



**Stadt Landau** in der Pfalz



S t a d t v e r w a l t u n g

## „Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Landau“

### Abschlussbericht

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

Birkenfeld, Oktober 2018

**IfaS**  
Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement

Gefördert durch:



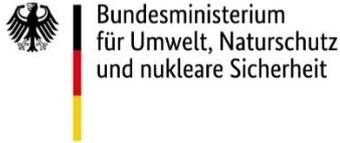
Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**PTJ**  
Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:



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 03K04919 gefördert.

## Impressum

### **Herausgeber:**



Stadtverwaltung Landau in der Pfalz  
Marktstraße 50  
76829 Landau in der Pfalz

### Projektleitung:

Beigeordneter Rudi Klemm  
Markus Abel  
Tanja Starck

### **Konzepterstellung:**



Hochschule Trier  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380  
55761 Birkenfeld

### Institutsleiter:

Prof. Dr. Peter Heck  
Geschäftsführender Direktor IfaS

### Projektleitung:

Tobias Gruben

### Projektmanagement:

Jens Frank  
Christian Koch

---

<b>1</b>	<b>Ziele und Projektrahmen</b> .....	<b>4</b>
1.1	Arbeitsmethodik .....	4
1.2	Kurzbeschreibung der Region .....	6
1.3	Bisherige Klimaschutzaktivitäten .....	7
1.4	Städtisches Klimaschutzziel .....	8
<b>2</b>	<b>Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz)</b> .....	<b>9</b>
2.1	Analyse des Gesamtenergieverbrauches und der Energieversorgung .....	10
2.1.1	Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung .....	10
2.1.2	Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung .....	11
2.1.3	Energieeinsatz im Sektor Verkehr .....	13
2.1.4	Energieverbrauch im Sektor Abfall/Abwasser .....	15
2.1.5	Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern .....	16
2.2	Treibhausgasemissionen .....	18
<b>3</b>	<b>Wirtschaftliche Auswirkungen (IST-Situation)</b> .....	<b>21</b>
3.1	Geldmittelabfluss .....	21
3.2	Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (IST-Zustand) .....	21
3.3	Gegenüberstellung der Bereiche Strom und Wärme (IST-Zustand) .....	23
<b>4</b>	<b>Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz</b> .....	<b>24</b>
4.1	Energieeinsatz der privaten Haushalte .....	24
4.1.1	Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich .....	24
4.1.2	Effizienz- und Einsparpotenziale privater Haushalte im Strombereich .....	29
4.2	Energieeinsatz GHD/I .....	30
4.2.1	Effizienz- und Einsparpotenziale GHD/I im Wärmebereich .....	31
4.2.2	Effizienz- und Einsparpotenziale GHD im Strombereich .....	31
4.3	Energieeinsatz städtischer Liegenschaften .....	32
4.4	Energieeinsatz im Verkehrssektor .....	34
<b>5</b>	<b>Potenziale zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien</b> .....	<b>38</b>
5.1	Wasserkraftpotenziale .....	38
5.2	Geothermiefpotenziale .....	39
5.2.1	Oberflächennahe Geothermie .....	39
5.2.2	Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen .....	44
5.2.3	Zusammenfassung Geothermiefpotenziale .....	45
5.3	Solarpotenziale .....	46
5.3.1	Rahmenbedingungen und Beschreibung der Methodik .....	46
5.3.2	Methodik und Ergebnisse PV- und ST-Dachflächenanlagen .....	47
5.3.3	Methodik und Ergebnisse PV-FFA .....	49

5.4	Windkraftpotenziale .....	51
5.4.1	Rahmenbedingungen .....	52
5.4.2	Methodik und Ergebnisse Windenergie .....	52
5.5	Biomassepotenziale.....	58
5.5.1	Potenziale Forstwirtschaft .....	58
5.5.2	Potenziale aus der Landwirtschaft.....	63
<b>6</b>	<b>Akteursbeteiligung .....</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>73</b>
7.1	Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs .....	73
7.2	Prioritäre Klimaschutzmaßnahmen.....	76
7.2.1	Handlungsfeld 1: Städtische Verwaltung und Politik .....	76
7.2.2	Handlungsfeld 2: Energie .....	79
7.2.3	Handlungsfeld 3: Mobilität .....	97
<b>8</b>	<b>Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien) .....</b>	<b>99</b>
8.1	Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050 .....	99
8.2	Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050 .....	102
8.3	Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern 2050.....	103
8.4	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 .....	105
<b>9</b>	<b>Wirtschaftliche Auswirkungen 2030 und 2050 .....</b>	<b>107</b>
9.1	Regionale Wertschöpfung im Jahr 2030.....	107
9.1.1	Stationärer Bereich.....	107
9.1.2	Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme .....	109
9.2	Regionale Wertschöpfung im Jahr 2050.....	110
9.2.1	Stationärer Bereich.....	110
9.2.2	Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2050).....	111
9.3	Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung .....	112
<b>10</b>	<b>Konzept Öffentlichkeitsarbeit .....</b>	<b>114</b>
<b>11</b>	<b>Konzept zum Controlling .....</b>	<b>116</b>
<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>122</b>
<b>15</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>125</b>
<b>16</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>126</b>
<b>17</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>131</b>

# 1 Ziele und Projektrahmen

## 1.1 Arbeitsmethodik

Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wird ein effizientes „Stoffstrommanagement (SSM)“ in der Stadt Landau in der Pfalz vorbereitet. Dabei können im Rahmen des vorliegenden Konzeptes nur Teilaspekte eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements betrachtet werden. Der Fokus liegt auf einer Analyse der Energie- und Schadstoffströme der Stadt, 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>1</sup>

Im Rahmen des regionalen Stoffstrommanagements wird die Stadt Landau 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 städtischen Handlungsmöglichkeiten („Welchen Beitrag kann die Stadt leisten?“) im Vordergrund.

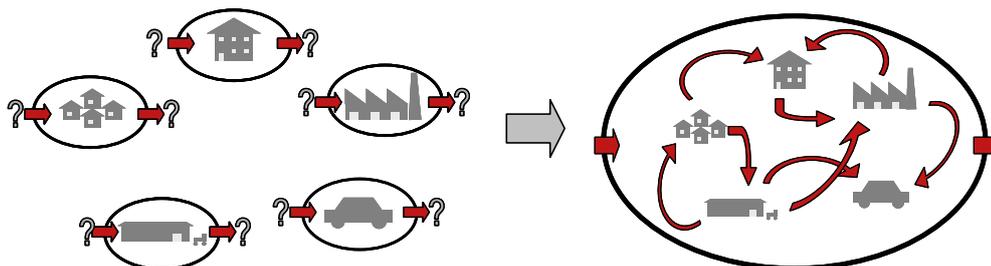


Abbildung 1-1: ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements

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 Aussa-

<sup>1</sup> Vgl. Heck / Bemmann (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement, 2002, S. 16.

gen darüber getroffen werden, inwieweit die Stadt Landau beispielsweise einen Beitrag zu den formulierten Zielen (vgl. Kapitel 1.4) 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.

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 7),
- 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 Stadt Landau darstellen könnte (vgl. Kapitel 8 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.

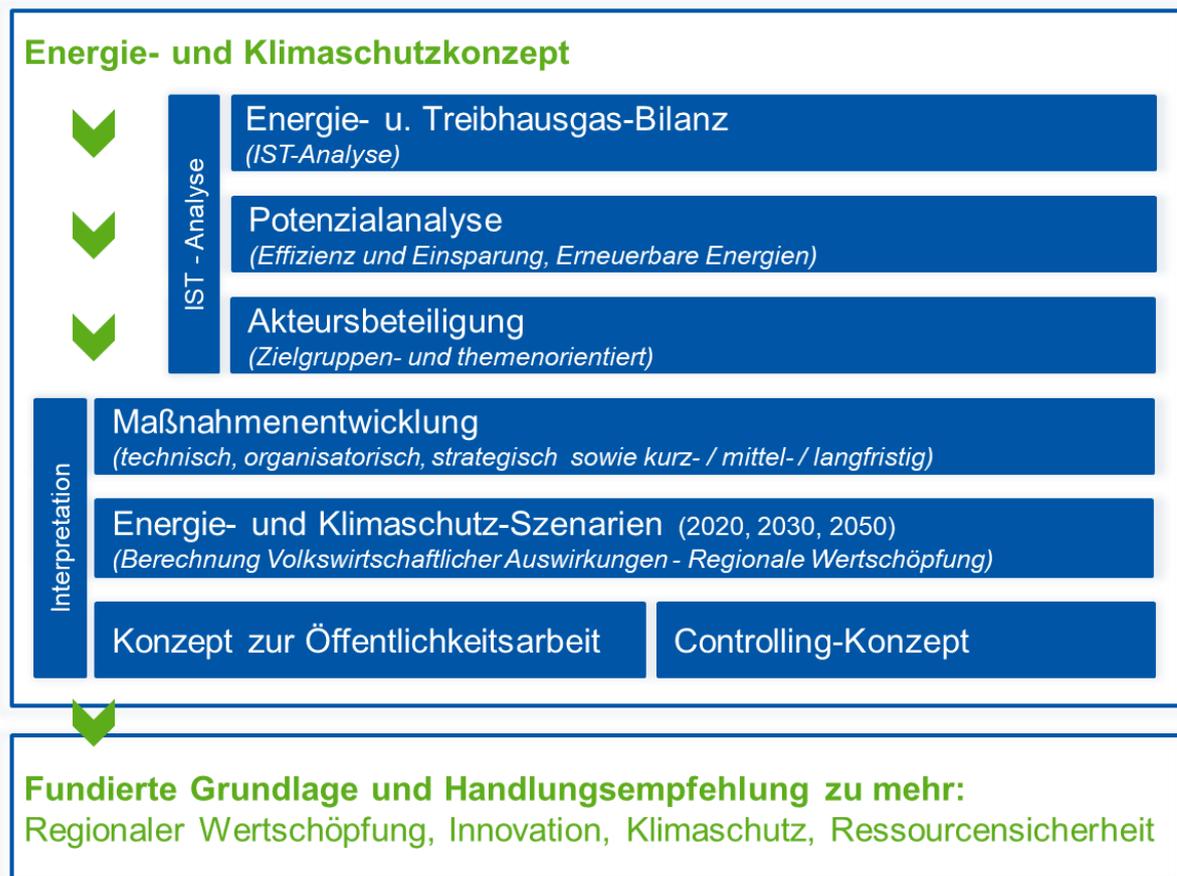


Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

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

## 1.2 Kurzbeschreibung der Region

Die Gemeinde Landau in der Pfalz ist eine kreisfreie Stadt und liegt, eingebettet in den Landkreis Südliche Weinstraße, im Süden von Rheinland-Pfalz. Das Gemeindegebiet besteht aus 3 Teilflächen mit insgesamt 82,96 km<sup>2</sup> und zählt 47.075 Einwohner (Stand: 31.12.2017)<sup>2</sup>. Neben dem eigentlichen Stadtgebiet von Landau mit den 8 Ortsteilen Arzheim, Godramstein, Mörlheim, Mörzheim, Nußdorf, Queichheim, Dammheim und Wollmesheim (57,67 km<sup>2</sup>), die 1932 und 1972 eingemeindet wurden, gibt es noch die Stadtexklave auf dem Taubensuhl (24,50 km<sup>2</sup>) sowie die kleinere Exklave des Wollmesheimer Waldes bei Eschbach (0,79 km<sup>2</sup>)<sup>3</sup>. Landau ist mit 2.067 ha bestockter Rebfläche die größte weinbautreibende Gemeinde Deutschlands<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> [http://geoportal.landau.de/data/statistiken/Einwohnerstatistik\\_2017\\_12.pdf](http://geoportal.landau.de/data/statistiken/Einwohnerstatistik_2017_12.pdf)

<sup>3</sup> [http://geoportal.landau.de/data/statistiken/Lage\\_Nutzung.pdf](http://geoportal.landau.de/data/statistiken/Lage_Nutzung.pdf)

<sup>4</sup> [https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/kurzinformationen/Faltblatt\\_Weinbau\\_2018.pdf](https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/kurzinformationen/Faltblatt_Weinbau_2018.pdf)

### 1.3 Bisherige Klimaschutzaktivitäten

Die Stadt Landau beschäftigt sich bereits umfassend mit den Auswirkungen des Klimawandels und hat durch verschiedenste Maßnahmen einen Beitrag zum Schutz des Klimas und der Umwelt beigetragen. Schon im Jahr 2012 hat die Stadt Landau ein Klimaschutzkonzept SEAP (Sustainable Energy Action Plan) entwickelt, welches im Rahmen dieses Dokumentes erweitert und an die Richtlinien der nationalen Klimainitiative der Bundesregierung angepasst wird.

Nachfolgend werden Klimaschutzaktivitäten der Stadt/städtische Liegenschaften als Auszug dargestellt:

- Solarkonzept (2012), in dem ein Potential von 58 ha Flächen identifiziert wurde. Diese Flächen sind für die Errichtung von Freiflächensolaranlagen grundsätzlich geeignet (ein Teil der Fläche wurde mittlerweile überbaut, bzw. einer anderen Nutzung zugeführt). Eine Überarbeitung des Solarkonzeptes fand im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes statt.
- Mobilitätskonzept: Förderung von Elektromobilität durch die Einrichtung von aktuell 20 öffentlichen Ladestationen sowie kostenfreies Parken für E-Autos auf Tagesticketparkflächen wurde umgesetzt (Stand 2017),
- Installation von 5 Nahwärmeverbundsystemen (Trassenlänge 1,7 km),
- 25 Photovoltaikanlagen (Gesamtleistung ~650 kWp), Anteil (bilanzielle Betrachtung) erneuerbarer Energie am Stromverbrauchs: 42% der Schulen sowie 7% aller städtischen Gebäude (Stand 2015),
- 9 Solarthermie Anlagen zur Warmwassererzeugung, 6 Biomassefeuerungen (Gesamtleistung ~2.280 kW), 4 Blockheizkraftwerke, 1 Erdsondenanlage (Stand 2015). Anteil erneuerbarer Energie am gesamten Wärmebedarf: 56% der Schulen sowie 27% aller städtischen Gebäude (Stand 2015),
- Modernisierung von 17 Landauer Schulen sowie Verbesserung der Gebäudeeffizienz durch Dämmmaßnahmen in weiteren städtischen Liegenschaften (Stand 2015),
- Einführung eines Energiemanagements im Jahre 2002 und fortschreitender Ausbau der Gebäudeleittechnik (GLT) seit dem Jahre 2003. Bis heute sind alle größeren Gebäude an die GLT angeschlossen und werden aktiv gesteuert und kontrolliert. Ca. 90% aller installierten Zähler (~600 Stk.) werden systematisch erfasst und ausgewertet. Somit erfolgt ein stetes Controlling der Strom-, Wärme- und Wasserverbräuche.
- Energiebericht Gebäudemanagement Landau: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung nach der Methode der Ökobilanzierung (Stand 2015).

Auch wenn schon einige Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt wurden, sieht die Stadt Landau noch ungenutzte Möglichkeiten zur Entwicklung und Umsetzung weiterer Klimaschutzprojekte (Sektorenkopplung, Mobilität, innovative Energieversorgung).

#### 1.4 Städtisches Klimaschutzziel

Das Thema Klimaschutz ist eine der herausragenden Aufgaben der Zukunft. Mit der Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes will sich die Stadt Landau weiterhin langfristig in Sachen Klimaschutz engagieren. Bausteine auf diesem Weg sind neben der Vernetzung der Akteure im Wesentlichen die Nutzung und Einführung erneuerbarer Energien sowie der Einsatz energieeffizienter Systeme.

Ungeachtet der Entwicklung immer modernerer, effizienterer Energiekonversionstechnologien steigt in den Industrieländern seit Jahren der Verbrauch der Primärenergieträger Erdöl, Erdgas 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 % (wobei dieses Ziel um etwa 8 % unterschritten wird<sup>5</sup>) und bis 2030 etwa 55 % weniger Treibhausgase als im Referenzjahr 1990 zu emittieren.<sup>6</sup> Ein weiterer zentraler Baustein der Energiewende in Deutschland ist der Beschluss des Atomausstiegs bis zum Jahr 2022<sup>7</sup>, welcher das formulierte Ziel, den Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 auf 60 % zu erhöhen, zusätzlich bekräftigen soll.<sup>8</sup> Das Land Rheinland-Pfalz unterstützt die Bundesregierung grundsätzlich in ihrem Ziel und möchte ebenfalls seine Treibhausgasemissionen bis 2020, bezogen auf das Basisjahr 1990, um 40 % reduzieren.<sup>9</sup>

#### **Damit einhergehend setzt sich die Stadt Landau eigene zu erreichende Ziele:**

- Allgemeine Senkung der energiebedingten Treibhausgasemissionen pro Kopf von 10 t/THG (1990) auf 4,5 t/THG pro Jahr bis 2030 (55 %)
- Senkung des Wärmeverbrauchs um 16 % bis 2030
- das Gebäudemanagement Landau (GML) setzt sich das Ziel, bis zum Jahr 2050 alle städtischen Gebäude bilanziell CO<sub>2</sub> neutral zu stellen
- Ab sofort sollen bei Ersatzbeschaffungen für den städtischen Fuhrpark nach technischen Kriterien alternative Antriebstechnologien bevorzugt werden
- Steigerung des Anteils alternativer Antriebstechnologien bei Ausschreibungen

<sup>5</sup> Vgl. Bundesregierung, [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de), Klimaschutzbericht 2017, abgerufen am 10.07.2018.

<sup>6</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiekonzept der Bundesregierung, 2010, S. 5.

<sup>7</sup> Vgl. Bundestagsbeschluss, Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG).

<sup>8</sup> Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiekonzept der Bundesregierung, 2010, S. 5.

<sup>9</sup> Vgl. [www.RLP.de](http://www.RLP.de)

Eine Erläuterung sowie die notwendigen Maßnahmen zur Zielerreichung sind in Kapitel 7.2 dargestellt. Hierbei werden natürlich alle bisherigen sowie alle parallel laufenden Klimaschutzaktivitäten berücksichtigt (siehe Kapitel 1.3).

Ziel ist es, zur Steigerung der Effektivität, die bereits durchgeführten aber auch die noch bevorstehenden Maßnahmen in einem Gesamtkonzept zusammenzuführen, um so strategisch die weitere Vorgehensweise zu planen.

## 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>10</sup> bedienen, da keine vollständige Erfassung der Verbrauchsdaten (Realdaten) für die Stadt Landau 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>11</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>12</sup>. Sie beziehen sich ebenfalls auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen keine Vorketten z. B. aus der Anlagenproduktion oder der Brennstoffbereitstellung. Das vorliegende Konzept bezieht sich systematisch auf das Gebiet der Stadt Landau. 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>13 14</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>15</sup> Die Größenordnung dieser Doppelbilanzierung ist jedoch, gemessen am gesamtdeutschen regenerativen Kraftwerkspark, als verschwindend gering zu

<sup>10</sup> Im Klimaschutzkonzept erfolgen insbesondere die Berechnungen für das Basisjahr 1990 anhand statistischer Daten.

<sup>11</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>12</sup> Vgl. Fritsche und Rausch 2013

<sup>13</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>14</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 End- zur Primärenergie erfolgen muss.

<sup>15</sup> Vgl. Difu 2011, S. 218.

betrachten.<sup>16</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.

Im Folgenden werden sowohl die Gesamtenergieverbräuche als auch die derzeitigen Energieversorgungsstrukturen der Stadt Landau 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 (2016) 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>17</sup> über die gelieferten und durchgeleiteten Strommengen an private, kommunale sowie gewerbliche und industrielle Abnehmer herangezogen.<sup>18</sup> Die aktuellsten vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2016 zurück und weisen einen Gesamtstromverbrauch von ca. 238.000 MWh/a aus.

Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 167.000 MWh weist der Sektor GHD & Industrie den höchsten Stromverbrauch auf. Für die Versorgung der privaten Haushalte werden jährlich rund 59.000 MWh benötigt. Gemessen am Gesamtstromverbrauch stellen die städtischen Liegenschaften mit einer jährlichen Verbrauchsmenge von etwa 12.000 MWh erwartungsgemäß die kleinste Verbrauchsgruppe dar.<sup>19</sup>

Heute wird bilanziell betrachtet ca. 9 % des Gesamtstromverbrauches der Stadt Landau aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 31,5 %<sup>20</sup> im Jahr 2016<sup>21</sup>. Die lokale Stromproduktion beruht dabei ausschließlich auf der Nutzung von Photovoltaikanla-

<sup>16</sup> Das im Rahmen dieser Studie ermittelte lokale Gesamtpotenzial regenerativer Stromproduktion der Stadt Landau, 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.

<sup>17</sup> In diesem Fall ist der zuständige Netzbetreiber die EnergieSüdwest Netz GmbH/EnergieSüdwest AG.

<sup>18</sup> Die Daten wurden vom Netzbetreibern in folgender Aufteilung übermittelt: private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Kleinverbrauch, Industrie/verarbeitendes Gewerbe, kommunale Liegenschaften, Straßenbeleuchtung.

<sup>19</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>20</sup> Vgl. BMWi 2017, S. 5

<sup>21</sup> Mögliche Gründe: Rechtliche Situation Windenergie, vorherrschende städtische Siedlungsstruktur etc.

gen. Die folgende Abbildung zeigt den derzeitigen Beitrag der erneuerbaren Energien im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch auf:

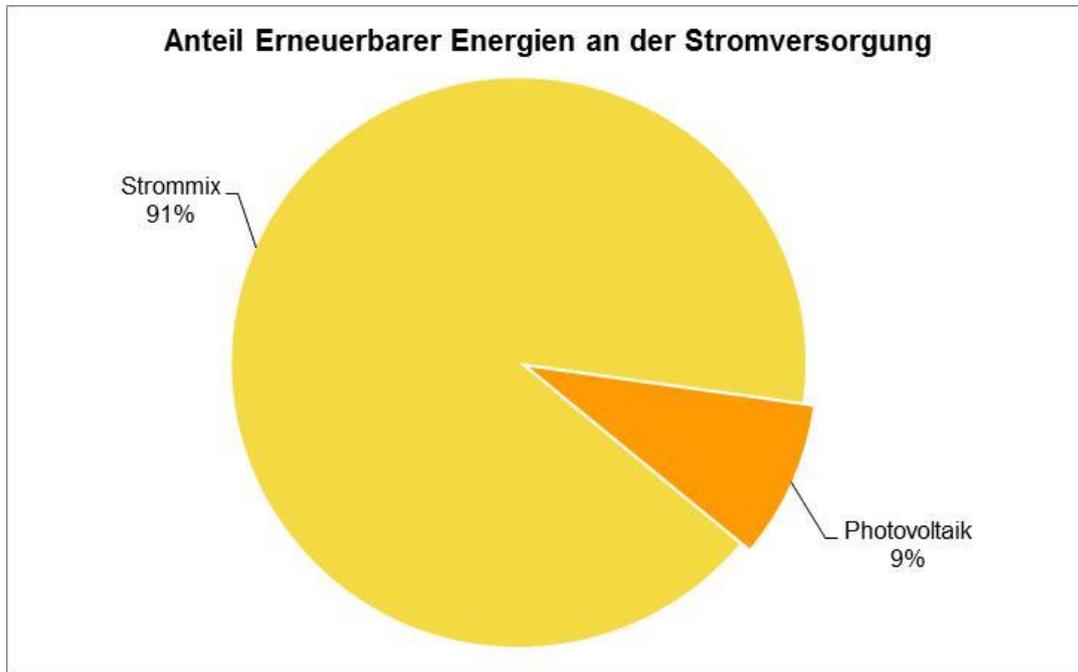


Abbildung 2-1: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung<sup>22</sup>

## 2.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeherzeugung

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 2016 des Netzbetreibers<sup>23</sup> herangezogen. Darüber hinaus liegen Angaben des Netzbetreibers zu Verbrauchsmengen an Nah-/Fernwärme in den einzelnen Verbraucherguppen vor. 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>24</sup>, Bioenergieanlagen<sup>25</sup>, Wärmepumpen<sup>26</sup> und KWK-Anlagen<sup>27</sup>) bis zum Jahr 2016 herangezogen.

<sup>22</sup> Die Bezeichnung „Strommix“ beinhaltet den bilanziellen Strombezug aus dem Stromnetz, welcher auf dem bundesweiten Energiemix basiert.

<sup>23</sup> In diesem Fall ist der zuständige Netzbetreiber die EnergieSüdwest AG.

<sup>24</sup> Vgl. Webseite Solaratlas

<sup>25</sup> Vgl. Webseite Biomasseatlas

Insgesamt konnte für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 708.500 MWh ermittelt werden.<sup>28</sup>

Mit einem jährlichen Anteil von 60 % des Gesamtwärmeverbrauches (ca. 427.000 MWh), stellen die privaten Haushalte mit Abstand den größten Wärmeverbraucher des Betrachtungsgebietes dar (vgl. dazu Kapitel 4.1.1). An zweiter Stelle steht die Verbrauchergruppe Industrie & GHD mit einem Anteil von rund 37 % (265.500 MWh). Städtische Liegenschaften dagegen sind nur zu 2 % (ca. 16.000 MWh) am Gesamtwärmeverbrauch beteiligt.

Derzeit kann lediglich etwa 2 % des Gesamtwärmeverbrauches über erneuerbare Energieträger abgedeckt werden. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, der 2016 bei 13,1 %<sup>29</sup> lag. In der Stadt Landau 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.

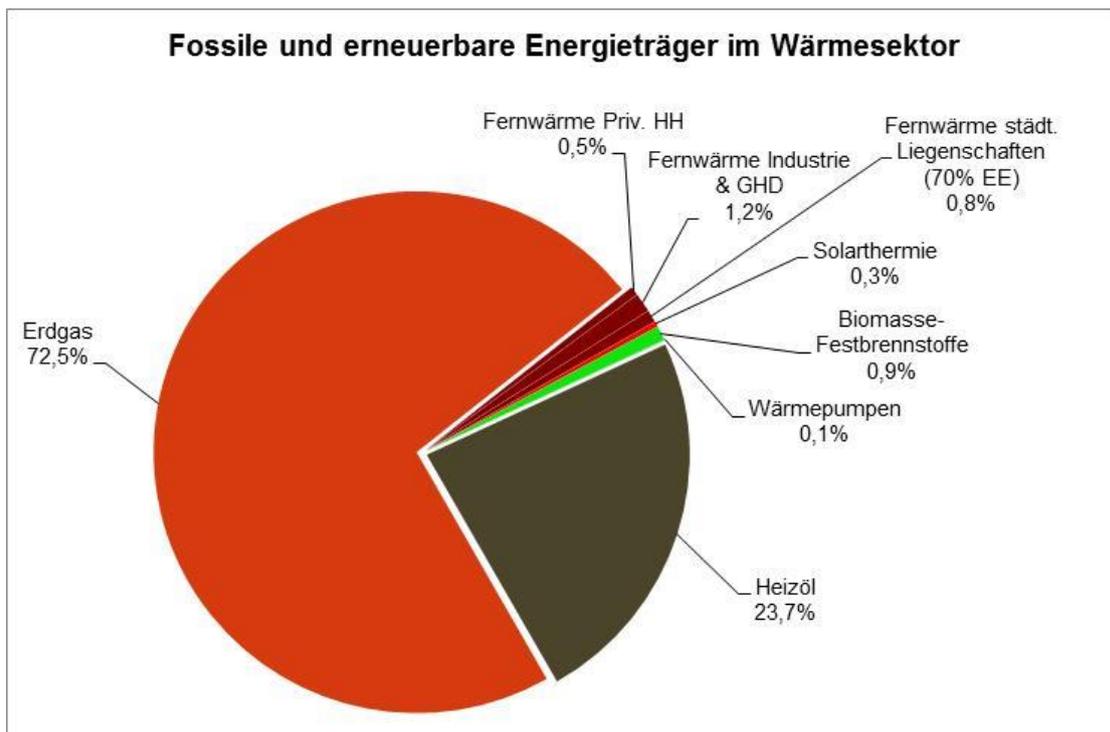


Abbildung 2-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der Stadt Landau

<sup>26</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP o.J.

<sup>27</sup> Vgl. BAFA Datenbank, 2016.

<sup>28</sup> Der Gesamtwärmeverbrauch setzt sich aus folgenden Punkten zusammen: Angaben zu gelieferten Erdgas- und Nah-/Fernwärmemengen des Netzbetreibers, Hochrechnung des Wärmeverbrauches im privaten Wohngebäudesektor, Angaben der Verwaltung zu städtischen Liegenschaften sowie statistischen Angaben über den Ölverbrauch des verarbeitenden Gewerbes im Betrachtungsgebiet (vgl. Statistisches Landesamt RLP 2017)

<sup>29</sup> Vgl. BMWi, Erneuerbare Energien in Zahlen, 2015, S. 4

### 2.1.3 Energieeinsatz im Sektor Verkehr

Die Emissionen und Energieverbräuche im Verkehrssektor nach dem Verursacherprinzip eingegliedert<sup>30</sup> und basieren auf statistischen Daten des Kraftfahrtbundesamtes. Der Stadt liegen detaillierte Verkehrszählungen vor, welche innerhalb des Mobilitätskonzeptes verarbeitet wurden. Der Flug-, Schienen- und Schiffverkehr wird an dieser Stelle bewusst ausgeklammert, da der Einwirkungsbereich in diesen Sektoren als gering erachtet wird. Zudem bedarf es bei einer bilanziellen Analyse dieser Sektoren einer Detailbetrachtung, welche im Rahmen eines integrierten Klimaschutzkonzeptes nicht geleistet werden kann. Die Berechnung des verkehrsbedingten Energieeinsatzes und der damit einhergehenden CO<sub>2</sub>e-Emissionen (vgl. Abschnitt 2.2) erfolgt anhand der gemeldeten Fahrzeuge laut den statistischen Daten des Kraftfahrtbundesamtes<sup>31</sup>, der durchschnittlichen Fahrleistungswerte einzelner Fahrzeuggruppen, sowie entsprechender Verbrauchswerte (kWh/100 km).

Der Fahrzeugbestand in der Stadt Landau wurde den Daten der gemeldeten Fahrzeuge<sup>32</sup> aus der Statistik des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) entnommen. Demnach sind im Betrachtungsjahr 2016 insgesamt 30.439 Fahrzeuge in der Stadt gemeldet. Wie aus der Abbildung 2-3 ersichtlich wird, ist davon der Anteil der PKW mit insgesamt 25.646 Fahrzeugen (85 %<sup>33</sup>) am größten. Auf die Kategorie Zugmaschinen, die sich aus Sattelzugmaschinen, landwirtschaftlichen, gewöhnlichen und leichten Zugmaschinen zusammensetzt, entfallen 883 Fahrzeuge, was lediglich einem prozentualen Anteil von 3 % entspricht. LKW und sonstige Fahrzeuge, darunter fallen Krafträder, Omnibusse und Sonderfahrzeuge (Polizei, Rettungswagen, Müllabfahren etc.) haben zusammen einen Anteil von insgesamt 12 % (entspricht 3.719 Fahrzeugen). 190 PKW mit reinem Elektro-sowie Hybridantrieb sind in der Stadt Landau gemeldet (1%).

---

<sup>30</sup> Der Stadt werden demnach alle Verbräuche und Emissionen, welche durch den vor Ort gemeldeten Fahrzeugbestand ausgelöst werden zugerechnet, selbst wenn die Verkehrsleistung außerhalb des Betrachtungsgebietes erbracht wird.

<sup>31</sup> Vgl. KBA 2016.

<sup>32</sup> Vgl. KBA 2016.

<sup>33</sup> Bundesweit ca. 88% (56.459.008 Kfz mit amtlichem Kennzeichen)

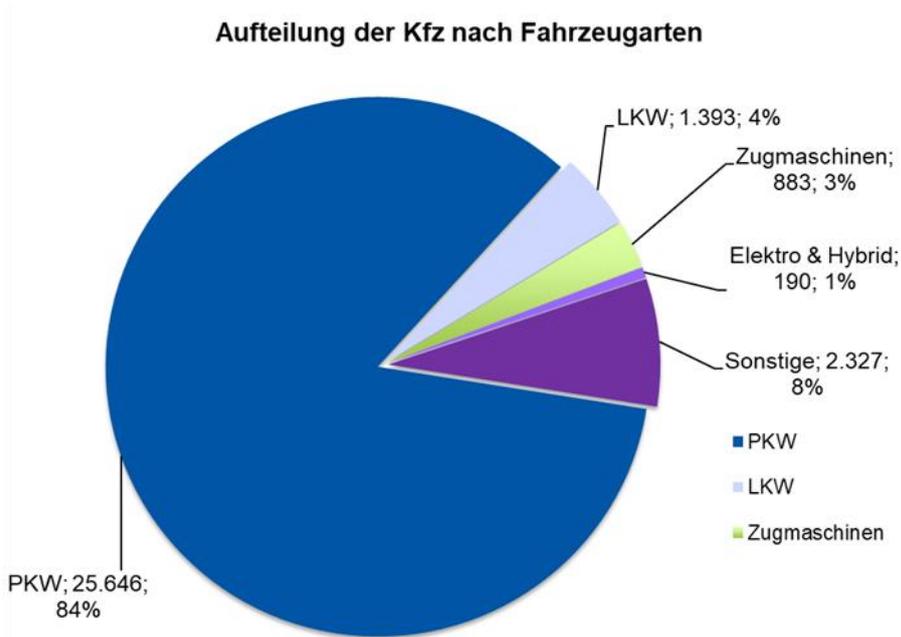


Abbildung 2-3: Fahrzeugbestand in der Stadt Landau

Seit dem Basisjahr 1990 hat sich der Verkehrssektor stark verändert. Zum einen ist die Anzahl der Fahrzeuge gegenüber 1990 in Deutschland und somit auch im Betrachtungsraum um ca. 22 % angewachsen. Zum anderen ist das Gewicht eines durchschnittlichen Fahrzeuges aufgrund immer größerer Komfort- und Sicherheitsbedürfnisse gestiegen, die Motorleistung und damit die Durchschnittsanzahl der kW bzw. PS haben sich in diesem Zuge stetig erhöht. Darüber hinaus hat das Transportaufkommen weltweit in den letzten Jahren aufgrund des globalen Handels immer mehr zugenommen.

Dennoch ist der Energieverbrauch aufgrund von Effizienzgewinnen nur um ca. 11 % gegenüber dem Jahr 1990 gestiegen (siehe Kapitel 4.4). Der Energieverbrauch des Verkehrssektors im Betrachtungsgebiet ist von ca. 325.000 MWh/a (1990) auf ca. 356.000 MWh/a im Jahr 2016 angewachsen.

Der größte Anteil des Energieeinsatzes fällt auf die mit Ottokraftstoff betriebenen Fahrzeuge vor den dieselbetriebenen. Der Energieeinsatz von Erd- bzw. Flüssiggas-Fahrzeugen liegt unter einem Prozent des gesamten Energieeinsatzes im Sektor Verkehr.

In der folgenden Abbildung ist der Energieeinsatz nach Fahrzeugarten aufgeteilt dargestellt. Auf den Bereich der PKW entfallen ca. 254.000 MWh pro Jahr, was einem prozentualen Anteil von ca. 71 % entspricht. Die Zugmaschinen haben einen Bedarf von ca. 50.000 MWh/a (14 %) und die LKW und sonstigen Fahrzeuge von ca. 52.000 MWh/a (15 %).

### Anteile der Fahrzeugarten am Energieverbrauch

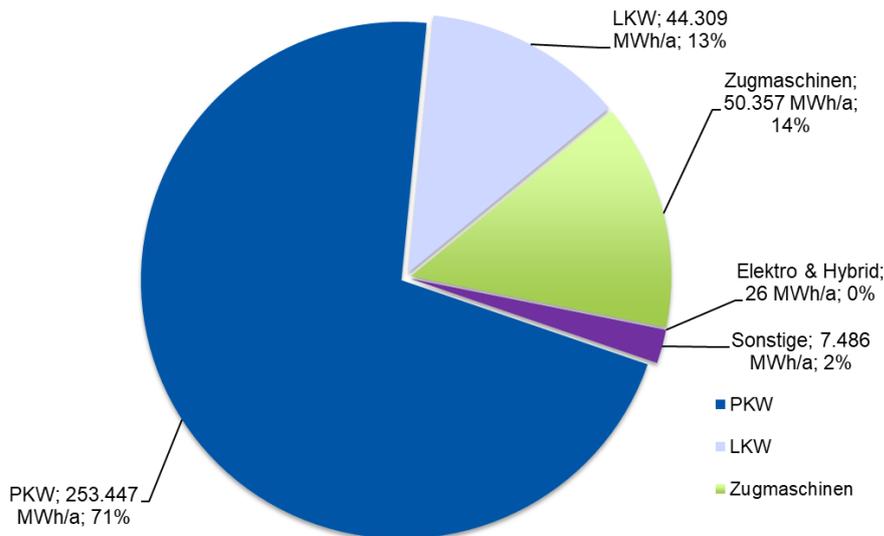


Abbildung 2-4: Anteile der Fahrzeugarten am Energieverbrauch

Bei der Betrachtung fällt auf, dass die geringe Anzahl von 883 Zugmaschinen (ca. 3 %) einen Anteil von 15 % an dem Gesamtenergieeinsatz ausmachen. Der Anteil der PKW am Energieeinsatz liegt bei 71 %, obwohl die Anzahl der PKW 85 % am Gesamtbestand ausmachen. Die LKW und sonstigen Fahrzeuge benötigen 14 % der gesamten Energie.

#### 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>34</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 Stadt Landau<sup>35</sup> im Jahr 2016 insgesamt ca. 25.600 t Abfall an.

Die durch die Abfallbehandlung entstehenden THG-Emissionen im stationären<sup>36</sup> 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 Müll-

<sup>34</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>35</sup> Vgl. Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, Landesabfallbilanz, 2016

<sup>36</sup> Stationärer Energieverbrauch bedeutet, dass die Energie stets am gleichen Ort (nicht ortsveränderlich) benötigt wird.

verbrennungsanlagen 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>37</sup> berechnet werden. Für das Betrachtungsgebiet konnte in dieser Fraktion eine Menge von 9.700 t/a ermittelt werden. Demnach werden jährlich ca. 165 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 2016 als auch die Angaben des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zur öffentlichen Klärschlamm Entsorgung<sup>38</sup> wurden für den IST-Zustand der Abwasserbehandlung Emissionen in Höhe von ca. 798 t CO<sub>2</sub>e<sup>39</sup> ermittelt.

### 2.1.5 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch bildet sich aus der Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im IST-Zustand (2016) ca. 1,3 Mio. MWh/a. Der Anteil der erneuerbaren Energien am stationären Verbrauch<sup>40</sup> (exklusive Verkehr) liegt in der Stadt Landau durchschnittlich bei 4 %. Die nachfolgende Grafik zeigt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieverbräuche auf, unterteilt nach Energieträgern und Sektoren:

---

<sup>37</sup> Vgl. Difu 2011: S. 266

<sup>38</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP 2017, Öffentliche Klärschlamm Entsorgung in RLP 2016

<sup>39</sup> Bezogen auf nicht-energetische Emissionen.

<sup>40</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.

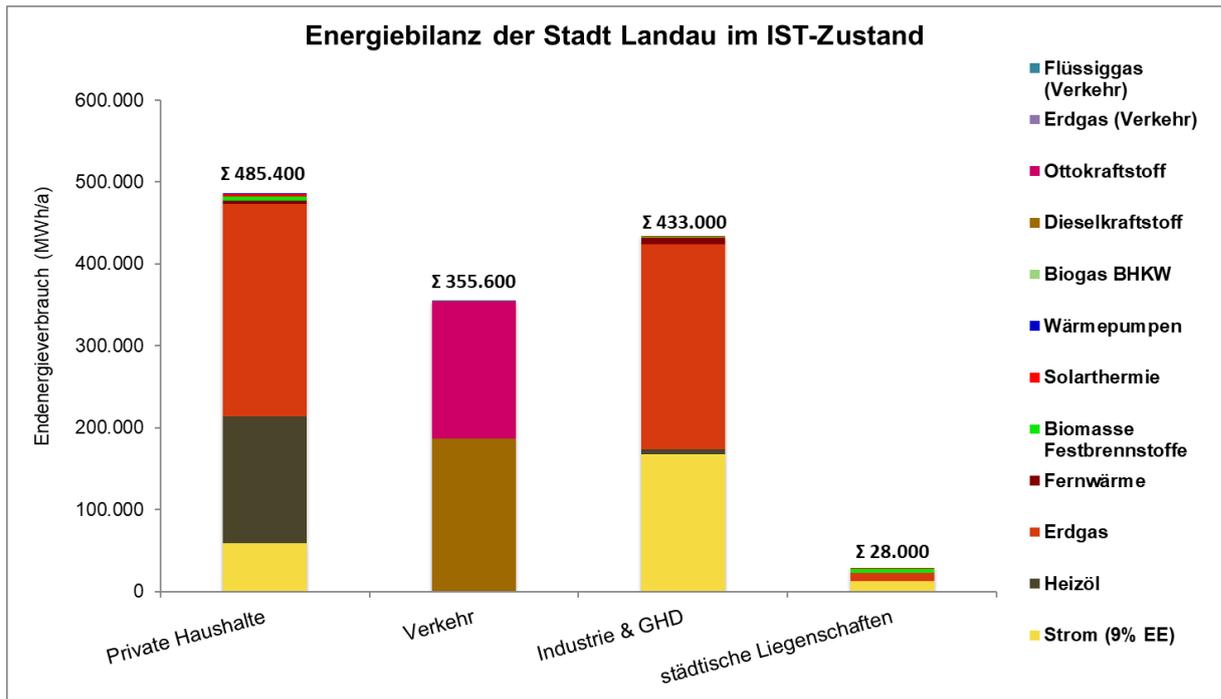


Abbildung 2-5: Energiebilanz der Stadt Landau im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren

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 großes Ausbaupotenzial. Des Weiteren lässt sich ableiten, dass die städtischen 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.

Den größten Energieverbrauch mit ca. 485.400 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 die Industrie & GHD mit einem ermittelten Verbrauch von ca. 433.000 MWh/a. Im Hinblick auf die Verbrauchsgruppe Verkehr zeigt sich ein Energieverbrauch von ca. 355.600 MWh/a. Die Stadt Landau 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.

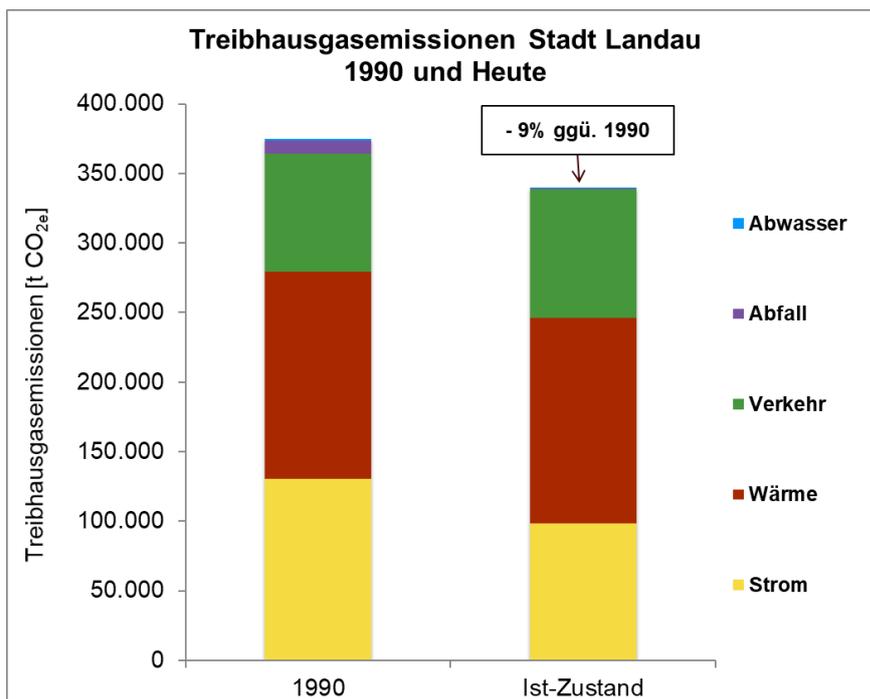


Abbildung 2-6: Treibhausgasemissionen der Stadt Landau (1990 und IST-Zustand)

Im Referenzjahr 1990 wurden aufgrund des Energieverbrauches<sup>41</sup> der Stadt Landau ca. 375.000 t CO<sub>2</sub>e emittiert. Für den ermittelten IST-Zustand wurden jährlich Emissionen von etwa 340.000 t CO<sub>2</sub>e berechnet. Gegenüber dem Basisjahr 1990 konnten somit ca. 9 % der Emissionen eingespart werden.

Im Vergleich zu anderen Städten ist auf den ersten Blick eine Einsparung von 9 % kein gutes Ergebnis. Wird allerdings die Einwohner- und Wohnungsstatistik dazu in Relation gesetzt, wird ersichtlich, welcher Erfolg erzielt wurde. In den Jahren 1990 bis 2016 wurden in der

<sup>41</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 2016 RLP) und Einwohnerentwicklungen RLP (Vgl. Statistische Berichte RLP 2016, Bevölkerungsvorgänge 2015) über Einwohneräquivalente 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 2016) in diesem Bereich auf 1990 rückgerechnet.

Stadt zusätzliche 7.103 Wohnungen errichtet, was einem Zubau von ca. 45 % entspricht (RLP gesamt 29 %)! Im gleichen Zeitraum erfuhr die Stadt einen Bevölkerungszuwachs von 8.732 Einwohnern.<sup>42</sup> Dies entspricht einer Steigerung von 23 %! Allerdings sind in diesem Zeitraum (26 Jahre) die **pro-Kopf Emissionen sogar auf 7,39 t CO<sub>2</sub>e und somit um ca. 27 % gesunken und unterstreicht damit ein gutes Ergebnis!**

Große Einsparungen entstanden vor allem sektorenübergreifend durch Effizienz (Maschinen, Geräte, Nutzverhalten, etc.).

Weiterhin im Strombereich, welche insbesondere auf den Ausbau von Photovoltaikanlagen als auch auf eine bundesweite Verbesserung des anzusetzenden Emissionsfaktors im Stromsektor zurückzuführen sind.<sup>43</sup> Außerdem hat sich im Bereich der privaten Haushalte das Verhältnis zwischen Öl und Gas zugunsten von Gasheizungen verschoben, was ebenfalls zur Senkung der Emissionen führte.<sup>44</sup>

Insgesamt stellt der Wärmebereich derzeit mit ca. 43 % den größten Verursacher der Treibhausgasemissionen dar und bietet den größten Ansatzpunkt für Einsparungen, die im weiteren Verlauf des Klimaschutzkonzeptes (insbesondere im Maßnahmenkatalog) erläutert werden.

Eine genaue Betrachtung des Verkehrssektors verdeutlicht, dass trotz der starken Zunahme des Fahrzeugbestandes der Ausstoß von CO<sub>2</sub>e-Emissionen aufgrund von Effizienzgewinnen nur um ca. 9 % gegenüber 1990 gestiegen ist. Die CO<sub>2</sub>e-Emissionen erhöhten sich im gleichen Zeitraum von ca. 85.000 t/a auf ca. 93.000 t/a. Im selben Zeitraum ist der Energieeinsatz von 325.000 auf 356.000 MWh/a (10 %) gestiegen.

Die CO<sub>2</sub>e-Emissionen der dieselbetriebenen Fahrzeuge machen den größten Anteil aus, gefolgt von den Fahrzeugen die mit Ottokraftstoff betrieben werden. Dazu kommen noch die THG-Emissionen der gasbetriebenen Fahrzeuge.

Bei den CO<sub>2</sub>e-Emissionen entfallen auf den Bereich der PKWs insgesamt ca. 64.200 t/a, was einem prozentualen Anteil von 69 % entspricht. Die Zugmaschinen emittieren ca. 14.000 t/a (15 %) und die LKW und sonstigen Fahrzeuge ca. 14.400 t/a (ca. 16 %).

---

<sup>42</sup> Statistisches Landesamt RLP, 2018.

<sup>43</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>44</sup> Der Emissionsfaktor für Erdgas ist ca. 25 % niedriger als der von Heizöl (eigene Berechnung basierend auf Emissionsfaktoren der GEMIS-Datenbank).

### Anteile der Fahrzeugarten an den THG-Emissionen

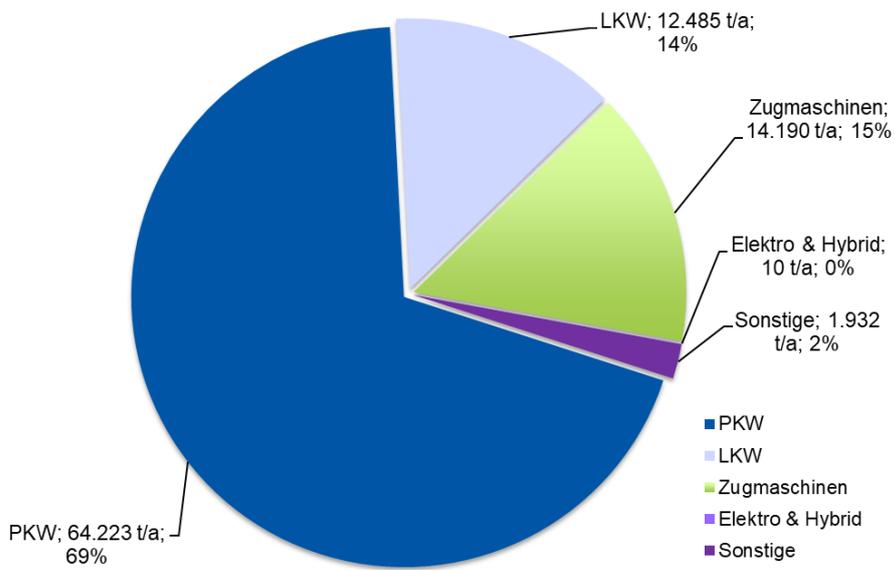


Abbildung 2-7: Aufteilung der Fahrzeugarten nach THG-Emissionen

### 3 Wirtschaftliche Auswirkungen (IST-Situation)

#### 3.1 Geldmittelabfluss

Basierend auf der zuvor dargestellten Situation zur Energieversorgung müssen, durch die Energiekonsumenten der Stadt Landau, aktuell Ausgaben in Höhe von ca. 131 Mio. € pro Jahr aufgewendet werden, um den Energiebedarf zu decken. Von diesen Ausgaben entfallen rund 47 Mio. € auf Strom, ca. 38 Mio. € auf Wärme und rund 46 Mio. € auf Treibstoffe.<sup>45</sup> Diese Finanzmittel fließen größtenteils außerhalb der Stadtgrenzen und sogar außerhalb der Bundesrepublik in externe Wirtschaftskreisläufe, sodass diese vor Ort nicht mehr zur Verfügung stehen.

Durch die Aktivierung der lokalen Potenziale, die Investition in Erneuerbare Energien und die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen, kann ein Großteil der jährlichen Ausgaben im lokalen Wirtschaftskreislauf gebunden werden, sodass dadurch der Geldmittelabfluss verringert werden kann.

Die Darstellung umfasst zunächst alle ausgelösten Investitionen in einer Gegenüberstellung von Erlösen und Kosten im Bereich der stationären Energieerzeugung sowie der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen. Eine Bewertung erfolgt an dieser Stelle mittels der Nettobarwert-Methode.<sup>46</sup> Hierdurch wird aus ökonomischer Sicht abgeschätzt, inwiefern es lohnenswert erscheint, das derzeitige Energiesystem der Stadt auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den Nettobarwerten aller ermittelten Einnahmen- und Kostenpositionen die Anteile abgeleitet, die in geschlossenen Kreisläufen der Stadt 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 Stadt Landau bis heute durch den Ausbau Erneuerbarer Energien rund 74 Mio. € an Investitionen ausgelöst. Davon sind ca. 69 Mio. € dem Bereich Stromerzeugung und rund 5 Mio. € der Wärmeerzeugung zuzuordnen. Einhergehend mit diesen Investitionen sowie durch den Betrieb der Anlagen entstehen Gesamtkosten in Höhe von ca. 94 Mio. €. Einnahmen und Kosteneinsparungen von ca. 107 Mio. € stehen diesem Kostenblock gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung liegt bei rund 31 Mio.€. Zur Ermittlung der regionalen Wertschöpfung des Ist-Zustandes

<sup>45</sup> Jährliche Verbrauchskosten im Strom-, Wärme und Verkehrsbereich nach aktuellen Marktpreisen.

<sup>46</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.

wurde nur der Anlagenbestand betrachtet, der im Bilanzjahr 2016 zur regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung beigetragen hat.<sup>47</sup>

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

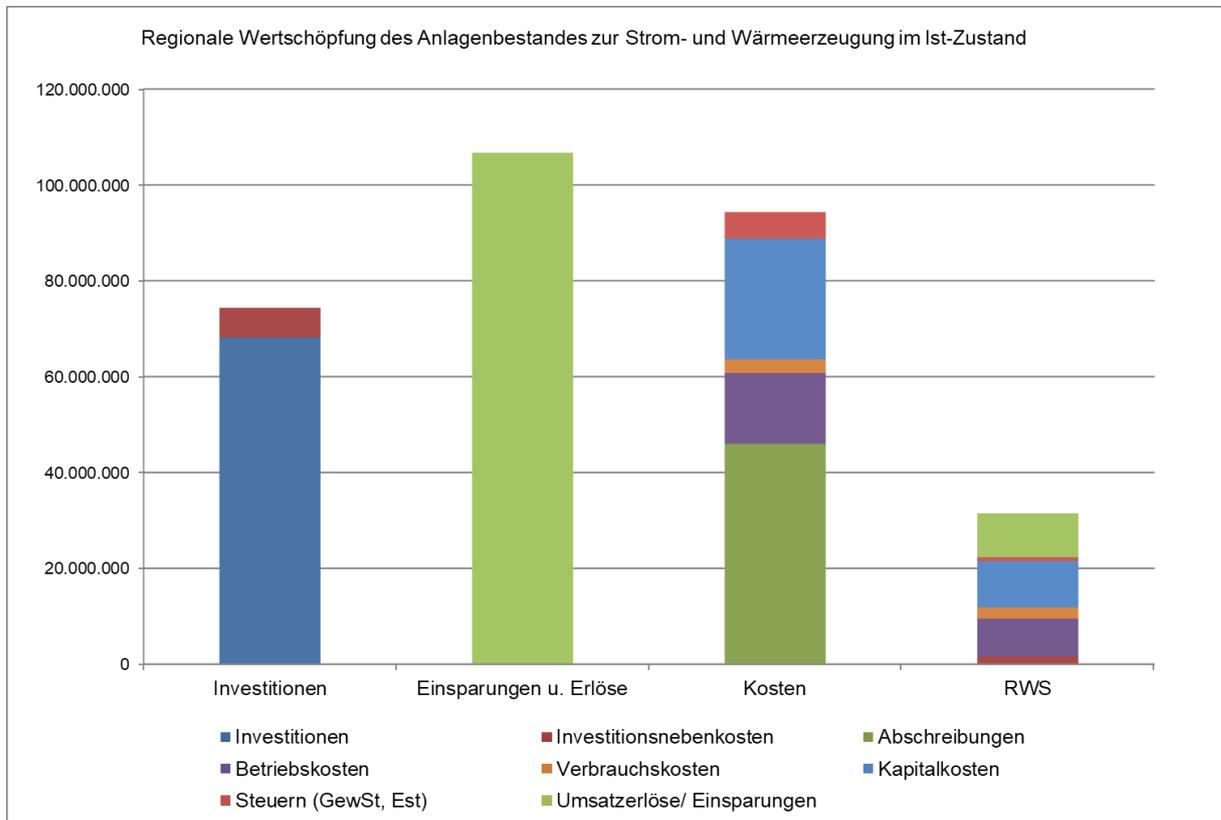


Abbildung 3-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im IST-Zustand

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

Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich der größte Beitrag aus den Kapitalkosten im Rahmen der Finanzierung und den Betreibergewinnen, durch den Betrieb der erneuerbaren Energieanlagen. Darüber hinaus tragen im Wesentlichen die Betriebskosten, die dem Sektor Handwerk zugerechnet werden können, 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 wurde.<sup>48</sup>

<sup>47</sup> Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb im Jahr 2016 einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit von 20 Jahren berücksichtigt. Darüber hinaus geht mit der Methodik einher, dass die ORC-Anlage des Geothermie Kraftwerkes keine Berücksichtigung findet, da keine Energieversorgung/Einspeisung im Bilanzjahr 2016 erfolgte.

<sup>48</sup> Folglich wurde die Wertschöpfung im Effizienzbereich mit 0 € angesetzt.

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

Werden die Bereiche Strom und Wärme losgelöst voneinander betrachtet, so wird deutlich, dass ca. 89% der Gesamtwertschöpfung im IST-Zustand auf den Strombereich entfällt. Die Wertschöpfung beträgt im Strombereich ca. 28 Mio. €. Hierbei bilden im Wesentlichen die Betreibergewinne, durch die bisher installierten Photovoltaikanlagen, die größte Wertschöpfungsposition. Daneben tragen die Kapital- und Betriebskosten wesentlich zur Wertschöpfung im IST-Zustand bei, da davon ausgegangen wird, dass die Finanzierung und die Installation, Wartung sowie Instandhaltung der installierten Anlagen zum Teil durch regionale Banken/Finanzinstitute und Handwerker unterstützt werden kann. Dadurch kommt es zum Zufluss von geldwerten Mitteln, welche in der Stadt Landau folglich als Mehrwert zirkulieren können.

Im Sektor Wärme wird eine Wertschöpfung von rund 3 Mio. € realisiert. Die größte regionale Wertschöpfung im Wärmebereich entfällt auf die Verbrauchskosten, da davon auszugehen ist, dass vermehrt regionale Energieträger zur Wärmeversorgung eingesetzt werden. Hierdurch werden im Gegensatz zu fossilen Energieträgern teilweise Geldmittel in der Stadt Landau bzw. in der Region gebunden. Danach folgen die Betriebs- und Kapitalkosten, die auf Installation, Wartung und Instandhaltung sowie Finanzierung nachhaltiger Energieversorgungssysteme.<sup>49</sup> Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse noch einmal zusammen:

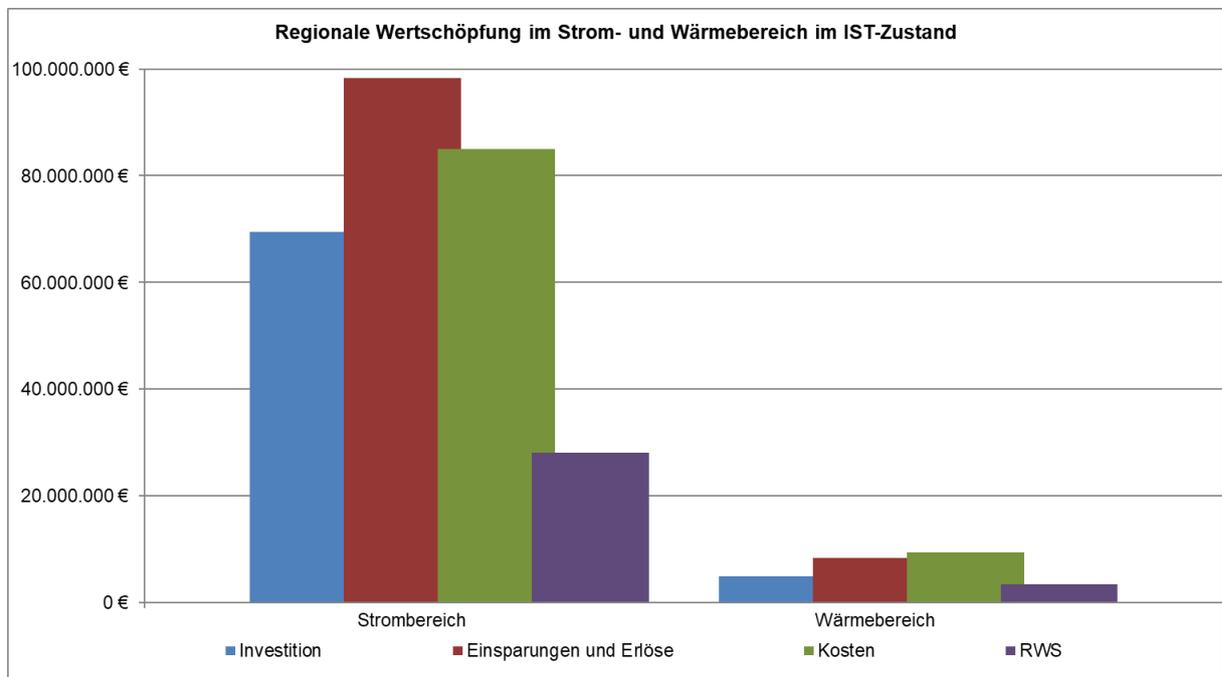


Abbildung 3-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand

<sup>49</sup> Nachhaltige Energieversorgungssysteme, wie z. B. Holzheizungen, Wärmepumpen und Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen sowie solarthermischen Anlagen.

## 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 (Zensusdaten 2011) berechnet. Die Vorgehensweise sowie die Ergebnisse werden nachstehend beschrieben. Die hier ermittelten Werte fließen in die Ist-Bilanz in Kapitel 2 ein.

In der Stadt Landau befinden sich zum Jahr 2016 insgesamt 10.267 Wohngebäude mit einer Wohnfläche von ca. 2.161.200 m<sup>2</sup>.<sup>50</sup> Die Gebäudestruktur teilt sich in 70 % Einfamilienhäuser, 11 % Zweifamilienhäuser und 19 % 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>51</sup>

Baualtersklasse	Prozentualer Anteil	Wohngebäude nach Altersklassen	Davon Ein- und Zweifamilienhäuser	Davon Mehrfamilienhäuser
bis 1918	12%	1.259	1.016	242
1919 - 1948	13%	1.296	1.046	250
1949 - 1978	44%	4.514	3.645	869
1979 - 1994	18%	1.855	1.498	357
1995 - 2001	6%	584	471	112
2002 - Heute	7%	760	614	146
<b>Gesamt</b>	<b>100%</b>	<b>10.267</b>	<b>8.290</b>	<b>1.977</b>

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

<sup>50</sup> Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2016

<sup>51</sup> <https://ergebnisse.zensus2011.de/>

Tabelle 4-2: Jahresheizwärmebedarf der Wohngebäude nach Baualtersklassen.<sup>52</sup>

Baualterklasse	HWB EFH/ZFH kWh/m <sup>2</sup>	HWB MFH kWh/m <sup>2</sup>
bis 1918	212	144
1919 - 1948	199	164
1949 - 1978	160	139
1979 - 1994	101	92
1995 - 2001	84	79
2002 - Heute	78	59

Die Struktur der bestehenden Heizungsanlagen wurde auf der Grundlage des Zensus von 2011 sowie des Mikrozensus von 2014 ermittelt. Insgesamt existieren 9.503 Primärheiz- und 4.421 Sekundärheiz- (z. B. Holzeinzelöfen). Für die regenerative Wärmeerzeugung wurden bisher durch das Marktanreizprogramm 19 Wärmepumpen sowie Biomasseanlagen mit einer Leistung von insgesamt 2.219 kW und Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von 6.381 m<sup>2</sup> gefördert.<sup>53</sup>

Die Verteilung der Heizenergieanlagen ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 4-3: Aufteilung der Primär- und Sekundärheiz- auf die einzelnen Energieträger<sup>54</sup>

Primärheiz-		Sekundärheiz-	
Energieträger	Anzahl	Energieträger	Anzahl
Öl	3.375	Öl	1.232
Gas	5.747	Gas	2.066
Fernwärme	241	Strom	181
Wärmepumpen	19	Kohle	0
Holz	121	Holz	145
<b>Summe</b>	<b>9.503</b>	Solarthermie	797
		<b>Summe</b>	<b>4.421</b>

Wird die Unterteilung des Wohngebäudebestandes nach Baualtersklassen mit den Kennzahlen des Jahresheizwärmebedarfs aus Tabelle 4-1 und den einzelnen Wirkungsgraden der unterschiedlichen Wärmeerzeuger kombiniert, ergibt sich ein gesamter Heizwärmeverbrauch der privaten Wohngebäude von derzeit 427.400 MWh/a.

Aus den ermittelten Daten lässt sich das Alter der Heizanlagen bestimmen. Hier ist zu erkennen, dass ca. 64,5 % der fossilen Heizungsanlagen (ca. 5.890 Anlagen) älter als 20 Jahre und sogar ca. 20 % der Anlagen (ca. 1.824 Anlagen) älter als 30 Jahre sind. Diese Heizungsanlagen besitzen Wirkungsgrade im Bereich von 75-93 % und arbeiten im Gegensatz zum Stand der Technik (>98 %) sehr ineffizient.

<sup>52</sup> Vgl. Bausteine EOS-Umsetzungskonzept, Tabelle: Landauer Gebäudetypologie, S. 8

<sup>53</sup> Nicht geförderte Anlagen konnten aufgrund der Datenlage nicht erfasst werden.

<sup>54</sup> <https://ergebnisse.zensus2011.de/>; Mikrozensus – Zusatzerhebung 2014 Bestand und Struktur der Wohneinheiten, Bewohnte Wohnungen nach überwiegender Beheizungsart und überwiegender Energieart der Beheizung

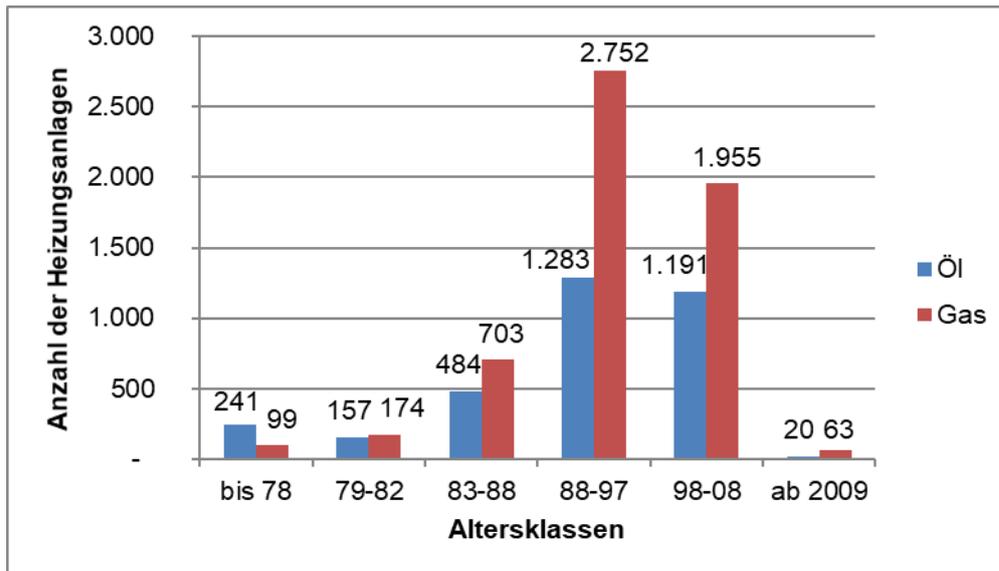


Abbildung 4-1: Verteilung der Heizungsanlagen in den Altersklassen<sup>55</sup>

Würden nun alle Anlagen ausgetauscht, könnten die privaten Haushalte ca. 18.053 MWh/a<sup>56</sup> einsparen. Hieraus ergeben sich Einsparungen von ca. 1 Mio. €/a<sup>57</sup>, welche nicht für fossile Brennstoffe ausgegeben werden müssen und somit den privaten Haushalten zur Verfügung stehen.

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

<sup>55</sup> Landesinnungsverband für das Schornsteinfegerhandwerk in Rheinland-Pfalz: Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2012, S.14

<sup>56</sup> Es wurde angenommen, dass im Durchschnitt die alten Anlagen einen Wirkungsgrad von 90% besitzen und gegen neue Anlagen mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 98% ersetzt werden.

<sup>57</sup> Unter der Annahme, dass eine kWh Wärme im Durchschnitt (Öl & Gas) 0,06 € kostet.

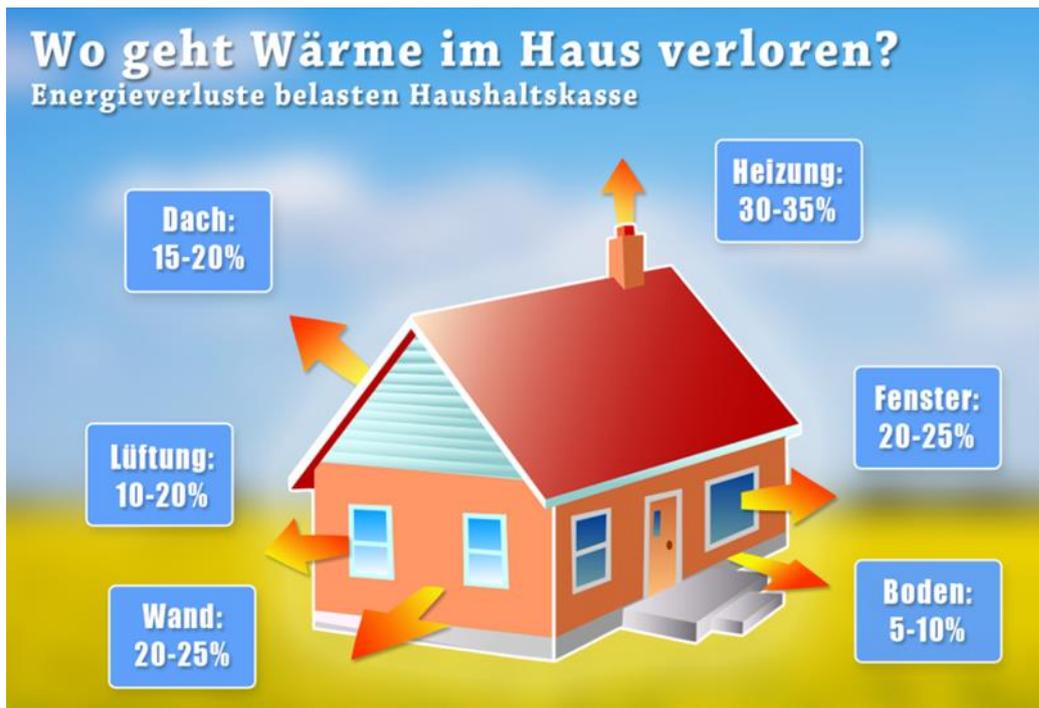


Abbildung 4-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude<sup>58</sup>

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 Fenster nachträglich gedämmt bzw. ausgetauscht wurden, ist ein großes Einsparpotenzial durch energetische Sanierung zu erreichen.<sup>59</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 Baualterklasse, 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 3 % angesetzt. Dies entspricht der Sanierung von 225 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:

<sup>58</sup> Eigene Darstellung, in Anlehnung an FIZ Karlsruhe

<sup>59</sup> Vgl. IWU, Datenbasis Gebäudebestand, 2010, S. 44f

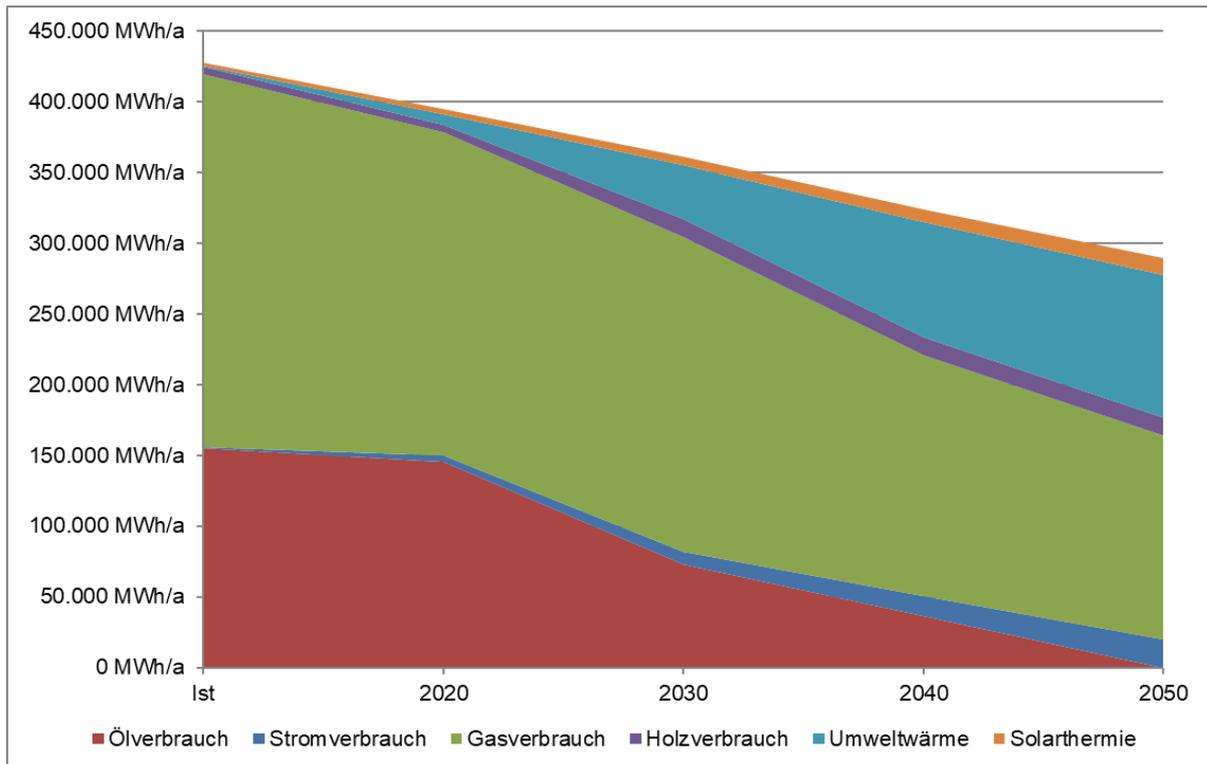


Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050

Demzufolge reduziert sich der jährliche Gesamtwärmebedarf im Gebäudebereich bis zum Jahr 2050 auf etwa 289.200 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.

Neben der Sanierung der Gebäudesubstanz (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) wurden bis zum Jahr 2050 auch die Heizungsanlagen ausgetauscht. 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 Wärmerezeuger mit einer Laufzeit von 20 Jahren anzusetzen sind, sodass diese innerhalb des Szenarios entsprechend erneuert werden.

Im Szenario werden ab 2020 für die auszutauschenden und neu zu installierenden Wärmerezeuger 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 Wärmerezeugung bei.

Da die Potenziale erneuerbarer Energieträger begrenzt sind, wird voraussichtlich auch zukünftig ein bedeutender Anteil von 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 die bestehenden Nahwärmenetze genutzt und ausgebaut bzw. neue gebaut werden. Dabei wird ein Teil der Wärme weiterhin aus Erdgas bereitgestellt. Des Weiteren wird die Wärme aus Holz und in Form von Erdwärme durch das Geothermiekraftwerk für die Nahwärmeversorgung der privaten Haushalte zur Verfügung gestellt. Über eine Nahwärmeversorgung können die 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. 59.000 MWh/a (vgl. Kapitel 2). Dieser teilt sich wie in der folgenden Abbildung dargestellt auf (vgl.

Abbildung 4-4). Für die privaten Haushalte der Stadt Landau wurden die einzelnen Teilwerte nicht spezifisch berechnet. Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf eine durchschnittliche Aufteilung nach der WWF-Studie.

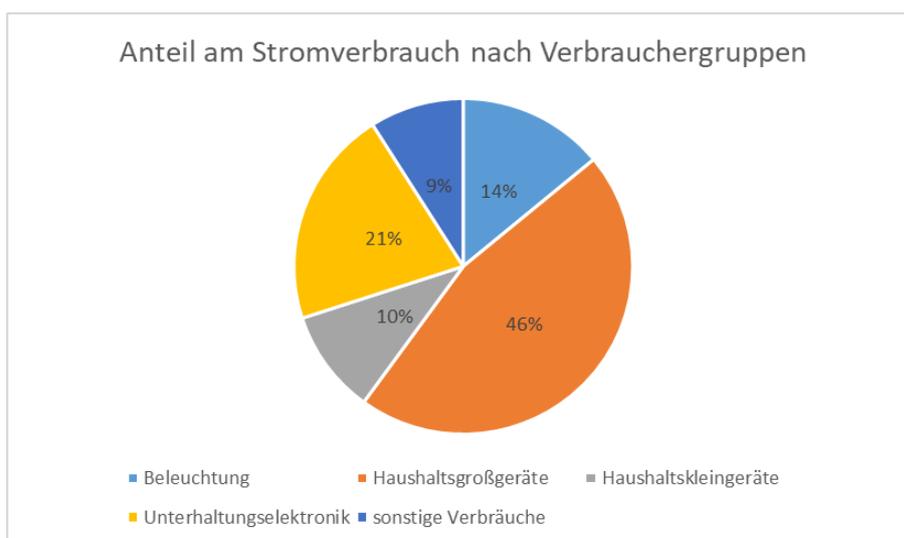


Abbildung 4-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Ohne elektrische Wärmeerzeugung.

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. 42.480 MWh im Jahr sinken.

## 4.2 Energieeinsatz GHD/I

Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie (GHD/I) hatte im Jahr 2016 einen Energiebedarf an Strom und Wärme von ca. 432.500 MWh. Die Berechnungen zur Energieeffizienz erfolgen anhand der Kennzahlen der WWF-Studie, da keine spezifischen Werte für die Stadt Landau ermittelt werden konnte.

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

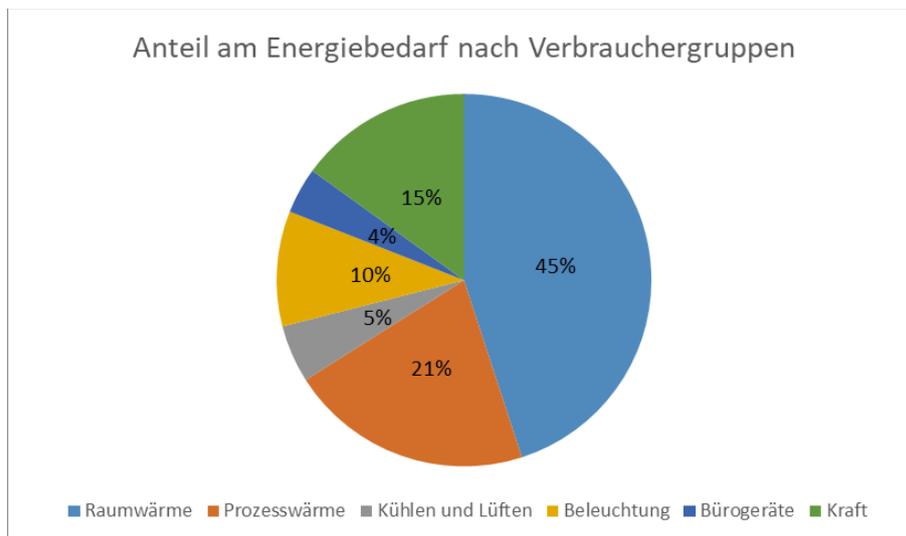


Abbildung 4-5: Anteile Nutzenergie am Energiebedarf im Bereich GHD/I; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland

#### 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 Minderungspotenziale 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>61</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>62</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 beschrieben wurden.

Durch die Realisierung der Einsparpotenziale könnte der Bedarf für Wärme im Bereich GHD/I von ca. 265.500 MWh auf etwa 166.000 MWh gesenkt werden.

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

Der Sektor GHD/I benötigt jährlich ca. 167.000 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 130.000 MWh bis 2050 verringert werden.

Die gesamten Wärme- und Stromeinsparungen liegen bei ca. 33 %. Allerdings unterscheiden sich die einzelnen Branchen stark. Besonders hoch sind die Einsparpotenziale in den Bereichen Gesundheitswesen, Unterrichtswesen und öffentliche Verwaltung. Durch den hohen

<sup>61</sup> Vgl. Ifeu et al. 2011: S. 53.

<sup>62</sup> Vgl. Ifeu et al. 2011: S. 53.

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. 135.000 MWh reduziert werden.

### 4.3 Energieeinsatz städtischer Liegenschaften

Neben den Berechnungen für die privaten Wohngebäude, welche erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben, wurden auch die städtischen Liegenschaften auf Ihre Energieeffizienz hin untersucht. Dazu wurden beim Gebäudemanagement Landau (GML) Daten zum Strom- und Heizenergieverbrauch abgefragt.

Der Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften betrug im Jahr 2013 für den Bereich Wärme 17.086 MWh sowie für den Bereich Strom 7.457 MWh (inkl. Straßenbeleuchtung). Der Wärmebedarf aller Liegenschaften (inkl. der Stadtholding) konnte im Zeitraum von 2002 – 2013 durch energetische und technische Sanierungen um ca. 39% gesenkt werden.<sup>63</sup>

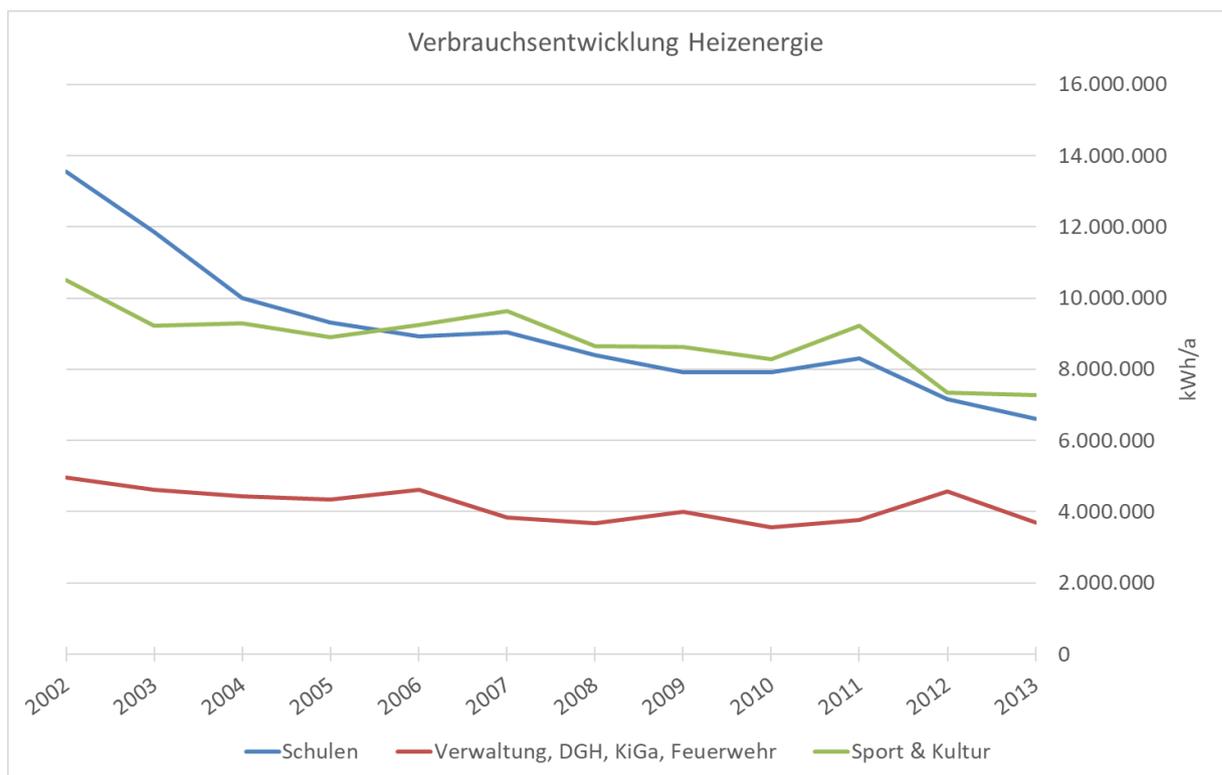


Abbildung 4-6: Verbrauchsentwicklung Heizenergie von 2002 bis 2013

Besonders bei Schulgebäuden wurden in den letzten Jahren Sanierungsmaßnahmen (Gebäudehülle sowie Anlagentechnik) durchgeführt. Bei einigen Schulen wurde die Wärmeerzeugung zudem auf Erneuerbare (Biomasse) umgestellt. Alleine bei den Schulgebäuden

<sup>63</sup> Energiebericht GML, 2015.

konnten durch die Sanierungen im Zeitraum 2002-2013 über 50% der Heizenergie eingespart werden.

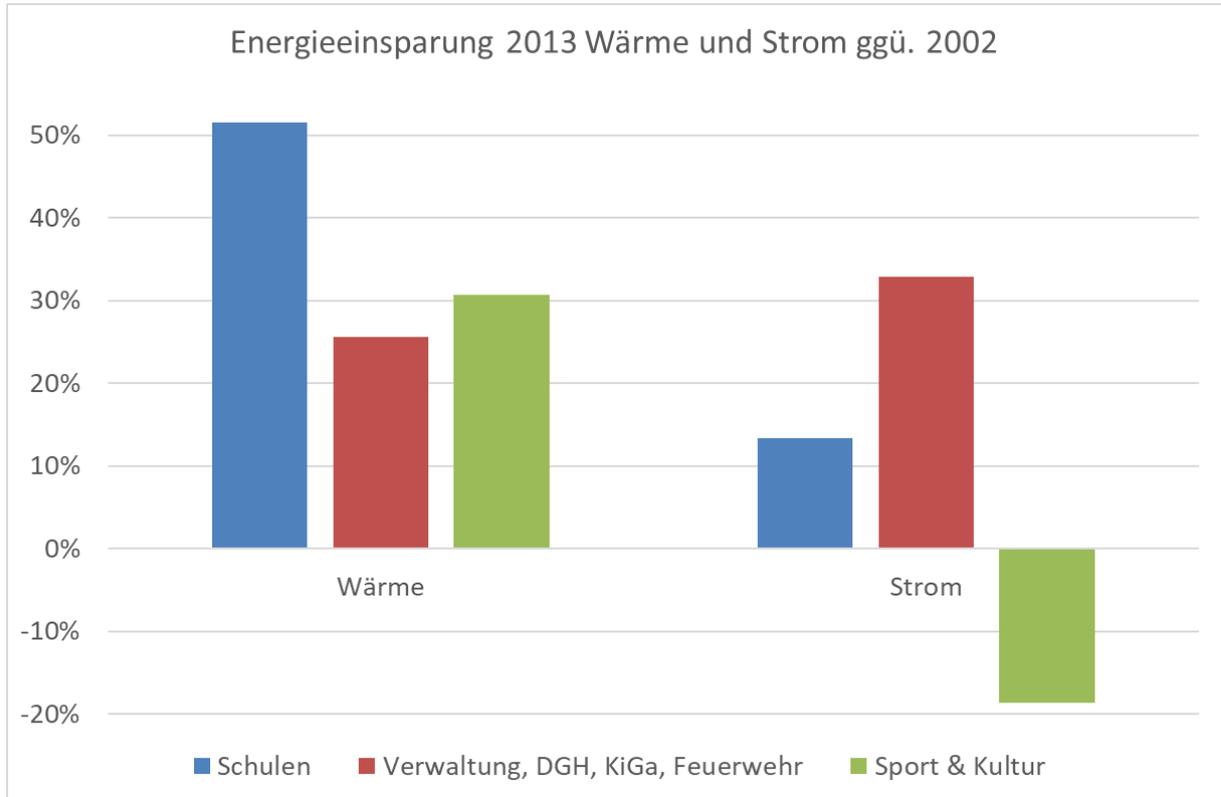


Abbildung 4-7: Energieeinsparung 2013 Wärme und Strom ggü. 2002

Wie in der oben abgebildeten Grafik zu erkennen, konnten für alle Gebäudetypen im Wärmebereich Einsparungen erzielt werden. Innerhalb des Gebäudebestandes bestehen weiterhin hohe Potenziale Heizenergie einzusparen, weshalb die bisherige Strategie zwingend weiterverfolgt werden sollte.

Auch im Strombereich konnte durch Effizienzmaßnahmen der Strombedarf zwischen 13% und 33% gesenkt werden. Lediglich im Bereich „Sport & Kultur“ wurde im Jahr 2013 mehr Strom verbraucht als noch in 2002. Dieser Anstieg ist allerdings auf einige wenige Gebäude (z.B. Freibad, Rundsporthalle) zurückzuführen, die im diesem Zeitraum eine stärkere Nutzung erfuhren bzw. technisch ausgebaut wurden. Hinsichtlich der Straßenbeleuchtung werden bis März 2019 ca. 62% des Leuchtenbestandes auf LED umgerüstet. Hier ist zu erwarten, dass der Strombedarf der Straßenbeleuchtung um ca. 42% reduziert wird (entspricht ca. 13% Einsparung des gesamten städtischen Strombezuges).

Das GML erfasst mit Hilfe der Gebäudeleittechnik 600 Zähler und führt eine fortlaufende Bewertung durch, sodass kontinuierlich eine Beurteilung zu einzelnen Gebäuden ermöglicht wird.

Sollte der Bedarf bestehen, tiefer gehende Analysen durchzuführen sowie Sanierungsvarianten zu simulieren, um daraus Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, besteht im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative mit dem Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ eine Fördermöglichkeit zur Verfügung (bis Ende 2018, danach Folgeförderung; Programmtitel noch nicht bekannt). Innerhalb einer detaillierteren Betrachtung könnten dann die maximalen Einsparpotenziale, die mögliche CO<sub>2</sub>-Reduktion sowie die Investitionen einzelner Sanierungsvarianten erhoben werden. Durch die Priorisierung z. B. aufgrund der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme, kann mit den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln der größtmögliche Nutzen ermittelt werden.

#### 4.4 Energieeinsatz im Verkehrssektor

Die nachfolgend aufgeführten Effizienz- und Einsparmöglichkeiten im Verkehrssektor werden anhand eines durch das IfaS entwickelten Entwicklungsszenarios abgebildet. Dabei werden verschiedene wissenschaftliche Studien bzw. politische Zielformulierungen berücksichtigt.

Wie bereits im Kapitel 2.1.3 beschrieben, ist der gesamte Fahrzeugbestand im Betrachtungsraum gegenüber 1990 um ca. 22% angewachsen. Der Energieeinsatz ist im selben Zeitraum jedoch nur um ca. 11% gestiegen. Verantwortlich hierfür ist eine stetige Weiterentwicklung der effizienteren Technik bei Verbrennungsmotoren, welche Einsparungen im Kraftstoffverbrauch und darauf abgeleitet einen geringeren Energiebedarf zur Folge haben. Im Rahmen der Konzepterstellung wird davon ausgegangen, dass sich dieser Trend in den kommenden Dekaden fortsetzen wird<sup>64</sup>.

Mittlerweile besteht, auch dank eines veränderten Kaufverhaltens innerhalb der Bevölkerung<sup>65</sup>, ein Umdenken in der Automobilbranche. 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. Damit werden nochmals mehr Kraftstoff- und Energieeinsparungen erzielt. Darüber hinaus sind seit einigen Jahren weitere Effizienzgewinne durch die Hybrid-Technologie entstanden. Ein effizienter Elektromotor<sup>66</sup> unterstützt den konventionellen Verbrennungsmotor, welcher dann öfters im optimalen Wirkungsgradbereich betrieben werden kann. Anfallende Überschussenergie und kinetische Energie, die zumeist bei Bremsvorgängen entsteht, wird zum Laden des Akkumulators genutzt. Durch eine stetige Weiterentwicklung dieser Technologie wird in Zukunft mit Plug-In-Hybriden und Range Extender im Portfolio der Automobilhersteller zu rechnen sein. Diese Fahrzeuge werden in der Lage sein, kurze

---

<sup>64</sup> Vgl. Webseite UBA.

<sup>65</sup> Vgl. Webseite KBA.

<sup>66</sup> Elektromotoren sind aufgrund ihres Wirkungsgrades von max. 98% effizienter gegenüber Ottomotoren mit 15 - 25% und Dieselmotoren mit 15 - 55%.

Strecken rein elektrisch zu fahren und bei Bedarf auf einen Verbrennungsmotor zurückgreifen. Bei dem Plug-In-Hybriden handelt es sich um einen Hybriden, der über einen direkt per Stromkabel beladbaren Akku verfügt. Bei einem Range Extender dient der Verbrennungsmotor nur als Generator zum Aufladen des Akkus und nicht als Antrieb.

Die Substitution von Verbrennungsmotoren durch effizientere Elektroantriebe führt dazu, dass es zu weiteren Einsparungen im Bereich der Energie kommt. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die derzeitigen Benzin- und Dieselfahrzeugbestände sukzessive durch Elektrofahrzeuge ersetzt werden.

Für die anderen Fahrzeugarten sind ebenfalls Effizienzgewinne durch verbesserte Technologie bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen zu verzeichnen. So wird erwartet, dass Zweiräder in den kommenden Jahren eine Elektrifizierung erfahren werden. Bei Zugmaschinen, LKW und Omnibussen wird die Entwicklung aufgrund des Gewichtes und der großen Transportlasten einen anderen Verlauf nehmen. Es wird davon ausgegangen, dass die konventionellen Motoren dort länger im Einsatz bleiben werden. Allerdings wird auch hier eine zunehmende Elektrifizierung stattfinden. Darüber hinaus wird der Einsatz von klimaneutralen Treibstoffen, wie z. B. Bio- oder Windgas, anstelle von fossilen Treibstoffen in den Fahrzeugarten vermehrt Einzug halten.

In dem Entwicklungsszenario wird zugrunde gelegt, dass in Zukunft der Automobilmarkt und das Verkehrsaufkommen im Betrachtungsraum konstant bleiben. Somit wird angenommen, dass die oben aufgezeigten Entwicklungen zu Einsparungen von 5 bis 10 % in den nächsten Dekaden führen werden.

Das Entwicklungsszenario der Energieträgeranteile im Verkehrssektor bis 2050 verhält sich nach den zuvor dargelegten Annahmen wie folgt:

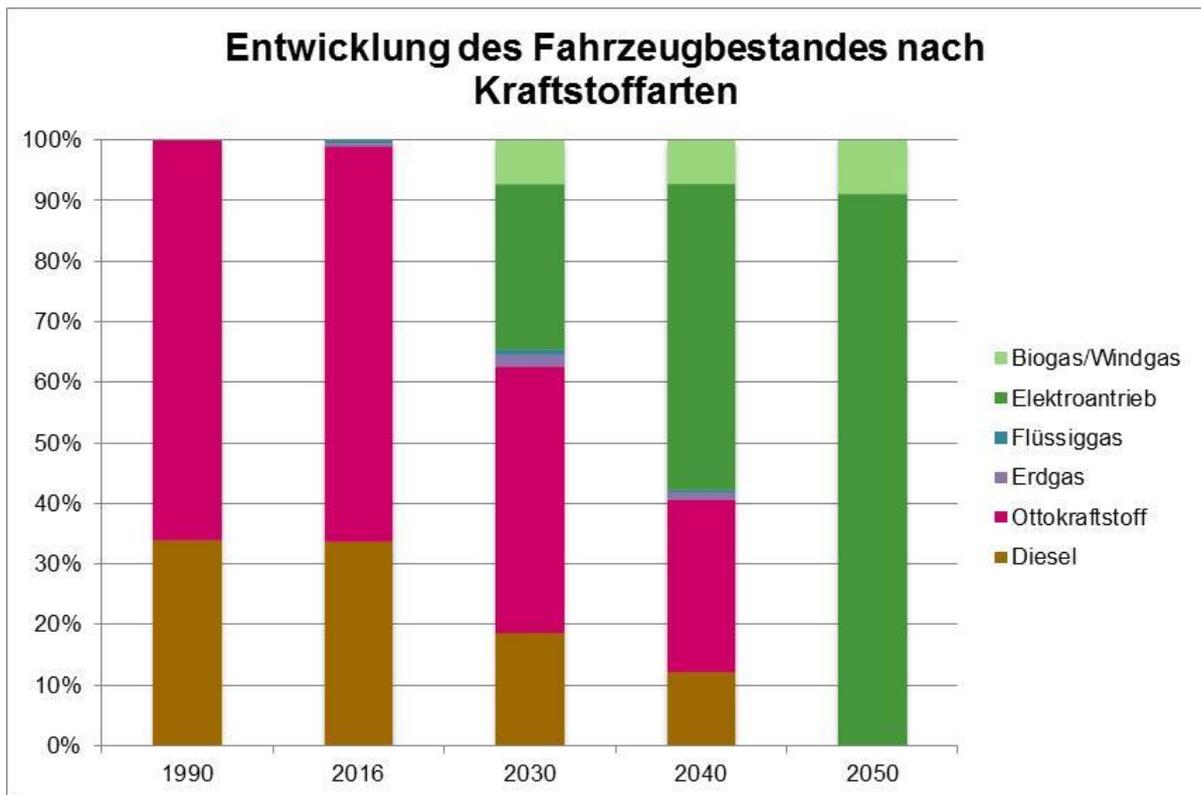


Abbildung 4-8: Entwicklung des Fahrzeugbestandes nach Kraftstoffarten im Verkehrssektor bis 2050

Für den Verkehrssektor kann bis 2030 bereits eine Reduktion des Energiebedarfes von ca. 30 % gegenüber dem Basisjahr 1990 prognostiziert werden. Hierbei wird eine Steigerung des Elektrofahrzeuganteils nach den Zielvorgaben der Bundesregierung in Höhe von „1 Million Elektrofahrzeuge bis 2020 auf Deutschlands Straßen“<sup>67</sup> erfolgen. Diese Studie beinhaltet auch die Prognosen für die Jahre 2030 bis 2050. Die Anzahl der Elektrofahrzeuge wurde anhand der Bevölkerungszahlen ermittelt und auf den Betrachtungsraum umgelegt. Zudem wird im Szenario bis 2030 von Zuwachsraten bei Hybrid-, Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen/Range Extender und gasbetriebenen Fahrzeugen ausgegangen. Somit ist zu diesem Zeitpunkt mit einem gesamten jährlichen Energieeinsatz von ca. 215.000 MWh zu rechnen.

Dieser Trend wird sich in den Folgejahren fortsetzen, sodass der Endenergieeinsatz bis zum Jahr 2050 auf jährlich rund 62.100 MWh/a fällt. Dies entspricht einer Reduktion von insgesamt ca. 80 % gegenüber dem Basisjahr 1990.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Entwicklung des gesamten Energieeinsatzes von 1990 bis 2050:

<sup>67</sup> NPE 2011.

### Prognostizierter Energieverbrauch bis 2050

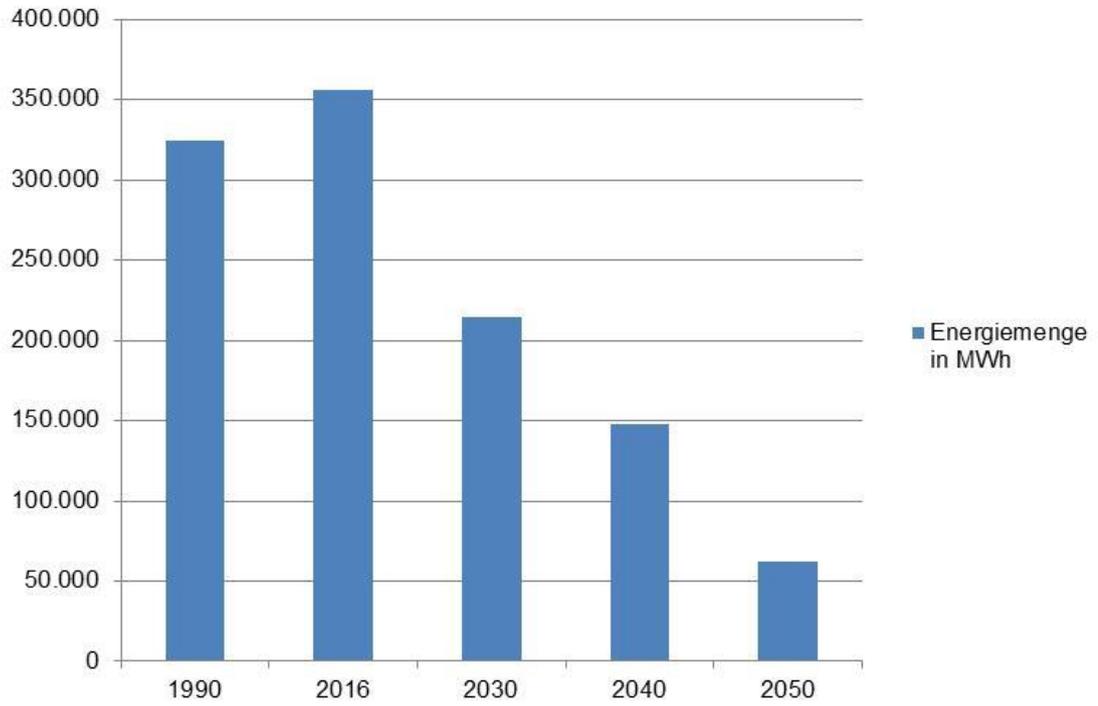


Abbildung 4-9: Prognostizierter Energieeinsatz bis 2050

## 5 Potenziale zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien

### 5.1 Wasserkraftpotenziale

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Landau 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 sowie die Betrachtung ehemaliger Mühlenstandorte auf mögliche Reaktivierung. Bei den Untersuchungen wurden die jahreszeitlichen und wetterbedingten Schwankungen des Abflusses, d. h. der verfügbaren Wassermenge, sowie der Fallhöhe nicht berücksichtigt.

Der Anteil der Wasserfläche an der Gesamtfläche der Stadt Landau beträgt etwa 0,5% ( $\approx 41$  ha). Gewässer 1. Ordnung sind keine ausgewiesen. Als Gewässer 2. Ordnung ist in der Stadt die Queich ausgewiesen.

Bisher wird innerhalb der Gemarkungsgrenzen keine Wasserkraftanlage betrieben. Die Abschätzung zeigte, dass lediglich an einem Standort (Godramstein, Nähe Bahnhof) ein nutzbares Querbauwerk vorhanden ist, bei dem eine Wasserkraftanlage installiert werden könnte. Aufgrund fehlender Daten zur Fallhöhe wird das Potenzial auf eine Leistung von  $4 \text{ kW}_{el}$  sowie einem Arbeitsvermögen von  $15.000 \text{ kWh/a}$  geschätzt.

Aufgrund des Verschlechterungsverbotes der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) ist die Errichtung neuer Wehranlagen nicht zu empfehlen bzw. nicht genehmigungsfähig, da ein starker Eingriff in Ökosysteme erfolgt. Aus diesem Grund werden auch diese Anlagen nicht nach dem EEG vergütet.

## 5.2 Geothermiepoteziale

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.

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.

Die Region bietet aufgrund der Lage im Mittelrheingraben ein großes Potenzial für die Nutzung der Tiefengeothermie, welches auch bereits mit einem Kraftwerk erschlossen wurde. Das bestehende Kraftwerk wird voraussichtlich weiter betrieben und bietet Potenzial hinsichtlich einer besseren Wärmenutzung, was in den kommenden Jahren über eine Nahwärmeversorgung aktiviert werden soll. Wegen Erdbebenrisiken und großer Bedenken in der Bevölkerung sind neue Tiefengeothermie-Anlagen kurz- bis mittelfristig unwahrscheinlich und finden hier keine weitere Betrachtung.

Ein weiteres Potenzial bietet die Erdwärmegewinnung aus ehemaligen Erdöl-Bohrlöchern. Diese reichen bis zu 1.000 m unter die Erdoberfläche und können im Falle einer Stilllegung zur Erdwärmegewinnung nachgenutzt werden.

Zunächst erfolgt jedoch eine Analyse der oberflächennahen Geothermie, welche sich auf eine Tiefe bis ca. 100 m erstreckt.

### 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 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 und Ausführung einer Anlage gelten auch bergrechtliche Vorschriften, die sich insbesondere aus dem Bundesberggesetz ergeben.<sup>68</sup>

In Abhängigkeit vom hydrogeologischen Untergundaufbau ist vor dem Bau von Erdwärmesonden eine Standortqualifikation durchzuführen. Wesentliches Gefährdungspotenzial stellt hierbei die Möglichkeit eines Schadstoffeintrags in den oberen Grundwasserleiter bzw. in tiefere Grundwasserstockwerke aufgrund fehlerhaften Bohrlochausbaus dar.

Nachfolgend ist ein Ausschnitt einer hydrogeologischen Karte abgebildet. Die Karte zeigt die schematische Standortqualifizierung für den Bau von Erdwärmesonden auf der Grundlage von hydrogeologischen Karten, der Wasser- und Heilschutzquellengebiete, sowie der Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungs-Anlagen.

---

<sup>68</sup> Vgl. Umweltministerium Baden-Württemberg, 2005.

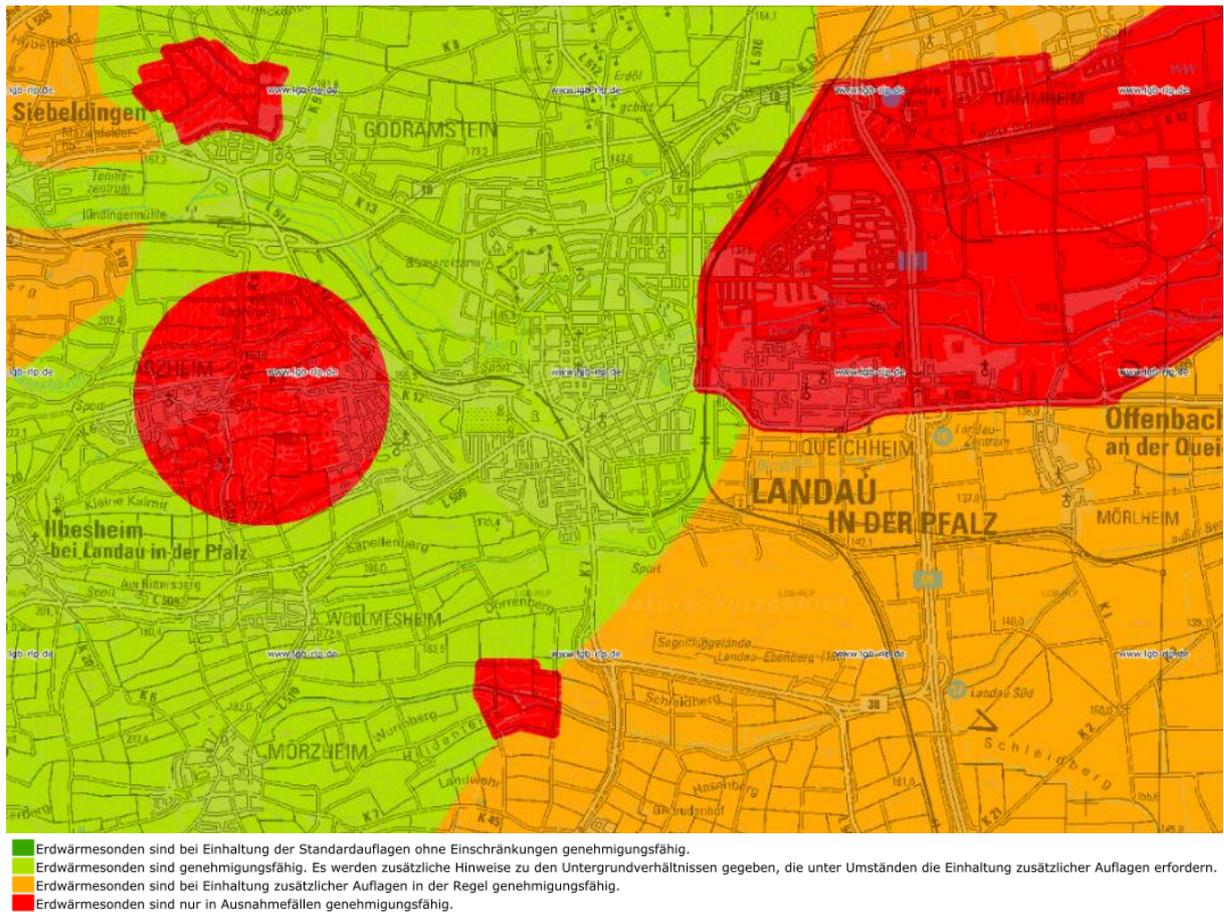


Abbildung 5-1: Standortbewertung zum Bau von Erdwärmesonden<sup>69</sup>

Bei den dunkelgrün gefärbten Gebieten handelt es sich um genehmigungsfähige unkritische Gebiete. Hierbei ist der Bau von Erdwärmesonden im Hinblick auf den Grundwasserschutz genehmigungsfähig. Dabei sind die Standardauflagen einzuhalten:<sup>70</sup>

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.

<sup>69</sup> WMS-Dienst des LGB RLP.

<sup>70</sup> Vgl. [http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/internet/downloads/erdwaerme/Standardauflagen\\_EWS.pdf](http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/internet/downloads/erdwaerme/Standardauflagen_EWS.pdf)

Dazu zählen:<sup>71</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>72</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 Heilquellenschutzgebiete
- 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 das zentrale Siedlungsgebiet der Stadt Landau für die Installation von Erdwärmesonden geeignet ist, aber ggf. zusätzliche Auflagen einzuhalten sind. Kritisch einzuordnen ist der Osten des Stadtgebietes bis über die Gemeindegrenze hinaus und ein Teil im Westen der Stadtsiedlung (mit Teilen von Arzheim). Bei konkreten Vorhaben ist jedoch immer eine Einzelfall-Prüfung vorzunehmen.

<sup>71</sup> Vgl. MULEWF, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, 2012, S. 16.

<sup>72</sup> Vgl.: MULEWF, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, 2012, S. 16.

## 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>73</sup> Die Erdkollektorfläche sollte etwa die 1,5 bis 2-fache Größe der zu beheizenden Wohnfläche aufweisen.<sup>74</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>75</sup>

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

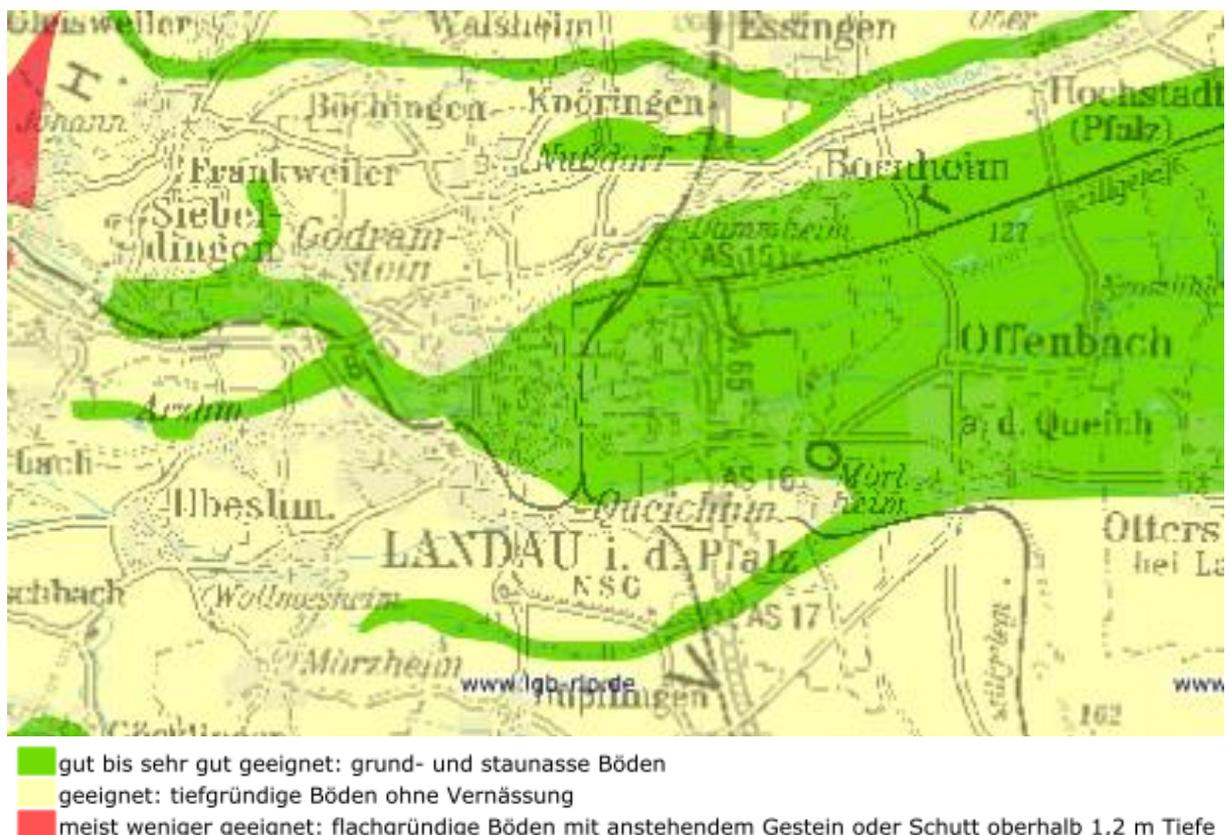


Abbildung 5-2: Eignung von Böden für die Nutzung von Erdwärmekollektoren<sup>76</sup>

<sup>73</sup> Vgl. Burkhardt, Kraus 2006: S. 69.

<sup>74</sup> Vgl. Wesselak, Schabbach: 2009, S. 308.

<sup>75</sup> Vgl. Burkhardt, Kraus 2006, S. 69.

<sup>76</sup> WMS-Dienst LGB RLP.

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 die Siedlungsgebiete für die Nutzung von Erdwärmekollektoren geeignet bis sehr gut geeignet sind. Hier wären komplementär zu den Erdwärmesonden Neubau- und Sanierungsgebiete im Osten der Stadtsiedlung zu nennen. Wesentliche Restriktion bleibt aber das ausreichende Platzangebot für die Verlegung der Kollektoren.

### 5.2.2 Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen

In Landau befindet sich eines der größten Erdölfelder im Oberrheintalgraben, welches seit den 1950er Jahren via Bohrungen durch das Unternehmen Wintershall genutzt wird. Sobald die Förderung einer Bohrung aus ökonomischen oder physikalischen Gründen eingestellt wird, lässt sich das Bohrloch grundsätzlich für die Erdwärmegewinnung weiterverwenden anstatt es zu verfüllen. Bei der Nachnutzung handelt es sich um geschlossene Systeme ohne Medien austausch mit dem umgebenden Untergrund. Je nach Temperaturpotenzial und -bedarf ist die Nutzung für Heizsysteme direkt oder über eine Wärmepumpe (vgl. Abschnitt „Oberflächennahe Geothermie“) möglich. Bisher wurden durch die Unternehmen Wintershall Holding GmbH und EnergieSüdwest AG bereits zwei Projekte entwickelt. Zum einen wird das Freizeitbad LaOla über eine Wärmepumpe (900 m, 35 °C, 80-100 kW) und zum anderen das Autohaus Fischer (800 m, 38 °C) direkt mit Erdwärme aus ehemaligen Erdölbohrlöchern beheizt. Weitere Nachnutzungen zur Erdwärmegewinnung können auch künftig projektiert werden. Um das Potenzial abzuschätzen, wurden die noch offenen Bohrungen im Stadtgebiet von Landau ausgewertet. Dabei wurde eine räumliche Nähe (ca. 500 m) zu Wärmesenken an der Erdoberfläche vorausgesetzt. Kriterien für die tatsächliche Potenzialerschließung sind weiterhin:

- Die Erdölförderung am jeweiligen Bohrloch wird endgültig eingestellt
- Technische Eignung und Wärmepotenzial werden im Einzelfall positiv bewertet

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes erfolgt die Eingrenzung von Suchräumen und eine erste Potenzialabschätzung.

Aus derzeit 104 offenen Erdölbohrungen im Feld Landau wurden 56 identifiziert, welche in ausreichender Nähe zu Siedlungsgebieten liegen. Davon befinden sich 20 nahe Nußdorf, acht nahe „Landau-Nord“ und 28 nahe „Landau-Ost“. Eine erste Abschätzung zum quantitativen Potenzial der Erdwärmegewinnung ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 5-1 Potenzialabschätzung zur Erdwärmegewinnung

Mittlere Sondentiefe	800	m
Wärmeentzugsleistung je Bohrung (80 W/m)	64	kW
Ergiebigkeit je Bohrung (120 kWh/(m*a))	96.000	kWh/a
Anzahl offener Bohrungen	56	Stück
Wärmeentzugsleistung gesamt	3,6	MW
Ergiebigkeit gesamt	5.400	MWh/a
Mittlere Jahresarbeitszahl	6	
Nutzwärmepotenzial	6.500	MWh/a
Strombedarf gesamt	1.100	MWh/a
Anzahl zu versorgender EFH (25 MWh/(Stk*a))	260	Stück

Die Werte sind mit gewissen Unsicherheiten behaftet, da die tatsächlichen Daten erst nach konkreten Messungen bekannt sind und für jedes Bohrloch anders ausfallen werden. Für eine erste Abschätzung im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes zeigt sich jedoch ein beachtliches Potenzial für die Beheizung von ca. 260 Einfamilienhäusern, welches künftig einen wichtigen Baustein in der Wärmeversorgung Landaus darstellen kann.

### 5.2.3 Zusammenfassung Geothermiepotenziale

Die Tiefengeothermie ist in Landau bereits genutzt, weitere Kraftwerke sind aufgrund von Risikobewertungen jedoch in absehbarer Zeit nicht denkbar.

Die Potenzialanalyse für die oberflächennahe Geothermienutzung zeigt, dass große Bereiche der Siedlungsflächen für Erdwärmesonden oder Erdkollektoren grundsätzlich geeignet sind. Dabei 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>77</sup> Viele Energieversorgungsunternehmen bieten darüber hinaus einen vergünstigten Stromtarif für den Betrieb von Wärmepumpen an.<sup>78</sup>

Die wesentlichen Prüfkriterien für einen empfehlenswerten 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

<sup>77</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>78</sup> Vgl. <https://www.verivox.de/heizstrom/>

Besonders interessant ist die Erdwärmegewinnung aus ehemaligen Erdölbohrlöchern, welche je nach Temperaturpotenzial auch ohne Wärmepumpe genutzt werden kann. Dieser Ansatz stellt eine prioritäre Maßnahme im Handlungsfeld Energie dar, welche nochmals im Abschnitt „Maßnahmenkatalog“ aufgegriffen wird.

Die Erkenntnisse bzw. Einschränkungen aus der Potenzialanalyse sind im Szenario für die künftige Gebäudeheizung berücksichtigt (vgl. Kapitel 8).

### 5.3 Solarpotenziale

Anhand der vorliegenden Analysen werden Aussagen dazu getroffen, wie viel Strom und Wärme innerhalb der Gebietsgrenzen der Stadt 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. Sowohl bei der Erhebung der Dachflächenpotenziale (bestehendes Solardachkataster Universität Koblenz-Landau in Zusammenarbeit mit Geoplex), als auch der Freiflächenpotenziale (Solarkonzept Stadt Landau) wurden bestehende Untersuchungsergebnisse mitberücksichtigt und verarbeitet.

#### 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.

Das aktuelle EEG 2017 ersetzt die 2015 erlassene Freiflächenverordnung, die zu diesem Zeitpunkt als Testmodell galt und für das nun fest verankerte und 2017 auf andere EE übertragene Ausschreibungsmodell. Im Wesentlichen hängt die Genehmigung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) nun also 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. Ab 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

Als Grundlage der Ermittlung dient das Solardachkataster der Universität Koblenz-Landau, das in Zusammenarbeit mit Geoplex erstellt wurde. Dieses umfasst neben der photovoltaischen bzw. solarthermischen Eignung der einzelnen Dachflächen bspw. auch Informationen zur Exposition, Topografie, Verschattung, Einstrahlung und den maximalen Anlagengrößen.

Die Ergebnisse des Solardachkatasters wurden dem IfaS zur weiteren Spezifizierung in digitaler Form zur Verfügung gestellt. Um das Solarpotenzial auf verschiedene Gebäudearten aufschlüsseln zu können, wurde der Datensatz mit Hilfe von Geobasisdaten der einzelnen Gebäude um diese Informationen erweitert.

Bei der Verarbeitung des Solardachkatasters 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. Würden alle ermittelten Dachflächen für die solarenergetische Nutzung (Belegungsszenario: kombinierte Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik) in Frage kommen, könnten unter Berücksichtigung aller zuvor dargestellten Annahmen etwa 317 MW<sub>p</sub> elektrischer Leistung installiert und jährlich ca. 284.382 MWh Strom produziert werden.

Tabelle 5-2: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen)

Photovoltaik - Dachflächen		
Potenzial	Installierbare Leistung (kW <sub>p</sub> ) <sup>1</sup>	Stromerträge (kWh/a) <sup>2</sup>
Potenzial	317.000	284.382.000
Bestand <sup>3</sup>	2.000	1.558.000
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>315.000</b>	<b>282.824.000</b>

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

2) Jährlicher Stromertrag bis zu 900 kWh/kW<sub>p</sub> (standortabhängig)

3) Angaben Netzbetreiber

Die aktuell installierten PV-Anlagen entsprechen dabei weniger als 1 % des gesamten Potenzials! Der zu deckende Anteil am gegenwärtigen gesamten Stromverbrauch der Stadt Landau würde bei vollständigem ausschöpfen des Gesamtpotenzials ca. 120 % betragen.

Parallel dazu wurde das Potenzial an Solarthermie auf Dachflächen untersucht. Aktuell werden etwa 12 % des Potenzials genutzt und liegt damit wesentlich höher als im Bereich Photovoltaik.

Das Gesamtpotenzial der Solarthermie liegt bei ca. 58.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, wodurch jährlich rund 22.348 MWh Wärmeenergie produziert werden. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von etwa 2,7 Mio. Liter pro Jahr. Bilanziell gesehen könnten mit dieser Energiemenge ca. 1.000 Haushalte versorgt werden.<sup>79</sup> Allerdings könnte bei vollständiger Nutzung des Potenzials lediglich 3% der benötigten Wärmeenergie der Stadt gedeckt werden.

<sup>79</sup> Durchschnittlicher Heizölverbrauch von 2.940 L/a pro Haushalt in Deutschland. Quelle Statista 2018.

Tabelle 5-3: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen)

Solarthermie - Dachflächen		
Potenzial	Kollektorfläche (m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Wärmeerträge (kWh/a) <sup>2</sup>
Potenzial	58.000	22.348.000
Bestand <sup>3</sup>	7.000	2.470.000
<b>Ausbaupotenzial</b>	<b>51.000</b>	<b>19.878.000</b>

1) Flachkollektoren

2) Jährlicher Wärmeertrag  $\varnothing$  389 kWh/m<sup>2</sup> (standortabhängig)

3) Angaben der BAFA zu geförderten Anlagen 2014

### 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 entsprechen sowie auf die Validierung der im Solarkonzept der Stadt Landau ermittelten Standorte auf die neue Gesetzgebung.

In der Analyse wurden potenziell geeignete Flächen gemäß den aktuellen rechtlichen Bestimmungen und branchenüblichen technischen Restriktionen ermittelt. Als „EEG-Flächen“ kommen Standorte entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie Konversionsflächen in Frage. Flächen aus dem Solarkonzept wurden in Abstimmung mit der Stadt erneut auf Machbarkeit untersucht. Schließlich wurde ein umsetzbares Solarpotenzial ermittelt, welches sich hinsichtlich seiner Umsetzbarkeit in kurz- (bis 2030) und langfristig (bis 2050) unterteilen lässt. Langfristig nutzbare Flächen werden derzeit vor allem landwirtschaftlich genutzt und befinden sich dementsprechend in einer Flächenkonkurrenz, eine mögliche Umsetzung ist gerade jedoch bei langfristigem Planungshorizont nicht ausgeschlossen.

Bei der GIS-basierten Auswertung von geographischen Basisdaten werden 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 5-4: 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 Anlagenkenngrößen 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 23.700 kW<sub>p</sub> Leistung installiert und jährlich ca. 21.300 MWh/a Strom produziert werden.

Tabelle 5-5: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Freiflächen)

Photovoltaik - Freiflächen			
FFA Stadt Landau	Anzahl Teilflächen	Installierbare Leistung (kW <sub>p</sub> ) <sup>1</sup>	Stromerträge (MWh/a) <sup>2</sup>
Kurzfristiges Solarpotenzial	8	7.823	7.040
Langfristiges Solarpotenzial auf landwirtschaftlichen Flächen	8	13.876	12.488
Bestand <sup>3</sup>	2	2.000	1.800
<b>Potenzialflächen gesamt</b>	<b>18</b>	<b>23.698</b>	<b>21.328</b>

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

2) jährlicher Stromertrag: bis zu 900 kWh/kW<sub>p</sub> (standortabhängig)

3) Angaben des Netzbetreibers zu Anlagen, welche außerhalb der anderen Potenzialflächen liegen.

Zum Bestand an PV-FFA in der Stadt zählt die ca. 450 kW<sub>p</sub> große Freiflächenanlage in Landau im Rodenweg sowie die ca. 1.600 kW große Freiflächenanlage an der A65 Ausfahrt Landau-Nord. Die bereits bebauten Flächen wurden bei der Suche geeigneter Flächen berücksichtigt. Potenziell könnte der EE-Anteil am gesamten Stromverbrauch durch PV-FFA ca. 9 % 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. Die in Abstimmung mit der Stadt Landau vorgenommene Einschätzung der Flächen hinsichtlich Umsetzbarkeit ist dabei als eine Eingrenzung des Suchraumes zu bewerten!

## 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. Wie einleitend zu Kapitel 5 ausführlich erörtert, stellt dieses Ergebnis 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 wie zu Beginn von Kapitel 5 beschrieben 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 Stadt 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 tiefgreifende 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 Stadt stützt sich auf die von der Stadt Landau übermittelten Untersuchungsgebiete. Der methodische Unterschied besteht darin, dass das Potenzial nicht auf Basis einer reinen Flächenauswertung bestimmt wurde. Das Ausbaupotenzial resultiert im vorliegenden Fall aus einer Standortuntersuchung der Stadt Landau in Verbindung mit der in Abschnitt 5.4.2.1 beschriebenen Methode zur Bestimmung der Potenzialflächen.

#### 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 5-6: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (WEA) <sup>80</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 Gesetzstand 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 Windenergieanlage zurückzuführen (zw. 0,5 und 1,5 ha), sondern auch auf die Forderung Konzentrationsgebiete zur Nutzung von Windenergie zu schaffen.<sup>81</sup> Hierbei soll die Möglichkeit bestehen mindestens drei Anlagen je Teilfläche zu errichten.

<sup>80</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. Aufgrund geringfügiger Auswirkungen auf das Ergebnis dieser Analyse und der hier angewandten exemplarischen Anlagenbestückung sowie der aktuellen politischen Diskussion dieser Gesetzesänderung wurde der zuvor gültige Mindestabstand von 800 m angenommen.

<sup>81</sup> LEP IV, Dritte Teilfortschreibung.

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

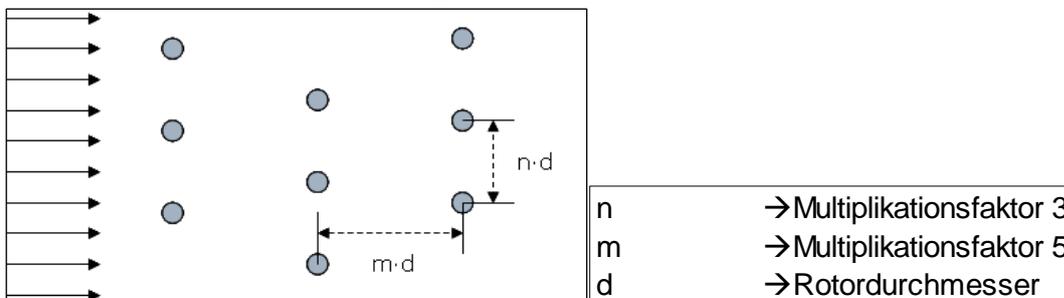


Abbildung 5-3: Schema für Anlagenstandorte im Windpark

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 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 Bestandsanlagen und Planungsstand

Die Analyse der Bestandsanlagen zeigt, dass die Zahlen der Bestandsanlagen und den Planungsstand der Windenergie in der Stadt Landau sowie die zugehörige Leistung zum Stand Juni 2018. Zu diesem Zeitpunkt sind weder Bestandsanlagen vorhanden, noch Anlagen in Planung<sup>82</sup>.

### 5.4.2.4 Ergebnis der Windpotenzialanalyse

Im Folgenden werden die ermittelten Eignungsflächen gezeigt, welche in Abhängigkeit von der mittleren Windgeschwindigkeit in verschiedenen Farben von hellblau (ausreichend) über lila bis rosa (gut) dargestellt sind.

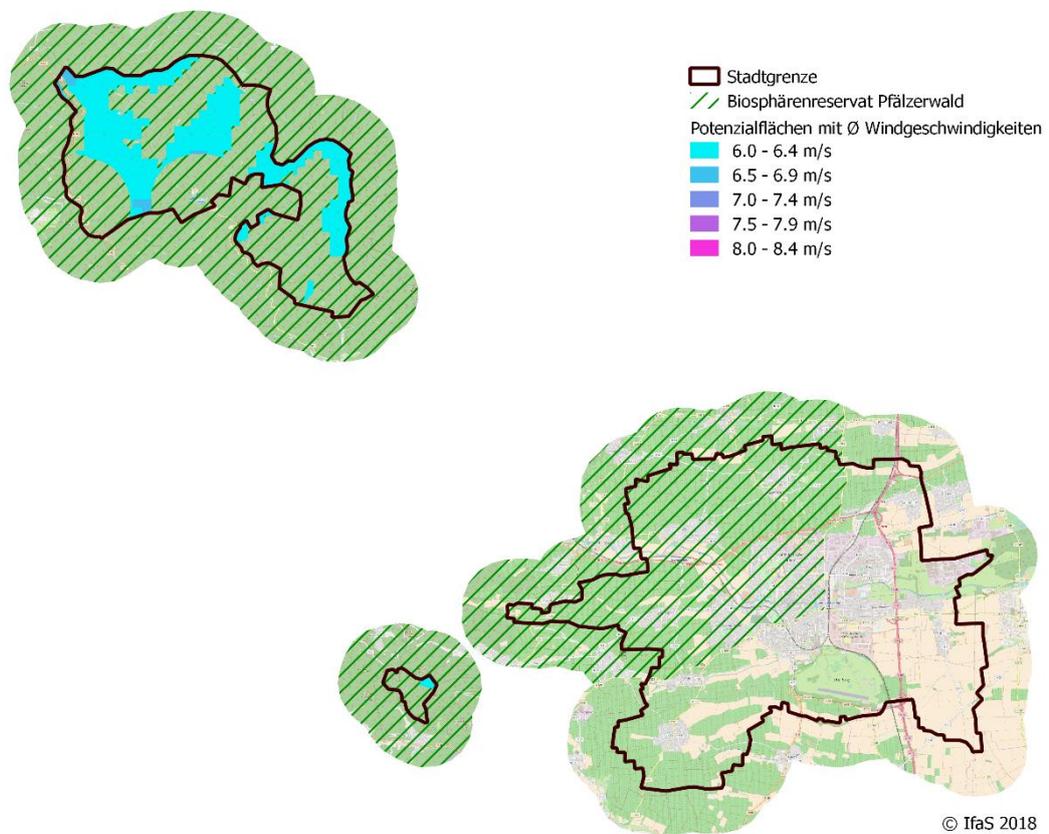


Abbildung 5-4: Übersicht Windenergie Stadt Landau

Nachfolgende Tabelle fasst basierend auf dem oben abgebildeten ermittelten Flächen- und Anlagenpotenzial, in Rücksprache mit der Stadt Landau, die maximale Anzahl der möglichen WEA in der Stadt Landau im Falle eines vollständigen Ausbaus der Potenziale, auch im Biosphärenreservat, zusammen.

<sup>82</sup> Verweis auf interkommunale Vereinbarung: Mit der Vereinbarung soll eine gegenseitige Verpflichtung der Kommunen zur Ausweisung von abgestimmten Flächendarstellungen in den FNP für WEA begründet werden. Sie dient als gemeinsame Standortdarstellung aller beteiligten Kommunen. Standortbereiche: Offenbach und Herxheimweyher.

Tabelle 5-7: Ergebnisse Windenergie (ohne Repowering)

Windenergie			
Potenzial	Anlagenanzahl <sup>1</sup>	Gesamtleistung (MW) <sup>2</sup>	Stromerträge (MWh/a) <sup>3</sup>
<b>Ausbaupotenzial Taubensuhl</b>	<b>13</b>	<b>43</b>	<b>158.000</b>

1) Detailbetrachtung der Energie Südwest AG für die Stadt Landau

2) Zubau von 3,3 MW Schwachwindanlagen (Nabenhöhe 131 m, Rotordurchmesser 65 m)

3) Stromerträge: Bestand nach geschätzten Volllaststd / Ausbau nach Weibullverteilung anhand Windgeschwindigkeit

Es können in der Stadt Landau folglich 13 WEA hinzugebaut werden. In der Ergebnistabelle erfolgt keine Berücksichtigung von Zeitstufen und der Möglichkeiten des Repowerings<sup>83</sup>. Ohne Einrechnung des Repowerings könnte auf den ermittelten Potenzialflächen insgesamt eine installierte Leistung von 43 MW ( $\cong$  13 Anlagen) installiert werden, womit über 158 GWh an Strom erzeugt werden könnten.

#### 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<sup>84</sup>.

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 Stadt Landau (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, nur, weil diese aus heutiger Sicht keine Eignung aufweisen.

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 genann-

<sup>83</sup> Unter Repowering wird der Austausch kleinerer WEA älterer Baujahre durch leistungsstärkere Anlagen der jeweils aktuellen Generation verstanden.

<sup>84</sup> Verweis auf rechtliche, überörtliche Vorgaben durch LEP IV, das derzeit Windenergieanlagen im Naturpark Pfälzer Wald ausschließt.

ter 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 Forstwirtschaft

Die Basisdaten für den öffentlichen Wald der Stadt Landau wurden auf Grundlage der Forsteinrichtung ermittelt und Ende 2017 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>85</sup>, zur Verfügung gestellt. Die Forsteinrichtungsdaten beschränken sich auf die Flächen des Staats- und Kommunalwaldes, Daten der Waldbesitzverhältnisse sind flächendeckend aufgearbeitet. Beide Datenpakete wurden mit der Geoinformationssoftware ArcGIS 10 aufbereitet und liegen georeferenziert als Layerfiles vor. 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.

#### 5.5.1.1 Beschreibung der Ausgangssituation

Die Waldfläche in der Gemarkung der Stadt Landau umfasst ca. 2.550 ha. Der kommunale Waldbesitz, mit etwa 2.474 ha (97 % der Gesamtwaldfläche) bildet den höchsten flächenbezogenen Anteil. Die restlichen Waldanteile verteilen sich auf den staatlichen Waldbesitz mit 2 % (56 ha) und den privaten Waldbesitz mit 1 % (24 ha).

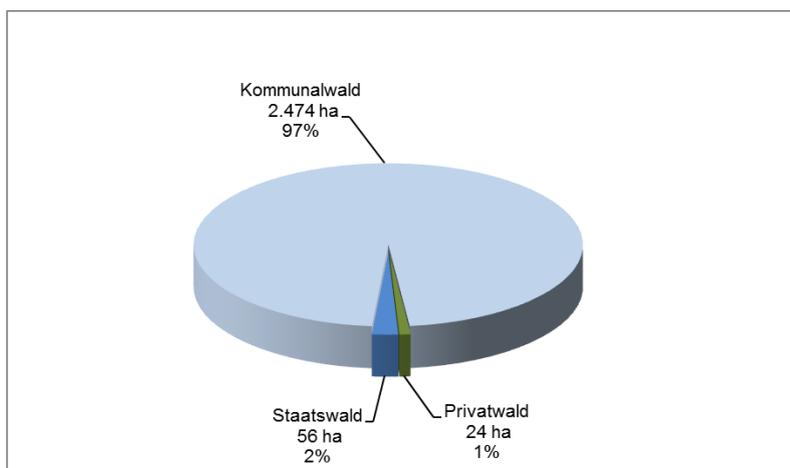


Abbildung 5-5 Waldbesitzverteilung im Stadtgebiet Landau

<sup>85</sup> Vgl. Datenabfrage Heß: vom 23.01.2018

Die Hauptbaumarten sind Buche (rund 33 % Flächenanteil) und Kiefer (rund 31 % Flächenanteil). Abbildung 5-6 zeigt die Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche im Betrachtungsgebiet.

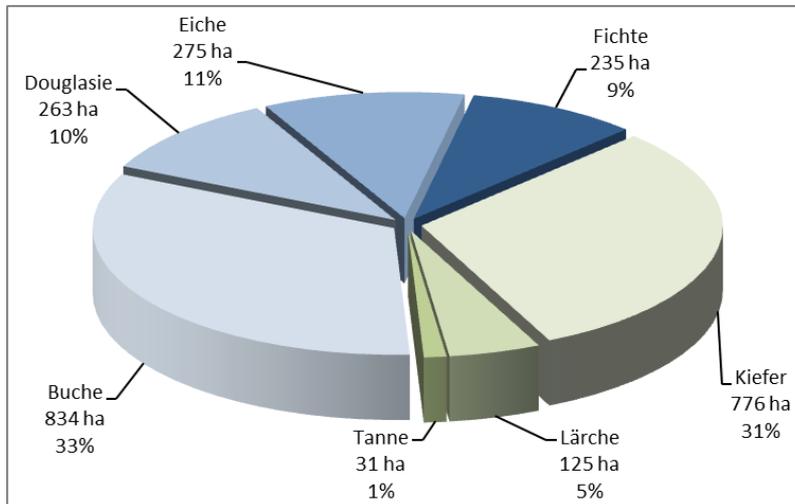


Abbildung 5-6 Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche in der Stadtgemarkung Landau

Zwar zeigen die im landesweiten Vergleich niedrigen Zuwächse von rund 5,9 Erntefestmeter (Efm) pro Hektar (siehe Tabelle 5-8) relativ magere Waldstandorte an<sup>86</sup>. Die Vielfalt der vorkommenden Baumarten ist insgesamt jedoch als stabile Grundlage für die zukünftige Waldentwicklung zu sehen. Die Verteilung der Leitsortimente, wie sie die Datenerhebung ergab, sind in Abbildung 5-7 dargestellt. Demnach werden z. Z. 63 % der Holzeinschlagsmenge (ca. 9.100 Efm) als Industrieholz vermarktet. Stammholz kommt mit ca. 2.800 Efm auf einen Anteil von 20 % und Energieholz macht mit einem jährlichen Nutzungssatz von ca. 2.400 Efm noch 17 % des Hiebsatzes im Stadtgebiet aus.

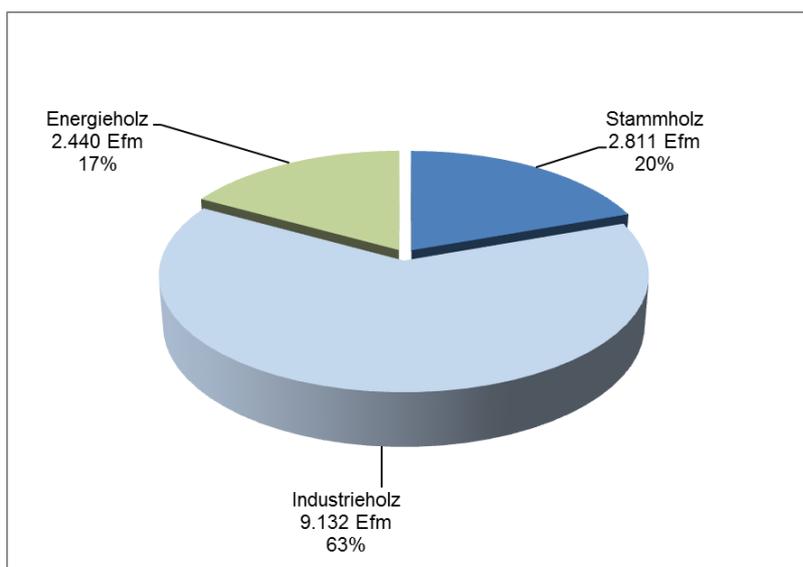


Abbildung 5-7 Sortimentsverteilung der Ernte

<sup>86</sup> Laut Bundeswaldinventur 2012 liegt der durchschnittliche Zuwachs in Rheinland-Pfalz bei 8,5 Efm/ha.

### 5.5.1.2 Genutztes Potenzial

Die geplanten Hiebssätze aus der Forsteinrichtung für den Kommunal- und Staatswald liegen baumartenspezifisch als nutzbare Waldholzmenge in der Efm vor.<sup>87</sup> Für den Privatwald liegen keine Planungsdaten vor. Da dieser jedoch nur 1 % des Gesamtwaldes ausmacht, wurde er nicht näher betrachtet. Folgende Tabelle stellt die Kennzahlen des Gesamtwaldes in der Stadt Landau vor.

Tabelle 5-8 Kennzahlen des Gesamtwaldes

Kennzahlen des Gesamtwaldes	
Nutzung / ha [Efm]	5,6
Zuwachs / ha [Efm]	5,9
Vorrat / ha [Efm]	251,8
Nutzung / Zuwachs	95%

Bei flächiger Betrachtung errechnet sich ein Nutzungssatz von 5,6 Efm pro Hektar und Jahr für den Gesamtwald. Bei der Betrachtung von Nutzung zu Zuwachs ergibt sich ein Verhältnis von 95 %. Bezogen auf die Gesamtwaldfläche errechnet sich ein vorhandener Waldholzvorrat von ca. 252 Efm pro Hektar.

Die **Gesamtnutzung** der jährlichen Planungsperiode über alle Waldbesitzarten beläuft sich für die Waldfläche des Stadtgebietes Landau auf rund 14.400 Efm. Insgesamt wurde über alle Baumarten und Besitzarten hinweg ein Holzvorrat von rund 643.000 Efm im Betrachtungsgebiet erfasst. Der Gesamtzuwachs pro Hektar und Jahr summiert sich auf rund 15.000 Efm (vgl. Tabelle 5-9).

Tabelle 5-9 Forstplanungsdaten

Forstplanungsdaten Gesamtwald									
Baumart	Buche	Douglasie	Eiche	Fichte	Kiefer	Lärche	Sonst. Laubholz	Tanne	Gesamt
Gesamtfläche [ha]	834	263	275	235	776	125	17	31	2.555
Hiebsatz [Efm/a]	6.216	1.652	696	1.826	3.313	494	79	105	14.382
Vorrat [Efm]	187.219	86.801	47.339	93.594	191.463	26.617	1.659	8.621	643.313
Zuwachs [Efm/a]	4.591	3.400	875	2.081	3.252	630	68	168	15.065

Tabelle 5-10 zeigt die jährliche Nutzung, die sich aus den Planungsdaten des Forsteinrichtungswerkes ergibt. Für das Energieholz errechnet sich ein jährliches Potenzial von rund 2.400 Efm, was ca. 1.600 t entspricht. Der darin gebundene Energiegehalt summiert sich auf ca. 5.900 MWh und steht äquivalent für die jährliche Substitution von rund 590.000 Liter Heizöl.

<sup>87</sup> 1 Efm entspricht grob 1 Vfm (Vorratsfestmeter) – 10 % Rindenverlust – 10 % Verlust bei der Holzernte

Tabelle 5-10 Genutztes Energie- und Industrieholzpotenzial

Aktuelle Energie- und Industrieholznutzung									
Baumart	Buche	Douglasie	Eiche	Fichte	Kiefer	Lärche	Sonst. Laubholz	Tanne	Gesamt
Industrieholz [Efm]	4.617	171	142	1.387	2.565	108	46	97	9.132
Energieholz [Efm]	1.592	27	46	422	322	3	22	5	2.440
Energieholz [MWh]	4.211	56	124	792	690	7	54	8	5.943
Energieholz [t]	1.176	15	35	212	185	2	15	2	1.643

Annahmen bei 25% Wassergehalt

### 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 Vollbewirtschaftungsfläche für die Stadt Landau bezieht sich damit rechnerisch auf rund 2.500 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*.

#### Sortimentsverschiebung

Forstliche *Leitsortimente* sind: Stammholz, Industrieholz, Energieholz sowie Waldrestholz und gegebenenfalls Totholz. Durch die Verschiebung von Industrieholzmengen in das Energieholzsoriment 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 flächigen (100%igen) Mobilisierung ausgegangen. Der Privatwald wurde hier nicht näher betrachtet, da er mit 1% Anteil an der Gesamtfläche verschwindend gering ist.

### 5.5.1.1 Nachhaltiges Potenzial

Aufgrund der tendenziell sehr hohen Nutzung des Zuwachses von rund 95 % wurde in der Gemarkung der Stadt Landau kein zusätzliches Rohholz aus einer flächenbezogenen Nutzungssteigerung einbezogen. Im Rahmen einer Sortimentsverschiebung wurden für den Planungszeitraum von 2040 bis 2050 ca. 5-10 % des Industrieholzes in das Energieholz verschoben. Die Erhebung einer neuen Forsteinrichtung findet alle zehn Jahre statt.

Tabelle 5-11 Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018 - 2050

Nachhaltiges Potenzial					
Bezugsjahr	2018	2020	2030	2040	2050
Industrieholz [Efm]	9.132	9.132	9.132	8.538	8.538
Energieholz [Efm]	2.440	2.440	2.440	3.033	3.033
Energieholz [t]	1.643	1.643	1.643	2.028	2.028
<b>Energieholz [MWh]</b>	<b>5.943</b>	<b>5.943</b>	<b>5.943</b>	<b>7.238</b>	<b>7.238</b>

Das **nachhaltige Potenzial** beschreibt die aktivierbare Energie- und Industrieholzmenge für das Stadtgebiet Landau. Demnach würde der Gesamtenergieholzanfall im Betrachtungsgebiet bis zum Jahre 2040 jährlich 2.440 Efm (ca. 1.600 Tonnen) betragen und in den Jahren 2040 bis 2050 auf rund 3.000 Efm (ca. 2.000 Tonnen) pro Jahr erhöht. Damit würden ab dem Jahre 2040 rund 600 Efm Industrieholz pro Jahr weniger bereitstehen als 2018.

### 5.5.1.2 Ausbaufähiges Potenzial

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

Nachfolgende Tabelle zeigt die forstlichen **Ausbaupotenziale** für die Stadt Landau. Es wird für den Zeitraum von 2016 bis 2040 kein zusätzliches Energieholzpotenzial ausgewiesen. Unter der Annahme einer Sortimentsverschiebung wird im Realisierungsschritt von 2040 bis 2050 ein ausbaufähiges Energieholzpotenzial von ca. 600 Efm pro Jahr (rund 380 Tonnen) mit einem Energieäquivalent von ca. 1.400 MWh identifiziert und als ausbaufähig bewertet.

Tabelle 5-12 Ausbau-Potenzial von 2020 - 2050

Ausbaupotenzial				
Bezugsjahr	2020	2030	2040	2050
Energieholz [Efm]	0	0	594	594
Energieholz [t]	0	0	385	385
Energieholz [MWh]	0	0	1.402	1.402
Gesamthebsatz [Efm]	0	0	0	0

### 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 Stadt Landau ausgewertet.

Die Betrachtung fokussiert sich auf folgende Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus der Viehhaltung sowie
- Biomasse aus Dauergrünland.

Der Umfang der landwirtschaftlichen Flächenpotenziale wird auf Basis der landwirtschaftlichen Zählung 2016 der „Betriebsfläche, Hauptnutzungs- und Kulturarten sowie Anbau auf dem Ackerland nach Fruchtarten der landwirtschaftlichen Betriebe nach Verwaltungsbezirken“ sowie „Tatsächliche Nutzung der Bodenfläche (Gemarkungen) nach ALKIS 5-Steller“ analysiert und im Hinblick darauf, welche Anbaustruktur in der Stadt aktuell vorherrscht, bewertet (vgl. Abbildung 5-8: Flächenstruktur der Stadt Landau)<sup>88</sup>.

<sup>88</sup> Vgl. Statistisches Landesamt RLP (2016)

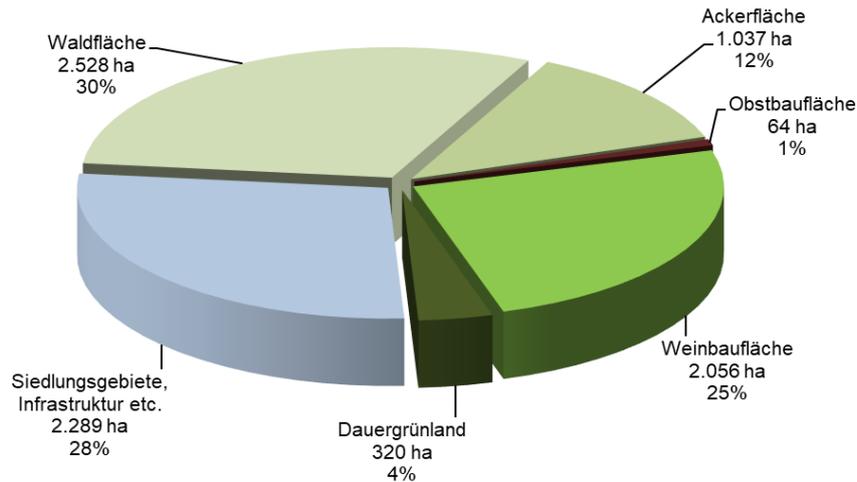


Abbildung 5-8: Flächenstruktur der Stadt Landau

Die größten Anteile an der Gesamtfläche haben die Waldflächen (30 %) und die Siedlungs- und Infrastrukturfächen (28 %). Weiterhin der Weinbau mit einem Flächenanteil von ca. 25 % der Gesamtfläche.

#### 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. Der Betrachtungsraum verfügt über eine Ackerfläche von rund 1.000 ha.

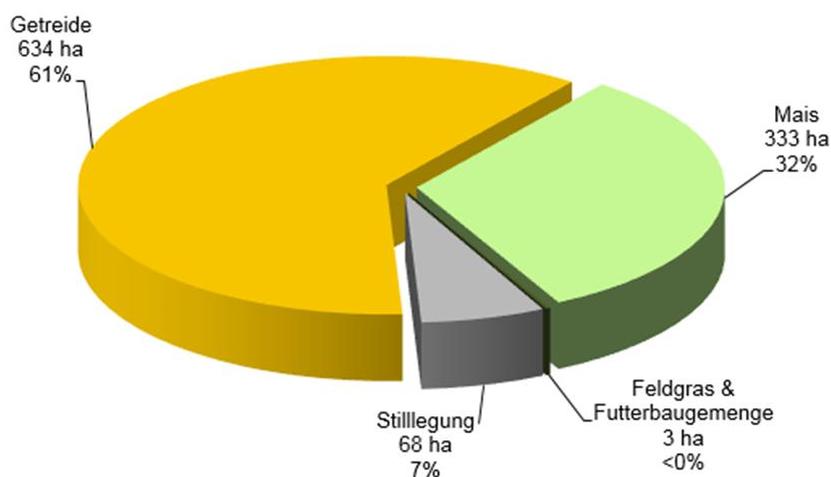


Abbildung 5-9: Landwirtschaftliche Flächennutzung im Betrachtungsraum

Im Anbaumix des Jahres 2016 (Abbildung 5-9) hat Getreide mit 61 % den größten Flächenanteil. Weiterhin stellt der Maisanbau mit 32 % einen bedeutenden Anteil der Flächennut-

zung. Der Futter- und Feldgrasanbau hat nur einen sehr geringen Flächenanteil. Die verbleibenden 7 % des Ackerlandes sind stillgelegt oder keiner Nutzung zuzuordnen.

In der folgenden Potenzialanalyse wird angenommen, dass die Flächenbereitstellung für den Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit von der Entwicklung der Agrarpreise, vorwiegend aus den derzeitigen Marktfruchtflächen (Getreideanbau) sowie der Ackerbrache erfolgt. Wird angenommen, dass ca. 20 % dieser Flächen für eine energetische Verwendung bereitgestellt werden, entspricht dies einem Flächenpotenzial von ca. 180 bis 200 ha. Da aktuell keine Ackerflächen für den Energiepflanzenanbau verwendet werden (z.B.: für die Biogaserzeugung) entspricht diese Fläche dem ausbaufähigem Flächenpotenzial. Unter der Annahme das diese Flächen zur Produktion von Agrarhölzern im Kurzumtrieb verwendet werden ergibt sich ein Ausbaupotenzial an Festbrennstoffen in Höhe von rund 9.200 MWh/a, dies entspricht etwa einem Heizöläquivalent von 0,9 Mio. l.

#### 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 Nutzungsbeschränkungen, die sich durch Auflagen zur Humusreproduktion oder den Handel von Stroh als Einstreumaterial ergeben. Bedingt durch den geringen Tierbestand in der Region kann angenommen werden, dass ein Anteil von 20% der anfallenden Strohmenen potentiell einer energetischen Nutzung zugeführt werden kann. Hieraus ergibt sich ein Energiepotenzial von etwa 2.500 MWh/a, was in etwa 0,2 Mio. l Heizöläquivalenten entspricht.

In der Gruppe der Biogassubstrate liegt ebenfalls ein Potenzial in der Nutzung von Getreidekorn. Die Diskussion, um die energetische Verwertung von Getreidekorn beschränkt sich allerdings aufgrund aktueller wirtschaftlicher Erwägungen weitgehend auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide. Hier ergibt sich ein nachhaltiges Energiepotenzial von etwa 500 MWh/a, was in etwa 0,05 Mio. l Heizöl entspricht.

#### 5.5.2.3 Reststoffe aus der Viehhaltung

Die relevanten Daten zur Tierhaltung im Betrachtungsraum stützen sich auf den Stand des Jahres 2016<sup>89</sup> und berücksichtigen dabei sowohl die durchschnittlich produzierten Güllemengen sowie die Stalltage pro Tierart und Jahr, als auch die potenziellen Biogaserträge und die daraus resultierenden Heizwerte. Die nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Ermittlung zusammen.

---

<sup>89</sup> Statistisches Landesamt RLP (2016)

Auf Grund des geringen Viehbestandes in der Stadt, wird dem Reststoffpotential aus der Viehhaltung kein energetisches Potential zugemessen.

#### 5.5.2.4 Biomasse aus Dauergrünland

Die Stadt Landau verfügt über eine Grünlandfläche von ca. 320 ha. Diese Fläche wird nicht weiter betrachtet. Es wird angenommen dass dieser geringe Flächenanteil für die Tierhaltung benötigt wird.

#### 5.5.2.5 Potenziale aus Reststoffen des Weinbaus

Im Gebiet der Stadt Landau befinden sich rund 2.000 ha Rebflächen. Im Weinbau entstehen während Produktion Reststoffe in Form von Schnittholz, Rodungsholz, Trester, Abwässer und Trubstoffe. Im Bereich des Schnittholzes bestehen dabei Herausforderungen in Bezug auf die wirtschaftliche Bergung des Materials. Auf Grundlage der Weinbergsflächen werden über Kennzahlen die Biomassepotenziale aus dem Weinbau ermittelt<sup>90</sup>. Hieraus ergeben sich jährliche Potenziale im Bereich der Festbrennstoffe von ca. 4.400 t (Rodungsholz und Trester dargestellt als Pellets) mit einem Energiegehalt von rund 19.840 MWh/a. Dies entspricht einem Heizöläquivalent von rund 1,9 Mio. l Heizöl. Im Bereich der Biogassubstrate fallen Reststoffe in der Kelterei in Form von Trubstoffen und Abwasser an. Aus diesem Segment der Weinherstellung könnten Energiepotenziale in Höhe von rund 3.900 MWh/a generiert werden, was wiederum 0,4 Mio. l Heizöl entspricht. Durch den Kampagnenbetrieb in der Weinwirtschaft fallen diese Reststoffe in einem begrenzten Zeitraum im Jahr an. Eine weiterführende Untersuchung zu den vorhandenen Verwertungsstrukturen erfolgte nicht und müsste für eine Nutzung der Potenziale regionalspezifisch erfolgen. In Bezug auf die Abwasserbehandlung aus dem Weinbau, ist davon auszugehen dass in Rheinland-Pfalz die Abwässer aus dem Weinbau meist in Kläranlagen mitbehandelt werden<sup>91</sup>. Für Landau wird daher angenommen, dass die Potenziale aus dem Bereich der Weinbauabwässer bereits energetisch genutzt werden und somit kein Ausbaupotenzial darstellen.

#### 5.5.2.6 Potenziale aus der Landschaftspflege

Im Bereich Landschaftspflege wurden die Potenziale für eine energetische Verwertung aus den Bereichen Straßen- und Schienenbegleitgrün 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. 93 km innerhalb des untersuchten Gebietes ergibt sich ein nachhaltiges Potenzial an Straßenbegleitgrün von rund 130 t FM /a. Wird

<sup>90</sup> S. Lang (2011): Energetische Verwertung von Rückständen aus der Weinbereitung (RLP AgroScience GmbH)

<sup>91</sup> T.G. Schmitt et al. (2010): Handlungsempfehlungen für eine moderne Abwasserwirtschaft

zum Zeitpunkt der Verwendung ein Wassergehalt von 35 % angesetzt, so ergibt sich ein Gesamtheizwert von rund 380 MWh/a.

Die erfassten Potenziale des Schienenbegleitgrüns summieren sich bei einer relevanten Schienenlänge von 7 km auf ein nachhaltiges Potenzial von 100 t FM /a. Bei den oben dargestellten Annahmen ergibt sich hieraus ein mittlerer Heizwert von ca. 300 MWh/a.

Da eine energetische Verwertung des holzartigen Straßen- und Schienenbegleitgrüns in der Stadt Landau bislang nicht bekannt ist und kein signifikanter Massenanstieg durch Pflegeeingriffe vorgesehen ist, wird angenommen, dass das dargelegte nachhaltige Potenzial mit dem Ausbaupotenzial gleichzusetzen ist.

#### 5.5.2.7 Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen

##### **Bioabfall**

Zur Ermittlung des vergärbaren nachhaltigen Potenzials aus Bioabfällen wurden Daten der Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz zugrunde gelegt. Für das Jahr 2016 wird in der Stadt Landau eine Bioabfallmenge von rund 4.500 t kalkuliert. Insgesamt beläuft sich das Potenzial auf rund 3.300 MWh/a, was in etwa 0,3 Mio. l Heizöl entspricht. Das Biogut wird aktuell in Thüringen energetisch verwertet.

##### **Gartenabfall**

Für die Erhebung des nachhaltigen Potenzials aus Gartenabfällen wurden ebenfalls Mengenangaben der Landesabfallbilanz zugrunde gelegt. Unter der Annahme, dass der holzige Anteil in etwa 30-40 % beträgt ergibt sich ein nachhaltiges Energiepotenzial der Festbrennstoffe in Höhe von etwa 6.200 MWh/a, dies entspricht in etwa 0,6 Mio. l Heizöläquivalent.

##### **Altfette und Speiseöle**

Das nachhaltige Potenzial an Altfett und alten Speiseölen ist aufgrund fehlender Datengrundlagen nur unter hohem Aufwand zu ermitteln. Es dürfte sich jedoch um mehrere kg pro Einwohner und Jahr handeln, wovon der überwiegende Teil (ca. 70 %) der Nahrungsmittelzubereitung zuzuordnen ist. Unter der Annahme, dass das mit angemessenem Aufwand sammlungsfähige gewerbliche Potenzial bei ca. 1,3 kg/EW\*a liegt, beläuft sich das Mengenaufkommen in der Stadt Landau auf rund 58 t/a. Der Gesamtheizwert beläuft sich auf ca. 320 MWh/a, äquivalent zu 0,03 Mio. l Heizöl.

Da bislang kein Verwertungspfad für Altfette existent ist, entspricht das Ausbaupotenzial dem nachhaltigen Potenzial. Zur Akquirierung dieses Potenzials müsste ein effektives Sammelsystem aufgebaut und etabliert werden.

## 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.

### 5.5.2.8 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Untersuchung hat gezeigt, dass zum aktuellen Zeitpunkt Biomassepotenziale zur Energiegewinnung in der Stadt bereitgestellt werden können. Insgesamt beläuft sich das jährliche Ausbaupotenzial auf etwa 41.000 MWh.

Die prognostizierte Primärenergie wird zu rund 4% aus Biogassubstraten bereitgestellt. Im Bereich der biogenen Festbrennstoffe können insgesamt rund 39.800 MWh/a gewonnen werden. Den höchsten Anteil bilden die Reststoffe aus dem Weinbau, diese können Brennstoffe mit einem Energiegehalt von rund 22.300 MWh/a zur Verfügung stellen, des Weiteren kann aus dem Anbau von Agrarhölzern im Kurzumtrieb ein Potenzial von rund 9.200 MWh/a generiert werden. Das Potential an Festbrennstoffen aus dem Bereich der Landschaftspflege beläuft sich auf circa 6.900 MWh/a. Die folgende Grafik zeigt die Zusammenfassung des Ausbaupotenzials.

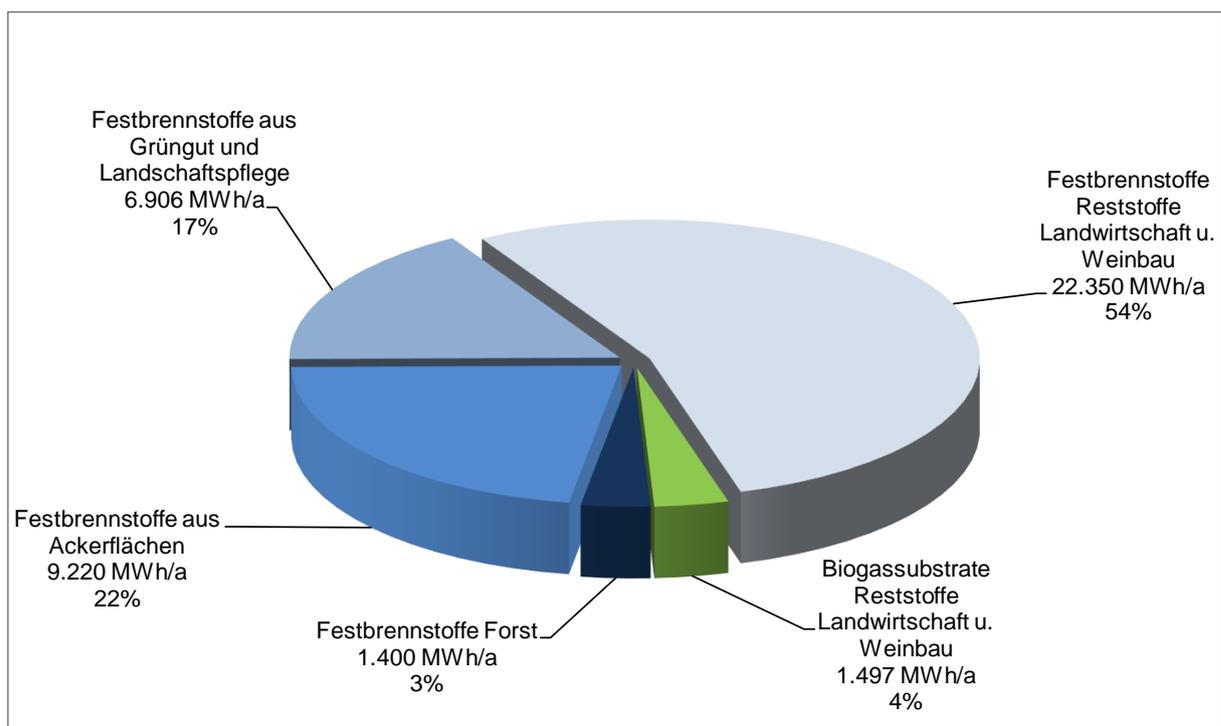


Abbildung 5-10: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Stadt Landau

## 6 Akteursbeteiligung

Die Identifizierung relevanter Akteure in der Stadt Landau 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 Stadt und dessen Umfeld – zunächst insbesondere durch die Stadtverwaltungen als Initiatoren 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. Zudem hat sich im Rahmen der Erstellung des SEAP Konzeptes bereits eine Steuerungsgruppe gefunden, die sich in regelmäßigen Abständen trifft.

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

Mitglieder der Steuerungsgruppe	
Wirtschaftsförderung/ Kämmerei (200)	Steffen Baum
Projektteilung „Landau baut Zukunft“   Abteilung Stadtplanung und Stadtentwicklung (610)	Roland Schneider
Umweltamt (350)	Markus Abel, Tanja Starck
Abteilung Stadtplanung und Stadtentwicklung (610)	Tobias Joa
Abteilung Vermessung und Geoinformation (620)	Jürgen Bauer
Abteilung Mobilität und Verkehrsinfrastruktur (660)	Ralf Bernhard
GML (Gebäudemanagement Landau)	Michael Götz
EWL (Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb Landau in der Pfalz AöR)	Bernhard Eck
EnergieSüdwest AG	Dr. Thomas Waßmuth
Energieagentur-Regionalbüro Mittelhaardt & Südpfalz	Isa Scholtissek, Sabine Nicklas, Nick Stowasser
Energiewende Südpfalz	Oliver Decken

Tabelle 6-2 Termine und Veranstaltungen während der Projektlaufzeit

Durchgeführte Termine und Veranstaltungen im Rahmen der Konzepterstellung	
10.05.2017	Auftaktbesprechung
08.06.2017	Gebäudemanagement
17.08.2017	Umweltamt Solar und Bilanz
26.10.2017	Umweltamt Vorbesprechung 1.STG
15.02.2018	Umweltausschuss
10.08.2017	Öffentlicher Auftakt
15.03.2018	Bürgerworkshop
23.01.2018	Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb Landau (Abwasser)
23.01.2018	Stadtplanung
01.02.2018	Entsorgungs- und Wirtschaftsbetrieb Landau (Abfall und Abwasser) 2x
01.02.2018	Energie Südwest 2x
06.03.2018	Gebäudemanagement Landau - Nahwärme
15.02.2018	Mobilität (ADFC)
26.10.2017	1. STG: Vorstellungsrunde, Vorgehensweise Klimaschutzkonzept, Aktueller Stand, Weitere Schritte, Diskussion
01.02.2018	2. STG: Besprechung Bilanz, Potenziale und Maßnahmen
15.03.2018	3. STG: Zielfindung
20.03.2018	4. STG: Maßnahmenkatalog und Zielfindung
15.02.2018	Wintershall
25.10.2018	Abschlussveranstaltung Stadtrat

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.

Die Ergebnisse aus den einzelnen Veranstaltungen, Einzelgesprächen, Workshops und Steuergruppensitzungen sind in Kapitel 7.2 Prioritäre Klimaschutzmaßnahmen erläutert. Die Umsetzung dieser prioritären Maßnahmen dient letztendlich zur Erreichung der formulierten Klimaschutzziele der Stadt.

Entsprechend der Zielformulierung muss der partizipative Umsetzungsprozess zukünftig umfassend begleitet und gesteuert werden. Um die Vernetzung der Akteure in der Stadt über die Konzepterstellung hinaus zu verstetigen, wird die Beibehaltung der Steuerungsgruppe vorgeschlagen, die vom Klimaschutzmanager kontinuierlich einberufen wird. An dieser Runde sollten alle Ämter, städtische Betriebe und weitere wichtige Akteure teilnehmen, um Projekte zu koordinieren und Synergieeffekte zu nutzen.

Folglich muss die Stadtverwaltung 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 beim Umweltamt der Stadtverwaltung Landau angegliedert werden. Entsprechend müsste diese Personalstelle auch im Stellenplan 2019

ausgewiesen werden, um einen nahtlosen Übergang zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zu gewährleisten. Diese Stelle unterstützt die derzeit erfolgte und abgestimmte strategische bzw. strukturelle Gesamtausrichtung. Darüber hinaus erfordert die Umsetzung zudem eine Unterstützung durch Entscheidungsträger sowie weiterer Mitarbeiter einzelner Fachbereiche.

## 7 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog stellt einen für die Stadt zugeschnittenen Handlungsplan zur Erschließung der in den Kapiteln 4, 5 und 6 dargestellten Potenziale. Damit wird die Grundlage für ein planvolles Handeln gelegt, welche zur Erreichung der gesetzten Ziele beiträgt. Darüber hinaus werden die ermittelten Potenziale bzw. der damit im Zusammenhang stehenden, erzielbaren regionalen Wertschöpfungseffekte dargelegt. Hierfür wird der Maßnahmenkatalog zunächst im nachstehenden Kapitel 7.1 generell erläutert. Anschließend werden in Kapitel 7.2 die zentralen prioritären Maßnahmen für die Stadt Landau 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:
Verbrauchskosten vor der Umsetzung:
Verbrauchskosten 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 Stadt Landau. Dabei ist der Katalog in Form eines Registers gegliedert, welches den Vorgaben des Covenant of Mayors folgt, dem die Stadt Landau angehört. Durch diesen Aufbau wird eine einheitliche Struktur beibehalten, die es der Stadt ermöglicht die wiederkehrenden Reportings vereinfacht darzustellen. Die beschriebene Methodik wird heute bereits von einem Zusammenschluss von mehreren tausend europäischen Regionen<sup>92</sup>, welche die ehrgeizigen Ziele der EU unterstützen, angewandt.

Dabei gliedert sich der Maßnahmenkatalog nach folgenden Themenfeldern:

<sup>92</sup> Vgl. Webseite Konvent der Bürgermeister

Register									
Hd. Nr.	Themenbereich / Titel	Investitionskosten	Regionale Wertschöpfung		Einsparung			Erträge	
			CO <sub>2</sub>	kWh	€	kWh	€		
1.	Gebäude- TGA (Technische Gebäudeausrüstung) - Industrie & Gewerbe	199.488.448,00 €	990.030.406,00 €	1.763.872 t CO <sub>2</sub>	8.612.306.800,00 kWh	1.032.191.453,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.1	Kommunale Gebäude & TGA	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.2	Öffentliche Gebäude	0,00 €	28.576.283,00 €	52.705 t CO <sub>2</sub>	273.800.000,00 kWh	28.576.283,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.3	Wohngebäude	199.488.448,00 €	808.815.016,00 €	1.131.331 t CO <sub>2</sub>	5.304.766.800,00 kWh	650.976.063,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.4	Industrie & Gewerbe	0,00 €	352.639.107,00 €	579.836 t CO <sub>2</sub>	3.033.740.000,00 kWh	352.639.107,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.5	Kommunale Beleuchtung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
1.6	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
2.	Verkehr	150.000,00 €	0,00 €	19.800 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
2.1	Kommunaler Fuhrpark	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
2.2	MIV & ÖPNV	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
2.3	Sonstige	150.000,00 €	0,00 €	19.800 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
3.1	Wasserkraft	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
3.2	Windkraft	51.600.000,00 €	62.868.945,07 €	302.412 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	3.160.000.000,00 kWh	157.522.338,73 €	
3.3	Photovoltaik	1.079.890.000,00 €	1.198.073.066,00 €	992.751 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	21.013.392.720,00 kWh	2.083.890.899,00 €	
3.4	Geothermie	19.999.400,00 €	14.251.821,31 €	65.888 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	320.000.000,00 kWh	37.716.661,77 €	
3.5	KWK Strom	1.980.000,00 €	7.384.290,00 €	6.194 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	93.220.000,00 kWh	10.943.537,00 €	
3.6	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
4.	Wärme- & Kälteproduktion	118.230.715,00 €	414.174.786,33 €	809.029 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	3.625.859.960,00 kWh	458.976.797,87 €	
4.1	KWK Wärme	0,00 €	0,00 €	17.092 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	83.880.000,00 kWh	0,00 €	
4.2	Fern- & Nahwärme	9.999.700,00 €	40.898.733,33 €	149.494 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	728.000.000,00 kWh	67.684.747,87 €	
4.3	Solarthermie	43.232.700,00 €	39.347.827,00 €	129.751 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	597.513.000,00 kWh	66.993.317,00 €	
4.4	Geothermie	48.400.000,00 €	252.303.484,00 €	309.591 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	1.367.098.960,00 kWh	239.897.496,00 €	
4.5	Sonstige	16.598.315,00 €	81.624.742,00 €	203.101 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	849.168.000,00 kWh	84.401.235,00 €	
5.	Flächennutzungs- & Bauleitplanung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
5.1	Stadtplanung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
5.2	Verkehrsplanung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
5.3	Standards für Modernisierung und Neubau	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
5.4	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
6.	Öffentliche Beschaffung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
6.1	Energieeffizienz Standards	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
6.2	Erneuerbare Energien Standards	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
6.3	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.	Öffentlichkeitsarbeit	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.1	Beratungsleistungen	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.2	Förderprogramme, Zuschüsse & Subventionen	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.3	Bewusstseins- & Netzwerkbildung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.4	Bildung, Schulung & Ausbildung	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
7.5	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
8.	Abfall- & Abwassermanagement	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
8.1	Abfallmanagement	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
8.2	Abwassermanagement	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
8.3	Sonstige	0,00 €	0,00 €	0 t CO <sub>2</sub>	0,00 kWh	0,00 €	0,00 kWh	0,00 €	
<b>Gesamt</b>		<b>1.471.338.563,00 €</b>	<b>2.686.763.114,71 €</b>	<b>3.959.946 t CO<sub>2</sub></b>	<b>8.612.306.800,00 kWh</b>	<b>1.032.191.453,00 €</b>	<b>28.212.272.680,00 kWh</b>	<b>2.749.050.234,37 €</b>	

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

In den Subkategorien sind Maßnahmen aufgeführt, die im Laufe der Projektarbeit (inkl. der bestehenden Ideen vorangegangener Klimaschutzaktivitäten) für die Stadt Landau identifiziert wurden. Die Stadt hat die Möglichkeit den fortschreibbaren Maßnahmenkatalog um weitere Maßnahmen zu ergänzen. Dabei dient der Katalog als ein Baustein des Klimaschutzcontrollings.

## 7.2 Prioritäre Klimaschutzmaßnahmen

Gemeinsam mit der Steuerungsgruppe (Stadtverwaltung sowie regionalen Akteuren) wurden 17 zu priorisierende Maßnahmenvorschläge für die Stadt Landau herausgearbeitet und in drei Handlungsfelder unterteilt. Sie definieren die Arbeitsschwerpunkte zur Etablierung eines Klimaschutzmanagements sowie den wichtigen Schwerpunkten zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes und damit zum Erreichen der folgenden Zieledefinition der Steuerungsgruppe:

- Allgemeine Senkung der energiebedingten Treibhausgasemissionen pro Kopf von 10 t/THG (1990) auf 4,5 t/THG pro Jahr bis 2030 (55 %)
- Senkung des Wärmeverbrauchs um 16 % bis 2030
- das Gebäudemanagement Landau (GML) setzt sich das Ziel, bis zum Jahr 2050 alle städtischen Gebäude bilanziell CO<sub>2</sub> neutral zu stellen
- Ab sofort sollen bei Ersatzbeschaffungen für den städtischen Fuhrpark nach technischen Kriterien alternative Antriebstechnologien bevorzugt werden
- Steigerung des Anteils alternativer Antriebstechnologien bei Ausschreibungen

### 7.2.1 Handlungsfeld 1: Städtische Verwaltung und Politik

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

#### **Politische Maßnahmen und Grundsatzbeschlüsse**

7.2.1.1. Institutionalisation des Klimaschutzes (Beschluss von Zielen - Klimaschutzmanagement - Personalstelle)

Grundlage für die Förderung eines Klimaschutzmanagers ist das erstellte integrierte Klimaschutzkonzept. Hierzu werden für eine Dauer von zunächst maximal drei Jahren (Anschlussförderung von zwei Jahren möglich) Sach- und Personalkosten für das Klimaschutzmanagement gefördert. Die Förderquote beträgt derzeit (August 2018) 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 (inkl. eine Personalstelle „Klimaschutzmanager“ zu schaffen). Entsprechend des zeitlichen Vorlaufes durch Beantragung und Bewilligung der Mittel, wäre nicht vor dem dritten Quartal 2019 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. ein Nahwärmenetz, Maßnahmen zur energetischen Sanierung eines Gebäudes 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, Moderation und Management soll die Umsetzung des Gesamtkonzepts und einzelner Klimaschutzmaßnahmen unterstützt werden. Ziel ist es auch, verstärkt Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe der Stadt zu integrieren.

#### 7.2.1.1 Klimaschutz als Querschnittsaufgabe der Verwaltung (Steuerungsgruppe)

Als operatives Organ zur Steuerung der Aktivitäten wurde durch die Stadtverwaltung 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 Stadt sein. Durch Kommunikation zwischen der Stadtverwaltung, den städtischen Eigenbetrieben, ESW, Institutionen und weiteren Akteuren könnten Synergien genutzt werden. Die Steuerungsgruppe sollte sich auch weiterhin über durchgeführte und geplante Kommunikationsmaßnahmen sowie die Möglichkeiten einer Zu-

sammenarbeit in der Öffentlichkeitsarbeit austauschen und realisieren. Eine Auflistung der Mitglieder der Steuerungsgruppe befindet sich in Kapitel 6.

#### 7.2.1.2 Integration von Klima-, Umwelt- und Naturschutz ins Stadtmarketing (CI, Ö-Arbeit, Kampagnen, etc.)

Ziel dieser grundlegenden Maßnahme ist eine zukünftige gemeinsame Außendarstellung der gesamten Klimaschutz- und Energieaktivitäten der Stadt 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 Stadt / der Region gemeinschaftlich auftreten und eine stadtübergreifende 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 Stadt 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 Stadt 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 Stadt 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.

### 7.2.1.3 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 Stadt zu begegnen. Speziell in den Bereichen Mobilität, Energieversorgung und Energieeffizienz bieten sich in Landau Projekte an, für die in der aktuellen Förderlandschaft gute Bedingungen für z.B. Investitionszuschüsse existieren. Diese sind im Maßnahmenkatalog entsprechend beschrieben.

## 7.2.2 Handlungsfeld 2: Energie

### **Städtische Liegenschaften (Direkte Einflüsse)**

#### 7.2.2.1 GML (Gebäudemanagement Landau): Fortführung der EE- und Energieeffizienzmaßnahmen (PV-Anlagen, EE-Wärmeversorgung, energetische Sanierung)

Das GML übernimmt die Aufgabe des Liegenschaftsmanagements städtischer Gebäude. Dies beinhaltet nicht nur den Bau, Betrieb und Instandhaltung, sondern auch die Durchführung technischer und energetischer (Sanierungs-)Maßnahmen. In regelmäßigen Energieberichten zeigt das GML den aktuellen Stand zu den Liegenschaften auf. Diese Publikation ist ein sehr guter Baustein, um Transparenz innerhalb der Verwaltung zu schaffen aber auch als Vorbild nach außen zu wirken und sollte deshalb entsprechend weitergeführt und ggü. Dritten stärker in den Fokus gerückt werden.

Die bisherigen Maßnahmen an städtischen Gebäuden sind vielfältig. Neben der Energieversorgung (PV-Anlagen, Nahwärme, Biomasseanlagen, BHKWs, etc.) wurde ebenso ein großer Wert auf effiziente Gebäude gelegt und umfangreiche Sanierungen durchgeführt. Wesentlich hierbei ist, dass die Erfolge gemessen werden, was durch den konsequenten Einsatz von Mess- und Regelungstechnik gewährleistet wird. Neben den ökologischen Erfolgen, erneuerbare Energien, verringerter Energiebedarf, CO<sub>2</sub>-Einsparung sind auch ökonomischen Erfolge zu verzeichnen.

Es ist somit elementar den bisherigen Weg fortzusetzen und die Strategie zu definieren! Das GML setzt sich das Ziel, bis zum Jahr 2050 alle städtischen Liegenschaften bilanziell CO<sub>2</sub>-neutral zu betreiben!

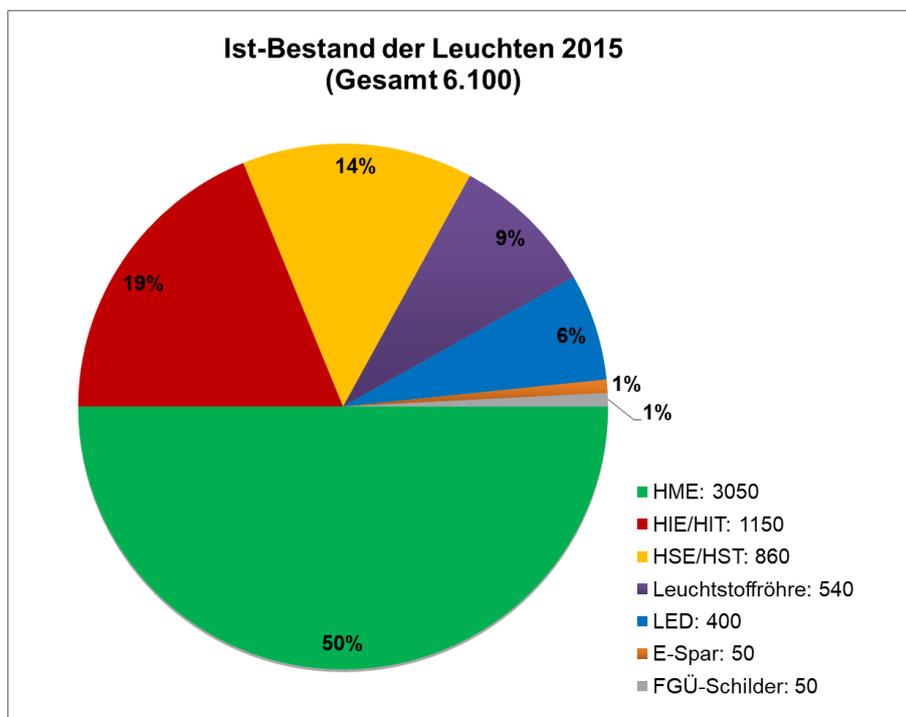
Um dieses Ziel zu erreichen, muss der eingeschlagene Weg konsequent fortgeführt sowie stets neue technische Entwicklungen mit betrachtet werden.

## 7.2.2.2 660: Fortführung der Umrüstung auf LED-Straßenbeleuchtung (inkl. Signalanlagen)

Straßenbeleuchtung

Im Gegensatz zu konventionellen Leuchten, die ihr Licht in alle Richtungen abgeben, kann bei LEDs (obwohl sich deren Lichtausbeute auf einem ähnlichen Niveau befindet wie die der Natriumdampflampen), durch die optimierte und gleichmäßigere Ausleuchtung der Straße viel Strom eingespart werden. Die Lebensdauer einer LED, wie sie in der Straßenbeleuchtung eingesetzt wird, beträgt im Schnitt 50.000 Stunden. Sie ist abhängig von der Betriebsspannung und der Außentemperatur. Hohe Temperaturen verkürzen die Lebensdauer von LEDs, allerdings ist das Wärmemanagement von aktuellen Leuchten kein Problem. Die Lebensdauer einer LED wird häufig mit Hilfe der Licht-Degradation L70 definiert, das Lebensende einer LED ist dann erreicht, wenn sie nur noch 70% des ursprünglichen Lichtstroms abgibt.

In der Stadt Landau sind schätzungsweise 6.100 Straßenleuchten in Betrieb<sup>93</sup>. Seit dem Jahr 2016 ersetzt die Stadt bereits ältere Beleuchtung durch LED. Hierzu besteht ein Sanierungsfahrplan der bis zum März 2019 umgesetzt werden soll. Für die Umrüstung werden Fördermittel des BMU eingesetzt, welche den Austausch mit bis zu 25% der anzurechnenden Investitionskosten fördern. Nachstehende Grafiken zeigen die Ausgangssituation im Jahr 2015 sowie das angestrebte Ziel bis zum Jahr 2019.

Abbildung 7-3: Ist-Bestand der Leuchten 2015<sup>94</sup><sup>93</sup> Abteilung Mobilität und Verkehrsinfrastruktur, 2015<sup>94</sup> HME: Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

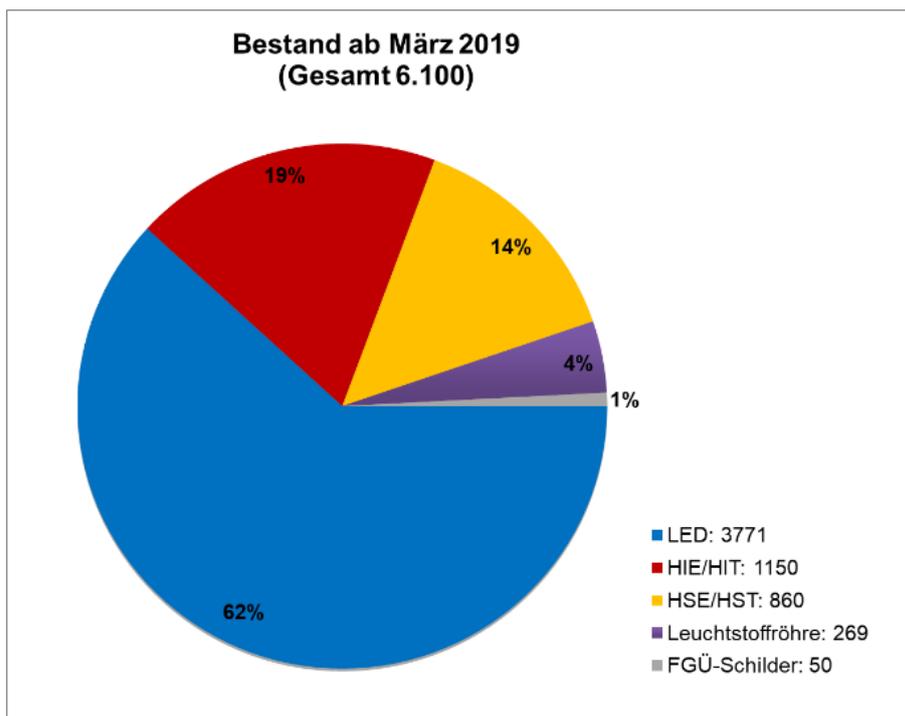


Abbildung 7-4: Bestand der Leuchten ab März 2019

Im Jahr 2015 wurden ca. 2.490 MWh/a Strom für den Betrieb der Straßenbeleuchtung benötigt. Durch den Austausch von 3.771 Leuchten (~62 % des Bestandes) auf LED ergeben sich Stromeinsparungen von ca. 1.000 MWh/a. Die Reduktion entspricht etwa 42 % bzw. bei einem angenommenen Strompreis von 0,20 €/kWh können ca. 200.000 €/a eingespart werden.

Es wird empfohlen, die Straßenbeleuchtung vollständig auf LED umzustellen. Hierbei sollte der Sanierungsfahrplan, um den restlichen Bestand ergänzt werden. Kriterien des Austauschs sollten neben ökonomischen Bedingungen, Alter der Bestandsleuchten (Austausch z.B. nach 20 Jahren), defekte Leuchtstellen als auch die Verfügbarkeit sowie gesetzliche Vorgaben (z.B. Ökodesign-Richtlinie) zu Leuchtmittel sein. Durch einen vollständigen Austausch könnten weitere 600 MWh/a bzw. 120.000 € eingespart werden.

Darüber hinaus, sollte eine Umrüstung von Lichtsignalanlagen auf LED geprüft werden. Diese Maßnahmen werden ebenfalls durch das BMU gefördert und es könnten prozentual gesehen ähnliche Einsparungen erwartet werden.

#### Gebäude- und Objektbeleuchtung

LED-Beleuchtung bietet bei der Innen- und Außenbeleuchtung ebenfalls ein hohes Potenzial Energie und dadurch verbunden, Kosten einzusparen. Ein weiterer Vorteil von LED-Leuchten

HIE/HIT: Halogen-Metaldampf-Hochdrucklampen  
HSE/HST: Natriumdampf-Hochdrucklampen  
LED: Lichtemittierende Dioden  
E-Spar: Energiesparlampen  
FGÜ-Schilder: Fußgängerüberweg-Schilder

ist die Möglichkeit, die Lichtfarbe in einem gewissen Rahmen wählen zu können, und somit die Beleuchtung auch als gestalterisches Element einsetzen zu können.

#### 7.2.2.3 EWL (Entsorgungs- und Wirtschaftsbetriebe Landau in der Pfalz AöR): Fortführung der Prozessoptimierung an der Kläranlage (Co-Vergärung, PV, etc.)

Die kommunalen Kläranlagen in Rheinland-Pfalz klären Abwässer in einer Höhe von rund 7,2 Millionen Einwohnerwerten (EW). Hierfür gibt es 709 kommunale Kläranlagen unterschiedlicher Größe. Die größten stehen in Mainz (400.000 EW), Koblenz (320.000 EW) und Kaiserslautern (210.000 EW). Durch die bestehende Altersstruktur der Kläranlagen – rund 12% sind mittlerweile älter als 30 Jahre – gibt es gute Möglichkeiten im Laufe der anstehenden Sanierungen neue und effizientere Technologien ohne großen Mehraufwand zu implementieren.<sup>95</sup>

Typische spezifische Verbrauchswerte an Endenergie, das heißt Strombedarf und Heizenergiebedarf von Kläranlagen liegen statistisch bei 36 - 42 kWh/(EW\*a).

Die größten Einsparpotenziale bieten in Deutschland (und übertragen auch auf die Stadt Landau) Kläranlagen der mittleren Größe, also der Größenklassen 2-4.

Der EWL, als Betreiber der Kläranlagen in Landau, arbeitet sukzessive an der Umsetzung von Effizienzpotenzialen:

- Klärgasnutzung im BHKW: anteilige Deckung des Eigenbedarfs Strom und Wärme
- Erneuerung der Belüftung
- Weitere „kleinere“ Effizienzmaßnahmen in den letzten sechs Jahren

Weitere Verbesserungsmaßnahmen beziehungsweise Optimierungsmaßnahmen welche für die Kläranlage in Landau interessant sein könnten, lassen sich in zwei Bereiche einteilen: die verfahrenstechnischen Maßnahmen und die maschinentechnischen Maßnahmen.

Zu den verfahrenstechnischen Maßnahmen gehören:

- Betrieb der Rührwerke optimieren
  - o Abschaltphasen einplanen
  - o Anstellwinkel der Schaufeln reduzieren
- Rücklaufschlammverhältnis optimieren
  - o Einstellung eines optimalen Rücklaufschlammverhältnisses im Bereich von 0,7 bis 1
  - o hierfür sind eventuell Investitionen in Steuerungs- und Regeltechnik erforderlich

<sup>95</sup> Vgl. <http://www.wasser.rlp.de/servlet/is/8523/>.

- Schlammalter optimieren (reduzieren)
  - o überprüfen, ob ein zu hohes Schlammalter gefahren wird
  - o dieses reduzieren, wenn möglich
  - o Vorteile bei Belebungsanlagen beispielsweise höherer oTR-Gehalt<sup>96</sup> und damit höherer Gasertrag
- Sauerstoffgehalt prüfen und optimieren
  - o im Nitrifikationsbecken sollte der Sauerstoffgehalt bei 1,5 - 2 mg/l liegen
  - o überprüfen, ob Messsonde für Sauerstoffgehalt an repräsentativer Stelle installiert ist

Zu den maschinentechnischen Maßnahmen gehören:

- Austausch der Belüftungselemente
  - o Chemische Reinigung der Elemente, wenn sich Anfangsdruck um 5 - 10% erhöht hat
  - o Elemente einmal täglich 5 - 10 Minuten unter Volllast betreiben, um Belagsbildung vorzubeugen
- Gebläseleistung optimieren
  - o Gebläseleistung überprüfen und gegebenenfalls Größe der Gebläse anpassen sowie größere gegen kleinere austauschen um bessere Abstufung zu erreichen
  - o Bei Wirkungsgraden der Gebläse und Verdichter von unter 70% auf Schäden überprüfen und gegebenenfalls austauschen beziehungsweise reparieren
- Pumpenbetrieb optimieren
  - o Auslegung überprüfen und gegebenenfalls anpassen
  - o Stetige Kontrolle bezüglich Verschleiß
- Abwärmenutzung
  - o Bei Anlagen mit anaerober Faulstufe Nutzung der Abwasserwärme zum Heizen des Betriebsgebäudes
  - o Integration eines Wärmetauschers in der Sohle des Zulaufs der Kläranlage oder direkt im Ablauf

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen lassen sich bei den meisten Kläranlagen Einsparpotenziale von bis zu 30% erreichen. Davon entfallen auf die betrieblichen Maßnahmen etwa 20% und auf die maschinentechnischen Maßnahmen etwa 10%. Hochrechnungen für Rheinland-Pfalz zeigen, dass sich ein Einsparvolumen von etwa 80.000 MWh/a ergibt, was etwa dem Stromverbrauch von 20.000 Vier-Personen-Haushalten entspricht.

---

<sup>96</sup> oTR: organischer Trockenmasseanteil

In den Gesprächen mit dem EWL wurden mögliche Projekte identifiziert, welche zukünftig weiterverfolgt werden sollten:

- Nutzung der Erweiterungsfläche für den Anbau schnell wachsender Hölzer. Ziel könnte die Aufbereitung (z.B. am Standort Bauhof) sowie die anschließende energetische Nutzung in eigenen Biomasseanlagen (z.B. Hackschnitzel) der Stadt sein. Weitere Mengen und Flächen sollten, um eine kritische Größe zu erreichen, akquiriert werden (Nutzung Grünschnitt, Pflegemaßnahmen, weitere Flächen mit schnellwachsenden Hölzern, etc.). Siehe Kapitel 5.5 und Maßnahme 8.1.01 im Maßnahmenkatalog.
- Abwärmenutzung der Kühler zur Trocknung von Hackschnitzel oder anderen NaWRos.
- Desintegration des Klärschlammes zur Erhöhung der Energieausbeute
- Co-Vergärung zur weiteren Steigerung der Gas- und damit Energieerträge des BHKW's. Hierzu stehen in Landau folgende potenzielle Stoffströme/Substrate zur Verfügung: Bioabfälle, landwirtschaftliche Reststoffe (z.B. Trester), gewerbliche Abfälle (z.B. Lebensmittelverarbeitung), etc....
- Photovoltaikanlagen zur Eigenstromnutzung
- Lastmanagement
- Während der Kampagne (Weinlese im Spätsommer inkl. Kelter) wird die Biologie regelmäßig bis an ihre Grenzen belastet. Vermeidung wäre möglich, indem die Winzer die Abwässer in Tanks anliefern und nicht direkt einleiten. Zugabe in den Faulturm erfolgt dann bedarfsgesteuert.

### **Förderprogramme und mögliche Kooperationen:**

Prinzipiell besteht aktuell (2018) eine sehr gute Förderkulisse, bei der die oben aufgeführten Projekte finanziell unterstützt werden können. Eine Auswahl bestehender Programme und Fördermittelgeber:

- Klimaschutz Teilkonzept klimafreundliche Abwasserreinigung (Konzept)
- Klimaschutz Teilkonzept klimafreundliche Abfallwirtschaft (Konzept)
- Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung (Gutachten + investive Mittel)
- Förderprogramme des Bundes (BMU, BMWi, etc.) in denen Teilbereiche investiv gefördert werden
- EU-Projekte

### **Private Haushalte (indirekte Einflüsse)**

#### 7.2.2.4 350, ESW, 610: Angebote schaffen für eine erneuerbare Versorgung (z.B. Nahwärme, PV)

Der Ausbau erneuerbarer Strom- und Wärmeversorgung im Sektor der privaten Haushalte ist deutschlandweit in den letzten Jahren stagniert. Niedrige fossile Wärmebezugspreise als auch die sinkende Förderung technischer Anlagen führt zu dem Bewusstsein, dass kein wirtschaftlicher Betrieb mehr gegeben ist; ganz im Gegenteil: PV-Anlagen haben je nach Konfiguration aufgrund der Eigenstromnutzung ähnliche Amortisationszeiten wie vor 5 Jahren, Nahwärmeverbünde liefern Wärmepreise die durchaus mit aktuellen fossilen Energieträgern mithalten können.<sup>97</sup>

Aufgrund dessen ist es wichtig zu informieren und damit verbunden Angebote zu schaffen (ggf. im Rahmen von entsprechenden Kampagnen). Hierzu könnten gezielt, zusammen mit der Bürgerschaft, Nahwärmeprojekte auch „gemeinsam“ entwickelt bzw. eingebunden werden (Bioenergiedörfer). Ebenso existieren neue Geschäftsmodelle im Bereich von Photovoltaikanlagen. Hier wären z.B. Mieterstrommodelle, PV-Contracting oder die Kampagne 1.000 PV-Anlagen (EU Life ZENAPA Projekt) zu nennen. Letzteres wird vermutlich in den kommenden Jahren (2020-2021) starten.

Weitere Best-Practice Beispiele sind vielfältig und deutschlandweit zu finden. Eine entsprechende Recherche könnte auch die Aufgabe des Klimaschutzmanagements sein.

#### 7.2.2.5 350, 610: Anreize energetische Sanierung (z.B. städtebauliches Sanierungsgebiet → über KfW Quartierskonzepte)

Die Steigerung der Sanierungs- und Effizienzquoten, im Sektor der privaten Wohngebäude, wird als ein entscheidender Baustein zur Energie- und Treibhausgasreduktion angesehen. Hintergrund ist, dass 37 % des Energiebedarfes für Strom und Wärme in den privaten Haushalten entsteht.

Die Sanierungsquote von Eigenheimen liegt aktuell bei unter 1% und damit auf einem sehr niedrigen Niveau. Neben Zuschüssen und Förderprogrammen auf Bundesebene sowie der Kosteneinsparung bestehen i.d.R. keine weiteren finanziellen Anreize der Eigentümer ein Gebäude zu sanieren.

Jedoch besteht die Möglichkeit ein städtebauliches Sanierungsgebiet auszuweisen, unter dem, neben den Förderungen für die Stadt, auch die privaten Haushalte, über steuerliche

---

<sup>97</sup> Wärmepreise aus Nahwärme werden als Vollkosten dargestellt und beinhalten somit nicht nur den reinen Energieträger, sondern auch die Investition, Betrieb, Wartung usw. der technischen Anlage! Oftmals werden diese Preise mit dem Heizölpreis verglichen der allerdings nur den Preis des Rohstoffs darstellt! Werden auch hier Kosten der technischen Anlage hinzugezogen kann eine Parität bzw. eine Besserstellung der Nahwärme erreicht werden.

Absetzungen, ein finanzielle Förderung erhalten. Für die Ausweisung solcher Gebiete sind Voruntersuchungen notwendig, um den Bedarf nachzuweisen.

Diese Konzepte/Voruntersuchungen können über ein KfW-Quartierskonzept abgearbeitet werden und würden damit die Eigenleistung der Stadt aufgrund der 65 prozentigen Förderung mindern. In Vorgesprächen mit der Stadtplanung und GML wurden mögliche KfW-Konzepte diskutiert und ein Quartier als prioritär angesehen: „Friedrich-Ebert-Straße und Umgebung (mit Verlauf zur Cornichonstraße)“.

### **Siedlungsentwicklung**

#### 7.2.2.6 350, 610: Energieeffiziente Neubaugebiete

Städtebauliche Maßnahmen, wie z.B. die Entwicklung von Neubaugebieten in Landau haben auf Grund der langen Nutzungsdauer von Bauten und Infrastrukturen, einen beispielhaften Einfluss auf die langfristige Entwicklung. Die Bauleit- und Stadtplanung ist damit ein wichtiges Instrument, die Ziele politischer Entscheidungen Schritt für Schritt umzusetzen.

Der Themenkreis Umwelt- und Klimaschutz genießt in der Bauleitplanung und Bauordnung eine besondere Aufmerksamkeit. Maßnahmen sollten auf einer Erhöhung der Effizienz, dem Reduzieren des Energiebedarfs und dem Einsatz regenerativer Energieträger beruhen, mit der Folge eines geringeren Primärenergieeinsatzes, der heute sonst zum größten Teil aus fossilen Energieträgern bestritten wird. Eine Reduzierung des Brenn- und Treibstoffeinsatzes von Öl, Kohle und Gas bedeutet die Reduktion von Emissionen an Kohlendioxid und anderen Schadstoffen, was direkt zur Gesundheitsvorsorge, dem Umwelt- und Klimaschutz beiträgt.

Das Baugesetzbuch (BauGB), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) geben dafür einen Rahmen, der durch die Rheinland-Pfälzische Landesbauordnung (LBauO) weiter konkretisiert wird. Letztere ermächtigt die Kommunen auch zum Aufstellen von eigenen Satzungen.

Darüber hinaus besteht in der Stadt Landau ein weiterer Vorteil für die Entwicklung solcher Neubaugebiete:<sup>98</sup> Die Stadt selbst ist Eigentümerin von Grundstücken, welche zu einem neubaugebiet erschlossen werden sollen. Bei anderen Flächen strebt sie die Eigentumsübernahme an. Dies bedeutet, dass die Stadt durch den Verkauf von Grundstücken den Käufern Auflagen (und damit Privatrecht), z.B. hinsichtlich Energiebezug (Anschluss an Kalte- oder Niedertemperatur-Nahwärme), energetische Standards der Gebäude, Grünanlagen, etc. vorgeben kann.

<sup>98</sup> Kommunalen Zwischenerwerb“:

„Für die Entwicklung neuer Wohngebiete, auch im Rahmen der Initiative „Landau baut Zukunft“, wendet Landau das Modell des kommunalen Zwischenerwerbs an. Die Kommune erwirbt die zu entwickelnden Flächen von den Eigentümern und veräußert diese nach Schaffung von Baurecht.“

Bauwerke, Verkehrswege und andere Infrastrukturen verfügen über Lebenszyklen von 50-100 Jahren, teilweise auch weit darüber hinaus. Städtebauliche Maßnahmen setzen daher langfristig wirkende Eckpunkte der politischen Willensbildung. Deren wichtigstes Instrument ist die Bauleitplanung.

Kommunale Satzungen können nicht nur unmittelbar Einfluss auf die Bebauung nehmen, sondern auch künftige bauliche Standards vorbereiten. Bei sorgfältiger Begründung sind örtlich begrenzte Nutzungspflichten für regenerative Energien beziehungsweise der Ausschluss bestimmter Brennstoffe auch über die derzeit geltenden gesetzlichen Regelungen hinaus möglich.

Weitergehende Verpflichtungen können durch städtebauliche Verträge getroffen werden. Hier spielt neben der Bereitschaft von Investoren und Bauträgern auch die Überzeugungskraft seitens der Kommune eine wichtige Rolle. Eine städtebauliche und bautechnische Optimierung hinsichtlich der Nutzung solarer Strahlungsgewinne ist dabei ein wichtiger Baustein - nicht nur für das Durchsetzen von Klimaschutzziele, sondern unter anderem auch für die Wirtschaftlichkeit während der Nutzungsdauer der Gebäude.

**Somit sollte es Ziel der Stadt sein, alle Neubaugebiete energieeffizient zu gestalten!**

Durch die Potenzialanalyse, als auch durch Gespräche/Diskussionen während der Konzeptarbeit, wurden zahlreiche Optionen erarbeitet, wie ein Neubaugebiet versorgt und baulich gestaltet werden kann. Verschiedene Ansätze werden aktuell bereits von der Stadt sowie weiteren Akteuren verfolgt, ausgearbeitet und projiziert. Es sollte jedoch eine wesentliche Prämisse sein, die spezifischen örtlichen Situationen (Nutzung stillgelegter Erdölbohrungen, Abwärmenutzung und kalte bzw. Niedertemperatur Nahwärmesystem, Solarenergie, Baustandards (KfW 55, 40, Passivhaus) bei den geplanten Neubaugebieten zu betrachten und ggf. mit einzubinden.

### **Energieversorgung in kommunaler Verantwortung**

#### 7.2.2.7 Entwicklung und Betriebsführung von Projekten durch Gründung einer städtischen Energieversorgungsgesellschaft (ggf. gemeinsam mit ESW)

Die Energieversorgungsgesellschaft sollte verantwortlich für Management, Organisation und Durchführung von Projekten im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz sein. Insbesondere die Konzipierung und Unterstützung zur Realisierung von Projekten im Sinne einer starken regionalen Wertschöpfung sollte ihre Aufgabe sein.

Die Gesellschaft hat die Aufgabe die erforderliche Kompetenz zur Realisierung von Projekten regional zur Verfügung zu stellen und Projekte mit Partnern umzusetzen. Somit bietet sie Kompetenz und Partnerschaft auf Augenhöhe für alle Akteure, welche eine nachhaltige Ent-

wicklung in Landau unterstützen. Regionale Steuerung von Projekten, regionale Vernetzung zwischen Entscheidern, Kommunen, Banken, Wirtschaft und Bürgern ist das Ziel, um Wertschöpfung und Akzeptanz für die Region zu sichern. Die Gesellschaft könnte auch Unternehmen, Landwirte, Vereine und Bürger bei der Umsetzung von baulichen Maßnahmen sowie der Vernetzung mit Kompetenzen aus regionalem Handwerk und Banken beraten.

Ziele der Gesellschaft könnten sich wie folgt definieren lassen: Region stärken, Sicherung regionaler Wirtschaftskreisläufe und Wertschöpfung, Reduzierung und Stabilisierung der Energiepreise (Stadt, Bürger).

Beispielhafte Projekte von IfaS-Projektpartnern könnten sein:

- Brennstoffaufbereitung (z.B. holzartige Biomasse) und Verkauf<sup>99</sup>
- Inhouse-Contracting (Investition, Betrieb von Heizungsanlagen und Energieversorgung städtischer Liegenschaften)<sup>100</sup>
- Investition in EE-Anlagen<sup>101</sup>
- Glasfaserausbau<sup>102</sup>
- Sowie zahlreiche weitere Projekte in anderen Bereichen (E-Mobilität, Energieversorgung Bürger und Unternehmen, Contracting, Beratung und weitere Dienstleistungen zu den genannten Bereichen...)

### **Regenerative Energieversorgung**

#### 7.2.2.8 EWL, GML, 350: Aufbereitung holzartiger Biomasse (z.B. Grüngut) und Brennstoffeinsatz zur Deckung des Wärmebedarfs städtischer Liegenschaften

Bislang erfolgt überwiegend eine Kompostierung der Grünschnittmengen. Zielsetzung ist es, den hier primär betrachteten Stoffstrom (holzartiger Grünschnitt) für eine energetische Verwertung mengenmäßig so zu steuern, dass eine wirtschaftlich und logistisch optimierte Lösung erreicht wird (insb. thermische Verwertung in einer Heizzentrale). Für diesen Prozess nur eingeschränkt geeignetes bzw. ungeeignetes Material kann weiterhin der Kompostierung zugeführt werden. Die Stadt sollte mit einer derartig integrierten und kreislauforientierten Abfallwirtschaft in die Lage versetzt werden, einen Teil ihrer Strom- und Wärmebedarfe aus den ihnen zur Verfügung stehenden biogenen Stoffströmen zu decken.

Um den Mehraufwand gegenüber dem derzeitigen Verwertungsverfahren (z. B. Aufbereitung und Transport) tragen zu können und somit ein wirtschaftliches Verfahren zu gewährleisten, ist ein ausreichend großes Mengenpotenzial notwendig. Folglich müsste dieser Aspekt eben-

<sup>99</sup> Vgl. Rhein-Hunsrück Entsorgung

<sup>100</sup> Vgl. Rhein-Hunsrück Entsorgung, Nahwärme Birkenfeld, Energiedienstleistungsgesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH

<sup>101</sup> Vgl. Energie-Projekt-Gesellschaft St. Wendeler Land mbH, AöR erneuerbare Energien für Birkenfeld

<sup>102</sup> Vgl. Wurzener Landwerke

falls mit der weiteren Maßnahmenentwicklung geprüft werden. Lösungsmöglichkeiten zur Steigerung der verfügbaren Mengen wären hier etwa ein verändertes Sammelsystem und/oder Einbeziehung der bei den umliegenden Kommunen zusätzlich anfallenden Mengen.

Wesentliche Akteur ist der EWL sowie ggf. zwecks logistischer Unterstützung weitere Akteure (Landwirte oder Maschinen- und Betriebshilfsringe). Auf der anderen Seite betrifft dies Akteure, welche die holzartigen Mengen verwerten können (insb. kommunale und sonstige öffentliche Einrichtungen).

#### 7.2.2.9 ESW: PV- und Speichercontracting

Als Finanzierungsmodell von PV-Anlagen für private Haushalte (evtl. auch Industrie und GHD) könnte ein sogenanntes Contracting-Modell in Frage kommen. Contractinggeber wäre die Energie Südwest AG. Erweitert werden könnte das Modell durch Photovoltaikspeicher.

PV-Contracting bezeichnet eine vertragsgebundene Kooperationsform von Contractinggeber (ESW) und Contractingnehmer (private Haushalte). Der Contractinggeber finanziert, plant, installiert, wartet und betreibt die Anlage, während der Contractingnehmer in der Regel den erzeugten Strom selbst nutzen kann. Der überschüssige Strom wird in das Netz eingespeist. Je nach Modellform finanziert der Contractinggeber die Anlage über pauschale monatliche Beiträge des Contractingnehmers, oder vermarktet den überschüssigen Strom. Auch eine Kombination der Varianten oder andere Modellformen sind möglich. Nach der Vertragslaufzeit geht die Anlage in den Besitz des Contractingnehmers über.

#### 7.2.2.10 350, 610, ESW: Projektierung stillgelegter Erdölbohrung zur geothermischen Nutzung für Einzelobjekte und Nahwärmeverbünde

Bereits zwei stillgelegte Erdölbohrungen wurden für die geothermische Beheizung von Einzelobjekten genutzt (vgl. Abschnitt „Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen“). Für die Zukunft möchten die beteiligten Projektentwickler auch weitere Vorhaben realisieren. Bisher erfolgt eine regelmäßige Abstimmung zwischen dem Erdölförderer Wintershall, der Stadt und der EnergieSüdwest, um die Gelegenheit für weitere Projekte zu ergreifen.

Zu empfehlen ist ergänzend die Einrichtung eines systematischen und möglichst personenunabhängigen Informationskanals von Wintershall an die Stadtverwaltung sobald die Stilllegung und bevor die Schließung einer Erdölbohrung ansteht. Falls dies ohnehin aus genehmigungsrechtlichen Gründen erfolgt, kann vonseiten der Stadtverwaltung die Information an einen kommunalen Projektentwickler weitergegeben werden. Von dort sind dann gemeinsam mit Wintershall weitere Prüfschritte einzuleiten, um ein erfolgreiches Projekt zu starten. Derzeit ist beispielsweise ein offenes Bohrloch in einem Gewerbegebiet stillgelegt. Dann gilt es zügig potenzielle Wärmeabnehmer zu kontaktieren und ein Versorgungskonzept anzubieten.

In der Regel kommen dabei mehrere Kunden in Frage, wodurch die Realisierung nicht von den Vorlieben eines einzelnen Partners abhängen muss. Falls die gemeinsame Stilllegung mehrere Bohrlöcher in einem absehbaren Zeitfenster ansteht, ist auch die Errichtung eines Nahwärmeverbundes oder die Einspeisung in ein bestehendes Wärmenetz zu prüfen. Ideal für die Projektentwicklung ist daher eine GIS-Oberfläche, um relevante Informationen zusammenzuführen. Zusammengefasst ist ein Ablauf zur Projektentwicklung folgendermaßen denkbar:

- Informationskanal Wintershall → Stadt → Projektentwickler etablieren
- Betriebsperspektiven einzelner Bohrlöcher ermitteln (Wintershall)
- Quartalsweise Mitteilung über etwaige Stilllegungen (Wintershall)
- Ggf. Überprüfung der technischen Eignung
- Ermittlung konkreter Wärmesenken oder Wärmenetze
- Potenzielle Temperaturniveaus und Wärmeentzugsleistungen einzelner Bohrlöcher
- Akquisitionsgespräche mit Gebäudeeigentümern
- Einleitung der technischen Projektplanung

#### 7.2.2.11 35, ESW, GML: Erweiterung der Wärmeverbände und Lückenschluss zu privaten Liegenschaften

##### Ausgangssituation und Projektziel

Derzeit werden in Landau einige öffentliche Liegenschaften, i.d.R. Schulen und Verwaltungsgebäude, mit Nahwärme versorgt, siehe Abbildung 7-5. Die Wärmeversorgung erfolgt auf Biomassebasis. Zur Deckung der Spitzenlast wird Erdgas eingesetzt. Im Folgenden soll für ausgewählte Nahwärmeverbände die Möglichkeit einer Netzerweiterung geprüft werden.

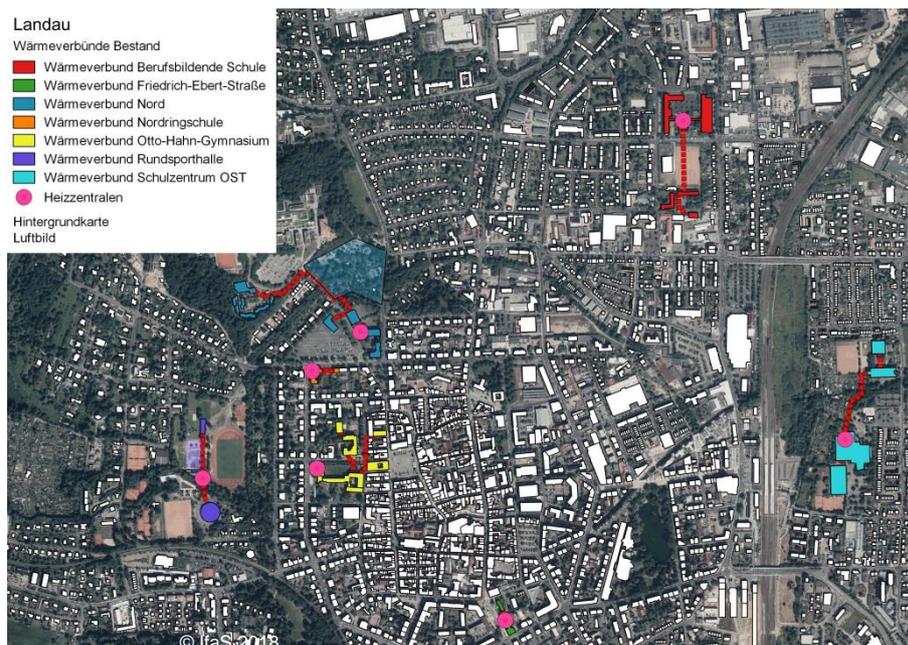


Abbildung 7-5: Übersicht bestehende Nahwärmeverbände Landau

Die Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung der Bebauungsdichte, der Distanz zwischen Heizzentrale und potenziellen Anschlussnehmern, den installierten Kesselleistungen sowie der Entfernung zwischen den einzelnen (Nah-)Wärmeverbänden wie folgt festgelegt:

- Erweiterung Wärmeverbund Otto-Hahn-Gymnasium (OHG)
- Erweiterung Wärmeverbund Schulzentrum Ost (SZO)
- Lückenschuss zwischen den Wärmeverbänden OHG/Nordringschule/Nord

### **Datenerhebung und -grundlage**

Zur Ermittlung der derzeit an die Wärmeverbände angeschlossenen Liegenschaften dienen die Lagepläne<sup>103</sup>. Aus dem „Energiebericht 2015“<sup>104</sup> wurden die witterungsbereinigten Wärmebedarfe entnommen. Zu den betrachteten Anschlussarealen (nachfolgend Erweiterungsbereiche genannt) lagen zum Zeitpunkt der Maßnahmenentwicklung keine Realdaten vor, sodass eine reine Erdgasnutzung (ohne Brennwerttechnik) angenommen wurde. Die Wärmebedarfe der projektrelevanten Liegenschaften wurden anhand gebäudespezifischer Kennwerte und einer GIS-basierten Gebäudeflächenermittlung berechnet. Als projektrelevant gelten Wohngebäude und öffentliche Liegenschaften, wohingegen Nebengebäude (z.B. Garagen) nicht betrachtet werden.

Die Energieträgeraufteilung der Wärmeverbände ist in Tabelle 7-1 dargestellt. Die Erdgasdaten enthalten keine Wirkungsgradverluste wohingegen die Biomassedaten alle Verluste beinhalten.<sup>105</sup>

Tabelle 7-1: Übersicht Energieträgeraufteilung<sup>106</sup>

Wärmenetz	Energieträgeraufteilung					
	Erdgas (ohne Verluste)			Biomasse (inkl. Verluste)		
	2015 [MWh/a]	2016 [MWh/a]	Mittelwert [kWh/a]	2015 [MWh/a]	2016 [MWh/a]	Mittelwert [kWh/a]
Wärmeverbund Nordringschule	60	60	60.000	212	287	249.500
Wärmeverbund Nord	144	195	169.500	1.216	1.262	1.239.000
Wärmeverbund Otto-Hahn-Gymnasium	375	634	504.500	898	783	840.500
Wärmeverbund Schulzentrum Ost	435	380	407.500	836	801	818.500
Wärmeverbund Rundsporthalle	258	275	266.500	557	503	530.000
Wärmeverbund Berufsbildende Schule	-	-	-	-	-	-
Wärmeverbund Friedrich-Ebert-Straße	-	-	-	-	-	-

<sup>103</sup> Zur Verfügung gestellt vom Gebäudemanagement: Mail von Herrn Axel Kasprzyk am 16. Oktober 2017

<sup>104</sup> Universitätsstadt Landau in der Pfalz, Dipl. -Ing. (FH) Axel Kasprzyk (Verfasser): „Energiebericht 2015 - Stadt Landau in der Pfalz“ (2015)

<sup>105</sup> Quelle: Energieträgeraufteilung aus den Jahren 2015 und 2016: Mail von Herrn Axel Kasprzyk am 8. März 2018

<sup>106</sup> Quelle: Energieträgeraufteilung aus den Jahren 2015 und 2016: Mail von Herrn Axel Kasprzyk am 8. März 2018

## Leitungsnetz und Wärmebedarfe in den Erweiterungsbereichen

Die Beschaffenheit der installierten Nahwärmeleitungen war zum Zeitpunkt der Maßnahmenentwicklung unbekannt, somit wurde mit der Neuinstallation aller Hauptleitungen (Kunststoffverbundmantelrohre) kalkuliert. Hierzu wurde die Hauptrasse in Luftbildkarten straßenmittig eingetragen und die Rohrnetzlänge anschließend ausgemessen. Die Anschlussleitungen (flexible Kunststoffmediumrohre) wurden pauschal mit 8 m pro Gebäude einkalkuliert. Die Netzparameter der einzelnen Maßnahmen sind in Tabelle 7-2 zusammengefasst.

Tabelle 7-2: Netzparameter der Maßnahmen im Überblick

	Erweiterung OHG	Erweiterung SZO	Lückenschluss
Anschlussquote	70,00%	100,00%	70,00%
Anzahl Anschlussnehmer	66	54	111
Gesamtlänge des Rohrnetzes	2.706 m	1.072 m	5.239 m
Nutzenergiebedarf (Wärmeabsatz)	1.869.420 kWh/a	504.150 kWh/a	3.076.605 kWh/a
Endenergie (neu, inkl. Verluste)	2.484.609 kWh/a	670.056 kWh/a	4.089.055 kWh/a
Mindestwärmeabsatz	691 [kWh/m*a]	470 [kWh/m*a]	587 [kWh/m*a]

Die Gesamtlänge des Rohrnetzes beinhaltet die Längen der Haupt- und Anschlussleitungen. Weil angenommen werden kann, dass nicht alle Anrainer im Erweiterungsbereich an einem Netzanschluss interessiert sind, wurde bei der Erweiterungsmaßnahme OHG und der Maßnahme Lückenschluss eine Anschlussquote von 70% berücksichtigt. Die Wärmebedarfsdichte, als Kennzahl der Netzeffizienz, dient der KfW-Bankengruppe als Förderkriterium. Eine Förderung aus dem Programm „Erneuerbare Energien Premium“ wird ab einer Mindestwärmebedarfsdichte von 500 kWh/m\*a bewilligt.

Im Erweiterungsbereich OHG liegen 94 projektrelevante Gebäude, darunter sowohl Verwaltungs- als auch Wohngebäude. Die Gebäude des Wärmeverbands OHG (blau umrandet) befinden sich in der Mitte des geplanten Anschlussbereichs. Der Erweiterungsbereich SZO umfasst 54 Wohngebäude und grenzt östlich an den bestehenden Wärmeverbund (blau umrandet). Die geplante Trassenführung (grün) und Verteilung der Wärmebedarfe ist für beide Maßnahmen in Abbildung 7-6 kartographiert.

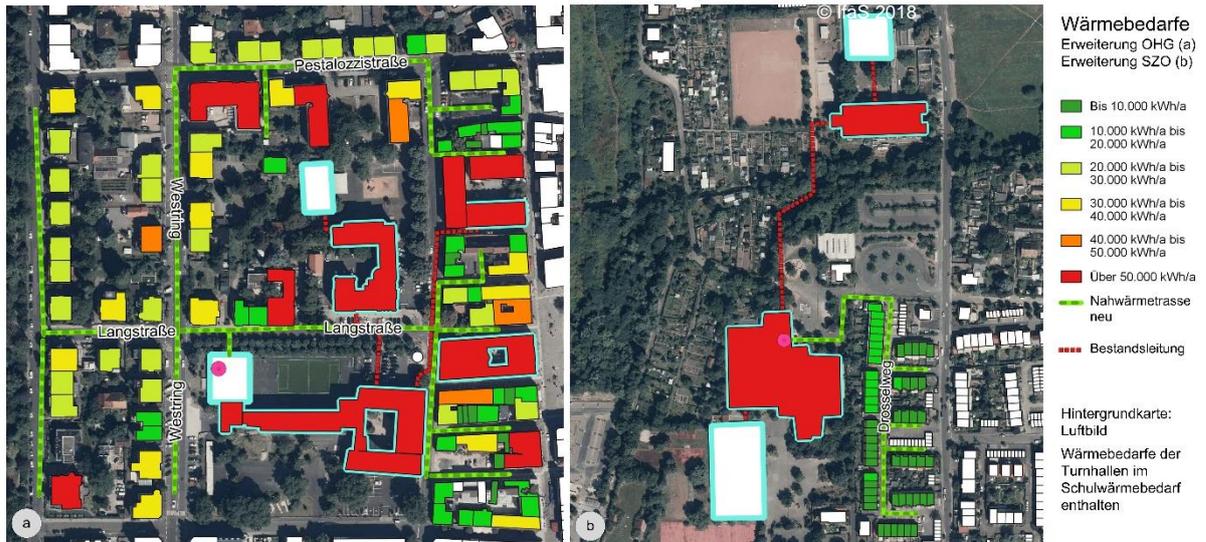


Abbildung 7-6: Wärmebedarfe der Maßnahme Erweiterung Nahwärmeverbund OHG und SZO

Der geplante Anschlussbereich des Lückenschlusses, zwischen den innerstädtischen Wärmeverbänden, umfasst 158 projektrelevante Gebäude. Der geplante Anschlussbereich konzentriert sich auf das Areal rund um die Wärmeverbände OHG und Nordringschule sowie auf das Wohngebiet östlich des Max-Slevogt-Gymnasiums (Wärmeverbund Nord). Eine Besonderheit ergibt sich für die Liegenschaften im Bereich „Am Bürgergraben“, westlich des Zoos. Aufgrund der wohngebäudetypischen, geringen Wärmebedarfe wurde angenommen, dass ein Anschluss an die Bestandsleitung (rot) erfolgen kann. Die Verteilung der Wärmebedarfe und die Verortung der geplanten Hauptleitung (grün) ist in Abbildung 7-7 dargestellt.

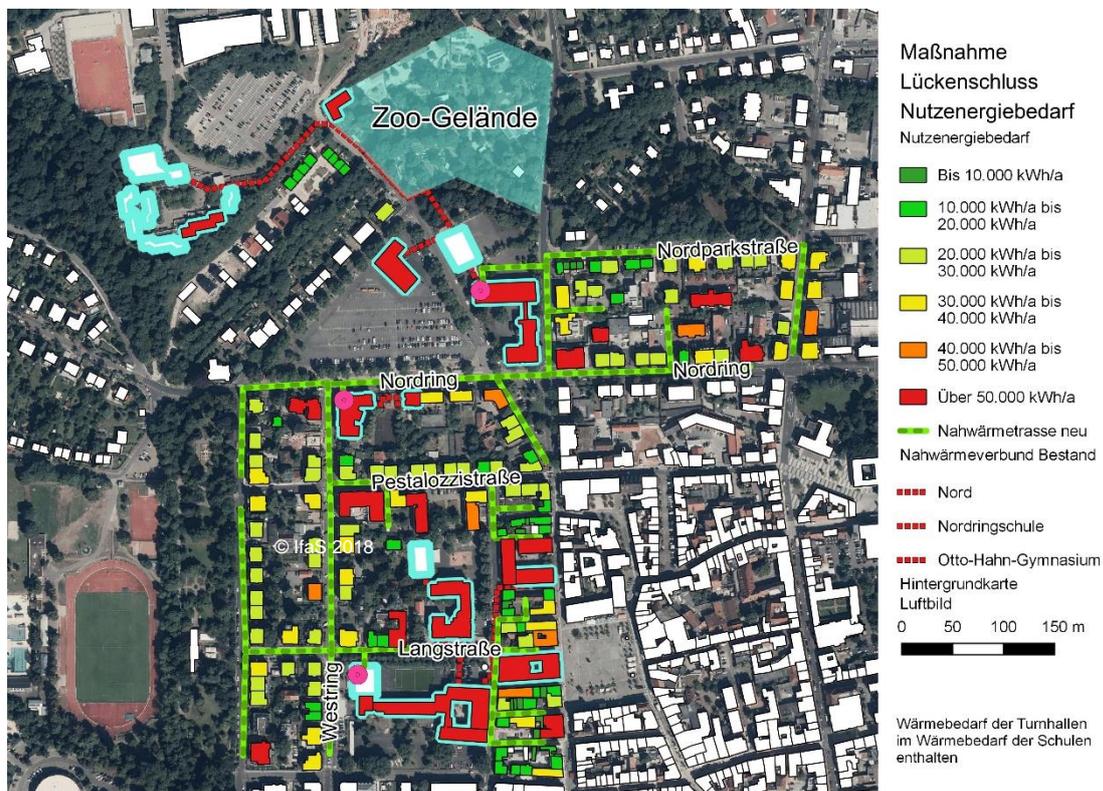


Abbildung 7-7: Wärmebedarfe der Maßnahme „Lückenschuss“

## Technische Auslegung der Wärmeerzeuger

Aus den installierten Kesselleistungen und der Energieträgeraufteilung (siehe Tabelle 7-1) konnten die freien Kesselleistungen/-kapazitäten berechnet werden, siehe Tabelle 7-3.

Tabelle 7-3: Derzeit installierte Kesselleistungen<sup>107</sup>

Wärmelieferung	Biomassekessel			Erdgaskessel		
	Kesselleistung			Kesselleistung		
	installiert [kW]	derzeit benötigt [kW]	frei [kW]	installiert [kW]	derzeit benötigt [kW]	frei [kW]
Wärmeverbund Nordringschule	150	90	60	250	30	220
Wärmeverbund Nord	440	420	20	315	80	550
				315		
Wärmeverbund Otto-Hahn-Gymnasium	650	290	360	650	230	1.170
				750		
Wärmeverbund Schulzentrum Ost	700	280	420	900	190	1.610
				900		

Unter der Voraussetzung, dass 80% der Wärme durch den Biomassekessel geliefert werden und dieser 40% der Gesamtleistung bereitstellt, ergeben sich die Brennstoffmengen und zusätzlichen Kesselleistungen zur Versorgung der Erweiterungsbereiche, siehe Tabelle 7-4. Der Erdgaskessel wird als Redundanz ausgelegt.

Tabelle 7-4: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen

Maßnahme		Kesselleistung			Wärme- lieferung [kWh/a]	Brennstoff- menge
		Erweiterungs- bereich [kW]	Freie Kapazität [kW]	Zusätzlich benötigt [kW]		
Erweiterung OHG	Biomasse	320	360	keine	1.987.687	602 t/a
	Erdgas	783	1.170	keine	496.922	49.692 m³/a
Erweiterung SZO	Biomasse	90	420	keine	536.045	162 t/a
	Erdgas	223	1.610	keine	134.011	13.401 m³/a
Lückenschluss	Biomasse	450	440	110	3.271.244	991 t/a
	Erdgas	1.080	1.940	keine	817.811	81.781
<b>Teilnetze Lückenschluss</b>						
Wärmeverbund Otto-Hahn-Gymnasium	Biomasse	270	360	keine	-	-
	Erdgas	656	1.170	keine	-	-
Wärmeverbund Nordringschule	Biomasse	50	60	keine	-	-
	Erdgas	113	220	keine	-	-
Wärmeverbund Nord	Biomasse	130	20	110	-	-
	Erdgas	311	550	keine	-	-

<sup>107</sup> Quelle: Leistungen der Spitzenlastkessel: Mail von Herrn Axel Kasprzyk am 16. November 2017; Leistung der Biomassekessel: "Energiebericht 2015", Seite 24 ff. Weiter Annahmen: durchschnittliche Vollbenutzungsstunden: 1800 h/a, Gleichzeitigkeitsfaktor: 0,6

Bei den Erweiterungsmaßnahmen werden keine zusätzlichen Kesselleistungen benötigt. Lediglich bei der Maßnahme Lückenschluss ergibt sich ein Leistungsdefizit, sodass die Installation eines 110 kW Biomassekessels in der Heizzentrale Nord berücksichtigt wird.

### **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Zunächst wurden aus der technischen Vorplanung die Investitionen überschlägig ermittelt und über die Laufzeit auf Jahreskosten umgelegt. Nach VDI 2067 wurden anschließend Verbrauchs-, Betriebs- und sonstige Kosten (z. B. Versicherung) zuaddiert. Dabei wurden nachfolgende Annahmen getroffen:

- Die zusätzlichen Kessel werden in die bestehenden Heizzentralen integriert.
- Die derzeit verfügbaren Lagerflächen für den Holzbrennstoff sind ausreichend.
- Die technische und kaufmännische Betriebsführung wird durch vorhandenes Personal durchgeführt.

Zur Berechnung der Versorgungskosten wurden die Preise aus Tabelle 7-5 angesetzt.

Tabelle 7-5: Brennstoffpreise<sup>108</sup>

Brennstoffpreise (brutto)	
Holzhackschnitzel WG35	27,75 €/MWh
Erdgas	0,0529 €/kWh (Arbeitspreis)
Strom	0,25 €/kWh

Zusätzlich wurden nachfolgende Fördermittel und -programme berücksichtigt:

- Förderprogramm „Erneuerbare Energien – Premium“ (KfW-Bankengruppe), inklusive dem Zusatzprogramm „Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)“
- Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS) (Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz)

In Tabelle 7-6 sind die überschlägig ermittelten Investitionen und Kosten, unter Berücksichtigung der Förderprogramme dargestellt.

<sup>108</sup> Quelle: Heizöl (Mittelwert): [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) (Energiedaten); Holzhackschnitzel WG 35: [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de) (Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln); Holzpellets: [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de) (Der Holzpellet-Preis-Index); Strom(Mittelwert): [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de) (Energiedaten)

Tabelle 7-6: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis

	Erweiterung OHG	Erweiterung SZO	Lücken- schluss
<b>Investitionen</b>	<b>1.618.683 €</b>	<b>805.717 €</b>	<b>3.061.740 €</b>
Kessel, Pufferspeicher	0 €	0 €	68.330 €
Netz und Hausübergabestationen	1.471.530 €	732.470 €	2.715.070 €
Planungskosten (Pauschal 10% der Investitionen)	147.153 €	73.247 €	278.340 €
<b>Förderung</b>	<b>491.172 €</b>	<b>267.251 €</b>	<b>915.168 €</b>
KfW "Erneuerbare Energien – Premium" inkl. APEE	337.421 €	193.824 €	622.454 €
Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS)	153.751 €	73.427 €	292.714 €
<b>Investitionen abzgl. Förderung</b>	<b>1.127.511 €</b>	<b>538.466 €</b>	<b>2.146.572 €</b>
Kapitalkosten	47.150 €	22.360 €	90.310 €
Verbrauchskosten	78.610 €	21.200 €	129.350 €
Betriebskosten	22.370 €	11.170 €	42.800 €
Sonstige Kosten	5.160 €	2.380 €	9.580 €
Wärmegestehungskosten netto	153.290 €	57.110 €	272.040 €
<b>Wärmegestehungskosten brutto</b>	<b>182.415 €</b>	<b>67.961 €</b>	<b>323.728 €</b>
Wärmegestehungspreis netto	0,0820 €/kWh	0,1133 €/kWh	0,0884 €/kWh
Wärmegestehungspreis brutto	0,0976 €/kWh	0,1348 €/kWh	0,1052 €/kWh

Falls nicht anders gekennzeichnet, handelt es sich bei den Angaben um Nettopreise/-kosten

Der Wärmegestehungspreis ist als Schätzwert zu verstehen. Er beinhaltet kapitalgebundene Kosten sowie Verbrauchs- und Betriebskosten und stellt somit keinen Arbeitspreis (Preis pro kWh abgenommener Nahwärme) für den Endkunden dar.

Des Weiteren wird in der Erweiterungsmaßnahme SZO die Mindestwärmebedarfsdichte zur Beantragung der KfW-Förderung nicht erreicht, weil die ermittelten Wärmebedarfe aber auf Kennwerten basieren und diese erfahrungsgemäß von den Realdaten abweichen und ferner das Defizit der Wärmebedarfsdichte nur 30 kWh/m\*a beträgt, wurde dennoch die KfW-Förderung berücksichtigt.

### **Fazit**

Aus der Maßnahmenprüfung geht hervor, dass eine Erweiterung im Bereich des Nahwärmeverbunds OHG, mit einem Wärmegestehungspreis von 0,0976 € brutto, am ökonomischsten ist. Auch der Lückenschluss, mit einem Wärmegestehungspreis von 0,1052 €, kann als wirtschaftlich angesehen werden. Der Lückenschluss im innerstädtischen Bereich weist zudem den Vorteil auf, dass Wärmeenergie ggf. aus drei Heizzentralen in das Wärmenetz eingespeist und somit die Versorgungssicherheit und Effizienz der Anlagen erhöht werden kann.

In der Erweiterungsmaßnahme SZO wird ein Wärmegestehungspreis von 0,1348 € brutto erreicht. Grund hierfür sind die recht geringen (ermittelten) Wärmebedarfe im Anschlussbe-

reich und die lange Nahwärmeleitung von der Heizzentrale hin zu den potenziellen Wärmeabnehmern. Hier könnte die Erhebung eines Baukostenzuschusses den Wärmegestehungspreis reduzieren. Der Baukostenzuschuss stellt seitens des Netzbetreibers eine Form von Eigenkapital dar und reduziert somit den fremd zu finanzierenden Anteil der Investitionen und die kapitalgebundenen Kosten. Seitens der Anschlussnehmer sind die Anschlusskosten abgegolten und müssen nicht über die jährliche Grundgebühr abgerechnet werden.

Diese Betrachtung dient als eine erste Einschätzung, ob die genannten Projekte ökologisch und ökonomisch von Interesse sein könnten um eine Empfehlung zum weiteren Handeln zu geben. Für alle vorgestellten Maßnahmen empfiehlt sich für das weitere Vorgehen zunächst die Erhebung von Realdaten bezüglich der Gebäude- und Heizungsdaten sowie erste Gespräche mit Abnehmern, Betreibern und Lieferanten zu führen. Erst eine fundierte Realdatenbasis ermöglicht eine exakte Beurteilung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit. Hierbei sollte auch geprüft werden, inwieweit ein Anschluss von potenziellen Nahwärmeabnehmern an Bestandsleitungen möglich ist. Bei einem Nahwärmeprojekt entfallen auf das Rohrleitungssystem die anteilig höchsten Investitionen, somit liegt hier auch ein großes Kosteneinsparpotenzial.

### 7.2.3 Handlungsfeld 3: Mobilität

#### 7.2.3.1 Alternative Antriebe

Die Stadtverwaltung unterhält derzeit einen Fuhrpark und verursacht somit einen jährlichen Treibhausgasausstoß. Als Alternative hierzu kommen alternative, klimafreundliche Antriebstechnologien in Frage. Unter Berücksichtigung von Laufleistungen, Leasingraten sowie Kraftstoffverbräuchen und Emissionen wird eine Umstellung des kommunalen Fuhrparks, bei jeder Maßnahme zur Ersatzbeschaffung, empfohlen.

Auch wenn die Stadt grundsätzlich haushaltsrechtlich an das Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit gebunden sind, hat sie gleichzeitig die Möglichkeit, Art und Bedarf der zu beschaffenden Fahrzeuge zu bestimmen. Sie kann festlegen, welche Umweltstandards ihr Fuhrpark zu erfüllen hat, und so die Beschaffung von alternativen, klimafreundlichen Antriebstechnologien zu fördern und eine Vorbildfunktion einnehmen.

Damit einhergehend soll natürlich auch die Bevölkerung mitgenommen werden. Ziel ist der sukzessive Ausbau des Anteils der alternativen, klimafreundlichen Antriebstechnologien. Es ist davon auszugehen, dass sich der Markt mit der Verbesserung der Speichertechnologien zunehmend für die Elektromobilität öffnen wird. Die Stadt kann nur bedingt auf den Ausbau der Elektromobilität Einfluss nehmen, jedoch gibt es auch hier verschiedene Ansatzpunkte zur Unterstützung des Ausbaus. Durch eine öffentlichkeitswirksame Präsentation der Elekt-

romobilität in Form von Informationsveranstaltungen und den Betrieb eigener Elektromobile kann die Stadtverwaltung das Thema in die Öffentlichkeit tragen. Zudem kann der Anteil der Elektromobilität durch den Ausbau eines entsprechenden Stromtankstellennetzes gesteigert werden. Projekte wie das ESEL-Carsharing der ESW und der damit einhergehende Ausbau der Ladestationen in Landau und den Stadtdörfern tragen maßgeblich dazu bei, und sollten konsequent gefördert und unterstützt werden.

#### 7.2.3.2 Integrierte Verkehrsplanung

Bei einer integrierten Verkehrsplanung werden verkehrsträgerübergreifende Aspekte des Verkehrsgeschehens mit den Wechselwirkungen zwischen Verkehr, Raumstruktur, Umwelt, Technik und Wirtschaft berücksichtigt.

Das Mobilitätskonzept Landau hat die Aufgabe, alle unterschiedlichen Akteure zu vernetzen. Die Mobilitätsformen Nahmobilität, Rad- und Fußverkehr, öffentlicher Verkehr, MIV und Wirtschaftsverkehr werden hierbei berücksichtigt. Das Mobilitätskonzept bearbeitet dabei Themen wie Verkehrs- und Mobilitätsmanagement, barrierefreie Mobilität, Verkehrssicherheit, sowie Klima- und Umweltschutz. Für die Erstellung des Mobilitätskonzepts Landau ist eine Bearbeitungszeit von zwei Jahren vorgesehen. Die Bearbeitung ist unterteilt in folgende grundsätzliche Arbeitsphasen: Leitbild- und Zieldefinition, Bestandsanalyse, Prognosebetrachtung, Handlungsfelder und Maßnahmen, Maßnahmenbewertung und Umsetzungskonzept.

Die Umsetzung des in Bearbeitung befindlichen Mobilitätskonzeptes der Stadt sollte durch den Klimaschutzmanager mit unterstützt werden.

## 8 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien)

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen der Stadt Landau 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 eines mit der Steuerungsgruppe diskutierten Szenarios aufgesetzt und beinhaltet die ermittelten Energieeinsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte (vgl. Kapitel 4.1) und die Potenziale regenerativer Energieerzeugung (siehe Kapitel 5). 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

Potentialbereich Strom	Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2050							
	Heute		2030		2040		2050	
Wind	0,0 MW	0%	43,0 MW	100%	43,0 MW	100%	43,0 MW	100%
Photovoltaik auf Dachflächen	18,0 MW	6%	142,9 MW	45%	230,4 MW	72%	317,9 MW	100%
Photovoltaik auf Freiflächen	2,0 MW	8%	7,8 MW	33%	7,8 MW	33%	23,7 MW	100%
Wasserkraft	0,0 MW	0%	0,004 MW	100%	0,004 MW	100%	0,004 MW	100%
Biogas für KWK-Anlagen	0,0 MWeI	0%	0,2 MWeI	50%	0,4 MWeI	100%	0,4 MWeI	100%
<b>Installierte Leistung</b>	<b>20,0 MW</b>		<b>193,9 MW</b>		<b>281,6 MW</b>		<b>385,0 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 (vgl. Kapitel 4). Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der forcierte Umbau der Energiesysteme jedoch auch eine steigende Nachfrage an Strom mit sich führen. So werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität) und der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage im Betrachtungsgebiet führen (vgl. dazu Abbildung 8-1).

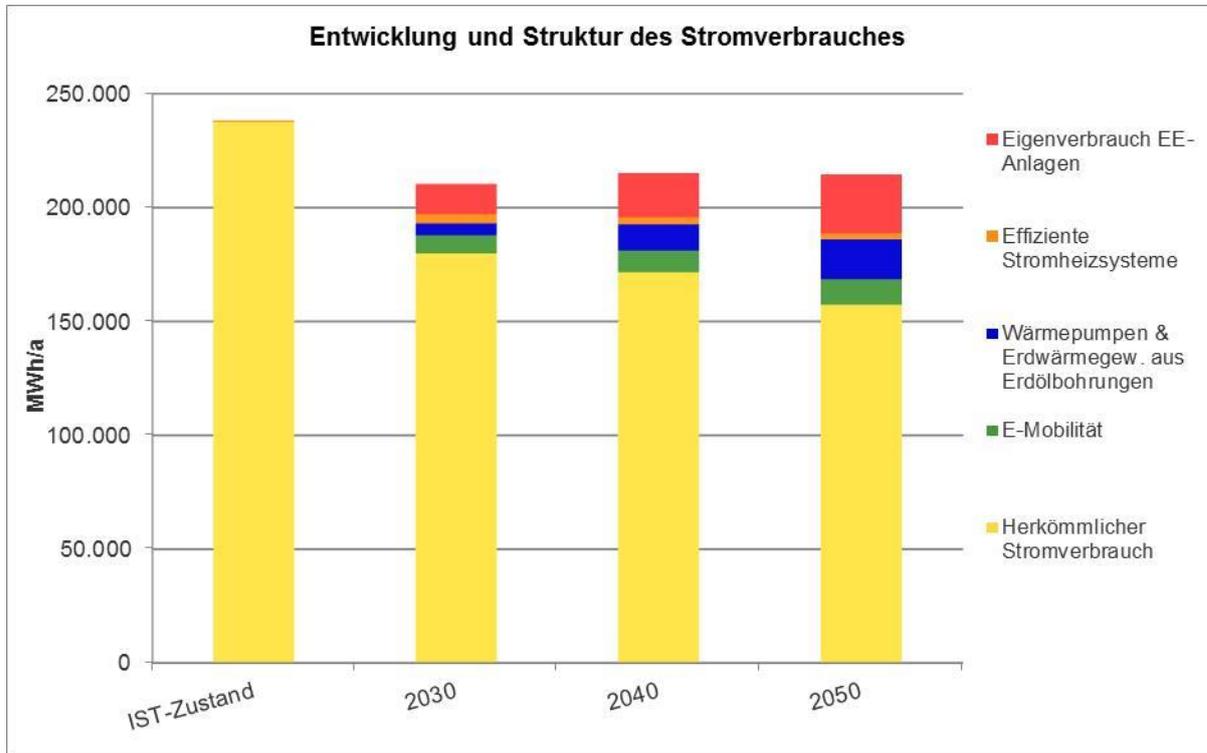


Abbildung 8-1: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050

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.

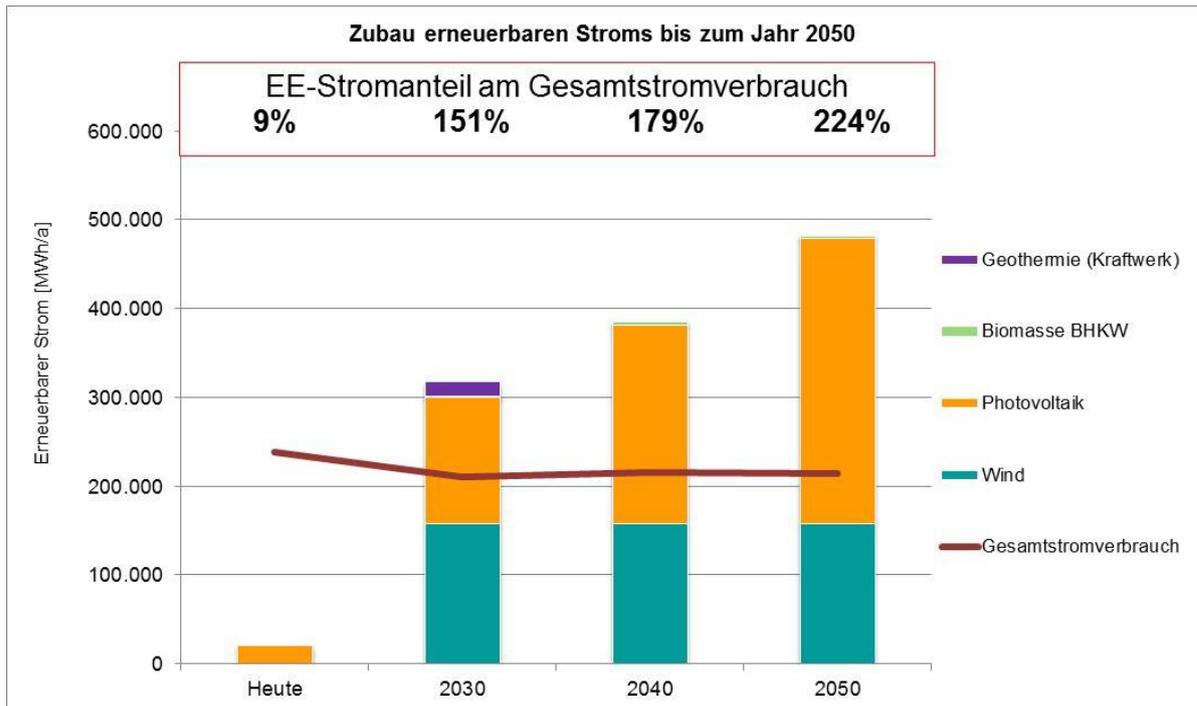


Abbildung 8-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050

Ab dem Jahr 2030 können durch Erneuerbare Energien etwa 317.700 MWh/a elektrischer Strom produziert werden. Diese Menge reicht aus um den Strombedarf zu 151% abzudecken. Bei voller Ausschöpfung der nachhaltigen Potenziale kann der steigende Strombedarf bis zum Jahr 2050 (vor allem durch Elektromobilität) zu 224% regional gedeckt werden<sup>109</sup> (siehe Abbildung 8-2.). 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>110</sup>

<sup>109</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

<sup>110</sup> Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbau, 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.

## 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 (vgl. Kapitel 4.1) sowie einem vollständigen Ausbau der Potenziale „Erneuerbare Energieträger“ (vgl. Tabelle 8-1) ausgeht. Dabei wurden folgende Annahmen berücksichtigt:

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

Potenzialbereich Wärme	Szenario einzelner EE -Techniken bis zum Jahr 2050							
	Heute		2030		2040		2050	
Solarthermie	4,6 MW	10%	19,2 MW	47%	29,9 MW	74%	40,6 MW	100%
Geothermie & Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen	0,2 MW	1%	7,8 MW	42%	17,1 MW	71%	26,4 MW	100%
Biomasse Festbrennstoffe - Fowi	1,3 MW	81%	1,5 MW	89%	1,5 MW	94%	1,6 MW	100%
Biomasse Festbrennstoffe - Sonstige	0,0 MW	0%	4,8 MW	50%	9,5 MW	100%	9,5 MW	100%
Biogas für KWK-Anlagen	0,0 MWth	0%	0,2 MWth	50%	0,5 MWth	100%	0,5 MWth	100%
<b>Installierte Leistung</b>	<b>6,1 MW</b>		<b>33,4 MW</b>		<b>58,5 MW</b>		<b>78,7 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>111</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 Feuerstättenanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt. In Kapitel 2 hat sich bereits gezeigt, dass derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken. Aus diesem Grund werden hier auch die in Kapitel 4 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen.

Die nächste Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Ausbauszenarios (siehe dazu Abbildung 8-3) im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmemenge (rote Linie) deutlich.

<sup>111</sup> Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand und der Ausbau von KWK-Anlagen.

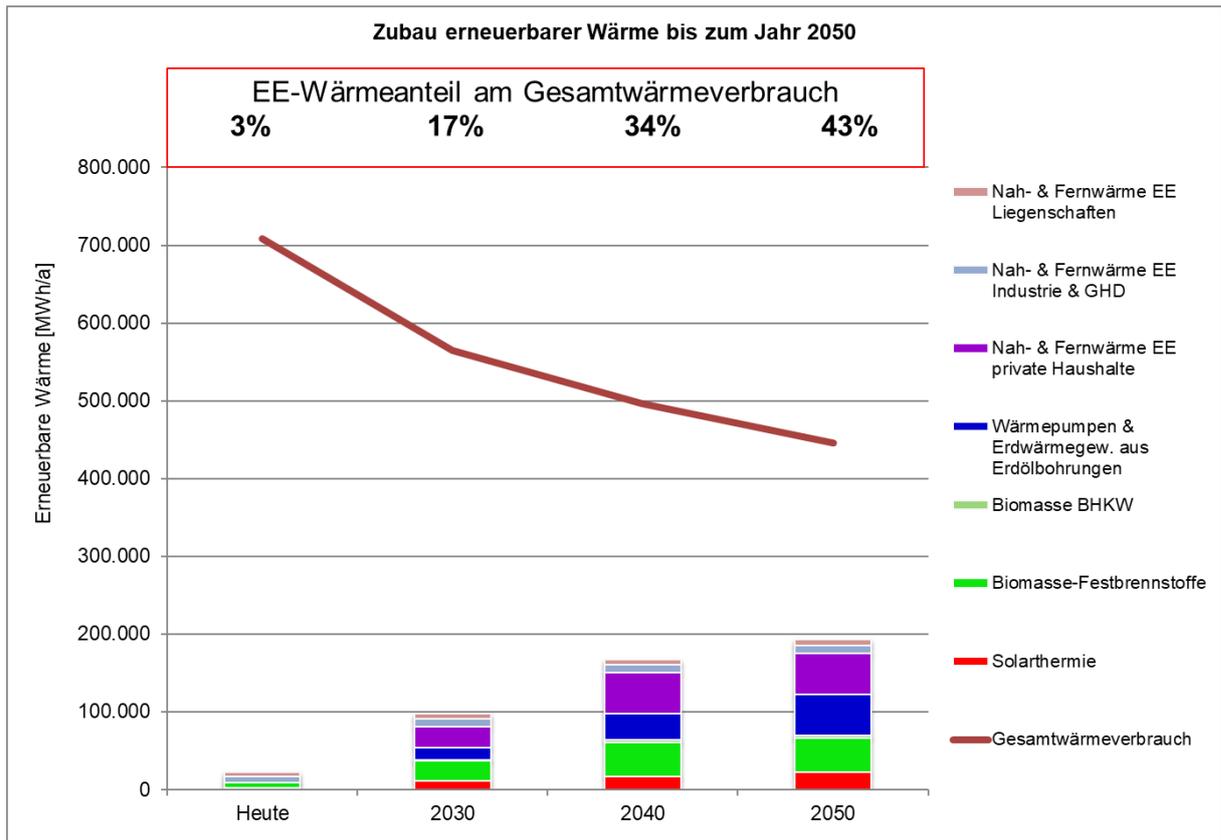


Abbildung 8-3: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050

Der aktuelle Gesamtwärmebedarf der Stadt in Höhe von ca. 708.500 MWh/a (siehe Kapitel 2.1.2) reduziert sich im Jahr 2030 um ca. 20%. Zum gleichen Zeitpunkt wird unter Berücksichtigung der Energieeinsparung ca. 17% des Gesamtwärmebedarfes durch Erneuerbare Energieträger versorgt werden. Für den Gesamtwärmeverbrauch der Stadt Landau kann bis zum Jahr 2050<sup>112</sup> ein Einsparpotenzial von ca. 37% gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Die Potenzialanalysen aus Kapitel 5 kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 zu 43% aus regenerativen Energieträgern abgedeckt werden kann (vgl. Abbildung 8-3).

### 8.3 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. 1,3 Mio. MWh um fast die Hälfte im Jahr 2050 reduzieren. Die folgende Abbildung verdeutlicht dies noch einmal.<sup>113</sup>

<sup>112</sup> Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

<sup>113</sup> Der Gesamtenergieverbrauch in den Energieszenarien 2020 bis 2050 bildet sich nicht aus der Addition der Werte in den drei o. g. Textabschnitten zur Beschreibung der zukünftigen Energieverbräuche in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Grund hierfür ist eine Sektoren überschreitende Bilanzierung des eingesetzten Stroms für Stromheizsysteme (ebenfalls im Sektor Wärme aufgeführt) und die Elektromobilität (ebenfalls im Sektor Verkehr aufgeführt). In der Einzelbetrachtung werden die hierfür benötigten Strommengen zunächst auch dem Sektor Strom zugerechnet, um die Gesamtverbräuche je Sektor sichtbar zu machen.

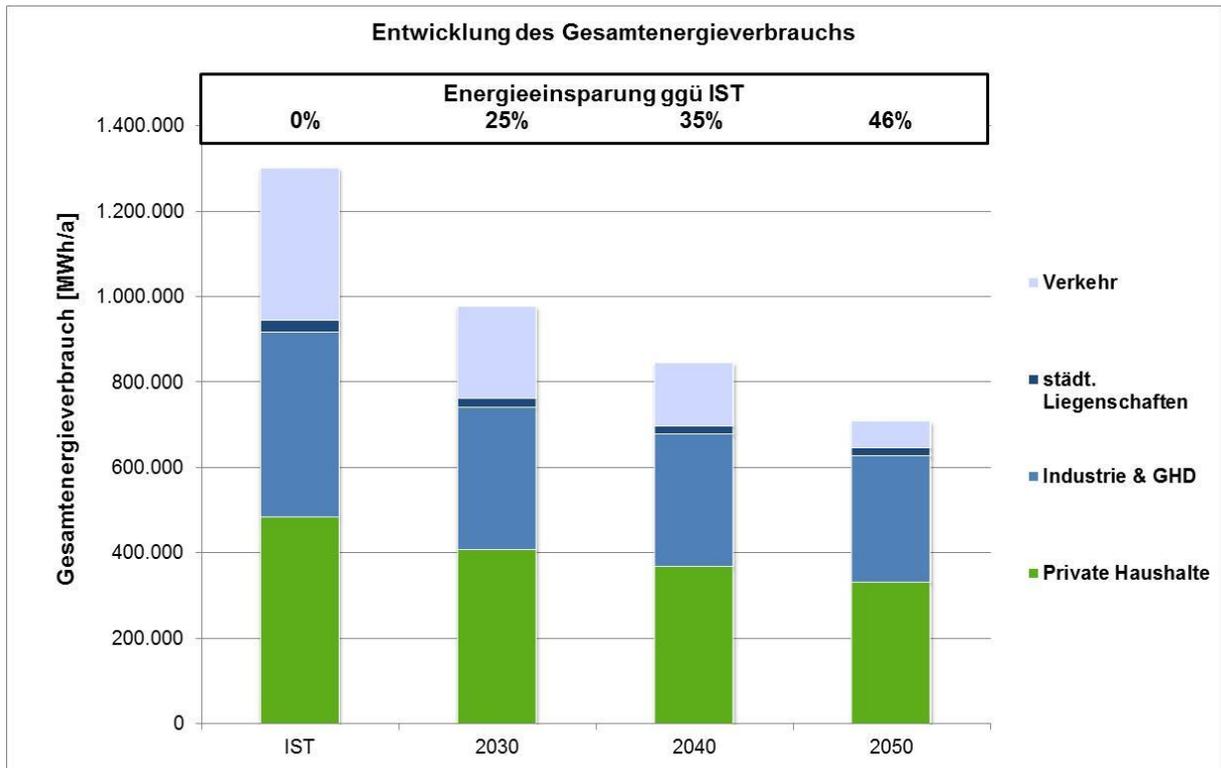


Abbildung 8-4: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050

Die in der obenstehenden Abbildung erkennbaren Energieeinsparungen im Bereich Verkehr beruhen auf dem zunehmenden Anteil an Elektrofahrzeugen, deren Motoren eine höhere Effizienz aufweisen (siehe Kapitel 4.4)<sup>114</sup>. Die Verbrauchergruppe private Haushalte trägt ebenfalls zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senkt (vgl. dazu Kapitel 4.1). Durch einen prognostizierten Mehrverbrauch aufgrund von z. B. Eigenstromverbrauch der EE-Anlagen, (vgl. Abbildung 8-1) kann sich der stationäre Energieverbrauch dieser beiden Verbrauchergruppen leicht erhöhen.<sup>115</sup>

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>114</sup> Im Vergleich zu Motoren, die mit Ottokraftstoffen oder Diesel betrieben werden.

<sup>115</sup> Der Eigenstromverbrauch der PV-Freiflächenanlagen wird der Verbrauchergruppe Industrie & GHD zugerechnet. Den privaten Haushalten wird der Eigenstromverbrauch der PV-Dachflächenanlagen zugeordnet. Je nachdem wie sich dieses Verhältnis verändert (z. B. durch Errichtung von PV durch städtische Liegenschaften), wird sich die Zuordnung des Eigenstromverbrauchs der EE-Anlagen ändern.

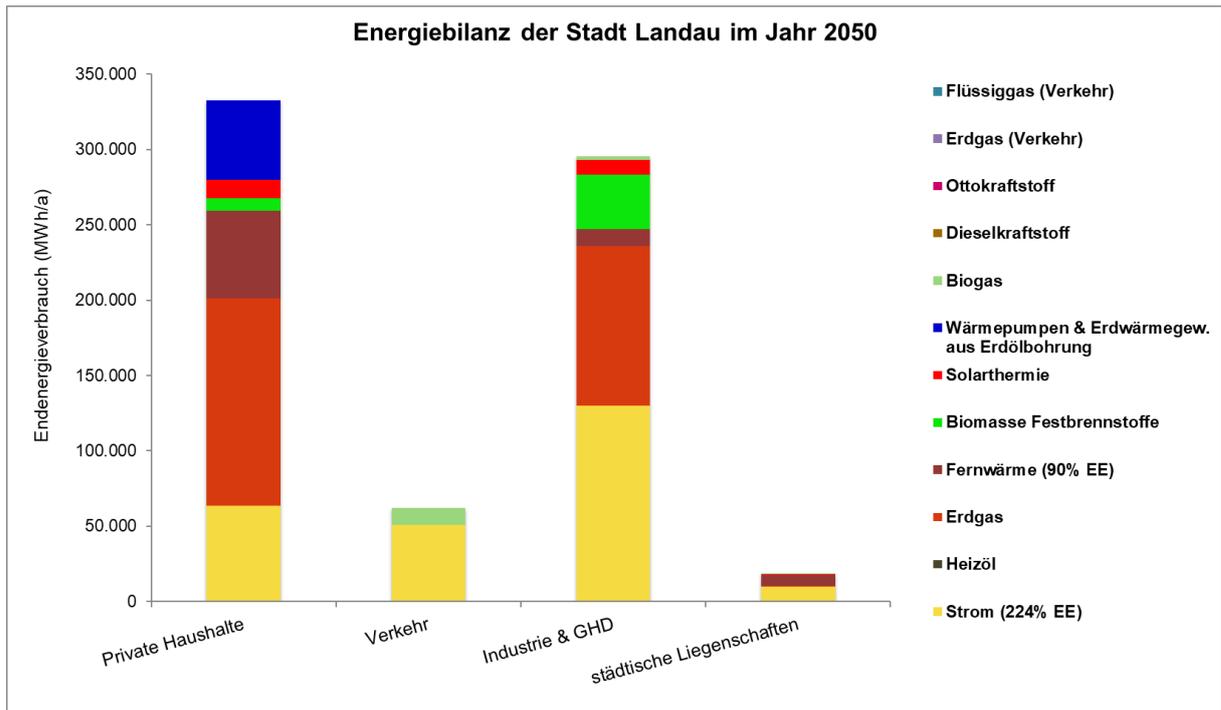


Abbildung 8-5: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarios im Jahr 2050

#### 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 338.000 t/CO<sub>2</sub>e gegenüber 1990 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 90% und korrespondiert somit mit den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung.<sup>116</sup>

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, welche gegenüber dem Basisjahr 1990 um 110% zurückgehen. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung, können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich um 67% 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

<sup>116</sup> 80-95% Reduktion der THG-Emissionen bezogen auf das Jahr 1990

Treibstoffe durch biogene Treibstoffe in Verbrennungsmotoren und dem vermehrten Einsatz effizienter Elektroantriebe<sup>117</sup> kommen wird.

Im Jahr 2050 ist der Verkehr im Betrachtungsraum nahe zu klimaneutral. Von heute jährlichen rund 93.000 t/a können die CO<sub>2</sub>e-Emissionen dann gänzlich vermieden werden. Denn bis zu diesem Zeitpunkt sind alle 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.

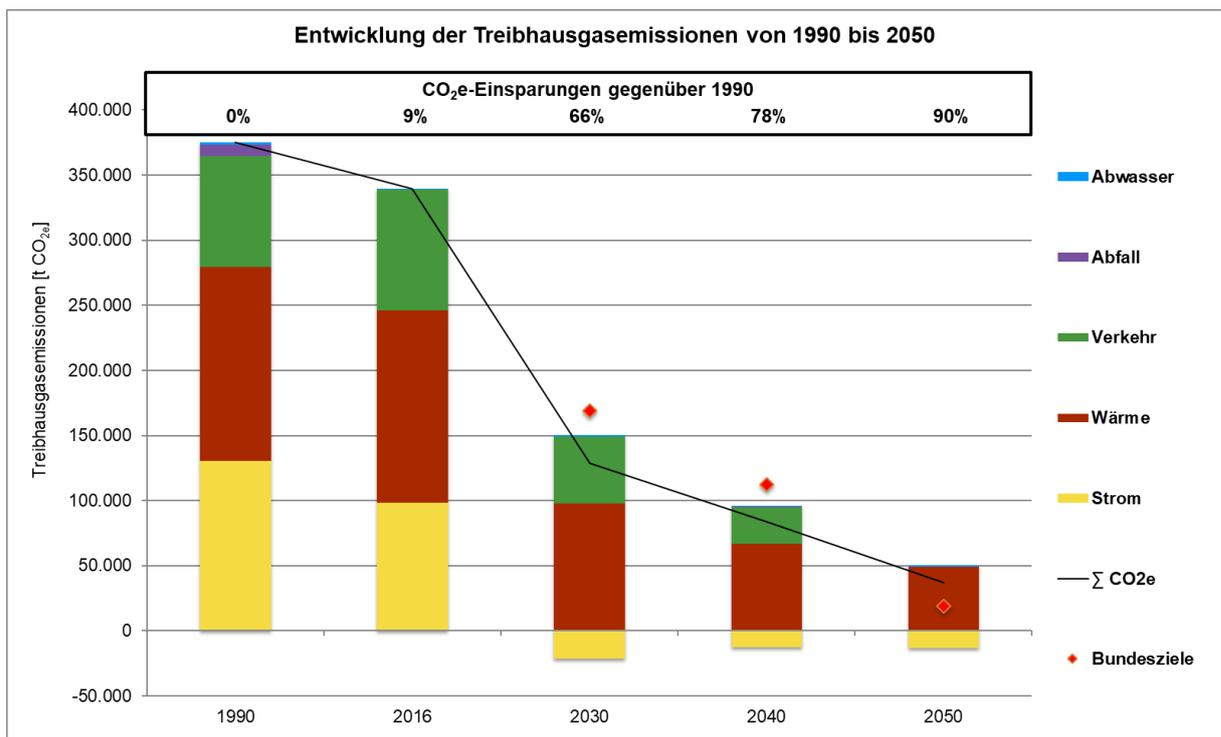


Abbildung 8-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Das vorliegende Klimaschutzkonzept zeigt deutlich auf, dass sich das Betrachtungsgebiet in Richtung Null-Emission<sup>118</sup> positionieren und die Ziele der Bundesregierung mit einer 90 %-igen Emissionsminderung gegenüber 1990 erfüllen kann.

Das **gesetzte Ziel**, „Senkung der **pro-Kopf-Emissionen** auf **4,5 t CO<sub>2</sub>e bis 2030**“, kann erreicht werden. Durch die Umsetzung der Maßnahmen können in diesem **Szenario** die **pro-Kopf Emissionen** im Jahre 2030 von ca. **2,8 t CO<sub>2</sub>e** erreicht werden. Das **gesetzte Ziel kann somit um 37% übertroffen werden**.

<sup>117</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.

<sup>118</sup> Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

## 9 Wirtschaftliche Auswirkungen 2030 und 2050

Im Vergleich zur IST-Situation (vgl. Kapitel 3) kann sich der Mittelabfluss aus der Stadt Landau, unter Berücksichtigung der zu erschließenden Potenziale (Szenario), bis zum Jahr 2050 erheblich verringern. Gleichzeitig können die nachfolgend dargestellten (zusätzlichen) Finanzmittel in neuen, regionalen Wirtschaftskreisläufen gebunden werden.

Im Folgenden werden die zukünftigen Auswirkungen für die Jahre 2030 und 2050 dargestellt. Hierbei sind die Ergebnisse für das Jahr 2030 als konkreter und aussagekräftiger anzusehen, da die Berechnungsparameter und ergänzenden Annahmen eine fundiertere 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.

### 9.1 Regionale Wertschöpfung im Jahr 2030

#### 9.1.1 Stationärer Bereich

Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich für das Jahr 2030 ein Gesamtinvestitionsvolumen von rund 531 Mio. €, hiervon entfallen auf den Strombereich ca. 407 Mio. €, auf den Wärmebereich ca. 103 Mio. € und auf die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ca. 21 Mio. €.

Mit den Investitionen entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von rund 751 Mio. €. Diesen stehen ca. 1,2 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Stadt Landau beträgt in Summe rund 748 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:

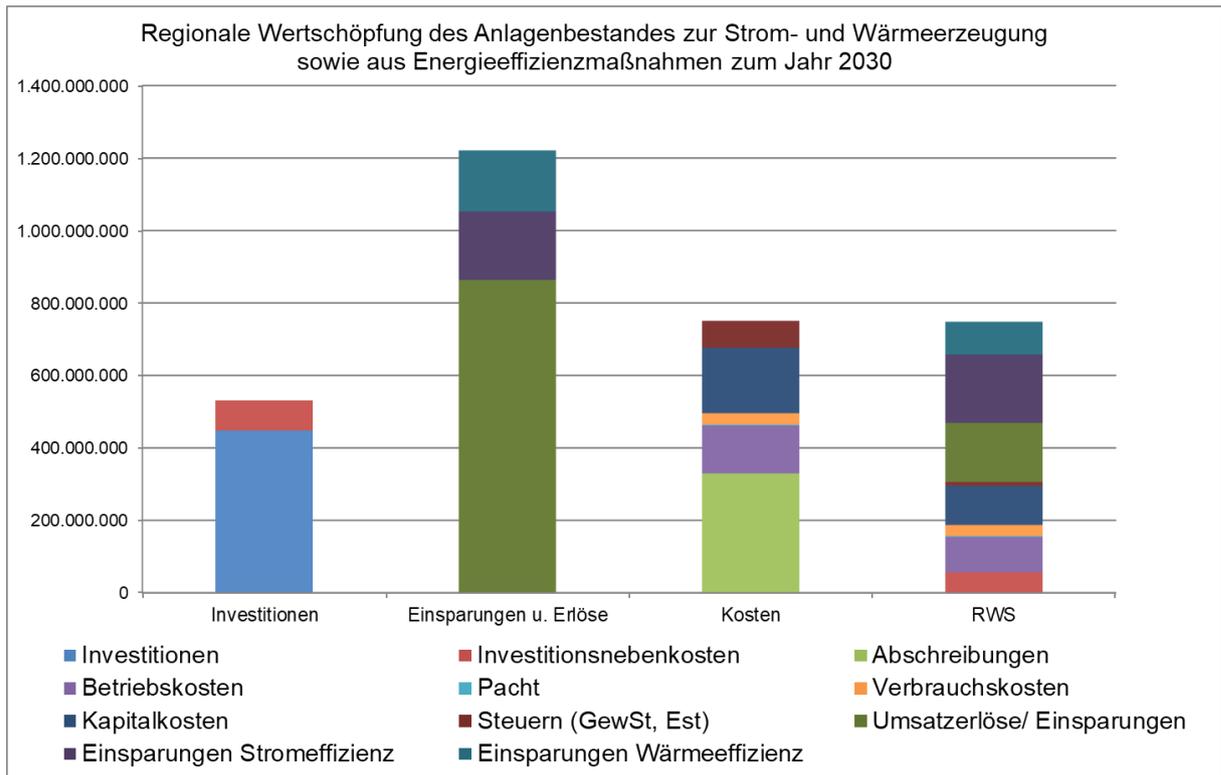


Abbildung 9-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030

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

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

Des Weiteren wird die Wertschöpfung durch die Kapital- und Betriebskosten, gefolgt von den Investitionsneben- sowie den Verbrauchskosten ausgelöst. Ferner tragen auch die Steuer(mehr)einnahmen und die Pachtkosten zur Wertschöpfung 2030 bei.

Durch die zuvor dargestellten Effekte werden die lokalen Wirtschaftskreisläufe aufgrund der vermehrten Nutzung regionaler Potenziale immer weiter geschlossen.

### 9.1.2 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme

Bei der Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme wird deutlich, dass die größte Wertschöpfung im Jahr 2030 weiterhin im Strombereich entsteht.

Im Strombereich ergibt sich die größte Wertschöpfung aus der Realisierung von Stromeffizienzmaßnahmen in den unterschiedlichen Sektoren, vornehmlich in den Bereichen Industrie und private Haushalte. Gefolgt von den Betreibererträgen, welche auf dem weiteren Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen zurückzuführen sind. Daneben bilden die Betriebs- und Kapitalkosten weitere wesentliche Positionen der Wertschöpfung 2030. Die Wertschöpfung in diesem Bereich steigt von ca. 28 Mio. € (IST-Zustand) auf rund 516 Mio. € an.

Auch im Wärmebereich entsteht die größte Wertschöpfung aufgrund der Umsetzung von Wärmeeffizienzmaßnahmen in den betrachteten Sektoren, insbesondere in Industrie und GHD. Ferner wird die Wertschöpfung im Wärmebereich durch die Investitionsneben-, die Kapital- sowie die Verbrauchskosten ausgelöst. Danach folgen die realisierten Einsparungen durch die Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme (z. B. Holzheizungen, Wärmepumpen, Erdwärmegewinnung aus Erdölbohrungen sowie solarthermischen Anlagen). In diesem Bereich steigt die Wertschöpfung von ca. 3 Mio. € (IST-Zustand) auf etwa 216 Mio. € an. Durch die Wiederinbetriebnahme des Geothermie-Kraftwerks kann die Wertschöpfung 2030 auf ca. 16 Mio. € erhöht werden. Die Wertschöpfung basiert vornehmlich auf den Betriebskosten. Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2030 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 748 Mio. €.

Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse zusammen:

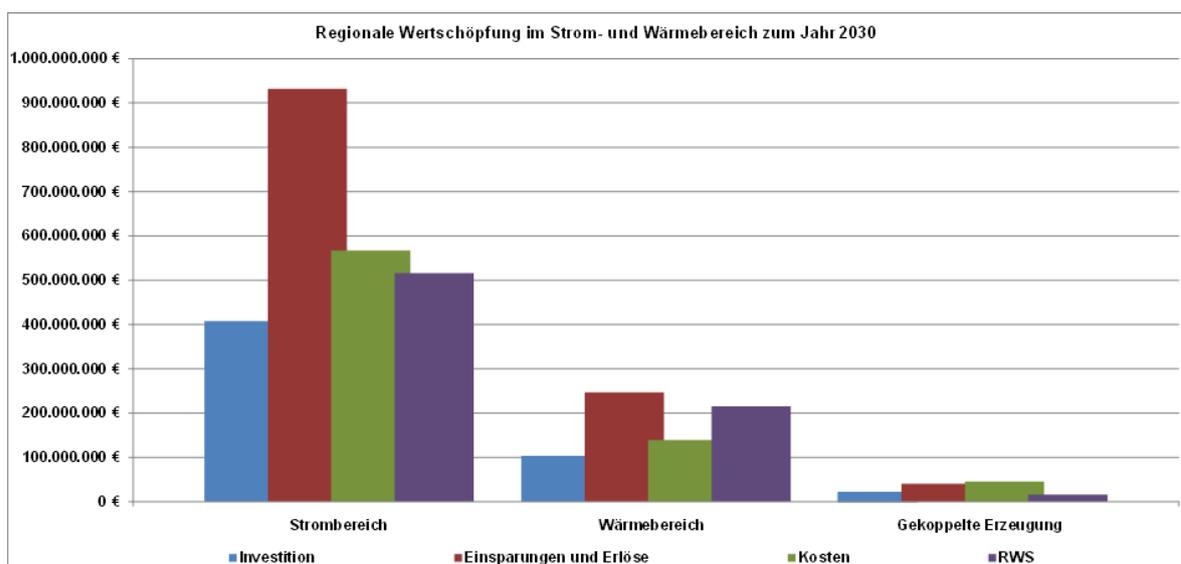


Abbildung 9-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030

## 9.2 Regionale Wertschöpfung im Jahr 2050

### 9.2.1 Stationärer Bereich

Bis zum Jahr 2050 wird unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten<sup>119</sup> eine Wirtschaftlichkeit der Umsetzung Erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht. Das Gesamtinvestitionsvolumen für die Stadt Landau liegt bei rund 1,6 Mrd. €, hiervon entfallen auf den Strombereich ca. 1,3 Mrd. €, auf den Wärmebereich ca. 0,3 Mrd. € sowie auf die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme rund 32 Mio. €.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen (inkl. der Berücksichtigung einer Anlagenlaufzeit von 20 Jahren) Gesamtkosten von rund 2,3 Mrd. €. Diesen stehen rund 4 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Stadt Landau liegt somit bei rund 2,8 Mrd. €.

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

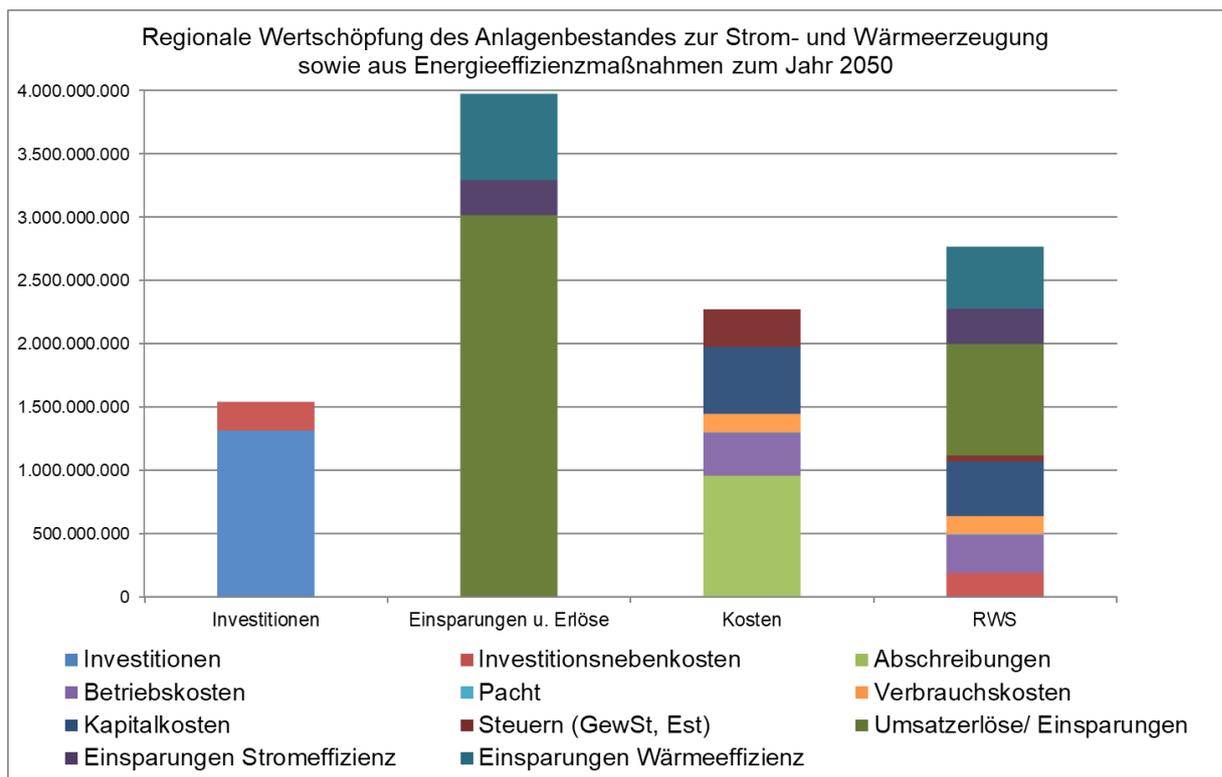


Abbildung 9-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

<sup>119</sup> Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus Erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen können nicht berücksichtigt werden.

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die Abschreibungen auch bis 2050 den größten Anteil an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Kapital- und Betriebskosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergeben sich bis 2050 die größten Beiträge zur regionalen Wertschöpfung aus den Betreibergewinnen durch die bisher installierten erneuerbaren Energieanlagen. Eine weitere wichtige Position der Wertschöpfung bilden die realisierten Strom- und Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Bereich der privaten Haushalte.

Danach folgen die Kapital- und Betriebskosten sowie die Investitionsnebenkosten, die sich insbesondere auf den Ausbau erneuerbarer Energieanlagen zurückführen lassen. Die Verbrauchskosten, die Steuer(mehr)einnahmen und die Pacht tragen ebenfalls zur Wertschöpfung 2050 bei. Aufgrund der vermehrten Nutzung regionaler Potenziale können regionale Wirtschaftskreisläufe gestärkt werden.

### 9.2.2 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, vornehmlich durch den Strombereich ausgelöst. In diesem Bereich entsteht die größte, regionale Wertschöpfung aufgrund der Betreibergewinne, welche auf dem weiteren Ausbau von Photovoltaik (Dach- und Freiflächenanlagen) und der Reinvestition in Windkraft<sup>120</sup> beruhen. Einen weiteren wichtigen Beitrag leisten die Kapitalkosten und die sektoralen Stromeffizienzmaßnahmen, vor allem in den Bereichen Industrie und private Haushalte. Daneben tragen auch die Betriebs- und Investitionsnebenkosten sowie die Steuermehreinnahmen und Pacht zur Wertschöpfung 2050 im Strombereich bei. Hierdurch erhöht sich die Wertschöpfung im Stromsektor von ca. 28 Mio. € auf rund 1,7 Mrd. € gegenüber dem Jahr 2016.

Dahingegen entsteht im Wärmebereich 2050 die größte regionale Wertschöpfung aufgrund der Kosteneinsparungen durch die Umsetzung von Wärmeeffizienzmaßnahmen und die Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme. Diese Entwicklung lässt sich auf die Vermeidung fossiler Brennstoffe zurückführen. Hier steigt die Wertschöpfung von ca. 3 Mio. € (2016) auf rund 1 Mrd. € an.

Im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme kommt die Wertschöpfung vor allem durch die Umsatzerlöse und die Betriebskosten durch das bestehende Geothermie-Kraftwerk im Bestand und den Re-Investition in die Biogasanlagen zustande. Die kumulierte

---

<sup>120</sup> Erneuerung der installierten Windkraftanlagen 2030 (Reinvestition).

Wert-schöpfung erhöht sich von ca. 16 Mio. € (Dekade 2030) auf rund 63 Mio. € im Jahr 2050.

Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2050 eine kumulierte Wertschöpfung von ca. 2,8 Mrd. €. Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

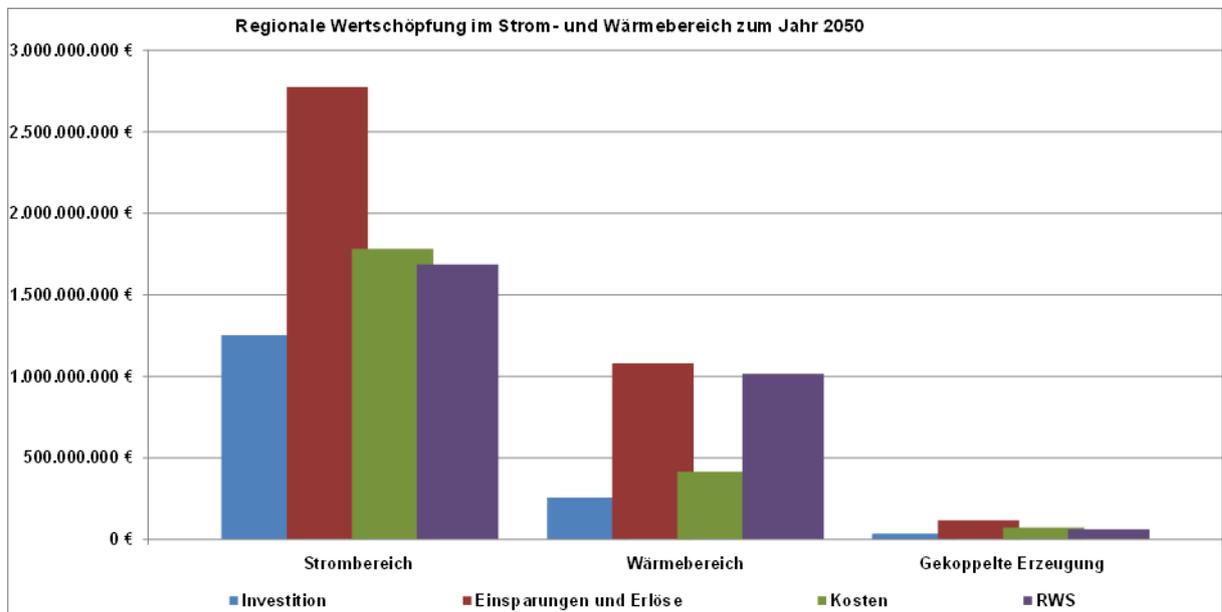


Abbildung 9-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050

### 9.3 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung

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

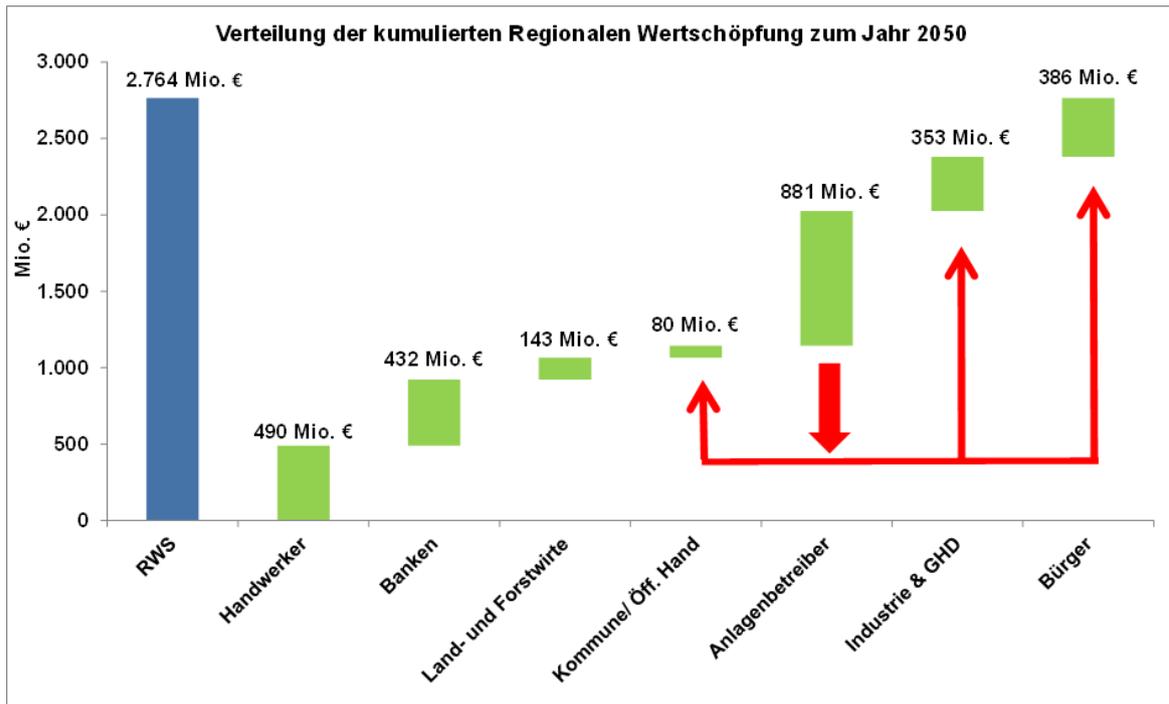


Abbildung 9-5: Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050<sup>121</sup>

Etwa 881 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 490 Mio. € durch die Installation, Wartung und Instandhaltung der Anlagen. Die Banken können, u. a. durch Zinseinnahmen, mit etwa 432 Mio. € an der Wertschöpfung 2050 teilhaben, gefolgt von den Bürgern mit einem Anteil von ca. 386 Mio. €. Dies beruht auf den realisierten Kosteneinsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe in ihren Haushalten. Auch die Sektoren Industrie & GHD können durch die Erschließung von Effizienzpotenzialen und den vermehrten Einsatz regenerativer Energien einen Wertschöpfungsanteil von rund 353 Mio. € realisieren. Daneben profitieren die Land- und Forstwirte, durch die Bereitstellung regenerativer Energieträger, mit ca. 143 Mio. €. Die öffentliche Hand kann eine Wertschöpfung in Höhe von ca. 80 Mio. € realisieren. Dies beruht u. a. auf Steuermehreinnahmen und Pachtkosten. Es ist hervorzuheben, dass als „Anlagenbetreiber“ ebenso Bürger, Kommunen sowie Unternehmen zu verstehen sind.

<sup>121</sup> Alle Vorketten, d. h. die Herstellung und der Handel von Anlagen und -komponenten, finden methodisch keine Berücksichtigung. Aus diesem Grund wird die regionale Wertschöpfung für diese Profiteure nicht ausgewiesen.

## 10 Konzept Öffentlichkeitsarbeit

Die Stadt Landau ist bereits im Bereich Klimaschutz aktiv und möchte sich weiterhin langfristig im Bereich Klimaschutz engagieren. Diesbezüglich hat die Stadt in der Vergangenheit bereits vielfältige Klimaschutzmaßnahmen ergriffen, z. B. Ausbau erneuerbarer Energien und Ergreifung von Energieeffizienzmaßnahmen.

In diesem Zusammenhang bilden im Integrierten Klimaschutzkonzept die Ausschöpfung vorhandener Energieeffizienz- und erneuerbarer Energiepotenziale zur Senkung der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen wichtige Bausteine der Zielerreichung.

Eine erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen bedarf stets einer Begleitung durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit. Dies ergibt sich vor allem aus der Tatsache heraus, dass ein Großteil der im Integrierten Klimaschutzkonzept dargestellten Potenziale in der Hand privater Akteure (z. B. regionale Bürger, Unternehmen) liegt.

Die gesetzten Klimaschutzziele der Stadt Landau können nur unter Einbindung der lokalen Akteure erfolgreich realisiert werden. Daher ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung diese frühzeitig in den Umsetzungsprozess integriert. Durch Aufzeigen des entstehenden Nutzens werden die unterschiedlichen Akteure einer Partizipation positiv gegenüberstehen. Abbildung 6-1 fasst die wesentlichen, regionalen Schlüsselakteure der Stadt Landau zusammen.

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

- Information,
- Sensibilisierung,
- Motivation und
- Aktivierung

relevanter Akteure der Stadt dienen. Denn nur ausreichend informierte und sensibilisierte Akteure werden bereit sein, aktiv u. a. Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. Gebäudesanierung, Beleuchtungs-, Heizungserneuerung) umzusetzen und die Bemühungen der Stadt zu unterstützen.

Damit einhergehend wurden mit zahlreichen lokalen und regionalen Akteure bereits im Rahmen der Konzepterstellung Einzelgespräche und Workshops durchgeführt, um diese zu informieren und die Interessen und Wünsche im Zusammenhang mit dem weiteren Ausbau erneuerbarer Energien und der Ergreifung von Energieeffizienzmaßnahmen zu eruieren.

Auch während des Umsetzungsprozesses ist die intensive und vor allem konsistente Kommunikation mit den lokalen Akteuren unabdingbar. Diesbezüglich verfügt die Stadt Landau über zahlreiche, etablierte Kommunikationsstrukturen und nutzt unterschiedliche Kommuni-

kationsträger sowie -kanäle. Als Beispiele können hier u. a. die städtische Internetpräsenz und der Facebook-Auftritt genannt werden, welche intensiver für die Klimaschutzkommunikation genutzt werden sollten. Eine beispielhafte Maßnahme könnte die zentrale Aufnahme u. a. des Themas Klimaschutz in die Schnellzugriffsleiste sein, sodass der Besucher ohne lange Suchzeiten alle Informationen rund um die städtischen Klimaschutzbemühungen finden kann. Auch die Nutzung des Facebook-Accounts zur stärkeren Vermarktung der Klimaschutzaktivitäten sollte angedacht werden. Eine detaillierte Analyse der Kommunikationsstrukturen erfolgt im Rahmen des separaten Öffentlichkeitskonzeptes. Hierbei werden neben lokalen Medien (Print- und Onlinemedien) auch Veranstaltungen, welche sich zur Integration in die zukünftige Klimaschutzkommunikation eignen, betrachtet. Mithilfe vorhandener Kommunikationsstrukturen sollten neben Informationen und Terminen rund um das Klimaschutzvorhaben auch Meilensteine in der Zielerreichung sowie realisierte Erfolge aktiv publiziert werden, sodass zum einen die Akteure fortwährend sensibilisiert und informiert werden und es zum anderen durch die städtische Vorbildfunktion zu Multiplikatoreffekten kommen kann.

Ein weiterer Schwerpunkt ist auf die Klimabildung von Kindern und Jugendlichen zu legen, um diese zu klimabewussten Erwachsenen zu erziehen. Durch die Einbringung klimarelevanter Themen u. a. in den Schulunterricht und der damit einhergehenden Bewusstseinsbildung kann das zukünftige Handeln und Konsumverhalten der heutigen Generation nachhaltig geprägt werden. Somit können sie sich zu klimabewussten sowie -schützenden Erwachsenen entwickeln und auf diese Weise dem Ausbau erneuerbarer Energien positiv gegenüberstehen und ferner ihr soziales Umfeld nachhaltig prägen. Auf diesen Punkt wird im Rahmen des ausführlichen Öffentlichkeitskonzepts näher eingegangen.

Zur Steuerung des Umsetzungsprozesses und der Gestaltung einer strategischen, konsistenten Klimaschutzkommunikation sollte die gegründete Steuerungsgruppe mit ihren regelmäßigen Treffen beibehalten werden. Daneben ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung die internen Zuständigkeiten klar benennt und diese auch nach außen kommuniziert.

Als zentraler Koordinator und Ansprechpartner des gesamten Umsetzungsprozesses wird die Beantragung eines Klimaschutzmanagers empfohlen. Durch die Zentralisierung und Zusammenarbeit können Doppelstrukturen vermieden, Synergien genutzt sowie eine konsistente Außendarstellung im Rahmen der Umsetzung geschaffen werden.

Im Rahmen des detaillierten Öffentlichkeitskonzepts und des Maßnahmenkatalogs werden zielkonforme Handlungsempfehlungen aufgezeigt, um durch kommunikative Maßnahmen u. a. den Ausbau der erneuerbaren Energien, die Erschließung von Energieeffizienzmaßnahmen sowie die Ausnutzung von Synergieeffekten, beispielsweise durch Kooperation und Partizipation, zu unterstützen.

## 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 (Indikatoren)

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.

### 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.

### 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 Stadt Landau sind die Anpassung der Organisations- und Koordinationsstrukturen und die Etablierung des Themas Klimaschutz in den Denkprozessen der Verwaltungsangestellten und Bürgern der Stadt.

Die dauerhafte Etablierung der Stelle eines Klimaschutzmanagers ist hierbei von großer Bedeutung. Organisatorisch sollte der Klimaschutz in einer eigenen Stabstelle oder im Bereich des Umweltamtes 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 verschiede-

nen 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 Stadt Landau hat in der Vergangenheit bereits viele Projekte und Initiativen im Bereich des Klimaschutzes angestoßen und umgesetzt. Durch die Überarbeitung des 2012 erstellten Klimaschutzkonzeptes (SEAP) und die Zusammenführung der verschiedenen bereits erarbeiteten Berichte wurde ein umfassendes integriertes Klimaschutzkonzept mit umfassendem Maßnahmenkatalog erstellt, welches nun die Basis für zukünftige Aktivitäten der Stadt darstellt. Der „Fahrplan“ zur Umsetzung des Maßnahmenkataloges verdeutlicht dabei zukünftige energiepolitische Handlungserfordernisse. Darüber hinaus leistet die Stadt 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 Landau bedeutet dies aber auch ein großes Plus an Lebensqualität und soll auch Weichensteller für kommende Generationen sein.

Die konkreten Empfehlungen sind insbesondere:

- 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 Stadt gewährleistet.
- Umsetzung der prioritären Maßnahmen in Kapitel 7.
- Konkretisierung der Wärmekataster über ein Teilkonzept Wärmenutzung (50% Förderung) oder KfW-Quartierskonzepte bzw. intensiver Nachbereitung durch den Klimaschutzmanager zur Umsetzung des Fernwärmeausbaus und diverser Nahwärmenetze auf Basis des Maßnahmenvorschlags.
- 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.....	4
Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes.....	6
Abbildung 2-1: Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung .....	11
Abbildung 2-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der Stadt Landau.....	12
Abbildung 2-3: Fahrzeugbestand in der Stadt Landau .....	14
Abbildung 2-4: Anteile der Fahrzeugarten am Energieverbrauch .....	15
Abbildung 2-5: Energiebilanz der Stadt Landau im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren.....	17
Abbildung 2-6: Treibhausgasemissionen der Stadt Landau (1990 und IST-Zustand).....	18
Abbildung 2-7: Aufteilung der Fahrzeugarten nach THG-Emissionen .....	20
Abbildung 3-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im IST-Zustand .....	22
Abbildung 3-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand .....	23
Abbildung 4-1: Verteilung der Heizungsanlagen in den Altersklassen.....	26
Abbildung 4-2: Energieverluste bei der Wärmeversorgung bestehender Wohngebäude.....	27
Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050.....	28
Abbildung 4-4: Anteile Nutzenergie am Stromverbrauch; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland .....	29
Abbildung 4-5: Anteile Nutzenergie am Energiebedarf im Bereich GHD/I; eigene Darstellung nach WWF Modell Deutschland.....	30
Abbildung 4-6: Verbrauchsentwicklung Heizenergie von 2002 bis 2013 .....	32
Abbildung 4-7: Energieeinsparung 2013 Wärme und Strom ggü. 2002.....	33
Abbildung 4-8: Entwicklung des Fahrzeugbestandes nach Kraftstoffarten im Verkehrssektor bis 2050 .....	36
Abbildung 4-9: Prognostizierter Energieeinsatz bis 2050 .....	37
Abbildung 5-1: Standortbewertung zum Bau von Erdwärmesonden.....	41
Abbildung 5-2: Eignung von Böden für die Nutzung von Erdwärmekollektoren .....	43

---

Abbildung 5-3: Schema für Anlagenstandorte im Windpark .....	54
Abbildung 5-4: Übersicht Windenergie Stadt Landau .....	55
Abbildung 5-5 Waldbesitzverteilung im Stadtgebiet Landau.....	58
Abbildung 5-6 Baumartenverteilung der Gesamtwaldfläche in der Stadtgemarkung Landau	59
Abbildung 5-7 Sortimentsverteilung der Ernte .....	59
Abbildung 5-8: Flächenstruktur der Stadt Landau .....	64
Abbildung 5-9: Landwirtschaftliche Flächennutzung im Betrachtungsraum .....	64
Abbildung 5-10: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Stadt Landau.....	68
Abbildung 6-1: regionale Schlüsselakteure .....	69
Abbildung 7-1: Maßnahmenblatt .....	74
Abbildung 7-2:Auszug aus dem Register des Maßnahmenkataloges nach übergeordneten Kategorien .....	75
Abbildung 7-3: Ist-Bestand der Leuchten 2015 .....	80
Abbildung 7-4: Bestand der Leuchten ab März 2019 .....	81
Abbildung 7-5: Übersicht bestehende Nahwärmeverbunde Landau.....	90
Abbildung 7-6: Wärmebedarfe der Maßnahme Erweiterung Nahwärmeverbund OHG und SZO .....	93
Abbildung 7-7: Wärmebedarfe der Maßnahme „Lückenschuss“ .....	93
Abbildung 8-1: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050 .....	100
Abbildung 8-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 .....	101
Abbildung 8-3: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 .....	103
Abbildung 8-4: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050.....	104
Abbildung 8-5: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarios im Jahr 2050 .....	105
Abbildung 8-6: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung .....	106

---

Abbildung 9-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030 .....	108
Abbildung 9-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030 .....	109
Abbildung 9-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050 .....	110
Abbildung 9-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050 .....	112
Abbildung 9-5: Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 .....	113

## 15 Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Wohngebäudebestand nach Baualtersklassen.....	24
Tabelle 4-2: Jahresheizwärmebedarf der Wohngebäude nach Baualtersklassen. ....	25
Tabelle 4-3: Aufteilung der Primär- und Sekundärheizter auf die einzelnen Energieträger ....	25
Tabelle 5-1 Potenzialabschätzung zur Erdwärmegewinnung .....	45
Tabelle 5-2: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen) .....	48
Tabelle 5-3: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen).....	49
Tabelle 5-4: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (PV-FFA).....	50
Tabelle 5-5: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Freiflächen).....	51
Tabelle 5-6: Ausschlussgebiete und Pufferabstände (WEA) .....	53
Tabelle 5-7: Ergebnisse Windenergie (ohne Repowering) .....	56
Tabelle 5-8 Kennzahlen des Gesamtwaldes .....	60
Tabelle 5-9 Forstplanungsdaten .....	60
Tabelle 5-10 Genutztes Energie- und Industrieholzpotezial .....	61
Tabelle 5-11 Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2018 - 2050 .....	62
Tabelle 5-12 Ausbau-Potenzial von 2020 - 2050.....	63
Tabelle 6-1 Mitglieder der Steuerungsgruppe .....	70
Tabelle 6-2 Termine und Veranstaltungen während der Projektlaufzeit .....	71
Tabelle 7-1: Übersicht Energieträgeraufteilung .....	91
Tabelle 7-2: Netzparameter der Maßnahmen im Überblick .....	92
Tabelle 7-3: Derzeit installierte Kesselleistungen .....	94
Tabelle 7-4: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen .....	94
Tabelle 7-5: Brennstoffpreise .....	95
Tabelle 7-6: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis.....	96
Tabelle 8-1: Ausbau der Potenziale im Strombereich bis zum Jahr 2050.....	99
Tabelle 8-2: Ausbau der Potenziale im Wärmebereich bis zum Jahr 2050.....	102

## 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
EDG	EnergieDienstleistungsGesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH
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
FIZ	Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe
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
RHN	Rheinhessen-Nahe
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
TSB	Transferstelle Bingen
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnliche
UEBZ	Umwelt- und Energieberatungszentrum
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

### Literaturverzeichnis:

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

**BMWi 2010:** Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Energiekonzept – für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Berlin, 2010.

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2018:** Klimaschutzbericht 2017, Berlin, 2018.

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2010:** Energiekonzept 2010, Berlin, 2010.

**Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerkes – Zentralinnungsverband (ZIV) 2012:** Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerkes 2012, Sankt Augustin, 2012.

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

**Difu 2011:** Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.): Klimaschutz in Kommunen – Praxisleitfaden, Berlin, 2011.

**Fritsche und Rausch 2013:** Fritsche, Uwe / Rausch, Lothar: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.95, Öko-Institut, 2013

**Heck 2002:** Heck, Peter; Bemann, Ulrich (Hrsg.): Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/2003, Köln 2002

**Institut Wohnen und Umwelt GmbH 2010:** Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand, Darmstadt, 2010.

**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

**Ministerium für Umwelt-, Landwirtschaft-, Ernährung-, Weinbau- und Forsten Rheinland-Pfalz 2012:** Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden, Mainz, 2012.

**Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz 2012:** Der Wald in Rheinland-Pfalz - Ergebnisse der Bundeswaldinventur 3, Mainz, 2012.

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

**Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz 2017:** Ministerium für Umwelt- Energie, Ernährung und Forsten: Leitfaden zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden - Grundwasserschutz - Standortbeurteilung - Wasserrechtliche Erlaubnis, Mainz, 2017.

**S. Lang (2011):** Energetische Verwertung von Rückständen aus der Weinbereitung (RLP AgroScience GmbH)

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Berichte – Energiebilanz und CO<sub>2</sub>-Bilanz 2014, Bad Ems, 2016.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Berichte – Bevölkerungsvorgänge 2015, Bad Ems, 2016.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Berichte – Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen am 31.12.2016, Bad Ems, 2017.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Bände – Die Landwirtschaft 2016, Bad Ems, 2017.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Berichte – Bodennutzung landwirtschaftlicher Betriebe 2016, Bad Ems, 2017.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistische Berichte – Öffentliche Klärschlammentsorgung 2016, Bad Ems, 2017.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Statistisches Jahrbuch 2017, Bad Ems 2017.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2018:** Statistische Berichte 2018 - Bevölkerungsvorgänge im 2. Vierteljahr 2016 (Vorläufiges Ergebnis), Bad Ems, 2018.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2018:** Faltblatt Weinbau 2018, Bad Ems, 2018.

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz o.J. a:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Tabelle über Bewohnte Wohneinheiten nach der Beheizungsart sowie Energieart 1987

**Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz o.J. a:** Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Bewohnte Wohneinheiten nach der Beheizungsart sowie Energieart 1987, o.J

**T.G. Schmitt et al. 2010:** Handlungsempfehlungen für eine moderne Abwasserwirtschaft, Kaiserslautern, 2010.

**Wesselak, V.; Schabbach, T.:** Regenerative Energietechnik, 2009.

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

### **Elektronische Quellen:**

#### **Webseite BaFA:**

[http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Waermepumpen/waermepumpen\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Waermepumpen/waermepumpen_node.html) , letzter Zugriff am 05.09.2018

#### **Webseite Biomasseatlas:**

<http://www.biomasseatlas.de/>, Letzter Zugriff am 04.09.2018

#### **Webseite Geoportal Landau:**

<http://www.geoportal.landau.de/portal/geodaten-landau/statistiken.html> , letzter Zugriff am 05.09.2018

#### **Webseite JURION:**

[https://www.jurion.de/gesetze/13\\_atgaendg/](https://www.jurion.de/gesetze/13_atgaendg/) , letzter Zugriff am 05.09.2018

#### **Webseite Kraftfahrt Bundesamt a:**

[https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2018/fz3\\_2018\\_xls.xls?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2018/fz3_2018_xls.xls?__blob=publicationFile&v=4) , letzter Zugriff am 22.08.2018

**Webseite Kraftfahrt Bundesamt b:**

[https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen_node.html) ,  
letzter Zugriff 04.09.2018

**Webseite Landesamt für Geologie und Bergbau:**

[http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb\\_downloads/erdwaerme/erdwaerme\\_allgemein/standardauflagen\\_ews\\_2018\\_07.pdf](http://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb_downloads/erdwaerme/erdwaerme_allgemein/standardauflagen_ews_2018_07.pdf) , letzter Zugriff 04.09.2018

**Webseite Konvent der Bürgermeister:**

<http://www.eumayors.eu>, letzter Zugriff am 04.09.2018

**Webseite Ministerium des Innern und für Sport:**

<https://mdi.rlp.de/de/unsere-themen/landesplanung/landesentwicklungsprogramm/dritte-teilfortschreibung/> , letzter Zugriff am 05.09.2018

**Webseite Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten:**

<https://wasser.rlp-umwelt.de/servlet/is/1126> , letzter Zugriff am 05.09.2018

**Webseite Nationale Plattform Elektromobilität:**

<http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/> , letzter Zugriff am 05.09.2018

**Webseite Solaratlas:**

<http://www.solaratlas.de/>, Letzter Zugriff am 04.09.2018

**Webseite Statista:**

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/250390/umfrage/heizoelverbrauch-privater-haushalte-in-deutschland/> , letzter Zugriff 04.09.2018

**Webseite UBA:**

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/endenergieverbrauch-energieeffizienz-des-verkehrs#textpart-5> , letzter Zugriff 04.09.2018

**Webseite Verivox:**

<https://www.verivox.de/heizstrom/> , letzter Zugriff 04.09.2018

**Webseite Zensus 2011:**

<https://ergebnisse.zensus2011.de/> , letzter Zugriff 05.09.2018