7 kW bewegen. Diese Anlagen besitzen Innovationscharakter, deren Betriebserfahrungen für die Installation und den Betrieb weiterer kleiner Windenergieanlagen im Landkreis Straubing-Bogen genutzt werden sollte.

Beispielsweise denkt das Bioenergiedorf Ascha darüber nach eine Windenergieanlage dieser Größenklasse auf einem Gemeindegebäude zu montieren. Derzeit ist man auf der Suche nach passenden Anbietern mit überzeugendem Anlagenkonzept.<sup>4</sup> Vor allem für einzelne Gewerbebetriebe oder landwirtschaftliche Anwesen bietet dies zukünftig eine interessante Möglichkeit zur Eigenstromerzeugung.

Eine Übersicht zu dieser Thematik bietet die Broschüre „Kleinwindkraftanlagen“, herausgegeben von C.A.R.M.E.N. e.V. im Jahr 2013 (C.A.R.M.E.N. e.V., 2013).

Der Landkreises Straubing-Bogen hat zudem die Entwicklung eines Teilflächennutzungsplanes „Windkraft“ in Auftrag gegeben, mit dessen Fertigstellung und Beschluss im Kreistag 2014 zu rechnen ist. Dort wurden u.a. die Vorgaben aus dem bestehenden Regionalplan für die Planungsregion Donau-Wald mit eingearbeitet. In einigen Gemeinden des Landkreises wurden bereits konkrete Projektansätze vorangetrieben:

- Konzell: In der Gemeinde Konzell wurde im April 2013 eine immissionsschutzrechtlich Genehmigung für eine Windkraftanlage auf dem Himmelberg erteilt. Dort soll bis 2015 eine Windkraftanlage mit einer Leistung von 2 MW errichtet werden.<sup>5</sup>
- Laberweinting / Geiselhöring: Bereits im Jahr 2012 fand eine Informationsveranstaltung über Planungen zum „Windpark Straubing-Bogen 1“ statt.<sup>6</sup> Dort sind auf dem Gebiet zwischen der Gemeinde Laberweinting und der Stadt Geiselhöring fünf Windkraftanlagen in der Diskussion, die sich im Bereich von Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebieten aus dem Regionalplan befinden würden. Bisher kam es noch zu keiner Umsetzung dieses Projekts. Laut Informationen von Seiten des Landratsamts gibt es zwar weiterhin Interessenten aus der Windbranche, die Planungen ruhen jedoch derzeit aufgrund der ungewissen Rechtslage.

<sup>4</sup> Aussage von Herrn Bürgermeister Zirngibl im Rahmen der Steuerungsrunde am 19.12.2013

<sup>5</sup> <http://www.landkreis-straubing-bogen.de/DynDox/6BBF51D3-2CAF-4E25-9EF3-2BBF1863E3B8/Amtsblatt%20Nr.%208%202013.pdf>

<sup>6</sup> <http://web.idowa.de/home/archiv/artikel/2012/07/19/angst-vor-laerm-und-schatten.html>, Zugriff am 13.06.2014



#### 4.3.2.4.2 Basisdaten

Während der Erstellung des Energienutzungsplans wurden grundlegende Änderungen im Genehmigungsrecht für Windkraftanlagen vorgenommen. Die Auswirkungen auf den weiteren Ausbau der Windkraft, vor allem im Freistaat Bayern, sind immens. Dazu zählt zum einen der Beschluss der Länderöffnungsklausel, die in Bayern zu einer Abstandsregelung von Wohnbebauung und Windrad von 10 Mal der Höhe des Windrades führt (10H-Regelung). Daraus ergibt sich für ein Windrad mit einer heute üblichen Nabenhöhe von 140 m und einem Rotordurchmesser von 120 m eine Gesamthöhe von 200 m die zu einem Mindestabstand von 2 km zur nächstgelegenen Wohnbebauung führt. Darunter fällt der Großteil der bisher im Teilflächennutzungsplan Windkraft und in der Regionalplanung der vorgesehenen Gebiete, da deren Abstand kleiner als „10H“ beträgt.

Ein weiterer Faktor stellt die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zum 01. August 2014 dar. Hier werden vor allem Regelungen zur Direktvermarktung des aus Windenergie erzeugten Stroms eine bedeutende Rolle zugeordnet. Von der Direktvermarktung ausgenommen sind kleine Anlagen (< 500 kW bis Ende 2015, dann < 100 kW).

Zur Ermittlung der Potenziale wurde u.a. die im Mai 2014 überarbeitete Version des „Bayerischen Windatlas 2014“ genutzt in der die Windgeschwindigkeiten und die Windhöffigkeit standortabhängig abgebildet sind. Auf dessen Basis werden im Folgenden potenzielle Flächen zum Betrieb einer wirtschaftlichen Windkraftanlage ermittelt. Die dabei ermittelten Potenziale unterscheiden sich teilweise von denen, die aus dem Vorgängermodell aus dem Jahr 2010 ermittelt wurden, so dass eine komplette Überarbeitung der bis Mai 2014 ermittelten Potenziale vorgenommen wurde.

Der neue Windatlas bietet zudem die Möglichkeit durch eine Visualisierung von Windkraftanlagen die konkreten Auswirkungen anderen potenziellen Standorten, bspw. durch Verschattung oder Spiegelungseffekte, aufzuzeigen.

#### 4.3.2.4.3 Potenzialbetrachtung

##### 4.3.2.4.3.1 Zonierung der Windkraft im Landkreis Straubing

Im geschaffenen Zonierungsplan Windkraft (siehe Abbildung 48) werden planungsrelevante Informationen komprimiert dargestellt.

- „Abstandsflächen nach TA-Lärm“
  - Darstellung: grau
  - Ursprung: Diese Flächen wurden anhand der „Abstandsempfehlungen für die Windkraftnutzung“ des „Bayerischen Windenergieerlass von 2011“<sup>7</sup> gebildet. Sie basieren auf den Empfehlungen der Grenzwerte für Schallimmissionspegel der TA-Lärm. Diese wiederum wurden unter der Annahme eines angenommenen, maximalen Schallpegels (Summenschallleistungspegel = 110 dB(A)) für Windparks ermittelt.

---

<sup>7</sup> Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA). Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien des Innern; für Wissenschaft, Forschung und Kunst; der Finanzen; für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie; für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (vom 20. Dezember 2011)



- Konsequenz: In diesem Bereich ist die Errichtung einer Windkraftanlage nur möglich, wenn durch ein Lärmprognosegutachten nachgewiesen wird, dass für die betrachteten Windenergieanlagen, aufgrund der Geländetopologie oder der geringeren Schallemission niedrigere Abstände zulässig sind.
- „Flächen außerhalb TA-Lärm, innerhalb 10H“
  - Darstellung: 135° schwarz schraffiert.
  - Ursprung: Nach der sogenannten 10H-Regel wurden die Abstände zu einer angenommenen Standartwindenergieanlage von 2000 m zu Wohnsiedlungsflächen angenommen.
  - Konsequenz: Innerhalb dieser Flächen können Windenergieanlagen nur mit einem entsprechenden Flächennutzungsplan und Bebauungsplan errichtet werden.
- „Flächen außerhalb TA-Lärm, außerhalb 10H“
  - Darstellung: 45° rot schraffiert.
  - Ursprung: In diesen Flächen gilt auch nach der Änderung der bayerischen Bauordnung und dem Beschluss der Länderöffnungsklausel<sup>8</sup> weiterhin die Privilegierung der Windkraft im Außenbereich.
  - Konsequenz: Die Errichtung von Windenergieanlagen bleibt in diesen Flächen privilegiert.

Auf Basis des „Bayerischen Windatlas 2014“ wurden Flächen für die Windgeschwindigkeiten in 130 m Höhe ausgewertet. Die übliche Nabenhöhe aktueller Großanlagen liegt bei ca. 140 m. Die Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe (durchschnittlich ca. +0,1 m/s je 10 Meter Höhengewinn) wird als Toleranz verwendet.

Es wurden die folgenden vier Windgeschwindigkeitsbereiche für die Klassifizierung gewählt:

- weiße Flächen: mittlere Windgeschwindigkeit < 5,0 m/s
- aquamarine Flächen: mittlere Windgeschwindigkeit ca. 5,0 m/s
- hellblaue Flächen: mittlere Windgeschwindigkeit  $\geq 5,0$  m/s; < 5,5 m/s
- dunkelblaue Flächen: mittlere Windgeschwindigkeit  $\geq 5,5$  m/s

Flächen die einen Windprognosewert ab 5,0 m/s aufweisen und außerhalb der Abstandsflächen nach TA-Lärm liegen wurden eingehend analysiert. Die entstanden Analysegebiete sind in der Abbildung 48 mit schwarzen Rechtecken eingefasst und mit einem Code von A1 bis Z1 markiert. Die Fläche Z1 wurde zur Analyse herangezogen, da hier große Flächen der Regionalplanung zu großen Teilen außerhalb des „10H-Abstandes“ liegen und der Windatlas von 2010 hier eine günstige Windgeschwindigkeit prognostizierte. Basierend auf der aktualisierten Windprognose von 2014 kann die Nutzung der Fläche für die Windkraft vor einer umfassenden Windmesskampagne nicht empfohlen werden.

Allgemein ersetzen die ausgewerteten Prognosen eine Messung der Windverhältnisse (Windgeschwindigkeitsverteilung über das Jahr, in Nabenhöhe) nicht, sondern dienen hier der Fokussierung der Analyse auf die vielversprechendsten Gebiete. Die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für die

---

<sup>8</sup> Gesetz zur Einführung der Länderöffnungsklausel zur Vorgabe von Mindestabständen zwischen Windenergieanlagen und zulässigen Nutzungen (vom 15. Juli 2014)

Windkraftnutzung der Regionalplanung „Donau-Wald“, die in den Analysegebieten liegen sind im Zonierungsplan als rote, nummerierte Flächen eingezeichnet.

Naturschutzflächen, in denen die Errichtung von Windkraftanlagen nur bedingt zulässig oder ausgeschlossen ist, sind in der Karte durch gelbe eingefärbte Flächen markiert.

Die Grenze des Naturparks „Bayerischer Wald“ ist mit gelb-schwarz-gestrichelten Linien markiert. Nach dem Vorbild der Zonierung des Naturparks „Altmühltal“, könnte der Nutzung der Windkraft der Weg geebnet werden.

In Abbildung 47 ist die Legende der Abbildung 48 vergrößert abgebildet.



Abbildung 47: Legende zur Windkraftnutzung

In der Analyse wurden nur Flächen und Flächenverbünde behandelt, in denen mehr als zwei Windenergieanlagen stehen können. Der sogenannten „Verspargelung der Landschaft“ durch Einzel- oder Zwillingsanlagen wird hiermit entgegengewirkt. Zur Einschätzung über die Maximalanzahl von Windturbinen in den untersuchten Flächen wurde ein Mindestabstand von 500 m zwischen den Anlagen festgesetzt. Die ermittelte Maximalzahl von Windturbinen für eine Fläche kann insbesondere durch Belange des Naturschutzes nochmals deutlich reduzieren.

Die Ergebnisse der Betrachtungen und Analysen zu den Flächen A1 bis Z1 sind der Tabelle 20 zu entnehmen. Die Analysegebiete A1 bis F2 sind in den Kartenausschnitten in Abbildung 49 bis Abbildung 52 (siehe Seiten 93 bis 94) dargestellt.

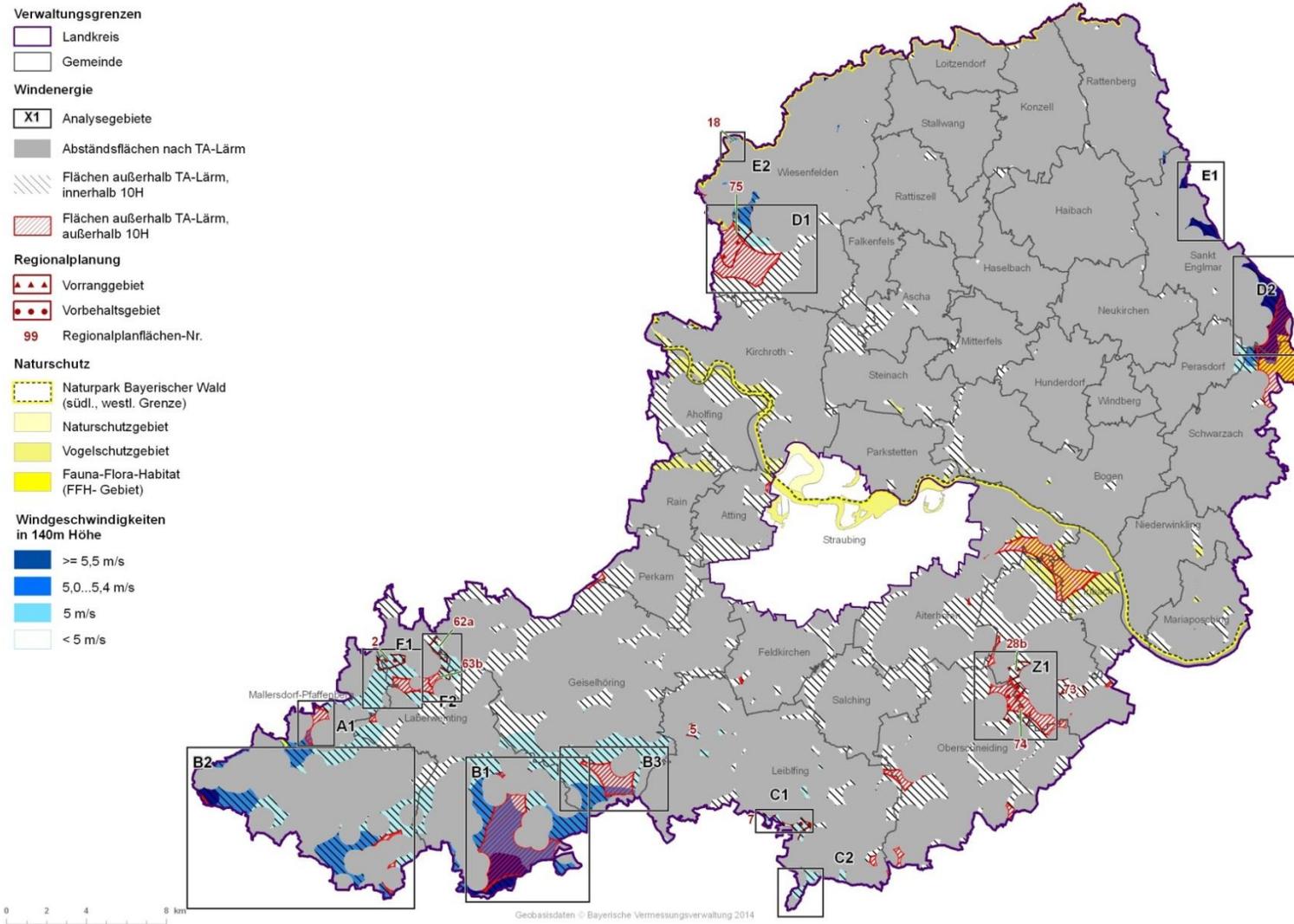


Abbildung 48: Zonierungsplan Windkraft

Tabelle 20: Zonen für die Windkraftnutzung

Planung				Vegetation		Gelände		innerhalb 10H Distanz zu Wohnsiedlungen ≤ 2000m		außerhalb 10H Distanz zu Wohnsiedlungen ≥ 2000m		GESAMT	Besonderheiten
Analyse-Gebiet	schließt Flächen der Regionalplanung zur Windenergie ein	Regional-Plan-Nr.	überwiegend Landschaftliches Vorbehaltsgebiet	überwiegend bewaldet	Vegetationsmerkmal	Lage	Geländehöhen in 100m Schritten (von/bis)	Flächenbeurteilung: Windgeschwindigkeit in m/s in 140m Höhe	mögliche Anzahl WEA	Flächenbeurteilung: Windgeschwindigkeiten in m/s in 140m Höhe	mögliche Anzahl WEA		
A1	-	-	teilweise	teilweise	-	Hügel	400 500	-	-	5,0...5,5 m/s	4	4	
B1	-	-	Ja	Ja	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	25	5,0...5,5 m/s	28	67	
								> 5,5 m/s	4	> 5,5 m/s	10		
B2	-	-	Ja	Ja	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	48	5,0...5,5 m/s	3	51	• größtes Potential liegt innerhalb 10H
B3	-	-	Ja	Ja	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	33	5,0...5,5 m/s	10	43	
C1	Vorranggebiet	7	Ja	Ja	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	4	-	-	4	
C2	-	-	Ja	Ja	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	2	-	-	2	
D1	Vorbehaltsgebiet	75	Ja	Ja	enthält 2 kleine, am Rande gelegene dauerfeuchte Flächen	Steilhang	500 700	5,0...5,5 m/s	6	5,0...5,5 m/s	-	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage im Naturpark, Landschaftsschutzgebiet</li> <li>Gebiet liegt wie bereits die Regionalplanungsfäche 75 im Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt. Grund: Navigationsanlage Wörth.</li> </ul>
D2	-	-	Ja	Ja	-	Hang	900 1100	> 5,5 m/s	4	> 5,5 m/s	4	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage im Naturpark, Landschaftsschutzgebiet.</li> <li>Lage im militärischen Interessensbereich Luftverteidigung. Grund: Großer Arber</li> <li>Standorte an Randlage des Höhenzuges.</li> <li>Tourismus, Aussicht; Erhebung im Osten der Siedlungen → voraussichtlich hohe Belastung durch Schattenwurf!</li> </ul>
E1	-	-	Ja	Ja	-	Hang	800 1100	> 5,5 m/s	4	-	-	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage im Naturpark, Landschaftsschutzgebiet</li> <li>Lage im militärischen Interessensbereich Luftverteidigung. Grund: Großer Arber</li> </ul>
E2	Vorranggebiet	18	Ja	Ja	enthält eine kleine dauerfeuchte Fläche	Hang	600 700	5,0...5,5 m/s	2	-	-	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>interkommunal nach Norden um 3 Anlagen erweiterbar</li> <li>Lage im Naturpark, Landschaftsschutzgebiet</li> <li>Gebiet liegt wie bereits die Regionalplanungsfäche 75 im Ausschlussbereich ziviler Luftfahrt. Grund: Navigationsanlage Wörth.</li> </ul>
F1	Vorranggebiet	2	teilweise	teilweise	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	3+(13)	5,0...5,5 m/s	3	19	• Anzahl der Anlagen außerhalb der Regionalplanungsgebiete in Klammern
F2	Vorbehaltsgebiet	62a, 62b	Nein	teilweise	-	Hügel	400 500	5,0...5,5 m/s	4+(3)	5,0...5,5 m/s	1+(1)	9	
Z1	Vorranggebiet	28a	Nein	Nein	-	Ebene	300 400	< 5 m/s	-	< 5 m/s	-	-	• Windgeschwindigkeiten < 5 m/s

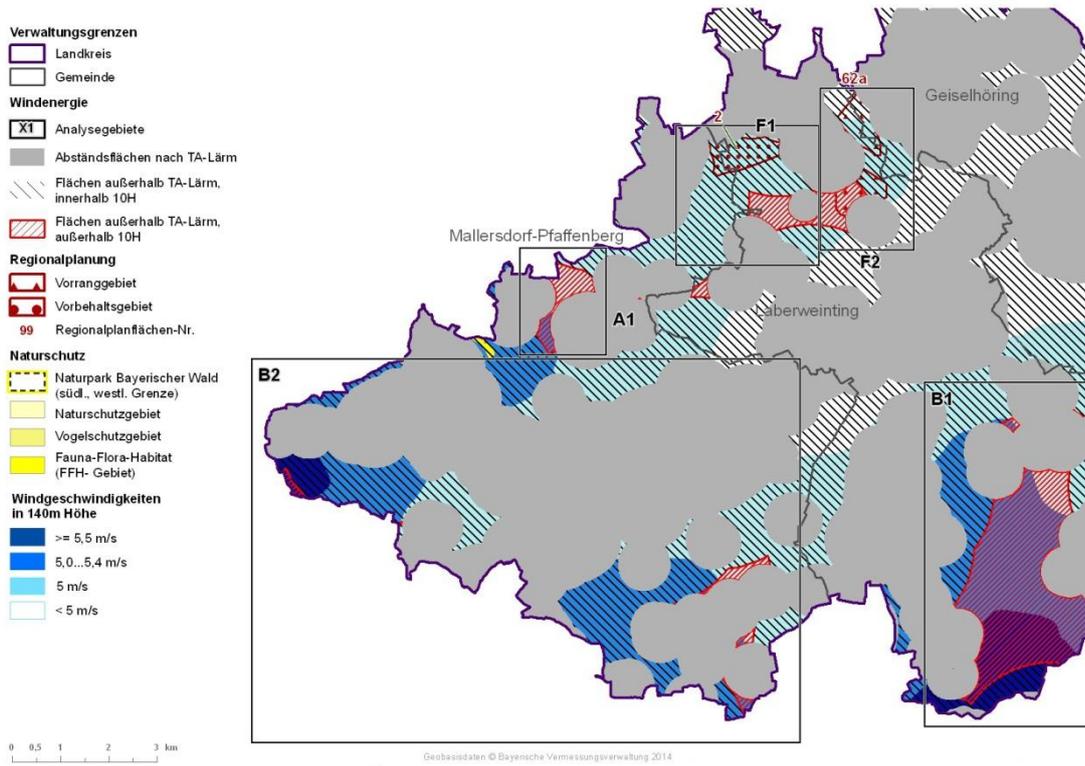


Abbildung 49: Windkraftgebiete in Mallersdorf-Pfaffenberg, Laberweinting

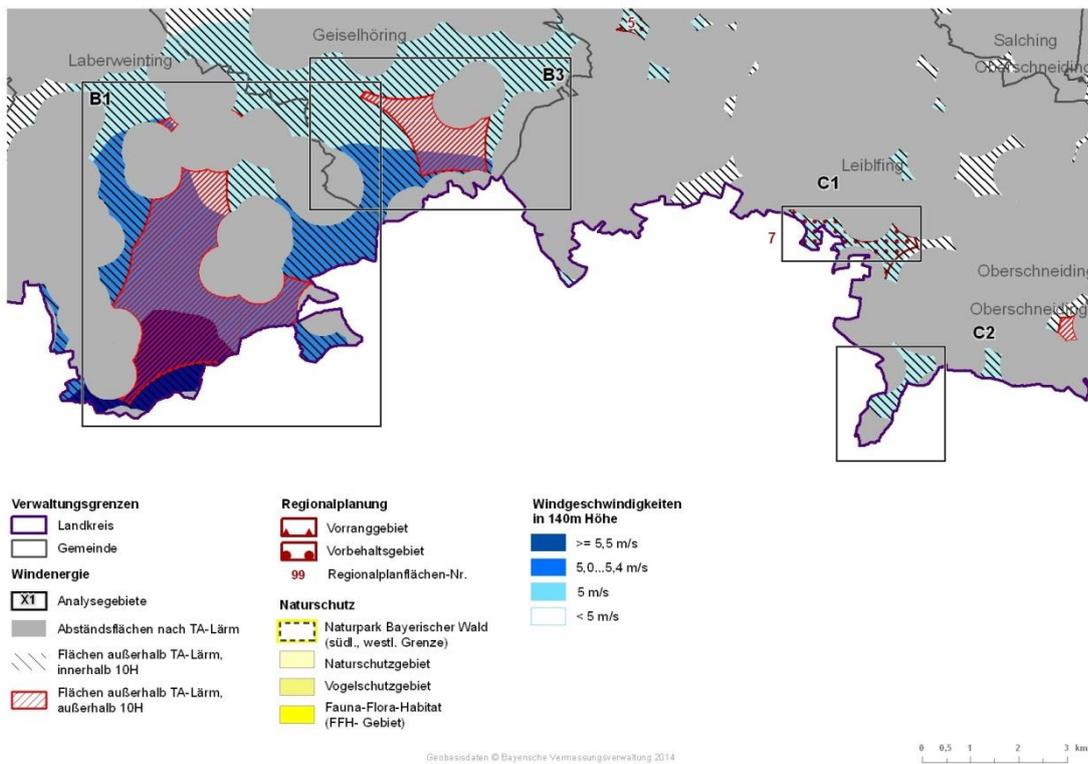


Abbildung 50: Windkraftgebiete in Laberweinting, Geiselhöring und Leiblfing

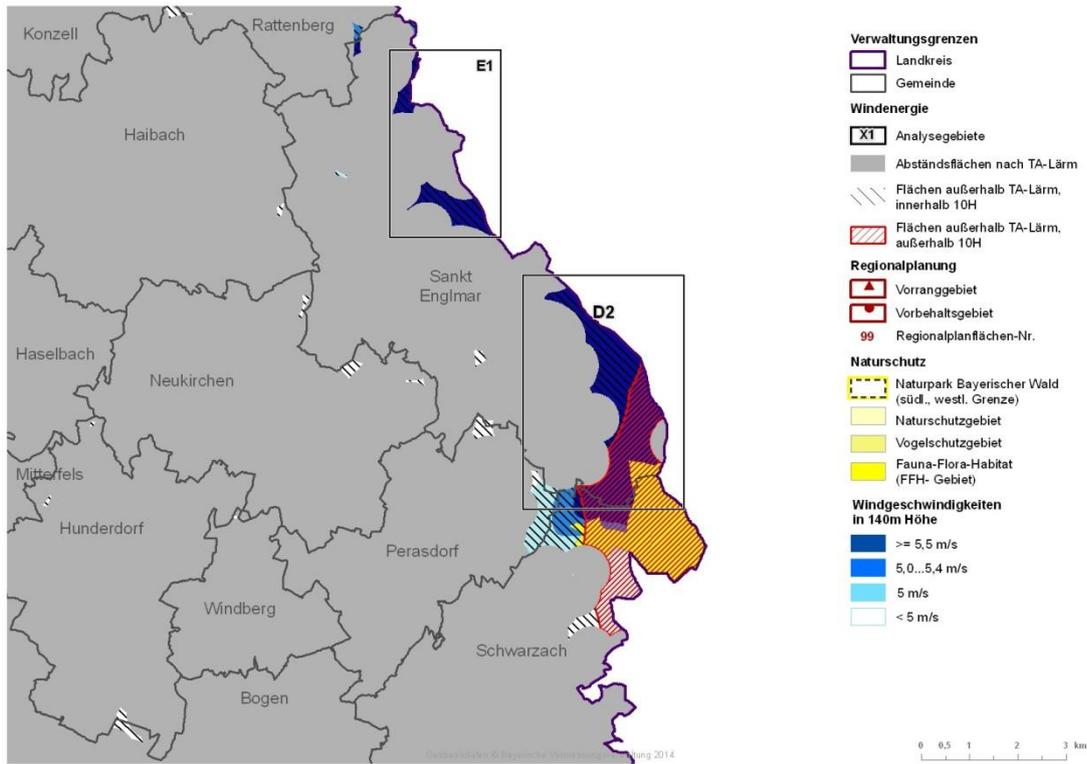


Abbildung 51: Windkraftgebiete in Sankt Englmar

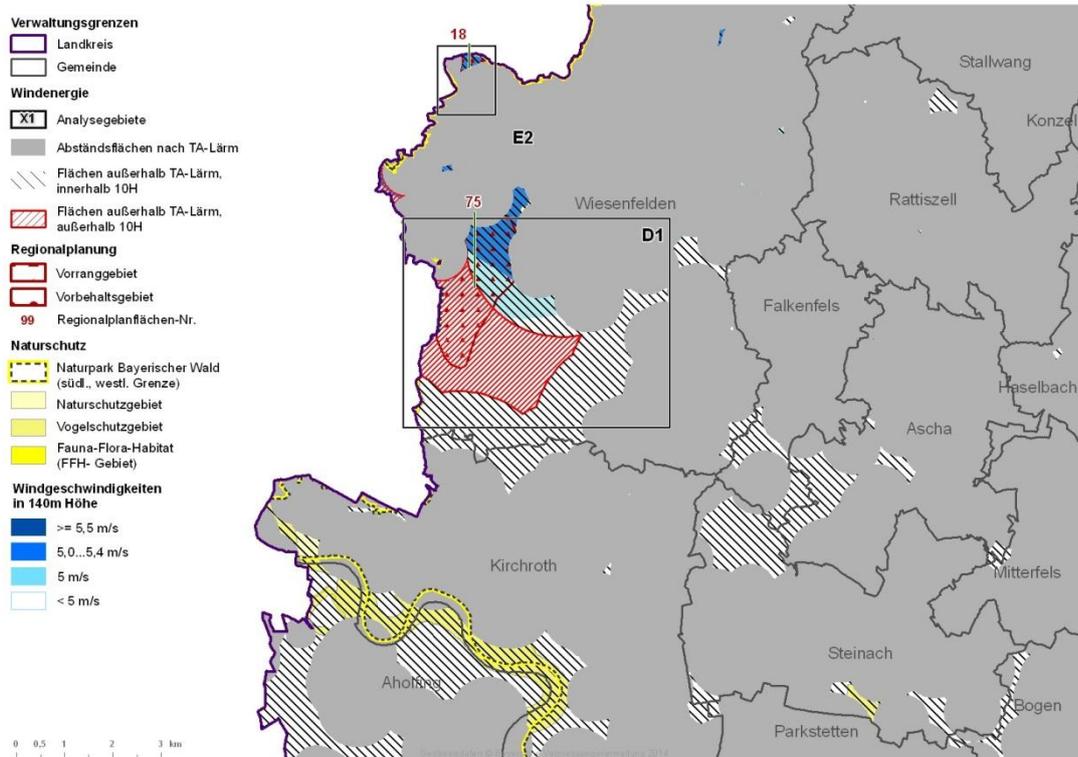


Abbildung 52: Windkraftgebiete in Wiesenfelden



#### 4.3.2.4.3.2 Zusammenfassung

Im Landkreis konnten 219 Standorte für die Errichtung von Windenergieanlagen ermittelt werden

- Außerhalb der 10H-Distanz<sup>9</sup> könnten 64 Windkraftanlagen errichtet werden.
  - 14 Anlagen könnten in besonders gut bewerteten Windlagen<sup>10</sup> entstehen.
  - Für 10 dieser Anlagen (im Analysegebiet B1, Gemeindegebiet Laberweinting) sind keine Einschränkungen bekannt.
- Innerhalb der 10H-Distanz und außerhalb Abstandsempfehlung nach TA-Lärm gäbe es die Möglichkeit 155 Windturbinen zu errichten.
  - 12 Anlagen könnten hierbei in besonders gut bewerteten Windlagen entstehen.
  - 10 Anlagen könnten in Vorbehaltsgebieten für die Windenergie (Regionalplanung) entstehen.
  - 9 Anlagen könnten in Vorranggebieten für die Windenergie (Regionalplanung) entstehen.

---

<sup>9</sup> Annahme: Höhe der Windenergieanlagen = 200m; d.h. Abstand = 2000m

<sup>10</sup> mittlere Windgeschwindigkeit > 5,5 m/s



#### 4.3.2.5 Wasserkraft

##### 4.3.2.5.1 Grundlagen und Basisdaten

Die wohl älteste Form der regenerativen Stromerzeugung ist die Wasserkraft. Im Landkreis Straubing-Bogen sind die meisten der vorhandenen kleinen Wasserkraftanlagen an alten Mühlen oder Sägewerken. Aktuell werden 70 Wasserkraftanlagen, deren Stromerzeugung auf Grundlage des EEG vergütet wird, im Landkreis gezählt (vgl. Tabelle 21).

Tabelle 21: Verzeichnis der Wasserkraftanlagen im Landkreis Straubing Bogen

Nr.	Ort	Strasse	Nennleistung (kWp_el)	kWh (2012)	Volllaststunden (h/a)
1	Aholting	Puchhof 0	30,00	18.872,00	780
2	Atting	Bruckmühle 1	15,00	71.827,00	5.567
3	Atting	Hauptstr. 12	20,00	107.120,00	5.441
4	Atting	Wallmühle 0	25,00	165.540,00	6.812
5	Bogen	Ohmühl 3	28,00	-	0
6	Bogen	Stegmühl 1	8,00	19.897,00	3.092
7	Geiselhöring	Gallhofen 1	28,00	95.032,00	3.330
8	Geiselhöring	Greißing 12A	22,00	127.673,00	5.948
9	Geiselhöring	Haagmühl 1	30,00	83.904,00	2.665
10	Geiselhöring	Kolbach 2	30,00	140.973,00	4.935
11	Geiselhöring	Kraburg 1	22,00	160.867,00	4.054
12	Geiselhöring	Mühlweg 3	14,00	1.085,00	1.836
13	Geiselhöring	Schieglmühle 1	17,50	82.242,00	5.082
14	Geiselhöring	Weidmühle 1	15,00	112.920,00	6.125
15	Haibach	Obermühle 1	11,00	13.923,00	1.924
16	Haselbach	Wenamühle 7	17,00	11.264,57	764
17	Hunderdorf	Gaishausen 4	24,00	71.384,00	3.033
18	Hunderdorf	Hofdorf 6	11,00	45.058,00	3.028
19	Hunderdorf	Mühlhiaslweg 3	15,00	8.655,00	614
20	Hunderdorf	Oberhunderdorf 5	16,00	39.740,93	2.600
21	Hunderdorf	Steinburg 22	15,00	96.271,49	5.985
22	Laberweinting	Aumühle 3	33,00	95.011,00	3.068
23	Laberweinting	Eitting 56	22,00	132.184,00	6.105
24	Laberweinting	Grafentraubach 1	25,00	127.909,00	5.191
25	Mallersdorf-Pfaffenberg	Bahnhofstr. 15	11,00	40.921,00	2.724
26	Mallersdorf-Pfaffenberg	Baumühle 34	5,00	3.892,00	778
27	Mallersdorf-Pfaffenberg	Ettersdorf 11	62,00	76.939,00	1.164
28	Mallersdorf-Pfaffenberg	Laberstr. 32	15,00	42.200,00	2.614
29	Mallersdorf-Pfaffenberg	Oberlindhart 423	12,50	27.139,00	2.036
30	Mallersdorf-Pfaffenberg	Schierlmühle 1	7,50	40.295,00	5.533
31	Mallersdorf-Pfaffenberg	Steinkirchen 9	25,00	99.331,00	4.008



Nr.	Ort	Strasse	Nennleistung (kWp_el)	kWh (2012)	Volllaststunden (h/a)
32	Mallersdorf-Pfaffenberg	Waschmühle 1	10,00	77.066,00	6.853
33	Mitterfels	Aign 4	18,50	10.467,00	1.276
34	Mitterfels	Höllmühl 1	5,20	18.740,00	3.603
35	Mitterfels	Neumühle 1	20,00	-	601
36	Neukirchen	Angermühl 1	18,50	2.925,00	322
37	Neukirchen	Buchamühl 1	11,00	71.257,00	3.639
38	Neukirchen	Dießenbach 1	18,50	25.110,06	1.140
39	Neukirchen	Hammerschmiedstr. 8	4,00	15.383,45	4.229
40	Neukirchen	Inderbogen 15	11,00	26.186,72	2.553
41	Neukirchen	Irlach 1	16,50	54.328,00	3.635
42	Neukirchen	Pürgl 9	7,50	3.412,02	982
43	Neukirchen	Schickersgrub 3	13,50	53.764,07	2.987
44	Neukirchen	Thannerhof 1	23,00	119.524,60	9.701
45	Perasdorf	Haigrub 27	30,00	98.243,55	3.699
46	Perasdorf	Heilingmühl 1	18,50	-	2.839
47	Perasdorf	Höhenberg 1	23,00	108.072,24	4.854
48	Perasdorf	Höhenberg 2	39,50	-	6.627
49	Perasdorf	Kostenz 1	155,00	132.272,00	622
50	Perasdorf	Mühlbogen 3	5,00	12.863,00	3.801
51	Perkam	Bablmühle 1	10,00	-	5.476
52	Perkam	Hs.-Nr./Pilling 1	17,50	44.718,00	2.812
53	Rain	Rainer Mühle 1	20,00	158.060,00	8.077
54	Rattenberg	Baumgarten 3	15,00	37.217,03	2.611
55	Rattenberg	Irlmühl 1	16,00	29.244,50	1.335
56	Rattenberg	Kriseszell 7	7,50	9.605,00	2.547
57	Rattenberg	Moosmühl 1	18,50	-	2.157
58	Rattenberg	Oberbocksberg 1	4,00	4.222,00	552
59	Rattenberg	Redlmühl 4	18,50	30.495,00	1.679
60	Rattenberg	Stockmühle 1	16,00	35.456,00	1.737
61	Rattenberg	Unterholzen 2	9,90	19.872,61	2.007
62	Rattenberg	Unterholzen 7	22,00	34.583,67	1.601
63	Rattenberg	Weberhäusl 1	48,00	61.932,00	1.234
64	Rattenberg	Wies 1	11,00	50.627,61	2.976
65	Sankt Englmar	Klinglbach 21	15,00	44.091,69	2.430
66	Sankt Englmar	Rettenbach 13	75,00	147.645,00	1.922
67	Sankt Englmar	Rettenbach 24	227,00	69.195,00	364
68	Schwarzach	Kammühl 21	9,00	4.751,00	1.855
69	Steinach	Bruckmühle 1	10,00	28.930,00	3.087
70	Wiesenfelden	Hammermühl 1	11,50	12.238,00	1.786

Zusätzlich sind weitere 16 bestehende Anlagen bekannt, über deren technischen Zustand keine Informationen recherchiert werden konnte. Im Jahr 2013 erzeugten die vorhandenen Wasserkraftanlagen knapp 3.900 MWh Strom und versorgten damit rechnerisch rd. 1.000 Haushalte mit regenerativer Energie. Der große Vorteil der Wasserkraft ist die Grundlastfähigkeit, da die Anlagen durch stetigen Wasserdurchfluss relativ gleichmäßig Strom erzeugen können. 90 % der Anlagen weisen eine installierte Leistung zwischen 10 und 30 kW auf. Von den 10 größeren Anlagen sind zwei Anlagen der Leistungsklasse größer 100 kW zuzuordnen (155 und 227 kW).

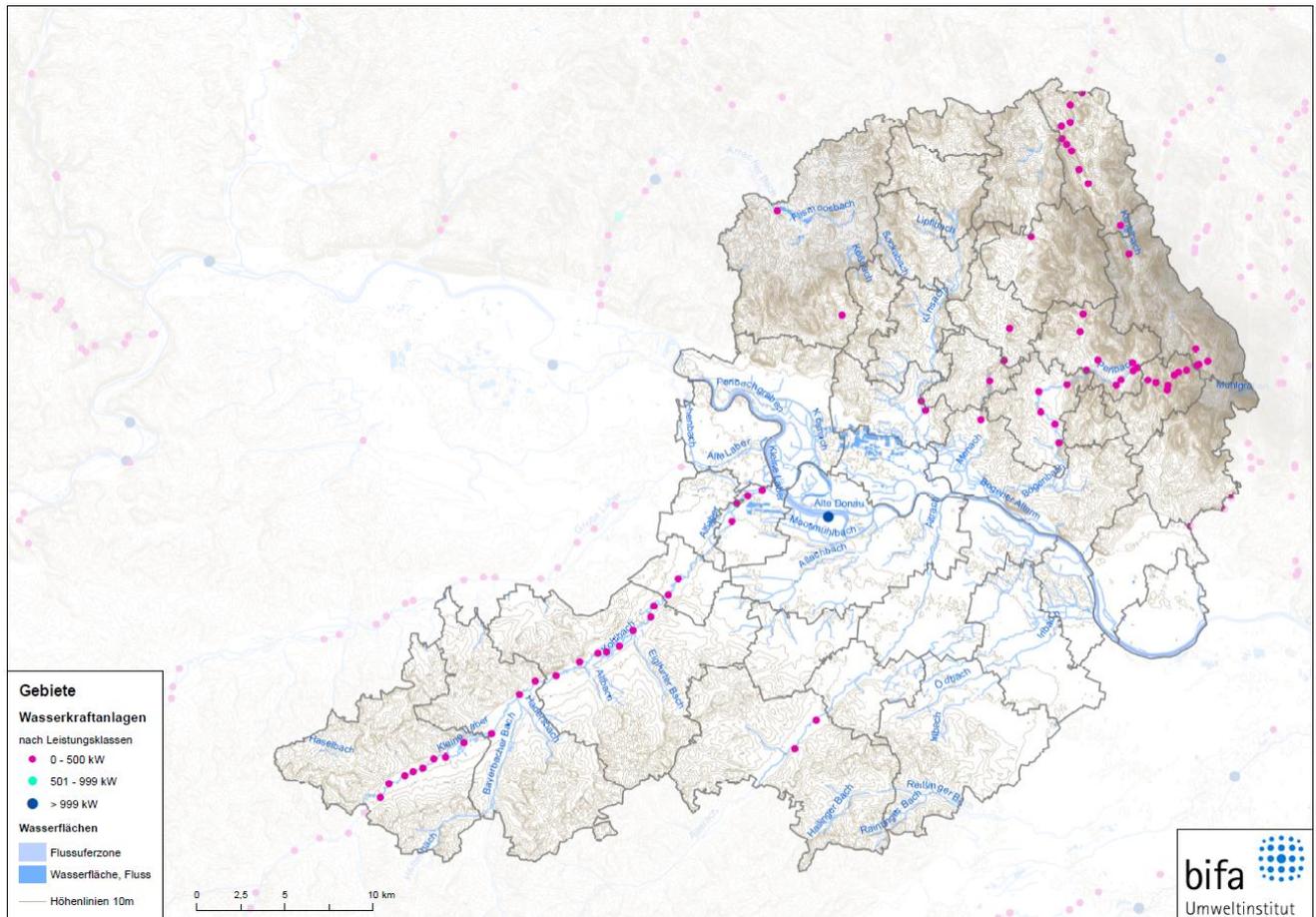


Abbildung 53: Wasserkraftwerke im Landkreis Straubing-Bogen

Die meisten der Wasserkraftanlagen befinden sich südlich der Donau, an der Kleinen Laber (siehe Abbildung 53). Nördlich der Donau bieten der Bogenbach, der Klingbach und der Perlach die größten Potenziale zu Wasserkraftnutzung. Weiterhin gibt es an den kleineren Flüssen Aiterach, Kinsach, Menach und weiteren kleinen Zuflüssen vereinzelt Wasserkraftanlagen.

Aufgrund der bereits vielfach vorhandenen Kleinwasserkraftanlagen in relativ dichten Abständen und den schwierigen rechtlichen Rahmenbedingungen, wird dem Ausbau der Wasserkraft für den Landkreis Straubing-Bogen kein relevantes Potenzial zugewiesen. Auch die im Rahmen einer Auftaktveranstaltung angeregte Idee einer Nutzung der Donau im Landkreis Straubing-Bogen wird nicht weiterverfolgt, da dies für den Landkreis keine Priorität besitzt. Im Jahr 1994 ging im Stadtgebiet



Straubing bereits ein Wasserkraftwerk mit einer installierten Leistung von 21,5 MW in Betrieb, welches jährlich 145.000 MWh Strom erzeugt.<sup>11</sup>

#### 4.3.2.5.2 Diskussion der Wasserkraft und beispielhafte Potenziale

##### 4.3.2.5.2.1 Stand der Wasserkraft

Die Wasserkraft hat vor allem in Bayern eine lange Tradition und ist bereits stark ausgebaut. Einige Studien beschäftigen sich mit einer Strategie zur Nutzung von verfügbaren Potenzialen dieser Energieform. So wurden in den Jahren 2009 und 2011 von den größten Betreibern der Wasserkraftwerke in Bayern jeweils Potenzialstudien zum Ausbau der Wasserkraft in Bayern erstellt.<sup>12,13</sup> Auf deren Grundlage wurde am 17. April 2012 die „Bayerische Strategie zur Wasserkraft“ mit einem 10-Punkte-Fahrplan veröffentlicht.<sup>14</sup> Interessante Punkte, die man an den Flüssen des Landkreises umsetzen könnte sind einerseits die Modernisierung und Nachrüstung bestehender Anlagen, andererseits der Ausbau bestehender Querbauwerke.

---

<sup>11</sup> <http://www.rmd.de/kraftwerke.php>, Zugriff am 13.06.2014

<sup>12</sup> [http://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserkraft/anlagenstatistik/doc/potentialstudie\\_eon.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserkraft/anlagenstatistik/doc/potentialstudie_eon.pdf)

<sup>13</sup> [http://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserkraft/anlagenstatistik/doc/potentialstudie\\_verbund.pdf](http://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserkraft/anlagenstatistik/doc/potentialstudie_verbund.pdf)

<sup>14</sup> [http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/wasserwirtschaft/doc/10\\_punkte\\_plan\\_bay\\_wasserkraft\\_strategie\\_2012\\_ba\\_2012\\_04\\_19.pdf](http://www.stmuv.bayern.de/umwelt/wasserwirtschaft/doc/10_punkte_plan_bay_wasserkraft_strategie_2012_ba_2012_04_19.pdf)

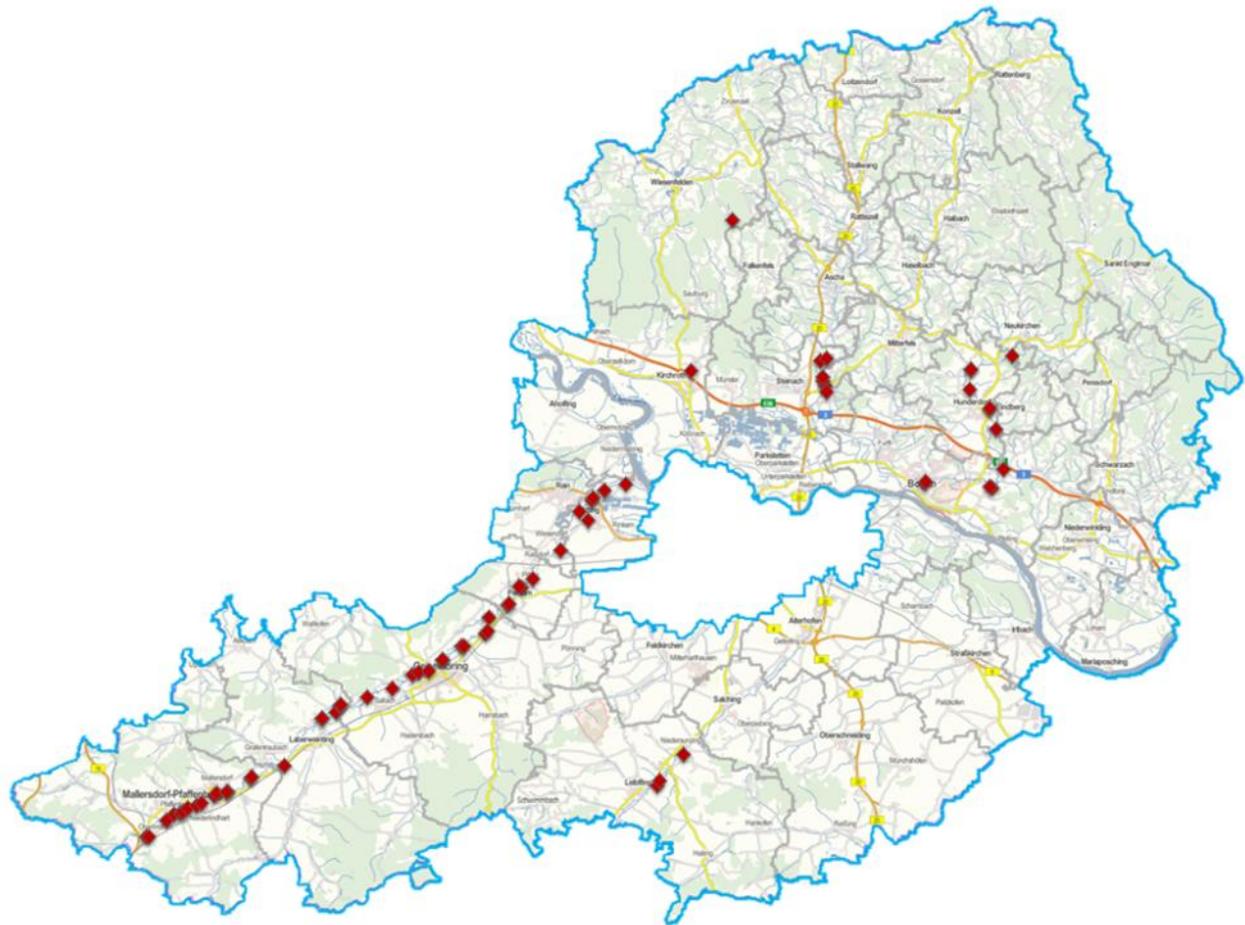


Abbildung 54: Wehre im Landkreis Straubing-Bogen

Eine sinnvolle Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen hängt von wirtschaftlichen Komponenten ab. Zudem müssen hohe ökologische Hürden überwunden werden welche die Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz von Wasserkraftanlagenprojekten gefährden (z.B. Fischtreppe). Die Nutzung bestehender Querbauwerke kann ein Potenzial bieten, vor allem vor dem Hintergrund, dass beispielsweise an der Kleinen Laber einige Bauwerke mit mangelnder Durchgängigkeit vorhanden sind. Abbildung 54 zeigt die Standorte von Wehren, deren Potenziale zur Wasserkraftnutzung jedoch im Einzelfall zu beurteilen sind.

Problematisch sind im Landkreis Straubing-Bogen jedoch die insgesamt geringen Durchflussmengen der größeren Flüsse. Das größte Potenzial bieten hierbei Kleine und Große Laber mit mittleren Durchflussmengen von  $1,56 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $2,37 \text{ m}^3/\text{s}$ . Die Werte an den beiden Flüssen Klinglbach und Bogenbach sind noch geringer, man profitiert hier aber von relativ großen Höhenunterschieden am Rande des Bayerischen Waldes. Die weiteren kleinen Flüsse wie die Aiterach ( $0,57 \text{ m}^3/\text{s}$ ) verfügen aufgrund der zu geringen Abflusswerte über kein nennenswertes Potenzial. Vereinzelt sind dennoch Anlagen an diesen Flüssen zu finden.



#### 4.3.2.5.2.2 Innovation der Wasserkrafttechnik und Projektbeispiel Geiselhöring

Durchaus interessant sind in diesem Zusammenhang Pilotvorhaben der Bayerischen Landeskraftwerke<sup>15</sup> oder das innovative Schachtkraftwerk<sup>16</sup>, welches in der Forschungsanstalt Oberrach durch Wissenschaftler der Technischen Universität München entwickelt wurde. Außerdem können Gravitationswasserwirbelkraftwerke<sup>17</sup> im kleinen Leistungsbereich eine interessante Alternative bei geringen Durchflussmengen bieten. Anlagen solcher Art sind bisher vor allem in Österreich<sup>18</sup> und der Schweiz in der Erprobungsphase. Diese kleinen Pilotanlagen können dafür sorgen, dass zukünftig weitere Potenziale an Standorten mit geringen Abflussmengen genutzt werden können. In einer Maßnahmenempfehlung werden Hinweise zur weiteren Vorgehensweise gegeben (vgl. Abschnitt 7.1, Maßnahme 29).

Ein Ziel der dezentralen Energieversorgung muss sein, die vor Ort erzeugte Energie auch möglichst lokal zu nutzen. Die stetige Stromerzeugung aus Wasserkraft kann als Grundlast für diverse Prozesse dienen. Beispielsweise hat die Nutzung der Energie aus Fließgewässern in Mühlen, Sägewerken und Schreinereien eine lange Tradition und wird auch heute noch vereinzelt praktiziert. Als Idealfall stellt sich die Nutzung der Wasserkraft zur teilweisen Deckung des Strombedarfs von Kläranlagen dar, bei denen viele Anlagenkomponenten kontinuierlich in Betrieb sind. In neuester Zeit setzen einige Kommunen bereits auf eine PV-Dachanlage auf dem Betriebsgebäude von Kläranlagen zur Eigenstromdeckung. Der aus Sonnenenergie erzeugte Strom ist jedoch nur tagsüber bei gleichzeitigem Sonnenschein verfügbar. Deshalb ergibt sich oft ein nur geringer Deckungsbeitrag zum gesamten Stromverbrauch der Kläranlage. Wasserkraftanlagen, die kontinuierlich Strom erzeugen, sind eine ideale Ergänzung zur Deckung der Grundlast von Kläranlagen.

Dieses Potenzial wurde beispielhaft für die **Stadt Geiselhöring** untersucht:

Die Stadt Geiselhöring betreibt eine Kläranlage mit einer Ausbaugröße von 12.000 Einwohnergleichwerten. Nach Angaben des im Jahr 2010 erstellten Klimaschutzteilkonzepts beträgt der Stromverbrauch des Klärwerks 171.000 kWh (Veit Energie Consult GmbH, 2010). Ende November des Jahres 2012 wurde eine PV-Anlage, die sich auf dem Betriebsgebäude der Kläranlage befindet, in Betrieb genommen. Im Jahr 2013 erzeugte die Anlage mit einer installierten Leistung von 30 kW eine elektrische Arbeitsmenge von 29.560 kWh. Davon konnten 10.310 kWh selbst im Kläranlagenbetrieb genutzt werden. Dies bedeutet einen Deckungsbeitrag von ca. 6 %. Bei kompletter Nutzung des erzeugten Stroms würde der Anteil auf ca. 17 % ansteigen. In unmittelbarer Nähe zur Kläranlage befindet sich eine Kleinwasserkraftanlage mit einer installierten Leistung von 30 kW, welche jährlich ca. 140.000 kWh erzeugt. Da Stromerzeuger und -verbraucher in diesem Fall nur ca. 300 m voneinander entfernt liegen (siehe Abbildung 55), ist eine Verbindung voraussichtlich nur mit geringen Investitionskosten verbunden.

---

<sup>15</sup> <http://www.landeskraftwerke.de/>

<sup>16</sup> <https://www.wb.bgu.tum.de/index.php?id=schachtkraftwerk>

<sup>17</sup> <http://gwwk.ch/>

<sup>18</sup> <http://www.zotloeterer.com/>

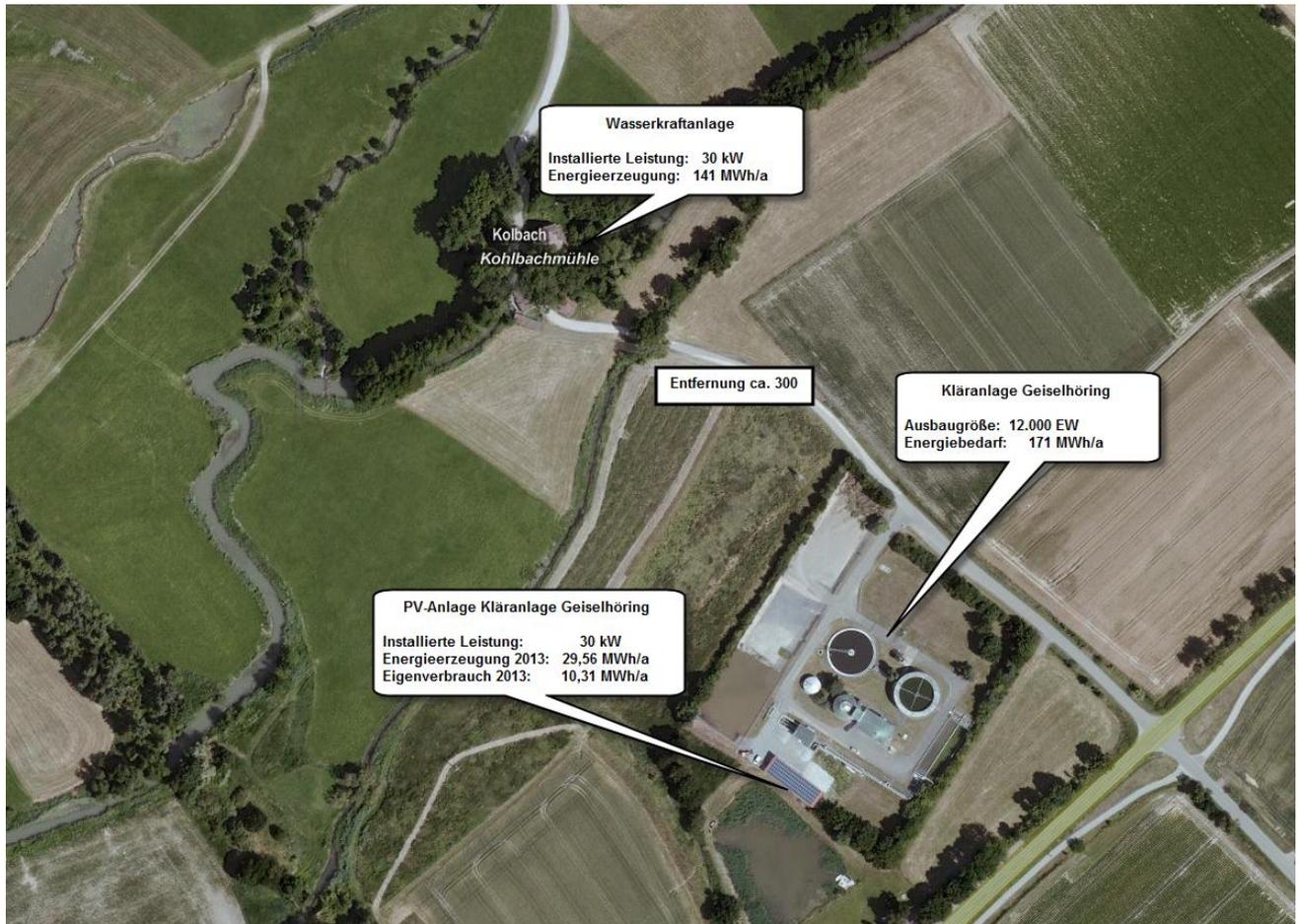


Abbildung 55: Kläranlage Geiselhöring und Wasserkraftanlage Kohlbachmühle

Die Umsetzung des Projekts würde in der Jahresbilanz eine 100 %ige Deckung des Strombedarfs der Kläranlage durch die regenerativen Energieträger Sonne und Wasser ermöglichen. In wieweit diese Kombination in Verbindung mit Stromspeichern eventuell zu einer 100%igen tatsächlichen Deckung beitragen könnte, wäre in einem Pilotprojekt zu erforschen. Ziel wäre es die Stromproduktion aufgrund unterschiedlicher Sonnenscheindauer sowie schwankenden Wasserpegel durch den Einsatz von Speichertechnologie so weit als möglich auszugleichen. Im Normalfall herrschen in den Frühjahrsmonaten die größten Abflusswerte vor, während im Spätsommer weniger Wasser über die Kleine Laber abfließt. Diese Tatsachen führen dazu, dass im Frühjahr und Sommer aus den regenerativen Energieträgern, vor allem tagsüber, oft deutlich mehr Strom erzeugt wird, als bei den Reinigungsprozessen des Abwassers benötigt wird. Abbildung 56 zeigt den möglichen Deckungsbeitrag, den die Photovoltaik- und die Wasserkraftanlage in einer monatlichen Bilanz leisten können. Der minimale Wert liegt im November bei etwa 73 %, während die Energie im April und im Mai theoretisch komplett durch erneuerbare Energien erzeugt werden kann. Bei einer genauen Betrachtung von täglichen Lastgängen kann man davon ausgehen, dass sich der Deckungsbeitrag durch die erneuerbaren Energieträger insgesamt bei über 60 % bewegt. Durch intelligente Speicherkonzepte kann man diesen Anteil wiederum erhöhen.

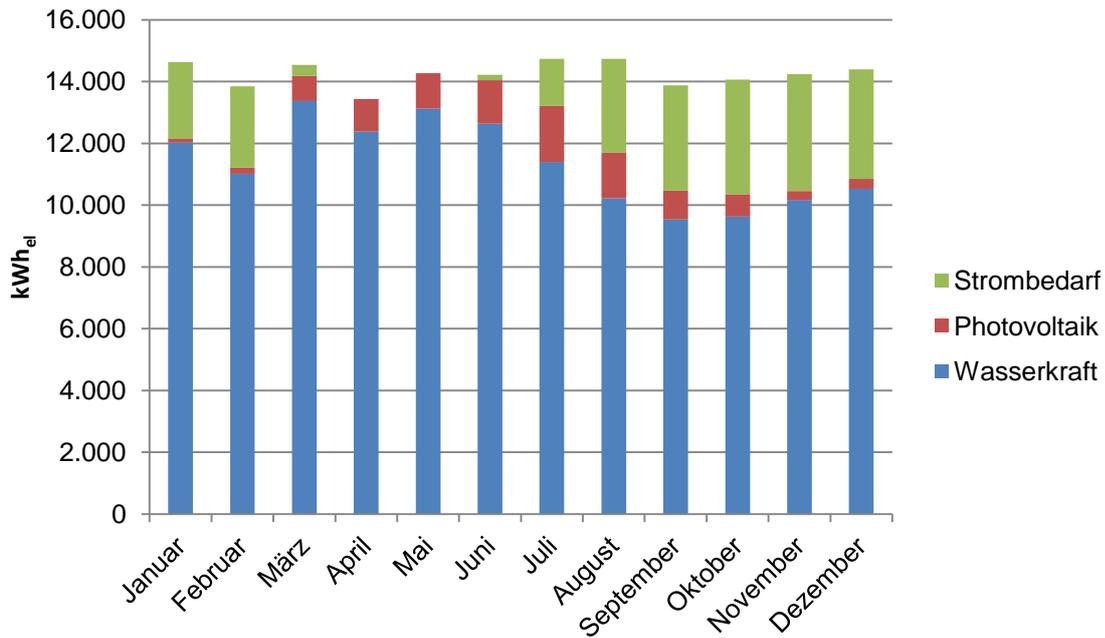


Abbildung 56: Möglicher monatlicher Deckungsbeitrag von Photovoltaik und Wasserkraft

Für die Stadt Geiselhöring als Betreiber kann dieses Konzept zu einer deutlichen Kosteneinsparung, vor allem im Hinblick auf die steigenden Strompreise führen.

Für die Ausgangssituation gelten folgende Datengrundlagen:

Stromkosten für die Kläranlage im Jahr 2009:	17,79 ct/kWh
Stromkosten im Jahr 2014 (Strompreisentwicklung)	22,33 ct/kWh
EEG-Vergütung der Wasserkraftanlage:	7,67 ct/kWh

Annahmen:

Etwa 80 % des aus Wasserkraft erzeugten Stroms kann direkt genutzt werden und der Strompreis erhöht sich jährlich um 1 %.

Stromerzeugung Wasserkraft:	112.000 kWh
Stromerzeugung PV-Anlage:	10.000 kWh
Strombezug aus dem Netz:	49.000 kWh
Strombedarf Kläranlage gesamt:	171.000 kWh

Abbildung 57 zeigt vier Szenarien zur Kostenentwicklung bis zum Jahr 2020. Wenn mit dem Wasserkraftanlagenbetreiber ein Strompreis von 10 ct/kWh vereinbart wird, können innerhalb von sechs Jahren Kosteneinsparungen von ca. 100.000 € erwartet werden. Selbst wenn der Strompreis für sechs Jahre auf 20 ct/kWh festgelegt wird, spart die Stadt Geiselhöring in diesem Zeitraum etwa 35.000 € ein. Die Investitionskosten für den Einbau der Leitungen und die elektrische Anbindung können auf ca. 15.000 € geschätzt werden. Bei einer Eigenleistung durch die Bauhofmitarbeiter können sich diese Kosten möglicherweise reduzieren.

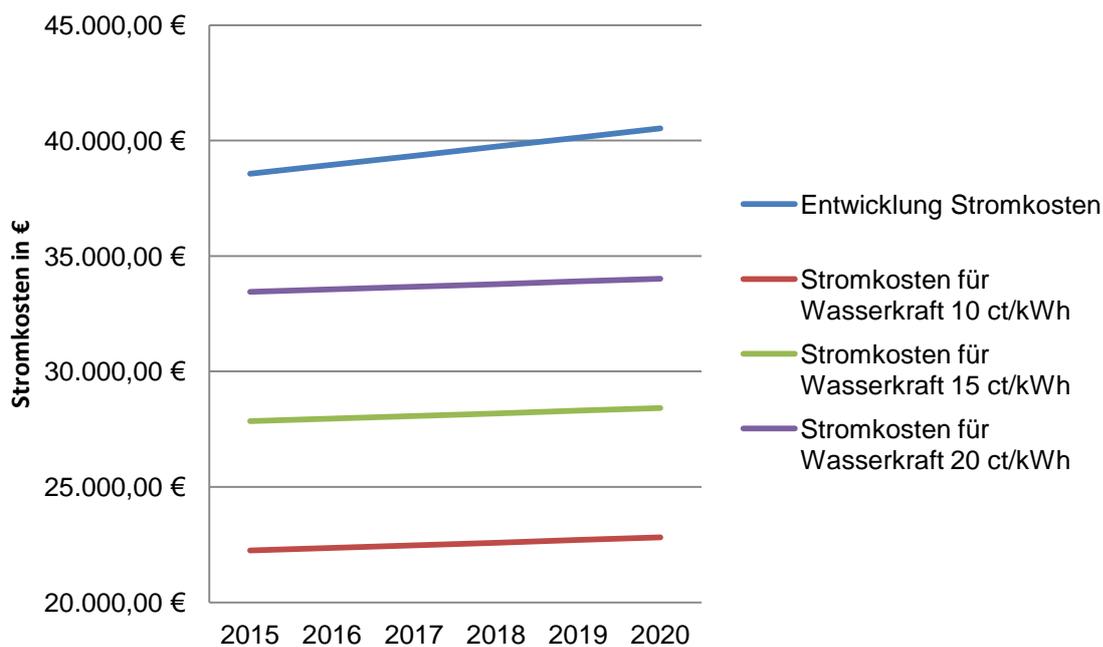


Abbildung 57: Entwicklung der Stromkosten bei der Nutzung von Wasserkraft

Auch für den Betreiber der Wasserkraftanlage ergibt sich aus der Kooperation mit der Stadt Geiselhöring ein Gewinn. Die derzeitige Einspeisevergütung von 7,67 ct/kWh kann deutlich angehoben werden. Bereits bei einem festgelegten Strompreis von 10 ct/kWh erhöhen sich die Einnahmen um 4 % im Vergleich zur Vergütung der kompletten Strommenge nach EEG.

#### 4.3.2.5.2.3 Potenzialbeispiele der Wasserkraft für den kommunalen Bereich

Neben dem genannten Potenzial für die Kläranlage der Stadt Geiselhöring gibt es noch weitere Standorte, bei denen ähnliche Rahmenbedingungen vorherrschen. In Tabelle 22 findet man Kläranlagen, in deren unmittelbarer Umgebung sich eine in Betrieb befindliche Wasserkraftanlage befindet. Zudem ist die installierte elektrische Leistung der Wasserkraftanlagen angegeben sowie die Leistung der bereits vorhandenen PV-Anlagen auf den Betriebsgebäuden der Kläranlagen. An diesen acht Kläranlagen ist es aufgrund der geringen Entfernung zu einer Wasserkraftanlage möglich, die notwendige elektrische Energie teilweise durch die erzeugte Energie der Wasserkraftanlage zu decken.

Aufgrund der idealen Voraussetzungen wird zur Umsetzung des ersten Projekts in der Stadt Geiselhöring geraten. Dieses kann als Grundlage für weitere Gemeinden im Landkreis dienen. Den verantwortlichen Gemeindevertretern wird empfohlen, bei Bedarf und Interesse, persönlich an die jeweiligen Anlagenbetreiber heranzutreten.

Tabelle 22: Kläranlagen mit Wasserkraftanlagen in unmittelbarer Umgebung

Energieverbraucher	Energieerzeuger	Wasserkraft- anlage	PV-Anlage
<b>Kläranlage Geiselhöring</b>	Wasserkraftanlage Kohlbachmühle	30 kW	30 kW
<b>Kläranlage Ettersdorf, Mallersdorf-Pfaffenberg</b>	Wasserkraftanlagen Zierermühle und Steinkirchen	16 kW 25 kW	16 kW
<b>Kläranlage Laberweinting</b>	Wasserkraftanlage Aumühle	33 kW	11 kW
<b>Kläranlage Atting / Rain</b>	Wasserkraftanlage Rainer Mühle und Bruckmühle	20 kW 15 kW	10 kW
<b>Kläranlage Hunderdorf</b>	Wasserkraftanlage Sägewerk Hofdorf	11 kW	33 kW
<b>Kläranlage Neukirchen</b>	Wasserkraftanlage Sägewerk Schickersgrub	13 kW	
<b>Kläranlage Klinglbach, Sankt Englmar</b>	Wasserkraftanlage Sägmühle	15 kW	8 kW
<b>Kläranlage Rattenberg</b>	Wasserkraftanlage Weberhäusl	48 kW	

Abbildung 58 zeigt einen Überblick zu den vorhandenen Abwasserbehandlungsanlagen sowie den industriellen bzw. gewerblichen Direkteinleitern im Landkreis Straubing-Bogen. Zusätzlich sind die

vorhandenen Wasserkraftanlagen vermerkt. Dabei erkennt man, wo Kläranlagen nahe bei Wasserkraftanlagen liegen.

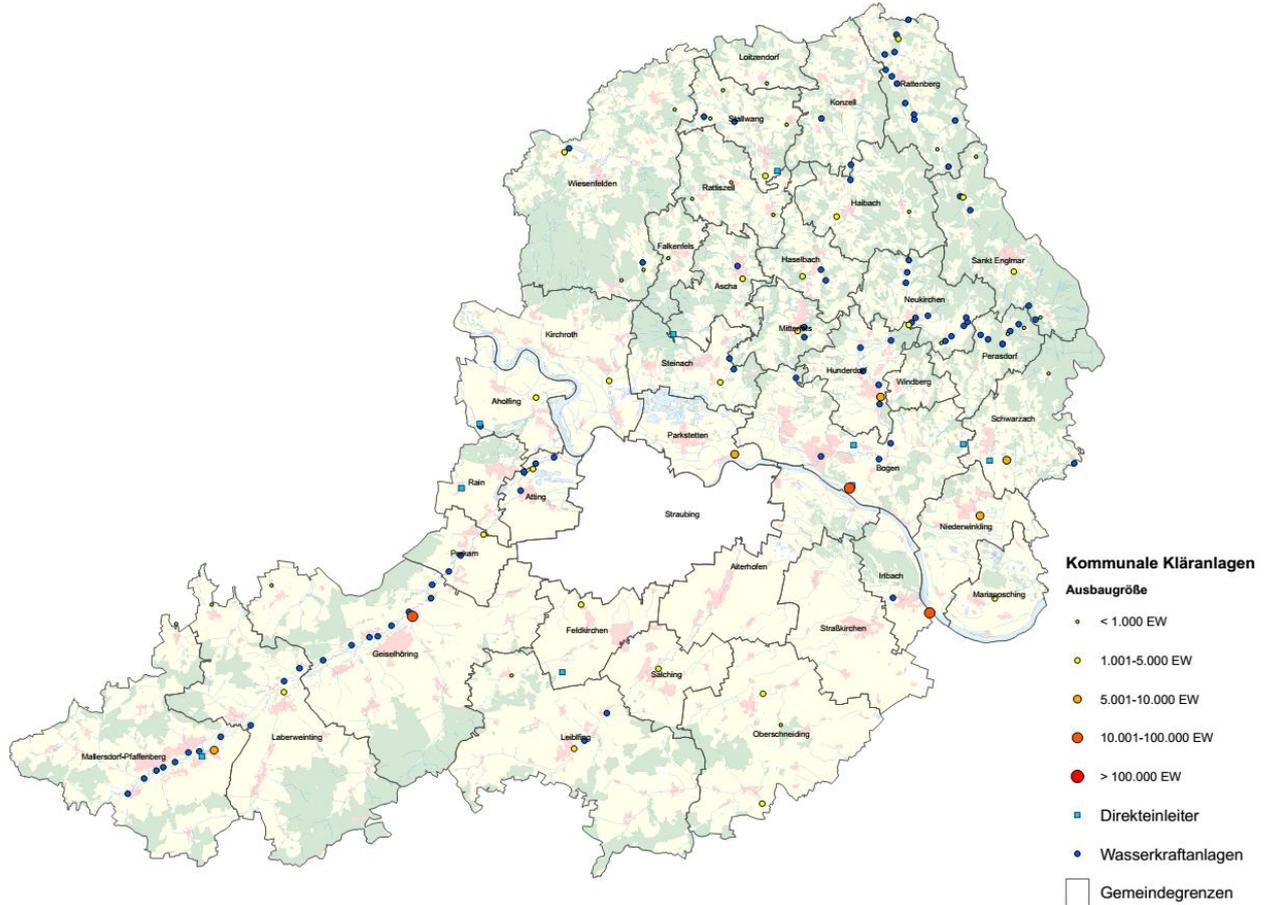


Abbildung 58: Abwasserbehandlungsanlagen im Landkreis Straubing-Bogen



#### 4.3.2.6 Geothermie

##### 4.3.2.6.1 Oberflächennahe Geothermie

Unter der oberflächennahen Geothermie versteht man in Deutschland, die Erdwärme, die aus den oberen 400 m der Erdkruste gewonnen werden kann (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2013). Es handelt sich hierbei um eine rein thermische Nutzung, ohne eine Erzeugung elektrischer Energie. Daher kann man im Wärmesektor fossile Energieträger wie Heizöl oder Erdgas umweltfreundlich durch Erdwärme ersetzen. Bereits ab einer Tiefe von 15 m herrschen im Untergrund konstante Temperaturen von ca. 8 - 12 °C vor. Anschließend nehmen die Temperaturen alle 100 m um ca. 3 °C zu, so dass in 400 m Tiefe über 20 °C vorherrschen. Da man mit 20°C kein Gebäude beheizen kann, muss das Temperaturniveau mit Hilfe einer Wärmepumpe je nach Heizungsart auf die notwendigen Vorlauftemperaturen erhöht werden. Abbildung 62 zeigt das Funktionsprinzip einer Kompressionswärmepumpe. Die in der Erde enthaltene Wärmeenergie wird im Fall eines geschlossenen Systems an eine Wärmeträgerflüssigkeit übergeben. Hier gibt es die Möglichkeiten Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder erdberührte Betonbauteile zu nutzen. Bei offenen Grundwassersystemen mit Förder- und Schluckbrunnen handelt es sich bei dieser Flüssigkeit einfach um Wasser. Innerhalb des geschlossenen Kreisprozesses der Wärmepumpe befindet sich ein sogenanntes Kältemittel, das die besondere Eigenschaft hat bereits bei niedrigen Temperaturen zu verdampfen. Am Verdampfer wird die aus der Erde gewonnene Wärme an dieses Kältemittel übertragen, wodurch dieses wiederum verdampft. Mit Hilfe von elektrischer Energie, die im Regelfall etwa ein Viertel der gesamten eingesetzten Energie ausmacht, wird ein Verdichter betrieben. Dort erhöht sich der Druck auf das Fluid, wodurch gleichzeitig die Temperatur ansteigt. Das nun entstandene Heißgas gibt seine Energie anschließend im Verflüssiger an den Heizkreislauf ab, in dem zumeist einfaches Wasser zu Heizkörpern oder Flächenheizungen fließt. Im Expansionsventil (Entspannungsventil) wird der Druck des Gases abgesenkt, wodurch die Temperatur wieder auf das Ausgangsniveau fällt. Anschließend beginnt dieser thermodynamische Kreisprozess von neuem.

Zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser werden i.d.R. strombetriebene Erdwärmepumpen in Wohnhäusern eingesetzt. Sie stellen unter Aufnahme von Umweltwärme und elektrischer Antriebsenergie Nutzwärme auf einem höheren Temperaturniveau bereit. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) einer Wärmepumpe gibt dabei das Verhältnis der über das Jahr abgegebenen Heizenergie zur aufgenommenen elektrischen Energie an.

Dem Einsatz von Wärmepumpen wird ein großes CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial zugesprochen. Dies trifft in vielen Fällen zu, gerade wenn es um die Substitution fossiler Energieträger wie Heizöl oder Erdgas geht (vgl. Abbildung 59).

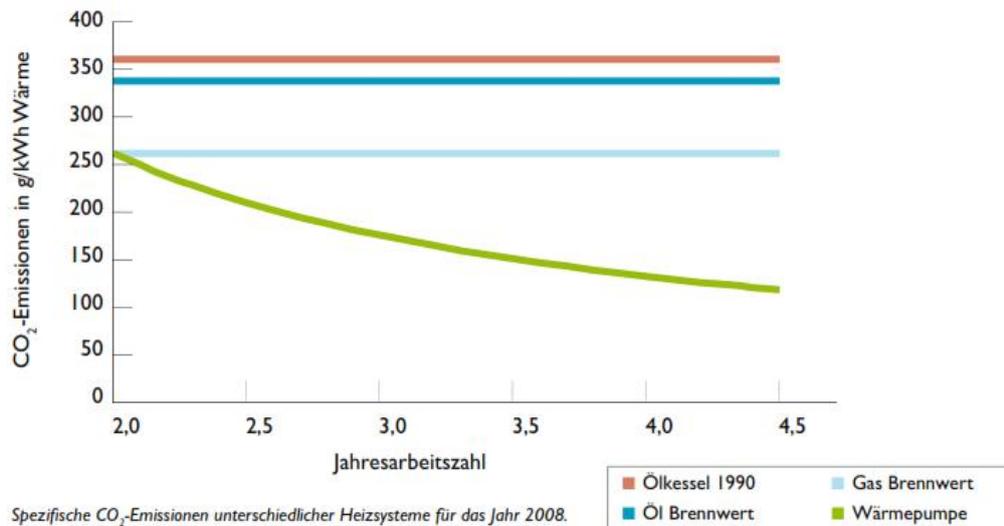


Abbildung 59: Vergleich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Heizungssysteme in Abhängigkeit von der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen für den deutschen Strommix von 570 kg/MWh<sub>el</sub>

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen einer Wärmepumpe hängen von den spezifischen Emissionen des deutschen Strommix<sup>19</sup> und der JAZ der Wärmepumpe ab. Typische Jahresarbeitszahlen von Erd-Wärmepumpen liegen zwischen 3,5 und 4,5. Im Mittel erreichten 59 Erd-Wärmepumpen über einen Messzeitraum von mehreren Jahren in einer Feldstudie des Fraunhofer Institut einen Wert von 3,9 (Miara, Günther, Kramer, Otersdorf, & Waler, 2010); vgl. Abbildung 59).<sup>20</sup>

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen die durch den Betrieb einer Wärmepumpe im Jahr 2010 erzeugt wurden, betragen in Deutschland somit rd. 141 kg/MWh<sub>th</sub>. Es ist anzunehmen, dass die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den verstärkten Einsatz von erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung zukünftig weiter sinken werden. Bis 2030 werden vom Fraunhofer Institut in Folge im deutschen Mittel spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von unter 90 kg/MWh<sub>th</sub> für Wärmepumpen prognostiziert, so dass im Mittel von 2010 bis 2030 von spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von ca. 110 kg/MWh<sub>th</sub> ausgegangen werden kann (siehe Abbildung 60).

<sup>19</sup> Insbesondere dann, wenn nicht sichergestellt werden kann, dass der zum Betrieb der Wärmepumpe notwendige Strom aus regenerativen Quellen stammt, ist der deutsche Strommix zur Bestimmung der CO<sub>2</sub>-Emissionen heranzuziehen!

<sup>20</sup> Luft-Luft Wärmepumpen oder Luft-Wasser-Wärmepumpen erreichen i.d.R. niedrigere Jahresarbeitszahlen von 2,5 – 3,5 und würden daher in einem Vergleich mit Fernwärme ungünstiger abschneiden.

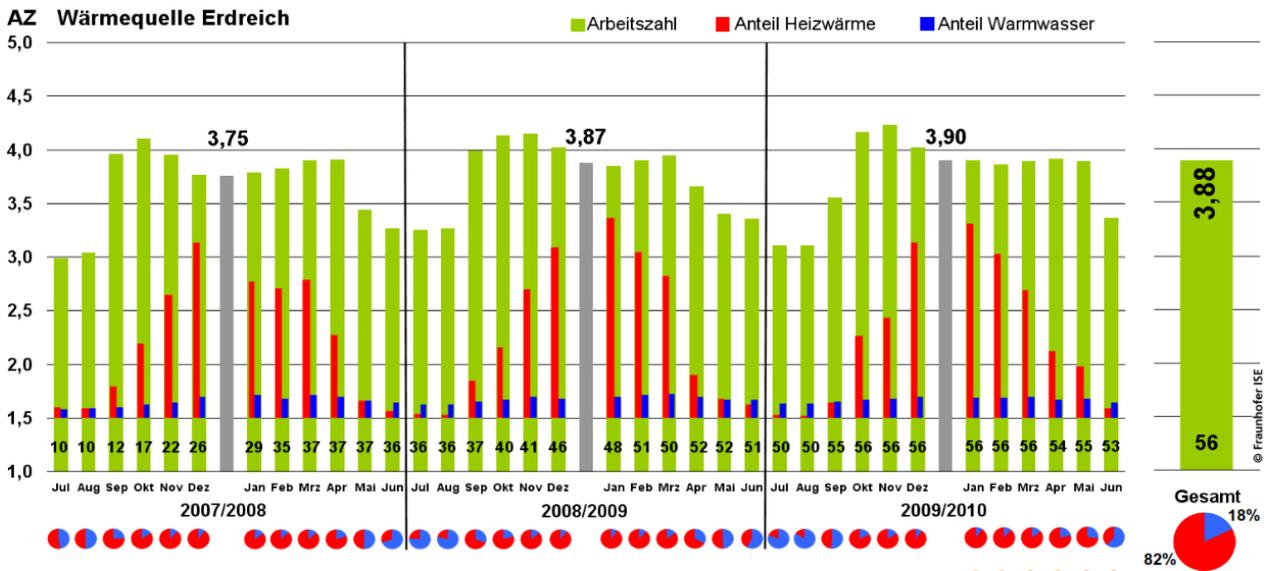


Abbildung 60: Ergebnisse eines Feldtest des Fraunhofer Instituts zu Jahresarbeitszahlen von Erd-Wärmepumpen (Miara et al., 2010)

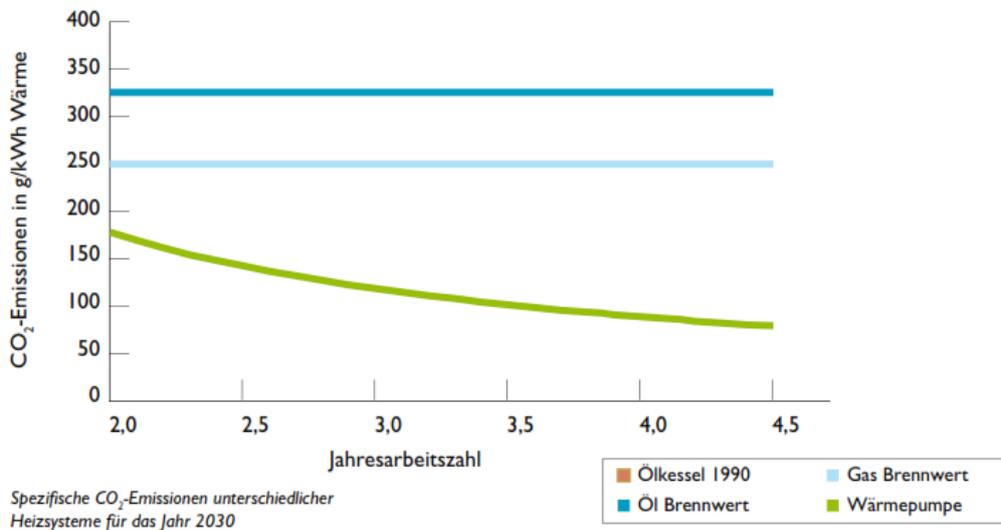


Abbildung 61: Vergleich der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Heizungssysteme in Abhängigkeit von der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen für den prognostizierten deutschen Strommix im Jahr 2030 von rd. 330 kg/MWh<sub>eI</sub>

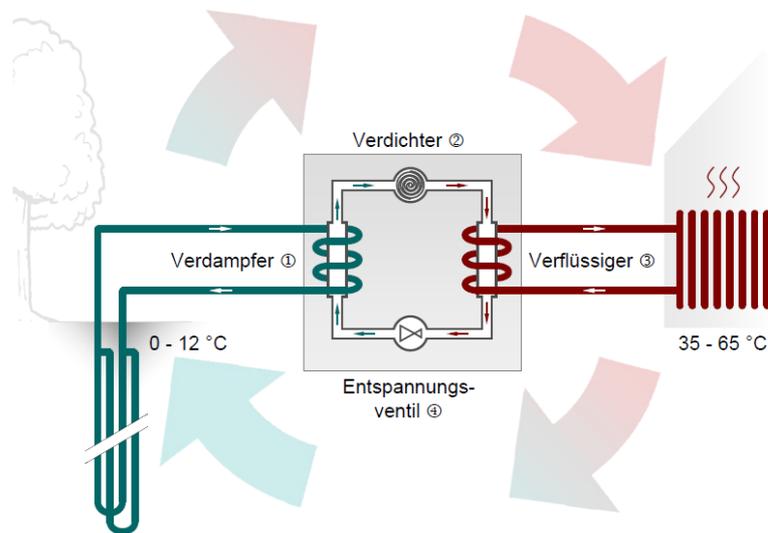


Abbildung 62: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2013)

Dadurch, dass etwa 75 % der eingesetzten Energie aus der Erdwärme stammen, können die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Erdwärmepumpen im Vergleich zu konventionellen Wärmeenergieträgern reduziert werden. Wenn man nun noch den eingesetzten Strom zum Verdichten des Kältemittels im Kreislauf aus regenerativen Quellen bezieht, kann diese Bilanz weiter verbessert werden. In einigen Neubauten gibt es hierzu bereits Konzepte zur Nutzung von selbst erzeugtem Strom aus der eigenen Photovoltaik-Anlage. Sehr wichtig ist eine detaillierte Planung und Dimensionierung einer solchen Anlage zur Wärmeversorgung, um auch tatsächliche Einsparungen bei Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen zu können. Maßgebend für eine elektrische Wärmepumpe ist hierbei die Jahresarbeitszahl, die eine Aussage darüber gibt, wie viel elektrische Energie eingesetzt werden muss, um thermische Energie zu erzeugen. Als wirtschaftlich gelten vor allem Anlagen, die mindestens ein Arbeitszahl von 4 erreichen, also aus 1 kWh Strom 4 kWh Wärme erzeugen. Vor allem hinsichtlich der steigenden Strompreise ist eine hohe Arbeitszahl für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage unerlässlich.

Aktuelle Zahlen zu Erdwärmesonden im Landkreis Straubing-Bogen wurden durch die zuständige Fachabteilung im Landratsamt bereitgestellt. Im Rahmen einer Masterarbeit (Waldruff, 2012) entstand eine Datenbank, in der alle genehmigten Erdwärmesonden aufgenommen wurden. So konnten zum 01. Juni 2013 insgesamt 536 Anlagen zur geothermischen Wärmeerzeugung gezählt werden. Diese wurden auch in einem Geoinformationssystem hinterlegt (siehe Abbildung 63). Großflächige Erdwärmekollektoren und Grundwasserbrunnen sind in dieser Zählung nicht mit inbegriffen.

Vergleicht man diese Angaben mit den Bestandsanlagen aus dem Energie-Atlas Bayern, so sind diese Anlagen nur teilweise in der Datenbank enthalten. Eine präzise Datenermittlung zum Bestand von Wärmepumpen mit gleichzeitiger Zuordnung der Wärmequelle ist deshalb nur schwer möglich.

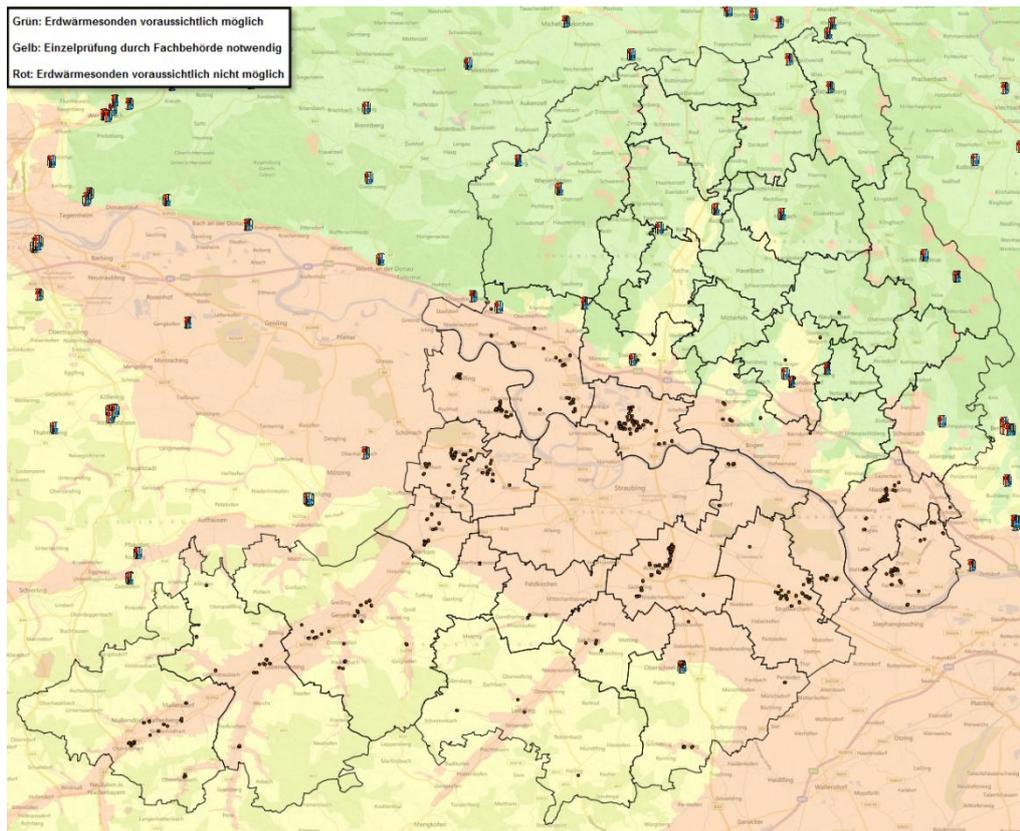


Abbildung 63: Erdwärmesonden, (Energie-Atlas Bayern, 2014), (Geodatendienste Bayern, 2014)

Eine Einschätzung zu den technisch nutzbaren und umsetzbaren Potenzialen für oberflächennahe Geothermie im Landkreis Straubing-Bogen wird von diversen Faktoren beeinflusst. Zunächst müssen einige technische Rahmenbedingungen vorherrschen, damit der Einsatz von Erdwärmepumpen erst möglich ist.

Das bayerische Landesamt für Umwelt gibt für den Landkreis Straubing zur Standorteignung für die Nutzung oberflächennaher Geothermie die in Abbildung 64 dargestellten Karteninformationen aus. Demnach wird im bayerischen Wald der Nutzung von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren der Vorzug geben. Im Süden des Gäubodens soll die Nutzung von Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmekollektoren möglich sein. Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmesonden können im Zentrum des Landkreises und im Einzugsbereich der „kleinen Laber“ und der „Aiterach“ zur Erzeugung regenerativer genutzt werden.

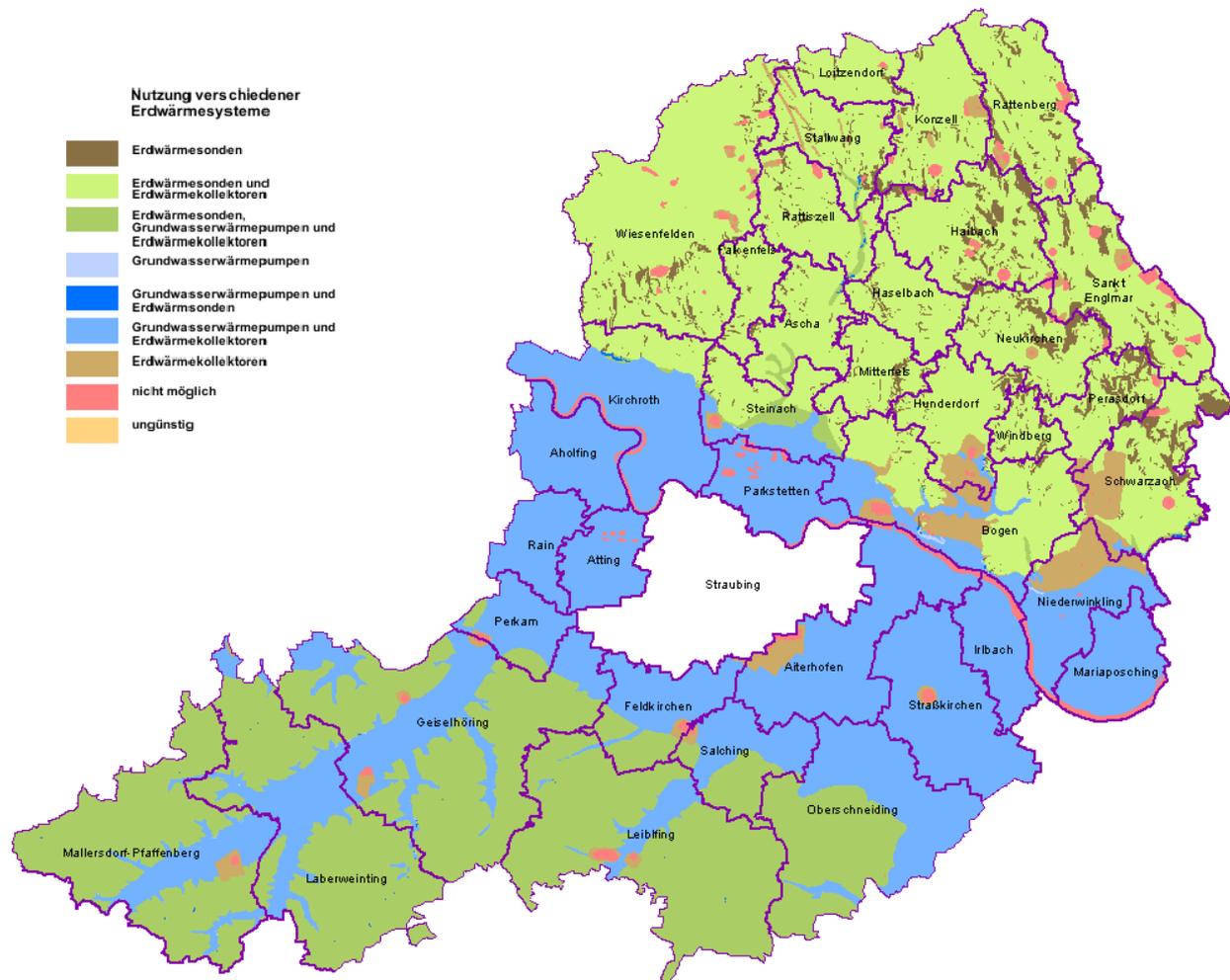


Abbildung 64: Standorteignung für die Nutzung oberflächennaher Geothermie

Bestandsbohrungen konzentrieren sich auf den bayerischen Wald (siehe Abbildung 65). Hier ist gemäß der Beurteilung der geothermischen Effizienz durch das LfU, das höchste geothermische Potential zur Nutzung mittels Erdwärmesonden vorzufinden. Für einen großen Teil des nördlichen Landkreises liegt das geothermische Potential bis 100m Tiefe bei 2,6-2,8 W/(m\*K). In der tektonischen Störung die sich durch Gebiet der Gemeinden Rattenberg und Sankt Englmar zieht steigt der Wert auf 2,8-3,0 W/(m\*K). Südlich der Donau wird mit einem geothermischen Potential  $\leq 1,8$  W/(m\*K) gerechnet.

Im bayerischen Wald kann nahezu Flächendeckend die Nutzung von Erdwärmesonden erfolgen. An einigen Stellen können nur Erdwärmekollektoren zum Einsatz kommen.

Im gesamten Gäuboden sind, bis auf kleine Ausschlussgebiete, Grundwasserpumpen und Erdwärmekollektoren nutzbar. Beim Einsatz von Erdwärmesonden im südlichen Teil des Gäubodens kann nur auf ein begrenztes geothermische Potential  $\leq 1,4$  W/(m\*K) genutzt werden.

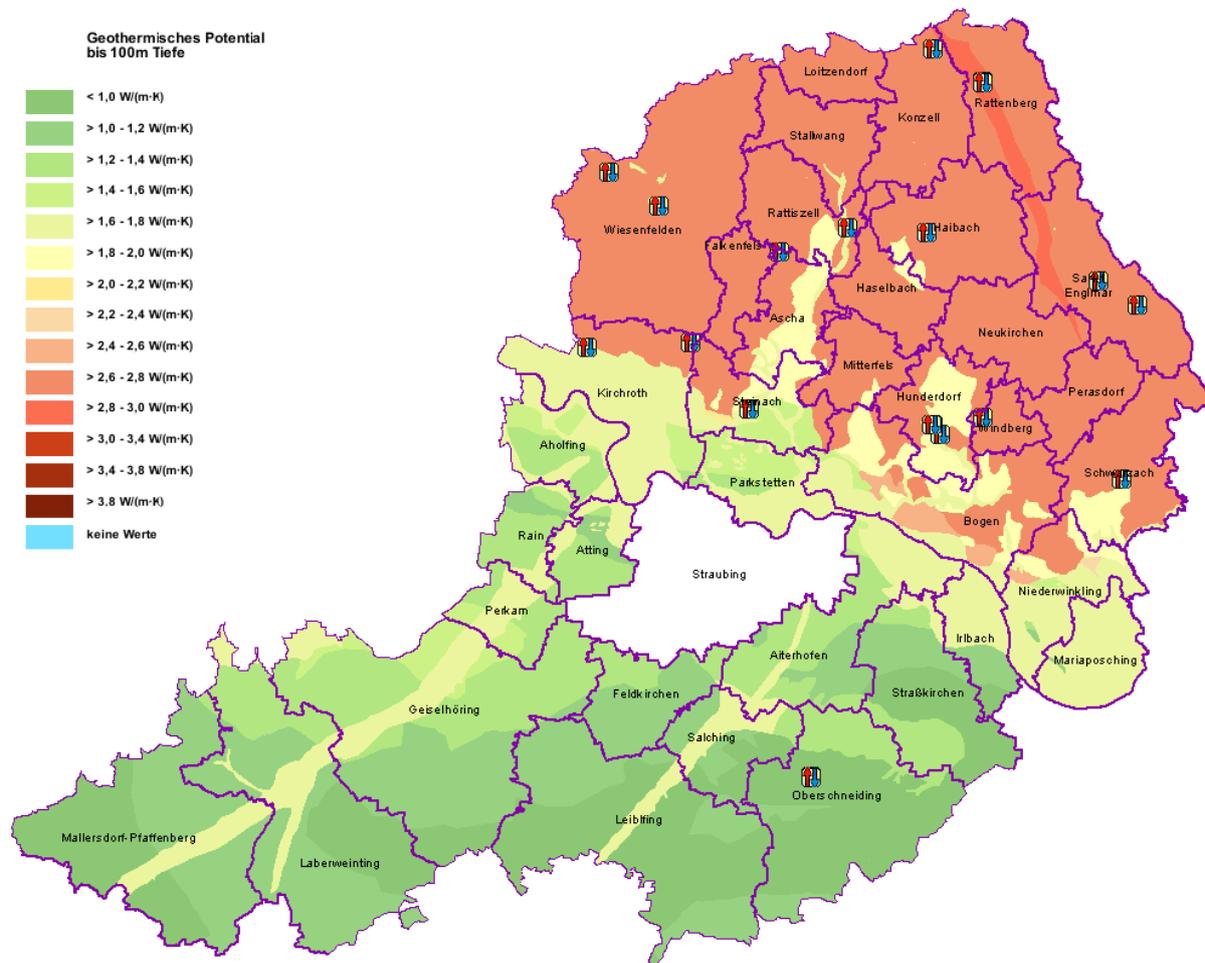


Abbildung 65: Geothermisches Potential im Landkreis Straubing-Bogen und Bestandsbohrungen

Neben den geologischen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen, müssen auch technische Vorgaben im Heizsystem beachtet werden. Wärmepumpen machen vor allem Sinn, wenn niedrige Vorlauftemperaturen benötigt werden, was vor allem bei Fußboden- Wand- oder Deckenheizungen der Fall ist. Dadurch verbessert sich die Energieeffizienz und folglich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe. Außerdem stehen geothermische Anlagen auch in direkter Konkurrenz zu anderen Wärmeversorgungsanlagen auf Basis regenerativer Energieträger, wie Pelletheizungen oder Solarthermie-Anlagen. Hier ist vor allem die Erschließung der Wärmequelle ein entscheidender Faktor. Während Holzbrennstoffe einfach zu beschaffen sind, muss man bei Bohrungen für Erdwärmesonden hohe Investitionskosten rechnen. Erdwärmekollektoren bringen einen hohen Flächenbedarf mit sich, was in Siedlungsgebieten zumeist nicht machbar ist. So treten andere Wärmeträger, wie z.B. Umgebungsluft, Oberflächengewässer oder alternative Abwärmequellen aufgrund der einfachen und kostengünstigeren Erschließbarkeit trotz niedrigerer Arbeitszahlen immer mehr in den Vordergrund.

#### 4.3.2.6.2 Tiefengeothermie

Als Tiefengeothermie bezeichnet man in Deutschland die Nutzung der Erdwärme in Tiefen von 400 m bis hin zu mehreren Kilometern unter der Erdoberfläche. Dort können die Temperaturen zum Teil so stark ansteigen, dass es möglich ist neben Wärme auch Strom zu erzeugen. In Bayern wird dies bisher vor allem südlich von München im Süddeutschen Molassebecken praktiziert. Dort findet man eine Oberjura-Schicht, auch Malm genannt, die aus wasserlöslichen Karbonatgesteinen besteht. Diese Löslichkeit führt zu Verkarstungen, es bilden sich also Zwischenräume im Gestein, in denen Wasser fließen kann. Je höher dann die Temperatur in dieser Schicht ist, desto höher auch das geothermische Potenzial am Standort.<sup>21</sup> Abbildung 66 zeigt einen Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland und die unterschiedlichen Gegebenheiten hinsichtlich der Thermalwasser führenden Kalksteinschicht.

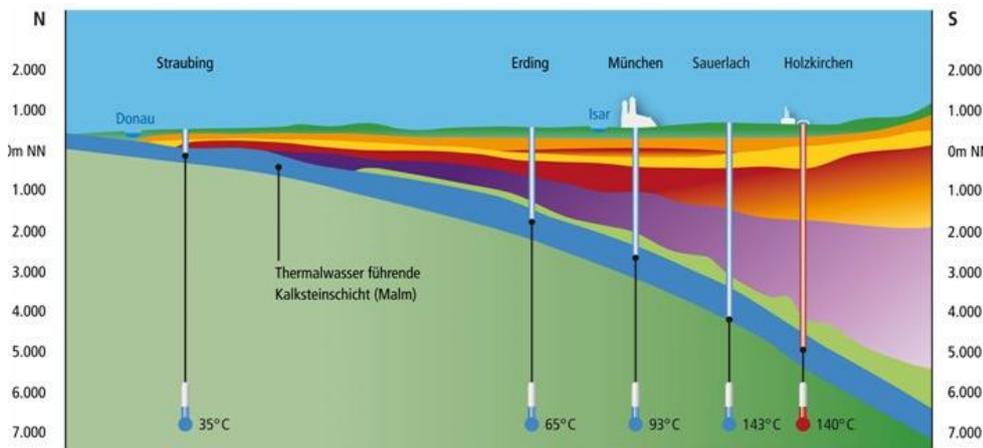


Abbildung 66: Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland  
(Quelle: Bundesanstalten für Geowissenschaften und Rohstoffe)

Ein Beispiel zur Nutzung der tiefen Erdwärme existiert in der Stadt Straubing. Bereits seit dem Jahr 1992 wird das ansässige Schwimmbad mit etwa 36 °C warmem Thermalwasser aus einer Tiefe von ca. 800 m versorgt. Nachdem die Reinjektionsbohrung fertiggestellt wurde, konnte im Jahr 1999 ein Heizwerk in Betrieb gehen, in dem das Temperaturniveau des Thermalwassers mit Hilfe einer Wärmepumpe weiter erhöht wird und zu Heizzwecken für öffentliche und private Großabnehmer genutzt werden kann.<sup>22,23</sup> Im Energie-Atlas Bayern sind auf Grundlage geologischer Untersuchungen die günstigsten Gebiete für eine sinnvolle Wärme- oder Stromerzeugung ausgewiesen. Im Landkreis Straubing-Bogen betrifft dies drei Gemeinden, in denen ein Potenzial für eine geothermi-

<sup>21</sup> <http://www.geothermie.de/wissenswelt/glossar-lexikon.html>, Zugriff am 18.06.2014

sche Wärmeversorgung vorhanden sein kann. Es handelt sich um Teile der Gemeinden Aiterhofen, Irlbach und Straßkirchen (Abbildung 67).

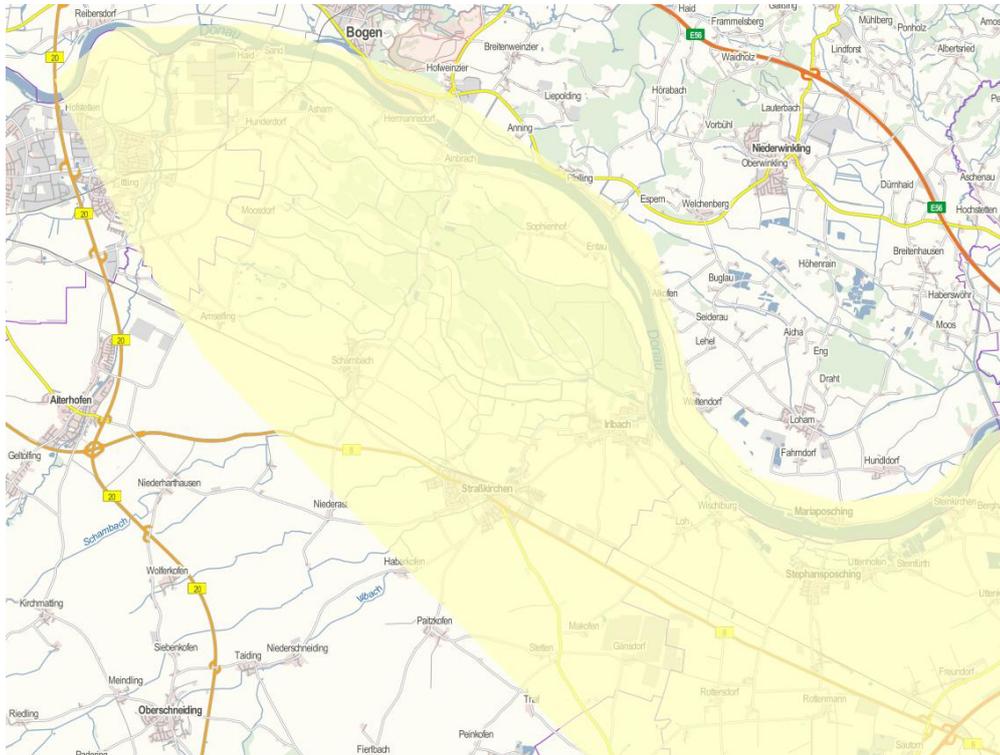


Abbildung 67: Gebiete mit Eignung zur Wärmeerzeugung aus Tiefengeothermie (Energie-Atlas Bayern, 2014)



Eine hydrothermale Nutzung ist im Gebiet zwischen Plattling und Straubing, trotz eines hohen technischen Aufwands, bei zusätzlicher Nutzung der Wärmepumpentechnologie realisierbar.

Der Vertikalschnitt aus dem „Geothermisches Informationssystem für Deutschland (Geotis, 2014)“ in Abbildung 68 zeigt die Temperaturverteilung entlang einer vertikalen Schnittlinie (siehe Abbildung links) zwischen Parkstetten und Straßkirchen.

In dem umgebenden Areal liegt die Geländeoberkante (Geländehöhe) in etwa bei 300 m über Normalnull (mNN). Der Oberjura beginnt hier bei Tiefen zwischen ca. 530 m und 660 m. Eine Bohrung sollte deshalb mindestens 850 m aufweisen, will man den Oberjura-Aquifer erreichen. In dieser Tiefe (ca. 500 mNN) herrschen Temperaturen von 40-48 °C, bei einer Prognosetoleranz von +/- 10 °C. Ein Temperaturnivea von 70 °C (Prognosetoleranz +/-15°C wird erst ab einer Tiefe von 1550 m unter Geländeoberkante bzw. 1250 mNN erreicht.

In der Kartendarstellung in Abbildung 69 sind die Isothermen in einer Tiefe von 1300 mNN eingezeichnet und die Ausbreitung des Oberjura-Aquifers türkis in der Fläche markiert.

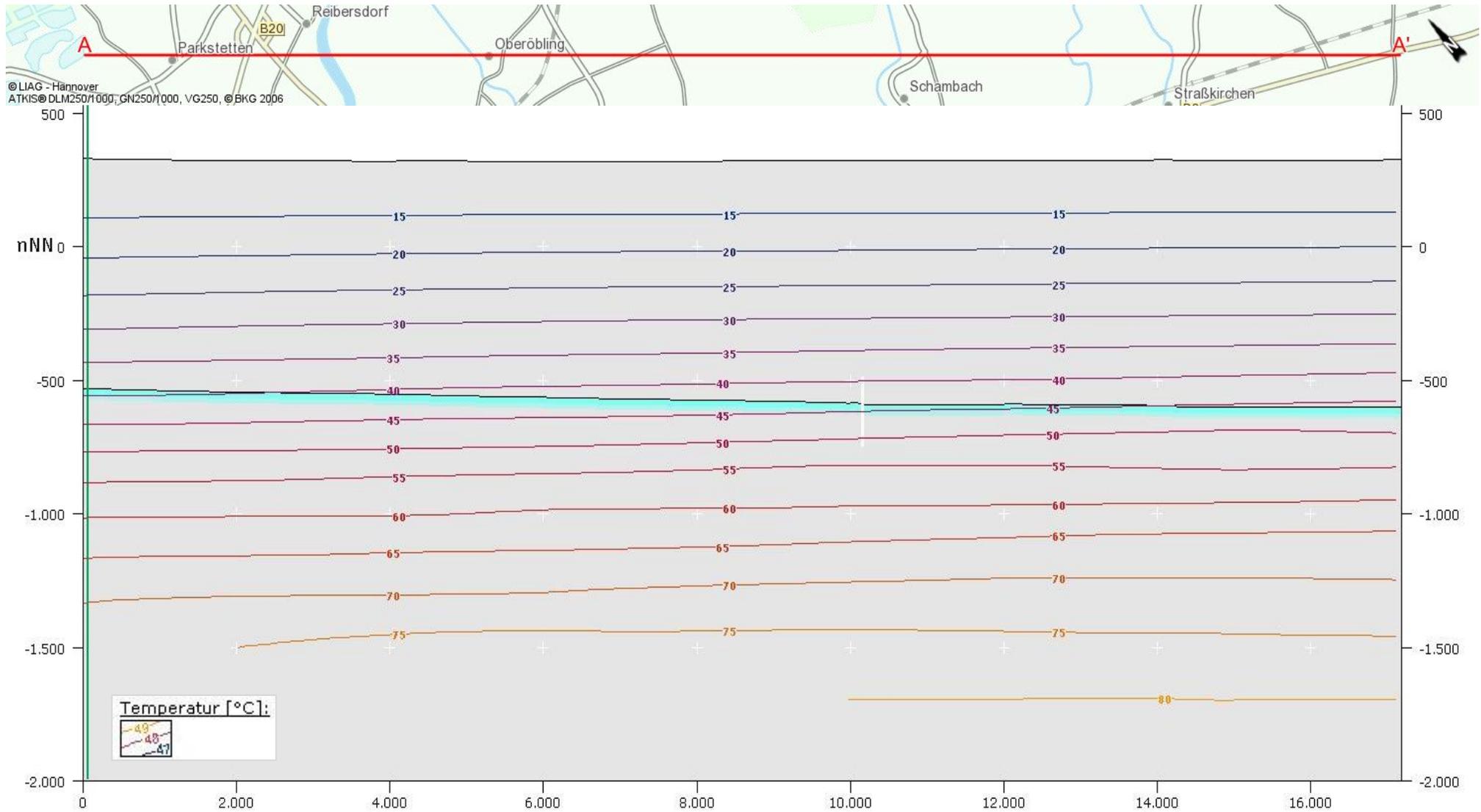
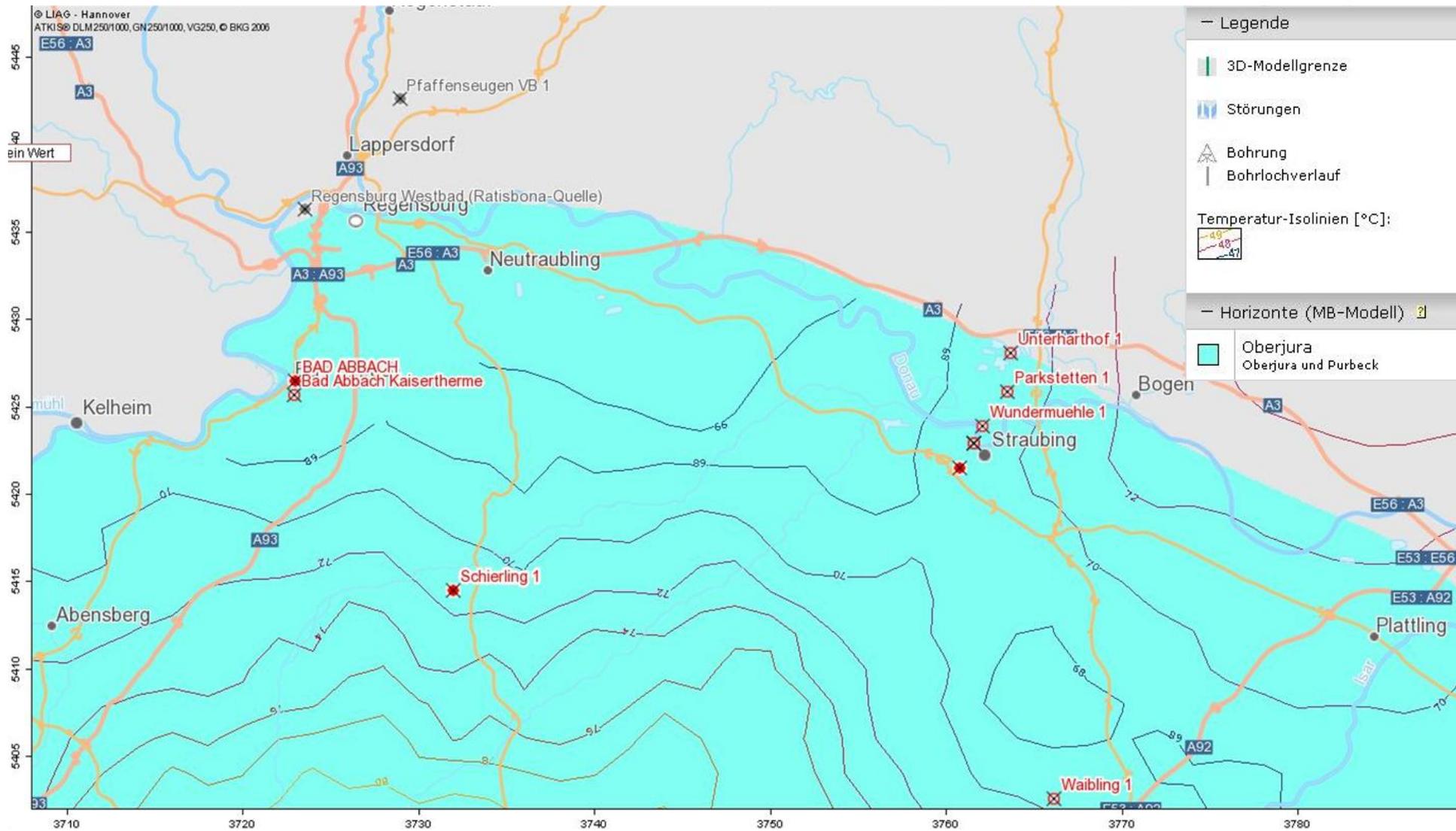


Abbildung 68: Vertikalschnitt über das Gebiet zur hydrothermalen Nutzung im Lkr. Straubing-Bogen (Parkstetten - Straßkirchen)



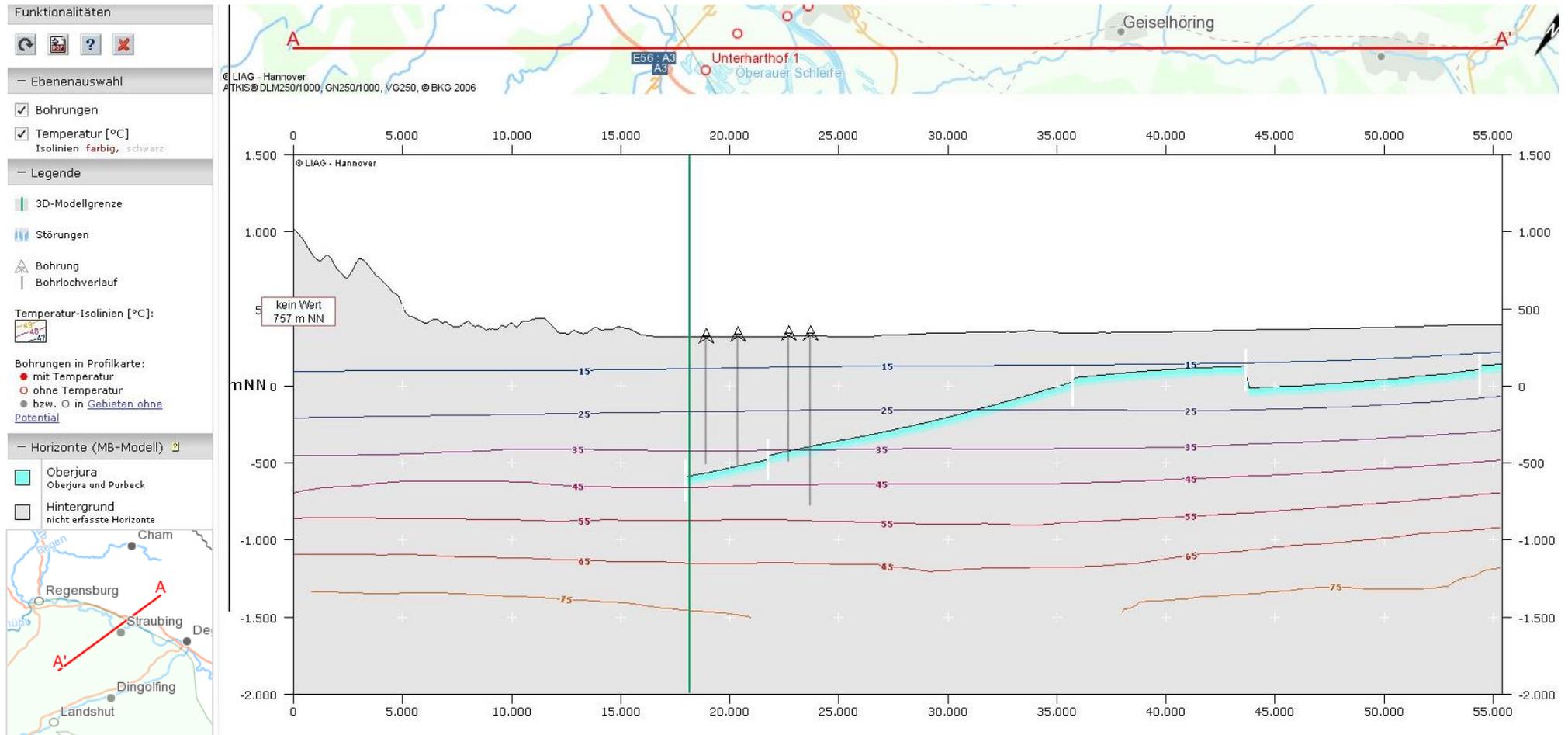


Abbildung 70: Vertikalschnitt zwischen Sankt Englmar und Mallersdorf-Pfaffenberg



Es besteht die Möglichkeit zur Nutzung der Tiefengeothermie für die Balneologie im Bereich des süddeutschen Molassebeckens (siehe Abbildung 69). In Abbildung 70 ist ein Vertikalschnitt zwischen den Gemeinden Sankt Englmar und Mallersdorf-Pfaffenberg dargestellt. Die Grenze des Oberjura-Aquifers ist hier als vertikale grüne Linie eingezeichnet. Der Aquifer erreicht in seinem Verlauf auch Höhen über 0 mNN und wäre somit an diesen Orten leichter erschließbar. Um die durchschnittliche Temperatur von 38 °C in Bayern für diese Art der Erdwärmenutzung zu erreichen müssen Tiefen von ca. 500 mNN erreicht werden.

Es wurden im Landkreis Straubing-Bogen keine Potentiale zur Nutzung von tiefer Geothermie für die Stromerzeugung identifiziert.

Aufgrund der vergleichsweise niedrigeren Temperaturen im Untergrund, ist die Umsetzung von Geothermie-Projekten zur direkten hydrothermalen Nutzung mit einem erhöhten technischen Aufwand verbunden. Die Finanzierung dieser Projekte wird durch höhere Investitionskosten, höhere Betriebskosten und damit längere Amortisationszeiten erschwert. Das wichtigste Kriterium für den Aufbau einer Fernwärmeversorgung auf Basis von Erdwärme sind aber große Wärmeabnehmer, wie sie z.B. in der Stadt Straubing zu finden sind. Die einzigen Orte, die sich innerhalb des Potenzialgebietes befinden sind Irlbach und Straßkirchen. Aufgrund ihrer Struktur wird es nicht als sinnvoll erachtet ein großes Fernwärmenetz zu bauen. Größere Wärmeabnehmer sind kaum vorhanden und die Siedlungsgebiete werden seit einigen Jahren mit Erdgas versorgt, wodurch einige potenzielle Wärmeabnehmer über relativ neue Heizungsanlagen verfügen. Ein Umstieg auf ein neues Heizsystem zeichnet sich somit in den kommenden Jahren nicht ab. Hier kann man nur in bestimmten Bereichen über eine effiziente Versorgung über Nahwärmenetze nachdenken. Somit kann man zusammenfassend keine Potentiale für die Nutzung von Tiefengeothermie ausweisen.



#### 4.3.2.7 Abwärme und Umweltwärme

##### 4.3.2.7.1 Abwärme

Ein weiteres Potenzial bietet die Nutzung der enthaltenen Energie aus Abwärme und weiteren Wärmequellen aus der Umwelt. Sogenannte Abwärme kann innerhalb verschiedener industrieller Prozesse entstehen, aber auch beim Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, wie z.B. bei Blockheizkraftwerken an Biogasanlagen. Die Potenziale dieser Abwärmenutzung wurden bereits in Kapitel 4.3.2.2.1 behandelt und diskutiert. Zur Verortung von vorhandenen Abwärmequellen wurde im Jahr 2012 ein Instrument in den Energie-Atlas Bayern integriert (COPLAN AG, 2012). Mit dessen Hilfe wird die Möglichkeit geboten sich als Wärmequelle oder als Wärmesenke einzutragen.<sup>24</sup> Es wird also unterschieden zwischen Prozessen, die Abwärme erzeugen und jenen die Wärme benötigen. Die Zusammenführung von zwei Partnern, die jeweils Wärme anbieten und nachfragen, ist das Ziel dieses Werkzeugs. Im Landkreis Straubing-Bogen sind bisher lediglich drei Wärmequellen ausgewiesen<sup>25</sup>. Dabei handelt es sich um zwei Biogasanlagen in Aholting und Irlbach sowie um das Biomassheizwerk in Mitterfels. Industriebetriebe haben bisher keinerlei Angaben zu möglichen thermischen Überschussmengen aus Prozessen gemacht. Dies kann mit Bedenken aus datenschutzrechtlicher Sicht, andererseits durch fehlende Kenntnis verursacht sein. So wurden im Herbst 2013 Fragebögen an die größten Betriebe im Landkreis versendet, um mögliche Potenziale zur Nutzung überschüssiger Wärme herauszufinden. Der Rücklauf war jedoch recht gering, was wohl wiederum unter anderem daran liegt, dass es sich um sensible Daten handelt. Zusammenfassend kann man nach Auswertung der Fragebögen festhalten, dass nur in wenigen Fällen Abwärme auf hohem Temperaturniveau vorhanden ist. Vereinzelt Unternehmen aus den Bereichen der Ziegelproduktion und der Kunststoffherstellung könnten Abwärme im Niedertemperaturbereich liefern. Diese könnte wiederum durch den Einsatz von Wärmepumpen für Heizzwecke nutzbar gemacht werden (vgl. 4.3.2.6.1). Um weitere mögliche Potenziale herauszufiltern kann man die Empfehlung aussprechen, auf die Möglichkeiten der effizienten Wärmenutzung hinzuweisen. Sei es durch die Veröffentlichung von Daten auf dem Portal des Energie-Atlas Bayern oder durch direkte Kontaktaufnahme zwischen Gemeinde und Unternehmen. Der Landkreis Straubing-Bogen möchte durch die Bioenergie-Region eine erste Beratungsleistung für Unternehmen initiieren, um diese auf Möglichkeiten der effizienten Energieversorgung, Einsparpotenziale und die Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien hinzuweisen (vgl. Abschnitt 7.1, Maßnahme 16). Im Rahmen dieser Beratungen können die kommunalen und mittelständischen Betriebe auf die Möglichkeiten im Bereich der effizienten Nutzung von Abwärme hingewiesen werden.

##### 4.3.2.7.2 Umgebungsluft und Oberflächengewässer

Eine weitere Möglichkeit Wärme aus der Umwelt für Heizzwecke nutzbar zu machen, liegt in der enthaltenen thermischen Energie der Umgebungsluft oder von Oberflächengewässern. Diese Arten der Umweltwärme werden ebenfalls mit Hilfe von Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Vor allem Wärmepumpen, die Energie aus der Umgebungsluft in nutzbare Heizwärme umwandeln, sind in einigen Neubauten sehr gefragt. So steigen die Absatzzahlen von

<sup>24</sup> [http://www.energieatlas-bayern.de/thema\\_abwaerme.html](http://www.energieatlas-bayern.de/thema_abwaerme.html), Zugriff am 18.06.2014

<sup>25</sup> Stand: 18.06.2014



Luft/Wasser-Wärmepumpen in den vergangenen Jahren deutschlandweit deutlich an.<sup>26</sup> Dies liegt in erster Linie an den im Vergleich zur Erdwärme entfallenden Erschließungskosten des Wärmeenergieträgers. Dafür muss der Verbraucher jedoch vor allem in den Wintermonaten mit höheren Stromkosten rechnen, da die Lufttemperaturen deutlich geringer sind als im Vergleich dazu die relativ konstanten Temperaturen im Erdreich. Dasselbe gilt für Oberflächengewässer, die bei Frost gefrieren. Jedoch wird hier durch die Anomalie des Wassers jederzeit eine Temperatur von mindestens 4 °C gewährleistet. Diese ebenfalls interessante Art der Wärmeengewinnung unterliegt wiederum vielen technischen und rechtlichen Rahmenbedingungen, weshalb diese Technik bislang kaum zur Anwendung kommt.

#### 4.3.2.7.3 Abwasser

Die Wärmerückgewinnung aus Abwasser ist ein weiteres Thema der effizienten Wärmenutzung. Hierbei wird die im Abwasser enthaltene Wärmeenergie über ein Wärmetauschersystem entnommen. Über das ganze Jahr hinweg liegen die Temperaturen im Abwasser zwischen 10 und 20 °C. Auch hier wird anschließend eine Wärmepumpe eingesetzt, um die Temperaturen zu erhöhen. Für die Nutzung dieser Energiequelle müssen jedoch einige technische Restriktionen beachtet werden, damit ein wirtschaftlicher Betrieb einer solchen Anlage gewährleistet werden kann. Diese werden nun kurz zusammengefasst (Bundesverband Wärmepumpe e.V., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW), Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 2009):

- Trockenwetterabfluss mindestens 15 l/s
- Stetiger Abwasserstrom muss vorhanden sein
- Kanalquerschnitt mindestens DN 800 (bzw. DN 500<sup>27</sup>)
- Abwassertemperatur möglichst immer größer als 10 °C
- Möglichst gerader Kanalabschnitt (mind. 20 m)
- Wärmebedarf der versorgten Gebäude mindestens 100 kW, besser 150 kW
- Entfernung der Wärmeabnehmer zum Kanal höchstens 200 m
- Gute Zugänglichkeit, idealerweise Einbau bei Kanalsanierung

Nach der Analyse unter oben genannten Aspekten ist es schwierig im Landkreis Straubing-Bogen geeignete Kanalabschnitte für die Nutzung der Abwasserwärme zu finden. Man kann davon ausgehen, dass in erster Linie in den größeren Orten, also der Stadt Bogen, der Stadt Geiselhöring und dem Markt Mallersdorf-Pfaffenberg aufgrund der größten Einwohnerzahlen und der größeren Dichte an Gewerbebetrieben Potenziale vorhanden sein können. Um genaue Potenziale zu definieren müssen die Abwasserkanalisationsnetze detailliert untersucht werden. Als Referenzbeispiel für die Region gilt das Pilotprojekt „Energie aus Abwasser“ der Stadt Straubing, das vom Umweltcluster

<sup>26</sup> <http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/zahlen-und-daten/jahreszahlen.html>, Zugriff am 18.06.2014

<sup>27</sup> [http://www.dwa.de/portale/bw/bw.nsf/C12572290037B981/AC8287313447839BC12576C00034751A/\\$FILE/03.%20E.A.%20M%FCiler%20-%20Abwasserw%E4rme%20-%20Prinzip,%20DCberblick,%20Technik.pdf](http://www.dwa.de/portale/bw/bw.nsf/C12572290037B981/AC8287313447839BC12576C00034751A/$FILE/03.%20E.A.%20M%FCiler%20-%20Abwasserw%E4rme%20-%20Prinzip,%20DCberblick,%20Technik.pdf)



Bayern eine Auszeichnung als Leuchtturmprojekt verliehen bekam.<sup>28</sup> So deckt die Wärme, die aus dem Abwasser zurückgewonnen wird, in Verbindung mit einer Wärmepumpe knapp 90 % des Wärmebedarfs einer Wohnanlage mit 11 Gebäuden und 102 Wohnungen auf insgesamt 7.150 m<sup>2</sup> Wohnfläche (Quelle: <http://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas/praxisbeispiele/details,30.html>).

Eine weitere Möglichkeit bietet die Energiegewinnung an Kläranlagen. Dies ist einerseits durch die Nutzung der Abwasserabwärme aus den zusammengeführten Abwässern, analog zu vorher beschriebenen Beispiel möglich. Andererseits kann der in den Kläranlagen anfallende Klärschlamm einer thermischen Verwertung zugeführt werden. Voraussetzung ist, dass eine stoffliche Verwertung als z.B. Düngehilfsmittel nicht möglich ist.

Ein weiteres Potenzial ergibt sich durch die Konditionierung und Stabilisierung von Klärschlamm durch anaerobe Behandlungsverfahren in sogenannten Faultürmen mit Bildung von Klärgas. Das Klärgas kann in einem BHKW verstromt werden. Die dabei anfallende Abwärme wird oftmals zur Beheizung der Behandlungsbecken eingesetzt und dient somit der Prozessstabilisierung. Klärgas BHKW sind als Biomassenutzungsoption im EEG2014 weiterhin verankert und somit vergütungsfähig. Je nach Klärgasmenge und der damit verbundenen BHKW-Auslegung ist auch ein Zuschuss über das KWK Gesetz möglich. Ob KWK Zuschuss oder EEG Umlagevergütung höhere Erlöse erbringt, muss im Einzelfall geprüft werden.

Tabelle 23 zeigt alle kommunalen Kläranlagen in den 37 Landkreisgemeinden mit deren Ausbaugröße.

*Tabelle 23: Kommunale Kläranlagen im Landkreis Straubing-Bogen*

Nummer	Kläranlage	Ausbaugröße (EW)
1	Aholting	1.700
2	Ascha	1.200
3	Atting	4.500
4	Bogen	15.000
5	Falkenfels	800
6	Feldkirchen	1.200
7	Geiselhöring	12.000
8	Geiselhöring - Walkofen	400
9	Haibach	1.500
10	Haibach - Elisabethszell	1.000
11	Haselbach	1.900
12	Haselbach - Hofstetten-Metzgereich Michl	74
13	Hunderdorf	4.000
14	Kirchroth	4.800
15	Laberweinting	4.000
16	Laberweinting - Allkofen	350
17	Leiblfing	3.000
18	Leiblfing - Metting	200
19	Loitzendorf	650
20	Mallersdorf-Pfaffenberg	10.000

<sup>28</sup> <http://www.energieatlas.bayern.de/energieatlas/praxisbeispiele/details,30.html>



Nummer	Kläranlage	Ausbaugröße (EW)
21	Mallersdorf-Pfaffenberg - Upfkofen	250
22	Mariaposching - Loham	1.000
23	Mitterfels	4.750
24	Neukirchen	1.500
25	Neukirchen - Obermühlbach	250
26	Niederwinkling	5.166
27	Oberschneiding	2.400
28	Oberschneiding - Münchshöfen-Heim	150
29	Oberschneiding - ZV Reißinger Bachtal	1.700
30	Parkstetten	5.500
31	Perasdorf - Haigrub	100
32	Perasdorf - Kostenz-Kinderheilst.	350
33	Perkam	1.500
34	Rattenberg & Konzell	4.900
35	Rattenberg - Maierhof-Gasthof	150
36	Rattenberg - Neurandsberg	250
37	Rattenberg - Oberbocksberg	95
38	Rattiszell	500
39	Rattiszell - Haunkenzell	300
40	Rattiszell - Pilgramsberg	500
41	Salching	3.000
42	Sankt Englmar	5.000
43	Sankt Englmar - Klinglbach	1.300
44	Sankt Englmar - Kolmberg-Hotel	110
45	Sankt Englmar - Rettenbach-Kurhotel	250
46	Schwarzach	9.000
47	Schwarzach - Grandsberg-Menauer	100
48	Stallwang	1.500
49	Stallwang - Landorf	350
50	Stallwang - Schönstein	150
51	Stallwang - Wetzelsberg	185
52	Steinach	2.500
53	Straßkirchen	11.900
54	Wiesenfelden	2.800
55	Wiesenfelden - Geßmannszell	260
56	Wiesenfelden - Heilbrunn	175
57	Wiesenfelden - Höhenberg	236
58	Wiesenfelden - Saulburg	450
59	Wiesenfelden - Zinzenzell	600



Je größer die Ausbaugröße der kommunalen Kläranlage ist, desto mehr Klärschlamm und Klärgas entsteht. Man kann davon ausgehen, dass täglich etwa 80 g TM/EW Klärschlamm anfallen und etwa 18 l/EW an Klärgas erzeugt werden.<sup>29,30</sup> Bei einem Energieinhalt im getrockneten Klärschlamm von etwa 11 MJ/kg und von 21,6 MJ/m<sup>3</sup> Klärgas kann man theoretisch ca. 18.000 MWh an Energie erzeugen. Inwieweit dieses Potenzial im Landkreis Straubing-Bogen ausgeschöpft sind konnte im Rahmen der Bestandsaufnahme nicht ermittelt werden. Berücksichtigt werden muss, dass die energetische Nutzung von Klärschlamm mit der landwirtschaftlichen Nutzung als Dünger konkurriert. Zudem ist die energetische Nutzung von Klärgas auch mit Investitionen in ein BHKW verbunden. Je nach Ausbaugröße der Kläranlage, ist eine wirtschaftliche energetische Nutzung nur bedingt sinnvoll umzusetzen. Empfehlenswert ist, wie bereits in Kapitel 4.3.1.2.2 erläutert, die Untersuchung energetischer Potenziale in den kommunalen Kläranlagen, wobei neben Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen im Betrieb auch die Potenziale zur Energieerzeugung an der Kläranlage untersucht werden sollen.

---

<sup>29</sup> [http://www.umweltanalytik-ebersbach.de/Newsletter/TUA\\_Vortrag/AbfKlaerV.pdf](http://www.umweltanalytik-ebersbach.de/Newsletter/TUA_Vortrag/AbfKlaerV.pdf)

<sup>30</sup> <http://www.bioenergynet.eu/BEN3/?pId=73&AspxAutoDetectCookieSupport=1>



#### 4.4 Zusammenfassung der Bestands- und Potenzialanalyse

Die Tabelle 24 zeigt den Strombedarf einzelner Sektoren im Landkreis Straubing-Bogen.

Tabelle 24: Überblick zum Strombedarf einzelner Sektoren im Landkreis Straubing-Bogen

Stromverbrauch	in MWh/a	Anteil
Privater Haushalte	137.900	29%
Industrie/GHD	330.800	69%
Öffentliche Liegenschaften	7.100	1%
Straßenbeleuchtung	5.600	1%
<b>Gesamt</b>	<b>481.400</b>	<b>100%</b>

Der Deckungsanteil am Strombedarf in der Jahresbilanz durch erneuerbare Energien beträgt rd. 87 % (vgl. Tabelle 25) und ist im Vergleich zu anderen Landkreisen hoch.

Tabelle 25: Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien im Landkreis Straubing-Bogen zur Strombedarfsdeckung

Bestand	installierte Leistung	erzeugter Strom	Bedarfsdeckung
Erneuerbarer Energien	in kW	in MWh/a	regenerativer Anteil
PV-Dachflächenanlagen	199.100	199.100	41%
PV-Freiflächenanlagen	123.700	136.000	28%
Biogas	8.300	66.700	14%
Biomasse	2.200	10.800	2%
Windkraft	60	20	0%
Wasserkraft	1.440	4.300	1%
<b>Gesamt</b>	<b>334.800</b>	<b>416.920</b>	<b>87%</b>



Durch den konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien könnte der Strombedarf um mehr als das Doppelte überdeckt werden (224 %; siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Überblick zu den Potenzialen erneuerbarer Energien im Landkreis Straubing-Bogen zur Strombedarfsdeckung

Gesamtpotential	Installierbare Leistung	erzeugbarer Strom	Bedarfsdeckung
Erneuerbare Energien	in kW	in MWh/a	regenerativer Anteil
<b>PV-Dachflächenanlagen</b>	517.700	517.700	108%
<b>PV-Freiflächenanlagen</b>	235.800	259.400	54%
<b>Biogas</b>	31.000	247.800	51%
<b>Biomasse</b>	2.200	10.900	2%
<b>Windkraft *</b>	24.060	38.420	8%
<b>Wasserkraft</b>	1.440	4.310	1%
<b>Gesamt</b>	812.200	1.078.530	224%

Den momentanen Nutzungsgrad der Stromerzeugungspotenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger zeigt Abbildung 71.

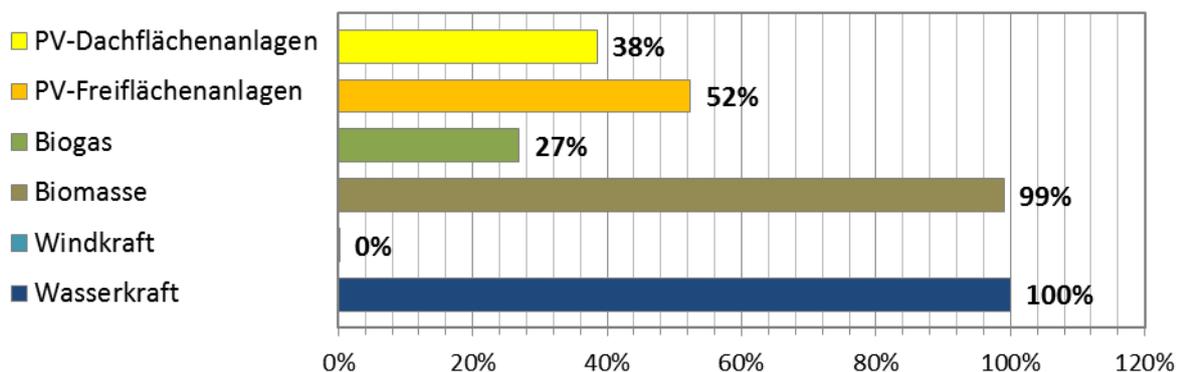


Abbildung 71: Potenzialnutzungsgrad erneuerbarer Energien (Bestand/Potenzial)

In Abbildung 72 werden der Bestand und die Potenziale erneuerbarer Stromerzeuger dem derzeitigen Strombedarf gegenübergestellt.

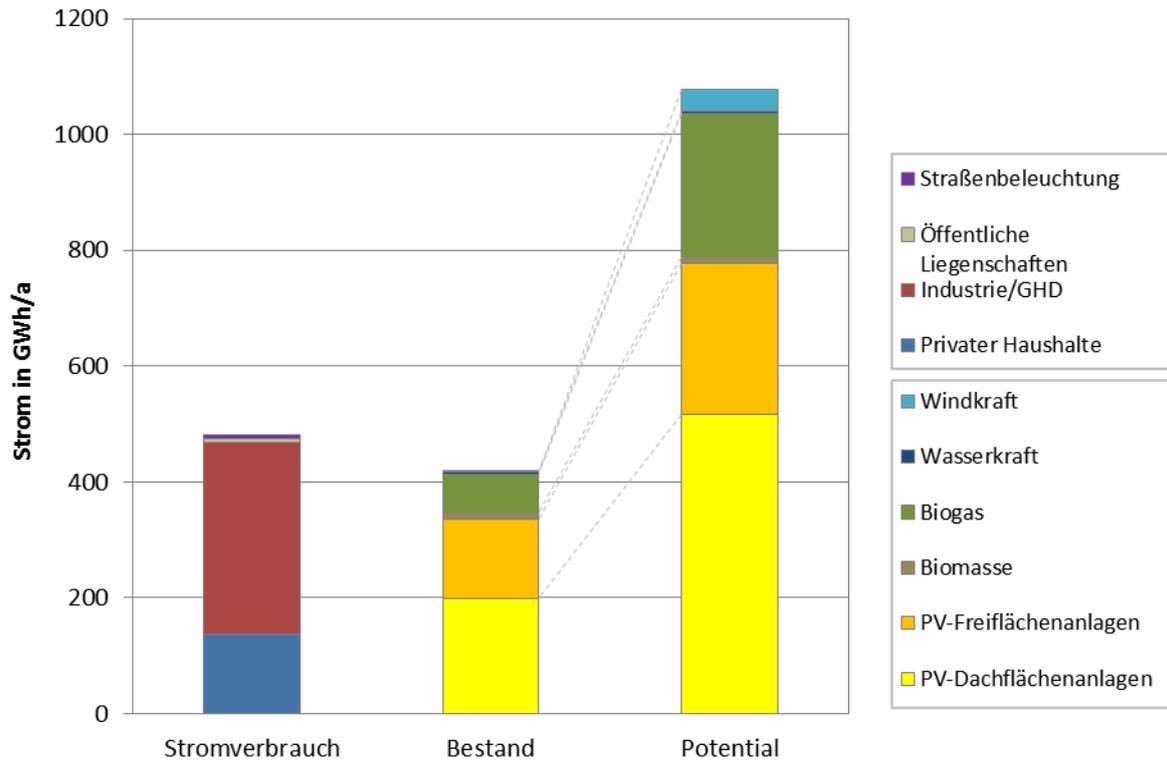


Abbildung 72: Bestand und Potenziale erneuerbarer Energien im Vergleich zum Stromverbrauch des Landkreises Straubing-Bogen (neue Zahlen EEG 2014 und Windatlas noch nicht berücksichtigt)

Die Tabelle 27 zeigt neben dem Bestand das Ausbaupotenzial erneuerbarer Energieträger zur Deckung des Strombedarfs in den einzelnen Gemeinden.



Table 27: Overview of the existing and potential renewable energy resources in the municipalities

AGS	Gemeinden	Bestand erneuerbare Energieerzeugung Leistung in kW	Bestand erneuerbare Energieerzeugung Strom in MWh/a	Gesamtpotential erneuerbare Energieerzeugung Leistung in kW	Gesamtpotential erneuerbare Energieerzeugung Strom in MWh/a
9.278.112	Ahofling	4.073	8.508	9.896	14.612
9.278.113	Aiterhofen	21.984	25.700	41.687	53.367
9.278.116	Ascha	3.792	8.778	9.531	13.989
9.278.117	Atting	2.954	3.074	27.800	32.995
9.278.118	Bogen	25.759	26.796	48.012	58.833
9.278.120	Falkenfels	1.047	1.047	5.622	7.387
9.278.121	Feldkirchen	3.786	3.786	17.064	23.254
9.278.123	Geiselhöring	21.680	31.297	55.795	77.807
9.278.129	Haibach	4.439	10.099	13.029	17.679
9.278.134	Haselbach	2.324	2.358	9.420	12.951
9.278.139	Hunderdorf	8.817	10.779	16.700	23.561
9.278.140	Irlbach	5.352	9.361	10.481	13.478
9.278.141	Kirchroth	7.177	7.317	22.904	30.007
9.278.143	Konzell	3.756	6.375	11.843	16.948
9.278.144	Laberweinting	14.641	19.644	62.189	93.037
9.278.146	Leiblfing	19.952	25.589	36.404	54.886
9.278.147	Loitzendorf	1.180	1.180	5.028	7.390
9.278.148	Mallersdorf-Pfaffenberg	23.618	31.434	64.429	81.485
9.278.149	Mariaposching	3.333	3.333	9.321	13.279
9.278.151	Mitterfels	2.718	3.285	9.870	13.335
9.278.154	Neukirchen	3.727	6.124	10.756	15.077
9.278.159	Niederwinkling	10.939	12.253	18.094	24.282
9.278.167	Oberschneiding	15.525	15.851	26.903	40.488
9.278.170	Parkstetten	3.980	6.990	12.068	15.544
9.278.171	Perasdorf	1.264	1.806	4.782	7.959
9.278.172	Perkam	5.057	5.292	16.820	20.769
9.278.177	Rain	4.785	4.935	19.233	22.731
9.278.178	Rattenberg	3.002	3.976	11.599	17.329
9.278.179	Rattiszell	2.979	2.979	10.129	14.410
9.278.182	Salching	10.764	11.204	17.349	23.126
9.278.184	Sankt Englmar	3.299	3.898	10.730	15.973
9.278.187	Schwarzach	5.291	5.371	15.821	21.874
9.278.189	Stallwang	2.451	4.201	9.894	14.160
9.278.190	Steinach	5.403	5.474	13.924	17.826
9.278.192	Straßkirchen	67.832	76.944	98.547	115.664
9.278.197	Wiesenfelden	4.672	8.573	23.841	36.885
9.278.198	Windberg	1.404	1.404	4.630	5.751
9.278.000	<b>Straubing Bogen</b>	<b>334.754</b>	<b>417.014</b>	<b>812.147</b>	<b>1.090.129</b>



Die Tabelle 28 fasst die wesentlichen Daten zum Wärmebedarf und Wärmeerzeugung zusammen. Zudem werden die prognostizierten Wärmebedarfe bei fortschreiten der momentanen Sanierungsquote von 0,8 % (Trend) und 3,0 % (Ambitioniert) für die Stützjahre 2020, 2025 und 2030 dargestellt.

*Tabelle 28: Berechnete Wärmebedarfe der Sektoren Private Haushalte (Wohnen) und Gewerbe für das Jahr 2014, 2020m, 2025, 2030 und Deckungsanteil erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung*

Wärmeverbrauch (ohne Industrie und GHD)		2014 in MWh/a	Anteil
<b>Wohnen/Gewerbe</b>		816.800	98%
<b>öffentliche Liegen-schaften</b>		17.900	2%
<b>Gesamt</b>		834.700	100%
<b>Wärmeerzeugung, erneuerbar</b>		in MWh/a	Anteil
<b>Solarthermie</b>		14.200	2%
<b>Biomasse</b>		139.000	17%
<b>Gesamt</b>		153.200	18%
<b>Wärmeverbrauchsprognose</b>	2020 in MWh/a	2025 in MWh/a	2030 in MWh/a
<b>Wohnen/Gewerbe (0,8%)</b>	803.200	791.700	780.600
<b>Wohnen/Gewerbe (3,0%)</b>	761.300	714.700	668.100

## 5 BILANZIERUNG ENERGIEBEDARF UND CO<sub>2</sub>-EMISSIONEN

Aufbauend auf den Daten der Bestandsanalyse werden im Folgenden Bilanzen zum End- und Primärenergiebedarf sowie der Treibhausgasentwicklung für den Landkreis Straubing-Bogen dargestellt.

### 5.1 Endenergiebilanz

In einer zusammenfassenden Endenergiebilanz wird der Energiebedarf für das Bilanzjahr 2012 aus den drei Bereichen Wärme, Strom und Mobilität zusammengefasst und bewertet. Der Endenergiebedarf im Landkreis Straubing-Bogen summiert sich auf insgesamt 3.794.879 MWh und teilt sich wie folgt auf (vgl. Abbildung 73).

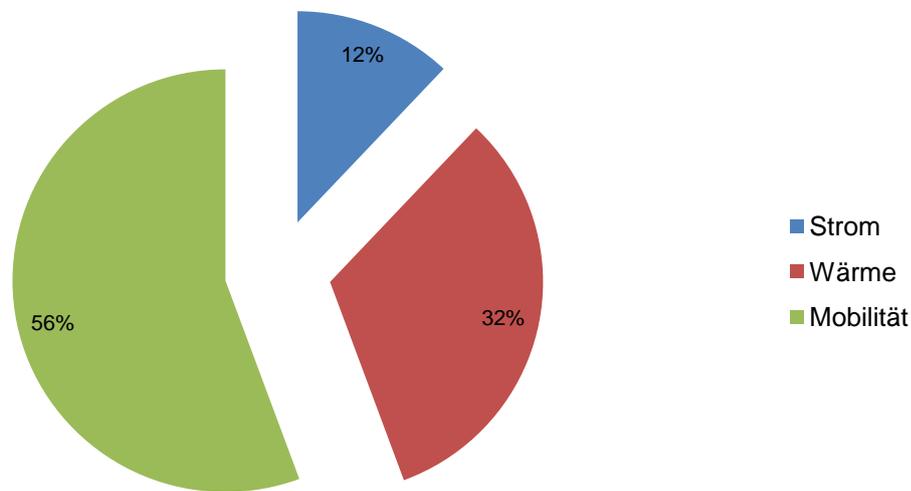


Abbildung 73: Endenergiebedarf im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2012

Der in der Öffentlichkeit viel diskutierte Stromverbrauch für nur einen geringen Anteil am gesamten Endenergiebedarf ausmacht (siehe auch Abbildung 74).

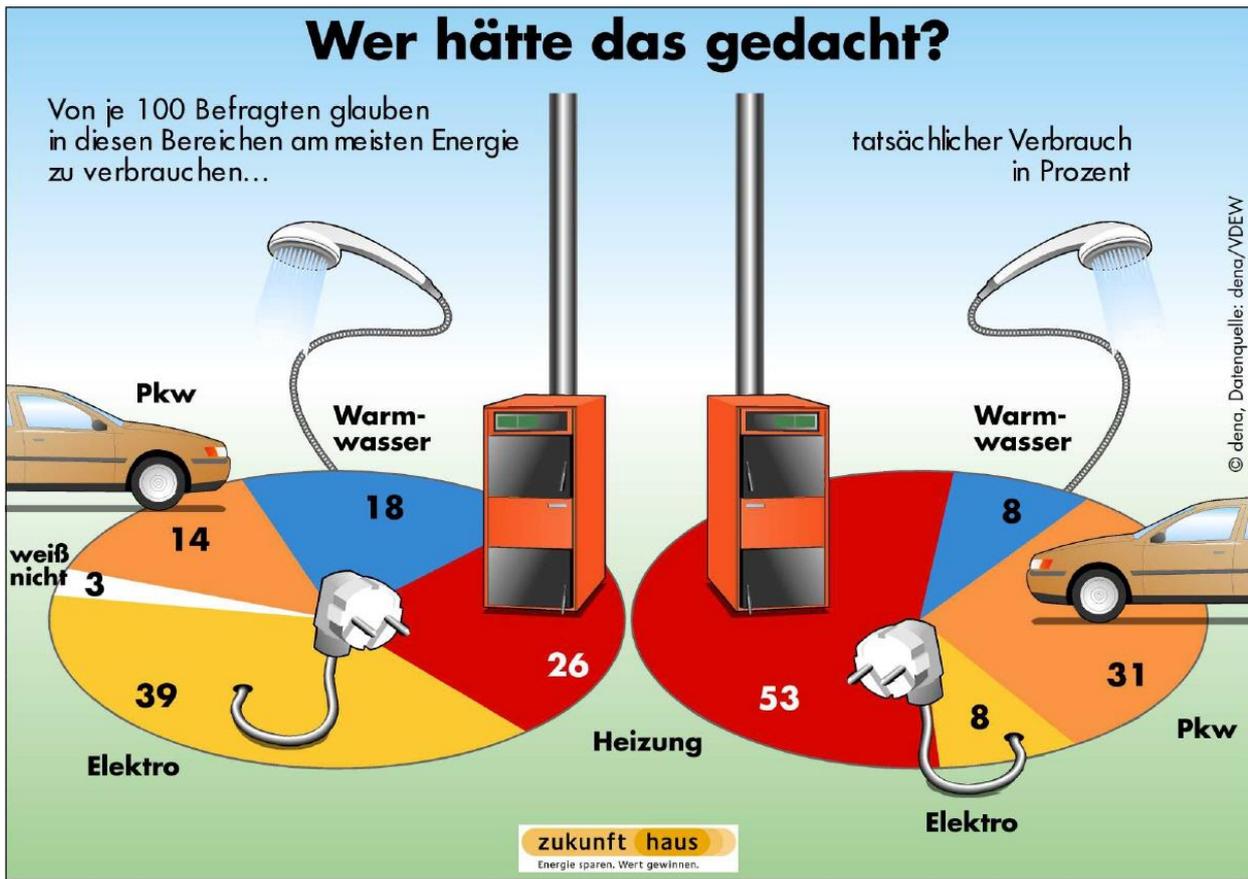


Abbildung 74: Umfrageergebnis zur Einschätzung des Energieverbrauchs (Quelle Grafik: [www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch](http://www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch))

Wichtig sind neben Einsparungen beim Stromverbrauch also vor allem nachhaltige Wärmekonzepte und eine zukunftsfähige Entwicklung der Mobilität, der aber nur schwierig zu beeinflussen ist. In der folgenden Abbildung 75 ist dargestellt, welchen Anteil die einzelnen Sektoren insgesamt am Endenergieverbrauch ausmachen.

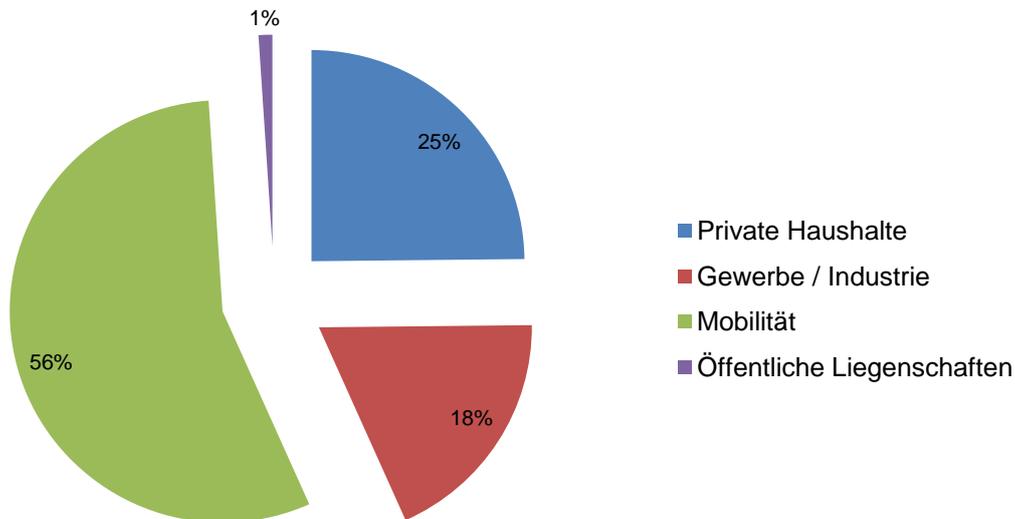


Abbildung 75: Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf im Jahr 2012

Der Verkehr nimmt beim Endenergieverbrauch mit rd. 56 % eine bedeutende Rolle ein. Als zweite große Verbrauchergruppe stellen sich die privaten Haushalte im Landkreis dar. Ursächlich sind hier der Energieverbrauch für die Erzeugung von Wärme (Trinkwarmwasser- und Heizwärmebereitstellung). Hier besteht ein großes Einsparpotenzial (siehe Kapitel 4.3.1.1), welches aber nur mit großen finanziellen Anstrengungen seitens der Privaten Haushalten (Sanierung und Umstellung auf regenerative Energieträger) und durch verstärkte Bewusstseinsbildung zum Thema Energieeinsparung gehoben werden kann. Dritter großer Block sind die Wärmeverbräuche im Sektor Gewerbe und Industrie mit rd. 18 % Anteil. Daher besteht auch hier ein großes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs bzw. zur Nutzung nachhaltiger Technologien der Energieerzeugung.

## 5.2 Primärenergiebilanz

Unter Verwendung der Primärenergiefaktoren Tabelle 29 kann der Primärenergiebedarf für die Bereiche der elektrischen und thermischen Energie sowie des Kraftstoffverbrauchs ermittelt werden. Die Bilanzierung des Primärenergiebedarfs gibt eine Einschätzung zur Effizienz der Energieerzeugung im Landkreis.

In Abbildung 76 ist die Primärenergiebilanz für das Bilanzjahr 2012 dargestellt. Im Vergleich zum Endenergiebedarf (Abbildung 73) steigt der Primärenergiebedarf auf 4.691.617 MWh an. Betrachtet man die Effizienz beim Kraftstoffverbrauch, so wird deutlich, dass die Kraftstoffe nahezu komplett auf fossilen Brennstoffen basieren. Der Primärenergiebedarf erhöht sich daher um ca. 21 %. Vor allem der große Beitrag, den der regenerative Energieträger Holz zur Wärmeerzeugung beisteuert, führt in diesem Bereich zu deutlichen Reduktionen des Primärenergiebedarfs im Vergleich zum Endenergiebedarf um etwa 15 %.

Tabelle 29: Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger

Energieträger / Technologie	Primärenergiefaktoren
<b>Benzin</b>	1,26
<b>Diesel</b>	1,20
<b>Heizöl</b>	1,1
<b>Erdgas / Flüssiggas</b>	1,1
<b>Steinkohle</b>	1,1
<b>Braunkohle</b>	1,2
<b>Holz</b>	0,2
<b>Fernwärme mit KWK (erneuerbar / fossil)</b>	0,0 / 0,7
<b>Fernwärme ohne KWK (erneuerbar / fossil)</b>	0,1 / 1,3
<b>Strom</b>	2,4
<b>Umweltenergie</b>	0,0

Der Primärenergiebedarf im Bereich der elektrischen Energieerzeugung ist genauer zu betrachten. Setzt man den vorgegebenen Primärenergiefaktor für Strom an, erhöht sich hierbei der Bedarf um den Faktor 2,4 auf 1.096.753 MWh<sub>el</sub>. Trotz des bilanziell hohen Anteils erneuerbarer Energieträger an der Stromerzeugung im Landkreis von nahezu 80 %, bezieht jeder Abnehmer weiterhin den Strommix des jeweiligen Energieversorgers. Der gesamte Anteil erneuerbarer Energien ist im Primärenergiefaktor jedoch bereits berücksichtigt.

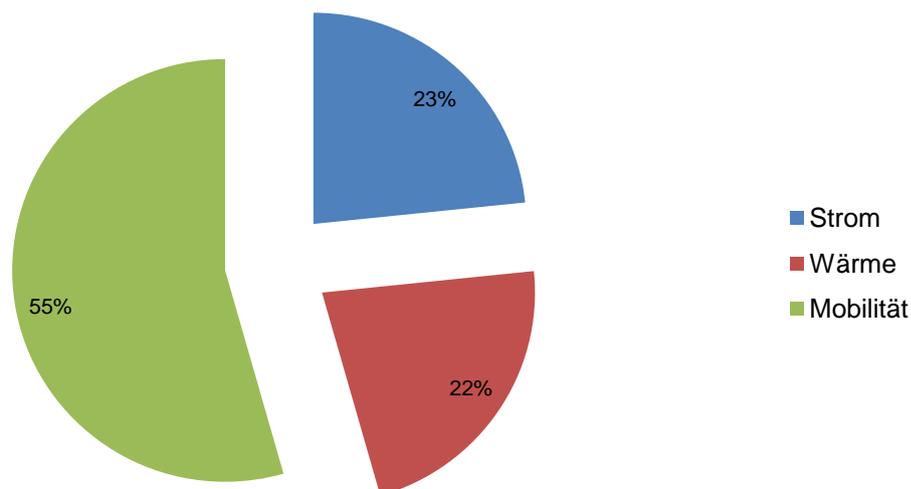


Abbildung 76: Primärenergiebedarf im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2012

### 5.3 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Die Aktivitäten zur Umstellung der Energieversorgung auf regenerative Energieträger haben in erster Linie das Ziel, den Ausstoß klimaschädlicher Gase zu reduzieren. Um dies messbar zu machen, wurden für die verschiedenen Energieträger jeweils spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalente verwendet. Auf deren Grundlage konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Landkreis Straubing-Bogen ermittelt werden. Basierend auf diesem Richtwert kann somit beispielsweise der Erfolg zukünftiger Maßnahmen bewertet werden. Die Angaben zu den CO<sub>2</sub>-Äquivalenten basieren auf Werten aus der GEMIS-Datenbank<sup>31</sup> und sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30: CO<sub>2</sub>-Äquivalente verschiedener Energieträger

Energieträger / Technologie	CO <sub>2</sub> -Äquivalente [g CO <sub>2</sub> / kWh <sub>Endenergie</sub> ]
<b>Benzin</b>	302
<b>Biogas</b>	234
<b>Bundesstrommix 2012</b>	562
<b>Diesel</b>	292
<b>Erdgas</b>	252
<b>Flüssiggas</b>	264
<b>Heizöl</b>	316
<b>Holzhackschnitzel</b>	23
<b>Holzpellets</b>	23
<b>Photovoltaik</b>	69
<b>Scheitholz</b>	17
<b>Wind</b>	80

Abbildung 77 zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeteilt nach den Verbrauchssektoren. Den größten Beitrag liefern hierbei mit einem Anteil von 55 % die Emissionen aus dem Kraftstoffverbrauch. Die beiden Sektoren der privaten Haushalte und Gewerbe- sowie Industriebetriebe machen jeweils 22 % an den Gesamtemissionen aus.

Vor allem die bundesdeutsche Stromerzeugung stützt sich nach Fukushima durch die Stilllegung von bis dato sieben Atommeilern wieder verstärkt auf fossile Energieträger, wie z.B. Braunkohle, die hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen. Dies wirkt sich auf den bundesdeutschen Strommix und dessen spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen von 562 g CO<sub>2</sub>/kWh im Jahr 2012 aus.<sup>32</sup>

Würde man dies nicht auf den Bundesstrommix beziehen, sondern auf den lokalen Strommix, würde sich die Bilanz durch den höheren Anteil an Strom aus Kernkraftwerken und erneuerbaren Energien etwas verbessern. Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Regionen wird jedoch der Bun-

<sup>31</sup> [http://www.izu.bayern.de/praxis/detail\\_praxis.php?pid=0203010100217](http://www.izu.bayern.de/praxis/detail_praxis.php?pid=0203010100217), Zugriff am 18.07.2014

<sup>32</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen>; Zugriff am 18.09.2014



desstrommix als Referenz gewählt. Im Bereich der thermischen Energieversorgung sorgen vor allem die fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas bzw. Flüssiggas für hohe Emissionswerte. Diese gilt es weiterhin durch den Ausbau effizienter Wärmeversorgungskonzepte und den Umstieg auf regenerative Energieträger zu reduzieren.

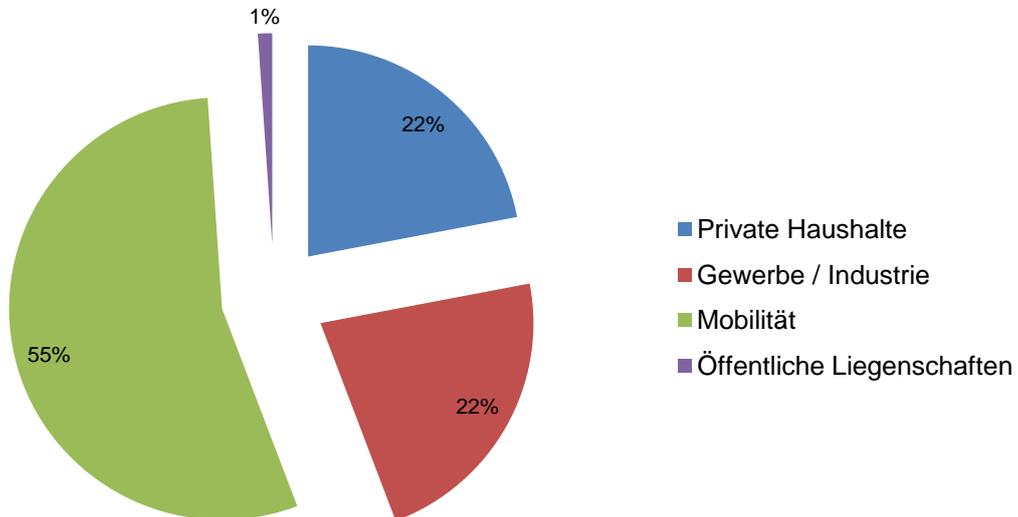


Abbildung 77: CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren



## 6 KONZEPTENTWICKLUNG

### 6.1 Ausgangssituation

Aus der Bestands- und Potenzialanalyse können Strategien für den Landkreis und seine Kommunen für den Bereich Energie abgeleitet und in ein Konzept überführt werden. Das Konzept legt den Rahmen für die Handlungsfelder „Energieeinsparung“, „Effizienzsteigerung“ und „Ausbau der Erneuerbaren Energien“ fest, innerhalb dem konkrete Maßnahmen entwickelt wurden.

Die Ausgangssituation und der sich daraus ergebende Handlungsrahmen werden im Folgenden dargestellt:

#### Wärmeversorgung

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch im Landkreis Straubing-Bogen liegt derzeit bereits bei fast 30 %, wobei die Wärmeerzeugung hierbei fast ausschließlich durch Biomasse und zu einem geringen Anteil durch Solarthermie erfolgt. Die im Landkreis nachhaltig nachwachsenden Energieholzmengen werden bereits heute nahezu vollständig zur Energieerzeugung genutzt. Für einen weiteren Ausbau der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien stehen im Bereich der Biomasse deshalb nur noch geringe Potenziale zur Verfügung. Die Potenzialflächen auf Gebäuden für die Wärmeerzeugung aus Sonnenenergie sind ebenfalls begrenzt und stehen in Konkurrenz zur Stromerzeugung aus PV-Anlagen.

Zur Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung liegt deshalb der Fokus in der Optimierung der bestehenden Wärmeerzeugungssysteme: Wichtig ist dabei deren Einbindung in übergreifende Konzepte zur Steigerung der Effizienz. Zudem gilt es insbesondere organisatorische und bewussteinbildende Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung, wie z.B. forcierende Schritte zur energetischen Sanierung des Gebäudebestands im Landkreis, speziell im Bereich der öffentlichen Liegenschaften voranzutreiben und die Einführung von Energiemanagementstrukturen im letztgenannten Sektor zu initiieren.

#### Stromversorgung

Eine Besonderheit des Landkreises Straubing-Bogen sind die im Verhältnis zum Verbrauch hohen installierten Photovoltaik Leistungen zur Stromerzeugung.

Wie in Abschnitt 4.2.2.2 dargestellt, werden im Landkreis Straubing-Bogen bereits große Energiemengen mit erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Insbesondere die Stromerzeugung erfolgt zu einem Großteil durch Photovoltaik und Biomasse. Die jährlich durch PV-Anlagen produzierte Strommenge von mehr als 300 GWh führt temporär zu hohen Netzbelastungen, da ein zeitgleicher Verbrauch bei einer Spitzenleistung von mehr als 200 MW regional nur bedingt möglich ist. Dies führt zu „überschüssigen“ Strommengen die in andere Regionen exportiert werden müssen.

Somit wurde beispielsweise für das Jahr 2013 ein Überschussanteil von rd. 36 % des in den EEG-Anlagen erzeugten Stroms ermittelt, der nicht zum Zeitpunkt der Erzeugung im Landkreis Straubing-Bogen verbraucht werden konnte (vgl. Abbildung 28 und Abschnitt 4.2.2.2.2)

In den nächsten Jahren wird die Geschwindigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien aufgrund der neuen rechtlichen Vorgaben des EEG 2014 gebremst sein. Tendenziell wird aber gerade im Bereich

der Photovoltaik weiterhin ein Ausbau und einen Nutzung der vorhandenen Potenziale im Landkreis Straubing-Bogen stattfinden (vgl. Abbildung 78).

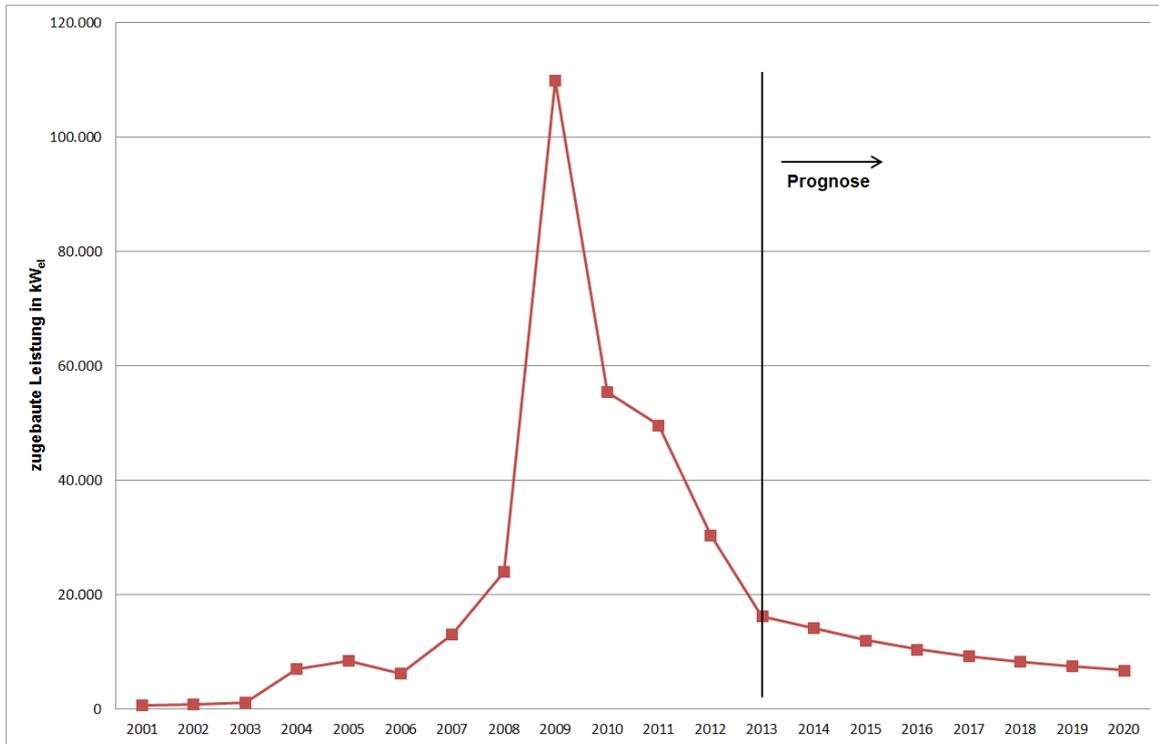


Abbildung 78: Stattgefundenener jährlicher Zubau an Photovoltaikleistung im Landkreis Straubing-Bogen bis 2013 und prognostizierter jährlicher Zubau bis zum Jahr 2020 (Quelle: bifa Umweltinstitut)

## 6.2 Theoretische Betrachtung von Ausbauszenarien erneuerbarer Energien

Welchen Einfluss die stärkere Nutzung fluktuierender Energien zur Stromerzeugung wie Photovoltaik und Windenergie auf die Netzlast besitzt, wird in den folgenden Ausbauszenarien anhand typischer Verbraucher- und Erzeugerlastgänge exemplarisch für Szenario Sonne und Wind dargestellt.

### 6.2.1 Szenario Sonne: Verdoppelung der PV Leistung auf rd. 400 MW<sub>p</sub>:

Ein Ausbau der installierten PV-Leistung auf rd. 400 MW<sub>p</sub> entspricht einem Zubau von rd. 80 MW<sub>p</sub> Leistung und einem jährlichen Ertragszuwachs von rd. **80.000 MWh**. Dies führt zu einer installierten Leistung von rd. 400 MW<sub>p</sub> im Bereich der Photovoltaik mit einer jährlichen Ertragsersparnis von rd. 400.000 MWh.

Somit ist bei sonnenreichen Tagen mit maximalen Einspeiseleistungen von bis zu 400 MW<sub>p</sub> aus PV-Anlagen zu rechnen (siehe Abbildung 79). Bspw. wurde für eine typische Maiwoche eine temporäre Erzeugerleistung aus erneuerbaren Energien von mehr als 300 MW<sub>p</sub> zur Mittagszeit berechnet, die im Landkreis Straubing-Bogen im Mittel- und Niederspannungsnetz ansteht.

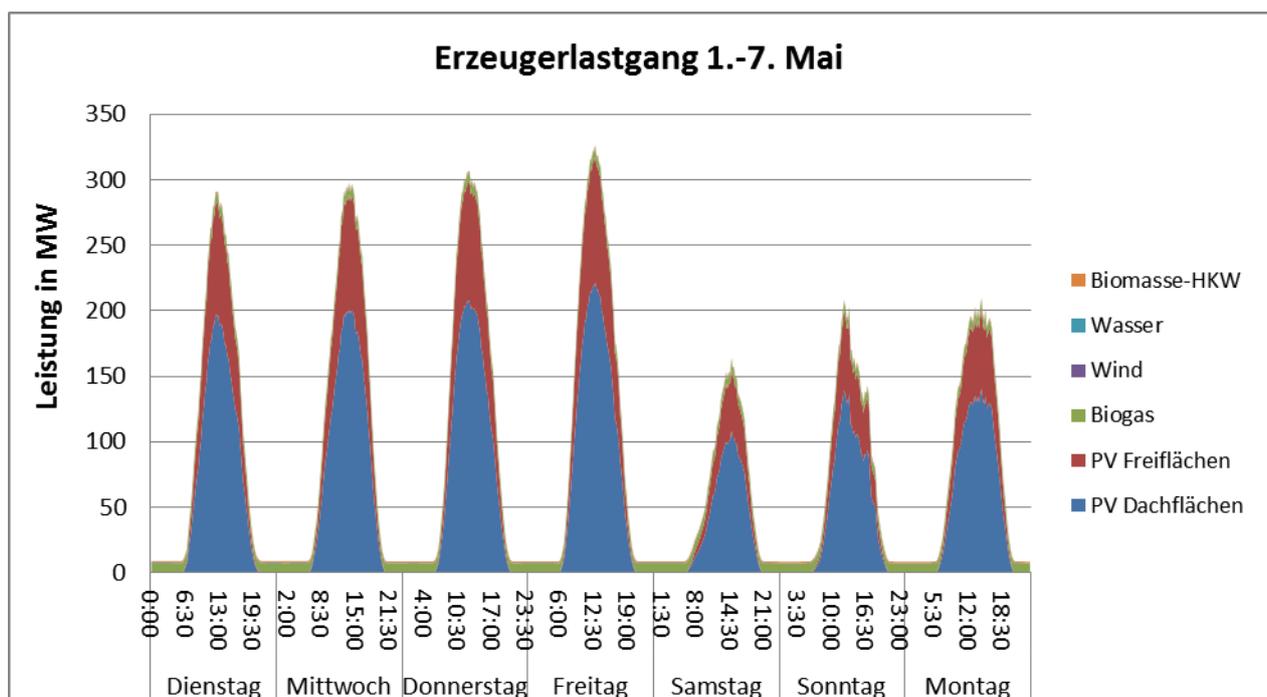


Abbildung 79: Synthetisch ermittelte Prognose des Erzeugerlastgangs der erneuerbaren Energien bei einem Ausbau der PV-Leistung auf rd. 400 MW<sub>p</sub> für eine sonnenreiche Woche im Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: bifa Umweltinstitut; Wetterdaten aus dem Jahr 2012)

Im gleichen Zeitraum erreicht der Verbraucherlastgang in der Mittel- und Niederspannungsebene nur eine maximale Abnahmeleistung von 70 MW<sub>p</sub> (vgl. Abbildung 80).

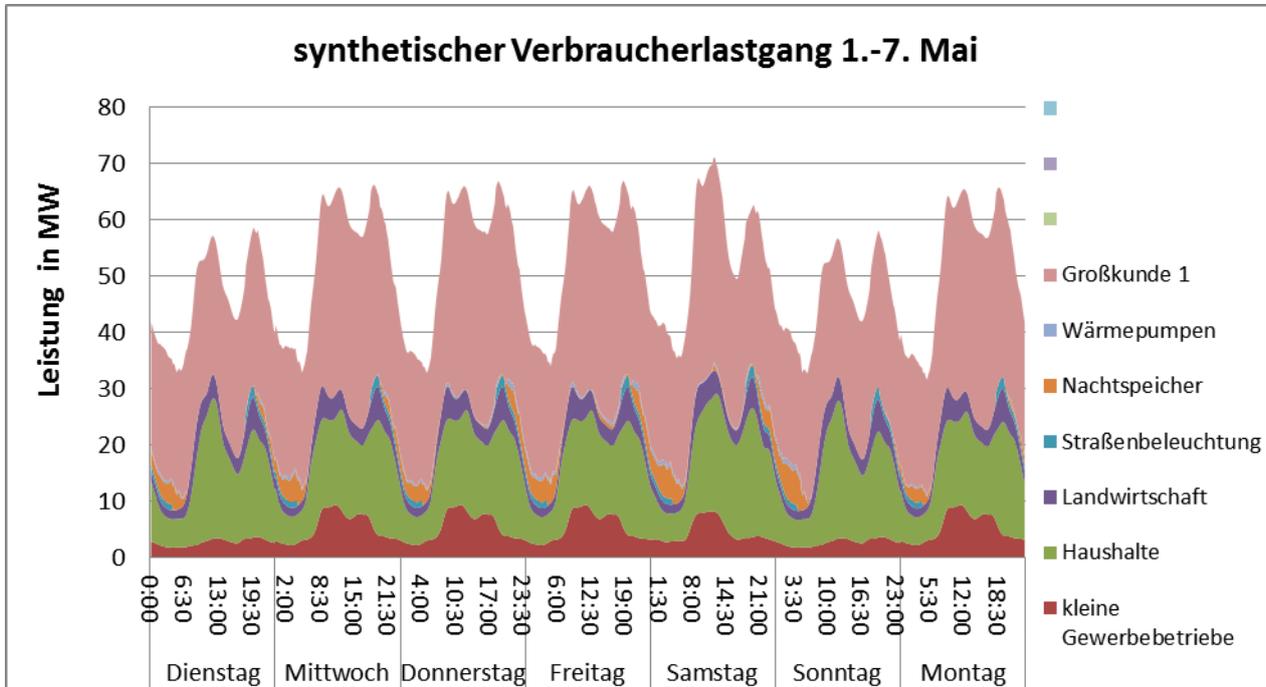


Abbildung 80: Synthetisch ermittelte Prognose des Verbraucherlastgangs mit Verbrauchswerten aus dem Jahr 2012 (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Die Überlagerung der Erzeuger- und Verbraucherleistung zeigt, dass mehr als die Hälfte der erneuerbar erzeugten Strommenge nicht im Mittel- und Niederspannungsnetz des Landkreises untergebracht werden kann (vgl. Abbildung 81).

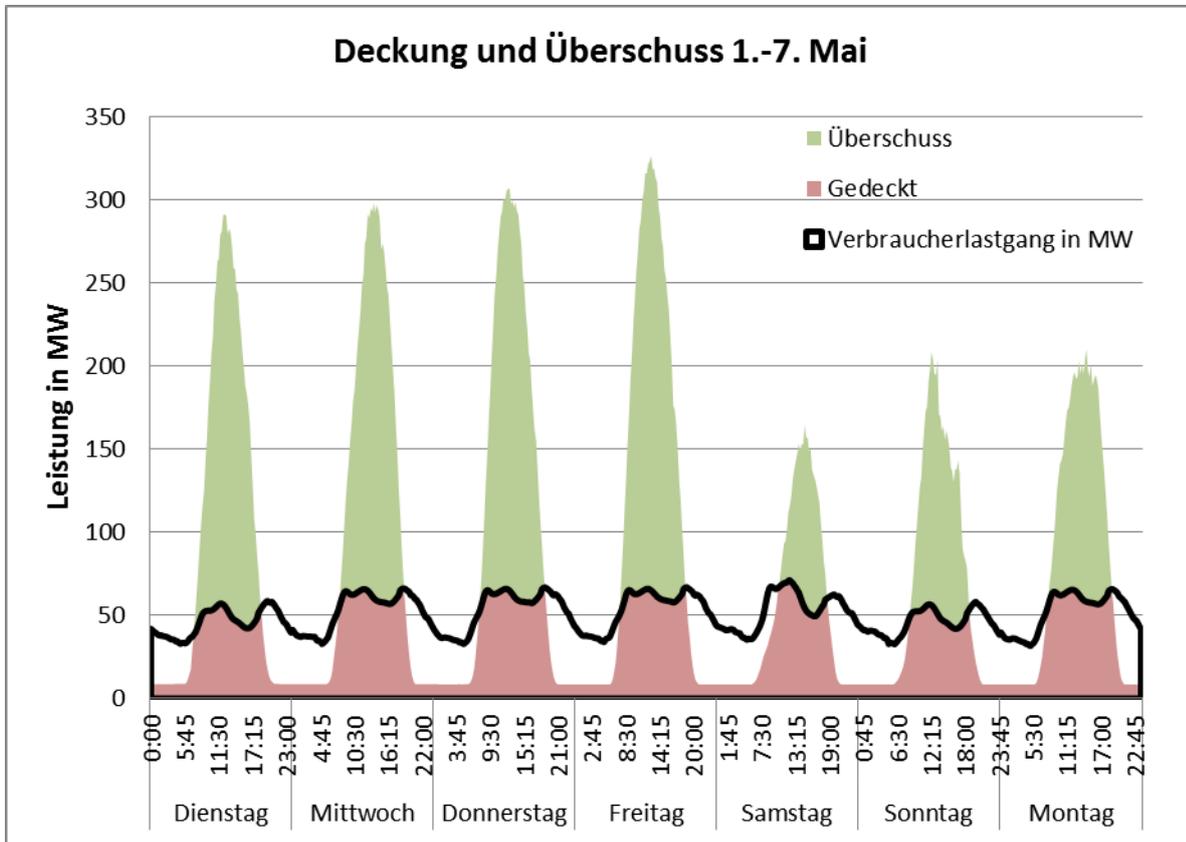


Abbildung 81: Szenario Sonne / Überlagerung von Erzeuger- und Verbraucherlastgang Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Im Jahresverlauf bedeutet dies, dass zu bestimmten Tageszeiten erhebliche Überschüsse produziert werden, die in der derzeit existierenden Stromverbrauchs-Infrastruktur nicht regional verbraucht werden können (vgl. Abbildung 82). Im Winter weist die Überlagerungskurve nur einen geringen Deckungsanteil aus, während in den Sommermonaten große Überkapazitäten ins Netz gespeist werden.

Während die Jahresbilanz bei einer Verdoppelung der bisher installierten Leistung an PV-Dachanlagen zu einem mehr als 100 %igem Deckungsanteil führt (103 % rechnerisch), beträgt der tatsächliche nutzbare Anteil in der Region (realer Deckungsanteil) nur etwa gut 50 % (vgl. Tabelle 31).

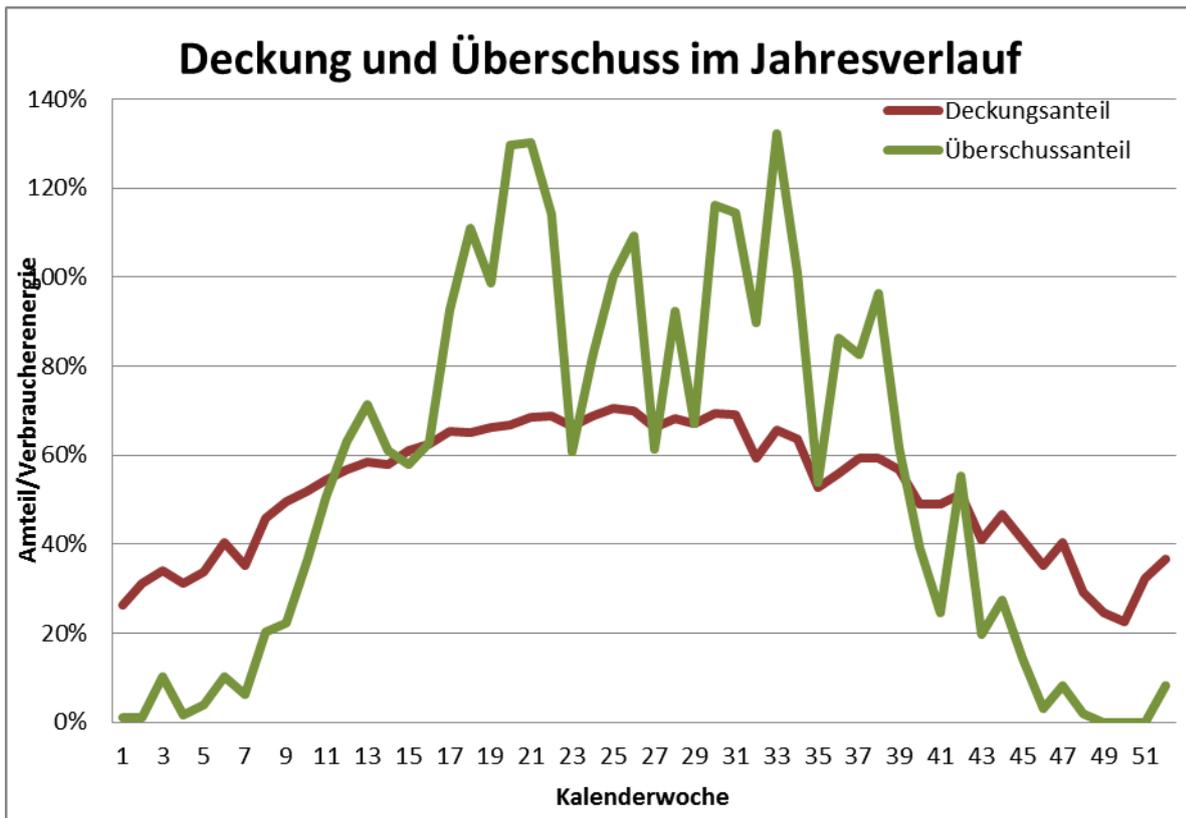


Abbildung 82: Szenario Sonne / Ausweisung des Deckungsanteils erneuerbarer Energien im Jahresverlauf Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Tabelle 31: Vergleich berechneter Deckungsanteil in der Jahresbilanz zu tatsächlichem Deckungsanteil bei Berücksichtigung von Erzeuger- und Verbraucherlastgänge Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene im Szenario Sonne

Jahresbilanz		Menge in MWh/a	
Deckungsanteil	<b>103 %</b>	495.000	
<b>Lastgangverfahren</b>			
Tatsächlicher	zeitgleicher		
Stromverbrauch	<b>51 %</b>	245.000	
Anteil jährlicher Überschuss	<b>52 %</b>	250.000	

## 6.2.2 Szenario Wind: Zubau von 50 MW<sub>p</sub> Windkraftleistung

Im Gegensatz zum anderen fluktuierenden Energieträger Sonne weist Wind ein anderes Erzeugungsprofil auf. Somit ist die Möglichkeit gegeben Strom zu erzeugen in Zeiten in denen bspw. die Sonne nicht scheint (Nachtstunden) oder Wolken den Ertrag von PV-Anlagen schmälern. Die Nutzung der Windenergie trägt somit zum Ausgleich des Erzeugerlastprofils bei und „füllt“ die Erzeugerlasttäler auf.

Im Folgenden wird die Auswirkung eines Zubaus von rd. 50 MW<sub>p</sub> für den Landkreis Straubing-Bogen simuliert. 50 MW<sub>p</sub> entsprechen je nach gewähltem Anlagentyp etwa 16-20 Windkraftanlagen die eine jährliche Strommenge von bis zu **80.000 MWh** erzeugen.

Die Abbildung 83 zeigt den synthetisch erzeugten Verlauf der Erzeuger- und Verbraucherlastgänge anhand von Wetterdaten aus dem Jahr 2012. Die hinterlegte Leistung an erneuerbaren Energien setzt sich aus den Bestandsanlagen (2013) und den im Szenario angesetzten 50 MW<sub>p</sub> aus Windkraftanlagen zusammen. In der Abbildung ist klar zu erkennen, dass bereits die derzeit installierte PV-Anlagenleistungen an sonnenreichen Tagen ein Vielfaches der in der Mittel- und Niederspannungsebenen benötigten Netzleistung erzeugen. Die Installation der Windanlagenleistungen wirkt sich insgesamt günstiger auf den tatsächlichen Deckungsanteil aus, als eine vom Ertrag aus gesehen gleiche Zuwachsmenge an PV-Strom.

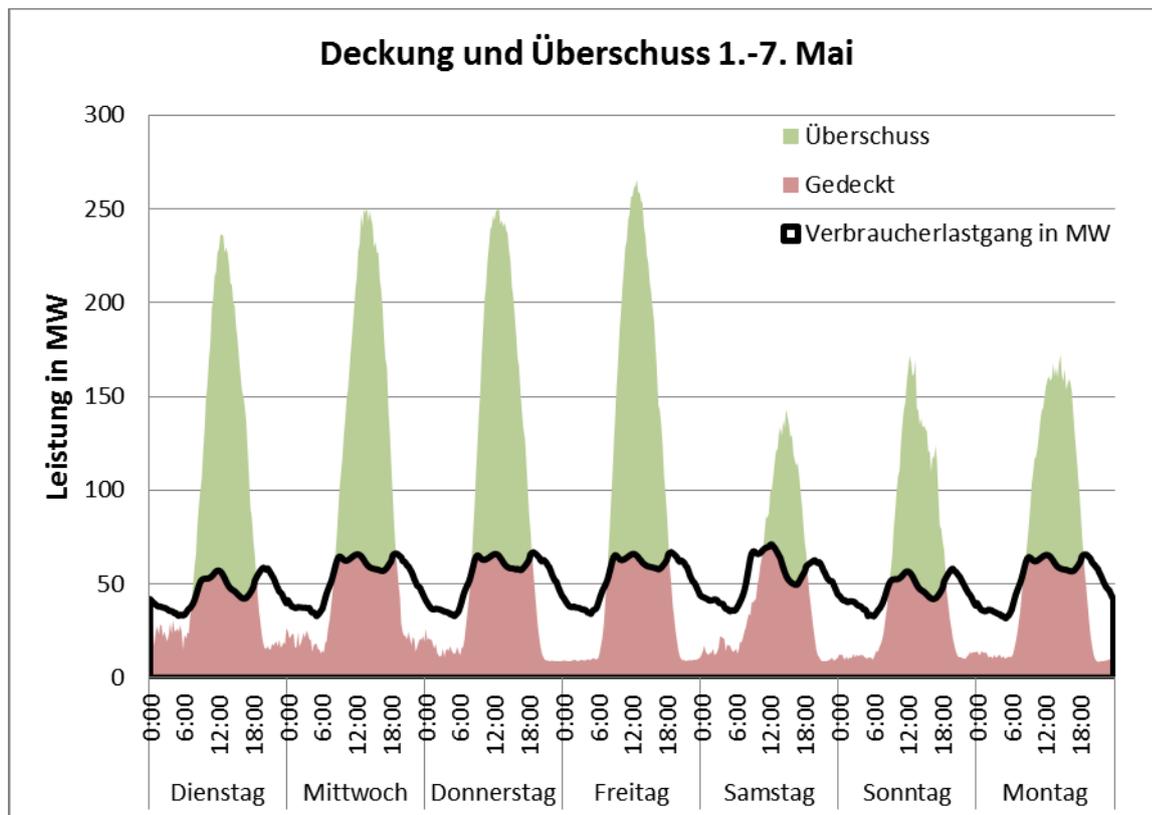


Abbildung 83: Szenario Wind / Überlagerung von Erzeuger- und Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Die Anzahl und Höhe der maximalen Leistungsspitzen kann damit grundsätzlich reduziert werden. Sicherlich können sich die Amplituden von Wind- und PV-Stromleistungsspitzen auch ungünstig überlagern, so dass bspw. PV-Mittagsspitzen mit starkem Windertrag zusammenfallen.

In der Jahresbilanz erreicht der Zubau von rd. 50 MWp Wind den gleichen Deckungsanteil wie der Zubau von rd. 80 MWp an PV-Erzeugungskapazität (vgl. Tabelle 32). Der tatsächliche Deckungsanteil fällt jedoch aufgrund der „Auffüllung“ der Täler um mehr als 10 % besser aus, so dass rd. 60 % der durch erneuerbare Energien erzeugte Strom zeitgleich in der Region genutzt werden könnte.

Selbst in den Wintermonaten werden hohe Deckungsanteile erreicht (vgl. Abbildung 84), was der Netzstabilität zugutekommt.

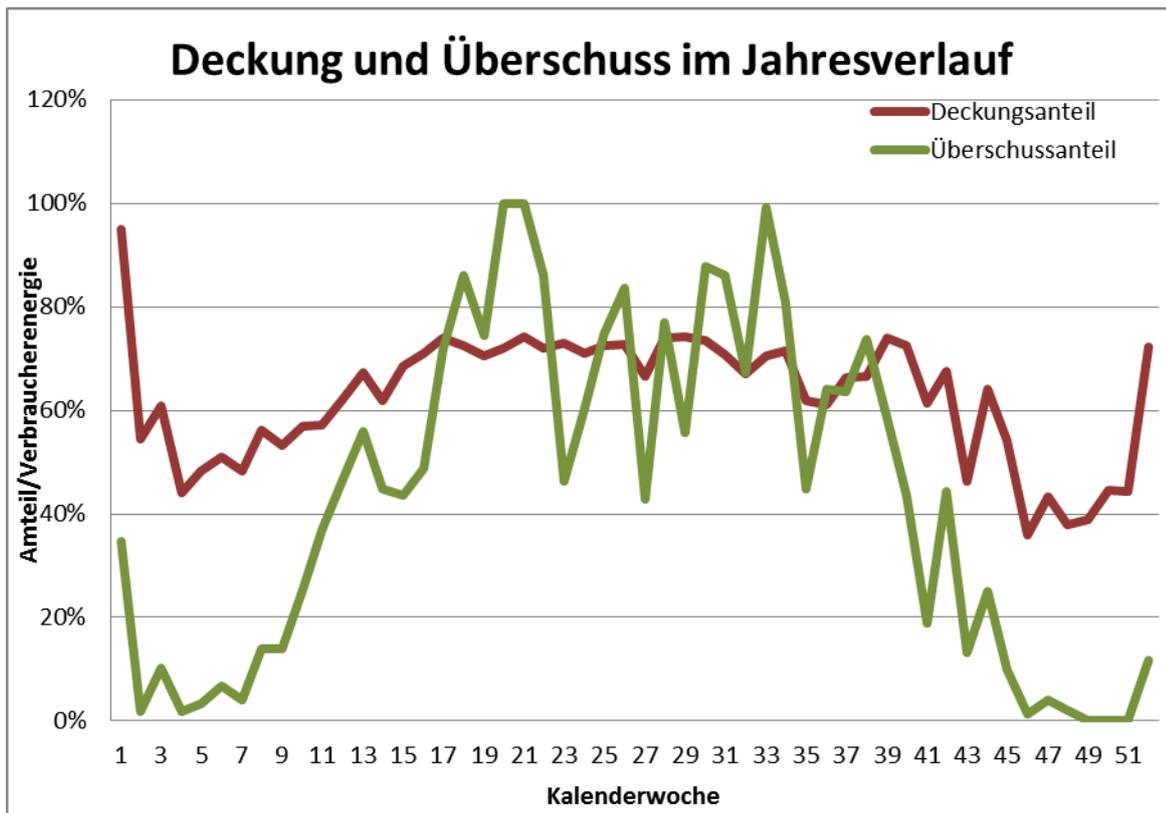


Abbildung 84: Szenario Wind / Ausweisung des Deckungsanteils erneuerbarer Energien im Jahresverlauf (Quelle: bifa Umweltinstitut)

Tabelle 32: Vergleich berechneter Deckungsanteil in der Jahresbilanz zu tatsächlichem Deckungsanteil bei Berücksichtigung von Erzeuger- und Verbraucherlastgänge Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene im Szenario Wind

Jahresbilanz		Menge in MWh/a
Deckungsanteil	<b>103 %</b>	495.000
<b>Lastgangverfahren</b>		
Tatsächlicher zeitgleicher Stromverbrauch	<b>62 %</b>	300.000
Anteil jährlicher Überschuss	<b>41 %</b>	195.000



### 6.3 Fazit

Im Landkreis Straubing-Bogen werden bereits heute große Energiemengen aus regenerativen Energiequellen erzeugt, die nicht regional verbraucht werden. Dies muss in der Maßnahmenentwicklung, allem voran bei der Förderung des Zubaus von erneuerbaren Energien, berücksichtigt werden.

Der Zubau von EEG-Anlagen, insbesondere der Zubau von PV-Anlagen, kann von Seiten der Kommunen und des Landkreises aber nur schwer gesteuert werden. Aufgrund der Entwicklungen der letzten Jahre muss deshalb mit einem weiteren Zubau der PV-Anlagenleistung gerechnet werden. Der zu erwartende Zubau der erneuerbaren Energieanlagen bis zum Jahr 2020 führt tendenziell zu weiteren Stromüberschüssen und einer weiteren Belastung der Stromnetze. Es ist davon auszugehen, dass neben dem Ausbau der PV-Erzeugungskapazitäten auch andere erneuerbare Energien, wie Wind, ausgebaut werden. Dieser Ausbau sollte durch flankierende Maßnahmen zur Sicherung der Stromnetzstabilität unterstützt werden.

Für eine Verbesserung der energetischen Situation im Landkreis Straubing-Bogen sollte deshalb

1. der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeerzeugung weiter erhöht werden.
  - Aufbau von Nahwärmenetzen
  - Effizienzsteigerung bei der Abwärmenutzung aus z. B. Biogasanlagen (Biogasanlagenstammtisch)
2. die zukünftigen Anstrengungen der Energiewende im Bereich der Energieeinsparung liegen.
  - Interkommunales Energiemanagement
  - Bewusstseinsbildung
  - Produzierte Stromüberschüsse aus erneuerbaren Energieanlagen effizienter nutzen ggf. in Verbindung mit Stromspeicher (u.a. Thema SMART grid)
3. ein moderater Ausbau der erneuerbaren Energien erfolgen.
  - Insbesondere der PV-Technologie
  - Hauptaugenmerk auf die Erschließung ausgleichender erneuerbarer Technologien, wie Wind und Biomasse inklusive Flexibilisierung der Biogasstromerzeugung richten
  - Regional übergreifende Überlegungen, u.a. auch in Verbindung mit der Wasserkrafttechnologie und E-Mobilität als Energiespeicher andenken (z.B. im Rahmen eines Energiekonzeptes des Regionalen Planungsverbandes)

Auf Basis der drei oben aufgeführten Eckpunkte wurden die im folgenden Kapitel dargestellten Maßnahmen entwickelt.

Vorweg muss angeregt werden, dass weitere überregionale Energiekonzepte auf z.B. Planungsverbandsebene sinnvoll wären, um insbesondere einen gezielten Ausbau erneuerbarer Energien forcieren zu können, der Überschüsse weitestgehend vermeidet. Strom hat den Vorteil gegenüber Wärme, dass dieser über weite Strecken transportiert werden kann. Trotzdem sollte darauf geachtet werden, dass Stromproduktion in der Nähe von Verbrauchern erfolgt um den Ausbau von Trassen zu minimieren.



## 7 MASSNAHMEN UND UMSETZUNGSPROJEKTE

### 7.1 Maßnahmenkatalog

Im Folgenden sind die einzelnen Maßnahmen im Überblick aufgeführt (Tabelle 33), zu denen Handlungsempfehlungen entwickelt wurden (siehe Anhang I).

Der Ressourcenaufwand „Kosten“ und „Personal“ bezieht sich in erster Linie auf die Aufwendungen, die der Landkreis für die ersten Schritte der Umsetzung aufbringen muss.

*Tabelle 33: Maßnahmenkatalog (Bereiche: EF = Effizienzsteigerung, ES = Energieeinsparung, EE = erneuerbare Energien, Org = Organisationsmaßnahmen Verwaltungsebene, Öff = Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit)*

Nummer	Bereich	Maßnahme
1	EF	Pilotprojekt: SmartGrid in der Gemeinde Ascha
2	EF, EE	Nahwärmenetz in Rattenberg
3	EF, EE	Nahwärmenetz in Straßkirchen
4	EF, ES	Aufbau eines interkommunalen Energiemanagementsystems
5	EF, EE	Biogasstammtisch im Landkreis Straubing-Bogen
6	EF, EE	Mobiler Wärmetransport an der Biogasanlage Huber in Maierhofen
7	Org	Klärung von Zuständigkeiten im Landratsamt
8	Org	Datenmonitoring im Landkreis Straubing-Bogen
9	Öf	Öffentlichkeitsarbeit in Zusammenarbeit mit der Stadt Straubing
10	Öf	Durchführung von Energieeinsparaktionen und -wettbewerben
11	ES, EF	Landkreisweite Informationsveranstaltungen zum Thema Heizungspumpe
12	ES	Demonstrationsprojekte zu Gebäudesanierung
13	ES	Energieeinsparprojekte an Schulen
14	EF	Masterplan Innenraumverdichtung und Neubaugebiete
15	EF	Effizienzsteigerung in kommunalen Kläranlagen
16	EF	Optimierung der Straßenbeleuchtung mit Stadtwerken Straubing
17	EF, ES	Energieberatung mittelständischer Unternehmen
18	EE	Arbeitskreis "Energieversorgungskonzepte in Unternehmen"
19	EE	Effiziente Nutzung des Waldholzpotenzials
20	EE	Anbau von Kurzumtriebsplantagen im südlichen Landkreisgebiet
21	EE	Optimierte Wärmenutzung an Biogasanlagen
22	EE	Flexibilisierung von Biogasanlagen
23	EE	Förderung und Nutzung von Solarthermie
24	EE	Erschließung des Potenzials bei PV-Freiflächenanlagen
25	EE	Eigenstromversorgung durch Photovoltaik-Anlagen
26	EE	Umsetzung eines Windkraftprojektes in der Gemeinde Laberweinting
27	EE	Sicherung von Potenzialflächen für Windkraft
28	EE	Nutzung von Kleinwindkraftanlagen
29	EE	Pilotprojekt: Kleinwasserkraftanlagen
30	EF, EE	Optimierte Energieversorgung der Kläranlage Geiselhöring
31	EE	Nutzung oberflächennaher Geothermie in Rattenberg und Sankt Englmar
32	EF	Nutzung von Rapsöl- und Pflanzenölkraftstoffen bei Traktoren

Tabelle 34: Maßnahmenkatalog: Zuordnung der Maßnahmen zu Gemeinden

Maßnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Aholting				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■		■		■	■					
Aiterhofen				■	■						■	■	■	■	■	■					■	■		■	■		■	■						
Ascha	■			■	■						■	■	■	■	■							■						■	■					
Atting				■							■	■	■	■	■						■			■	■		■	■		■	■			
Bogen				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						
Falkenfels				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						
Feldkirchen				■							■	■	■	■	■	■					■			■	■		■	■						
Geiselhöring				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■	■		■	■			■			
Haibach				■	■	■					■	■	■	■	■							■						■	■					
Haselbach				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						
Hunderdorf				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■				■		
Irlbach				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■	■		■	■						
Kirchroth				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						
Konzell				■	■						■	■	■	■	■							■						■	■					
Laberweinting				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■	■		■	■			■			
Leibfing				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■	■		■	■						
Loitzendorf				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						
Mallersdorf- Pfaffenberg				■	■						■	■	■	■	■						■	■		■	■		■	■			■			
Mariaposching				■							■	■	■	■	■									■	■		■	■						

Maßnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Mitterfels				■							■	■	■	■	■								■		■			■						
Neukirchen				■	■						■	■	■	■	■							■		■		■			■	■	■			
Niederwinkling				■	■						■	■	■	■	■							■		■		■			■					
Oberschneiding				■							■	■	■	■	■							■		■		■			■					
Parkstetten				■	■						■	■	■	■	■							■		■		■			■					
Perasdorf				■							■	■	■	■	■									■		■			■	■				
Perkam				■							■	■	■	■	■							■		■		■			■					
Rain				■							■	■	■	■	■							■		■		■			■	■	■			
Rattenberg		■		■							■	■	■	■	■									■		■			■	■	■	■		
Rattiszell				■							■	■	■	■	■									■		■			■					
Salching				■							■	■	■	■	■	■						■		■		■			■					
Sankt Englmar				■							■	■	■	■	■									■		■			■	■	■	■		
Schwarzach				■							■	■	■	■	■									■		■			■					
Stallwang				■	■						■	■	■	■	■								■		■		■			■				
Steinach				■							■	■	■	■	■									■		■			■	■				
Straßkirchen			■	■	■						■	■	■	■	■	■						■		■		■			■					
Wiesenfelden				■	■						■	■	■	■	■								■		■		■			■				
Windberg				■							■	■	■	■	■									■		■			■					
Lkr. Straubing-Bogen				■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Stadt Straubing				■					■	■				■		■		■																■

■ Direkt vom Projekt betroffen  
 ■ Möglicherweise vom Projekt betroffen



Die in der Liste markierten Projektansätze mit den Nummer 1 bis 6 wurden bereits während der Erstellung des ENP weiter verfolgt und befinden sich derzeit in der Umsetzung. Der bisherige Stand wird in den folgenden Abschnitten dargestellt. Zu den beiden Projektansätzen mobiler Wärmetransport (Nr. 6) und Nahwärmenetz Rattenberg und Straßkirchen (Nr. 2 und 3) werden detaillierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen mit in die Betrachtung aufgenommen.



## 7.2 Umsetzungsprojekt: SMART grid in Ascha

### 7.2.1 Einführung

Der Ausbau erneuerbarer Energien und die Senkung des Energiebedarfs durch Einsparung und Effizienzsteigerung sind wichtige energie- und klimaschutzpolitische Ziele. Dadurch sollen fossile Energieträger eingespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen minimiert werden. Um den weiteren Ausbau und Umbau unserer bisher zentralen Versorgungsstruktur nicht zu gefährden, muss neben der Integration von Energiespeichern zukünftig verstärkt Verbrauch und Erzeugung aufeinander abgestimmt werden (siehe auch Kapitel 5). Dies hat direkten Einfluss auf die Stabilität der Stromnetze.

Während die Erzeugung von erneuerbarem Strom u.a. von Sonne und Wind abhängig ist, folgt der Verbrauch des Stroms häufig eingefahrenen Nutzergewohnheiten und Tagesabläufen. Angebot und Nachfrage stehen somit oftmals nicht im Einklang. Um dies zu ändern, müssen für Erzeuger und Verbraucher neue Marktformen (SMART market) entwickelt werden, die als Anreiz dienen, bisherige Gewohnheiten zu ändern. Aus technischer Sicht sind hier neben dem Aufbau von Kommunikationswegen zudem intelligente Mess-, Steuer- und Regelgeräte beim Verbraucher und Erzeuger notwendig (SMART metering).

In Konsequenz ist ein intelligentes Stromnetz (SMART grid) erforderlich, das Energieerzeugungs- und Energieverbrauchsmuster erfassen und abgleichen kann. Durch eine detaillierte Auswertung erhalten wir Informationen, die es uns ermöglichen, gezielt in diese Muster einzugreifen, um Angebot und Nachfrage zu synchronisieren.

Im einfachsten Fall besteht ein intelligentes Stromnetz aus einem Einfamilienhaus welches eine PV-Dachanlage zur Eigenstromversorgung installiert hat. Waschmaschine, Gefriertruhe, Spülmaschine und andere elektrische Verbraucher werden so gesteuert, dass ein möglichst großer Anteil an Eigenstrom genutzt werden kann. Unter anderem kann Überschussstrom mittels Wärmepumpe noch zur anteiligen Deckung des Wärmebedarfs und zum Laden eines E-Mobils genutzt werden. Der Anreiz liegt in der Einsparung von Netzstrom, der durch günstigeren Eigenstrom ersetzt wird.

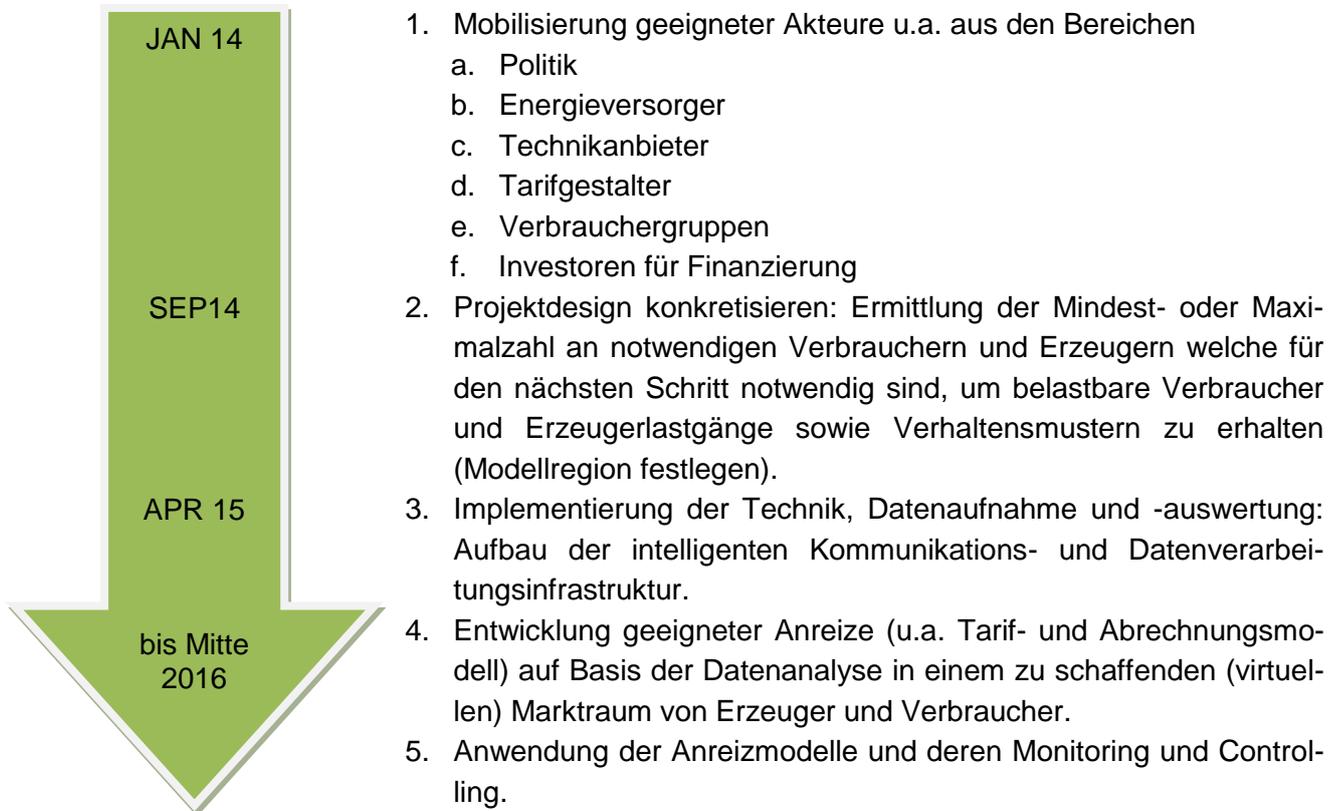
### 7.2.2 Ziel des Projekts

Ziel des Projektes ist ein zunächst regional begrenztes intelligentes Netz zu schaffen, welches Verbraucher und Erzeuger von Strom und Wärme zusammenführt. Um die oben beschriebenen Anreize setzen zu können, ist es mittelfristig notwendig einen nach außen hin geschlossen Marktraum (Modellregion) aufzubauen, in dem Energieerzeuger und -verbraucher ein eigenes Tarifmodell entwickeln, welches ähnlich der überregionalen Strombörse in Leipzig Angebot und Nachfrage abgleicht und entsprechende Preise für den lokalen Strommarkt bildet. Bisherige Tarifmodelle haben den Nachteil, dass sie sehr starr sind und für Privatverbraucher Einheitstarife vorsehen.

Vereinfacht gesagt: Übersteigt das lokale Angebot an Strom und Wärme die aktuelle Nachfrage, sinken die Preise, dreht sich das Verhältnis steigen die Preise.

### 7.2.3 Projektumsetzung

Zur Umsetzung des Projekts sind mehrere Phasen zu durchqueren:



Im Rahmen der Akteursbeteiligung wurde der Kontakt zwischen den oben genannten Akteuren bereits in der Vorbereitung zu den Workshops zur Akteursbeteiligung hergestellt, so dass sich bis dato folgende Konstellation an Mitstreitern zur Umsetzung eines Pilotvorhabens bilden konnten:

- Landkreis Straubing-Bogen: Der Landkreis unterstützt den Projektansatz in der Bioenergie-Region. In den einzelnen Phasen wird sich das Zukunftsbüro in die Abstimmungsarbeiten der einzelnen Akteure mit einbringen und bei deren Koordination mitwirken.
- Gemeinde Ascha als Pilotregion: Die Gemeinde zeichnet sich im Bereich der erneuerbaren Energien durch eine Vielzahl von bereits umgesetzten Projekten aus. Zudem betreibt die Gemeinde ein Nahwärmenetz welches in den (virtuellen) Marktraum integriert werden kann. Die Bürgerschaft der Gemeinde ist nach Ansicht von Bürgermeister Zirngibl solchen Projekten gegenüber aufgeschlossen.
- Energieversorgungsunternehmen Heider: Das Energieversorgungsunternehmen ist der Netzbetreiber im Untersuchungsraum und relevanter Partner bei der Umsetzung von räumlich begrenzten Tarifmodellen. In den ersten Abstimmungsgesprächen zeigte sich der Energieversorger sehr aufgeschlossen gegenüber diesem Projektansatz.
- Fa. Loster: Das kleine lokale Unternehmen verfügt über innovative Ansätze zur Datenkommunikation und deren Erfassung, welche in die Infrastruktur des SMART grids integriert werden. Die Vorstellung des technischen Ansatzes fand bereits in den beiden Workshops (siehe Kapitel 9) statt und wurde dort unter Experten diskutiert.
- Fa. ComBInation: Das kleine Unternehmen verfügt über innovative Ansätze zur Datenerfassung und deren Auswertung auf deren Ergebnisse im Weiteren geeignete Tarifmodelle.



le entwickelt werden. Intensive Gespräche fanden bereits sowohl am bifa Umweltinstitut, als auch in den beiden Workshops statt.

- Weitere Akteure: Im Zuge der Projektumsetzung ist die Einbindung des Energiesektors sowie weiterer Akteure vorgesehen. So fanden z.B. Gespräche mit Prof. Dorner vom Technologie Campus Freyung der Hochschule Deggendorf statt, der zugleich enge Kontakt zu E-Wald, einem Innovativen e-Mobil-Mietservice, besitzt:
  - E-Wald e.V.
  - Hochschule Deggendorf
  - Fraunhofer ESK und Fraunhofer ISE
  - Hochschule Schweinfurt
  - Hochschule Hof
  - RWTH Aachen

Es wird davon ausgegangen, dass für die Umsetzung der des Projekts einen Verbraucherpool von rd. 150-200 privaten Haushalten in der Startphase voraussetzt. Dieser soll dann je nach Erfahrungen erweiterbar sein. Zur Finanzierung des Projekts sind Fördergelder mit vorgesehen (z.B. Förderprogramm des BMWi „Schaufenster Intelligente Energie“ oder auch Förderprogramme des Freistaats Bayern zur Umsetzung von Demonstrationsvorhaben wie z.B. „Rationelle Energiegewinnung und -verwendung“).

Erste, an die Ergebnisse aus den Workshops sich anschließende Abstimmungsgespräche zwischen den oben genannten Akteuren mit dem Ziel der Konkretisierung des Projektdesigns fanden bereits statt. Eine Kostenschätzung und Zeitplan für die ersten Projektschritte liegt vor (siehe Maßnahmensteckbrief 1).

Die weitere Projektkoordination liegt derzeit in den Händen des Zukunftsbüros des Landkreises und den Firmen Loster und ComBlnation, die sich Ende 2014, spätestens Anfang 2015 zum weiteren Vorgehen abstimmen werden.



## 7.3 Umsetzungsprojekt: Biogasanlagenstammtisch

### 7.3.1 Einführung

Als Ergebnis der Bestands- und Potenzialanalyse ergibt sich die Notwendigkeit, die bestehenden Biogasanlagen in ihrer Betriebsweise zu optimieren. Daher wurde im ersten Workshop über Möglichkeiten diskutiert, wie man die Effizienz bestehender Biogasanlagen steigern kann. Zur Umsetzung der Optimierungsmaßnahmen ergab sich aus der Diskussion, dass ein Stammtisch, in dem sich die Biogasanlagenbetreiber aus dem Landkreis regelmäßig austauschen können, als praktikable Einrichtung erachtet wird.

### 7.3.2 Ziel des Projekts

Optimierungsmaßnahmen bei Biogasanlagen betreffen einerseits die Möglichkeit einer flexiblen Stromerzeugung, die jedoch durch eine Vielzahl von rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Andererseits ist es wichtig Konzepte zu entwickeln, um die entstehende Abwärme am Biogas-BHKW sinnvoll und effizient zu nutzen. Damit dieses Optimierungspotenzial ausgeschöpft werden kann, soll für die Biogasanlagenbetreiber aus dem Landkreis eine Möglichkeit geschaffen werden, sich regelmäßig zu eigenen Erfahrungen und neuesten Entwicklungen im Bereich der Erzeugung und Nutzung von Biogas auszutauschen. Dadurch können spezifische Fragen untereinander diskutiert werden und neue Impulse durch Fachvorträge gegeben werden. Durch die verstärkte regionale Bindung soll ein Mehrwert zum bereits bestehenden niederbayerischen Biogas-Stammtisch geschaffen werden. Zudem sollen Synergien durch die Zusammenarbeit mit dem lokal ansässigen Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe geschaffen werden.

Das Ziel dieser Maßnahme ist daher zusammenfassend, die Ausschöpfung von Optimierungspotenzialen an bestehenden Biogasanlagen durch den gegenseitigen Erfahrungsaustausch, Vernetzung untereinander sowie Expertengesprächen voranzutreiben.

### 7.3.3 Projektumsetzung

Im zweiten Workshop wurde die Umsetzung dieser Maßnahme konkret beschlossen. Dabei wurden sowohl der mögliche Teilnehmerkreis, als auch wichtige Themen, wie der Ablauf, der inhaltliche Aufbau und die Möglichkeiten der Finanzierung besprochen.

#### Teilnehmerkreis:

- Biogasanlagenbetreiber
- Vertreter des Kompetenzzentrums für nachwachsende Rohstoffe (C.A.R.M.E.N. e.V., TFZ, Wissenschaftszentrum)
- Vertreter des Bayerischen Bauernverbands
- Vertreter des Landratsamts (Bioenergie-Region)
- Evtl. Einbindung von Nachbarlandkreisen (Lkr. Cham)
- Bei Bedarf: Einbindung von Gemeinden und Anwohnern



### Leitung und Organisation des Stammtisches:

- Vertreter der Anlagenbetreiber (Herr Franz Huber, evtl. Herr Meindl)
- Vertreter des Landratsamts (Frau Riepl)

### Inhalte:

- Gesetzliche Änderungen und juristische Details
- Naturschutz und Wasserrecht
- Optimierungspotenziale
- Gesprächs- und Diskussionsforum
- Aktuelle Inhalte für den folgenden Stammtisch sollen jeweils besprochen werden

### Durchführung:

- Abendveranstaltung ca. vier Mal jährlich in wechselnden Regionen des Landkreises Straubing-Bogen
- Terminabstimmung mit dem niederbayerischen Biogas-Stammtisch und weiteren Veranstaltungen des BBV
- Kurze Fachvorträge zu aktuellen Themen aus dem Fachbereich Biogas
- Dialog und Fragen als zentrales Element

Bereits Anfang November 2014 fand der erste Biogas-Stammtisch im Landkreis Straubing-Bogen statt. Dazu wurde am 11. November 2014 ein Zeitungsartikel im Straubinger Tagblatt mit dem Titel „Biogasstammtisch gegründet“ veröffentlicht.

## 7.4 Umsetzungsprojekt: Kommunales Energiemanagement

### 7.4.1 Einführung

Die Energieverbräuche in öffentlichen Liegenschaften lassen sich durch konsequentes Energiemanagement (sog. „Kommunales Energiemanagement (KEM)“) senken, wodurch Treibhausgase reduziert und Kosten eingespart werden. Auf kommunaler Ebene hat es sich als effektives Steuerungselement etabliert und bewährt (vgl. Abbildung 85).

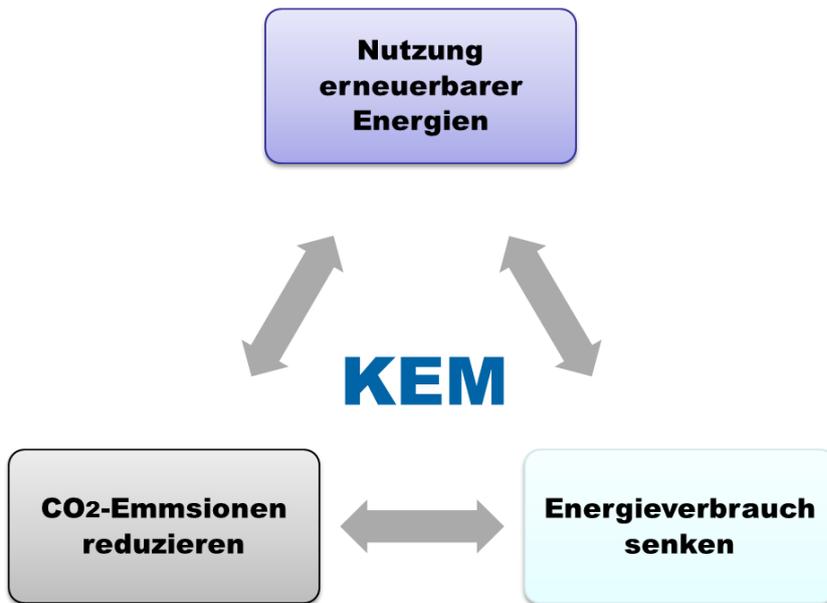
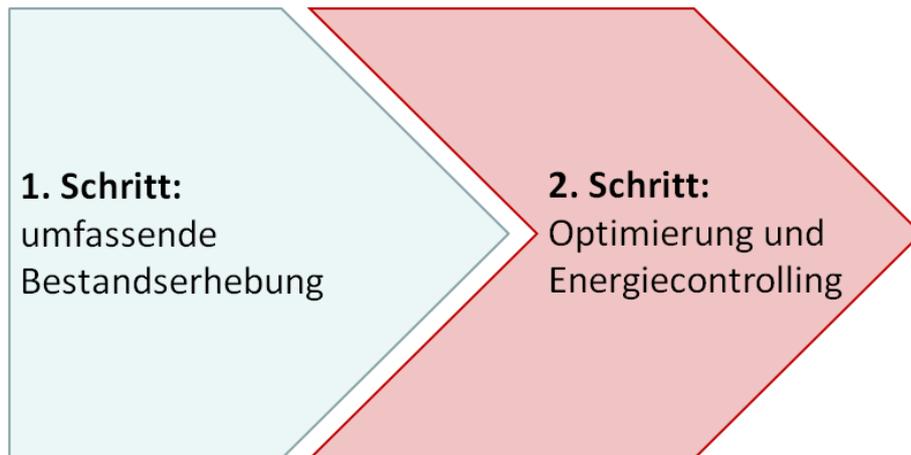


Abbildung 85: Zieldreieck eines kommunalen Energiemanagements (KEM)

### 7.4.2 Ziel des Projekts

Bei der Datenerfassung zum Energienutzungsplan zeigte sich, dass es keine zentrale Stelle in der Verwaltungsstruktur des Landkreises gibt, bei der die energetischen Daten der Landkreisliegenschaften auflaufen und ausgewertet werden. Bis dato (Stand Oktober 2014) konnte keine vollständige Auflistung der Landkreisliegenschaften und deren Energieverbräuche erstellt werden. Ein KEM setzt an diesem Punkt an:

Grundlage eines KEM ist die regelmäßige Erfassung und Auswertung der Wasser-, Strom- und Wärmeverbräuche (vgl. Abbildung 86). Mit dem Wissen der Verbrauchswerte können erforderliche Maßnahmen erkannt, umgesetzt und deren Wirkung bewertet werden. Durch die wiederkehrende Prüfung der Daten und eine stetige Umsetzung von Maßnahmen erreicht man einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Außerdem können unnötige Mehrverbräuche in Folge defekter Anlagenteile oder Leckagen zeitnah identifiziert und behoben werden, wodurch sich Mehrkosten vermeiden lassen.



**KEM ist kein einmaliges Projekt, sondern ein kontinuierlicher Prozess**

Abbildung 86: Aufgaben eines kommunalen Energiemanagements (KEM)

KEM ermöglicht die strategische Planung von energetischen Maßnahmen am Gebäudebestand und lässt Synergieeffekte durch zeitliche Abstimmung von verschiedenen **Maßnahmen gebäudeübergreifend erkennen**. Für die erfolgreiche Einführung und den Weiterbetrieb eines KEM ist ein sog. „**Kümmerer**“ notwendig, der den Prozess vorantreibt und der sich nach erfolgreicher Implementierung auch für eine stete Weiterführung des KEM verantwortlich zeigt. Nach einer Startphase mit erhöhter Arbeitsintensität, muss für den **Betreuungsaufwand je Gebäude mit etwa ein bis zwei Stunden** monatlich gerechnet werden.

Neben dem Betreuungsaufwand fallen bei der Einführung eines KEM auch Kosten für die Anschaffung einer geeigneten Software an. Die **Anschaffungskosten für eine entsprechende Software liegen zwischen 10.000 und 20.000 €** zusätzlich, je nach Anbieter, einer jährlichen Lizenzgebühr von bis zu 1.000 €. Laut Expertenmeinung refinanzieren sich die Personal- und Sachkosten eines KEM jedoch in den allermeisten Fällen. Beispiele zeigen, dass in den ersten Jahren durch geringinvestive Maßnahmen 10 bis 15 % des Energieeinsatzes eingespart und somit ein Beitrag zum Klimaschutz und der Energiewende geleistet werden kann<sup>33</sup>.

Die Landkreis-Liegenschaften können dabei in ihrer Rolle als Verbraucher Vorbild für Bürger und Unternehmen sein. Der derzeitige jährliche Wärmebedarf der öffentlichen Liegenschaften beläuft sich auf mehr als 10.000 MWh und wird mit unterschiedlichen Energieträgern gedeckt. Hinzu kommen noch mehrere 1.000 MWh Strom pro Jahr. Die Energiekosten belaufen sich in der Addition auf eine halbe bis eine Millionen Euro pro Jahr, wobei die Kosten für Wartung und Ersatz der Erzeugungsanlagen nicht mitgerechnet sind.

Ein weiterer entscheidender Vorteil ergibt sich aus Synergieeffekten, bspw. durch eine koordinierte gemeinsame Beschaffung von Energieträgern. Dies entlastet die Kommune und somit dem Steuer-

<sup>33</sup> (Quelle: Energiemanagement in kommunalen Liegenschaften – Veranstaltungsdokumentation, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2013; <http://www.regierung.oberfranken.bayern.de/imperia/md/content/regofr/energiewende/energiemanagement.pdf>)



zahler langfristig. Ein verstetigtes KEM ermöglicht über Erfolgskontrollen den Nutzen durchgeführter Maßnahmen zu ermitteln und liefert Kennzahlen für den Vergleich mit anderen Gebäuden. KEM ist Basis für ein strategisches Vorgehen bei der Entwicklung von energetischen Maßnahmen am Gebäudebestand.

Mit der Einführung eines KEM besteht für den Landkreis Straubing-Bogen die Möglichkeit, folgende Ziele zu erreichen:

- Langfristige Energieeinsparung im Gebäudebestand
- Bewertung der betreuten Liegenschaften anhand von Kennzahlen im Vergleich (Benchmark)
- Exakter Vergleich der Jahre durch Witterungsberreinigung ist möglich
- Koordination und strategische Planung von energetischen Maßnahmen am Gebäudebestand
- Erfolgskontrolle von durchgeführten Maßnahmen
- Identifikation defekter Anlagenteile oder Leckagen z.B. durch erkennen von untypischen Mehrverbrauch (Plausibilitätsprüfung von Gebäudedaten und Kennzahlen möglich)

Für die Umsetzung eines kommunalen Energiemanagementsystems im Landkreis sind folgende Schritte zu unternehmen:

- Schaffung einer Personalstelle KEM zur Datenpflege und -auswertung (alternativ externer Dienstleister)
- Anschaffung einer geeigneten KEM-Software
- Schulung der Gebäudeverantwortlichen zur richtigen Datenaufnahme und Datenweitergabe an das KEM (z.B. Gebäudemanager, Hausmeister, etc.) als Folgeschritt
- Aufbauend darauf: Systematisierte Bestandsaufnahme der Energiedaten der Gebäude (beginnend mit den wesentlichen Energieverbrauchern wie bspw. Schulen, Rathaus, Kindergärten und anschließend sukzessive Ausweitung der Bestandsaufnahme → Anfangs überschaubarer Arbeitsaufwand)

Mit Hilfe eines KEM lassen sich dauerhaft der Strom- und Wärmeverbrauch in einer Größenordnung von mehr als 10 % senken.



### 7.4.3 Einsparungspotenzial – Beispiel ILE Gäuboden

Beispielhaft werden die Kosten und Einsparungspotenziale für die Gemeinschaft der ILE Gäuboden dargestellt, da für die Landkreisliegenschaften keine vollständigen Daten vorliegen:

#### 1. Ausgangspunkt ILE Gäuboden:

- a. 7 Kommunen mit rd. 20.000 Einwohner
- b. 101 öffentliche Liegenschaften
  - i. Wärmeverbrauch rd. 3.000.000 kWh/a
  - ii. Stromverbrauch rd. 1.000.000 kWh/a
- c. → Energiekosten in Höhe von rd. 1 Mio. €

**Einsparung allein durch geringinvestive Maßnahmen von rd. 50.000 €/a ist dauerhaft möglich**

#### 2. Kosten für die Einführung

- a. Personalkosten:
  - i. Personalstelle KEM: je Gebäude ca. 1-1,5 h pro Monat → bei 101 Gebäuden rd. 100-150 h pro Monat → Vollzeitstelle (wobei für die teilweise sehr kleinen öffentlichen Liegenschaften mit sehr geringen Energieverbräuchen – z.B. nicht beheizte Feuerwehrhäuser – weniger Zeitaufwand notwendig ist, welche für die Bestandsaufnahme und Schulungen herangezogen werden kann)
  - ii. Kosten für Schulungen der Gebäudeverantwortlichen anhand von Vor-Ort-Terminen
- b. Kosten für Anschaffung einer KEM-Software: rd. 15.000 €

#### 3. Einsparungspotenzial in den ersten beiden Jahren

- a. Energie: bis 10 % nach Einführung durch nicht bzw. geringinvestive Maßnahmen die durch Monitoring und Controlling verstetigt werden
  - i. CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Senkung des Stromverbrauchs: rd. 55 t/a
  - ii. CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Senkung des Wärmeverbrauchs: 90 t/a
- b. Weitere Einsparungen durch koordinierte Maßnahmen sehr wahrscheinlich
- c. Kosteneinsparung im Bereich Energie von mehr als 10 % allein durch geringinvestive Maßnahmen möglich



## 7.5 Umsetzungsprojekte: Nahwärmenetze und mobiler Wärmetransport

### 7.5.1 Grundlagen und KWK Gedanke

Im Energiekonzept der Deutschen Bundesregierung spielt der Ausbau der Kapazitäten von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) eine wichtige Rolle. Dahinter steckt die Tatsache, dass durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme hohe Gesamtwirkungsgrade erzielt werden können. Dabei wird neben Strom – einer hochwertigen Energieform – auch Abwärme erzeugt. Während Strom für äußerst vielfältige Zwecke verwendet werden kann, hängen die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme von dessen Exergiegehalt ab. Dabei werden typische Abwärmepemperaturen aus KWK-Anlagen von 50 bis 130 °C als eher niederkalorisch bezeichnet (stromgeführte Anlagen die im Kondensationsbetrieb gefahren werden erreichen maximal Temperaturen bis 100 °C). Zudem wird der Abwärme ein relativ geringer Exergiegehalt zugeschrieben. Das Nutzungspotenzial wird aufgrund der eingeschränkten Verwendungszwecke dabei mit gering bis mäßig eingestuft. Eine sinnvolle und nahezu vollständige Nutzung der Abwärme ist aber Voraussetzung zum Erreichen hoher Gesamtnutzungsgrade von KWK-Anlagen. Die Restwärme aus der Stromerzeugung mit Temperaturen von ca. 50 bis 130 °C – je nach Anlagentyp – wird deshalb überwiegend zur Bereitstellung von Heizwärme für Wohn- und Nutzgebäude, wie Ein- oder Mehrfamilienhäuser sowie Büro- oder Verwaltungsbauten, herangezogen. Vielerorts werden aufgrund des Zuwachses an KWK-Anlagen Nah- und Fernwärmenetze neu errichtet oder bestehende Netze ausgebaut.

Die Höhe des Gesamtnutzungsgrades von KWK-Anlagen hängt dabei maßgeblich von der Häufigkeit einer zeitgleichen Nachfrage von Strom und Wärme ab, welche durch die betreffende Anlage gedeckt werden soll. Im optimalen Fall würde die Nachfrage an Wärme vollständig mit der Nachfrage an Strom korrelieren. Dies würde aus ökologischer Sicht zu einem Minimum an Primärenergieeinsatz führen und sich zudem günstig auf die Ökonomie einer KWK-Anlage auswirken, da der eingesetzte Brennstoff bestmöglich eingesetzt würde.

Aus betriebswirtschaftlichen Gründen ist dies – z.B. bei Biomasse- und Biogasanlagen, die nach dem EEG gefördert werden, aber auch bei Kraft-Wärme gekoppelten Gaskraftwerken, wenn es um die Bereitstellung von Spitzenstrom geht – nicht immer umsetzbar. Somit besteht kurz- bis mittelfristig für stromgeführte KWK-Anlagen die Gefahr, Überkapazitäten an Wärme, insbesondere in den Sommermonaten, bereitzustellen, die keiner Verwendung zugeführt werden können.

Langfristig können sich, wie eine Studie der TU Berlin (Erdmann & Dittmar, 2010) zeigt, sogar bei wärmegeführten KWK-Anlagen Engpässe bei der Einspeisung ins Stromnetz ergeben, da es bis 2030 durch den parallel stattfindenden Ausbau erneuerbarer Energien zu zeitlichen Überschneidungen in der Stromproduktion von KWK-Anlagen und z.B. Windkraftanlagen kommen und zeitweise damit zu einer „negativen“ Residuallast führen kann. Dies sollte bei weiteren Planungen bzgl. des Ausbaus von KWK-Anlagenkapazitäten von den regionalen Energieversorgern zukünftig trotz des gesetzlichen Vorrangs von KWK- und EE-Strom aus ökologischer Sicht berücksichtigt werden.

Im ländlichen Raum sind insbesondere durch das EEG eine Vielzahl von Biogasanlagen entstanden die zunächst zur reinen Stromerzeugung betrieben wurden und nur über unzureichende Wärme-konzepte bis dato verfügen. Die im Landkreis betriebenen Wärmenetze werden, wie in Abschnitt 0 aufgezeigt, im Verhältnis zur Biogasanlagenzahl nur zu einem geringen Teil mit Abwärme aus Biogas-BHKW gespeist. Deshalb wurde für die einzelnen Biogasanlagen im Landkreis Straubing-



Bogen der derzeitige Stand der Wärmenutzung ermittelt und mögliche Ansätze zur Nutzung der überschüssigen Abwärme identifiziert.

Das Ergebnis der Auswertung zeigte, dass eine Vielzahl der Biogasanlagen im Landkreis Straubing-Bogen nur über unzureichende Wärmekonzepte verfügen. Meist werden neben den Betriebsgebäuden der Biogasanlagen lediglich Wohnhaus oder Nebengebäude beheizt oder Trocknungsprozesse (Holztrocknung) betrieben. Oftmals wird hierfür jedoch nur ein Teil der jährlich anfallenden Wärmemengen verwendet. Die restliche Wärme wird über den strombetriebenen Rückkühler vernichtet.

Wie in Abschnitt 4.3.2.2.1 aufgezeigt kommt der effizienten Nutzung von Abwärme im Landkreis Straubing-Bogen eine hohe Priorität zu. Beispielhaft wurden deshalb für konkrete Projektansätze zur Abwärmenutzung aus Biogasanlagen die Wirtschaftlichkeit sowie der ökologische Nutzen für die Umsetzung eines Nahwärmenetzes in Straßkirchen und ein mobiler Wärmetransport in Haibach berechnet.

Weitere Effizienzsteigerungspotenziale können durch die Substitution dezentraler Einzelversorgungslösungen und der Schaffung von Nahwärmeverbunde gehoben werden. Hierfür wurde ein konkreter Projektansatz in Rattenberg im Folgenden beschrieben.

Allgemein ist anzumerken, dass neben den wirtschaftlichen Faktoren auch ökologischen Faktoren wie treibhausgas mindernde Wirkung der Projekte bei einer Entscheidung „Für“ oder „Wider“ maßgebliches Gewicht besitzen sollen. Insbesondere gilt dies für Maßnahmen die in gemeindlicher Hand liegen.



### 7.5.2 Berechnungsgrundlagen für Nahwärmenetze

Die Berechnung zur Wirtschaftlichkeit von Nahwärmenetzen erfolgt in Anlehnung an die VDI 2067. Für die Betrachtung werden folgende Grundannahmen getroffen:

- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Zinssatz (Mischzins: KfW u. Kapitalmarkt ) 2,93 %
- Die angegebenen Investitionskosten sind Nettopreise
- Die berechneten Wärmegestehungskosten sind zzgl. der MwSt. angegeben (brutto)
- Bei den angenommenen Investitions- und Betriebskosten handelt es sich um durchschnittliche Marktpreise und nicht um konkrete Angebotspreise. In der tatsächlichen Umsetzung können die Preise daher abweichen.
- Mögliche Förderungen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sind berücksichtigt.
- Die errechneten Wärmegestehungskosten verstehen sich als mittlere Kosten über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren

### 7.5.3 Betrachtete Nahwärmenetzprojekte

Die folgende Tabelle 35 gibt die Basisdaten der Netzberechnungen wieder. Zudem werden Angaben zu kalkulierten Wärmegestehungskosten, als auch Einsparpotenzial an Treibhausgas gegenüber dezentralen Einzellösungen angegeben.

Tabelle 35: Übersicht zu berechneten Nahwärmenetzprojekte

Potenzielle Nahwärmenetze	Netzlänge [m]	Anzahl Abnehmer	Max. Leistung [kW]	kommunale Abnehmer	Wärmequelle	Investkosten (netto) [€]	WGK * (brutto) [€/MWh]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Wichtige Umsetzungsvoraussetzungen
Maßnahme 2 Rattenberg	884	13	860	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittelschule</li> <li>• Kindergarten inkl. Feuerwehr</li> <li>• Rathaus</li> <li>• altes Rathaus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HHS-Kessel **</li> <li>• Heizölkessel</li> </ul>	615.000	132	406	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzverlegung im Zuge der Sanierung der Kreisstraße SR 38 (nächste 2 Jahre)</li> <li>• Anschluss der öffentl. Liegenschaften (insbes. Mittelschule)</li> <li>• Integration von Abnehmern mit effizienten/nachhaltigen Wärmeerzeugungsanlagen (bspw. HHS-Kessel **, BHKW***, etc.)</li> </ul>
Maßnahme 3 Straßkirchen	2.880	60	1.550	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grund- und Mittelschule</li> <li>• Rathaus inkl. Feuerwehr.</li> <li>• Kindergarten St. Martin</li> <li>• Freibad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogasanlage</li> <li>• HHS-Kessel **</li> <li>• Gaskessel</li> </ul>	1.340.000	115	423	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration der Biogasanlage als Wärmequelle</li> <li>• Anschluss der öffentl. Liegenschaften (insbes. Mittelschule)</li> </ul>

\* Wärmegestehungskosten

\*\* Holzhackschnitzel-Kessel

\*\*\* Blockheizkraftwerk

Die detaillierten Berechnungen folgen in den weiteren Abschnitten.

### 7.5.3.1 Nahwärmenetz Rattenberg

#### 7.5.3.1.1 Ausgangssituation und Basisdaten

Die Datenerhebung, Experteninterviews und Akteursbefragung zeigten, wie auch das öffentliche Interesse im zweiten Workshop (24. Juni 2014), Potenziale für die Umsetzung eines Nahwärmenetzes in der Gemeinde Rattenberg. Im Workshop erfolgte die Identifikation größerer Wärmeabnehmer, die als Keimzelle für die Errichtung eines Wärmenetzes dienen können. Zudem wurden mögliche Trassenverläufe und Standorte für die Heizzentrale diskutiert. Aufbauend auf dieser erweiterten Datenerhebung erfolgt die Wirtschaftlichkeitsberechnung des Netzes für die in Tabelle 36 aufgelisteten Wärmeverbraucher. Als möglicher Standort für die Heizzentrale wurde ein Grundstück östlich der Mittelschule zwischen den Sportplätzen benannt.

Tabelle 36: Identifiziertes Wärmesenkenpotenzial in der Gemeinde Rattenberg

Nr.		Wärmeverbrauch in MWh/a
1	Mittelschule Rattenberg	275
2	Kindergarten St. Nikolaus (inkl. Feuerwehrhaus)	66
3	EDEKA-Filiale	46
4	Posthotel	492
5	Raiffeisenbank	20
6	Rathaus	30
7	Sparkasse / altes Rathaus	64
8	Kirche	110
9	Pfarrhof	24
10	Jugendheim	17
11	Gasthaus	134
12	Landwirtschaftliches Anwesen	33
13	Caritas Sozialstation	130
	Gesamt	1.442

Für das oben vorgestellte und in Abbildung 87 dargestellte Wärmenetz gelten folgende Parameter:

- Ermittelter Wärmebedarf 1.442 MWh/a
- Länge des Netzes 885 m
- Spitzenlast 860 kW
- Anzahl Anschlüsse 13

Neben dem Wärmebedarf je Fläche bzw. Gebäudegrundfläche wurde zudem die Wärmebelegungsdichte errechnet (vgl. Abbildung 88).

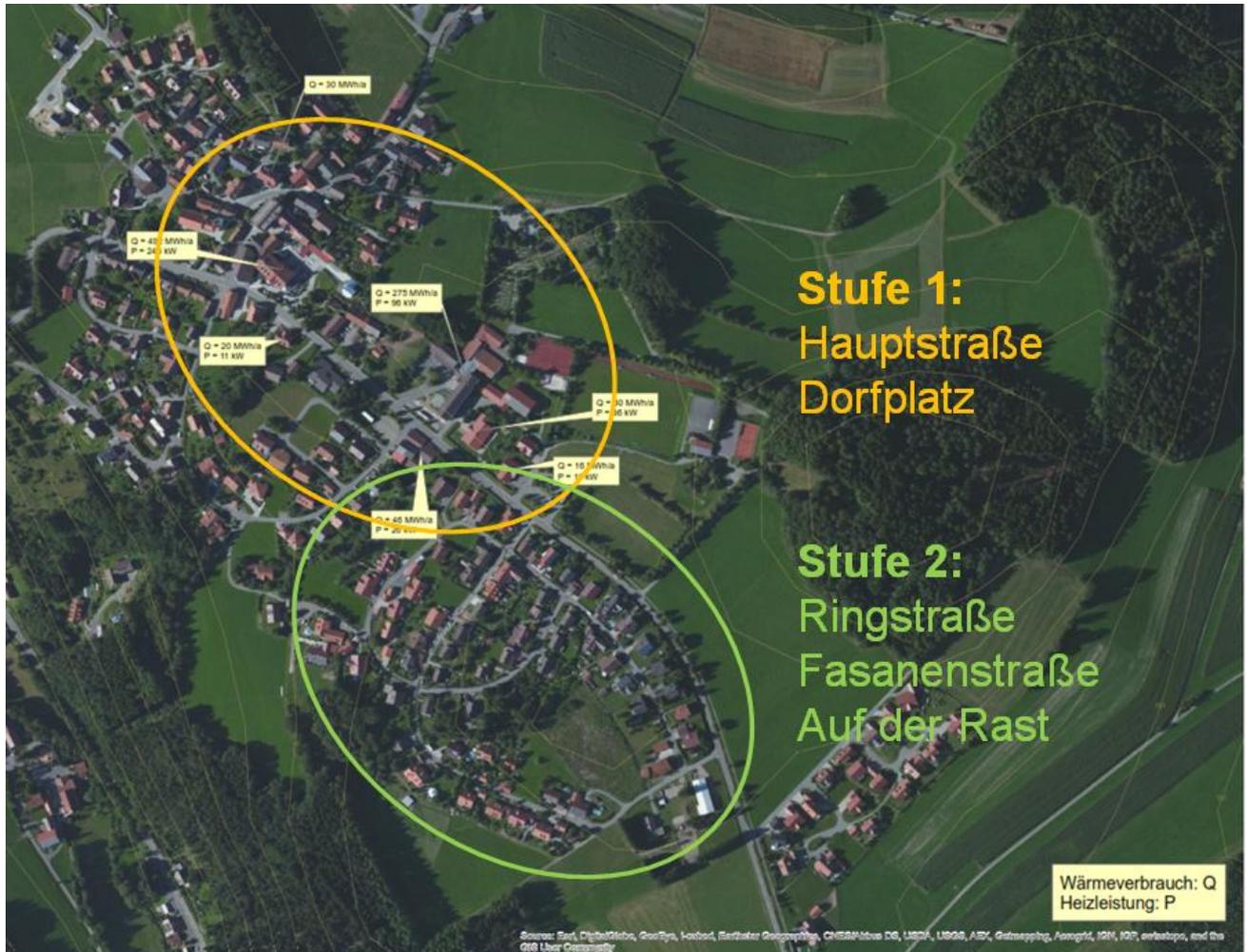


Abbildung 87: Nahwärmeversorgung für die Gemeinde Rattenberg



Abbildung 88: Wärmebedarfsdichte Gemeinde Rattenberg



Die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung für das oben beschriebene Wärmenetz untersucht zwei Versorgungsvarianten:

- Variante 1: Nahwärmeversorgung mit Holzhackschnitzel-Kessel (400 kW) und Öl-Spitzenlastkessel (300 kW)
- Variante 2: Einzelversorgung der Mittelschule auf Heizölbasis (dezentrale Einzellösung; Heizöl-Brennwertkessel 200 kW)

#### 7.5.3.1.2 Kapitalgebundene Kosten

Zur Berechnung der kapitalgebundenen Kosten werden die nachfolgenden Investitionskosten berücksichtigt:

- Planungskosten
- Baukosten (z.B. Heizungszentrale, Wärmenetz)
- Energieerzeugungszentrale
- Wärmeleitungen
- Übergabestationen
- Baunebenkosten (12 % der Wärmenetz- u. Planungskosten)

Bei der oben beschriebenen Umsetzung können Fördermittel der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beantragt werden. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende **Fördersätze** mit aufgenommen:

- Nahwärmenetz 60 €/m (Zuschuss)  
Mindestwärmebelegung von 500 kWh/(m\*a) wird erreicht
- Übergabestation 1.800 €/Stk. (Zuschuss)
- Biomasseheizanlagen 20 €/kW (Zuschuss)

In der nachfolgenden Tabelle 37 sind die Investitionskosten abzüglich der berechneten Fördermitelzuschüsse für das Wärmenetz (**Variante 1**) dargestellt.



Tabelle 37: Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Rattenberg (Variante 1)

Kapitalgebundene Kosten			
	Investition [€]	Nutzungs- dauer [a]	Jährliche Annuität [€/a]
Planung und Genehmigung	51.553	20	3.441
Baukosten Technikgebäude: 800 €/m <sup>2</sup>	129.873	50	7.443
Abgasreinigung u. Wärmerückgewinnung	27.085	20	2.515
Visualisierung u. Bedienung	21.372	15	2.455
Hydraulikinstallation Heizhaus	28.496	15	3.087
Elektroinstallation Heizhaus	12.305	15	1.414
Holz hackschnitzelkessel (400 kW)	93.138	15	16.173
Heizöl Spitzenlastkessel (300 kW)	8.500	20	789
Fernwärmenetz abzüglich Zuschuss	162.334	30	9.867
Übergabestationen abzüglich Zuschuss	74.235	20	6.894
Pumpen Wärmenetz	4.295	15	493
Baunebenkosten 12%, gerundet	32.000	30	1.736
Gesamtinvestitionen (abzüglich Förderung)	<b>645.187</b>		
Summe der kapitalgebundenen Kosten, gerundet			<b>56.300</b>



In der **Variante 2** wird anstelle der Errichtung eines Wärmenetzes der Ersatz der Ölheizung in der Mittelschule als Gegenrechnungsmodell angenommen. Die hierfür anfallenden Investitionskosten sind in Tabelle 38 gelistet.

Tabelle 38: Investitionskosten für den Ersatz der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2)

Kapitalgebundene Kosten			
	Investition [€]	Nutzungs- dauer [a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Planung und Genehmigung</b>	1.750	20	117
<b>Heizöl Brennwertkessel (200 kW)</b>	17.500	20	1.625
<b>Baunebenkosten 12%, gerundet</b>	252	30	14
Gesamtinvestitionen (abzüglich Zuschuss)	<b>19.500</b>		
Summe der kapitalgebundenen Kosten, gerundet			<b>1.800</b>

### 7.5.3.1.3 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten überwiegend die Kosten für die Brennstoff- und Hilfsenergiebeschaffung. Der Berechnung wurden folgende Preise und Preissteigerungen zugrunde gelegt:

- Kosten für Holzhackschnitzel 25,80 €/MWh (netto)
- Kosten für Heizöl 0,682 €/Liter
- Kosten für Strom 0,242 €/kWh<sub>el</sub>

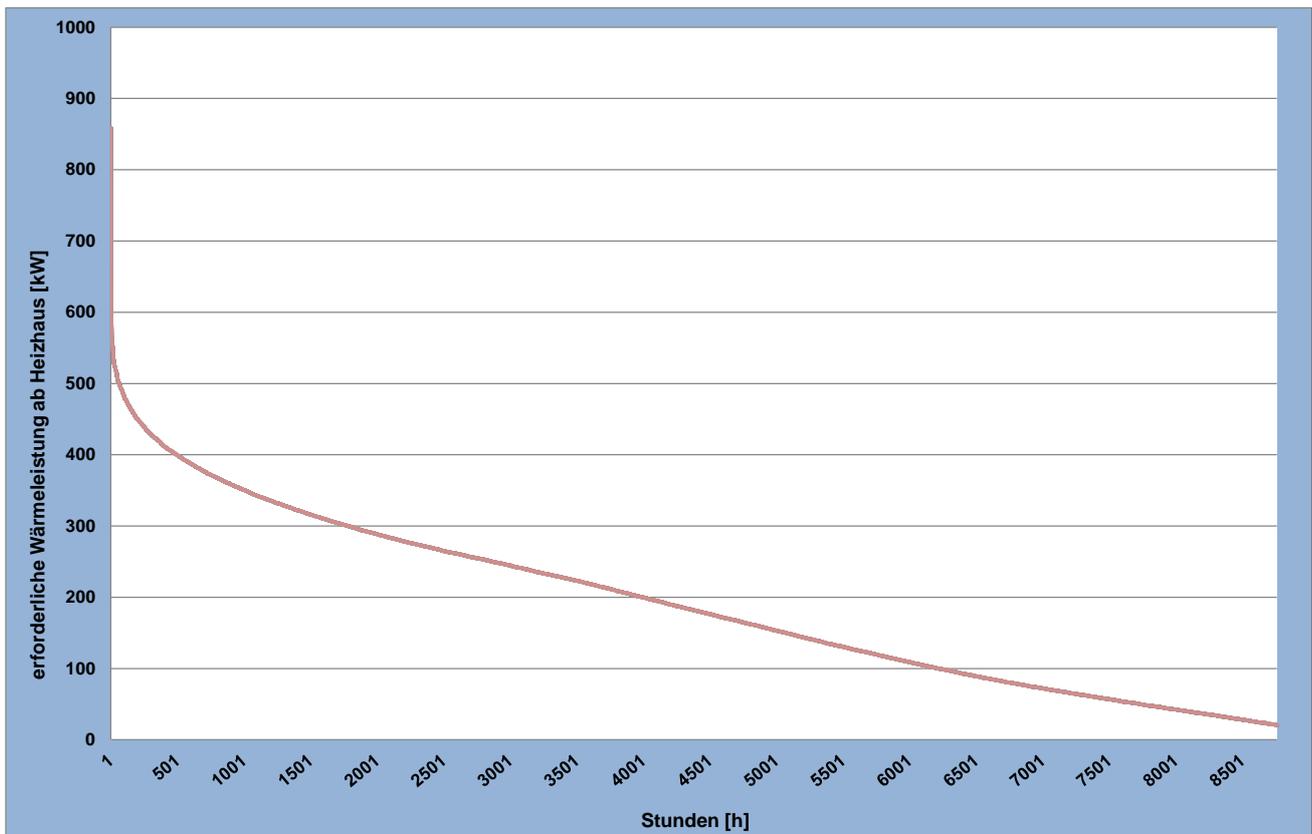


Abbildung 89: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Rattenberg

Abbildung 89 zeigt die berechnete Jahresdauerlinie des Wärmenetzes in Rattenberg. Der Anteil des 400 kW Holzhackschnitzelkessels kann demnach über 98 % der Jahreswärmemenge bereitstellen. Lediglich zu Zeiten sehr hoher Wärmenachfragen würde der Öl-Spitzenlastkessel zugeschaltet werden.

Der jeweilige Bedarf und die jährlichen Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergien der **Variante 1** sind in Tabelle 39 abgebildet.

Tabelle 39: Verbrauchsgebundene Kosten Wärmenetz Rattenberg (Variante 1)

Verbrauchsgebundene Kosten				
	jährlicher Energiebe- darf [kWh/a]	aktuelle Energiekos- ten [€/a]	angenom- mene Preis- änderung [%/a]	Jähr- liche An- nuität [€/a]
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Holzhack- schnittel</b>	1.669.933	47.837	4,00	68.608
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Öl</b>	25.281	1.938	7,00	3.727
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Strom</b>	28.296	6.855	4,00	9.832
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten		<b>56.600</b>		<b>82.200</b>

Die in der **Variante 2** anfallenden verbrauchsgebundenen Kosten zeigt Tabelle 40.

Tabelle 40: Verbrauchsgebundene Kosten der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2)

Verbrauchsgebundene Kosten				
	jährlicher Energiebe- darf [kWh/a]	aktuelle Energiekos- ten [€/a]	angenom- mene Preis- änderung [%/a]	Jähr- liche An- nuität [€/a]
<b>Verbrauchsgebundene Kosten Öl</b>	277.000	20.553	7,00	39.525
<b>Verbrauchsgebundene Kosten Strom</b>	4.274	1.035	4,00	1.485
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten		<b>21.600</b>		<b>41.000</b>

#### 7.5.3.1.4 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten berücksichtigen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der jeweiligen Energieerzeugungsanlagen sowie deren Infrastruktur und sonstige Kosten (bspw. Anlagenbedienung, etc.). Die betriebsgebundenen Kosten für den Betrieb des Wärmenetzes (**Variante 1**) in Rattenberg sind in Tabelle 41 aufgelistet.

Tabelle 41: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Rattenberg (Variante 1)

Betriebsgebundene Kosten			
	aktuelle Betriebskosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
Wartung/Instandhaltung Technikgebäude	2.597	2,00	3.096
Wartung/Instandhaltung Abgasreinigung	1.083	2,00	1.291
Wartung/Instandhaltung Visualisierung u. Bedienung	641	2,00	764
Wartung/Instandhaltung Hydraulikinstallation	570	2,00	679
Wartung/Instandhaltung Elektroinstallation	369	2,00	440
Wartung/Instandhaltung Holz hackschnitzelkessel	7.451	2,00	8.882
Wartung/Instandhaltung Heizöl Spitzenlastkessel	340	2,00	405
Wartung/Instandhaltung Fernwärmenetz	812	2,00	968
Wartung/Instandhaltung Übergabestationen	2.227	2,00	2.655
Wartung/Instandhaltung Pumpen Wärmenetz	107	2,00	128
Anlagenbedienung (HHS- / Ölheizung; Abgasreinigung, ...)	3.360	2,00	4.005
Summe der Betriebsgebundenen Kosten	<b>19.600</b>		<b>23.300</b>



Die in der **Variante 2** anfallenden betriebsgebundenen Kosten zeigt Tabelle 42.

Tabelle 42: Betriebsgebundene Kosten der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2)

Betriebsgebundene Kosten			
	aktuelle Betriebskosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Wartung/Instandhaltung Heizöl Spitzenlastkessel</b>	700	2,00	834
<b>Anlagenbedienung (Ölheizung; ...)</b>	300	2,00	358
Summe der Betriebsgebundenen Kosten	<b>1.000</b>		<b>1.200</b>



### 7.5.3.1.5 Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Variante 1 und 2

Für die beiden Varianten der Wärmeversorgung sind in der nachfolgenden Tabelle 43 die kalkulierten jährlichen Gesamtkosten aufgelistet.

*Tabelle 43: Gesamtkosten und mittlere Wärmegebungskosten über 20 Jahre für die untersuchten Varianten*

Gesamtkosten und mittlere Wärmegebungskosten über 20 Jahre			
	Einheit	Variante 1 Wärmenetz	Variante 2 Öl-Heizung
<b>Kapitalkosten</b>	€/a	56.300	1.800
<b>Verbrauchskosten</b>	€/a	82.200	41.000
<b>Betriebskosten</b>	€/a	23.300	1.200
Gesamtkosten	€/a	<b>161.800</b>	<b>44.000</b>
<b>Wärmemenge</b>	MWh/a	1.442	277
Wärmegebungskosten netto	€/MWh	<b>112</b>	<b>159</b>
Wärmegebungskosten brutto	€/MWh	<b>133</b>	<b>189</b>

Die Auswertung der Varianten zeigt, dass der Aufbau einer Nahwärmeversorgung auf Basis von Holzhackschnitzeln im Vergleich zu einer Erneuerung der Öl-Heizung in der Mittelschule wirtschaftliche Vorteile aufweist.

Eine Senkung der Wärmegebungskosten der Variante 1 kann durch

- Einbringung von Eigenleistung beim Bau von Heizzentrale und Wärmenetz und
- Nutzung bereits vorhandener Anlagentechnik bei Wärmeabnehmern (bspw. Integration der BHKW-Anlage des Hotels, Nutzung bereits installierter Warmwasserspeicher, etc.)

erzielt werden.

Die höheren Anfangsinvestitionen für das Wärmenetz werden im Laufe der Zeit durch die geringeren Kostenaufwendungen für die Brennstoffbeschaffung kompensiert.



### 7.5.3.1.6 Sensitivitätsanalyse

Zur Berücksichtigung der Kostendynamik bei der Brennstoff und Kapitalbeschaffung wurden in Tabelle 44 die Auswirkungen verschiedener Faktoren auf die Wärmegestehungskosten untersucht.

Tabelle 44: Sensitivitätsanalyse der beiden Wärmeversorgungsvarianten in der Gemeinde Rattenberg

	Wärmegestehungskosten in €/MWh über 20 Jahre gemittelt	
	Variante 1 Wärmenetz	Variante 2 Öl-Heizung
Wärmegestehungskosten aus Tabelle 43	133 (100 %)	189 (100 %)
Preissteigerung Heizöl 5 %/a anstatt 7 %/a	-	159 (84%) deutlicher Einfluss
Preissteigerung Holzhackschnitzel 2 %/a statt 4 %/a	124 (93 %) deutlicher Einfluss	-
Verringerung Kosten Wärmenetz um 20 % durch Einbringung Eigenanteil	131 (98 %) mäßiger Einfluss	-
KfW-Zuschuss (10 €/kW) für Biomassekessel wg. niedriger Staubemissionen (max. 15 mg/m <sup>3</sup> )	133 (100 %) kein Einfluss	-

Die Sensitivitätsanalyse zeigt den erwarteten deutlichen Einfluss bei einer Senkung der Brennstoffkosten um 2 % auf die Wärmegestehungskosten: Insgesamt ist der Einfluss der Brennstoffkosten auf die Variante 2 aufgrund der geringeren Investitionskosten größer als bei Variante 1.

#### Resümee

Der Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Rattenberg auf Basis von fester Biomasse stellt im Vergleich zu einer dezentralen Wärmeversorgung mit Heizöl eine wirtschaftlich vorteilhafte Alternative dar (siehe Tabelle 43 und Tabelle 44)



### 7.5.3.1.7 Reduktion der Treibhausgasemission

Neben kalkulierbaren Wärmepreisen und regionaler Wertschöpfung können durch den Aufbau einer Nahwärmeversorgung auch CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden. Für die Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die in Tabelle 45 aufgelisteten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte der einzelnen Energieträger angesetzt.

Tabelle 45: Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieträger (Quelle: GEMIS-Datenbank 2014)

	Einheit	Wert
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Holzhackschnitzel-Heizung	g/kWh	23
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Ölheizung	g/kWh	316
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Strommix	g/kWh	566

Durch den Brennstoffverbrauch und den Netzbetrieb ergeben sich für das oben beschriebene Wärmenetz durchschnittliche spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 43,6 g/kWh Wärme. Für die Wärmeversorgung mittels Ölheizung ergeben sich mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 325,1 g/kWh. Für das gesamte Wärmenetz ergeben sich somit die in Tabelle 46 dargestellten jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber einer Versorgung der einzelnen Abnehmer mittels dezentraler Ölheizungen.

Tabelle 46: Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Wärmenetzes Rattenberg gegenüber dezentraler Ölheizungen

	Einheit	Wärmenetz	Dezentrale Ölheizungen
Jahreswärmemenge	kWh/a	1.442.396	1.442.396
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen	g/kWh	43,6	325,1
Jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen	kg/a	62.900	468.966
<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Wärmenetz</b>	<b>kg/a</b>	<b>406.000</b>	

### 7.5.3.1.8 Fazit

Aufgrund der oben beschriebenen wirtschaftlichen Parameter und der positiven ökologischen Effekte ist der Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Rattenberg zu empfehlen.

Nach einem vorangegangenen Abstimmungsgespräch mit dem Bürgermeister von Rattenberg, Herrn Schröfl, wird am 13.11.2014 das Projekt im Gemeinderat von Rattenberg vorgestellt. Ziel ist ein Beschluss zur Weiterverfolgung des Projektansatzes dem als erster Schritt eine Bürgerbefragung und weiterführende Datenaufnahme folgen soll.

Die weiteren Schritte zur Projektumsetzung sind in der Handlungsempfehlung zur Maßnahme 2 skizziert.



### 7.5.3.2 Nahwärmenetz Straßkirchen

#### 7.5.3.2.1 Ausgangssituation und Basisdaten

Die Einsparung von Energie und die effiziente Nutzung von ungenutzter Abwärme sollte im Landkreis Straubing Bogen im Vordergrund stehen. Eine Möglichkeit hierbei ist die Nutzung von Abwärme aus Biogasanlagen. In der Gemeinde Straßkirchen bietet sich die Möglichkeit des Aufbaus eines Wärmenetzes zur Abwärmenutzung aus der örtlichen Biogasanlage an. Abbildung 90 zeigt dazu die ermittelte Wärmebedarfsdichte für den Ort Straßkirchen. Die Biogasanlage liegt in Straßkirchen auf Flurnummer 1904 westlich des Anwesens Blumenthal 49. Der skizzierte Leitungsverlauf führt über einen Feldweg, die Bavariastraße und die Bachstraße Richtung Ortsmitte. Anschließend kann die Leitung in der einen Richtung bis zur Straubinger Straße 27 und in der anderen Richtung über den Kirchplatz und die Paitzkofener Straße bis zur Mittelschule verlegt werden. An der in Abbildung 91 dargestellten Trasse liegen öffentlich Liegenschaften, die an das Netz angeschlossen werden könnten (vgl. Tabelle 47).

Tabelle 47: Potenzielle Wärmeabnehmer im Wärmenetz Straßkirchen

	Wärmeverbrauch in MWh/a
Gemeindeverwaltung	88
Feuerwehrhaus	15
Kindergarten St. Martin	39
Mittelschule	305
<b>Gesamt</b>	<b>447</b>

Außerdem befinden sich an den jeweiligen Straßenzügen etwa 55 weitere Gebäude mit einem Wärmebedarf von rd. 1.930 MWh/a. Für das in Abbildung 91 visualisierte Wärmenetz gelten folgende Parameter:

- Wärmebedarf im Ist-Zustand 2.374 MWh/a
- Länge des Netzes 2.880 m
- Spitzenlast 1.550 kW
- Anzahl Anschlüsse rd. 60



Abbildung 90: Wärmebedarfsdichte Gemeinde Straßkirchen



Abbildung 91: Nahwärmeversorgung für die Gemeinde Straßkirchen



Die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung für das oben beschriebene Wärmenetz untersucht zwei Versorgungsvarianten:

- Variante 1: Wärmenetz mit BGA-Abwärme (BHKW minimal 210 kW<sub>th</sub> an kalten Tagen abzgl. Leitungsverluste), Holzhackschnitzel-Kessel (400 kW<sub>th</sub>) und Erdgas-Spitzenlastkessel (900 kW<sub>th</sub>)
- Variante 2: Einzelversorgung der Mittelschule Straßkirchen mittels Gas-Brennwertkessel (230 kW<sub>th</sub>)

#### 7.5.3.2.2 Kapitalgebundene Kosten

Zur Berechnung der kapitalgebundenen Kosten werden die nachfolgenden Investitionskosten berücksichtigt:

- Planungskosten
- Baukosten (z.B. Heizungszentrale, Wärmenetz)
- Energieerzeugungszentrale
- Wärmeleitungen
- Übergabestationen
- Baunebenkosten (12 % der Wärmenetz- u. Planungskosten)

Bei der oben beschriebenen Umsetzung können Fördermittel der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beantragt werden. In die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende **Fördersätze** mit aufgenommen:

- Nahwärmenetz 60 €/m  
Mindestwärmebelegung von 500 kWh/(m\*a) wird erreicht
- Biomasseanlagen 20 €/kW  
Bonus 10 €/kW (für Errichtung Pufferspeicher)
- Wärmespeicher 250 €/m<sup>3</sup>
- Übergabestation 1.800 €/Stk.



In der nachfolgenden Tabelle 48 sind die Investitionskosten abzüglich der zu erwartenden Fördermittel für die **Variante 1** dargestellt.

Tabelle 48: Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1)

Variante 1			
Kapitalgebundene Kosten			
	Investition [€]	Nutzungs- dauer [a]	Jährliche Annuität [€/a]
Planung und Genehmigung	89.459	20	5.971
Baukosten Technikgebäude	107.934	50	6.186
Abgasreinigung u. Wärmerückgewinnung	14.347	20	1.332
Visualisierung u. Bedienung	25.258	15	2.902
Hydraulikinstallation Heizhaus	64.765	15	7.017
Elektroinstallation Heizhaus	25.086	15	2.882
Wärmeübergabestation: BHKW-Wärme in Wärmenetz inkl. Peripherie	18.526	20	1.721
Holzhackschnitzelkessel (200 kW)	93.000	15	16.149
Erdgas-Spitzenlastkessel (1x747kW)	55.000	20	5.108
Wärmenetz abzüglich Zuschuss	448.735	30	27.274
Pufferspeicher (22 m <sup>3</sup> )	38.500	30	2.843
Übergabestationen abzüglich Zuschuss	263.888	20	24.508
Pumpen Wärmenetz	9.173	15	1.054
Baunebenkosten 12%, gerundet	85.000	30	4.611
Gesamtinvestitionen (abzüglich Förderung)	1.338.670		
Summe der kapitalgebundenen Kosten, gerundet			109.600



In der **Variante 2** wird anstelle der Errichtung eines Wärmenetzes der Ersatz der Gasheizung in der Mittelschule als Gegenrechnungsmodell angenommen. Die hierfür anfallenden Investitionskosten sind in Tabelle 49 gelistet.

Tabelle 49: Investitionskosten für den Ersatz der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2)

Variante 2 Kapitalgebundene Kosten			
	Investition [€]	Nutzungs- dauer [a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Planung und Genehmigung</b>	1.375	20	92
<b>Gas-Brennwertkessel (230 kW)</b>	13.750	20	1.277
<b>Baunebenkosten 12%, gerundet</b>	198	30	11
<b>Gesamtinvestitionen (abzüglich Zuschuss)</b>	<b>15.300</b>		
Summe der kapitalgebundenen Kosten, gerundet			<b>1.400</b>

### 7.5.3.2.3 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten überwiegend die Kosten für die Brennstoffbeschaffung und die Beschaffung von Hilfsenergie. Der Berechnung wurden folgende Preise zugrunde gelegt:

- Kosten für Abwärme aus BGA 0,0 €/MWh
- Kosten für Holzhackschnitzel 25,80 €/MWh (netto)
- Kosten für Erdgas 46,20 €/MWh (netto)
- Kosten für Strom 0,242 €/kWh<sub>el</sub> (netto)

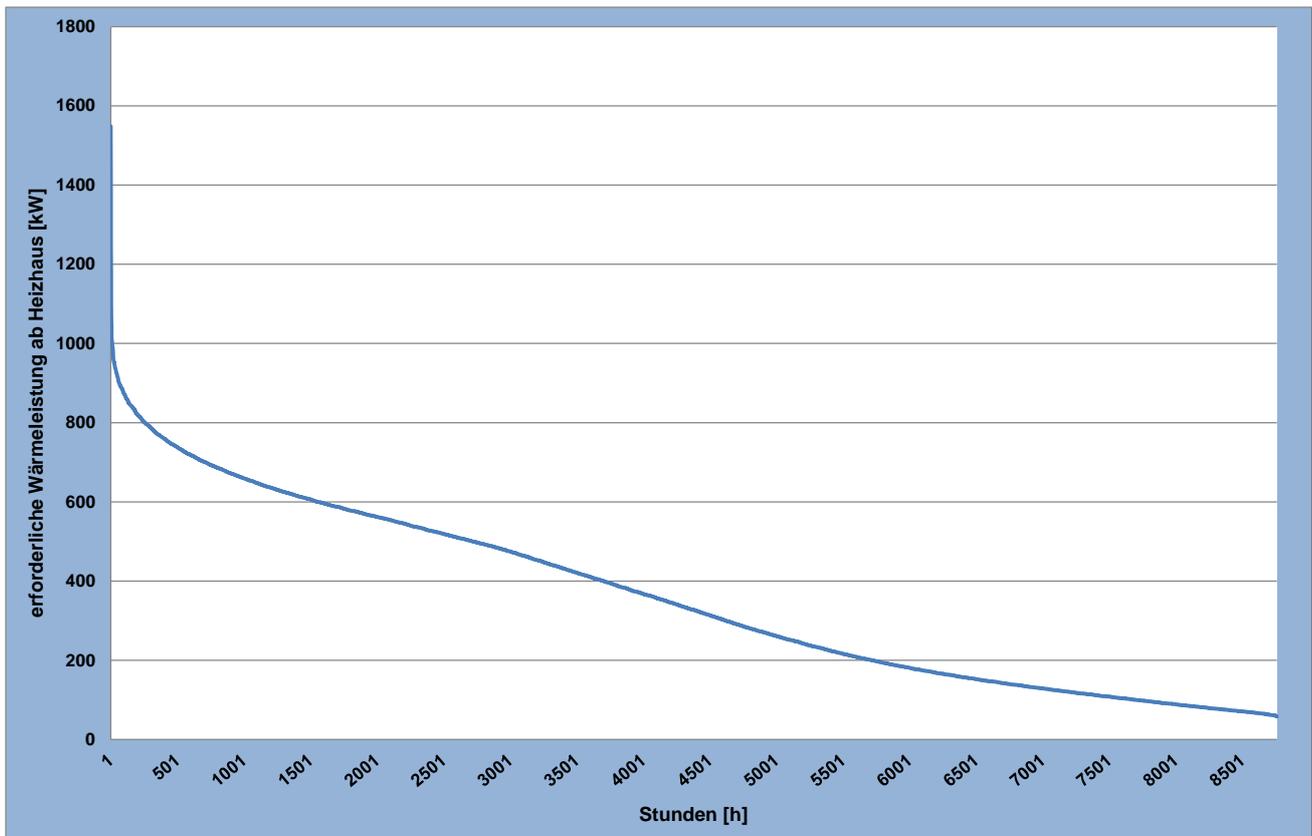


Abbildung 92: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Straßkirchen

Abbildung 92 zeigt die berechnete Jahresdauerlinie des Wärmenetzes in Straßkirchen. Mit der Abwärme aus dem BHKW der Biogasanlage können demnach rd. 53 % der Wärmenachfrage gedeckt werden. Ab einer Wärmeverbrauchsleistung von über 400 kW wird der Holzhackschnitzelkessel zugeschaltet, der in einer Jahresbilanz rd. 44 % Deckungsanteil hat. Die absoluten Lastspitzen größer 800 kW werden mit einem Gas-Spitzenlastkessel gedeckt (~2 % der Jahreswärmemenge). Der jeweilige Bedarf und die jährlichen Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergien im Wärmenetz sind in Tabelle 50 abgebildet (**Variante 1**).



Tabelle 50: Verbrauchsgebundene Kosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1)

Variante 1 Verbrauchsgebundene Kosten				
	jährlicher Energiebedarf [kWh/a]	aktuelle Energiekosten [€/a]	Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Verbrauchsgeb. Kosten BGA-Abwärme</b>	1.681.420	0	-	0
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Holzhackschnitzel</b>	1.400.000	40.105	4,00	57.518
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Gas</b>	74.400	3.800	7,00	7.307
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Strom</b>	56.550	13.701	4,00	19.650
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten		<b>57.606</b>		<b>84.476</b>

Die in der **Variante 2** anfallenden verbrauchsgebundenen Kosten sind in Tabelle 51 zu finden.

Tabelle 51: Verbrauchsgebundene Kosten der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2)

Variante 2 Verbrauchsgebundene Kosten				
	jährlicher Energiebedarf [kWh/a]	aktuelle Energiekosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Verbrauchsgebundene Kosten Gas</b>	305.180	14.105	7,00	27.125
<b>Verbrauchsgebundene Kosten Strom</b>	4.709	1.141	4,00	1.636
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten		<b>15.200</b>		<b>28.800</b>



#### 7.5.3.2.4 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten berücksichtigen Kosten für die Wartung und Instandhaltung der jeweiligen Energieerzeugungsanlagen sowie deren Infrastruktur und sonstige Kosten (bspw. Anlagenbedienung, etc.). Die betriebsgebundenen Kosten für den Betrieb des Wärmenetzes in Straßkirchen sind in Tabelle 52 aufgelistet (**Variante 1**).

Tabelle 52: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1)

Variante 1 Betriebsgebundene Kosten			
	aktuelle Betriebskos- ten [€/a]	angenom- mene Preis- änderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
Wartung/Instandhaltung Technikgebäude	2.159	2,00	2.573
Wartung/Instandhaltung Abgasreinigung	574	2,00	684
Wartung/Instandhaltung Visualisierung u. Bedie- nung	758	2,00	903
Wartung/Instandhaltung Hydraulikinstallation	1.295	2,00	1.544
Wartung/Instandhaltung Elektroinstallation	753	2,00	897
Wartung/Instandhaltung WÜS BGA-Wärme	371	2,00	442
Wartung/Instandhaltung HHS-Kessel	7.440	2,00	8.869
Wartung/Instandhaltung Erdgas-Spitzenlastkessel	2.200	2,00	2.623
Wartung/Instandhaltung Fernwärmenetz	2.244	2,00	2.675
Wartung/Instandhaltung Pufferspeicher	963	2,00	1.147
Wartung/Instandhaltung Übergabestationen	7.917	2,00	9.437
Wartung/Instandhaltung Pumpen Wärmenetz	229	2,00	273
Anlagenbedienung (HHS-/Gasheizung; Abgasre- inigung, ...)	3.360	2,00	4.005
Summe der Betriebsgebundenen Kosten	<b>30.261</b>		<b>36.073</b>



Die in der **Variante 2** anfallenden betriebsgebundenen Kosten sind in Tabelle 53 zu finden.

Tabelle 53: Betriebsgebundene Kosten der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2)

Variante 2 Betriebsgebundene Kosten			
	aktuelle Betriebskos- ten [€/a]	angenom- mene Preis- änderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Wartung/Instandhaltung Gas- Spitzenlastkessel</b>	550	2,00	656
<b>Anlagenbedienung (Gasheizung; ...)</b>	300	2,00	358
Summe der Betriebsgebundenen Kosten	<b>900</b>		<b>1.000</b>



### 7.5.3.2.5 Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Variante 1 und 2

Für die beiden oben dargestellten Varianten der Wärmeversorgung in der Gemeinde Straßkirchen sind in der nachfolgenden Tabelle 54 die zu erwartenden jährlichen Gesamtkosten und die Wärmegestehungskosten aufgelistet.

Tabelle 54: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die untersuchten Varianten in der Gemeinde Straßkirchen

Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre			
	Einheit	Variante 1 Wärmenetz	Variante 2 Gas- Heizung
<b>Kapitalkosten</b>	€/a	109.600	1.400
<b>Verbrauchskosten</b>	€/a	84.476	28.800
<b>Betriebskosten</b>	€/a	36.073	1.000
<b>Gesamtkosten</b>	<b>€/a</b>	<b>230.149</b>	<b>31.200</b>
<b>Wärmemenge</b>	MWh/a	2.374	305
Wärmegestehungskosten netto	€/MWh	97	102
Wärmegestehungskosten brutto	€/MWh	115	122

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass das skizzierte Nahwärmenetz in Straßkirchen im Vergleich zu einer Erneuerung der Gasheizung in der Mittelschule konkurrenzfähig ist. Bei einer Umsetzung der Variante 1 können sich die Wärmegestehungskosten durch

- Einbringung von Eigenleistung beim Bau von Heizzentrale und Wärmenetz,
- Nutzung bereits vorhandener Anlagentechnik bei Wärmeabnehmern (bspw. Gasheizung in Schule als Spitzenlastkessel, Warmwasserspeicher, etc.) und
- Nutzung der Abwärme aus dem Biogas-BHKW zur Beheizung des Freibades (Füllung des Sommerlochs)

in erheblichem Maße senken.



### 7.5.3.2.6 Sensitivitätsanalyse

Zur Berücksichtigung der schwankenden Preisentwicklungen der Brennstoffkosten und Änderungen der Kapitalkosten werden in Tabelle 55 die Wirkung der einzelnen Faktoren auf die Wärmegestehungskosten der beiden oben beschriebenen Wärmeversorgungsvarianten aufgezeigt.

Tabelle 55: Sensitivitätsanalyse der beiden Wärmeversorgungsvarianten in der Gemeinde Straßkirchen

Veränderung gegenüber Ausgangsberechnung	Wärmegestehungskosten in €/MWh	
	Variante 1 Wärmenetz	Variante 2 Gas-Heizung
Preissteigerung Erdgas 5 %/a anstatt 7 %/a	115	103
Preissteigerung Holzhackschnitzel 2 %/a statt 4 %/a	111	122
Einbringung BGA-Betreiber von 1 ct/kWh KWK-Bonus	109	122
Verringerung Kosten Wärmenetz um 20 % durch Einbringung Eigenanteil	111	122
KfW-Zuschuss für Biomassekessel wg. niedriger Staubemissionen (max. 15 mg/m <sup>3</sup> )	114	122
BGA-Abwärme mit 370 kW <sub>th</sub> statt 210 kW <sub>th</sub>	108	122

#### Resümee:

Die berechneten Zahlen zeigen, dass der Aufbau einer zentralen Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Straßkirchen in Verbindung mit der Nutzung der Abwärme der Biogasanlage zu deutlichen Treibhausgaseinsparungen führt und wirtschaftlich konkurrenzfähig gegenüber Einzellösungen ist (siehe Tabelle 54 und Tabelle 55).

### 7.5.3.2.7 Reduktion der Treibhausgasemission

Neben kalkulierbaren Wärmepreisen und regionaler Wertschöpfung können durch den Aufbau einer Nahwärmeversorgung auch CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden. Für die Quantifizierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden die in Tabelle 56 aufgelisteten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte der einzelnen Energieträger angesetzt.

Tabelle 56: Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Energieträger (Quelle: GEMIS-Datenbank)

	Einheit	Wert
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Biogas-Abwärme	g/kWh	66,5
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Holzhackschnitzel-Heizung	g/kWh	23,3
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Gasheizung	g/kWh	251,8
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen Strommix	g/kWh	565,6

Durch den Brennstoffverbrauch und den Netzbetrieb ergeben sich für das oben beschriebene Wärmenetz durchschnittliche spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 82,2 g/kWh Wärme. Für die Wärmeversorgung mittels Gasheizung ergeben sich mittlere CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 260,5 g/kWh. Für das gesamte Wärmenetz ergeben sich somit die in Tabelle 57 dargestellten jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen gegenüber einer Versorgung der einzelnen Abnehmer mittels dezentraler Gasheizungen.

Tabelle 57: Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparungen des Wärmenetzes Straßkirchen gegenüber dezentraler Gasheizungen

	Einheit	Wärmenetz	Dezentrale Gasheizungen
Jahreswärmemenge	kWh/a	2.373.535	2.373.535
Spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen	g/kWh	82,2	260,5
Jährliche CO <sub>2</sub> -Emissionen	kg/a	195.142	618.252
<b>Jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Wärmenetz</b>	<b>kg/a</b>	<b>423.110</b>	

### 7.5.3.2.8 Fazit

Aufgrund der oben beschriebenen wirtschaftlichen Parameter und aufgrund der positiven ökologischen Effekte sollte die Umsetzung einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Straßkirchen näher geprüft werden.

Die nächsten Schritte der Umsetzung der Maßnahme wird deshalb aus ökologischer und ökonomischer Sicht empfohlen (siehe Handlungsempfehlung Maßnahme 3).

## 7.5.4 Mobiler Wärmetransport – Biogasanlage Haibach

### 7.5.4.1 Ausgangssituation

Im Landkreis Straubing-Bogen sind derzeit 26 Biogasanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von ca. 8 MW installiert.

Eine Biogasnutzung, die den Ansprüchen einer effizienten Energieerzeugung gerecht werden will, zieht eine Flexibilisierung der Stromerzeugung und/oder optimierte Wärmenutzung aus dem Blockheizkraftwerk (BHKW) nach sich. Die Bereitstellung der überschüssigen Wärme zu Heizzwecken und zur Trinkwarmwassererzeugung kann hierbei als sehr hochwertige Form der Wärmenutzung angesehen werden. Die Wärmeführung zum Verbraucher kann hier z.B. über ein Wärmenetz oder dem Transport mittels mobilen Wärmespeichern erfolgen.

Die Wärmenutzung aus Biogasanlagen mittels Wärmenetz ist nur bei einer räumlichen Nähe der wärmeerzeugenden Biogasanlage und der jeweiligen Wärmeabnehmer wirtschaftlich darstellbar. Diese räumliche Nähe ist aufgrund der stark zersiedelten Bebauungsstruktur im Landkreis Straubing-Bogen oft nicht gegeben.

Für den Wärmetransport über größere Distanzen bietet sich deshalb in manchen Fällen die Nutzung mobiler Wärmetransportsysteme an. Um den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmetransportsystems gewährleisten zu können ist eine ausreichend hohe Beladeleistung nötig. Ziel ist es Beladezeiten zu erreichen die unter 15, besser 12 Stunden liegen, um einen Wärmecontainer unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten hinreichend auslasten zu können. Die Anzahl der Be- und Entladezyklen eines Speichers innerhalb eines festen Zeitraums sind entscheidend für die Rentabilität. Dies gilt ebenfalls für mobile Speicher. Je mehr Zyklen in einem Jahr gefahren werden, desto wirtschaftlicher wird dieses System.

Bis zur Vollbeladung eines derzeit auf dem Markt befindlichen mobilen Latentwärmespeichersystems müssen rd. 2.100 bis 2.400 kWh Wärmeenergie eingespeichert werden. Um vertretbare Beladezeiten zu erreichen, ist von Seiten der Biogasanlage eine ausreichend hohe thermische Leistung in Höhe von mind. 250 kW<sub>th</sub> zur Beladung des Containers zur Verfügung zu stellen. Diese Leistung muss insbesondere auch in den Wintermonaten zur Verfügung stehen. In diesem Zeitraum benötigt die Biogasanlage auch das Maximum des Wärmeeigenbedarfs für die Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs (bspw. zur Beheizung der Fermenter). Für die Beladung eines mobilen Latentwärmespeichers ist deshalb eine Wirtschaftlichkeit in grober Näherung erst ab einer Anlagengröße von rd. 420 kW<sub>el</sub> geeignet. Dies stellt sicher, dass eine ausreichende thermische Leistung auch in den Wintermonaten zur Beladung der Wärmecontainer zur Verfügung gestellt werden kann. Jedoch können je nach Rahmenbedingungen auch kleinere thermische Leistungen ausreichend sein und sollten im Einzelfall geprüft werden.

Aufgrund der Anforderungen an die Anlagengröße sind im Landkreis Straubing-Bogen lediglich acht Biogasanlagen für die Beladung eines mobilen Wärmespeichers geeignet. Zwei dieser Biogasanlagen können die nötige thermische Beladeleistung nur im Verbund zur Verfügung stellen (Biogasanlagen in Haibach). Zwei weitere Biogasanlagen sind aufgrund ihrer räumlichen Lage eher für den Aufbau/Ausbau eines Wärmenetzes geeignet (Parkstetten, Irlbach und Aholting). Für die verbleibenden sechs Biogasanlagen (siehe Tabelle 58) wurden geeignete Projektansätze zur Nutzung der Wärme über ein mobiles Wärmetransportsystem geprüft.

Tabelle 58: Zur Beladung eines mobilen Wärmecontainers geeignete Biogasanlagen

	elektrische Leistung in kW	thermische Leistung in kW
<b>BGA Irlbach</b>	537	565
<b>BGA Aholting</b>	625	658
<b>BGA Parkstetten</b>	430	452
<b>BGA Laberweinting</b>	440	463
<b>BGA Geiselhöring</b>	500	526
<b>BGA Mallersdorf-Pfaffenberg</b>	548	576
<b>BGA Haibach</b>	364	383
<b>BGA Haibach</b>	250 = 614	263 = 646

Die Idee des mobilen Wärmetransports fußt auf sogenannten Latentwärmespeichern. Latentwärmespeicher auf Basis von Natriumacetat eignen sich aufgrund der im Vergleich zu Wasserspeichern um den Faktor 1,7 größeren Wärmespeicherkapazität je Volumeneinheit zur trassenlosen Heizungsunterstützung bei großen Gebäuden (Wohnblöcke, Hotels, etc.) und öffentlichen Einrichtungen (Bäder, Schulen, Altenheime, ...). Die zu erreichende Wärmeleistung eignet sich zur Deckung der Wärmegrundlasten bei Gebäuden mit einem jährlichen Wärmebedarf ab 700 bis 800 MWh pro Jahr.

#### 7.5.4.2 Prinzip des Wärmetransports

Ein mit Natriumacetat (Schmelzpunkt ca. 58,5 °C) gefüllter 20-Fuß-Standard-Frachtcontainer (siehe Abbildung 93) wird von 85 bis 95 °C heißem Wasser einer Abwärmequelle (bspw. Biogas-BHKW) durchströmt. Die Wärme des heißen Wassers überträgt sich auf das Speichermaterial und bringt dieses zum Schmelzen. Durch den integrierten Schmelzvorgang lässt sich eine deutlich größere Wärmemenge speichern als mit einem Wasserspeicher. Der Container wird per LKW zur Wärmesenke transportiert und gibt dort die gespeicherte Wärmemenge an das Heizungssystem ab. Der Wärmecontainer ermöglicht es, je Fahrt rd. 1.800 bis 2.000 kWh thermische Energie von der Wärmequelle zur Wärmesenke zu transportieren (siehe Abbildung 94).



Abbildung 93: Latentwärmespeicher der Firma LaTherm (links: Entladeplatz an der Wärmesenke; rechts: Beladestation an der Abwärmequelle; Quelle: bifa Archiv)

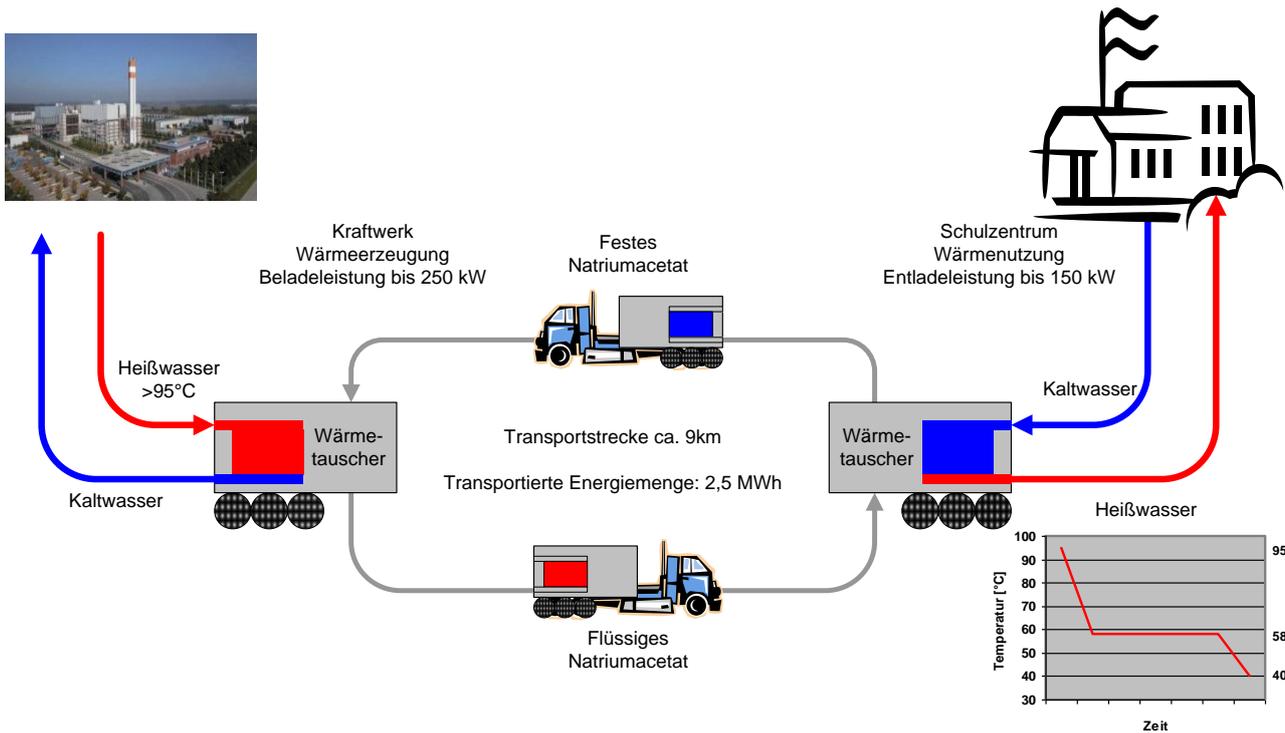


Abbildung 94: Umsetzungsbeispiel mobiler Wärmetransport im Landkreis Augsburg: die AVA GmbH versorgt mittels 3 mobilen Wärmetransportcontainern das Schulzentrum in Friedberg (Bayern; Quelle: bifa Umweltinstitut)



#### 7.5.4.3 Konkreter Projektansatz

Die Vorarbeiten zur Erstellung des Energienutzungsplans lieferten im Rahmen der Akteursbeteiligung einen konkreten Projektansatz bei einer Biogasanlage in Haibach der nachfolgend ausführlich dargestellt wird:

Die Biogasanlage in Haibach im Ortsteil Maierhofen nutzt derzeit nur zu einem geringen Teil Abwärme für die Versorgung von nahegelegenen Wohnhäusern. Für den Großteil der Wärme besteht derzeit aber noch kein sinnvolles Verwendungskonzept, da in der näheren Umgebung keine weiteren Wärmeabnehmer wirtschaftlich, z.B. mit Fernwärme, erschlossen werden können. Die Prüfung weiterer Wärmesenken ergab, dass sich im weiteren Umfeld in einer Entfernung von bis zu 8 km Gaststätten und Hotels mit entsprechend hohem Wärmebedarf befinden.

Die Wärme könnte mittels eines mobilen Wärmetransportsystems von der Biogasanlage zu einem nahegelegenen Hotel transportiert werden, welches folgende wärmebedarfstechnische Parameter aufweist:

- Wärmebedarf im Ist-Zustand 470 MWh/a
- Spitzenlast 200 kW

Der Wärmecontainer wird an der Biogasanlage in rd. 12 Stunden beladen. Der Entladevorgang dauert aufgrund physikalischer Einschränkungen bei der Rekristallisation des Speichermaterials etwa 24 Stunden. Durch die vorgegebenen Be- und Entladezeiten des Containers und die beschränkte Entladeleistung des Containers von durchschnittlich rd. 80 kW, können jährlich etwa 350 MWh Wärme durch den mobilen Wärmetransport zur Verfügung gestellt werden.

#### 7.5.4.4 Kapitalgebundene Kosten

Zur Berechnung der kapitalgebundenen Kosten werden die nachfolgenden Investitionskosten berücksichtigt:

- Planungskosten
- Baukosten (z.B. Wärmeauskopplung, Stellplatz)
- Wärmecontainer inkl. Auflieger
- Umbau- und Anpassungsarbeiten am Heizungssystem des Wärmeabnehmers
- Sonstige Kosten (z.B. Unvorhergesehenes, etc.)

Bei der oben beschriebenen Umsetzung können voraussichtlich Fördermittel über das Förderprogramm „BioSol - Mobile Wärmespeicher“ des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) in Anspruch genommen werden. Hierbei werden bis zu 40 % der folgenden Kosten gefördert:

- Planungskosten (max. 10 % der förderungsfähigen Kosten)
- mobile Wärmespeicher mit Transporteinheit
- Übergabestationen (Be- und Entladung: inkl. Anschlüsse, Zuleitungen, Wärmetauscher und Umwälzpumpen)
- Bauliche Anlagen und Erschließung (Be- und Entladung: Stellplätze der mobilen Wärmespeicher bei den Verbrauchern)
- Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)



In der nachfolgenden Tabelle 59 sind die Investitionskosten abzgl. der zu erwartenden Fördermittel für die Wärmelieferung dargestellt.

Tabelle 59: Erwartete Investitionskosten des mobilen Wärmetransportsystems

Kapitalgebundene Kosten			
	Investition [€]	Nutzungs- dauer [a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Planungskosten</b>	18.296	20	1.221
<b>Wärmeauskopplung</b>	9.000	20	836
<b>Wärmecontainer</b>	63.000	15	10.940
<b>Heizung</b>	18.000	15	2.420
<b>Elektroinstallation</b>	9.000	15	1.034
<b>Baumeister/Toranlage</b>	18.000	20	1.437
<b>Schlauchsystem</b>	3.600	8	852
<b>Elektroarbeiten</b>	3.600	20	240
<b>Baunebenkosten</b>	2.610	20	174
Gesamtinvestitionen (abzüglich Förderung)	<b>145.100</b>		
Summe der kapitalgebundenen Kosten, gerundet			<b>19.200</b>

#### 7.5.4.5 Verbrauchsgebundene Kosten

Die verbrauchsgebundenen Kosten beinhalten überwiegend die Transportkosten und die Kosten für die Beschaffung von Hilfsenergie und sind in Tabelle 60 abgebildet.

Tabelle 60: Verbrauchsgebundene Kosten des mobilen Wärmetransportsystems

Verbrauchsgebundene Kosten				
	<b>Gelieferte Energie- menge [MWh/a]</b>	<b>spezi- fische Kosten [€/MWh]</b>	<b>angenom- mene Preis- änderung [%/a]</b>	<b>Jähr- liche Annuität [€/a]</b>
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Transport</b>	350	28	4,2	8.500
<b>Verbrauchsgeb. Kosten Hilfsenergie (Pumpstrom, etc.)</b>			4,0	2.900
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten				<b>11.400</b>

#### 7.5.4.6 Betriebsgebundene Kosten

Die betriebsgebundenen Kosten (vgl. Tabelle 61) sind im Wesentlichen Kosten für Wartung und Instandhaltung.

Tabelle 61: Betriebsgebundene Kosten des mobilen Wärmetransportsystems

Betriebsgebundene Kosten			
	aktuelle Betriebskosten [€/a]	angenommene Preisänderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
Wartung/Instandhaltung Wärmeauskopplung	180	2,00	215
Wartung/Instandhaltung Wärmecontainer	5.040	2,00	6.008
Wartung/Instandhaltung Heizung	1.080	2,00	1.287
Wartung/Instandhaltung Elektroanlagen	270	2,00	322
Wartung/Instandhaltung Baumeister/Toranlage	360	2,00	429
Wartung/Instandhaltung Schlauchsystem (LaTherm)	180	2,00	215
Aufwand für Anlagenbedienung	3.600	2,00	4.300
Summe der Betriebsgebundenen Kosten			<b>12.800</b>



#### 7.5.4.7 Erlöse

Die untersuchte Biogasanlage ging 2009 in Betrieb. Für die Nutzung der anfallenden Abwärme erhält der Biogasanlagenbetreiber somit auf Basis des EEG 2009 einen KWK-Bonus in Höhe von 3 ct/kWh pro eingespeister Kilowattstunde nachgewiesenem KWK-Strom.<sup>34</sup>

Die Wärmeversorgung auf Seiten des Wärmeabnehmers erfolgt bisher auf Basis von Heizöl und Scheitholz. Durch die mobile Wärmeversorgung verringert sich der Heizöl- und Scheitholzbedarf und es entstehen Opportunitätserlöse (siehe Tabelle 62).

Tabelle 62: Opportunitäts- und sonstige Erlöse des mobilen Wärmetransportsystems

Erlöse					
	Gelieferte Energiemenge [MWh/a]	Spezifische Erlöse [€/MWh]	Aktuelle Erlöse [€/a]	angenommene Preis- änderung [%/a]	Jährliche Annuität [€/a]
<b>Opportunitätserlöse</b>	350	* 47	16.4 50	2,0	19.61 0
<b>KWK-Bonus</b>	350	30	9.00 0	0,0	8.400
<b>Summe der Erlöse</b>					<b>28.000</b>

\* Mischpreis: Heizöl (0,805 €/Liter) und Scheitholz (50 €/fm)

<sup>34</sup> Der Nachweis erfolgt über das Betriebstagebuch und geeichten Wärme- und Stromzählern. Die anrechnungsfähigen KWK-Strommengen müssen vom Umweltgutachter bestätigt werden.

#### 7.5.4.8 Gesamtkosten und wirtschaftliche Bewertung

Für die oben dargestellte Wärmeversorgung sind in der nachfolgenden Tabelle 63 die zu erwartenden jährlichen Gesamtkosten und die mittleren Wärmegegestehungskosten über 20 Jahre abgebildet.

Tabelle 63: Gesamtkosten und mittlere Wärmegegestehungskosten über 20 Jahre für das mobile Wärmetransportsystem

Gesamtkosten und mittlere Wärmegegestehungskosten über 20 Jahre		
	Einheit	Wert
<b>Kapitalkosten</b>	€/a	19.200
<b>Verbrauchs-kosten</b>	€/a	11.400
<b>Betriebskosten</b>	€/a	12.800
<b>Erlöse</b>	€/a	28.000
Jahreskosten	<b>€/a</b>	<b>15.400</b>
<b>Wärmemenge</b>	MWh/a	350
Wärmegegestehungskosten netto	<b>€/MWh</b>	<b>44</b>
Wärmegegestehungskosten brutto	<b>€/MWh</b>	<b>52</b>

Aufgrund der begrenzten Entladeleistung des mobilen Wärmetransportcontainers kann lediglich die Grund- und Mittellast gedeckt werden. Die Wärmespitzenlast muss weiterhin über die bereits installierte Heizung abgedeckt werden. Die Wärmegegestehungskosten der mobilen Wärme müssen somit mit den Beschaffungspreisen der bisherigen Energieträger Heizöl und Scheitholz konkurrieren. Die mittleren Wärmegegestehungskosten des mobilen Wärmetransportsystems liegen unter den Beschaffungspreisen von Heizöl und sind in etwa vergleichbar mit den Einkaufspreisen für Scheitholz (große regionale Unterschiede).

Die Nutzung der Biogasabwärme zur Wärmeversorgung des nahegelegenen Hotels mittels eines mobilen Wärmetransportsystems ist wirtschaftlich konkurrenzfähig zur bisherigen Wärmeversorgung und ökologisch sinnvoll.

#### 7.5.4.9 Reduktion von Treibhausgasemission

Trotz des Transportenergieaufwandes von rd. 240 Liter Diesel pro Jahr führt die Nutzung der Biogasabwärme zu einer CO<sub>2</sub>-Einsparung in Höhe von jährlich rd. 41 Tonnen im Vergleich zur bisherigen Wärmebereitstellung aus Scheitholz und Heizöl.

## 8 UMSETZUNGS- UND CONTROLLING-KONZEPT

Die im vorangegangenen Kapitel ausgearbeiteten Maßnahmen und Umsetzungsprojekte bieten die Plattform für ein zukünftiges Engagement des Landkreises Straubing-Bogen im operativen Bereich der Energiewende. Wichtig für die Umsetzung ist, neben der Schaffung von Verantwortlichkeiten bei der Umsetzung, die kontinuierliche sowie beharrliche Überwachung der Umsetzungserfolge sowie Weiterentwicklung der Maßnahmenpakete. Dies fordert kurz- und mittelfristig einen intensiven Einsatz von Ressourcen, da es sich teilweise um äußerst komplexe Aufgabestellungen handelt:

Um den Erfolg der Projekte überprüfen zu können, müssen viele Daten gesammelt und bewertet werden. Der Aufbau einer umfassenden Controlling-Struktur in der, neben Kommunikation und Koordination, auch rechtliche und technische Fähigkeiten zur Bewertung der Umsetzungserfolge ineinander greifen, ist deshalb unerlässlich. Im Folgenden wird ein Überblick zu entscheidenden Handlungsfeldern gegeben, die innerhalb des Landkreises auf mehrere Schultern verteilt werden sollen.

### 8.1 Organisationsstruktur – Einbettung in die Verwaltungsstruktur

Die Organisation der Klimaschutz- und Energieaufgaben setzt ein strukturiertes Vorgehen bei der Koordinierung und Bündelung wichtiger Akteure und deren Aktivitäten in diesem Themenbereich voraus. Die Abstimmung der internen Verwaltungsstrukturen des Landkreises, genauer des Landratsamtes müssen dementsprechend gestaltet und mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet werden (vgl. Kapitel 7, Maßnahme 6). Hierfür ist im Vorfeld folgendes wichtig:

- Detaillierte Analyse verwaltungsinterner Akteure sowie Erarbeitung akteursspezifischer Strategien der Kommunikation
- Mobilisierung von wichtigen Bereichen der Verwaltung für den kommunalen Klimaschutz
  - Abteilung 1 A
    - Zukunftsbüro, Kreisentwicklung
    - Informations- und Kommunikationstechnologie
  - Abteilung 2
    - Bauverwaltung, Hochbauverwaltung
    - Technischer Hochbau
  - Abteilung 4
    - Wirtschaftsförderung
    - Umweltschutz, Naturschutz

Eine erste Analyse der Verwaltungsstrukturen zeigt, dass das **Netzwerkmanagement Bioenergie-Region** Straubing-Bogen und das **Zukunftsbüro** als zentrale Ansprechpartner und Organisatoren beste Voraussetzungen für eine zukünftige Schnittstelle für Energie- und Klimathemen bereits besitzen. Mit der Gründung des Regionalentwicklungsvereins Straubing-Bogen e.V. entsteht zudem ein weiteres zentrales Organ im Landkreis, welches flankierend die Aufgaben als Ansprechpartner für Energiefragen und -projekte unterstützen wird. Da alle drei Organisationseinheiten, neben den Controlling-Aufgaben, andere Schwerpunktarbeiten ausführen, ist es sinnvoll über die Schaffung einer eigenen Position nachzudenken, die vorrangig mit der operativen Umsetzung der Projekte beauftragt ist.

Über das **Förderprogramm „Klimaschutzmanager/in“** des Bundes kann auf Basis von Klimaschutzkonzepten oder Teilklimaschutzkonzepten zur Umsetzung der identifizierten Maßnahmen die

Stelle eines (oder mehrerer) Klimaschutzmanagers beantragt und über einen Zeitraum von mehreren Jahren finanziert werden. Der für den Landkreis Straubing-Bogen vorliegende Energienutzungsplan weist die Voraussetzung durch die ergänzenden Module der Akteursbeteiligung und des in diesem Abschnitt behandelnden Controlling-Konzepts die Fördervoraussetzung aus.

**Der ENP ist somit Grundlage für die Beantragung einer geförderten Klimaschutzstelle in Form eines Klimaschutzmanagers, der die operativen Aufgaben bearbeitet und die kommunikative Schnittstelle für Energieprojekte des Landkreises ausfüllen kann.**

Abbildung 95 zeigt einen Vorschlag zur Einbindung eines Klimaschutzmanagers in die bestehende Verwaltungsstruktur des Landkreises Straubing-Bogen. Eine Einbindung in den Arbeitsbereich des Zukunftsbüros wird als sinnvoll erachtet. Zudem sind die wichtigen Sachgebiete hinsichtlich der Zusammenarbeit zum kommunalen Klimaschutz dargestellt.

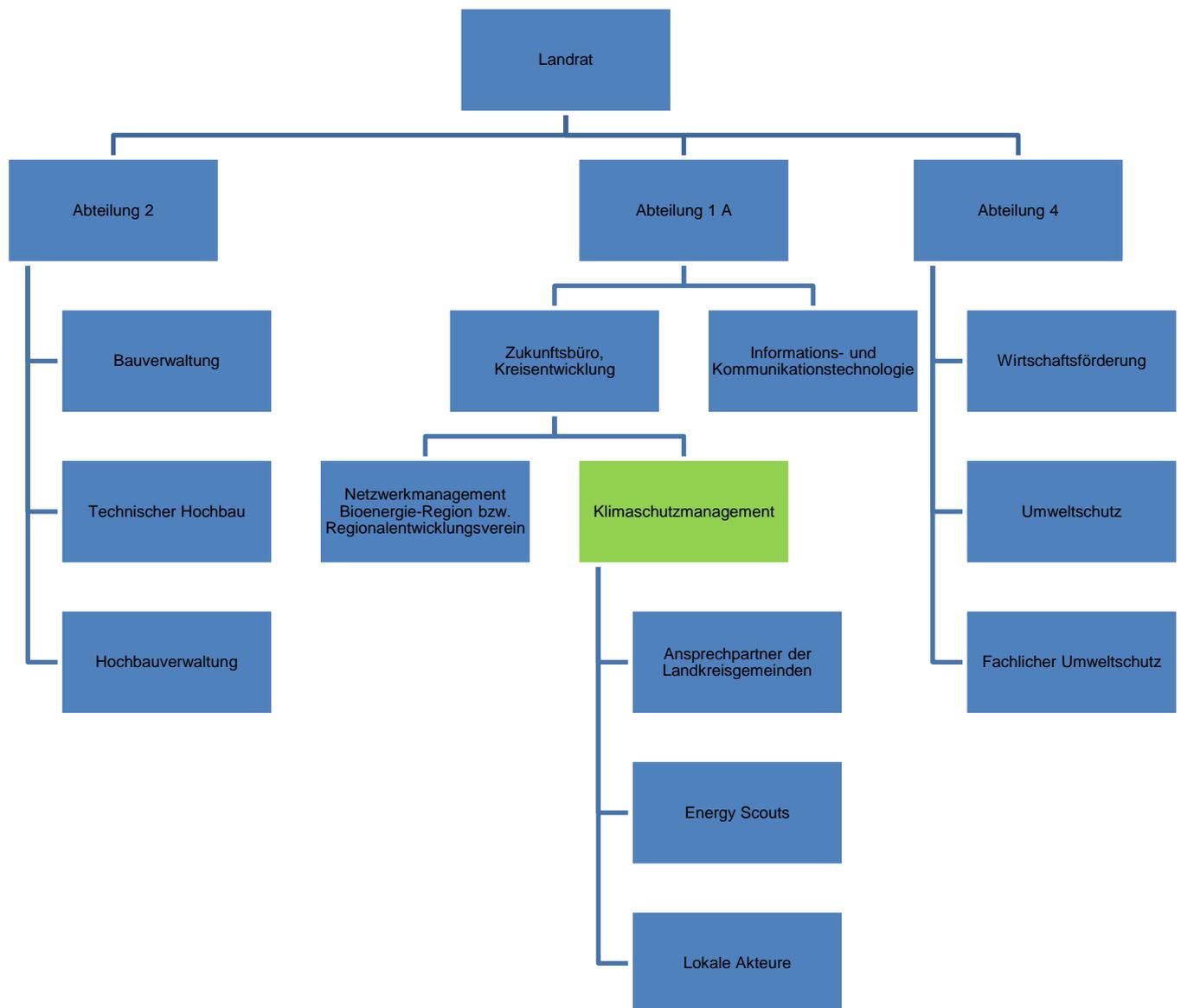


Abbildung 95: Einbindung eines Klimaschutzmanagers in die Verwaltungsstruktur

## 8.2 Operatives Geschäft - Aufgabendefinition

Die Umsetzung der Energie- und Klimaschutzprojekte erfordert, wie oben beschrieben, eine Person als zentralen Ansprechpartner der Kommunikations-, Motivationsaufgaben übernimmt und als „Projekttreiber“ fungiert. Hierzu benötigt er einen projektbezogenen Unterbau an Mitarbeitern, auf die er direkt oder indirekt zugriff hat. Dies ist wichtig, da die Umsetzung von Maßnahmen im Energie- und Klimaschutzsektor stets eine Querschnittsaufgabe ist, die in vielen Bereichen hineinreicht. Bspw. benötigt der Aufbau eines Nahwärmenetzes zunächst planerische Unterstützung bei der technischen Gestaltung, rechtlichen Belange wie Gestattungsverträge müssen entwickelt und geprüft werden, die Öffentlichkeit muss vorbereitet und motiviert werden und vieles mehr. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, muss neben viel Zeit technisches und rechtliches Wissen sowie Verständnis vorhanden sein und soziale Kompetenz in allen Bereichen aufgebaut werden. Beispielsweise kann von einem Klimaschutzmanager nicht verlangt werden kann, dass er alle organisatorischen, koordinierenden, also managementaufgaben allein bewältigen kann. Man muss davon ausgehen das zeitgleich mehrere Projekte umgesetzt werden. Somit braucht es ein Team von weiteren zuverlässigen Mit- und Zuarbeitern. Im Landkreis Straubing-Bogen können diese Aufgaben teilweise von den bereits installierten Energy Scouts übernommen werden, insbesondere wenn es um die Projektkommunikation vor Ort, also bei den Gemeinden geht.

Durch die Bioenergie-Region Straubing-Bogen konnten bereits 38 Energy Scouts als zentrale Ansprechpartner zu verschiedenen Themen aus dem Bereich Energie in den Landkreisgemeinden ausgebildet werden. Um die Kontaktaufnahme zu den Gemeinden selbst zu vereinfachen wird empfohlen in jeder Kommune einen Ansprechpartner für Energieprojekte zu bestimmen. Neben der Umsetzung größerer Projekte, können dadurch auch organisatorische Maßnahmen, die bspw. das Beschaffungsmanagement betreffen, miteinander abgestimmt werden. Insgesamt sind folgende Punkte besonders herauszustellen, die große Priorität bei der Umsetzung von Projekten besitzen:

- Konzipierung von Partizipations- und Kooperationsprozessen,
- Betreuung von Arbeitsgruppen, Netzwerken u.ä.,
- Erarbeitung von Ideen und Strategien zur Initiierung von Partnerschaften verschiedener Akteure,
- Strategien zur effizienten interkommunalen Vernetzung,
- detaillierte Akteursanalyse externer Akteure sowie Erarbeitung akteursspezifischer Strategien der Kommunikation, Mobilisierung und Erwartungsmanagement,
- Mobilisierung von Akteuren wie z.B. Bürgerinnen und Bürgern oder Unternehmen für den kommunalen Klimaschutz.

Zudem wurde während der Erstellung des Energienutzungsplans eine Steuerungsrunde eingerichtet, die sich aktiv mit der Entwicklung konkreter Maßnahmen auseinander setzte. Eine Fortführung dieser zentralen Einrichtung zur Lenkung der Energiewende im Landkreis ist anzustreben.

Abbildung 96 zeigt die wichtigen Ansprechpartner für den Klimaschutzmanager sowie deren Funktion und Handlungskompetenzen. Da es sich beim Aufbau einer Umsetzungs- und Controlling-Struktur um eine interdisziplinäre Querschnittsaufgabe handelt, müssen alle Beteiligten ihren Beitrag leisten, um die Arbeit des Klimaschutzmanagers sinnvoll und effizient zu unterstützen.



Abbildung 96: Aufgaben und Handlungskompetenzen wichtiger Ansprechpartner



Im Folgenden sind weitere Aufgabenfelder eines Verantwortlichen definiert:

- Aufgaben des Prozess- und Projektmanagements (z.B. Koordinierung und Initiierung der Maßnahmen),
- fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung, Planung und Umsetzung einzelner Maßnahmen aus dem um-zusetzenden Klimaschutzkonzept oder Teilkonzept,
- Untersuchung von Finanzierungsmöglichkeiten,
- Durchführung (verwaltungs-)interner Informationsveranstaltungen und Schulungen,
- Koordinierung und ggf. Neugestaltung der ämterübergreifenden Zusammenarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzkonzepts (Moderation),
- Koordinierung der Erfassung und Auswertung von klimaschutzrelevanten Daten,
- methodische Beratung bei der Entwicklung konkreter Qualitätsziele, Klimaschutzstandards und Leitlinien (z.B. Qualitätsstandards für die energetische Sanierung, Beschaffung),
- Aktivitäten zur Vernetzung mit anderen klimaschutzaktiven Kommunen, Institutionen und Einrichtungen; diese umfassen u. a. die Teilnahme bzw. die Vorbereitung, Moderation und Nachbereitung regionaler Netzwerktreffen,
- Aufbau von Netzwerken und Beteiligung externer Akteure (z.B. Verbände) bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen,
- Weiterführung und Konkretisierung der bereits im Klimaschutz(teil)konzept angedachten Verstetigungsstrategie für das Klimaschutzmanagement (Einbau bzw. Etablierung des Klimaschutzmanagements in die Organisationsstruktur der Verwaltung; Verankerung und Pflege als Querschnittsthema in der Verwaltung etc.),
- inhaltliche Unterstützung bzw. Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Zulieferung von Texten) und Umsetzung des Konzepts für die Öffentlichkeitsarbeit,
- Einführung von EMAS (Eco-Management and Audit Scheme).

Der benannte Verantwortliche (bspw. Klimaschutzmanager) übernimmt zusammenfassend die Rolle eines Koordinators von Klimaschutz- und Energieprojekten für den Landkreis, wobei neben den Interessen des Landkreises auch die der Gemeinden zu berücksichtigen sind.

Die Ergebnisse des operativen Geschäfts werden einem geeignetem Gremium, z.B. dem Kreistag, in Form eines Reportings vorgestellt. Bestandteil des Reportings ist, neben einem Energiebericht, die Darstellung konkreter Projekte und deren Umsetzungsfortschritte.

### 8.3 Öffentlichkeitsarbeit

Eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit wurde bereits vor der Erstellung des Energienutzungsplans durch die Bioenergie-Region Straubing-Bogen betrieben. Dabei wurden diverse Maßnahmen zur Information der Öffentlichkeit, wie z.B. Energietouren zu regenerativen Energieerzeugungsanlagen im Landkreis, durchgeführt. Zudem wurden Seminare für Biogasanlagenbetreiber und lokale Handwerker initiiert, die das Thema Klimaschutz und Energie behandelten. Bestandteil einer guten Öffentlichkeitsarbeit ist auch eine regelmäßige Berichterstattung in der Presse und öffentliche Präsenz im Energiezelt der Ostbayernschau zählen hierzu (tue Gutes und sprich darüber).

Im Folgenden sind wesentliche Aufgaben zur Öffentlichkeitsarbeit aufgeführt:

- Erarbeitung von Strategien für Maßnahmen der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit,
- Design, Durchführung und Moderation von Umweltbildungsprozessen und -projekten.
- Unterstützung bei der Verbreitung des Klimaschutzgedankens und der Reflexion des Transformationsprozesses,
- Design, Durchführung und Moderation von Wissensmanagement innerhalb der Verwaltung und der gesamten Kommune,
- Design, Durchführung und Moderation von Prozessen und Veranstaltungen zur Information und Beteiligung.

In Abstimmung mit der Stadt Straubing sollen weitere Maßnahmen und Veranstaltungen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt werden (vgl. Kapitel 7, Maßnahmen 9-13).

### 8.4 Controlling-Struktur

Um den Erfolg von umgesetzten Maßnahmen bewerten zu können, müssen kontinuierlich Daten gesammelt und bewertet werden. Hier werden in den Maßnahmenempfehlungen zwei zentrale Aufgaben vorgeschlagen, um dieses Monitoring gewährleisten zu können. Einerseits die Einführung eines interkommunalen Energiemanagementsystems (Maßnahme 4) und andererseits ein Datenmonitoring für den Landkreis Straubing-Bogen (Maßnahme 8).

Das interkommunale Energiemanagement dient dazu, die Energieverbrauchswerte der Liegenschaften des Landkreises und aller teilnehmenden Kommunen regelmäßig zu dokumentieren. Darauf basierend können konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert werden. Nach der Umsetzung von Projekten kann anschließend deren Erfolg durch die Weiterführung der Messungen zum Energieverbrauch bewertet werden.

Unter dem Monitoring der Energieverbrauchsdaten versteht sich der umfassende Blick auf den gesamten Landkreis. Hierbei gilt es die Angaben für die leistungsgebundenen Energieträger Strom und Erdgas jährlich bei den Energieversorgungsunternehmen zu erfragen und auszuwerten. Eine erneute umfassende Betrachtung zur Entwicklung des Wärmebedarfs in den Landkreisgemeinden durch die Erstellung eines Wärmekatasters, wird in etwa drei bis fünf Jahren empfohlen.

Ziel ist es, die Bilanzen im vorliegenden ENP fortzuschreiben:

- Energiebilanz auf Gemeindeebene (jährlich)
  - Endenergie
  - Primärenergie
- CO<sub>2</sub>-Bilanz des Landkreises (jährlich)
- Entwicklung erneuerbarer Energien (jährliche Aktualisierung und Verortung in GIS)
- Entwicklung Wärmebedarf (dreijährliche Aktualisierung und Verortung in GIS)
- Sukzessive Aufnahme weiterer Energiedaten in GIS Datenbasis, insbesondere von KMU (u.a. Abgleich mit Energieatlas-Bayern und jährliche Aktualisierung bzw. Verortung in GIS)

Wichtig sind die regelmäßige Kontrolle der durchgeführten Maßnahmen anhand der aufgenommenen Daten und die stetige Analyse hinsichtlich der Identifizierung möglicher neuer Handlungsansätze. Die Grundlage dafür bildet der PDCA-Zyklus (plan-do-check-act; siehe Abbildung 97) Nachdem das Projekt geplant und durchgeführt wurde, gilt es, basierend auf den gesammelten Daten, die Umsetzung zu bewerten und mögliche Handlungsschritte zur Anpassung zu ermitteln. Durch ein kontinuierliches Controlling können Maßnahmen mit hoher Umsetzungsstärke identifiziert werden.

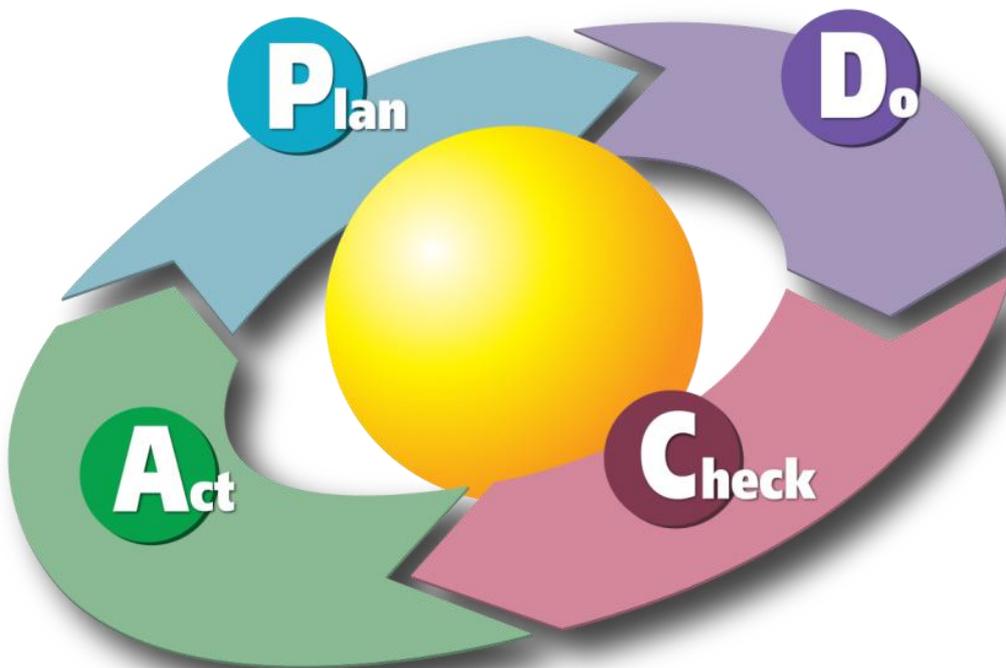


Abbildung 97: Darstellung des PDCA-Zyklus



Aufgaben eines Klimaschutzmanagers im PDCA-Zyklus:

1. Plan: Formulierung einer Projektidee und Planung eines konkreten Projekts
  - Identifizierung von Projekten aus dem Energienutzungsplan
  - Identifizierung von Projekten durch die Arbeit eines Klimaschutzmanagers
  - Aufgaben des Klimaschutzmanagers sind v.a. die Analyse wichtiger Akteure und Beteiligung der Öffentlichkeit (vgl. Abschnitt 8.2)
2. Do: Durchführung eines Projekts
  - Aufgabe des Klimaschutzmanagers ist v.a. das Projektmanagement
3. Check: Berichtswesen in relevanten Gremien
  - Kontrolle
    - Kontrolle durch Kreistag bzw. Umweltausschuss des Kreistags
    - Information für Gemeinden in Bürgermeister-Dienstbesprechungen
  - Aufgaben
    - Erstellen eines Energieberichts aus dem kommunalen Energiemanagement mit Auswertung der erhobenen Daten aus dem Monitoring
    - Darstellung konkreter Zahlen zum Projektfortschritt
    - Angaben zum aktuellen Projektstand (bspw. über Ampelsystem)
4. Act: Anpassung der bisherigen Vorgehensweise
  - Ergreifung von Maßnahmen zur Verbesserung der Projektumsetzung (wenn notwendig)
  - Wiedereinstieg in den Zyklus durch Anpassung der Planung

Eine weitere Möglichkeit zur Identifikation neuer Projektansätze und zur öffentlichen Information wichtiger Akteure ist die Durchführung einer Klimaschutz- bzw. Energiekonferenz, die z.B. in einem zweijährigen Zyklus stattfinden kann. Die Chance einer solchen Einrichtung besteht darin, dass sowohl die Bevölkerung, als auch Experten aus dem Bereich Energie teilnehmen, wodurch die Vernetzung, die in den Workshops vorangetrieben wurde, aufrecht erhalten werden kann.

## 8.5 Fazit

Eine Verstetigung der Projektumsetzung und -entwicklung kann nur erreicht werden, wenn dafür ausreichend Ressourcen – personell und finanziell – eingestellt werden. Deswegen wird die Einstellung eines mehrjährigen Finanzierungsplans auf Seiten des Landkreises als sinnvoll und notwendig erachtet. Dies ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der Energie- und Klimaschutzziele.

## 9 AKTEURSBETEILIGUNG

Um eine effiziente und zielgerichtete Erstellung des Energienutzungsplans für den Landkreis Straubing-Bogen zu gewährleisten und die Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung der abzuleitenden Maßnahmen zu schaffen, war eine frühzeitige und kontinuierliche Einbindung der im Landkreis für das Thema Energie relevanten Akteure wichtig. Als relevant wurden die Akteure eingestuft, die einen wesentlichen Beitrag zur Gestaltung der Energie-Rahmenbedingungen leisten oder Einfluss auf eine erfolgreiche Umsetzung der Konzepte und Maßnahmen haben können.

Den Ablauf des Beteiligungsprozesses zeigt Abbildung 98. Darüber hinaus wurden zwei Newsletter zum aktuellen Projektstand herausgegeben, um auch die Bürgerinnen und Bürger über aktuelle Aktivitäten zu informieren.

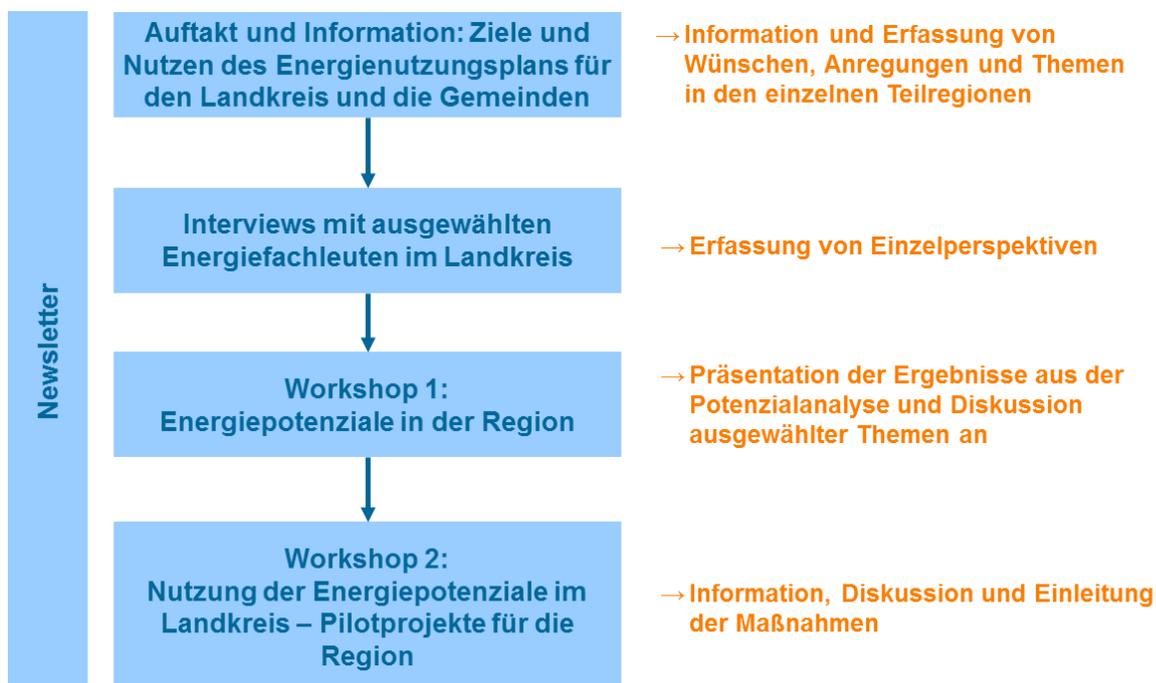


Abbildung 98: Ablauf der Beteiligungsmaßnahmen

### 9.1 Steuerungsrunde

Über den gesamten Projektzeitraum fanden in regelmäßigen Abständen Treffen mit der Steuerungsrunde statt. Mitglieder waren Vertreter des Landratsamtes sowie Vertreter der Projektteams der Coplan AG und der bifa Umweltinstitut GmbH. Innerhalb der Steuerungsrunde wurden der aktuelle Projektstand dargestellt sowie gemeinsam die nächsten Schritte besprochen.

Insgesamt fanden im Projektverlauf vier Treffen der Steuerungsrunde statt:

- 19.12.2013: Besprechung der Ergebnisse aus Bestands- und Potenzialanalyse
- 20.02.2014: Präsentation der Zwischenergebnisse, Planung des 1. Workshops
- 23.04.2014: Präsentation der Ergebnisse des 1. Workshops und Identifikation von Projekten für den 2. Workshop
- 21.07.2014: Präsentation der Ergebnisse des 2. Workshops und Vorstellung der Projekte mit hoher Priorität

## 9.2 Auftaktveranstaltungen

### 9.2.1 Bürgermeisterdienstbesprechung

Um die Zusammenarbeit der Gemeinden bei der Erstellung des Energienutzungsplans zu unterstützen, wurden den Bürgermeistern im Rahmen einer Bürgermeisterdienstbesprechung am 13. Mai 2013 die Inhalte und Ziele sowie das Konzept zum Vorgehen erläutert.

Da die Bürgermeister als zentrale Entscheider sehr wichtig für die erfolgreiche Umsetzung des Energienutzungsplans sind, erhielten sie im Zuge der Veranstaltung zudem die Möglichkeit, ihre Wünsche, Vorstellungen, Anregungen und Bedenken zu äußern.

### 9.2.2 Auftaktveranstaltungen in den vier Teilregionen

Aufgrund der regional unterschiedlichen Voraussetzungen im Landkreis Straubing-Bogen wurde der Landkreis für die ersten Analysen und öffentlichen Veranstaltungen in vier Teilregionen aufgeteilt. Dadurch konnte auf die unterschiedlichen Bedürfnisse der Teilregionen eingegangen werden. Die Unterteilung ist in Abbildung 99 dargestellt.

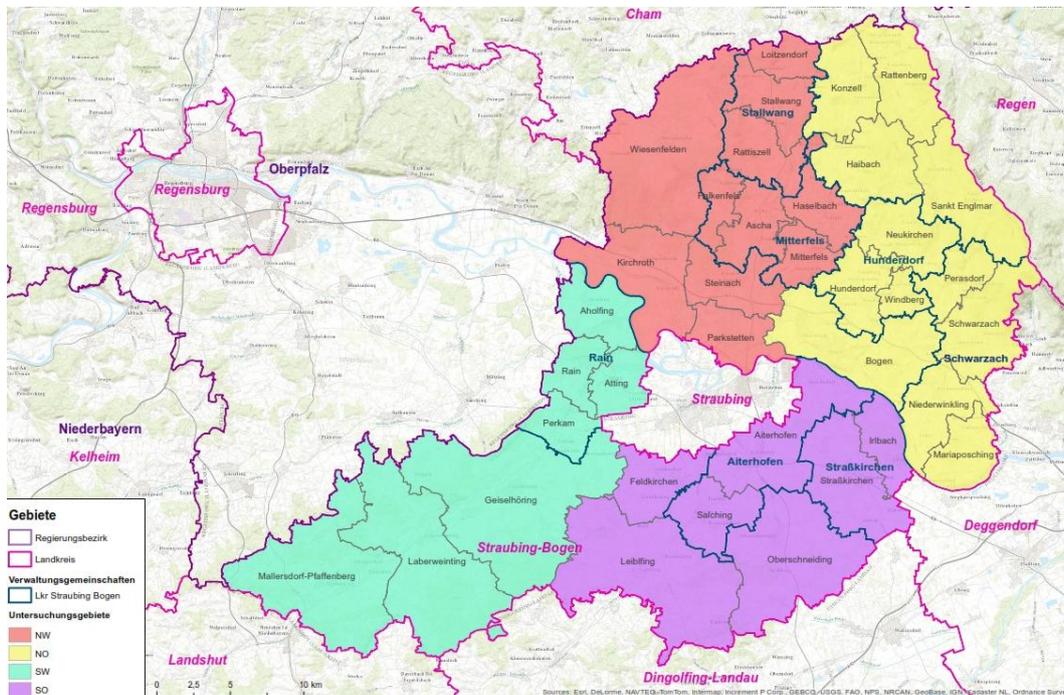


Abbildung 99: Landkreis Straubing-Bogen mit vier Teilregionen (Quelle: Eigene Darstellung)

Zielgruppe der Auftaktveranstaltungen waren die Bürgermeister, Kreisräte und Energieexperten der jeweiligen Teilregion. Interessierte Bürgerinnen und Bürger konnten ebenfalls an den Veranstaltungen teilnehmen.

Die Auftaktveranstaltungen fanden im Juni 2013 statt:

- **03. Juni 2013 in Mitterfels** (für die Gemeinden Ascha, Falkenfels, Haselbach, Kirchroth, Loitzendorf, Mitterfels, Parkstetten, Rattiszell, Stallwang, Steinach und Wiesenfelden)
- **04. Juni 2013 in Oberschneiding** (für die Gemeinden Aiterhofen, Feldkirchen, Leiblfing, Irlbach, Oberschneiding, Salching und Straßkirchen)



- **12. Juni 2013 in Geiselhöring** (für die Gemeinden Aholting, Atting, Geiselhöring, Laberweinting, Mallersdorf-Pfaffenberg, Perkam und Rain)
- **13. Juni 2013 in Neukirchen** (für die Gemeinden Bogen, Haibach, Hunderdorf, Konzell, Mariaposching, Neukirchen, Niederwinkling, Perasdorf, Rattenberg, Sankt Englmar, Schwarzach und Windberg).

Neben der Vorstellung des Projektteams und der allgemeinen Vorgehensweise bei der Erstellung eines Energienutzungsplans war die Darstellung des unmittelbaren Nutzens für die Gemeinden sowie die Abfrage und Diskussion von Erwartungen an die Projektgemeinschaft und den ENP Inhalt der Veranstaltungen. Außerdem wurden Hinweise und Anregungen der Teilnehmer aufgenommen.

### 9.3 Stakeholderinterviews

Im Juli 2013 wurden mit dreizehn ausgewählten Experten etwa 1,5-stündige Interviews geführt und zusammenfassend ausgewertet.

Neben der Erfassung von Potenzialen in den Bereichen Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau der Erneuerbaren Energien, wurden in den Interviews die Idealvorstellungen der Befragten hinsichtlich der zukünftigen Energieversorgung im Landkreis Straubing-Bogen abgefragt und für die erfolgreiche Umsetzung von Energieprojekten förderliche und hemmende Faktoren identifiziert.

Die zentralen Ergebnisse (ausführliche Darstellung siehe Anhang III „Interviewergebnisse“) waren:

- Bei der Frage nach der idealen Energieversorgung in der Region waren sich die Befragten einig, dass es wichtig sei, die Energieversorgung insgesamt sicher zu stellen. Dafür müsse im ersten Schritt so viel Energie wie möglich eingespart werden (z.B. im Gebäudebereich und durch Reduzierung des Individualverkehrs). Der Restbedarf solle dann durch eine Vielfalt regenerativer Energieträger (z.B. PV, Wind, Wasser, Biomasse, Holz, KWK) CO<sub>2</sub>-neutral und regional erzeugt und durch intelligente Vernetzung (z.B. der Gemeinden) effizient und ohne große Transport- oder Übertragungsverluste genutzt werden. Erst die dann noch erforderliche Restenergie solle schließlich von Außerhalb gedeckt werden.
- Eine zentrale Frage in den Interviews war, unter welchen Bedingungen sich Maßnahmen im Rahmen der Energiewende bzw. im Rahmen des Energienutzungsplanes erfolgreich umsetzen ließen. Diese Einflussfaktoren wurden gesammelt und hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet. Insgesamt wurden 23 förderliche sowie 21 hemmende Faktoren für die Umsetzung von Energieprojekten identifiziert.
- Potenziale wurden für den Landkreis vor allem in den Bereichen Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz gesehen. Als eher gering wurden die Potenziale beim Ausbau der Erneuerbaren Energien eingeschätzt.



## 9.4 Workshops

### 9.4.1 Workshop I „Energiepotenziale in der Region“

Der erste Workshop, der mit über 30 Teilnehmern am 27. März 2014 im Landratsamt Straubing-Bogen stattfand, hatte zum Ziel, den Akteuren vor Ort die ersten Ergebnisse der Bedarfs- und Potenzialanalyse vorzustellen sowie die Präferenzen hinsichtlich möglicher Maßnahmen für den Landkreis herauszuarbeiten. Auch die Auseinandersetzung mit Bedenken und zu erwartenden Hindernissen war wichtiger Bestandteil des Workshop-Konzepts (Ergebnisse siehe Anhang IV „Dokumentation Workshop I“).

An sechs Thementischen wurden in Kleingruppen anhand spezifischer Szenarien und Fragestellungen die Potenziale und Maßnahmenideen zu folgenden Handlungsfeldern diskutiert:

- Bewusstseinsbildung
- Biomasse
- Optimierung von Biogasanlagen
- Erneuerbare Energien: PV & Wind
- SMART grid
- Kommunales Energiemanagement

Die Ideen und die Expertise der mitwirkenden Akteure wurden in die weitere Entwicklung des Energienutzungsplans mit einbezogen, um Maßnahmen und Projekte mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit und einem breiten Konsens in der Bevölkerung herauszuarbeiten.

### 9.4.2 Workshop II „Nutzung der Energiepotenziale im Landkreis – Pilotprojekte für die Region“

Der zweite Workshop fand am 24. Juni 2014 ebenfalls im Landratsamt Straubing-Bogen statt. Nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse und unter Einbeziehung der Ergebnisse des ersten Workshops waren für den Landkreis konkrete Maßnahmen zur Energieeinsparung, zur Effizienzsteigerung sowie zur weiteren Nutzung Erneuerbarer Energien entwickelt worden. Gemeinsam mit den Akteuren vor Ort wurde im Workshop eine Auswahl dieser Maßnahmen bearbeitet, um sie als Pilotprojekte auf den Weg zu bringen.

Folgende Pilotprojekte, die im Abschnitt 7 detailliert beschrieben sind, wurden in verschiedenen Teams bearbeitet:

- Biogasanlagen-Stammtisch
- Kommunales Energiemanagement
- Nahwärmenetz Rattenberg
- SMART grid in der Gemeinde Ascha

Während des Workshops wurden zunächst eventuelle Hürden, aber auch Besonderheiten der einzelnen Maßnahmenideen identifiziert sowie Erwartungen an das Projekt und seine Umsetzung diskutiert. Anschließend wurden die für die Umsetzung wichtigen Akteure bestimmt, die konkreten Umsetzungsschritte inklusive zeitlichem Horizont geplant sowie Möglichkeiten der Finanzierung erörtert (detaillierte Ergebnisse siehe Anhang V „Dokumentation Workshop II“).



## 9.5 Newsletter

Der Newsletter „Energienutzungsplan Rundbrief“ wurde im Oktober 2013 sowie im Februar 2014 herausgegeben.

Im ersten Newsletter (siehe Anhang VI) wurde das Projekt „Energienutzungsplan für den Landkreis Straubing-Bogen“ vorgestellt und der interessierten Öffentlichkeit Inhalte und Ziele eines Energienutzungsplans erläutert. Des Weiteren wurde von den Auftakt- und Informationsveranstaltungen berichtet sowie die nächsten Schritte innerhalb der Erstellung des ENP für den Landkreis angekündigt. Zuletzt wurde noch in der Rubrik „Ein Blick hinter den Schreibtisch“ der Projektleiter Herr Roland Struckmeier von der Coplan AG vorgestellt.

Inhalt des zweiten Newsletters waren neben einer Beschreibung der Vorgehensweise bei einer Bestands- und Potenzialanalyse erste Fakten zu Art, Anzahl, Leistung und Deckungsanteil erneuerbarer Erzeugungsanlagen im Landkreis Straubing-Bogen. Der Hinweis auf den zweiten Workshop und die Vorstellung des Projektleiters Herr Markus Hertel vom bifa Umweltinstitut rundeten den Rundbrief ab.

## 9.6 Internetauftritt

Zunächst wurden die Inhalte und kommende Termine sowie die beiden Newsletter über den Internetauftritt der Bioenergie-Region Straubing-Bogen<sup>35</sup> veröffentlicht. Dort konnten aktuelle Themen zur Bioenergie mit dem übergeordneten Thema Energie verbunden werden. Zu Beginn der Bearbeitung des ENP wurde ein sog. Pflichtenheft für den Aufbau der Homepage zum Energienutzungsplan erstellt, in dem Gliederungspunkte für zukünftige Inhalte festgelegt wurden. Die Website wird zum Ende des Jahres 2014 überarbeitet und mit aktuellen Daten des Projektes versehen. Anschließend werden dort die ermittelten Grundlagen aus dem Energienutzungsplan ebenso zu finden sein, wie der Stand aktueller Umsetzungs-Projekte im Landkreis Straubing-Bogen.

Die Seite ist unter folgendem Link zu erreichen: <http://www.enp.straubing-bogen.de/>

---

<sup>35</sup> <http://www.bioenergie.straubing-bogen.de/>



## 10 FAZIT

Mit der Erstellung des Energienutzungsplans wurden im Landkreis Straubing-Bogen erstmals zielgerichtet Energieinfrastruktur- und Bilanzdaten aufgenommen und räumlich verknüpft (Kapitel 4). Zudem wurden Potenziale in den Bereichen Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien aufgezeigt und verortet. Im Ergebnis erhalten die Gemeinden spezifische Gemeindedatenblätter, welche die jeweiligen Energiedaten und -bilanzen ausweisen und konkrete Maßnahmen zuordnen.

Somit konnten für die Gemeinden und den Landkreis relevante Potenziale, z.B. zur Optimierung der Wärmebereitstellung durch Nahwärmenetze, die in der Potenzialanalyse (Kapitel 4.3) erarbeitet wurden, aufgezeigt werden. Zu den aus der Konzeptentwicklung (Kapitel 5) hervorgegangenen Handlungsfeldern wurden konkrete Maßnahmen zu Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien mittels Projektsteckbriefen präzisiert (siehe Anhang I). Weitere Projekte wurden zudem mit detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen hinterlegt und mit den beteiligten Akteuren auf den Startblock gestellt bzw. erste Schritte der Umsetzung gegangen (Kapitel 7). Eine konsequente und verstetigte Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen (Kapitel 8) stärkt maßgeblich die Nutzung bereits erzeugter Energie und trägt somit zum Klimaschutz und Ressourcenschonung bei (z.B. Optimierung Biogasanlagen über einen Biogasanlagen-Stammtisch, Nahwärmenetz Straßkirchen, mobiler Wärmetransport Haibach).

Die Rolle der erneuerbaren Energien auf die Stromnetzstabilität im Betrachtungsraum wurde aufgezeigt (vgl. Abschnitt 6.2) und die Bedeutung bewusstseinsbildender Maßnahmen im Bereich der Energieeinsparung verdeutlicht (vgl. Abschnitt 4.3.1). In Folge führt die Umsetzung der Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen in der Region unter Nutzung der regionalen Potenziale. Dies sollte u.a. Anreiz für die beteiligten Akteure wie z.B. die Wissenschaftsstadt Straubing, regionale Energieversorger und der Gemeinden im Landkreis Straubing-Bogen sein, sich durch aktive Mitgestaltung in die Weiterentwicklung der vorgestellten Projektansätze einzubringen. Die Region besitzt durch diese Vorarbeiten ein breites Fundament zur Erstellung weiterführender Energiekonzepte und strategischer Handlungsstränge sowie Stärkung der regionalen Wertschöpfung.

Während den Arbeiten zum Energienutzungsplan wurde ein großer Wert auf eine breite Akteursbeteiligung gelegt (Kapitel 9), da zur Verwirklichung der Energieprojekte die notwendige Akzeptanz und Toleranz der Öffentlichkeit notwendig ist. Eine adäquate und rechtzeitige Einbindung der Bürgerschaft ist somit Voraussetzung für die zügige Umsetzung der Maßnahmen. Die Suche nach geeigneten Akteuren richtet sich dabei nach verschiedenen Kriterien. Insbesondere sollen die ausgewählten Mitstreiter Interesse an diesem Thema haben und als Botschafter oder auch Multiplikator bei den Bürgern fungieren können. Zudem ist es vielversprechender vermeintliche Gegner nicht zu ignorieren, sondern gezielt in den Prozess mit einzubinden und mögliche Konflikte als Chance für Überzeugungsarbeit im Rahmen einer offenen Diskussion zu nutzen.

Gelingt es, die in der Erarbeitung des „Energienutzungsplans für den Landkreis Straubing-Bogen“ verspürte Aufbruchsstimmung in Richtung Energiewende aufrecht zu erhalten, so wird sich diese Region für vergleichbare ländliche Räume in eine Vorreiterrolle begeben. Ähnlich wie es Bioenergie-dörfer für kleinere Gemeinden taten, kann die Bioenergieregion Straubing-Bogen eine Strahlkraft für andere Landkreis entfalten.

## 11 LITERATURVERZEICHNIS

AELF Straubing. (2012). *Die Land- und Forstwirtschaft im Landkreis Straubing-Bogen und der Stadt Straubing*. Straubing.

AGFW. (2010). *Verfahren zur Entwicklung einer digitalen Wärmebedarfskarte - Kurzbericht*. Frankfurt am Main: AGFW.

Bayerisches Landesamt für Umwelt. (2013, August). *Oberflächennahe Geothermie*. Retrieved Juni 17, 2014, from [http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw\\_107\\_oberflaechennahe\\_geothermie.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_107_oberflaechennahe_geothermie.pdf)

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit. (2011). *Leitfaden Energienutzungsplan*. München.

Bundesverband Wärmepumpe e.V., Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Arbeitsgemeinschaft für sparsame Energie- und Wasserverwendung (ASEW), Institut Energie in Infrastrukturanlagen. (2009). *Heizen und Kühlen mit Abwasser, Ratgeber für Bauherren und Kommunen*. Retrieved from [http://www.waermepumpe.de/uploads/tx\\_bwppublication/2012-08-23\\_MK\\_Heizen\\_und\\_Kuehlen\\_mit\\_Abwasser.pdf](http://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bwppublication/2012-08-23_MK_Heizen_und_Kuehlen_mit_Abwasser.pdf)

C.A.R.M.E.N. e.V. (2013). *Kleinwindkraftanlagen*. Retrieved Juni 12, 2014, from [http://www.carmen-ev.de/files/Sonne\\_Wind\\_und\\_Co/Wind/Brosch%C3%BCreKleinwind\\_online.pdf](http://www.carmen-ev.de/files/Sonne_Wind_und_Co/Wind/Brosch%C3%BCreKleinwind_online.pdf)

COPLAN AG. (2012). *Leitfaden Wärmelandkarte*. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG).

Deutsches Institut für Urbanistik. (2011). *Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden*. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.

Energie-Atlas Bayern. (2014). *Energieatlas Bayern*. Retrieved from <http://www.energieatlas-bayern.de/>

Erdmann, G., & Dittmar, L. (2010). *Technologische und energiepolitische Bewertung der Perspektiven von Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland*. Berlin: TU Berlin - Fachgebiet Energiesysteme.

FfE. (2013). *Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.* Retrieved Oktober 2013, from <https://www.ffe.de/publikationen/veroeffentlichungen/391-energiemodell-der-wohngebaeude>

FNR. (2013). *Basisdaten Bioenergie Deutschland 2013*. Gülzow-Prüzen: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V.

FNR. (2012). *Erhöhung der Rohstoffmobilisierung im Privatwald*. Gülzow-Prüzen: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V.

GENESIS. (2014). *Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung*. Retrieved from <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online/logon>

Geodatendienste Bayern. (2014). Retrieved from <http://www.geoportal.bayern.de/geoportalbayern/seiten/dienste>

Geotis. (2014). Retrieved 2014, from <http://www.geotis.de/>

- Gierga. (2009). *EnEV 2009 Energieeinsparverordnung, Leitfaden für Wohngebäude*. Bonn: Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
- lfnE. (2012). *Selbstversorgung mit Solarstrom und Solarwärme - Stand und Ausblick 2020*. Teltow: Ingenieurbüro für neue Energien im Auftrag des Bundesverbands Solarwirtschaft e.V.
- Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung. (2008). *Wärmeatlas Baden-Württemberg - Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modellregionen*. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- IWU. (2013). *Institut Wohnen und Umwelt*. Retrieved Oktober 2013, from [http://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/klima\\_altbau/Flaechen\\_Gebaeudetypologie\\_07.pdf](http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/Flaechen_Gebaeudetypologie_07.pdf)
- Kaltschmitt, M. (2013). *Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Kunert, U., & Radke, S. (2011, 11 30). Kraftfahrzeugverkehr 2010: Weiteres Wachstum und hohe Bedeutung von Firmenwagen. *DIW Wochenbericht Nr. 48 / 2011*, pp. 15-25.
- Miara, M., Günther, D., Kramer, T., Otersdorf, T., & Waler, J. (2010). *Wärmepumpen Effizienz - Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb*. Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Förderkennzeichen 0327401A.
- Prognos. (2013). *Entwicklung von Stromproduktionskosten - Die Rolle von Freiflächen-Solkraftwerken in der Energiewende*. Berlin: Prognos AG.
- Veit Energie Consult GmbH. (2010). *Klimaschutzteilkonzept der Stadt Geiselhöring*.
- Waldruff, C. A. (2012). *Erfassung, Bewertung und Integration ausgewählter geologischer Basisdaten in das kommunale GIS des Landkreises Straubing-Bogen*. München.
- Zensus. (2013). *Zensusdatenbank des Zensus 2011*. Retrieved Oktober 2013, from <https://ergebnisse.zensus2011.de/#>

## 12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung des Energienutzungsplans.....	2
Abbildung 2: Zeitplan für den Energienutzungsplan im Landkreis Straubing-Bogen.....	2
Abbildung 3: Wärmebedarf der einzelnen Sektoren (gesamter Wärmebedarf witterungsbereinigt: 1.226.463 MWh <sub>th</sub> im Jahr 2012).....	3
Abbildung 4: Strombedarf der einzelnen Sektoren (456.980 MWh <sub>el</sub> im Jahr 2012).....	4
Abbildung 5: Endenergiebedarf der Sektoren (Gesamt rd. 3.794.879 MWh im Jahr 2012).....	4
Abbildung 6: Auszug GIS-Landkreiskarte zum EEG-Anlagenbestand (Stadt Geiselhöring).....	5
Abbildung 7: Anteil der Erneuerbaren Energieträger an der Stromproduktion im Landkreis Straubing-Bogen .....	6
Abbildung 8: Tatsächlicher Beitrag der erneuerbarer Energien zur Strombedarfsdeckung im Landkreis Straubing-Bogen .....	7
Abbildung 9: Deckung des Wärmebedarfs durch erneuerbare Energien im Landkreis Straubing- Bogen.....	8
Abbildung 10: Ermittelte Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich Strom im Landkreis Straubing Bogen .....	9
Abbildung 11: Deckung des Energiebedarfs an Strom durch erneuerbare Energien in der Gemeinde Rain und Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien .....	10
Abbildung 12: Ziele der deutschen Energiewende (Quelle: Atomgesetz, Erneuerbare-Energien- Gesetz, Energiekonzept der Bundesregierung).....	13
Abbildung 13: Der Energie-3-Sprung (Quelle: Energieatlas Bayern) .....	14
Abbildung 14: Datengrundlagen für den Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: Geodaten, Energieversorger).....	16
Abbildung 15: Übersichtsplan des Landkreises Straubing-Bogen (Quelle: Geodaten) .....	17
Abbildung 16: Bevölkerung in den Landkreismunicipalitäten (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2014).....	18
Abbildung 17: Flächennutzung im Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik, 2014) .....	19
Abbildung 18: Stromverteilnetzbetreiber im Landkreis Straubing-Bogen .....	25
Abbildung 19: Gemeinden mit Erdgasversorgung im Landkreis Straubing-Bogen.....	26
Abbildung 20: Anteil der Gemeinden am Wärmeverbrauch zu Heizzwecken des Landkreises.	28
Abbildung 21: Beispiel für den spezifischen Heizwärmebedarf in Siedlungsflächen .....	29
Abbildung 22: Thermischer Energiebedarf im Jahr 2012 nach Sektoren .....	30

Abbildung 23: Erdwärmesonden im Landkreis Straubing-Bogen .....	33
Abbildung 24: Energieträger zur Deckung des thermischen Energiebedarfs .....	36
Abbildung 25: Elektrischer Energieverbrauch im Jahr 2012 nach Sektoren.....	38
Abbildung 26: Jahresbilanzierter Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung im Landkreis Straubing-Bogen (2008 bis 2012) .....	43
Abbildung 27: Überblick zu den im Landkreis Straubing-Bogen installierten erneuerbaren Energieanlagen auf Basis der EEG-Anlagenstammdaten der Stromnetzbetreiber (Kartenauszug GIS).....	47
Abbildung 28: Berechnung synthetischer Erzeuger- und Verbraucherlastgänge im Nieder- und Mittelspannungsnetz für den Landkreis Straubing-Bogen (Woche vom 01. bis 07. Mai mit Wetter- und Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2012 und den bisher installierten Leistungen an erneuerbaren Energien) .....	49
Abbildung 29: Energiebedarf im Sektor Mobilität im Jahr 2012.....	50
Abbildung 30: Darstellung der Potenziale .....	52
Abbildung 31: Darstellung der Energieverluste in einem privaten Wohngebäude (BDEW).....	54
Abbildung 32: Energetische Maßnahmen bei Einfamilienhäusern (EFH).....	55
Abbildung 33: Heizwärmebedarf im Gebäudebestand (2014).....	56
Abbildung 34: <i>Einsparung Wärmeverbrauch (Trend: Sanierungsrate: 0,8 %)</i> .....	57
Abbildung 35: <i>Einsparung Wärmeverbrauch (Moderat: Sanierungsrate: 1,5 %)</i> .....	58
Abbildung 36: Relativer Wärmeverbrauch nach Sanierungsmaßnahmen (Bezugswert: 817 GWh <sub>th</sub> /a) .....	59
Abbildung 37: Struktur des Stromverbrauchs von Haushalten nach Anwendungsbereichen im Jahr 2012 (RWI, Stand 10/2013) .....	62
Abbildung 38: Typischer Stromverbrauch neuer und alter Heizungspumpen (co2online, Stand 04/2014) .....	63
Abbildung 39: Kostenvergleich einer Kühl-Gefrier-Kombination (HEA - Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.) .....	63
Abbildung 40: Steigerung des Stromverbrauchs durch TV/Audio- und Bürogeräte.....	64
Abbildung 41: Einsparpotenziale beim Stromverbrauch privater Haushalte .....	65
Abbildung 42: Momentane Flächennutzung zur Biogasproduktion (blau) im Vergleich zur verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche (rot) der Gemeinden.....	71
Abbildung 43: Ackerbau, Forst- und Weidewirtschaft .....	74
Abbildung 44: Weide- und Ackerflächen im Vergleich .....	75

Abbildung 45: Energieholzpotenzial (blau) und derzeitige Energieholznutzung (rot) der Gemeinden im Landkreis Straubing-Bogen in MWh/a .....	78
Abbildung 46: PV-Freiflächenpotentiale .....	82
Abbildung 47: Legende zur Windkraftnutzung .....	90
Abbildung 48: Zonierungsplan Windkraft .....	91
Abbildung 49: Windkraftgebiete in Mallersdorf-Pfaffenberg, Laberweinting .....	93
Abbildung 50: Windkraftgebiete in Laberweinting, Geiselhörin und Leiblfing .....	93
Abbildung 51: Windkraftgebiete in Sankt Englmar .....	94
Abbildung 52: Windkraftgebiete in Wiesenfelden .....	94
Abbildung 53: Wasserkraftwerke im Landkreis Straubing-Bogen .....	98
Abbildung 54: Wehre im Landkreis Straubing-Bogen .....	100
Abbildung 55: Kläranlage Geiselhöring und Wasserkraftanlage Kohlbachmühle .....	102
Abbildung 56: Möglicher monatlicher Deckungsbeitrag von Photovoltaik und Wasserkraft ....	103
Abbildung 57: Entwicklung der Stromkosten bei der Nutzung von Wasserkraft .....	104
Abbildung 58: Abwasserbehandlungsanlagen im Landkreis Straubing-Bogen .....	106
Abbildung 59: Vergleich der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Heizungssysteme in Abhängigkeit von der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen für den deutschen Strommix von 570 kg/MWh <sub>el</sub> .....	108
Abbildung 60: Ergebnisse eines Feldtest des Fraunhofer Instituts zu Jahresarbeitszahlen von Erd-Wärmepumpen (Miara et al., 2010) .....	109
Abbildung 61: Vergleich der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Heizungssysteme in Abhängigkeit von der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen für den prognostizierten deutschen Strommix im Jahr 2030 von rd. 330 kg/MWh <sub>el</sub> .....	109
Abbildung 62: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2013) .....	110
Abbildung 63: Erdwärmesonden, (Energie-Atlas Bayern, 2014), (Geodatendienste Bayern, 2014) .....	111
Abbildung 64: Standorteignung für die Nutzung oberflächennaher Geothermie .....	112
Abbildung 65: Geothermisches Potential im Landkreis Straubing-Bogen und Bestandsbohrungen .....	113
Abbildung 66: Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland (Quelle: Bundesanstalten für Geowissenschaften und Rohstoffe) .....	114
Abbildung 67: Gebiete mit Eignung zur Wärmeerzeugung aus Tiefengeothermie (Energie-Atlas Bayern, 2014) .....	115

Abbildung 68: Vertikalschnitt über das Gebiet zur hydrothermalen Nutzung im Lkr. Straubing-Bogen (Parkstetten - Straßkirchen) .....	116
Abbildung 69: Isotherme in 1300m Tiefe innerhalb des Oberjura-Aquifers .....	117
Abbildung 70: Vertikalschnitt zwischen Sankt Englmar und Mallersdorf-Pfaffenberg.....	118
Abbildung 71: Potenzialnutzungsgrad erneuerbarer Energien (Bestand/Potenzial).....	126
Abbildung 72: Bestand und Potenziale erneuerbarer Energien im Vergleich zum Stromverbrauch des Landkreises Straubing-Bogen (neue Zahlen EEG 2014 und Windatlas noch nicht berücksichtigt) .....	127
Abbildung 73: Endenergiebedarf im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2012 .....	130
Abbildung 74: Umfrageergebnis zur Einschätzung des Energieverbrauchs (Quelle Grafik: <a href="http://www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch">www.die-energiesparer.info/images/energieverbrauch</a> ).....	131
Abbildung 75: Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf im Jahr 2012.....	132
Abbildung 76: Primärenergiebedarf im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2012 .....	133
Abbildung 77: CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren.....	135
Abbildung 78: Stattgefundenener jährlicher Zubau an Photovoltaikleistung im Landkreis Straubing-Bogen bis 2013 und prognostizierter jährlicher Zubau bis zum Jahr 2020 (Quelle: bifa Umweltinstitut).....	137
Abbildung 79: Synthetisch ermittelte Prognose des Erzeugerlastgangs der erneuerbaren Energien bei einem Ausbau der PV-Leistung auf rd. 400 MW <sub>p</sub> für eine sonnenreiche Woche im Landkreis Straubing-Bogen (Quelle: bifa Umweltinstitut; Wetterdaten aus dem Jahr 2012).....	138
Abbildung 80: Synthetisch ermittelte Prognose des Verbraucherlastgangs mit Verbrauchswerten aus dem Jahr 2012 (Quelle: bifa Umweltinstitut) .....	139
Abbildung 81: Szenario Sonne / Überlagerung von Erzeuger- und Verbraucherlastgang Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut) .....	140
Abbildung 82: Szenario Sonne / Ausweisung des Deckungsanteils erneuerbarer Energien im Jahresverlauf Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut).....	141
Abbildung 83: Szenario Wind / Überlagerung von Erzeuger- und Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene (Quelle: bifa Umweltinstitut) .....	142
Abbildung 84: Szenario Wind / Ausweisung des Deckungsanteils erneuerbarer Energien im Jahresverlauf (Quelle: bifa Umweltinstitut) .....	143
Abbildung 85: Zieldreieck eines kommunalen Energiemanagements (KEM).....	154
Abbildung 86: Aufgaben eines kommunalen Energiemanagements (KEM).....	155
Abbildung 87: Nahwärmeversorgung für die Gemeinde Rattenberg .....	163



Abbildung 88: Wärmebedarfsdichte Gemeinde Rattenberg .....	164
Abbildung 89: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Rattenberg .....	168
Abbildung 90: Wärmebedarfsdichte Gemeinde Straßkirchen .....	176
Abbildung 91: Nahwärmeversorgung für die Gemeinde Straßkirchen .....	176
Abbildung 92: Jahresdauerlinie des Wärmenetzes Straßkirchen .....	180
Abbildung 93: Latentwärmespeicher der Firma LaTherm (links: Entladeplatz an der Wärmesenke; rechts: Beladestation an der Abwärmequelle; Quelle: bifa Archiv).....	189
Abbildung 94: Umsetzungsbeispiel mobiler Wärmetransport im Landkreis Augsburg: die AVA GmbH versorgt mittels 3 mobilen Wärmetransportcontainern das Schulzentrum in Friedberg (Bayern; Quelle: bifa Umweltinstitut) .....	189
Abbildung 95: Einbindung eines Klimaschutzmanagers in die Verwaltungsstruktur.....	197
Abbildung 96: Aufgaben und Handlungskompetenzen wichtiger Ansprechpartner .....	199
Abbildung 97: Darstellung des PDCA-Zyklus.....	202
Abbildung 98: Ablauf der Beteiligungsmaßnahmen .....	204
Abbildung 99: Landkreis Straubing-Bogen mit vier Teilregionen (Quelle: Eigene Darstellung).....	205



## 13 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Übersicht zu Maßnahmen des Landkreis Straubing-Bogen im Bereich Energie .....	21
Tabelle 2: Darstellung der geförderten Wärmeerzeugungsanlagen durch das BAFA .....	32
Tabelle 3: Biomasseheizwerke im Landkreis Straubing-Bogen im Jahr 2013 die Nahwärmenetze speisen .....	34
Tabelle 4: Senioren- und Pflegeheime im Landkreis Straubing-Bogen .....	37
Tabelle 5: Angaben zur Straßenbeleuchtung im Landkreis Straubing-Bogen.....	40
Tabelle 6: Energieintensive Unternehmen im Landkreis Straubing-Bogen .....	42
Tabelle 7: Biogasanlagen im Landkreis Straubing-Bogen und Potenzial zur Abwärmenutzung	45
Tabelle 8: Tatsächlich im Landkreis Straubing-Bogen verbrauchte Strommengen und Überschussstrom der nicht zum Zeitpunkt der Erzeugung genutzt werden kann .....	49
Tabelle 9: Zulassungszahlen im Landkreis Straubing-Bogen 2010 bis 2013 (Quelle: Kraftfahrt- Bundesamt) .....	51
Tabelle 10: Wohngebäude zur energetischen Sanierung .....	60
Tabelle 11: Vergleich des Energieverbrauchs unterschiedlicher Leuchtmittel .....	64
Tabelle 12: Durchschnittlicher Energieverbrauch kommunaler Kläranlagen (DWA A-216).....	67
Tabelle 13: Übersicht der ausgewiesenen und dargestellten Potenzialarten (Quelle: ARGE Bayerischer Gemeindetag) .....	69
Tabelle 14: Energetisches Potenzial aus der Verwertung der landwirtschaftlichen Reststoffe..	72
Tabelle 15: Strom- und Wärmepotenzial durch Biogaserzeugung im Landkreis Straubing-Bogen (Wärme: Bereitstellungspotenzial abzüglich Eigenwärmebedarf der mit 30 % angenommen wird) .....	73
Tabelle 16: Besitzverteilung der Waldflächen im Landkreis Straubing-Bogen (AELF Straubing, 2012) .....	76
Tabelle 17: Vorhandenes Ausbaupotenzial im Landkreis Straubing-Bogen.....	77
Tabelle 18: Potenzial von PV-Freiflächenanlagen im Landkreis Straubing-Bogen.....	81
Tabelle 19: Solarenergiepotenzial auf Dachflächen der Gemeinden im Landkreis Straubing- Bogen.....	84
Tabelle 20: Zonen für die Windkraftnutzung .....	92
Tabelle 21: Verzeichnis der Wasserkraftanlagen im Landkreis Straubing Bogen .....	96
Tabelle 22: Kläranlagen mit Wasserkraftanlagen in unmittelbarer Umgebung.....	105
Tabelle 23: Kommunale Kläranlagen im Landkreis Straubing-Bogen .....	122



Tabelle 24: Überblick zum Strombedarf einzelner Sektoren im Landkreis Straubing-Bogen ..	125
Tabelle 25: Überblick zum Bestand erneuerbarer Energien im Landkreis Straubing-Bogen zur Strombedarfsdeckung .....	125
Tabelle 26: Überblick zu den Potenzialen erneuerbarer Energien im Landkreis Straubing-Bogen zur Strombedarfsdeckung .....	126
Tabelle 27: Überblick zum Bestand und den Ausbaupotenzialen erneuerbarer Energien in den Gemeinden.....	128
Tabelle 28: Berechnete Wärmebedarfe der Sektoren Private Haushalte (Wohnen) und Gewerbe für das Jahr 2014, 2020m, 2025, 2030 und Deckungsanteil erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung .....	129
Tabelle 29: Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger .....	133
Tabelle 30: CO <sub>2</sub> -Äquivalente verschiedener Energieträger .....	134
Tabelle 31: Vergleich berechneter Deckungsanteil in der Jahresbilanz zu tatsächlichem Deckungsanteil bei Berücksichtigung von Erzeuger- und Verbraucherlastgänge Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene im Szenario Sonne .....	141
Tabelle 32: Vergleich berechneter Deckungsanteil in der Jahresbilanz zu tatsächlichem Deckungsanteil bei Berücksichtigung von Erzeuger- und Verbraucherlastgänge Verbraucherlastgang in der Nieder- und Mittelspannungsebene im Szenario Wind .....	143
Tabelle 33: Maßnahmenkatalog (Bereiche: EF = Effizienzsteigerung, ES = Energieeinsparung, EE = erneuerbare Energien, Org = Organisationsmaßnahmen Verwaltungsebene, Öf = Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit).....	145
Tabelle 34: Maßnahmenkatalog: Zuordnung der Maßnahmen zu Gemeinden .....	146
Tabelle 35: Übersicht zu berechneten Nahwärmenetzprojekte .....	161
Tabelle 36: Identifiziertes Wärmesenkenpotenzial in der Gemeinde Rattenberg .....	162
Tabelle 37: Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Rattenberg (Variante 1).....	166
Tabelle 38: Investitionskosten für den Ersatz der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2) .....	167
Tabelle 39: Verbrauchsgebundene Kosten Wärmenetz Rattenberg (Variante 1).....	169
Tabelle 40: Verbrauchsgebundene Kosten der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2) .....	169
Tabelle 41: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Rattenberg (Variante 1) .....	170
Tabelle 42: Betriebsgebundene Kosten der Ölheizung in der Mittelschule Rattenberg (Variante 2) .....	171
Tabelle 43: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die untersuchten Varianten .....	172



Tabelle 44: Sensitivitätsanalyse der beiden Wärmeversorgungsvarianten in der Gemeinde Rattenberg .....	173
Tabelle 45: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen der Energieträger (Quelle: GEMIS-Datenbank 2014) .....	174
Tabelle 46: Jährliche CO <sub>2</sub> -Einsparungen des Wärmenetzes Rattenberg gegenüber dezentraler Ölheizungen .....	174
Tabelle 47: Potenzielle Wärmeabnehmer im Wärmenetz Straßkirchen .....	175
Tabelle 48: Erwartete Investitionskosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1) .....	178
Tabelle 49: Investitionskosten für den Ersatz der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2) .....	179
Tabelle 50: Verbrauchsgebundene Kosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1) .....	181
Tabelle 51: Verbrauchsgebundene Kosten der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2) .....	181
Tabelle 52: Betriebsgebundene Kosten des Wärmenetzes Straßkirchen (Variante 1) .....	182
Tabelle 53: Betriebsgebundene Kosten der Gasheizung in der Mittelschule Straßkirchen (Variante 2) .....	183
Tabelle 54: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für die untersuchten Varianten in der Gemeinde Straßkirchen .....	184
Tabelle 55: Sensitivitätsanalyse der beiden Wärmeversorgungsvarianten in der Gemeinde Straßkirchen .....	185
Tabelle 56: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen der Energieträger (Quelle: GEMIS-Datenbank) ....	186
Tabelle 57: Jährliche CO <sub>2</sub> -Einsparungen des Wärmenetzes Straßkirchen gegenüber dezentraler Gasheizungen .....	186
Tabelle 58: Zur Beladung eines mobilen Wärmecontainers geeignete Biogasanlagen .....	188
Tabelle 59: Erwartete Investitionskosten des mobilen Wärmetransportsystems .....	191
Tabelle 60: Verbrauchsgebundene Kosten des mobilen Wärmetransportsystems .....	192
<i>Tabelle 61: Betriebsgebundene Kosten des mobilen Wärmetransportsystems .....</i>	<i>193</i>
Tabelle 62: Opportunitäts- und sonstige Erlöse des mobilen Wärmetransportsystems .....	194
Tabelle 63: Gesamtkosten und mittlere Wärmegestehungskosten über 20 Jahre für das mobile Wärmetransportsystem .....	195

## 14 ANHANG

*Anhang I: Handlungsempfehlungen: Projektsteckbriefe*

*Anhang II: Gemeindesteckbriefe*

*Anhang III: Ergebnis der Experteninterviews*

*Anhang IV: Dokumentation Workshop 1*

*Anhang V: Dokumentation Workshop 2*

*Anhang VI: Newsletter*