



Verbandsgemeinde  
**Kandel**



*Klimaschutz - Wir sind dabei!*

# **VERBANDSGEMEINDE KANDEL**

## **„INTEGRIERTES KLIMASCHUTZKONZEPT“**

### Abschlussbericht

gefördert im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative des  
Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit  
(Klimaschutz in Kommunen, sozialen und kulturellen Einrichtungen)

Birkenfeld, Oktober 2019

**IfaS** Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement

**ptj**  
Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



### **Förderung:**

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit im Förderbereich der nationalen Klimaschutzinitiative unter dem Förderkennzeichen 03K07854 gefördert.

## Impressum

### **Herausgeber:**



Verbandsgemeinde Kandel  
Gartenstraße 8  
76870 Kandel

### Projektleitung:

Volker Poß (Bürgermeister)  
Ralf Wagner

### **Konzepterstellung:**



Hochschule Trier  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld

### Institutsleiter:

Prof. Dr. Peter Heck  
Geschäftsführender Direktor IfaS

### Projektleitung:

Christian Koch

### Projektmanagement:

Susanne Schierz

## Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                   |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Ziele und Projektrahmen .....</b>                                              | <b>5</b>  |
| 1.1      | Ausgangssituation .....                                                           | 5         |
| 1.2      | Klimaschutzziele der Verbandsgemeinde Kandel .....                                | 7         |
| 1.3      | Arbeitsmethodik .....                                                             | 7         |
| 1.4      | Kurzbeschreibung der Region .....                                                 | 10        |
| 1.5      | Bisherige Klimaschutzaktivitäten .....                                            | 11        |
| <b>2</b> | <b>Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz) .....</b>                  | <b>12</b> |
| 2.1      | Analyse des Gesamtenergieverbrauches und der Energieversorgung .....              | 13        |
| 2.1.1    | Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung .....                                     | 13        |
| 2.1.2    | Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung .....                                     | 14        |
| 2.1.3    | Energieeinsatz im Sektor Verkehr .....                                            | 15        |
| 2.1.4    | Energieverbrauch im Sektor Abfall/Abwasser .....                                  | 19        |
| 2.1.5    | Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern .....   | 20        |
| 2.2      | Treibhausgasemissionen .....                                                      | 21        |
| <b>3</b> | <b>Wirtschaftliche Auswirkungen (IST-Situation) .....</b>                         | <b>23</b> |
| 3.1      | Kosten der Energieversorgung (IST-Zustand) .....                                  | 23        |
| 3.2      | Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (IST-Zustand) .....                | 23        |
| 3.3      | Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (IST-Zustand)<br>..... | 25        |
| <b>4</b> | <b>Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz .....</b>                      | <b>27</b> |
| 4.1      | Energieeinsatz der privaten Haushalte .....                                       | 27        |
| 4.1.1    | Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich .....         | 27        |
| 4.1.2    | Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Strombereich .....         | 31        |
| 4.2      | Energieeinsatz GHD/I .....                                                        | 32        |
| 4.2.1    | Effizienz- und Einsparpotenziale GHD/I im Wärmebereich .....                      | 33        |
| 4.2.2    | Effizienz- und Einsparpotenziale GHD im Strombereich .....                        | 34        |
| 4.3      | Energieeinsatz der Verbandsgemeinde Kandel .....                                  | 34        |
| 4.4      | Energieeinsatz Verkehrssektor .....                                               | 37        |
| <b>5</b> | <b>Potenziale zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien .....</b>    | <b>40</b> |
| 5.1      | Wasserkraftpotenziale .....                                                       | 40        |
| 5.1.1    | Wasserkraftpotenziale an Fließgewässern .....                                     | 40        |
| 5.1.2    | Wasserkraftpotenziale an Kläranlagen .....                                        | 42        |
| 5.1.3    | Zusammenfassung der Wasserkraftpotenziale .....                                   | 42        |
| 5.2      | Geothermiefpotenziale .....                                                       | 42        |

|            |                                                                                         |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.1      | Oberflächennahe Geothermie .....                                                        | 43         |
| 5.2.2      | Tiefe Geothermie.....                                                                   | 47         |
| 5.2.3      | Zusammenfassung Geothermiefpotenziale .....                                             | 48         |
| <b>5.3</b> | <b>Solarpotenziale .....</b>                                                            | <b>49</b>  |
| 5.3.1      | Rahmenbedingungen und Beschreibung der Methodik.....                                    | 49         |
| 5.3.2      | Methodik und Ergebnisse PV- und ST-Dachflächenanlagen.....                              | 50         |
| 5.3.3      | Methodik und Ergebnisse PV-FFA .....                                                    | 54         |
| <b>5.4</b> | <b>Windkraftpotenziale .....</b>                                                        | <b>57</b>  |
| 5.4.1      | Rahmenbedingungen .....                                                                 | 57         |
| 5.4.2      | Methodik und Ergebnisse Windenergie .....                                               | 57         |
| <b>5.5</b> | <b>Biomassepotenziale.....</b>                                                          | <b>63</b>  |
| 5.5.1      | Potenziale aus der Forstwirtschaft .....                                                | 63         |
| 5.5.2      | Potenziale aus der Landwirtschaft.....                                                  | 68         |
| 5.5.3      | Potenziale aus der Landschaftspflege.....                                               | 71         |
| 5.5.4      | Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen .....                                      | 72         |
| 5.5.5      | Zusammenfassung Biomassepotenziale .....                                                | 73         |
| <b>5.6</b> | <b>Speicherung Erneuerbarer Energien .....</b>                                          | <b>74</b>  |
| <b>6</b>   | <b>Akteursbeteiligung .....</b>                                                         | <b>77</b>  |
| <b>7</b>   | <b>Maßnahmenkatalog .....</b>                                                           | <b>81</b>  |
| 7.1        | Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs .....                                             | 81         |
| 7.2        | Prioritäre Klimaschutzmaßnahmen.....                                                    | 84         |
| 7.2.1      | Handlungsfeld: Klimaschutz in Politik und Verwaltung .....                              | 84         |
| 7.2.2      | Handlungsfeld: Ausbau Erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz .....   | 87         |
| 7.2.3      | Handlungsfeld: Nachhaltige Mobilität .....                                              | 94         |
| 7.2.4      | Handlungsfeld: Öffentlichkeitsarbeit .....                                              | 95         |
| 7.3        | Fortschreibbarer Maßnahmenkatalog .....                                                 | 97         |
| <b>8</b>   | <b>Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien) .....</b>                          | <b>98</b>  |
| 8.1        | Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050 .....                                | 98         |
| 8.2        | Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050 .....                                | 100        |
| 8.3        | Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und<br>Energieträgern 2050 ..... | 103        |
| 8.4        | Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 .....                          | 104        |
| <b>9</b>   | <b>Regionale Wertschöpfungseffekte 2020, 2030 und 2050.....</b>                         | <b>106</b> |
| 9.1        | Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2030.....                     | 106        |
| 9.2        | Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2030)....                   | 107        |
| 9.3        | Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2050.....                     | 109        |
| 9.4        | Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2050)....                   | 110        |

|           |                                                   |            |
|-----------|---------------------------------------------------|------------|
| 9.5       | Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung ..... | 111        |
| <b>10</b> | <b>Konzept Öffentlichkeitsarbeit .....</b>        | <b>113</b> |
| <b>11</b> | <b>Konzept zum Controlling .....</b>              | <b>116</b> |
| 11.1      | Energie- und Treibhausgasbilanz .....             | 116        |
| 11.2      | Maßnahmenkatalog .....                            | 117        |
| <b>12</b> | <b>Verstetigungsstrategie .....</b>               | <b>118</b> |
| <b>13</b> | <b>Fazit .....</b>                                | <b>120</b> |
| <b>14</b> | <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                 | <b>121</b> |
| <b>15</b> | <b>Tabellenverzeichnis.....</b>                   | <b>124</b> |
| <b>16</b> | <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>                 | <b>125</b> |
| <b>17</b> | <b>Quellenverzeichnis .....</b>                   | <b>130</b> |

# 1 Ziele und Projektrahmen

Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) mit Sitz am Umwelt-Campus Birkenfeld wurde mit der Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Verbandsgemeinde Kandel beauftragt. Das Institut unterstützt die Verbandsgemeinde dabei, durch innovatives Management die lokalen Ressourcen nutzbar zu machen und damit einen regionalen Mehrwert zu schaffen. Die Konzepterstellung wurde finanziell unterstützt durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative unter der Förderkennziffer 03K07854. Nachfolgend sind die grundlegenden Ziele und der Projektrahmen dargestellt.

## 1.1 Ausgangssituation

Ungeachtet der Entwicklung immer modernerer, effizienterer Energiekonversionstechnologien steigt in den Industrieländern seit Jahren der Verbrauch der Primärenergieträger Erdöl, -gas und Kohle kontinuierlich an. Die dadurch bedingten Emissionen erhöhen sich demnach, insbesondere in industriestarken Ländern, ständig. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren. Dabei sieht der Entwicklungspfad vor, bis zum Jahr 2020 40% und bis 2030 etwa 55% weniger Treibhausgase als im Referenzjahr 1990 zu emittieren.<sup>1</sup> Ein weiterer zentraler Baustein der Energiewende in Deutschland ist der Beschluss des Atomausstiegs bis zum Jahr 2022<sup>2</sup>, welcher das formulierte Ziel, den Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 auf 60% zu erhöhen, zusätzlich bekräftigen wird.<sup>3</sup>

Noch vor dem Übereinkommen der internationalen Staatengemeinschaft im s.g. Pariser Klimaschutzabkommen, ist bereits im Vorjahr 2014 das Klimaschutzgesetz des Landes Rheinland-Pfalz in Kraft getreten. Mit diesem Gesetz wurde ein wichtiges Instrument geschaffen, um die vielfältigen internationalen und nationalen Bestrebungen zum Klima- und Ressourcenschutz in konkrete Zielsetzungen und Handlungsoptionen auf Landesebene zu übersetzen. Rheinland-Pfalz hat sich hierbei das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen im Land bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990, bis 2050 sogar um 100 Prozent, mindestens jedoch um 90 Prozent, zu senken.<sup>4</sup>

Die Verbandsgemeinde Kandel möchte in diesem Zusammenhang einen entscheidenden Beitrag zur Zielerreichung leisten und lokale Verantwortung für die Landesziele übernehmen.

---

<sup>1</sup> Vgl. BMWi 2010: S. 5.

<sup>2</sup> Vgl. Bundestagsbeschluss, Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG).

<sup>3</sup> Vgl. BMWi 2010: S. 5.

<sup>4</sup> Vgl. MEEEF 2018: Klimaschutzbericht des Landes Rheinland-Pfalz 2017, S. 12.

Das Ziel einer steigenden Energieeffizienz und der Ausbau erneuerbarer Energien ist weltweit in der politischen, wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Diskussion – auch im Hinblick einer zu erwartenden Ressourcenknappheit – unumstritten. Der weltweiten Klimaerwärmung kann nur wirksam begegnet werden, wenn insbesondere auf kommunaler/regionaler Ebene alle Anstrengungen für eine Energiewende unternommen werden.

Darüber hinaus sollen Klimaschutz, Umbau der Energieversorgung sowie die Bezahlbarkeit der Energiepreise Ansporn auf allen politischen Ebenen werden. Für die Verbandsgemeinde Kandel besteht die Bestrebung, nicht mehr auf hohe Importe von fossilen Energieträgern angewiesen zu sein, sowie den damit verbundenen Finanzmittelabfluss zu begrenzen. Würdet kein Entgegensteuern angestrebt, hätten die weiterhin deutlich steigenden Preise für fossile Energieträger eine Verringerung der Wettbewerbsfähigkeit der regionalen Wirtschaft und Kaufkraftverluste für die Bürgerinnen und Bürger zur Folge. Mit der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes will die Verbandsgemeinde Kandel sich zu einer „Plus-Energie-Verbandsgemeinde“ etablieren. Bausteine auf dem Weg zur Vollversorgung mit erneuerbaren Energien sind im Wesentlichen die Einführung und Nutzung erneuerbarer Energien sowie der Einsatz energieeffizienter Systeme.

Ziel ist es, im Sinne des lokalen nachhaltigen Handelns, Projekte mit dem Anspruch einer 100%igen regenerativen Energieversorgung über ein Gesamtkonzept sowie durch ein Akteursnetzwerk einfacher realisieren zu können. Während der Konzepterstellung wurden u. a. anhand von Potenzialanalysen, Workshops und Akteursgesprächen Handlungsschwerpunkte identifiziert und Maßnahmenschwerpunkte zur Zielerreichung erarbeitet.

Diesbezüglich sollen folgende Handlungsfelder zur Umsetzung der Energiewende auf regionaler Ebene betrachtet werden:

- Kontinuierliche Steigerung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz der kommunalen Liegenschaften
- Energieeffizienz als Schlüsselfrage, insbesondere die Steigerung des Anteils der Kraft-Wärme-Kopplung im Wohngebäudebereich in Verbindung mit möglichen Nahwärmeverbünden der kommunalen Liegenschaften
- Energetische Gebäudesanierung und energieeffizientes Bauen, als zentrale Herausforderung
- Suffizienz im Alltag der Bürger
- Erneuerbare Energien als die tragende Säule der künftigen Energieversorgung
- Mehr Akzeptanz und Transparenz bei der Installation erneuerbarer Energieanlagen

- Gestaltung einer leistungsfähigen Netzinfrastruktur für Strom und Integration erneuerbarer Energien
- Herausforderung der nachhaltigen Mobilität
- Energieforschung für Innovationen und neue Technologien insbesondere von Energiespeichertechnologien

Diese Festlegung ambitionierter Ziele ist von förderlichen Rahmenbedingungen für nachhaltige Investitionen und Innovationen zu begleiten. Sie können so die Wirtschaft Europas beleben und einen Wandel der regionalen wirtschaftlichen Strukturen auslösen.<sup>5</sup>

## 1.2 Klimaschutzziele der Verbandsgemeinde Kandel

Mit oben genannten Zielen einhergehend, setzt sich die Verbandsgemeinde Kandel folgende Ziele:

- Langfristige Zielsetzung bis 2050: Plus-Energie-Verbandsgemeinde Kandel
- Allgemeine Senkung der energiebedingten Treibhausgasemissionen pro Kopf von 7,9 t/THG (1990) auf 3,8 t/THG pro Jahr bis 2030 (-55 %)
- Senkung des Wärmeverbrauchs um 16 % bis 2030
- Die Verbandsgemeinde setzt sich das Ziel, bis zum Jahr 2050 alle kommunalen Gebäude bilanziell CO<sub>2</sub> neutral zu stellen
- Ab sofort sollen bei Ersatzbeschaffungen für den kommunalen Fuhrpark nach technischen Kriterien alternative Antriebstechnologien bevorzugt werden

Die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes dienen als Umsetzungsvorbereitung und damit als Entscheidungsunterstützung zur Zielerreichung „Plus-Energie-Verbandsgemeinde Kandel“. Zur Umsetzung des Konzeptes können mit finanzieller Unterstützung durch die Klimaschutzinitiative eine geförderte Personalstelle (der sogenannte Klimaschutzmanager) eingestellt werden.

## 1.3 Arbeitsmethodik

Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wird ein effizientes „Stoffstrommanagement (SSM)“ in der Verbandsgemeinde Kandel vorbereitet. Dabei können im Rahmen des vorliegenden Konzeptes nur Teilaspekte eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements betrachtet

<sup>5</sup> Vgl. Prognos / Öko-Institut 2009, UNEP 2011, PIK 2011.

werden. Der Fokus liegt auf einer Analyse der Energie- und Stoffströme der Verbandsgemeinde, um darauf aufbauend strategische Handlungsempfehlungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen sowie zum Ausbau der Erneuerbaren Energien abgeben zu können.

Unter SSM wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen (unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielvorgaben) verstanden. Es dient als zentrales Werkzeug zur Umsetzung von Null-Emissions-Ansätzen.<sup>6</sup>

Im Rahmen des regionalen Stoffstrommanagements wird die Verbandsgemeinde als Gesamtsystem betrachtet. Wie in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt, werden in diesem System verschiedene Akteure und Sektoren sowie deren anhaftende Stoffströme im Projektverlauf identifiziert und eine synergetische Zusammenarbeit zur Verfolgung des Gesamtzieles entwickelt. Teilsysteme werden nicht getrennt voneinander, sondern möglichst in Wechselwirkung und aufeinander abgestimmt optimiert. Neben der Verfolgung des ambitionierten Zieles stehen hierbei auch Fragen zur Verträglichkeit („Welche ökonomischen und ökologischen Auswirkungen hat das Ziel?“) und zu den kommunalen Handlungsmöglichkeiten („Welchen Beitrag kann die Verbandsgemeinde leisten?“) im Vordergrund.

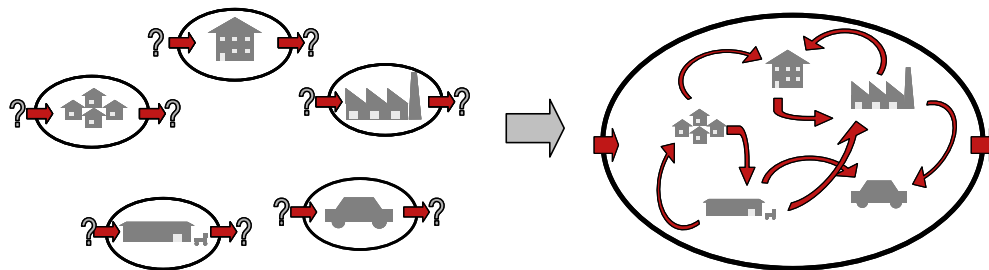


Abbildung 1-1: ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements

Das vorliegende Klimaschutzkonzept umfasst alle wesentlichen Schritte von der Analyse und Bewertung bis hin zur strategischen und operativen Maßnahmenplanung zur Optimierung vorhandener Stoffströme mit dem Ziel des Klimaschutzes sowie der lokalen / regionalen Wirtschaftsförderung und Wertschöpfung. Dabei orientieren sich die Betrachtungsintervalle (2020, 2030, 2040, 2050) an den Zielsetzungen der Bundesregierung. Somit können Aussagen darüber getroffen werden, inwieweit die Verbandsgemeinde Kandel beispielsweise einen Beitrag zu den formulierten Zielen (vgl. Kapitel 1.5) bis zum Jahr 2050 leisten kann. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass Berechnungen und Prognosen mit zunehmendem Fortschreiten der Rechnungsintervalle (insbesondere für die Betrachtung 2030 bis 2050) an Detailschärfe verlieren.

<sup>6</sup> Vgl. Heck / Bemann (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement, 2002, S. 16.

Zur Analyse und Optimierung der vorhandenen Stoffströme wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Eine Analyse der vorhandenen Ausgangssituation (IST-Zustand), insbesondere der Strom- und Wärmeverbräuche sowie Versorgungsstrukturen (mit besonderem Augenmerk auf die bisherige Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen) und damit einhergehenden Treibhausgasemissionen sowie Finanzströme in Form einer „Energie- und Treibhausgasbilanz“ (vgl. Kapitel 2 und 3).
- Eine Potenzialanalyse mit einer qualitativen und quantitativen Bewertung signifikanter lokaler Ressourcen (neben Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenzialen insbesondere erneuerbare Energien aus Biomasse, Solarenergie, Windkraft, Erdwärme und Wasserkraft, Treibhausgasminderungspotenziale und Finanzströme) und ihrer möglichen Nutzung bzw. sonstige Optimierungsmöglichkeiten (vgl. Kapitel 4 und 5).
- Eine durchgehende Akteursanalyse zur Identifikation relevanter Schlüsselpersonen bzw. -einrichtungen (vgl. Kapitel 6),
- Die Entwicklung konkreter Handlungsempfehlungen und individueller Projektansätze des kommunalen SSM zur Mobilisierung und Nutzung dieser Potenziale in Form eines Maßnahmenkataloges (vgl. Kapitel 0),
- Die Aufstellung von Szenarien, und damit verbunden ein Ausblick, wie sich die Energie- und Treibhausgasbilanz sowie die regionale Wertschöpfung (RWS) bis zum Jahr 2050 innerhalb der Verbandsgemeinde darstellen könnte (vgl. Kapitel 7.2 und 9)
- Die Erarbeitung eines Konzeptes zur individuellen Öffentlichkeitsarbeit und eines Controlling-Konzeptes zur Begleitung und zielgerichteten Umsetzung der entwickelten Maßnahmen (vgl. Kapitel 10 und 11).

Das Klimaschutzkonzept bildet das zentrale Planungsinstrument des regionalen Stoffstrommanagements. Entsprechend der Komplexität der Aufgaben- sowie der Zielstellung ist die Erstellung und Umsetzung des Konzeptes kein einmaliger Vorgang, sondern bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und damit eines effizienten Managements.

Abbildung 1-2 fasst die wesentlichen Inhalte des Klimaschutzkonzeptes zusammen.

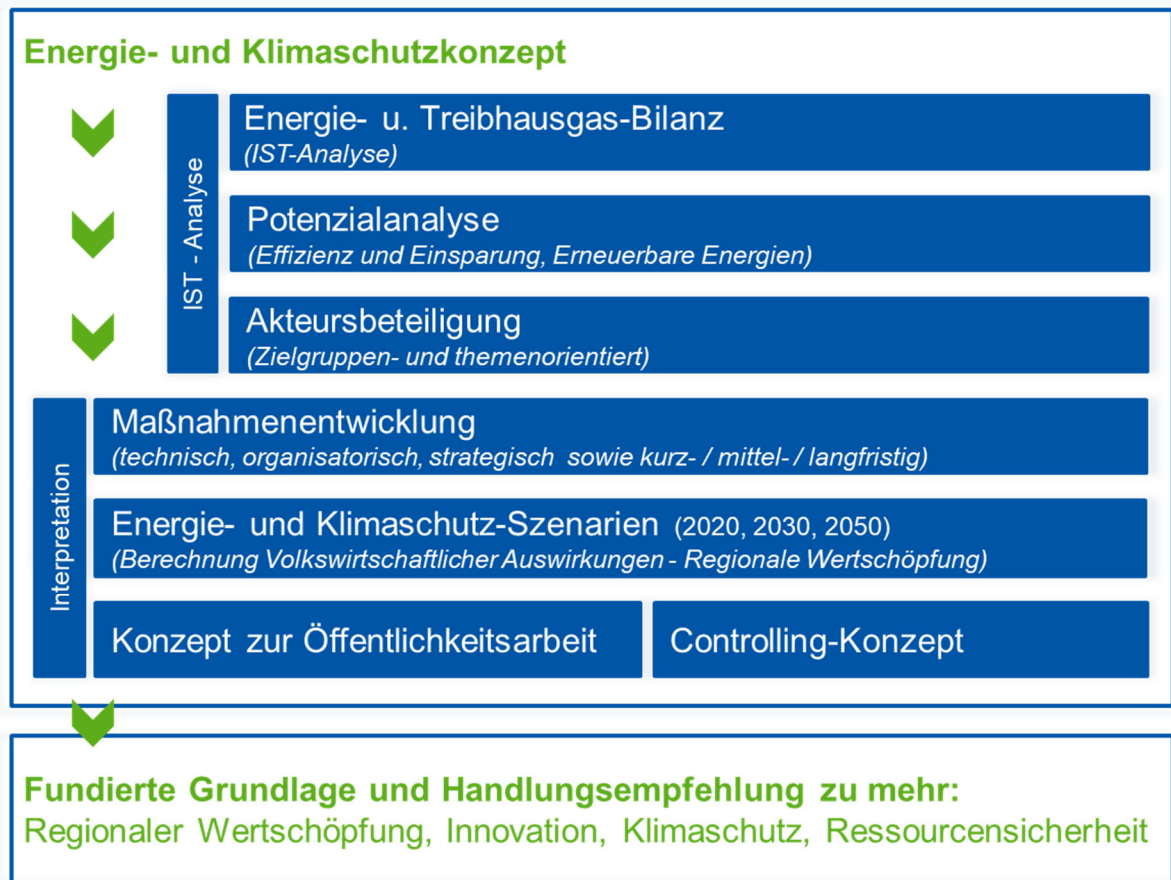


Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

Für die Verbandsgemeinde Kandel wurde ein integriertes Klimaschutzkonzept erarbeitet. Die Ergebnisse des Konzeptes werden in diesem vorliegenden Abschlussbericht dargestellt.

## 1.4 Kurzbeschreibung der Region

Die Verbandsgemeinde Kandel mit ihren sechs angehörigen Ortsgemeinden sowie der Stadt Kandel liegt im Landkreis Germersheim in Rheinland-Pfalz. Das Gemeindegebiet besitzt eine Gesamtfläche von etwa 68,98 km<sup>2</sup> und beheimatet insgesamt 16.283 Einwohner (Stand: 31.12.2018)<sup>7</sup>. Die Verbandsgemeinde Kandel besteht aus modernen Wohngemeinden, die alle ursprünglich landwirtschaftlich geprägt waren; historische Ortskerne und Straßenzüge blieben erhalten und wurden unter Wahrung ihres ursprünglichen Charakters saniert.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> <https://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=102&l=2&g=0733404&tp=1027>

<sup>8</sup> [https://www.vg-kandel.de/vg\\_kandel/Die%20Verbandsgemeinde/](https://www.vg-kandel.de/vg_kandel/Die%20Verbandsgemeinde/)

## 1.5 Bisherige Klimaschutzaktivitäten

Die Verbandsgemeinde Kandel beschäftigt sich bereits mit den Auswirkungen des Klimawandels und hat mit vereinzelt Ortsgemeinden einige Projekte mit Maßnahmen, die den Klimaschutz betreffen, durchgeführt, um einen Beitrag zum Schutz des Klimas und der Umwelt zu leisten und die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen.

Nachfolgend werden Klimaschutzaktivitäten der Verbandsgemeinde als Auszug dargestellt:

- Realisation von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden der Verbandsgemeinde
- Austausch alter Heizungsanlagen durch Pelletheizungen in verbandsgemeindeeigenen Gebäuden
- Energetische Sanierung der Straßenbeleuchtung: Die Umbaumaßnahmen an den Straßenbeleuchtungen erfolgen in den Gemeinden Erlenbach, Freckenfeld, Steinweiler, Winden und in der Stadt Kandel
- Modernisierung und Sanierung der Innen- und Hallenbeleuchtung zur Verbesserung der Energieeffizienz (in den Jahren 2013 - 2015 erneuerte die VG Kandel die Innenbeleuchtung von verbandsgemeindeeigenen Gebäuden, den Gebäuden der Ortsgemeinden, sowie im Verwaltungsgebäude durch LED-Technologie)
- Erstellen eines Starkregenkonzeptes: Aufgrund der immer wiederkehrenden starken Regenereignisse, die sich spontan und oft auch geographisch unvorhersehbar abspielen und deren Folgen immense Schäden mit sich bringen können, wurde 2017 die Bearbeitung eines Maßnahmenkonzeptes beauftragt.

Auch wenn schon einige Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt wurden, sieht die Verbandsgemeinde Kandel noch ungenutzte Möglichkeiten zur Entwicklung und Umsetzung weiterer Klimaschutzprojekte (Sektorenkopplung, Mobilität, innovative Energieversorgung), um die derzeit noch nicht optimierte Nutzung aller Stoffströme zu verbessern.

## 2 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz)

Um Klimaschutzziele innerhalb eines Betrachtungsraumes quantifizieren zu können, ist es unerlässlich, die Energieversorgung, den Energieverbrauch sowie die unterschiedlichen Energieträger zu bestimmen. Die Analyse bedarf der Berücksichtigung einer fundierten Datengrundlage und muss sich darüber hinaus statistischer Berechnungen<sup>9</sup> bedienen, da derzeit keine vollständige Erfassung der Verbrauchsdaten für die Verbandsgemeinde Kandel vorliegt.

Die Betrachtung der Energiemengen bezieht sich im Rahmen des Konzeptes auf die Form der Endenergie (z. B. Heizöl, Holzpellets, Strom). Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich auf die relevanten Treibhausgase CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sowie N<sub>2</sub>O und werden als CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>10</sup> (CO<sub>2</sub>e) ausgewiesen. Die Faktoren stammen aus dem **G**lobalen **E**missions-**M**odell **i**ntegrierter **S**ysteme (GEMIS) in der Version 4.95<sup>11</sup> und sind im Anhang zur Einsicht hinterlegt. Sie beziehen sich ebenfalls auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen keine Vorketten z. B. aus der Anlagenproduktion oder der Brennstoffbereitstellung. Das vorliegende Konzept bezieht sich im Wesentlichen systematisch auf das Gebiet der VG Kandel. Dementsprechend ist die Energie- und Treibhausgasbilanzierung nach der Methodik einer „endenergiebasierten Territorialbilanz“ aufgebaut, welche im Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“ für die Erstellung von Klimaschutzkonzepten nahegelegt wird.<sup>12 13</sup>

Streng genommen dürften nach dem Bilanzierungsprinzip („Endenergiebasierten Territorialbilanz“) auch Emissionsminderungen welche durch lokale Erzeugung aus erneuerbaren Energien erfolgen nicht mit den Emissionen der Stromversorgung verrechnet werden, da sich jede regenerative Erzeugungsanlage vom Prinzip im Emissionsfaktor des Bundesstrommix widerspiegelt.<sup>14</sup> Die Größenordnung dieser Doppelbilanzierung ist jedoch, gemessen am gesamten deutschen regenerativen Kraftwerkspark, als verschwindend gering zu betrachten.<sup>15</sup> Eine vollständige Zurechnung der lokal erzeugten Strommengen auf die kommunale Bilanz soll in diesem Konzept aufzeigen, inwieweit ein bilanzieller Ausgleich der tatsächlich im Gebiet verursachten Emissionen möglich ist.

<sup>9</sup> Im Klimaschutzkonzept erfolgen insbesondere die Berechnungen für das ausgewählte Basisjahr 1990 anhand statistischer Daten.

<sup>10</sup> N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub> wurden in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet (Vgl. IPCC 2007, Climate Change 2007: Synthesis Report, S. 36)

<sup>11</sup> Vgl. Fritsche und Rausch 2013

<sup>12</sup> Der Klimaschutzleitfaden spricht Empfehlungen zur Bilanzierungsmethodik im Rahmen von Klimaschutzkonzepten aus. Das IfaS schließt sich im vorliegenden Fall dieser Methodik an, da die Empfehlungen des Praxisleitfadens unter anderem durch das Umweltbundesamt (UBA) sowie das Forschungszentrum Jülich GmbH (PTJ) fachlich unterstützt wurden.

<sup>13</sup> Des Weiteren ermöglicht die Betrachtung der Endenergie eine höhere Transparenz auch für fachfremde Betroffene und Interessierte, da ein Bezug eher zur Endenergie besteht und keine Rückrechnung von Endenergie zur Primärenergie nachvollzogen werden muss.

<sup>14</sup> Vgl. Difu 2011, S. 218.

<sup>15</sup> Das im Rahmen dieser Studie ermittelte lokale Gesamtpotenzial regenerativer Stromproduktion der VG Kandel, trägt lediglich zu < 0,01% zur prognostizierten regenerativen Gesamtstromerzeugung aus EE (Deutschland) 2050 bei. Vor diesem Hintergrund kann der Einfluss der betrachteten Anlagen auf den Bundesemissionsfaktor Strom 2050 im Rahmen des Konzeptes vernachlässigt werden.

Im Folgenden werden sowohl die Gesamtenergieverbräuche als auch die derzeitigen Energieversorgungsstrukturen der VG Kandel im IST-Zustand analysiert. In Kapitel 8 wird dann die prognostizierte Entwicklung bis zum Zieljahr 2050 beschrieben.

## **2.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauches und der Energieversorgung**

Mit dem Ziel den Energieverbrauch und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen des Betrachtungsgebietes im IST-Zustand (2017) abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom, Wärme, Verkehr sowie Abfall und Abwasser hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert und bewertet.

### **2.1.1 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung**

Zur Ermittlung des Stromverbrauches des Betrachtungsgebietes wurden die zur Verfügung gestellten Daten des zuständigen Netzbetreibers<sup>16</sup> über die gelieferten und durchgeleiteten Strommengen an private, kommunale sowie gewerbliche und industrielle Abnehmer herangezogen<sup>17</sup>. Die aktuellsten vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2017 zurück und weisen einen Gesamtstromverbrauch von ca. 49.600 MWh/a aus.

Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 34.300 MWh weisen die Privaten Haushalte den höchsten Stromverbrauch auf. Für den Sektor Industrie & GHD werden jährlich rund 14.600 MWh benötigt. Gemessen am Gesamtstromverbrauch stellen die VG-eigenen Liegenschaften mit einer jährlichen Verbrauchsmenge von etwa 700 MWh erwartungsgemäß die kleinste Verbrauchsgruppe dar.<sup>18</sup>

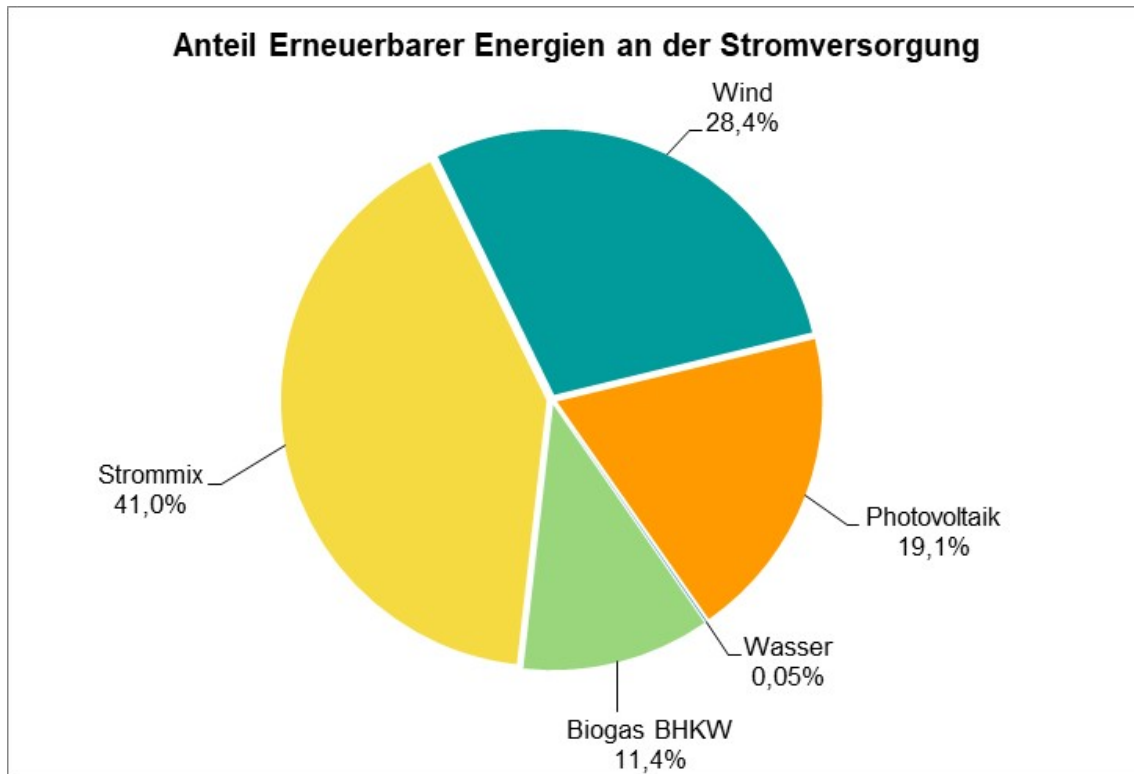
Heute wird bilanziell betrachtet ca. 59% des Gesamtstromverbrauches der VG Kandel aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion bereits deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 36%<sup>19</sup> im Jahr 2017. Die lokale Stromproduktion beruht dabei auf der Nutzung von Photovoltaikanlagen, Windkraftanlagen sowie Biogas BHKWs und Wasserkraft. Die folgende Abbildung zeigt den derzeitigen Beitrag der erneuerbaren Energien im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch auf:

<sup>16</sup> In diesem Fall sind die zuständigen Netzbetreiber die Pfalzwerke Netz AG und die Stadtwerke Bad Bergzabern.

<sup>17</sup> Die Daten wurden vom Netzbetreibern in folgender Aufteilung übermittelt: Tarifikunden, Sondervertragskunden.

<sup>18</sup> Die angegebenen Verbrauchswerte innerhalb der Sektoren wurden von kWh auf MWh umgerechnet und gerundet. Aus diesem Grund kann es zu rundungsbedingten Abweichungen in Bezug auf die Gesamtverbrauchsmenge kommen.

<sup>19</sup> Vgl. BMWi 2019, S. 5

Abbildung 2-1: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung<sup>20</sup>

### 2.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes des Betrachtungsgebietes stellt sich im Vergleich zur Stromverbrauchsanalyse deutlich schwieriger dar. Neben den konkreten Verbrauchszahlen für leitungsgebundene Wärmeenergie (Erdgas und Nah-/Fernwärme), kann in der Gesamtbetrachtung aufgrund einer komplexen und zum Teil nicht leitungsgebundenen Versorgungsstruktur, lediglich eine Annäherung an tatsächliche Verbrauchswerte erfolgen. Zur Ermittlung des Wärmebedarfes auf Basis leitungsgebundener Energieträger wurden Verbrauchsdaten über die Erdgasliefermengen im Verbrauchsgebiet für das Jahr 2017 des Netzbetreibers<sup>21</sup> herangezogen. Ferner wurden für die Ermittlung des Wärmebedarfes im privaten Wohngebäudebestand verschiedene Statistiken bzw. Zensus-Daten ausgewertet (vgl. dazu Kapitel 4.1.1). Des Weiteren wurden die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-Anlagen<sup>22</sup>, Bioenergieanlagen<sup>23</sup>, Wärmepumpen<sup>24</sup> und KWK-Anlagen<sup>25</sup>) bis zum Jahr 2017 herangezogen.

<sup>20</sup> Die Bezeichnung „Strommix“ beinhaltet den bilanziellen Strombezug aus dem Stromnetz, welcher auf dem bundesweiten Energiemix basiert.

<sup>21</sup> In diesem Fall ist der zuständige Netzbetreiber die Thüga AG.

<sup>22</sup> Vgl. Webseite Solaratlas

<sup>23</sup> Vgl. Webseite Biomasseatlas

<sup>24</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP o.J.

<sup>25</sup> Vgl. Datenübermittlung Alfred Smuck (BAFA) vom 13.11.2012

Insgesamt konnte für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 133.000 MWh ermittelt werden.<sup>26</sup>

Mit einem jährlichen Anteil von 84% des Gesamtwärmeverbrauches (ca. 112.000 MWh), stellen die privaten Haushalte mit Abstand den größten Wärmeverbraucher des Betrachtungsgebietes dar. An zweiter Stelle steht die Verbrauchergruppe Industrie & GHD mit einem Anteil von rund 13% (17.500 MWh). Die VG-eigenen Liegenschaften dagegen sind nur zu 3% (ca. 3.500 MWh) am Gesamtwärmeverbrauch beteiligt.

Derzeit können lediglich etwa 7% des Gesamtwärmeverbrauches über erneuerbare Energieträger abgedeckt werden. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, der 2017 bei 13,4 %<sup>27</sup> lag. In der VG Kandel beinhaltet die Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energieträgern vor allem die Verwendung von Biomasse-Festbrennstoffen, solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen. Die folgende Darstellung verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung im IST-Zustand jedoch überwiegend auf fossilen Energieträgern beruht.

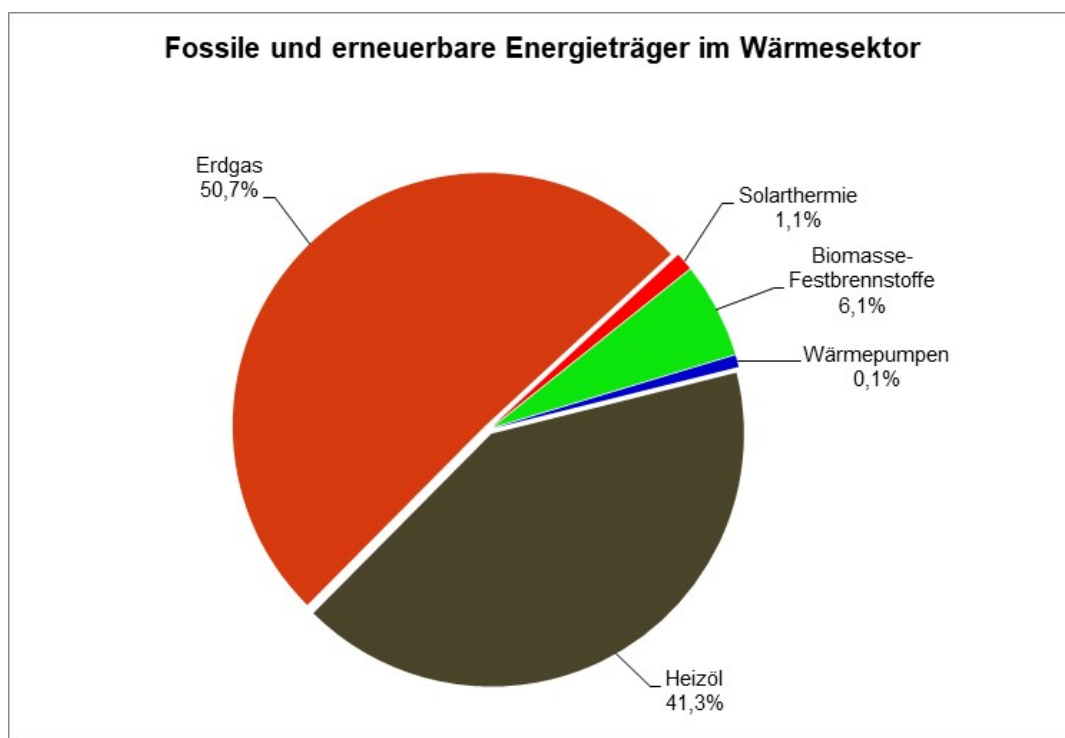


Abbildung 2-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der VG Kandel

### 2.1.3 Energieeinsatz im Sektor Verkehr

<sup>26</sup> Der Gesamtwärmeverbrauch setzt sich aus folgenden Punkten zusammen: Angaben zu gelieferten Erdgasmengen des Netzbetreibers, Hochrechnung des Wärmeverbrauches im privaten Wohngebäudesektor, Angaben der Verwaltung zu eigenen Liegenschaften sowie statistischen Angaben über den Ölverbrauch des verarbeitenden Gewerbes im Betrachtungsgebiet (vgl. Statistisches Landesamt RLP 2017)

<sup>27</sup> Vgl. BMWi 2019, S. 5

Im Rahmen des vorliegenden Konzeptes werden im Sektor Verkehr die Verbräuche und Emissionen des Straßenverkehrs betrachtet.<sup>28</sup> Im Rahmen der Konzepterstellung konnte auf keine detaillierten Erhebungen bezüglich der erbrachten Verkehrsleistung innerhalb des Betrachtungsgebietes zurückgegriffen werden. Dadurch kann eine territoriale Bilanzierung mit genauer Zuteilung des Verkehrssektors auf die VG Kandel nicht geleistet werden. Vor diesem Hintergrund wird an dieser Stelle die Bilanzierung des Verkehrssektors nach dem Verursacherprinzip vorgenommen, d.h. es werden alle Wege berücksichtigt, die die vor Ort gemeldeten Fahrzeuge zurücklegen, auch wenn die Jahresfahrleistung teilweise außerhalb des Betrachtungsgebietes erbracht wird.

Zur Berechnung des verkehrsbedingten Energieverbrauchs im Straßenverkehr (bestehend aus motorisiertem Individualverkehr (MIV) und Straßengüterverkehr) und der damit einhergehenden THG-Emissionen sind die gemeldeten Fahrzeuge im Betrachtungsgebiet eine wesentliche Datengrundlage. Zur Abbildung des Fahrzeugbestandes wurden die gemeldeten Fahrzeuge laut den statistischen Daten des Kraftfahrtbundesamtes herangezogen.<sup>29</sup> Zur Ermittlung der erbrachten Verkehrsleistung ist die Jahresfahrleistung je Fahrzeugkategorie von Relevanz. Zur Bestimmung der Jahresfahrleistung je Fahrzeugkategorie wurde auf die Angaben zur durchschnittlichen Jahresfahrleistung nach Fahrzeugarten des Kraftfahrtbundesamtes zurückgegriffen.<sup>30</sup>

Die Berechnung des verkehrsbedingten Energieeinsatzes und der damit einhergehenden CO<sub>2</sub>e-Emissionen erfolgt, wie bereits zuvor erläutert, anhand der gemeldeten Fahrzeuge sowie der durchschnittlichen Fahrleistungswerte einzelner Fahrzeuggruppen. Diese werden mit entsprechenden Emissionsfaktoren belegt. Alle verwendeten Emissionsfaktoren beinhalten, wie in der vorangegangenen THG-Bilanz für die Bereiche Strom und Wärme, alle relevanten Treibhausgase (CO<sub>2</sub>e). Datengrundlage ist die GEMIS-Datenbank<sup>31</sup> in der Version 4.95. Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf Mobilitätsprozesse ohne Vorketten und beinhalten nur die direkten Emissionen aus der Verbrennung im Fahrzeug. Sie werden in der Einheit Gramm pro Personenkilometer (g/P\*km) beim MIV bzw. Gramm pro Tonnenkilometer (g/t\*km) beim Güterverkehr, unter Berücksichtigung eines entsprechenden Besetzungsgrades (MIV) bzw. entsprechender durchschnittlicher Tonnagen (Güterverkehr) angegeben. Alle verwendeten Emissionsfaktoren sind im Anhang hinterlegt.

<sup>28</sup> Flug-, Schienen- und Schiffsverkehr werden an dieser Stelle bewusst ausgeklammert, da der Einwirkungsbereich in diesen Sektoren als gering erachtet wird.

<sup>29</sup> Vgl. KBA 2017 a

<sup>30</sup> Vgl. KBA 2017 b

<sup>31</sup> Globales Emissions-Modell integrierter Systeme

Für die Abbildung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) und des Güterverkehrs auf der Straße wurde der Fahrzeugbestand aus den Angaben des KBA entnommen. Einen Überblick für die VG Kandel für das Betrachtungsjahr 2017 gibt folgende Abbildung:

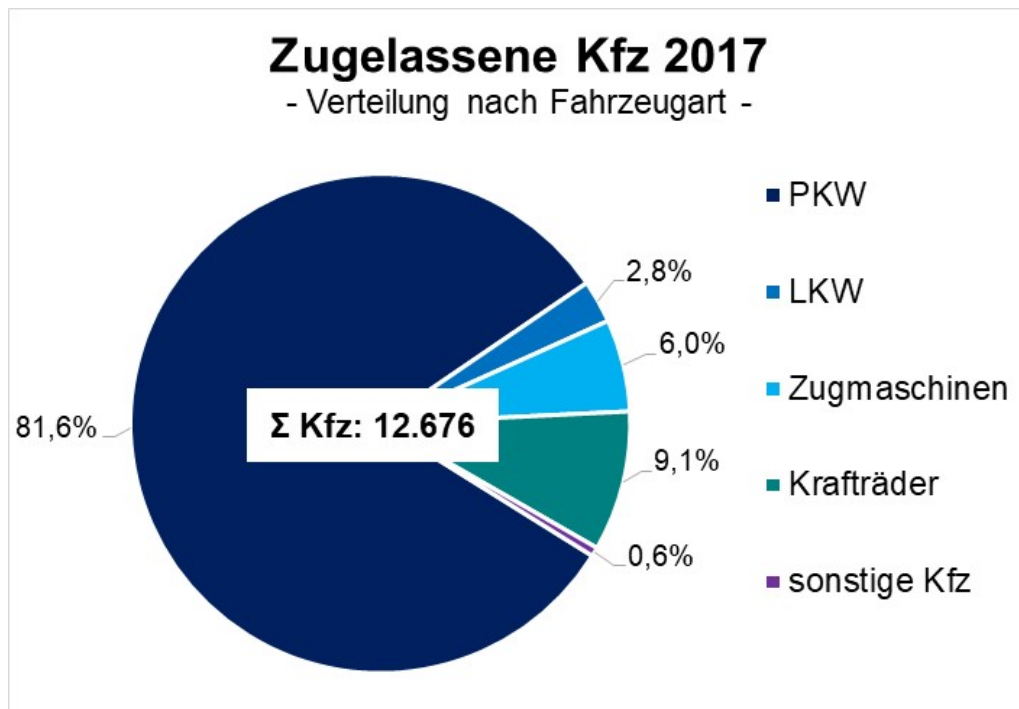


Abbildung 2-3: Fahrzeugbestand 2017 in der VG Kandel

Wie obenstehende Abbildung zeigt, sind im Betrachtungsjahr 2017 insgesamt 12.676 Fahrzeuge im Betrachtungsgebiet gemeldet. Es ist ersichtlich, dass der Anteil der PKW mit rund 82% (entspricht 10.341 Fahrzeugen) am größten ist. Auf die Kategorie Krafträder entfällt ein Anteil von rund 9% (1.151 Fahrzeuge), während die LKW einen Anteil von ca. 3% (entspricht 352 Fahrzeugen) haben. Zugmaschinen und sonstige Kfz machen zusammen etwa 6% des Fahrzeugbestandes 2017 im Betrachtungsgebiet aus.

Bei einer Betrachtung des PKW-Bestandes 2017 nach Kraftstoffart ist ersichtlich, dass der überwiegende Teil der PKW auf fossilen Antrieben beruht, wie folgende Abbildung zeigt:

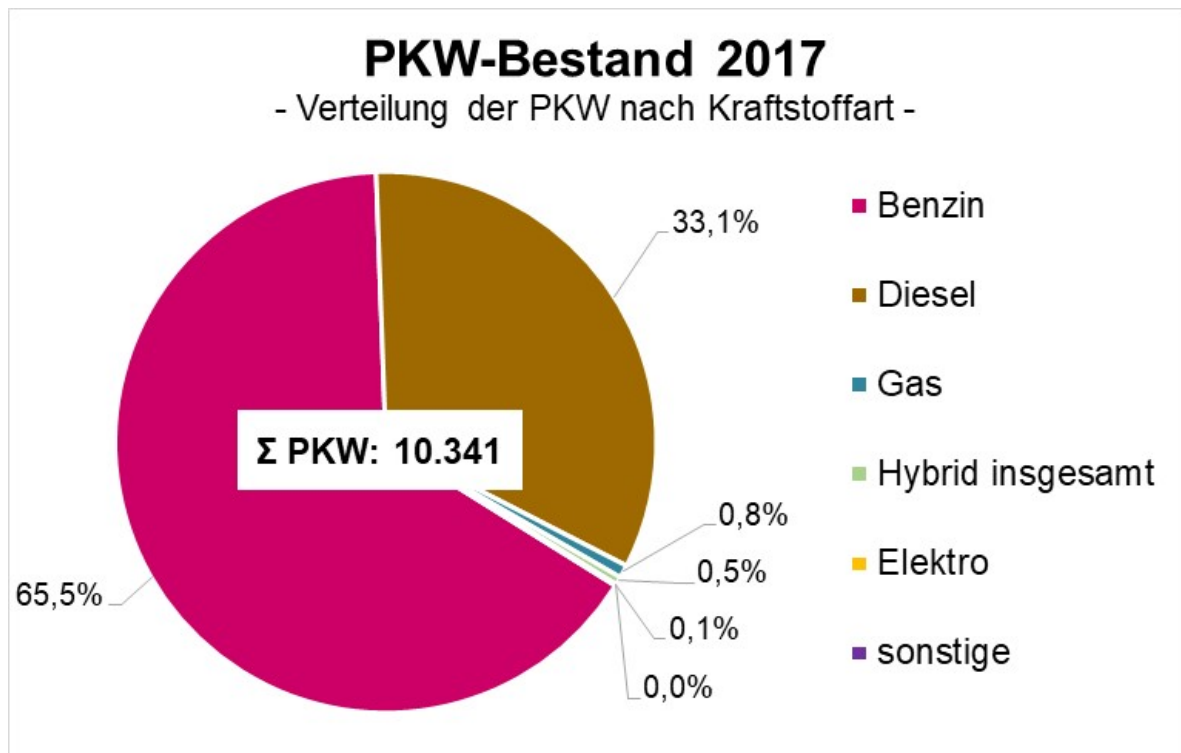


Abbildung 2-4: PKW-Bestand 2017 in der VG Kandel, Verteilung nach Kraftstoffart

Bei rund 66% des PKW-Bestandes 2017 im Betrachtungsgebiet handelt es sich um benzinbetriebene PKW, gefolgt von den Dieseln mit einem Anteil von ca. 33%. Auf die alternativen Antriebe Gas, Hybrid, Elektro und sonstige entfallen weniger als 2% des gesamten PKW-Bestandes.

Die spezifischen Jahresfahrleistungen je Fahrzeugkategorie, basierend auf den Angaben des Kraftfahrtbundesamtes, stellen sich für das Betrachtungsjahr 2017 wie folgt dar:

| Fahrzeugart                             | Ø Fahrleistung 2017 |
|-----------------------------------------|---------------------|
| Krafträder                              | 2.250 km/a          |
| PKW                                     | 13.922 km/a         |
| LKW bis 3,5 Tonnen                      | 19.371 km/a         |
| LKW 3,5 bis 6 Tonnen                    | 17.866 km/a         |
| LKW über 6 Tonnen                       | 37.286 km/a         |
| Land-/Forstwirtschaftliche Zugmaschinen | 363 km/a            |
| Sattelzugmaschinen                      | 96.915 km/a         |
| Sonstige Zugmaschinen                   | 3.856 km/a          |
| Omnibusse                               | 57.580 km/a         |
| Sonstige Kfz                            | 9.189 km/a          |

Tabelle 2-1: Durchschnittliche Fahrleistung nach Fahrzeugarten im Jahr 2017

Über die spezifischen Jahresfahrleistungen je Fahrzeugkategorie kann so eine gesamte Jahresfahrleistung i.H.v. rund 156 Mio. km für das Betrachtungsgebiet ermittelt werden. Die so

erbrachte Verkehrsleistung 2017 führt im Ergebnis zu einem gesamten Energieeinsatz von rund 107.300 MWh/a. Einhergehend mit diesem Energieeinsatz werden ca. 54.800 t CO<sub>2</sub>e durch den Verkehrssektor emittiert.

#### 2.1.4 Energieverbrauch im Sektor Abfall/Abwasser

Die Emissionen und Energieverbräuche des Sektors Abfall und Abwasser sind im Kontext des vorliegenden integrierten Klimaschutzkonzeptes sowie der dazugehörigen Treibhausgasbilanz als sekundär zu bewerten und werden aus diesem Grund größtenteils statistisch abgeleitet. Auf den Bereich Abfall und Abwasser ist weniger als 1% der Gesamtemissionen zurückzuführen.<sup>32</sup>

Der Energieverbrauch im Bereich der Abfallwirtschaft lässt sich zum einen auf die Behandlung der anfallenden Abfallmengen und zum anderen auf den Abfalltransport zurückführen. Abgeleitet aus den verschiedenen Abfallfraktionen im Entsorgungsgebiet fielen in der VG Kandel<sup>33</sup> im Jahr 2017 insgesamt ca. 7.800 t Abfall an.

Die durch die Abfallbehandlung entstehenden THG-Emissionen im stationären- sowie im Transportbereich, finden sich im Rahmen der Energie- und Treibhausgasbilanz im Sektor Strom, Wärme und Verkehr wieder. Das deutschlandweite Verbot einer direkten Mülldeponierung seit 2005 und die gesteigerte Kreislaufwirtschaft führten dazu, dass die Emissionen, die dem Abfallsektor zuzurechnen waren, stark gesunken sind. Die Abfallentsorgung in Müllverbrennungsanlagen erfolgt vollständig unter energetischer Nutzung, sodass derzeit lediglich die Emissionen der Bio- und Grünabfälle mit einem Faktor von 17 kg CO<sub>2</sub>e/t Abfall<sup>34</sup> berechnet werden. Für das Betrachtungsgebiet konnte in dieser Fraktion eine Menge von 2.700 t/a ermittelt werden. Demnach werden jährlich ca. 46 t CO<sub>2</sub>e verursacht.

Die Energieverbräuche zur Abwasserbehandlung sind ebenfalls im stationären Bereich der Bilanz eingegliedert (Strom und Wärme) und fließen auch in diesen Sektoren in die Treibhausgasbilanz ein. Zusätzliche Emissionen entstehen aus der Abwasserreinigung (N<sub>2</sub>O durch Denitrifikation) und der anschließenden Weiterbehandlung des Klärschlammes (stoffliche Verwertung). Gemäß den Einwohnerwerten (Berechnung der N<sub>2</sub>O-Emissionen) für das Betrachtungsjahr 2017 als auch den Angaben des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zur öffentlichen Klärschlamm Entsorgung<sup>35</sup> wurden für den IST-Zustand der Abwasserbehandlung Emissionen in Höhe von ca. 294 t CO<sub>2</sub>e<sup>36</sup> ermittelt.

<sup>32</sup> Bezogen auf die nicht-energetischen Emissionen. Die Emissionen aus dem stationären Energieverbrauch und dem Verkehr sind bereits in den entsprechenden Kapiteln enthalten und werden nicht separat für den Abfall- und Abwasserbereich dargestellt.

<sup>33</sup> Vgl. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz 2017

<sup>34</sup> Vgl. Difu 2011: S. 266

<sup>35</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP 2017, Öffentliche Klärschlamm Entsorgung in RLP 2017

<sup>36</sup> Bezogen auf nicht-energetische Emissionen.

## 2.1.5 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch bildet sich aus der Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im abgeleiteten IST-Zustand ca. 289.600 MWh/a. Der Anteil der erneuerbaren Energien am stationären Verbrauch<sup>37</sup> (exklusive Verkehr) liegt im Betrachtungsgebiet durchschnittlich bei 22%. Die nachfolgende Grafik zeigt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieverbräuche auf, unterteilt nach Energieträgern und Sektoren:

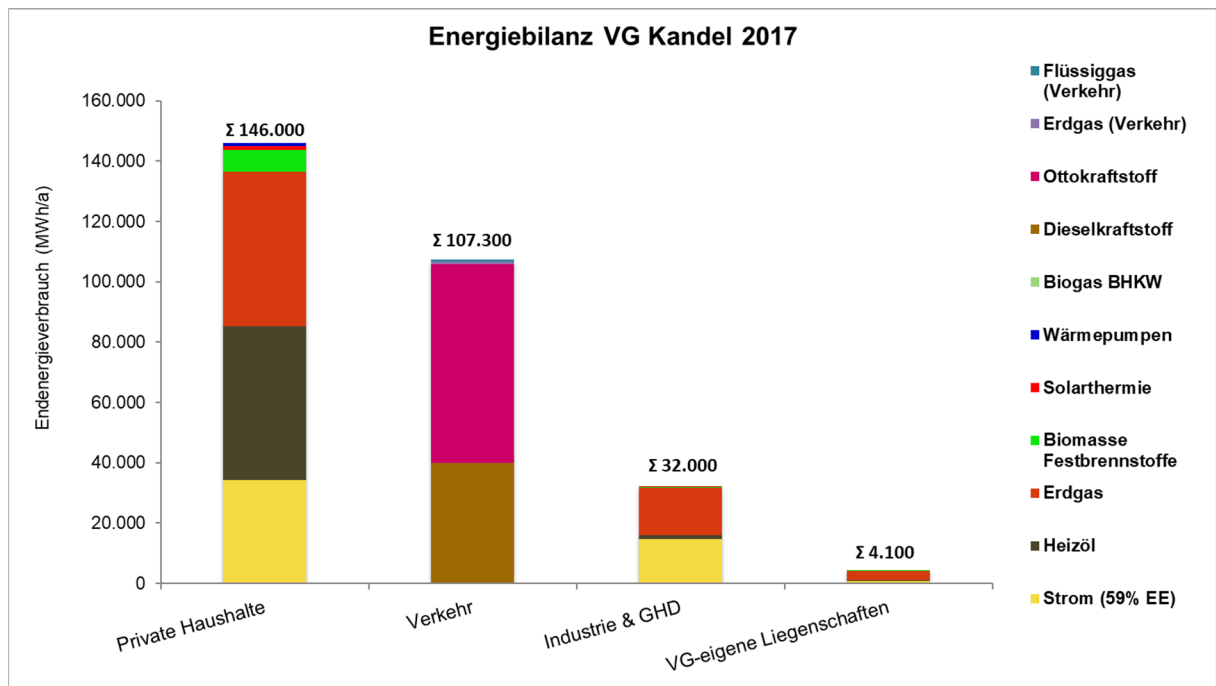


Abbildung 2-5: Energiebilanz der VG Kandel im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren

Die zusammengefügte Darstellung der Energieverbräuche nach Verbrauchergruppen lässt erste Rückschlüsse über die dringlichsten Handlungssektoren des Klimaschutzkonzeptes zu. Das derzeitige Versorgungssystem ist vor allem im Wärmebereich augenscheinlich durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Für die regenerativen Energieträger ergibt sich demnach ein großer Ausbaubedarf. Des Weiteren lässt sich ableiten, dass die vg-eigenen Liegenschaften und Einrichtungen des Betrachtungsgebietes aus energetischer Sicht nur in geringem Maße zur Bilanzoptimierung beitragen können. Dennoch wird die Optimierung dieses Bereiches – insbesondere in Hinblick auf die Vorbildfunktion gegenüber den weiteren Verbrauchergruppen – als besonders notwendig erachtet.

<sup>37</sup> Hier wird der Vergleich mit dem stationären Energieverbrauch herangezogen, da im IST-Zustand mit der gegebenen Statistik keine erneuerbaren Energieträger als Treibstoff zu ermitteln waren.

Den größten Energieverbrauch mit ca. 146.000 MWh/a verursachen die privaten Haushalte. Folglich entsteht hier auch der größte Handlungsbedarf, welcher sich vor allem im Einsparpotenzial der fossilen Wärmeversorgung widerspiegelt. Zweitgrößte Verbrauchergruppe ist der Verkehrssektor mit einem ermittelten Verbrauch von ca. 107.300 MWh/a. Im Hinblick auf die Verbrauchsgruppe Industrie & GHD zeigt sich ein Energieverbrauch von ca. 32.000 MWh/a. Die VG Kandel kann auf diese Verbrauchssektoren einen indirekten Einfluss nehmen, um die Energiebilanz und die damit einhergehenden ökologischen und ökonomischen Effekte zu verbessern.

## 2.2 Treibhausgasemissionen

Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden, auf Grundlage der zuvor erläuterten Verbräuche, die territorialen Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>e) in den Bereichen Strom, Wärme, Verkehr sowie Abfall und Abwasser quantifiziert. Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen, welche sowohl für den IST- Zustand als auch für das Basisjahr 1990 errechnet wurden.

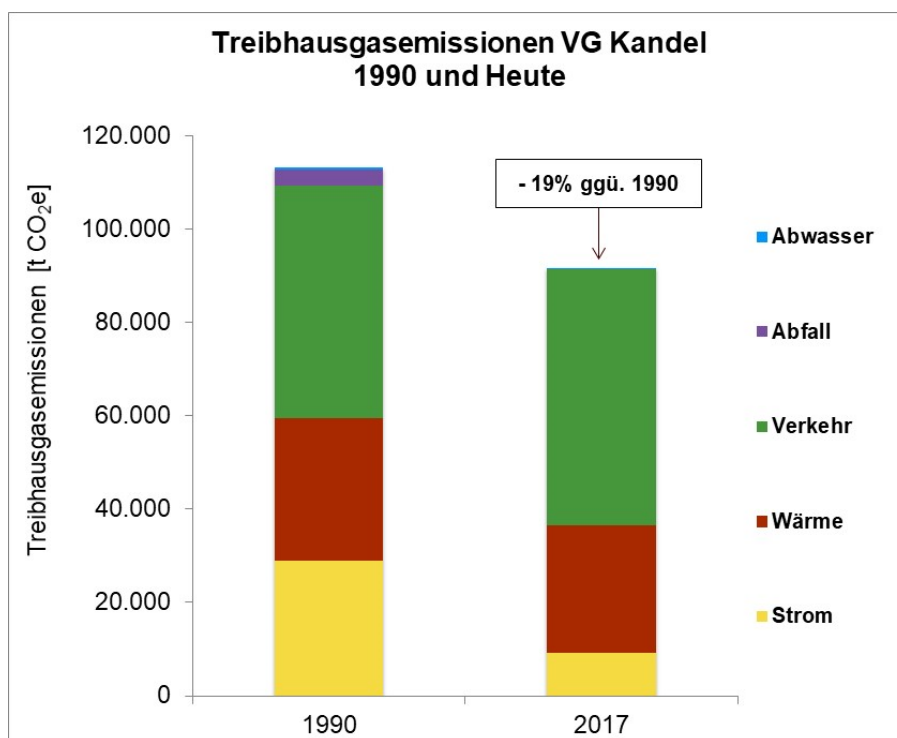


Abbildung 2-6: Treibhausgasemissionen der VG Kandel (1990 und IST-Zustand)

Im Referenzjahr 1990 wurden aufgrund des Energieverbrauches<sup>38</sup> der VG Kandel ca. 113.300 t CO<sub>2</sub>e emittiert. Für den ermittelten IST-Zustand wurden jährlich Emissionen von

<sup>38</sup> Im Rahmen der retrospektiven Bilanzierung für das Basisjahr 1990 konnte auf keine Primärdatensätze zurückgegriffen werden. Der Stromverbrauch wurde anhand des Gesamtstromverbrauches von RLP (Vgl. Energiebilanz und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2017 RLP) und Einwohnerentwicklungen RLP (Vgl. Statistische Berichte RLP 2017, Bevölkerungsvorgänge 2015) über Einwohneräquivalente

etwa 91.700 t CO<sub>2</sub>e kalkuliert. Gegenüber dem Basisjahr 1990 konnten somit bereits ca. 19% der Emissionen eingespart werden.

Große Einsparungen entstanden vor allem im Strombereich, welche insbesondere auf den Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen als auch auf eine bundesweite Verbesserung des anzusetzenden Emissionsfaktors im Stromsektor zurückzuführen sind.<sup>39</sup> Außerdem hat sich im Bereich der privaten Haushalte das Verhältnis zwischen Öl und Gas zugunsten Gasheizungen verschoben, was ebenfalls zur Senkung der Emissionen führte.<sup>40</sup>

Insgesamt stellt der Wärmebereich, neben dem Verkehrssektor, einen der größten Verursacher der Treibhausgasemissionen dar und bietet einen Ansatzpunkt für Einsparungen, die im weiteren Verlauf des Klimaschutzkonzeptes (insbesondere im Maßnahmenkatalog) erläutert werden.

---

auf 1990 rückgerechnet. Der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte konnte auf statistischer Grundlage zur Verteilung der Feuerungsanlagen und Wohngebäude - Zensus vom Jahr 1987- (vgl. Statistisches Landesamt RLP o.J.) auf das Basisjahr zurückgerechnet werden. Die Rückrechnung für den Sektor Industrie und GHD erfolgte über die Erwerbstätigen am Arbeitsort (vgl. Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder 2010). Dabei wurde von heutigen Verbrauchsdaten ausgegangen. Verbrauchsdaten im Abfall- und Abwasserbereich wurden auf Grundlage der Landesstatistiken (vgl. Statistisches Landesamt RLP 2017) in diesem Bereich auf 1990 rückgerechnet.

<sup>39</sup> Für das Jahr 1990 wurde ein CO<sub>2</sub>e-Faktor von 683 g/kWh exklusive der Vorketten berechnet. Berechnungsgrundlage ist an dieser Stelle die GEMIS-Datenbank in Anlehnung an die Kraftwerksstruktur zur Stromerzeugung im Jahr 1990 (vgl. BMU 2010)

<sup>40</sup> Der Emissionsfaktor für Erdgas ist ca. 25% niedriger als der von Heizöl (eigene Berechnung basierend auf Emissionsfaktoren der GEMIS-Datenbank).

### 3 Wirtschaftliche Auswirkungen (IST-Situation)

#### 3.1 Kosten der Energieversorgung (IST-Zustand)

Basierend auf der zuvor dargestellten Situation zur Energieversorgung, müssen in der Verbandsgemeinde Kandel aktuell Ausgaben für die Energieversorgung in Höhe von rund 28 Mio. € pro Jahr aufgewendet werden. Davon entfallen rund 5 Mio. € auf Strom, ca. 8 Mio. € auf Wärme und 15 Mio. € auf Treibstoffe.<sup>41</sup> Diese Kosten werden größtenteils für die fossile Energieversorgung aufgewendet.

Gerade durch die Nutzung von fossilen Energieträgern fließen Finanzmittel größtenteils außerhalb der Gemeindegrenze und sogar außerhalb der Bundesrepublik in externe Wirtschaftskreisläufe, sodass diese vor Ort nicht mehr zur Verfügung stehen. Durch den Einsatz von regional erzeugten, erneuerbaren Energien kann diesem Effekt entgegengewirkt werden. Folglich kann durch die Aktivierung lokaler Potenziale und die Investition in effiziente Systeme und erneuerbare Energien ein Großteil der jährlichen Ausgaben im lokalen Wirtschaftskreislauf gebunden werden.

Hierdurch ergeben sich positive Effekte auf die regionale Wertschöpfung. Diese entspricht der Summe aller zusätzlichen Werte, die in einer Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes entstehen.<sup>42</sup> Die Betrachtung umfasst alle ausgelösten Investitionen in einer Gegenüberstellung von Erlösen und Kosten im Bereich der stationären Energieerzeugung sowie der Umsetzung von Effizienz. Eine Bewertung erfolgt im vorliegenden Klimaschutzkonzept mittels der Nettobarwert-Methode.<sup>43</sup> Es wird somit aus ökonomischer Sicht abgeschätzt, inwiefern es lohnenswert erscheint, das derzeitige Energiesystem der Verbandsgemeinde auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den Nettobarwerten aller ermittelten Einnahmen- und Kostenpositionen die Anteile abgeleitet, die in der VG Kandel als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

#### 3.2 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (IST-Zustand)

Basierend auf der in Kapitel 2 dargestellten Situation der Energieversorgung und -erzeugung wurden in der in der VG Kandel bis heute durch den Ausbau Erneuerbarer Energien rund 47 Mio. € an Investitionen ausgelöst. Davon sind ca. 39 Mio. € dem Bereich Stromerzeugung und jeweils rund 4 Mio. € den Bereichen Wärme sowie gekoppelte Erzeugung von Strom und

<sup>41</sup> Jährliche Verbrauchskosten im Strom-, Wärme und Verkehrsbereich nach aktuellen Marktpreisen bzw. nach gemittelten Werten des BMWi und C.A.R.M.E.N.

<sup>42</sup> Diese Werte können sowohl ökologischer als auch ökonomischer sowie soziokultureller Natur sein.<sup>42</sup>

Im Rahmen der Klimaschutzinitiative wird der Fokus in erster Linie auf die ökonomische Bewertung der Investitionsmaßnahmen gelegt. (vgl. Heck 2004, S. 5)

<sup>43</sup> Der Nettobarwert ist eine betriebswirtschaftliche Kennzahl der dynamischen Investitionsrechnung. Durch Abzinsung auf den Beginn der Investition werden Zahlungen vergleichbar gemacht, die innerhalb des Betrachtungszeitraumes zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen.

Wärme zuzuordnen. Einhergehend mit diesen Investitionen sowie durch den Betrieb der Anlagen entstehen Gesamtkosten in Höhe von ca. 81 Mio. €. Einnahmen und Kosteneinsparungen von rund 95 Mio. € stehen diesem Kostenblock gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung liegt, durch den bis heute installierten Anlagenbestand, bei rund 33 Mio. €.<sup>44</sup>

Alle Kosten- und Einnahmepositionen der oben genannten Sektoren und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung zeigt nachstehende Abbildung:

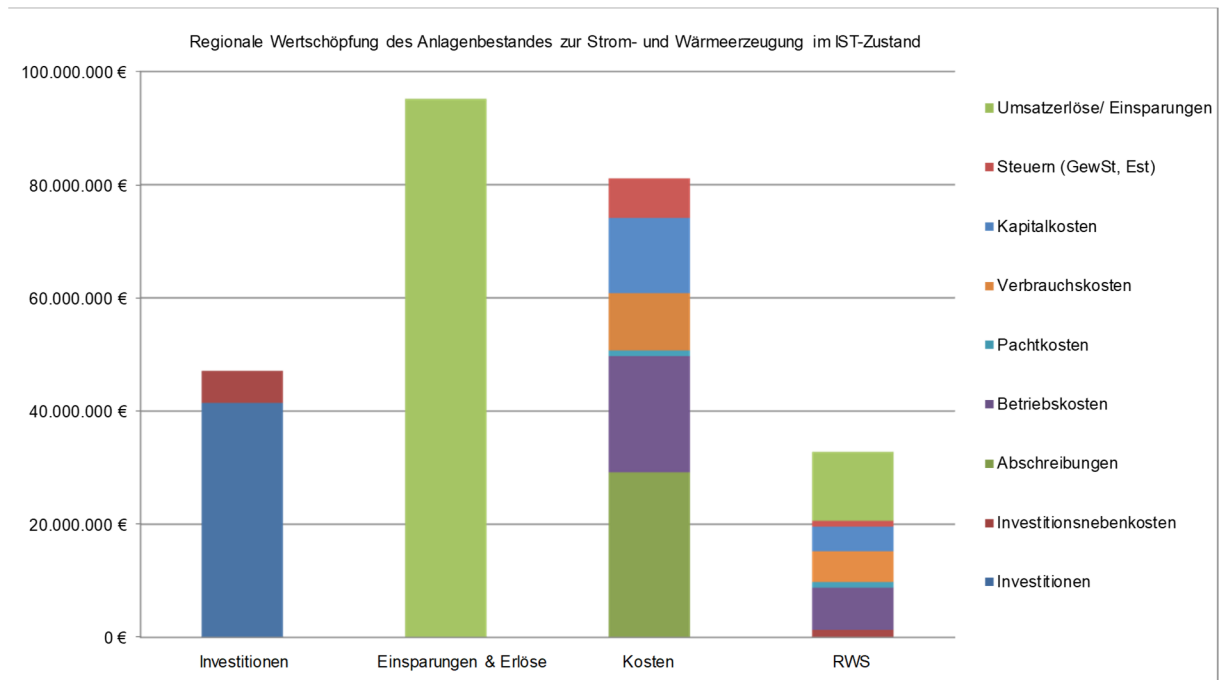


Abbildung 3-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im IST-Zustand

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs- und Kapitalkosten.

Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich der größte Beitrag aus den Betreibergewinnen, durch den Betrieb der erneuerbaren Energieanlagen. Darüber hinaus tragen im Wesentlichen die Betriebs-, die Verbrauchs- und Kapitalkosten zur Wertschöpfung im IST-Zustand bei.

Die Ermittlung der regionalen Wertschöpfung durch Erschließen von Energieeffizienzpotenzialen bleibt für die IST-Analyse unberücksichtigt, da entsprechende Daten nicht vorliegen und auf Annahmen an dieser Stelle verzichtet wird.<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit (bis zum Jahr 2030) berücksichtigt.

<sup>45</sup> Folglich wurde die Wertschöpfung im Effizienzbereich mit 0 € angesetzt.

### 3.3 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (IST-Zustand)

Werden die Bereiche Strom, Wärme und die gekoppelte Energieerzeugung losgelöst voneinander betrachtet, so wird deutlich, dass rund 69% der Gesamtwertschöpfung im IST-Zustand auf den Strombereich entfällt. Die Wertschöpfung beträgt im Strombereich ca. 23 Mio. €. Hierbei bilden im Wesentlichen die Betreibergewinne, durch die bisher installierten Photovoltaik- und Windkraftanlagen, die größte Wertschöpfungsposition. Daneben tragen die Kapital- und Betriebskosten wesentlich zur Wertschöpfung bei, da davon ausgegangen wird, dass die Finanzierung und die Installation, Wartung sowie Instandhaltung der installierten Anlagen teilweise durch regionale Banken/Finanzinstitute und Handwerker unterstützt werden kann. Dadurch kommt es zum Zufluss von geldwerten Mitteln, welche in der VG Kandel folglich als Mehrwert zirkulieren.

Im Wärmebereich wird eine Wertschöpfung von rund 6 Mio. € realisiert. Die größte regionale Wertschöpfung im Wärmebereich entfällt auf die Verbrauchskosten, da davon auszugehen ist, dass vermehrt regionale Energieträger zur Wärmeversorgung eingesetzt werden.<sup>46</sup> Als weitere wichtige Positionen sind auch im Wärmebereich die Betriebs- und Kapitalkosten zu nennen, sowie die Betreibergewinne durch die bisher installierten Anlagen, wie z. B. Holzheizungen, zu nennen. Die Diskrepanz zwischen vergleichsweise niedrigen Investitionskosten und dem regionalen Wertschöpfungsbetrag basiert im Wärmebereich auf der Gegenrechnung der regenerativen mit den fossilen Systemen. Folglich werden nur die reinen Nettoeffekte, d. h. der ökonomische Mehraufwand für das regenerative System, abgebildet.

Die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme hat einen Anteil von rund 4 Mio. € an der Wertschöpfung. In diesem Sektor basiert die Wertschöpfung hauptsächlich auf den Betriebs- und Verbrauchskosten der installierten Biogasanlagen. Die Besonderheit im IST-Zustand ist, dass die Kosten gegenüber den ausgelösten Einsparungen höher ausfallen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass in der Ausgangssituation nur stromseitige Erzeugungsdaten vorliegen. Im IST-Zustand stehen bzgl. erzeugter Wärmemenge keine Daten zur Verfügung und auf Annahmen wurde an dieser Stelle verzichtet. D. h. würden Daten zur erzeugten Wärmemenge vorliegen, so würde sich die Summe der Einsparungen erhöhen und folglich die ausgewiesene Kostensumme marginal übersteigen. Damit einhergehend würde sich ferner die Wertschöpfung erhöhen.

Bei der Regionalen Wertschöpfung wird davon ausgegangen, dass die eingesetzten Geldmittel, zumindest zum Teil, in der Region verbleiben. Das ist auf die Annahme zurückzuführen, dass die VG die benötigten Ressourcen in Teilen selbst stellen kann.

<sup>46</sup> Nachhaltige Energieversorgungssysteme, z. B. Holzheizungen.

Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

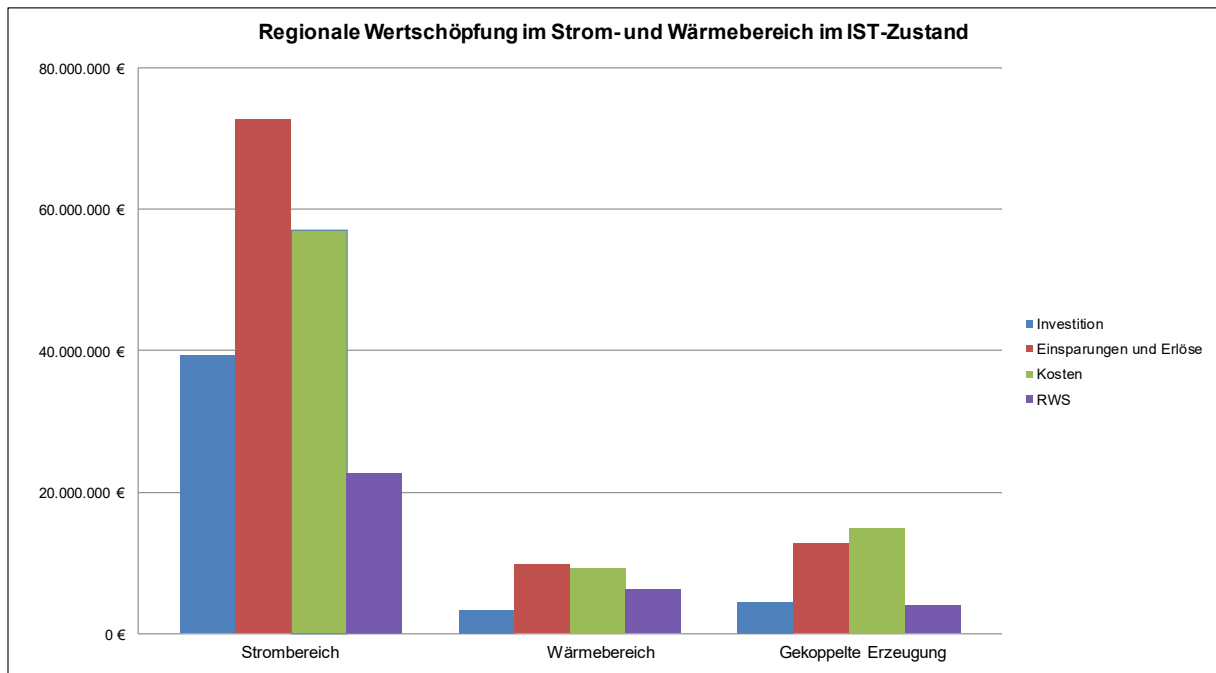


Abbildung 3-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand

## 4 Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz

### 4.1 Energieeinsatz der privaten Haushalte

#### 4.1.1 Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich

Um die Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte im Wärmebereich ermitteln zu können, wurde zunächst der derzeitige Wärmeverbrauch der privaten Haushalte auf Grundlage von Realdaten (z.T. Energieverbräuche) sowie statistischer Daten berechnet. Die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse werden nachstehend beschrieben. Die hier ermittelten Werte fließen in die Ist-Bilanz in Kapitel 2 ein.

In der Verbandsgemeinde Kandel befinden sich zum Jahr 2017 insgesamt 4.883 Wohngebäude mit einer Wohnfläche von ca. 881.000 m<sup>2</sup>.<sup>47</sup> Die Gebäudestruktur teilt sich in 76% Einfamilienhäuser, 15% Zweifamilienhäuser und 9% Mehrfamilienhäuser. Zur Ermittlung des jährlichen Wärmeverbrauches wurden die Gebäude und deren Gesamtwohnfläche statistisch in Baualtersklassen im Wohngebäudebestand eingeteilt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick des Wohngebäudebestandes (nach Baualtersklassen unterteilt).

Tabelle 4-1: Wohngebäudebestand nach Baualtersklassen<sup>48</sup>

| Baualtersklasse | Prozentualer Anteil | Wohngebäude nach Altersklassen | Davon Ein- und Zweifamilienhäuser | Davon Mehrfamilienhäuser |
|-----------------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| bis 1918        | 13%                 | 640                            | 584                               | 55                       |
| 1919 - 1948     | 7%                  | 356                            | 325                               | 31                       |
| 1949 - 1978     | 39%                 | 1.920                          | 1.754                             | 166                      |
| 1979 - 1994     | 23%                 | 1.121                          | 1.024                             | 97                       |
| 1995 - 2001     | 9%                  | 438                            | 400                               | 38                       |
| 2002 - Heute    | 8%                  | 408                            | 373                               | 35                       |
| <b>Gesamt</b>   | <b>100%</b>         | <b>4.883</b>                   | <b>4.460</b>                      | <b>423</b>               |

Je nach Baualtersklasse weisen die Gebäude einen differenzierten Heizwärmebedarf (HWB) auf. Um diesen zu bewerten, wurden folgende Parameter innerhalb der Baualtersklassen angelegt.

<sup>47</sup> Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2018

<sup>48</sup> <https://ergebnisse.zensus2011.de/>

Tabelle 4-2: Jahreswärmebedarf der Wohngebäude nach Baualtersklassen<sup>49</sup>

| Baualtersklasse | HWB EFH/ZFH<br>kWh/m <sup>2</sup> | HWB MFH<br>kWh/m <sup>2</sup> |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| bis 1918        | 178                               | 155                           |
| 1919 - 1948     | 155                               | 166                           |
| 1949 - 1978     | 157                               | 136                           |
| 1979 - 1994     | 123                               | 117                           |
| 1995 - 2001     | 94                                | 93                            |
| 2002 - Heute    | 75                                | 40                            |

Die Struktur der bestehenden Heizungsanlagen wurde auf der Grundlage des Zensus von 2011 sowie des Mikrozensus von 2014 ermittelt. Insgesamt existieren 4.641 Primärheiz- und 2.360 Sekundärheiz- (z. B. Holzeinzelöfen). Für die regenerative Wärmeerzeugung wurden bisher durch das Marktanreizprogramm 49 Wärmepumpen sowie Biomasseanlagen mit einer Leistung von insgesamt 3.072 kW und Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von 4.052 m<sup>2</sup> gefördert.<sup>50</sup>

Die Verteilung der Heizungsanlagen ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 4-3: Aufteilung der Primär- und Sekundärheiz- auf die einzelnen Energieträger<sup>51</sup>

| Primärheiz-   |              | Sekundärheiz- |              |
|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Energieträger | Anzahl       | Energieträger | Anzahl       |
| Öl            | 1.821        | Öl            | 633          |
| Gas           | 2.620        | Gas           | 1.061        |
| Fernwärme     |              | Strom         | 93           |
| Wärmepumpen   | 49           | Kohle         | 0            |
| Holz          | 151          | Holz          | 74           |
| <b>Summe</b>  | <b>4.641</b> | Solarthermie  | 499          |
|               |              | <b>Summe</b>  | <b>2.360</b> |

Wird die Unterteilung des Wohngebäudebestandes nach Baualtersklassen mit den Kennzahlen des Jahresheizwärmebedarfs aus Tabelle 4-2 und den einzelnen Wirkungsgraden der unterschiedlichen Wärmeerzeuger kombiniert, ergibt sich ein gesamter Heizwärmeverbrauch der privaten Wohngebäude von derzeit 112.346 MWh/a.<sup>52</sup>

Aus den ermittelten Daten lässt sich das Alter der Heizungsanlagen bestimmen. Hier ist zu erkennen, dass ca. 65% der Heizungsanlagen älter als 20 Jahre sind und somit in den nächsten Jahren ausgetauscht werden sollten. Werden diese 2.868 Anlagen gegen neue, effiziente Heizungsanlagen ausgetauscht, können insgesamt ca. 4.400 MWh eingespart werden.<sup>53</sup>

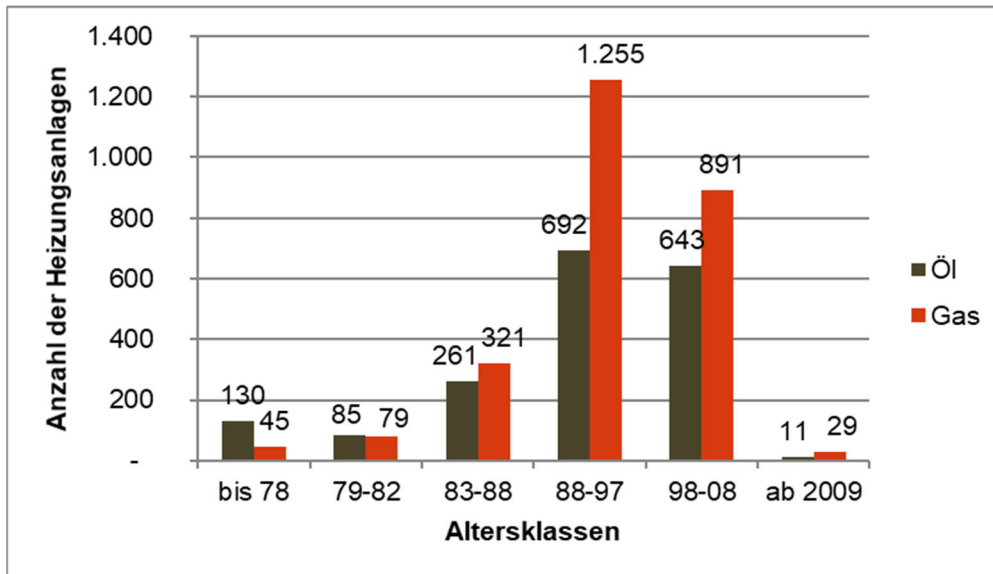
<sup>49</sup> Vgl. Deutsche Wohngebäudetypologie, IWU 2015, S. 147ff

<sup>50</sup> Vgl. Webseite Biomasseatlas, Webseite Solaratlas, Webseite Wärmepumpenatlas

<sup>51</sup> <https://ergebnisse.zensus2011.de/>; Mikrozensus – Zusatzerhebung 2010 Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Bewohnte Wohnungen nach überwiegender Beheizungsart und überwiegender Energieart der Beheizung

<sup>52</sup> Inkl. Stromverbrauch für Wärmepumpen

<sup>53</sup> Der Wirkungsgrad der alten Ölheizungen liegt bei 90%, bei den Gasheizungen bei 92%. Für den Austausch wurde ein Wirkungsgrad von 98% angenommen (Austausch gegen neue Brennwertheizung mit dem gleichen Energieträger wie die alte Heizung).

Abbildung 4-1: Verteilung der Heizungsanlagen in den Altersklassen<sup>54</sup>

Aufbauend auf diesem ermittelten Wert wird in der nachstehenden Grafik aufgezeigt, wo und zu welchen Anteilen die Wärmeverluste innerhalb der bestehenden Wohngebäude auftreten.

Abbildung 4-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude<sup>55</sup>

Wird die obere Abbildung im Kontext mit der IWU-Studie betrachtet, in der ermittelt wurde, dass bundesweit im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser, die vor 1978 errichtet wurden, erst bei 26,5% der Gebäude die Außenwände, bei 52,3% die oberste Geschossdecke bzw. die Dachfläche, bei 12,4% die Kellergeschossdecke und erst bei ca. 10% der Gebäude die

<sup>54</sup> Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk in Rheinland-Pfalz: Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2012, S.14

<sup>55</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an FIZ Karlsruhe

Fenster nachträglich gedämmt bzw. ausgetauscht wurden, ist ein großes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung zu erreichen.<sup>56</sup> Neben dem Einsatz von effizienter Heizungs-technik wird durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Heizwärmebedarf reduziert. Die erzielbaren Einsparungen liegen je nach Sanierungsmaßnahme zwischen 45 und 75%. Große Einsparpotenziale ergeben sich durch die Dämmung der Gebäude. Je nach Baualtersklasse, Größe des Hauses und Umfang der Sanierungsmaßnahmen sowie individuellen Nutzerverhaltens sind die Einsparungen unterschiedlich.

#### Szenario bis 2050 privater Haushalte im Wärmebereich

Für das Szenario wurde eine Sanierungsquote von 2,5% angesetzt. Das entspricht der Sanierung von 89 Gebäuden pro Jahr. Durch die Minderung des Energiebedarfs und dem altersbedingten Austausch der Heizungsanlagen bis zum Jahr 2050 ergibt sich folgendes Szenario für den Wärmeverbrauch:

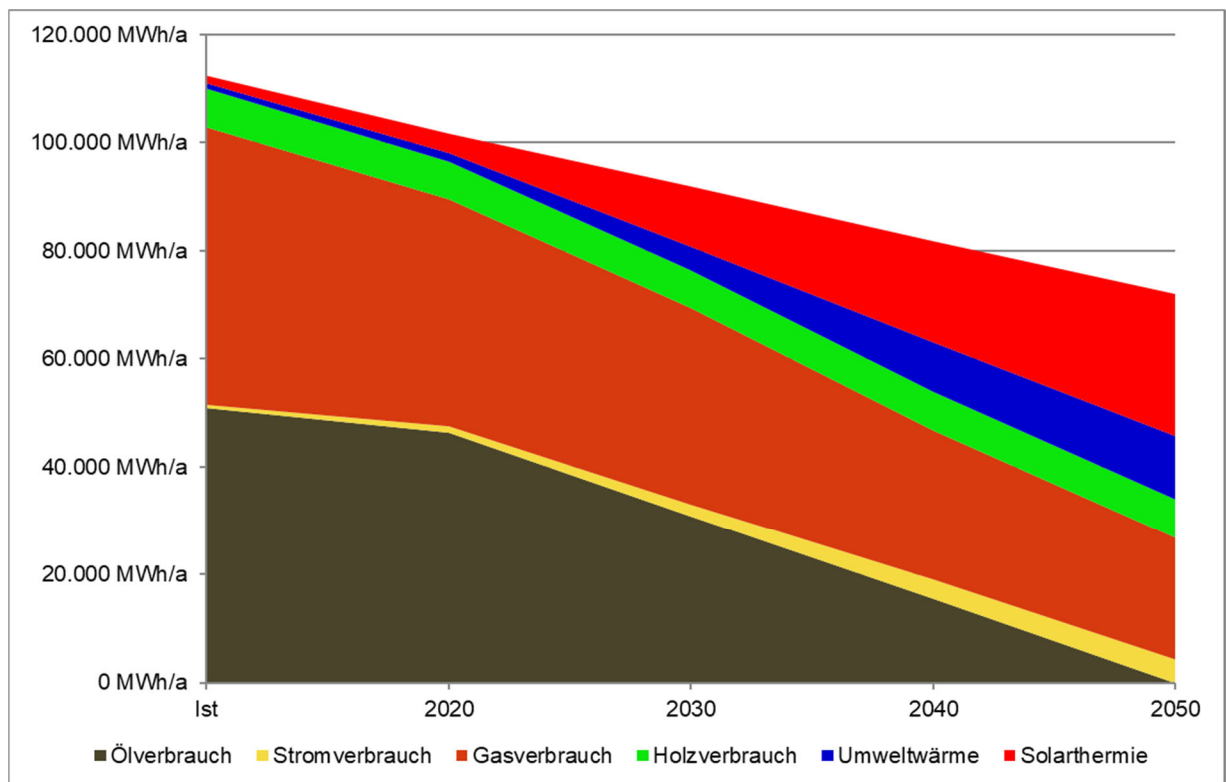


Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050

Demzufolge reduziert sich der jährliche Gesamtwärmebedarf im Gebäudebereich bis zum Jahr 2050 auf etwa 72.000 MWh. Neben den Öl- und Gasheizungen wurden noch die Energieerträge aus dem jährlichen Zubau des Solarpotenzials und den Wärmegewinnen der Wärmepumpen (Umweltwärme) sowie die regional ermittelten Potenziale regenerativer Energien zur Abdeckung des Wärmebedarfs eingerechnet.

<sup>56</sup> Vgl. IWU, Datenbasis Gebäudebestand, 2010, S. 44f

Neben der Sanierung der Gebäudesubstanz (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) müssen bis zum Jahr 2050 auch die Heizungsanlagen ausgetauscht werden. Aufgrund der steigenden Energiepreise für fossile Brennstoffe und der Möglichkeit zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde im Szenario auf einen verstärkten Ausbau regenerativer Energieträger geachtet. Zusätzlich wurde die VDI 2067 berücksichtigt, woraus hervorgeht, dass Wärmeerzeuger mit einer Laufzeit von 20 Jahren anzusetzen sind, sodass diese innerhalb des Szenarios entsprechend ausgetauscht werden.

Im Szenario werden ab 2020 für die auszutauschenden und neu zu installierenden Wärmeerzeuger im Rahmen der vorhandenen Potenziale Heizungsanlagen mit regenerativer Energieversorgung eingesetzt.

Zum einen können Holzbrennstoffe zur Wärmebereitstellung dienen, dabei empfehlen sich hocheffiziente Holzvergaser-, Pellet- oder Hackschnitzelkessel. Des Weiteren bieten sich Wärmepumpen an, welche Umweltwärme oder oberflächennahe Geothermie nutzen. Auch der Ausbau des Solarthermie-Potenzials trägt zur Wärmeerzeugung bei.

Da die Potenziale erneuerbarer Energieträger begrenzt sind, wird voraussichtlich auch zukünftig ein bedeutender Anteil Erdgasheizungen eingesetzt. Zunehmend bieten sich dabei Gas-Mikro-BHKW (stromerzeugende Heizungen) an, welche den eingesetzten Brennstoff hocheffizient nutzen und damit die Treibhausgasemissionen reduzieren. Zudem bietet sich auf Basis des bestehenden Gasnetzes die Chance „grünes Methan“ einzusetzen, welches im regionalen Umland aus Biogas oder erneuerbarer Elektroenergie (Power to gas) erzeugt werden kann.

Für die Wärmeversorgung kann darüber hinaus über die Errichtung eines oder mehrerer Nahwärmenetze nachgedacht werden. Wird die Nahwärme auch an private Haushalte angeboten, kann der Energieträger zentral und effizient eingesetzt werden und es bietet sich eine gezielte Umstellung der Heizenergieträger für mehr Klimaschutz und regionale Wertschöpfung.

#### **4.1.2 Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Strombereich**

Die privaten Haushalte haben im Bilanzierungsjahr einen Stromverbrauch von ca. 34.300 MWh/a (vgl. Kapitel 2). Dieser teilt sich wie in der folgenden Abbildung dargestellt auf (vgl. Abbildung 4-4). Für die privaten Haushalte der Verbandsgemeinde Kandel wurden die einzelnen Teilwerte nicht spezifisch berechnet. Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf eine durchschnittliche Aufteilung nach der WWF-Studie.

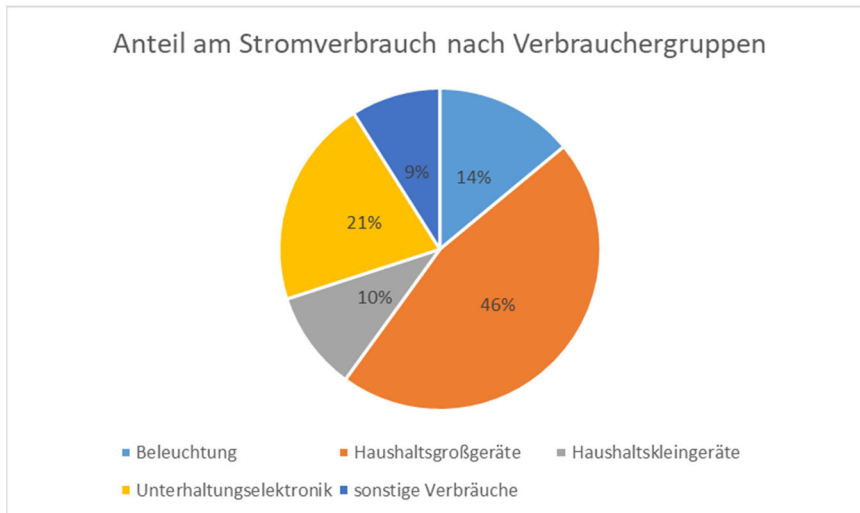


Abbildung 4-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland<sup>57</sup>

Die Haushaltsgroßgeräte wie Kühlschrank, Waschmaschine und Spülmaschine machen hier den größten Anteil aus, da sie viele Betriebsstunden bzw. große Anschlussleistungen aufweisen.

Einsparungen können durch den Austausch alter Geräte gegen effiziente Neugeräte erfolgen. Hierbei hilft die EU Verbrauchern durch das EU-Energie-Label. Das Label bewertet den Energieverbrauch eines Gerätes auf einer Skala. Neben dem Energieverbrauch informiert das Label über das herstellende Unternehmen und weitere technische Kennzahlen wie den Wasserverbrauch, den Stromverbrauch oder die Geräuschemissionen.

Laut der WWF-Studie lässt sich der Stromverbrauch um 26 % reduzieren. Eine genaue Ermittlung der Einsparpotenziale ist nicht möglich, da keine spezifischen Verbrauchswerte ermittelt werden konnten. Der Strombedarf der privaten Haushalte kann demnach bis zum Jahr 2050 auf ca. 25.400 MWh im Jahr sinken.

## 4.2 Energieeinsatz GHD/I

Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie (GHD/I) hatte im Jahr 2017 einen Energiebedarf an Strom und Wärme von ca. 12.700 MWh. Die Berechnungen zur Energieeffizienz erfolgen anhand der Kennzahlen der WWF-Studie, da keine spezifischen Werte für die Verbandsgemeinde Kandel ermittelt werden konnten.

Die Verteilung der Energie im GHD/I-Sektor wird wie folgt eingesetzt.

<sup>57</sup> Ohne elektrische Wärmeerzeugung.

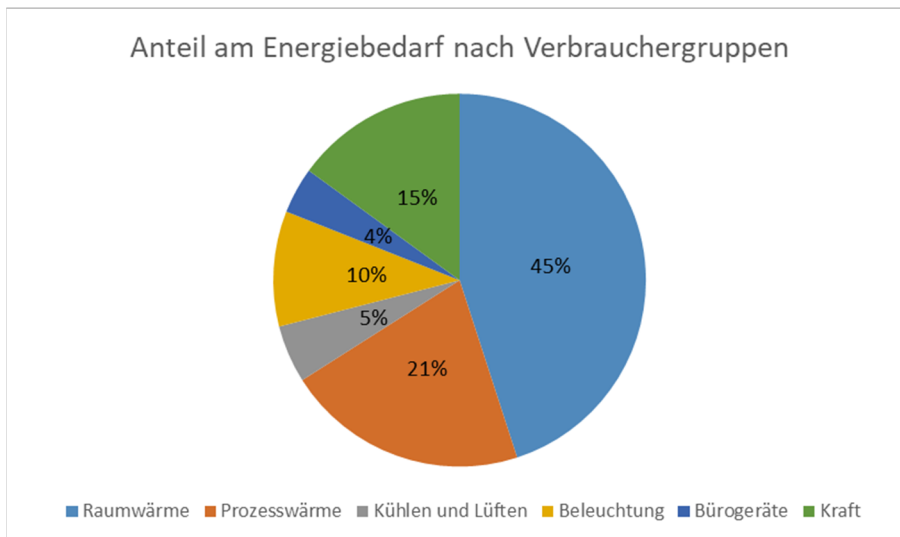


Abbildung 4-5: Anteile Nutzenergie am Energiebedarf im Bereich GHD/I; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland

#### 4.2.1 Effizienz- und Einsparpotenziale GHD/I im Wärmebereich

Den größten Anteil hat auch im GHD/I-Sektor die Wärmeerzeugung mit der Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme. Dies liegt an den zum GHD/I-Sektor zugehörigen Branchen mit einem hohen Wärmebedarf wie Gesundheits- und Unterrichtswesen sowie der öffentliche Sektor mit Krankenhäusern, Altenheimen, Schulen und Verwaltungsgebäuden. Diese haben im Gegensatz zu Handels- und Handwerksbetrieben einen hohen Raumwärmebedarf. Die Senkungspotenziale liegen in der energetischen Sanierung der Gebäude analog zu den privaten Haushalten. Allerdings geht die WWF-Studie davon aus, dass hier durch den steigenden Anteil an Energiekosten für öffentliche Gebäude, Schulen und Krankenhäuser Sanierungsaktivitäten schneller stattfinden als im privaten Bereich. Die Sanierungs- und Neubaurate liegt heute in diesem Sektor im Vergleich zu Wohngebäuden wesentlich höher (3%/a).<sup>58</sup> Dadurch setzen sich neue Baustandards (EnEV) schneller durch, womit auch der spezifische Energieverbrauch dieser Gebäude auf 83 kWh/m<sup>2</sup> im Jahre 2030 gesenkt werden kann.<sup>59</sup> Der Wärmebedarf kann bis 2050 um fast 70 % gesenkt werden, wobei der Raumwärmebedarf in einzelnen Bereichen um über 90 % gesenkt werden kann. Diese Einsparungen werden durch die Umsetzung der gleichen Maßnahmen erreicht, z. B. durch die Dämmung der Gebäudehüllen, wie sie für die privaten Haushalte angenommen werden.

Durch die Realisierung der Einsparpotenziale könnte der Bedarf für Wärme im Bereich GHD/I von ca. 6.000 MWh auf etwa 1.900 MWh gesenkt werden.

<sup>58</sup> Vgl. Ifeu et al. 2011: S. 53.

<sup>59</sup> Vgl. Ifeu et al. 2011: S. 53.

#### 4.2.2 Effizienz- und Einsparpotenziale GHD im Strombereich

Der Sektor GHD/I benötigt jährlich ca. 6.600 MWh Strom. Der Verbrauch setzt sich zusammen aus den Bedarfen für Bürogeräte, Beleuchtung und Strom für Anlagen und Maschinen. Durch den Einsatz effizienterer Maschinen und Bürogeräte können 11,5 % eingespart werden. Diese geringen Einsparpotenziale resultieren aus der Verrechnung mit dem steigenden Strombedarf für Kühlen und Lüften. In dem Bereich Beleuchtung, Bürogeräte und Strom für Anlagen liegen die Einsparungen bei ca. 50 %. Bei der Beleuchtung können neben dem Einsatz von LED-Lampen auch durch die Optimierung der Beleuchtungsanlage und durch den Einsatz von Spiegeln und Tageslicht der Stromverbrauch reduziert werden. Durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen kann der Stromverbrauch auf etwa 5.400 MWh bis 2050 verringert werden.

Die gesamten Wärme- und Stromeinsparungen liegen bei ca. 20 %. Allerdings unterscheiden sich die einzelnen Branchen stark. Besonders hoch sind die Einsparpotenziale in den Bereichen Gesundheitswesen, Unterrichtswesen und öffentliche Verwaltung. Durch den hohen Wärmebedarf im Gesundheitswesen können Einsparungen von über 60 % realisiert werden. Beim Unterrichtswesen und der öffentlichen Verwaltung liegen die Einsparungen sogar bei fast 72 bzw. 66 %.

In der Summe kann der Energiebedarf bis 2050 im Bereich GHD/I um ca. 5.400 MWh reduziert werden.

#### 4.3 Energieeinsatz der Verbandsgemeinde Kandel

Neben den Berechnungen für die privaten Wohngebäude, welche erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben, wurden auch die verbandsgemeindeeigenen Liegenschaften auf Ihre Energieeffizienz hin untersucht. Dazu wurden bei der Verbandsgemeinde Daten zum Heizenergieverbrauch und den beheizten Gebäudeflächen abgefragt. In die Betrachtung sind nur Gebäude eingeflossen, von denen die notwendigen Daten zur Verfügung standen.

Der Gesamtwärmeverbrauch der 57 kommunalen Liegenschaften beträgt 3.452 MWh im IST-Zustand und verteilt sich auf die einzelnen Energieträger wie folgt:

Tabelle 4-4: Aufteilung der Verbräuche auf die einzelnen Energieträger

| Energieträger | Verbrauch in MWh |
|---------------|------------------|
| Erdgas        | 2.981            |
| Heizöl        | 253              |
| Holzpellets   | 129              |
| Wärmepumpe    | 46               |
| Strom         | 43               |
| <b>Gesamt</b> | <b>3.452</b>     |

In den folgenden Abbildungen werden die spezifischen Verbrauchskennwerte der Gebäude für Wärme und Strom (in kWh/m<sup>2</sup>\*a) den Vergleichswerten der EnEV 2014 gegenübergestellt. Hierbei wird auf der horizontalen Achse die prozentuale Abweichung im Wärmebereich und auf der vertikalen Achse die prozentuale Abweichung im Strombereich dargestellt. Die Größe der Kreise stellt den prozentualen Anteil des Energieverbrauchs der Gebäude am Gesamtenergieverbrauch der dargestellten Gebäude dar.

Die Wärmeverbräuche wurden außerdem witterungsbereinigt und beziehen sich auf die berechneten Nutzflächen der jeweiligen Gebäude. Nutzerverhalten oder Belegungszeiten der Gebäude werden in der Betrachtung nicht berücksichtigt.

Gebäude, die sich im rechten oberen Bereich befinden, weisen sowohl einen erhöhten Strom- als auch Wärmeverbrauch, verglichen mit den Kennwerten, auf. Gebäude, die unten rechts eingeordnet sind haben einen erhöhten Wärmeverbrauch, der Stromverbrauch liegt unter dem Kennwert. Dagegen liegen die Gebäude oben links unter dem Kennwert für Wärme, haben aber einen erhöhten Stromverbrauch. Bei den Gebäuden im unteren linken Bereich ist sowohl der Strom- als auch der Wärmeverbrauch niedriger als der entsprechende Kennwert.

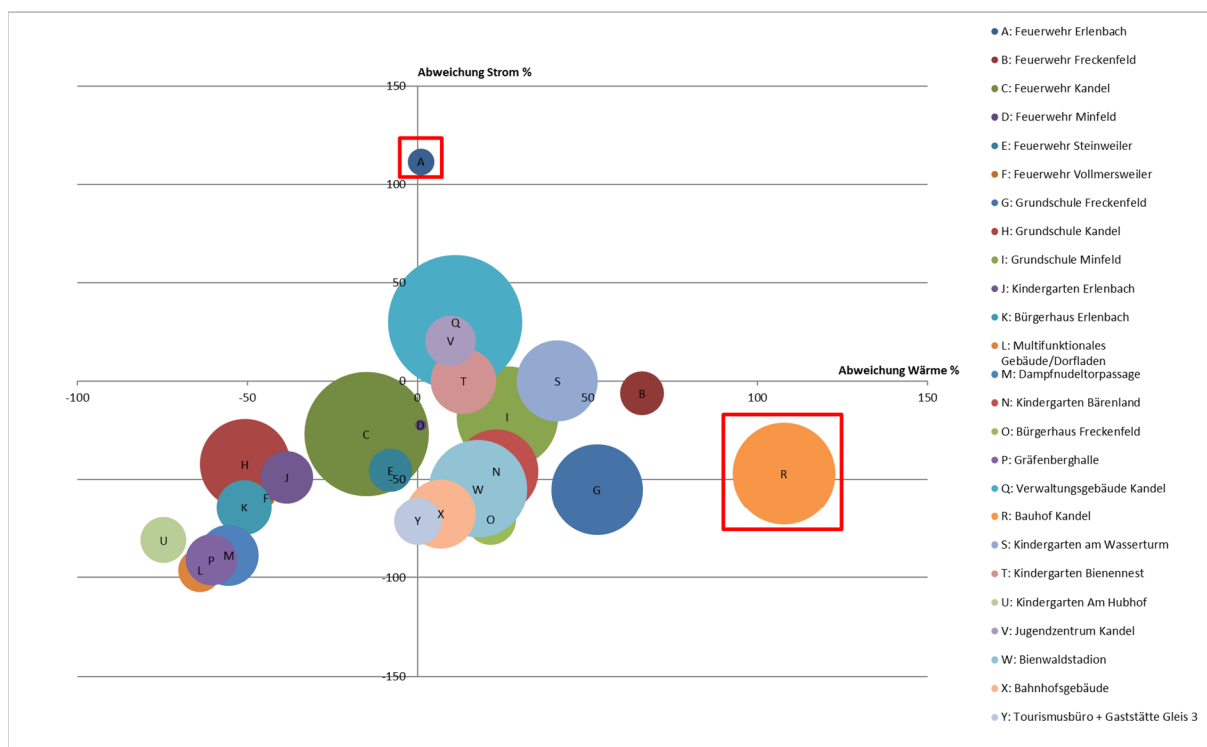


Abbildung 4-6: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude – Teil 1

Die Gebäude, die sich innerhalb der roten Umrandung befinden, weisen besonders hohe Abweichungen verglichen mit den Kennwerten auf.

- Feuerwehr Erlenbach (A): Deutlich erhöhter Stromverbrauch
- Bauhof Kandel (R): Erhöhter Wärmeverbrauch

Der erhöhte Stromverbrauch der Feuerwehr Erlenbach könnte durch die Beheizung mit einer Elektroheizung von 1986 zustande kommen. Für den Bauhof ist bereits ein Neubau geplant.

Das Gebäude sollte einer genaueren energetischen Untersuchung unterzogen werden, um die Ursache für den erhöhten Verbrauch herauszufinden und die Einsparpotenziale zu konkretisieren.

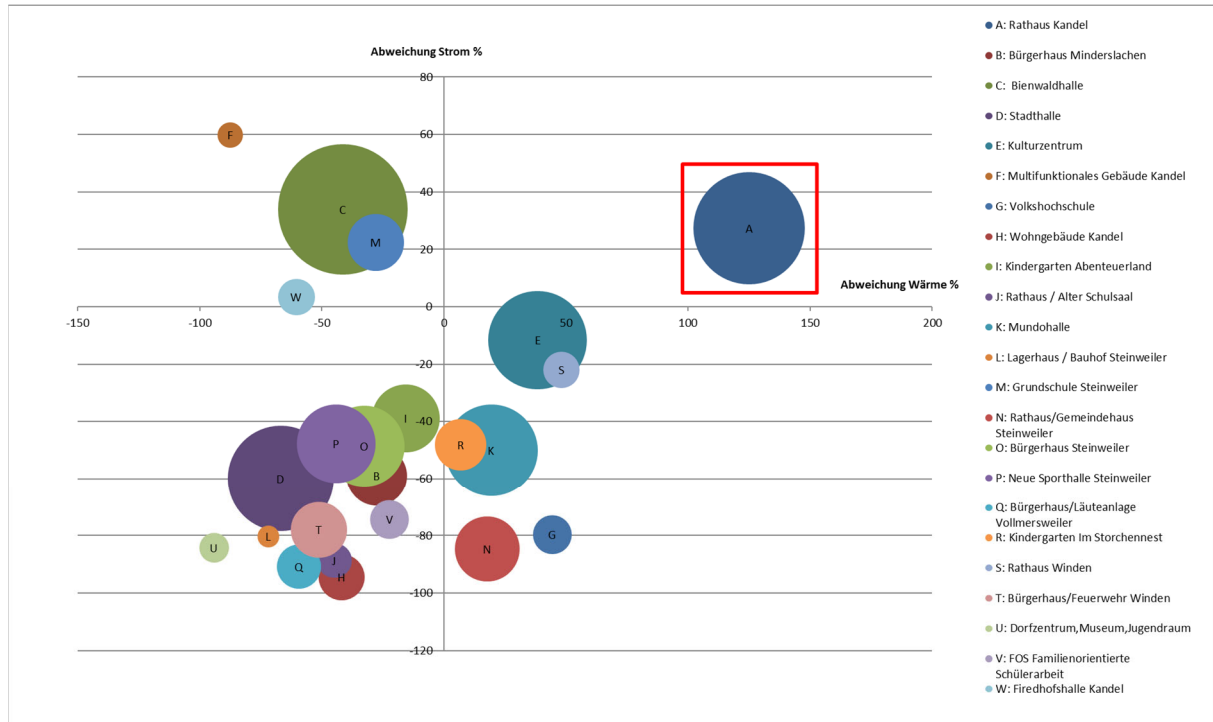


Abbildung 4-7: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude – Teil 2

Wie aus der Abbildung zu entnehmen ist, weist das Rathaus Kandel einen erhöhten Wärmeverbrauch auf. Das Gebäude sollte einer genaueren energetischen Untersuchung unterzogen werden, um die Einsparpotenziale zu quantifizieren.

Diese sollten in einem genaueren Untersuchungsverfahren betrachtet werden, um konkrete Sanierungsempfehlungen erarbeiten zu können, hierzu besteht eine Förderung im Rahmen der Klimaschutzinitiative Förderschwerpunkt „Energiemanagementsysteme“. Innerhalb einer detaillierteren Betrachtung könnten dann die maximalen Einsparpotenziale, die mögliche CO<sub>2</sub>-Reduktion sowie die Investitionen erhoben werden. Durch eine Priorisierung z. B. aufgrund der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme, kann mit den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln der größtmögliche Nutzen ermittelt werden.

Eine energetische Sanierung dieser Liegenschaften ist voraussichtlich mit monetären Vorteilen für den Betreiber der Gebäude verbunden. Dazu sollte immer im Voraus einer Sanierung eine umfassende Energieberatung nach DIN V 18599 durchgeführt werden. Bei langfristiger Nutzung der Gebäude ist es immer sinnvoll umfassende energetische Sanierungsmaßnahmen

durchzuführen, eine Entscheidung für oder wider eine Sanierungsmaßnahme sollte auf Basis der Lebenszykluskosten getroffen werden.

#### **4.4 Energieeinsatz Verkehrssektor**

Die Entwicklung von Mobilitätsformen und insbesondere Mobilitätstechnologien ist in den letzten Jahren durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Dazu beigetragen hat nicht zuletzt der enorme Bedeutungsgewinn moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, die sogenannte Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft, mit denen sich große Chancen für die Etablierung neuer bzw. alternativer Mobilitätsformen ergeben. Möglich werden hierdurch u.a. flexiblere Bedienformen des öffentlichen Verkehrs, gerade auch in ländlichen Räumen, aber auch neuartige Mobilitätsangebote, wie z.B. das Carsharing stoßen immer mehr auf zunehmendes Interesse.

Getrieben von der Energie-, Klimaschutz- und Umweltpolitik sind in den letzten Jahren auch wichtige Innovationen auf dem Gebiet der Mobilitätstechnologien, speziell der Antriebstechnologien, auf den Markt gekommen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Elektromobilität mit batteriebetriebenen elektrischen Motoren zu. Als Übergangstechnologie wird die Hybrid-Motorentchnik betrachtet, bei der sich Verbrennungs- und Elektromotoren zu einem kombinierten Antriebsblock gegenseitig ergänzen

Die neuen Formen und Technologien einer intelligenten und nachhaltigen Mobilität stoßen auf regional unterschiedliche Entwicklungen der Mobilitätsnachfrage und des Verkehrsaufkommens, die neben den überregionalen Relationen und dem Transitverkehr vor allem auch in der divergierenden Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung von Verdichtungsregionen und ländlichen Räumen begründet sind. Das regionale Verkehrsaufkommen und die Verkehrsmittelwahl hängen dabei deutlich von den Siedlungsdichten sowie den Erreichbarkeiten von Arbeitsplätzen und zentralen Versorgungseinrichtungen mit den Mitteln des öffentlichen und des Individualverkehrs ab.

Das im Folgenden dargestellte Entwicklungsszenario für den Verkehrssektor wurde durch IfaS entwickelt, unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Studien und politischer Zielformulierungen. Im Rahmen des vorliegenden Konzepts wird das Entwicklungsszenario, analog zur Ist-Analyse, für den Motorisierten Individualverkehr und für den Straßengüterverkehr dargestellt. Im Wesentlichen kommen dabei die folgenden Annahmen/Parameter zum tragen:

- Stetige Weiterentwicklung der effizienteren Technik bei Verbrennungsmotoren, welche Einsparungen im Kraftstoffverbrauch und darauf abgeleitet einen geringeren Energiebedarf zur Folge haben. Immer mehr Hersteller bieten zu ihren „Standardmodellen“ sparsamere Varianten oder sogenannte „Eco-Modelle“ an. Diese zeichnen sich durch

ein geringeres Gewicht, kleinere Motoren mit niedrigem Hubraum und Turboaufladung aus.<sup>60</sup>

- Ebenso werden Effizienzgewinne durch die Hybrid-Technologie erzielt. Ein effizienter Elektromotor<sup>61</sup> unterstützt den konventionellen Verbrennungsmotor, welcher dann öfter im optimalen Wirkungsgradbereich betrieben werden kann.<sup>62</sup> Durch eine stetige Weiterentwicklung dieser Technologie wird in Zukunft mit Plug-In-Hybriden<sup>63</sup> und Range Extender<sup>64</sup> im Portfolio der Automobilhersteller zu rechnen sein. Diese Fahrzeuge werden in der Lage sein, kurze Strecken rein elektrisch zu fahren und bei Bedarf auf einen Verbrennungsmotor zurückgreifen.
- Entwicklung der Neuzulassungsstruktur: Zunehmende Substitution von Verbrennungsmotoren durch effizientere Elektroantriebe, d. h. die derzeitigen Benzin- und Dieselfahrzeugbestände werden sukzessive durch Elektrofahrzeuge und Hybridfahrzeuge ersetzt.<sup>65</sup> Dadurch kann eine hohe Energieeinsparung erzielt werden.
- Der Automobilmarkt und das Verkehrsaufkommen im Betrachtungsraum bleiben konstant.
- Für den Straßengüterverkehr wird angenommen, dass ebenfalls Effizienzgewinne durch Technologiefortschritte bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen verzeichnet werden können. Es wird des Weiteren davon ausgegangen, dass die konventionellen Motoren dort länger im Einsatz bleiben werden. Außerdem wird angenommen, dass ab dem Jahr 2030 rund 5% der Jahresfahrleistung auf die Schiene verlagert werden können.<sup>66</sup>
- Darüber hinaus wird der Einsatz von klimaneutralen Treibstoffen, anstelle von fossilen Treibstoffen in den Fahrzeugarten vermehrt Einzug halten.

Unter Berücksichtigung der zuvor genannten Annahmen, kann eine Energieeinsparung bis zum Jahr 2050 in Höhe von bis zu 56% realisiert werden. Das energieseitige Entwicklungsszenario für den Verkehrssektor bis zum Zieljahr 2050 stellt sich dabei wie folgt dar:

<sup>60</sup> Vgl. Website Ingenieur.de.

<sup>61</sup> Elektromotoren sind aufgrund ihres Wirkungsgrades von max. 98% effizienter gegenüber Verbrennungsmotoren. (Energieeffizienz und Ökodesignrichtlinie (Memento vom 18. Oktober 2011 im Internet Archive), Website dena

<sup>62</sup> Anfallende Überschussenergie und kinetische Energie, die zumeist bei Bremsvorgängen entsteht, wird zum Laden des Akkumulators genutzt.

<sup>63</sup> Bei dem Plug-In-Hybriden handelt es sich um einen Hybriden, der über einen direkt per Stromkabel beladbaren Akku verfügt.

<sup>64</sup> Bei einem Range Extender dient der Verbrennungsmotor nur als Generator zum Aufladen des Akkus und nicht als Antrieb.

<sup>65</sup> Vgl. Website Der Tagesspiegel.

<sup>66</sup> Vgl. UBA 2016

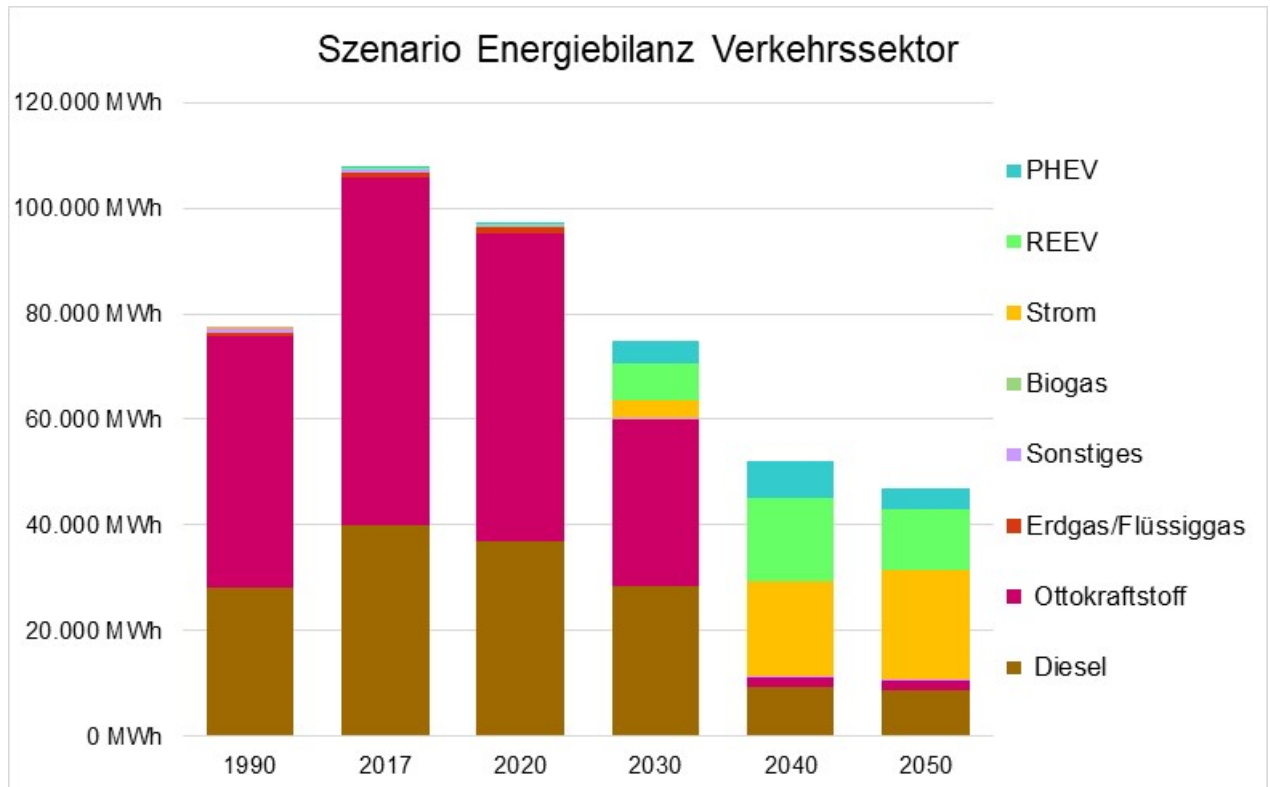


Abbildung 4-8: Energiebilanz des Verkehrssektors im Zeitverlauf

Für den Verkehrssektor kann bis 2030 bereits eine Reduktion des Energiebedarfes in Höhe von ca. 30% gegenüber dem Jahr 2017 prognostiziert werden. Somit ist zu diesem Zeitpunkt mit einem gesamten jährlichen Energieeinsatz von ca. 75.000 MWh zu rechnen.

Dieser Trend wird sich in den Folgejahren fortsetzen, sodass der Endenergieeinsatz bis zum Jahr 2050 auf jährlich rund 47.000 MWh/a fällt. Dies entspricht einer Reduktion von insgesamt ca. 56% gegenüber dem Jahr 2017.

## 5 Potenziale zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien

Im folgenden Abschnitt werden die Potenziale eruiert, die sich aus den verfügbaren erneuerbaren Energien in der Verbandsgemeinde ergeben.

### 5.1 Wasserkraftpotenziale

Der natürliche Wasserkreislauf auf der Erde nutzt die Sonne als „Motor“, denn die Wärme der Sonne verdunstet das Wasser, welches als Niederschlag zurück auf die Erde gelangt. Durch Höhenunterschiede im Gelände strebt das Wasser der Erdanziehungskraft folgend tiefer gelegenen Punkten im Gelände zu, bis es schließlich das Meer erreicht. Wasserkraftwerke machen sich die auf dem Weg des Wassers entstehende potenzielle Energie zunutze. Diese potenzielle Energie wurde schon in einem Zeitalter weit vor der Industrialisierung, bspw. über einfache Wasserräder in Wassermühlen, genutzt. Heute wird zur Nutzung der Wasserkraft die kinetische und die potenzielle Energie des Wassers mittels Turbinen in Rotationsenergie, welche zum Antrieb von Maschinen oder Generatoren gebraucht wird, umgewandelt. Durch neue Technologien, wie z. B. die Wasserkraftschnecke oder das Wasserwirbelkraftwerk, können in der heutigen Zeit auch kleinere Gewässer zur Erzeugung von Strom genutzt werden.

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes für die Verbandsgemeinde Kandel werden mögliche Standorte an Gewässern 1. und 2. Ordnung sowie der Klarwasserablauf von Kläranlagen im Hinblick auf die Nutzung von Kleinwasserkraft betrachtet. Bei der Untersuchung der Gewässer wird ein Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querverbauungen direkt ausgeschlossen, da dies dem Verschlechterungsverbot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) widerspricht und solche Anlagen nicht nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vergütet werden. Des Weiteren werden nur Standorte mit vorhandenem Wasserrecht untersucht. Hinzu kommt die Untersuchung der bestehenden Wasserkraftanlagen im Hinblick auf Modernisierung. Bei den Untersuchungen wurden die jahreszeitlichen und wetterbedingten Schwankungen des Abflusses, d. h. der verfügbaren Wassermenge, sowie der Fallhöhe nicht berücksichtigt.

#### 5.1.1 Wasserkraftpotenziale an Fließgewässern

##### Gewässer in der Verbandsgemeinde Kandel

Der Anteil der Wasserfläche an der Gesamtfläche der Verbandsgemeinde Kandel beträgt etwa 1,2% ( $\approx 84$  ha).<sup>67</sup>

<sup>67</sup>Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz.

Gewässer 1. und 2. Ordnung gibt es in der Verbandsgemeinde Kandel nicht.

### IST-Analyse der Wasserkraftnutzung in der Verbandsgemeinde Kandel

Auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde Kandel wird derzeit an vier Standorten die Wasserkraft zur Energieerzeugung genutzt.<sup>68</sup>

Tabelle 5-1: Wasserkraftanlagen in Betrieb

| Gemeinde    | Gewässer  | Name der Anlage    | installierte Leistung | Arbeitsvermögen |
|-------------|-----------|--------------------|-----------------------|-----------------|
|             |           |                    | [kW]                  | [kWh/a]         |
| Kandel      | Mühlbach  | Wehr Haardtmühle   | 14                    | 4.389           |
| Kandel      | Erlenbach | WKA Leistenmühle   | k.A.                  | 34.800          |
| Winden      | Erlenbach | Windener Mühle     | k.A.                  | k.A.            |
| Steinweiler |           | Archenweyermühle 3 | 15                    | 5.151           |
| Summe       |           |                    | 14                    | 39.189          |

### Nachhaltiges Ausbaupotenzial durch Neubau

Die Verbandsgemeinde Kandel wird nur von Gewässern 3. Ordnung durchflossen, an welchen keine weiteren nutzbaren Querbauwerke bekannt sind.<sup>69</sup> Zudem ist die nutzbare Wassermenge aufgrund der Mindestwasserführung voraussichtlich zu gering, um weitere Wasserkraftanlagen betreiben zu können. Es besteht folglich kein nachhaltiges Ausbaupotenzial durch Neubau.

### Nachhaltiges Ausbaupotenzial durch Modernisierung

In der Verbandsgemeinde Kandel existieren vier Wasserkraftanlagen. Die „Windener Mühle“ produziert Strom für den Eigenbedarf. Die Wasserkraftanlagen „Wehr Haardtmühle“ und „Archenweyermühle“ weisen im Vergleich zum Bundesdurchschnitt eine geringere Vollbenutzungsstundenzahl auf.<sup>70</sup> Dies kann folgende Gründe haben:

- Zu geringer Anlagenwirkungsgrad
- Zu geringes Wasserdargebot
- Zu niedrige Fallhöhen

Bei einer Modernisierung können folgende Maßnahmen greifen, damit die Anlage im Bundesdurchschnitt läuft:

- Erhöhung des Anlagenwirkungsgrades
- Erhöhung des Ausbaugrades (Wasserdargebot)

Stauzielerhöhung<sup>71</sup>

<sup>68</sup> Vgl. EEG-Anlagenregister.

<sup>69</sup> Vgl. Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz.

<sup>70</sup> Vgl. BMWi 2014.

<sup>71</sup> Vgl. BMU 2010.

### 5.1.2 Wasserkraftpotenziale an Kläranlagen

#### Kläranlagen in der Verbandsgemeinde Kandel

In der Verbandsgemeinde Kandel gibt es drei kommunale Kläranlagen, wovon jedoch nur eine von der Verbandsgemeinde Kandel betrieben wird. Zum jetzigen Zeitpunkt werden die Klarwasserabläufe noch nicht zur Energieerzeugung genutzt.

Tabelle 5-2: Kläranlagen in der VG Kandel

| Kläranlage      | Betreiber                       |
|-----------------|---------------------------------|
| Winden          | Verbandsgemeinde Bad Bergzabern |
| Kandel          | Verbandsgemeinde Kandel         |
| Hayna-Erlenbach | Verbandsgemeindewerke Herxheim  |

#### Nachhaltiges Ausbaupotenzial an Kläranlagen

Für den Betrieb einer Wasserkraftschnecke, einem Wasserrad oder einem Wasserwirbelkraftwerk (erprobte Techniken bei Klarwasserabläufen von Kläranlagen) wird eine Wassermenge von 0,1 – 20,0 m³/s und eine Fallhöhe von 0,3 – 10,0 m benötigt. An keinem der betrachteten Standorte sind jedoch diese Voraussetzungen gegeben, da die nutzbaren Wassermengen an den Klarwasserabläufen zu gering sind.<sup>72</sup>

### 5.1.3 Zusammenfassung der Wasserkraftpotenziale

Die oben durchgeführten Untersuchungen während der Konzepterstellung haben ergeben, dass es in der Verbandsgemeinde Kandel kein nachhaltiges Ausbaupotenzial für die Nutzung von Wasserkraft zur Energieerzeugung durch Neubau gibt. Zwei der bestehenden Wasserkraftanlagen können durch Modernisierungsmaßnahmen ggf. mehr Energie erzeugen, zur Potenzialermittlung ist hierbei eine Einzelfallprüfung erforderlich.

## 5.2 Geothermiefpotenziale

Geothermie ist eine in Wärmeform gespeicherte Energie unterhalb der festen Erdoberfläche. Erdwärme ist eine nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiequelle und kann daher als erneuerbar angesehen werden. Sie stammt aus dem Zerfall natürlicher Radioisotope im Gestein der Erdkruste sowie aus der Erstarrungswärme des Erdkerns. Bis ca. 10 m Tiefe ist darüber hinaus die Strahlungsenergie der Sonne im Erdreich gespeichert.

<sup>72</sup> Vgl. Abfrage bei Kläranlagenbetreibern.

Es wird zwischen der Tiefengeothermie, die zur Wärmenutzung und Stromerzeugung eingesetzt wird und der oberflächennahen Geothermie, die wegen des geringeren Temperaturniveaus ausschließlich der Wärmenutzung dient, unterschieden.

### **5.2.1 Oberflächennahe Geothermie**

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit einem Temperaturniveau von 10 - 15 °C erfolgt üblicherweise über Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren. Um die Wärmequelle für die Raumheizung und Brauchwassererwärmung nutzen zu können, ist eine Temperaturanhebung mittels Wärmepumpe gängige Praxis. Dies bedeutet, dass elektrische Hilfsenergie aufgewendet wird, um aus einer Einheit Strom ca. vier Einheiten Nutzwärme bereit zu stellen. Alternativ sind auch erdgasbetriebene Wärmepumpen erhältlich. Der Bedarf an Hilfsenergie ist umso geringer, desto niedriger das Temperaturniveau des Heizungssystems ist. Damit eignen sich insbesondere neuere oder vollsanierte Wohngebäude mit Flächenheizungen (z. B. Fußbodenheizung) für den Einbau von Erdwärmepumpen. Eine besonders klimafreundliche Treibhausgasbilanz wird erreicht, wenn ergänzend zur Wärmepumpe z. B. Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung vorgesehen sind oder zertifizierter Ökostrom für den Wärmepumpenantrieb genutzt wird.

Neben der Wärmeversorgung ist die oberflächennahe Geothermie auch für die Gebäudekühlung im Sommer geeignet. Hierbei dient das in der warmen Jahreszeit in Relation zur Außentemperatur geringe Temperaturniveau des Untergrundes als Quelle für die Kühlung. Bei Bedarf ist eine zusätzliche Temperaturabsenkung mittels Kompressionskältemaschine bzw. einer reversiblen Wärmepumpe möglich, die dann sowohl im Winter heizen als auch im Sommer kühlen kann.

Um Gunstgebiete für die geothermische Standorteignung ermitteln zu können, wurde auf Daten und Kartenmaterial des Landesamtes für Geologie und Bergbau RLP zurückgegriffen. Aufgrund von Neuabgrenzungen oder Änderungen der hydrogeologischen Gebietsbeurteilung können die dargestellten Standortbewertungen jedoch vom aktuellen Stand abweichen.

#### **Erdwärmesonden**

Erdwärmesonden sind eine übliche Methode, um die Erdwärme als regenerative Energiequelle zu erschließen.

Die wesentliche Rechtsgrundlage für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesonden-Anlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz und das Wasserrecht des jeweiligen Bundeslandes. Beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden ist dem Grundwasserschutz nach dem Besorgnisgrundsatz des Wasserrechts Rechnung zu tragen. In Abhängigkeit von der Gestaltung



Die hellgrün gefärbten Gebiete sind ebenfalls genehmigungsfähige unkritische Gebiete, jedoch mit Hinweisen zu den Untergrundverhältnissen. In diesen Gebieten können aufgrund besonderer hydrogeologischer Verhältnisse Schwierigkeiten bei der Bauausführung auftreten.

Dazu zählen:<sup>76</sup>

- Karstgebiete
- Gebiete mit Altbergbau
- Hochdurchlässige Kluftgrundwasserleiter
- Artesische Druckverhältnisse
- Mögliche aggressive CO<sub>2</sub>-haltige Wässer, bzw. Gas-Arteser
- Mögliche aggressive sulfathaltige Wässer
- Rutschgebiete

Bei den auf der Karte orange gefärbten Gebieten, handelt es sich um Gebiete, die mit zusätzlichen Auflagen meist genehmigungsfähig sind. Hierzu zählen größere Gebiete, die für eine spätere Trinkwassergewinnung von Nutzen sein können und die vor Gefährdungen zu schützen sind, grundwasserhöffige Gebiete mit einer ausgeprägten hydrogeologischen Stockwerksgliederung sowie Bereiche, in denen mit Anhydrit gerechnet werden muss, der bei Zutritt von Wasser quillt und damit erhebliche Bauschäden verursachen kann. Die Prüfung erfolgt durch die Fachbehörden. Mögliche Auflagen sind z. B. Tiefenbegrenzung und Bauüberwachung durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro.<sup>77</sup>

Die rot gefärbten Gebiete sind kritisch zu bewerten und nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig. Bereiche, in denen u. U. mit folgenden Verhältnissen gerechnet werden muss:

- Nähe von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten
- Abgegrenzte Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen
- Gewinnungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung
- Heilquellen ohne Schutzgebiete
- Genutzte Mineralquellen ohne abgegrenzte Einzugsbereiche
- Brauchwasserentnahme mit gehobenem Wasserrecht

Die Gewinnung der oberflächennahen Geothermie ist außerhalb von Siedlungsgebieten nicht zweckmäßig, da eine räumliche Nähe zur thermischen Nutzung gegeben sein sollte. Damit beschränkt sich der für die Potenzialanalyse relevante Bereich auf die bebauten Gebiete.

Die digitale Kartenauswertung zeigt, dass die Siedlungsgebiete in der Verbandsgemeinde Kandel überwiegend orange hinterlegt sind. Das heißt, eine Genehmigung für Erdwärmeson-

<sup>76</sup> Vgl. MULEWF, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, 2012, S. 16.

<sup>77</sup> Vgl.: MULEWF, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, 2012, S. 16.

den wird voraussichtlich mit zusätzlichen Auflagen erteilt. Lediglich Vollmersweiler liegt im hellgrünen Bereich, wo eine Genehmigung grundsätzlich erteilt wird. Damit können Erdwärmesonden einen Beitrag im Wärmequellenmix für die Verbandsgemeinde darstellen aber strategisch sollten auch alternative Versorgungsoptionen forciert werden.

### **Erdwärmekollektoren**

Erdwärmekollektoren stellen eine Alternative zu Erdwärmesonden in wasserwirtschaftlich kritischen Gebieten dar. Sie sammeln die im Erdreich gespeicherte Solarenergie zur Nutzung in Heizungssystemen. Dazu muss eine ausreichend große Fläche zur horizontalen Verlegung von Rohrschlangen (Erdwärmekollektoren) zur Verfügung stehen. Vorrangig sind hier neu zu erschließende oder bereits erschlossene Wohngebiete mit ausreichender Grundstücksfläche geeignet.<sup>78</sup> Die Erdkollektorfläche sollte etwa die 1,5 bis 2-fache Größe der zu beheizenden Wohnfläche aufweisen.<sup>79</sup> Für ein Niedrigenergiehaus mit 180 m<sup>2</sup> Wohnfläche müssten also etwa 360 m<sup>2</sup> Rohrschlangen verlegt werden. Die Einbautiefe für die Rohrschlangen beträgt ca. 1,50 m. Die Kollektoren müssen für etwaige Reparaturen zugänglich bleiben und dürfen nicht überbaut werden. Da die Wärmequelle im Wesentlichen aus gespeicherter Solarstrahlung stammt, sollte die Erdoberfläche möglichst frei von Verschattung durch Sträucher, Bäume oder angrenzende Gebäude sein.<sup>80</sup> In der Regel sind Kollektoren nicht genehmigungs-, sondern lediglich anzeigepflichtig.<sup>81</sup>

Die nachfolgende Grafik zeigt die potenzielle Eignung der Böden für die Nutzung von Erdwärmekollektoren.

---

<sup>78</sup> Vgl. Burkhardt, Kraus 2006: S. 69.

<sup>79</sup> Vgl. Wesselak, Schabbach: 2009, S. 308.

<sup>80</sup> Vgl. Burkhardt, Kraus 2006, S. 69.

<sup>81</sup> Vgl. [www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme](http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme)

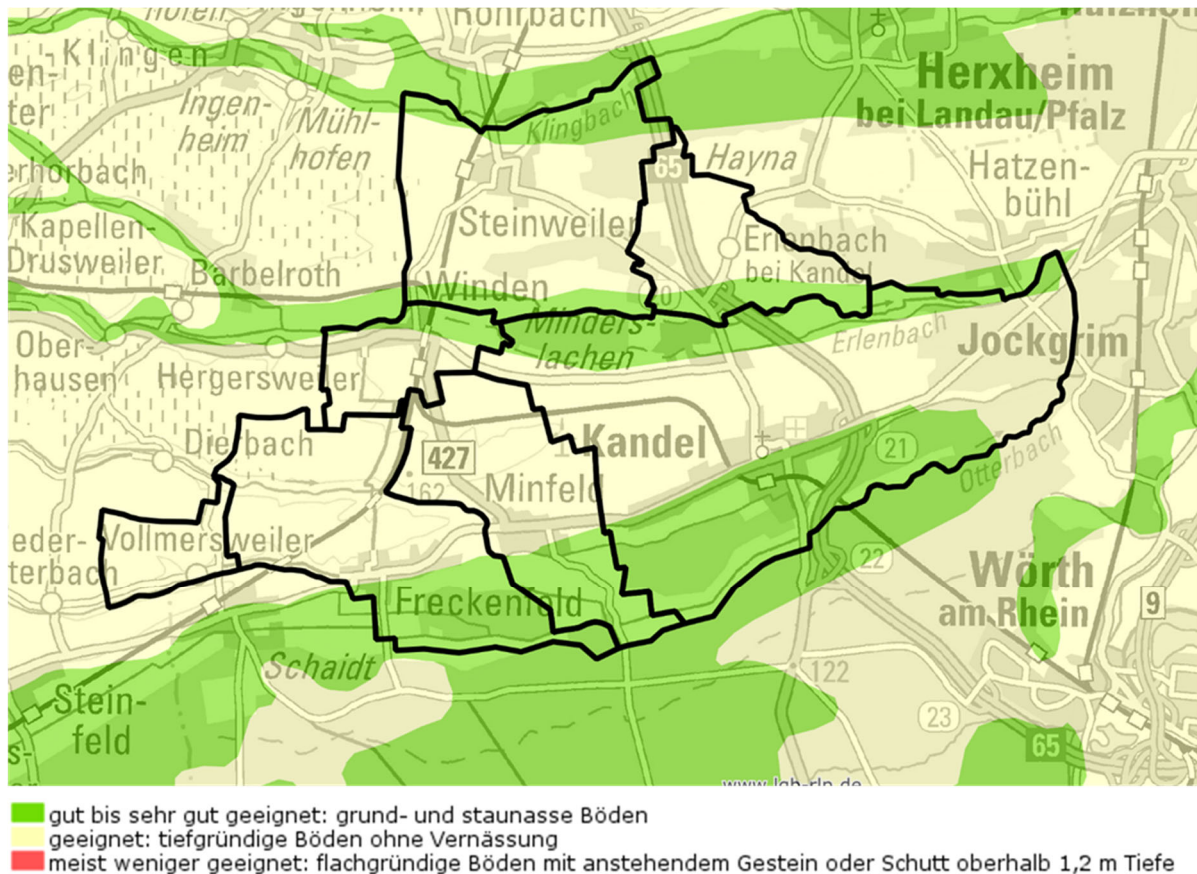


Abbildung 5-2: Eignung von Böden für die Nutzung von Erdwärmekollektoren<sup>82</sup>

Die Böden sind dann besonders gut geeignet, wenn eine hohe Wärmeleitfähigkeit in den ersten Metern des Erdreichs zu erwarten ist. Ungeeignet sind flachgründige Böden, bei denen nah unter der Geländeoberfläche Gestein oder Schutt ansteht.

Die Auswertung im GIS zeigt, dass einige Gebiete gut bis sehr gut für die Installation von Erdwärmekollektoren geeignet sind. Auch die übrigen Bereiche sind geeignet, wenn auch eine geringere Wärmeentzugsleistung zu erwarten ist. Wesentliche Restriktion bleibt darüber hinaus das ausreichende Platzangebot für die Verlegung der Kollektoren, weswegen sich besonders Einfamilienhaus-Siedlungen mit relativ großen Grundstücken anbieten.

### 5.2.2 Tiefe Geothermie

Als Tiefengeothermie wird die Erdwärmenutzung aus einem Bereich unterhalb von 400 Metern der Erdoberfläche bezeichnet. Grundsätzlich ist das Wärmepotenzial aus tiefen Erdschichten unbegrenzt vorhanden. Eine nachhaltige Erschließung ist jedoch nur unter bestimmten Rahmenbedingungen möglich.

Die Region bietet aufgrund der Lage im Mittelrheingraben grundsätzlich ein großes Potenzial für die Nutzung der Tiefengeothermie, welches auch bereits mit zwei Kraftwerken (Landau und

<sup>82</sup> Eigene Darstellung unter Nutzung des WMS-Dienstes des LGB RLP.

Insheim) erschlossen wird. Wegen Erdbebenrisiken und großer Bedenken in der Bevölkerung sind neue Tiefengeothermie-Anlagen kurz- bis mittelfristig unwahrscheinlich und werden an dieser Stelle nicht weiterverfolgt. Grundsätzliche sollten Untersuchungen zur Tiefengeothermie auf einer übergemeindlichen Planungsebene stattfinden (Planungsregionen, Bundesland).

### 5.2.3 Zusammenfassung Geothermiepoteziale

In Energieeinheiten quantifizierbar ist das Potenzial zur Erdwärmennutzung nicht, da es wie zuvor dargestellt annähernd uneingeschränkt zur Verfügung steht. Für die Realisierung relevant ist vielmehr, ob andere Kriterien einer Nutzung entgegenstehen und ob sich ein konkreter Wärmeenergiebedarf innerhalb eines Gunstgebietes befindet.

Die Potenzialanalyse für die Geothermienutzung zeigt, dass große Bereiche der Siedlungsflächen nur unter Auflagen für die Installation für Erdwärmesonden geeignet sind. Für Erdwärmekollektoren ist der Untergrund jedoch flächendeckend geeignet. Des Weiteren ist zu beachten, dass zur Gebäudeheizung Hilfsenergie (z. B. Elektroenergie) für die Temperaturerhöhung benötigt wird. Der Kauf von Erdwärmepumpen wird über das sog. „Marktanreizprogramm“ der Bundesregierung finanziell gefördert.<sup>83</sup> Viele Energieversorgungsunternehmen bieten darüber hinaus einen vergünstigten Stromtarif für den Betrieb von Wärmepumpen an.<sup>84</sup>

Die wesentlichen Prüfkriterien für einen sinnvollen Einsatz von Erdwärmepumpen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Niedrige Systemtemperaturen des Heizungssystems (< 60 °C)
2. Relativ häufige und regelmäßige Nutzung/Beheizung
3. Keine hydrogeologischen Ausschlusskriterien am Standort (vgl. Karten)
4. Ausreichend Platzangebot für eine Bohrung oder Verlegung von Kollektoren

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie via Wärmepumpen kann einen klimafreundlichen Beitrag für die künftige Wärmeversorgung darstellen.

Die Erkenntnisse bzw. Einschränkungen aus der Potenzialanalyse sind im Szenario für die künftige Gebäudeheizung berücksichtigt (vgl. Kapitel 4).

Darüber hinaus wird noch auf die Möglichkeit der „kalten Nahwärme“ hingewiesen, die im Bereich von Neubaugebieten eine attraktive Möglichkeit darstellen kann. Diese wurde jedoch im Rahmen der Konzepterstellung nicht näher betrachtet. Hierzu bedarf es einer Einzelfallprüfung.

<sup>83</sup> Vgl. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/heizen\\_mit\\_erneuerbaren\\_energien\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/heizen_mit_erneuerbaren_energien_node.html)

<sup>84</sup> Vgl. <https://www.verivox.de/heizstrom/>

Eine Wärmeversorgung über Wärmenetze, Fernwärme oder Nahwärme, hat üblicherweise eine Vorlauftemperatur von 70 bis über 100 Grad Celsius. Wärmenetze in dicht bebauten Siedlungen oder im Quartier können auch mit sehr geringen Temperaturen auskommen, zwischen 8 und 30 Grad Celsius. Für die Wärme in den Häusern sorgen dezentrale Wärmepumpen. Durch die geringen Temperaturen besteht nur ein kleiner Unterschied zur Temperatur im Erdreich. Eine Dämmung der Rohre ist damit nicht notwendig, im Idealfall kann das Netz auch Wärme aus der Umgebung aufnehmen. Für die kalte Nahwärme kommen viele unterschiedliche Wärmequellen infrage. Besonders im Hinblick auf den Klimaschutz ist dieses Prinzip der Wärmeversorgung interessant, denn damit ist die Nutzung von Abwärme aus der Industrie oder von erneuerbaren Energien möglich.

### 5.3 Solarpotenziale

Anhand der vorliegenden Analysen werden Aussagen dazu getroffen, wie viel Strom und Wärme innerhalb der Verbandsgemeinde photovoltaisch bzw. solarthermisch erzeugt werden können und welcher Anteil des Gesamtstromverbrauchs bzw. -wärmeverbrauchs gedeckt werden könnte. Im Bereich Photovoltaik wird zwischen Dach- und Freiflächen unterschieden.

#### 5.3.1 Rahmenbedingungen und Beschreibung der Methodik

Mit der Novellierung des EEG im Jahr 2014 sowie den Änderungen und Ergänzungen in den folgenden Jahren, mit seiner letzten Aktualisierung im Jahr 2017, haben sich die Rahmenbedingungen für den Bau und Betrieb von PV-Anlagen sowohl auf Dach-, als auch auf Freiflächen in vielerlei Hinsicht geändert. Diese Änderungen umfassen z. B. die Anpassung von Anlagenklassen und Vergütungsmodellen sowie eine Neuregelung zum Eigenverbrauch.

In der Praxis zeichnet sich dadurch insbesondere im Wohngebäudebereich ein erkennbarer Wandel ab. Die Maximierung des Eigenverbrauchs, die durch die Nutzung intelligenter Speicher- und Managementsysteme noch weiter gesteigert werden kann, in Kombination mit einer bedarfsgerechten Auslegung findet immer größeren Zuspruch. Vorteile ergeben sich einerseits aus den Ersparnissen gegenüber den Netzbezugskosten sowie dem Vermeiden der anteiligen EEG-Umlage auf den selbst verbrauchten Strom für Anlagen mit einer maximalen Leistung von 10 Kilowattpeak bzw. jährlichen Erträgen von höchstens 10.000 kWh.

Insgesamt muss das EEG jedoch als Auslaufmodell betrachtet werden, das ohne Überarbeitung bald keine langfristige Planungssicherheit mehr bietet. Vor allem das drohende Erreichen des 52 GW Deckels, das sogleich das Auslaufen der gültigen Einspeisegrundlage bedeutet, lässt die gesamte Branche derzeit in Ungewissheit.<sup>85</sup> Die Konkurrenzfähigkeit von PV-Strom

<sup>85</sup> Wird eine PV-Generatorleistung von insgesamt 52 GW (auf Gebäuden) erreicht, erlischt die Grundlage zur Einspeisung für neue PV-Anlagen nach dem derzeit gültigen EEG (Solarförderung). Die Vergütung für Bestandsanlagen bleibt für den für sie

ohne Überschusseinspeisung bzw. Vergütung wäre dann nur durch einen hohen Eigenverbrauch gegeben.

Das im aktuell gültigen EEG 2017 enthaltene Ausschreibungsmodell für Freiflächenanlagen wurde bereits in der 2015 erlassenen Freiflächenverordnung erprobt und im Rahmen des EEG auf andere EE-Erzeugungsarten (insb. Windenergie) übertragen.

Die Genehmigung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) hängt maßgeblich von einem erfolgreichen Zuschlag einer Ausschreibung ab, sobald eine Netzeinspeisung vorgesehen ist und der produzierte Strom nicht selbst verbraucht oder unmittelbar vor Ort vermarktet werden kann. Eine Ausnahme stellen Anlagen bis zu einer installierten Leistung von 750 kWp dar. Seit 1. Juli 2018 gelten jedoch für die Ermittlung dieser Grenze strengere Regelungen über die Anlagenzusammenfassung von Freiflächenanlagen (§ 24 Abs. 2 EEG). Demnach werden mehrere Freiflächenanlagen unabhängig von den Eigentumsverhältnissen wie eine Anlage behandelt, wenn für den zuletzt in Betrieb gesetzten Generator die folgenden beiden Voraussetzungen vorliegen:

1. Die Anlagen liegen innerhalb derselben Gemeinde und
2. sie werden innerhalb eines Radius von zwei Kilometern in einem Zeitraum von 24 Monaten errichtet.

Liegen diese Voraussetzungen nicht vor, sind PV-Anlagen mit einer Leistung von maximal 750 kWp von der Ausschreibungspflicht befreit. Der erzeugte Strom kann in diesem Falle vergütet oder auch teilweise selbst verbraucht werden. Darüber hinaus gilt für eine PV-Anlage ab einer Größe von 100 kWp die verpflichtende Direktvermarktung.

Für ST-Anlagen existieren zunächst keine direkten rechtlichen Rahmenbedingungen, die den Ausbau steuern und damit Einfluss auf die Bestimmung des Potenzials hätten. Eine optionale Förderung ist jedoch an Kriterien gebunden, die den jeweiligen Förderprogrammen zu entnehmen sind. Zudem setzt die EnEV 2016 Vorgaben zur Energiebereitstellung bei Neubau und umfassender Sanierung von Bestandsgebäuden.

### **5.3.2 Methodik und Ergebnisse PV- und ST-Dachflächenanlagen**

Der Landkreis Germersheim und smartgeomatrics haben ein Solardachkataster erstellt, das Informationen über die Eignung einzelner Dachflächen bietet und von interessierten Bürgern über die Homepage des Landkreises online aufgerufen werden kann.<sup>86</sup>

garantieren Einspeisezeitraum (20 Jahre ab Inbetriebnahme) unberührt. Eine mögliche Aufhebung des Deckels oder alternative Modelle sind von politischen Entscheidungen abhängig.

<sup>86</sup> Solardachkataster des Landkreises Germersheim, abzurufen unter <https://www.solarkataster-germersheim.de>

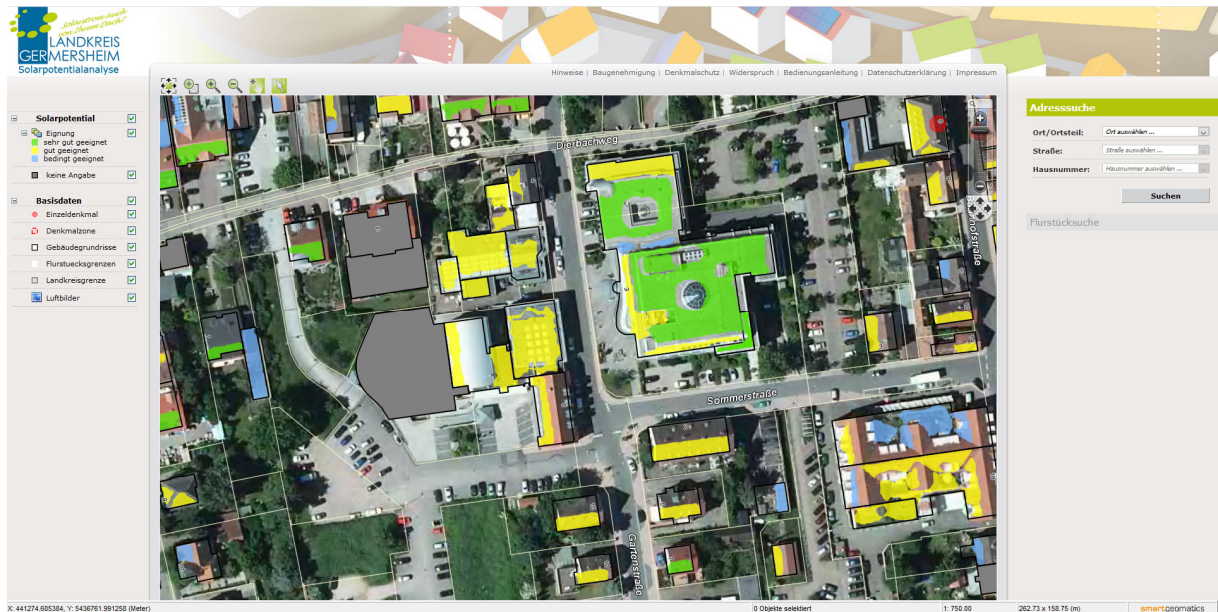


Abbildung 5-3: Auszug Solarpotenzialanalyse Landkreis Germersheim

Auf einen aggregierten Datensatz konnte innerhalb der vorliegenden Potenzialermittlung nicht zurückgegriffen werden, sodass die Gebäudegrundrisse des amtlichen Liegenschaftskatasters als Grundlage des ausgewiesenen Potenzials dienen. Dabei sind die zugrunde gelegte Methodik sowie getroffene Annahmen und Erfahrungs- und Kennwerten zu berücksichtigen, die im Folgenden erläutert werden.

Bei der Verarbeitung der Geodaten wurde ein Belegungsszenario erarbeitet, das eine gleichzeitige Betrachtung von Photovoltaik und Solarthermie vorsieht. Bei Flächenkonkurrenz wird ST ein Vorrang eingeräumt, da die Solarenergie bei solarthermischen Anlagen sehr effizient umgewandelt werden kann, Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom und der fossile Wärmebedarf primär zu senken ist.

Bedingung für die Errichtung von Solarthermie-Anlagen sind Gebäude mit einem Warmwasser- und Heizenergiebedarf. Die Auslegung der Kollektorfläche basiert auf der Gebäudeart und -nutzung. Da das Solardachkataster keine Informationen über die Gebäudeart (Wohngebäude, Gebäude für Industrie und Gewerbe oder öffentliche Gebäude) enthält, wurde der Datensatz mit Hilfe von Geobasisdaten um Informationen zu den einzelnen Gebäudearten und -nutzungen erweitert. Die restliche Dachfläche wird mit Photovoltaikmodulen belegt. Da die Module bei Flachdächern aufgeständert werden, steht, um eine Verschattung der Module untereinander zu vermeiden, effektiv nur etwa ein Drittel der Dachfläche zur Verfügung. Zur Berechnung von installierbarer Leistung bzw. Kollektorfläche und Strom- sowie Wärmeerträgen wurden Erfahrungs- und Kennwerte herangezogen.

Um ein sinnvolles Belegungsszenario aufstellen zu können, wird anhand der im Ausgangsdatsatz enthaltenen Gebäudeart (z. B. Wohnhaus, Wohnheim, Gebäude für Gesundheitswesen, Fabrik, ...) festgelegt:

- Ob das Gebäude für die Nutzung von PV und ST in Frage kommt,
- ob ein relevanter Wärmebedarf vorliegt, der durch die Nutzung von ST vermindert bzw. gedeckt werden kann (Trinkwarmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung),
- wie groß die für ST-Kollektoren vorgesehene Dachfläche sein soll und
- ob das Gebäude ein Flachdach oder geneigtes Dach besitzt.

Weitergehend werden folgende Flächennutzungsfaktoren (Grundfläche zu Dachfläche) angenommen:

- Gebäude mit Flachdach: 33 % unter der Annahme, dass die Module Richtung Süden aufgeständert werden
- Gebäude mit geneigten Dachflächen: 40 % basierend auf Erfahrungswerten aus der Auswertung zahlreicher Solardachkataster. Inbegriffen sind sowohl verschiedene Dachausrichtungen (Ost/West bzw. Süd), als auch flächenmindernde Einflüsse wie Verschattung und Dachaufbauten.

Der Berechnung von Anlagenleistung und Strom- bzw. Wärmeerträgen liegen folgende Annahmen zu Grunde:

- PV: Es werden ausschließlich kristalline Module verwendet. Um eine Leistung von einem Kilowattpeak zu installieren, wird eine Modulfläche von 7 m<sup>2</sup> benötigt. Unter Berücksichtigung lokaler Einstrahlungswerte und technischer Wirkungsgrade wird der Stromertrag der Module mit 950 kWh/kW<sub>p</sub>·a veranschlagt.
- ST: Die Modulfläche wird auf Basis der Gebäudeart festgelegt und mit einem pauschalen Wärmeertrag von 350 kWh/m<sup>2</sup>·a unter Berücksichtigung von Wirkungsgrad und Systemverlusten kalkuliert.

Würden alle ermittelten Flächen für die solarenergetische Nutzung (Belegungsszenario: kombinierte Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik) in Frage kommen, könnten unter Berücksichtigung aller zuvor dargestellten Annahmen etwa 55,8 MW<sub>p</sub> elektrischer Leistung installiert und jährlich ca. 53.000 MWh Strom produziert werden.

Tabelle 5-3: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen)

| Photovoltaik           |                                                         |                                   |
|------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Potenzial              | Installierbare Leistung (kW <sub>p</sub> ) <sup>1</sup> | Stromerträge (MWh/a) <sup>2</sup> |
| Gesamtpotenzial        | 55.800                                                  | 53.000                            |
| Bestand <sup>3</sup>   | 10.500                                                  | 9.500                             |
| <b>Ausbaupotenzial</b> | <b>45.300</b>                                           | <b>43.500</b>                     |

1) Kristalline Module: 7 m<sup>2</sup> / kW<sub>p</sub>

2) Jährlicher Stromertrag: bis zu 950 kWh / kW<sub>p</sub>

3) Anlagenbestand lt. Netzbetreiber

Die aktuell installierten PV-Anlagen entsprechen dabei rund 19% des gesamten Potenzials. Der zu deckende Anteil am gegenwärtigen gesamten Stromverbrauch der Verbandsgemeinde Kandel würde bei vollständigem Ausschöpfen des Gesamtpotenzials ca. 106% betragen.

Parallel dazu wurde das Potenzial an Solarthermie auf Dachflächen untersucht. Aktuell werden etwa 4 % des Potenzials genutzt und liegt damit wesentlich höher als im Bereich Photovoltaik.

Das Gesamtpotenzial im Bereich Solarthermie beläuft sich auf Kollektorfläche von ca. 104.000 m<sup>2</sup>, wodurch jährlich rund 36.400 MWh Wärmeenergie produziert werden. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von etwa 3,6 Mio. Liter pro Jahr. Bilanziell gesehen könnten mit dieser Energiemenge mehr als 1.000 Haushalte versorgt werden.<sup>87</sup>

Tabelle 5-4: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen)

| Solarthermie           |                                                |                                   |
|------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Potenzial              | Kollektorfläche (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> | Wärmeerträge (MWh/a) <sup>2</sup> |
| Gesamtpotenzial        | 103.900                                        | 36.400                            |
| Bestand <sup>3</sup>   | 4.100                                          | 1.400                             |
| <b>Ausbaupotenzial</b> | <b>99.800</b>                                  | <b>35.000</b>                     |

1) Flachkollektoren

2) Jährlicher Wärmeertrag: 350 kWh / m<sup>2</sup>

3) Angaben Solaratlas

Der zu deckende Anteil am gegenwärtigen gesamten Wärmeverbrauch der Verbandsgemeinde Kandel würde bei vollständigem Ausschöpfen des Gesamtpotenzials ca. 26% betragen.

<sup>87</sup> Durchschnittlicher Heizölverbrauch von 2.940 L/a pro Haushalt in Deutschland. Quelle Statista 2018.

Ferner soll auf Röhrenkollektoren hingewiesen werden, die zwar in der Anschaffung teurer sind, aber auch deutlich höhere Erträge bringen können (450 bis 600 kWh/m<sup>2</sup>). Dies bedarf jedoch einer Einzelfallprüfung durch einen qualifizierten Berater.

### **5.3.3 Methodik und Ergebnisse PV-FFA**

Die Erhebung der PV-FFA Potenziale stützt sich auf die GIS-basierte Auswertung von geographischen Basisdaten mit dem Ziel Flächen zu identifizieren, die den Kriterien des EEG hinsichtlich Vergütungsfähigkeit und branchenüblichen technischen Restriktionen entsprechen.

Als „EEG-Flächen“ kommen u. a. Standorte entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie Konversionsflächen in Frage.

In einem ersten Schritt Ausschlussgebiete sowie Pufferabstände zur bestehenden Infrastruktur aufgestellt. Die getroffenen Restriktionen und Abstände zu Gebietskulissen basieren auf Vorgaben des EEG, Empfehlungen von Verbänden, Erfahrungswerten aus Planungsprozessen und Projektrealisierungen sowie Richtwerten, die in den letzten Jahren mit Kommunen diskutiert wurden. Diese Restriktionen werden in der nachstehenden Tabelle gelistet. Für die resultierenden Flächen wurde eine Mindestgröße von 2.500 m<sup>2</sup> festgelegt, die auch aus mehreren räumlich zusammenhängenden Teilflächen bestehen kann. In einem zweiten Schritt wurden die verbleibenden Potenzialflächen mit Orthophotos abgeglichen, um eventuelle Datenlücken in den Geodaten oder besondere Einflüsse, wie Verschattung bei ungünstiger Ausrichtung, die aufgrund der Detailschärfe der Geodaten nicht betrachtet werden konnten, mit einzuschließen. Generell wurden topographische Einflüsse nicht beachtet.

Tabelle 5-5: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (PV-FFA)

| Ausschlussgebiet als Restriktion        | Pufferabstand            |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| Naturschutzgebiet                       | Ausschluss               |
| Schienenwege                            | 20 m                     |
| Bundesautobahn                          | 40 m                     |
| Bundes- /Kreis- /Landesstraßen          | 20 m                     |
| Gemeindestraßen                         | 15 m                     |
| Fließgewässer                           | 20 m                     |
| Wald / Gehölz                           | 30 m                     |
| geschlossene Wohnbebauung               | 100 m                    |
| offene Wohnbebauung                     | 50 m                     |
| Industrie / Gewerbe                     | 20 m                     |
| Flächen besonderer funktionaler Prägung | 50 m                     |
| Flächen gemischter Nutzung              | 50 m                     |
| Friedhöfe                               | 50 m                     |
| Tagebau, Grube, Steinbruch              | 50 m                     |
| Weg, Pfad, Steig                        | Breite des Verkehrsweges |
| Gewässerachse (z. B. Bach)              | 20 m                     |
| Hafen                                   | 20 m                     |
| stehendes Gewässer                      | 20 m                     |
| Gebäude                                 | 30 m                     |
| Sport, Freizeit und Erholungsfläche     | Ausschluss               |
| Ortslage                                | Ausschluss               |
| Platz (z. B. Parkplatz)                 | 50 m                     |
| Tunnel, Brücke                          | 60 m                     |
| Fahrwegachse                            | Breite des Verkehrsweges |

Im nächsten Schritt wurden für die ermittelten Flächen typische Anlagenkenngößen bestimmt. Für die Berechnung des solaren Potenzials sind dabei folgende Annahmen getroffen worden:

- Alle Module werden Richtung Süden ausgerichtet und in Reihen aufgeständert.
- Eine Verschattung der Modulreihen untereinander ist zu vermeiden.
- Zusätzlich werden je nach Standort weitere Wartungsgassen gebildet.
- Unter der Annahme, dass kristalline Module verwendet werden, sind so bei Freiflächenanlagen etwa 25 m<sup>2</sup> Grundfläche nötig, um 1 kWp Leistung zu installieren.
- Unter Berücksichtigung der regionalen Globalstrahlung und der Wirkungsgrade moderner Module kann pro Kilowatt installierter Leistung mit einem jährlichen Stromertrag von mindestens 900 kWh/kWp gerechnet werden.

Würden alle ermittelten Standorte für die Errichtung von PV-FFA in Frage kommen, könnten unter Berücksichtigung aller zuvor dargestellten Annahmen etwa 10.400 kW<sub>p</sub> Leistung installiert und jährlich ca. 9.400 MWh/a Strom produziert werden.

Tabelle 5-6: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Freiflächen)

| Photovoltaik - Freiflächen |                                                         |                                   |
|----------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Potenzial                  | Installierbare Leistung (kW <sub>p</sub> ) <sup>1</sup> | Stromerträge (kWh/a) <sup>2</sup> |
| an Autobahnen              | 3.300                                                   | 3.009.000                         |
| an Schienenwegen           | 7.100                                                   | 6.427.000                         |
| <b>Ausbaupotenzial</b>     | <b>10.400</b>                                           | <b>9.436.000</b>                  |

1) Flächenbedarf FFA: 25 m<sup>2</sup> / kW<sub>p</sub>

2) Jährlicher Stromertrag: bis zu 950 kWh/kW<sub>p</sub> (standortabhängig)

Derzeit befindet sich noch keine Bestandsanlage innerhalb der Verbandsgemeinde am Netz. Potenziell könnte der durch PV-FFA zu deckende Anteil ca. 19 % des gesamten Stromverbrauchs betragen.

Im Gegensatz zu einer detaillierten Standortplanung stellen die ermittelten Standorte nach Abzug aller Restriktionsflächen und der zugehörigen Abstandsannahmen Flächenpotenziale dar, deren Umsetzung noch von weiteren Faktoren abhängig ist. Sollte beispielsweise kein gültiger Bebauungsplan mit entsprechender Nutzungsmöglichkeit vorhanden sein, ist eine Aufstellung bzw. Änderung der geplanten Standorte als Sondergebiet Photovoltaik erforderlich.

Die vom Land Ende 2018 geöffnete Flächenkulisse für benachteiligte Gebiete auf ertragschwachen Grünlandstandorten hat hingegen keine Auswirkungen auf das Potenzial innerhalb der Verbandsgemeinde, da die Bodenqualität auf Basis der Ertragsmesszahlen der Gemarkungen weit oberhalb des veranschlagten Grenzwertes liegen.<sup>88</sup>

Eine mit Bewirtschaftung zu vereinbarende energetische Nutzung landwirtschaftlicher Flächen durch Solarenergie kann zusätzlich über die Installation von Agro-Photovoltaik Systemen gewährleistet werden. Gerade im Hinblick des langen Betrachtungszeitraumes stellen diese Systeme ein zukunftsfähiges Potenzial dar, das nicht vernachlässigt werden darf. Eine gezielte Ausweisung dieses Potenzials für die VG Kandel erfolgt an dieser Stelle nicht. Da die Agro-PV im EEG nicht speziell berücksichtigt wird und auch die gültigen Bestimmungen der bestehenden EU-Agrarförderung für viele Landwirte ein Hemmnis darstellt, müssen Anreize seitens Politik geschaffen werden, um die Stromerzeugung auf landwirtschaftlichen Flächen, ohne Flächenverlust in Kauf nehmen zu müssen, der sich auf die Nahrungsmittel- und Futterproduktion niederschlägt.

<sup>88</sup> Vgl. MUEEF RLP 2018, abgerufen unter <https://mueef.rlp.de/de/themen/energie-und-strahlenschutz/erneuerbare-energien/solarenergie/>

## 5.4 Windkraftpotenziale

Die Nutzung der Windkraft zur Stromerzeugung ist technisch weit fortgeschritten und stellt eine besonders effektive Möglichkeit zur Ablösung fossiler Energieträger dar. Um das ermittelte Flächenpotenzial nachvollziehen zu können, werden im Folgenden zunächst Rahmenbedingungen und Methodik erläutert. Als Ergebnis wird anschließend das unter den dargelegten Rahmenbedingungen ermittelte mögliche Gesamtpotenzial der Windkraftnutzung für den Untersuchungsraum aufgezeigt. Dieses Ergebnis stellt ein technisch machbares Potenzial dar und beschreibt somit keinen Umsetzungsplan! Unterschiedliche politische oder gesellschaftliche Interessen wurden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

### 5.4.1 Rahmenbedingungen

Durch die Nabenhöhe moderner Windenergieanlagen (WEA) werden nahezu im gesamten Bundesgebiet gute Windlagen erreicht. Durch höhere Masthöhen und größere Rotordurchmesser können so genannte Schwachwindanlagen auch bei moderaten Windgeschwindigkeiten ganzjährig viel Energie erzeugen.

Ebenso wie die Errichtung von PV-FFA ist auch für die Errichtung für WEA die erfolgreiche Teilnahme an einer Ausschreibung zwingend notwendig, um auf Basis des aktuellen EEG eine Vergütung zu erhalten. Diese zusätzliche Hürde gilt gerade für Kommunen, welche selbst Potenziale umsetzen wollen, als hohes Risiko, da alleine die Vorprojektierung zur Teilnahme an einer solchen Ausschreibung erhebliche Kosten und Sicherheiten beansprucht.

Die vorliegende Potenzialanalyse ist als informelle Planung zu verstehen und fasst den Potenzialbegriff weit. Das Potenzial wurde für einen langen Planungshorizont ermittelt, um die bundespolitischen Ausbauziele erneuerbarer Energien auf die kommunale Ebene herunterbrechen zu können und so mit denen der Verbandsgemeinde vergleichbar zu machen.

Die durchgeführte Potenzialanalyse wurde unter den in den folgenden Kapiteln näher erläuterten Rahmenbedingungen durchgeführt, stellt jedoch keine Verbindlichkeit dar. Um eine konkrete Weiterführung von Windkraftprojekten zu ermöglichen ist es notwendig weitere Schritte, wie beispielsweise tiefergreifende Untersuchungen und Machbarkeitsstudien zu unternehmen oder konkret über den Flächennutzungsplan zu steuern.

### 5.4.2 Methodik und Ergebnisse Windenergie

Die Ermittlung der Potenziale in der Verbandsgemeinde stützt sich auf die Auswertung von geographischen Basisdaten (ATKIS und ALKIS) sowie Fachdaten zur Windhöffigkeit (DWD).

#### 5.4.2.1 Bestimmung der Potenzialflächen

Grundlage für die Ermittlung der Windkraftpotenziale ist zunächst die Bestimmung des Flächenpotenzials. Dieses wird mit einer GIS-Anwendung (Geographisches Informationssystem) und entsprechenden Karten und Geodaten des Betrachtungsgebietes erfasst. Dabei wurden festgelegte Ausschlussflächen mit entsprechenden Pufferabständen versehen.

Die folgende Tabelle gibt dazu eine Übersicht. In Ausschlussgebieten wird die Errichtung von WEA als grundsätzlich nicht realisierbar eingestuft. Die angenommenen Pufferabstände resultieren aus rechtlichen Bestimmungen unter Berücksichtigung technischer Aspekte. Zudem weist der Gesetzgeber in § 50 BImSchG darauf hin, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf schutzbedürftige Gebiete so weit wie möglich vermieden werden sollen.

Tabelle 5-7: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (WEA) <sup>89</sup>

| Ausschlussgebiet als Restriktion | Pufferabstand | Quelle                                        |
|----------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|
| Autobahn                         | 100 m         | Bundesfernstraßengesetz                       |
| Bundesstraße                     | 75 m          | Bundesfernstraßengesetz                       |
| Landesstraße                     | 75 m          | Landesstraßengesetz § 22 LStrG                |
| Kreis- / Gemeindestraße          | 70 m          | Landesstraßengesetz § 22 LStrG                |
| Bahnstrecke                      | 150 m         | Festlegung aufgrund technischer Restriktionen |
| Wohnbaufläche                    | 1.100 m       | Landesentwicklungsprogramm IV                 |
| Fläche gemischter Nutzung        | 1.100 m       | Landesentwicklungsprogramm IV                 |
| Industrie und Gewerbe            | 500 m         | Landesentwicklungsprogramm IV                 |
| Sonstige Siedlungsflächen        | 500 m         | Landesentwicklungsprogramm IV                 |
| Freileitungen                    | 100 m         | Festlegung aufgrund technischer Restriktionen |
| Fließgewässer                    | 50 m          | Festlegung aufgrund technischer Restriktionen |
| Stehendes Gewässer               | 50 m          | Festlegung aufgrund technischer Restriktionen |
| Naturschutzgebiet                | 200 m         | Naturschutzverordnung                         |

Darüber hinaus gibt es Prüfgebiete, die einem Abwägungsprozess unterliegen. Die Nutzung dieser Flächen wird im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens abschließend vor dem Hintergrund beurteilt, ob eine Realisierung der geplanten WEA bzw. eine Teilnahme an einer Ausschreibung erfolgen kann oder ob sie untersagt werden muss. Besondere Bedeutung kommt Standorten in naturschutzrechtlich betroffenen Gebieten wie Fauna-Flora Habitaten (FFH), Vogelschutzgebieten (SPA) oder Naturparks (NTP) zu Gute. Eine FFH- bzw. Umweltverträglichkeitsprüfung ist dann Teil des Genehmigungsverfahrens bzw. bereits für die Teilnahme an einer Ausschreibung unabdingbar. Nach derzeitigem Gesetzestand ist die Errichtung von WEA in Biosphärenreservaten, ebenso wie in Naturschutzgebieten untersagt.

Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Mindestgröße einer Potenzialfläche zur Nutzung von Windenergie 5 ha beträgt. Dies ist nicht nur auf den Flächenbedarf einer einzelnen Wind-

<sup>89</sup> Abstand zu Wohnbebauung nach LEP IV (RLP 2017) abhängig von der Gesamthöhe einer Anlage: 1.000 m für Anlagen < 200 m, bzw. 1.100m für Anlagen > 200 m.

energieanlage zurückzuführen (zw. 0,5 und 1,5 ha), sondern auch auf die Forderung Konzentrationsgebiete zur Nutzung von Windenergie zu schaffen.<sup>90</sup> Hierbei soll die Möglichkeit bestehen mindestens drei Anlagen je Teilfläche zu errichten.

Ebenfalls wird vorausgesetzt, dass zum wirtschaftlichen Betrieb einer Anlage die durchschnittliche Jahreswindgeschwindigkeit mindestens 6,0 m/s in Nabenhöhe betragen muss. Alle Flächen, die diesen Wert nicht aufweisen, wurden in der Methodik herausgefiltert.

#### 5.4.2.2 Bestimmung des Anlagenpotenzials

Das Anlagenpotenzial resultiert aus einer exemplarischen Anlagenbestückung der ermittelten Potenzialflächen. Dabei werden über die reine Flächengröße hinaus, auch Form und Ausdehnung der einzelnen Teilflächen berücksichtigt. Die Anlagenbestückung orientiert sich dabei an den bereits bestehenden bzw. geplanten Anlagenstandorten und wird in das Gesamtbild der einzelnen Windparks eingepflegt. Ob vor Ort ausreichend Netzkapazität vorhanden ist, um den Strom aller räumlich zusammenhängenden Windenergieanlagen aufnehmen zu können sowie mögliche Einspeisepunkte, wurde hierbei nicht untersucht. Bei der Bestimmung der Anlagenanzahl sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Für die vorliegende Analyse wurde eine Musteranlage mit einer Leistung von 3 MW, einer Nabenhöhe von 134 m und einem Rotordurchmesser von 131 m ausgesucht. Diese eignet sich trotz hoher Leistung besonders gut für Schwachwind- und Binnenregionen.

Die Ermittlung der Standorte orientiert sich an folgendem Schema, in Hauptrichtung:

- der vertikale Abstand zwischen einzelnen Anlagen soll in etwa das 3-5fache des Rotordurchmessers betragen
- der horizontale Abstand zwischen einzelnen Anlagen soll mindestens das 5fache des Rotordurchmessers betragen

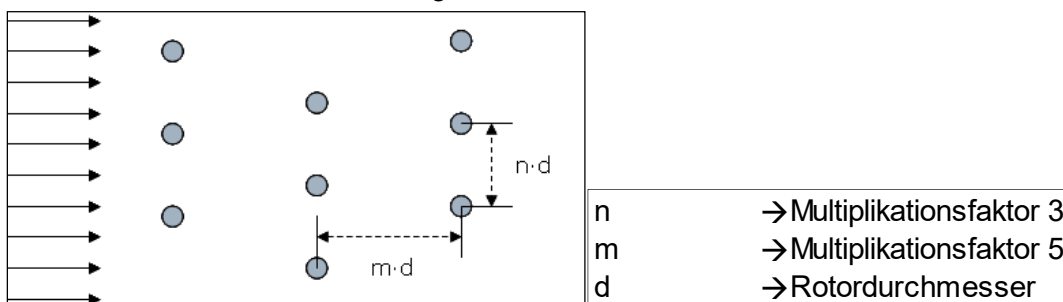


Abbildung 5-4: Schema für Anlagenstandorte im Windpark

Mit Hilfe der beschriebenen Methode wurden die maximal mögliche Anlagenanzahl, entsprechend der Flächenausdehnung und -charakteristik der einzelnen Teilflächen, und anschließend das maximale Potenzial ermittelt. Die einzuhaltenden Abstände der Anlagen untereinander dienen dabei der Bestimmung eines maximalen Anlagenpotenzials, als dass sie konkrete

<sup>90</sup> LEP IV, Dritte Teilfortschreibung.

Anlagenstandorte darstellen. In der Realität kann sich das ermittelte Anlagenpotenzial auch durch weitere Einflüsse, die nicht berücksichtigt wurden, bspw. topografischer oder geologischer Art, die sich negativ auf die Qualität einzelner Standorte auswirken können, verringern.

#### 5.4.2.3 Ergebnis der Windpotenzialanalyse

Folgende Tabelle zeigt die installierten Bestandsanlagen sowie das heutige Ausbaupotenzial Stand bei einem sofortigen vollständigen Zubau und ohne Anlagenrepowering auf den ermittelten Potenzialflächen.

Tabelle 5-8: Bestand und Ausbaupotenzial

| Gemeinde             | Potenzial                          |                                         |                                              | Bestand <sup>4</sup>  |                            |                               |
|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|
|                      | Anzahl WEA <sup>1</sup><br>(Stück) | Ertrag pro Jahr <sup>2</sup><br>(MWh/a) | Installierbare Leistung <sup>3</sup><br>(MW) | Anzahl WEA<br>(Stück) | Ertrag pro Jahr<br>(MWh/a) | Installierte Leistung<br>(MW) |
| Erlenbach bei Kandel | 1                                  | 7.507                                   | 3                                            | -                     | -                          | -                             |
| Freckenfeld          | 6                                  | 49.776                                  | 20                                           | -                     | -                          | -                             |
| Kandel               | 2                                  | 14.480                                  | 6                                            | -                     | -                          | -                             |
| Minfeld              | -                                  | -                                       | -                                            | 5                     | 17.803                     | 8                             |
| Steinweiler          | 3                                  | 23.579                                  | 9                                            | -                     | -                          | -                             |
| Vollmersweiler       | -                                  | -                                       | -                                            | -                     | -                          | -                             |
| Winden               | -                                  | -                                       | -                                            | -                     | -                          | -                             |
| <b>Summe</b>         | <b>12</b>                          | <b>95.342</b>                           | <b>38</b>                                    | <b>5</b>              | <b>17.803</b>              | <b>8</b>                      |

1) Anlagenanzahl auf Basis exemplarischer Anlagenbestückung der unbebauten bzw. unbepflanzten Potenzialflächen

2) Stromerträge: Bestand nach geschätzten Volllaststunden / Ausbau nach Weibullverteilung anhand Windgeschwindigkeit

3) Zubau von 3 MW Schwachwindanlagen (Nabenhöhe 160 m, Rotordurchmesser 130 m)

4) Bestandsdaten aus Anlagenregister der Bundesnetzagentur

5) Zubau von 6 WEA à 3,3 MW im Jahr 2018 in der Gemeinde Freckenfeld bereits realisiert - Erträge auf Basis Windgeschwindigkeit geschätzt

In der Verbandsgemeinde könnten 12 WEA hinzugebaut werden. In der Ergebnistabelle erfolgt keine Berücksichtigung von Ausbaustufen und Repowering.<sup>91</sup> Auf den ermittelten Potenzialflächen lässt sich durch die neu errichteten Anlagen zusätzlich eine installierte Leistung von 38 MW installieren, womit über 95 GWh an Strom erzeugt werden könnten.

Davon wurden bereits im Jahr 2018 sechs Anlagen à 3,3 MW in der Gemeinde Freckenfeld errichtet, die aufgrund des bilanziellen Stichtages jedoch als Zubaupotenzial berücksichtigt werden. Die Anlagen in Minfeld werden im darauf aufbauenden Betrachtungsszenario einem Repowering unterzogen (vgl. Tabelle 5-8).

#### 5.4.2.4 Ausbau- und Repoweringszenario Windpotenzialanalyse

Folgende Tabelle fasst basierend auf dem oben abgebildeten ermittelten Flächen- und Anlagenpotenzial, die maximale Anzahl der möglichen WEA in der Verbandsgemeinde zusammen.

<sup>91</sup> Unter Repowering wird der Austausch kleinerer WEA älterer Baujahre durch leistungsstärkere Anlagen der jeweils aktuellen Generation verstanden.

| Ausbauszenario Windenergie VG Kandel |               |           |                |                |
|--------------------------------------|---------------|-----------|----------------|----------------|
| Windenergieanlagen (Status)          |               | Anlagen   | inst. Leistung | Ertrag         |
| <b>Bestand</b>                       | in 2017       | 5         | 8,0 MW         | 14 GWh         |
| <b>Zubau I</b>                       | in 2018       | 6         | 19,8 MW        | 53 GWh         |
| <b>Summe 2020</b>                    |               | <b>11</b> | <b>27,8 MW</b> | <b>67 GWh</b>  |
| <b>Bestand</b>                       | 1. Repowering | 4         | 13,2 MW        | 33 GWh         |
| <b>Zubau I</b>                       |               | 6         | 19,8 MW        | 53 GWh         |
| <b>Zubau II</b>                      |               | 6         | 19,8 MW        | 53 GWh         |
| <b>Summe 2030</b>                    |               | <b>16</b> | <b>52,8 MW</b> | <b>140 GWh</b> |
| <b>Bestand</b>                       | 1. Repowering | 4         | 13,2 MW        | 33 GWh         |
| <b>Zubau I</b>                       | 1. Repowering | 5         | 22,5 MW        | 59 GWh         |
| <b>Zubau II</b>                      |               | 6         | 19,8 MW        | 53 GWh         |
| <b>Zubau III</b>                     |               | 6         | 27,0 MW        | 70 GWh         |
| <b>Summe 2040</b>                    |               | <b>21</b> | <b>82,5 MW</b> | <b>215 GWh</b> |
| <b>Bestand</b>                       | 2. Repowering | 3         | 13,5 MW        | 35 GWh         |
| <b>Zubau I</b>                       | 1. Repowering | 5         | 22,5 MW        | 59 GWh         |
| <b>Zubau II</b>                      | 1. Repowering | 5         | 22,5 MW        | 59 GWh         |
| <b>Zubau III</b>                     |               | 6         | 27,0 MW        | 70 GWh         |
| <b>Summe 2050</b>                    |               | <b>19</b> | <b>85,5 MW</b> | <b>222 GWh</b> |

Repowering: Austausch leistungsschwacher gegen leistungsstarke Anlagen, Anlagentyp:

bis 2030: Schwachwindanlage (3,3 MW); Rotordurchmesser 130 m, Nabenhöhe 131 m

ab 2030: Schwachwindanlage (4,5 MW); Rotordurchmesser 140 m

Tabelle 5-9: Ergebnisse Windenergie (inkl. Repowering)

Der zu deckende Anteil am gegenwärtigen gesamten Stromverbrauch der Verbandsgemeinde Kandel würde bei vollständigem Ausschöpfen des Gesamtpotenzials ca. 450% betragen. Somit könnte sich die VG Kandel über die vollständige bilanzielle Selbstversorgung durch Windstrom langfristig als Energiexporteur an der Versorgung umliegender Städte und Gemeinden beteiligen.

Bei der Interpretation des Flächenpotenzials sind die Datengrundlage (insb. Windhöufigkeit) sowie die betrachteten Restriktionen zu berücksichtigen. Die ermittelte Flächenkulisse soll dabei weder Ausschließlichkeit, noch rechtlich verbindliche Vorrangflächen darstellen.

#### 5.4.2.5 Einschätzung des Potenzials

Über den Umfang der Potenzialerschließung entscheiden letztlich insbesondere die gesellschaftspolitischen Diskussionen innerhalb der verantwortlichen Gremien und der Bürgerschaft sowie jeweilige standortbezogene Detailuntersuchungen, die aus heutiger Sicht bzw. im Rahmen der Konzepterstellung nicht durchgeführt werden dürfen.

Diese mehr an technisch machbaren und rechtlich unangreifbaren Regelungen orientierte und somit weniger restriktive Herangehensweise erfolgt im Sinne der Ziele einer klimaschutzorientierten Energiepolitik. Das Ergebnis der Potenzialuntersuchung zeigt dementsprechend ein

mögliches, maximales Potenzial zur Nutzung der Windkraft auf, wodurch die umfassenden Entwicklungschancen für die Verbandsgemeinde Kandel (inkl. damit verbundener regionaler Wertschöpfungseffekte, Investitionen sowie Klima- und Emissionsbilanzen) aufgezeigt werden. Zugleich wird auf diese Weise vermieden, dass frühzeitig Windflächenpotenziale ausgeschlossen und somit womöglich zukünftig nicht mehr erkannt bzw. berücksichtigt werden.

Jedoch ist es nicht auszuschließen, dass der real stattfindende Ausbau auch aufgrund technischer Restriktionen gegenüber dem dargestellten Wert vermindert erfolgen kann. Derartige Einschränkungen könnten sich aus heutiger Sicht bzw. aufgrund fehlender Datenmaterialien beispielsweise auch ergeben durch

- eine unzureichende Netzinfrastruktur bzw. fehlende Anbindung an Mittel- und Hochspannungsnetze (Netztrassen und Umspannwerke sowie vom Netzbetreiber genannter Anschlusspunkt für die Netzanbindung), fehlende Aufnahmekapazität des zusätzlich produzierten Stromes, oder eine fehlende Investitionsbereitschaft in den Ausbau von Netzinfrastrukturen, die für eine höhere Transportleistung bezogen auf die anvisierten Stromerzeugungskapazitäten benötigt würde (innerhalb und außerhalb des Betrachtungsgebiets),
- Grenzen der Akzeptanz für WEA und Hochspannungstrassen,
- fehlende Informationen bezüglich etwaiger Tieffluggebiete oder Richtfunkstrecken,
- unzureichend befahrbare Zuwegungen durch schweres Gerät (öffentliche Straßen, Ortsdurchfahrten etc.) zum Windpark zur Erschließung der potenziellen Windenergieanlagenstandorte, Geländeprofil lässt keine Baustelle zu,
- Potenzialflächen in Grenznähe des Betrachtungsraums (die Grenze zwischen Kommunen/Verbandsgemeinden/Landkreisen/Bundesländern etc.) können jeweils nur einmal mit Standorten „besetzt“ werden; die Abstandsregelungen zwischen Windenergieanlagen in Windparkanordnungen sind zu beachten.

Andererseits bestehen Aspekte, die zu einer Erweiterung des Potenzials für WEA führen können:

- Ein höheres Flächenpotenzial ist möglich, wenn die hier getroffenen Annahmen bzgl. der Abstände zu restriktiven Gebieten bei der Einzelfallprüfung geringer ausfallen.
- Eine feingliedrigere Untersuchung von Schutzgebieten in Bezug auf Vorbelastungen durch Verkehrsflächen oder Freileitungstrassen sowie die Nähe zu bereits existierenden Anlagenstandorten bleiben der kommunalen oder regionalen Planung sowie einer Umweltverträglichkeitsprüfung vorbehalten.

- Flächen, auf denen oder in deren Nähe bereits WEA stehen, Freileitungstrassen oder Verkehrsflächen verlaufen, gelten als vorbelastet und damit als weniger schutzwürdig bzgl. einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes.

Die Potenzialanalyse kann weder die im Genehmigungsverfahren für Windparks erforderlichen Prüfungen vorwegnehmen noch den Detaillierungsgrad einer Windparkplanung erreichen.

## **5.5 Biomassepotenziale**

### **5.5.1 Potenziale aus der Forstwirtschaft**

Die Basisdaten für den öffentlichen Wald der Verbandsgemeinde Kandel wurden auf Grundlage der Forsteinrichtung ermittelt und im Juni 2018 abgefragt. Das Forsteinrichtungswerk basiert auf einem Stichprobenverfahren und bildet die Grundlage der forstlichen Betriebsplanung. Das Datenpaket wurde durch den Landesforst Rheinland-Pfalz, Geschäftsbereich Forsteinrichtung<sup>92</sup>, zur Verfügung gestellt. Die Forsteinrichtungsdaten beschränken sich auf die Flächen des Staats- und Kommunalwaldes, Daten der Waldbesitzverhältnisse sind flächendeckend aufgearbeitet. Die Auswertung der Forsteinrichtungsdaten ist auf Angaben zu Waldzustand (Waldfläche, Baumartenverteilung, Holzvorrat und –zuwachs) und geplanter Nutzungen (Hiebsatz) fokussiert. Weiterhin wurden die Hiebssätze nach geplanten jährlichen Verkaufszahlen der forstlichen Leitsortimente ausgewertet. Als Leitsortimente werden in der Forstsprache die Verkaufskategorien der unterschiedlichen Holzarten bezeichnet. Hier wird vor allem zwischen Stammholz, Industrieholz höherer und niedrigerer Qualität, Energieholz, sowie gegebenenfalls Waldrestholz und Totholz unterschieden. Für den Privatwald mussten keine Daten und Auskünfte herangezogen werden, da das untersuchte Gebiet keinen Privatwald aufweist.

#### **5.5.1.1 Beschreibung der Ausgangssituation**

Die Waldfläche in der Gemarkung der Verbandsgemeinde Kandel umfasst ca. 1.440 ha. Der kommunale Waldbesitz stellt mit etwa 1.430 ha (99% der Gesamtwaldfläche) fast die gesamte Waldfläche dar. Der restliche Anteil findet sich mit knapp 10 ha beim Staatswald und macht ca. 1% der Gesamtwaldfläche aus.

---

<sup>92</sup> Vgl. Datenabfrage Hr. Heß: vom 01.10.2018

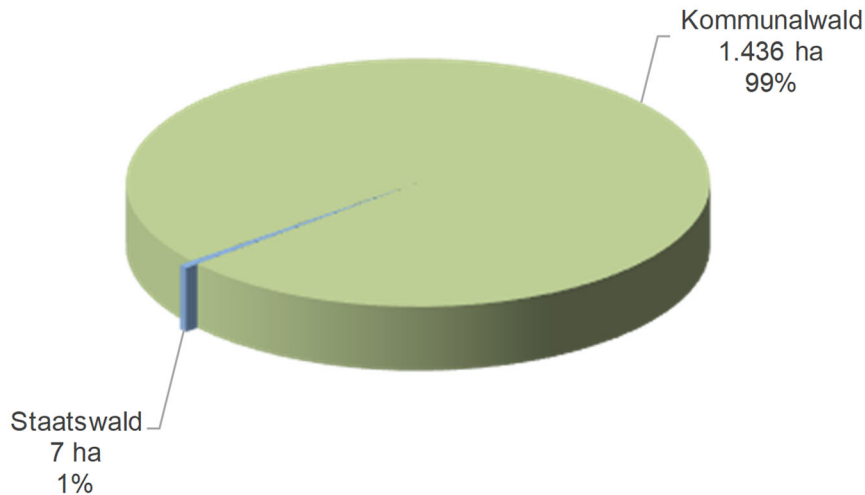


Abbildung 5-5: Waldbesitzverteilung in der VG Kandel

Die Hauptbaumarten sind Buche (rund 26% Flächenanteil), Eiche (rund 19 % Flächenanteil) und langlebige Laubhölzer (ca. 22% Flächenanteil). Nachfolgende Abbildung zeigt die Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche im Betrachtungsgebiet. Die Laubholzarten machen insgesamt 79% der Baumarten aus, die Nadelhölzer 21%.

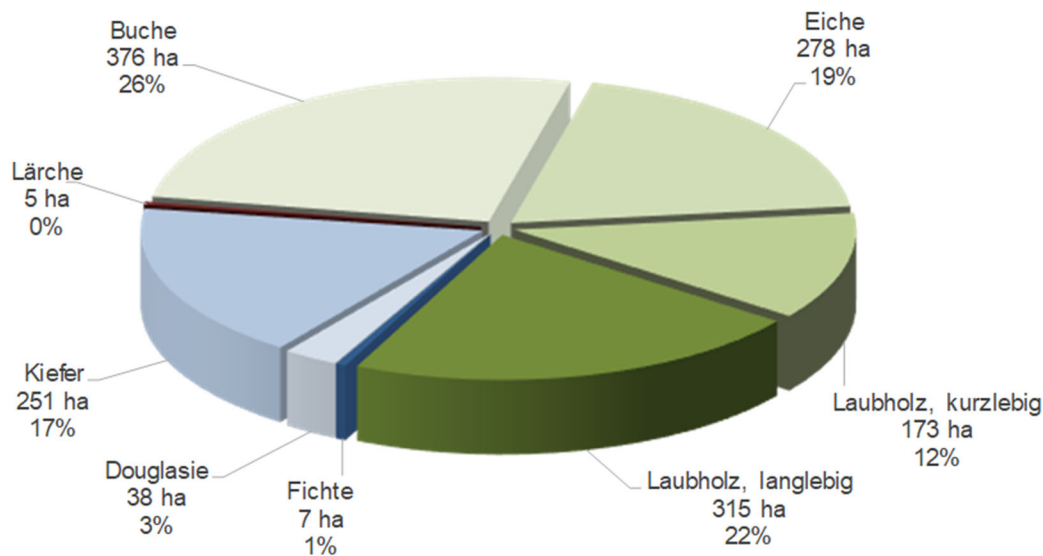


Abbildung 5-6: Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche in der Verbandsgemeinde Kandel

Die Verteilung der Leitsortimente, wie sie die Datenerhebung ergab, ist in Abbildung 5.7 dargestellt. Demnach werden z. Z. 56 % der Holzeinschlagsmenge (ca. 2.860 Efm) als Industrieholz vermarktet. Energieholz kommt mit ca. 1.360 Efm auf einen Anteil von 26% und das Stammholz macht mit einem jährlichen Nutzungssatz von ca. 920 Efm noch 18% des Hiebsatzes der Verbandsgemeinde Kandel aus.

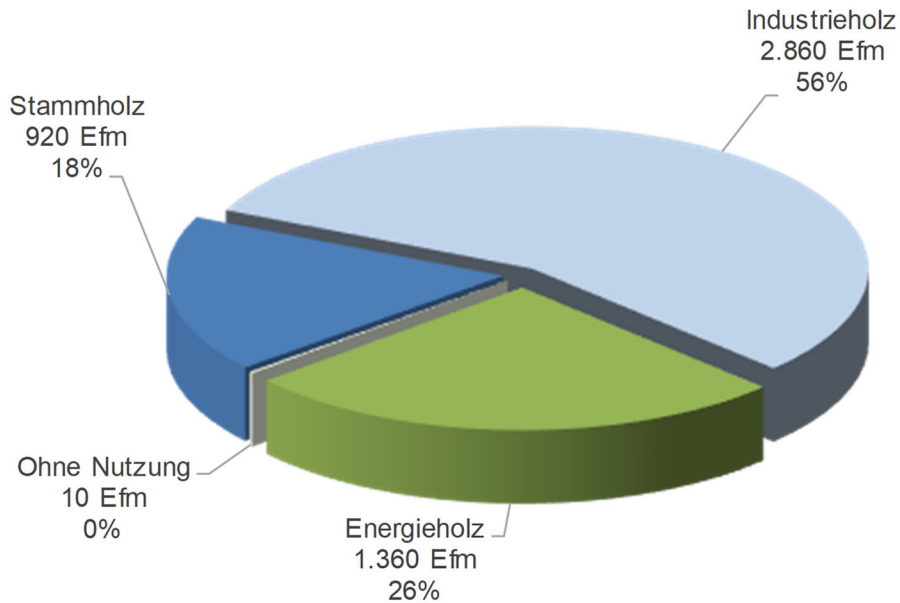


Abbildung 5-7: Sortimentsverteilung der Ernte

### 5.5.1.2 Genutztes Potenzial

Die geplanten Hiebssätze aus der Forsteinrichtung für den Kommunal- und Staatswald liegen baumartenspezifisch als nutzbare Waldholzmenge in der Einheit Erntefestmeter [Efm] vor.<sup>93</sup>

Tabelle 5-10: Kennzahlen des Kommunal- und Staatswaldes

| Kennzahlen des Staats- und Kommunalwaldes |       |
|-------------------------------------------|-------|
| Nutzung / ha [Efm]                        | 3,6   |
| Zuwachs / ha [Efm]                        | 4,9   |
| Vorrat / ha [Efm]                         | 155,8 |
| Nutzung / Zuwachs                         | 72%   |

Bei der Analyse des öffentlichen Waldes errechnet sich ein Nutzungssatz von 3,6 Efm pro Hektar und Jahr. Die Betrachtung von Nutzung zu Zuwachs ergibt ein Verhältnis von 72 %.

Die **Gesamtnutzung** der jährlichen Planungsperiode über alle Waldbesitzarten beläuft sich für die Waldfläche der Verbandsgemeinde Kandel auf rund 5.150 Efm. Der Gesamtzuwachs pro Hektar und Jahr summiert sich auf rund 7.130 Efm.

Tabelle 5-11 zeigt die jährliche Nutzung der Sortimente IH und EH, die sich aus den Planungsdaten des Forsteinrichtungswerkes ergibt. Für das Energieholz errechnet sich ein jährliches Potenzial von rund 1.360 Efm, was ca. 1.050 t entspricht. Der darin gebundene Energiegehalt

<sup>93</sup> 1 Efm entspricht grob 1 Vfm (Vorratsfestmeter) – 10 % Rindenverlust – 10 % Verlust bei der Holzernte

summiert sich auf ca. 3.200 MWh und steht äquivalent für die jährliche Substitution von rund 320.000 Liter Heizöl.

Tabelle 5-11: Genutztes Energie- und Industrieholzpotenzial

| Aktuelle Energie- und Industrieholznutzung Gesamtwald |       |       |                        |                        |        |           |        |        |        |
|-------------------------------------------------------|-------|-------|------------------------|------------------------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| Baumart                                               | Buche | Eiche | Laubholz,<br>kurzlebig | Laubholz,<br>langlebig | Fichte | Douglasie | Kiefer | Lärche | Gesamt |
| Industrieholz [Efm]                                   | 410   | 550   | 740                    | 400                    | 10     | 50        | 680    | 10     | 2.850  |
| Energieholz [Efm]                                     | 450   | 60    | 80                     | 300                    | 20     | 20        | 430    | 0      | 1.360  |
| Energieholz [MWh]                                     | 1.160 | 160   | 200                    | 720                    | 30     | 30        | 900    | 0      | 3.200  |
| Energieholz [t]                                       | 380   | 50    | 70                     | 240                    | 10     | 10        | 290    | 0      | 1.050  |

### 5.5.1.3 Methodische Annahmen

Im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung wird auf Basis der Daten des Forsteinrichtungswerkes das **nachhaltige Waldholzpotenzial** dargestellt. Auf dieser Grundlage werden dann ausbaufähige Potenziale für die Realisierungsstufen 2030, 2040 und 2050 modelliert. Die wesentlichen **Stellschrauben** zur Bestimmung zukünftiger Energieholzmengen werden im Folgenden kurz vorgestellt. Bezogen auf die Gesamtwaldfläche wurde davon ausgegangen, dass die Waldflächen des Staats- und Kommunalwaldes in regelmäßiger Bewirtschaftung stehen. Die angenommene Bewirtschaftungsfläche für die Verbandsgemeinde Kandel bezieht sich damit rechnerisch auf rund 1.440 Hektar.

Methodische Ansätze zum zukünftigen Ausbau des Energieholzaufkommens:

#### Nutzungserhöhung

Die Erhöhung der Einschlagsmenge ist grundsätzlich als nachhaltig zu sehen, solange der laufende jährliche Zuwachs nicht überschritten wird. Kennzeichnend ist hier das Verhältnis *Nutzung / Zuwachs*. Um weiterhin Holzvorräte aufzubauen und eine Übernutzung auszuschließen, wird in dieser Analyse die Nachhaltigkeitsgrenze bei 80 % Nutzung / Zuwachs festgelegt. Zu berücksichtigen ist dabei außerdem die Altersverteilung der Wälder.

#### Sortimentsverschiebung

Forstliche *Leitsortimente* sind: Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie Waldrestholz und gegebenenfalls Totholz. Durch die Verschiebung von Industrieholzmengen in das Energieholzsortiment kann das auf den jeweiligen Planungszeitraum bezogene Energieholzaufkommen gesteigert werden. Die jährliche Holzerntemenge bzw. der Hiebsatz bleibt hier unberührt. Von der Sortimentsverschiebung ebenfalls unberührt bleibt das Stammholz, da dieses bei einer Vermarktung als Energieholz einen zu hohen Wertverlust erfahren würde.

#### Mobilisierungsfaktor

Der *Anteil des Wirtschaftswaldes* an der Gesamtwaldfläche wird auch mit der Bezeichnung Mobilisierungsfaktor charakterisiert. Im Rahmen dieser Potenzialerhebung wurde für den

Staats- und Kommunalwald von einer nahezu flächigen (100%igen) Mobilisierung ausgegangen. Der Privatwald ist i.d.R. nicht zu 100 % mobilisiert, hier liegen meist die größten Ausbaupotenziale.

#### 5.5.1.4 Energieholzpotenziale aus der Forstwirtschaft

Aufgrund der bereits tendenziell hohen Nutzung des Zuwachses von rund 72 % im öffentlichen Wald der Verbandsgemeinde wurde hier zusätzliches Rohholz aus einer flächenbezogenen Nutzungssteigerung von lediglich 5% in der Planungsperiode 2040-2050 und nochmals 5% für die darauffolgende Periode ab 2050 einbezogen. Hinzu kommt eine Sortimentsverschiebung von je 5% des Industrieholzes in den Energieholzsektor für die drei Planungsperioden 2030, 2040 und 2050.

#### 5.5.1.5 Nachhaltiges Potenzial

Tabelle 5-12: Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018 – 2050

| Entwicklung Energieholzpotenzial |              |              |              |              |              |
|----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                  | 2018         | 2020         | 2030         | 2040         | 2050         |
| Industrieholz [Efm]              | 2.860        | 2.860        | 2.720        | 2.710        | 2.700        |
| Energieholz [Efm]                | 1.360        | 1.360        | 1.510        | 1.730        | 1.950        |
| Energieholz [t]                  | 1.050        | 1.050        | 1.170        | 1.340        | 1.520        |
| <b>Energieholz [MWh]</b>         | <b>3.220</b> | <b>3.220</b> | <b>3.560</b> | <b>4.080</b> | <b>4.620</b> |

Das **nachhaltige Potenzial** beschreibt die unter den oben erläuterten Annahmen aktivierbare Energie- und Industrieholzmenge für das Untersuchungsgebiet Verbandsgemeinde Kandel. Demnach würde der Gesamtenergieholzanfall im Betrachtungsgebiet bis zur Periode 2030 jährlich 1.360 Efm (ca. 1.050 Tonnen) betragen und in den Perioden 2040 und 2050 auf rund 1.730 Efm (ca. 1.340 Tonnen) bzw. 1.950 Efm (ca. 1.500 Tonnen) pro Jahr erhöht. Die Sortimentsverschiebung wird z.T. durch die Nutzungssteigerung kompensiert, sodass ab dem Jahre 2050 nur rund 160 Efm Industrieholz pro Jahr weniger bereitstehen als im Jahr 2018.

#### 5.5.1.6 Ausbaufähiges Potenzial

Das **ausbaufähige Potenzial** beschreibt in einer Zukunftsprognose die zusätzlich nutzbaren Energieholzpotenziale innerhalb der Verbandsgemeinde. Das ausbaufähige Potenzial ergibt sich aus dem nachhaltigen Potenzial abzüglich des genutzten Potenzials.

Nachfolgende Tabelle zeigt die forstlichen **Ausbaupotenziale** für die Verbandsgemeinde. Es wird bis 2030 kein zusätzliches Energieholzpotenzial ausgewiesen. Unter der Annahme einer Sortimentsverschiebung werden ab 2030 150 Efm (rund 120 Tonnen) pro Jahr ausgewiesen. Durch die zusätzliche Nutzungssteigerung ab 2040 wird für den Realisierungsschritt 2040 bis 2050 ein ausbaufähiges Energieholzpotenzial von ca. 370 Efm pro Jahr (rund 290 Tonnen)

identifiziert und als ausbaufähig bewertet. Ab 2050 beträgt das Ausbaupotenzial 590 Efm pro Jahr (rund 470 Tonnen) mit einem Energieäquivalent von ca. 1.420 MWh, was rund 142.000 l Heizöläquivalenten entspricht.

Tabelle 5-13: Ausbau-Potenzial von 2020 – 2050

| Ausbaupotenzial   |      |      |      |       |
|-------------------|------|------|------|-------|
|                   | 2020 | 2030 | 2040 | 2050  |
| Energieholz [Efm] | 0    | 150  | 370  | 590   |
| Energieholz [t]   | 0    | 120  | 290  | 470   |
| Energieholz [MWh] | 0    | 360  | 880  | 1.420 |

### 5.5.2 Potenziale aus der Landwirtschaft

Künftig können Biomasse-Versorgungsengpässe u. a. durch den gezielten Anbau von Energiepflanzen und die Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe entschärft werden. Im Bereich der Landwirtschaft wurden auf der Datenbasis des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz aktuelle Flächen- und Nutzungspotenziale für den Bilanzraum der Verbandsgemeinde Kandel ausgewertet.

Die Betrachtung fokussiert sich auf folgende Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus dem Obst- und Weinbau
- Reststoffe aus der Viehhaltung,
- sowie Biomasse aus Dauergrünland.

Der Umfang der landwirtschaftlichen Flächenpotenziale wird auf Basis der Agrarstrukturerhebung 2016 „Landwirtschaftliche Betriebe und landwirtschaftlich genutzte Fläche nach Flächennutzung“ analysiert und im Hinblick darauf, welche Anbaustruktur in der Verbandsgemeinde aktuell vorherrscht, bewertet<sup>94</sup>.

<sup>94</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP (2016)

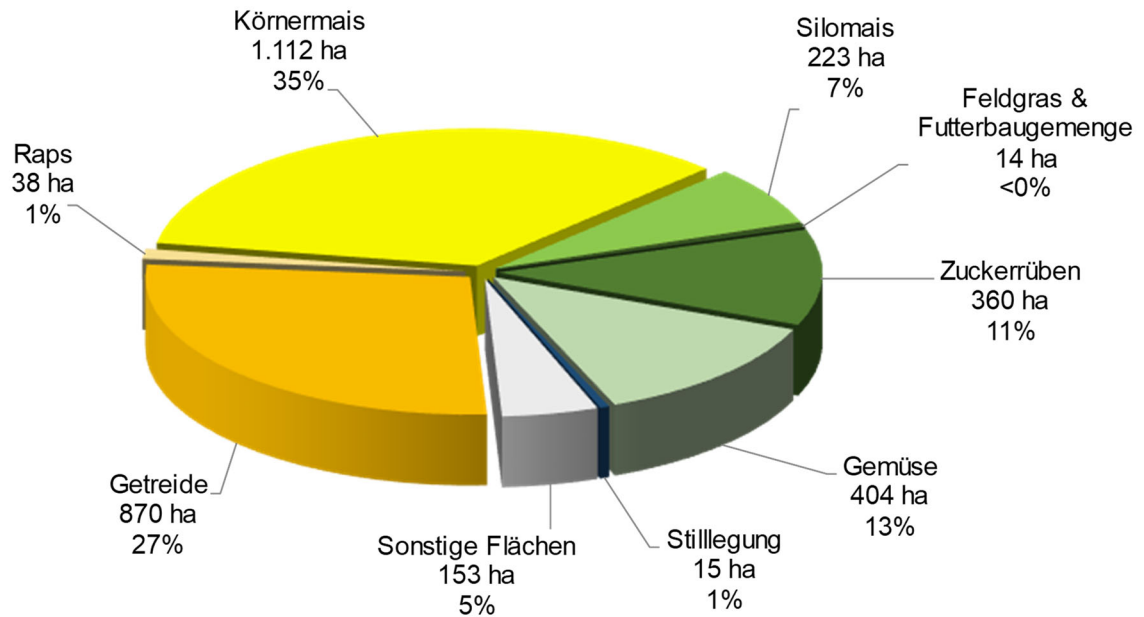


Abbildung 5-8: Landwirtschaftliche Flächennutzung im Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum verfügt über eine Ackerfläche von rund 2.800 ha. Im Anbaumix des Jahres 2016 hat Körnermais mit 35% den größten Flächenanteil. Weiterhin stellen der Getreideanbau mit 27%, der Gemüseanbau mit einem Flächenanteil von 13% und der Zuckerrübenanbau mit 11% bedeutende Anteile an der Flächennutzung. Die verbleibenden Flächen des Ackerlandes werden mit Silomais (7%), Raps (1%) und sonstigen Kulturen bepflanzt oder sind stillgelegt (1%).

#### 5.5.2.1 Energiepotenziale aus der Ackerfläche

##### **Anbau von Biomasse auf Ackerflächen**

Um Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen darzustellen, wurde zunächst ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen für eine derartige Nutzung zusätzlich bereitgestellt werden können.

In der folgenden Potenzialanalyse wird angenommen, dass die Flächenbereitstellung für den Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit von der Entwicklung der Agrarpreise, vorwiegend aus den derzeitigen Marktfruchtflächen (Raps- und Getreideanbau) sowie der Ackerbrache erfolgt. Wird angenommen, dass 20% dieser Flächen für eine energetische Verwendung bereitgestellt werden, entspricht dies einem Flächenpotenzial von ca. 260 ha. Unter der Berücksichtigung, dass die Verbandsgemeinde eine installierte Biogasanlagenkapazität von 1.140 kW<sub>el</sub> besitzt, werden aktuell ca. 400 – 500 ha Ackerfläche für die Energiepflanzenproduktion genutzt. Somit verbleibt keine Ausbaufäche für den Anbau von Biomasse auf Ackerflächen.

### 5.5.2.2 Reststoffe aus Ackerflächen

Generell kann Stroh als Bioenergieträger angesehen werden. Allerdings führt der vergleichsweise hohe Bedarf an Stroh als Humusverbesserer auf den Ackerflächen sowie als Streumaterial (Festmistanteil) mittelfristig zu Nutzungseinschränkungen, die sich durch Auflagen zur Humusreproduktion oder den Handel von Stroh als Einstreumaterial ergeben. Bedingt durch den Tierbestand in der Region ist davon auszugehen, dass die anfallenden Strohmengen keiner energetischen Nutzung zugeführt werden können.

In der Gruppe der Biogassubstrate liegt ein Potenzial in der Nutzung von Getreidekorn. Die Diskussion, um die energetische Verwertung von Getreidekorn beschränkt sich aufgrund aktueller wirtschaftlicher Erwägungen weitgehend auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide. Es wird angenommen, dass das sich hier errechnete nachhaltige Energiepotenzial von etwa 670 MWh/a bereits in der Biogasanlage genutzt wird.

### 5.5.2.3 Reststoffe aus dem Obst- und Weinbau

Im Gebiet der Verbandsgemeinde Kandel befinden sich rund 180 ha Rebflächen und 90 ha Obstbauflächen. Im Weinbau entstehen während Produktion Reststoffe in Form von Schnittholz, Rodungsholz, Trester, Abwässer und Trubstoffe. Schnitt- und Rodungsholz fallen ebenfalls im Obstbau an. Im Bereich des Schnittholzes bestehen dabei Herausforderungen in Bezug auf die wirtschaftliche Bergung des Materials, weshalb diese Potenziale nicht weiter erfasst werden. Auf Grundlage der Wein- und Obstbauflächen werden über Kennzahlen die Biomassepotenziale ermittelt. Hieraus ergeben sich jährliche Potenziale im Bereich der Festbrennstoffe von ca. 300 t (Rodungsholz) mit einem Energiegehalt von rund 900 MWh/a. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von rund 90.000 l Heizöl.

Tabelle 5-14: Biomassepotenziale aus Reststoffen des Obst- und Weinbaus

| Biomassepotenziale aus Obst- und Rebanlagen | Stoffart         | Flächenpotenziale | Mengenpotenziale | Energiepotenziale |
|---------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                             |                  | [ha]              | [t/a]            | [MWh/a]           |
| Obst- & Rebanlagen                          | Obst-Rodungsholz | 90                | 104              | 313               |
|                                             | Reb-Rodungsholz  | 180               | 208              | 626               |
| <b>Σ (gerundet)</b>                         |                  | <b>ca. 300</b>    | <b>ca. 300</b>   | <b>ca. 900</b>    |

### 5.5.2.4 Reststoffe aus der Viehhaltung

Die relevanten Daten zur Tierhaltung im Betrachtungsraum stützen sich auf den Stand des Jahres 2016<sup>95</sup> und berücksichtigen dabei sowohl die durchschnittlich produzierten Güllemengen sowie die Stalltage pro Tierart und Jahr und die daraus resultierenden Heizwerte. Die nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Ermittlung zusammen.

<sup>95</sup> Statistisches Landesamt RLP (2016)

Tabelle 5-15: Reststoffpotenziale aus der Viehhaltung

| Art des Wirtschaftsdüngers |                                    | Tieranzahl   | Wirtschafts-<br>dünger | Biogas         |
|----------------------------|------------------------------------|--------------|------------------------|----------------|
|                            |                                    |              | [t/a]                  | [m³]           |
| Mutterkühe                 | Festmist* <sup>1</sup>             | 24           | 79                     | 6.611          |
| Milchvieh                  | Flüssigmist                        | 50           | 587                    | 9.845          |
|                            | Festmist                           |              | 59                     | 4.936          |
| Andere Rinder              | Flüssigmist* <sup>2</sup>          | 200          | 636                    | 10.676         |
|                            | Festmist                           |              | 230                    | 19.331         |
| <b>Σ</b>                   |                                    | <b>274</b>   | <b>1.590</b>           |                |
| Mastschweine               | Flüssigmist* <sup>3</sup>          | 1.580        | 3.160                  | 75.840         |
| Zuchtsauen                 | Flüssigmist* <sup>4</sup>          | 1.014        | 5.070                  | 121.680        |
| <b>Σ</b>                   |                                    | <b>2.594</b> | <b>8.230</b>           |                |
| Geflügel                   | Kot-Einstreu-Gemisch* <sup>5</sup> | 0            | 0                      | 0              |
| Pferde                     | Mist                               | 105          | 618                    | 57.529         |
| Gülle-Σ                    |                                    |              | 9.453                  | 218.041        |
| Festmist-Σ                 |                                    |              | 986                    | 88.407         |
| HTK                        |                                    |              | 0                      | 0              |
| <b>Gesamt-Σ</b>            |                                    |              | <b>10.438</b>          | <b>306.448</b> |

Auf Basis der statistischen Daten ergeben sich dabei rund 9.400 t/a Flüssigmist sowie rund 1.000 t/a Festmist. Das nachhaltige Potenzial aus der Viehhaltung beläuft sich zusammen auf ca. 10.400 t. Es wird angenommen, dass dieses Potenzial in der bestehenden Biogasanlage bereits vollständig energetisch verwertet wird und somit kein Ausbaupotenzial besteht.

#### 5.5.2.5 Biomasse aus Dauergrünland

Die Verbandsgemeinde verfügt über eine Grünlandfläche von ca. 850 ha. Aufgrund des hohen Biomassebedarfs der in der Gemeinde ansässigen Biogasanlage und der Tierhaltung wird davon ausgegangen, dass diese Flächen zur Biogas- und Futterproduktion verwendet werden. Diesbezüglich wird eine energetische oder stoffliche Nutzung dieser Biomassen nicht weiter betrachtet.

### 5.5.3 Potenziale aus der Landschaftspflege

Im Bereich Landschaftspflege wurden die Potenziale für eine energetische Verwertung aus den Bereichen Schienen-, Straßen- und Gewässerbegleitgrün untersucht. In der Darstellung findet ausschließlich das holzartige Potenzial Betrachtung, da die Bergung grasartiger Massen, technisch wie wirtschaftlich derzeit nicht realisiert werden kann.

Unter Berücksichtigung der Straßenlängen von ca. 39 km innerhalb des untersuchten Gebietes ergibt sich ein nachhaltiges Potenzial an Straßenbegleitgrün von rund 100 t FM /a, was einem mittleren Heizwert von ca. 300 MWh/a entspricht.

Die erfassten Potenziale des Schienenbegleitgrüns summieren sich bei einer relevanten Schienenlänge von 13 km auf ein nachhaltiges Potenzial von 200 t FM /a. Bei den oben dargestellten Annahmen ergibt sich hieraus ein mittlerer Heizwert von ca. 600 MWh/a.

Bei einer relevanten Gewässerlänge von 53 km summieren sich die erfassten Potenziale des Gewässerbegleitgrüns auf ein nachhaltiges Potenzial von ca. 160 t FM /a. Daraus ergibt sich unter den dargestellten Annahmen ein mittlerer Heizwert von ca. 500 MWh/a. Eine sinnvolle Verwertung ist sowohl beim Schienen- als auch beim Gewässerbegleitgrün in erster Linie vom Bergungsaufwand abhängig.

Insgesamt ergibt sich ein Ausbaupotenzial von rund 460 t FM /a mit einem Energiegehalt von etwa 1.400 MWh/a, äquivalent zu rund 140.000 l Heizöl.

Da eine energetische Verwertung des holzartigen Schienen- und Gewässerbegleitgrüns in der Verbandsgemeinde bislang nicht bekannt ist, wird angenommen, dass das dargestellte, nachhaltige Potenzial mit dem Ausbaupotenzial gleichzusetzen ist.

Die nachfolgende Tabelle stellt die ausbaufähigen Holzpotenziale aus der Landschaftspflege zusammengefasst dar:

Tabelle 5-16: Zusammenfassung Potenziale aus der Landschaftspflege

| Biomassepotenziale aus der Landschaftspflege | Stoffgruppe     | Potenzial  |            | Gesamt-Heizwert<br>[MWh/a] |
|----------------------------------------------|-----------------|------------|------------|----------------------------|
|                                              |                 | [km]       | [t FM/a]   |                            |
| Straßenbegleitgrün                           | Festbrennstoffe | 39         | 100        | 300                        |
| Schienenbegleitgrün                          | Festbrennstoffe | 13         | 200        | 600                        |
| Gewässerbegleitgrün                          | Festbrennstoffe | 53         | 160        | 500                        |
| <b>Σ (gerundet)</b>                          |                 | <b>106</b> | <b>460</b> | <b>1.400</b>               |

#### 5.5.4 Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen

##### Bioabfall

Zur Ermittlung des vergärbaren nachhaltigen Potenzials aus Bioabfällen wurden die Daten wurden Mengenangaben aus der Landesabfallbilanz 2016 für den Landkreis Germersheim zugrunde gelegt und über die Einwohnerzahl auf die Verbandsgemeinde umgerechnet. Für das Jahr 2016 wird im untersuchten Gebiet eine Bioabfallmenge von rund 1.500 t kalkuliert. Insgesamt beläuft sich das nachhaltige Potenzial auf rund 1.100 MWh/a. Aufgrund der überregionalen Entsorgungs-, Handels- und Verwertungsstrukturen ist davon auszugehen, dass sich das Potenzial bereits in Nutzung befindet bzw. keine weitere regionale Nutzung aufgebaut werden kann. Somit ist das Ausbaupotenzial gleich Null zu setzen.

##### Gartenabfall

Für die Erhebung des nachhaltigen Potenzials aus Gartenabfällen wurden ebenfalls Mengenangaben aus der Landesabfallbilanz 2016 für den Landkreis Germersheim zugrunde gelegt und über die Einwohnerzahl auf die Verbandsgemeinde umgerechnet. Hieraus ergibt sich ein Biomassepotenzial von rund 1.400 t. Unter der Annahme, dass aus Grüngut ca. 40% holzartiges Material einer energetischen Nutzung zugeführt werden können, ergibt sich hieraus ein Energiepotenzial an Festbrennstoffen von rund 1.700 MWh/a.

### Altholz

Aufgrund der überregionalen Entsorgungs-, Handels- und Verwertungsstrukturen ist davon auszugehen, dass sich das Potenzial bereits in Nutzung befindet bzw. keine weitere regionale Nutzung aufgebaut werden kann. Somit ist das Ausbaupotenzial gleich Null zu setzen.

### 5.5.5 Zusammenfassung Biomassepotenziale

Die Untersuchung hat gezeigt, dass zum aktuellen Zeitpunkt Biomassepotenziale zur Energiegewinnung in der Verbandsgemeinde bereitgestellt werden können. In der folgenden Abbildung werden die ausbaufähigen Biomassepotenziale noch einmal zusammengefasst dargestellt. Insgesamt beläuft sich das jährliche Ausbaupotenzial auf etwa 5.400 MWh, äquivalent zu rund 540.000 l Heizöl.

Die prognostizierte Primärenergie wird ausschließlich aus biogenen Festbrennstoffen bereitgestellt. Dabei verfügt das Grüngut über ein Energiepotenzial von etwa 1.700 MWh/a, die Landschaftspflege und die Forstwirtschaft jeweils über ca. 1.400 MWh/a und der Obst- und Weinbau über rund 900 MWh/a (Angaben gerundet).

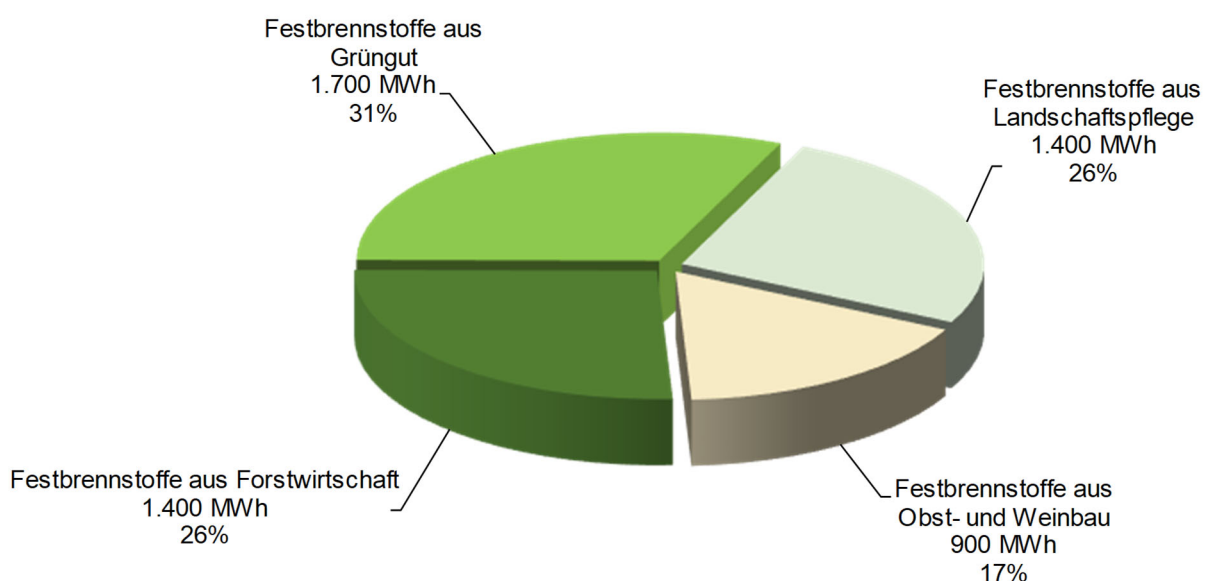


Abbildung 5-9: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Verbandsgemeinde Kandel

## 5.6 Speicherung Erneuerbarer Energien

Die größten Anteile an erneuerbarer Stromerzeugung haben Wind- und Solarenergie. Nachteil beider Erzeugungsarten ist aber ihre jeweilige tatsächliche Verfügbarkeit. Auch wenn sich die beiden Erzeugungsarten teilweise in bestimmten Zeiträumen ergänzen, so kann allein über diese beiden Technologien keine langfristige Versorgungssicherheit gewährleistet werden. Auf Deutschland bezogen können auch Biomasse, Wasserkraft und (Tiefen-)Geothermie diese Lücke nicht füllen, ihr Potenzial ist zudem stärker regional begrenzt.

Es ist nun mal Tatsache, dass die Sonne eben nur tagsüber scheint, die Photovoltaik bisher noch auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen ist und auch saisonale Effekte die Ausbeute im Winter stark reduzieren. Eine Windenergieanlage ist auch abhängig von einer bestimmten Windhöffigkeit. Ist diese nicht gegeben, steht die Anlage still und es kann kein Strom produziert werden. Die Notwendigkeit zur Speicherung der gewonnenen Energie, in den Zeiten, in denen mehr produziert, als verbraucht wird, wird dadurch besonders deutlich.

In den vergangenen Jahren wurden so die unterschiedlichsten Methoden untersucht und erforscht, wie dieser Strom langfristiger verfügbar gemacht werden kann. Im großen Maßstab bereits seit vielen Jahren in Pumpspeicherkraftwerken, beschäftigen sich aktuell viele Ansätze mit der Umwandlung elektrischer Energie. Darauf basieren beispielsweise die Prinzipien von Power-to-Gas (PtG), Power-to-X (PtX) oder auch die Herstellung und Speicherung von Wasserstoff. So können z. B. auch bereits vorhandene Systeme, wie das Gasnetz, zur Speicherung dienen.

Jedoch stellen Batteriespeicher, die wir auch von der Elektromobilität kennen, die derzeit am weit verbreitete Lösung zur Speicherung erneuerbarer Energien dar. Die wirtschaftlichen Aspekte sind noch in den meisten Fällen grenzwertig, hier spielen derzeit vor allem Klimaschutzmaßnahmen und CO<sub>2</sub> Einsparung eine tragende Rolle. Das Klimapaket der Bundesregierung soll auch hier ansetzen und über finanzielle Anreize der Speichertechnologien zum Ausbau Erneuerbarer Energien und so zur Zielerreichung der gesteckten Klimaschutzziele bzgl. CO<sub>2</sub> Einsparung führen. Erste Ergebnisse der Gespräche sollen noch im September 2019 veröffentlicht werden. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung können zu den Inhalten allerdings noch keine konkreten Angaben gemacht werden.

Ein weiteres Problem der Erneuerbaren Stromerzeugung, das durch Zwischenspeicherung gelöst werden kann, liegt im Stromnetz selbst. Anstelle eines oder zusätzlich zu einem oft diskutierten Netzausbaus, können s. g. Ortsnetzspeicher oder eben die Vielzahl einzelner kleiner Speicher (z. B. PV + Batteriespeicher), die netzoptimiert agieren, vor allem auf Ebene des Niederspannungsnetzes für eine Stabilisierung sorgen. Im Folgenden werden konventionelle und netzoptimierte Speicherung gegenübergestellt.

### Konventionelle Speicherung

Im Tagesverlauf der Solareinspeisung wird der Speicher bis zu seiner maximalen Ladekapazität geladen. Bei üblicher Auslegung des Speichervolumens ist der Speicher bereits vor der Mittagsspitze vollgeladen. Die weitere erzeugte Leistung, insbesondere die Mittagsspitze, wird in das Stromnetz eingespeist. Das Stromnetz muss somit weiterhin nach installierter PV-Leistung ausgelegt sein.

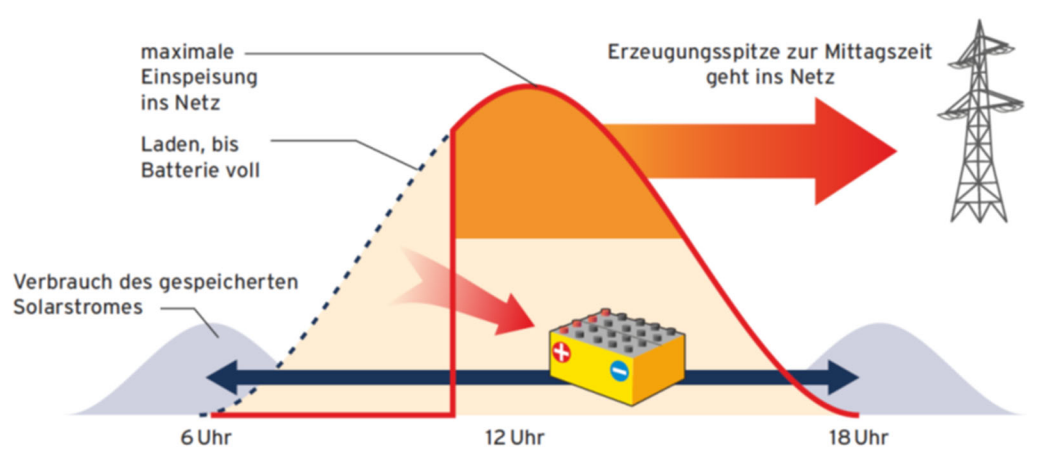


Abbildung 5-10: Konventionelle Speicherung<sup>96</sup>

### Netzoptimierte Speicherung

Für die netzoptimierte Betriebsweise muss berücksichtigt werden, dass die Einspeiseleistung zu Zeiten hoher PV-Einspeisung, somit zu den Mittagsstunden, mit dem Speicher reduziert wird. Der Speicher wird mit einer dezentralen Intelligenz gesteuert. Es ist keine Kommunikationstechnik erforderlich. Der gleiche Speicher wie bei der konventionellen Speicherbewirtschaftung speichert nun die Mittagsspitze. Der Speicher kann zusätzlich weitere Aufgaben übernehmen. Dazu gehört die Reduzierung der Lastspitze abends mit dem Ausspeichern der Energie. So können bei globaler Sichtweise Spitzenlastkraftwerke vermieden werden und damit der CO<sub>2</sub> Ausstoß verringert werden.

<sup>96</sup> <http://www.energie-auskunft.de/stromspeicher/>

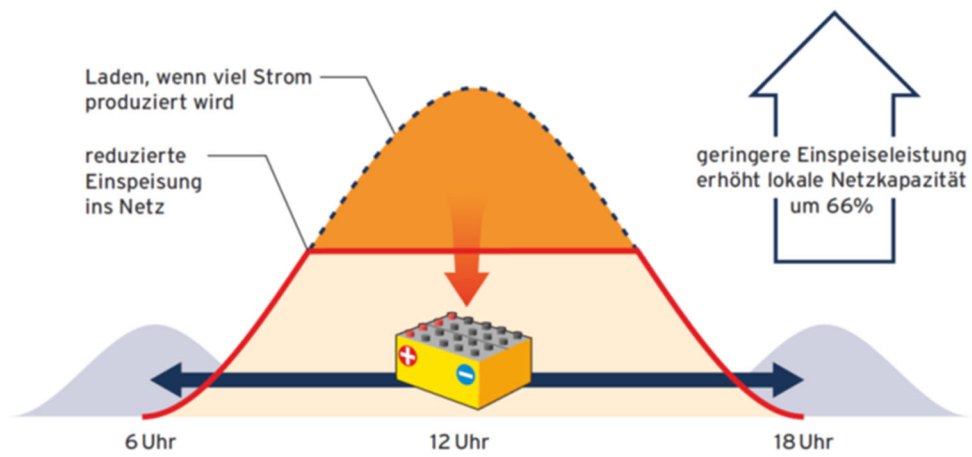


Abbildung 5-11: Netzoptimierte Speicherung

## 6 Akteursbeteiligung

Die Identifizierung relevanter Akteure in der Verbandsgemeinde Kandel ist innerhalb des eingeleiteten Stoffstrommanagementprozesses Voraussetzung und Grundlage für die Durchführung der Verbrauchs- und Potenzialanalyse sowie der Strategie- und Maßnahmenentwicklung. Nur durch die Kenntnisse über Zuständigkeiten für Stoffströme sowie hierdurch betroffene Personenkreise können diese beeinflusst und gesteuert werden. Auch die weitere Konkretisierung und Umsetzung von Handlungsmaßnahmen kann nur unter Einbindung der lokalen Akteure erfolgreich sein.

Notwendig für eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes bzw. letztlich zur Erreichung der Ziele ist somit eine aktive Einbeziehung der unterschiedlichsten Akteure bzw. Akteursgruppen aus der Gemeinde und deren Umfeld – zunächst insbesondere durch die Verwaltungen als Initiator des Vorhabens. Die jeweiligen weiteren Akteure sind an einer Partizipation interessiert, da sich für diese im Themenspektrum Klimaschutz, Energieeinsparung und -effizienz oder Einsatz erneuerbarer Energien direkt bzw. indirekt ein Nutzen darstellen lässt (z. B. finanzielle Vorteile durch geringere Energiekosten, Geschäftsaufträge, Marketing). Die nachstehende Abbildung zeigt die Akteursbandbreite auf, die hiermit in Verbindung steht.



Abbildung 6-1: regionale Schlüsselakteure

Dementsprechend sind bereits zahlreiche dieser lokalen und regionalen Akteure mit der Konzepterstellung im Rahmen von Einzelgesprächen oder Workshops eingebunden worden.

Die Akteursgespräche waren zugleich Grundlage für die partizipative Entwicklung regional adaptierter Maßnahmen (vgl. Kapitel 7). Die weitere Konkretisierung und Umsetzung der Maßnahmen kann nur unter Einbindung dieser lokalen Akteure erfolgreich sein.

Die nachstehenden Übersichtstabellen stellen eine Zusammenfassung der Mitglieder der Steuerungsgruppe sowie der im Rahmen der Konzepterstellung durchgeführten Termine bzw. Veranstaltungen dar. Geplant ist, die bisherige Steuerungsgruppe durch weitere regionale Schlüsselakteure zu erweitern.

Tabelle 6-1 Mitglieder der Steuerungsgruppe

| <b>Mitglieder der Steuerungsgruppe</b>                           |                                  |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Fraktionsvorsitzende bzw. Vertretende Verbandsgemeinderat</b> |                                  |
| Vámay, Hellmuth                                                  | SPD                              |
| Dr. Lausterer, Gerhard                                           | Vertr.Bündnis90/Grüne            |
| Schmitt Wagner, Uraula                                           | Bündnis90/Grüne                  |
| Niedermeier, Michael                                             | CDU                              |
| Werling, Artur                                                   | Freie Wählergruppe VG            |
| <b>Verbandsgemeindebeigeordnete</b>                              |                                  |
| Knauber, Norbert                                                 |                                  |
| Jordan, Kerstin                                                  |                                  |
| <b>Ortsbürgermeister</b>                                         |                                  |
| Wünstel, Maik                                                    | für OG Erlenbach                 |
| Jetter-Wüst, Gerlinde                                            | für OG Freckenfeld               |
| Tielebörger, Günther                                             | für Stadt Kandel                 |
| Gebhardt, Michael                                                | für Vertr. OG Minfeld            |
| Detzel, Michael                                                  | für OG Steinweiler               |
| Kelemen, Roland                                                  | für OG Vollmersweiler            |
| Beutel, Peter                                                    | für OG Winden                    |
| <b>Fachbereichsleiter</b>                                        |                                  |
| Forstner, Jens                                                   | FB Organisation/Finanzen         |
| Hengen, Christian                                                | FB Bürgerdienste                 |
| Grein, Inge                                                      | Leiterin Verbandsgemeindewerke   |
| <b>Verbandsgemeindeverwaltung</b>                                |                                  |
| Poß, Volker                                                      | Bürgermeister VG Kandel          |
| Wagner, Ralf                                                     | FB 2 - Leiter                    |
| Herwegen, Dirk                                                   | FB 2 - Leiter Facilitymanagement |
| <b>Institut für angewandtes Stoffstrommanagement</b>             |                                  |
| Koch, Christian                                                  | Projektleitung                   |
| Schierz, Susanne                                                 | Projektmanagement                |

Tabelle 6-2 Termine und Veranstaltungen während der Projektlaufzeit

| Durchgeführte Termine und Veranstaltungen im Rahmen der Konzepterstellung |                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 06.08.2018                                                                | Interne Auftaktbesprechung Verbandsgemeindeverwaltung                                                                 |
| 28.08.2018                                                                | 1. Treffen der Steuerungsgruppe: Vorstellungsrunde, Vorgehen Konzepterstellung, Weiteres Vorgehen, Diskussion         |
| 18.10.2018                                                                | Öffentliche Auftaktveranstaltung                                                                                      |
| 24.01.2019                                                                | 2. Treffen der Steuerungsgruppe: Ergebnisse IST-Analyse (Bilanz, Potenziale), Vorgehen Akteursbeteiligung, Diskussion |
| 14.03.2019                                                                | Akteursgespräch Kläranlage VG Kandel (Herr Gerfelder, Frau Grein)                                                     |
| 14.03.2019                                                                | Akteursworkshop: Energiepotenziale aus Landwirtschaft und Forst                                                       |
| 28.03.2019                                                                | 3. Treffen der Steuerungsgruppe: Vorstellen Szenarienrechnung und Methodik, Akteursbeteiligung, Weiteres Vorgehen     |
| 04.04.2019                                                                | Ausschusssitzung: Zwischenpräsentation aktueller Arbeitsstand und weiteres Vorgehen                                   |
| 11.06.2019                                                                | Zielfindungsworkshop Klimaschutzstrategie für die VG Kandel, sowie 4. Treffen der Steuerungsgruppe                    |
| 11.06.2019                                                                | Akteursgespräch BM Poß: Implementierung Klimaschutzmanagement in der Verwaltung                                       |
| 03.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Kandel Klasse 3b                                                               |
| 04.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Kandel Klasse 3a                                                               |
| 05.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Minfeld Klasse 3                                                               |
| 06.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Kandel Klasse 4b                                                               |
| 17.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Kandel Klasse 4a                                                               |
| 25.06.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Steinweiler Klasse 3                                                           |
| 20.08.2019                                                                | Kinderklimaschutzkonferenz Grundschule Freckenfeld Klasse 4                                                           |
| 27.08.2019                                                                | 5. Treffen der Steuerungsgruppe: Vorstellen Entwurf Abschlussbericht, Maßnahmenkatalog, Prioritäre Maßnahmen          |
| 12.09.2019                                                                | Vorstellen der Abschlussergebnisse im Umweltausschuss                                                                 |

Die Durchführung dieser Gespräche und Workshops verfolgte drei Ziele. Zum Ersten konnten die Akteure über aktuelle und zukünftige Projekte berichten. Zum Zweiten wurden Maßnahmen von den Akteuren aufgenommen. Diese beinhalteten Wünsche und Anregungen aber auch konkrete Potenziale. Insgesamt wurden zahlreiche Vorschläge aufgenommen, die in den Maßnahmenkatalog geflossen sind. Zum Dritten dienten die Termine zur Vernetzung von Akteuren, die in Zukunft eine große Rolle spielen wird.

Um die Vernetzung der Akteure in der Verbandsgemeinde über die Konzepterstellung hinaus zu verstetigen, wird die Beibehaltung der Steuerungsgruppe vorgeschlagen, die vom Klimaschutzmanager kontinuierlich einberufen wird. An dieser Runde sollten alle Ämter, kommunale Betriebe und weitere wichtige Akteure teilnehmen, um Projekte zu koordinieren und Synergieeffekte zu nutzen.

Folglich muss die Gemeindeverwaltung neben der Einbindung externer Akteure hierfür selbst auch verwaltungsintern klare Zuständigkeiten benennen und organisieren. Die Umsetzungsförderung im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums bietet hier mit der Förderung einer Personalstelle (Klimaschutzmanagement) für bis zu fünf Jahre eine Unterstützung. Diese Personalstelle sollte als eigenständige Stabstelle oder z.B. im Bereich Natürliche Lebensgrundlagen und Bauen angegliedert werden. Entsprechend müsste diese Personalstelle auch im Stellenplan ausgewiesen werden, um einen nahtlosen Übergang zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zu gewährleisten. Zur Umsetzung des Konzeptes benötigt

der Klimaschutzmanager zudem die Unterstützung durch Entscheidungsträger sowie weiterer Mitarbeiter einzelner Fachbereiche.

## 7 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog stellt einen für die Gemeinde zugeschnittenen Handlungsplan zur Erschließung der zuvor dargestellten Potenziale. Damit wird die Grundlage für ein planvolles Handeln gelegt. Darüber hinaus werden die ermittelten Potenziale bzw. der damit im Zusammenhang stehenden, erzielbaren regionalen Wertschöpfungseffekte dargelegt. Hierfür wird der Maßnahmenkatalog zunächst im nachstehenden Abschnitt 7.1 generell erläutert. Anschließend werden die zentralen prioritären Maßnahmen für die Verbandsgemeinde Kandel betrachtet, welche in Zusammenarbeit mit der Steuerungsgruppe erarbeitet wurden. Diese können zugleich die erste wesentliche Arbeitsgrundlage für die Konzeptumsetzung durch einen Klimaschutzmanager darstellen.

### 7.1 Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs

Die Ergebnisse aus den Bereichen Potenzialanalyse, Öffentlichkeitskonzept, Akteursworkshops und Expertengespräche sind in Maßnahmenblättern zusammengefasst. Der Aufbau der Maßnahmenblätter im Katalog wird in drei Kategorien untergliedert:

#### **Kategorie 1:**

Hierunter sind Maßnahmen zu verstehen, die Angaben hinsichtlich kumulierter Gesamtkosten und kumulierter Wertschöpfungseffekte bis zum Jahr 2050 sowie Treibhausgaseinsparungen enthalten. Die Parameter und Betrachtungsgrundlagen der Berechnung sind in Kapitel 2 bereits dargelegt worden.

#### **Kategorie 2:**

In dieser Kategorie sind Maßnahmen erfasst, die nicht oder nur sehr schwer messbar sind. Diese sind für das Gesamtkonzept jedoch sehr wichtig. Zu den Maßnahmen sind in den einzelnen Maßnahmenblättern detaillierte Informationen enthalten, die für die Umsetzung relevant sind.

#### **Kategorie 3:**

Maßnahmen, die unter Kategorie 3 fallen, sind im Laufe des Projektes erfasst worden. Diese besitzen nicht messbare Schritte, da nicht mehr Informationen für die Maßnahmen zur Verfügung standen oder die Idee nicht weiter konkretisiert werden konnte.

|                                       |
|---------------------------------------|
| Nr.:                                  |
| Vorgeschlagen von:                    |
| Organisation:                         |
| Kurztitel:                            |
| Kurzbeschreibung:                     |
| Zuständige Ansprechpartner:           |
| Umsetzer                              |
| Nächste Schritte:                     |
| Anschubkosten:                        |
| Chancen:                              |
| Hemmnisse:                            |
| Maßnahmenbeginn:                      |
| Ende der Umsetzung                    |
| Rechnerische Nutzungsdauer:           |
| Investitionskosten für Maßnahme:      |
| Sowiesokosten:                        |
| Investitionsmehrkosten:               |
| Verbrauchsdaten vor der Umsetzung:    |
| Verbrauchsdaten nach der Umsetzung:   |
| Betriebskosten vor der Umsetzung:     |
| Betriebskosten nach der Umsetzung:    |
| Erträge der Maßnahme:                 |
| Produzierte Energie:                  |
| Einsparung (kWh):                     |
| Einsparung (€):                       |
| Amortisationszeit der Mehrkosten:     |
| CO <sub>2</sub> -Minderungspotential: |
| CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten:   |
| Regionale Wertschöpfung:              |

Kat.3

Kat.2

Kat.1

Abbildung 7-1: Maßnahmenblatt

Die Summe aller Maßnahmenblätter bildet den Maßnahmenkatalog der Verbandsgemeinde Kandel. Durch diesen Aufbau wird eine einheitliche Struktur beibehalten, die es der Verbandsgemeinde ermöglicht die wiederkehrenden Reportings vereinfacht darzustellen.

Dabei gliedert sich der Maßnahmenkatalog nachfolgenden Themenfeldern:

| Register      |                                           |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
|---------------|-------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------------------------|
| lfd. Nr.      | Themenbereich / Titel                     | Investitionskosten | Amortisationszeit | Regionale Wertschöpfung | Einsparung                |                 |               | Erträge         |               | CO <sub>2</sub> Vermeidungskosten |
|               |                                           |                    |                   |                         | CO <sub>2</sub>           | kWh             | €             | kWh             | €             |                                   |
| 1.            | Gebäude - TGA - Industrie & Gewerbe       | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 1.1           | Kommunale Gebäude & TGA                   |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 1.2           | Öffentliche Gebäude                       |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 1.3           | Wohngebäude                               |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 1.4           | Industrie & Gewerbe                       |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 1.5           | Kommunale Beleuchtung                     |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 1.6           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 2.            | Verkehr                                   | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 2.1           | Kommunaler Fuhrpark                       |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 2.2           | MIV & ÖPNV                                |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 2.3           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.            | Stromproduktion                           | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 3.1           | Wasserkraft                               |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.2           | Windkraft                                 |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.3           | Photovoltaik                              |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.4           | Geothermie                                |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.5           | KWK Strom                                 |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 3.6           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 4.            | Wärme- & Kälteproduktion                  | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 4.1           | KWK Wärme                                 |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 4.2           | Fern- & Nahwärme                          |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 4.3           | Solarthermie                              |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 4.4           | Geothermie                                |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 4.5           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 5.            | Flächennutzungs- & Bauleitplanung         | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 5.1           | Stadtplanung                              |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 5.2           | Verkehrsplanung                           |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 5.3           | Standards für Modernisierung und Neubau   |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 5.4           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 6.            | Öffentliche Beschaffung                   | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 6.1           | Energieeffizienz Standards                |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 6.2           | Erneuerbare Energien Standards            |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 6.3           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 7.            | Öffentlichkeitsarbeit                     | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 7.1           | Beratungsleistungen                       |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 7.2           | Förderprogramme, Zuschüsse & Subventionen |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 7.3           | Bewusstseins- & Netzwerkbildung           |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 7.4           | Bildung, Schulung & Ausbildung            |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 7.5           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 8.            | Abfall- & Abwassermanagement              | 0,00 €             |                   | 0,00 €                  | 0 t CO <sub>2</sub>       | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 kWh        | 0,00 €        | 0,00 €/t                          |
| 8.1           | Abfallmanagement                          |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 8.2           | Abwassermanagement                        |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| 8.3           | Sonstige                                  |                    |                   |                         |                           |                 |               |                 |               |                                   |
| <b>Gesamt</b> |                                           | <b>0,00 €</b>      |                   | <b>0,00 €</b>           | <b>0 t CO<sub>2</sub></b> | <b>0,00 kWh</b> | <b>0,00 €</b> | <b>0,00 kWh</b> | <b>0,00 €</b> | <b>0,00 €/t</b>                   |

Abbildung 7-2: Auszug aus dem Register des Maßnahmenkataloges nach übergeordneten Kategorien

In den Subkategorien sind Maßnahmen aufgeführt, die im Laufe der Projektarbeit identifiziert wurden. Die Verbandsgemeinde hat die Möglichkeit den fortschreibbaren Maßnahmenkatalog um weitere Maßnahmen zu ergänzen. Dabei dient der Katalog als ein Baustein des Klimaschutzcontrollings.

## 7.2 Prioritäre Klimaschutzmaßnahmen

Nachfolgend werden die prioritären Maßnahmen für die VG Kandel dargestellt. Gemeinsam mit der Steuerungsgruppe wurden zu priorisierende Maßnahmvorschläge für die Verbandsgemeinde in unterschiedlichen Handlungsfeldern herausgearbeitet. Sie definieren die Arbeitsschwerpunkte zur Etablierung eines Klimaschutzmanagements sowie den wichtigen Schwerpunkten zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes und damit zum Erreichen der Zieledefinition (Kapitel 1.2.) für die VG.

### 7.2.1 Handlungsfeld: Klimaschutz in Politik und Verwaltung

Über ordnungsrechtliche Instrumente, finanzielle Anreize sowie Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit kann die VG für sich selbst, Bürger, Institutionen, Unternehmen, etc. zentrale Faktoren definieren, welche zu mehr Wertschöpfung, Innovation und Klimaschutz führen können. Nach außen hin kann die VG z.B. bei den eigenen Liegenschaften, der Straßenbeleuchtung oder dem Fuhrpark als Vorbild wirken. Viele dieser Aufgaben werden durch die VG-Verwaltung bereits erfolgreich umgesetzt. Mit der Erstellung des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes wurden gemeinsam weitere Maßnahmen erarbeitet, deren Umsetzung einen politischen Rückhalt erfordern.

#### 7.2.1.1 Institutionalisierung des Klimaschutzes (Personalstelle Klimaschutzmanagement)

Grundlage für die Förderung eines Klimaschutzmanagements ist das erstellte integrierte Klimaschutzkonzept der VG. Hierzu werden für eine Dauer von zunächst drei Jahren (Anschlussförderung von zwei Jahren möglich) Sach- und Personalkosten für das Klimaschutzmanagement gefördert. Die Förderquote beträgt derzeit 65 % (40 % im Anschlussvorhaben), max. 90 % für finanzschwache Kommunen (z.B. Teilnahme am kommunalen Entschuldungsfond) (56 % im Anschlussvorhaben). Entsprechende Förderanträge können ganzjährig beim BMU/Projekträger Jülich eingereicht werden. Es wird vorgeschlagen, von dieser Fördermöglichkeit Gebrauch zu machen und zur Umsetzung des Konzeptes, zunächst für drei Jahre befristet, ein Klimaschutzmanagement aufzubauen (d.h. eine Personalstelle zu schaffen). Entsprechend des zeitlichen Vorlaufes durch Beantragung und Bewilligung der Mittel, wäre nicht vor Januar 2020 mit Aufnahme der Tätigkeit des Klimaschutzmanagers zu rechnen.

Zusätzlich kann der Klimaschutzmanager bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes, einen Zuschuss zur Umsetzung einer ausgewählten Klimaschutzmaßnahme (Förderquote 50 %, max. 200.000 €) beantragen. Die Maßnahme soll bezüglich Energieeinsparung und Klimaschutz herausragend sein.

Als Beispiele wären hier u.a. eine Maßnahme zur energetischen Sanierung eines Gebäudes, der Bau eines Nahwärmenetzes oder Maßnahmen im Mobilitätsbereich zu nennen. Eine detaillierte Beschreibung von solchen Maßnahmen befindet sich im Maßnahmenkatalog.

Im Rahmen des Klimaschutzmanagements soll der/die Klimaschutzmanager/in (nachfolgend Klimaschutzmanager) sowohl verwaltungsintern als auch extern über das Klimaschutzkonzept informieren, Prozesse für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung wichtiger Akteure initiieren sowie Projekte zur Zielerreichung anstoßen und umsetzen (u.a. prioritäre Maßnahmen). Durch Information/Öffentlichkeitsarbeit sowie Moderation und Management soll die Umsetzung des Gesamtkonzepts und einzelner Klimaschutzmaßnahmen unterstützt werden. Ziel ist es auch, verstärkt Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe der VG zu integrieren.

#### 7.2.1.2 Klimaschutz als Querschnittsaufgabe der Verwaltung (Weiterführung der Steuerungsgruppe)

Als operatives Organ zur Steuerung der Aktivitäten wurde durch die VG bereits eine Steuerungsgruppe berufen. Sie fungiert als Ideenschmiede und vereint durch die interdisziplinäre Besetzung eine Vielzahl von Kompetenzen.

Frei von politischen Interessen und Befindlichkeiten erarbeitet die Gruppe das notwendige Vorgehen, um die Ziele des Klimaschutzkonzeptes voranzutreiben und zu erreichen. Entscheidungsgewalt behalten die politischen Gremien, die Gruppe ist jedoch stark in der Politik verankert, um gegenläufigen Initiativen und Bestrebungen vorzubeugen.

Aufgaben der zukünftigen Koordinierungsrunden sollten u. a. eine regelmäßige Abstimmung laufender und geplanter Vorhaben der VG sein. Durch Kommunikation zwischen der Verwaltung, Institutionen und weiteren Akteuren könnten Synergien genutzt werden. Die Steuerungsgruppe sollte sich auch weiterhin über durchgeführte und geplante Kommunikationsmaßnahmen sowie die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit in der Öffentlichkeitsarbeit austauschen und realisieren. Eine Auflistung der Mitglieder der Steuerungsgruppe befindet sich in Kapitel 6.

#### 7.2.1.3 Integration von Klima-, Umwelt- und Naturschutz in die Außendarstellung der VG (Corporate Identity)

Ziel dieser grundlegenden Maßnahme ist eine zukünftige gemeinsame Außendarstellung der gesamten Klimaschutz- und Energieaktivitäten der VG unter einer gemeinsamen Corporate Identity (CI), ggf. in Anlehnung an ein bestehendes CI. Auf diese Weise sollen ein eindeutiger Wiedererkennungscharakter gewährleistet und grundlegende parallele Aktivitäten vermieden werden.

Konkret sollte der Klimaschutzmanager im Rahmen seiner Tätigkeiten

- um Zustimmung in der Bevölkerung für diese Maßnahme werben, sodass zukünftig alle Klima- und Energieaktivitäten in der VG gemeinschaftlich auftreten und eine vg-übergreifende Identität bei den Akteursgruppen geschaffen wird sowie
- weitere CI-Inhalte entwickeln und abstimmen (Briefkopf, Internetauftritt, Vorlage für Präsentationen, Werbemittel).

### Corporate Communication

Die im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation definierten Ziele für die VG gilt es als kommunikative Leitlinie auch verbal zu repräsentieren. Diese Leitlinie ist im Vorfeld der strategischen Umsetzung zu konzeptionieren. Durch die Umsetzung eines Ideenwettbewerbes bei regionalen Akteuren (insbesondere private Haushalte bspw. in Kooperation mit Bildungseinrichtungen) kann eine Identifikation dieses Zielgruppensegmentes mit der Corporate Communication erzielt werden, was darüber hinaus zur Erreichung des Popularisierungsziels beitragen kann. Die Haushalte sollen durch den Wettbewerb dazu aktiviert werden, eine verbale Leitlinie für die Klimaschutzinitiative der VG zu entwickeln. Die im Zuge des Wettbewerbes entwickelte verbale Richtlinie soll, auch aus Gründen der Wiedererkennung, in allen kommunikativen Maßnahmen Einsatz finden.

### Corporate Design

Aufbauend auf der im Zuge des Wettbewerbes entwickelten Corporate Communication wird zur Visualisierung der Corporate Communication darüber hinaus die Entwicklung eines Corporate Design (CD) empfohlen. Aus Gründen der regionalen Identität und der Wiedererkennungsrate können gewisse Teilsegmente des bestehenden Corporate Designs der VG integriert werden. Ähnlich wie bei einem Klimaschutzslogan ist auch für das Corporate Design der stetige Einsatz in allen Kommunikationsmaßnahmen zu empfehlen, um eine Positionierung der Bildmarke erreichen zu können.

#### 7.2.1.4 Fundraising: Projektfinanzierung, Fördermittelbeschaffung

Zur Unterstützung von nachhaltigen Projektvorhaben und -partnern soll der Klimaschutzmanager auf regionaler-, nationaler- sowie internationaler Ebene Finanzierungs- & Förderprogramme identifizieren. Gerade interdisziplinäre Projekte, die durch verschiedene Förderprogramme unterstützt werden, eröffnen die Möglichkeiten Erfahrungen und Wissen auszutauschen und so gemeinsam den Herausforderungen einer zukunftsfähigen Entwicklung der VG zu begegnen. Speziell in den Bereichen Mobilität, Energieversorgung und Energieeffizienz bieten sich in Kandel Projekte an, für die in der aktuellen Förderlandschaft gute Bedingungen für z.B. Investitionszuschüsse existieren. Diese sind im Maßnahmenkatalog entsprechend beschrieben.

### 7.2.1.5 Nachhaltige Beschaffung, Green IT und Klimaschutz am Arbeitsplatz

Die VG-Verwaltung verfügt über ein großes Beschaffungsvolumen, das Auswirkungen auf Klimaschutz und Energieverbrauch hat. Ziel ist es, diese Auswirkungen durch eine bewusste nachhaltige Beschaffung zu reduzieren. Die VG sollte mit gutem Beispiel vorangehen. So kann z.B. auf regionale Besonderheiten u.a. bzgl. Beschaffungsrichtlinien oder auch lokalen Angeboten eingegangen werden oder Sammelbestellungen eingerichtet werden. Durch die Abnahme größerer Mengen kann somit auch der Kostendruck verringert werden.

Hinsichtlich der Beschaffung und Nutzung von Produkten sind bspw. zu nennen: Nutzung von Recyclingpapier, Berücksichtigung von Langlebigkeit und Reparaturfreundlichkeit von Bürogeräten sowie der Einsatz von energiesparenden Geräten. Neben den umweltschonenden Aspekten der Beschaffung, kann auch aktiv auf soziale Aspekte (Arbeitsbedingungen, Fairer Handel etc.) geachtet werden. Um nun die Einhaltung von sozialen und ökologischen (Mindest-)Anforderungen über die ganze Lieferantenkette auf Basis ökonomischer Darstellbarkeit sicherstellen, sollte eine nachhaltige Beschaffungsrichtlinie eingeführt werden. Diese würde neben Material und Preis somit auch Lieferentfernungen der Lieferanten, Recyclingfähigkeit, Umweltauswirkungen und Umweltmanagement der Produktion berücksichtigen.

Eine weitere Teilmaßnahme, welche besonders auf die Verwaltungsmitarbeiter\*innen abzielt, ist die Sensibilisierung und auch Schulung für mehr Energie- und Ressourceneffizienz am Arbeitsplatz. Damit einhergehend steht auch u.U. die Bereitstellung von Hilfsmitteln (u.a. ausschaltbare Steckerleisten, Software für papierloses Büro, Heizungssteuerung) oder Umrüstungsmaßnahmen (bspw. LED-Beleuchtung, WC-Wasserspartasten).

### 7.2.2 Handlungsfeld: Ausbau Erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz

Wie in den Kapiteln 4 und 5 dargestellt, verfügt die VG über umfassende Potenziale hinsichtlich Erneuerbarer Energien und Energieeffizienz. Diese Potenziale bilden die Grundlage für die Umsetzung von Projekten und umfassen v.a. die Bereiche:

- Erneuerbare Energien aus Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie)
- Erneuerbare Energien aus Windkraft
- Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte
- Effizienz- und Einsparpotenziale in den Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie

Auf Basis der ermittelten Potenziale erfolgt die Formulierung und Initiierung von Projekten zur Nutzung der Erneuerbaren Energien in der VG. Diese sollten durch die zu schaffende Personalstelle eines Klimaschutzmanagers weiter begleitet werden, um eine rasche Weiterentwicklung und Umsetzung mithilfe regionaler Akteure zu gewährleisten.

Hierdurch wird in nächster Konsequenz die regionale Wertschöpfung weiter gestärkt, da Mittel zur Energieerzeugung nicht mehr aus der Region abfließen, sondern direkt vor Ort investiert und Erlöse durch Beteiligung lokaler Akteure direkt innerhalb der Region erzielt werden.

Da sich ein Großteil der Potenziale außerhalb des direkten Einwirkungsbereiches der VG-Verwaltung befindet, ist es wichtig, die Potenziale mithilfe von Informations- und Beratungsangeboten zu aktivieren. Denn nur gut informierte Akteure, die den Nutzen hinter dem Ausbau von Erneuerbaren Energien sehen, werden bereit sein, aktiv am Umsetzungsprozess teilzunehmen. Durch die Nutzung der strategischen Maßnahmen aus dem Handlungsfeld Klimaschutz in Politik und Verwaltung soll eine effiziente und öffentlichkeitswirksame Entwicklung entsprechender Projekte gewährleistet werden. Daher ist es wichtig stetig zu informieren und damit verbundene Angebote zu schaffen (bspw. im Rahmen von entsprechenden Kampagnen). Hierzu könnten gezielt, zusammen mit der Bürgerschaft, Projekte „gemeinsam“ entwickelt werden. Ebenso existieren neue Geschäftsmodelle im Bereich von Photovoltaikanlagen. Hier wären z.B. Mieterstrommodelle oder PV-Contracting zu nennen.

Aufgabe der zu schaffenden Personalstelle des Klimaschutzmanagers ist dabei auch u.a. die Unterstützung der Akteure bei der Weiterentwicklung bzw. Aktivierung der Potenziale sowie Kommunikation und Initiierung bestehender Projektideen.

#### 7.2.2.1 Implementierung eines Gebäudeenergiemanagements für eigene Liegenschaften

Bislang wird kein systematisches, automatisiertes und v.a. einheitliches Verfahren zur Erfassung von Verbrauchsdaten der eigenen Liegenschaften genutzt. Im Rahmen der Konzepterstellung wurde deutlich, dass die bisher nur teilweise oder unzureichende Erfassung der Verbrauchs- und Gebäudedaten ein Hemmnis bei der Abbildung von Ist- und Soll-Zuständen darstellt. Dieser Umstand kann als maßgeblich Hürde zur bestmöglichen Nutzung der eigenen Potenziale im Kontext der eigenen Liegenschaften benannt werden. Dieser Thematik wird daher eine hohe Relevanz seitens der Akteure eingeräumt und ein entsprechender Handlungsbedarf sichtbar.

Ein s.g. Gebäudeenergiemanagement- und Controlling System schafft die Möglichkeit, den Energieverbrauch der eigenen Liegenschaften ständig zu erfassen, auszuwerten und entsprechend optimieren zu können und stellt die Grundlage für die Erschließung der Effizienzpotenziale in den kommunalen Liegenschaften dar.

Ziel ist es, ein funktionierendes und zweckdienliches Gebäude-Energiemanagementsystem einzuführen. Denkbar ist auch die Erweiterung um innovative Softwarelösungen für eine smarte Steuerungstechnik.

Mit der neuen Kommunalrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative wird nun auch die Implementierung von Energiemanagementsystemen gefördert. Die jährlichen Antragsfristen sind hierbei wie folgt: 1. Januar bis 31. März und 1. Juli bis 30. September.

#### 7.2.2.2 Maßnahmen zur Wärmeerzeugung und –effizienz

V.a. die Solarthermie Potenziale auf privaten Dachflächen müssen durch die VG in der Öffentlichkeit verstärkt beworben werden. Aber auch der Einsatz von Heizungspumpen, Wärmepumpen oder auch die Steigerung der Sanierungsrate spielen in dem Kontext eine entscheidende Rolle.

Veranstaltungen mit Vorträgen zu Vorteilen, möglichen Förderungen und Kostenabschätzungen könnten hier einen wichtigen Startpunkt darstellen (Information und Öffentlichkeitsarbeit). Der Schwerpunkt wird in Zukunft v.a. auf dem Eigenverbrauch der erzeugten Energie liegen, wodurch ein höherer Beratungsaufwand notwendig wird. Dadurch sollten lokale Handwerksbetriebe in etwaige Kampagnen und Initiativen mit eingebunden werden.

Ziel dieses Maßnahmenpaketes ist in der Summe die Konkretisierung der öffentlichen und privaten Wärme- und ggf. auch Kältepotenziale (Erzeugung und Effizienz) und die Umsetzung erster Maßnahmen in diesem Bereich.

#### 7.2.2.3 Aktivierung der Potenziale zur Stromerzeugung und -effizienz (Solarpotenziale auf Dach- und Freifläche)

##### Ausbau Photovoltaik auf privaten Dachflächen

Die Analyse ergab ein Potenzial von etwa 55,8 MW<sub>p</sub> elektrischer Leistung, welche theoretisch installiert werden könnten. Allerdings hat die VG keinen direkten Einfluss auf dieses Potenzial. Aufgrund dessen kann die Erschließung nur indirekt gefördert werden. Verschiedene Maßnahmen sind im Anhang gelistet, die vor allem Kampagnen darstellen. An dieser Stelle soll sich auch der Klimaschutzmanager einbringen, um diese Informationen zu initiieren. Wie auch bei der Nutzung der Solarthermie soll die Öffentlichkeit mit Hilfe von Kampagnen oder Veranstaltungen auf die Potenziale, Vorteile, mögliche Förderungen und Kostenabschätzungen hingewiesen werden.

##### Ausbau Photovoltaik auf Freiflächen

Die PV Freiflächenpotenziale liegen generell an Autobahnen und Schienenwegen. Die Umsetzung könnte zum einen durch lokale Genossenschaften oder zum anderen durch bestehende bzw. neu zu schaffende kommunale Gesellschaften durchgeführt werden. Auch eine Kombination beider Varianten kann sich als sinnvoll erweisen. Zusätzlich sollte der örtlichen Bevöl-

kerung die Möglichkeit gegeben werden, sich an Solarprojekten (z. B. Solarparks) zu beteiligen. Generell ist auch die Kombination aus Solarthermie und Nahwärme möglich, sodass sich dadurch zusätzliche Energieeffizienzeffekte ergeben können.

Der Klimaschutzmanager ggf. in Kooperation mit interessierten Anlagenbetreibern (Genossenschaften oder etwaige kommunale Gesellschaft) sind diejenigen Akteure, die diese Potenziale in Zusammenarbeit mit den Kommunen, Flächenbesitzern, Netzbetreibern und regionalen Handwerkern heben sollen.

#### 7.2.2.4 Einsatz effizienter Leuchtmittel und Straßenleuchten

Durch die Verwendung von LED-Leuchten können im Schnitt ca. 40 – 70 % des Energieverbrauches der Straßenbeleuchtung eingespart werden. Das Einsparpotenzial hängt maßgeblich von den momentan verwendeten Leuchtmitteln, den Mastabständen/Masthöhen und der realen Straßensituation ab. Zusätzliche Einsparungen können durch eine Dimmfunktion der LED-Leuchten realisiert werden.

##### **Vorteile der LED sind:**

- Geringer Energieverbrauch
- Leistungsreduzierung möglich (Dimmen)
- Lange Lebensdauer der Leuchtmittel
- Verringerung des Insektenfluges an den Leuchten (bei Lichtfarben unter 3.000 K)
- Lichtfarbe wählbar (gestalterische Funktion in historischen Quartieren)

##### **Nachteile der LED sind:**

- Höhere Investitionen ggü. konventionellen Leuchten (30 - 50 %)
- Herstellerabhängigkeit (keine Normierung)
- Hohe Qualitätsunterschiede bei Herstellern (Testen der Leuchte evtl. erforderlich)
- Je nach Hersteller ggf. mangelnde Garantiesicherheiten

##### **Abschalten von „überflüssiger“ Beleuchtung**

Es ist zu prüfen, ob es Straßen oder Plätze gibt, welche mit einer Verringerung der Lichtpunktzahl immer noch ausreichend ausgeleuchtet werden können.

Ein weiterer Aspekt ist die Interpretation der Verkehrssicherungspflicht in Bezug auf die Straßenbeleuchtung. Es gibt keine direkte Vorgabe, eine Straßenbeleuchtung zu verwenden. Um aber vor rechtlichen Belangen gewahrt zu bleiben, sollten Gefahrenstellen nachts beleuchtet werden. Nachfolgende Grafik stellt diese Bereiche dar:

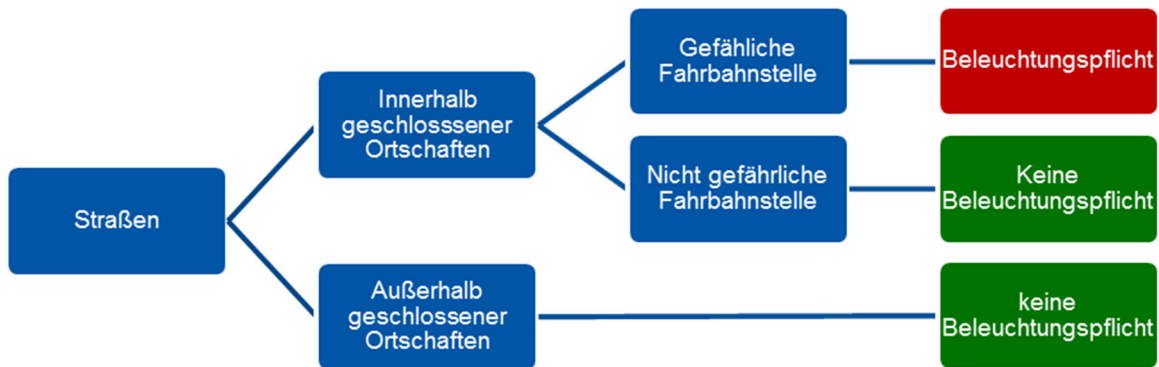


Abbildung 7-3: Zuteilung der Beleuchtungspflicht

Wenn eine Ausleuchtung vorgesehen ist, ist es weiterhin sinnvoll, die Beleuchtung nach den Vorgaben der DIN EN 13201 auszuführen, um die Kommune rechtlich abzusichern.

### Einsparpotenziale der Verbandsgemeinde Kandel

Die Verbandsgemeinde Kandel hat bereits Effizienzmaßnahmen im Bereich der Straßenbeleuchtung erkannt und umgesetzt.

In den Jahren 2013 und 2014 wurde bereits ein Großteil der Beleuchtungssysteme auf LED-Technik umgestellt. Diese Maßnahmen wurden in Kombination mit Fördermitteln der nationalen Klimaschutzinitiative durchgeführt.

Es wurden insgesamt 1.054 Lichtpunkte auf LED-technik umgestellt. Durch diese Maßnahmen konnten ca. 449.000 kWh/a eingespart.

Die bereits durchgeführten Sanierungen der Beleuchtungsanlagen zeigen auf das sich über eine weitergehende Sanierung des Bestandes von konventionellen Leuchtsystemen auf LED-Technik langfristig Energie einsparen lässt. Unter Diesen Aspekt sollte eine weitergehende Sanierung der Straßenbeleuchtung angestrebt werden.

Auch Aktuell wird im Rahmen der Klimaschutzinitiative die Sanierung der Straßenbeleuchtung vom Bund gefördert. Aufgrund einer häufigen Anpassung der Förderkriterien sind die aktuellen Förderkriterien bei Bedarf in der aktuell gültigen Kommunalrichtlinie zu überprüfen. Des Weiteren bietet das Land Rheinland-Pfalz auch eine investive Förderung der Sanierung der Straßenbeleuchtung über das Programm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ Aufgrund einer häufigen Anpassung der Förderkriterien sind auch hier die aktuellen Förderkriterien bei Bedarf zu überprüfen.

Zusätzlich steht den Kommunen weiterhin die Finanzierung über die KfW (Programm 208) zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um einen Kredit zu günstigen Konditionen für die Sanierung und den energieeffizienten Ausbau der Straßenbeleuchtung. Die Förderung bezieht sich auf einen Grenzwert beim Energieverbrauch pro Kilometer Straße und ist technologieunabhängig.

Bei einer technischen Sanierung der Straßenbeleuchtung sollten die nachfolgenden Aspekte berücksichtigt werden:

Bei einer Sanierung auf LED sollte darauf geachtet die Ausleuchtung nicht zu hell umzusetzen. LED-Leuchten sind sehr effizient und es sollte darauf geachtet werden nicht zu starke Leuchten auszuwählen um eine Über-Beleuchtung zu vermeiden.

Insekten haben eine wichtige Funktion als Bestäuber von Blütenpflanzen und als Nahrungsgrundlage für Vögel und Reptilien. Nach Schätzungen sollen allein an Deutschlands Straßenlaternen jährlich 150 Billionen Insekten umkommen.

Insekten werden durch blaues (kaltes) Licht angezogen. Die Straßenbeleuchtung mit einem Orange-rot-Anteil (warmes Licht) mindern den Insektenflug erheblich. Das warme Licht wird auch von den Menschen als angenehmer wahrgenommen. In Abbildung 7-4 ist zu erkennen, dass eine warmweiße LED (unter 3.000 K) durchschnittlich 80 % weniger Insekten pro Nacht anlockt als eine Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.

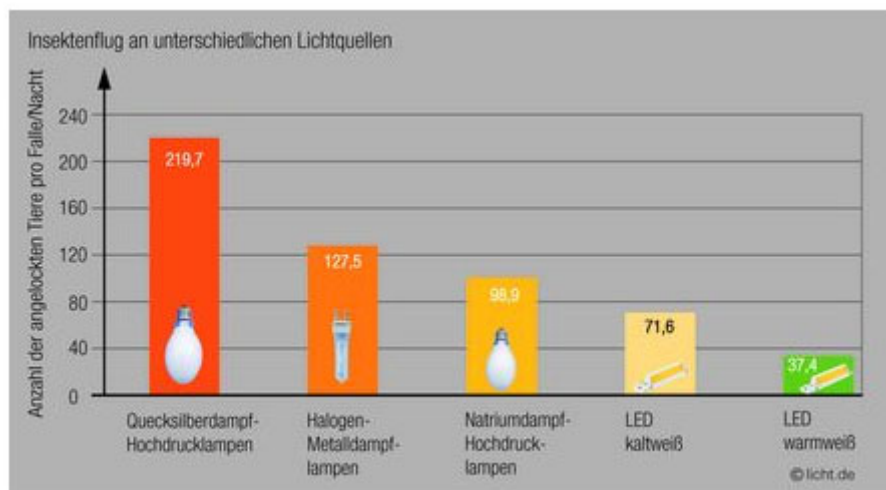


Abbildung 7-4: Insektenflug an unterschiedlichen Lichtquellen<sup>97</sup>

Gleiches gilt für Beleuchtungen an Häusern und beleuchteten Werbemaßnahmen. Abbildung 7-5 zeigt eine beispielhaft dargestellte Straße, die hälftig geteilt wurde. Zum einen zeigt sie eine schlecht ausgeführte Beleuchtung (links) mit starker Lichtverschmutzung und zum anderen eine optimal ausgeführte Beleuchtung (rechts) mit wenig Lichtverschmutzung.

<sup>97</sup> Quelle: [www.licht.de](http://www.licht.de) (aufgerufen 21.03.2018)

Abbildung 7-5: Straße mit und ohne Lichtverschmutzung<sup>98</sup>

Neben den Insekten sind es aber auch Vögel, die durch Beleuchtungssysteme zu Schaden kommen. So sind Vögel durch die unnatürlichen Lichtquellen irritiert oder kollidieren mit Gebäuden. Um dies zu verhindern, könnten zum Beispiel während der Kernzeit des Vogelzuges zu Werbezwecken illuminierte Gebäude teilweise abgeschaltet werden. Beim Post Tower in Bonn bewirkt dies, dass pro Saison einige hundert Zugvögel weniger mit dem Gebäude kollidieren.

Folgende Maßnahmen können zum Schutz der Vögel und Insekten umgesetzt werden:

- Lampenschirme sollten so konstruiert sein, dass das Licht nicht in alle Richtungen abstrahlt
- Entlang von potenziellen Lebensräumen (Hecken, Feldrainen oder Flüssen) sollte die Beleuchtung so weit wie möglich reduziert werden
- Es sollten geschlossene Gehäuse verwendet werden, damit Insekten nicht eindringen können und darin verenden
- Die Beleuchtung sollte in wenig genutzten Bereichen nicht durchgängig eingeschaltet sein. Zeitschaltuhren und Bewegungsmelder können die Leuchtdauer oder die Beleuchtungsintensität steuern.

<sup>98</sup> Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an [www.verein-sternenpark-rhoen.de](http://www.verein-sternenpark-rhoen.de) (aufgerufen 21.03.2018)

Die vorgestellte Information lassen sich von der Straßenbeleuchtung auch auf die Objektbeleuchtung übertragen. Die Effizienzpotenziale können bei der Objektbeleuchtung bei einem Technologiewechsel bis zu 90 % Energieeinsparung bewirken. Gerade die Thematik Lichtverschmutzung spielt bei der Objektbeleuchtung eine große Rolle, es sollte darauf geachtet werden nicht zu viel Reflektion ins Umfeld des auszuleuchtenden Objektes abzugeben. Des Weiteren sollte eine nicht zu kalte Lichtfarbe für Objekte gewählt werden und die Lichtstärke sollte nicht zu hoch sein. Die genauen Berechnungen zum Einsatz effizienter Leuchtmittel bei der Straßenbeleuchtung befinden sich im Maßnahmenkatalog

### **7.2.3 Handlungsfeld: Nachhaltige Mobilität**

#### **7.2.3.1 Umstellung des kommunalen Fuhrparks auf alternative Antriebstechnologien**

Die Verbandsgemeinde unterhält derzeit einen Fuhrpark von fossil betriebenen Fahrzeugen. Als Alternative hierzu kommen flüssiggas-, erdgas- oder elektrisch betriebene Fahrzeuge bzw. übergangsweise auch Fahrzeuge mit Hybrid-Antriebstechnologie in Frage. Unter Berücksichtigung von Laufleistungen, Leasingraten sowie Kraftstoffverbräuchen und Emissionen wird eine Umstellung des kommunalen Fuhrparks empfohlen. In Anlehnung an die Ziele der Bundesregierung sollte der Anteil an Elektrofahrzeugen ausgebaut werden. Hierbei kann die Verbandsgemeinde als Vorreiter und Vorbild für die Bürger fungieren. Die Anschaffung von kommunal genutzten Elektrofahrzeugen kann durch die Förderrichtlinie Elektromobilität des Bundesministeriums für Verkehr und Infrastruktur gefördert werden. Die in diesem Zuge benötigte Ladeinfrastruktur kann durch die Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur des BMVI gefördert werden. Beide Förderungen stehen neben Kommunen auch Unternehmen zur Verfügung. Eine Bekanntmachung dessen durch die Kommune wäre von Vorteil.

Ebenfalls wird hier auf die Technologie Wasserstoff-betriebener Fahrzeuge hingewiesen. Diese Technologie setzt allerdings eine H<sub>2</sub>-Ladeinfrastruktur voraus. Sie wird zukünftig vorallem im Bereich der Bahn (Stichwort iLint), aber auch bei LKW, Bussen und großen Langstrecken-PKW eine wesentliche Rolle spielen.

#### **7.2.3.2 Ausbau der Fahrradinfrastruktur**

Um eine erhöhte Nutzung von Fahrräder und E-Bikes/Pedelecs zu erreichen, ist es notwendig, attraktive und sichere Fahrradwege innerorts sowie außerorts zu gewährleisten. Hierzu zählen u. a. eine klare und sichtbare Beschilderung, ein fahrradfreundlicher Untergrund sowie sichere und bestenfalls überdachte Radabstellmöglichkeiten an wichtigen und zentralen Orten. Hier-von profitieren nicht nur die Einwohner der Verbandsgemeinde, sondern auch die Radtouristen in der Region. Fördermöglichkeiten zum Ausbau der Fahrradinfrastruktur bestehen über die

Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld sowie den Förderaufruf Klimaschutz durch Radverkehr des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Ein Beispiel für den Ausbau der Fahrradinfrastruktur im Rahmen des Förderaufrufs Klimaschutz durch Radverkehr findet sich in der Verbandsgemeinde Birkenfeld. Innerhalb des Projekts RadLust Birkenfeld wird das bisher auf 60 km beschilderte Radwegenetz um 110 km auf insgesamt 170 km erweitert werden. Dadurch entwickelt sich das Radwegenetz der Verbandsgemeinde zu einem der dichtesten in Rheinland-Pfalz. Neben dieser Erweiterung soll weiterhin die Ladeinfrastruktur an örtlichen Gastwirtschaftsbetrieben ausgebaut sowie ausreichend Abschließmöglichkeiten für Fahrräder geschaffen werden.<sup>99</sup>

## **7.2.4 Handlungsfeld: Öffentlichkeitsarbeit**

### **7.2.4.1 Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit**

Die Maßnahme verfolgt das Ziel, alle relevanten Akteursgruppen hinsichtlich der Klimaschutzanstrengungen der VG zu informieren und zu sensibilisieren sowie mittels entsprechender Moderation und Beratung ein hohes Maß an regionaler Adaption zu schaffen.

Die Maßnahme steht ebenso in enger Korrelation mit der „Integration von Klima-, Umwelt- und Naturschutz“ (Stichwort Corporate Identity). Rahmenbedingungen aus dieser Maßnahme gilt es bei der Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit entsprechend zu berücksichtigen. Auf diese Weise werden ein eindeutiger Wiedererkennungscharakter gewährleistet und grundlegende parallele Aktivitäten sowie Doppelstrukturen vermieden. Die zu schaffende Stelle des Klimaschutzmanagers kann als Bindeglied zwischen VG-Verwaltung und Presse sowie als Ansprechpartner für die Belange der regionalen Akteure fungieren.

Durch gezielte Marketingmaßnahmen (u.a. Pressearbeit, Veranstaltungen, Kampagnen etc.) sollen die Akteure proaktiv an dem Entscheidungs- und konkreten Umsetzungsprozess der VG beteiligt werden. Hierzu zählen auch kooperative Maßnahmen mit den örtlichen Bildungseinrichtungen, um bereits die junge Bevölkerung hinsichtlich Klimaschutz und Energie zu sensibilisieren. Durch eine umfassende Zusammenarbeit mit der Lokalpresse und der Erweiterung des bestehenden Internetauftritts können die entsprechenden Aktivitäten im Bereich Energieeffizienz, Erneuerbare Energien sowie Klima-, Natur- und Artenschutz öffentlichkeitswirksam und umfassend dokumentiert werden.

<sup>99</sup> Verbandsgemeindeverwaltung Birkenfeld, o. J.

#### 7.2.4.2 Durchführen von Kampagnen

Aufbauend auf der Integration von Klima-, Umwelt- und Naturschutz und eingegliedert in die Strukturen von Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit sollen konkret Kampagnen zur Aktivierung der entsprechenden Zielgruppen durchgeführt werden.

In Kooperation mit regionalen Unternehmen und Handwerkern sollen gezielte Kampagnen und Initiativen zu jeweils spezifischen Themenschwerpunkt angestoßen werden. Hierunter sind Maßnahmen zu verstehen, die sich von Informations- und Beratungsangeboten über Rabatt- und Informationskampagnen bis hin zu Schulungs- und Weiterbildungsangeboten erstrecken können. Wirkungen dieser Aktionen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei den Zielgruppen, eine positive Außenwirkung bei den Netzwerkpartnern und eine forcierte Umsetzung der Potenziale. Klassische Kooperationspartner sind Kommunen und Medien als Multiplikatoren, Handwerksbetriebe als Umsetzer, Banken als Finanziere und Unternehmen als Produktanbieter.

Geeignete Kampagnen-Schwerpunkte sind u.a.:

- Solar-Kampagne (v.a. PV und Solarthermie, z.B. 1.000-Dächer-Kampagne)
- Sanierungs- und Energieeinsparungskampagne
- Licht-Kampagne (bspw. Umrüstung von 10.000 LED Leuchten)
- Wärme-Kampagne (bspw. Einbau/Austausch 1.000 Heizungsanlagen)
- Wärme-Kampagne (Sanierung/Austausch 100 Heizungsanlagen)

Diese Kampagnen sollten durch Workshops sowie durch Energieberater und Handwerker unterstützt werden. Der Erfolg von Kampagnen baut aber auch auf dem Anbieten von Finanzierungshilfen und Sonderkonditionen auf, die durch die Netzwerkpartner gemeinschaftlich angeboten werden sollten. So können über ökonomische Anreize (günstige Finanzierung, Kosteneinsparung durch Effizienz) Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. -einsparung und Erschließung Erneuerbarer Energien-Potenziale aktiviert werden.

#### 7.2.4.3 Sensibilisierung durch Klimabildung

Für die Zielgruppe der Kinder und Jugendliche soll ein spezielles Veranstaltungsangebot zum Themenfeld „Klima-, Umwelt- und Naturschutz“ geschaffen werden, um diese bedarfsgerecht zu informieren, sensibilisieren und zu motivieren. Ziel ist es, dass das vermittelte Wissen von den Kindern und Jugendlichen in den Alltag übertragen und umgesetzt wird. In nächster Konsequenz bietet diese Altersgruppe die Chance eines wertvollen Multiplikator-Effektes, sodass im Idealfall das Erlernte auch durch die Familienmitglieder angewendet und zu einer verstärkten Auseinandersetzung mit dem Thema angeregt wird. Die Sensibilisierung von Kindern und Jugendlichen u. a. für den Aspekt des Klimawandels und seiner Folgen spielt eine entscheidende Rolle, denn mit hoher Wahrscheinlichkeit werden im Kindes- und Jugendalter angelegte

Verhaltensweisen auch im Erwachsenenalter beibehalten. Bereits durch kleinste Verhaltensänderungen kann Energie eingespart und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen verringert werden. Oftmals fehlt jedoch das Bewusstsein für das eigene Verhalten und Handlungsmöglichkeiten.

Ziel der Maßnahme ist es, die beteiligten Akteure nachhaltig für die Themen Umwelt- und Klimaschutz zu sensibilisieren, ein Umwelt- und Klimabewusstsein zu bilden sowie Maßnahmen aufzuzeigen, die eine CO<sub>2</sub>-Reduktion herbeiführen. Dabei stellen insbesondere die Bildungseinrichtungen wichtige Akteure zur Zielerreichung dar.

Das Veranstaltungsangebot kann u.a. in Form von der Gestaltung von Unterrichtseinheiten im Schulunterricht oder kindgerechten außerschulischen Workshops sowie von Ausrichtungen von schulinternen oder übergreifenden Wettbewerben stattfinden, aber auch mit Hilfe von entsprechenden Kampagnen. Hierbei ist auf eine altersgerechte Gestaltung der entsprechenden Inhalte zu achten.

### **7.3 Fortschreibbarer Maßnahmenkatalog**

Eine vollständige Darstellung der Maßnahmen erfolgt in einem sogenannten fortschreibbaren Maßnahmenkatalog. Der gesamte Katalog wird der Verbandsgemeinde als Excel-Datei zur Verfügung gestellt.

Der Katalog ist in Form eines Registers gegliedert, welches den Vorgaben des Covenant of Mayors folgt. Die darin verwendete Methodik wird heute bereits von einem Zusammenschluss von 9.060 europäischen Regionen aus allen 28 Mitgliedsstaaten der EU angewandt.

Jede dieser Kategorien ist weiter untergliedert (Subkategorien). In diesen Subkategorien sind bisher ausschließlich die Maßnahmen aufgeführt, die im Laufe der Projektarbeit für die Verbandsgemeinde als geeignet bewertet wurden. Die VG hat die Möglichkeit den fortschreibbaren Maßnahmenkatalog um weitere Maßnahmen zu ergänzen. Dabei dient der Katalog als ein Baustein des Klimaschutzcontrollings.

Im Rahmen der genannten Maßnahmenvorschläge ist erkennbar, in welchen Handlungsfeldern die größten Effekte zur Treibhausgasminderung zu erzielen sind. Demzufolge bestehen insbesondere in der Wärme- und Stromproduktion, der Gebäudesanierung sowie der Öffentlichkeitsarbeit die zentralen Ansatzpunkte zur Erreichung der festgelegten Ziele.

Wie hoch der Anteil der Potenziale ist, welcher innerhalb der nächsten drei Jahre erschlossen werden kann, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht im Detail abschätzbar. Die Betrachtungen der Ausbauraten und daraus resultierende positive sozioökonomische Vorteile für die VG für die Jahre bis 2050 vermitteln zumindest eine Vorstellung über die daraus ableitbaren erzielbaren Mehrwerte.

## 8 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien)

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen der VG Kandel aufbauendes Szenario der zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert. Die zukünftige Wärme- und Strombereitstellung wird auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte (vgl. Kapitel 4) und Potenziale regenerativer Energieerzeugung (siehe Kapitel 5) errechnet. Bei der Entwicklung des Stromverbrauches, welcher durch den Eigenbedarf der zugebauten Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie durch die steigende Nachfrage im Verkehrssektor ausgelöst wird, wurde der Mehrverbrauch eingerechnet.

Die Entwicklung im Verkehrssektor selbst wurde bereits in Kapitel 4.4 hinsichtlich des gesamten Energieverbrauches von 1990 bis 2050 umfassend dargestellt. Hier wurde verdeutlicht, dass es zukünftig zu Kraftstoffeinsparungen aufgrund effizienterer Motorentechnik der Verbrennungsmotoren und zu einer Substitution der fossilen durch biogene Treibstoffe kommen wird. Darüber hinaus wird es im Verkehrssektor zu einem vermehrten Einsatz effizienter Elektroantriebe kommen. Daher sind weitere Detailbetrachtungen in diesem Kapitel nicht erforderlich.

### 8.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050

Im Folgenden wird das Entwicklungsszenario zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2030), mittel- und langfristig (bis 2040 und bis 2050) auf Basis der in den Kapiteln 4 und 5 ermittelten Potenziale erläutert. Der sukzessive und vollständige Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ erfolgt unter der Berücksichtigung nachstehender Annahmen:

Tabelle 8-1: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2050

| Potenzialbereich Strom       | Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2050 |      |                |      |                |      |                 |      |                 |      |
|------------------------------|----------------------------------------------------|------|----------------|------|----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
|                              | Heute                                              |      | 2020           |      | 2030           |      | 2040            |      | 2050            |      |
| Wind                         | 8,0 MW                                             | 6%   | 27,8 MW        | 30%  | 52,8 MW        | 63%  | 82,5 MW         | 97%  | 85,5 MW         | 100% |
| Photovoltaik auf Dachflächen | 10,5 MW                                            | 18%  | 14,1 MW        | 25%  | 28,0 MW        | 50%  | 41,9 MW         | 75%  | 55,8 MW         | 100% |
| Photovoltaik auf Freiflächen | 0,0 MW                                             | 0%   | 0,8 MW         | 7%   | 2,6 MW         | 25%  | 5,2 MW          | 50%  | 10,4 MW         | 100% |
| Wasserkraft                  | 0,0 MW                                             | 100% | 0,0 MW         | 100% | 0,0 MW         | 100% | 0,0 MW          | 100% | 0,0 MW          | 100% |
| Biogas für KWK-Anlagen       | 1,1 MWel                                           | 100% | 1,1 MWel       | 100% | 1,1 MWel       | 100% | 1,1 MWel        | 100% | 1,1 MWel        | 100% |
| <b>Installierte Leistung</b> | <b>19,7 MW</b>                                     |      | <b>43,9 MW</b> |      | <b>84,6 MW</b> |      | <b>130,8 MW</b> |      | <b>152,9 MW</b> |      |

Das Verhältnis zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung wird sich verändern. Technologische Fortschritte und gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen. Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der forcierte Umbau der Energiesysteme je-

doch auch eine steigende Nachfrage an Strom mit sich bringen. So werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität) und der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage im Betrachtungsgebiet führen.

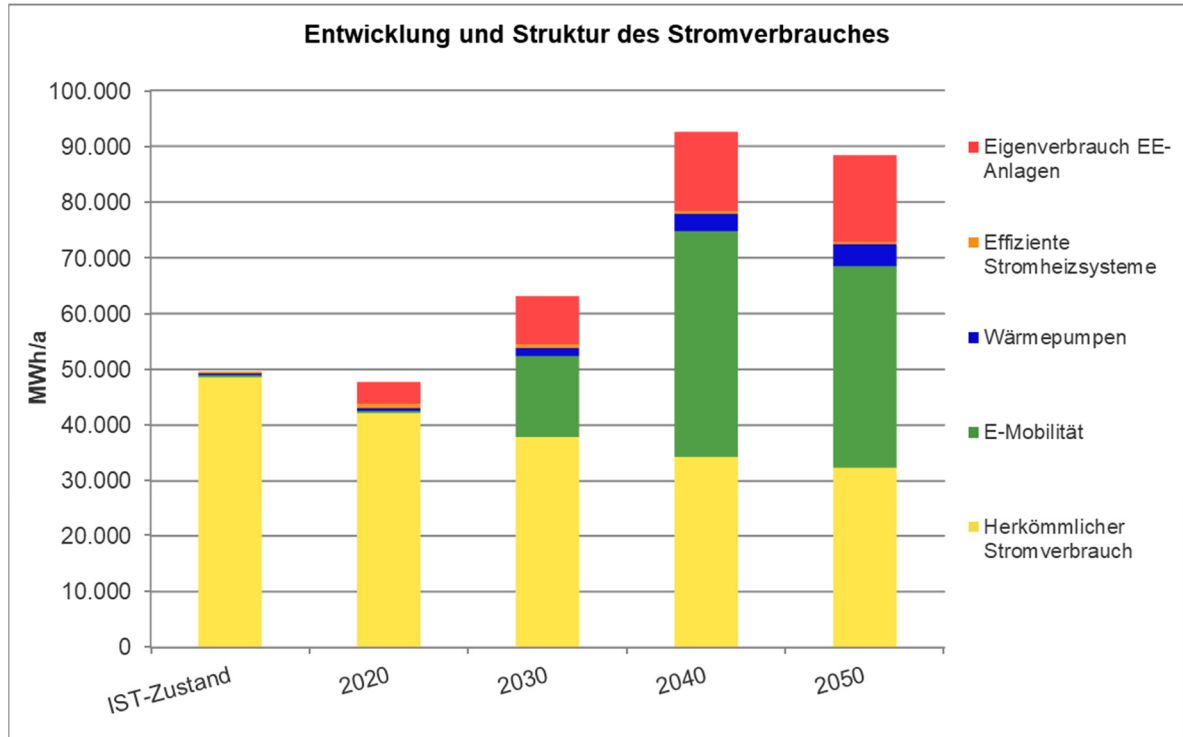


Abbildung 8-1: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050

Der oben abgebildete Gesamtstromverbrauch und dessen Entwicklung bis zum Jahr 2050 wird in nachfolgender Grafik (Abbildung 8-2) als Linie dargestellt. Hier wird das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen), gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch deutlich.

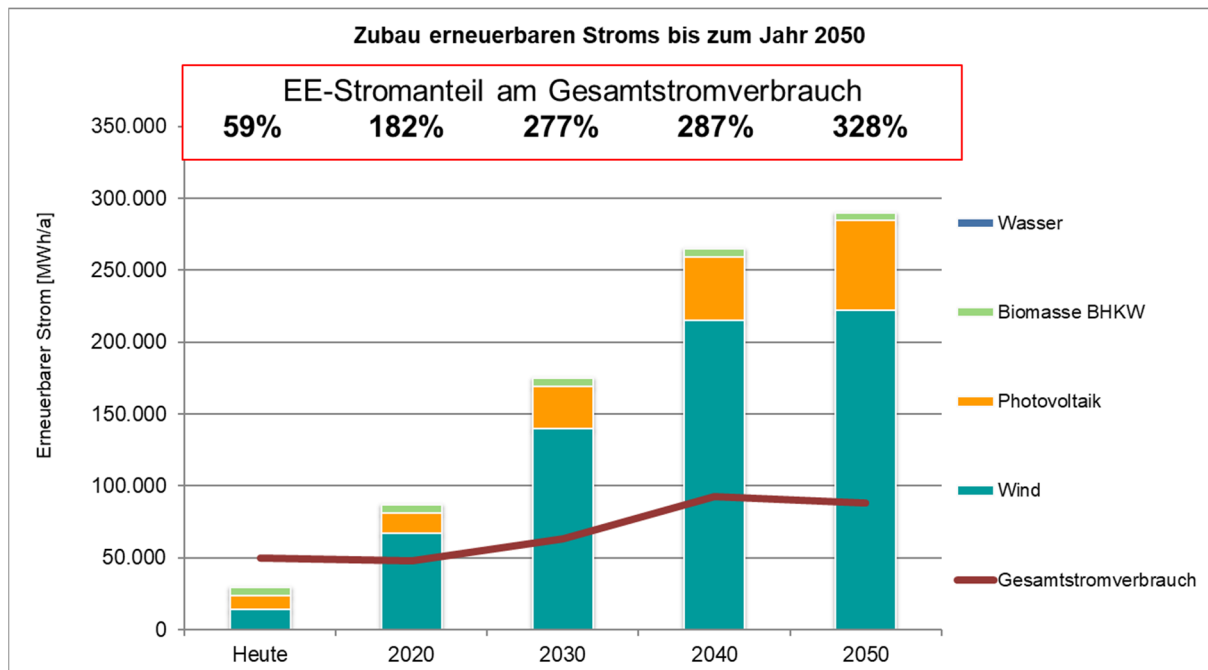


Abbildung 8-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050

Ab dem Jahr 2030 können durch Erneuerbare Energien etwa 174.700 MWh/a elektrischer Strom produziert werden. Diese Menge reicht aus um den Strombedarf zu >100% abzudecken. Bei voller Ausschöpfung der nachhaltigen Potenziale kann der steigende Strombedarf bis zum Jahr 2050 (vor allem durch Elektromobilität) zu 328% regional gedeckt werden<sup>100</sup>. Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei auf einen regenerativen Mix der Energieträger Sonne, Wind und Biomasse.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2050 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.<sup>101</sup>

## 8.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050

Im Sektor Wärme wird ein Entwicklungsszenario aufgezeigt, welches von einer vollständigen Erschließung der ermittelten Effizienzpotenziale im Bereich der privaten Haushalte sowie einem vollständigen Ausbau der Potenziale „Erneuerbare Energieträger“ ausgeht. Dabei wurden folgende Annahmen berücksichtigt:

<sup>100</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

<sup>101</sup> Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbaus, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid in der Region im Detail analysieren.

Tabelle 8-2: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2050

| Potenzialbereich Wärme              | Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2050 |      |                |      |                |      |                |      |                |      |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
|                                     | Heute                                              |      | 2020           |      | 2030           |      | 2040           |      | 2050           |      |
| Solarthermie                        | 2,8 MW                                             | 4%   | 9,2 MW         | 13%  | 30,4 MW        | 42%  | 51,6 MW        | 71%  | 72,7 MW        | 100% |
| Geothermie                          | 0,5 MW                                             | 8%   | 0,7 MW         | 16%  | 2,1 MW         | 44%  | 4,6 MW         | 72%  | 5,9 MW         | 100% |
| Biomasse Festbrennstoffe - Fowi     | 0,7 MW                                             | 70%  | 0,7 MW         | 72%  | 0,8 MW         | 82%  | 0,9 MW         | 91%  | 1,0 MW         | 100% |
| Biomasse Festbrennstoffe - Sonstige | 0,0 MW                                             | 0%   | 0,5 MW         | 50%  | 1,0 MW         | 100% | 1,0 MW         | 100% | 1,0 MW         | 100% |
| Biogas für KWK-Anlagen              | 1,4 MWth                                           | 100% | 1,4 MWth       | 100% | 1,4 MWth       | 100% | 1,4 MWth       | 100% | 1,4 MWth       | 100% |
| <b>Installierte Leistung</b>        | <b>5,5 MW</b>                                      |      | <b>12,6 MW</b> |      | <b>35,7 MW</b> |      | <b>59,5 MW</b> |      | <b>82,1 MW</b> |      |

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt eine große Herausforderung dar. Der Anteil der Biomasse zur Wärmebereitstellung kann bis zum Jahr 2050 gegenüber dem heutigen Stand unter Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials gesteigert werden.<sup>102</sup> In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen privater Wohngebäude eingerechnet. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättensanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt. In Kapitel 4.1 hat sich bereits gezeigt, dass derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken. Aus diesem Grund werden hier auch die dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen.

Die nächste Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Ausbauszenarios im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmemenge (rote Linie) deutlich.

<sup>102</sup> Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand und der Ausbau von KWK-Anlagen.

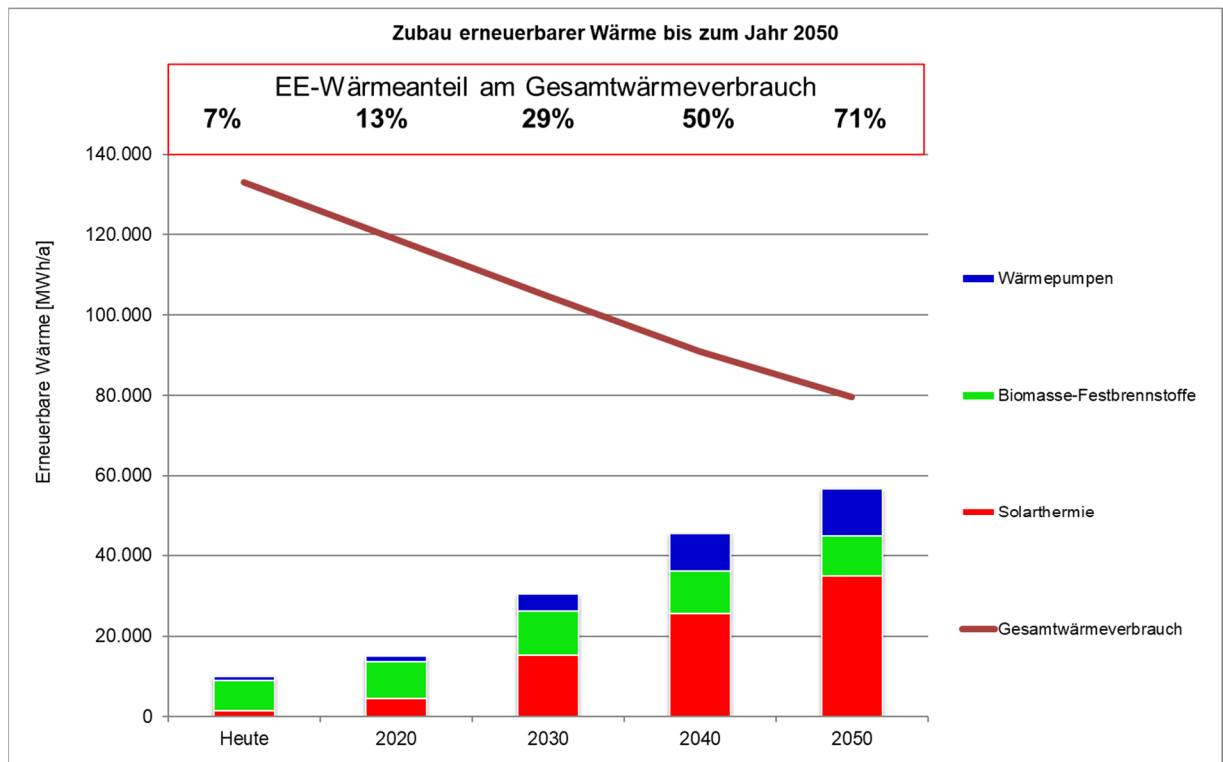


Abbildung 8-3: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050

Der aktuelle Gesamtwärmebedarf der VG in Höhe von ca. 133.000 MWh/a reduziert sich im Jahr 2030 um ca. 20%. Zum gleichen Zeitpunkt wird unter Berücksichtigung der Energieeinsparung ca. 30% des Gesamtwärmebedarfes durch Erneuerbare Energieträger versorgt werden. Für den Gesamtwärmeverbrauch der VG Kandel kann bis zum Jahr 2050<sup>103</sup> ein Einsparpotenzial von ca. 40% gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Die Potenzialanalysen aus Kapitel 5 kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 zu 71% aus regenerativen Energieträgern abgedeckt werden kann (vgl. Abbildung 8-3).

Eine Option zur Schließung der bestehenden Lücke im Wärmebereich kann der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger sein. Wasserstoff ist eine Sekundärenergie, da zur Herstellung Primärenergie aufgewendet werden muss. Eine umweltfreundliche Energieerzeugung mittels Wasserstoff findet somit erst statt, wenn der Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen erzeugt wird. Innerhalb des Betrachtungsgebietes gibt es bereits heute bestehende Windkraftanlagen, was sich u.a. im Anteil regenerativer Energien an der Stromversorgung in Höhe von aktuell 59% widerspiegelt. Perspektivisch stellt sich die Frage der Vermarktung/Nutzung des EE-Stroms nach Ende der EEG-Vergütung und an dieser Stelle kann Wasserstoff eine echte Option sein. Aufbauend auf dieser Fragestellung, werden Folgestudien benötigt, die das Thema im Detail analysieren, wie etwa die Identifizierung geeigneter Standorte, Einspeisepunkte oder die Nähe zu Biogasanlagen.

<sup>103</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

### 8.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern 2050

Der Gesamtenergieverbrauch wird sich aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungsszenarien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr von derzeit ca. 289.600 MWh um 38% im Jahr 2050 reduzieren. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies noch einmal.

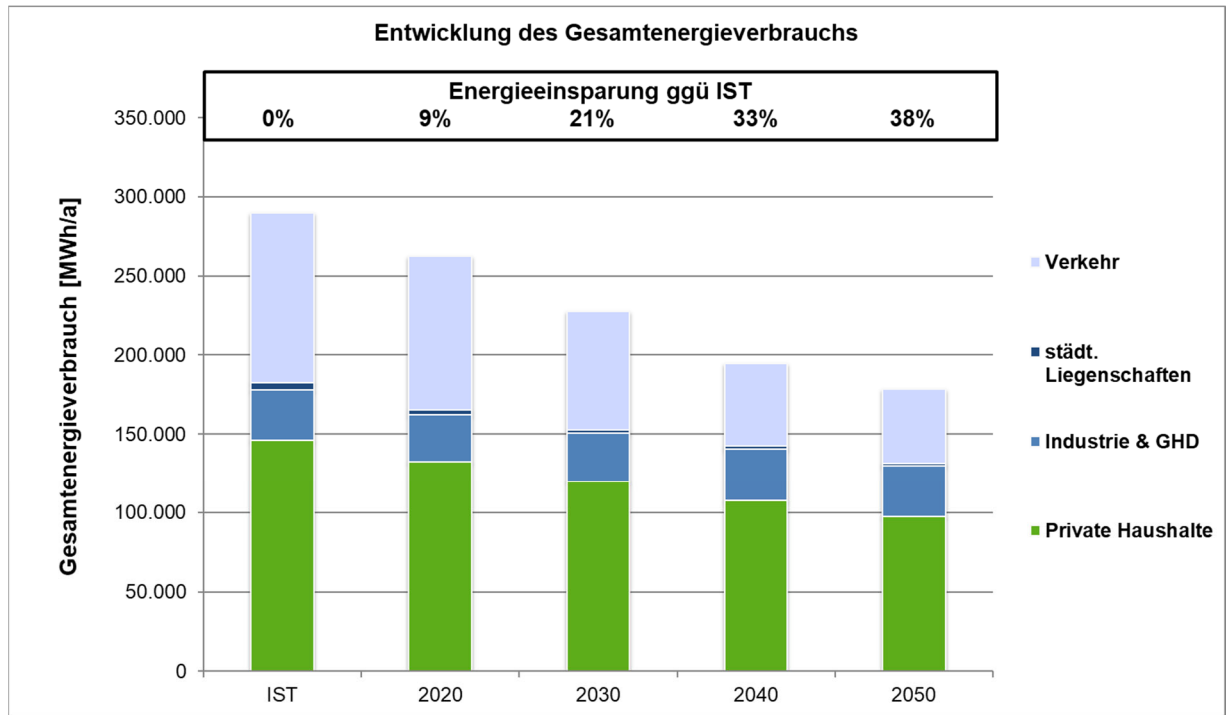


Abbildung 8-4: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050

Die in der obenstehenden Abbildung erkennbaren Energieeinsparungen im Bereich Verkehr beruhen auf dem zunehmenden Anteil an Elektrofahrzeugen, deren Motoren eine höhere Effizienz aufweisen<sup>104</sup>. Die Verbrauchergruppen Private Haushalte, Industrie & GHD und die vgeigenen Liegenschaften tragen zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senken.

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger auf die Verbrauchergruppen im Jahr 2050.

<sup>104</sup> Im Vergleich zu Motoren, die mit Ottokraftstoffen oder Diesel betrieben werden.

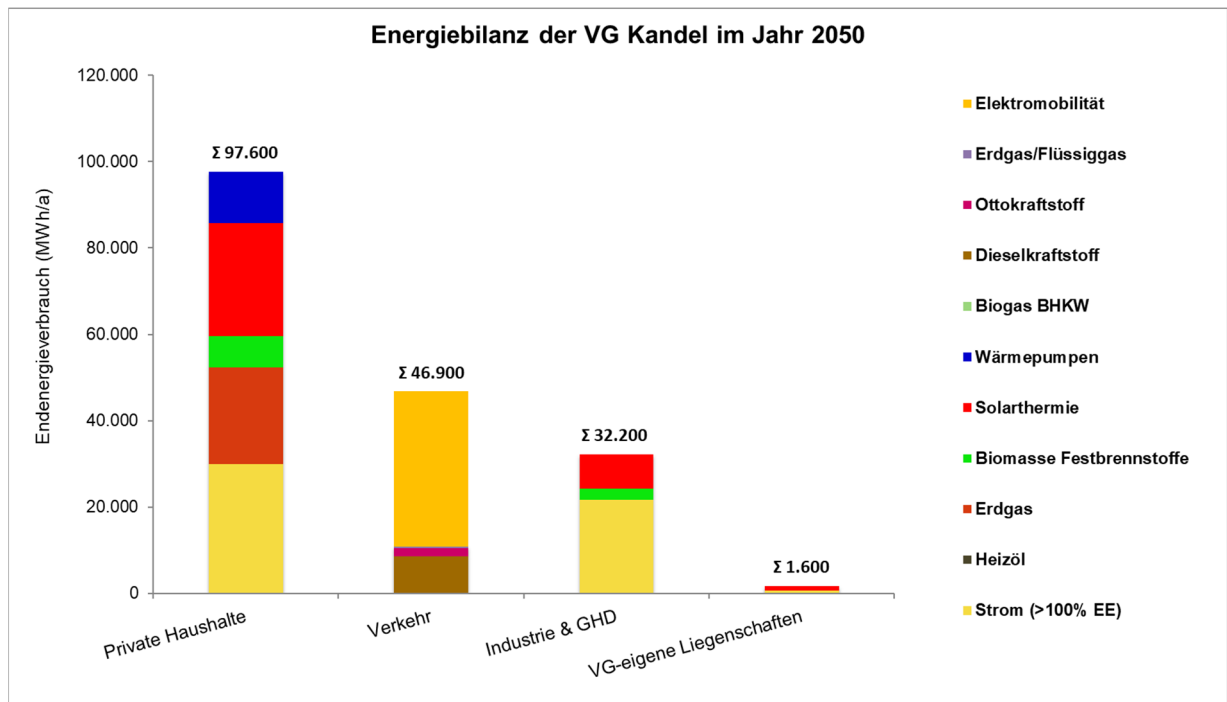


Abbildung 8-5: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarios im Jahr 2050

## 8.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen lassen sich bis zum Jahr 2050 rund 91.300 t/CO<sub>2</sub>e gegenüber 1990 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 81% und korrespondiert somit mit den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung.<sup>105</sup>

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, welche gegenüber dem Basisjahr 1990 um >100% zurückgehen. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung, können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich um 85% reduziert werden.

Die Emissionen des Verkehrssektors werden aufgrund technologischen Fortschrittes der Antriebstechnologien sowie Einsparpotenzialen innovativer Verbrennungsmotoren im Entwicklungspfad sukzessive gesenkt. In Kapitel 4.4 wurde anhand eines Entwicklungsszenarios beschrieben, dass es zukünftig zu Kraftstoffeinsparungen, der Substitution fossiler Treibstoffe durch biogene Treibstoffe in Verbrennungsmotoren und dem vermehrten Einsatz effizienter Elektroantriebe<sup>106</sup> kommen wird.

<sup>105</sup> 80-95% Reduktion der THG-Emissionen bezogen auf das Jahr 1990

<sup>106</sup> An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass der Umbau des Fahrzeugbestandes hin zur Elektromobilität unmittelbar mit einem Systemumbau des Tankstellennetzes einhergeht. Dieser Aspekt kann im Rahmen der Klimaschutzkonzepterstellung nicht behandelt werden und ist in einer gesonderten Studie zu vertiefen.

Auch die Mobilität im Betrachtungsgebiet kann bis zum Jahr 2050 klimafreundlicher gestaltet werden. Von heute jährlichen rund 54.900 t/a können die CO<sub>2</sub>e-Emissionen auf ca. 22.700 t/a reduziert werden. Bis zu diesem Zeitpunkt ist ein Teil der fossilen Treibstoffe sukzessive über die Dekaden durch biogene Treibstoffe ersetzt worden.

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden.

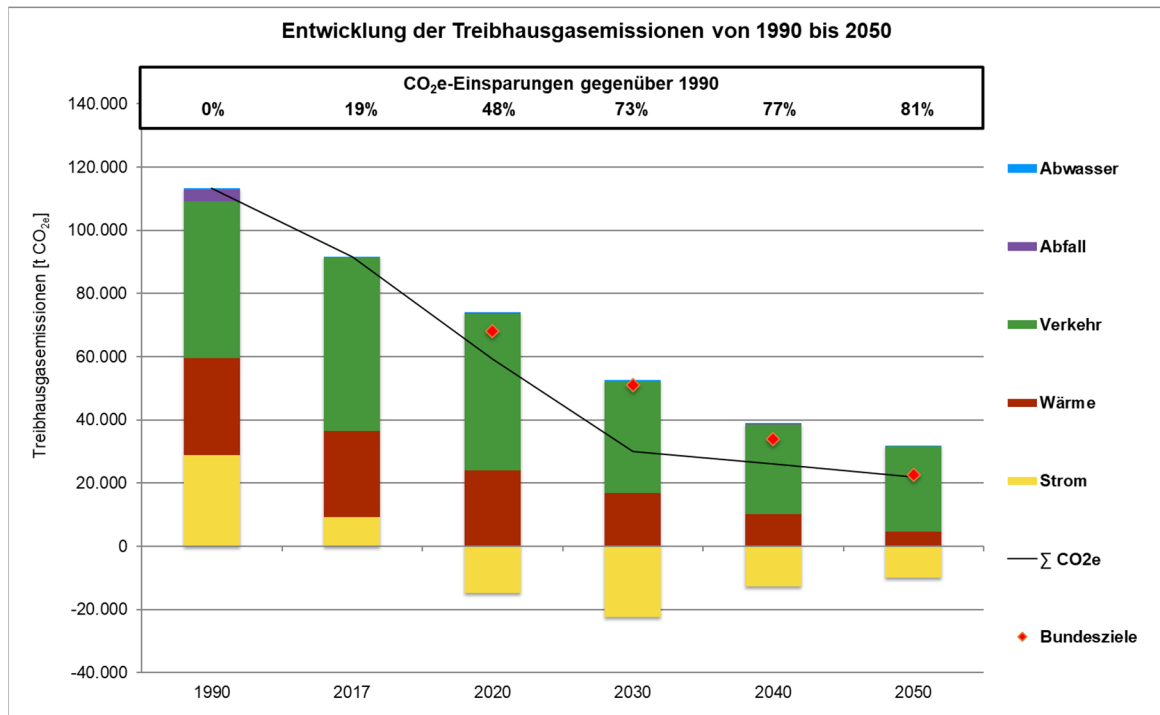


Abbildung 8-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Das vorliegende Klimaschutzkonzept zeigt deutlich auf, dass sich das Betrachtungsgebiet in Richtung Null-Emission<sup>107</sup> positioniert und die Ziele der Bundesregierung mit einer 81%-igen Emissionsminderung gegenüber 1990 erfüllen kann.

<sup>107</sup> Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

## **9 Regionale Wertschöpfungseffekte 2020, 2030 und 2050**

Im Folgenden werden die zukünftigen Auswirkungen für die Dekaden 2030 und 2050 dargestellt. Hierbei sind die Ergebnisse für die zeitlich näherliegende Dekade 2030 als konkreter und aussagekräftiger anzusehen, da die Berechnungsparameter und ergänzenden Annahmen eine fundierte Basis darstellen. Die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen über das Jahr 2030 hinaus ist, hinsichtlich der derzeitigen Trends, als sachgemäß einzustufen. D. h., trotz möglicher Abweichungen in der tatsächlichen Entwicklung wird eine Annäherung zur realen Entwicklung erkennbar sein.

Im Vergleich zur aktuellen Situation (vgl. Kapitel 2) kann sich der Mittelabfluss aus der VG, unter Berücksichtigung der zu erschließenden Potenziale, bis zum Jahr 2050 erheblich verringern. Gleichzeitig können die nachfolgend dargestellten (zusätzlichen) Finanzmittel in neuen, regionalen Wirtschaftskreisläufen gebunden werden.

### **9.1 Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2030**

Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich für das Jahr 2030 ein Gesamtinvestitionsvolumen von rund 198 Mio. €, hiervon entfallen auf den Strombereich ca. 136 Mio. €, auf den Wärmebereich ca. 54 Mio. € und auf die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ca. 8 Mio. €.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von rund 326 Mio. €. Diesen stehen ca. 467 Mio. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung beträgt in Summe rund 250 Mio. € durch den bis zum Jahr 2030 installierten Anlagenbestand.

Alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2030 zeigt nachstehende Abbildung:

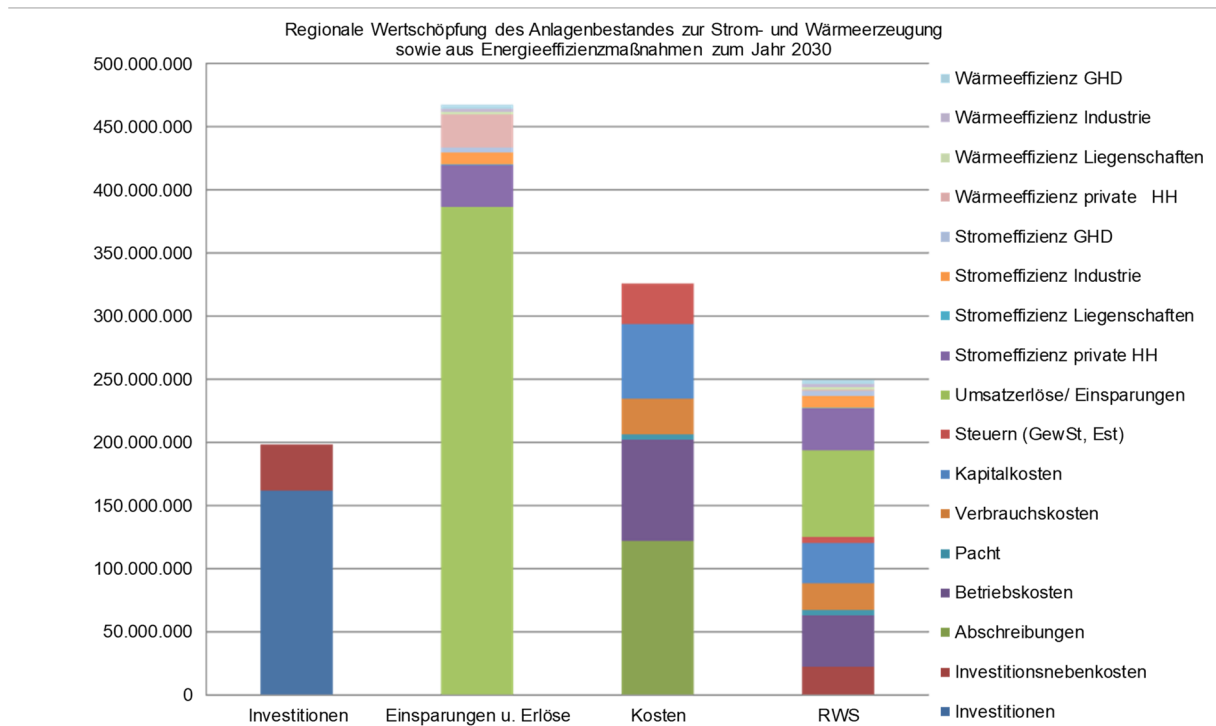


Abbildung 9-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die Abschreibungen auch bis 2030 den größten Anteil an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs-, Kapitalkosten und Steuern.

Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2030 der größte Beitrag aus den Betreibergewinnen und den realisierten Strom- und Wärmeeffizienzmaßnahmen. Die Wertschöpfung 2030 entsteht vornehmlich aufgrund von Kosteneinsparungen, deren Entwicklung sich insbesondere auf steigende Energiepreise fossiler Brennstoffe und deren Substitution durch regenerative Energieträger zurückführen lässt. Hierdurch können die lokalen Wirtschaftskreisläufe immer weiter geschlossen werden.

## 9.2 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2030)

Adäquat zum IST-Zustand entsteht die Wertschöpfung 2030 weiterhin durch den Strombereich. Ferner wird die Wertschöpfung im Strombereich durch die Betreibergewinne, welche auf dem weiteren Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen zurückzuführen sind, ausgelöst. Gefolgt von der Realisierung von Stromeffizienzmaßnahmen in den unterschiedlichen Sektoren, vornehmlich in den privaten Haushalten. Daneben bilden die Betriebs- und Kapitalkosten weitere wesentliche Positionen der Wertschöpfung 2030. Die Wertschöpfung in diesem Bereich steigt von ca. 23 Mio. € (IST-Zustand) auf rund 166 Mio. € an.

Im Wärmebereich basiert, wie bereits im IST-Zustand, die Wertschöpfung vornehmlich auf den realisierten Einsparungen durch die Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme (z. B. Holzheizungen, Wärmepumpen sowie solarthermischen Anlagen) sowie der Erschließung von Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere in den Sektoren GHD und Industrie. In diesem Bereich steigt die Wertschöpfung von ca. 6 Mio. € (IST-Zustand) auf etwa 73 Mio. € an.

Die Wertschöpfung im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme steigt gegenüber dem IST-Zustand an, da in 2030 ein Reinvest der ursprünglichen Anlagen erfolgt und im Gegensatz zum IST-Zustand auch ein Wärmeaustrag ausgewiesen werden kann. Die Wertschöpfung in diesem Bereich steigt von rund 4 Mio. € auf ca. 11 Mio. € an.

Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2030 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 250 Mio. €.

Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

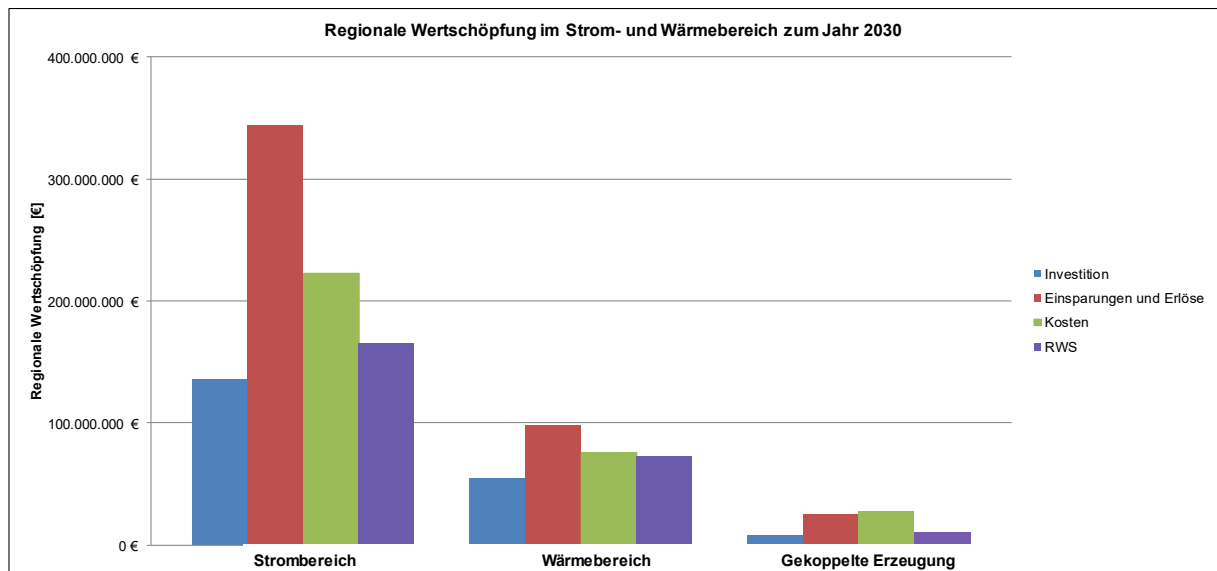


Abbildung 9-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030

### 9.3 Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2050

Bis zum Jahr 2050 wird unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten<sup>108</sup> eine Wirtschaftlichkeit der Umsetzung Erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht. Das Gesamtinvestitionsvolumen liegt bei rund 441 Mio. €, hiervon entfallen auf den Strombereich ca. 295 Mio. € und auf den Wärmebereich ca. 139 Mio. €. Bei der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme bleibt der Investitionsbetrag von ca. 8 Mio. € zur Dekade 2030 unverändert, da in 2050 kein Reinvest stattfindet.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen (inkl. der Berücksichtigung einer Anlagenlaufzeit von 20 Jahren) Gesamtkosten von rund 744 Mio. €. Diesen stehen rund 1,2 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die VG liegt bei rund 840 Mio. €.

Alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2050 zeigt nachstehende Abbildung:

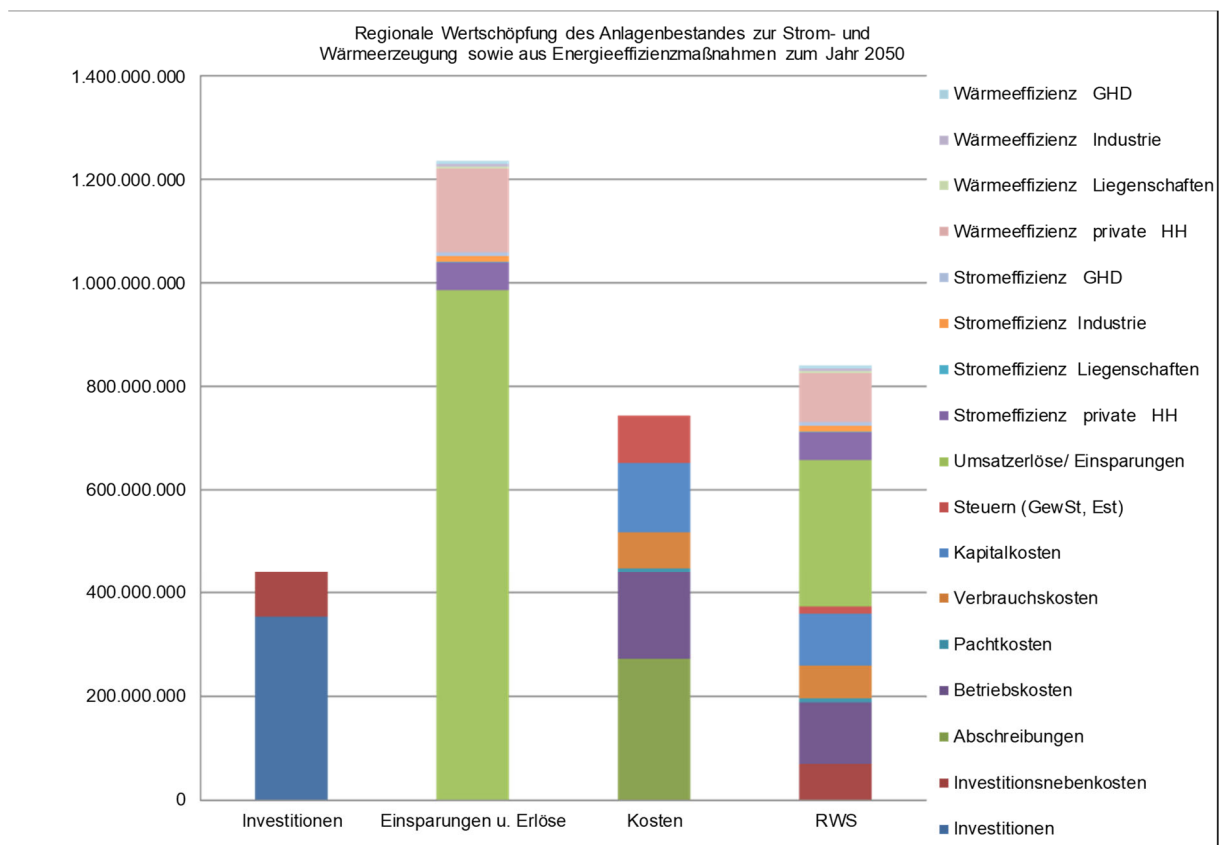


Abbildung 9-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

<sup>108</sup> Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus Erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen können nicht berücksichtigt werden.

Äquivalent zu den vorherigen Dekaden stellen 2050 die Abschreibungen weiterhin den größten Kostenblock dar. Danach folgen die Betriebs-, die Kapitalkosten sowie die Steuern.

Wie in den Dekaden zuvor wird die Wertschöpfung vornehmlich durch die Betreibergewinne und danach erst durch die realisierten Strom- und Effizienzmaßnahmen ausgelöst, vornehmlich in den privaten Haushalten. Danach folgen die Betriebs-, Kapital- sowie die Investitionsneben- sowie die Verbrauchskosten, gefolgt von den Steuern und Pachtkosten.

Die Wertschöpfung 2050 basiert auf der Annahme, dass die vorhandenen Potenziale in der VG ganzheitlich erschlossen werden und sich die regionalen Wirtschaftskreisläufe fortwährend schließen. Somit ist davon auszugehen, dass beispielsweise benötigte Dienstleistungen und Ressourcen durch die VG eigenständig bereitgestellt werden können, sodass hierdurch die VG Geldmittel in hohem Umfang binden kann.

## **9.4 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2050)**

Durch Ausschöpfung aller vorhandenen, erneuerbaren Potenziale sowie der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen kann die regionale Wertschöpfung im Jahr 2050 erheblich gesteigert werden.

Die Wertschöpfung 2050 wird, wie in den Dekaden zuvor, durch den Strombereich ausgelöst. Im Stromsektor entsteht die größte, regionale Wertschöpfung aufgrund der Betreibergewinne, welche auf dem weiteren Ausbau von Photovoltaik (Dach- und Freiflächenanlagen) und Windkraft beruhen. Einen weiteren wichtigen Beitrag leisten die Betriebskosten und die sektoralen Stromeffizienzen, vor allem im Sektor private Haushalte. Daneben tragen auch die Kapitalkosten, die Investitionsnebenkosten, die Steuer(mehr)einnahmen und die Pachtkosten zur Wertschöpfung 2050 bei. Hierdurch erhöht sich die Wertschöpfung im Stromsektor von ca. 23 Mio. € (IST-Zustand) auf rund 469 Mio. €.

Dahingegen entsteht im Wärmebereich 2050 die größte regionale Wertschöpfung aufgrund der Kosteneinsparungen durch die Umsetzung Wärmeeffizienzmaßnahmen und die Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme, insbesondere bei den privaten Haushalten. Diese Entwicklung lässt sich u. a. auf die Vermeidung fossiler Brennstoffe zurückführen. Hier steigt die Wertschöpfung von ca. 6 Mio. € (IST-Zustand) auf rund 360 Mio. € an.

Im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme bleibt die Wertschöpfung zur Dekade 2030 unverändert, da in 2050 keine erneute Investition in Biogasanlagen erfolgt (kein Reinvest). Somit beträgt die kumulierte Wertschöpfung unverändert rund 11 Mio. €.

Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2050 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 840 Mio. €. Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

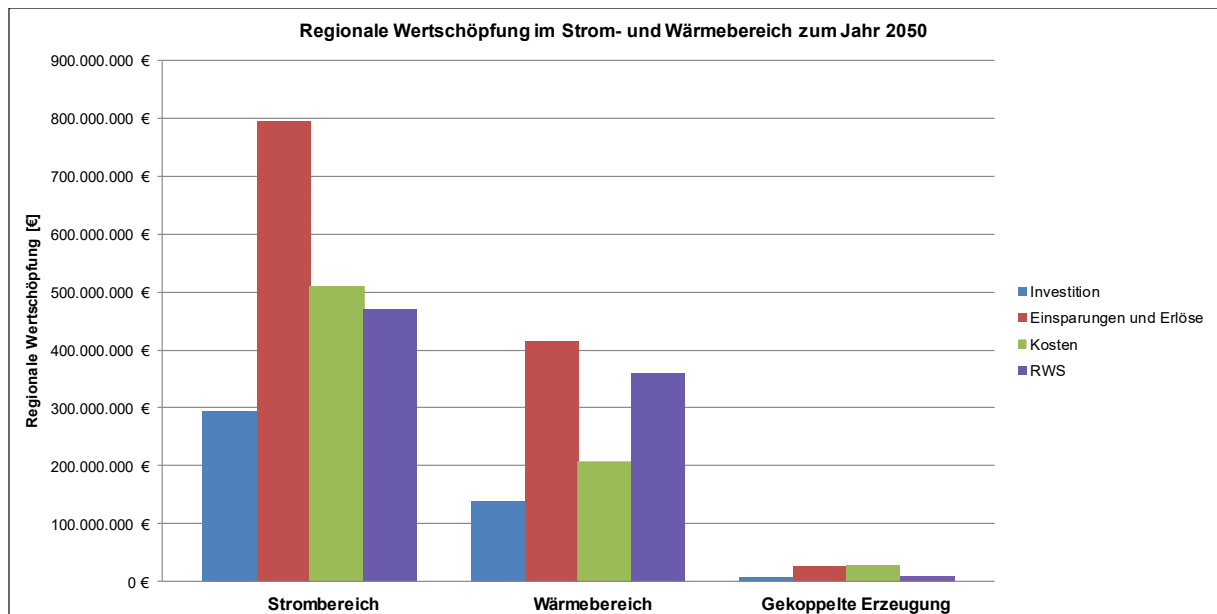


Abbildung 9-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050

## 9.5 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung

Werden nun die einzelnen Profiteure der regionalen Wertschöpfung betrachtet, so ergibt sich zum Jahr 2050 folgende Darstellung:

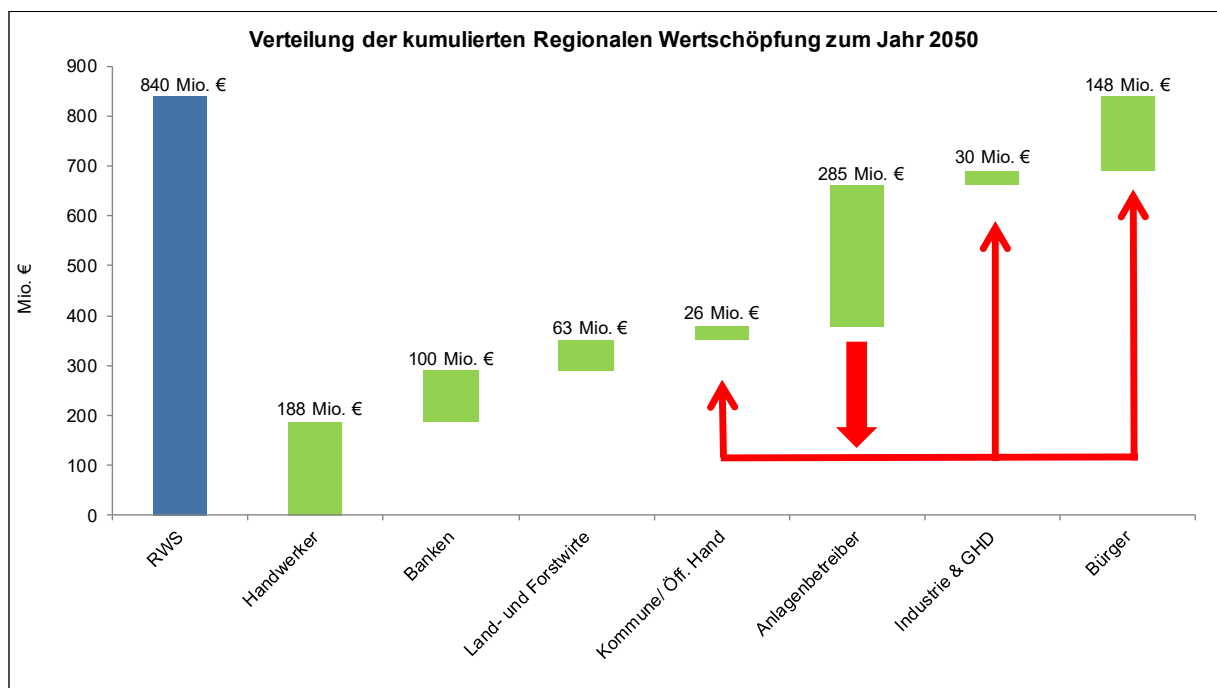


Abbildung 9-5: Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050

Etwa 285 Mio. € der regionalen Wertschöpfung entsteht bei den Anlagenbetreibern, welche auf den erneuerbaren Anlagenbetrieb zurückzuführen ist. Somit sind die Anlagenbetreiber die Hauptprofiteure der regionalen Wertschöpfung 2050. Danach folgen die regionalen Handwerker mit rund 188 Mio. € durch die Installation, Wartung und Instandhaltung der Anlagen sowie die Bürger mit einem Anteil von rund 148 Mio. €. Dies beruht auf den realisierten Kosteneinsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe in ihren Haushalten. Die Banken können, u. a. durch Zinseinnahmen, mit etwa 100 Mio. € an der Wertschöpfung 2050 teilhaben. Für die Land- und Forstwirte errechnet sich ein Wertschöpfungsanteil von ca. 63 Mio. Die Sektoren Industrie & GHD können einen Wertschöpfungsbetrag von rund 30 Mio. € erwirtschaften. Die öffentliche Hand kann mit einem Anteil von ca. 26 Mio. € an der Wertschöpfung 2050 teilhaben. Dies beruht u. a. auf Steuermehreinnahmen und Pachtkosten.

Es ist hervorzuheben, dass die Wertschöpfung für die Bürger und Kommunen sowie die Unternehmen wesentlich höher ausfällt, sobald sie sich als Anlagenbetreiber beteiligen können. Daher ist es Ziel und Empfehlung, Teilhabemodelle mit dem Ausbau regenerativer Energien und Effizienzmaßnahmen intensiv und breitflächig zu etablieren.

## 10 Konzept Öffentlichkeitsarbeit

Die Verbandsgemeinde Kandel ist bereits im Klimaschutz aktiv (vgl. Kapitel 1.5) und möchte sich auch weiterhin in diesem Bereich engagieren. Im Kontext des integrierten Klimaschutzkonzeptes der Verbandsgemeinde bilden u. a. die Erschließung der energetischen und erneuerbaren Potenziale zur Senkung der Treibhausgasemissionen wichtige Faktoren. Darüber hinaus fließen in die Konzepterstellung auch Maßnahmen zur umweltfreundlichen Mobilität ein, u. a. Ausbau der Fahrradwege. Durch die Ergreifung von klimaentlastenden Maßnahmen, möchte sich die Verbandsgemeinde Kandel langfristig zur „Plus-Energieverbandsgemeinde“ entwickeln.

Eine erfolgreiche Umsetzung von klimaentlastenden Maßnahmen bedarf einer individuell angepassten Öffentlichkeitsarbeit. Vielfältige Potenziale können nur unter Einbindung der lokalen Akteure erschlossen werden. Dies ergibt sich vor allem aus der Tatsache heraus, dass ein Großteil der dargestellten Potenziale im Einflussbereich privater Akteure (Bürger, Unternehmen usw.) liegen. Daher ist es wichtig, dass die Verbandsgemeinde die jeweiligen Akteure frühzeitig in den Umsetzungsprozess integriert und über mögliche Chancen und Hürden informiert.

Hierbei ist der Einsatz flankierender Maßnahmen zur Beratung und Bildung unvermeidbar, welche zur

- Information,
- Sensibilisierung,
- Motivation und
- Aktivierung

der Bevölkerung dienen. Auf diese Weise lassen sich langfristig zielführende Klimaschutzmaßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Beleuchtungs-, Heizungserneuerung, Installation von PV-Anlagen) vorantreiben und bestehende Hürden bei der Implementierung überwinden.

Damit einhergehend wurden bereits lokale Akteure durch Gespräche und Workshops in den Planungsprozess integriert. Hierdurch wurde eine Berücksichtigung spezifischer Interessen und Wünsche bei der Maßnahmenimplementierung / Potenzialerschließung gewährleistet. Auch vor dem Hintergrund eines künftigen Umsetzungsprozesses ist die konsistente Kommunikation mit lokalen Akteuren essentiell.

Zur Visualisierung der Klimaschutzbemühungen der VG Kandel nach außen sollte das vorhandene Logo, das Wappen, durch einen Schriftzug, wie z. B. „Klimaschutz – Wir sind dabei!“, erweitert werden. Hierdurch soll u. a. bei der Bevölkerung eine Identifikation mit den Klimaschutzbemühungen der VG erfolgen und das Vertrauen in ihre Arbeit nachhaltig gestärkt sowie

Nachahmungseffekte ausgelöst werden. Eine Herausforderung ist in der Etablierung des neu-konzipierten Logos zu sehen. Daher ist es wichtig, dieses stringent für die gesamte Klimaschutzkommunikation der Verbandsgemeinde zu verwenden. Denn nur auf diese Weise können positive Wiedererkennungseffekte ausgelöst und der Bekanntheitsgrad der VG und ihrer Klimaaffinität gesteigert werden.

Aufgrund des unterschiedlichen Mediennutzungsverhaltens der lokalen Akteure sollte ferner die Informationsbereitstellung über unterschiedliche Medien erfolgen, wie z. B. Zeitungen, Fernsehen, Radio und Internet. Diesbezüglich verfügt die Verbandsgemeinde über etablierte Kommunikationsstrukturen und nutzt bereits unterschiedliche Medien zur öffentlichkeitswirksamen Kommunikation. Als Beispiele können u. a. die Internetpräsenz<sup>109</sup> und das Amtsblatt<sup>110</sup> genannt werden, welche intensiver zur Klimaschutzkommunikation eingesetzt werden sollten. Zwar finden sich auf der Internetpräsenz unter dem Reiter Wirtschaft die Unterkategorien „Klimaschutz“ und „Umweltschutz“, allerdings werden die lokalen Akteure über die Klimaschutzbemühungen und den Prozess des Integrierten Klimaschutzkonzepts unzureichend informiert. Somit ist die Erweiterung der Informationsbereitstellung zwingend zu empfehlen.

Das erste Rechercheergebnis ergab, dass die Verbandsgemeinde Kandel über keinen eigenen Facebook-Account verfügt. Die Nutzung von sozialen Medien wird jedoch empfohlen, um auch die „jüngere“ Bevölkerung anzusprechen und zu informieren.

Ferner sollten, über Informationen zum Klimaschutzvorhaben hinaus, auch Meilensteine in der Zielerreichung sowie erzielte Erfolge aktiv publiziert werden. Hierdurch werden Akteure fortwährend informiert und die Verbandsgemeinde ihrer Vorbildfunktion gerecht, sodass Multiplikatoreffekte eintreten. Eine detaillierte Analyse der Kommunikationsstrukturen erfolgt im Rahmen des separaten Öffentlichkeitskonzeptes.

Zur Steuerung des Umsetzungsprozesses und der Gestaltung einer strategisch konsistenten Klimaschutzkommunikation, sollte die bestehende Steuerungsgruppe beibehalten und regelmäßige Sitzungstermine fixiert werden. Ferner wird zur zentralen Koordination des gesamten Umsetzungsprozesses, der Kommunikation und Beratung, die Beantragung eines Klimaschutzmanagers empfohlen.

Ein Schwerpunkt der ausführlichen Konzepterstellung wird auf die Klimabildung, insbesondere von Kindern und Jugendlichen, sowie auf Beratungsleistungen gelegt. Des Weiteren werden konkrete themenspezifische und der Zielsetzung zuträgliche Kampagnen vorgeschlagen.

<sup>109</sup> Webseite Verbandsgemeinde Kandel a.

<sup>110</sup> Webseite Verbandsgemeinde Kandel b.

Im Rahmen des detaillierten Öffentlichkeitskonzepts und des Maßnahmenkatalogs werden zielkonforme, öffentlichkeitswirksame Kommunikationsmaßnahmen und Handlungsempfehlungen aufgezeigt, welche zur Erschließung vorhandener Potenziale sowie zur Senkung der Treibhausgasemissionen beitragen. Diese sollen den Entscheidungsträgern vor Ort als Empfehlung für die Entwicklung einer eigenständigen Umsetzungsstrategie zur Erreichung des gesteckten, langfristigen Ziels „Plus-Energieverbandsgemeinde“ dienen.

## 11 Konzept zum Controlling

Das Controlling-System soll die Unterstützung durch Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung gewährleisten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Zielerreichung der dargelegten Maßnahmenvorschläge und -ideen aus dem Klimaschutzkonzept. Durch den Controlling-Prozess soll gewährleistet werden, dass der Zeitraum zur Erreichung der definierten Klimaschutzziele eingehalten wird und ggf. Schwierigkeiten (Konfliktmanagement) bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt sowie Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Zusätzlich dienen der fortschreibbare Maßnahmenkatalog sowie die fortschreibbare Energie- und Treibhausgasbilanz als zentrale Controlling-Instrumente.

Das Controlling-Konzept für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sieht folgende Zentrale Empfehlungen vor:

- Jährliches Fortschreiben der Energie- und Treibhausgasbilanz
- Fortschreiben des Maßnahmenkataloges

Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controlling-Systems sind klar zu regeln. Die geplante Personalstelle des sogenannten Klimaschutzmanagers ist in diesem Zusammenhang von zentraler Bedeutung. Die Aufgabenbereiche des Controllings können durch einen zu beantragenden Klimaschutzmanager wahrgenommen werden. Folglich sind die wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers die vier Bereiche Planungsaufgabe, Kontrolle, Koordination bzw. Information sowie Beratung. Besonderer Schwerpunkt liegt auf der Kontrolle der Umsetzung des Maßnahmenkataloges. Die Aufgabenbereiche beziehen sich auf die Kernaufgaben des Managers, um die Zielerreichung der einzelnen Klimaschutzmaßnahmen messen und kontrollieren zu können.

Das Controlling-Konzept verfügt über zwei feste Elemente, die Energie- und Treibhausgasbilanz sowie den Maßnahmenkatalog, die verschiedene Ansätze (Top-Down; Bottom-Up) verfolgen. Zusätzlich können weitere Managementsysteme (European Energy Award, EMAS oder Benchmark kommunaler Klimaschutz) empfohlen werden, welche sich im Grunde auf unterschiedlicher Ebene ergänzen.

### 11.1 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz (Ist/Soll) wurde auf Basis von Microsoft Excel erstellt. Die Bilanz ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige (jährliche) Datenabfrage bei Energieversorgern (Strom/Wärme), staatlichen Fördermittelgebern (Wärme) und regionalen Stellen (Verkehr) eine jährliche Bilanz aufgestellt werden kann. Die Top-Down Ebene liefert eine Vielzahl von Informationen, die eine differenzierte Betrachtung zulassen. Es können Aussagen zur Entwicklung der Energieverbräuche und damit einhergehend der CO<sub>2</sub>-Emissionen

in den einzelnen Sektoren und Gruppen getroffen werden. Darüber hinaus können Ist- und Soll-Vergleiche angestellt, sowie im Vorfeld festgelegte Indikatoren (z. B. Anteil Erneuerbarer Energien) überprüft werden.

## **11.2 Maßnahmenkatalog**

Der Katalog beinhaltet eine Vielzahl von Maßnahmen, die sich in verschiedene Bereiche untergliedern. Die aus der Konzeptphase entwickelten Maßnahmen wurden priorisiert, können aber ergänzt und fortgeschrieben werden. Durch die Untersuchung der Wirkung von Einzelmaßnahmen können Aussagen zu Kosten, Personaleinsatz, Einsparungen (Energie/CO<sub>2</sub>) etc. getroffen werden. Für diese Bottom-Up-Ebene ist es empfehlenswert Kennzahlen nur überschlägig zu ermitteln, da eine detaillierte Betrachtung unter Umständen mit hohen Kosten verbunden sein kann. So können für „harte“, meist technische, Maßnahmen mit wenig Ressourceneinsatz Kennzahlen gebildet werden. Bei „weichen“ Maßnahmen (z. B. Informationskampagnen) können diese Faktoren nur schwer gemessen werden. Hier sollten leicht erfassbare Werte erhoben werden, um ein entsprechendes Controlling zu ermöglichen.

## 12 Verstetigungsstrategie

Zur erfolgreichen Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzeptes gehört es, das Thema „Klimaschutz“ dauerhaft präsent zu halten. Hierzu müssen die relevanten Akteure motiviert und die Aktivitäten weiter forciert und koordiniert werden.

Wichtigster Aspekt zur dauerhaften Verankerung des Klimaschutzes im Verwaltungsprozess der Verbandsgemeinde Kandel sind die Anpassung der Organisations- und Koordinationsstrukturen und die Etablierung des Themas Klimaschutz in den Denkprozessen der Verwaltungsangestellten und Bürgern der Gemeinde.

Die dauerhafte Etablierung der Stelle eines Klimaschutzmanagers ist hierbei von großer Bedeutung. Organisatorisch sollte der Klimaschutz in einer eigenen Stabstelle oder im Bereich Bauliche Infrastruktur angesiedelt sein. Der Klimaschutzmanager hat die Aufgabe die Umsetzung der Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes maßgeblich voranzutreiben.

Hierzu gehören

- Informationen über die Entwicklung und Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes
- Projektsteuerungsaufgaben
- Inhaltliche Unterstützung bzw. Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit
- Aktivitäten zur Vernetzung mit anderen klimaschutzaktiven Kommunen
- Aufbau von Netzwerken und Beteiligung von externen Akteuren bei der Umsetzung von Maßnahmen
- Fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung, Planung und Umsetzung einzelner Maßnahmen, sowie die Untersuchung von Finanzierungsmöglichkeiten
- Unterstützung und Durchführung (verwaltungs-)interner Informationsveranstaltungen und Schulungen
- Unterstützung bei der Erfassung und Auswertung von klimaschutzrelevanten Daten
- Initialisierung von Klimaschutzprojekten
- Recherche und Auswertung von Finanzierungsmöglichkeiten

Der Klimaschutzmanager hat eine übergeordnete Rolle und ist wichtiger Bestandteil einer Kommune um den Klimaschutzprozess zu verstetigen. Er hat einen Überblick über umgesetzte Maßnahmen und bevorstehende Projekte. Zudem kann er durch seine Kontakte zu Verwaltung, Bürgern und Firmen die übergreifende Kommunikation zum Thema Klimaschutz forcieren und aufrechterhalten. Die Erhaltung der Stelle des Klimaschutzmanagers sollte daher auch nach Ablauf des Förderzeitraums unbedingt angestrebt werden. Wenn dies nicht möglich ist, sollte der Klimaschutz auf anderem Weg fest etabliert werden. Möglich sind regelmäßige Treffen von Klimaschutzbeauftragten oder einem Energiebeirat der verschiedenen Abteilungen

und die übergeordnete Festlegung von zu erreichenden Klimaschutzzielen. Regelmäßige regionale Treffen mit Klimaschutzbeauftragten anderer Kommunen sind zielführend. Sie dienen der Ideenfindung und Problemlösung und können einen gewissen positiven Konkurrenzdruck zwischen den Kommunen auslösen.

## 13 Fazit

Die Verbandsgemeinde Kandel hat in der Vergangenheit bereits einige Projekte und Initiativen im Bereich des Klimaschutzes angestoßen und umgesetzt. Mit dem vorliegenden Bericht wurde erstmals ein umfassendes integriertes Klimaschutzkonzept mit Maßnahmenkatalog erstellt, welches nun den übergeordneten Handlungsrahmen für zukünftige Aktivitäten der Verbandsgemeinde im Bereich des Klimaschutzes darstellt. Der Fahrplan zur Umsetzung des Maßnahmenkataloges verdeutlicht dabei zukünftige energiepolitische Handlungserfordernisse, darüber hinaus leistet die VG einerseits einen Beitrag zur Erreichung der aufgestellten Klimaschutzziele der Landes- und Bundesregierung, andererseits ist zugleich mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer umfassenden (Stoffstrom-) Managementstrategie durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren sowie Abhängigkeiten von steigenden Energiepreisen zu reduzieren. Für die Bürgerinnen und Bürger der VG soll über diesen Hebel auch die Lebensqualität insgesamt gesteigert werden.

Zur energie- und klimapolitischen Weichenstellung – im Bewusstsein über die Sorgfaltspflicht gegenüber der heutigen und der kommenden Generationen – werden insbesondere nachfolgende Empfehlungen für die Verbandsgemeinde Kandel ausgesprochen:

- Beantragung des Zuschusses für die Schaffung einer Personalstelle (sog. „Klimaschutzmanager“) für bis zu drei Jahren.
- Beantragung der Förderung zur Durchführung von Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit (20.000 Euro) und damit Umsetzung der prioritären Maßnahmen des Öffentlichkeitskonzeptes.
- Auswahl einer Maßnahme mit Pilot- und Leuchtturmcharakter aus dem Maßnahmenkatalog und beantragen der Förderung zur Durchführung einer ausgewählten Klimaschutzmaßnahme (200.000 Euro).
- Weiterführung der kommunalen Steuerungsgruppe die Projekte entwickelt und eine regelmäßige Abstimmung laufender und geplanter Vorhaben innerhalb der VG gewährleistet.
- Umsetzung der prioritären Maßnahmen in Kapitel 7.
- Erschließung der enormen Energieeffizienzpotenziale vor allem im Bereich der Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäuser durch die Initiierung von Sanierungs- und Effizienzkampagnen.
- Detailuntersuchungen der ausgewiesenen Potenziale im Bereich der Erneuerbaren-Energien-Anlagen und politischer Diskurs zur Umsetzung dieser.

## 14 Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1-1: ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements.....                                                                   | 8  |
| Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes .....                                                                                                    | 10 |
| Abbildung 2-1: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung.....                                                                                               | 14 |
| Abbildung 2-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der VG Kandel .....                                                                                                     | 15 |
| Abbildung 2-3: Fahrzeugbestand 2017 in der VG Kandel .....                                                                                                            | 17 |
| Abbildung 2-4: PKW-Bestand 2017 in der VG Kandel, Verteilung nach Kraftstoffart .....                                                                                 | 18 |
| Abbildung 2-5: Energiebilanz der VG Kandel im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren.....                                                  | 20 |
| Abbildung 2-6: Treibhausgasemissionen der VG Kandel (1990 und IST-Zustand).....                                                                                       | 21 |
| Abbildung 3-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im IST-Zustand .....                 | 24 |
| Abbildung 3-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand ..... | 26 |
| Abbildung 4-1: Verteilung der Heizungsanlagen in den Altersklassen .....                                                                                              | 29 |
| Abbildung 4-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude.....                                                                                   | 29 |
| Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050.....                                                                                    | 30 |
| Abbildung 4-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland.....                                                             | 32 |
| Abbildung 4-5: Anteile Nutzenergie am Energiebedarf im Bereich GHD/I; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland .....                                            | 33 |
| Abbildung 4-6: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude – Teil 1.....                                                                                                | 35 |
| Abbildung 4-7: Kennwertevergleich der kommunalen Gebäude – Teil 2.....                                                                                                | 36 |
| Abbildung 4-8: Energiebilanz des Verkehrssektors im Zeitverlauf .....                                                                                                 | 39 |
| Abbildung 5-1: Standortbewertung zum Bau von Erdwärmesonden .....                                                                                                     | 44 |
| Abbildung 5-2: Eignung von Böden für die Nutzung von Erdwärmekollektoren .....                                                                                        | 47 |
| Abbildung 5-3: Auszug Solarpotenzialanalyse Landkreis Germersheim .....                                                                                               | 51 |
| Abbildung 5-4: Schema für Anlagenstandorte im Windpark .....                                                                                                          | 59 |

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 5-5: Waldbesitzverteilung in der VG Kandel .....                                                                                                                             | 64  |
| Abbildung 5-6: Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche in der Verbandsgemeinde Kandel .....                                                                                           | 64  |
| Abbildung 5-7: Sortimentsverteilung der Ernte .....                                                                                                                                    | 65  |
| Abbildung 5-8: Landwirtschaftliche Flächennutzung im Betrachtungsraum .....                                                                                                            | 69  |
| Abbildung 5-9: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Verbandsgemeinde Kandel .....                                                                                                    | 73  |
| Abbildung 5-10: Konventionelle Speicherung .....                                                                                                                                       | 75  |
| Abbildung 5-11: Netzoptimierte Speicherung .....                                                                                                                                       | 76  |
| Abbildung 6-1: regionale Schlüsselakteure .....                                                                                                                                        | 77  |
| Abbildung 7-1: Maßnahmenblatt.....                                                                                                                                                     | 82  |
| Abbildung 7-2:Auszug aus dem Register des Maßnahmenkataloges nach übergeordneten Kategorien .....                                                                                      | 83  |
| Abbildung 7-3: Zuteilung der Beleuchtungspflicht .....                                                                                                                                 | 91  |
| Abbildung 7-4: Insektenflug an unterschiedlichen Lichtquellen .....                                                                                                                    | 92  |
| Abbildung 7-5: Straße mit und ohne Lichtverschmutzung .....                                                                                                                            | 93  |
| Abbildung 8-1: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050 .....                                                                                                    | 99  |
| Abbildung 8-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 .....                                                                                         | 100 |
| Abbildung 8-3: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050.....                                                                                          | 102 |
| Abbildung 8-4: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050.....                                                                                                         | 103 |
| Abbildung 8-5: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarios im Jahr 2050 .....                                                    | 104 |
| Abbildung 8-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung .....                                                                            | 105 |
| Abbildung 9-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030 ..... | 107 |
| Abbildung 9-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030 .....                   | 108 |

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 9-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050 ..... | 109 |
| Abbildung 9-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050 .....                   | 111 |
| Abbildung 9-5: Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 .....                                                                                                             | 111 |

## 15 Tabellenverzeichnis

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 2-1: Durchschnittliche Fahrleistung nach Fahrzeugarten im Jahr 2017.....            | 18 |
| Tabelle 4-1: Wohngebäudebestand nach Baualtersklassen .....                                 | 27 |
| Tabelle 4-2: Jahreswärmebedarf der Wohngebäude nach Baualtersklassen .....                  | 28 |
| Tabelle 4-3: Aufteilung der Primär- und Sekundärheizter auf die einzelnen Energieträger.... | 28 |
| Tabelle 4-4: Aufteilung der Verbräuche auf die einzelnen Energieträger .....                | 34 |
| Tabelle 5-1: Wasserkraftanlagen in Betrieb.....                                             | 41 |
| Tabelle 5-2: Kläranlagen in der VG Kandel .....                                             | 42 |
| Tabelle 5-3: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen) .....                               | 53 |
| Tabelle 5-4: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen) .....                               | 53 |
| Tabelle 5-5: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (PV-FFA) .....                            | 55 |
| Tabelle 5-6: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Freiflächen) .....                               | 56 |
| Tabelle 5-7: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (WEA) .....                               | 58 |
| Tabelle 5-8: Bestand und Ausbaupotenzial .....                                              | 60 |
| Tabelle 5-9: Ergebnisse Windenergie (inkl. Repowering).....                                 | 61 |
| Tabelle 5-10: Kennzahlen des Kommunal- und Staatswaldes .....                               | 65 |
| Tabelle 5-11: Genutztes Energie- und Industrieholzpotenzial .....                           | 66 |
| Tabelle 5-12: Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018 – 2050 .....      | 67 |
| Tabelle 5-13: Ausbau-Potenzial von 2020 – 2050 .....                                        | 68 |
| Tabelle 5-14: Biomassepotenziale aus Reststoffen des Obst- und Weinbaus .....               | 70 |
| Tabelle 5-15: Reststoffpotenziale aus der Viehhaltung .....                                 | 71 |
| Tabelle 5-16: Zusammenfassung Potenziale aus der Landschaftspflege .....                    | 72 |
| Tabelle 6-1 Mitglieder der Steuerungsgruppe .....                                           | 78 |
| Tabelle 6-2 Termine und Veranstaltungen während der Projektlaufzeit.....                    | 79 |
| Tabelle 8-1: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2050 .....                  | 98 |

## 16 Abkürzungsverzeichnis

|                    |                                                                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|
| a                  | Jahr                                                               |
| A                  | Fläche                                                             |
| Abb.               | Abbildung                                                          |
| AG                 | Aktiengesellschaft                                                 |
| Ant. i. d.         | Anteil in dem                                                      |
| AWB                | Abfallwirtschaftsbetrieb                                           |
| BAFA               | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle                      |
| BASt               | Bundesanstalt für Straßenwesen                                     |
| BGF                | Brutto-Grundfläche                                                 |
| BH                 | Brenn- und Energieholzholz                                         |
| BHKW               | Blockheizkraftwerk                                                 |
| BMU                | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit    |
| BMWi               | Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie                   |
| bspw.              | Beispielsweise                                                     |
| BWI <sup>2</sup>   | Bundeswaldinventur II                                              |
| bzgl.              | bezüglich                                                          |
| bzw.               | beziehungsweise                                                    |
| C                  | Kohlenstoff                                                        |
| C.A.R.M.E.N.       | Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk e. V. |
| ca.                | circa                                                              |
| CH <sub>4</sub>    | Methan                                                             |
| CI                 | Corporate Identity                                                 |
| CO <sub>2</sub>    | Kohlenstoffdioxid                                                  |
| CO <sub>2</sub> -e | Kohlenstoffdioxid-Äquivalente                                      |
| d                  | Durchmesser                                                        |
| d. h.              | das heißt                                                          |
| DEHOGA             | Deutscher Hotel- und Gaststättenverband                            |
| dena               | Deutsche Energie-Agentur                                           |
| DEPV               | Deutscher Energieholz- und Pelletverband e. V.                     |
| DEWI               | Deutsches Windenergie-Institut                                     |
| DIN                | Deutsche Industrienorm                                             |
| DWD                | Deutscher Wetterdienst                                             |
| €                  | Euro                                                               |
| ebd.               | ebenda                                                             |
| EE                 | Erneuerbare Energien                                               |
| EEG                | Erneuerbare-Energien-Gesetz                                        |
| EEWärmeG           | Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz                                  |
| EFH                | Einfamilienhaus                                                    |
| Efm                | Erntefestmeter                                                     |

|                |                                               |
|----------------|-----------------------------------------------|
| e. G.          | eingetragene Genossenschaft                   |
| EN             | Europäische Norm                              |
| einschl.       | einschließlich                                |
| E-Mobilität    | Elektromobilität                              |
| EnEV           | Energieeinsparverordnung                      |
| Est            | Einkommenssteuer                              |
| etc.           | et cetera                                     |
| EU             | Europäische Union                             |
| e. V.          | eingetragener Verein                          |
| evtl.          | eventuell                                     |
| EW             | Einwohner                                     |
| f.             | folgende                                      |
| FA             | Forstamt                                      |
| ff.            | fortfolgende                                  |
| FM             | Frischmasse                                   |
| FNR            | Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.  |
| g              | Gramm                                         |
| GewSt          | Gewerbsteuer                                  |
| ggf.           | gegebenenfalls                                |
| ggü.           | gegenüber                                     |
| GHD            | Gewerbe, Handel, Dienstleistungen             |
| GIS            | geografisches Informationssystem              |
| GK             | Größenklasse                                  |
| GmbH           | Gesellschaft mit beschränkter Haftung         |
| GPS            | Ganzpflanzensilage                            |
| GV             | Großvieheinheit                               |
| GWh            | Gigawattstunden                               |
| h              | Stunde                                        |
| ha             | Hektar                                        |
| HHS            | Holzhackschnitzel                             |
| H <sub>i</sub> | oberer Heizwert                               |
| Hrsg.          | Herausgeber                                   |
| HWB            | Heizwärmebedarf                               |
| HWK            | Handwerkskammer                               |
| I              | Industrie                                     |
| i. d. R.       | in der Regel                                  |
| IfaS           | Institut für angewandtes Stoffstrommanagement |
| IH             | Industrieholz                                 |
| IHK            | Industrie- und Handelskammer                  |
| IKT            | Informations- und Kommunikationstechnologie   |
| inkl.          | inklusive                                     |

---

|                   |                                           |
|-------------------|-------------------------------------------|
| insb.             | Insbesondere                              |
| insg.             | insgesamt                                 |
| inst.             | installiert                               |
| IWU               | Institut Wohnen und Umwelt                |
| KAG               | Kommunalen-Abgaben-Gesetz                 |
| KBA               | Kraftfahrt-Bundesamt                      |
| KEM               | Kommunales Energiemanagementsystem        |
| KEBA              | Kommunales Energiemanagement Beauftragter |
| KfW               | Kreditanstalt für Wiederaufbau            |
| kg                | Kilogramm                                 |
| km                | Kilometer                                 |
| km <sup>2</sup>   | Quadratkilometer                          |
| kW                | Kilowatt                                  |
| kW <sub>el</sub>  | Kilowatt elektrisch                       |
| kWh               | Kilowattstunden                           |
| kWh <sub>th</sub> | Kilowattstunde thermisch                  |
| kWh <sub>el</sub> | Kilowattstunde elektrisch                 |
| KWK               | Kraft-Wärme-Kopplung                      |
| kW <sub>p</sub>   | Kilowattpeak                              |
| l                 | Liter                                     |
| Lbh               | Laubholz                                  |
| LBM               | Landesbetrieb Mobilität                   |
| LEP               | Landesentwicklungsplan                    |
| LED               | Light Emitting Diode                      |
| LKW               | Lastkraftwagen                            |
| m                 | Meter                                     |
| m/s               | Meter pro Sekunde                         |
| m <sup>2</sup>    | Quadratmeter                              |
| m <sup>3</sup>    | Kubikmeter                                |
| MAP               | Marktanreizprogramm                       |
| max.              | maximal                                   |
| MFH               | Mehrfamilienhaus                          |
| mind.             | mindestens                                |
| Mio.              | Millionen                                 |
| mm                | Millimeter                                |
| Mrd.              | Milliarden                                |
| MW                | Megawatt                                  |
| MW <sub>el</sub>  | Megawatt elektrisch                       |
| MWh               | Megawattstunde                            |
| MW <sub>p</sub>   | Megawattpeak                              |
| MW <sub>th</sub>  | Megawatt thermisch                        |

|                  |                                                            |
|------------------|------------------------------------------------------------|
| η                | Wirkungsgrad                                               |
| N                | Stickstoff                                                 |
| n                | Anzahl                                                     |
| NABU             | Naturschutzbund Deutschland                                |
| NawaRo           | Nachwachsende Rohstoffe                                    |
| Ndh              | Nadelholz                                                  |
| NH               | Derbholz                                                   |
| N <sub>2</sub> O | Distickstoffoxid (Lachgas)                                 |
| NN               | Normalnull                                                 |
| Nr.              | Nummer                                                     |
| o. ä.            | oder ähnliches                                             |
| o. g.            | oben genannt                                               |
| oTM              | Organische Trockenmasse                                    |
| P                | Leistung                                                   |
| P                | Phosphor                                                   |
| p                | peak (maximale Leistung)                                   |
| PIUS             | Produktionsintegrierter Umweltschutz                       |
| PKW              | Personenkraftwagen                                         |
| PLG              | Planungsgemeinschaft                                       |
| PV               | Photovoltaik                                               |
| PR               | Public Relations                                           |
| %                | Prozent                                                    |
| rd.              | rund                                                       |
| reg.             | Regional                                                   |
| RLP              | Rheinland-Pfalz                                            |
| RWS              | regionale Wertschöpfung                                    |
| s                | Sekunde                                                    |
| s.               | siehe                                                      |
| s.o.             | siehe oben                                                 |
| S.               | Seite                                                      |
| SH               | Stammholz                                                  |
| SHK              | Sanitär Heizung Klima                                      |
| sog.             | so genannt                                                 |
| spez.            | spezifisch                                                 |
| SSM              | Stoffstrommanagement                                       |
| ST               | Solarthermie                                               |
| SWOT             | Acronym für: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats |
| Sz               | Szenario                                                   |
| t                | Tonnen                                                     |
| Tab.             | Tabelle                                                    |
| THG              | Treibhausgas                                               |

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| TM       | Trockenmasse                        |
| u. a.    | unter anderem                       |
| u. ä.    | und ähnliche                        |
| U-Gebiet | Untersuchungsgebiet                 |
| UNB      | Untere Naturschutzbehörde           |
| v. a.    | vor allem                           |
| VDI      | Verein Deutscher Ingenieure         |
| VDEW     | Verband der Elektrizitätswirtschaft |
| VG       | Verbandsgemeinde                    |
| VGA      | Vergärungsanlage                    |
| vgl.     | vergleiche                          |
| Vol.     | Volumen                             |
| W        | Watt                                |
| w35      | Wassergehalt von 35%                |
| w50      | Wassergehalt von 50%                |
| WEA      | Windenergieanlagen                  |
| WWF      | World Wide Fund For Nature          |
| www      | world wide web                      |
| z. B.    | zum Beispiel                        |
| ZFH      | Zweifamilienhaus                    |
| z. T.    | zum Teil                            |

## 17 Quellenverzeichnis

**AK ETR 2010:** Arbeitskreis Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder: Erwerbstätige (am Arbeitsort) in den Verwaltungsbezirken Deutschlands 1991, 2000 und 2009, Berechnungsstand August 2010.

**BMU 2010:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Leitstudie 2010 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, o.O., 2010.

**BMU 2010:** Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie, [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/Berichte/schlussbericht-potentialermittlung-wasserkraftnutzung.pdf?__blob=publicationFile&v=3), letzter Zugriff am 1.08.2019.

**BMU (2009):** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Hrsg., 2009): Nutzungsmöglichkeiten der tiefen Geothermie in Deutschland. Berlin. 76 S.

**BMVBS 2017:** Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.): Verkehr in Zahlen 2015/2016

**BMWi 2019:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Berlin, 2019.

**BMWi 2014:** Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß § 65 EEG (Vorhaben IId, Wasserkraft), [http://www.floecksmuehle-fwt.de/images/08\\_downloads/BMWI\\_2014%20EEG%20Erfahrungsbericht%20Vorhaben-2d.pdf](http://www.floecksmuehle-fwt.de/images/08_downloads/BMWI_2014%20EEG%20Erfahrungsbericht%20Vorhaben-2d.pdf), letzter Zugriff am 1.08.2019.

**Burkhardt / Kraus (2006):** Burkhardt W., Kraus R. (2006): Projektierung von Warmwasserheizungen. Arbeitsmethodik, Anlagenkonzeption, Regeln der Technik, Auslegung, Gesetze, Vorschriften, Wirtschaftlichkeit, Energieeinsparung.

**Difu 2011:** Deutsches Institut für Urbanistik, Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden, 2011, Berlin, 2011

**EEG-Anlagenregister:** <http://www.energymap.info/energieregionen/DE/105/118/193/216.html>, letzter Zugriff am 14.01.2019.

**Fahrleistungserhebung 2002, 2005:** Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung – IVT Heilbronn/Mannheim, Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.), Verkehrstechnik Heft V120 - Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2005

**Fritsche und Rausch 2014:** Fritsche, Uwe / Rausch, Lothar: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.9, Öko-Institut, 2014

**Geoportal Wasser Rheinland-Pfalz:** <http://www.gda-wasser.rlp.de/GDAWasser/client/gisclient/index.html?applicationId=12588&forcePreventCache=14143139175>, letzter Zugriff am 14.01.2019.

**Greenpeace 2009:** Greenpeace, Klimaschutz: Plan B 2050 – Energiekonzept für Deutschland (Langfassung), 2009

**IPCC 2007:** Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007

**KBA 2016 a:** Kraftfahrtbundesamt, Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2016 nach Zulassungsbezirken, Kraftstoffarten und Emissionsgruppen 2016, 2016

**KBA 2016 b:** Kraftfahrtbundesamt, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern am 1. Januar 2016 nach Zulassungsbezirken 2016, 2016

**Landesforsten Rheinland-Pfalz, Zentralstelle der Forstverwaltung, Thomas Heß:** Forsteinrichtungsdatensatz VG Kandel

**Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz / Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (o.J.):** Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden in unkritischen Gebieten, Abruf am: 3.05.2016. [[http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/internet/downloads/erdwaerme/Standardauflagen\\_EWS.pdf](http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/internet/downloads/erdwaerme/Standardauflagen_EWS.pdf)]

**Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten RLP 2016:** Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2016, Mainz, 2017

**MULEWF (2012):** Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz (Hrsg., 2012): Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden.

**NPE 2011:** Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (GGEMO) (Hrsg.), Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität, 2011

**Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik:** <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>, letzter Zugriff am 01.08.2019.

**Umweltministerium Baden-Württemberg (2005):** Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden. Stuttgart. [[http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/download\\_pool/Leitfaden\\_-\\_Nutzung\\_von\\_Erdwaerme.pdf](http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/download_pool/Leitfaden_-_Nutzung_von_Erdwaerme.pdf)].

**Statistisches Landesamt RLP 2016:** Statistische Berichte – Energiebilanz und CO<sub>2</sub>-Bilanz, Bad Ems, 2016.

**Statistisches Landesamt RLP 2017:** Öffentliche Klärschlamm Entsorgung in RLP 2016, Bad Ems, 2017

**Statistisches Landesamt RLP 2017:** Energieverwendung des verarbeitenden Gewerbes, sowie im Bergbau und bei der Gewinnung von Steinen und Erden 2016

**Statistisches Landesamt RLP 2016:** Statistische Berichte, Bevölkerungsvorgänge 2015, Bad Ems, 2016

**Statistisches Landesamt RLP o.J. :** Bewohnte Wohneinheiten nach der Beheizungsart sowie Energieart 1987, o.J.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016:** Agrarstrukturerhebung (ASE) - 41121GJ004 Landwirtschaftliche Betriebe, Großvieheinheiten und Tiere nach Tierarten -intern- (2010 und 2016) 2016

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz:** <https://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=102&l=2&g=0733404&tp=9219>, letzter Zugriff am 14.01.2019.

**UBA 2010:** Umweltbundesamt, 2050: 100 % - Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen, 2010

**Wassergesetz für das Land Rheinland-Pfalz:** [http://landesrecht.rlp.de/jportal/portal/t/ux7/page/bsrlpprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=0&eventSubmit\\_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-WasGRP2015rahmen&doc.part=R&toc.poskey=#focuspoint](http://landesrecht.rlp.de/jportal/portal/t/ux7/page/bsrlpprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=0&eventSubmit_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-WasGRP2015rahmen&doc.part=R&toc.poskey=#focuspoint), letzter Zugriff am 1.07.2019.

**Webseite Biomasseatlas:** <http://www.biomasseatlas.de/>

**Webseite des Bundesverbandes Wärmepumpe (BWP) e. V.:** Erdwärme, Abruf am: 16.03.2019. [<http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/waermequellen/erdwaerme.html>].

**Webseite KBA:** [http://www.kba.de/cln\\_030/nn\\_191064/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/EmissionenKraftstoffe/n\\_\\_emi\\_\\_z\\_\\_teil\\_\\_2.html](http://www.kba.de/cln_030/nn_191064/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/EmissionenKraftstoffe/n__emi__z__teil__2.html), I

**Webseite MUEEF RLP 2018:** <https://mueef.rlp.de/de/themen/energie-und-strahlenschutz/erneuerbare-energien/solarenergie/>

**Webseite Solaratlas:** <http://www.solaratlas.de/>

**Webseite Solardachkataster des Landkreises Germersheim:** <https://www.solarkataster-germersheim.de>

**Webseite Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz a:** <http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/zeitreihe.aspx?l=2&id=3153&key=0733800016&kmaid=77&zmaid=939&topic=18&subject=21>

**Webseite UBA:** <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeId=2330>, letzter Zugriff am 15.01.2013

**Wesselak / Schabbach (2009):** Wesselak V., Schabbach T. (2009): Regenerative Energietechnik. Berlin, Heidelberg: Springer.

**WMS-Dienst des Landesamts für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz:** Abruf am: 30.05.2019. [[http://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view\\_id=12](http://mapclient.lgb-rlp.de/?app=lgb&view_id=12) und <http://www.lgb-rlp.de/wms-dienste.html>].

**WWF 2009:** World Wide Fund For Nature, Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 – Vom Ziel her denken, 2009