

# Gemeinde-Energiespiegel



*Luzern*

*6. August 2015*

# Luzern



## Eckwerte

80'501	Ständige Wohnbevölkerung am Ende 2013 (LUSTAT Statistik Luzern)
8'109	Gebäude mit Wohnnutzung
44'429	Wohnungen mit mindestens einer wohnhaften Person
829.6	GWh Wärme für Wohngebäude pro Jahr (Heiz- und Warmwasser-Energie)
4%	Prozent der Wohngebäude-Wärme aus erneuerbaren Quellen
184'479	Tonnen CO <sub>2</sub> -Emissionen für Wärme für Wohngebäude; 2.30 t/Kopf
92	Elektroheizungen im GWR verzeichnet
259	Wärmepumpen im GWR verzeichnet
31'435	Registrierte Personenwagen
39	Personenwagen pro 100 Einwohner (Durchschnitt im Kanton 51)
219'600	kWh/a für Beleuchtung der Gemeindestrassen (31 kWh/Kopf)
3'069	kW-Peak installierte Solaranlagen-Leistung (ca. 23'000 m <sup>2</sup> Fläche)

## Energiestadt

Die Gemeinde Luzern ist seit 1999 Energiestadt. Sie erzielte im Jahr 2013 82 Prozentpunkte.



Statistische Kennzahlen zu Ihrer Gemeinde finden Sie unter [www.lustat.ch/daten/](http://www.lustat.ch/daten/) (Raumtyp: Gemeinde, Raumname: Luzern).

<b>Einheiten:</b>	1'000 kWh = 1 MWh
	1'000 MWh = 1 GWh
	1 kWh = 3'600 kJ = 3.6 MJ
	1 Mg = 1 Tonne = 1'000 kg

## Nutzungshinweise

Die Dienststelle Umwelt und Energie (uwe) stellt in diesem Gemeinde-Energiespiegel die wichtigsten auf kantonaler Ebene verfügbaren Daten mit einem Bezug zu kommunalen Energiefragen zusammen. Der Energiespiegel soll die Gemeinden bei ihrer Energieplanung unterstützen und richtet sich in erster Linie an die Gemeindebehörden, an die Verwaltung und an Fachleute. Die Datensammlung soll einen Einstieg in Energiefragen der Gemeinde bieten. Die einheitliche Aufarbeitung der Daten verbessert die Vergleichbarkeit. Im Energiespiegel selbst wurde auf eine ausführliche Diskussion verzichtet, wir verweisen auf [„Methoden und Quellen des Energiespiegels, uwe“](#)<sup>5)</sup>.

Der Energiespiegel beinhaltet Daten aus ganz unterschiedlichen Quellen und von unterschiedlicher Bedeutung. Gewisse Daten wurden - ohne Bereinigung - dem kantonalen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) entnommen. Die vorliegenden Auswertungen stimmen daher nicht exakt mit den Ergebnissen der Gebäude- und Wohnungsstatistik von LUSTAT Statistik Luzern überein. Der Wärmebedarf des Gebäudeparks wurde über Modellberechnungen aufbereitet und stellt keine direkt gemessenen Daten dar. Die Ergebnisse werden auch von Modellannahmen geprägt.

Mit der Einführung des GWR wurde im Kanton Luzern ein Instrument geschaffen, das neben der Unterstützung in administrativen Prozessen und der Gebäude- und Wohnungsstatistik weitere Funktionen erfüllen kann. Bei den Daten im GWR, welche die Energie betreffen - z.B. der Energieträger der Heizung - muss darauf hingewiesen werden, dass diese bei bestehenden Gebäuden oft nicht systematisch nachgeführt wurden. Sie sind mit entsprechenden Vorbehalten zu interpretieren. Dasselbe gilt für die daraus abgeleiteten Modelldaten – z.B. der Heizenergiebedarf für die Gebäude mit Wohnnutzung pro Gemeinde – welche zusätzlich methodisch bedingte Unschärfen und Änderungen im Ergebnis hervorbringen können.

Trotz dieser Vorbehalte liegt der Wert dieses Energiespiegels darin, dass verschiedene Daten aus unterschiedlichen Quellen miteinander in Bezug gesetzt werden und so ein zumindest grobes Bild vom Energiehaushalt einer Gemeinde entsteht. Die Bezeichnung Energie-„Spiegel“ wurde durchaus auch mit der Absicht gewählt, aufzuzeigen, worin der Wert gut geführter kommunaler GWR-Daten liegen könnte, und so die Gemeinden zu motivieren, in Zukunft deren Vervollständigung, Bereinigung und Nachführung die nötige Aufmerksamkeit zu schenken.

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1	Datenquellen.....	5
1.2	Datenqualität und Aktualität.....	5
1.3	Rechtsgrundlagen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR).....	6
1.4	Nutzen des Gemeinde-Energiespiegel.....	6
<b>2</b>	<b>Allgemeine Angaben</b> .....	<b>8</b>
2.1	Bevölkerung.....	8
2.2	Gebäudebestand.....	8
<b>3</b>	<b>Energiebedarf</b> .....	<b>10</b>
3.1	Gebäudewärme.....	10
3.1.1	Heizenergiebedarf für Gebäude mit Wohnnutzung.....	10
3.1.2	Renovationsstätigkeit.....	11
3.1.3	Energieträger für Gebäudewärme.....	12
3.1.4	Elektrische Wärmeerzeuger für Wohngebäude.....	14
3.1.5	Wärmeverbunde.....	16
3.1.6	Indikatoren zur Gebäudequalität.....	17
3.2	Prozesswärme.....	18
3.2.1	Grosse Feuerungen.....	18
3.2.2	Abwasserreinigungsanlagen.....	18
3.3	Elektrizität.....	18
3.3.1	Haushaltstrom.....	19
3.3.2	Strassenbeleuchtung.....	19
3.4	Mobilität.....	19
3.5	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Gebäudewärme.....	21
<b>4</b>	<b>Energieproduktion</b> .....	<b>23</b>
4.1	Erneuerbarer Strom.....	23
4.1.1	Solarpotential.....	23
4.1.2	Solarpotenzial der gemeindeeigenen Bauten.....	24
4.2	Umweltwärme.....	24
4.2.1	Solare Wärme.....	24
4.2.2	Luftwärmepumpen.....	24
4.2.3	Erdwärmesonden.....	24
4.2.4	Oberflächengewässer.....	25
4.3	Biomasse.....	25
4.4	Biogas.....	25
<b>5</b>	<b>Räumliche Analysen</b> .....	<b>26</b>

## 1 Einleitung

Mit dem **Gemeinde-Energiespiegel** wird allen Luzerner Gemeinden eine Zusammenstellung von relevanten Datenquellen und Auswertungen zum Thema Energie zur Verfügung gestellt. Die Daten stammen aus unterschiedlichsten Quellen. Die kantonale Dienststelle Umwelt und Energie (uwe) bereitet die Daten auf und aktualisiert sie regelmässig. Im vorliegenden Bericht sind alle der Dienststelle uwe verfügbaren Daten zusammengefasst – was zum jetzigen Zeitpunkt noch *keine* vollständige Energiebilanz der Gemeinden erlaubt. Neben dem umfassenden Datenspiegel stellt uwe die eine Auswahl in einer Kompaktversion zusammen. Räumliche Analysen sind zudem als Online-Karten im Geoportal des Kantons Luzern veröffentlicht. Der Gemeinde-Energiespiegel umfasst Daten aus kommunalen und kantonalen Vollzugsaufgaben, aus Förderprogrammen sowie Daten von externen Partnern wie den Energieversorgungsunternehmen.

Bei der Nutzung der Daten muss unbedingt die Datenqualität berücksichtigt werden. Je nach Quelle sind die einzelnen Daten mit teilweise grossen Fehlern behaftet. Für detailliertere Planungsaufgaben sollten die Angaben im Einzelfall verifiziert werden.

### 1.1 Datenquellen

Eine wichtige Grundlage bildet das Gebäude- und Wohnungsregister (GWR). Die Auswertungen aus dem GWR sind eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt des Exports aus dem Register (29. Mai 2015). Die Rohdaten werden von uwe soweit wie möglich plausibilisiert und bereinigt. Erfassungsfehler sind jedoch möglich. Weitere Daten sind solche von verschiedenen kantonalen Institutionen, den Energieversorgern und nationalen Förder-Programmen.

Quelle	Daten
<b>Gemeinde: Gebäude- und Wohnungsregister (GWR),</b> Dienststelle uwe	Gebäudetyp, Alter, Heizenergieträger, etc.
<b>LUSTAT Statistik Luzern</b>	Erdsonden, ARA, Solarpotenzial
<b>Energieversorger</b>	Bevölkerungszahlen
<b>Swissgrid</b>	Stromverbrauch, Strommix, Strassenbeleuchtung, Gasverbrauch
<b>GEAK</b>	Stromproduktion (PV, Wasser, Wind)
<b>Minergie</b>	Gebäudeausweis der Kantone
<b>Das Gebäudeprogramm (Bund)</b>	Minergie-Zertifikate
<b>Trägerverein Energiestadt</b>	Sanierungen Gebäudehülle
<b>ASTRA (Bund)</b>	Energiestadt-Auditdaten
	Fahrzeug- und Fahrzeugführerregister

### 1.2 Datenqualität und Aktualität

Die Dienststelle uwe bereitet die Daten auf und plausibilisiert dabei die aggregierten Ergebnisse, ohne jedoch Einzelwerte prüfen oder korrigieren zu können. Für die Qualität und die Aktualität der Daten sind die jeweiligen Datenhalter verantwortlich. Im Interesse aller Datennutzer sollten die Eingabedaten daher kontinuierlich geprüft werden. Die hier dargestellten Auswertungen lassen bisweilen unplausible Daten erkennen und dienen so der Verbesserung der Datenqualität. Eine kontinuierliche Verbesserung der Rohdaten ist am Beispiel der GWR-Daten in Abbildung 1 dargestellt.

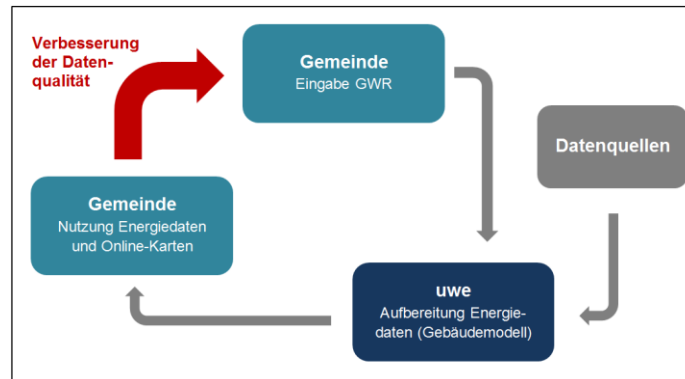


Abbildung 1: Datenfluss und Einfluss auf Datenqualität.

Die Energiespiegel dargestellten Daten stellen die bestmögliche aktuell bei uwe verfügbare Information dar. Es sind dennoch keine gesicherten Statistiken im Sinne des Statistikgesetzes. Viele wünschbare Daten sind nicht verfügbar oder nur in nur bedingt nutzbarer Qualität, z.B. der wichtige Bereich der kleinen, der kommunalen Aufsicht unterstellten Feuerungen (<70kW Holz, <350kW Öl und Gas). Obwohl diese fast 80% der Gebäudeheizungen ausmachen sind die daraus verfügbaren Informationen nur schwer einheitlich auswertbar.

### 1.3 Rechtsgrundlagen Gebäude- und Wohnungsregister (GWR)

Gestützt auf die Verordnung zum Registergesetz sind die Baubewilligungsbehörden der Gemeinden – in der Regel die Bauverwaltungen – verpflichtet, die Informationen im GWR zu pflegen und aktuell zu halten. Dies ist nicht immer einfach möglich, da - beispielsweise ein Heizungsersatz (mit dem Wechsel des Energieträgers von Öl auf Wärmepumpe) ohne Baugesuch vorgenommen werden kann.

Werden Abweichungen von den hier dargestellten Daten festgestellt, sind nur die Gemeinden in der Lage, diese im GWR, via Bundesamt für Statistik, zu berichtigen ([www.housing-stat.ch](http://www.housing-stat.ch)). Ein wichtiges Vorgehen zur Verbesserung der Datengrundlage ist die Teilnahme des Kantons Luzern am schweizweiten Projekt [GABMO](#) (gestion des adresses de bâtiments par la mensuration officielle). Im Rahmen dieses Projekts werden die Adressen und Vermessungsdaten überprüft und bereinigt. Nur auf der Basis eines korrekten Gebäuderegisters können Energiedaten mit nutzbarer Genauigkeit erhoben werden.

#### Nr. 25a: Verordnung zum Registergesetz (Registerverordnung)

##### § 2 Nachführung des kantonalen Gebäude- und Wohnungsregisters

Folgende Stellen übermitteln der zentralen Statistikstelle des Kantons nach deren Weisungen unentgeltlich die erforderlichen Daten gemäss § 10 Absatz 3 des Registergesetzes zur Nachführung des kantonalen Gebäude- und Wohnungsregisters:

- a. die Baubewilligungsbehörden der Gemeinden,
- b. die für die Geoinformation zuständige kantonale Stelle,
- c. die Gebäudeversicherung Luzern.

### 1.4 Nutzen des Gemeinde-Energiespiegel

Die Daten werden von unserer Dienststelle für alle Gemeinden einheitlich aufbereitet und sind somit über den gesamten Kanton vergleichbar. Die Pflege des GWR garantiert den Gemeinden verlässliche Daten zum Gebäudebestand. Zukünftig wird unsere Dienststelle den Gemeinde-Energiespiegel regelmässig aktualisieren und für wichtige Indikatoren Zeitreihen erstellen.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Daten auf nicht verifizierten Rohdaten beruhen, bzw. auf dieser Basis modellierten und geschätzten Daten entsprechen. Diese können und sollen nicht ohne Überprüfung für Planungszwecke verwendet werden. Die hier wiedergegebenen Daten haben nicht dieselbe überprüfte Datenqualität, wie beispielsweise die im statistischen Jahrbuch veröffentlichten Zahlen.

Daten über Energie sind ein integraler Bestandteil des Energiestadt- und Energie-Regionen-Prozesses und bilden das Fundament für Energieplanungen. Der Energiespiegel kann dafür eine Hilfestellung bieten.

### Nutzung des Gemeinde-Energiespiegels:

- Übersicht über vorhandene Daten im Kontext von Energiefragen
- Monitoring (Energieverbrauch, Sanierungstätigkeit, Förderung von nachhaltigen Energieträgern)
- Benchmarking zwischen Gemeinden oder Regionen
- Räumliche Energieplanung (z.B. für Wärmeverbunde)
- Energiepolitische Entscheidungsgrundlage

## 2 Allgemeine Angaben

### 2.1 Bevölkerung

Die Gemeinde Luzern hatte Ende 2013 gemäss LUSTAT Statistik Luzern eine ständige Wohnbevölkerung von 80'128 Einwohnerinnen und Einwohnern. Dies entspricht 20.6% der Wohnbevölkerung des Kantons.

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, wie viele Personen in Gebäuden welchen Baualters und welcher Art wohnen. Das Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) unterscheidet die Gebäudekategorien Einfamilienhaus (EFH), Mehrfamilienhaus (MFH), Wohnhaus mit Nebennutzung (WohnHmNN) und teilweiser Wohnnutzung (teilw. WohnN) (siehe auch Anhang I). Die Baualterskategorien vor 1980 umfassen jeweils Perioden von 10 oder mehr Jahren, ab 1981 sind jeweils 5 Jahre zusammengefasst. Die Periode 2011 -2015 ist noch nicht vollständig.

Tabelle 1: Ständige Wohnbevölkerung wohnhaft nach Gebäude-Kategorie und Gebäude-Baujahr gemäss LUSTAT, Luzern Statistik (per Ende 2013). Ausschliesslich Personen die in einem Gebäude leben (ohne z.B. jene in Wohnwagen). Bezüglich der Einteilung in Gebäude-Kategorie (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Wohnhaus mit Nebennutzung und Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung siehe Anhang 1.).

<b>Ständige Wohnbevölkerung Luzern (31.12.2013)</b>								
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton	
Vor 1919	306	5'848	3'738	1'084	<b>10'976</b>	14%	11%	
1919-1945	1'229	8'702	1'932	461	<b>12'324</b>	15%	8%	
1946-1960	855	11'714	1'671	291	<b>14'531</b>	18%	10%	
1961-1970	379	10'015	1'637	442	<b>12'473</b>	16%	12%	
1971-1980	452	7'811	859	437	<b>9'559</b>	12%	13%	
1981-1985	148	2'116	337	155	<b>2'756</b>	3%	6%	
1986-1990	159	1'676	493	50	<b>2'378</b>	3%	7%	
1991-1995	325	2'178	240	174	<b>2'917</b>	4%	8%	
1996-2000	302	2'092	470	35	<b>2'899</b>	4%	8%	
2001-2005	282	2'338	183	26	<b>2'829</b>	4%	6%	
2006-2010	334	2'724	457	39	<b>3'554</b>	4%	8%	
ab 2011	58	1'954	874	46	<b>2'932</b>	4%	4%	
	<b>4'829</b>	<b>59'168</b>	<b>12'891</b>	<b>3'240</b>	<b>80'128</b>	100%	100%	
	6%	74%	16%	4%	100%			
im Kanton	23%	59%	14%	4%	100%		388'139	

6% der Bevölkerung in Luzern wohnt in Einfamilienhäusern.

74% der Bevölkerung in Luzern wohnt in Mehrfamilienhäusern.

20% der Bevölkerung in Luzern wohnt in Häusern mit Wohnen als Nebennutzung oder teilweiser Wohnnutzung. Darunter fallen Bauernhäuser und Geschäftshäuser.

### 2.2 Gebäudebestand

Im Folgenden wird der Bestand der Gebäude in der Gemeinde Luzern dargestellt. Der Datenstand entspricht dem GWR am 29. Mai 2015. Detaillierte technische Informationen zum GWR findet man im Merkmalskatalog des GWR des Bundesamtes für Statistik.



Tabelle 2: Anzahl Gebäude nach Kategorie und Baujahr. Auszug GWR: 29. Mai 2015. Ausserdem die prozentualen Anteile der entsprechenden Kategorien im ganzen Kanton zum Vergleich.

Gebäude Luzern (29. Mai 2015)								
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton	
Vor 1919	128	688	572	280	<b>1'668</b>	21%	15%	
1919-1945	485	964	228	59	<b>1'736</b>	21%	10%	
1946-1960	332	960	127	79	<b>1'498</b>	18%	9%	
1961-1970	154	486	82	65	<b>787</b>	10%	9%	
1971-1980	202	400	59	50	<b>711</b>	9%	12%	
1981-1985	67	126	31	14	<b>238</b>	3%	6%	
1986-1990	61	107	27	23	<b>218</b>	3%	8%	
1991-1995	111	128	21	19	<b>279</b>	3%	6%	
1996-2000	99	119	42	12	<b>272</b>	3%	8%	
2001-2005	91	132	17	8	<b>248</b>	3%	6%	
2006-2010	88	151	23	5	<b>267</b>	3%	6%	
2011-2015	21	135	23	8	<b>187</b>	2%	5%	
	<b>1'839</b>	<b>4'396</b>	<b>1'252</b>	<b>622</b>	<b>8'109</b>	100%	100%	
	23%	54%	15%	8%	100%			
im Kanton	47%	34%	15%	5%	100%		68'903	

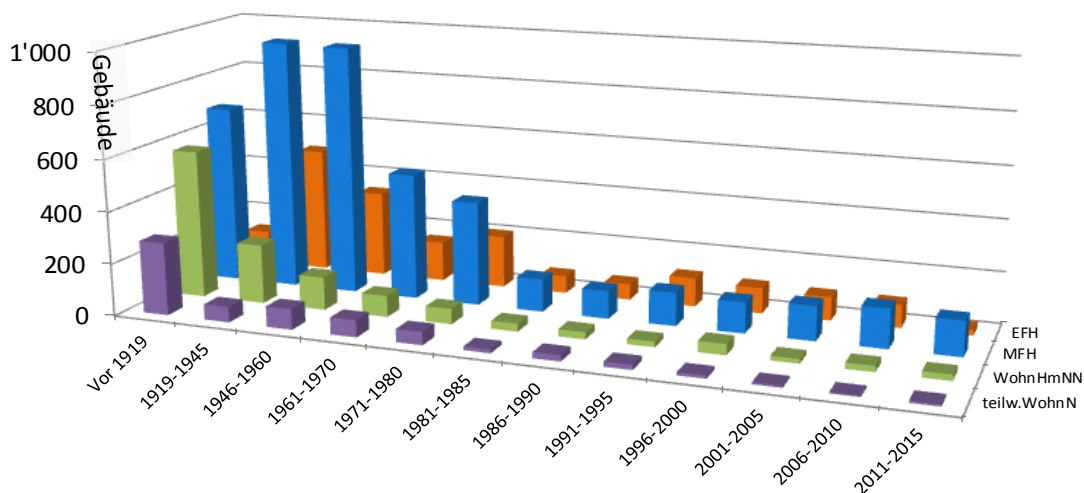


Abbildung 2: Anzahl Gebäude in der Gemeinde Luzern nach Gebäude-Kategorie und Gebäude-Baujahr. Auszug GWR: 29. Mai 2015

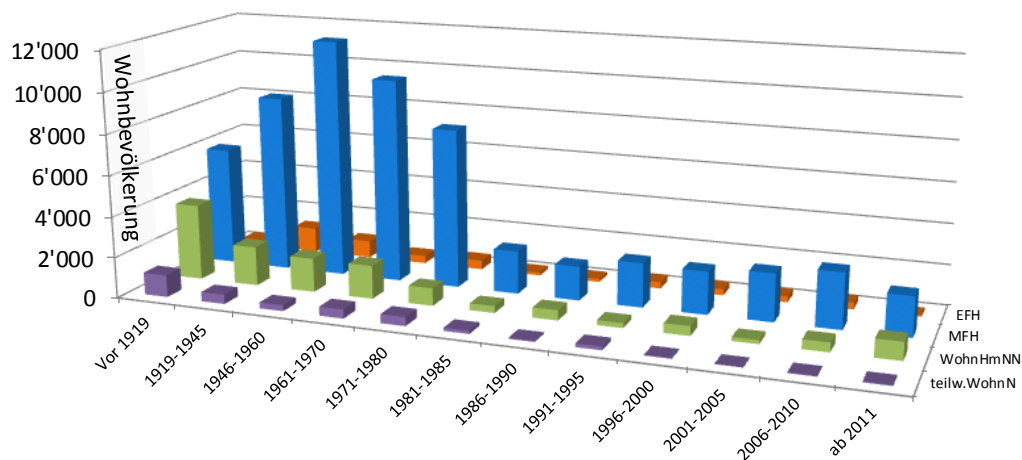


Abbildung 3: Ständige Wohnbevölkerung in der Gemeinde Luzern nach Gebäude-Kategorie und Gebäude-Baujahr. (Grafische Darstellung der Tabelle 1.) Auszug GWR per Ende 2013 durch LUSTAT Luzern Statistik.

71% der Einfamilienhäuser sind vor 1981 gebaut worden (kantonaler Durchschnitt: 45%). 80% der Mehrfamilienhäuser sind vor 1981 gebaut worden (kantonaler Durchschnitt; 58%). Es handelt sich insgesamt um einen eher älteren Gebäudebestand.

### 3 Energiebedarf

Dieses Kapitel beinhaltet Angaben zum Bedarf von Wärme für Heizzwecke und industrielle Prozesse sowie zum Stromverbrauch und zum Bedarf von Energie für Mobilitätszwecke.

#### 3.1 Gebäudewärme

Die Hauptdatenquelle für Aussagen zum Wärmebedarf von Gebäuden mit Wohnnutzung ist das GWR. Als Baubewilligungsbehörde und zuständige Stelle für die GWR-Dateneingabe sind die Gemeinden die wichtigsten Datenhalter in diesem Bereich. Dazu kommen Daten aus Förderprogrammen (Bund, Kanton) sowie von Labels (GEAK, Minergie).

##### 3.1.1 Heizenergiebedarf für Gebäude mit Wohnnutzung

Der Heizenergiebedarf für Wohngebäude wird anhand des Baujahrs, der Gebäudekategorie, des Sanierungszustands und der Wohnfläche abgeschätzt. Die so ermittelte Energiemenge beinhaltet keine Messung des Wärmebedarfes eines bestimmten Gebäudes. Sie kann im Einzelfall erheblich von der tatsächlichen Grösse abweichen. Trotzdem erlaubt es die Modellrechnung, anhand des Gebäudebestandes eine im Mittel gute Schätzung des Energiebedarfs anzugeben. Die Werte können nur für Wohngebäude geschätzt werden, da für Nichtwohngebäude die notwendigen Angaben im GWR oft fehlen.

Bei der Schätzung der Wirkung einer Renovation wird angenommen, dass Gebäudesanierungen nach 2001 energetische Verbesserungen zu Folge haben und daher der Wärmeenergiebedarf sich im Durchschnitt um 20% reduziert. Zur so berechneten Heizenergie wird die Wärmeenergie für die Bereitstellung des Warmwassers zur Gebäudewärme hinzugezählt.

Tabelle 3: Wärmeenergiebedarf der Wohngebäude (Heizwärme und Warmwasser). Nach Gebäude-Kategorie und Gebäude-Baujahr. In MWh pro Jahr. Auszug GWR: 29. Mai 2015 Energieberechnungsmodell gemäss uwe.

Wärmeenergiebedarf [MWh/a] (29. Mai 2015)						Luzern	
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton
Vor 1919	4'476	67'117	72'542	19'152	<b>163'287</b>	20%	15%
1919-1945	17'762	97'274	35'668	3'235	<b>153'939</b>	19%	12%
1946-1960	9'930	108'926	25'042	3'940	<b>147'838</b>	18%	11%
1961-1970	5'297	85'869	22'000	5'153	<b>118'318</b>	14%	13%
1971-1980	6'484	73'486	15'923	4'755	<b>100'648</b>	12%	15%
1981-1985	1'741	19'494	6'339	758	<b>28'331</b>	3%	6%
1986-1990	1'591	13'322	5'433	1'347	<b>21'693</b>	3%	7%
1991-1995	2'905	16'082	2'795	825	<b>22'607</b>	3%	6%
1996-2000	2'493	13'600	4'192	259	<b>20'543</b>	2%	6%
2001-2005	2'189	15'663	2'195	276	<b>20'322</b>	2%	4%
2006-2010	1'934	15'366	3'994	470	<b>21'765</b>	3%	4%
2011-2015	277	5'378	4'210	402	<b>10'267</b>	1%	2%
	<b>57'080</b>	<b>531'576</b>	<b>200'333</b>	<b>40'572</b>	<b>829'561</b>	100%	100%
	7%	64%	24%	5%	100%		
im Kanton	21%	53%	21%	5%	100%		3'511'400

In Luzern benötigten die Gebäude mit Wohnnutzung 829.6 GWh Gebäuwärme pro Jahr, 93% davon werden mit Heizöl und Gas erzeugt. Die CO<sub>2</sub>-Abgabe für die 179'500 Tonnen Emissionen der Brennstoffe Öl und Gas (CHF 60/t) beläuft sich auf 10'769'000 Fr. pro Jahr. Die Gebäude mit Baujahr vor 1980 benötigen 82% der Gebäuwärme, obwohl diese nur 74% der Wohnfläche zur Verfügung stellen. Diesen Teil des Gebäudeparks thermisch zu sanieren hätte die grösste Minderungswirkung.

### 3.1.2 Renovationstätigkeit

Das Merkmal „Renovationsjahr“ wird im GWR als fakultative Angabe behandelt. Die Pflege dieses Merkmals ist daher nicht in allen Gemeinden vergleichbar und die Daten sind mit entsprechender Vorsicht zu beurteilen.

Die folgende Tabelle zeigt auf, wie viele Gebäude in welcher Baualtersklasse eine Renovation nach dem Jahr 2000 aufweisen. Bei Renovationen in früheren Jahren muss von einer eher geringfügigen Wirkung der Renovation auf den Heizwärmebedarf der Gebäude ausgegangen werden.

Gemäss Merkmalskatalog des GWR gelten als Erfassungskriterien für ein Renovationsjahr: „Die (letzte) wertvermehrnde Renovation des Gebäudes. ... Renovationen, Umbauten, Erweiterungen oder Aufstockungen, welche einer Baubewilligungspflicht unterstehen und über übliche Unterhaltsarbeiten hinausgehen. Änderungen der Gebäudefläche, der Anzahl Geschosse, der Anzahl Wohnungen oder der Anzahl Zimmer in einer Wohnung werden immer als wertvermehrnde Renovation des Gebäudes interpretiert.“

Es kann davon ausgegangen werden, dass eine grundlegende thermische Sanierung eines Gebäudes (Fassade und Fenster) von den Gemeinde-Bauverwaltungen im GWR - weil wertvermehrnd - eingetragen wird. Dies trifft auch auf erhebliche Änderungen (Umbauten) gemäss §164 PBG zu, die seit 2004 auch eine vorgeschriebene thermische Sanierung nach sich ziehen.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Gebäudekategorien welchen Baujahres saniert wurden. Einfamilienhäuser werden in der Regel seltener saniert als Mehrfamilienhäuser.

Tabelle 4: Anzahl Gebäude: Renovation mit Renovationsdatum nach dem Jahr 2000. Nach Gebäude-Kategorie und Gebäude-Baujahr. Auszug GWR: 29. Mai 2015. Prozentangaben verstehen sich hier als Anteil renovierter Gebäude aller Gebäude dieser Kategorie und diesen Alters.

Renovationen nach 2000 (29. Mai 2015)					Luzern		
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton
Vor 1919	10	110	112	48	<b>280</b>	16.8%	14.2%
1919-1945	61	238	68	13	<b>380</b>	21.9%	18.2%
1946-1960	56	187	22	19	<b>284</b>	19.0%	16.5%
1961-1970	13	108	14	6	<b>141</b>	17.9%	15.4%
1971-1980	14	52	9	5	<b>80</b>	11.3%	13.7%
1981-1985	6	11	6	1	<b>24</b>	10.1%	12.2%
1986-1990	7	10	4	2	<b>23</b>	10.6%	9.4%
1991-1995	4	7	1	3	<b>15</b>	5.4%	7.9%
1996-2000	5	9	4	1	<b>19</b>	7.0%	8.6%
2001-2005	2	5	1	-	<b>8</b>	3.2%	4.5%
2006-2010	1	4	2	-	<b>7</b>	2.6%	2.0%
2011-2015	-	-	-	-	-	0.0%	0.6%
	<b>179</b>	<b>741</b>	<b>243</b>	<b>98</b>	<b>1'261</b>	<b>15.6%</b>	<b>11.6%</b>
	9.7%	16.9%	19.4%	15.8%	15.6%		
im Kanton	8.6%	14.0%	14.4%	13.9%	11.6%		7'968

In der Gemeinde wurden 9.7% aller Einfamilienhäuser und 16.9% aller Mehrfamilienhäuser im Jahr 2001 oder später saniert.

Im kantonalen Durchschnitt wurden 8.6% aller Einfamilienhäuser und 14.0% aller Mehrfamilienhäuser im Jahr 2001 oder später saniert.

Die Gemeinde Luzern weist im Vergleich zum kantonalen Durchschnitt eine überdurchschnittliche Renovationstätigkeit auf.

### 3.1.3 Energieträger für Gebäudewärme

Die Verteilung der Energieträger für Gebäudeheizungen hängt stark von der Charakteristik der Gemeinde ab. In Stadt und Agglomeration Luzern sind die fossilen Energieträger vorherrschend – vor allem auch wegen des vorhandenen Gasnetzes. In ländlich geprägten Gemeinden hat Holz eine höhere Bedeutung. Wärmepumpen finden sich in Gebieten mit starker Neubautätigkeit. Betrachtet man den Anteil der jeweiligen Energieträger am Energiebedarf, so findet man zwar in vielen neuen Gebäuden Wärmepumpen. Diese neuen Gebäude weisen einen geringen Energiebedarf auf, wodurch der Anteil an der benötigten Energie dieses Energieträgers kleiner ist.

Tabelle 5: Anzahl Gebäude nach Energieträger der Heizung. Stand GWR: 29. Mai 2015

Energieträger Wärme Gebäude (29. Mai 2015)						Luzern	
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton
Heizöl	856	2'140	460	248	<b>3'704</b>	45.7%	46.8%
Gas	790	1'884	682	311	<b>3'667</b>	45.2%	5.2%
Wärmepumpe	64	161	19	16	<b>260</b>	3.2%	22.5%
Holz	26	32	34	21	<b>113</b>	1.4%	11.3%
Elektrizität	53	20	12	10	<b>95</b>	1.2%	11.7%
Fernwärme	44	106	27	12	<b>189</b>	2.3%	1.6%
Kohle	-	1	1	-	<b>2</b>	0.0%	0.0%
Sonnenkollektor	5	12	-	-	<b>17</b>	0.2%	0.1%
Andere Energie	1	40	17	4	<b>62</b>	0.8%	0.6%
	<b>1'839</b>	<b>4'396</b>	<b>1'252</b>	<b>622</b>	<b>8'109</b>	100.0%	100%

Tabelle 6: Benötigte Wärmeenergie in [MWh/a] nach Energieträger der Heizung. Stand GWR: 29. Mai 2015

Gebäudewärme [MWh/a] (29. Mai 2015)						Luzern	
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton
Heizöl	28'362	286'990	84'618	16'323	<b>416'294</b>	50.2%	59.0%
Gas	24'178	211'504	101'701	19'286	<b>356'669</b>	43.0%	14.9%
Wärmepumpe	711	4'719	853	489	<b>6'772</b>	0.8%	3.5%
Holz	835	3'169	2'030	824	<b>6'858</b>	0.8%	13.3%
Elektrizität	1'688	1'552	836	377	<b>4'453</b>	0.5%	5.8%
Fernwärme	1'105	16'189	4'270	3'251	<b>24'816</b>	3.0%	2.1%
Kohle	-	224	93	-	<b>317</b>	0.0%	0.0%
Sonnenkollektor	147	943	-	-	<b>1'091</b>	0.1%	0.1%
Andere Energie	53	6'284	5'932	20	<b>12'290</b>	1.5%	1.1%
	<b>57'080</b>	<b>531'576</b>	<b>200'333</b>	<b>40'572</b>	<b>829'561</b>	100.0%	100%

Im Kanton werden 74.0% der Wärmeenergie für Gebäude mit Wohnnutzung durch fossile Brennstoffe (Öl und Gas) gedeckt, in der Gemeinde Luzern sind es 93.2%. Der Energieträger „Fernwärme“ lässt sich nicht klar einem bestimmten Energieträger zuteilen. Es handelt sich oft um Holz (z.B. Wärmeverbunde mit Holzfeuerungen).

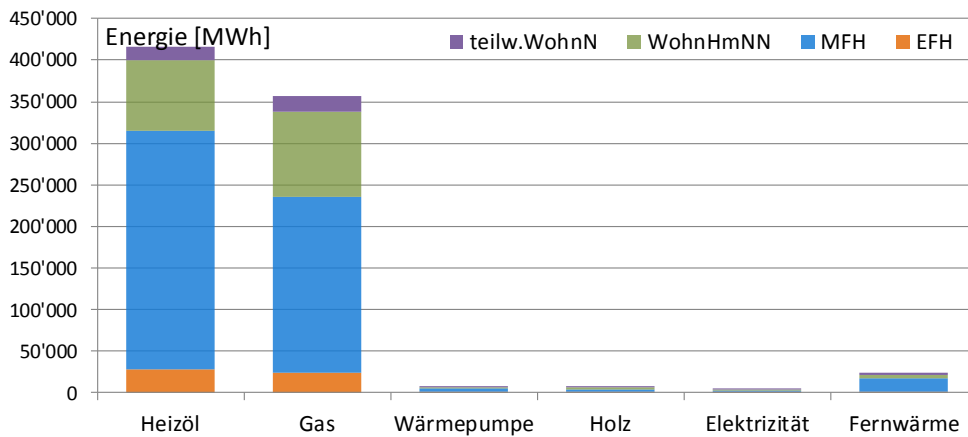


Abbildung 4: Benötigte Wärmeenergie in [MWh/a] nach Energieträger der Heizung und Gebäudekategorie. Illustration der Tabelle 7. Auszug GWR: 29. Mai 2015. Luzern.

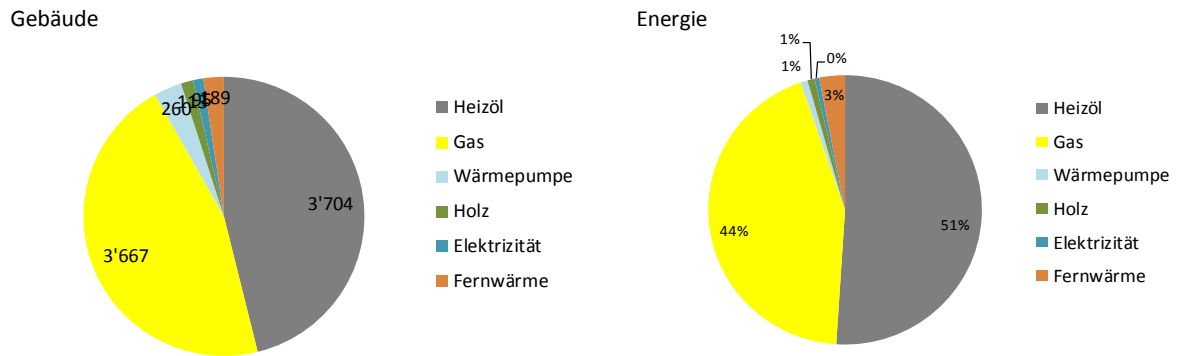


Abbildung 5: Anteile der Energieträger der Heizung nach Anzahl Gebäude und nach Anteil des Beitrages an der Wärmeenergie: Auszug GWR: 29. Mai 2015. Luzern.

### 3.1.4 Elektrische Wärmeerzeuger für Wohngebäude

Elektrizität ist eine hochwertige Energieform, die vielfältig eingesetzt werden kann. Für Heizzwecke wurden bis in die 1990iger Jahre oft Elektrowiderstandsheizungen installiert. Sie waren günstig in Investition und Unterhalt, weisen aber einen geringen Wirkungsgrad auf. Elektrowiderstandsheizungen wandeln eine Kilowattstunde Elektrizität in ebenso viel Wärmeenergie um. Wird dieselbe Strommenge für eine Wärmepumpe eingesetzt, kann 3 bis 4 Mal so viel Heizwärme erzeugt werden (1kWh Strom + 2 bis 3kWh Umweltwärme). Es ist deshalb empfehlenswert, eine Elektrowiderstandsheizung durch eine Wärmepumpe zu ersetzen.

#### Elektroheizungen

Elektrowiderstandsheizungen finden sich oft in älteren Einfamilienhäusern. Die folgende Tabelle zeigt, wie viele Elektrowiderstandsheizungen gemäss GWR noch zu finden sind.

Tabelle 7: Anzahl Gebäude mit Elektrowiderstandsheizung als Energieträger der Heizung. Stand GWR: 29. Mai 2015

Elektroheizung Luzern (29. Mai 2015)							
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton
Vor 1919	6	5	6	7	24	25%	12%
1919-1945	10	4	1	-	15	16%	8%
1946-1960	12	3	-	-	15	16%	6%
1961-1970	-	1	-	-	1	1%	5%
1971-1980	13	5	2	-	20	21%	20%
1981-1985	1	1	1	1	4	4%	24%
1986-1990	3	1	1	-	5	5%	20%
1991-1995	3	-	1	1	5	5%	2%
1996-2000	1	-	-	-	1	1%	1%
2001-2005	4	-	-	-	4	4%	1%
2006-2010	-	-	-	-	-	0%	1%
2011-2015	-	-	-	1	1	1%	0%
	<b>53</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>95</b>	100%	100%
	56%	21%	13%	11%	100%		
im Kanton	65%	24%	8%	3%	100%		5'737

In der Gemeinde Luzern werden 95 Gebäude mit Elektrowiderstandsheizungen beheizt. Sie stellen 4'453 MWh Wärmeenergie zur Verfügung. Würden diese durch Wärmepumpen ersetzt, könnten 3'181 MWh Strom pro Jahr eingespart werden, oder weitere 333 gleiche Gebäude beheizt werden.

Elektrowiderstandsheizungen können besonders kostengünstig durch Wärmepumpen ersetzt werden, wenn ein Wärmeverteilsystem vorhanden ist (Zentralheizung). Bei Einzelofen- und Etagenheizungen müsste ein Wärmeverteilsystem nachgerüstet werden.

Tabelle 8: Heizungsart bei Gebäuden mit Elektroheizungen Auszug GWR: 29. Mai 2015

	EFH	MFH	WHm NN	teilw. WN	ohne WN	Summe
Keine Heizung						
Einzelofenheizung	3	2	4	3	1	13
Etagenheizung		6		2	2	10
Zentralheizung für Geb.	44	11	8	4	13	80
ZH für mehrere Gebäude	5	1		1		7
Fernwärmeversorgung	1				1	2
Andere Heizungsart						
Summe	53	20	12	10	17	112

87 von 112 mit Elektrowiderstandsheizungen beheizte Gebäude weisen eine Zentralheizung auf. Diese eignen sich für den Ersatz mit Wärmepumpen.

In dieser Tabelle werden z.T. einzelne Fehleinträge im GWR sichtbar. Beim Energieträger Elektrizität kann die Heizungsart nicht Fernwärme sein.

## Wärmepumpen

Im GWR wird nicht zwischen Luft- und Erdsonden-Wärmepumpen unterschieden. Während Erdsonden eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung von der Dienststelle uwe benötigen, werden Luftwärmepumpen in Baugesuchen nicht immer behandelt bzw. von den Gemeinden nicht in jedem Fall unserer Dienststelle zur Prüfung zugestellt (geprüft wird Thema: Lärmschutz). Die von unserer bewilligten Erdsonden-Wärmepumpen sind demnach vollständig erfasst, wurden jedoch nicht unbedingt von der Gemeinde auch im GWR beim Energieträger für die Heizung eingetragen. Diese Abgleiche werden laufend vorgenommen.

Tabelle 9: Gebäude mit Wärmepumpen nach Typ und Baujahr der Gebäude Auszug GWR: 29. Mai 2015

Wärmepumpen Luzern (29. Mai 2015)								
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe		im Kanton	
Vor 1919	4	-	1	3	8	3%	2%	
1919-1945	9	4	2	-	15	6%	2%	
1946-1960	7	10	-	-	17	7%	2%	
1961-1970	1	1	1	4	7	3%	2%	
1971-1980	7	1	1	2	11	4%	4%	
1981-1985	3	1	-	-	4	2%	4%	
1986-1990	1	1	-	-	2	1%	7%	
1991-1995	4	4	-	-	8	3%	7%	
1996-2000	2	2	1	-	5	2%	9%	
2001-2005	10	3	-	-	13	5%	13%	
2006-2010	2	30	3	-	35	13%	24%	
2011-2015	14	104	10	7	135	52%	25%	
	<b>64</b>	<b>161</b>	<b>19</b>	<b>16</b>	<b>260</b>	100%	100%	
	25%	62%	7%	6%	100%			
im Kanton	68%	26%	4%	2%	100%	0%	10'628	

In der Gemeinde Luzern werden 259 Gebäude mit Wärmepumpen beheizt. Sie stellen 6'772 MWh Heizenergie zur Verfügung. Dies entspricht 0.8% der Gebäudewärme. (Kantonsdurchschnitt: 3.5%).

Für die Erzeugung von 6'772 MWh Heizenergie benötigen diese Wärmepumpen geschätzte 1'935 MWh elektrische Energie.

Der Anteil der Wärmepumpen in einer Gemeinde wird oft unterschätzt, da bestehende Heizungen (Öl, Elektro) durch Wärmepumpen ersetzt werden, ohne dass diese Änderung des Energieträgers im GWR nachgeführt wurde. Damit wird auch der Anteil der erneuerbaren Energie unterschätzt.

### Erdsonden-Wärmepumpen

Da nach geltendem Gewässerschutzgesetz Erdwärmesonden bewilligungspflichtig sind, kennt uwe die Anzahl und Länge der im Kanton Luzern gebohrten Erdsonden. Aus diesen Informationen kann ein Umweltwärmepotential abgeleitet werden. Es ist nicht bekannt, in welchem Grad dieses Potential auch genutzt wird.

In der Gemeinde Luzern werden 326 Gebäude mit Erdsonden-Wärmepumpen beheizt. Die gesamte Sondenlänge beträgt 195'000 m. Diese Sonden wären in der Lage, 22'600 MWh Heiz- und Warmwasserwärme zu erzeugen, was 3% der heute benötigten Gebäudewärme entspricht. (Angaben der Wärmepumpen aus dem Register der bewilligten Erdwärmesonden durch uwe; Stand Februar 2015.) Die effektiv genutzte Erdwärme ist nicht bekannt. Die nutzbare Wärme wird aus der Sondenlänge (45W/m) und einer jährlichen Heizstundenzahl (1'800 h/a) abgeleitet. Da im GWR unter Umständen nicht alle Wärmepumpen korrekt eingetragen sind, kann das Wärmepotential dieser Wärmequelle ( 22'613 MWh/a) den Wärmebedarf von Gebäuden, die gemäss GWR mit Wärmepumpen beheizt sind ( 6'772 MWh/a), merklich übersteigen, obwohl dort noch zusätzlich Gebäude enthalten sind, welche mit Luftwärmepumpen beheizt werden.

### 3.1.5 Wärmeverbunde

In der Gemeinde Luzern sind 186 Gebäude an Fernwärme angeschlossenen (gemäss GWR).



Im GWR wird das Merkmal Heizungstyp geführt. Die Differenzierung zwischen „Zentralheizung für mehrere Gebäude“ und „Wärmeverbund“ ist in der Praxis manchmal schwierig vorzunehmen. Bei einem Eintrag des Heizungstyps als Wärmeverbund wird der Energieträger des Wärmeverbundes im GWR nicht weiter angegeben, da grosse Wärmeverbunde verschiedene Energiequellen nutzen können (Öl, Gas, Holz).

### 3.1.6 Indikatoren zur Gebäudequalität

Schweizweit zielen verschiedene Programme auf eine Verbesserung der energetischen Qualität von Gebäuden. Die folgenden Kennzahlen zu GEAK, Gebäudeprogramm und Minergie (Tabelle 9) geben einen Eindruck bezüglich Erfolg dieser freiwilligen Programme in der Gemeinde Luzern.

#### GEAK

Der Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) ist das zentrale Beurteilungs- und Beratungsinstrument für Gebäude in der Schweiz. Der GEAK gibt Auskunft über die energetische Qualität der Gebäudehülle (Wände, Fenster, Dach, Boden) und über die Gesamtenergieeffizienz (inklusive Haustechnik) eines Gebäudes bei einer Standardnutzung. Das Ergebnis ist eine Energieetikette in einer Klasse von A bis G (von sehr energieeffizient bis wenig energieeffizient) für Gebäudehülle und Gesamteffizienz. Die Anzahl erstellter GEAKs pro Gemeinde ist ein Indikator (von vielen) für die Planungsaktivität der Gebäudeeigentümer im Sanierungsbereich.

#### Das Gebäudeprogramm

Das Gebäudeprogramm ist das gemeinsame Sanierungsprogramm von Bund und Kantonen. Finanzierungsgrundlage ist das CO<sub>2</sub>-Gesetz, worin die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe verankert ist. Ein Drittel der Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe, zurzeit rund 260 Millionen Franken pro Jahr (maximal 300 Millionen), wird für Massnahmen zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emission der Gebäude verwendet. Rund 200 Millionen Franken davon stehen für Gebäudesanierungen zur Verfügung.




#### Minergie

Das MINERGIE-Label ist ein freiwilliger Baustandard, das den rationellen Energieeinsatz und die breite Nutzung erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Verbesserung der Lebensqualität, Sicherung der Konkurrenzfähigkeit und Senkung der Umweltbelastung ermöglicht.

Die folgenden Anforderungen müssen eingehalten werden:

- Primäranforderung an die Gebäudehülle
- ganzjährig kontrollierbarer Luftwechsel
- MINERGIE®-Grenzwert (gewichtete Energiekennzahl)
- Nachweis über den thermischen Komfort im Sommer
- Zusatzanforderungen, je nach Gebäudekategorie betreffend Beleuchtung, gewerbliche Kälte und Wärmeerzeugung
- Begrenzung der Mehrkosten gegenüber konventionellen Vergleichsobjekten auf maximal 10%

Tabelle 10: Kennzahlen zur Aktivität in freiwilligen Programmen. Jeweils als Summe aller Jahre (Gebäudeprogramm fünf Jahre von 2010 bis 2014). In Klammer Durchschnitt im Kanton.

Luzern	 GEBÄUDEENERGIEAUSWEIS DER KANTONE	 Das Gebäudeprogramm	 MINERGIE
Anzahl Gebäude	135	530	192
EBF total (m <sup>2</sup> )	141'950	-	451'651
Fördersumme (CHF)	-	8'530'000	-
Förderfranken pro Einwohner	-	97	-

In der Gemeinde Luzern sind 7.2% der beheizten Gebäudeflächen (EBF) (192 Gebäude) nach MINERGIE-Standard zertifiziert (kantonaler Durchschnitt: 6.1%).

### 3.2 Prozesswärme

Im Bereich gewerblicher und industrieller Wärmenutzung liegen zurzeit nur wenige Daten vor.

#### 3.2.1 Grosse Feuerungen

Öl- und Gasfeuerungen mit Feuerungsleistungen von mehr als 350 kW Feuerleistung unterstehen der Aufsicht unserer Dienststelle. Diese Anlagen sind sehr heterogen was den Verwendungszweck der erzeugten Wärme betrifft. Der Bereich erstreckt sich von Anlagen für Wärmeverbunde von Wohngebäuden – bis hin zu rein industrieller Prozesswärme. Die Anlagen und Nutzungsmöglichkeiten vorhandener Abwärme müssen in jeder Gemeinde individuell abgeklärt werden.

#### 3.2.2 Abwasserreinigungsanlagen

Die Gemeinde Luzern ist an die Abwasserreinigungsanlage (ARA) REAL angeschlossen. Die Daten zum Energieverbrauch und zur Energieproduktion entsprechen dem Anteil der Gemeinde an der ARA, proportional zur angeschlossenen Einwohnerzahl.

Tabelle 12: Energiebilanz Abwasserreinigungsanlage

	Strom (kWh)	Klärgas (kWh)	Heizöl (kWh)
<b>Verbrauch</b>	3'445'000	4'710'000	70
<b>Erzeugung</b>	1'442'000	7'990'000	
<b>Verkauf*</b>	1'442'000	3'146'000	
<b>Bezug</b>	3'445'000		70

\*Das verkaufte Klärgas wird teilweise für das Gasnetz aufbereitet (mit Verlusten) und teilweise direkt zur thermischen Nutzung abgegeben.

### 3.3 Elektrizität

Die Gemeinde Luzern wird von der ewl/CKW mit Strom versorgt. Im Geschäftsjahr 2014 betrug der Jahresverbrauch auf dem gesamten Gemeindegebiet 462'423 MWh.

Verbrauch	MWh/a
Haushalte und Gewerbe	207'660
Grossverbraucher (>100 MWh/a)	254'763
<b>Total</b>	<b>462'423</b>

Herkunft des Stroms	
Wasserkraft	48.8%
Nicht erneuerbare Energien und Abfälle	46.0%
Geförderter Strom (KEV)	3.0%
Übrige erneuerbare Energien	2.1%

Tabelle 13: Aufteilung des Stromverbrauchs nach Verbrauchern und nach Produktionsarten.

### 3.3.1 Haushaltstrom

In der Gemeinde Luzern verbrauchen die Haushalte geschätzte 107'700 MWh Strom. Diese Schätzung beruht auf Angaben der Studie „Typischer Haushalt-Stromverbrauch“ S.A.F.E., (Jürg Nipkow, Mai 2013).

### 3.3.2 Strassenbeleuchtung

Die 7'135 Strassenlampen auf Gemeindestrassen in Luzern verbrauchen pro Jahr 2'506 MWh.

Verbrauch	Lampenstellen	Spez. Verbrauch
MWh/a	Anzahl	kWh/Lampenstelle
2'506	7'135	351

## 3.4 Mobilität

Nebst dem Gebäudepark verbraucht der Verkehr viel Energie. Der weitaus grösste Anteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) verbraucht fossile Treibstoffe mit entsprechendem CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Eine räumliche Betrachtung – z.B. bezogen auf eine Gemeinde - kann auf zwei Arten erfolgen:

- Beim Territorialprinzip betrachtet man den Energieverbrauch aller Fahrzeuge, die sich auf der Fläche der Gemeinde bewegen. Der Energieverbrauch des Transitverkehr einer die Gemeinde querenden Schnellstrasse wird dabei dem Gebiet der Gemeinde zugerechnet.
- Beim Anwendung des Verursacherprinzips gibt man den Energieverbrauch der Fahrzeuge der EinwohnerInnen einer Gemeinde an, unabhängig davon, wo sich diese Fahrzeuge bewegen.

Für die Gemeinden ist das Verursacherprinzip relevanter. Um genaue Angaben machen zu können, müsste man die jährliche verursachte Fahrleistung der in der Gemeinde wohnhaften Personen kennen. Diese ist jedoch nicht bekannt.

Aus den Fahrzeughalterregistern können Kennzahlen zur Motorisierung in einer Gemeinde erhoben werden. Diese werden hier dargestellt. Mittels einer mittleren angenommenen Fahrleistung von 13'600 km pro Jahr für einen Personenwagen<sup>1)</sup> kann daraus eine grobe Abschätzung des Energiebedarfs der Personenwagen einer Gemeinde im Sinne des Verursacherprinzips gemacht werden. Die Pendlerstatistik würde aussagekräftigere Angaben erlauben. Diese Umfragen werden vom Kanton aber aus Kostengründen nur mehr auf der Ebene von Regionen gemacht und können nicht für Gemeinden ausgewertet werden.

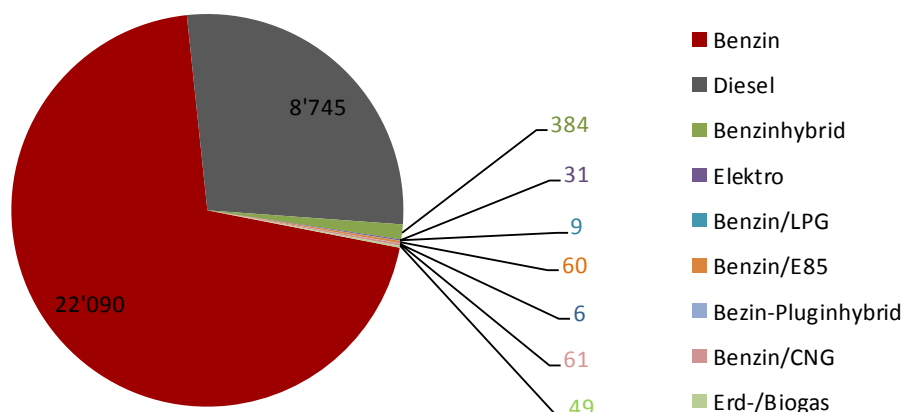


Abbildung 6: Anteile der Antriebsart bei Personenwagen (PW). ASTRA, Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister, Juni 2015.

Tabelle 11: Angaben zu Personenwagen (PW) von als Halter in der Gemeinde wohnhafter Personen (ASTRA, 2015, Auswertung uwe).

Antrieb	Personenwagen	Luzern	Kanton
Insgesamt	<b>31'435</b>		
Benzin	22'090	70.3%	72.6%
Diesel	8'745	27.8%	25.9%
Benzinhybrid	384	1.2%	1.0%
Elektro	31	0.10%	0.1%
Benzin/LPG	9	0.03%	0.02%
Benzin/E85 (Alkohol)	60	0.19%	0.13%
Benzin-Pluginhybrid	6	0.02%	0.03%
Benzin/CNG	61	0.19%	0.11%
Erd-/Biogas	49	0.16%	0.08%

	Luzern	Kanton
Anzahl PW pro 100 EinwohnerInnen	39	51
Mittlerer Hubraum Benzin cm <sup>3</sup>	1'898	1'840
Mittlerer Hubraum Diesel cm <sup>3</sup>	2'105	2'090
Geschätzter Energieverbrauch pro Jahr [MWh]	307'039	2'733'000
Geschätzte CO <sub>2</sub> -Emission MIV pro Jahr [Mg/a] (Tonnen/a)	81'200	518'463
CO <sub>2</sub> -Emission pro Jahr der Wohngebäude [Mg/a] (Tonnen/a)	184'500	695'000
Verhältnis CO <sub>2</sub> Verkehr / Gebäude [%]	44%	75%

### 3.5 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Gebäudewärme

Werden fossile Brenn- und Treibstoffe verbrannt, wird CO<sub>2</sub> freigesetzt. Um diese Emissionen zu minimieren, wurde das Instrument der Lenkungsabgabe eingeführt. Während für Brennstoffe eine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe von heute 60SFR/Tonne erhoben wird, sind die Treibstoffe davon befreit.

Heute beläuft sich die CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe, welche die Konsumenten von Öl und Gas im Kanton Luzern für Gebäudewärme entrichten auf ca. 42 Millionen Franken. Ein Drittel der Erträge der CO<sub>2</sub>-Abgabe des Bundes fliesst in Massnahmen zur Förderung energetischer Sanierungen und erneuerbarer Energien. Wieviel dies in jedem Kanton und jeder Gemeinde ist, hängt von der Teilnahme der GebäudeeigentümerInnen an Sanierungsprogrammen ab. Im ganzen Kanton Luzern wurden 2014 4.6 Millionen Franken durch den Bund an Massnahmen der Gebäudehülle bezahlt.

Zwei Drittel der Lenkungsabgabe wird der Bevölkerung und Unternehmen direkt rückerstattet. Den Betrieben wird nach abgerechneter AHV Lohnsumme (aktuell 73,9 pro 100'000 CHF) zurückerstattet. Ausserdem wird jeder Person mit der Krankenkassenabrechnung pro Kopf 46.20 CHF aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe gutgeschrieben. Das ergibt für den Kanton Luzern 18 Millionen Franken.

Aufgrund der im GWR verzeichneten Energieträger der Heizung und des abgeschätzten Wärmebedarfs kann angegeben werden, wie hoch die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Gebäudeheizung sind. Die Energie für die Bereitstellung von Warmwasser wurde demselben Energieträger angerechnet, mit welchem die Heizwärme erzeugt wird.

Im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen Öl und Gas müssen auf die Emissionen des Stroms keine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe vom Endverbraucher bezahlt werden.<sup>3)</sup>

Tabelle 11: CO<sub>2</sub>-Emissionen durch fossile Brennstoffe nach Gebäudetyp und Baujahr in Mg (Tonnen) pro Jahr und pro Bewohner. Stand GWR: 29. Mai 2015

CO <sub>2</sub> _Emissionen [Tonnen/a] Luzern (29. Mai 2015)							im Kanton	
	EFH	MFH	WohnHmNN	teilw.WohnN	Summe			
Vor 1919	888	14'784	15'693	4'048	<b>35'413</b>	19%	11%	
1919-1945	3'921	21'238	7'913	747	<b>33'819</b>	18%	11%	
1946-1960	2'329	25'254	5'779	918	<b>34'280</b>	19%	13%	
1961-1970	1'338	20'969	5'292	962	<b>28'561</b>	15%	15%	
1971-1980	1'538	17'652	3'394	896	<b>23'479</b>	13%	17%	
1981-1985	385	4'508	1'398	179	<b>6'469</b>	4%	6%	
1986-1990	288	2'994	1'178	285	<b>4'745</b>	3%	7%	
1991-1995	599	3'614	554	193	<b>4'961</b>	3%	7%	
1996-2000	434	2'674	705	58	<b>3'870</b>	2%	6%	
2001-2005	399	2'922	420	62	<b>3'803</b>	2%	4%	
2006-2010	387	2'610	784	99	<b>3'881</b>	2%	3%	
2011-2015	39	572	556	44	<b>1'211</b>	1%	1%	
	<b>12'544</b>	<b>119'791</b>	<b>43'665</b>	<b>8'492</b>	<b>184'491</b>	100%	100%	
	7%	65%	24%	5%	100%			
im Kanton	20%	58%	17%	5%	100%		695'238	

Die CO<sub>2</sub>-Abgabe für die 179'500 Tonnen Emissionen der Brennstoffe Öl und Gas (CHF 60/t) beläuft sich auf 10'769'000 Fr. pro Jahr.

Beim tatsächlichen Strommix der Schweiz (Strom aus der Produktion fossiler Energieträger (Braunkohlestrom aus Deutschland) müsste dem Strom eine CO<sub>2</sub>-Emission von 133 g/kWh

zugeordnet werden. Der in Elektroheizungen und Wärmepumpen verbrauchte Strom würde demnach zu zusätzlichen Emissionen von 1'019 Tonnen führen.

Zum Vergleich: Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der in Luzern registrierten Personenwagen belaufen sich auf geschätzte 81'200 Mg(Tonnen). Auf Treibstoffen wird jedoch keine CO<sub>2</sub>-Abgabe erhoben.

## 4 Energieproduktion

### 4.1 Erneuerbarer Strom

Die Informationen zur Produktion von Strom stammen von Swissgrid. Diese Daten sind, da sie auf den Anschlussleistungen und durchgeleiteten Strommengen basieren, sehr zuverlässig.

Tabelle 13: Produktion von Strom aus nachhaltigen Energiequellen. Swissgrid 2015.

	Anzahl Anlagen	Leistung (kW)	Produktion (MWh)	
<b>Photovoltaik</b>	<b>37</b>	<b>688</b>	<b>601</b>	100%
Wasserkraft				
Biogas				
Klärgas				
Windenergie				
sonstige				
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>688</b>	<b>601</b>	100%

Die heute auf Gemeindegebiet erzeugte elektrische Energie von 12'834 MWh entspricht 11.9% des Verbrauchs in den Haushalten der Gemeinde.

#### 4.1.1 Solarpotential

Das Solarpotential einer Gemeinde bezeichnet Fläche, Eignung und die daraus resultierende theoretisch erzeugbare Energie der auf Dachflächen installierbaren Photovoltaikanlagen. Die Berechnungen stammen aus dem kantonalen Solarpotentialkataster. Es werden vier Eignungskategorien berechnet. Die hier angegebenen Summen entsprechen der Eignung „gut“ und „sehr gut“. Die Summe dieser Potentiale gibt das maximale theoretisch technisch machbare Potential aller - privater wie öffentlicher - Gebäude einer Gemeinde.



Abbildung 7: Beispiel Solarpotentialkataster.

Die Gemeinde Luzern verfügt über 1'328'992 m<sup>2</sup> geeignete Dachflächen mit einem Strompotential von 164.5 GWh pro Jahr. (Dem 60-Fachen der heute mittels PV erzeugten Strommenge.)

### 4.1.2 Solarpotenzial der gemeindeeigenen Bauten

Einige Gemeinden haben im Detail abklären lassen, welche gemeindeeigenen Gebäude für PV-Anlagen geeignete Dachflächen aufweisen. Hierbei wird nicht nur die Dachfläche, sondern auch die technische und ökonomische Machbarkeit im Einzelfall geprüft.

Das Solarpotential auf gemeindeeigenen Dachflächen der Gemeinde Luzern wurde nach Kenntnis der Dienststelle uwe noch nicht geprüft.

## 4.2 Umweltwärme

Umweltwärme die mittels Wärmepumpen auf eine höhere, nutzbare Temperatur gebracht wird kann verschiedenen Medien der Umwelt entzogen werden. Je nach Technik und Quelle sind die Investitionskosten höher oder tiefer. Die meisten Wärmepumpen setzen Elektrizität als primäre Energie ein. Eine wichtige Kennzahl für den Wirkungsgrad des Systems ist die Jahresarbeitszahl (JAZ). Eine JAZ von 3 bedeutet, dass mit 1 kWh der Umwelt 2 kWh Wärme entzogen und so 3 kWh nutzbare Wärme für Heizung oder Warmwasser bereitgestellt werden kann.

Luftwärmepumpen benötigen eine geringere Investition und eignen sich vor allem für kleinere Objekte mit geringerem Wärmebedarf. Insbesondere bei sehr kalten Temperaturen haben sie einen geringen Wirkungsgrad.

Eine weitverbreitete Quelle von Umweltwärme ist das oberflächliche Erdreich von 200 bis 300m Tiefe, dem mittels Erdwärmesonden Wärme entzogen wird.

Daneben gibt es Umweltwärmeprojekte mit Entzug aus dem Grundwasser oder Oberflächenwasser (Seen).

### 4.2.1 Solare Wärme

Während Strom aus PV-Anlagen universell eingesetzt werden kann unterstützt Solarthermie die Produktion von Warmwasser im betreffenden Gebäude. Pro Person werden 1- 2m<sup>2</sup> Kollektorfläche benötigt. Die entsprechende Fläche ist auf den meisten Gebäuden vorhanden. Ein Solarwärmepotential einer Gemeinde auszuweisen macht daher wenig Sinn. Im Einzelfall entscheidet eher die technische und ökonomische Machbarkeit. Die Solarthermie steht jedoch in einer gewissen Konkurrenz zu PV-Anlagen. Solarstrom vermag in Kombination mit einer Wärmepumpe oft deutlich kostengünstiger Warmwasser zu erzeugen.

### 4.2.2 Luftwärmepumpen

Das Potential an Umweltwärme ist bei Luftwärmepumpen nahezu unbegrenzt. Konflikte können bei geringen Gebäudeabständen durch Lärmemissionen von Wärmepumpenanlagen entstehen. Ökologisch betrachtet spielt es hierbei eine entscheidende Rolle woher der Strom für den Betrieb der Wärmepumpe stammt. Heute werden geschätzte 0.8% der Gebäudewärme im Kanton mittels Wärmepumpen erzeugt (Luft und Erdwärmesonden zusammen).

### 4.2.3 Erdwärmesonden

Siehe auch Kapitel 3.1.4. Im Kanton Luzern gibt es bereits über 7'000 Erdwärmesonden-Anlagen. Ist der geologische Untergrund geeignet, kann theoretisch jeweils im Abstand von 5 Metern eine Sonde gebohrt werden. Pro Hektare Bauzone wären so maximal 400 Sonden möglich. Abhängig vom Gestein kann ca. 40 W/m Sonde Wärmeleistung entzogen werden. Aus 400 Sonden wäre ein maximales Umweltwärmepotential von 5'000 bis 6'000 MWh Umweltwärme pro Hektare nutzbar. In der Praxis muss im Einzelfall geklärt werden ob die Platzverhältnisse und der Untergrund das Bohren einer Sonde zulassen. Das Geoportal Kanton Luzern weist aus, in welchen Gebieten Erdwärmesonden zulässig sind: [www.geo.lu.ch/map/erdwaermenutzung](http://www.geo.lu.ch/map/erdwaermenutzung).



#### 4.2.4 Oberflächengewässer

Gemeinden mit Seeuferanstoss haben potentiell die Möglichkeit, Seewasser für Wärme, aber auch für Kälte zu nutzen. Der Vierwaldstättersee und auch die Reuss haben rein physikalisch betrachtet ein nahezu unerschöpfliches Wärme-, bzw. Kühlpotential. Projekte, dieses zu nutzen, sind von vielen technischen, ökonomischen und umwelttechnischen Randbedingungen abhängig. Sie müssen sorgfältig im Einzelfall abgeklärt werden. Eine Berechnung eines hypothetischen Potentials alleine auf Grund der Uferlinie greift viel zu kurz. Aus diesem Grund wird hier auf solche Angaben verzichtet.

#### 4.3 Biomasse

Holz ist aktuell bei weitem der wichtigste nachhaltige Energieträger im Kanton Luzern. Er stellt im Kanton 13% der im Wohnbereich benötigten Wärme zu Verfügung. Die Fläche von Wald auf Gemeindegebiet gibt einen Hinweis, wie viel Holz eine Gemeinde für Heizzwecke potentiell zur Verfügung hat. Die Gemeinde Luzern verfügt über 577 ha Waldfläche bei einer Gemeindefläche (ohne Seen) von 2'906 ha (20%). 46% der Waldfläche der Gemeinde Luzern ist mit älteren Bäumen oder Plenterwald besetzt. Die absolute Waldfläche muss aber im Verhältnis zur beheizten Wohnfläche (EBF) oder pro Kopf betrachtet werden. In der Gemeinde Luzern stehen für einen Quadratmeter beheizte Wohnfläche (EBF) 0.9m<sup>2</sup> Waldfläche zur Verfügung (72 m<sup>2</sup> pro Kopf). Im kantonalen Durchschnitt sind es 13.6m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>EBF und 1'060 m<sup>2</sup> pro Kopf. Die Holzenergie stellt in der Gemeinde heute 1% der Wärmeenergie für Gebäude zur Verfügung. Es besteht ein Potential vermehrt Holz zu nutzen. Die reinen Flächengrößen von Wald sind jedoch im Einzelfall mit der Nutzbarkeit (Erschliessung, Bestandesalter, Eigentumsverhältnisse, usw.) zu gewichten.

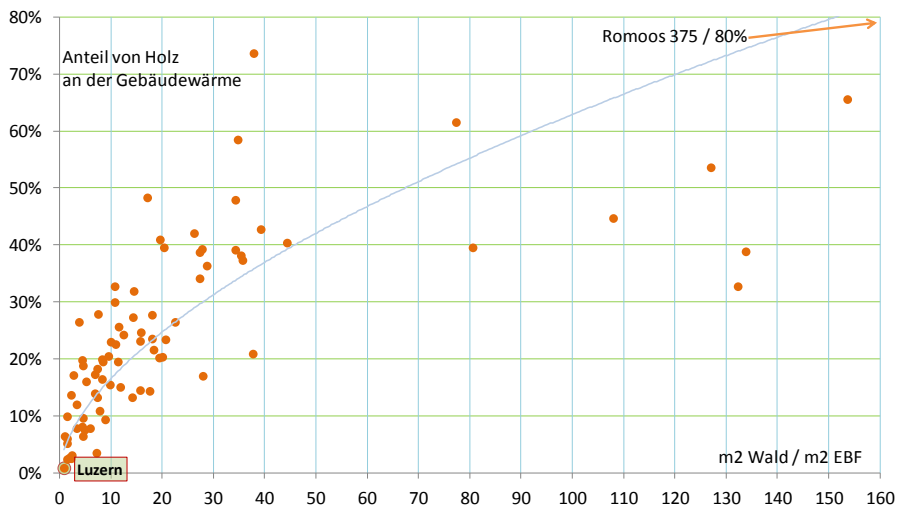


Abbildung 8: Indikator der Verfügbarkeit von Holz: Waldfläche im Verhältnis zur beheizten Wohnfläche versus Anteil der Holzenergie die bereits für Heizzwecke von Wohnraum eingesetzt wird.

Die Waldfläche wurde aus den Daten des Geoportals des Kantons Luzern berechnet. Die Flächen folgenden Kategorien wurden ungewichtet summiert: Jungwuchs, Stangenholz, schwaches bis mittleres Baumholz, starkes Baumholz bis Altholz, gemischt strukturiert (Plenterwald).

#### 4.4 Biogas

Um eine Biogasanlage rentabel zu betreiben ist es unabdingbar, dass in der Region genügend vergärbare Biomasse zur Verfügung steht. Aktuell werden diese Substrate im Kanton Luzern grösstenteils bereits genutzt. Ein Potential für zusätzliche Anlagen besteht bei diesem Energieträger kaum mehr.

## 5 Räumliche Analysen

Im Geoportal des Kantons Luzern können verschiedene Energiekennzahlen der Wohngebäude in Hektarauflösung dargestellt werden. Die untenstehenden Beispiele illustrieren dies.

[https://uwe.lu.ch/themen/energie/daten\\_zu\\_energie](https://uwe.lu.ch/themen/energie/daten_zu_energie)

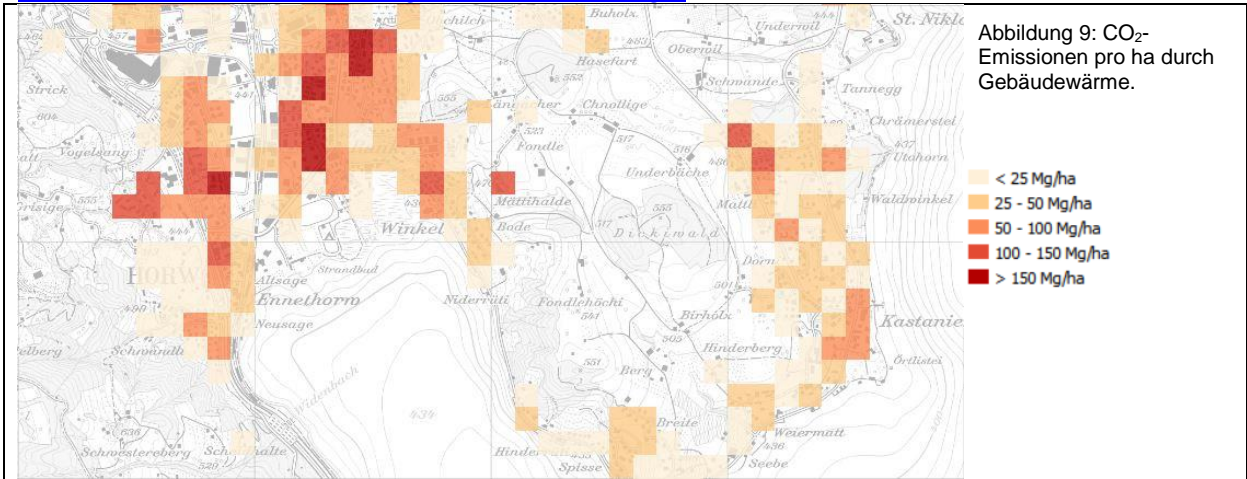


Abbildung 9: CO<sub>2</sub>-Emissionen pro ha durch Gebäudewärme.

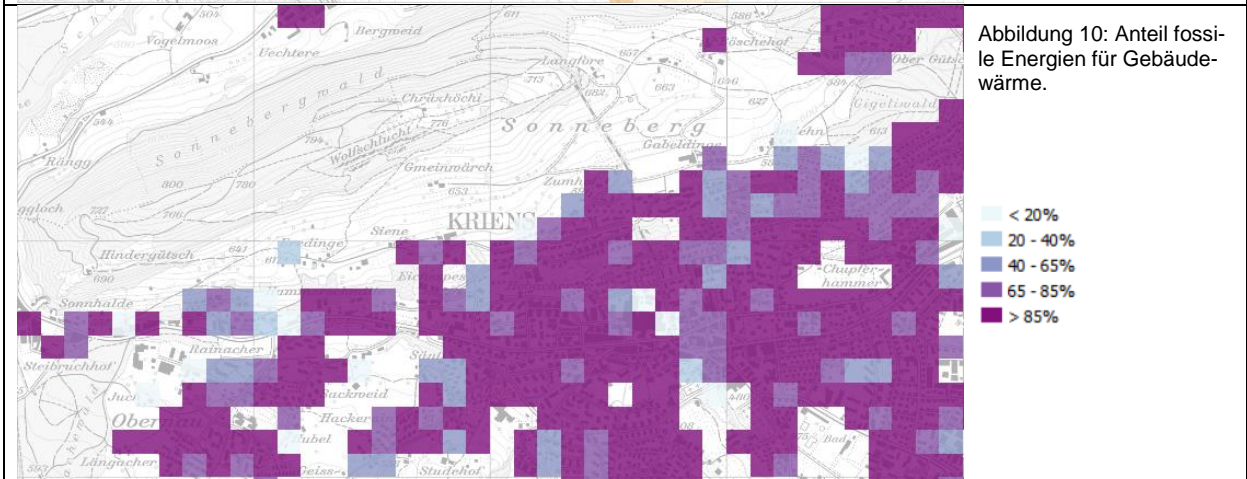


Abbildung 10: Anteil fossile Energien für Gebäudewärme.

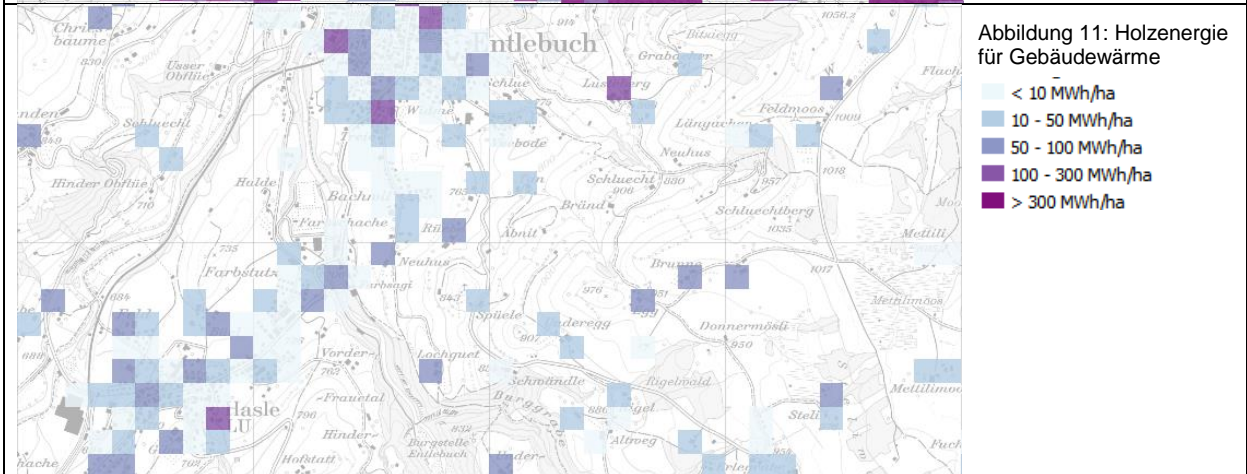


Abbildung 11: Holzenergie für Gebäudewärme

## Anhang I

<p><b>Einfamilienhaus (EFH)</b> Besteht ausschliesslich aus Wohnungen (reines Wohngebäude, keine Nebennutzung). Ein Einfamilienhaus zählt eine einzige Wohnung. Z.B. Villen, Chalets, Wochenendhäuser, Doppel- und Reiheneinfamilienhäuser, etc. In der Kategorie EFH nicht enthalten sind: "Einfamilienhäuser" mit Einliegerwohnungen, "Einfamilienhäuser" mit Arztpraxis, landwirtschaftliche Betriebsgebäude mit Wohnteil, Wohngebäude mit Nebennutzung, Terrassenhäuser</p>	
<p><b>Mehrfamilienhaus (MFH)</b> Besteht ausschliesslich aus Wohnungen (reines Wohngebäude, keine Nebennutzung). Ein Mehrfamilienhaus zählt zwei oder mehr Wohnungen. Z.B. Mehrfamilienhäuser ohne Geschäfte, Büroräumlichkeiten u.dgl., Appartementshäuser mit mehreren (Ferien-)Wohnungen etc. Nicht enthalten sind: Wohngebäude mit einzelnen Geschäften, Büroräumlichkeiten etc., Gebäude mit Räumlichkeiten für Kollektivhaushalte bzw. für gemeinschaftliches Wohnen wie Kliniken, Heime, Internate, Hotels, Strafanstalten etc.</p>	
<p><b>Wohngebäude mit Nebennutzung (WohnHmNN)</b> bestehen mehrheitlich aus Wohnungen, enthalten aber auch industrielle, gewerbliche, kommerzielle oder landwirtschaftliche Räumlichkeiten. Z.B. Wohngebäude mit Wohnungen und z.B. einem Geschäft, einer Werkstatt oder einer Bank im Erdgeschoss. Wohngebäude mit Wohnungen und Arztpraxen oder Büroräumlichkeiten im Gebäude. Beinhaltet auch Landwirtschaftliche Betriebsgebäude mit Wohnteil, Ferienhäuser mit Sportgeschäft im Erdgeschoss. Schliesst aus: Gebäude mit Räumlichkeiten für Kollektivhaushalte bzw. für gemeinschaftliches Wohnen wie Kliniken, Heime, Internate, Hotels, Strafanstalten etc. Gebäude, die mehrheitlich aus anderen Räumlichkeiten als Wohnungen bestehen.</p>	 
<p><b>Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung (teilw. WohnN)</b> enthalten Wohnungen, bestehen aber mehrheitlich aus industriellen, gewerblichen, kommerziellen oder landwirtschaftlichen Räumlichkeiten. Z.B. Schulhäuser, Fabriken, Verwaltungsgebäude etc. mit einer Abwartwohnung o.dgl. Beinhaltet auch Gebäude mit Räumlichkeiten für Kollektivhaushalte bzw. für gemeinschaftliches Wohnen wie Kliniken, Heime, Internate, Hotels, Strafanstalten etc. Schliesst aus: Schulhäuser, Fabriken oder Verwaltungsgebäude etc. ohne (Abwart-) Wohnung, landwirtschaftliche Betriebsgebäude mit Wohnteil, Wohngebäude mit einzelnen Geschäften, Büroräumlichkeiten etc.</p>	
<p><b>Gebäude ohne Wohnnutzung (ohne WohnN)</b> bestehen ausschliesslich aus industriellen, gewerblichen, kommerziellen oder landwirtschaftlichen Räumlichkeiten. Z.B. Schul-, Kultur-, Industrie-, Lager-, Büro- oder Verwaltungsgebäude. Beinhaltet auch Kirchen, Sporthallen, landwirtschaftliche Betriebsgebäude, Nebenbauten wie Garagen, Kleintierställe, Bienenhäuser etc. Nicht enthalten sind: Gebäude, die für Kollektivhaushalte bzw. für gemeinschaftliches Wohnen konzipiert sind wie Heime, Internate, Hotels., Schulhäuser, Fabriken oder Verwaltungsgebäude mit (Abwart-) Wohnung, Bauwerke ohne geschlossene Bauhülle wie offene Hallen und Carports.</p> <p>Anmerkung: Gebäude ohne jede Wohnnutzung müssen nicht zwingend im GWR erfasst werden. Viele Gemeinden tun dies jedoch, was die Verwaltung von gebäudebezogenen Daten enorm erleichtert. Hier wurden sie noch nicht in die Auswertung mit einbezogen, da ein Vergleich zwischen Gemeinden nicht möglich wäre.</p>	

## Datenquellen und Hinweise

- 1) **Fahrleistung des Strassenverkehrs in der Schweiz, BUWAL August 2004 (12'700 km/a für Benzin und 17'000 km/a für Diesel).**
- 2) **HBEFA 3.2, Handbuch der Emissionsfaktoren 25. Juli 2014.**
- 3) **Treibhausgas-Emissionen der Schweizer Strommixe, BAFU, 2012**
- 4) **Typischer Haushalt-Stromverbrauch S.A.F.E., Jürg Nipkow, Mai 2013.**
- 5) **Methoden und Quellen des Energiespiegels, uwe 2015.**  
([Methoden\\_Energiespiegel.pdf](#))

