

# Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Nürnberger Land



„Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages“

Förderkennzeichen 03KS1572

## Integriertes Klimaschutzkonzept für den Landkreis Nürnberger Land

- |                          |                      |                 |
|--------------------------|----------------------|-----------------|
| -Alfeld                  | -Altdorf             | -Burgthann      |
| -Engelthal               | -Feucht              | -Happurg        |
| -Hartenstein             | -Henfenfeld          | -Hersbruck      |
| -Kirchensittenbach       | -Lauf a.d. Pegnitz   | -Leinburg       |
| -Neuhaus a.d. Pegnitz    | -Neunkirchen a. Sand | -Offenhausen    |
| -Ottensoos               | -Pommelsbrunn        | -Reichenschwand |
| -Röthenbach a.d. Pegnitz | -Rückersdorf         | -Schnaittach    |
| -Schwaig b. Nürnberg     | -Schwarzenbruck      | -Simmelsdorf    |
| -Velden                  | -Vorra               | -Winkelhaid     |

### **Auftraggeber:**

Landkreis Nürnberger Land  
Waldluststraße 1  
91207 Lauf an der Pegnitz

### **Auftragnehmer**

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Formelzeichen, Indizes und Einheiten .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Einführung, Hintergrund und Zielsetzung .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse in den Gemeinde des Landkreises .....</b>	<b>10</b>
4.1	Allgemeine Daten zum Einzugsgebiet .....	11
4.2	Die Charakterisierung der einzelnen Verbrauchergruppen .....	15
4.3	Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes .....	17
4.4	Der Endenergieverbrauch in den einzelnen Verbrauchergruppen .....	23
4.5	Der Primärenergieeinsatz und der CO <sub>2</sub> -Ausstoß in den einzelnen Verbrauchergruppen und Gemeinden .....	33
<b>5</b>	<b>Potentialbetrachtung zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen .....</b>	<b>36</b>
5.1	Grundlegende Strategieberatung zur weiteren Minderung der CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	36
5.2	Analyse der demographischen Aspekte im Landkreis Nürnberger Land ...	37
5.3	Potentiale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz ....	39
5.4	Potentiale zum Einsatz Erneuerbarer Energien .....	54
<b>6</b>	<b>Entwicklung bis zum Jahr 2030 .....</b>	<b>71</b>
6.1	Strom .....	71
6.2	Wärme .....	73

---

6.3	Verkehr .....	75
6.4	Die CO <sub>2</sub> -Minderungspotentiale .....	76
<b>7</b>	<b>Regionalwirtschaftliche Aspekte .....</b>	<b>78</b>
7.1	Prognostizierte Investitionskosten .....	78
7.2	Kommunale Wertschöpfung durch den Einsatz Erneuerbarer Energien....	82
<b>8</b>	<b>Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>85</b>
8.1	Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe private Haushalte.....	85
8.2	Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe kommunale Liegenschaften .....	89
8.3	Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe Gewerbe / Handel / Dienstleistung (GHD) und Industrie .....	97
8.4	Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe Verkehr .....	100
8.5	Verbrauchergruppenübergreifende Handlungsempfehlungen .....	102
<b>9</b>	<b>Ausarbeitung eines Konzepts zur Erstellung einer fortschreibbaren CO<sub>2</sub>- Bilanz mit Controlling Konzept .....</b>	<b>112</b>
<b>10</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>117</b>
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>123</b>
<b>12</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>127</b>
<b>13</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>131</b>

---

<b>14 Anhang</b> .....	<b>133</b>
14.1 Energetische Bewertung eines Mustergebäudes.....	133
14.2 Effizienzsteigerung bei der Wärmeerzeugung, -verteilung und Regelung	140
14.3 Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in privaten Wohn-gebäuden	143
14.4 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik im Sektor Industrie .....	147
14.5 Wissenschaftliche Erkenntnisse und Zukunftsszenarien im Sektor Verkehr .....	151

## 1 Abkürzungsverzeichnis

BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
PKW	Personenkraftwagen
LKW	Lastkraftwagen
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EnEV	Energieeinsparverordnung
LED	Leuchtdiode
PV	Photovoltaik
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
BHKW	Blockheizkraftwerk
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
ADAC	Allgemeine Deutsche Automobil-Club e.V.
COP	Coefficient of Performance
Kfz	Kraftfahrzeug

## 2 Formelzeichen, Indizes und Einheiten

Einheiten		Indizes	
MWh	Megawattstunde	el	elektrisch
kWh	Kilowattstunde	end	Endenergie
MW	Megawatt	prim	Primärenergie
kW	Kilowatt	th	thermisch
°C	Grad Celsius	p	Peak
%	Prozent	WF	Wohnfläche
€	Euro		
l	Liter	Formelzeichen	
s	Sekunde	Hi	Heizwert
Nm <sup>3</sup>	Normkubikmeter	η	Wirkungsgrad
h	Stunde		
m <sup>2</sup>	Quadratmeter		
m <sup>3</sup>	Kubikmeter		
t	Tonne		
a	Jahr		
kg	Kilogramm		
Fm	Festmeter		
ha	Hektar		
g	Gramm		
km	Kilometer		

### 3 Einführung, Hintergrund und Zielsetzung

Der Klimaschutz nimmt mit zunehmender Verknappung von fossilen Rohstoffen, den damit verbundenen Energiepreissteigerungen und ersten erkennbaren Anzeichen eines anstehenden Klimawandels bei Weiterführung der bisherigen Energieversorgungs- und Verbrauchsstruktur einen immer größeren Stellenwert ein. Ein Umdenken in unserer Bevölkerung im Bereich der Energieversorgung hinsichtlich Energieeinsparung und der Nutzung erneuerbarer Energiequellen ist bereits deutlich zu erkennen, zumal hierbei neben den ökologischen Aspekten auch ökonomische Aspekte eine Rolle spielen.

Zur Begrenzung des Klimawandels hat sich auch die Bundesregierung im Energiekonzept vom 28. September 2010 verpflichtet. Demnach sollen die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 um 40 %, bis zum Jahr 2030 um 55 % und bis zum Jahr 2050 um 80 – 95 % unter das Niveau von 1990 gesenkt werden.

Im Rahmen des von der BMU-Klimaschutzinitiative geförderten integrierten Klimaschutzkonzeptes soll eine breite Ausgangsbasis mit Handlungsempfehlungen für das weitere Vorgehen im Klimaschutz in den Kommunen des Landkreises Nürnberger Land geschaffen werden.

Im Zuge einer detaillierten, gemeindespezifischen Untersuchung wird eine umfassende Bestandsaufnahme in den Verbrauchergruppen private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie, kommunale Liegenschaften und dem Sektor Verkehr durchgeführt und der Gesamtenergieumsatz sowie der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Ist-Zustand dargestellt. Darauf basierend können in den unterschiedlichen Verbrauchergruppen konkrete Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung, Energieeinsparung bzw. dem Ausbau erneuerbarer Energien entwickelt und auf ihr CO<sub>2</sub>-Einsparpotential untersucht werden. Die Potentialabschätzung mündet in einen zielgruppenspezifischen Maßnahmenkatalog mit konkreten Handlungsempfehlungen für die jeweiligen Verbrauchergruppen. Aufbauend auf den kalkulierten Energie- und Stoffströmen können Primär- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen für unterschiedliche technische Ansätze ermittelt und dem Ist-Zustand fortschreibbar gegenüber gestellt werden.

Das integrierte Klimaschutzkonzept wird dementsprechend einen Handlungsleitfaden für die Kommunen und die einzelnen Verbrauchergruppen darstellen, um den derzeitigen Energieumsatz und CO<sub>2</sub>-Ausstoß einordnen zu können. Anhand der aufgezeigten Potentiale zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes können entsprechende Klimaschutzziele ausgewiesen werden. Diese sind durch die Umsetzung von konkreten Maßnahmen auch zu erreichen.

Neben dem vorrangigen Ziel der weitest gehenden Ausschöpfung der Potentiale zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung sollte ein weiteres Ziel der Kommunen der Ausbau der Versorgung durch nachwachsenden Rohstoffe und Energieträger aus der Region sein.

Durch Ausschöpfung der regionalen Potentiale erneuerbarer Energieträger mit deutlich besserer CO<sub>2</sub>-Bilanz als fossile Rohstoffe bleibt die Energie aus der Region in der Region und stärkt die regionale Wertschöpfung. Der Klimaschutz bietet somit die Möglichkeit regionale Arbeitsplätze zu sichern bzw. auch solche zu schaffen.

Das integrierte Klimaschutzkonzept zeigt in der Potentialanalyse auf, welche Deckungsgrade einer Selbstversorgung im Bereich der elektrischen und thermischen Energieversorgung möglich und umsetzbar sind. Darauf aufbauend können die Kommunen ihren Beitrag zu einer möglichen Vollversorgung aus Erneuerbaren Energien in ausgewählten Verbrauchergruppen definieren und dazu beitragen, die angestrebten Ziele zu erreichen.

## **4 Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz im Ist-Zustand / Situationsanalyse in den Gemeinde des Landkreises**

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

- Private Haushalte
- Kommunale Liegenschaften
- Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) und Industrie
- Verkehr

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Kommunen ist jedoch nicht nur von Klimaschutzmaßnahmen in den oben aufgeführten Sektoren abhängig, sondern auch von der allgemeinen Entwicklung der Nachfrage an den verschiedenen Formen der Energie.

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

## 4.1 Allgemeine Daten zum Einzugsgebiet

In diesem Kapitel wird das Betrachtungsgebiet mit den zugehörigen Gemeinden kurz dargestellt. Es werden allgemeine Zahlen und Daten, wie z.B. die Einwohnerzahlen, die Flächenverteilung und der Gebäudebestand vorgestellt. Diese Daten bilden die Grundlage der Berechnungen, Hochrechnungen und Prognosen in den nachfolgenden Kapiteln.

### 4.1.1 Geographische Lage

Der Landkreis Nürnberger Land liegt im Osten des bayerischen Regierungsbezirks Mittelfranken. Die Kreisstadt des Landkreises ist die Stadt Lauf a.d. Pegnitz. Benachbart sind im Norden die Landkreise Bayreuth und Forchheim, im Süden die Landkreise Neumarkt i.d. OPf. und Roth, im Westen der Landkreis Erlangen-Höchststadt und die kreisfreie Stadt Nürnberg sowie im Osten der Landkreis Amberg-Weizbach. *[Quelle: www.wikipedia.de]*



Abbildung 1: Der Landkreis Nürnberger Land *[Quelle: www.wikipedia.de]*

## 4.1.2 Flächenverteilung

Das Betrachtungsgebiet der 27 Kommunen erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 67.145 ha. Die gemeindefreien Gebiete (Staatsforsten) sind ausgeschlossen. Wird diese Fläche nach Nutzungsarten gegliedert, ergeben sich drei verschiedene Bereiche (Landwirtschaftsfläche, Waldfläche und sonstige Flächen). Aus energetischer Sicht sind insbesondere die land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen zur Erzeugung biogener Brennstoffe von Interesse. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

Betrachtet man die prozentuale Verteilung der Flächennutzung (dargestellt in Tabelle 1) so stellen die Bereiche Landwirtschafts- und Waldflächen insgesamt rund 85 % der Gesamtfläche des Betrachtungsgebietes. Der flächenmäßig hohe Anteil an landwirtschaftlicher Nutzfläche und Waldfläche erscheint für die Nutzung heimischer Biomasse vorteilhaft.

**Tabelle 1: Flächenverteilung nach Nutzungsart (Stand 2010)**

*[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

	Landwirtschafts- fläche [ha]	Wald- fläche [ha]	sonstige Flächen [ha]	Gebietsfläche * gesamt [ha]
Alfeld, Gmd.	941	722	132	1.795
Altdorf b. Nürnberg, St.	2.411	1.513	938	4.862
Burgthann, Gmd.	1.683	1.581	657	3.921
Engelthal, Gmd.	686	569	107	1.362
Feucht, M.	106	437	437	980
Happurg, Gmd.	1.820	2.021	418	4.259
Hartenstein, Gmd.	798	1.441	236	2.475
Henfenfeld, Gmd.	335	212	118	665
Hersbruck, St.	925	826	540	2.291
Kirchensittenbach, Gmd.	2.044	2.049	226	4.319
Lauf a.d. Pegnitz, St.	2.560	2.265	1.156	5.981
Leinburg, Gmd.	1.527	1.044	373	2.944
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	1.242	793	296	2.331
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	538	561	315	1.414
Offenhausen, Gmd.	1.133	958	159	2.250
Ottensoos, Gmd.	487	382	132	1.001
Pommelsbrunn, Gmd.	1.997	2.498	509	5.004
Reichenschwand, Gmd.	296	248	140	684
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	248	654	525	1.427
Rückersdorf, Gmd.	110	51	196	357
Schnaittach, M.	2.104	2.099	733	4.936
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	145	123	322	590
Schwarzenbruck, Gmd.	471	1.285	467	2.223
Simmelsdorf, Gmd.	1.662	2.066	359	4.087
Velden, St.	813	1.142	176	2.131
Vorra, Gmd.	843	1.188	177	2.208
Winkelhaid, Gmd.	292	173	183	648
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>28.217</b>	<b>28.901</b>	<b>10.027</b>	<b>67.145</b>

\* ohne gemeindefreies Gebiet

### 4.1.3 Bevölkerung

Die Bevölkerungszahlen aller 27 Kommunen umfassten im Jahr 2009 rund 166.500 Einwohner. Die Bevölkerungsdichte beläuft sich auf 248 Einwohnern je km<sup>2</sup>. (Vergleich: bayerischer Durchschnitt: rund 178 Einwohner pro km<sup>2</sup>).

Es ist ersichtlich, dass die Bevölkerungszahlen seit dem Jahr 1987 in den einzelnen Kommunen jedoch verhältnismäßig stark variierten.

**Tabelle 2: Die Bevölkerungsentwicklung im Zeitraum 1950 bis 2009**

*[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

	1950	1987	2000	2009
	[Einwohner]	[Einwohner]	[Einwohner]	[Einwohner]
Alfeld, Gmd.	1.271	1.059	1.165	1.138
Altdorf b. Nürnberg, St.	8.508	12.612	15.070	15.382
Burgthann, Gmd.	4.496	9.029	11.362	11.228
Engelthal, Gmd.	1.259	1.031	1.139	1.156
Feucht, M.	5.143	12.139	13.764	13.260
Happurg, Gmd.	3.762	3.396	3.859	3.584
Hartenstein, Gmd.	1.555	1.307	1.449	1.384
Henfenfeld, Gmd.	1.364	1.665	1.877	1.900
Hersbruck, St.	11.139	11.482	12.316	12.321
Kirchensittenbach, Gmd.	2.291	2.020	2.185	2.179
Lauf a.d. Pegnitz, St.	15.762	22.371	25.770	26.090
Leinburg, Gmd.	3.720	5.370	6.312	6.434
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	2.886	2.867	2.981	2.865
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	2.181	4.265	4.747	4.647
Offenhausen, Gmd.	1.537	1.348	1.603	1.581
Ottensoos, Gmd.	1.496	1.661	1.995	2.062
Pommelsbrunn, Gmd.	6.249	4.786	5.373	5.290
Reichenschwand, Gmd.	1.888	2.050	2.302	2.191
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	9.254	11.899	12.154	11.873
Rückersdorf, Gmd.	2.821	4.020	4.455	4.458
Schnaittach, M.	6.370	6.990	8.186	8.012
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	6.080	8.175	8.462	8.214
Schwarzenbruck, Gmd.	3.234	7.800	8.678	8.363
Simmelsdorf, Gmd.	3.614	3.008	3.277	3.136
Velden, St.	1.595	1.702	1.807	1.794
Vorra, Gmd.	2.160	1.694	1.883	1.794
Winkelhaid, Gmd.	1.388	3.381	3.853	4.155
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>113.023</b>	<b>149.127</b>	<b>168.024</b>	<b>166.491</b>

#### 4.1.4 Wohngebäudebestand

In Tabelle 3 ist die Wohngebäudestatistik des Jahres 2010 in den einzelnen Kommunen dargestellt. Die Informationen bzgl. der Wohnflächen sind insbesondere für die Ermittlung der thermischen Einsparpotentiale durch Gebäudesanierung von Bedeutung.

Als Mittelwert aller 27 Kommunen ergibt sich ein Verhältnis von rund 1,7 Wohnungen / Wohngebäude. Die mittlere Wohnfläche pro Wohngebäude beläuft sich auf rund 170 m<sup>2</sup>. Dies verdeutlicht den ländlichen Charakter des Betrachtungsgebietes.

**Tabelle 3: Die Wohngebäudestatistik des Jahres 2010**

*[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

	Anzahl Wohngebäude	Anzahl Wohnungen	Wohnfläche [m <sup>2</sup> ]
Alfeld, Gmd.	386	501	56.616
Altdorf b. Nürnberg, St.	4.067	7.047	710.419
Burgthann, Gmd.	3.390	4.956	525.321
Engelthal, Gmd.	365	492	55.007
Feucht, M.	3.196	6.185	550.803
Happurg, Gmd.	1.120	1.648	174.064
Hartenstein, Gmd.	387	597	58.877
Henfenfeld, Gmd.	551	815	83.622
Hersbruck, St.	3.088	5.983	552.545
Kirchensittenbach, Gmd.	668	889	100.689
Lauf a.d. Pegnitz, St.	5.980	12.546	1.122.276
Leinburg, Gmd.	1.760	2.663	287.168
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	822	1.333	137.453
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	1.170	2.140	199.185
Offenhausen, Gmd.	455	548	65.347
Ottensoos, Gmd.	605	861	92.647
Pommelsbrunn, Gmd.	1.652	2.402	247.376
Reichenschwand, Gmd.	679	1.004	100.409
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	2.463	6.006	495.276
Rückersdorf, Gmd.	1.524	2.319	246.153
Schnaittach, M.	2.177	3.492	355.213
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	2.434	4.307	405.101
Schwarzenbruck, Gmd.	2.379	3.639	379.234
Simmelsdorf, Gmd.	1.017	1.400	150.347
Velden, St.	543	816	87.086
Vorra, Gmd.	536	756	78.699
Winkelhaid, Gmd.	1.108	1.707	179.935
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>44.522</b>	<b>77.052</b>	<b>7.496.868</b>

## 4.2 Die Charakterisierung der einzelnen Verbrauchergruppen

Die Grundlage eines fundierten Klimaschutzkonzeptes ist die möglichst detaillierte Darstellung der energetischen Ausgangssituation. In die Darstellung des Energieumsatzes werden der elektrische Gesamtumsatz (Strombezug), der thermische Energieumsatz (Heizwärme und Prozesswärme) und der Verkehr mit einbezogen.

Bei der Verbrauchs- bzw. Bedarfserfassung wird auf direkt erhobene Daten aus den Kommunen und den Gewerbe/Industriebetrieben (Datenerhebungsbögen), Energieverbrauchsdaten der hiesigen Energieversorgungsunternehmen (Erdgas, Strom), einer Aufstellung sämtlicher Feuerstätten durch die Bezirkskaminkehrermeister, sowie im Bedarfsfall auf allgemein anerkannte, spezifische Kennwerte zurückgegriffen.

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

### 4.2.1 Private Haushalte

Im Rahmen dieser Studie umfasst die Verbrauchergruppe private Haushalte alle Wohngebäude im Betrachtungsgebiet und somit den Energieverbrauch aller Einwohner (Heizenergie und Strom) in ihrem privaten Haushalt.

Diese Verbrauchergruppe umfasst sämtliche vom Energieversorgungsunternehmen als „jährlich abgerechnete private Letztverbraucher“ bzw. als „Einfamilien- / Mehrfamilienhaushalte“ geführte Abnehmer.

### 4.2.2 Kommunale Liegenschaften

In der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ werden alle von den 27 Kommunen und des Landkreises versorgten, unterhaltenen oder betriebenen Liegenschaften oder Anlagen zusammengefasst. Für diese Verbrauchergruppe wurden sämtliche Verbrauchsdaten, sowie Informationen zu installierten Heizkesseln und bereits durchgeführten Sanierungen anhand eines Datenerhebungsbogens umfangreich erfasst.

Diese Datenerhebung stellt für die Kommunen einen ersten Schritt hin zu einem detaillierten Energiecontrolling dar. Die einzelnen Verbrauchsdaten werden im Rahmen dieser Studie jedoch nicht veröffentlicht.

Zudem wurden die folgenden kommunalen Energieverbraucher aufgenommen:

- Kläranlagen (mit Pumpwerken/-stationen, Wasserwerken)
- Straßenbeleuchtungen

#### **4.2.3 Gewerbe / Handel / Dienstleistung (GHD) und Industrie**

Der Verbrauchergruppe „GHD/Industrie“ werden neben den Verbrauchergruppen „Private Haushalte“, „Kommunale Liegenschaften“ und „Verkehr“ die übrigen Abnehmer bzw. Verbraucher und der entsprechend zugehörige Energieverbrauch zugeordnet. Zudem basieren die Berechnungen auch auf den Ergebnissen eines umfangreichen Datenerhebungsbogens, welcher an die größeren Unternehmen des Landkreises versandt wurde. In dieser Verbrauchergruppe sind auch sämtliche Betriebe des Handwerks und die Landwirtschaft geführt.

#### **4.2.4 Verkehr (Kraftfahrzeuge)**

Die Ermittlung des Endenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ erfolgt über die aktuellen Zulassungszahlen an Kraftfahrzeugen im Betrachtungsgebiet mit der Verrechnung einer Laufleistung und einem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch.

Im Bereich des motorisierten Individualverkehrs (MIV) werden folgende Fahrzeugtypen betrachtet:

- PKW
- LKW (inkl. Sattelzugmaschinen für den gewerblichen Transport)
- Krafträder
- Sonderfahrzeuge
- Landwirtschaftliche Zugmaschinen

## 4.3 Datengrundlage bei der Ermittlung des energetischen Ist-Zustandes

### 4.3.1 Der Erdgasbedarf

Als Datengrundlage steht der gesamte Erdgasverbrauch des Jahres 2010, sowie der detaillierte Verbrauch jeder mit Erdgas versorgten kommunalen Liegenschaft zur Verfügung.

Folgende Kommunen verfügen über eine Erdgasversorgung: Altdorf b. Nürnberg, Burgthann, Engelthal, Feucht, Happurg, Henfenfeld, Hersbruck, Lauf a.d. Pegnitz, Neunkirchen a. Sand, Ottensoos, Pommelsbrunn, Reichenschwand, Röthenbach a.d. Pegnitz, Rückersdorf, Schnaittach, Schwaig, Schwarzenbruck, Winkelhaid.

In den übrigen Kommunen ist aktuell keine Erdgasversorgung vorhanden. Der Erdgasnetzbetrieb erfolgt durch folgende Energieversorgungsunternehmen: N-ERGIE Aktiengesellschaft, Stadtwerke Röthenbach a.d. Pegnitz GmbH, Stromversorgung Neunkirchen GmbH, Hersbrucker Energie- und Wasserversorgung (HEWA) GmbH, GVL Gasversorgung Lauf a.d. Pegnitz, Feuchter Gemeindewerke GmbH.

Zudem wurde eine detaillierte, gemeindespezifische Übersicht der installierten Erdgas-Wärmeerzeuger von der Kaminkehrerinnung zur Verfügung gestellt.

Insgesamt beträgt der jährliche Erdgasverbrauch im Betrachtungsgebiet rund 896.017 MWh<sub>Hi</sub>. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]*

### 4.3.2 Der Heizölbedarf

Der Gesamtendenergiebedarf an Heizöl im Landkreis Nürnberger Land beläuft sich auf rund 1.242.012 MWh pro Jahr (entspricht rund 123 Mio. Litern Heizöl) und wurde anhand einer detaillierten Aufstellung der Feuerstätten (Kaminkehrerinnung) berechnet. *[Quelle: Auflistung Feuerstätten]*

### 4.3.3 Der elektrische Energiebedarf

Im Gebiet des Landkreises Nürnberger Land erfolgt der Netzbetrieb durch folgende Energieversorgungsunternehmen: N-ERGIE Aktiengesellschaft, E.ON Bayern AG, Stadtwerke Altdorf GmbH, HEWA GmbH, Stromversorgung Neunkirchen GmbH, Stadtwerke Röthenbach a.d. Pegnitz GmbH, Gemeindewerke Rückersdorf, Gemeindewerke Schwarzenbruck GmbH, Städtische Werke Lauf a.d. Pegnitz (STWL) GmbH, Feuchter Gemeindewerke GmbH. Zudem steht der Stromverbrauch in der Verbrauchergruppe der kommunalen Liegenschaften detailliert zur Verfügung.

Insgesamt beläuft sich der jährliche Stromverbrauch im Landkreis Nürnberger Land auf rund 789.921 MWh. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]*

### 4.3.4 Der Flüssiggasbedarf

Der Gesamtendenergiebedarf an Flüssiggas im Landkreis Nürnberger Land beläuft sich auf rund 43.418 MWh pro Jahr, was einem Heizöläquivalent von rund 4 Mio. Litern entspricht. Dies wurde anhand einer detaillierten Aufstellung der Feuerstätten (Kaminkehrerinnung) berechnet. *[Quelle: Auflistung Feuerstätten]*

### 4.3.5 Der Kohlebedarf

Der Gesamtendenergiebedarf an Kohle im Landkreis Nürnberger Land beläuft sich auf rund 8.731 MWh pro Jahr, was einem Heizöläquivalent von rund 1 Mio. Litern entspricht. Dies wurde anhand einer detaillierten Aufstellung der Feuerstätten (Kaminkehrerinnung) berechnet. *[Quelle: Auflistung Feuerstätten]*

## 4.3.6 Der Anteil bereits genutzter Erneuerbarer Energien im Ist-Zustand

### 4.3.6.1 Regenerative Stromerzeugung durch EEG-Anlagen

#### Photovoltaik

Zum Ende des Jahres 2010 waren im Landkreis Nürnberger Land rund 2.000 Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 24.615 kW<sub>p</sub> installiert. Die Stromeinspeisung im Jahr 2010 belief sich auf rund 16.041 MWh. Die gemeindespezifischen Daten wurden einer Aufstellung der verschiedenen Energieversorgungsunternehmen des Jahres 2010 entnommen. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass einige der Anlagen erst Ende 2010 installiert wurden und dementsprechend im Jahr 2010 noch nicht der tatsächlich zu erwartende Ertrag erzielt wurde. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]*

#### Wasserkraft

Im Betrachtungsgebiet sind nach Angaben der verschiedenen Energieversorgungsunternehmen insgesamt 38 Wasserkraftanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von rund 1.753 kW installiert, welche im Bilanzjahr 2010 rund 6.923 MWh an elektrischer Energie erzeugten. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]*

#### Windkraft

Im Betrachtungsgebiet sind nach Angaben der verschiedenen Energieversorgungsunternehmen insgesamt drei Windkraftanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von rund 5.063 kW installiert, welche im Bilanzjahr 2010 rund 8.591 MWh an elektrischer Energie erzeugten. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]*

## Biomasse-KWK-Anlagen (EEG-Anlagen)

Im Betrachtungsgebiet sind dem Datenbestand des Jahres 2010 zufolge sieben Biomasseanlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von 414 kW installiert. Die jährliche Stromproduktion aller Biomasse-KWK-Anlagen beläuft sich auf rund 1.171 MWh. [Quelle: Energieversorgungsunternehmen]

## Zusammenfassung

Tabelle 4 zeigt eine gemeindespezifische Übersicht der im Jahr 2010 eingespeisten Strommengen aus Erneuerbaren Energien. In Summe wurden im Jahr 2010 rund 32.725 MWh durch die EEG-Anlagen eingespeist. Dies entspricht rund 4 % des gesamten Stromverbrauches im Landkreis Nürnberger Land.

**Tabelle 4: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis Nürnberger Land**

[Quelle: Energieversorgungsunternehmen]

	Photovoltaik		Wasserkraft		Windkraft		Biomasse-KWK	
	installierte Leistung [kWp]	eingespeiste Energie* [MWh/a]	installierte Leistung [kW]	eingespeiste Energie* [MWh/a]	installierte Leistung [kW]	eingespeiste Energie* [MWh/a]	installierte Leistung [kW]	eingespeiste Energie* [MWh/a]
Alfeld, Gmd.	1.445	330	6	19	2.000	3.884	-	-
Altdorf b. Nürnberg, St.	2.122	1.494	53	247	1.563	1.946	353	1.133
Burgthann, Gmd.	1.655	1.132	52	216	-	-	8	14
Engelthal, Gmd.	256	215	-	-	-	-	-	-
Feucht, M.	1.262	854	-	-	-	-	-	-
Happurg, Gmd.	668	450	182	456	-	-	-	-
Hartenstein, Gmd.	329	298	190	677	-	-	-	-
Henfenfeld, Gmd.	206	160	-	-	-	-	-	-
Hersbruck, St.	1.687	701	80	335	-	-	-	-
Kirchensittenbach, Gmd.	567	357	17	134	-	-	-	-
Lauf a.d. Pegnitz, St.	3.200	2.144	230	1.178	-	-	-	-
Leinburg, Gmd.	769	533	-	-	-	-	-	-
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	493	384	40	147	-	-	-	-
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	2.162	1.469	32	47	-	-	3	1
Offenhausen, Gmd.	562	366	11	8	1.500	2.761	-	-
Ottensoos, Gmd.	348	246	240	572	-	-	-	-
Pommelsbrunn, Gmd.	766	554	118	481	-	-	-	-
Reichenschwand, Gmd.	349	236	170	703	-	-	-	-
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	690	542	-	-	-	-	-	-
Rückersdorf, Gmd.	263	209	-	-	-	-	-	-
Schnaittach, M.	1.764	1.266	12	76	-	-	50	22
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	505	296	-	-	-	-	-	-
Schwarzenbruck, Gmd.	867	659	165	820	-	-	-	-
Simmelsdorf, Gmd.	736	462	22	28	-	-	-	-
Velden, St.	292	224	30	115	-	-	-	-
Vorra, Gmd.	223	139	103	664	-	-	-	-
Winkelhaid, Gmd.	429	322	-	-	-	-	-	-
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>24.615</b>	<b>16.041</b>	<b>1.753</b>	<b>6.923</b>	<b>5.063</b>	<b>8.591</b>	<b>414</b>	<b>1.171</b>

\* entspricht der tatsächlich eingespeisten Energiemenge im Jahr 2010 --> Anlagen, welche erst Ende des Jahres in Betrieb gegangen sind, speisten dementsprechend weniger ein

#### 4.3.6.2 Thermische Nutzung regenerativer Energien

##### **Solarthermie**

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

Im Betrachtungsgebiet sind nach Angaben der BAFA (Stand: Ende 2010) insgesamt 4.576 Solarthermie-Anlagen mit einer Gesamt-Bruttoanlagenfläche aller solarthermischen Kollektortypen von rund 43.825 m<sup>2</sup> installiert. Die mittlere Kollektorgröße je Anlage beträgt demnach rund 9,6 m<sup>2</sup>.

Zur Errechnung der Wärmemenge, welche von den solarthermischen Anlagen pro Jahr erzeugt wird, wurde von einem Standardwert für eine Solarthermieanlage von 300 kWh/(m<sup>2</sup>·a) ausgegangen. Der Wert der angegebenen Wärmebereitstellung errechnet sich aus der installierten Kollektorfläche und einem mittleren jährlichen Wärmeertrag. Bei Anlagen, die zusätzlich der Heizungsunterstützung dienen, wird dieser vom BMU mit 450 kWh/(m<sup>2</sup>·a) angegeben.

Insgesamt beträgt die Energiebereitstellung durch Solarthermie im Betrachtungsgebiet rund 15.339 MWh<sub>th</sub>/a. *[Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle]*

##### **Feste Biomasse**

Unter fester Biomasse versteht man vor allem Stückholz, Hackschnitzel oder Holzpellets, die in Heizkesseln zur Wärmebereitstellung eingesetzt werden. Anhand einer Aufstellung der Feuerstätten kann im Betrachtungsgebiet der Biomasseeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen nach Verbrauch in Zentralöfen (Pelletkessel, Hackschnitzelkessel) und Einzelfeuerstätten (v.a. Kaminöfen) unterschieden werden. Im Betrachtungsgebiet werden jährlich rund 229.179 MWh an Biomasse zur Feuerung in Zentralheizungen, sowie 62.600 MWh zur Feuerung in Einzelfeuerstätten genutzt. *[Quelle: Auflistung Feuerstätten - Kaminkehrerprotokolle]*

## Wärmepumpen

Zum Zeitpunkt der Datenerfassung waren im Landkreis Nürnberger Land rund 390 Wärmepumpen in Betrieb. Unter Berücksichtigung allgemeiner Parameter (COP=3; durchschnittliche Leistung=12 kW; Volllaststunden=1.800 h/a) ergibt sich eine Bereitstellung an thermischer Energie von rund 8.424 MWh. *[Quelle: Energieversorgungsunternehmen; Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle]*

## Zusammenfassung

In Tabelle 5 ist die thermische Nutzung regenerativer Energien im Betrachtungsgebiet gemeindespezifisch dargestellt. In Summe beläuft sich die regenerative Wärmeerzeugung auf rund 315.600 MWh pro Jahr (entsprechend rund 13 % des gesamten thermischen Energiebedarfes im Landkreis Nürnberger Land).

**Tabelle 5: Übersicht der regenerativen Wärmenutzung im Landkreis Nürnberger Land**

*[Quelle: Auflistung Feuerstätten]*

	Solarthermie [MWh <sub>th</sub> /a]	feste Biomasse [MWh/a]	Wärmepumpen [MWh <sub>th</sub> /a]
Alfeld, Gmd.	190	4.081	43
Altdorf b. Nürnberg, St.	1.355	31.187	1.944
Burgthann, Gmd.	1.215	15.823	367
Engelthal, Gmd.	457	4.843	-
Feucht, M.	799	5.576	1.231
Happurg, Gmd.	537	11.502	65
Hartenstein, Gmd.	367	7.227	151
Henfenfeld, Gmd.	261	6.125	-
Hersbruck, St.	967	17.112	346
Kirchensittenbach, Gmd.	335	11.426	-
Lauf a.d. Pegnitz, St.	1.601	16.501	1.253
Leinburg, Gmd.	772	11.091	173
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	440	14.285	65
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	375	7.237	43
Offenhausen, Gmd.	457	7.450	367
Ottensoos, Gmd.	242	9.648	65
Pommelsbrunn, Gmd.	737	22.517	173
Reichenschwand, Gmd.	216	9.304	-
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	488	10.677	194
Rückersdorf, Gmd.	444	5.877	583
Schnaittach, M.	790	19.330	151
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	366	10.330	194
Schwarzenbruck, Gmd.	586	6.758	454
Simmelsdorf, Gmd.	414	10.152	130
Velden, St.	367	5.224	151
Vorra, Gmd.	199	4.795	-
Winkelhaid, Gmd.	363	5.701	281
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>15.339</b>	<b>291.779</b>	<b>8.424</b>

## 4.4 Der Endenergieverbrauch in den einzelnen Verbrauchergruppen

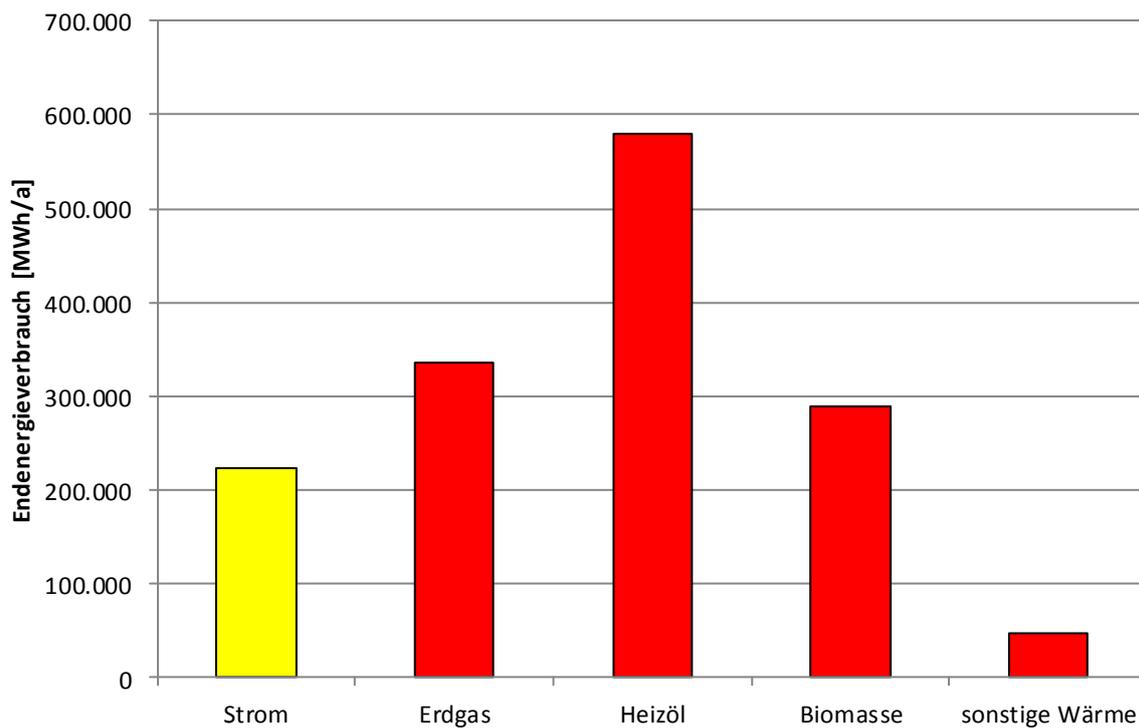
### 4.4.1 Private Haushalte

Tabelle 6 und Abbildung 2 zeigt eine gemeindespezifische und zusammenfassende Übersicht des Gesamtendenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“.

**Tabelle 6: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“**

	<u>elektrisch</u>	<u>thermisch</u>				<u>Summe</u>
	Strom [MWh/a]	Erdgas [MWh <sub>Hf</sub> /a]	Heizöl [MWh/a]	Biomasse [MWh/a]	sonstige * Wärme [MWh/a]	[MWh/a]
Alfeld, Gmd.	1.585	-	4.239	4.081	998	10.903
Aldorf b. Nürnberg, St.	20.541	3.722	77.358	31.187	3.396	136.205
Burgthann, Gmd.	15.255	1.997	67.004	15.823	2.555	102.633
Engelthal, Gmd.	1.590	193	1.955	4.843	1.516	10.097
Feucht, M.	17.170	53.495	33.923	5.301	15	109.904
Happurg, Gmd.	5.013	228	12.529	11.502	4.411	33.684
Hartenstein, Gmd.	1.756	-	2.081	6.764	803	11.404
Henfenfeld, Gmd.	2.459	606	6.763	6.125	172	16.126
Hersbruck, St.	16.741	74.055	704	17.112	1.139	109.751
Kirchensittenbach, Gmd.	2.834	-	3.556	11.036	2.022	19.448
Lauf a.d. Pegnitz, St.	34.319	104.366	64.412	16.487	4.375	223.959
Leinburg, Gmd.	8.214	-	33.732	11.091	2.231	55.268
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	4.091	-	7.294	14.228	1.346	26.959
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	6.040	11.049	9.793	7.237	5.159	39.278
Offenhausen, Gmd.	1.851	-	287	7.450	2.332	11.920
Ottensoos, Gmd.	2.686	501	4.359	9.631	582	17.759
Pommelsbrunn, Gmd.	7.232	488	15.066	22.244	3.060	48.089
Reichenschwand, Gmd.	2.978	722	6.460	8.982	792	19.933
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	16.175	71.472	1.870	10.677	1.499	101.692
Rückersdorf, Gmd.	7.012	4.413	30.032	5.877	154	47.488
Schnaittach, M.	10.427	896	37.679	19.330	1.934	70.266
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	12.170	5.146	53.685	10.123	185	81.309
Schwarzenbruck, Gmd.	11.062	1.959	54.467	6.758	487	74.734
Simmelsdorf, Gmd.	4.335	-	12.657	10.152	2.223	29.366
Velden, St.	2.496	-	7.272	5.224	1.584	16.576
Vorra, Gmd.	2.281	-	7.264	4.672	1.383	15.600
Winkelhaid, Gmd.	5.220	472	22.471	5.701	700	34.565
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>223.533</b>	<b>335.780</b>	<b>578.913</b>	<b>289.637</b>	<b>47.052</b>	<b>1.474.915</b>

\* z.B. Flüssiggas



**Abbildung 2: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“**

Aus der Abbildung 2 ist deutlich zu erkennen, dass der Großteil des jährlichen thermischen Energiebedarfes in den privaten Haushalten durch den Energieträger Heizöl gedeckt wird.

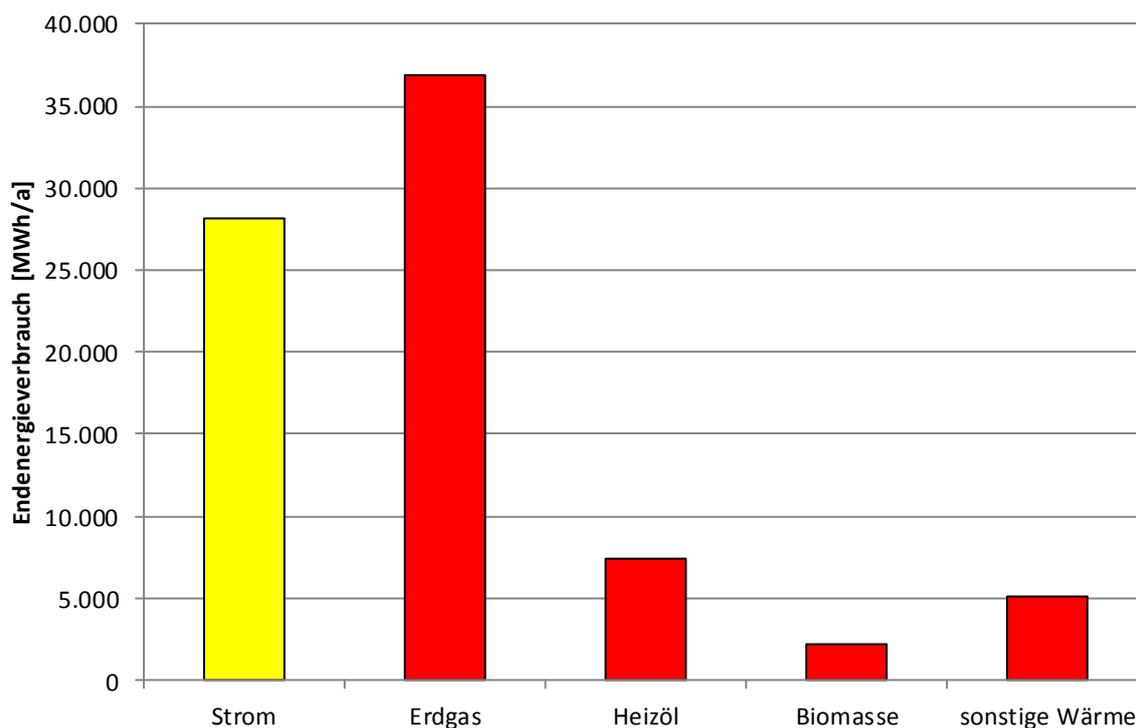
#### 4.4.2 Kommunale Liegenschaften

Tabelle 7 und Abbildung 3 zeigt eine gemeindespezifische und zusammenfassende Übersicht des Gesamtenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“.

**Tabelle 7: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“**

	elektrisch	thermisch				Summe [MWh/a]
	Strom [MWh/a]	Erdgas [MWh <sub>H</sub> /a]	Heizöl [MWh/a]	Biomasse [MWh/a]	sonstige * Wärme [MWh/a]	
Alfeld, Gmd.	222	-	200	-	-	422
Altdorf b. Nürnberg, St.	1.712	1.468	593	-	2.150	5.923
Burgthann, Gmd.	883	687	-	-	-	1.571
Engelthal, Gmd.	103	34	-	-	21	159
Feucht, M.	1.245	3.373	140	275	2.100	7.133
Happurg, Gmd.	500	1.025	166	-	-	1.691
Hartenstein, Gmd.	153	-	-	462	-	615
Henfenfeld, Gmd.	162	287	27	-	-	477
Hersbruck, St.	2.300	3.705	22	-	-	6.026
Kirchensittenbach, Gmd.	218	-	87	391	-	696
Lauf a.d. Pegnitz, St.	7.794	11.551	1.182	14	113	20.654
Leinburg, Gmd.	736	-	786	-	-	1.522
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	303	-	680	58	18	1.059
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	1.464	917	150	-	66	2.597
Offenhausen, Gmd.	161	-	195	-	23	378
Ottensoos, Gmd.	266	320	-	17	-	602
Pommelsbrunn, Gmd.	459	88	776	273	42	1.639
Reichenschwand, Gmd.	553	-	-	322	228	1.103
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	2.165	5.607	-	-	-	7.772
Rückersdorf, Gmd.	1.058	850	-	-	-	1.907
Schnaittach, M.	627	1.006	511	-	-	2.144
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	804	4.145	553	207	-	5.709
Schwarzenbruck, Gmd.	2.674	1.412	13	-	37	4.136
Simmelsdorf, Gmd.	368	-	483	-	105	956
Velden, St.	168	-	371	-	29	568
Vorra, Gmd.	292	-	-	123	165	580
Winkelhaid, Gmd.	738	369	422	-	-	1.529
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>28.129</b>	<b>36.844</b>	<b>7.357</b>	<b>2.142</b>	<b>5.097</b>	<b>79.569</b>

\* z.B. Flüssiggas



**Abbildung 3: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“**

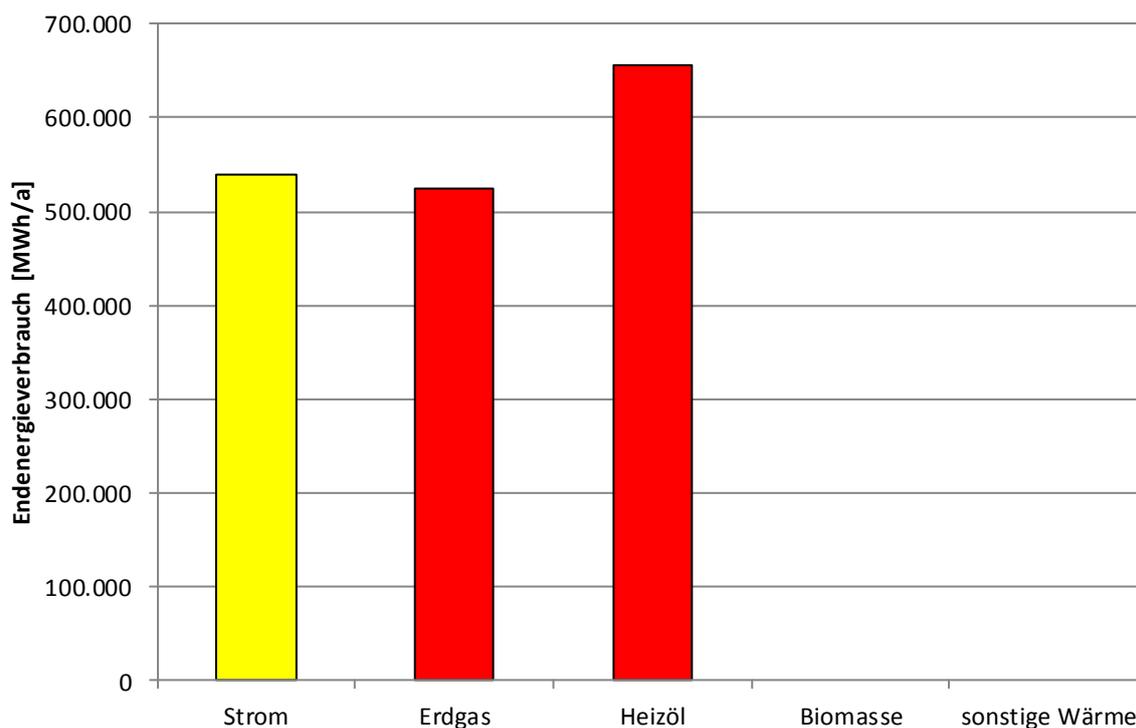
Aus der Abbildung 3 ist deutlich zu erkennen, dass der Großteil des thermischen Endenergiebedarfes in den kommunalen Liegenschaften durch den Energieträger Erdgas gedeckt wird. Auffällig ist ebenso der relativ hohe Endenergieverbrauch an Strom, der sich allerdings folgerichtig durch die vorwiegende Nutzung der kommunalen Liegenschaften als Büro- und Verwaltungsgebäude erklären lässt.

#### 4.4.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

Tabelle 8 und Abbildung 4 zeigt eine gemeindespezifische und zusammenfassende Übersicht des Gesamtendenergiebedarfes in der Verbrauchergruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“.

**Tabelle 8: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“**

	<u>elektrisch</u>	<u>thermisch</u>			<u>sonstige Wärme</u>	<u>Summe</u>
	Strom [MWh/a]	Erdgas [MWh <sub>HI</sub> /a]	Heizöl [MWh/a]	Biomasse [MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Alfeld, Gmd.	1.554	-	8.743	-	-	10.297
Altdorf b. Nürnberg, St.	21.941	44.568	47.354	-	-	113.863
Burgthann, Gmd.	17.423	33.616	20.331	-	-	71.369
Engelthal, Gmd.	1.532	5.536	14.530	-	-	21.598
Feucht, M.	38.194	40.195	33.937	-	-	112.326
Happurg, Gmd.	4.958	4.932	28.180	-	-	38.070
Hartenstein, Gmd.	62.427	-	35.536	-	-	97.964
Henfenfeld, Gmd.	6.449	9.429	4.347	-	-	20.225
Hersbruck, St.	44.799	4.983	79.585	-	-	129.368
Kirchensittenbach, Gmd.	1.912	-	13.458	-	-	15.370
Lauf a.d. Pegnitz, St.	106.693	122.977	33.776	-	-	263.446
Leinburg, Gmd.	27.265	-	49.491	-	-	76.756
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	41.078	-	38.760	-	-	79.837
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	13.485	18.367	16.686	-	-	48.539
Offenhausen, Gmd.	2.437	-	20.545	-	-	22.982
Ottensoo, Gmd.	4.303	7.978	10.916	-	-	23.197
Pommelsbrunn, Gmd.	34.366	4.081	40.120	-	-	78.567
Reichenschwand, Gmd.	7.688	7.301	9.922	-	-	24.911
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	14.530	90.085	43.958	-	-	148.573
Rückersdorf, Gmd.	7.416	27.050	17.601	-	-	52.067
Schnaittach, M.	15.327	13.284	28.451	-	-	57.062
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	24.586	50.761	2.359	-	-	77.705
Schwarzenbruck, Gmd.	13.059	29.533	1.181	-	-	43.774
Simmelsdorf, Gmd.	9.683	-	19.179	-	-	28.861
Velden, St.	9.207	-	14.773	-	-	23.981
Vorra, Gmd.	1.689	-	10.395	-	-	12.083
Winkelhaid, Gmd.	4.259	8.716	11.628	-	-	24.603
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>538.259</b>	<b>523.392</b>	<b>655.742</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.717.394</b>



**Abbildung 4: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“**

Aus der Abbildung 4 ist deutlich zu erkennen, dass der Großteil des jährlichen thermischen Endenergiebedarfes im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie durch den Energieträger Heizöl gedeckt wird. Allerdings ist die Differenz zwischen Erdgas- und Heizölverbrauch relativ gering. Auffällig ist weiterhin der hohe Strombedarf in dieser Verbrauchergruppe.

#### 4.4.4 Verkehr (Kraftfahrzeuge)

Die Ermittlung des Endenergiebedarfes für den Kfz-Verkehr im Betrachtungsgebiet erfolgt über die Zulassungszahlen an Kraftfahrzeugen mit der Verrechnung einer statistischen Laufleistung und einem durchschnittlichen, bundesweiten Kraftstoffverbrauch. *[Quelle: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung; Verkehr in Zahlen]*

Der Energiebedarf der landwirtschaftlichen Zugmaschinen wird anhand des durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchs pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche bzw. Waldfläche berechnet.

In Tabelle 9 sind die von der Kfz-Zulassungsbehörde des Landkreises Nürnberger Land zur Verfügung gestellten Daten aufgelistet.

**Tabelle 9: Kfz-Zulassungszahlen im Betrachtungsgebiet *[Quelle: Kfz-Zulassungsstelle]***

	Krafträder	PKW	LKW	Sonstige	Summe
Alfeld, Gmd.	869	889	33	195	1.986
Altdorf b. Nürnberg, St.	1.118	8.826	432	780	11.156
Burgthann, Gmd.	973	6.824	256	545	8.598
Engelthal, Gmd.	88	728	31	198	1.045
Feucht, M.	829	7.467	304	156	8.756
Happurg, Gmd.	265	1.100	113	473	1.951
Hartenstein, Gmd.	127	791	36	221	1.175
Henfenfeld, Gmd.	131	1.051	35	109	1.326
Hersbruck, St.	679	6.569	362	643	8.253
Kirchensittenbach, Gmd.	190	1.275	69	525	2.059
Lauf a.d. Pegnitz, St.	1.636	14.977	772	921	18.306
Leinburg, Gmd.	589	4.166	178	514	5.447
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	264	1.574	81	281	2.200
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	395	2.844	170	214	3.623
Offenhausen, Gmd.	171	1.109	100	360	1.740
Ottensoos, Gmd.	183	1.242	145	139	1.709
Pommelsbrunn, Gmd.	342	3.043	136	497	4.018
Reichenschwand, Gmd.	435	1.305	75	116	1.931
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	620	6.123	374	225	7.342
Rückersdorf, Gmd.	317	2.693	77	104	3.191
Schnaittach, M.	684	4.889	238	598	6.409
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	611	5.223	261	130	6.225
Schwarzenbruck, Gmd.	566	5.133	292	303	6.294
Simmelsdorf, Gmd.	275	2.004	101	369	2.749
Velden, St.	130	977	63	214	1.384
Vorra, Gmd.	117	922	35	232	1.306
Winkelhaid, Gmd.	333	2.329	106	141	2.909
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>12.937</b>	<b>96.073</b>	<b>4.875</b>	<b>9.203</b>	<b>123.088</b>

Die Anzahl der PKW sticht mit großem Abstand hervor. Bezogen auf das Gesamtgebiet ergibt sich eine Zulassungszahl von 0,58 PKW je Einwohner (Vergleichswert Bayern: 0,55 PKW/EW). [Quelle: Kraftfahrtbundesamt; Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]

In Summe ergibt sich im Bereich Verkehr ein jährlicher Endenergiebedarf für Kraftstoffe in Höhe von ca. 1.677.000 MWh, was einem Äquivalent von rund 166 Mio. Liter Dieselmotorkraftstoff entspricht. Die prozentuale Verteilung des Endenergiebedarfes im Sektor Verkehr wird in Abbildung 5 verdeutlicht.

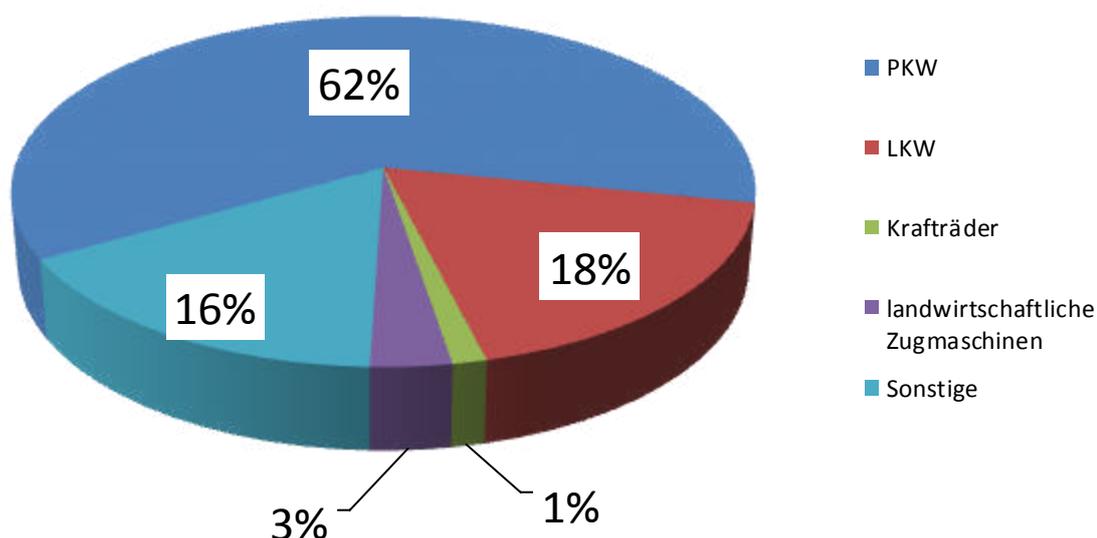


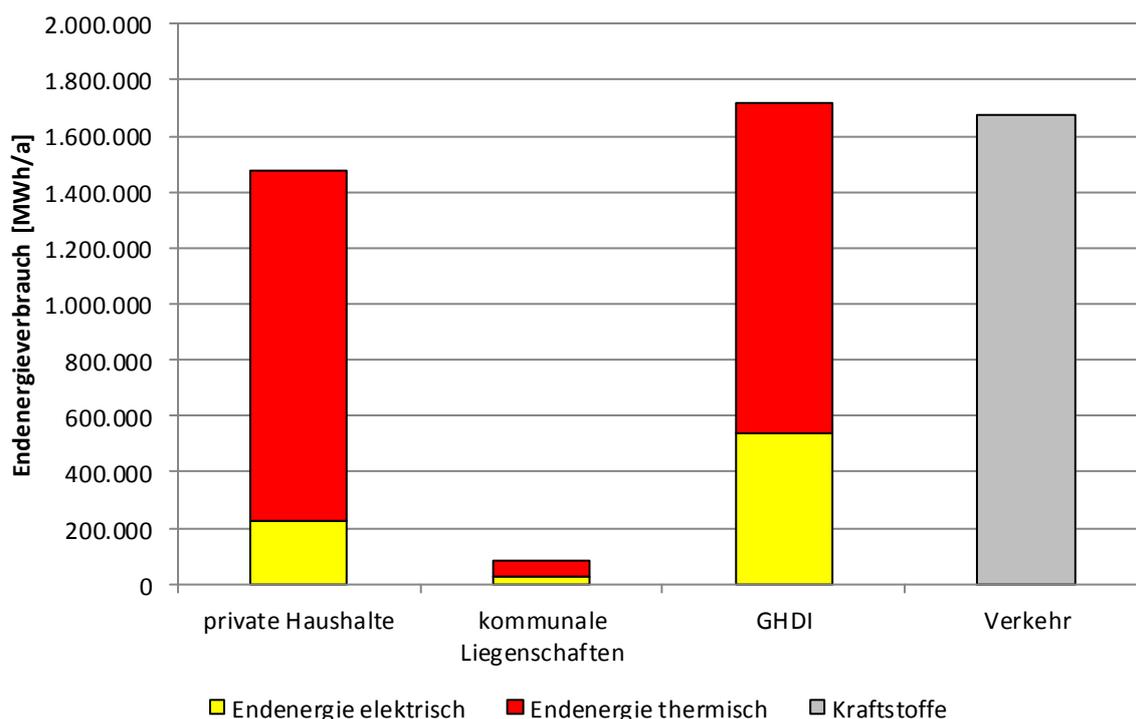
Abbildung 5: Verteilung des Endenergiebedarfes durch Kfz-Betrieb

#### 4.4.5 Zusammenfassung

Im Betrachtungsgebiet wurde eine umfangreiche Bestandsanalyse der Endenergieverbrauchsstruktur und des Energieumsatzes durchgeführt. Als Ergebnis wurde in den vorhergehenden Kapiteln der Endenergieeinsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen dargestellt. Zudem wurde der Sektor Kfz-Verkehr anhand der zugelassenen Fahrzeuge unter Berücksichtigung einer bundesdurchschnittlichen Laufleistung betrachtet. Eine gemeindespezifische und zusammenfassende Übersicht der Ergebnisse ist in Tabelle 10 und Abbildung 6 dargestellt.

**Tabelle 10: Der Endenergieverbrauch im Landkreis Nürnberger Land**

	<u>elektrisch</u>	<u>thermisch</u>				<u>mobil</u>	<u>Summe</u>
	Strom [MWh/a]	Erdgas [MWh <sub>H</sub> /a]	Heizöl [MWh/a]	Biomasse [MWh/a]	sonstige Wärme [MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
Alfeld, Gmd.	3.361	-	13.182	4.081	998		21.622
Altdorf b. Nürnberg, St.	44.194	49.758	125.305	31.187	5.546		255.990
Burgthann, Gmd.	33.561	36.300	87.335	15.823	2.555		175.573
Engelthal, Gmd.	3.225	5.763	16.485	4.843	1.537		31.854
Feucht, M.	56.609	97.063	68.000	5.576	2.115		229.363
Happurg, Gmd.	10.471	6.185	40.874	11.502	4.411		73.444
Hartenstein, Gmd.	64.336	-	37.618	7.227	803		109.983
Henfenfeld, Gmd.	9.070	10.323	11.137	6.125	172		36.827
Hersbruck, St.	63.840	82.744	80.312	17.112	1.139		245.146
Kirchensittenbach, Gmd.	4.964	-	17.102	11.426	2.022		35.515
Lauf a.d. Pegnitz, St.	148.806	238.894	99.370	16.501	4.488		508.059
Leinburg, Gmd.	36.215	-	84.010	11.091	2.231		133.547
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	45.472	-	46.734	14.285	1.364		107.855
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	20.989	30.334	26.629	7.237	5.225		90.413
Offenhausen, Gmd.	4.449	-	21.026	7.450	2.355		35.281
Ottensoos, Gmd.	7.255	8.799	15.275	9.648	582		41.558
Pommelsbrunn, Gmd.	42.057	4.657	55.961	22.517	3.102		128.294
Reichenschwand, Gmd.	11.219	8.023	16.382	9.304	1.019		45.947
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	32.870	167.164	45.829	10.677	1.499		258.038
Rückersdorf, Gmd.	15.486	32.312	47.633	5.877	154		101.462
Schnaittach, M.	26.381	15.186	66.641	19.330	1.934		129.472
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	37.560	60.052	56.597	10.330	185		164.724
Schwarzenbruck, Gmd.	26.795	32.904	55.661	6.758	525		122.643
Simmelsdorf, Gmd.	14.386	-	32.318	10.152	2.328		59.184
Velden, St.	11.871	-	22.417	5.224	1.613		41.125
Vorra, Gmd.	4.262	-	17.658	4.795	1.548		28.263
Winkelhaid, Gmd.	10.217	9.557	34.521	5.701	700		60.696
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>789.921</b>	<b>896.017</b>	<b>1.242.012</b>	<b>291.779</b>	<b>52.149</b>	<b>1.677.282</b>	<b>4.949.160</b>



**Abbildung 6: Der Endenergieverbrauch im Landkreis Nürnberger Land**

In Summe werden im Betrachtungsgebiet jährlich rund 4.949.160 MWh Endenergie verbraucht, wovon

- ➔ rund 2.481.956 MWh Endenergie dem Verbrauch an thermischer Energie
- ➔ rund 789.921 MWh dem Verbrauch an elektrischer Energie
- ➔ rund 1.677.282 MWh dem Verbrauch an Kraftstoffen für den mobilen Bereich

zuzuordnen sind.

Dem Datenstand des Jahres 2010 zufolge wird im Betrachtungsgebiet bereits jährlich eine

- ➔ elektrische Energiemenge von rund 32.725 MWh (tatsächliche Einspeisung im Jahr 2010; entsprechend rund 4 % am Gesamtstromverbrauch)
- ➔ thermische Energiemenge von rund 315.541 MWh (entsprechend rund 13 % am thermischen Gesamtenergieverbrauch)

aus Erneuerbaren Energien erzeugt.

## 4.5 Der Primärenergieeinsatz und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in den einzelnen Verbrauchergruppen und Gemeinden

Anhand der in den vorhergehenden Kapiteln dargestellten Endenergieverbrauchsdaten der jeweiligen Verbrauchergruppen und der zugehörigen Zusammensetzung nach Energieträgern wird nachfolgend der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Ist-Zustand (Ausgangslage) berechnet.

Bei der Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gibt es grundsätzlich eine Vielzahl unterschiedlicher Herangehensweisen. Bislang existiert bei der kommunalen CO<sub>2</sub>-Bilanzierung keine einheitliche Methodik die anzuwenden ist, bzw. angewendet wird. Die Thematik der CO<sub>2</sub>-Bilanz gewinnt jedoch gerade wieder entscheidend an Präsenz, da diese ein wichtiges Monitoring-Instrument für den kommunalen Klimaschutz darstellt. Bei den nachfolgenden Berechnungen zum CO<sub>2</sub>-Ausstoß werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren für die verbrauchte Endenergie der entsprechenden Energieträger berechnet. Die Emissionsfaktoren wurden vom IfE nach GEMIS berechnet.

**Tabelle 11: Die CO<sub>2</sub>-Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger**

CO <sub>2</sub> -Äquivalente nach GEMIS 4.7 - eigene Berechnungen IfE; 01/2012			
Brennstoff	CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Primärenergiefaktoren	Bemerkung
	(Gesamte Prozesskette)	(nicht erneuerbarer Anteil)	
	[g/kWh]	[kWh <sub>prim</sub> /kWh <sub>end</sub> ]	
Erdgas	252	1,1	Erdgas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl EL	316	1,1	Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Heizöl S	323	1,1	Schweres Heizöl beim Endverbraucher für Heizzwecke
Kohle	387	1,1	Steinkohlebriketts ab Fabrik
Kohle	433	1,1	Kohle-Briketts beim Endverbraucher für Heizzwecke
Flüssiggas	264	1,1	Flüssiggas beim Endverbraucher für Heizzwecke
Strom	572	2,8	Bonus für Substitution von Netzstrom auf Niederspannungsebene
Strom	566	2,4	Dt. Strommix 2010
Biogas	111	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawaRo) ohne Landnutzungsänderungen
Biomethan	131	0,5	Biomethan aus 100% Mais (NawRo) ohne Landnutzungsänderungen, Einspeiseanlage 500 m <sup>3</sup> /h, Druckwechsel/PSA-Konzept
Palmöl	203	0,5	Palmölproduktion ohne Landnutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Rapsöl	180	0,5	Rapsölproduktion ohne Landnutzungsänderungen inkl. Seetransport, Umschlag und 150 km Transport in Dtl.
Holzpellets	23	0,2	Holzpellets beim Endverbraucher für Heizzwecke
Hackschnitzel	23	0,2	Hackschnitzel beim Endverbraucher für Heizzwecke
Scheitholz	17	0,2	Stückholz beim Endverbraucher für Heizzwecke

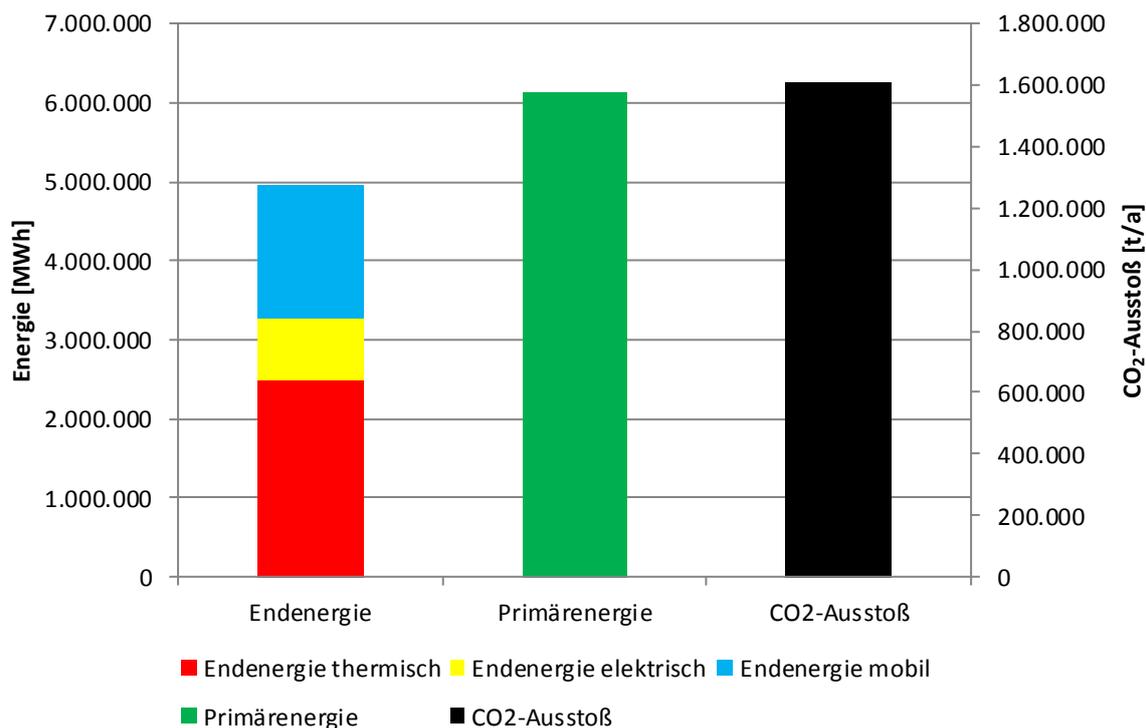
Bezugsgröße: kWh Endenergie, Heizwert Hi

Im Untersuchungsgebiet wurde eine umfangreiche Bestandsanalyse der Energieverbrauchsstruktur und des Energieumsatzes durchgeführt. Darauf aufbauend wurde der der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in den jeweiligen Verbrauchergruppen im Ist-Zustand berechnet. Die Situationsanalyse stellt somit die Basis für das weitere Vorgehen einer Potentialbetrachtung zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes dar.

In Tabelle 12 und Abbildung 7 ist die ermittelte Energiebilanz mit Endenergie, Primärenergie und dem gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit den bereits genutzten Anteilen an erneuerbaren Energieträgern für den Landkreis Nürnberger Land dargestellt.

**Tabelle 12: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Ist-Zustand**

	elektrisch		thermisch				mobil [t/a]	Summe [t/a]
	Strom [t/a]	EEG- Anlagen [t/a]	Erdgas [t/a]	Heizöl [t/a]	Biomasse [t/a]	sonstige Wärme [t/a]		
Alfeld, Gmd.	1.922	-2.396	-	4.166	74	265		4.031
Altdorf b. Nürnberg, St.	25.279	-2.728	12.539	39.596	563	1.482		76.731
Burghann, Gmd.	19.197	-771	9.148	27.598	284	674		56.131
Engelthal, Gmd.	1.845	-122	1.452	5.209	87	594		9.065
Feucht, M.	32.380	-483	24.460	21.488	100	916		78.861
Happurg, Gmd.	5.989	-513	1.559	12.916	208	1.541		21.700
Hartenstein, Gmd.	36.800	-552	-	11.887	139	212		48.486
Henfenfeld, Gmd.	5.188	-90	2.601	3.519	106	61		11.386
Hersbruck, St.	36.516	-586	20.851	25.378	301	366		82.827
Kirchensittenbach, Gmd.	2.839	-278	-	5.404	215	539		8.720
Lauf a.d. Pegnitz, St.	85.117	-1.880	60.201	31.401	295	1.185		176.319
Leinburg, Gmd.	20.715	-301	-	26.547	198	589		47.748
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	26.010	-300	-	14.768	257	360		41.095
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	12.006	-859	7.644	8.415	131	1.531		28.868
Offenhausen, Gmd.	2.545	-1.774	-	6.644	142	779		8.336
Ottensoos, Gmd.	4.150	-463	2.217	4.827	169	202		11.102
Pommelsbrunn, Gmd.	24.057	-586	1.174	17.684	394	836		43.559
Reichenschwand, Gmd.	6.417	-532	2.022	5.177	168	308		13.560
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	18.802	-307	42.125	14.482	184	396		75.681
Rückersdorf, Gmd.	8.858	-119	8.143	15.052	103	41		32.078
Schnaittach, M.	15.090	-772	3.827	21.059	349	525		40.077
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	21.484	-168	15.133	17.885	183	53		54.570
Schwarzenbruck, Gmd.	15.327	-837	8.292	17.589	119	138		40.629
Simmelsdorf, Gmd.	8.229	-278	-	10.213	183	615		18.961
Velden, St.	6.790	-192	-	7.084	98	426		14.206
Vorra, Gmd.	2.438	-454	-	5.580	87	409		8.059
Winkelhaid, Gmd.	5.844	-182	2.408	10.909	101	202		19.281
<b>Landkreis Nürnberger Land</b>	<b>451.835</b>	<b>-18.522</b>	<b>225.796</b>	<b>392.476</b>	<b>5.240</b>	<b>15.243</b>	<b>541.762</b>	<b>1.613.829</b>



**Abbildung 7: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Ist-Zustand**

Der Endenergieverbrauchsstruktur zufolge entstehen in der

- ➔ Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ rund 415.681 Tonnen jährlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß,
- ➔ durch den Verbrauch in den „Kommunalen Liegenschaften“ rund 27.915 Tonnen
- ➔ der Sektor „GHD / Industrie“ verursacht einen Ausstoß von rund 646.994 Tonnen
- ➔ der Sektor „Verkehr“ emittiert jährlich rund 541.762 Tonnen.
- ➔ Durch die Einspeisung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien wird insgesamt gleichzeitig ein Ausstoß von rund 18.522 Tonnen pro Jahr vermieden

Aus dem Gesamtendenergieverbrauch resultieren unter Berücksichtigung der Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energien ein Ausstoß von rund 1.614.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr.

**Dies entspricht einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kopf von rund 9,7 Tonnen**

## 5 Potentialbetrachtung zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

### 5.1 Grundlegende Strategieleistungsanalyse zur weiteren Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Um eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen zu können, müssen die Potentiale in den einzelnen Verbrauchergruppen ermittelt werden. Im Zusammenhang mit dieser Thematik wurden verschiedene Richtlinien und Leitfäden veröffentlicht. Zu den wichtigsten Publikationen zählt die „Richtlinie 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen“. Zweck dieser Richtlinie ist es, die Effizienz der Energienutzung durch gezielte Maßnahmen zu steigern. Als allgemeines Ziel der Mitgliedsstaaten wurde ein genereller nationaler Einsparwert von 9 % ausgerufen, der zum Abschluss des neunten Jahres (2015) erreicht werden soll. Dieses Ziel gibt also eine jährliche Einsparung von einem Prozentpunkt vor. Eine besondere Rolle in dieser Richtlinie nimmt die Energieeffizienz im öffentlichen Sektor ein, da diese eine Vorbildfunktion einnehmen soll. *[Quelle: [www.eur-lex.europa.eu](http://www.eur-lex.europa.eu)]*

Eine weiterführende Richtlinie stellt die neue EU-Energieeffizienzrichtlinie dar, welche im Herbst 2012 final beschlossen werden soll. Eine für alle EU-Staaten verbindliche Einsparquote soll ebenfalls inhaltlich verankert sein. Im bisherigen Entwurf ist vorgesehen, dass im Bereich der privaten Haushalte und auf dem Sektor GHD / Industrie durch Maßnahmen der Energieversorger durchschnittlich mindestens 1,5 % Energie eingespart werden sollen (z.B. durch Hilfen bei Gebäudesanierungen, Heizungsumstellungen, etc.). *[Quelle: [www.euractiv.de](http://www.euractiv.de)]*

Verbrauchsreduzierungen sind vor allem im Bereich der Wärmedämmung an Gebäuden, durch Steigerung der Energieeffizienz unter dem Einsatz neuer Technik sowie einer an den tatsächlichen Bedarf angepassten, optimierten Betriebsweise möglich. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass von Beginn an auf eine korrekte bauliche Ausführung bei der Sanierung geachtet werden muss, um langfristig Probleme (z.B. Schimmelbildung) zu vermeiden. Insbesondere die Sanierung denkmalgeschützter Gebäude ist dadurch mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden.

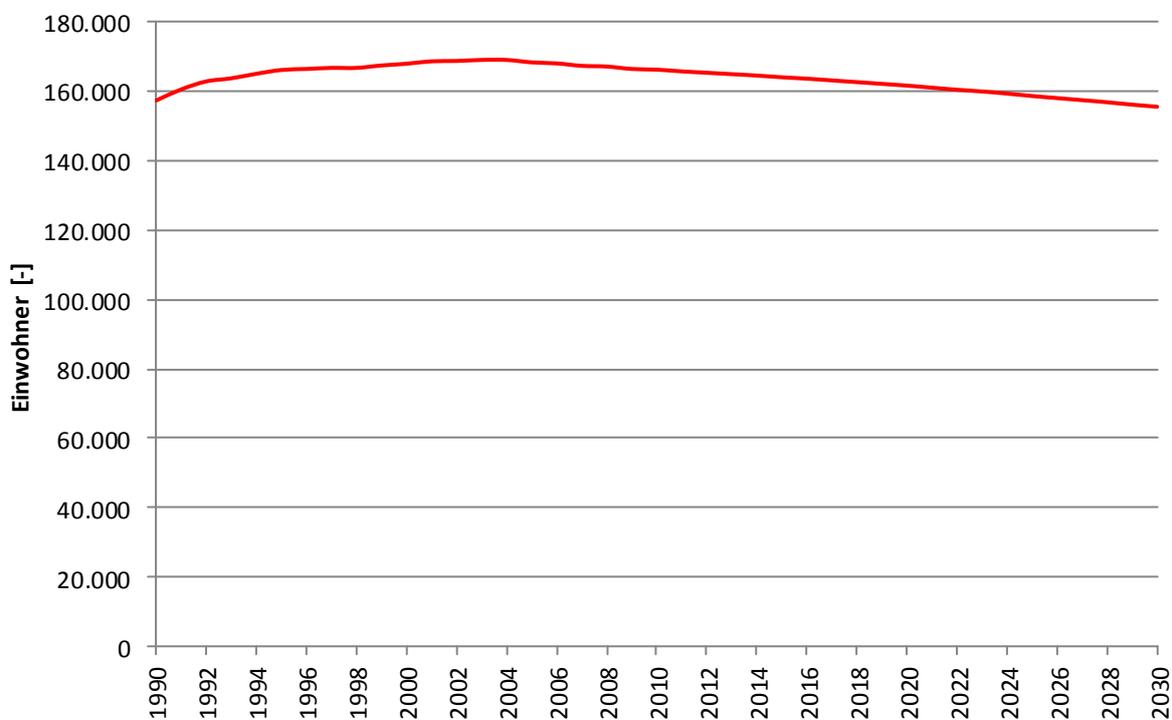
Anhand der natürlichen Gegebenheiten im Betrachtungsgebiet ergeben sich große Potentiale zur Nutzung Erneuerbarer Energien, z.B. im Bereich der Land- und Forstwirtschaft, der solaren Strahlungsenergie oder der Windkraft.

In der nachfolgenden Potentialbetrachtung werden demnach zum einen Möglichkeiten in den einzelnen Verbrauchergruppen aufgezeigt, wie der Energieverbrauch reduziert werden kann, zum anderen werden parallel dazu die Potentiale zum Ausbau der Erneuerbaren Energien betrachtet, die im untersuchten Gebiet anhand der gegebenen räumlichen und strukturellen Situation dargestellt werden können.

## 5.2 Analyse der demographischen Aspekte im Landkreis Nürnberger Land

Ein wichtiges Kriterium für die Veränderungen hinsichtlich der zukünftigen Endenergienutzung ist die demographische Entwicklung. Im Rahmen dieses Konzeptes wird hierfür der gesamte Landkreis Nürnberger Land herangezogen. Bei der demographischen Entwicklung wird die Entwicklung der Bevölkerung und deren Struktur betrachtet, ihre alters- und zahlenmäßige Gliederung, ihre geographische Verteilung, sowie die Umwelt- und Sozialfaktoren, die für Veränderungen verantwortlich sind. Die Daten wurden der regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2029 entnommen. Bei der regionalplanerischen Betrachtung wurden Ziele und Grundsätze der Raumordnung und der Landesplanung ausgewertet. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung]*

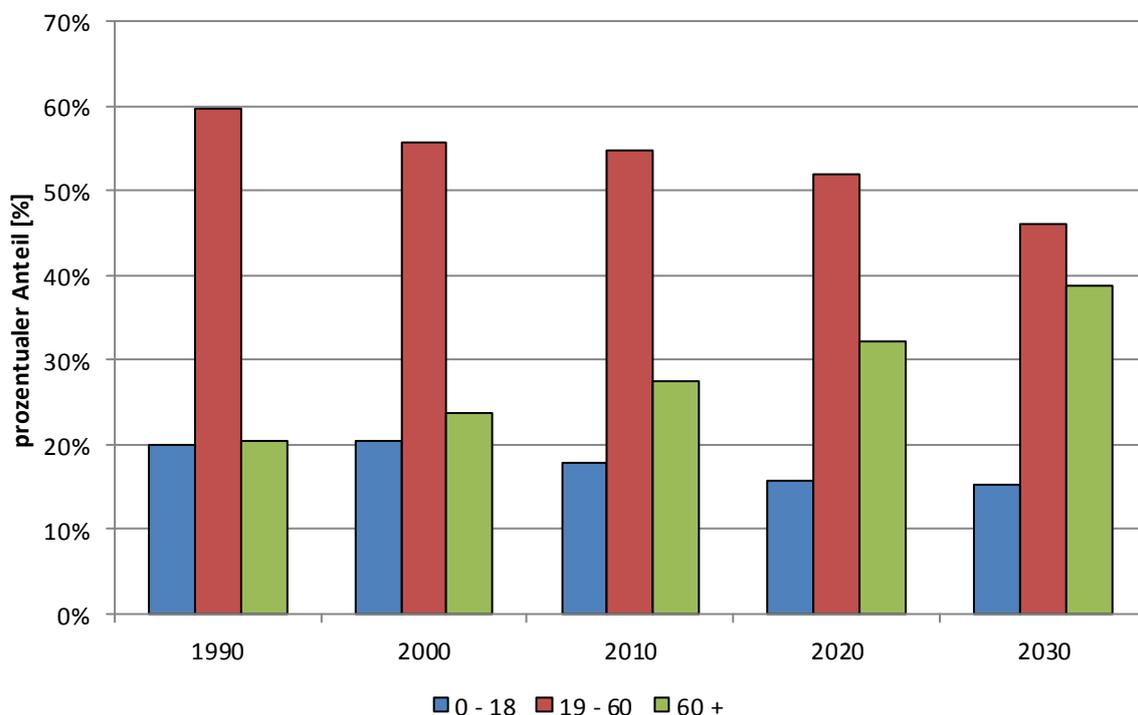
In Abbildung 8 ist die Entwicklung der Einwohnerzahlen für den Landkreis Nürnberger Land dargestellt. In dieser Abbildung ist zu erkennen, dass im Zeitraum 1990 bis 2003 eine steigende Einwohnerzahl auftrat. Im Zeitraum 2004 bis 2010 sank die Einwohnerzahl jährlich um knapp 0,5 %. Ab 2010 wird ebenfalls eine jährliche Abnahme der Einwohnerzahl in Höhe von rund 0,5 bis 0,6 % vorausgesagt.



**Abbildung 8: Die prognostizierte Entwicklung der Einwohnerzahlen im Landkreis Nürnberger Land [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; eigene Darstellung]**

Neben der Entwicklung der Bevölkerungszahlen ist die Veränderung der Altersgruppenverteilung ein entscheidender Faktor bei der demographischen Betrachtung. In Abbildung 9 ist die Veränderung der Altersgruppenstruktur für den Landkreis Nürnberger Land dargestellt.

Für die kommenden Jahre wird eine Veränderung der Altersgruppenstruktur im Betrachtungsgebiet prognostiziert. Diese Prognose zeigt eine Zunahme der Bevölkerungsgruppe über 60 Jahre. Parallel dazu wird für die Altersgruppe zwischen 0 und 18 Jahre und für die Altersgruppe zwischen 19 und 60 Jahre eine Abnahme vorausgesagt.



**Abbildung 9: Die Veränderung der Altersgruppenstruktur im Landkreis Nürnberger Land**  
*[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; eigene Darstellung]*

#### Zusammenfassung:

Die Ergebnisse der regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung im Landkreis Nürnberger Land zeigen, dass der demographische Wandel im Betrachtungsgebiet einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss haben wird. Neben der langfristigen Abnahme der Einwohnerzahlen stellt die Alterung der Bevölkerung das zweite wichtige Merkmal dar.

## **5.3 Potentiale zur Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz**

### **5.3.1 Potentialbetrachtung im Bereich der privaten Haushalte**

Die Verbrauchergruppe der privaten Haushalte bietet sehr viele Möglichkeiten, elektrische und thermische Energie einzusparen und folglich den CO<sub>2</sub>-Ausstoß in dieser Verbrauchergruppe zu minimieren. Die nachfolgenden Kapitel zeigen die einzelnen Potentiale zur Energiereduzierung, und somit der Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den einzelnen Bereichen der privaten Haushalte auf.

#### **5.3.1.1 Sanierung von Bestandsgebäuden**

Im folgenden Kapitel werden die Potentiale der Energieeinsparung mittels Sanierung der bestehenden Gebäudehüllen sämtlicher Bestandsgebäude im Betrachtungsgebiet untersucht. Die Analyse wird für verschiedene Baualterklassen entsprechend der Baualterstruktur im Betrachtungsgebiet durchgeführt.

- Baualterklasse I: Baujahr bis 1918
- Baualterklasse II: Baujahr 1919 bis 1948
- Baualterklasse III: Baujahr 1949 bis 1957
- Baualterklasse IV: Baujahr 1958 bis 1968
- Baualterklasse V: Baujahr 1969 bis 1977
- Baualterklasse VI: Baujahr 1978 bis 1984
- Baualterklasse VII: Baujahr 1985 bis 1995
- Baualterklasse VIII: Baujahr 1996 bis 2001
- Baualterklasse IX: ab Baujahr 2002

Im Anhang dieses Konzeptes ist die Berechnung der Heizenergieeinsparung an Mustergebäuden der Baualterklassen I, IV und VII dargestellt. Die Bewertung, mit welcher je nach Baualterklasse die Heizenergieeinsparung durch die Sanierung nach dem EnEV-Standard 2009 berechnet werden kann, wurde für jede Baualterklasse separat durchgeführt. Zudem werden allgemeine Informationen bzgl. der Wärmeerzeugung, -verteilung und -regelung dargestellt.

### **Zusammenfassung**

Ausgehend vom Gebäudebestand und der Gebäudealtersstruktur in den einzelnen Kommunen wird das energetische Einsparpotential berechnet, das durch verschiedene Gebäudesanierungsszenarien erreicht werden kann.

Für die Gebäudesanierung bzw. Wärmedämmmaßnahmen an den Wohngebäuden werden zwei Szenarien betrachtet:

– **Sanierung 1:**

Sämtliche Wohngebäude (Stand 2009) werden nach dem EnEV 2009 Standard saniert. Hierbei wird das energetische Einsparpotential wie in der Beispielrechnung für jede Baualterklasse separat ermittelt.

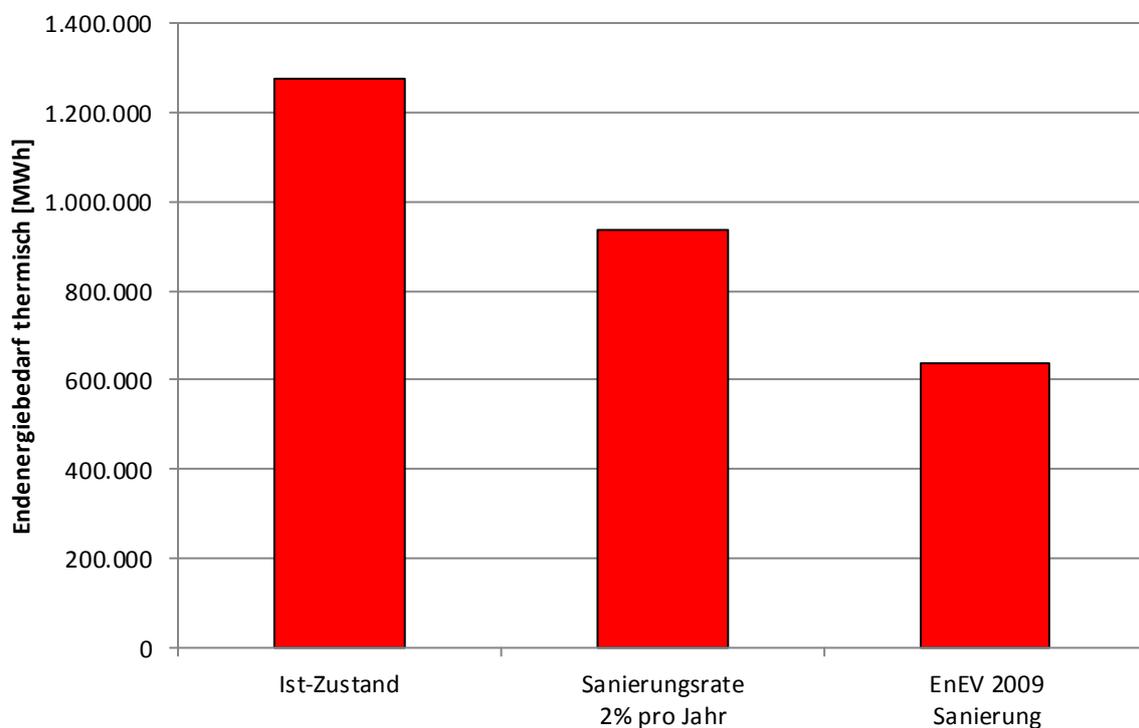
– **Sanierung 2:**

Es wird ab dem Jahr 2010 mit einer mittleren Sanierungsrate von 2 % pro Jahr auf den EnEV 2009 Standard gerechnet. Die Betrachtung wird hierbei bis zum Jahr 2030 durchgeführt. Auch dieses Szenario stellt eine ehrgeizige Aufgabe dar. Die mittlere Sanierungsrate in Deutschland liegt derzeit lediglich bei rund 1 %. *[Quelle: [www.enefhaus.de](http://www.enefhaus.de)]*

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

In Summe kann der thermische Endenergiebedarf im Bereich der Wohngebäude im Betrachtungsgebiet durch eine EnEV 2009 Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von 2 % bis zum Jahr 2030 um rund 336.411 MWh gesenkt werden.

Durch eine Sanierung aller Wohngebäude (Stand 2009) nach EnEV-Standard bis zum Jahr 2030 könnte der thermische Endenergiebedarf um rund 635.705 MWh nahezu halbiert werden.



**Abbildung 10: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden**

### 5.3.1.2 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

Der Einsatz von stromsparenden Haushaltsgeräten trägt zu einer Reduzierung des Stromverbrauches und somit auch zu einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei. Nachfolgend werden einige Energiesparmaßnahmen aufgezeigt. Im Anhang (Kapitel 14.3) dieser Studie werden die einzelnen Punkte vertieft erläutert.

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

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** in den privaten Haushalten ist davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 30 % des derzeitigen Stromverbrauches in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann.

#### Hinweis:

Als Anreiz und Fördermöglichkeit zur Effizienzsteigerung bietet sich an, eine Energieeffizienzberatung durch einen regionalen Energieberater und den Einsatz effizientester Geräte (mindestens Effizienzklasse A) kommunal zu fördern und zu bezuschussen.

Neben dem positiven Effekt der Energieeinsparung durch einen Förderanreiz werden zugleich die regionale Wertschöpfung und das regionale Handwerk gefördert.

### 5.3.1.3 Zusammenfassung

Durch konsequentes Umsetzen der aufgezeigten Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** in den privaten Haushalten ist davon auszugehen, dass durchschnittlich eine Einsparung von rund 30 % des derzeitigen Stromverbrauchs in der Verbrauchergruppe ohne Komfortverlust und wirtschaftlichen Nachteil erreicht werden kann. Bei einer Umsetzung bis zum Jahr 2030 müsste eine jährliche Einsparung von 1,5 Prozentpunkten erreicht werden.

Absolut würde sich hierdurch – ausgehend vom derzeitigen Verbrauch von ca. 223.533 MWh/a – im Bereich der privaten Haushalte ein Einsparpotential von rund 67.060 MWh/a an elektrischer Endenergie ergeben.

#### Hinweis:

Erfahrungsgemäß wurden jedoch erzielte Einsparungen bisher meist durch die Schaffung neuer Anwendungsbereiche ausgeglichen. Es ist deshalb nicht davon auszugehen, dass der tatsächliche Stromverbrauch sinken wird.

Der **thermische Endenergiebedarf** im Bereich der Wohngebäude könnte durch Sanierungen (gemäß der EnEV 2009) im Vergleich zum Ist-Zustand um rund 336.411 MWh gesenkt werden. Die technisch und wirtschaftlich machbare Sanierungsrate liegt dabei bei etwa 2 % pro Jahr (bis zum Jahr 2030).

### 5.3.2 Kommunale Liegenschaften

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

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

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

Die Stadt, Kommune bzw. Landkreisverwaltung bildet somit ein Verbindungsglied zwischen EU, Bund, Land und dem Endverbraucher.

#### 5.3.2.1 Energetische Gebäudesanierung, Wärmedämmung und Elektroeffizienz

Nach der Grundlage der Berechnungen des Einsparpotentials im Bereich der Wohngebäude ergibt sich auch für die kommunalen Gebäude ein erhebliches Potential in der energetischen Gebäudesanierung.

In den vergangenen Jahren wurden an vielen kommunalen Liegenschaften bereits verschiedene energetische Sanierungen durchgeführt. Nachfolgend werden einige Beispiele exemplarisch aufgeführt:

- Kindergarten, Alfeld
- Kulturrathaus, Altdorf
- Rathaus, Kirchensittenbach

Alle bereits aufgeführten Energieeinsparmaßnahmen in Bezug auf die Energieeffizienz (z.B. Anlagentechnik, Heizungspumpen etc.) zur Einsparung an Endenergie gelten ebenfalls für die kommunalen Liegenschaften. In den öffentlichen Gebäuden ergeben sich zusätzliche Möglichkeiten im Bereich der Beleuchtung durch intelligente Lichttechnik, z.B. durch tageslichtabhängige Bewegungsmelder oder durch Zeitsteuerungen.

Die EU-Effizienzrichtlinie sieht in ihrem bisherigen Entwurf vor, dass jährlich 3 % aller Gebäude der Zentralregierung auf einen Mindestenergiestandard gebracht werden müssen. Im Rahmen dieses Konzeptes wird ebenfalls eine Sanierungsrate in dieser Höhe veranschlagt und als Berechnungsgrundlage verwendet. Der Sanierung kommunaler Gebäude kommt eine große Vorbildfunktion zu, weswegen eine Ausführung nach den effizientesten Technologien angestrebt wird.

Wird entsprechend den Vorgaben eine Sanierungsrate der noch nicht sanierten kommunalen Liegenschaften von rund 3 % jährlich erreicht, so ergibt sich eine Einsparung von rund 14.466 MWh bis zum Jahr 2030 bezogen auf den Ist-Zustand.

Ausgehend von einer jährlichen Steigerung der Elektroeffizienz in den kommunalen Liegenschaften um 1,5 Prozentpunkte kann bis zum Jahr 2030 der elektrische Verbrauch um jährlich rund 8.439 MWh gesenkt werden.

### 5.3.2.2 Zusammenfassung

Durch konsequentes Umsetzen der Maßnahmen zur Reduzierung des **elektrischen Energieverbrauchs** bei den kommunalen Liegenschaften könnte der Stromverbrauch von aktuell 28.129 MWh pro Jahr auf rund 19.690 MWh pro Jahr reduziert werden.

In Summe kann der **thermische Endenergiebedarf** im Bereich der kommunalen Liegenschaften im Bilanzierungsgebiet durch eine energetische Sanierung um rund 29 % bis zum Jahr 2030 gesenkt werden. Dies entspricht einer Einsparung in Höhe von rund 14.466 MWh jährlich.

### 5.3.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

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

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

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

### 5.3.3.1 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch

#### Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik

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

Die möglichen Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Maschinen-, Anlagen und Antriebstechnik werden in Tabelle 13 zusammenfassend dargestellt. Die Potentiale wurden hierbei dem „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe“ entnommen. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt]*

Folglich können die nachfolgend aufgeführten Einsparpotentiale nur als durchschnittliche Werte gesehen werden, die in der tatsächlichen Umsetzung deutlich abweichen können. Eine ausführliche Beschreibung der Effizienzsteigerungen ist im Anhang, Kapitel 14.4 dargestellt.

**Tabelle 13: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik**  
*[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung]*

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

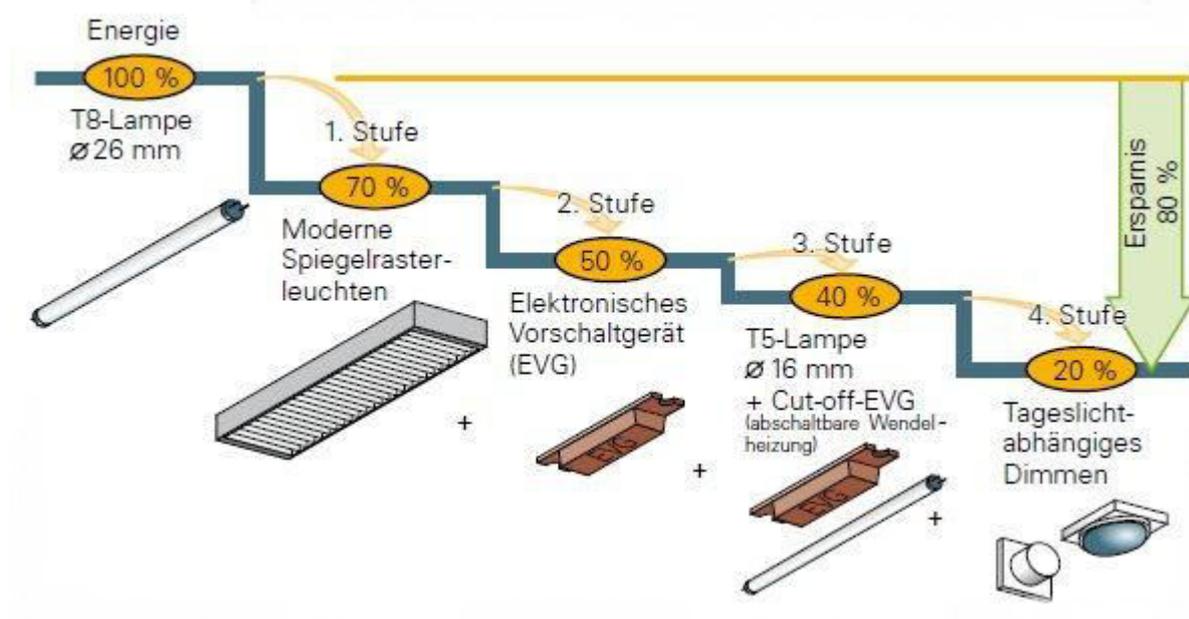
## Beleuchtung

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

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

- modernen Spiegelrasterleuchten
- elektronischen Vorschaltgeräten
- Dimmern

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



**Abbildung 11: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung**

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

### **5.3.3.2 Einsparung bzw. Effizienzsteigerung im Bereich Raumheizung, Prozesswärme und Warmwasserbereitung**

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

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

### 5.3.3.3 Zusammenfassung

Der thermische Endenergieverbrauch für die Verbrauchergruppe GHD/Industrie beläuft sich im Ausgangszustand auf etwa 1.180.000 MWh/a, wodurch jährlich rund 339.109 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht werden. Der elektrische Endenergieverbrauch beläuft sich im Ist-Zustand auf rund 538.259 MWh/a, wodurch jährlich CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 307.884 Tonnen entstehen.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **thermische** Endenergiebedarf bei einer jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5 Prozentpunkten (EU-Energieeffizienzrichtlinie) in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2030 um insgesamt 30 % verringert werden. Bei einer daraus resultierenden Einsparung von 354.208 MWh Endenergie ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotential von etwa 88.906 Tonnen im Jahr.

Unter der Annahme, dass kein Produktionszuwachs stattfindet, könnte der **elektrische** Endenergiebedarf bei einer konservativ eingeschätzten, jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5 Prozentpunkten (EU-Energieeffizienzrichtlinie) in den nächsten 20 Jahren bis zum Zieljahr 2030 um insgesamt 30 % verringert werden. Bei einer daraus resultierenden Einsparung von 161.478 MWh Endenergie ergibt sich ein CO<sub>2</sub>- Minderungspotential von etwa 92.365 Tonnen im Jahr.

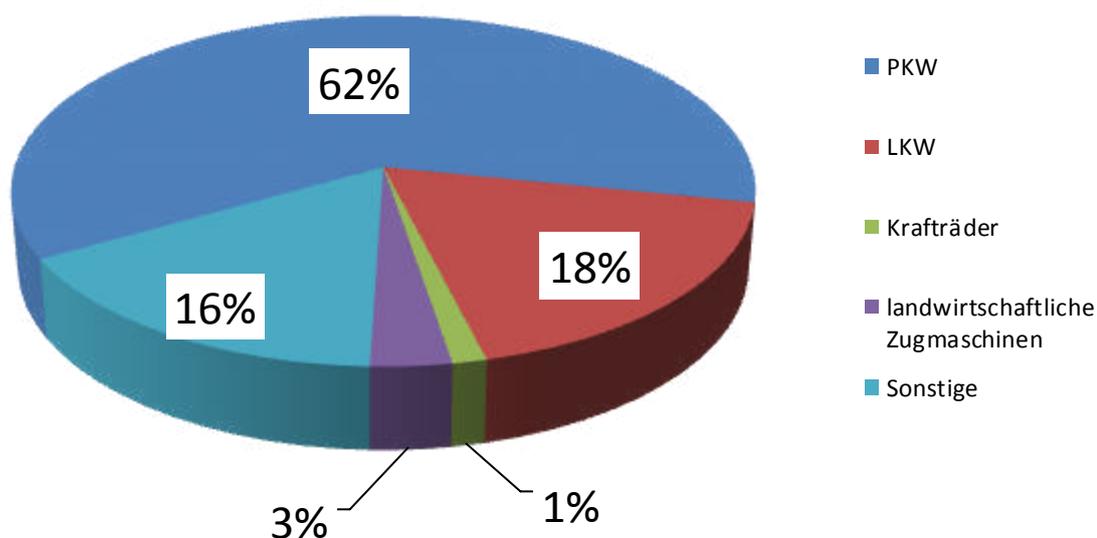
#### Hinweis

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

### 5.3.4 Potentialbetrachtung im Bereich Straßenverkehr / Kraftfahrzeuge

In Deutschland wird rund ein Viertel des jährlichen Energieverbrauchs durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen eingenommen. Im Landkreis Nürnberger Land liegt der Anteil des Endenergiebedarfes für den Betrieb von Kraftfahrzeugen mit 34 % deutlich höher als im bundesweiten Durchschnitt. Für einen ländlich geprägten Raum ist dies jedoch charakteristisch.

Der Verkehrssektor im Betrachtungsgebiet verursacht einen jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von rund 541.762 Tonnen. Die Sparte der Personenkraftwagen hat in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ den größten Anteil mit rund 62 % des gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes gefolgt von den Lastkraftwagen mit einem Anteil von circa 18 %.



**Abbildung 12: Die Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verbrauchergruppe Verkehr aufgelistet nach den verschiedenen Fahrzeugarten**

Nachfolgend werden verschiedene Potentiale betrachtet, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Sektor Verkehr zu verringern.

## **Klimaeffizienz im Bereich des PKW- und LKW-Sektors anhand der Shell Studie** **[www.shell.com]**

Im Betrachtungsgebiet liegt die PKW-Dichte bei rund 580 PKW pro 1.000 Einwohner. Obwohl die Bevölkerungszahlen seit Jahren rückgängig sind, nimmt die PKW-Dichte und auch die Anzahl der Fahrzeuge weiter zu. Einen Grund hierfür stellt der in Kapitel 5.2 beschriebene, demographische Wandel dar. Zum einen wollen die über 65-jährigen zunehmend mobiler werden und gleichzeitig stieg der Motorisierungsgrad der Frauen und der Jugend in den vergangenen Jahren deutlich an. Zudem blieb die PKW-Fahrleistung trotz steigender Energiepreise in den vergangenen Jahren nahezu unverändert hoch.

In der Shell-Studie wurde das Nachhaltigkeitsszenario „Automobilität im Wandel“ entwickelt, in dem die künftige Entwicklung des Verkehrssektors bis zum Jahr 2030 berechnet wurde. Nach dieser Studie soll rund die Hälfte aller PKW bis zum Jahr 2030 mit Hybridantrieb ausgestattet sein. Durch den technologischen Fortschritt wird der Kraftstoffverbrauch konventioneller Kraftstoffe in den nächsten 20 Jahren von aktuell rund 7,5 Liter/ 100 km auf rund 5,2 Liter/ 100 km sinken. Im Rahmen dieser Studie werden die Prognosen der Shell Studie (sinkender Kraftstoffverbrauch) auf das Gebiet des Landkreises Nürnberger Land angewandt.

Unter diesen Randbedingungen ließen sich bis zum Jahr 2030 rund 28 % des Endenergieverbrauchs in der Verbrauchergruppe Verkehr einsparen. Dies würde einer Einsparung von rund 469.639 MWh pro Jahr entsprechen, was wiederum einer Einsparung von rund 151.700 Tonnen CO<sub>2</sub> jährlich gleichkommt.

### **Hinweis:**

Ein durch die Kommunen unmittelbar zu beeinflussendes Potential bietet primär die Erweiterung und Optimierung des öffentlichen Nahverkehrs. Eine Erweiterung bzw. Optimierung der aktuellen Situation beinhaltet die Neuauflage des Nahverkehrskonzepts des Landkreises Nürnberger Land, welches bis Mitte 2013 erscheinen soll.

Im Anhang dieser Studie sind zudem allgemeine wissenschaftliche Erkenntnisse (Umstieg auf alternative Kraftstoffe, effizientere Treibstoffnutzung, Wasserstofftechnik und Elektromobilität) ausführlich beschrieben.

### 5.3.5 Zusammenfassung

In Tabelle 14 werden die im Rahmen dieser Studie berechneten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den einzelnen Verbrauchergruppen zusammenfassend dargestellt. In Summe werden im Landkreis Nürnberger Land jährlich rund 4.949.160 MWh Endenergie verbraucht, wovon rund 2.481.956 MWh Endenergie dem Verbrauch an thermischer Energie, rund 789.921 MWh dem Verbrauch an elektrischer Energie, sowie rund 1.677.282 MWh dem Verbrauch an Kraftstoffen für den mobilen Bereich zuzuordnen sind.

Durch die aufgezeigten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung können in der Verbrauchergruppe

- ➔ „private Haushalte“ rund 67.060 MWh an elektrischer und rund 336.411 MWh an thermischer Endenergie
- ➔ „kommunale Liegenschaften“ rund 8.439 MWh an elektrischer und rund 14.466 MWh an thermischer Endenergie
- ➔ „GHD / Industrie“ rund 161.478 MWh an elektrischer und rund 354.208 MWh an thermischer Endenergie
- ➔ „Verkehr“ rund 469.639 MWh an mobiler Endenergie

eingespart werden.

**Tabelle 14: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. -einsparung**

		Endenergieverbrauch Ist-Zustand [MWh/a]	Maßnahme	Einspar- potential [%]	Einspar- potential * [MWh/a]	Endenergiebedarf 2030 [MWh/a]
private Haushalte	Endenergie thermisch	1.275.145	Wärmedämmung Sanierungsrate 2 % auf EnEV 2009	26	336.411	938.734
	Endenergie elektrisch	223.533	Steigerung der Elektroeffizienz	30	67.060	156.473
kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	49.882	Wärmedämm- maßnahmen	29	14.466	35.416
	Endenergie elektrisch	28.129	Steigerung der Energieeffizienz, Umrüstung auf LED, Ertüchtigung aller Pumpen	30	8.439	19.690
Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	Endenergie thermisch	1.180.692	Effizienzsteigerung	30	354.208	826.485
	Endenergie elektrisch	538.259	Effizienzsteigerung	30	161.478	376.782
Verkehr	Endenergie mobil	1.677.282	Effizienzsteigerung, perönliches Verhalten	28	469.639	1.207.643

\* bezieht sich auf Soll-Jahr 2030

## 5.4 Potentiale zum Einsatz Erneuerbarer Energien

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

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

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

**Abbildung 13: Die Möglichkeiten der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen**

*[Quelle: [www.wissenschaft-technik-ethik.de](http://www.wissenschaft-technik-ethik.de); eigene Darstellung]*

### 5.4.1 Photovoltaik und Solarthermie

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

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

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

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

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

Mithilfe der Anzahl der Wohngebäude aus der Statistik Kommunal, den vorhandenen Dächern der Gewerbe/Industriebetrieben, der Auswertung von Luftbildaufnahmen und unter Berücksichtigung der erläuterten Annahmen kann die für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik geeignete Dachfläche (Modulfläche) bestimmt werden. In Summe beläuft sich die nutzbare Modulfläche im Betrachtungsgebiet auf rund 1.320.000 m<sup>2</sup>.

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

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

Für die weiteren Berechnungen wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- |                             |   |                           |  |
|-----------------------------|---|---------------------------|--|
| – Photovoltaik (Aufdach)    | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 900 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>p</sub>   |
| – Photovoltaik (Freifläche) | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 1.000 kWh <sub>el</sub> /kW <sub>p</sub> |
| – Solarthermie              | → | mittl. jährlicher Ertrag: | 350 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup>    |

## Szenario

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

Aufgrund der direkten Standortkonkurrenz der beiden Techniken muss eine prozentuale Verteilung berücksichtigt werden. Um ein praxisbezogenes Ausbausoll an Solarthermiefläche vorgeben zu können, wird als Randbedingung ein Deckungsziel von 60 % des Warmwasserbedarfs in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ anvisiert. Der Warmwasserbedarf kann mit verschiedenen Annahmen abgeschätzt werden. Ausgehend von einem spezifischen Warmwasserbedarf von  $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{m}^2_{\text{WF}} \cdot \text{a}$  ergibt sich für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamt-Warmwasserwärmebedarf von rund  $93.711 \text{ MWh}_{\text{th}}$ , von dem rund  $56.227 \text{ MWh}_{\text{th}}$  durch Solarthermie gedeckt werden sollen (entsprechend 60 %). Um die Randbedingung des 60 prozentigen Deckungsgrades zu erreichen, werden insgesamt rund  $161.000 \text{ m}^2$  an Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche stellt gleichzeitig das Gesamtpotential für die Solarthermie dar.

Derzeit sind im Betrachtungsgebiet Solarthermieanlagen mit einer Gesamtfläche von rund  $44.000 \text{ m}^2$  bereits installiert.

Zur Erreichung des oben definierten Gesamtpotentials müssen demnach noch  $117.000 \text{ m}^2$  zugebaut werden (solarthermisches Ausbaupotential).

Ausgehend von der Annahme, dass die benötigten Solarthermie-Kollektoren installiert werden, ergibt sich eine maximale nutzbare Restdachfläche für Photovoltaikmodule von  $1.159.000 \text{ m}^2$ . Nachfolgend wird das realistische Szenario betrachtet, falls **lediglich 70%** dieser grundsätzlich für Photovoltaik geeigneten Dachfläche belegt werden (entspricht rund  $811.300 \text{ m}^2$ ). In der weiteren Betrachtung wird diese Fläche zur Ermittlung des PV-Ausbaupotentials herangezogen. In Summe können auf dieser Modulfläche Photovoltaikmodule mit einer Gesamtleistung in Höhe von rund  $108.170 \text{ kW}_p$  installiert werden. Im Jahr 2010 sind bereits Module mit einer Gesamtleistung von rund  $24.600 \text{ kW}_p$  installiert. Das Ausbaupotential beträgt folglich noch rund  $83.570 \text{ kW}_p$ . Hierdurch können jährlich rund  $97.353 \text{ MWh}$  an Strom produziert werden.

Die Potentiale für Erneuerbare Energien aus PV- und Solarthermieanlagen sind in der nachfolgenden Tabelle 15 als Übersicht zusammengefasst.

Tabelle 15: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik

<b>Solarthermie und Photovoltaik</b>	
geeignete Modulfläche im Landkreisgebiet (Dachneigung, Denkmalschutz, etc.)	1.320.000 m <sup>2</sup>
<b>Warmwasserbereitung durch Solarthermie</b>	
(60% des WW-Bedarfes der Privaten Haushalte)	
Erforderliche Kollektorfläche	161.000 m <sup>2</sup>
bereits installiert	44.000 m <sup>2</sup>
Ausbaupotential	117.000 m <sup>2</sup>
<b>→ gesamte Wärmeproduktion</b>	<b>56.271 MWh/a</b>
<b>Stromproduktion durch Photovoltaik</b>	
(70% der übrigen geeigneten Dachfläche)	
Gesamtpotential	108.170 kW <sub>p</sub>
bereits installiert	24.600 kW <sub>p</sub>
Ausbaupotential	83.570 kW <sub>p</sub>
<b>→ gesamte Stromproduktion</b>	<b>97.353 MWh/a</b>

## 5.4.2 Biomasse

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

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

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

Im Rahmen dieser Studie wird unter Biomassepotential das Potential an

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

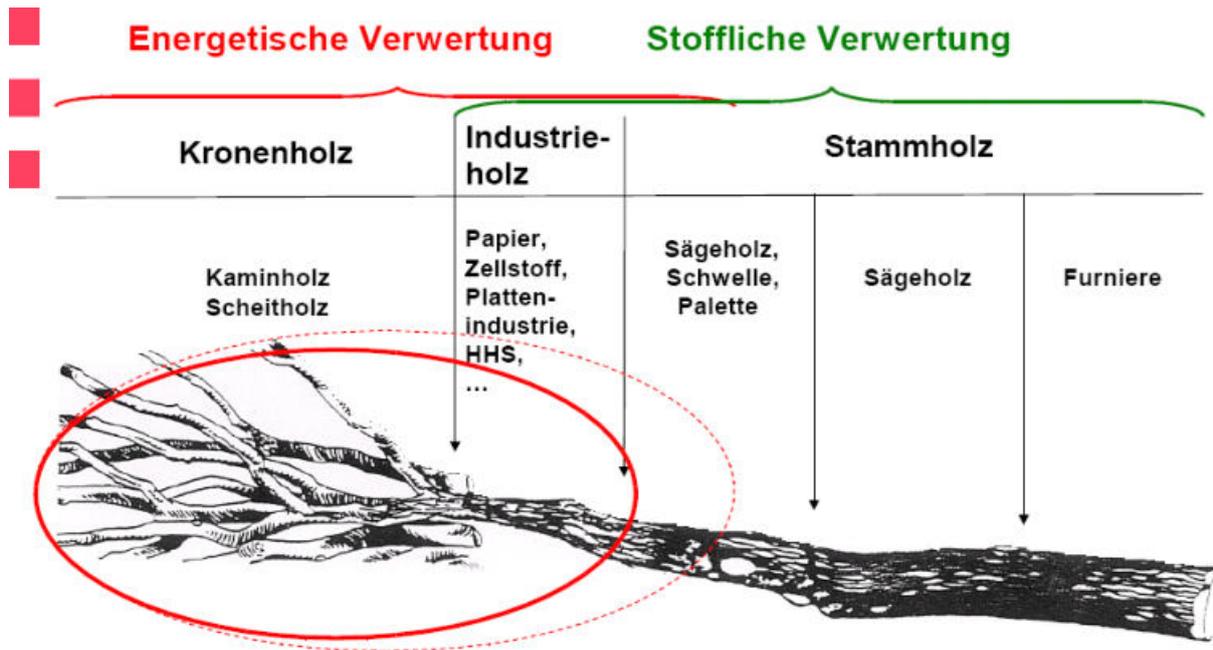
im Betrachtungsgebiet ermittelt. Es erfolgt eine Aufteilung in land- und forstwirtschaftliche Potentiale unter Einbeziehung der zur Verfügung stehenden Flächen.

### 5.4.2.1 Forstwirtschaft

Bei der Ermittlung des maximal zur Verfügung stehenden Potentials an Primärenergie aus Holz wird von einem durchschnittlichen Holzzuwachs von etwa 7 Festmetern je ha und Jahr ausgegangen.

Nach Rücksprache mit dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Roth steht im Landkreis Nürnberger Land eine Waldfläche von rund 29.000 ha zur Verfügung, was einem Anteil von rund 43 % an der Gesamtfläche entspricht. Das jährliche Potential an Energieholz wird hierbei auf rund 406.000 MWh pro Jahr prognostiziert.

Bei dem so zur Verfügung stehenden Potential an Holz steht der Anteil, welcher energetisch genutzt werden kann in Konkurrenz mit der stofflichen Verwertung. Insofern besteht ein Konkurrenzverhältnis zwischen Holz zur stofflichen Anwendung bzw. Verwertung und Holz zur energetischen Nutzung. In Abbildung 14 sind die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten dargestellt.



Holger Pflüger-Grone; 30.10.2006

Aspekte der energetischen Holzverwertung

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

### Brennholz, Sägenebenprodukte, Industrierestholz

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

Das noch nutzbare Potential (Holzbrennstoffeintrag) beläuft sich nach Absprache mit dem Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Landkreis Nürnberger Land auf rund 32.670 MWh/a.

### Landschaftspflegeholz

Landschaftspflegeholz (Holz aus öffentlichem und privatem Baum-, Strauch- und Heckenschnitt) unterliegt keiner sonstigen Nutzung und steht somit – theoretisch – komplett zur Verfügung. Unter der Annahme eines jährlichen Anfalls an Landschaftspflegeholz von rund 30 kg pro Einwohner entspricht dies einem Energieertrag von rund 14.984 MWh pro Jahr.

## Altholz

Eine Sonderstellung kommt dem Altholz zu. Pro Einwohner und Jahr fallen verschiedenen Angaben zufolge bundesweit ca. 60 bis 100 kg Altholz an. Bezogen auf die Einwohnerzahl im Landkreis Nürnberger Land steht dadurch ein Energieertrag von rund 15.983 MWh jährlich zur Verfügung. *[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt]*

In Tabelle 16 ist das Potential zur Energiebereitstellung aus holzartiger Biomasse aufgelistet. *[Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Roth]*

**Tabelle 16: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz**

<b>Energiebereitstellung</b>	<b>[MWh/a]</b>
Nachwuchs auf gesamter Waldfläche <i>(rund 29.000 ha; regenerativer Nachwuchs ca. 7,0 Fm/ha x a)</i>	406.000
davon als Brennholz nutzbar	309.961
<u>zusätzlich:</u>	
Landschaftspflegeholz	14.984
Altholz	15.983
<b>Summe nutzbares Gesamtpotential</b>	<b>340.928 MWh/a</b>

In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotential an fester Biomasse für das Gesamtgebiet rund 340.928 MWh/a.

Aufgrund einer derzeitigen Nutzung von rund 277.291 MWh pro Jahr ergibt sich ein Ausbaupotential von rund 63.637 MWh pro Jahr.

### **5.4.2.2 Landwirtschaft**

#### **Biogas aus Energiepflanzen**

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

Bei einer ausgewiesenen landwirtschaftlichen Nutzfläche von rund 28.217 ha im gesamten Betrachtungsgebiet stünden demnach rund 5.643 ha für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung.

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

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

Im Rahmen dieser Studie wird der Betrieb des „Zweikulturnutzungssystems“ für den Energiepflanzenanbau betrachtet: Das System basiert darauf, dass zweimal pro Jahr geerntet wird, um einen maximalen Biomasseertrag zu realisieren. Im Frühsommer bringt man zunächst die im Vorjahr gesäte Winterfrucht ein, danach folgt eine Sommerkultur, die man wiederum im Herbst erntet. Anschließend wird wieder eine Winterkultur für das nächste Jahr gesät usw. Es kann jeweils vor der Vollreife der Pflanzen geerntet werden, da nicht die Früchte selbst, sondern die Erträge der Biomasse im Vordergrund stehen. Die ganzjährig bestandene Fläche verhindert Erosion und Nährstoffauswaschung. Ein ökologischer Landbau sollte auch eine ökologisch verträgliche Energieversorgung haben. Hierfür wird ein spezieller Energiepflanzenanbau benötigt, der zu einer Optimierung in der Fruchtfolgegestaltung führen sollte. Neben Mais mit seinen sehr guten Eigenschaften als Energiepflanze gibt es zahlreiche andere Pflanzenarten, die energetisch genutzt werden können und zu vergleichbaren Energieerträgen führen (z.B. Roggen, Grassilage). Sinnvoll ist dabei die Entwicklung innovativer Anbausysteme für die Energiepflanzen, die sich durch hohe Flächenproduktivität und eine ökologische Verträglichkeit auszeichnen.

Der prognostizierte **Biogasertrag** liegt bei ca. 6.600 m<sup>3</sup> pro Hektar. Somit ließe sich mit der zur Verfügung stehenden Fläche im Betrachtungsgebiet eine Energiemenge von ca. **202.228 MWh pro Jahr** bereitstellen.

→ Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden, wodurch rund 80.891 MWh<sub>el</sub> und 91.003 MWh<sub>th</sub> bereitgestellt werden können (Grundlage:  $\eta_{th} = 0,45$ ;  $\eta_{el} = 0,40$ ). Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 8.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 10.111 kW.

### **Biogas aus Gülle**

Eine weitere Möglichkeit der energetischen Nutzung in der Landwirtschaft stellt der Reststoff „Gülle“ dar. Eine Großvieheinheit produziert ca. 15 Tonnen Gülle im Jahr. Mit einer Tonne Gülle können in Biogasanlagen ca. 20-30 m<sup>3</sup> Biogas erzeugt werden.

Unter der Voraussetzung, dass etwa 50 % der anfallenden Gülle als Input für Biogasanlagen genutzt werden, ergibt sich für das Betrachtungsgebiet derzeit ein Potential von rund 30.444 MWh/a an Biogas.

Diese Biogasenergie kann z. B. in Blockheizkraftwerken in elektrische und thermische Energie umgewandelt werden. Bei angenommenen Nutzungsgraden von  $\eta_{el} = 0,40$  und  $\eta_{th} = 0,45$  können somit 12.177 MWh<sub>el</sub> sowie 13.700 MWh<sub>th</sub> erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 8.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 1.522 kW.

### **Biogas aus Bioabfällen**

Gemäß des Abfallberichtes des Landkreises Nürnberger Land fallen jährlich knapp 10.000 Tonnen Bioabfall an. *[Quelle: Abfallbericht Landkreis Nürnberger Land]* Bei einem mittleren Biogasertrag von rund 100 m<sup>3</sup> pro Tonne Bioabfall könnten folglich rund 2.208 MWh<sub>el</sub> sowie 2.484 MWh<sub>th</sub> erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 8.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 276 kW.

### **Biogas aus Klärschlamm**

Eine weitere Möglichkeit stellt die Biogaserzeugung aus Klärschlamm der kommunalen Kläranlagen dar. Das Klärschlamm aufkommen im Landkreis Nürnberger Land beläuft sich jährlich auf rund 3.000 Tonnen. *[Quelle: Angaben Landratsamt Nürnberger Land]* Unter der Annahme eines mittleren Biogasertrages von rund 600 m<sup>3</sup> pro Tonne Trockenmasse Klärschlamm könnten folglich rund 4.667 MWh<sub>el</sub> sowie 5.250 MWh<sub>th</sub> erzeugt werden. Bei einer durchschnittlichen Jahresbetriebszeit von 8.000 Stunden ergibt sich eine installierte elektrische Leistung von rund 583 kW.

## **Zusammenfassung**

In den Kommunen des Landkreises Nürnberger Land steht ein Gesamtpotential an Energiepflanzen, Gülle, Bioabfälle und Klärschlamm zur Installation von Biogasanlagen von insgesamt rund 12.493 kW zur Verfügung. Das Gesamtpotential beinhaltet die energetische Verwertung von Energiepflanzen auf 20 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche, der energetischen Nutzung von rund 50 % des gesamten Gülleanfalls im Betrachtungsgebiet, der Vergärung des gesamten Bioabfalles im Betrachtungsgebiet und der Vergärung des gesamten Klärschlammaufkommens.

### **Hinweis:**

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

### 5.4.3 Windkraft

Bei der Bewertung der Potentiale bzgl. der Windkraft wird der aktuelle Planungsstand des Regionalplanes der Industrieregion Mittelfranken herangezogen.

Nach Auswertung und enger Abstimmung mit den entsprechenden Fachstellen im Landratsamt Nürnberger Land wurde ein als realistisch anzusehendes Ausbaupotential von 23 Windkraftanlagen ermittelt.

Unter Berücksichtigung der zu installierenden Leistung einer solchen Anlage von rund 3.000 kW ergibt sich ein gesamtes Zubaupotential von rund 69 MW.

Zur Bestimmung der bereitgestellten elektrischen Energie wird ein möglicher Referenzertrag einer solchen Anlage in Höhe von 5.700 MWh pro Jahr berücksichtigt.

Somit ergibt sich eine Bereitstellung von elektrischer Energie von rund 131.100 MWh.

#### 5.4.4 Wasserkraft

Die Potentialbetrachtung im Bereich der Wasserkraft erfolgt auf verschiedene Wege. Eine Erhöhung der Energieerzeugung im Bereich der Wasserkraft kann durch mehrere Maßnahmen erfolgen:

- Neubau an neuen Standorten
- Neubau an bestehenden, inaktiven Querbauwerken
- Ausbau bestehender Anlagen
- Reaktivierung stillgelegter Anlagen.

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung (Stand 2010) sind 43 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.753 kW im Landkreis Nürnberger Land in Betrieb, welche im Bilanzierungsjahr rund 6.923 MWh an elektrischer Energie erzeugen.

Im Rahmen der Potentialbetrachtung wurden die bestehenden Anlagen hinsichtlich ihres Baualters analysiert und die Potentiale einzeln bewertet. Des Weiteren wurden aktuelle Planungen bzgl. Neubauten berücksichtigt, wie auch die Potentiale der Reaktivierung von bestehenden Querbauwerken mit einbezogen.

In Summe wird hier ein Zubaupotential von rund 2.953 MWh an elektrischer Energie als realistisch angesehen. Dies entspricht ca. 740 kW zu installierender Leistung.

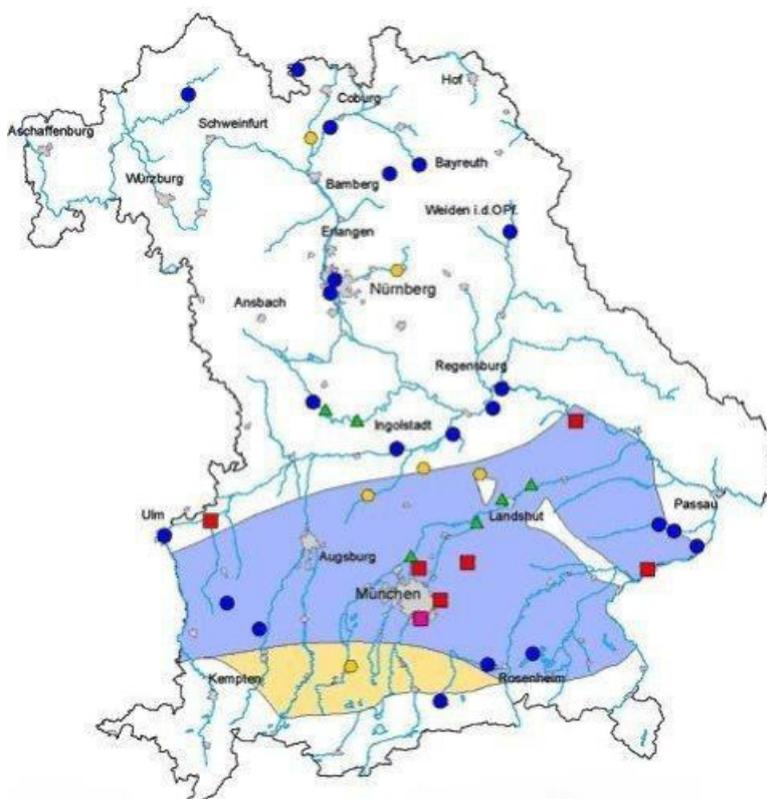
### 5.4.5 Geothermie

Die Geothermie oder Erdwärme ist die im derzeit zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Sie umfasst die in der Erde gespeicherte Energie, soweit sie entzogen werden kann. Sie kann sowohl direkt genutzt werden, etwa zum Heizen und Kühlen im Wärmemarkt, als auch zur Erzeugung von elektrischem Strom in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Geothermienutzung

- oberflächennahe Geothermie bis ca. 400 Meter Tiefe zur Wärme- und Kältegewinnung (meist über Wärmepumpen in Verbindung mit Erdwärmesonden oder –kollektoren, die als Wärmetauscher genutzt werden) und
- tiefe Geothermie bis ca. 7 km Tiefe. In diesen Tiefen kann neben der Wärmeproduktion auch die Produktion von Strom über die sog. Kraft-Wärme-Kopplung wirtschaftlich interessant sein.

In Abbildung 17 sind die als wirtschaftlich erachteten, möglichen Gebiete für tiefe Geothermie im Bundesland Bayern dargestellt. Die blau gefärbte Fläche stellt Gebiete mit geologisch günstigen Verhältnissen für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels tiefer Geothermie dar. Die gelb gefärbte Fläche stellt die Gebiete dar, die möglicherweise günstige geologische Verhältnisse für die energetische Nutzung von Erdwärme mittels Geothermie bieten. Allgemein lässt sich feststellen, dass das Betrachtungsgebiet in einem Gebiet liegt, in welcher Energieerzeugung aus tiefer Geothermie wirtschaftlich nicht realisierbar erscheint.



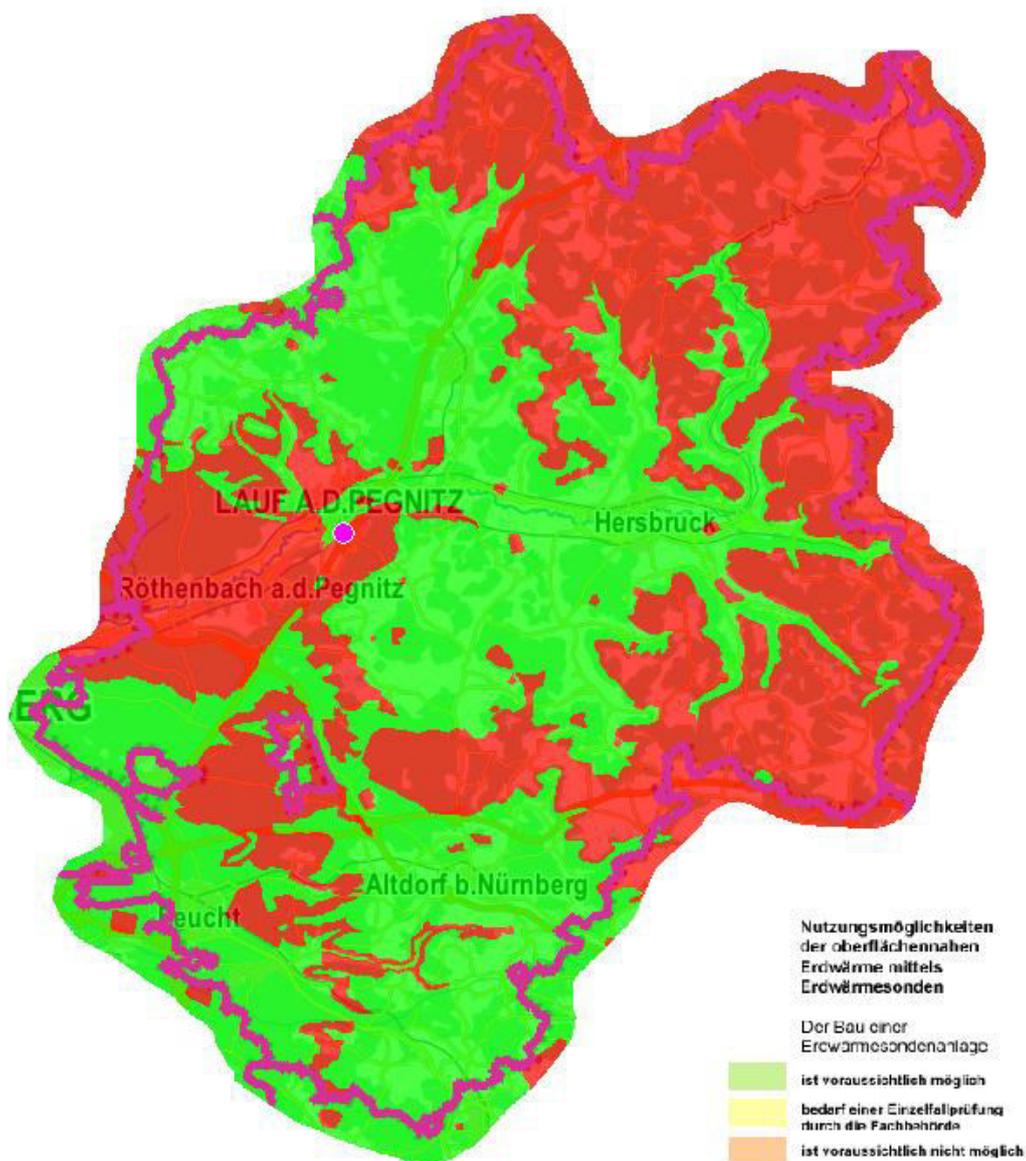
**Abbildung 15: Das Geothermiepotential im Bundesland Bayern**

*[Quelle: [www.geothermieprojekte.de](http://www.geothermieprojekte.de)]*

Die direkte Nutzung oberflächennaher Geothermie, in Form von Wärmepumpenheizung, ist in Deutschland schon weit verbreitet und verzeichnet hohe Zuwachsraten. Diese Technik findet überwiegend ihren Einsatz in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen zur Bereitstellung von Wärmeenergie und Klimakälte. Zur Nutzung des niedrigen Temperaturniveaus, in Bayern zwischen 7°C und 12°C, steht ein vielfältiges Spektrum an Techniken zur Verfügung, um die im Untergrund vorhandene Energie nutzen zu können. Die wichtigsten hierbei sind:

- Erdwärmekollektoren
- Erdwärmesonden
- Grundwasser-Wärmepumpe
- Erdberührte Betonbauteile
- Thermische Untergrundspeicher

In nachfolgender Abbildung 16 sind die für oberflächennahe Geothermie günstigen Gebiete (grün eingefärbt) des Landkreises Nürnberger Land dargestellt.



**Abbildung 16: Übersicht über die zur oberflächennahen Geothermie günstigen Gebiete im Landkreis Nürnberger Land [Quelle: Energieatlas Bayern]**

Das Gesamtpotential an oberflächennaher Geothermie im Betrachtungsgebiet kann im Rahmen dieser Studie nur qualitativ aufgezeigt werden. Die oberflächennahe Geothermie könnte künftig jedoch einen erheblichen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten, insbesondere dann, wenn der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendige Stromverbrauch aus regenerativen Energieformen erfolgt.

### 5.4.6 Zusammenfassung

In nachfolgender Tabelle 17 ist der Ist-Zustand, das Gesamtpotential sowie das Zubaupotential der Erneuerbaren Energien im Landkreis Nürnberger Land dargestellt. Das Potential der Erdwärmenutzung kann, wie bereits in Kapitel 5.4.5 erwähnt, im Rahmen dieser Studie nicht quantitativ bewertet werden.

**Tabelle 17: Übersicht der Potentiale an Erneuerbaren Energien im Landkreis Nürnberger Land**

	Bestand		Gesamtpotential		Zubaupotential	
	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]
Photovoltaik	16.041	-	93.343	-	77.302	-
Solarthermie	-	15.339	-	56.271	-	40.932
Biomasse (forstwirtschaftlich)	-	277.291	-	340.928	-	63.637
Biomasse (landwirtschaftlich)	1.171	k.a.	101.114	112.436	99.943	112.436
Windkraft	8.591	-	139.691	-	131.100	-
Wasserkraft	6.923	-	9.876	-	2.953	-
Geothermie	-	8.424	-	k.A.	-	k.A.
<b>Summe EE</b>	<b>32.725</b>	<b>301.054</b>	<b>344.024</b>	<b>509.635</b>	<b>311.299</b>	<b>217.005</b>

Durch Umsetzung der realistischen Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien könnten zusätzlich rund 217.005 MWh an thermischer Energie und rund 311.299 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden.

## 6 Entwicklung bis zum Jahr 2030

In diesem Kapitel wird der energetische Ist-Zustand im Betrachtungsgebiet einem Soll-Zustand im Jahr 2030 gegenübergestellt, welcher die vorher ermittelten möglichen Energieeffizienzsteigerungen in den einzelnen Verbrauchergruppen, bzw. das als realistisch zu betrachtende Potential für den Ausbau der Erneuerbaren Energien berücksichtigt. Die Gegenüberstellung soll die Grundlage zur Definition von ehrgeizigen, aber realisierbaren Klimaschutzzielen bieten, die zum einen durch eine Verbrauchsreduzierung, zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger erreicht werden können.

### 6.1 Strom

In Abbildung 17 ist die elektrische Endenergieverbrauchssituation im Landkreis Nürnberger Land im Ist-Zustand und dem Jahr 2030 gegenübergestellt.

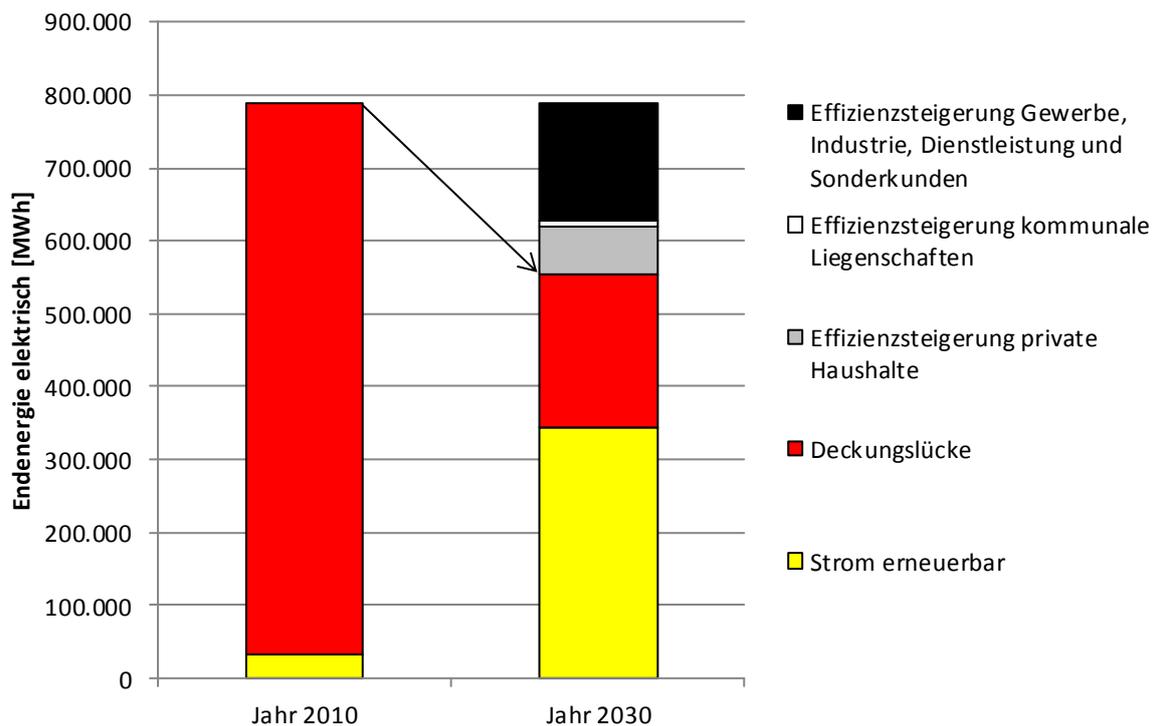


Abbildung 17: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030

Derzeit werden von allen aufgeführten Verbrauchergruppen insgesamt jährlich ca. 789.921 MWh elektrische Endenergie verbraucht. Die Bereitstellung an elektrischer Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Photovoltaik, Windkraft, etc.), welche im Betrachtungsgebiet bereits erzeugt wird, entspricht einem Anteil von rund 4 % am Gesamtverbrauch.

Bei einer Umsetzung der im Kapitel 5.3 ermittelten Effizienzsteigerungspotentiale in den einzelnen Verbrauchergruppen, die sich in Summe auf eine Einsparung von jährlich rund 236.976 MWh Endenergie beziffern, ergibt sich eine mittlere Gesamteffizienzsteigerung von rund 30 % im Bereich der elektrischen Energie.

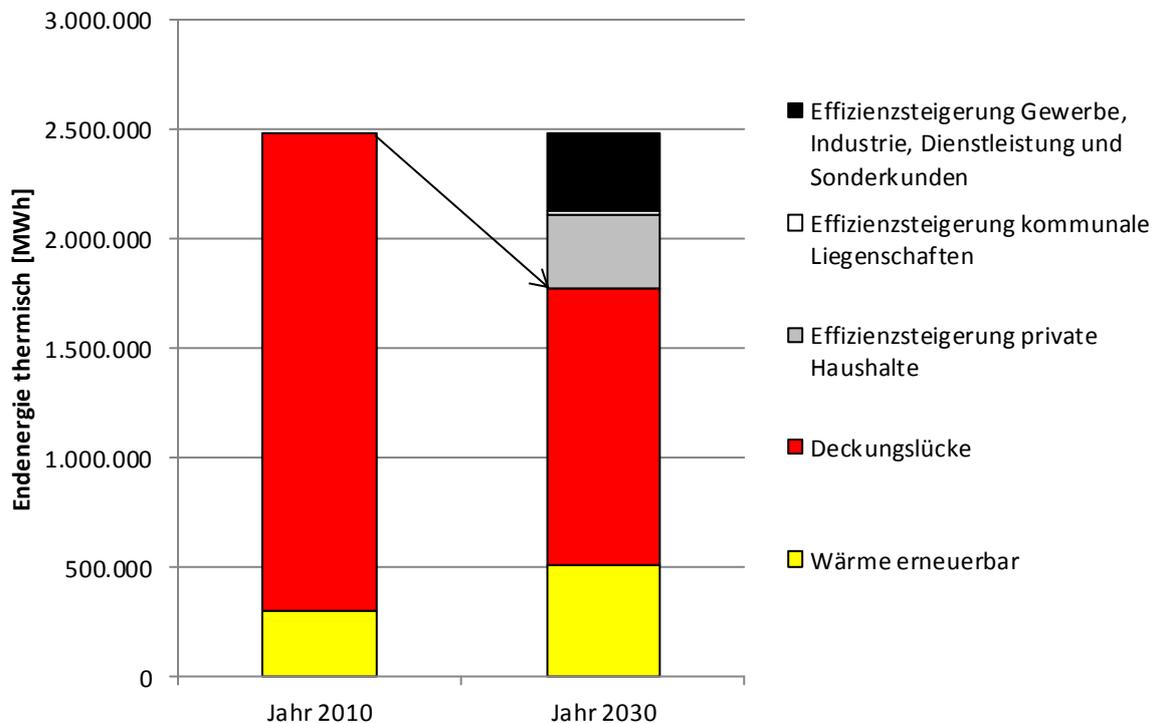
Hinweis:

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

Durch das Ausbaupotential im Bereich der erneuerbaren Energien (z.B. PV-Anlagen, Biomasse-KWK, Windkraftanlagen, etc.) könnten nach Umsetzung aller Maßnahmen und der kompletten Ausschöpfung der dargestellten Potentiale zusätzlich rund 311.299 MWh an elektrischer Energie bereitgestellt werden.

## 6.2 Wärme

In Abbildung 18 ist die thermische Endenergieverbrauchssituation im Landkreis Nürnberger Land im Ist-Zustand und dem Jahr 2030 gegenübergestellt.



**Abbildung 18: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030**

Derzeit werden jährlich ca. 2.481.956 MWh Endenergie für Heizwärme in privaten Haushalten und kommunalen Liegenschaften sowie für Heiz- und Prozesswärme in den Gewerbe- und Industriebetrieben verbraucht. Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Verbrauch im Ist-Zustand beläuft sich auf rund 13 %.

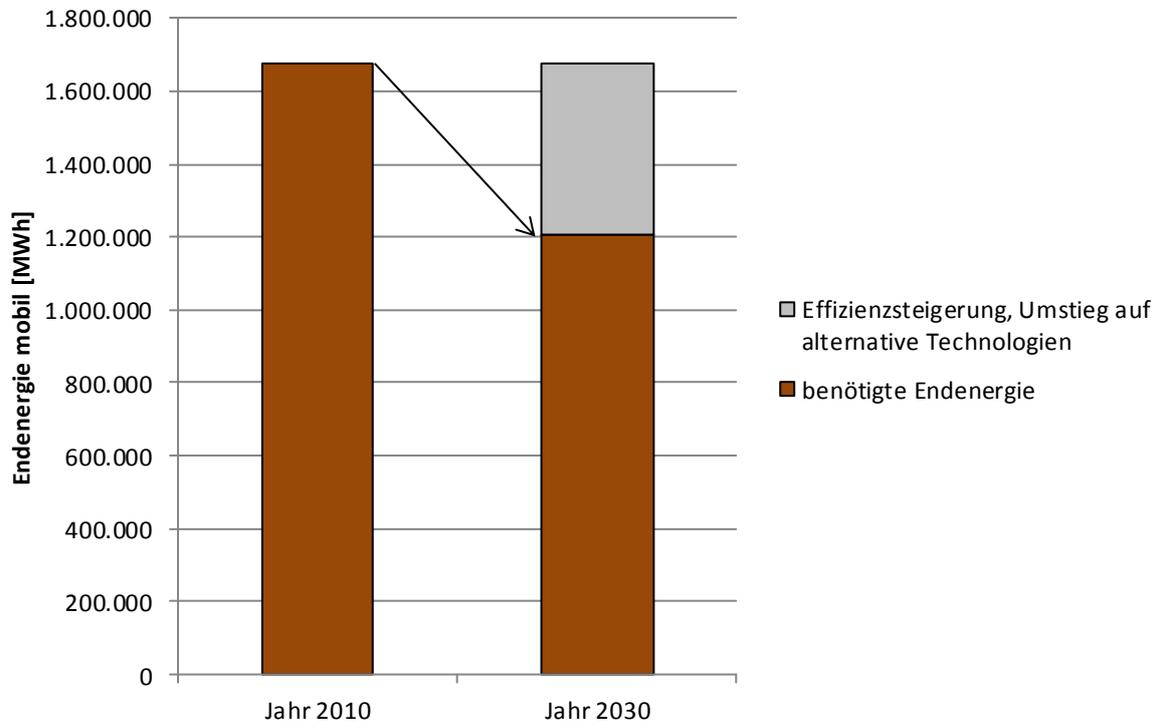
Ein erhebliches Potential an möglichen Einsparmaßnahmen bietet der Bereich Raumwärme in den privaten Haushalten sowie der Einsparung an Heizenergie für Raum- und Prozesswärme in der Industrie. Eine Sanierung der kommunalen Liegenschaften hat zwar nur geringen Einfluss auf die Gesamtbilanz, dient jedoch als wichtige Vorbildfunktion und Anregung der anderen Verbraucherguppen. Gemessen am thermischen Gesamtendenergieverbrauch kann in Summe ein Anteil von rund 28 % eingespart werden.

Weiteres Potential ist durch den Ausbau der erneuerbaren Energien gegeben. Mit dem Ausbau an Solarthermieflächen zur Deckung von 60 % des Gesamtwärmebedarfs für Warmwasser, dem Ausbau der Biomassenutzung aus landwirtschaftlichen Flächen (dargestellt als Kraft-Wärme-Kopplung aus Biogas) und die Nutzung des Ausbaupotentials an Energieholz lässt sich die thermische Endenergiebereitstellung im Zieljahr 2030 zu 29 % aus heimischen erneuerbaren Energien decken.

Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an erneuerbaren Energien verbleibt ein Restbedarf von rund 1.267.237 MWh thermischer Endenergie pro Jahr bestehen, der weiterhin durch konventionelle Energieträger bzw. durch den Zukauf Erneuerbarer Energien (z.B. Biomethan, Biomasse) von außerhalb des Betrachtungsgebietes gedeckt werden muss.

### 6.3 Verkehr

In Abbildung 19 ist die mobile Endenergieverbrauchssituation im Landkreis Nürnberger Land im Ist-Zustand und dem Jahr 2030 gegenübergestellt.



**Abbildung 19: Gegenüberstellung des mobilen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030**

Im Ausgangszustand werden derzeit rund 1.677.282 MWh Endenergie für den mobilen Bereich verbraucht, was einem Äquivalent von ca. 175 Mio. Liter Dieselkraftstoff entspricht. Bei einer Reduzierung des Verbrauchs bis zum Jahr 2030 um 28 %, (entsprechend den Ergebnissen der Shell-Studie) verbleibt ein jährlicher Endenergiebedarf für den Verkehrsbereich von rund 1.207.643 MWh/a (entspricht rund 126 Mio. Liter Dieselkraftstoff), der aus konventionellen Energieträgern gedeckt werden muss.

## 6.4 Die CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale

Nach den in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten CO<sub>2</sub>-Minderungspotentialen in den einzelnen Verbrauchergruppen, zum einen durch die Endenergieeinsparung – durch Wärmedämmmaßnahmen und diversen Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz – sowie zum anderen durch die Substitution fossiler Energieträger durch den Ausbau Erneuerbarer Energieträger, kann zusammenfassend das Gesamtminderungspotential dargestellt werden.

In Abbildung 20 ist ausgehend vom ermittelten CO<sub>2</sub>- Ausstoß im Ist-Zustand in Höhe von rund 1.613.829 Tonnen pro Jahr das CO<sub>2</sub>-Minderungspotential durch die Umsetzung der vorgeschlagenen Effizienzsteigerungsmaßnahmen (Energieeinsparung) sowie das Minderungspotential durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger dargestellt.

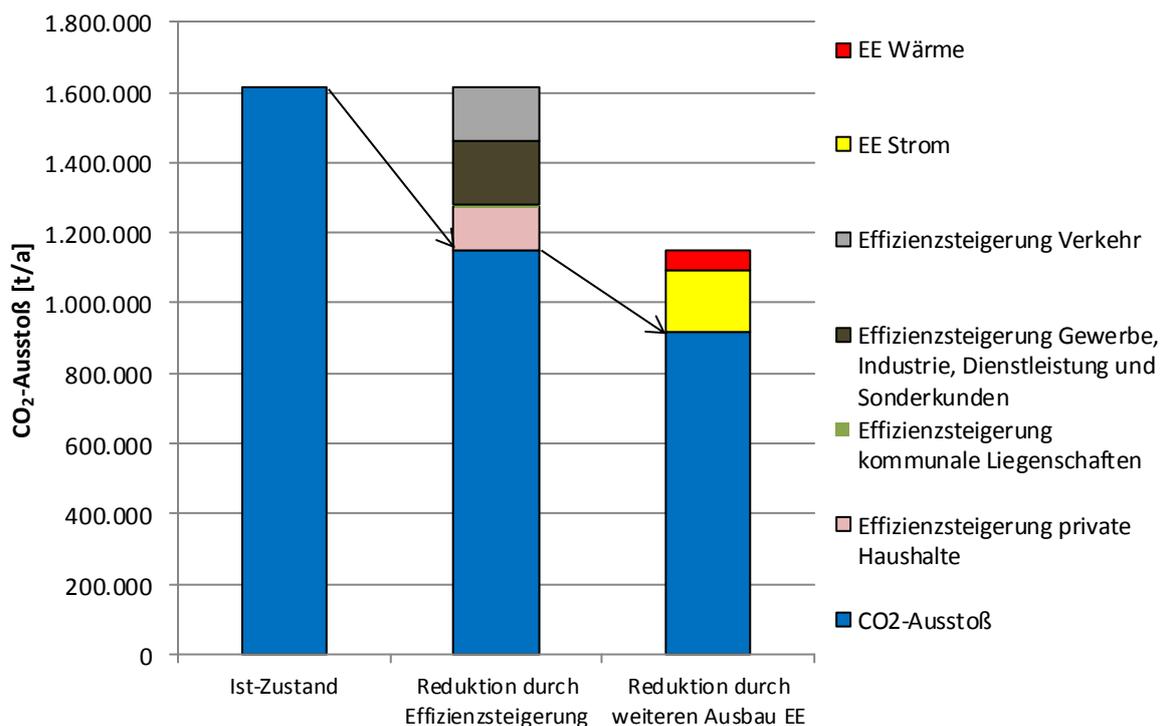


Abbildung 20: Die CO<sub>2</sub>-Minderungspotentiale im Landkreis Nürnberger Land

Durch die diversen bereits beschriebenen Effizienzsteigerungs- und Einsparmaßnahmen könnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Summe um ca. 464.220 Tonnen im Jahr reduziert werden. In den einzelnen Verbrauchergruppen könnten die Privaten Haushalte eine Reduktion von 122.797 t/a, die kommunalen und öffentlichen Gebäude eine Reduktion in Höhe von 8.458 t/a, der Sektor GHD/Industrie 181.271 t/a sowie der gesamte Verkehrsbereich eine Reduktion von 151.693 t/a dazu beitragen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann dadurch um 29 % gegenüber dem derzeitigen Ausstoß gesenkt werden.

#### Hinweis:

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

Das gesamte Ausbaupotential an elektrischer Energie aus Erneuerbaren Energien wird mit ca. 311.299 MWh/a ausgewiesen, wodurch sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotential von 178.063 Tonnen pro Jahr ergibt.

Weitere 54.468 Tonnen CO<sub>2</sub> lassen sich durch den Ausbau erneuerbarer Energien im Bereich der thermischen Nutzung einsparen, wobei jährlich weitere 217.005 MWh Endenergie aus heimischen Rohstoffen genutzt werden können.

Das CO<sub>2</sub>-Gesamteinsparpotential durch die konsequente Realisierung der beschriebenen Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien liegt demzufolge bei ca. 14 %.

- ➔ **Unter der Ausnutzung sämtlicher dargestellter Minderungspotentiale kann der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von derzeit rund 1.613.829 Tonnen/Jahr auf 917.078 Tonnen/Jahr im Zieljahr 2030 reduziert werden, was einer Einsparung von rund 43 % entspricht**
- ➔ **Der Pro-Kopf-Ausstoß könnte folglich von aktuell rund 9,7 Tonnen/Einwohner auf rund 5,5 Tonnen pro Einwohner gesenkt werden**

## 7 Regionalwirtschaftliche Aspekte

Aufbauend auf den Potentialbetrachtungen wird nachfolgend eine überschlägige Prognose der Investitionskosten getroffen. Im Nachgang zu dieser wird die regionale Wertschöpfung durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien prognostiziert.

### 7.1 Prognostizierte Investitionskosten

#### 7.1.1 Energieeffizienz

##### Verbrauchergruppe „private Haushalte“

Für eine umfassende Sanierung in den Bereichen Dach / oberste Geschossdecke, Fenster, Außenwände und Keller ist mit Kosten in Höhe von rund 300 €/m<sup>2</sup> Wohnfläche zu rechnen. Die Kosten sind entsprechend stark vom Umfang und dem Ausführungsstandard abhängig und können somit deutlich nach oben oder unten abweichen.

Unter der Annahme, dass Sanierungen (Sanierungsrate deutschlandweit rund 1 %) bereits getätigt wurden, ergeben sich im Sanierungsszenario 1 (**Sanierungsrate 2 % bis 2030**) unter den erläuterten Annahmen Investitionskosten von rund **561.000.000 Euro**.

Im Bereich der **Energieeffizienz der Haushalte** können einige Maßnahmen ganz ohne Investitionen umgesetzt werden (z.B. Änderung des Nutzerverhaltens, Vermeidung von Stand-by Verlusten). Für die konkret dargestellten Einsparpotentiale durch Neugeräte werden rund 500 Euro je Wohnung (die vor 1990 genutzt wurde) veranschlagt. In Summe würden sich hier Investitionskosten von rund **26.000.000 Euro** ergeben.

### Verbrauchergruppe „Kommunale Liegenschaften“

Die Investitionskosten für die **Sanierung kommunaler Gebäude** bzw. der **Steigerung der Elektroeffizienz** können im Rahmen dieser Studie nicht quantifiziert werden. Die Kosten variieren z.B. aus Gründen des Denkmalschutzes sehr stark und müssen für jede einzelne Liegenschaft konkret berechnet werden.

#### Hinweis:

Es wird empfohlen, den Energieverbrauch (thermisch und elektrisch) aller kommunalen Liegenschaften zentral zu erfassen und anhand eines Benchmarking (z.B. nach der VDI 3807) eine Prioritätenliste anstehender Sanierungen zu erstellen.

### Verbrauchergruppe GHD / Industrie

Für die Verbrauchergruppe Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen werden in der Potentialbetrachtung durch kontinuierliche Effizienzsteigerungsmaßnahmen insgesamt rund 30 % des derzeit thermischen Verbrauchs sowie rund 30 % des elektrischen Verbrauchs, als Einsparpotential bis zum Jahr 2020 angegeben.

#### Hinweis:

Besonders in dieser Verbrauchergruppe erweist sich eine Kalkulation des Investitionsbedarfs als aufwendig. Nur mithilfe präziser Detailuntersuchungen können hier belastbare Aussagen getroffen werden.

Durch ein geändertes Nutzerverhalten, eine kontinuierliche Überprüfung von Anlagenregelungen und Steuerungen, einer Erfassung und Kontrolle des Energieverbrauchs im Unternehmen können nicht-investive Sofortmaßnahmen ergriffen werden, die teilweise den Verbrauch bereits deutlich reduzieren. Im Bereich der Energieeffizienz von Anlagen und Elektrogeräten wird durch den ohnehin regelmäßigen Ersatz und Austausch von Altgeräten kontinuierlich eine Effizienzsteigerung erlangt, die keine zusätzlichen Investitionen nach sich ziehen. Zusätzliche Investitionen im Bereich der Prozesswärmeeinsparung müssen je nach Branche im Detail untersucht werden.

### Verbrauchergruppe Verkehr

Für die Verbrauchergruppe Verkehr wird durch eine Reduzierung des Verbrauchs, aufgrund der Vermeidung unnötiger Fahrten bzw. einer weiterführenden Effizienzsteigerung bei der Treibstoffnutzung (entsprechend der Shell-Studie) ein Einsparpotential von rund 24 % ausgewiesen.

Gerade im Bereich des Einsparpotentials durch Vermeidung unnötiger Fahrten, angepasster Fahrweise sowie einer angepassten Motorisierung der Fahrzeuge ist mit keinen zusätzlichen Investitionen zu rechnen. Im Gegenteil, sparsamere Motoren mit geringerer Leistung sind meist mit geringeren Investitionen verbunden. Das sonst ausgewiesene Potential wird durch die kontinuierliche Effizienzsteigerung von Neufahrzeugen erreicht, die ohnehin neu angeschafft werden und ebenfalls ohne zusätzliche Investitionen bleiben.

## 7.1.2 Erneuerbare Energien

Im Rahmen dieses Kapitels werden die Investitionssummen für die Umsetzung der Minderungspotentiale durch den **Ausbau der erneuerbaren Energien** nach derzeitigem Stand prognostiziert. Die Kostenprognose ist eine Überschlagsrechnung anhand derzeit marktüblicher Preise. Die tatsächliche Umsetzung bedarf in der Regel einer ausführlichen Detailplanung und kann entsprechend nach oben oder unten abweichen.

In Tabelle 18 werden die Investitionskosten aufgeführt, die für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien aufgewendet werden müssen. Die spezifischen Investitionskosten zur Ermittlung der Gesamtkosten wurden anhand eigener Erfahrungswerte berechnet.

Durch Investitionen in die Anlagentechnik (ohne Brennstoffaufbereitung) für den Ausbau und die Nutzung der ausgewiesenen Potentiale erneuerbarer Energieträger zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben sich Gesamtinvestitionskosten in Höhe von rund **405.105.000 Euro**.

Bei einem jährlichen Einsparpotential von ca. 232.500 Tonnen CO<sub>2</sub> liegen die absoluten spezifischen Investitionskosten für die Einsparung bei rund 1.700 € pro Tonne CO<sub>2</sub>.

**Tabelle 18: Die Investitionskosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien**

		Zubau- potential	spez. Investitions- kosten [Euro/...]	Investitions- kosten [Euro]
Photovoltaik	[kW <sub>el</sub> ]	83.570	1.500	125.355.000
Solarthermie	[m <sup>2</sup> ]	117.000	600	70.200.000
Windkraft	[kW <sub>el</sub> ]	69.000	1.500	103.500.000
Biogasanlagen	[kW <sub>el</sub> ]	12.500	5.000	62.500.000
Biomassekessel	[kW <sub>th</sub> ]	39.800	1.000	39.800.000
Wasserkraft	[kW <sub>el</sub> ]	750	5.000	3.750.000
<b>Summe</b>				<b>405.105.000</b>

Alleine anhand der Investitionskosten kann jedoch keine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Maßnahmen durchgeführt werden, da durch die regenerative Energiebereitstellung ebenfalls Einnahmen erzielt werden (z.B. Erneuerbare Energien Gesetz EEG).

## 7.2 Kommunale Wertschöpfung durch den Einsatz Erneuerbarer Energien

In der Erzeugung Erneuerbarer Energien (EE) liegen erhebliche Potentiale für eine Regionalisierung wirtschaftlicher Wertschöpfungskreisläufe durch die Substitution von Ausgaben für fossile Brennstoffe und atomare Energieträger. Erneuerbare Energien erfordern – mit Ausnahme der Biomasseproduktion – ausschließlich Investitionen in den Anlagenbau und deren Unterhalt. Die Betriebsstoffe Wind bzw. Sonnenkraft oder Wasserkraft stehen kostenlos und nahezu unbegrenzt zur Verfügung.

Erneuerbare Energien haben im Anlagenbau, -installation und -unterhalt das Potential für die Erzeugung hoher regionaler Wertschöpfungsanteile. Investitionen können in hohem Maße der lokalen mittelständischen Wirtschaft zu Gute kommen, für Installation und Wartung der dezentralen Anlagen können zudem Handwerker aus der Region beschäftigt werden.

Darüber hinaus verbleiben die Gelder, die für fossile Energieträger derzeit aus der Region abfließen, künftig vor Ort. Wird Strom und Wärme durch zentralisierte fossil betriebene Kraftwerke erzeugt (z.B. Kohle, Gas) oder auf der Basis fossiler Energieträger dezentral erzeugt (Erdöl-, oder Erdgasheizungsanlagen), so fließt ein Großteil der Umsätze aus der Region ab. Bestenfalls verbleiben über Handel und Installationsbetriebe Anteile im regionalen Wertschöpfungskreislauf. Die Umstellung der Energieversorgung auf Erneuerbare Energien und auf dezentrale Erzeugungs- und Verteilsysteme eröffnet die Möglichkeit, dass die Finanzströme, die für Energieversorgung und Energieverbrauch in Gang gesetzt werden, zu hohen Anteilen in der Region verbleiben und dort Einkommen generieren, die dann den regionalen Wirtschaftskreisläufen zur Verfügung stehen.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“, welche vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) im September 2010 veröffentlicht wurde. Die Wertschöpfung im Bilanzierungsgebiet wird hierbei mit dem Online-Wertschöpfungsrechner Erneuerbare Energien berechnet [Quelle: [www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de)].

Die „kommunale Wertschöpfung“ ist eine Teilmenge von der gesamten globalen Wertschöpfung, die durch in Deutschland errichtete und produzierte Erneuerbare-Energien-Anlagen und die dazu gehörigen Produktionsanlagen geschaffen wird. Zieht man von dieser gesamten globalen Wertschöpfung diejenigen Vorleistungen und Rohstoffe ab, die aus dem Ausland kommen, so verbleibt die Wertschöpfung, die dem nationalen Bezugsraum zuzurechnen ist.

Hierbei werden nur diejenigen Wertschöpfungseffekte betrachtet, die direkt den Erneuerbare-Energien-Anlagen zurechenbar sind. Indirekte Effekte (z.B. Produktionsanlagen von Erneuerbare-Energien-Anlagen und ihren Komponenten, oder auch Tourismus zu Erneuerbare-Energien-Anlagen) werden nicht berücksichtigt. Vorleistungen, die sich nicht direkt zuordnen lassen (wie z.B. Gläser für Solaranlagen), bleiben bezüglich ihrer jeweiligen Wertschöpfungseffekte und ihrer Beschäftigungseffekte ebenfalls außen vor. Dazu zählt auch der Anbau von Energiepflanzen für z.B. Biogasanlagen.

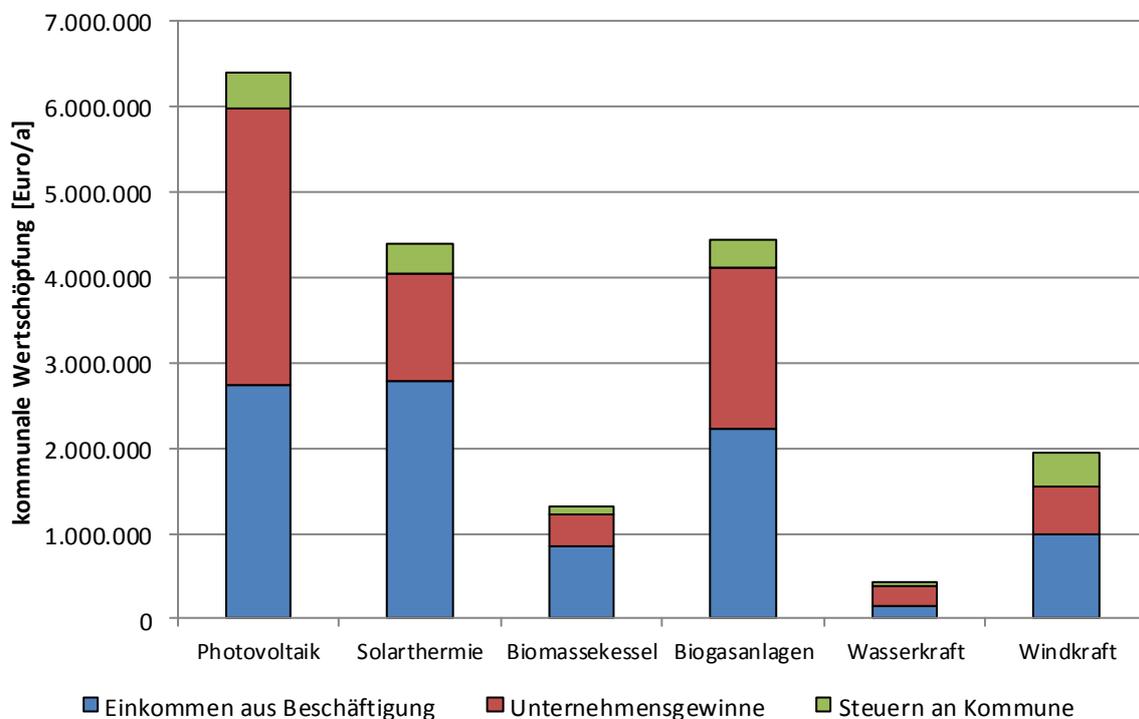
Die drei Wertschöpfungseffekte (in Abbildung 21 dargestellt) Unternehmensgewinne, kommunale Steuereinnahmen und Einkommen aus Beschäftigung werden für bis zu drei Wertschöpfungsstufen mit jeweils untergeordneten Wertschöpfungsschritten ausgewiesen. Hierbei wird zwischen folgenden Wertschöpfungsstufen unterschieden:

- Planung und Installation: Hier werden größtenteils Wertschöpfungsschritte erfasst, die neben der Produktion der Anlagenkomponenten anfallen (Planung, Montage vor Ort, Logistik, etc.)
- Anlagenbetrieb und Wartung: Auf dieser Wertschöpfungsstufe werden jährlich wiederkehrende Wertschöpfungsschritte betrachtet (Wartung und Instandhaltung, Versicherung, Fremdkapitalfinanzierung)
- Betreibergesellschaft: Neben dem technischen Anlagenbetrieb werden hier die Wertschöpfungseffekte auf der Ebene der Anteilseigner bzw. privaten Anlagenbetreiber ausgewiesen.

Die durch Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgebrachten Steuern und Abgaben für Bund und Länder werden hier ebenfalls nicht zu den kommunalen Wertschöpfungseffekten gezählt. Jene Wertschöpfungsstufen, die nicht anteilig den Wertschöpfungsketten der Erneuerbare-Energien-Anlagen zuzurechnen sind, (z.B. Bildung, Forschung und Beschäftigte in der öffentlichen Verwaltung) können nicht erfasst werden.

Nachfolgend werden die Potentiale der Erneuerbaren Energien im Landkreisgebiet hinsichtlich ihrer kommunalen Wertschöpfung analysiert. Die Ausführungen beziehen sich auf den weiteren Ausbau der Potentiale im Bereich der Erneuerbaren Energien, welche in Kapitel 5 beschrieben wurden.

In Summe kann durch das Ausschöpfen der Potentiale der Erneuerbaren Energien im Betrachtungsgebiet eine jährliche kommunale Wertschöpfung in Höhe von rund 18.916.000 Euro generiert werden. Dies entspricht rund 280 Euro pro Jahr und Haushalt im Bilanzierungsgebiet, die bisher Großteils für fossile Energieträger aus der Region abfließen. Die Ergebnisse werden in Abbildung 21 graphisch verdeutlicht.



**Abbildung 21: Die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau Erneuerbarer Energien**  
 [Quelle: [www.kommunal-erneuerbar.de](http://www.kommunal-erneuerbar.de); Wertschöpfungsrechner; eigene Darstellung der Ergebnisse]

## 8 Maßnahmenkatalog

Der nachfolgende Maßnahmenkatalog bildet sich aus allgemeinen Maßnahmen, Maßnahmen welche mit Hilfe der Gespräche mit den Entscheidungsträgern genannt wurden und jenen Maßnahmen, die im Workshop am 04.10.2012 von den teilnehmenden Personen erarbeitet wurden.

### 8.1 Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe private Haushalte

Gemessen am Endenergieverbrauch im Betrachtungsgebiet liegt der Anteil der privaten Haushalte bei etwa 30 %. In der vorhergehenden Betrachtung des Minderungspotentials wurden bereits deutliche Einsparpotentiale im Bereich der Wärmedämmung der Wohngebäude sowie der Energieeffizienz ermittelt. Um die Potentiale nutzen zu können, gilt es Maßnahmen zu ergreifen und entsprechend zu handeln.

Die wichtigste Grundlage für die Umsetzung von Maßnahmen liegt darin, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Kosten im eigenen Haushalt zu kennen. Nur wer sich über seine Energiekosten im Klaren ist, wird ein Gespür dafür entwickeln, wie relevant eine effiziente Energieversorgung für die Haushaltskasse und für die Umwelt ist. Die Ermittlung des jährlichen Energieverbrauchs und der jährlichen Kosten sowie eine Einordnung und Bewertung (Ermittlung von Kenngrößen als Vergleichswert, z.B. Energieverbrauch je m<sup>2</sup> Wohnfläche) sind für weitere Maßnahmen eine wichtige Grundlage.

Die richtige Herangehensweise zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. einhergehende Umweltauswirkungen zu minimieren liegt darin, zunächst

- den Endenergieverbrauch zu senken (z.B. durch Wärmedämmung) und anschließend
- eine effiziente Deckung des reduzierten Bedarfs, z.B. durch den
- Einsatz erneuerbarer Energieträger sicherzustellen.

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

## **Gebäudehülle**

- Lokalisierung von Schwachstellen im Ist-Zustand (z.B. mittels Thermographie)
- Schwachstellenanalyse: Ungedämmte oberste Geschossdecken, ungedämmtes Dach, undichte Fenster mit überschrittener Lebensdauer, Wärmebrücken durch auskragende Betonteile (z.B. Balkone)
- Ganzheitliche und lückenlose Sanierung der Gebäudehülle (Energieberatung)
- Vorausschauende und langfristige Denkweise
- Einsatz natürlicher Dämmstoffe
- Neubau, wenn möglich als Passivhaus oder Plus-Energie-Haus

## **Wärmeversorgung**

- Brenner- und / oder Kesseltausch bei veralteten Anlagen und / oder ineffizienter Technik
- Auswahl einer effizienten Anlagentechnik (z.B. Brennwerttechnik)
- Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung
- Dämmung von ungedämmten Heizungsverteilungen und Rohrleitungen
- Überprüfung der Systemtemperaturen → nach Möglichkeit absenken
- Hydraulischen Abgleich durchführen (Effizienz bei der Umwälzung)

## **Elektrogeräte**

- Überprüfung der Energieeffizienz der installierten Haushaltsgeräte (z.B. Kühlschrank)
- Austausch von unregulierten Heizungspumpen
- Vermeidung von unnötigen Stand-By-Verlusten
- Beachtung des Energieverbrauchs bei der Neuanschaffung von Elektrogeräten

## **Beleuchtung**

- Einsatz von Energiesparlampen und LED-Leuchten
- Einsatz von Bewegungsmeldern für Ein- / Ausschaltung der Beleuchtung

## Einsatz Erneuerbarer Energien

- Installation einer Photovoltaikanlage mit der Möglichkeit der Eigenstromnutzung
- Installation einer Solarthermieanlage (auch solare Kühlung)
- Einsatz von regionalen Erneuerbaren Energieträgern zur gleichzeitigen regionalen Wertschöpfung
- Überprüfung der Möglichkeit eines Anschlusses an Nahwärmeverbundlösungen
- Dezentrale Energiespeicherung (Speicherung der erzeugten Energie um diese bei Bedarf nutzen zu können)
- Prüfung des Einsatzes von Klein-Windkraftanlagen

## Persönliches Verhalten

- Energieeinsparendes Verhalten im Haushalt (z.B. Wäscheleine statt Wäschetrockner)
- Energiesparendes Verhalten im Straßenverkehr (z.B. auf unnötige Fahrten mit Kfz verzichten)

### 8.1.1 Sanierung der privaten Wohngebäude

In Kapitel 5.3.1.1 wurde das energetische Einsparpotential durch die Sanierung des Gebäudebestandes berechnet. In Summe könnte der thermische Endenergiebedarf hierdurch bis zum Jahr 2030 um rund 336.411 MWh gesenkt werden. Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 84.000 Tonnen pro Jahr bei einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr bis zum Jahr 2030. Die Investitionskosten für die Umsetzung der 2 % Sanierungsrate belaufen sich bis zum Jahr 2030 auf rund 561.000.000 Euro. Dies entspricht jährlichen Investitionen ab dem Jahr 2010 in Höhe von rund 28.000.000 Euro. Dies sind enorme Ausgaben, die ohne Unterstützung auf Bundesebene von einer Kommune und deren Einwohnern nur schwierig finanzierbar sind. Jedoch muss hierbei berücksichtigt werden, dass sich eine energetische Gebäudesanierung in vielerlei Hinsicht auszahlt.

Fachmännisch geplante und durchgeführte Sanierungsmaßnahmen vermeiden Bauschäden, schützen die Bausubstanz und stärken die regionale Wertschöpfung. Durch die Sanierung steigt zudem der Wert des Hauses. Durch die wärmetechnische Gebäudesanierung wird auch das Raumklima verbessert. Der Dämmstoff verhindert den raschen Verlust der Wärme nach außen und erhöht die Temperatur auf der Bauteilinnenseite. Das Problem mit feuchten Wänden kann somit vermieden werden. Hierdurch wird die Gefahr von Feuchtigkeitsschäden und Schimmel erheblich gemindert.

Zudem müssen die steigenden Brennstoffpreise berücksichtigt werden. Unter der Annahme einer jährlichen Preissteigerung von rund 5 % würde bspw. der Heizölpreis im Jahr 2030 auf rund 1,85 Euro netto ansteigen. Benötigt ein Einfamilien-Haus aktuell rund 4.000 Liter Heizöl pro Jahr, belaufen sich die Brennstoffkosten im Jahr 2030 bereits auf jährlich rund 7.400 Euro netto. Langfristig werden die zusätzlichen Ausgaben für die Sanierung über die Heizkosten eingespart. Wenn ohnehin Baumaßnahmen geplant sind, ist eine gleichzeitige energetische Modernisierungen wirtschaftlicher (Sowieso-Kosten).

Anhand von Musterhäusern bzw. modellhaft, nach einem hohen Standard komplett sanierten Gebäuden, sollte im Betrachtungsgebiet für unterschiedliche Gebäudetypen gezeigt werden, wie integrierte Sanierungsmaßnahmen fachmännisch durchgeführt werden können. Insbesondere sollte hier auch gezeigt werden, wie sich eine Sanierung wirtschaftlich, unter Einbindung des örtlichen Handwerks, der Gewerbebetriebe, und der Baufinanzierer ausführen lässt. Mögliche staatliche Fördermöglichkeiten sollten hierbei exemplarisch ausgeschöpft und dargestellt werden. Der Vorzeigecharakter ist ausschlaggebend und soll Nachahmer motivieren.

### **8.1.2 Ausbau von Solarthermie und Photovoltaik**

Besonders bei Gebäuden mit mehreren Miet-Wohneinheiten ist eine wirtschaftliche Installation von Solarthermie in vielen Fällen zu erreichen. Durch eine Solarthermie-Anlage kann der Brennstoffverbrauch eines Hauses deutlich gesenkt werden, insbesondere wenn die Anlage nicht nur zur Warmwasserbereitung, sondern auch zur Heizungsunterstützung genutzt wird. Dadurch werden nicht nur die laufenden Kosten des Eigentümers gesenkt, sondern auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Für Informationen zum Potential der Mehrfamilienhäuser empfiehlt sich eine enge Zusammenarbeit mit den regionalen Energieberatern bzw. der Energieagentur des Landkreises Nürnberger Land. Auch der weitere Zubau von Photovoltaik auf privaten Wohngebäuden bildet einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Durch die stark steigenden Stromkosten (möglichst hohe Stromeigennutzung), der Vergütung durch das EEG, die sinkenden Investitionskosten und die hiermit verbundene Rendite ist die Anzahl der Photovoltaikanlagen in den vergangenen Jahren stark angestiegen. Im Betrachtungsgebiet besteht jedoch immer noch ein Ausbaupotential von rund 83.570 kWp (siehe Kapitel 5.4.1). Die Erschließung dieses Ausbaupotentials ist maßgeblich von der aktuellen EEG-Vergütung, der Stromkosten und den Investitionskosten abhängig. Die Kommunen im Betrachtungsgebiet haben darauf keinen direkten Einfluss. Es ist mit Investitionskosten von rund 200 Mio. Euro zu kalkulieren.

## 8.2 Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe kommunale Liegenschaften

Die Kommunen des Landkreises und die Landkreisliegenschaften spielen im Klimaschutz eine entscheidende Rolle und sollten deshalb eine Vorbildfunktion einnehmen.

Das Ziel sollte sein, mit Musterbeispielen (z.B. Modellsanierungen kommunaler Liegenschaften, größte Effizienz elektrischer Antriebe und Beleuchtung) den privaten Haushalten und Betrieben voranzugehen und diese zu animieren CO<sub>2</sub>-mindernde Maßnahmen umzusetzen. Das absolute CO<sub>2</sub>-Minderungspotential, gemessen am Gesamtumsatz, ist jedoch nur gering. Des Weiteren können die Aktivitäten des Landkreises auch als Basis für den Einstieg von Bürgern in die Nutzung Erneuerbarer Energien gesehen werden (z.B. durch den Anschluss weiterer kommunaler Liegenschaften an Nahwärmenetze, etc.).

Wie auch in der Verbrauchergruppe der „privaten Haushalte“ (Kapitel 8.1 schon dargestellt) ist die grundsätzlich richtige Herangehensweise zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. einhergehende Umweltauswirkungen zu minimieren zunächst

- den Endenergieverbrauch zu senken (z.B. durch Wärmedämmung) und anschließend
- eine effiziente Deckung des reduzierten Bedarfs, z.B. durch den
- Einsatz erneuerbarer Energieträger sicherzustellen

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

### **Sanierung des kommunalen Gebäudebestandes**

- Einführung eines Energiemanagementsystems → zentrale Erfassung aller Energieverbrauchsdaten mit begleitendem Controlling / Monitoring
- Ermittlung des spez. Energieverbrauchs (Benchmarking)
- Überprüfung der Energieeffizienz der installierten Anlagentechnik
- Erstellung einer Prioritätenliste für den Handlungsbedarf
- Gezielte energetische Sanierungen durchführen

### **Ausbau Erneuerbarer Energien**

- Prüfung möglicher Nahwärmeverbundlösungen in den einzelnen Kommunen
- Prüfung kommunaler Dächer für PV-Projekte (Statik, etc.)
- Ausweisung geeigneter Flächen und Standorte zur Errichtung und Initiierung von PV- und Windkraft-Projekten mit evtl. Bürgerbeteiligung → Energiegenossenschaft
- Kartierungen bzgl. der Ausbaupotentiale der Erneuerbaren Energien (Solarkataster, Wärmekataster)

### **Betriebsoptimierung**

- Transparenz beim Stromverbrauch
- Aufbau eines Klimaschutz-Controllingsystems
- Ökologisches Beschaffungswesen
- Kontrolle und Optimierung kommunaler Kläranlagen und Pumpwerke
- Prüfung weiterer Möglichkeiten der Klärschlammverwertung
- Prüfung der energetischen Nutzung des anfallenden Abfalls (Bioabfall, Grüngut)

### **Öffentliche Beleuchtung / Straßenbeleuchtung**

- Langfristige und weitsichtige Lichtplanung
- Einsatz neuer Technologien (z.B. LED-Technik)
- Austausch / Erneuerung der Straßenbeleuchtung und Ampelanalgen

### **Umstrukturierung der öffentlichen Kfz-Flotte**

- Vermeidung von unnötigen Fahrten
- Nutzung von Kraftstoffen mit besserer CO<sub>2</sub>-Bilanz im Vergleich zu Diesel oder Benzin
- Vorreiterrolle bei der Nutzung alternativer Technologien (z.B. Elektromobilität)

### **Bauleitplanung**

- Innenentwicklung vor Außenentwicklung
- Leitplanung zur Sanierung von Altbauten
- Vorgabe von Baustandards bei der Ausweisung von Neubaugebieten
- Berücksichtigung des künftigen Wohnbedarfs → demographischer Wandel

### **Interkommunale Zusammenarbeit / Öffentlichkeitsarbeit / Anreizprogramme**

- Bestellung eines Klimaschutzmanagers zur Umsetzung des Maßnahmenkatalogs
- Vermehrte Durchführung von Informationsveranstaltungen / Workshops (Themenreihen wie z.B. Klimawerkstätten)
- Aktionsprogramme mit regionalen Handwerkern zur Stärkung der regionalen Wertschöpfung (z.B. Pumpentausch durchführen)
- Aufstellung eines landkreisweiten Förderprogramms (vgl. CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm des Marktes Feucht bzw. der Städtischen Werke Lauf a.d. Pegnitz)
- Ausschreibung eines Wettbewerbs zur Energie-Einsparung der privaten Haushalte
- Einführung eines Wettbewerbs, welcher besonders nachhaltige Gebäude auszeichnet (vgl. „Grüne Hausnummer“ in der Stadt Neumarkt i.d.OPf.)
- Energieberatung für sozial Schwache (vgl. Aktion der Stadt Lauf a.d. Pegnitz) durchführen
- Informationen bezüglich des Angebots des ÖPNV stärker verbreiten

### **Nutzerverhalten in Kommunen**

- Verbesserung des Nutzerverhaltens in den Verwaltungen
- Mitarbeiterschulungen zur Energieeffizienz durchführen

### 8.2.1 Ausbau von Photovoltaik auf kommunalen Dächern (Flächen)

Der Einsatz von Photovoltaik auf kommunalen Dächern wird bereits in vielen Kommunen praktiziert. Künftig sollten sämtliche Dächer und mögliche Flächen (z.B. Parkplätze) auf eine mögliche solare Nutzung geprüft werden (Dachneigung, Statik, Ausrichtung, ...). Dies könnte beispielweise durch ein Solarkataster erfolgen, welches eine Prioritätenliste für eine künftige Nutzung darstellt.

#### **Photovoltaikanlage auf dem nicht-überdachten Obergeschoss des Parkhauses am Landratsamt**

Nachfolgend wird beispielhaft eine potentielle Photovoltaikanlage auf dem nicht-überdachten Obergeschoss des Parkhauses am Landratsamt in Lauf überschlägig hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Faktoren bewertet.

Hinweis: Voraussetzung hierfür ist eine (teilweise) Entfernung der Bäume südöstlich des Parkdecks. Die zur Verfügung stehende Fläche beträgt rund 1.900 m<sup>2</sup>.

Im Zuge dieser Bewertung ist von einer zu installierenden Leistung von rund 190 kW<sub>p</sub> (Dünnschichtmodule) auszugehen. Zur Bestimmung der elektrischen Kapazität im Netz muss eine Netzverträglichkeitsprüfung durch den zuständigen Energieversorger durchgeführt werden.

Das Erneuerbare Energien Gesetz EEG regelt die Einspeisevergütung über einen Zeitraum von 20 Jahren und gewährt somit eine feste Kalkulationsbasis. Zum Zeitpunkt der Bewertung (Oktober 2012) ist die tatsächliche Einspeisevergütung noch nicht fest geregelt („atmender Degressionsdeckel“). Es wird, um eine Bewertung vorab durchführen zu können, von einer Inbetriebnahme im Jahr 2012 ausgegangen. Für eine PV-Anlage können, nach jetzigem Kenntnisstand, rund 2.400 € pro kW<sub>p</sub> als Investitionskosten angesetzt werden. Hieraus ergeben sich Investitionskosten von rund 460.000 Euro. Weiterhin wurden noch verschiedene Pauschalsätze z.B. für Versicherung und Rücklagen angesetzt. Diese werden in der ökonomischen Bewertung berücksichtigt. Die Einspeisevergütung für Strom aus Photovoltaikanlagen erfolgt leistungsabhängig und wird nach den jeweiligen Anteilen an installierten kW<sub>p</sub> berechnet.

Es wird jeweils die höhere Einspeisevergütung für die kleinere Leistung anteilig bezahlt. Bei einer installierten Leistung von 190 kW<sub>p</sub> beträgt die spezifische Einspeisevergütung für eine Aufdachanlage (unter den genannten Annahmen) für die gesamte Strommenge 15,98 Cent/kWh bei einer Inbetriebnahme im Oktober 2012. Durch die gesetzliche Regelung der Einspeisevergütung für PV-Anlagen gemäß EEG ist momentan eine konkrete Nennung der Vergütungssätze über das Jahr 2012 hinaus nicht möglich.

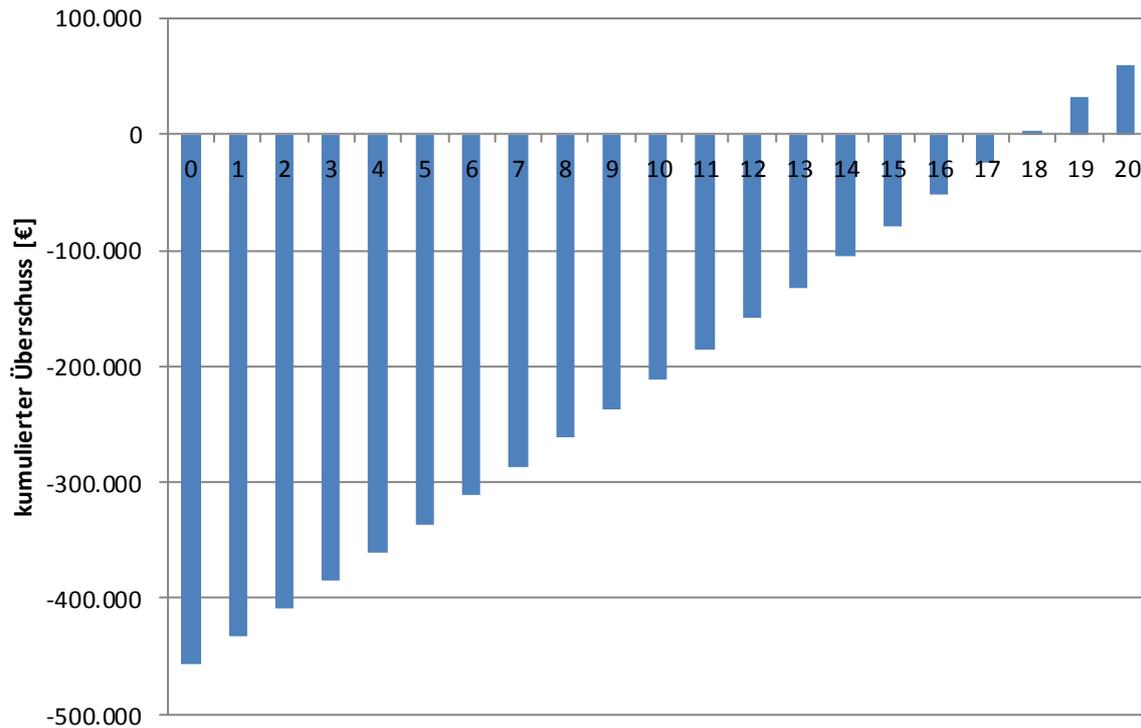
Als Grundlage für die Wirtschaftlichkeit wird von einem mittleren Stromertrag von rund 900 kWh/kW<sub>p</sub> ausgegangen. Bei einer installierten Leistung von rund 190 kW<sub>p</sub> ist demnach also mit einem jährlichen Stromertrag von rund 171.000 kWh zu rechnen.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird mittels der Annuitätenmethode durchgeführt; es wird davon ausgegangen, dass die Investitionskosten nicht fremdfinanziert werden. Des Weiteren wird von einer maximalen Stromeigennutzung (rund 75% des produzierten Stromes) ausgegangen und einer jährlichen Strompreissteigerung von einem Prozent.

#### Hinweis:

Nach aktuellem Stand werden lediglich 90 % des jährlich prognostizierten Stromes nach den EEG vergütet. Die unvergütete Strommenge kann selbst verbraucht, direkt vermarktet oder dem Netzbetreiber zum Verkauf an der Strombörse angedient werden.

Aus dem Cashflow-Verlauf in Abbildung 22 ist der erzielbare kumulierte Überschuss nach einer Laufzeit von 20 Jahren ersichtlich. Dieser beläuft sich am Ende des Betrachtungszeitraumes auf rund 60.000 Euro.



**Abbildung 22: Kumulierter Überschuss der untersuchten PV-Anlagen**

Ökologische Bewertung: Für die Produktion von PV-Anlagen muss Energie aufgewandt werden. Wird dieser Energieaufwand in der CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt, so ergibt sich ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 110 g/kWh. Der deutsche Kraftwerksstrom (Berechnung nach GEMIS 4.7) weist im Mittel ein CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 566 g/kWh auf. Somit ergibt sich durch die PV-Anlage eine CO<sub>2</sub>-Einsparung in Höhe von 456 g/kWh. Durch den jährlichen Stromertrag von rund 171.000 kWh ergibt sich folglich ein CO<sub>2</sub>-Einsparpotential von knapp 78 Tonnen pro Jahr.

## 8.2.2 Mögliche energetische Nutzung der anfallenden Abfallmengen im Landkreis Nürnberger Land

Aktuell werden die anfallenden Abfallmengen (Bioabfall, Grüngut) von einem Dienstleister entsorgt. Nach Auskunft der zuständigen Behörde im Landratsamt Nürnberger Land fallen jährlich rund 9.200 Tonnen Bioabfall und rund 9.800 Tonnen Grüngut an. Alternativ zur Entsorgung durch ein Dienstleistungsunternehmen, könnten die anfallenden Abfallmengen energetisch verwertet werden.

### Bioabfälle

Es besteht die Möglichkeit, neben der Kompostierung der Bioabfälle diese energetisch (z.B. durch Vergärung) zu nutzen. Bundesweit existieren schon etliche Anlagen, welche Bioabfälle energetisch nutzen. In diesen wird Biogas erzeugt, welches durch ein Blockheizkraftwerk verstromt wird. Der erzeugte Strom wird in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist und nach dem EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) vergütet. Zusätzlich muss aber die anfallende Wärme in einem Wärmenetz sinnvoll genutzt werden.

### Grüngut

Wie bereits beschrieben, fallen aktuell jährlich rund 9.800 Tonnen Grüngut an. Diese haben nach Rücksprache mit dem zuständigen Sachgebiet im Landratsamt und mit dem Entsorgungsdienstleister folgende Bestandteile:

- Astschnitt: ca. 20 %
- Laub, Grasschnitt: ca. 65 %
- Sonstiges: ca. 15 %

Für die energetische Nutzung (Verfeuerung) ist nur der holzartige Anteil (Astschnitt) brauchbar. Um diese Abfallmengen stofflich verwerten zu können (z.B. Herstellung von Hackgut als Brennstoff) ist eine Vorbehandlung (z.B. Zerkleinerung und / oder Siebung) notwendig. Erfahrungsgemäß kann dabei von einer Ausbeute von rund 50 % ausgegangen werden. Somit ergibt sich eine energetisch nutzbare Menge von rund 1.000 Tonnen pro Jahr, welche mit zur Befeuerung von zentralen Biomasseheizwerken verwendet werden könnte.

Neben der stofflichen Verwertung von Grüngut und Bioabfällen wird alternativ die energetische Verwertung immer interessanter. Mithilfe von Bioabfällen kann durch Vergärung Biogas hergestellt werden, welches gleichzeitig Strom und Wärme bereitstellt. Der erzeugte Strom wird durch das EEG vergütet und die anfallende Wärme kann sinnvoll, z.B. zur Beheizung von Gebäuden dienen. In Zusammenarbeit mit einem Anlagenhersteller wurde eine erste Grobkalkulation durchgeführt.

Die Investitionskosten einer Anlage, welche rund 10.00 Tonnen Bioabfall jährlich zur energetischen Nutzung aufbereitet belaufen sich auf rund 2.000.000 Euro.

### **8.3 Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe Gewerbe / Handel / Dienstleistung (GHD) und Industrie**

Die Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“, beinhaltet die Masse der Arbeitsplätze in der Region. Sie stellt neben den privaten Verbrauchern und dem Verkehr die dritte Hauptsäule des Energieverbrauchs und dementsprechend der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Betrachtungsgebiet dar.

Da jedoch gerade in diesem Bereich, in dem betriebsbedingt eine Vielzahl verschiedener Verbrauchsstrukturen vorliegen, die Aufstellung eines konkreten Maßnahmen- und Handlungskataloges kaum möglich ist, werden hier wichtige Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs, Steigerung der Effizienz und Verringerung der Umweltwirkung allgemein dargestellt.

Zudem wurde im Rahmen der Erfassung des energetischen Ist-Zustandes ein Datenerhebungsbogen an die größten Unternehmen in den einzelnen Kommunen versandt. Hier wurde neben dem Energieverbrauch auch nach geplanten, bzw. bereits durchgeführten Energieeffizienzmaßnahmen gefragt. Die Ergebnisse dieser Abfrage wurden ebenfalls mit in den Maßnahmenkatalog übernommen.

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „GHD / Industrie“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

## Heizungsversorgung

- Überprüfung von gewachsenen Versorgungsstrukturen hinsichtlich Anlageneffizienz
- Stand der Technik nutzen
- Möglichkeiten von Vernetzungen / betriebliches Wärmenetz mit effizienter zentraler Wärmebereitstellung prüfen
- Effiziente Wärmeverteilung und Übergabe realisieren
- Einsatzmöglichkeiten von Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung prüfen
- Abwärmenutzung, Wärmerückgewinnung, Luftvorwärmung (z.B. in Lackierbetrieben) nutzen
- Möglichkeiten der Einspeisung von Prozessabwärme in die Heizungsverteilung prüfen
- Überprüfung des Einsatzes Erneuerbarer Energieträger zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz und möglicher Steigerung der Wirtschaftlichkeit
- Möglichkeit des Anschlusses an Wärmeverbundlösungen prüfen

## Elektro- /Prozesseffizienz

- Möglichkeiten der Einführung eines Lastmanagements prüfen
- Auswertung von elektrischen Lastgängen zur Vermeidung von Leistungsspitzen durchführen
- Einsatz effizienter Pumpen und Antriebsmotoren
- Überprüfung energieintensiver Prozessabläufe hinsichtlich Optimierungspotential (Weiterentwicklung von technischen Möglichkeiten, neue Verfahrensmöglichkeiten)

## Optimierung des betrieblichen Einsatzes von Drucklufttechnik

- Vermeidung / Überprüfung von Leckagen im Leitungsnetz
- Richtige Wahl des Druckniveaus
- Optimierung der Regelung und Steuerung
- Richtige Dimensionierung von Kompressoren, Netzanschlüssen und Verbindungsstücken

## **Beleuchtung**

- Einsatz energiesparender Beleuchtungstechnik mit intelligenter Lichtsteuerung in Industriehallen, Werkstätten, Bürogebäuden und im Einzelhandel.

## **Gebäude**

- Bei nicht gedämmten aber beheizten Industriehallen und Gebäuden Wärmedämmung anbringen.

### **8.3.1 Mögliche Abwärmenutzung aus Industriebetrieben**

Im Rahmen der Datenerhebung wurde unter anderem auch das Abwärmepotential in Industriebetrieben mit abgefragt. Bei einigen Unternehmen sind Abwärmepotentiale vorhanden, die jedoch zunächst technisch und wirtschaftlich überprüft und bewertet werden müssen. Eine Prüfung der Abwärmepotentiale und eine mögliche Nutzung dieser Wärmequellen z.B. in Wärmeverbundlösungen oder in Nachbarbetrieben, sollte in einer Machbarkeitsstudie betrachtet werden. Im Rahmen eines fundierten Energiekonzeptes (welches im Nachgang näher erläutert wird) können Detailuntersuchungen durchgeführt werden.

## 8.4 Maßnahmenkatalog für die Verbrauchergruppe Verkehr

Rund 34 % des Endenergieverbrauchs wird durch den Sektor Verkehr verursacht, wobei hierbei die Verbrauchsschwerpunkte im Bereich der privaten PKW sowie des LKW-Verkehrs liegen. Beim privaten Verkehr ist ein erheblicher Anteil dem Berufspendelverkehr zuzuordnen. Da dem Automobilbereich in Deutschland aber mehr Ansehen als lediglich „Mittel als Fortbewegung“ zukommt und die Aufstellung eines konkreten Maßnahmen- und Handlungskataloges nicht pauschal möglich ist, appellieren die Handlungsempfehlungen auch an die Vernunft der Fahrzeughalter.

Nachfolgend ist ein allgemeiner Überblick der Handlungsempfehlungen in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ dargestellt, die sich im Rahmen dieser Studie herauskristallisiert haben. Anschließend werden einige dieser Empfehlungen nochmals detailliert erläutert.

- Vermeidung unnötiger Fahrten
- „Vorausschauende Fahrweise“ anwenden
- Keine Übermotorisierung → Umstieg auf sparsame Fahrzeuge
- Anschaffung von schadstoff- und verbrauchsarmen Fahrzeugen
- Einsatz von verfügbaren Kraftstoffen mit besserer CO<sub>2</sub>-Bilanz als herkömmlicher Diesel oder Ottokraftstoff
- Ggf. Modernisierung öffentlicher und betrieblicher Fuhrparks
- Steigerung der Attraktivität und gezielte Weiterentwicklung des ÖPNV Angebots → Ausbau des Angebots und konsequentere Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel
- Errichtung von weiteren Ladestationen für E-Mobilität
- Förderung des Fahrradverkehrs durch den Ausbau von Radwegen
- Einführung einer Car-Sharing Organisation

### **8.4.1 Umrüstung der kommunalen Fahrzeugflotte auf E-Mobilität**

Der kommunalen Fahrzeugflotte kommt, vergleichbar zu den kommunalen Liegenschaften, eine entscheidende Vorreiterrolle zu. Zwar spielt die tatsächliche Einsparung im Bereich der kommunalen Fahrzeugflotte nur eine untergeordnete Rolle, jedoch werden hierdurch private Fahrzeugbesitzer animiert. Aus diesem Grund sollten die Kommunen künftig bei der Anschaffung eines kommunalen Fahrzeugs wenn möglich den Einsatz eines Elektromobils prüfen.

### **8.4.2 Ausbau von Elektroladestationen**

Um die moderne Technik der Elektromobilität im Betrachtungsgebiet voran zu treiben, ist es zunächst notwendig, die dafür erforderliche Infrastruktur zu schaffen. Aufgrund der noch begrenzten Reichweite von Elektrofahrzeugen sollten mehrere Ladestationen errichtet werden. Um CO<sub>2</sub>-Neutralität zu erreichen, muss die elektrische Energie aus Erneuerbaren Energien stammen. Dazu bietet es sich an, den Strom aus Photovoltaikanlagen in Akkumulatoren zu nutzen (z.B. durch Solar-Carports).

### **8.4.3 Überarbeitetes Nahverkehrskonzept**

Um die Klimaschutzziele im Verkehrsbereich erreichen zu können, ist unter anderem eine Verlagerung zwischen den Verkehrsmitteln notwendig. Nicht bei allen Maßnahmen hat der Landkreis Nürnberger Land die Möglichkeiten die Entwicklung zu beeinflussen. Zum Beispiel sind die technische Entwicklung für emissionsärmere Fahrzeuge oder die Entwicklung des Kraftstoffpreises kommunalpolitisch nicht beeinflussbar.

Um die gesetzten Ziele erreichen zu können, ist eine Zielsetzung des Landkreises, die Modal-Split-Zahlen („Modal Split“ wird in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel genannt *[Quelle: Wikipedia]*) zu verändern. Dazu soll die Auslastung der PKW's verbessert werden (mehr Mitfahrer pro Fahrzeug) und der Individualverkehr stärker in den nicht-motorisierten Bereich verlagert werden. Diese und weitere Maßnahmen werden im Nahverkehrskonzept des Landkreises Nürnberger Land näher ausgeführt.

## 8.5 Verbrauchergruppenübergreifende Handlungsempfehlungen

### 8.5.1 Biogasanlage mit Aufbereitung

Im Betrachtungsgebiet steht ein Gesamtpotential an Energiepflanzen, Gülle, Bioabfälle und Klärschlamm zur Installation von Biogasanlagen mit insgesamt rund 12.500 kW (vgl. Kapitel 5.4.2.2) zur Verfügung. Von diesem Potential ist nahezu noch nichts in Nutzung.

Neben der Errichtung von Biogasanlagen mit direkter Verstromung sollte auch die Errichtung einer Biogasanlage mit Aufbereitung des produzierten Biogases auf Erdgasqualität geprüft werden. In Summe könnte mit den beschriebenen Ausbaupotentialen eine Aufbereitungsanlage mit einer Leistung von rund 3.000 Nm<sup>3</sup>/h betrieben werden.

Vor der Realisierung sind selbstverständlich zunächst wichtige grundlegende Punkte zu klären, die nachfolgend aufgelistet sind:

- Technische Ausführung, z.B. wie kann erzeugtes Biomethan in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden? → Rücksprache mit Energieversorgungsunternehmen
- Rechtliche Vorgaben z.B. Standort, Genehmigung etc.
- Wirtschaftlichkeit z.B. Substratpreis etc.

#### Hinweis:

Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist es, bis zum Jahr 2020 in Deutschland etwa 6 Mrd. m<sup>3</sup> Biomethan pro Jahr zu erzeugen. Dies entspricht der Kapazität von rund 1.200 bis 1.800 Biomethananlagen. Im Mai 2011 waren nach Angaben der dena rund 50 Anlagen in Deutschland installiert, bzw. im Aufbau. *[Quelle: Biogasnutzung im ländlichen Raum – Der Beitrag verschiedener Anlagenkonzepte zur regionalen Wertschöpfung und ihre Umweltleistung]*

### 8.5.2 Gründung einer Energiegenossenschaft

Der Arbeitskreis „Energie“, besteht aus Vertretern der Landkreisverwaltung und Bürgermeister sowie Vertretern der Stadtwerke, der N-Ergie AG, des Bayerischen Bauernverbandes und der Bürgerinitiative Landkreiswind. Er befasst sich mit der Gründung einer landkreisweiten Energiegenossenschaft.

Mittlerweile wurden drei Zusammenkünfte abgehalten. In weiteren Besprechungen sollen auch externe „Fachpersonen“ ihre Erfahrungswerte einbringen. Der Landkreis fungiert hier unterstützend. Für die Inhalte und spätere Ausführung sind die Kommunen bzw. Stadt- und Gemeindewerke eigenverantwortlich.

### 8.5.3 Anfertigung eines Solarkatasters

Solarkataster sind Landkarten von Kommunen, die den Gebäudeeigentümern aufzeigen, wie gut sich ihre Dachfläche für die Installation von Photovoltaik- oder Solarthermieranlagen eignet. Ein Solarkataster berücksichtigt den lokalen Globalstrahlungswert und die Gebäudedachgeometrie. Solche Solarkataster können für einzelne Kommunen, aber auch für größere Gebiete erstellt werden. In Abbildung 23 ist ein Beispiel eines Solarkatasters dargestellt.



**Abbildung 23: Beispiel eines Solarkatasters [Quelle: [www.solaranlagen-portal.de](http://www.solaranlagen-portal.de)]**

Die Erstellungskosten eines solchen Solarkatasters belaufen sich für eine Kommune mit rund 50 km<sup>2</sup> Gebietsfläche und einer Einwohnerzahl von rund 25.000 Einwohnern auf rund 20.000 Euro.

#### **8.5.4 Schaffung einer „Solar-Dachbörse“**

Um die Ausbaurate der Photovoltaik zu erhöhen, könnte die Schaffung einer sog. Dachbörse nützlich sein. Eine Dachbörse dient der Vermittlung von Gebäudebesitzern mit interessierten Investoren, welche eine Photovoltaikanlage betreiben möchten, aber keine eigene geeignete Dachfläche zur Verfügung haben. Vorarbeit kann hier das bereits oben angeführte Solarkataster leisten.

#### **8.5.5 Anfertigung von Energiekonzepten**

Sinnvoll erscheint es detaillierte Energiekonzepte in Auftrag zu geben, in welchen aufbauend auf einem energetischen Ist-Zustand zukünftige Energieversorgungskonzepte ausgearbeitet werden. Solche Energiekonzepte können durch verschiedene Förderprogramme (z.B. Bayerisches Wirtschaftsministerium, Amt für ländliche Entwicklung) unterstützt werden. Sollte ein Gebiet vorab schon genauer definiert werden können, bietet es sich an sog. Quartierskonzepte zu beauftragen. Diese werden aktuell mit einer 65 prozentigen Förderung seitens der KfW bezuschusst. Hier können detaillierte Potentiale hinsichtlich der Energieeinsparung z.B. durch Sanierung der Gebäudehülle betrachtet werden. Ebenso werden Ausbaupotentiale der verschiedenen Formen der Erneuerbaren Energien genauestens untersucht. Des Weiteren können in solchen Konzepten Wärmekataster angefertigt werden, mit deren Hilfe Bereiche mit hohem thermischem Energiebedarf ermittelt werden können. Hierbei wird für alle Straßen im vorher festgelegten Gebiet die spezifische Wärmebelegung berechnet und anschließend kartiert. Ein Beispiel eines Wärmekatasters ist in Abbildung 24 dargestellt.



**Abbildung 24: Beispiel eines Wärmekatasters**

Aufbauend auf einem solchen Wärmekataster können im Anschluss mögliche Wärmenetze definiert und hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Parameter geprüft werden. Beispielhaft kann hier die kürzlich erfolgte Prüfung des Wärmeverbundes für das Schulzentrum in Lauf genannt werden. Die Investitionskosten eines solchen Energiekonzeptes belaufen sich bei einer Kommune mit rund 5.000 Einwohnern auf rund 20.000 Euro, abhängig vom Umfang des Leistungsverzeichnisses.

### **8.5.6 Energetische Abwassernutzung**

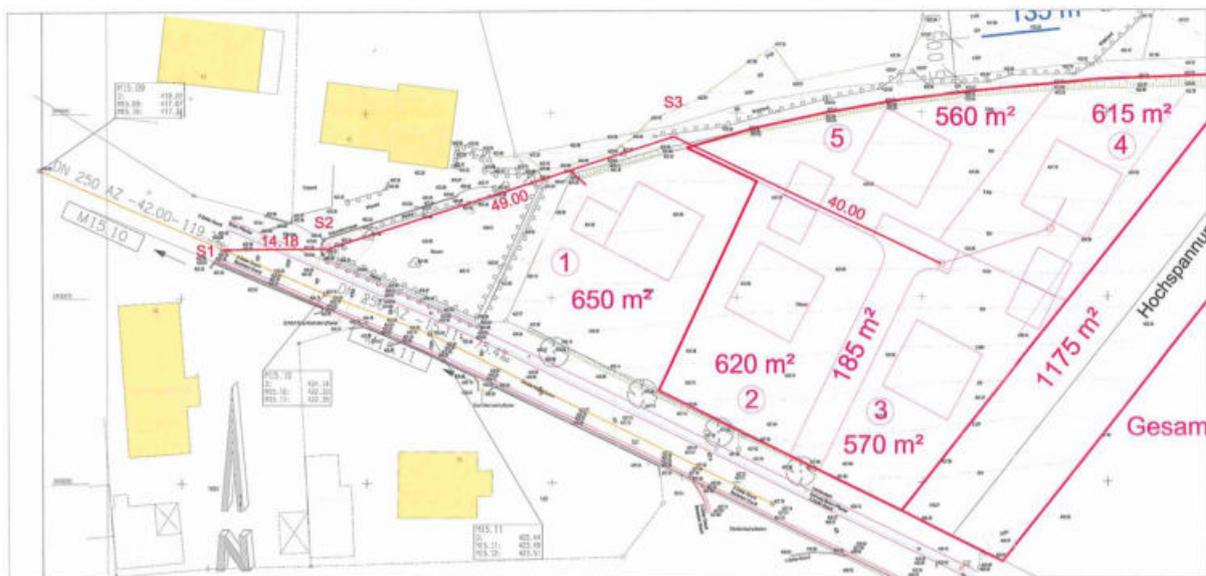
Abwasser beinhaltet viel noch nutzbare Energie. Voraussetzung zur Nutzung der Abwasserwärme ist die geographische Nähe geeigneter Wärmeabnehmer zu großen Abwasserkanälen oder Kläranlagen. Zudem sollte für einen wirtschaftlichen Betrieb beim Verbraucher ein Heizwärmebedarf von mindestens 100 kW vorhanden sein. Des Weiteren wird ein Abwasservolumenstrom von mindestens 10 l/s benötigt, um einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten zu können (geringere Wassermengen sind im Einzelfall zu prüfen).

### **8.5.7 Informationsveranstaltungen**

Informationsveranstaltungen für interessierte Bürger können zur Aufklärungsarbeit hinsichtlich verschiedener Energie- und Klimaschutzthemen beitragen. Solche können auch als Themenreihe (z.B. Erneuerbare Energien) abgehalten werden. Hier kann mittels Fachvorträgen über die verschiedenen klimaschutzrelevanten Themen informiert, aufgeklärt und sensibilisiert werden. Des Weiteren können verbraucherrelevante Informationen an die Teilnehmer weitergegeben werden, wie durch kostenneutrale Maßnahmen Energie eingespart werden kann.

### 8.5.8 Zentrale Energieversorgung von Neubaugebieten (Bauleitplanung)

Nachfolgend wird beispielhaft eine zentrale thermische Energieversorgung des geplanten Neubaugebietes (Linsengrube) im Markt Neuhaus a.d. Pegnitz bewertet. Um eine mögliche Wärmeverbundlösung wirtschaftlich bewerten zu können, müssen vorab einige allgemeingültige Parameter festgelegt werden. Im Neubaugebiet sind fünf Bauparzellen mit jeweils einer Wohnfläche von 150 m<sup>2</sup> geplant. Es wird pauschal ein Wärmebedarf von 62,5 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> angenommen. Es ergibt sich somit ein Gesamtwärmebedarf von rund 47.000 kWh<sub>th</sub> pro Jahr.

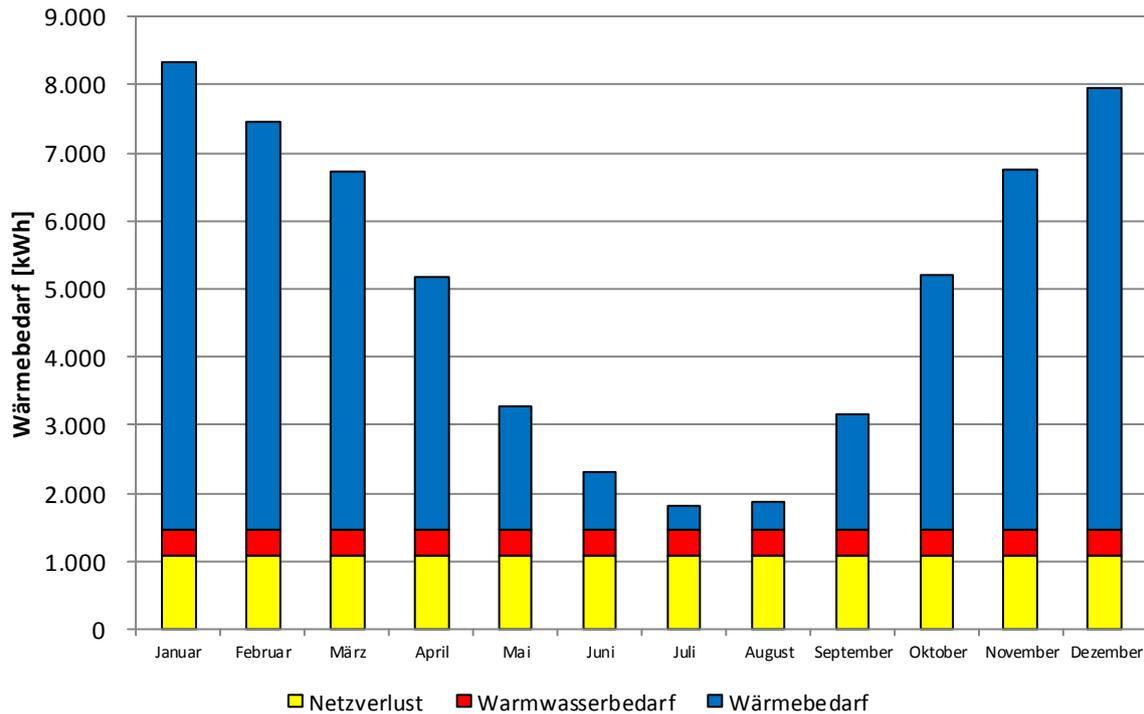


**Abbildung 25: Übersicht Neubaugebiet „Linsengrube“**

Zur Dimensionierung und anschließenden Ausarbeitung einer Versorgungsvariante für das geplante Neubaugebiet wird der bestimmte gesamte Wärmebedarf zu Hilfe genommen.

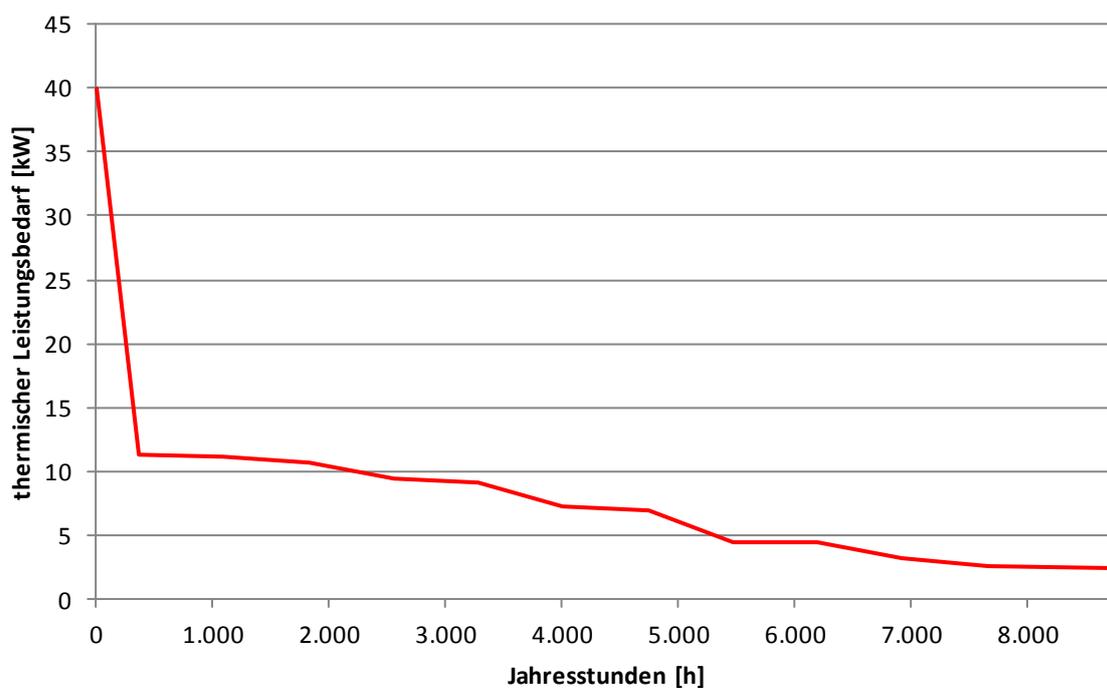
Der jährliche Gesamtwärmebedarf einer Wärmeverbundlösung ergibt sich aus dem Nutzwärmebedarf der Abnehmer und dem Netzverlust. Mit einem Wärmebedarf von rund 47.000 kWh und einem Netzverlust von rund 13.000 kWh ergibt sich ein jährlicher Gesamtwärmebedarf von rund 60.000 kWh.

Mit Hilfe der so genannten Gradtagmethode der VDI-Richtlinie 2067 können die monatlichen Bedarfswerte vom Jahreswärmebedarf abgeleitet werden. Die Grundidee der Gradtagmethode basiert auf empirisch ermittelten Monatsbedarfswerten und deren Anteil am Jahresbedarf. In Abbildung 26 ist der monatliche Gesamtwärmebedarf des geplanten Neubaugebietes dargestellt.



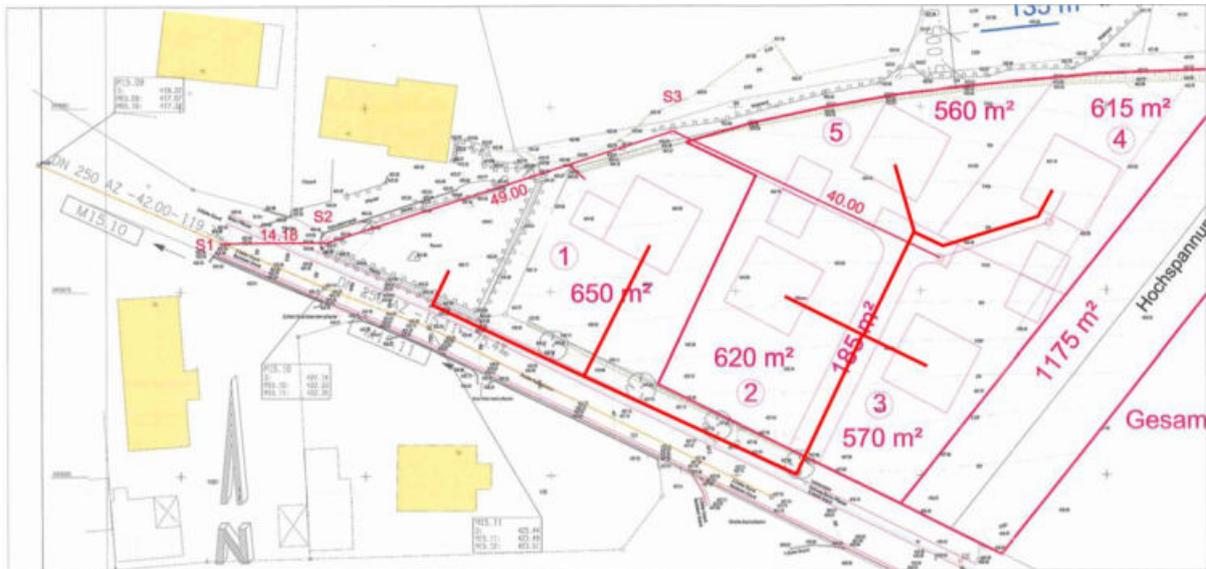
**Abbildung 26: Der monatliche Wärmebedarf des geplanten Neubaugebietes**

Anhand des monatlichen Wärmebedarfs wird die geordnete Jahresdauerlinie des thermischen Energiebedarfs erstellt. Die Fläche unter der Jahresdauerlinie entspricht dem Jahresnutzwärmebedarf.



**Abbildung 27: Die geordnete Jahresdauerlinie des geplanten Neubaugebietes**

Die erforderliche Nutzwärme ist von einer zentralen Stelle (Heizzentrale) mit Hilfe eines Wärmenetzes zu den einzelnen Abnehmern zu transportieren. In Abbildung 28 ist ein möglicher Verlauf des Wärmenetzes dargestellt.



**Abbildung 28: Der mögliche Verlauf des Wärmenetzes**

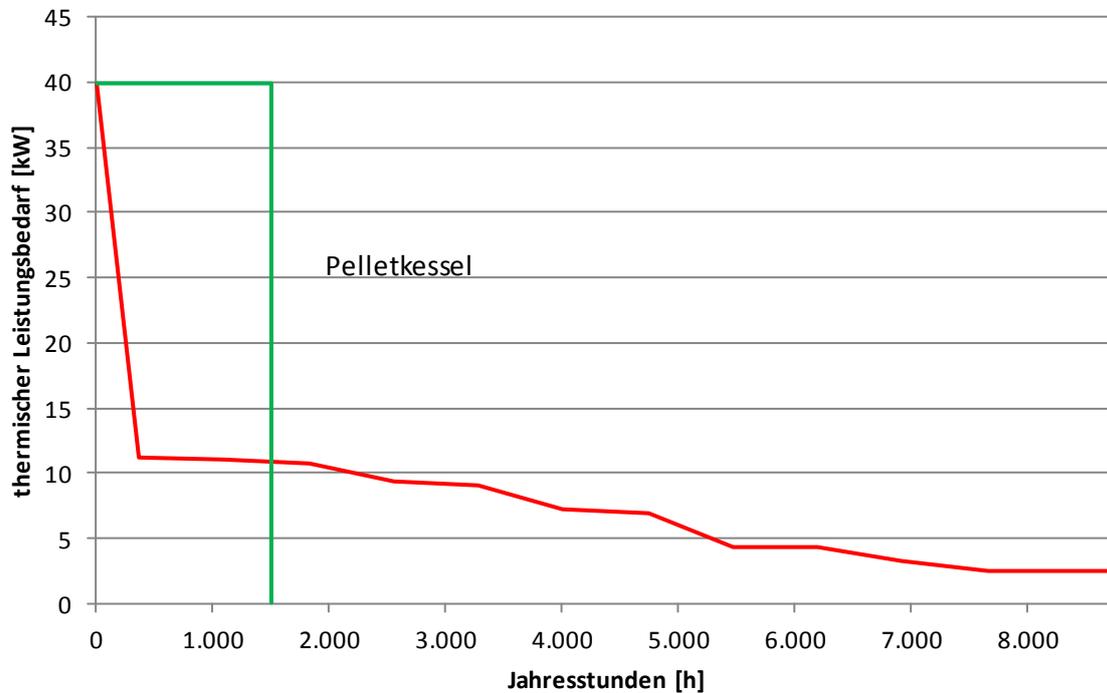
In Tabelle 19 sind die Kenndaten des Wärmenetzes dargestellt. Die zu installierende Spitzenleistung beträgt rund 40 kW. Das Netz hat eine Länge von rund 170 Meter, der Netzverlust beläuft sich mit jährlich rund 13.000 kWh auf ca. 28 % der bereitgestellten Wärme.

**Tabelle 19: Die Kenndaten des Wärmenetzes**

Kenndaten des Wärmenetzes		
Netzlänge	170	[m]
Heizleistung	40	[kW]
Nutzwärmebedarf	47.000	[kWh/a]
Verlustwärme	13.000	[kWh/a]
Verlust	28	[%]
Wärmebelegung	280	[kWh/m·a]

Es wurde im Vorfeld der Einsatz von verschiedenen Wärmeerzeugern (BHKW-Module, Biomassekessel, etc.) geprüft. Aufgrund von Vorabuntersuchungen und Erfahrungswerten aus bereits realisierten Projekten wird es als sinnvoll angesehen, den Wärmebedarf des Wärmenetzes durch einen Biomassekessel (Pelletkessel) abzudecken.

In Abbildung 29 ist die geordnete Jahresdauerlinie mit dem installierten Wärmeerzeuger (Pelletkessel) dargestellt. Für den Pelletkessel (mit einer thermischen Leistung von 40 kW) ergeben sich rund 1.500 Vollbenutzungsstunden.



**Abbildung 29: Die geordnete Jahresdauerlinie mit dem installierten Pelletkessel**

Nachfolgend wird das Wärmenetz einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach der VDI 2067 unterzogen. In Summe ergeben sich Jahresgesamtkosten (kapitalgebundene Kosten, verbrauchsgebundene Kosten, betriebsgebundene Kosten, sonstige Kosten) in Höhe von rund 16.000 Euro. Bei einem Nutzwärmebedarf von rund 47.000 kWh ergeben sich spezifische Wärmegestehungskosten von rund 30 Cent/kWh.

### **Vergleich mit dezentraler Versorgung**

Vergleichend zur Wärmeverbundlösung werden die Wärmegestehungskosten für eine dezentrale Wärmeversorgung grob kalkuliert. Für die verschiedenen Systeme werden die einzelnen Kostengruppen, wie auch bei der Wärmeverbundlösung, kalkuliert. Es ergeben sich hier die folgenden Wärmegestehungskosten:

- Gasbrennwert und Solarthermie      rund 18 Cent/kWh
- Pelletkessel                              rund 23 Cent/kWh
- Wärmepumpe                              rund 23 Cent/kWh

### **Zusammenfassung / Ergebnis**

In diesem Beispiel erscheint eine zentrale Versorgung aus wirtschaftlichen Gründen nicht darstellbar. Dies kann durch die hohen Netzverluste begründet werden. Auch aus ökologischer Sicht erscheint diese Lösung als nicht sinnvoll. Im Vergleich zu dezentralen Systemen zeigen sich deutlich höhere Wärmegestehungskosten.

Eine zentrale Wärmeversorgung von Neubaugebieten kann jedoch als sinnvoll (aus energetischer Sicht) angesehen werden. Es muss hierbei jedoch immer der Einzelfall im Detail geprüft werden, da eine pauschale Bewertung nicht möglich ist.

Bei „größeren“ Baugebieten kann eine zentrale Wärmeversorgung durchaus konkurrenzfähig (wirtschaftlich) sein. Darüber hinaus ergeben sich durch eine zentrale Wärmeversorgung auch ökologische Vorteile hinsichtlich des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes.

## **9 Ausarbeitung eines Konzepts zur Erstellung einer fortschreibbaren CO<sub>2</sub>-Bilanz mit Controlling Konzept**

Für die Erfolgskontrolle der grundlegenden und längerfristig definierten Klimaschutzziele, ist die Entwicklung eines Controlling-Konzeptes notwendig. Das grundsätzliche Ziel einer fortschreibbaren CO<sub>2</sub>-Bilanz ist die Darstellung der Verbrauchs- und Emissionsentwicklung für ein betreffendes Bilanzgebiet. Die Fortschreibungsbilanz soll primär zeigen, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund der Aktivitäten im Betrachtungsgebiet mit der Zeit verändern, bzw. wie sich die Emissionsreduktion einzelner Maßnahmen auswirkt.

Mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde eine umfangreiche Ausgangsbasis bezüglich des Energieumsatzes (elektrischer und thermischer Energieverbrauch) und der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den betrachteten Verbrauchergruppen geschaffen. Die Fortschreibung dieser grundlegenden Bilanzierung bietet eine Kontrollmöglichkeit zum Erreichen der Klimaschutzziele des Landkreises Nürnberger Land.

Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Fortschreibung einer CO<sub>2</sub>- bzw. Energiebilanz ist eine strukturierte Datenbasis, die regelmäßig abgefragt werden muss. Die zentrale Frage in diesem Zusammenhang ist, welche Daten kontinuierlich und regelmäßig fortgeschrieben werden können und somit für eine solche CO<sub>2</sub>-Bilanz zur Verfügung stehen.

In den Bereich der leitungsgebundenen Energieträger werden Strom- und Erdgasverbräuche eingeordnet. Der elektrische Energieverbrauch und der Erdgasverbrauch kann vom EVU unterteilt in die Verbrauchergruppen ermittelt werden. Zudem muss ein eventueller Ausbau des Erdgasnetzes und eventuelle Neubauten von Wärmenetzen im Betrachtungsgebiet berücksichtigt werden. Der Energieverbrauch in der Verbrauchergruppe „GHD/Industrie“ ist zudem von der wirtschaftlichen Lage abhängig und deswegen entsprechend zu korrigieren.

Die Erfassung der nicht-leitungsgebundenen Energieverbräuche (Heizöl, Biomasse, etc.) kann mithilfe einer Aufstellung der Feuerstätten erfasst werden. Hier empfiehlt es sich, die Daten in einem Intervall von 3 bis 5 Jahren zu aktualisieren.

Im Bereich der erneuerbaren Energien können die erforderlichen Daten wie folgt erfasst werden:

- EEG-Anlagen (Photovoltaik, Wasserkraft, Windkraft, Biogasanlagen): Die Anzahl der Anlagen, die installierte Leistung und die eingespeiste Energiemenge kann vom Energieversorger ermittelt werden.
- Solarthermische Anlagen: Diese können online auf der Seite <http://www.solaratlas.de> abgefragt werden.
- Biomasse-Heizsysteme: Anzahl und Leistung von Pelletheizsystemen sind vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) abzufragen. Für Hackschnitzelheizungen und Einzelfeuerstätten sind entsprechende Daten zu den Feuerstätten notwendig. Diese können über eine Abfrage bei den Bezirkskaminkehrermeistern ermittelt werden.
- Weitere BHKW Systeme nach dem KWK-Gesetz. Diese können vom Energieversorger ermittelt werden.

Um eine fortschreibbare CO<sub>2</sub>-Bilanz in der Verbrauchergruppe „Verkehr“ erheben zu können, ist der Bestand an zugelassenen Fahrzeugen im Betrachtungsgebiet zu ermitteln. Dieser Datensatz (Art des Kraftfahrzeugs, Anzahl der Zulassungen aufgeteilt nach der Brennstoffart) kann von der zuständigen Zulassungsstelle bzw. dem Kraftfahrzeug-Bundesamt zur Verfügung gestellt werden.

Als Zielgrößen sollten grundsätzlich

- globale Kennzahlen (Beschreibung eines ganzen Energiesystems)
- sowie maßnahmenspezifische Kennzahlen (Erfolgskontrolle einer umgesetzten Maßnahme)

gebildet und verglichen werden.

Zur Erfolgskontrolle der Klimaschutzmaßnahmen sollten in bestimmten zeitlichen Abständen diese Kennzahlen aktualisiert, und den Ist-Werten gegenübergestellt werden.

In Tabelle 20 sind die Kennzahlen des thermischen und elektrischen Energiebedarfes im Betrachtungsgebiet dargestellt, welche jährlich ermittelt werden können. Durch die Umsetzung der im Klimaschutzkonzept aufgezeigten Energieeffizienzmaßnahmen in den einzelnen Verbrauchergruppen kann durch Fortführung der dargestellten Kennzahlen eine Kontrolle der gewünschten Ziele erfolgen.

**Tabelle 20: Die Kennzahlen des elektrischen und thermischen Energieverbrauchs**

	Einwohner	elektrisch				thermisch			
		gesamt	Private Haushalte	kommunale Liegenschaften	GHD / Industrie	gesamt	Private Haushalte	kommunale Liegenschaften	GHD / Industrie
		[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]	[MWh/EW]
Alfeld, Gmd.	1.138	3,0	1,4	0,2	1,4	16,3	8,4	0,2	7,7
Altdorf b. Nürnberg, St.	15.382	2,9	1,3	0,1	1,4	14,0	7,7	0,3	6,0
Burghann, Gmd.	11.228	3,0	1,4	0,1	1,6	12,8	7,9	0,1	4,8
Engelthal, Gmd.	1.156	2,8	1,4	0,1	1,3	25,2	7,8	0,0	17,4
Feucht, M.	13.260	4,3	1,3	0,1	2,9	13,2	7,1	0,5	5,6
Happurg, Gmd.	3.584	2,9	1,4	0,1	1,4	17,7	8,2	0,3	9,2
Hartenstein, Gmd.	1.384	46,5	1,3	0,1	45,1	33,4	7,3	0,3	25,7
Henfenfeld, Gmd.	1.900	4,8	1,3	0,1	3,4	14,7	7,3	0,2	7,3
Hersbruck, St.	12.321	5,2	1,4	0,2	3,6	14,8	7,7	0,3	6,9
Kirchsittenbach, Gmd.	2.179	2,3	1,3	0,1	0,9	14,2	7,8	0,2	6,2
Lauf a.d. Pegnitz, St.	26.090	5,7	1,3	0,3	4,1	13,9	7,4	0,4	6,1
Leinburg, Gmd.	6.434	5,6	1,3	0,1	4,2	15,3	7,5	0,1	7,7
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	2.865	15,9	1,4	0,1	14,3	22,0	8,2	0,3	13,5
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	4.647	4,5	1,3	0,3	2,9	15,0	7,2	0,2	7,5
Offenhausen, Gmd.	1.581	2,8	1,2	0,1	1,5	20,0	6,9	0,1	13,0
Ottensoos, Gmd.	2.062	3,5	1,3	0,1	2,1	16,8	7,5	0,2	9,2
Pommelsbrunn, Gmd.	5.290	8,0	1,4	0,1	6,5	16,5	7,9	0,2	8,4
Reichenschwand, Gmd.	2.191	5,1	1,4	0,3	3,5	15,9	7,8	0,3	7,9
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	11.873	2,8	1,4	0,2	1,2	19,0	7,3	0,5	11,3
Rückersdorf, Gmd.	4.458	3,5	1,6	0,2	1,7	19,5	9,3	0,2	10,0
Schnaittach, M.	8.012	3,3	1,3	0,1	1,9	13,0	7,6	0,2	5,2
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	8.214	4,6	1,5	0,1	3,0	15,5	8,5	0,6	6,5
Schwarzenbruck, Gmd.	8.363	3,2	1,3	0,3	1,6	11,6	7,7	0,2	3,7
Simmelsdorf, Gmd.	3.136	4,6	1,4	0,1	3,1	14,5	8,2	0,2	6,1
Velden, St.	1.794	6,6	1,4	0,1	5,1	16,6	8,1	0,2	8,2
Vorra, Gmd.	1.794	2,4	1,3	0,2	0,9	13,5	7,5	0,2	5,8
Winkelhaid, Gmd.	4.155	2,5	1,3	0,2	1,0	12,3	7,2	0,2	4,9

In Tabelle 21 sind verschiedene Kennzahlen aufgeführt, anhand derer der Ausbau an Erneuerbaren Energien im Betrachtungsgebiet kontrolliert werden kann. Zudem kann der direkte Vergleich mit anderen Kommunen über Internetplattformen wie z.B. der sogenannten Solarbundesliga erfolgen ([www.solarbundesliga.de](http://www.solarbundesliga.de)).

**Tabelle 21: Die Kennzahlen zur Kontrolle des Ausbaues an Erneuerbaren Energien**

	Einwohner	elektrisch				thermisch	
		Photovoltaik	Biomasse-KWK	Windkraft	Wasserkraft	Solarthermie	Biomasse
		[kW/EW]	[kW/EW]	[kW/EW]	[kW/EW]	[m <sup>2</sup> /EW]	[kW/EW]
Alfeld, Gmd.	1.138	1,27	0,00	1,76	0,01	0,48	6,70
Altdorf b. Nürnberg, St.	15.382	0,14	0,02	0,10	0,00	0,25	2,34
Burgthann, Gmd.	11.228	0,15	0,00	0,00	0,00	0,31	2,31
Engelthal, Gmd.	1.156	0,22	0,00	0,00	0,00	1,13	4,94
Feucht, M.	13.260	0,10	0,00	0,00	0,00	0,17	0,49
Happurg, Gmd.	3.584	0,19	0,00	0,00	0,05	0,43	5,06
Hartenstein, Gmd.	1.384	0,24	0,00	0,00	0,14	0,76	5,84
Henfenfeld, Gmd.	1.900	0,11	0,00	0,00	0,00	0,39	2,89
Hersbruck, St.	12.321	0,14	0,00	0,00	0,01	0,22	1,78
Kirchsittenbach, Gmd.	2.179	0,26	0,00	0,00	0,01	0,44	4,50
Lauf a.d. Pegnitz, St.	26.090	0,12	0,00	0,00	0,01	0,18	0,65
Leinburg, Gmd.	6.434	0,12	0,00	0,00	0,00	0,34	2,37
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	2.865	0,17	0,00	0,00	0,01	0,44	5,84
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	4.647	0,47	0,00	0,00	0,01	0,23	1,76
Offenhausen, Gmd.	1.581	0,36	0,00	0,95	0,01	0,83	6,17
Ottensoos, Gmd.	2.062	0,17	0,00	0,00	0,12	0,33	4,66
Pommelsbrunn, Gmd.	5.290	0,14	0,00	0,00	0,02	0,40	3,72
Reichenschwand, Gmd.	2.191	0,16	0,00	0,00	0,08	0,28	4,14
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	11.873	0,06	0,00	0,00	0,00	0,12	0,67
Rückersdorf, Gmd.	4.458	0,06	0,00	0,00	0,00	0,28	1,67
Schnaittach, M.	8.012	0,22	0,01	0,00	0,00	0,28	2,93
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	8.214	0,06	0,00	0,00	0,00	0,13	0,90
Schwarzenbruck, Gmd.	8.363	0,10	0,00	0,00	0,02	0,20	1,54
Simmelsdorf, Gmd.	3.136	0,23	0,00	0,00	0,01	0,38	4,06
Velden, St.	1.794	0,16	0,00	0,00	0,02	0,58	5,05
Vorra, Gmd.	1.794	0,12	0,00	0,00	0,06	0,32	5,82
Winkelhaid, Gmd.	4.155	0,10	0,00	0,00	0,00	0,25	2,00

Zudem sollte regelmäßig die Gesamtbilanz im Betrachtungsgebiet anhand der Kennzahlen zur Ermittlung des Pro-Kopf Ausstoßes an CO<sub>2</sub> durchgeführt werden. Die Kennzahlen sind in Tabelle 22 dargestellt. Hier gilt es noch zu erwähnen, dass die Emissionen durch den Sektor Verkehr für das Betrachtungsgebiet gesamt und nicht für jede Kommune separat berechnet wurden. Der Gesamt CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kommune ergibt sich somit durch Addition der CO<sub>2</sub>-Emissionen ohne Verkehr pro Kommune und dem mittleren Emissionswert des Sektors Verkehr (3,3 t/a). → Beispiel Alfeld: 3,5 t/a + 3,3 t/a = 6,8 t/a

**Tabelle 22: Die Kennzahlen zur Fortführung der Gesamtbilanz im Betrachtungsgebiet**

	Einwohner	CO <sub>2</sub> -Emissionen ohne Verkehr	CO <sub>2</sub> -Emissionen mit Verkehr
	[EW]	[tCO <sub>2</sub> /EW]	[tCO <sub>2</sub> /EW]
Alfeld, Gmd.	1.138	3,5	
Altdorf b. Nürnberg, St.	15.382	4,9	
Burghann, Gmd.	11.228	5,0	
Engelthal, Gmd.	1.156	7,8	
Feucht, M.	13.260	5,9	
Happurg, Gmd.	3.584	6,1	
Hartenstein, Gmd.	1.384	35,0	
Henfenfeld, Gmd.	1.900	6,0	
Hersbruck, St.	12.321	6,7	
Kirchsittenbach, Gmd.	2.179	4,0	
Lauf a.d. Pegnitz, St.	26.090	6,8	
Leinburg, Gmd.	6.434	7,4	
Neuhaus a.d. Pegnitz, M.	2.865	14,3	
Neunkirchen a. Sand, Gmd.	4.647	6,2	
Offenhausen, Gmd.	1.581	5,3	
Ottensoos, Gmd.	2.062	5,4	
Pommelsbrunn, Gmd.	5.290	8,2	
Reichenschwand, Gmd.	2.191	6,2	
Röthenbach a.d. Pegnitz, St.	11.873	6,4	
Rückersdorf, Gmd.	4.458	7,2	
Schnaittach, M.	8.012	5,0	
Schwaig b. Nürnberg, Gmd.	8.214	6,6	
Schwarzenbruck, Gmd.	8.363	4,9	
Simmelsdorf, Gmd.	3.136	6,0	
Velden, St.	1.794	7,9	
Vorra, Gmd.	1.794	4,5	
Winkelhaid, Gmd.	4.155	4,6	
Sektor Verkehr	166.491		3,3

## 10 Öffentlichkeitsarbeit

Eine effektive Umsetzung der im integrierten Klimaschutzkonzept angeregten Maßnahmen setzt eine regelmäßige Erfolgskontrolle, sowie eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit voraus. Die Vernetzung und Bewusstseinsbildung ist dringend erforderlich, um die gemeinsamen Ziele im Klimaschutz erreichen zu können. Nur durch die Einbindung und regelmäßige Information der beteiligten Personen in den kommunalen Liegenschaften sowie der Öffentlichkeit sind die dargestellten Maßnahmenpakete realisierbar.

Zielgruppen für die Öffentlichkeitsarbeit im vorliegenden Klimaschutzkonzept sind:

- Bürgerinnen und Bürger
- Schulen / Kindergärten
- Verwaltung, Kirchen
- Gewerbe / Industrie

Im Betrachtungsgebiet sind bereits Akteure tätig, die im Zuge der Fortführung und Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes mit eingebunden werden sollten. Nachfolgend werden einige der beteiligten Akteure aufgeführt, welche bereits bei der Vermittlung von Klimaschutzaktivitäten im Betrachtungsgebiet aktiv sind (Die Aufzählung ist nicht abschließend):

- Energieberatungsagentur des Landkreises Nürnberger Land
- Landkreis Nürnberger Land
- Industrie- und Handelskammer / Handwerkskammer
- Diverse unabhängige zertifizierte Energieberater
- Diverse Bürgerinitiativen (z.B. Klimaclub Hersbruck, Solarstammtisch Burgthann, Bürgerinitiative Landkreiswind, lokale Agenda 21 Gruppen / Schwaig, Ottensoos, Schwarzenbruck, Lauf a.d. Pegnitz, Solarinitiative Nürnberger Land, Klimaschutzmanager der Stadt Lauf a.d. Pegnitz, diverse Stadt- und Gemeindewerke bzw. Energieversorgungsunternehmen, Energiestadtverantwortlicher der Stadt Altdorf, Bund Naturschutz e.V. / Kreisgruppe Nürnberger Land)

### Unabhängige Energieberatungsagentur des Landkreises Nürnberger Land (ENA)

Die ENA bietet eine fundierte Beratung für Privatpersonen, Vereine, Kommunen, Kirchen und Gewerbetreibende hinsichtlich Energieeinsparmöglichkeiten und Fördermöglichkeiten an.

Die kostenlos angebotene und unabhängige Erst- bzw. Initialberatung (Nutzung der Erneuerbaren Energien, energiegerechtes Bauen und Sanieren, Förder- und Zuschussmöglichkeiten) wird von den Bürgern des Landkreises sehr gut angenommen. Von Privatpersonen waren persönliche Beratungsgespräche vielfach telefonisch, wie auch im Landratsamt selbst nachgefragt und bildeten somit einen Schwerpunkt der Beratungstätigkeit. Inhaltlich wurden dabei nahezu alle Themenfelder der effizienten Energiebereitstellung und –nutzung behandelt sowie Aspekte des Umwelt- und Klimaschutzes erfasst.

Nach wie vor ist die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden Hauptinhalt der Beratungen, gefolgt von allgemeinen Hinweisen zu Energiefragen bei Neubauvorhaben. Die dazu gehörende Fördermittelberatung bildet einen weiteren Schwerpunkt.

Es ist davon auszugehen, dass die Erstberatung durch die ENA weiterhin stark in Anspruch genommen wird.

## Weitere Aktivitäten der unabhängigen Energieberatungsagentur und des Landkreises Nürnberger Land

Nachfolgend sind weitere Aktivitäten der ENA und des Landkreises Nürnberger Land hinsichtlich des Klimaschutzes aufgeführt:

- **Durchführung von Informationsveranstaltungen**  
Durch Informationsveranstaltungen z.B. bei Sparkassen, Haus- und Grundbesitzerverein, Obst- und Gartenbauverein, Bayerischer Landessportverband und anderen Vereinen, Verbänden und Kommunen konnten über 2.000 Personen mit aktuellen Informationen bzgl. des Klimaschutzes versorgt werden.
- **Teilnahme am „Tag der Regionen“**  
Positive Resonanz liefert die regelmäßige Teilnahme am „Tag der Regionen“ (bisher im Landkreis in folgenden Kommunen durchgeführt: Dehnberg, Rummelsberg, Happurg). Gemeinsam mit Betrieben der Solarinitiative werden hier jedes Jahr Beratungen zum Energieeinsparen im Alt- und Neubau gegeben.
- **Erarbeitung und Herausgabe des „Energie-Ratgebers“**  
Mit der Erarbeitung und Herausgabe des „Energie-Ratgebers“ im Herbst 2010 ist es gelungen, eine informative und umfassende Informationsbroschüre zu fast allen Inhalten im Themenfeld „Energie sparen, energetisch Bauen & Sanieren“ zu veröffentlichen. Die Erstellung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Medienverbund Nürnberger Land GmbH.
- **Beteiligung am Arbeitskreis Energie**  
Der Arbeitskreis Energie begleitet das Vorhaben „Gründung einer kommunalen Genossenschaft für den Auf- und Ausbau regenerativer Energieerzeugungsanlagen“ mit regelmäßigen Gesprächen im Landratsamt.

Die beschriebenen Aktivitäten seitens der ENA und des Landkreises stellt lediglich einen Auszug derer dar.

### Informationsveranstaltung mit Workshop

Stellvertretend für Herrn Landrat Armin Kroder begrüßte der Leiter der Abteilung Kreisentwicklung, Herr Bernd Hölzel, am 04.10.2012 ca. 50 interessierte Bürgerinnen und Bürger, Fachkräfte aus der Energiebranche sowie Akteure und Vertreter aus Unternehmen und Kommunen zu einer öffentlichen Informationsveranstaltung mit anschließendem Workshop zum integrierten Klimaschutzkonzept des Landkreises Nürnberger Land im großen Sitzungssaal des Landratsamtes.

Nach der Begrüßung informierte der Leiter des Instituts für Energietechnik an der Hochschule Amberg / Weiden (IfE), Herr Prof. Dr. Markus Brautsch, mit einem ca. 30 minütigen Fachvortrag über die vorläufigen Ergebnisse der Bearbeitungsphasen 1 und 2 des Integrierten Klimaschutzkonzeptes.

Nach dem Fachvortrag von Herrn Prof. Dr. Brautsch wurde mit der Durchführung des Workshops begonnen. Dazu wurden die Veranstaltungsteilnehmer in vier Gruppen eingeteilt. Dementsprechend waren gruppenweise die Stationen 1 bis 4 aufzusuchen und die jeweilige Fragestellung der Station zu bearbeiten. Die durch die Gruppen geäußerten Vorschläge und Ideen wurden auf Karteikarten notiert und für alle lesbar an Stellwänden fixiert. Ein gegenseitiger Austausch über die gemachten Vorschläge und Ideen war somit jederzeit ermöglicht. Der Stationswechsel erfolgte nach ca. 10 Minuten.

Nachdem alle vier Gruppen, an allen vier Stationen Gelegenheit hatten, gemäß den Fragestellungen Ihre Ideen und Maßnahmenvorschläge einzubringen (und ggf. auch sich darüber auszutauschen) konnte jeder einzelne die gemachten Vorschläge gewichten. Dazu wurden an jeden Veranstaltungsteilnehmer fünf Klebepunkte ausgegeben. Durch das Anbringen von einen (oder mehreren) Klebepunkten, auf den entsprechenden Karteikarten, konnte jeder Teilnehmer nun entscheiden, welche der Maßnahmen-Vorschläge er für sich persönlich als besonders wichtig einstuft.

Es wurden folgende Klimaschutzrelevanten Themen bearbeitet:

- Welche Projektideen zur Energieeinsparung haben Sie für den Landkreis Nürnberger Land?
- Welche Projektideen haben Sie für den Einsatz von Erneuerbaren Energien im Landkreis Nürnberger Land haben Sie?
- Welche Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung für Klimaschutz und Energiewende haben Sie für den Landkreis Nürnberger Land?
- Welche Ideen zur Finanzierung der Energiewende haben Sie (z.B. für örtliche Projekte)?

Die erarbeiteten Maßnahmvorschläge aus den oben gelisteten Themenpunkten fließen in den Maßnahmenkatalog ein.

#### Errichtung einer zentralen Beratungsstelle → Bestellung eines Klimaschutzmanagers

Einer zentralen Beratungsstelle kommt eine wichtige Rolle zum Erreichen der gesetzten Klimaschutzziele zu. Von hier aus sollten insbesondere Aufklärungsarbeit, Werbeaktionen und Beratungsdienstleistungen koordiniert werden. Dies zeigte sich auch bei der Bearbeitung des Konzeptes. Sowohl die Kommunen selbst, als auch diverse Industriebetriebe gaben an, dass künftig das Thema Klimaschutz nicht mehr „nebenher“ erledigt werden kann. Es bedarf einer zentralen Anlaufstelle, von der aus die verschiedenen Fragestellungen, Anregungen, etc. erfasst und koordiniert werden. Diese zentrale „Klimaschutzstelle“ sollte eine intensive Zusammenarbeit mit allen bereits vorhandenen Akteuren pflegen.

Die Aufgaben können wie folgt zusammengefasst werden:

- Büro als „physikalische“ Anlaufstelle zur Verfügung stellen
- Webseite als Kommunikationsplattform etablieren
- Vorträge und Veranstaltungen organisieren
- Newsletter herausgeben
- Infobroschüren gestalten
- Koordination von Beratern (maßnahmenspezifisch)
- Koordination von Handwerkern (maßnahmenspezifisch)
- Exkursionen zu Vorzeigeobjekten durchführen

Auf der Beratungsebene sollte folgendes Angebot abgedeckt sein:

- Überblick zu Sanierungsmöglichkeiten von Bestandsgebäuden (kommunal und privat) geben
- Überblick über mögliche Förderungen und Kreditvergünstigungen erteilen
- Auf energiesparende Geräte und Verbraucher im Haushalt hinweisen
- Über richtiges Nutzerverhalten (Stromanbieter, Stand-by-Verbraucher, Schimmelvermeidung / Wohnklima) informieren

Des Weiteren sollten durch Image-Kampagnen die Wahrnehmung der Bürger im Betrachtungsgebiet weiter sensibilisiert werden. Insbesondere sollten gezielt Demonstrationsvorhaben mit wissenschaftlicher Begleitung in den nachfolgenden Bereichen realisiert werden:

- Energieeinsparpotentiale durch energetische Sanierungen von Gebäuden realisieren,
- effiziente Stromverbraucher einsetzen,
- Solarer Strahlung (Photovoltaik / Solarthermie) nutzen

Eine übersichtlich gestaltete Homepage der Energieberatungsstelle sollte mind. im monatlichen Turnus über laufende Projekte bzw. deren Projektphasen informieren und wichtige Neuerungen rund um das Thema Energie bieten.

## 11 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes für den Landkreis Nürnberger Land wurde ausgehend von einer umfangreichen energetischen Bestandsanalyse in den Verbrauchergruppen Private Haushalte, kommunale Liegenschaften, GHD/Industrie und Verkehr die Energieverbrauchsstruktur im Betrachtungsgebiet ermittelt. Als Ergebnis wurde der Endenergieumsatz in den einzelnen Verbrauchergruppen mit den bereits genutzten Anteilen an erneuerbaren Energieträgern dargestellt. Darauf aufbauend konnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Ist-Zustand berechnet werden. Dem Datenstand des Jahres 2010 zufolge werden jährlich rund 4.949.160 MWh Endenergie verbraucht, die sich in rund 2.481.956 MWh thermische Energie, rund 789.921 MWh elektrische Energie sowie rund 1.677.282 MWh Endenergie für den Verkehr aufteilen. Unter Berücksichtigung bereits genutzter erneuerbarer Energieträger ergibt sich ein Ausstoß von rund 1.614.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Situationsanalyse stellt somit die Basis für das weitere Vorgehen in einer Potentialbetrachtung zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes dar.

Die Minderung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen muss grundsätzlich über mehrere Wege und Ansatzpunkte betrachtet werden. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann teilweise durch die Substitution bisheriger Energieträger (z.B. fossile Energieträger wie Heizöl) durch erneuerbare Energieträger reduziert werden, die zum Großteil CO<sub>2</sub>-neutrale Energie bereitstellen. Da das Potential der Substitution allerdings durch natürliche Randbedingungen (geographische Lage, verfügbare Flächen) begrenzt ist, muss ein großer Schritt zur Senkung der Emissionen über die Energieeffizienz erfolgen, indem der Energiebedarf bzw. der Energieverbrauch in seiner jetzigen Form reduziert wird.

Die Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung sind vor allem im Bereich der Wärmedämmung an Gebäuden, durch Steigerung der Energieeffizienz unter dem Einsatz neuer Technik sowie einer an den tatsächlichen Bedarf angepassten, optimierten Betriebsweise zu suchen. Durch die beschriebenen Effizienzsteigerungs- und Einsparmaßnahmen in den einzelnen Verbrauchergruppen könnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Summe um ca. 464.000 Tonnen pro Jahr reduziert werden (Ziel 2030). In den einzelnen Verbrauchergruppen könnten die Privaten Haushalte eine Reduktion von 123.000 t/a, die kommunalen Liegenschaften eine Reduktion in Höhe von 8.000 t/a, der Sektor GHD / Industrie 181.000 t/a, sowie der gesamte Verkehrsbereich eine Reduktion von 152.000 t/a dazu beitragen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann dadurch um rund 29 % gegenüber dem derzeitigen Ausstoß gesenkt werden.

In der Potentialbetrachtung wurden zum einen Möglichkeiten in den einzelnen Verbrauchergruppen aufgezeigt wie der Energieverbrauch reduziert werden kann, zum anderen wurden parallel dazu die **Potentiale zum Ausbau der erneuerbaren Energien** quantifiziert. Anhand der natürlichen Gegebenheiten im Betrachtungsgebiet ergeben sich große Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien insbesondere im Bereich der Biomasse, der Windkraft und der solaren Strahlungsenergie.

Ein Minderungspotential von rund 54.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ergibt sich, wenn der Einsatz der fossilen Energieträger zur thermischen Nutzung (Erdgas/Heizöl) durch den vorgeschlagenen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien durch regenerative Energieträger substituiert wird. Das weitere Ausbaupotential an regenerativer elektrischer Energie wurde mit ca. 311.299 MWh/a ausgewiesen, wodurch sich ein CO<sub>2</sub>-Minderungspotential von rund 178.000 Tonnen pro Jahr ergibt. Das CO<sub>2</sub>-Minderungspotential durch den Ausbau Erneuerbarer Energien liegt gegenüber dem Ausgangszustand folglich bei ca. 14 %.

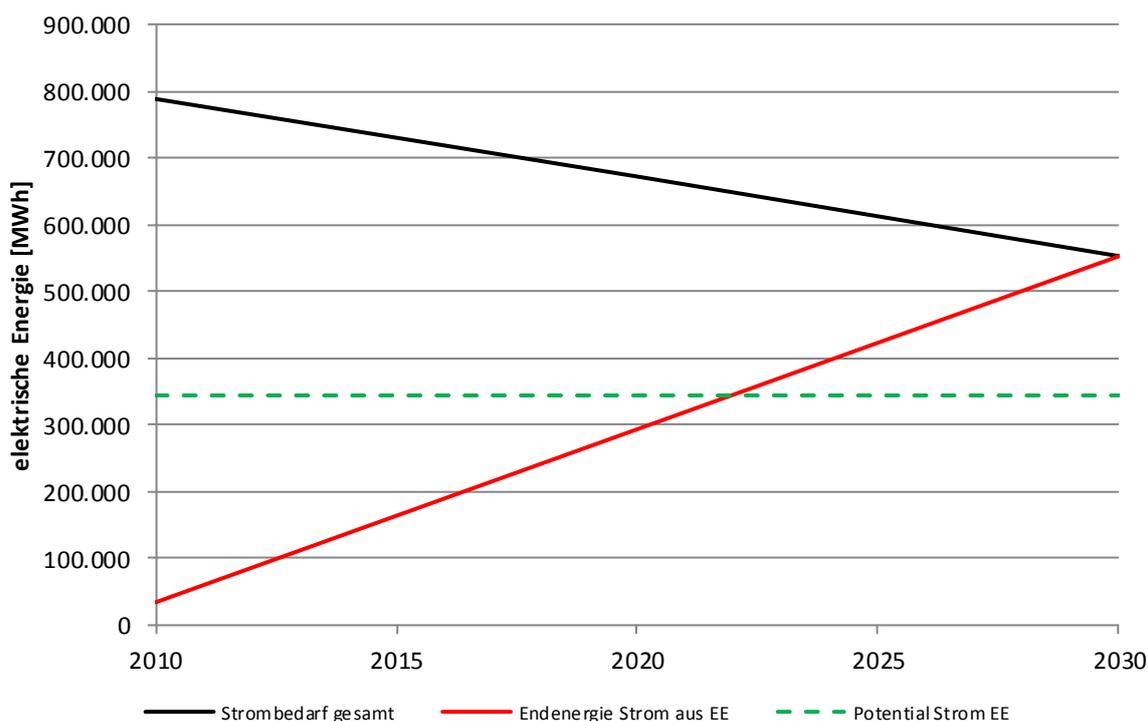
Anhand der dargelegten Möglichkeiten zur Energieeinsparung und zum Ausbau der Erneuerbaren Energien wurde in enger Abstimmung mit allen beteiligten Akteuren ein **umfassender Maßnahmenkatalog** mit konkreten Handlungsempfehlungen für alle Verbrauchergruppen ausgearbeitet. Dieser beinhaltet konkrete Projekte, welche kurz- mittel- und langfristig zu einer erheblichen CO<sub>2</sub>-Minderung und einer Steigerung der regionalen Wertschöpfung führen.

Die aktuellen Rahmenbedingungen für den Klimaschutz sind derzeit sehr günstig. Durch den bereits fortgeschrittenen Ausbau sind die Techniken im Bereich der erneuerbaren Energien ausgereift und bereits vielfach bewährt. Die erneuerbaren Energien können in der zukünftigen Energieversorgung eine tragende Rolle spielen und dazu beitragen, regionale Klimaschutzziele zu erreichen. Die Auswahl geeigneter Standorte ist jedoch ein sensibles Thema, wofür eine allgemeine Akzeptanz der Bevölkerung als Voraussetzung vorhanden sein sollte.

Die Festlegung von konkreten Zielen für die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau Erneuerbarer Energien wird als zentrale Aufgabe für den Klimaschutz gesehen. Die Kommunen sind demnach gefragt, ambitionierte aber realistische Ziele im Klimaschutz auszuweisen und diese aktiv anzugehen. Die Kommunen spielen im Klimaschutz eine entscheidende Vorreiterrolle und sollten deshalb auch eine Vorbildfunktion bei der Umsetzung einnehmen.

Durch die Möglichkeit von finanziellen Beteiligungen der Bürger und regionaler Betriebe an gemeinschaftlichen Betreiberanlagen (z.B. Photovoltaik, Windkraft) bzw. den Einsatz regionaler Rohstoffe und Energieträger wird die regionale Wertschöpfung bereits heute erheblich gestärkt und Arbeitsplätze gesichert).

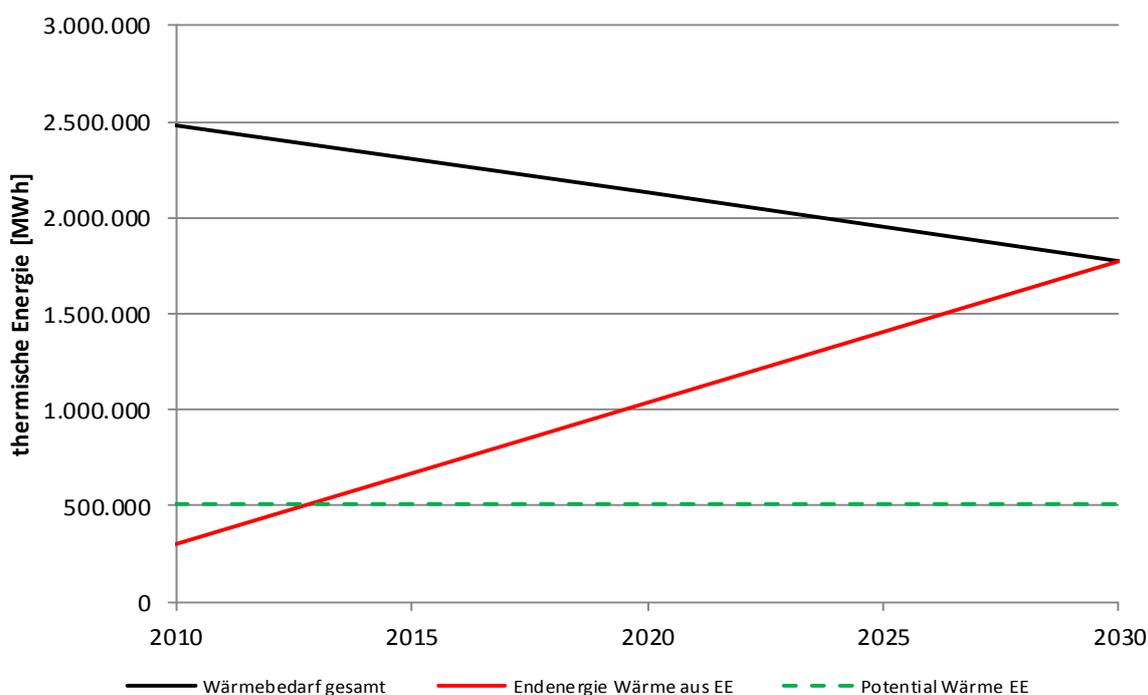
In Abbildung 30 ist die Entwicklung des Strombedarfes im Betrachtungsgebiet für die Jahre 2010 bis 2030 dargestellt. Durch Effizienzsteigerung und den Umstieg auf moderne Technologien könnte der Bedarf an elektrischer Energie von aktuell 789.921 MWh auf 552.945 MWh im Jahr 2030 gesenkt werden (schwarze Linie). Zudem wird die elektrische Endenergie aus Erneuerbaren Energieträgern dargestellt (rote Linie), welche im Zieljahr 2030 die komplette Stromversorgung abdecken soll. Die grüne Linie zeigt das Gesamtpotential an Strom aus Erneuerbaren Energien, welcher durch den Landkreis selbst bereitgestellt werden kann (rund 344.024 MWh). Es verbleibt eine Deckungslücke von rund 208.921 MWh (Teilbereich der roten Linie zwischen Gesamtpotential und Einsparziel).



**Abbildung 30: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfs und -potentials**

In Abbildung 31 ist der gesamte Wärmebedarf im Betrachtungsgebiet für die einzelnen Jahre dargestellt. Durch Wärmedämmmaßnahmen und Effizienzsteigerung kann der Wärmebedarf von aktuell 2.481.956 MWh auf 1.776.872 MWh im Jahr 2030 gesenkt werden (schwarze Linie). Zudem wird die thermische Endenergie aus Erneuerbaren Energieträgern dargestellt (rote Linie), welche im Zieljahr 2030 die komplette Wärmeversorgung darstellen soll. Die grüne Linie zeigt das Wärmepotential aus Erneuerbaren Energien, welches im Rahmen dieses Konzeptes berechnet wurde. Das ermittelte Wärmepotential wird bei beständigem Ausbau der Nutzung in den nächsten Jahren erschlossen sein (Schnittpunkt rote mit grüner Linie). Unter der Berücksichtigung der beschriebenen Einsparpotentiale sowie dem Ausbaupotential an Erneuerbaren Energien (509.635 MWh) verbleibt im Jahr 2030 ein Restbedarf als Deckungslücke (Anteil der nicht aus dem Landkreis selbst bereitgestellt werden kann) von rund 1.267.237 MWh an thermischer Endenergie pro Jahr bestehen (Teilbereich der roten Linie zwischen Gesamtpotential und Einsparziel).

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



**Abbildung 31: Entwicklung des thermischen Energiebedarfs und -potentials**

## 12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Landkreis Nürnberger Land [ <i>Quelle: www.wikipedia.de</i> ]	11
Abbildung 2: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“	24
Abbildung 3: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“	26
Abbildung 4: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“	28
Abbildung 5: Verteilung des Endenergiebedarfes durch Kfz-Betrieb	30
Abbildung 6: Der Endenergieverbrauch im Landkreis Nürnberger Land	32
Abbildung 7: Der CO <sub>2</sub> -Ausstoß im Ist-Zustand	35
Abbildung 8: Die prognostizierte Entwicklung der Einwohnerzahlen im Landkreis Nürnberger Land [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; eigene Darstellung</i> ]	37
Abbildung 9: Die Veränderung der Altersgruppenstruktur im Landkreis Nürnberger Land [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung; eigene Darstellung</i> ]	38
Abbildung 10: Die Potentialbetrachtung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden	41
Abbildung 11: Die Einsparpotentiale im Bereich der Beleuchtung [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung</i> ]	48
Abbildung 12: Die Aufteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen in der Verbrauchergruppe Verkehr aufgelistet nach den verschiedenen Fahrzeugarten	51
Abbildung 13: Die Möglichkeiten der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen [ <i>Quelle: www.wissenschaft-technik-ethik.de; eigene Darstellung</i> ]	54
Abbildung 14: Die Aufteilung der energetischen und stofflichen Verwertung von Holz [ <i>Quelle: Pflüger-Grone Holger; Aspekte der energetischen Holzverwertung</i> ]	60

Abbildung 15: Das Geothermiepotential im Bundesland Bayern [Quelle: <i>www.geothermieprojekte.de</i> ]	68
Abbildung 16: Übersicht über die zur oberflächennahen Geothermie günstigen Gebiete im Landkreis Nürnberger Land [Quelle: <i>Energieatlas Bayern</i> ]	69
Abbildung 17: Gegenüberstellung des elektrischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030	71
Abbildung 18: Gegenüberstellung des thermischen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030	73
Abbildung 19: Gegenüberstellung des mobilen Endenergiebedarfs Ist – Ziel 2030	75
Abbildung 20: Die CO <sub>2</sub> -Minderungspotentiale im Landkreis Nürnberger Land	76
Abbildung 21: Die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau Erneuerbarer Energien [Quelle: <i>www.kommunal-erneuerbar.de</i> ; <i>Wertschöpfungsrechner</i> ; <i>eigene Darstellung der Ergebnisse</i> ]	84
Abbildung 22: Kumulierter Überschuss der untersuchten PV-Anlagen	94
Abbildung 23: Beispiel eines Solarkatasters [Quelle: <i>www.solaranlagen-portal.de</i> ]	103
Abbildung 24: Beispiel eines Wärmekatasters	105
Abbildung 25: Übersicht Neubaugebiet „Linsengrube“	107
Abbildung 26: Der monatliche Wärmebedarf des geplanten Neubaugebietes	108
Abbildung 27: Die geordnete Jahresdauerlinie des geplanten Neubaugebietes	108
Abbildung 28: Der mögliche Verlauf des Wärmenetzes	109
Abbildung 29: Die geordnete Jahresdauerlinie mit dem installierten Pelletkessel	110
Abbildung 30: Entwicklung des elektrischen Energiebedarfs und -potentials	125
Abbildung 31: Entwicklung des thermischen Energiebedarfs und -potentials	126
Abbildung 32: Die geometrischen Daten des Mustergebäudes [Quelle: <i>Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2</i> ]	133
Abbildung 33: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse I im Ist-Zustand [Quelle: <i>Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2</i> ]	134

Abbildung 34: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse I im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ] .....	135
Abbildung 35: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse III im Ist-Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2</i> ].....	136
Abbildung 36: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse III im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ] .....	137
Abbildung 37: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse VII im Ist-Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2</i> ].....	138
Abbildung 38: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse VII im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ] .....	139
Abbildung 39: Heizkreis mit /ohne hydraulischen Abgleich [ <i>Quelle: www.energiesparen-im-haushalt.de</i> ].....	141
Abbildung 40: Berechnungsdaten nach Wilo- LCC- Check für Austausch Wilo-RS 25/60r .	146
Abbildung 41: Berechnungsdaten nach Wilo- LCC- Check für Austausch Wilo-P 50/125r ..	146
Abbildung 42: Die Verteilung des Stromverbrauchs im Bereich der Elektromotoren [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe</i> ].....	147
Abbildung 43: Der Vergleich eines konventionellen und optimierten elektrischen Antriebs [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe</i> ].....	148
Abbildung 44: Der Aufbau eines Druckluftmotors [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe</i> ] .....	149
Abbildung 45: Der schematische Aufbau einer Kälteanlage [ <i>Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe</i> ] .....	150
Abbildung 46: Die CO <sub>2</sub> -Emissionen verschiedener Kraftstoffarten [ <i>Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird</i> ].....	151

- Abbildung 47: Die maximal möglichen Einsparpotentiale beim Kraftstoffverbrauch [*Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird*].....153
- Abbildung 48: Die unterschiedlichen Reichweiten mit verschiedenen Batterietypen [*Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird*].....155

## 13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Flächenverteilung nach Nutzungsart (Stand 2010) [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung] .....	12
Tabelle 2: Die Bevölkerungsentwicklung im Zeitraum 1950 bis 2009 [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung] .....	13
Tabelle 3: Die Wohngebäudestatistik des Jahres 2010 [Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung] .....	14
Tabelle 4: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung im Landkreis Nürnberger Land [Quelle: Energieversorgungsunternehmen] .....	20
Tabelle 5: Übersicht der regenerativen Wärmenutzung im Landkreis Nürnberger Land [Quelle: Auflistung Feuerstätten] .....	22
Tabelle 6: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Private Haushalte“ .....	23
Tabelle 7: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „kommunale Liegenschaften“ .....	25
Tabelle 8: Der Endenergieverbrauch in der Verbrauchergruppe „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“ .....	27
Tabelle 9: Kfz-Zulassungszahlen im Betrachtungsgebiet [Quelle: Kfz-Zulassungsstelle] .....	29
Tabelle 10: Der Endenergieverbrauch im Landkreis Nürnberger Land .....	31
Tabelle 11: Die CO <sub>2</sub> -Äquivalente und Primärenergiefaktoren der jeweiligen Energieträger ..	33
Tabelle 12: Der CO <sub>2</sub> -Ausstoß im Ist-Zustand .....	34
Tabelle 13: Energieeffizienzsteigerung in der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik [Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt „Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe; eigene Darstellung] .....	47
Tabelle 14: Übersicht der Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. -einsparung .....	53
Tabelle 15: Das Potential Erneuerbarer Energien aus Solarthermie und Photovoltaik .....	58

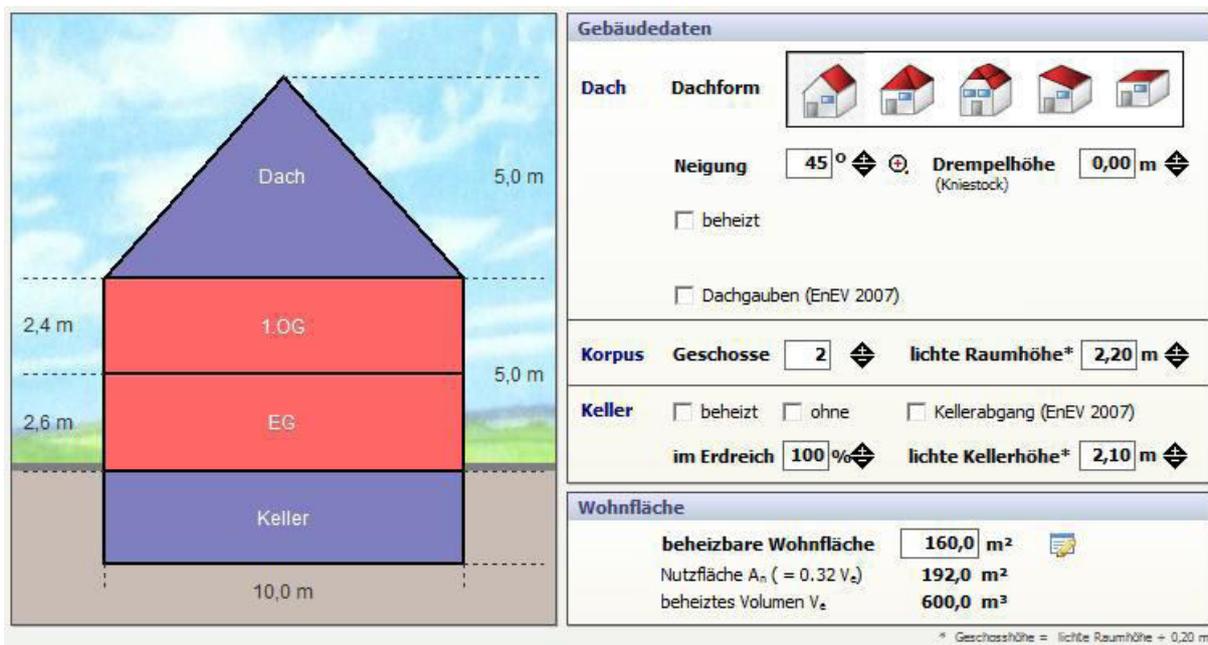
Tabelle 16: Übersicht der Energiebereitstellungspotentiale aus Holz.....	61
Tabelle 17: Übersicht der Potentiale an Erneuerbaren Energien im Landkreis Nürnberger Land.....	70
Tabelle 18: Die Investitionskosten für den Ausbau der Erneuerbaren Energien.....	81
Tabelle 19: Die Kenndaten des Wärmenetzes.....	109
Tabelle 20: Die Kennzahlen des elektrischen und thermischen Energieverbrauchs .....	114
Tabelle 21: Die Kennzahlen zur Kontrolle des Ausbaues an Erneuerbaren Energien.....	115
Tabelle 22: Die Kennzahlen zur Fortführung der Gesamtbilanz im Betrachtungsgebiet.....	116
Tabelle 23: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	134
Tabelle 24: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	135
Tabelle 25: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	136
Tabelle 26: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	137
Tabelle 27: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	138
Tabelle 28: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand [ <i>Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung</i> ].....	139
Tabelle 29: Die Einsparung beim Tausch einer Stufenpumpe gegen eine Hocheffizienzpumpe .....	145

## 14 Anhang

### 14.1 Energetische Bewertung eines Mustergebäudes

Nachfolgend ist die Berechnung der Heizenergieeinsparung an einem Mustergebäude der verschiedenen Baualterklassen dargestellt.

In Abbildung 32 sind die für die Mustergebäude geltenden geometrischen Daten aufgezeigt.



**Abbildung 32: Die geometrischen Daten des Mustergebäudes**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2]*

Die Bewertung der Mustergebäude der verschiedenen Baualterklassen erfolgt aufgrund des jährlichen spezifischen Heizenergiebedarfs pro m<sup>2</sup> Nutzfläche. Ausschlaggebend für den Heizenergieverbrauch sind die so genannten Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle. Die Transmissionswärmeverluste sind abhängig vom U-Wert des verwendeten Baustoffs.

Nachgehend sind die Berechnungen für verschiedene Baualterklassen berechnet.

## Baualterklasse I

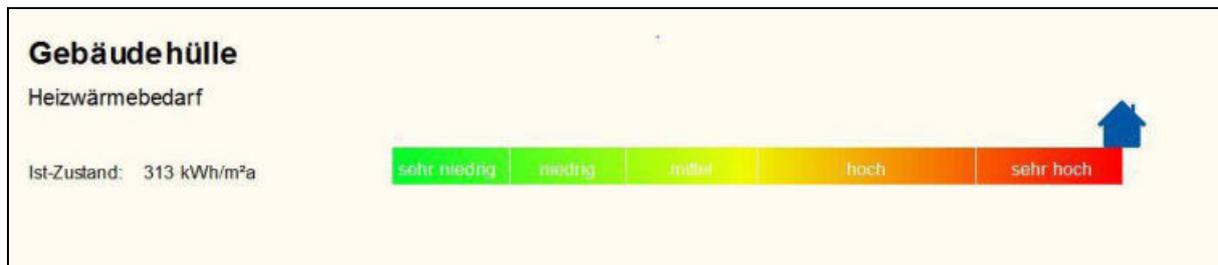
In Tabelle 23 sind die typischen U-Werte verwendeter Bauteile der Gebäudehülle für die Baualterklasse I dargestellt.

**Tabelle 23: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]*

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand [W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	2,30
Außenwand	2,00
Einfachverglasung	5,00
Kellerdecke	1,20

Abbildung 33 zeigt die Einordnung des Heizwärmebedarfs für das Mustergebäude der Baualterklasse I. Der Heizwärmebedarf im Ist-Zustand beträgt rund 313 kWh/m<sup>2</sup>\*a.



**Abbildung 33: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse I im Ist-Zustand**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2]*

Nachfolgende Sanierungsmaßnahmen werden unter Berücksichtigung der EnEV Vorgaben im Mustergebäude durchgeführt:

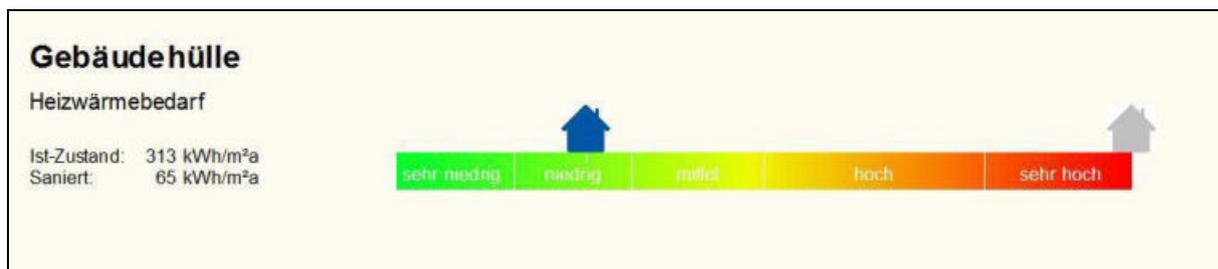
- Außenwände: Außendämmung um 16 cm
- Dach/oberste Geschossdecke: Dachdämmung um 18 cm
- Keller: Dämmung der Kellerdecke von unten um 12 cm
- Fenster: Fenstertausch Mehrscheiben; Wärmeschutzverglasung

Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen verringern sich die U-Werte der einzelnen Bauteile. In Tabelle 24 sind die U-Werte im Ist-Zustand und nach der Sanierungsmaßnahme für die einzelnen Bauteile dargestellt.

**Tabelle 24: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sub>max</sub> nach EnEV [W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	2,30	0,24
Außenwand	2,00	0,24
Einfachverglasung	5,00	1,30
Kellerdecke	1,20	0,30

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf für Heizwärme um 79 %. In Abbildung 34 ist die Veränderung des Heizwärmebedarfs des Mustergebäudes der Baualterklasse I vor und nach der Sanierung dargestellt.



**Abbildung 34: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse I im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Der Endenergiebedarf zur Heizwärmeerzeugung beträgt im Ist-Zustand rund 313 kWh/m<sup>2</sup>\*a pro Jahr und reduziert sich durch die Sanierung der Gebäudehülle auf rund 65 kWh/m<sup>2</sup>\*a. Es ergibt sich somit eine jährliche Einsparung von rund 248 kWh/m<sup>2</sup>\*a unter der Voraussetzung des gleichen Nutzerverhaltens und der gleichen Klimabedingungen.

## Baualterklasse III

In Tabelle 25 sind die typischen U-Werte verwendeter Bauteile der Gebäudehülle für die Baualterklasse III dargestellt.

**Tabelle 25: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]*

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand [W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	2,10
Außenwand	1,40
Einfachverglasung	5,00
Kellerdecke	1,00

Abbildung 35 zeigt die Einordnung des Heizwärmebedarfs für das Mustergebäude der Baualterklasse III. Der Heizwärmebedarf im Ist-Zustand beträgt rund 260 kWh/m<sup>2</sup>\*a.



**Abbildung 35: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse III im Ist-Zustand**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2]*

Nachfolgende Sanierungsmaßnahmen werden unter Berücksichtigung der EnEV Vorgaben im Mustergebäude durchgeführt:

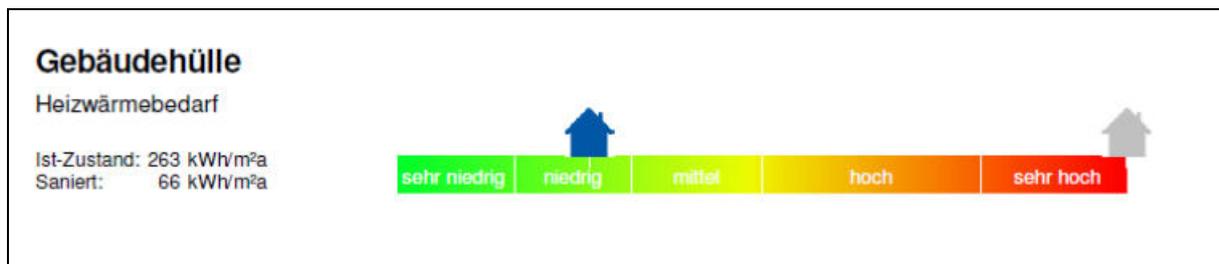
- Außenwände: Außendämmung um 16 cm
- Dach/oberste Geschossdecke: Dachdämmung um 18 cm
- Keller: Dämmung der Kellerdecke von unten um 12 cm
- Fenster: Fenstertausch Mehrscheiben; Wärmeschutzverglasung

Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen verringern sich die U-Werte der einzelnen Bauteile. In Tabelle 26 sind die U-Werte im Ist-Zustand und nach der Sanierungsmaßnahme für die einzelnen Bauteile dargestellt.

**Tabelle 26: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand	U <sub>max</sub> nach EnEV
	[W/m <sup>2</sup> *K]	[W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	2,10	0,24
Außenwand	1,40	0,24
Einfachverglasung	5,00	1,30
Kellerdecke	1,00	0,30

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf für Heizwärme um 54 %. In Abbildung 36 ist die Veränderung des Heizwärmebedarfs des Mustergebäudes der Baualterklasse I vor und nach der Sanierung dargestellt.



**Abbildung 36: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse III im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Der Endenergiebedarf zur Heizwärmeerzeugung beträgt im Ist-Zustand rund 263 kWh/m<sup>2</sup>\*a pro Jahr und reduziert sich durch die Sanierung der Gebäudehülle auf rund 66 kWh/m<sup>2</sup>\*a. Es ergibt sich somit eine jährliche Einsparung von rund 197 kWh/m<sup>2</sup>\*a unter der Voraussetzung des gleichen Nutzerverhaltens und der gleichen Klimabedingungen.

## Baualterklasse VII

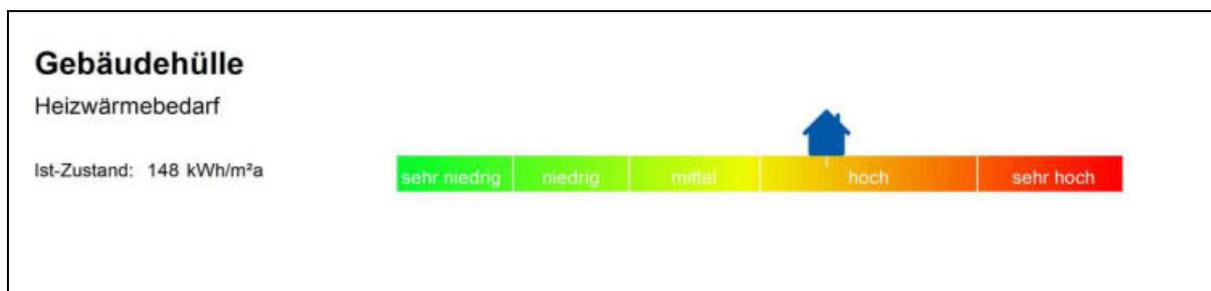
In Tabelle 27 sind die typischen U-Werte verwendeter Bauteile der Gebäudehülle für die Baualterklasse VII dargestellt.

**Tabelle 27: Die Übersicht der U-Werte der einzelnen Bauteile**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]*

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand [W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	0,40
Außenwand	0,60
Einfachverglasung	5,00
Kellerdecke	0,60

Abbildung 37 zeigt die Einordnung des Heizwärmebedarfs für das Mustergebäude der Baualterklasse VII. Der Heizwärmebedarf im Ist-Zustand beträgt rund 148 kWh/m<sup>2</sup>\*a.



**Abbildung 37: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse VII im Ist-Zustand**

*[Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2]*

Nachfolgende Sanierungsmaßnahmen werden unter Berücksichtigung der EnEV Vorgaben im Mustergebäude durchgeführt:

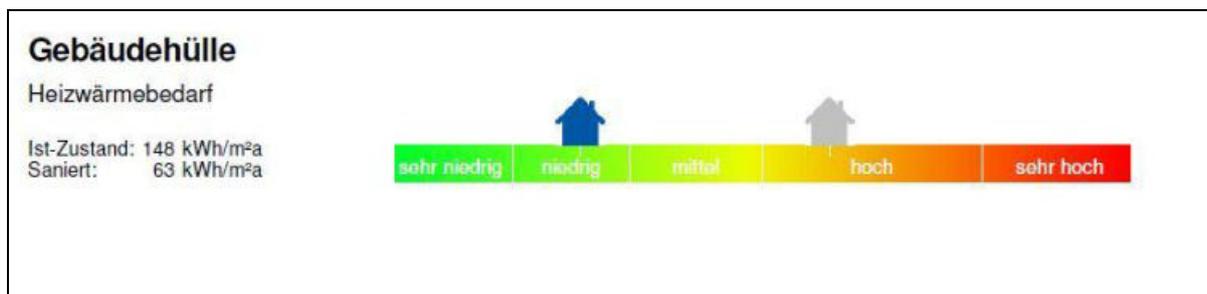
- Außenwände: Außendämmung um 16 cm
- Dach/oberste Geschossdecke: Dachdämmung um 18 cm
- Keller: Dämmung der Kellerdecke von unten um 12 cm
- Fenster: Fenstertausch Mehrscheiben; Wärmeschutzverglasung

Nach Durchführung der Sanierungsmaßnahmen verringern sich die U-Werte der einzelnen Bauteile. In Tabelle 28 sind die U-Werte im Ist-Zustand und nach der Sanierungsmaßnahme für die einzelnen Bauteile dargestellt.

**Tabelle 28: Vergleich der U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist- und im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Bauteil	U-Wert Ist-Zustand [W/m <sup>2</sup> *K]	U <sub>max</sub> nach EnEV [W/m <sup>2</sup> *K]
oberste Geschossdecke	0,40	0,24
Außenwand	0,60	0,24
Einfachverglasung	5,00	1,30
Kellerdecke	0,60	0,30

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf für Heizwärme um 51 %. In Abbildung 38 ist die Veränderung des Heizwärmebedarfs des Mustergebäudes der Baualterklasse VII vor und nach der Sanierung dargestellt.



**Abbildung 38: Der Heizwärmebedarf der Baualterklasse VII im modernisierten Zustand**  
 [Quelle: Software Hottgenroth; Energieberater 18599 Version 7.0.2; eigene Darstellung]

Der Endenergiebedarf zur Heizwärmeerzeugung beträgt im Ist-Zustand rund 148 kWh/m<sup>2</sup>\*a pro Jahr und reduziert sich durch die Sanierung der Gebäudehülle auf rund 63 kWh/m<sup>2</sup>\*a. Es ergibt sich somit eine jährliche Einsparung von rund 85 kWh/m<sup>2</sup>\*a unter der Voraussetzung des gleichen Nutzerverhaltens und der gleichen Klimabedingungen.

## 14.2 Effizienzsteigerung bei der Wärmeerzeugung, -verteilung und Regelung

### Wärmeerzeuger

Die allgemeine **Lebensdauer für Wärmeerzeuger** beträgt nach VDI 2067 etwa 20 Jahre. Die in Bestandsgebäuden installierten Heizkessel sind in der Regel teilweise deutlich älter. Sie haben damit ihre Lebensdauer nach dem Stand der Technik erreicht und weisen somit gegenüber Neuanlagen geringere Anlagennutzungsgrade auf. Der Anlagennutzungsgrad wird bestimmt durch den Wirkungsgrad des Brenners und des Kessels (Wärmeübergang), den Abgasverlust sowie Bereitschafts- und Abstrahlungsverlusten. Neue Heizanlagen weisen neben einer besseren Wärmedämmung auch eine bessere Brennstoffausnutzung durch modernere Technik auf. Durch die Erneuerung einer alten Heizungsanlage kann der Energieeinsatz im Gegensatz zur Altanlage um ca. 5 bis 15 % (je nach Zustand und Technikstandard der Altanlage) gesenkt werden.

### Einsatz von Brennwerttechnik

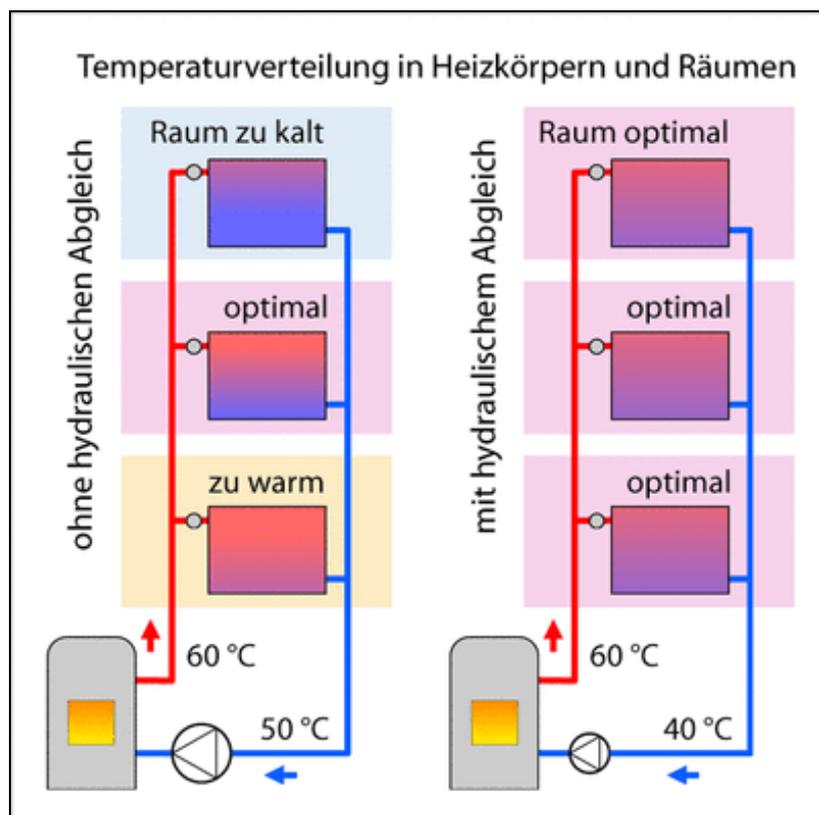
Die Nutzung des im Verbrennungsabgas enthaltenen **Brennwertes** kann die Effizienz der Wärmeerzeuger teilweise noch deutlich steigern. Voraussetzung für die maximale latente Wärmenutzung ist eine Unterschreitung des Abgastaupunktes um 15 °C. (Der Taupunkt des Abgases bei einer Erdgasverbrennung liegt bei ungefähr 55 °C, bei einer Heizölverbrennung bei ca. 47 °C.) Niedrige Rücklauftemperaturen setzen eine geeignete Anlagentechnik mit Wärmeübergabe durch Flächenheizungen wie z.B. Fußboden- oder Wandheizung bzw. die entsprechende Dimensionierung der Heizkörper voraus. Bei Systemen mit Heizkörpern kommt es in den Wintermonaten, in denen hohe Heizleistungen notwendig sind, zu deutlich höheren Rücklauftemperaturen, wodurch die Brennwerttechnik nur teilweise oder gar nicht genutzt werden kann. Um die Nutzung des Brennwertes sicher zu stellen, sollten die Systemtemperaturen überprüft und gegebenenfalls optimiert werden.

### Hydraulischer Abgleich

Warmwasserpumpenheizungen sind aus verzweigten Rohrleitungssystemen aufgebaut. Durch diese Systeme muss überall gleich viel Wasser fließen, um ein gleichmäßiges Aufheizen zu gewährleisten und einem schlechten Regelverhalten der Thermostatventile vorzubeugen. Durch die Rohrreibung und verschiedene Einbauten in dieses Rohrsystem kommt es zum Druckverlust.

Die Folge kann sein, dass nicht mehr durch alle Heizkörper die gleiche Menge an Warmwasser fließt und einige Heizkörper mehr Wärme und andere weniger Wärme abgeben. Dies hat zur Folge, dass der Pumpendruck erhöht wird (höhere Pumpenstufe, größere Pumpe). Die Folge falsch dimensionierter Pumpen sind Fließgeräusche, denen durch so genannte Überströmventile entgegengewirkt werden kann, d. h. überschüssige Energie wird vernichtet. Zudem steigt bei erhöhtem Druck die Rücklauftemperatur, wodurch der Brennwert (bei Brennwertheizungen) nicht mehr genutzt werden kann. Um dieser Energievernichtung vorzubeugen, ist es sinnvoll die Heizanlage hydraulisch abzugleichen. Dies erfolgt durch Begrenzung des Durchflusses an den entsprechenden Stellen des Rohrleitungssystems. Durch diese Begrenzung wird erreicht, dass jedem Heizkörper der tatsächlich benötigte Volumenstrom zur Verfügung gestellt wird. Anschließend sollten die Pumpen hinsichtlich der Leistung überprüft werden und ggf. gegen elektronisch geregelte Pumpen ausgetauscht werden.

Abbildung 39 zeigt den Vergleich einer Heizungsverteilung mit und ohne hydraulischen Abgleich.



**Abbildung 39: Heizkreis mit /ohne hydraulischen Abgleich**

[Quelle: [www.energiesparen-im-haushalt.de](http://www.energiesparen-im-haushalt.de)]

Eine regelmäßige Wartung der Wärmeerzeuger ist für einen effizienten Betrieb unerlässlich. Beim jährlich wiederkehrenden Kundendienst werden neben der Funktionsprüfung der Regelung, der Brenner und der Kessel gereinigt, begutachtet und defekte Teile ausgetauscht. Zudem können mit dem Fachpersonal Vorort mögliche regelungstechnisch anspruchsvolle Änderungen vorgenommen werden.

Die Entlüftung der Heizkreise zu Beginn der Heizperiode ist dringend zu empfehlen, da bei Lufteinschlüssen die Heizleistung der Wärmeübertrager geringer ausfällt und somit zum Erreichen der eingestellten Heizleistung höhere Vorlauftemperaturen bzw. eine höhere Pumpenleistung notwendig wird.

### **Heizungsregelung**

Alte Anlagenregelungen sind häufig nur darauf ausgelegt, die Kesseltemperatur auf einen bestimmten Wert (meist 70 bis 90 °C) zu halten. Eine Anpassung der gewünschten Raumtemperatur erfolgte nur über die Regelventile an den Heizkörpern.

Moderne Regelungen arbeiten witterungsgeführt, raumgeführt oder kombiniert mit Optimierungsfunktion. Hier wird die Kesseltemperatur nach der Außentemperatur oder der gewünschten Raumtemperatur geregelt. Da moderne Brennwert- oder Niedertemperaturkessel nicht mehr auf einer bestimmten Temperatur gehalten werden müssen, kann die Kesseltemperatur bis auf die benötigte Vorlauftemperatur abgesenkt werden. Neuen Heizungsregelungen können so genannte Absenkezeiten zugewiesen werden, in denen kein oder nur ein geringerer Heizwärmebedarf im Gebäude besteht. Dies reduziert die Wärmeverluste über den Kesselkörper durch geringere Abstrahlung.

Ferner kann es weiterhin sinnvoll sein, in bestimmten Räumen elektronische Einzelraumregelungen nachzurüsten. Hier kann z. B. bei Büroräumen mit Kernzeiten, Bädern oder Speisesälen die Raumtemperatur unabhängig von den Absenkezeiten der Heizungsregelung herabgesetzt werden. Auch die rechtzeitige Erwärmung kann durch die Einzelraumregelung erfolgen.

Durch eine Erneuerung der Heizungsregelung sowie der Nachrüstung einer elektronischen Einzelraumregelung könnten bis zu 20 % Heizenergie eingespart werden.

Ferner sollte geprüft werden, ob die Raumtemperaturen in bestimmten Bereichen um 1 bis 2 °C gesenkt werden können. Die Absenkung der Raumtemperatur um 1 °C kann bis zu 6 % Heizenergie einsparen.

## 14.3 Energieeinsparung und Effizienzsteigerung in privaten Wohngebäuden

### Heizungsumwälzpumpen

Die Heizkreise in Bestandsgebäuden werden oft noch durch stufengeregelte Umwälzpumpen (2- oder 3-stufig manuell einstellbar) versorgt. Ein Austausch und Ersatz dieser Pumpen durch hocheffiziente elektronisch geregelte Umwälzpumpen hat sich in der Regel bereits nach wenigen Jahren amortisiert. Der Stromverbrauch je Pumpe kann bis zu 75 % reduziert werden. Bei Neubauten oder sanierten Bestandsgebäuden werden auch häufig bereits elektronisch geregelte Pumpen verbaut, eher seltener sind Hocheffizienzpumpen zu finden.

Nachfolgend werden Kosten und Effizienz zweier typischer Beispielpumpen im Detail untersucht.

#### Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und langfristiger Kosteneinsparung:

- Differenzdruckgeregelte Pumpen – Austausch von unregulierten Heizungsumwälzpumpen durch differenzdruckgeregelte Pumpen
  - Die Stromkosteneinsparung liegt hier bei über 70 %. Zur Umsetzung der Maßnahme sind an den eingebauten Armaturen bauliche Veränderungen, zur Anpassung der neuen Pumpen, vorzunehmen.
- Temperaturdifferenzgeregelte Heizungspumpen – Nachrüstung einer Temperaturdifferenzregelung bei unregulierten Heizungsumwälzpumpen
  - Die Stromkosteneinsparung liegt hier bei über 50 %. Zur Umsetzung der Maßnahme müssen keine baulichen Veränderungen vorgenommen werden.
- Hocheffizienzpumpen – Austausch von Pumpen mit veralteter Technik
  - Mit dem Einsatz von kleinen Pumpen, die auf die Bedürfnisse kleiner Anlagen z.B. bis ca. 20 kW Leistung zugeschnitten und mit Hocheffizienzantrieben ausgestattet sind, werden Strom- und Kosteneinsparungen von bis zu 80 % erreicht. Einige solcher Pumpen werden bereits in großen Stückzahlen hergestellt und Kosten nicht wesentlich mehr als handelsübliche unregulierte Pumpen.

Die Leistung typischer Heizungsumwälzpumpen bewegt sich im kleineren Leistungsbereich von 30 bis 400 W. Im Folgenden werden Kosten und Effizienz zweier typischer Beispieldumpen im Detail untersucht. Als Beispieldumpen werden eine Wilo-RS 25/60r (manuelle 4-Stufenregelung, 41-85 W) für den kleineren Leistungsbereich und eine Wilo-P 50/125r (manuelle 4-Stufenregelung, max. 365 W) für den etwas größeren Leistungsbereich herangezogen.

Mit Hilfe des online-Pumpenchecks des Pumpenherstellers Wilo werden entsprechende Tauschumpen ausgewählt und die Wirtschaftlichkeit des Pumpentausches ermittelt (siehe nachfolgend auch Abbildung 40 und Abbildung 41).

Es wird angenommen, dass die derzeit installierte Pumpenleistung den tatsächlich erforderlichen Volumenströmen entspricht. In Tabelle 29 ist die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Beispieldumpen dargestellt. Als Grundannahme wird ein Verbraucherstrompreis von 22 Cent/kWh angesetzt. Da elektronisch geregelte Pumpen die Leistung selbstständig reduzieren und dem aktuellen Bedarf anpassen können, wird davon ausgegangen, dass sie immer im optimalen Leistungsbereich arbeiten.

Wie aus den Tabellen und Abbildungen ersichtlich wird, amortisiert sich unter den genannten Annahmen ein Austausch vorhandener Stufenumpen gegenüber entsprechenden Hocheffizienzumpen bereits nach wenigen Jahren.

Bevor ein Pumpentausch jedoch erfolgt, sollte die gesamte Heizungsanlage hydraulisch abgeglichen werden („Hydraulischen Abgleich“ vom Heizungsfachbetrieb durchführen lassen). Dies stellt sicher, dass die neuen Pumpen richtig dimensioniert werden und verhindert somit einen unnötig hohen Energieverbrauch.

#### Hinweis:

Die Wahl der Austauschumpen erfolgt mit Hilfe des online-Tools „Wilo- LCC- Check“. Dies dient lediglich der Ermittlung der Leistungsdaten möglicher Ersatzumpen. Bei der Auswahl der Pumpen erfolgt keine Herstellerbewertung!

**Tabelle 29: Die Einsparung beim Tausch einer Stufenpumpe gegen eine Hocheffizienzpumpe**

		<b>Bestandspumpe</b>	<b>Tauschpumpe</b>
Typ		Wilo-RS 25/60r <i>4-Stufen, manuell</i>	Wilo Yonos-PICO 25/1-4 <i>elektronisch geregelt, hocheffizient</i>
Leistung	[W]	41 - 85	3 - 40
Stromverbrauch (bei 6.000 h/a)	[kWh/a]	388	50
Stromkosten (bei 22 Ct/kWh)	[€/a]	85	11
Investition	[€]	-	325
Amortisation	[a]		4
Typ		Wilo-P 50/125r <i>4-Stufen, manuell</i>	Wilo Stratos 40/1-8 <i>elektronisch geregelt, hocheffizient</i>
Leistung	[W]	max. 365	max. 310
Stromverbrauch (bei 6.000 h/a)	[kWh/a]	1.200	330
Stromkosten (bei 22 Ct/kWh)	[€/a]	265	73
Investition	[€]	-	1.725
Amortisation	[a]		9

**Hinweis:**

Die Angaben der technischen Daten sind dem Wilo- LCC- Check entnommen. Für die Stufen- Bestandpumpe wird von einer mittleren eingestellten Leistungsstufe ausgegangen. Bei der elektronisch geregelten Bestandpumpe sowie der Effizienzpumpe wird ebenfalls von einer mittleren Leistung nach den Randbedingungen des Wilo- LCC- Check ausgegangen. Die Investitionskosten sind dem Wilo- LCC- Check entnommen.

Belastungsprofil Blauer Engel			RS 25/60r	Stratos PICO 25/1-4
Strompreis	0,22 EUR/kWh	Energiebedarf	388,2 kWh/a	48,25 kWh/a
Betriebszeit	6.000 h/a	Energiekosten	85,40 EUR/a	10,62 EUR/a
		Gesamt-Betriebskosten	85,40 EUR/a	10,62 EUR/a
		Investitionskosten	0,00 EUR	324,00 EUR
		Summe der LCC-Kosten	1.803,52 EUR ((15) Jahre)	548,17 EUR ((15) Jahre)

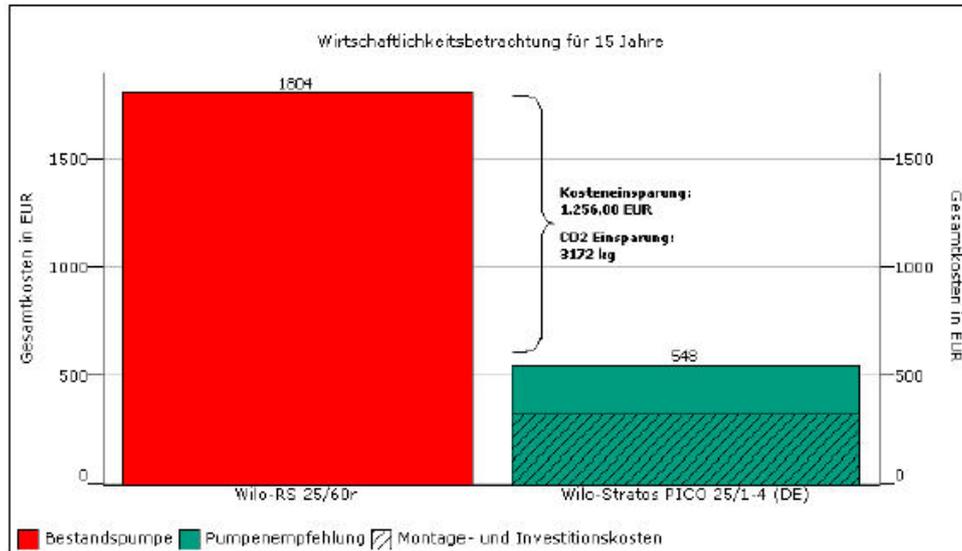


Abbildung 40: Berechnungsdaten nach Wilo- LCC- Check für Austausch Wilo-RS 25/60r

Belastungsprofil Blauer Engel			P 50/125r 3~	Stratos 40/1-8 CAN PN 6/1
Strompreis	0,22 EUR/kWh	Energiebedarf	1.196,0 kWh/a	327,8 kWh/a
Betriebszeit	6.000 h/a	Energiekosten	263,04 EUR/a	72,11 EUR/a
		Gesamt-Betriebskosten	263,04 EUR/a	72,11 EUR/a
		Investitionskosten	0,00 EUR	1.725,00 EUR
		Summe der LCC-Kosten	5.554,89 EUR ((15) Jahre)	3.247,85 EUR ((15) Jahre)

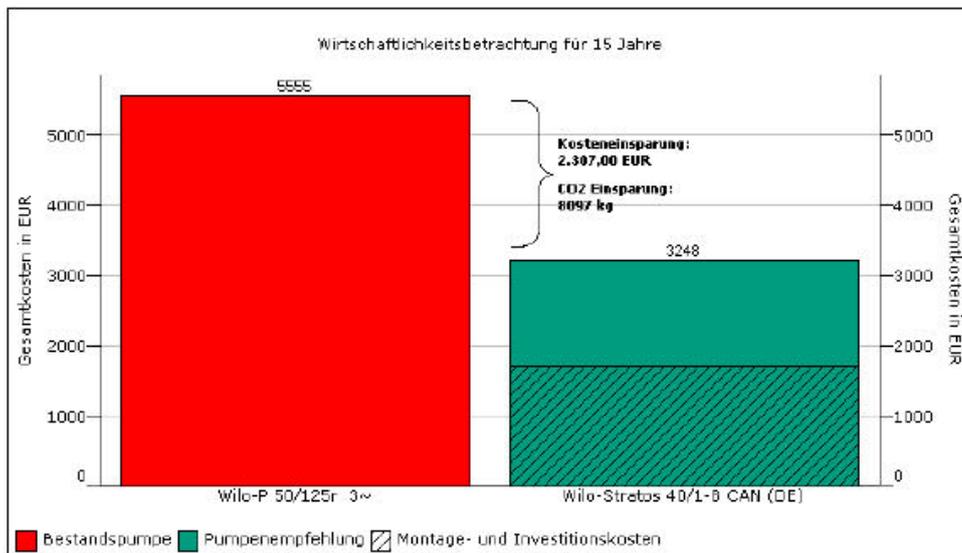
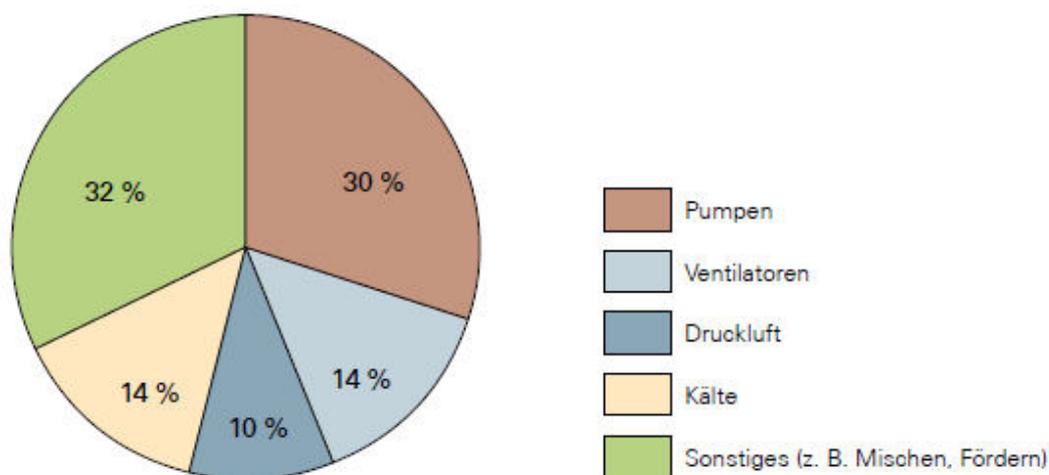


Abbildung 41: Berechnungsdaten nach Wilo- LCC- Check für Austausch Wilo-P 50/125r

## 14.4 Reduzierung bzw. Effizienzsteigerung im Stromverbrauch der Maschinen-, Anlagen- und Antriebstechnik im Sektor Industrie

Rund 70 % des Stromverbrauchs in Industriebetrieben entfallen auf den Bereich der elektrischen Antriebe. Mehr als die Hälfte dieses Bedarfs an elektrischer Energie werden für den Betrieb von Pumpen, Ventilatoren und Kompressoren benötigt. Die möglichen Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung im Bereich der Maschinen-, Anlagen und Antriebstechnik werden nachfolgend beschrieben.



**Abbildung 42: Die Verteilung des Stromverbrauchs im Bereich der Elektromotoren**

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

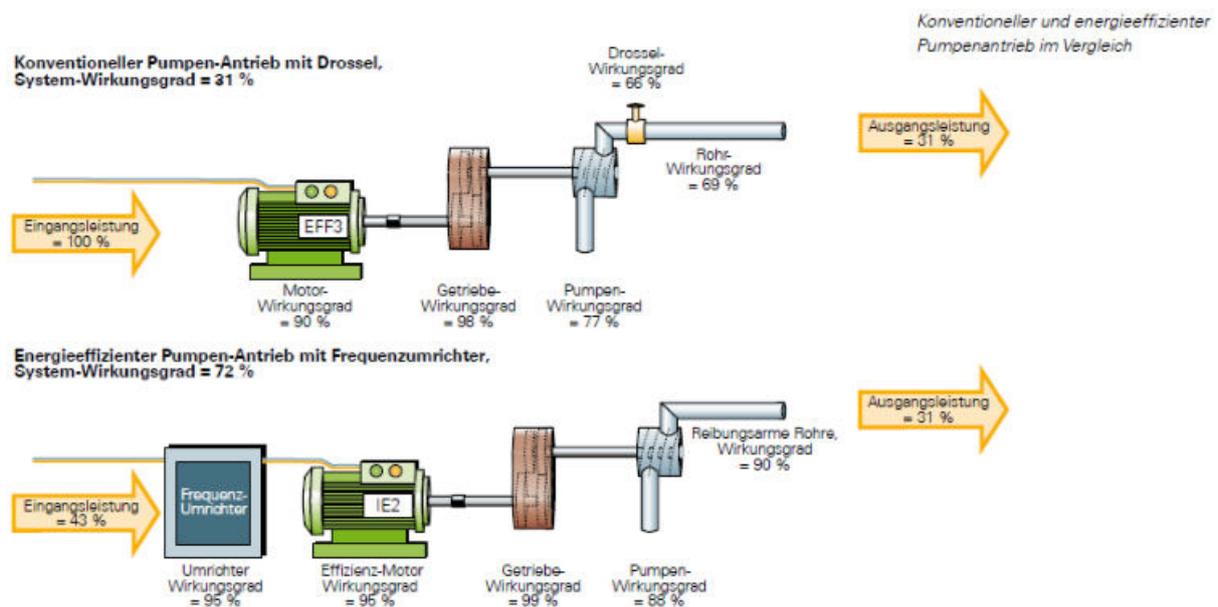
Elektromotoren unterteilen sich allgemein in drei Effizienzklassen (IE). Diese Aufteilung geschieht anhand des Wirkungsgrades des Elektromotors und gliedert sich in die folgenden Klassen:

- IE1: Standardwirkungsgrad
- IE2: Hocheffizienzmotor
- IE3: Premium-Effizienz-Motor

Der Wirkungsgrad des Elektromotors beschreibt die Effizienz bei der Umwandlung von elektrischer Eingangsenergie in mechanische Ausgangsenergie. Besonders bei kleineren Motoren sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Effizienzklassen groß. Wird berücksichtigt, dass die Stromkosten in der Regel ca. 90 % der gesamten Lebenszykluskosten eines Elektromotors verursachen, amortisieren sich die Investitionskosten in einen Hocheffizienzmotor binnen weniger Jahre.

Über die Effizienz einer Antriebseinheit entscheidet nicht nur das Antriebsaggregat alleine. Auch bei Getrieben gibt es große Unterschiede im Wirkungsgrad. Für Einsätze in wechselnde Lastbereiche empfiehlt sich in der Regel zudem ein Frequenzumrichter, der die Leistung dem jeweiligen Bedarf anpasst.

In Abbildung 43 wird ein elektrischer Antrieb in herkömmlicher und in optimierter Ausführung miteinander verglichen.



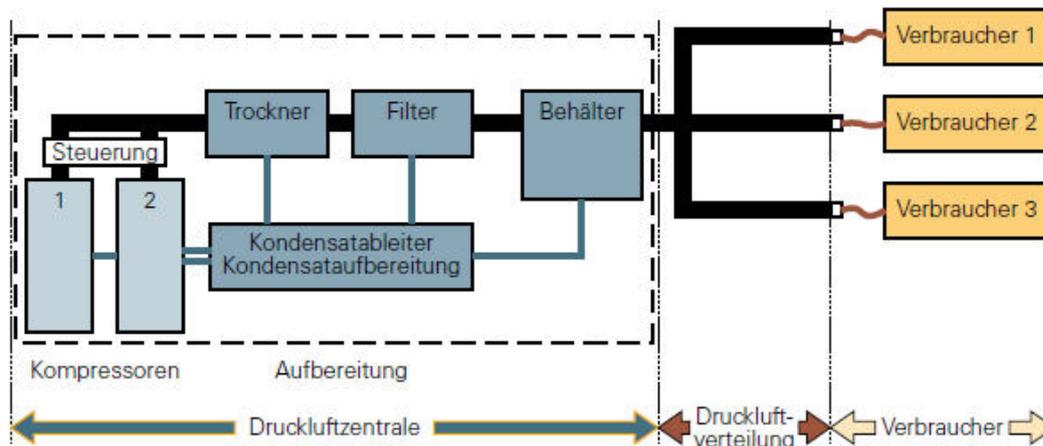
**Abbildung 43: Der Vergleich eines konventionellen und optimierten elektrischen Antriebs**  
**[Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt; Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe]**

Zum Erreichen der identischen Ausgangslleistung (31 %) ist beim optimierten elektrischen Antrieb lediglich eine Eingangsleistung von 43 % des konventionellen Pumpenantriebs notwendig.

Dieser einfache Vergleich zeigt, dass eine Optimierung des Gesamtsystems (Motor, Leistungsregelung, Kraftübertragung) einschließlich Prozessoptimierung nahezu 60 % an elektrischer Energie einsparen kann.

## Druckluftsysteme

In Industrie- und Gewerbe/Handwerksbetrieben liegt der jährliche Energiebedarf für Druckluft bei durchschnittlich 10 % des Strombedarfs. In Abbildung 44 ist ein grober schematischer Aufbau eines Druckluftsystems dargestellt.



**Abbildung 44: Der Aufbau eines Druckluftmotors**

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

Ein übliches Druckluftsystem ist in drei Bereiche aufgeteilt. Diese wären im Einzelnen:

- Erzeugung und Aufbereitung (Druckluftzentrale)
- Verteilung (Druckluftverteilung)
- Anwendung und Verbrauch (Verbraucher)

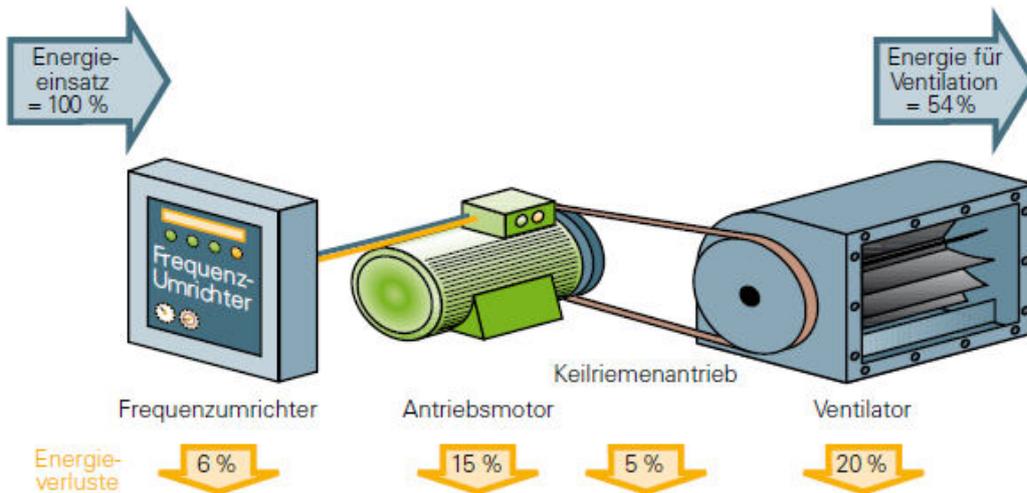
Um die Optimierungspotentiale in einem Druckluftnetz aufdecken zu können, müssen diese drei Bereiche eines Druckluftsystems betrachtet werden. Die am häufigsten aufgedeckten Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- Vermeidung von Leckagen
- richtige Wahl des Druckniveaus
- Optimierung von Regelung und Steuerung
- richtige Dimensionierung von Kompressor, Netzanschlüssen und Verbindungen
- Nutzung von Kompressorabwärme

Durch Realisierung der verschiedenen Verbesserungspotentiale im Bereich der Druckluftsysteme kann ein Einsparpotential von rund 30 % erreicht werden.

## Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen

Der jährliche Bedarf an elektrischer Energie für Lüftungs- und Klimaanlage in Gewerbe und Industriebetrieben beträgt in Deutschland rund 15 % des jährlichen Bedarfs an elektrischer Energie.



**Abbildung 45: Der schematische Aufbau einer Kälteanlage**

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

In Abbildung 45 ist der schematische Aufbau einer Kälteanlage dargestellt. Durch die einzelnen Anlagenkomponenten eines solchen Systems entstehen Verluste von rund 45 %. Die häufigsten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sind:

- Eine bedarfsgerechte Steuerung und Regelung,
- ein effizienter Betrieb, bzw.
- die Erneuerung einzelner Anlagenkomponenten

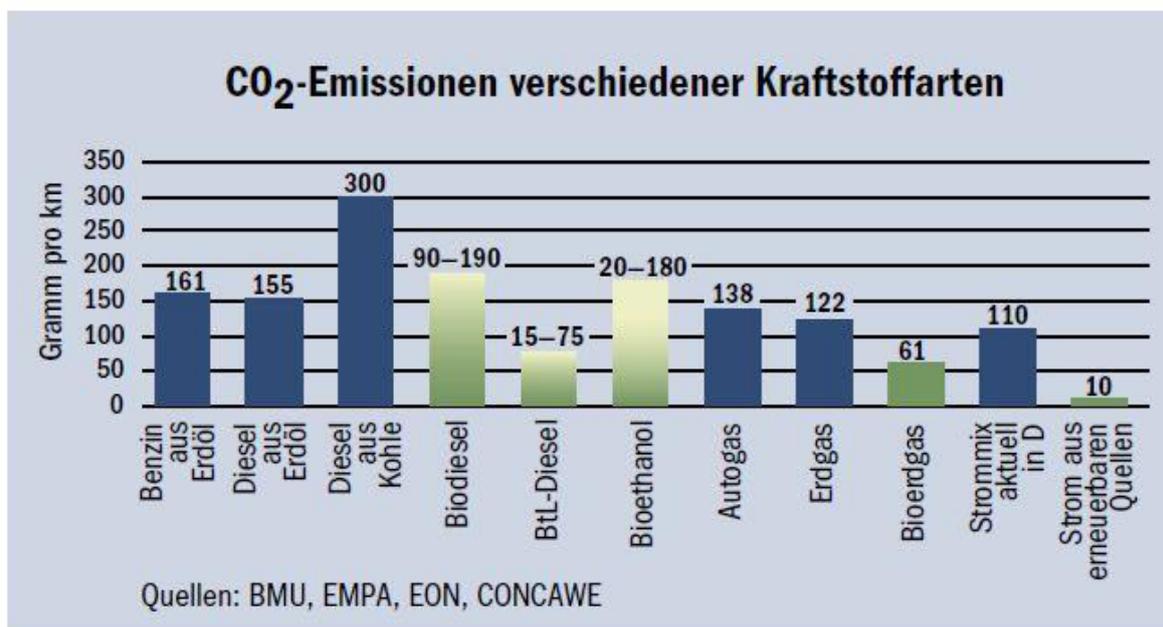
Durch die Verwirklichung der einzelnen Potentiale kann eine Energieeinsparung im Bereich der Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen von rund 20 % erreicht werden

## 14.5 Wissenschaftliche Erkenntnisse und Zukunftsszenarien im Sektor Verkehr

Nachfolgend werden allgemeine wissenschaftliche Erkenntnisse (Umstieg auf alternative Kraftstoffe, effizientere Treibstoffnutzung, Wasserstofftechnik und Elektromobilität) dargestellt, sowie Zukunftsszenarien beschrieben, welche die Mobilität künftig prägen könnten.

### Umstieg auf alternative Treibstoffe

Benzin und Diesel werden voraussichtlich bis mindestens ins Jahr 2050 verfügbar sein. Der Anteil fossiler Kraftstoffe wird aber stark zurückgehen, da die Ölförderkosten steigen und die Preise alternativer Energien und Antriebskonzepte damit konkurrenzfähiger werden.



**Abbildung 46: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen verschiedener Kraftstoffarten**

*[Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird]*

In Abbildung 46 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen der verschiedenen fossilen wie auch erneuerbaren Treibstoffe dargestellt. Autogas und Erdgas stellen eine sinnvolle Alternative zu Benzin und Diesel dar und haben das Potential, mehr Marktanteile zu gewinnen. Erdgas und Autogas können nach entsprechender Modifizierung der bestehenden Motortechnologie in Ottomotoren verwendet werden.

Ebenfalls großes Potential wird den Biokraftstoffen zugeschrieben. Biodiesel z.B. wird durch chemische Umesterung aus Pflanzenöl hergestellt, wodurch Fließfähigkeit und Zündwilligkeit verbessert werden. Ebenso ist es auch möglich, reines Pflanzenöl in dazu umgerüsteten Dieselmotoren einzusetzen.

### Effizientere Treibstoffnutzung

Eine effiziente Treibstoffnutzung durch verschiedene neuartige Technologien bzw. neue Erkenntnisse bei der Motormodifizierung bieten enorme Einsparpotentiale. Den größten Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen hat in den vergangenen Jahren die Dieselsechnologie geleistet. Eine bedeutende Entwicklung dieser Technologie war die Einführung des Common-Rail-Systems.

In Zukunft jedoch bietet der Ottomotor wahrscheinlich die größten Einsparpotentiale hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs und des daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Hier gibt es bereits eine Vielzahl an Technologien, wie der Benzin-Direkteinspritzung, die Kraftstoffersparnis von bis zu 15 % möglich machen.

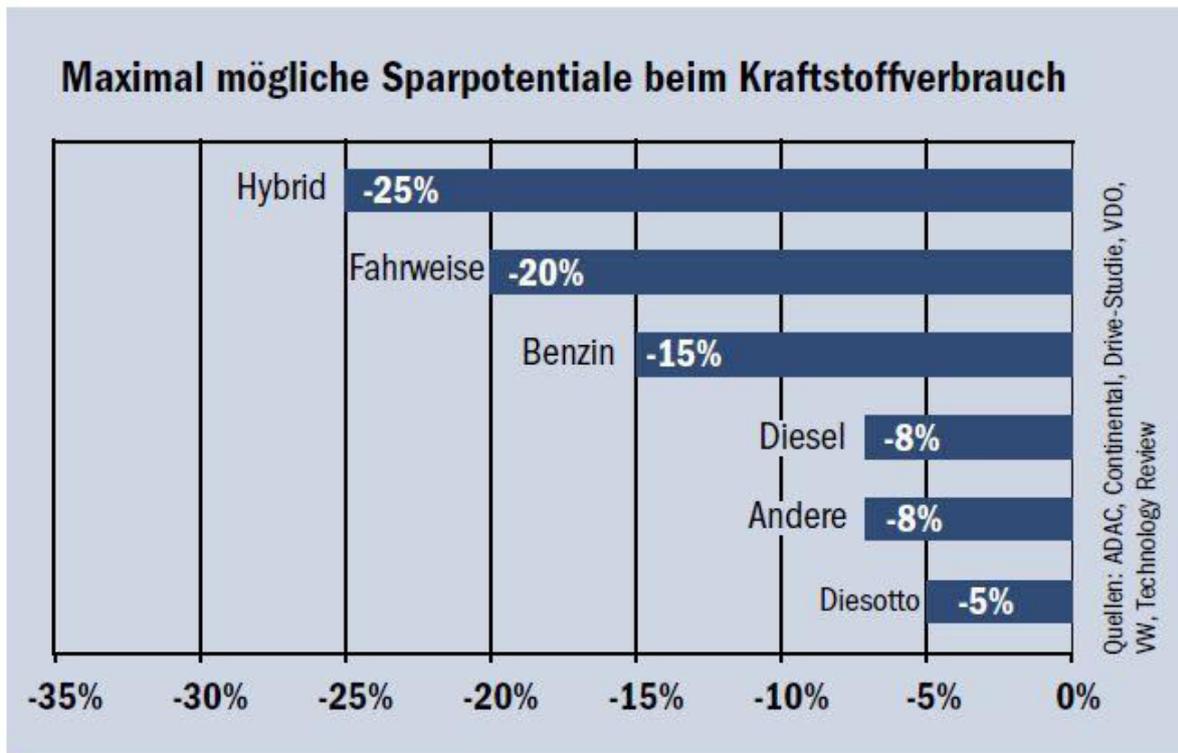
Seit geraumer Zeit wird eine neue Motorgeneration entwickelt, der „Diesotto“ Motor. Dieser soll die Vorteile der beiden konventionellen Motoren zusammenführen, einerseits die geringen Emissionen des Ottomotors und andererseits den geringen Kraftstoffverbrauch des Dieselmotors.

Weitere Einsparpotentiale ergeben sich bei Otto- und auch bei Dieselmotoren durch das „Downsizing“ des Motors. Hier wird der Motor mit einem kleinerem Hubraum ausgestattet. Der Leistungsverlust durch die Hubraumverkleinerung wird mittels Aufladung des Motors kompensiert. Durch diese Methode verringern sich der Kraftstoffverbrauch und somit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Ebenfalls Einsparpotentiale bietet die Start-Stopp-Automatik. Diese schaltet bei Stillstand an einer roten Ampel den Motor ab, bei Betätigung des Kupplungspedals wird dieser binnen kurzer Augenblicke wieder gestartet.

Enorme Potentiale zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bietet der Hybridantrieb. Dieser kombiniert verschiedene Antriebsprinzipien. Am häufigsten findet hier der Benzin-Elektromotor seine Anwendung. Zurzeit wird aber auch eine Kombination aus Diesel- und Elektromotor erprobt.

In Abbildung 47 sind die Einsparpotentiale der verschiedenen Möglichkeiten dargestellt.



**Abbildung 47: Die maximal möglichen Einsparpotentiale beim Kraftstoffverbrauch**

*[Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird]*

### Wasserstofftechnik

Auf der Suche nach Ersatz für fossile Brennstoffe wird langfristig Wasserstoff als zukunftsfähiger Energieträger angesehen. Die lokale Emissionsfreiheit ist ein klarer Vorteil des Wasserstoff-Fahrzeuges.

Wasserstoff kommt in der Natur aber nur in gebundener Form vor – d.h. er muss erst unter hohem Energieeinsatz gewonnen werden. Ein wesentlicher Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr ist daher erst möglich, wenn die Wasserstofferzeugung mittels regenerativer Energiequellen erfolgt.

Brennstoffzellen-Fahrzeuge werden wie Elektrofahrzeuge von einem Elektromotor angetrieben. Der hierfür erforderliche Strom wird jedoch nicht in einer Batterie mitgeführt, sondern in der Brennstoffzelle im Fahrzeug erzeugt. Dies erfolgt durch die Umkehrung der Elektrolyse.

Die Reichweite eines Pkw mit gasförmigem Wasserstoff und Brennstoffzelle liegt heute bei nur 150 Kilometern. Flüssig besitzt Wasserstoff zwar die höchste Energiedichte (ca. 33 kWh/kg, im Vergleich zu Benzin mit ca. 12 kWh/kg) und würde höhere Reichweiten ermöglichen, er muss aber in diesem Zustand auf minus 253°C gekühlt werden, die notwendige Isolation benötigt einen Großteil des Tankvolumens und der Kraftstoff entweicht mit zunehmender Temperatur aus dem Tank durch Überdruck-Ventile.

Die Speicherung von Wasserstoff erfolgt in speziellen Tanks entweder gasförmig unter sehr hohem Druck von 350 bar oder flüssig bei minus 253°C mit spezieller Tank-Isolierung.

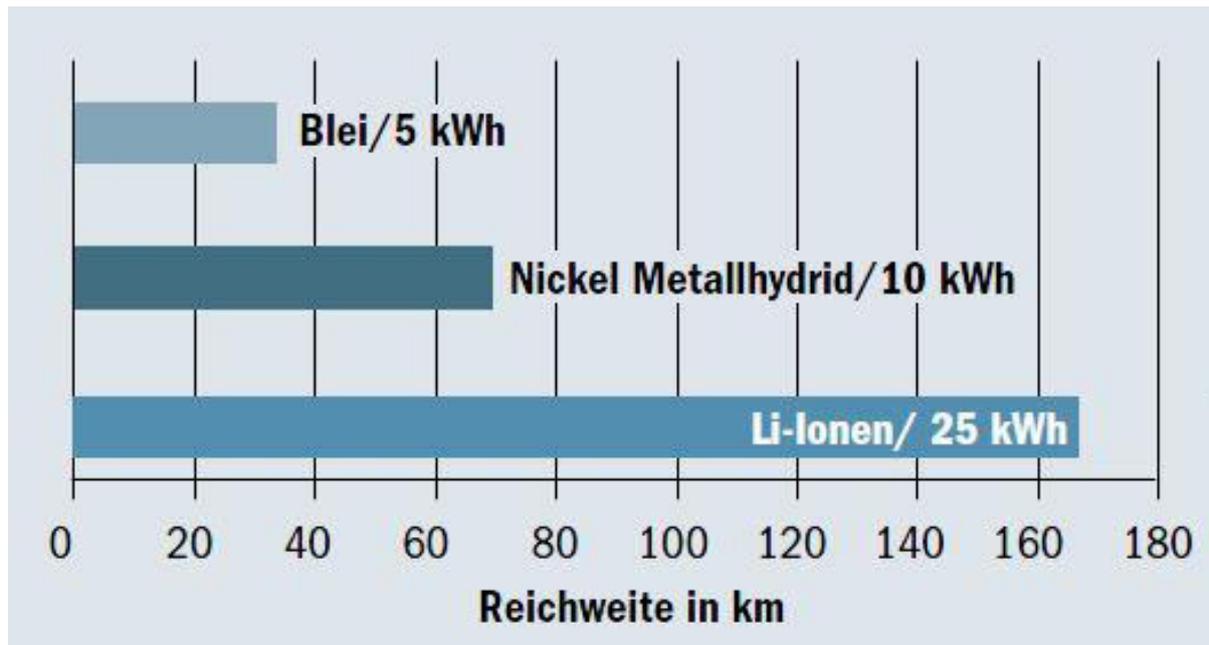
Das Problem bei Wasserstofffahrzeugen sind derzeit nicht nur die hohen Herstellungskosten, sondern auch die ungenügende Tankstellen-Infrastruktur. Die für diese Technologie sehr wichtige Infrastruktur muss also erst noch vollständig aufgebaut werden, um eine ernsthafte Alternative zu den fossilen Treibstoffen darstellen zu können.

### Elektromobilität

Elektroautos beziehen ihre Energie über das Stromnetz und speichern sie in Batterien. Zusätzlich ist es möglich, wie beim Hybridauto die Bremsenergie durch Rückführung wieder zu verwerten (Rekuperation).

Entscheidend ist dabei die Kapazität der Akkus – sie müssen so viel Energie (Reichweite) wie möglich speichern und gleichzeitig eine hohe Leistungsdichte (Fahrleistung) garantieren.

Grundsätzlich problematisch bei Elektroautos ist das schlechte Verhältnis von Leistung zu Gewicht. Derzeit erreicht man je nach Motorisierung und Fahrzeugklasse eine Reichweite von rund 50 bis 100 km aus 100 kg Lithium-Ionen-Akkus. Im Vergleich zu konventionellen Automobilen können Elektrofahrzeuge mit den heutigen Energiespeichern noch keine vergleichbare Energiemenge mit sich führen, weswegen ihre Reichweite wesentlich geringer ist.



**Abbildung 48: Die unterschiedlichen Reichweiten mit verschiedenen Batterietypen**

*[Quelle: ADAC Zukunftstechnologien – Was uns morgen antreiben wird]*

Die Akkumulatorentechnologien entwickelten sich zwar in den letzten Jahren stark weiter, so dass höhere Energiedichten, ein schnelleres Aufladen und eine höhere Sicherheit erreicht werden konnten, dennoch ist die Energiedichte von Akkumulatoren immer noch deutlich kleiner als die von Flüssigbrennstoffen wie z.B. Benzin.

Des Weiteren können akzeptable Ladezeiten unter 15 min beim jetzigen Stand der Technik noch nicht realisiert werden. Ein normiertes Batterie-Austauschsystem oder eine Kombination mit einem Verbrennungsmotor als Stromgenerator könnten längere Fahrtstrecken möglich machen. Grundsätzlich muss erst ein neues Tankstellennetz aufgebaut werden.

Zukünftig könnte sogar überflüssiger Strom in die Autos eingespeist und bei Spitzenlast aus den Fahrzeugen entnommen werden, um das Stromnetz effizienter auszulasten.

Die Umweltbilanz der Fahrzeuge mit Elektromotor ist davon abhängig, woher die Energie stammt. Abbildung 46 zeigt, dass der derzeitige Strom-Mix in Deutschland einen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Höhe von 110 g/km ergibt. Würde die Herstellung der elektrischen Energie aus rein erneuerbaren Energiequellen erfolgen, kann dieser Wert auf 10 g/km reduziert werden – vorausgesetzt, dass technische Fragen in Bezug auf das Mehrgewicht oder den Batterieverbrauch positiv gelöst werden.