

**Aktualisierte Massnahmenliste zum 2. Monitoringbericht zur Energiestrategie 2030 (Datenstand Ende 2021)**

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energieträger			Treibhausgasemissionen CO <sub>2</sub> (Inland) und CO <sub>2</sub> (*Global)		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2021 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2021 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2021 (Gg CO <sub>2</sub> /a)
<b>1 Massnahmen Gebäude</b>									
Vorschriften									
1.6 Vorschriften Neubauten	7.2	12.2	0.0				(*) 1.6	4.0	1.4
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen	5.8						(*) 2.6		
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe	8.0	1.2	0.3				(*) 1.1	0.2	0.0
Förderungen									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	250.0	19.2	1.2				(*) 54.8	4.2	0.3
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	50.0	3.1	0.1				(*) 11.0	0.7	0.0
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz + Pellets (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)				33.0	23.6	1.1	(*) 7.2	5.2	0.2
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	115.0	18.9	3.9				(*) 37.9	6.2	1.3
1.5.2 Wärmepumpenboiler (Erwärmung von Brauchwasser durch WP-Boiler, Art. 3.1.d EEG)		3.0	0.3				(*)	0.7	0.1
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	17.0	9.2	0.2				(*) 7.3	4.0	0.1
6.2 Potenzialstudien Energieeffizienz							(*)		
Technologie									
3.5 Smart Energy									
Bewusstseinsbildung									
5.2 Aus- und Weiterbildung									
5.3 Bewusstseinsbildung									
5.4 Publizierung von Best-Practice-Beispielen									
5.5 Energiefachstelle als Anlaufstelle									
<b>Teilsomme Massnahmenbündel 1</b>	<b>453.0</b>	<b>66.8</b>	<b>6.0</b>	<b>33.0</b>	<b>23.6</b>	<b>1.1</b>	<b>(*) 113.5</b>	<b>21.1</b>	<b>1.9</b>
							<b>(*) 99.8</b>	<b>19.0</b>	<b>0.7</b>
<b>2 Massnahmen Mobilität/Verkehr</b>									
Vorschriften									
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen		4.5	0.0					1.2	0.0
2.9 Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen									
Reduktion und Verlagerung des Verkehrs									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	112.0		0.8				(*) 29.8	0.2	0.2
2.3 S-Bahn							(*) 29.8	0.0	0.0
2.4 Langsam- resp. Aktivverkehr									
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	51.0	1.5	-0.1				(*) 13.6	0.4	0.0
Technologie									
2.8 Elektrofahrzeuge	227.0	37.7	3.1				(*) 81.9	13.7	1.1
Bewusstseinsbildung							(*) 29.0	4.7	0.4
2.12 Sharing Economy in der Mobilität									
<b>Teilsomme Massnahmenbündel 2</b>	<b>390.0</b>	<b>43.8</b>	<b>3.8</b>				<b>(*) 125.3</b>	<b>15.6</b>	<b>1.3</b>
							<b>(*) 72.4</b>	<b>5.1</b>	<b>0.4</b>

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energieträger			Treibhausgasemissionen CO <sub>2</sub> (Inland) und CO <sub>2</sub> (*Global)		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2021 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2021 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2021 (GWh/a)
<b>3 Massnahmen Energieerzeugung und Beschaffung</b>									
Vorschriften									
3.1 Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung	64.0	32.2					(*) 5.4 22.7	2.7 8.5	
6.3 Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein									
Erzeugung									
4.1 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus ern. Energien oder KWK, Art 3.1.e EEG) (bezogen auf kWh <sub>el</sub> )				150.0	40.5	3.1	(*) 64.8	17.5	1.4
4.2 Stromgewinnung aus KWK-Anlagen	12.5	0.5	0.1				(*) -2.5 2.9	-0.1 0.1	0.0 0.0
4.3 Wasserkraftwerke				215.9	0.8	0.8	(*) 93.3	0.3	0.3
4.5 Windkraftwerke				14.0			(*) 6.0		
4.6 Biogasnutzung und erneuerbares Gas (Power-to-Gas)				11.7	7.5		(*) 2.6 2.6	1.6 1.6	
4.7 Tiefengeothermie Strom und Wärme				75.0			(*) 15.3 17.5		
3.3 Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze bei sinnvoller Konstellation			0.3	246.0	24.5	15.2	(*) 53.9 53.9	5.3 5.3	3.3
4.4 Holzheizwerke (Projekte Balzers und Malbun)				63.0	15.0		(*) 13.8 13.8	3.3 3.3	
1.5.1 Solarkollektoren (Erwärmung von Brauchwasser durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)				36.0	-6.9	-0.8	(*) 7.9 7.9	-1.5 -1.5	-0.2
Beschaffung									
4.8 Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie									
3.6 Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung -und Abwasserreinigung									
Bewusstseinsbildung									
5.7 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand									
6.4 Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes									
5.1 Energiestädte									
6.1 Energiestatistik									
<b>Teilsomme Massnahmenbündel 3</b>	<b>76.5</b>	<b>32.7</b>	<b>0.3</b>	<b>811.6</b>	<b>81.3</b>	<b>18.4</b>	(*) <b>96.4</b> <b>285.4</b>	<b>11.3</b> <b>35.2</b>	<b>3.1</b> <b>1.7</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>919</b>	<b>143</b>	<b>10</b>	<b>845</b>	<b>105</b>	<b>19</b>	(*) <b>335</b> <b>458</b>	<b>48</b> <b>59</b>	<b>6</b> <b>3</b>

(\*) CO<sub>2</sub> (Global)

**Massnahme 1.1: Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art. 3.1.a EEG)**

**Hintergrund:** Wärmedämmungen bei bestehenden Bauten werden in Liechtenstein gemäss EEG gefördert. Die Förderbeiträge berechnen sich in Abhängigkeit der Einzelbauteile sowie deren Fläche.

**Potenzial:** Das theoretische Potenzial liegt bei 50% der heute für Heizenergie eingesetzten Energie. Theoretisches Potenzial: 250 GWh/a

**Ziel:** Beibehaltung oder Steigerung der Sanierungsrate. Erreichung einer Heizwärmeeinsparung von 42.8 GWh/a bis ins Jahr 2030.

**Umsetzung:** Fortführung der EEG Fördermassnahmen. Förderungen für Energieberatung (andere Massnahmen).

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Umsetzbarkeit der Massnahme hängt von der Art der Weiterführung des EEG sowie der Sanierungsrate ab.

**Kosten:** Die Förderzusagen/Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich 2020 auf rund 0.95 Mio. CHF.

**Energiestrategie 2030**

Zeitrahen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung													
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		1.18 — 2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	19.2 — 20.0
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		258 — 438	438	438	438	438	438	438	438	438	438	4'200 — 4'380
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		250 GWh/a	GWh/a	54'750 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		19.2 GWh/a	- GWh/a	4'200 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.950 Mio	2.3 Rp/kWh	Mio Rp/kWh	105 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 1.1: Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art. 3.1.a EEG)

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials bei Wärmedämmung von bestehenden Bauten

Das theoretische Potenzial kann den Betrag der für Heizwärme verbrauchten Energie nicht übersteigen. Es dient der groben Orientierung und ist nicht als absoluter Wert zu sehen. Bei der Sanierung aller älteren Gebäude kann davon ausgegangen werden, dass sich die Hälfte des Heizenergieverbrauches einsparen liesse. Auch in der Industrie wird ein grosser Teil der Brennstoffe für Heizwärme eingesetzt, welcher sich durch geeignete Massnahmen reduzieren lässt. Hinweis: In der Praxis kann es bei Gebäuden mit mittelmässiger Dämmung kostengünstiger sein, eine effiziente Haustechnikanlage anstelle einer dicken Dämmung einzubauen.

50 % der Heizenergie können durch bessere Wärmedämmung eingespart werden.

Die im FL verbrauchten Brennstoffe werden zu grossen Teilen für Heizzwecke im Niedertemperaturbereich eingesetzt

Verbrauch FL 2008:	Erdgas	361 GWh/a	abz. Industrieprozesse	300 GWh/a	für Heizzwecke
	Heizöl	215 GWh/a	abz. Industrieprozesse	200 GWh/a	für Heizzwecke
				<u>500 GWh/a</u>	<u>für Heizzwecke</u>

500 GWh entsprechen 37% des Gesamtenergieverbrauches FL 2008

50% von 500 GWh/a sei das theoretische Potenzial

→ 250 GWh/a x 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh\* → **54'750 tCO<sub>2</sub>/a**

Kostenberechnung	Effizienz		erneuerbare Energie		CO <sub>2</sub> *	
Zielzuordnung	X		Einsparung ≠ erneuerbar		X	
Kosten 2020 Staatshaushalt	950'595	CHF			950'595	CHF
Wirkung pro Jahr	1'184	MWh/a			259	tCO <sub>2</sub>
Erwartete Lebensdauer **	35	Jahre			35	Jahre
Wirkung über Lebensdauer	41'440	MWh			9'075	tCO <sub>2</sub>
Kosten 2020 Förderung Staatshaushalt	2.3	Rp/kWh			105	CHF/tCO <sub>2</sub>

\*\* Dach/Wand = 40 a + Fenster = 30 a → Durchschnitt ca. 35 a

### Massnahme 1.2: Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)

**Hintergrund:** Neubauten im Minergie-A/P-Standard werden gemäss EEG gefördert. Minergie ist ein freiwilliger Baustandard. Gefördert werden sollen Bauten, welche weit über das gesetzliche Mass hinaus gehen.

**Ziel:** Erhöhung des Anteils an Minergie-A/P-Bauten bei Sanierungen und Neubauten.

**Potenzial:** Diverse Massnahmen zur Erfüllung von Minergie werden separat gefördert. Deshalb wird dieser Massnahme ausschliesslich die Wirkung der kontrollierten Lüftung und der Zusatzdämmung angerechnet. Theoretisches Potenzial: ca. 50 GWh/a.

**Umsetzung:** Fortführung und Optimierung der EEG Fördermassnahmen. Sensibilisierung für Minergie und Plusenergiebauten.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Umsetzbarkeit der Massnahme hängt von der Art der Weiterführung des EEG ab. Gemäss angepasstem EEG wird noch Minergie-A/P gefördert.

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich im Jahr 2020 für 4'632 m<sup>2</sup> auf rund 0.159 Mio. CHF

### Energiestrategie 2030

Zeiträumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2 EBF	210'177	+7'977 -10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	308'154 -310'177
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.08										3.1
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	2.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	3.1
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a	460	17 22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	675 679
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (Global) **
Theoretisches Potenzial		50 GWh/a	GWh/a	10'950 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		3.1 GWh/a	- GWh/a	675 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.159 Mio	8.7 Rp/kWh	Mio Rp/kWh	396 CHF/tCO <sub>2</sub>

Aufgrund der Förderzusagen sind ab 2014 sowohl Minergie- als auch Minergie-P/A-Objekte enthalten.

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007)

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009)

## Massnahme 1.2: Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)

### Annahmen und Berechnungen

#### Theoretisches Potenzial

Diverse Massnahmen, welche zur Erfüllung von Minergie (Minergie/Minergie-P/Minergie-A) beitragen, sind schon in anderen Kategorien erfasst (z.B. Photovoltaik, Sonnenkollektoren usw.). Im Vergleich zum „normalen“ Bauen nach Baugesetz kann dieser Massnahme die Energieeinsparung, welche durch die kontrollierte Lüftung und mehr Dämmung erreicht wird, angerechnet werden. Damit werden Doppelzählung vermieden.

-> Anrechenbare Wirkung = 10 kWh pro m<sup>2</sup> EBF (Einsparung Lüftung und im Schnitt bessere Dämmung als das Baugesetz verlangt)

Das theoretische Potenzial entspricht der gesamten beheizten Fläche, welches theoretisch auf Minergie-Standard umgerüstet werden könnte.

Beheizte Energiebezugsfläche im FL: ca. 5 Mio. m<sup>2</sup> (2010) \*

Theoretisches Potenzial: 5 Mio. m<sup>2</sup> x 10 kWh pro m<sup>2</sup>: **50 GWh/a** **10'950 tCO<sub>2</sub>/a**

#### Kostenberechnung

	Effizienz	erneuerbare Energie	CO <sub>2</sub> **
Zielzuordnung	X		X
Kosten Staatshaushalt 2020 Minergie und Minergie-A/P	159'540 CHF		159'540 CHF
Geförderte Minergie Energiebezugsfläche 2020	4'632 m <sup>2</sup>		
Wirkung im Jahr 2020	46 MWh/a		10 tCO <sub>2</sub> /a
Erwartete Lebensdauer	40 Jahre		40 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	1'840 MWh		403 tCO <sub>2</sub>
Kosten 2020 Förderung Staatshaushalt	8.7 Rp/kWh		396 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Gemäss eigenen Berechnungen auf der Basis des Energiekatasters sowie Literaturquellen.

\*\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

**Massnahme 1.3: Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz + Pellets (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)**

**Hintergrund:** Heizungsanlagen werden in Liechtenstein gemäss EEG gefördert. Die Förderbeiträge berechnen sich in Abhängigkeit der Systeme und der beheizten Energiebezugsfläche.

**Potenzial:** Das noch zusätzlich nachhaltig nutzbare Holzpotenzial (Zahlen 2017) beträgt rund 44 GWh/a. Die Nutzung kann durch Import von Holzpellets erhöht werden. Siehe auch Massnahme 4.4 Holzheizwerke.

**Ziel:** Den Anteil der Holzheizungen im Rahmen des nachhaltigen Potenzials zu erhöhen und das noch nutzbare Holzpotenzial (inkl. Importe) auszuschöpfen.

**Umsetzung:** Fortführung und Optimierung der Fördermassnahmen unter dem EEG. Ab 2021/22 Einführung der MuKEn 2014, weshalb Neubauten nicht mehr gefördert würden.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Umsetzbarkeit der Massnahme hängt von der Art der Weiterführung des EEG sowie der Sanierungsrate ab. Holzheizwerke werden unter Massnahme 4.4 geführt.

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich 2020 für 14'523 m<sup>2</sup> auf rund 0.419 Mio. CHF.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung			+10'753										422'485
	m2 EBF	186'732	-25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	-436'732
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a		1.08 — 2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	23.6 — 25.0
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		235 — 548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	5'163 — 5'475
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert      Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	33 GWh/a	7'227 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	24 GWh/a	5'163 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	Mio	Rp/kWh	0.42 Mio 1.9 Rp/kWh	87 CHF/tCO <sub>2</sub> 87 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 1.4: Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)**

**Hintergrund:** Heizungsanlagen werden in Liechtenstein gemäss EEG gefördert. Die Förderbeiträge berechnen sich in Abhängigkeit der Systeme und der beheizten Energiebezugsfläche.

**Potenzial:** Durch den Einsatz von Wärmepumpen lassen sich bis 2030 rund 85 GWh/a fossile Energieträger substituieren, wovon 56.7 GWh (2/3) der Effizienzverbesserung zugewiesen wird.

**Ziel:** Einsatz von Wärmepumpenheizungen bei Neubauten und, wo sinnvoll, bei Sanierungen.

**Umsetzung:** Fortführung und Optimierung der Fördermassnahmen unter dem EEG. Um die Anlageneffizienz im Betrieb hoch zu halten, soll eine Überwachung der Jahresarbeitszahl (Strom- und Wärmemessung) eingeführt werden. Ab 2021/22 Einführung der MuKE 2014, weshalb Neubauten nicht mehr gefördert würden.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Umsetzbarkeit der Massnahme hängt von der Art der Weiterführung des EEG sowie der Sanierungsrate ab.

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich 2020 für 54'696 m<sup>2</sup> auf rund 0.621 Mio. CHF

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2 EBF	619'610	+58'844 —+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	903'454 —869'610
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		3.92										18.9
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	16.7
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		1'289 —548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	6'216 —5'475
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		441 —188	188	188	188	188	188	188	188	188	188	2'129 —1'875

realisiert      Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		115 GWh/a	GWh/a	37'887 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		18.9 GWh/a	- GWh/a	6'216 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.621 Mio	1.6 Rp/kWh	Mio	35 CHF/tCO <sub>2</sub>
				101 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



**Massnahme 1.4: Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)**

**Annahmen und Berechnungen**

Abschätzung des theoretischen Potenzials durch Ersatz von Wärmepumpen				
Das theoretische Potenzial kann den Betrag der für Heizwärme verbrauchten Energie nicht übersteigen. Es dient der groben Orientierung und ist nicht als absoluter Wert zu sehen. Bei der Sanierung aller älteren Gebäude kann davon ausgegangen werden, dass sich die Hälfte des Heizenergieverbrauchs durch bessere Wärmedämmung einsparen liesse. Das max. Potenzial sei erreicht, wenn alle sanierten Gebäude mit Wärmepumpen oder Holzheizungen beheizt würden. Da die Holzheizungen einen gewissen Anteil übernehmen können, wird das Potenzial Holz vorgängig von der Wärme abgezogen. Weitere Einflüsse wie mehr beheizte Fläche in der Zukunft etc. werden in dieser vereinfachten Betrachtung nicht berücksichtigt.				
Die im FL verbrauchten Brennstoffe werden zu grossen Teilen für Heizzwecke eingesetzt				
Verbrauch FL 2008:	Erdgas	361 GWh/a	abz. Industrieprozesse	300 GWh/a für Heizzwecke
	Heizöl	215 GWh/a	abz. Industrieprozesse	200 GWh/a für Heizzwecke
500 GWh/a entsprechen 36% des Gesamtenergieverbrauches FL 2008				
<b>Abschätzung des Heizenergieverbrauchs:</b> 5 Mio. m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche mit einem spezifischen Verbrauch (H + WW) von 100 kWh/m <sup>2</sup> ergeben ebenfalls 500 GWh. Der Wert scheint plausibel.				
Weitere Annahmen:	50% der Heizenergie kann durch bessere Wärmedämmung eingespart werden. Restverbrauch gedämmte Gebäude: 250 GWh Abzug Holzpotenzial: 77 GWh Restverbrauch nach Abzügen: 173 GWh Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen im Durchschnitt: 3,0			
Potenzial Effizienz:	Einsparung 2/3 → <b>115 GWh</b> von 173 GWh    Restverbrauch 1/3 in Strom → 58 GWh			
Potenzial CO <sub>2</sub> :	Um die CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die Stromerzeugung im Ausland besser berücksichtigen zu können, wird die Einsparung auf der Grundlage des importierten Stroms (UCTE-Strommix) ausgewiesen.			
CO <sub>2</sub> -Einsparung (Inland):	173 GWh x 0,219* = <b>37'887 *tCO<sub>2</sub></b>			
CO <sub>2</sub> -Einsparung (UCTE):	173 GWh x (0,219* - 1/3 x 0,432**) = 173 GWh x (0,075 tCO <sub>2</sub> /MWh**) = <b>12'975 **tCO<sub>2</sub>/a</b>			

Kostenberechnung								
	Effizienz		erneuerbare Energie		CO <sub>2</sub> * (Inland)		CO <sub>2</sub> ** (UCTE)	
Zielzuordnung	X		Einsparung ≠ erneuerbar		X		X	
<b>Kosten Staatshaushalt 2020 (Haustechnikanlagen)</b>	1'040'569	CHF						
<b>Kosten Staatshaushalt 2020 (davon Wärmepumpen)</b>	621'359	CHF			621'359	CHF	621'359	CHF
<b>Wirkung pro Jahr (2/3 des Verbrauches, da 1/3 Strom)</b>	3'650	MWh/a			1'199	tCO <sub>2</sub> /a	411	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Erwartete Lebensdauer **</b>	15	Jahre			15	Jahre	15	Jahre
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>	38'170	MWh			17'985	tCO <sub>2</sub>	6'159	tCO <sub>2</sub>
<b>Kosten 2020 Förderung Staatshaushalt</b>	1.6	Rp/kWh			35	CHF/tCO <sub>2</sub>	101	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 1.5.1: Solarkollektoren (Erwärmung von Brauchwasser durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)

**Hintergrund:** Sonnenkollektoren werden in Liechtenstein gemäss EEG gefördert. Als Ergänzung zu Feuerungen (Öl/Gas/Holz) können diese die Warmwasserproduktion zu rund 60% übernehmen. Bei Wärmepumpenanlagen können thermische Sonnenkollektoren kontraproduktiv sein, da die Jahresarbeitszahl bei ungünstigen Systemeinbindungen negativ beeinflusst wird.

**Potenzial:** Das theoretische Potenzial wird durch die benötigte Warmwassermenge und die damit vermiedenen, teils beträchtlichen Verluste der Heizanlagen im Sommer definiert. Heute werden jedoch die verfügbaren Dachflächen meist mit Photovoltaik belegt und das Warmwasser dann mit der Wärmepumpe erwärmt.

**Ziel:** Hier ein hohes Ziel anzuführen ist aufgrund der technischen Entwicklung überholt. Viele thermische Sonnenkollektoranlagen werden heute bei Erreichen der Lebensdauer durch Photovoltaik und Wärmepumpen ersetzt.

**Umsetzung:** Förderung bei sinnvollen Konstellationen.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Es besteht eine technologische Konkurrenz zur Kombination von Wärmepumpen mit Photovoltaik.

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich für 2015 auf rund 0.075 Mio. CHF. Es sind keine wesentlichen Senkungen bei den Anlagenkosten zu erwarten.

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2	13'281	+50 —+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	14'231 —14'281
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a		-0.79 —0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-6.9 —7.7
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-173 —168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-1'515 —1'683
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert      Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a 84'544 m <sup>2</sup>	36 GWh/a 7'893 tCO <sub>2</sub> /a	7'893 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	-7 GWh/a -1'515 tCO <sub>2</sub> /a	-1'515 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	Mio	Rp/kWh 0.075 Mio	3.4 Rp/kWh 157 CHF/tCO <sub>2</sub>	157 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 1.5.1: Solarkollektoren (Erwärmung von Brauchwasser durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)

### Annahmen und Berechnungen

<b>Abschätzung des theoretischen Potenzials von thermischen Sonnenkollektoren für die Brauchwarmwassererwärmung</b>					
Das theoretische Potenzial ist abhängig von der Energie, welche im Warmwasserbereich benötigt wird. Betrachtet wird der Haushalts- und Arbeitsbereich, wobei eine Wassermenge pro Person und Tag angenommen wird. Die industrielle Verwendung von Brauchwarmwasser wird bei dieser Betrachtung ausgeklammert.					
	Haushaltsbereich		Arbeitsbereich		Total
Warmwasserbedarf pro Person und Jahr	1'516	kWh/P a *	183	kWh/P a **	
Personen 2008	35'589	Personen	33'415	Personen	
Verbrauch Total Warmwasser	53'953	MWh/a	6'115	MWh/a	60'068 MWh/a
m <sup>2</sup> pro Person	71'178	m <sup>2</sup> bei 2 m <sup>2</sup> /P	13'366	m <sup>2</sup> bei 0.4 m <sup>2</sup> /P	84'544 m <sup>2</sup>
Solarer Anteil ca. 60%	32'372	MWh/a	3'669	MWh/a	36'041 MWh/a
					7'893 tCO <sub>2</sub> /a

<b>Kostenberechnung</b>					
	Effizienz	erneuerbare Energie		CO <sub>2</sub> ***	
<b>Zielzuordnung</b>		X		X	
<b>Kosten Staatshaushalt 2015</b>		75'075	CHF	75'075	CHF
<b>Wirkung Jahr 2015</b>		109	MWh/a	24	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Erwartete Lebensdauer</b>		20	Jahre	20	Jahre
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>		2'187	MWh	477	tCO <sub>2</sub>
<b>Kosten pro kWh Wirkung</b>		3.4	Rp/kWh	157	CHF/tCO <sub>2</sub>

\*  $50 \text{ l} \times 1,163 \text{ Wh/l} \cdot \text{K} \times 50 \text{ K} \times 365 \text{ Tg} / (1000 \times 0.7) = 1516 \text{ kWh/P a}$

\*\*  $10 \text{ l} \times 1,163 \text{ Wh/l} \cdot \text{K} \times 50 \text{ K} \times 220 \text{ Tg} / (1000 \times 0.7) = 183 \text{ kWh/P a}$

\*\*\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007)

### Massnahme 1.5.2: Wärmepumpenboiler (Erwärmung von Brauchwasser durch Wärmepumpenboiler, Art. 3.1.d EEG)

**Hintergrund:** Wärmepumpenboiler werden in Liechtenstein gemäss EEG seit 1.2.2015 gefördert. Als Ersatz von Elektroboilern kann das Warmwasser so mit einem Drittel des Stromaufwandes bereitgestellt werden. Als Ergänzung zu Feuerungen (Öl/Gas/Holz) oder auch Wärmepumpen können diese die Warmwassererwärmung ebenfalls übernehmen und so zusätzlich die Bereitschaftsverluste der Heizungen im Sommer vermeiden.

**Ziel:** Ersatz von heute noch bestehenden Elektroboilern. Erhöhung des Anteils an Wärmepumpenboilern als Ersatz für BWW-Aufbereitung über Öl-/Gasfeuerungen.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt belaufen sich 2020 auf rund 0.074 Mio. CHF. Es sind keine wesentlichen Senkungen bei den Anlagenkosten zu erwarten.

**Potenzial:** Das theoretische Potenzial wird durch die benötigte Warmwassermenge und die damit vermiedenen teils beträchtlichen Verluste der Heizanlagen im Sommer definiert.

**Umsetzung:** Fortführung und Optimierung der Fördermassnahmen unter dem EEG.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Es besteht eine technologische Konkurrenz zu thermischen Sonnenkollektoren.

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	Stk	859	+96 —+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	1'855 —1'859
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.09 —0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.9 —0.9
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		0.20 —0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	2.1 —2.1
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		66 —69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	687 —690
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		104 —108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1'074 —1'079

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	m <sup>2</sup>	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	3 GWh/a	-	GWh/a	1'074 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.07 Mio	1.7 Rp/kWh	Rp/kWh	23 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 1.5: Wärmepumpenboiler (Erwärmung von Brauchwasser durch Wärmepumpenboiler, Art. 3.1.d EEG)

### Annahmen und Berechnungen

<b>Abschätzung des theoretischen Potenzials von Wärmepumpenboilern für die Brauchwarmwassererwärmung</b>					
Das theoretische Potenzial ist abhängig von der Energie, welche im Warmwasserbereich benötigt wird. Betrachtet wird der Haushalts- und Arbeitsbereich, wobei eine Wassermenge pro Person und Tag angenommen wird. Die industrielle Verwendung von Brauchwarmwasser wird bei dieser Betrachtung ausgeklammert.					
	Haushaltsbereich		Arbeitsbereich		Total
Warmwasserbedarf pro Person und Jahr	1'516	kWh/P a *	183	kWh/P a **	
Personen 2008	35'589	Personen	33'415	Personen	
Verbrauch Total Warmwasser	53'953	MWh/a	6'115	MWh/a	60'068 MWh/a
Warmwasseraufbereitungen	11'989	Stk <i>bei 0.33 Stk/P</i>	1'358	Stk <i>bei 0.04 Stk/P</i>	13'347 Stk
Einsparung 2/3 von 4500 kWh/Stk	35'967	MWh/a	4'074	MWh/a	40'041 MWh/a
70% Ersatz Öl-/Gasboiler					4'092 tCO <sub>2</sub> /a Inland
30% Ersatz Elektroboiler					5'189 tCO <sub>2</sub> /a Global
100% Ersatz Boiler					9'282 tCO <sub>2</sub> /a Global

<b>Kostenberechnung</b>			
	Effizienz	erneuerbare Energie	CO <sub>2</sub> ***
<b>Zielzuordnung</b>	X		X
<b>Kosten Staatshaushalt 2020</b>	74'250		74'250 CHF
<b>Wirkung Jahr 2020</b>	300 MWh/a		138 tCO <sub>2</sub> /a
<b>Erwartete Lebensdauer</b>	15 Jahre		15 Jahre
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>	4'500 MWh		2'070 tCO <sub>2</sub>
<b>Kosten pro kWh Wirkung</b>	1.65 Rp/kWh		36 CHF/tCO <sub>2</sub>

\*  $50 \text{ l} \times 1,163 \text{ Wh/l} \cdot \text{K} \times 50 \text{ K} \times 365 \text{ Tg} / (1000 \times 0.7) = 1516 \text{ kWh/P a.}$

\*\*  $10 \text{ l} \times 1,163 \text{ Wh/l} \cdot \text{K} \times 50 \text{ K} \times 220 \text{ Tg} / (1000 \times 0.7) = 183 \text{ kWh/P a.}$

\*\*\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

### Massnahme 1.6: Vorschriften Neubauten

**Hintergrund:** Die Energieverordnung EnV zum Baugesetz regelt Mindestanforderungen bezüglich energiesparender Bauweise und haustechnischer Anlagen. Im Energieeffizienzgesetz EEG wird energieeffiziente Wärmedämmung und Haustechnik gefördert.

**Ziel:** Die Beheizung von Neubauten trägt nicht mehr zur Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bei (Nullenergie- und Plusenergiehäuser, erneuerbare Energien). Ab 2021/22 Einführung der MuKEn 2014.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur (ABI)

**Kosten:** Keine Kosten für den Staatshaushalt, da es sich um eine Gesetzesänderung handelt.

**Potenzial:** Wenn Neubauten ihren Heizenergiebedarf zu 100% aus erneuerbaren Quellen decken, kann ein Zuwachs des CO<sub>2</sub>-Ausstosses für das Heizen vermieden werden. Die EU Gebäuderichtlinie (Nearly Zero-Energy Buildings) bietet Ansatzpunkte mit Zeithorizont 2020, für Neubauten zumindest auf rechtlicher Seite Anpassungen vorzunehmen.

**Umsetzung:** Anpassung der gesetzlichen Anforderungen an den Stand der Technik einer energiesparenden Bauweise. Die Wärmeerzeugung erfolgt primär mit erneuerbaren Energiequellen. Umsetzung der Gebäuderichtlinie EU 2010/31 mittels MuKEn 2014.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Umsetzbarkeit der Massnahme hängt von der politischen Akzeptanz/Konsensfindung ab und bedingt eine Gesetzesänderung. Die Wirkung ergibt sich aus den definierten Anforderungen.

### Energiestrategie 2030

Zeiträumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2 EBF	-	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	810'000 -900'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		-	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	12.2 -13.5
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-	443	443	443	443	443	443	443	443	443	3'991 -4'435
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		-	152	152	152	152	152	152	152	152	152	1'367 -1'519

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	7.2 GWh/a	GWh/a	1'577 tCO <sub>2</sub> /a	1'577 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	12.2 GWh/a	- GWh/a	3'991 tCO <sub>2</sub> /a	1'367 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 1.6: Vorschriften Neubauten

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials für Vorschriften bei Neubauten

Annahme: Pro Jahr werden geschätzte 100'000 m<sup>2</sup> EBF an Neubauten erstellt mit einem Heizwärmebedarf von rund 45 kWh/m<sup>2</sup>. In der Massnahme 1.2 wird davon ausgegangen, dass rund 10'000 m<sup>2</sup> EBF des Bauvolumens in Minergie-A/P-Bauweise ausgeführt wird. Die restlichen 90'000 m<sup>2</sup> können wohl erst durch eine gesetzliche Pflicht auf dieses Verbrauchsniveau gebracht werden. Deshalb wird ab 2021 die 90'000 m<sup>2</sup> EBF mit einer Wirkung von 30 kWh/m<sup>2</sup> EBF als Wirkung angerechnet. Zur Begründung siehe auch Massnahme 1.2.

Das theoretische Potenzial ist identisch mit dem neuen Bauvolumen (nur 60'000 m<sup>2</sup> angerechnet). Das bestehende Bauvolumen ist schon in Massnahme 1.2 erfasst. Eine nochmalige Erfassung würde eine Doppelzählung bedeuten.

Kostenberechnung			
	Effizienz	erneuerbare Energie	CO <sub>2</sub> *
Zielzuordnung	X	Einsparung ≠ erneuerbar	X
Kosten 2010 Staatshaushalt	CHF		CHF
Wirkung pro Jahr	MWh/a		tCO <sub>2</sub>
Erwartete Lebensdauer	Jahre		Jahre
Wirkung über Lebensdauer	MWh		tCO <sub>2</sub>
Kosten 2010 Förderung Staatshaushalt	Rp/kWh		CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

### Massnahme 1.7: Stromeffizienz in grossen Gebäuden

**Hintergrund:** Industrie und Gewerbe machen ca. 60% des Gesamtstromverbrauchs aus, ca. die Hälfte davon entfällt auf den Dienstleistungssektor. Stromsparpotenziale liegen in den Bereichen Beleuchtung, stromeffiziente Haustechnik und in der Nutzung von Gebäudeautomatisierung. Altbauten weisen aufgrund der teilweise veralteten Technik ein Einsparpotenzial auf. Bei Neubauten ist aufgrund der zunehmenden Technisierung ebenfalls ein besonderes Augenmerk auf eine effiziente Haustechnik zu legen.

**Ziel:** Verringerung des Stromverbrauchs in grossen Gebäuden um 20% bis 2030. Ausschöpfen weiterer Stromsparpotenziale in Industrie und Gewerbe.

**Potenzial:** Durch optimierten Betrieb und Einsatz energieeffizienter Haustechnik, Beleuchtung, Elektrogeräte sowie intelligenter Gebäudeautomatisierung könnten ca. 20% Strom in grossen Gebäuden eingespart werden. Diese Massnahme überschneidet sich teils mit anderen Massnahmen mit ähnlichem Fokus (z.B. Ersatz von Umwälzpumpen, Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzpotenziale in Industrie und Gewerbe). Bei Beleuchtung und Gebäudeautomation sowie der Betriebsoptimierung sind wesentliche Potenziale vorhanden.

**Umsetzung:** Anreize und Vorgaben für den Einsatz energieeffizienter elektrischer Geräte, Haustechnik und Beleuchtung. Anreize und Vorgaben zur Durchführung einer Energiebuchhaltung mit Auswertung von Indikatoren und Ableitung von Massnahmen zur Effizienzsteigerung. Sensibilisierungskampagnen durch Massnahmen, wie Energieeffizienzchecks, Energiesparwoche. Weitere Aktionen sind zu prüfen.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Kosten:** Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich im Jahr 2015 für "andere Massnahmen" auf rund 0.277 Mio. CHF.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Siehe auch Massnahmen zur Bewusstseinsbildung und Beratung. Überschneidung mit anderen Massnahmen (M3.2,M3.3) möglich. Deshalb werden hier in Zukunft die geförderten "anderen Massnahmen" ohne Wärme bilanziert. Wärme wird in 3.3 dargestellt.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung													
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.22 — 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	9.2 — 10.0
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		95 — 432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	3'983 — 4'320

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		17.0 GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		9.2 GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	0.28 Mio	2.8 Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>
				7'344 tCO <sub>2</sub> /a
				3'983 tCO <sub>2</sub> /a
				64 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



## Massnahme 1.7: Stromeffizienz in grossen Gebäuden

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials für Stromeffizienz in grossen Gebäuden

Annahmen:

Sektor 3 (Dienstleistungen) 2010: 20'000 Beschäftigte. Nettofläche Büro 14 m<sup>2</sup>/Beschäftigten = 280'000 m<sup>2</sup> x 39 kWh/m<sup>2</sup>/a (SIA Merkblatt 2040 mittlerer Strombedarf für Einzel/Gruppenbüro = 10'920 MWh/a.

Sparpotenzial: 20%, entsprechend 2'184 MWh/a (2.18 GWh/a). Jährlich werden 10% der Büroflächen in Bezug auf die Stromeffizienz verbessert (entsprechend 0.2 GWh/a). Weitere Potenziale in Industrie und Gewerbe von schätzungsweise 15 GWh/a.

17 GWh/a sei das theoretische Potenzial für die Steigerung Energieeffizienz im Vergleich zum Referenzszenario.

→ 17 GWh/a x 432 tCO<sub>2</sub>/GWh \* → **Reduktion Wachstum um 86 tCO<sub>2</sub>/a**

#### Kostenberechnung

	Effizienz	erneuerbare Energie	CO <sub>2</sub> ** (UCTE)
Zielzuordnung	X	Einsparung ≠ erneuerbar	X
Kosten 2015 Staatshaushalt	277'887 CHF		277'887 CHF
Wirkung pro Jahr	1000 MWh/a		432 tCO <sub>2</sub>
Erwartete Lebensdauer	10 Jahre		10 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	10'000 MWh		4'320 tCO <sub>2</sub>
Kosten 2015 Förderung Staatshaushalt	2.8 Rp/kWh		64 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.1: Mobilität und Raumplanung

**Hintergrund:** Das Mobilitätsverhalten wird wesentlich durch vorhandene Raumstrukturen beeinflusst. Dazu gehören Themen wie Konzentration der Bebauungsdichte entlang von gut mit ÖV erschlossenen Verkehrsachsen, insbesondere im Bereich von Verkehrsknoten, Bereitstellung von Fuss- und Radwegen, überregionale Koordination des Themas Verkehr.

**Ziel:** Schaffung der Rahmenbedingungen, welche eine verbesserte Berücksichtigung von Raumstrukturen zugunsten einer nachhaltigen Mobilität erlauben.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Kosten:** Kurzfristig sind abgesehen von Aufwendungen für Koordination und Planung keine Kosten zu erwarten. Langfristig ergeben sich gesamtheitlich betrachtet Einsparungen.

**Potenzial:** Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh, was ca. 25% des gesamten Energieverbrauchs entspricht. Energieverbrauch und Mobilität sind eng verknüpft, allerdings wirken sich die Erfolge einer gezielten Raumplanung erst langfristig aus. Das über die Mobilität hinausgehende Effizienzpotenzial einer optimierten Raumplanung in Liechtenstein sollte geprüft werden.

**Umsetzung:** Einbezug der Mobilität in die Raumplanung durch

- Fortlaufende Überprüfung raumplanerischer Aktivitäten des Landes
- Prüfung des Potenzials eines verstärkten Einbezugs von Mobilität in die Raumplanung in Liechtenstein
- Koordination und Kommunikation mit den Gemeinden
- überregionale Koordination

**Abhängigkeiten und Risiken:** Das Thema Raumplanung unterliegt vielen Randbedingungen, Ansprüchen und Entscheidungsträgern. Raumplanung für eine nachhaltige Mobilität braucht eine langfristige Sichtweise, die über den Zeithorizont der vorliegenden Energiestrategie hinaus reicht.

## Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
											realisiert	Prognose	

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	Mio GWh/a	Mio GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.2: Öffentlicher Verkehr

**Hintergrund:** Mobilität hat einen grossen Anteil am Energieverbrauch (ca. 25%) des Landes. Es werden dabei fast nur fossile Energieträger (Dieselöl, Benzin, Erdgas) verbraucht, dies betrifft vor allem den motorisierten Individualverkehr sowie im Bereich öffentlicher Verkehr die Busse.

**Potenzial:** Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh/a, was ca. 25% des gesamten Energieverbrauchs entspricht. Der Anteil des Einkaufs- und Freizeitverkehrs betrug ca. 57% am gesamten Verkehrsaufkommen. Von diesen Fahrten fanden 70% der Wege mit motorisiertem Individualverkehr (MIV) statt. Der Teil der Fahrten für die Arbeit (Pendlerverkehr) ist unter der Massnahme 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben" erfasst.

**Ziel:** Beibehalt bzw. Ausbau der aktuell guten ÖV-Versorgung. Weiterer Umstieg von motorisiertem Individualverkehr auf öffentlichen Verkehr, Effizienzsteigerung beim öffentlichen Verkehr. Wechsel bei der Busflotte auf 100% Elektroantrieb.

**Umsetzung:** Mobilitätskonzept 2015 konsequent durchsetzen. Mobilitätskonzept 2030.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Abhängigkeiten und Risiken:** Politische Umsetzbarkeit bspw. der S-Bahn FL.A.CH. Der Berufsverkehr (Pendlerverkehr) ist in der Massnahme 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben" abgedeckt. onzept 2030. Die S-Bahn Liechtenstein wurde am 30. August 2020 vom Volk abgelehnt.

**Kosten:** Kosten für Bewusstseinsbildung (Werbung öffentlicher Verkehr), sowie Kosten für die Umsetzung (siehe bspw. Kosten S-Bahn FL.A.CH)

### Energiestrategie 2030

Zeitrahen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung			+1'375										
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		0.84										
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		222.1										222
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		0		-	-	-	-	-	-	-	-	0

realisiert
Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		112 GWh/a	GWh/a	29'800 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	222 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.2: Öffentlicher Verkehr

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials

Im Referenzjahr 2008 verbrauchte der Verkehrssektor ca. 350 GWh Energie. Gemäss Verkehrserhebung 2007 in Liechtenstein\*\* betrug der Anteil des Einkaufs- und Freizeitverkehrs 57% des gesamten Verkehrsaufkommens (der Berufsverkehr ist über die Massnahme 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben" abgedeckt). Von diesen Fahrten fanden 70% der Wege mit motorisiertem Individualverkehr (MIV) statt, ca. 8% mit öffentlichem Verkehr (ÖV), und rund 12% zu Fuss oder mit dem Fahrrad (Aktiverkehr). Bei einer Umlagerung einer zusätzlichen Person vom MIV auf einen öffentlichen Bus resultiert ein Effizienzgewinn von 100%, wenn man davon ausgeht, dass der Bus ohnehin fährt und der zusätzliche Fahrgast energetisch kaum ins Gewicht fällt.

Als theoretisches Potenzial wird eine vollständige Umlagerung des MIV-Verkehrs (Freizeit und Einkauf) auf öffentliche Verkehrsmittel (Bus) angenommen.  $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% = 112 \text{ GWh/a}$ . CO<sub>2</sub>-EinsparPotenzial:  $112 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 29'800 \text{ tCO}_2/\text{a}$ . Pro eingesparte kWh Treibstoff (Benzin/Diesel) werden 266 g CO<sub>2</sub> reduziert. Diesel und Benzin weisen pro kWh Heizwert fast identische spez. CO<sub>2</sub>-Emissionen auf.

Der VCL hält eine Reduktion der Verkehrsleistung durch MIV an allen Wegen um ca. 0.5% pro Jahr für realistisch.  $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% \times 0.5\% = 0.56 \text{ GWh/Jahr}$ . CO<sub>2</sub>-Einsparung:  $0.56 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 149 \text{ tCO}_2/\text{a}$ .

#### Abschätzung der Umsetzung

In Ermangelung absoluter Statistiken zu den Personenkilometern der verschiedenen Verkehrsmittel basiert diese vereinfachte Wirkungsabschätzung auf Daten der Verkehrsbetriebe LIEmobil zu den geleisteten Personenkilometern (Pkm) der Autobusse. Als Basis werden die Pkm der Busse im Jahr 2008 (resp. 2009 aufgrund fehlender Daten für 2008) genommen und die Veränderungen in den Folgejahren betrachtet. Es wurde angenommen, dass jeder zusätzliche Pkm im Bus 100% eines Pkm im Auto (PW, 7 lt/100 km, 1.5 Personen, 0.42 kWh/Pkm\*\*\*) ersetzt. Zusätzlich wird die Verbesserung der Energieeffizienz pro geleisteten Pkm der Busse addiert.

Steigerung der Energieeffizienz = Differenz der Personenkilometer Bus  $\times$  0.42 kWh/Pkm + (Differenz Verbrauch Busse [kWh/Pkm]  $\times$  absolute Personenkilometer [Pkm])

CO<sub>2</sub>-Einsparung = Steigerung der Energieeffizienz [GWh]  $\times$  266 tCO<sub>2</sub>/GWh

Als weitere Indikatoren sind die geleisteten Flottenkilometer der Busse und deren Treibstoffverbrauch aufgeführt.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	2020	2021
Personenkilometer Bus [Pkm]	28'073'259	29'192'755	29'451'867	32'227'425	32'404'200	32'661'504	29'793'395	31'005'049	31'917'807	32'796'715	27'586'403	20'740'367	22'115'191
Flottenkilometer [km]	2'991'134	3'025'342	3'036'069	3'024'424	3'036'735	2'898'475	2'773'834	2'935'440	2'994'917	3'099'301	3'088'824	3'051'835	3'137'014
Treibstoffverbrauch Busflotte [Liter Diesel-äqu.]	1'729'145	1'850'050	1'792'462	1'511'223	1'510'897	1'463'787	1'338'421	1'205'400	1'240'726	1'273'620	1'170'015	1'154'069	1'204'263
Durchschnittliche Besetzung Bus [P]	9.4	9.6	9.7	10.7	10.7	11.3	10.7	10.6	10.7	10.6	8.9	6.8	7.0
Durchschnittlicher Verbrauch Bus [Liter Diesel-äqu./100 km]	57.8	61.2	59.0	50.0	49.8	50.5	48.3	41.1	41.4	41.1	37.9	37.8	38.4
Durchschnittlicher Verbrauch Bus [kWh/Pkm]****	0.60	0.62	0.60	0.46	0.46	0.44	0.44	0.38	0.38	0.38	0.42	0.54	0.53
Zu-/Abnahme Personenkilometer Bus [Pkm]	0	1'119'496	259'112	2'775'558	176'775	257'304	-2'868'109	1'211'654	912'758	878'908	-5'210'312	-6'846'036	1'374'824
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr (Substitution MIV-Bus) [GWh]	0	0.5	0.1	1.2	0.1	0.1	-1.2	0.5	0.4	0.4	-2.2	-2.9	0.6
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr (Effizienz Busse) [GWh]	0	-0.5	0.7	4.4	0.1	0.6	0.0	1.8	0.0	0.0	-1.0	-2.7	0.3
CO <sub>2</sub> -Einsparung ggü. Vorjahr [tCO <sub>2</sub> ]	0.0	-10.3	221.8	1482.8	42.2	182.7	-328.7	623.7	102.4	101.5	-839.3	-1479.7	222.1

\* Umrechnung Energiemix 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Mobilitätskonzept Mobiles Liechtenstein 2008, [http://www.llv.li/pdf-llv-tba-verkehr-mobilitaetskonzept\\_2008.pdf](http://www.llv.li/pdf-llv-tba-verkehr-mobilitaetskonzept_2008.pdf).

\*\*\* Benzin/Diesel-Verhältnis von 2008: 41% Diesel, 59% Benzin.

\*\*\*\* Umrechnungsfaktor 1 Liter Diesel = 9.8 kWh.

\* Ab 2019 geänderte Ermittlung der Pkm durch LIEmobil.

### Massnahme 2.3: S-Bahn

**Hintergrund:** Der motorisierte Individualverkehr (MIV) ist heute mit einem Anteil von 67% das dominierende Verkehrsmittel. 16% der Wege erfolgen mit öffentlichen Verkehrsmitteln (ÖV), 17% zu Fuss oder dem Fahrrad (LV). Vor allem Dienst- und Einkaufsfahrten werden mit dem MIV zurückgelegt. Beim Arbeitsverkehr ist der Anteil des öffentlichen Verkehrs mit 17% im Vergleich zu den anderen Verkehrszwecken relativ hoch.

**Ziel:** S-Bahn-Angebot mit der erforderlichen Schieneninfrastruktur schaffen und Haltepunkte auf die bestehenden Aufkommensgebiete und Entwicklungsschwerpunkte ausrichten.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Kosten:** Kostenschätzung von ca. 72 Mio. CHF.

**Potenzial:** Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh/a, was ca. 25% des gesamten Energieverbrauchs entspricht. Das Verkehrsaufkommen in Liechtenstein wird vor allem durch Fahrten mit Ziel- oder Ausgangspunkt in Liechtenstein (50.4 %) und den Binnenverkehr (45.9%) verursacht. Der Anteil des Durchgangsverkehrs beträgt nur 3.7%.

Im Jahr 2006 pendelten knapp 16'000 Grenzgänger jeden Tag nach Liechtenstein. Um den Anteil ÖV an diesen Verkehrsbewegungen zu erhöhen, muss die Attraktivität und Effizienz des ÖV stetig verbessert werden. Mit der Umsetzung des Projektes S-Bahn FL.A.CH kann die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs massgeblich verbessert und dabei insbesondere im Bereich der grenzüberschreitenden Arbeitswege ein grosses Potenzial generiert werden.

**Umsetzung:** Umsetzung des Projekts S-Bahn FL.A.CH.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Politische Realisierbarkeit. Eng mit den Massnahmen 2.2 "Öffentlicher Verkehr" und 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben" verknüpft. Die S-Bahn Liechtenstein wurde am 30. August 2020 vom Volk abgelehnt.

### Energiestrategie 2030

Zeiträumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.3: S-Bahn

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des Potenzials

Bei einer Realisierung der S-Bahn wird angenommen, dass von den Zu- und Wegpendlern aufgrund der Angebotsverbesserung im ersten Jahr nach der Inbetriebnahme 5% auf die neue S-Bahn umsteigen und im zweiten Jahr weitere 10%. Laut der Beschäftigungsstatistik des Amtes für Statistik gab es im Jahr 2018 rund 22'000 Zupendler und 2'000 Wegpendler. Mit einer angenommenen Inbetriebnahme der S-Bahn im Jahre 2026 würden also in 2026 5% der Zu- und Wegpendler umsteigen und im Folgejahr 10%. Zusätzlich wird angenommen, dass diese Pendler 5 km ihres Arbeitsweges in Liechtenstein absolvieren. Ein Vollzeitarbeitender kommt auf ca. 218 Arbeitstage (25 Arbeitstage Ferien plus 17 Arbeitstage Feiertage und dienstfreie Tage).

#### Rechnung Umsetzung:

$22'000 \times 5\% = 1'100$  umgestiegene Pendler (2026)

$22'000 \times 5\% + 22'000 \times 95\% \times 10\% = 3'190$  umgestiegene Pendler (2027)

Anzahl umgestiegene Pendler  $\times$  5 km  $\times$  218 Arbeitstage = Substituierte Auto-Pkm durch S-Bahn-Pkm

Gemäss dem Mobilitätskonzept 2030 wird mit rund 5'000 umsteigenden Berufspendlern gerechnet, welche die S-Bahn nutzen.

Für die Abschätzung der Steigerung der Energieeffizienz wurde angenommen, dass die umgestiegenen Pendler ihren Arbeitsweg andernfalls alleine in einem Auto mit einem Verbrauch von 7 Liter/100 km (= 0.63 kWh/Pkm) bewältigen würden. Die Energieeinsparung von ca. 80% pro substituierten Pkm im Auto wurde aus einer Schweizer Studie der SBB abgeleitet.\*\*

Steigerung Energieeffizienz = Substituierte Auto-Pkm  $\times$  0.63 kWh/Pkm  $\times$  80%

Zur Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen wurde von einem Emissionsfaktor von 266 gCO<sub>2</sub>/kWh beim Auto und dem UCTE-Strommix (0.432 gCO<sub>2</sub>/kWh) bei der S-Bahn ausgegangen. Dies ergibt pro substituierten Auto-Pkm eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Intensität um ca. 70%\*.

\* Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel); UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

\*\* Hintergrundbericht zum Umweltfahrplan der SBB, 2011, [https://www.sbb.ch/content/dam/sbb/de/pdf/sbb-konzern/verantwortung-fuer-gesellschaft/Hintergrundbericht\\_d.pdf](https://www.sbb.ch/content/dam/sbb/de/pdf/sbb-konzern/verantwortung-fuer-gesellschaft/Hintergrundbericht_d.pdf).

## Massnahme 2.4: Langsam- resp. Aktivverkehr

**Hintergrund:** Ein Umstieg vom motorisierten Individualverkehr auf Aktivverkehr (zu Fuss oder mit dem Fahrrad) reduziert den Energieverbrauch, reduziert die verkehrsbedingte Belastung von Mensch und Umwelt und fördert die Gesundheit. Ein Umstieg kann durch die Bereitstellung der entsprechenden Infrastrukturen (Fuss- und Radwege) gefördert werden.

**Ziel:** Steigerung der Attraktivität des Langsamverkehrs durch Bereitstellung der entsprechenden Infrastrukturen.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Kosten:** Die meisten der gewünschten Ausbauten erfolgen auf Gemeindeebene und fallen damit in die Gemeindebudgets.

**Potenzial:** Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh/a, was ca. 25% des gesamten Energieverbrauchs entspricht. Erfolgt eine Umlagerung von jährlich zusätzlich 0.5% der Verkehrsleistung vom motorisierten Individualverkehr auf Aktivverkehr, so entspricht dies einer zusätzlichen jährlichen Einsparung von 1.75 GWh.

**Umsetzung:** Die Förderung des Langsamverkehrs und insbesondere des Radverkehrs ist Bestandteil des Mobilitätskonzepts (Statusbericht mit Ausblick 2020, Mobilitätskonzept 2030). Das Land und die Gemeinden arbeiten mit der grenzüberschreitenden Regionen zusammen um den Langsamverkehr zu fördern. Das Hauptradroutennetz wurde am 8. Juli 2014 durch die Regierung genehmigt und wird mit den Gemeinden zusammen Schritt für Schritt umgesetzt.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Hoheit zur Bereitstellung der Infrastruktur für den Aktivverkehr liegt primär bei den Gemeinden. Der Berufsverkehr ist Teil der Massnahme 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben".

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
<b>Umsetzung</b>													
Ersetzte Autokilometer	10 <sup>3</sup> km		-										
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)</b>	GWh/a												
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)</b>	GWh/a												
<b>Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)</b>	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)</b>	GWh/a												
<b>Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *</b>	tCO <sub>2</sub> /a												
<b>Potenzial Einsparung CO2 (global) **</b>	tCO <sub>2</sub> /a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
<b>Theoretisches Potenzial</b>		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Potenzial 2021-2030</b>		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Kosten Förderung Staatshaushalt 2010</b>	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.4: Langsam- resp. Aktivverkehr

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung der Umsetzung

In Ermangelung absoluter Statistiken zu den Personenkilometern der verschiedenen Verkehrsmittel basiert die Wirkungsabschätzung auf einer Statistik der Fachstelle Verkehr, Mobilitätsmanagement & Langsamverkehr (FVML) zu jährlich durchgeführten Fahrradwettbewerben. Dabei wird erhoben, wie viele Fahrradkilometer im Rahmen des Wettbewerbs geleistet werden. Die FVML geht davon aus, dass rund 70% dieser Fahrradkilometer eine Autoersatzwirkung haben. Die substituierte Autofahrt wurde mit 1.5 Personen mittlerer Belegung und einem Verbrauch von 7 Liter/100 km angenommen (0.42 kWh/Pkm). Der Langsam- und Aktivverkehr wurde als Energie- und CO<sub>2</sub>-frei angenommen.

*Steigerung Energieeffizienz = Fahrradkilometer x 70% x 0.42 kWh/Pkm*

Für die CO<sub>2</sub>-Einsparung wurde die eingesparte Energie mit dem Wert 266 g CO<sub>2</sub>/kWh multipliziert.\*

*CO<sub>2</sub>-Einsparung = Steigerung Energieeffizienz x 266 tCO<sub>2</sub>/GWh*

Quelle: Fachstelle Verkehr, Mobilitätsmanagement & Langsamverkehr, René Kaufmann, Amt für Bau und Infrastruktur

#### Fahrrad-Zählstellen

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Gezählte Fahrräder (DTV)						
Mauren Egelsee	232					
Eschen Schwarze Strasse	275					
Schaan Energiebrücke	341					
Schaan Rheindamm 1	318					
Schaan Rheindamm 2	321					
Vaduz Haberfeld	344					
Vaduz Holzbrücke	250					
Vaduz LV-Brücke Nord	292					
Vaduz LV-Brücke Süd	401					
Vaduz Ober Au	152					
Vaduz Rheindamm	270					
Total	3'196	0	0	0	0	0
Zu-/Abnahme ersetzte Autokilometer [1000 km]	0	0	0	0	0	0
<b>Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung ggü. Vorjahr [tCO<sub>2</sub>]</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>

Quelle: <https://www.llv.li/inhalt/117596/amtsstellen/download-dokumente>

\* Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).



**Massnahme 2.5: Mobilitätsmanagement in Betrieben**

**Hintergrund:** Der motorisierte Individualverkehr (MIV) ist im Jahr 2015 mit einem Anteil von 75% das dominierende Verkehrsmittel, 13% der Wege erfolgen mit öffentlichen Verkehrsmitteln (ÖV), 12% zu Fuss oder mit dem Fahrrad (LV) (Quelle Volkszählung 2015, nur Binnenpendler). Ein erheblicher Anteil des MIV ist auf den Verkehr zum und vom Arbeitsort zurückzuführen. Ein Umstieg auf ÖV oder Langsamverkehr sowie die Bildung von Fahrgemeinschaften reduziert den vom Arbeitsweg bedingten Energieverbrauch.

**Ziel:** Steigerung des Anteils von Arbeitsstätten mit Mobilitätsmanagement.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Kosten:** Die Kosten für die öffentliche Hand beschränken sich auf die begleitenden Massnahmen.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung			-168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-168
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		-0.09 -0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.5 1.8
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-24 48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	404 476
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		51 GWh/a	GWh/a	13'566 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		1.5 GWh/a	- GWh/a	404 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	Rp/kWh
				CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Potenzial:** Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh/a, was ca. 25% des gesamten Energieverbrauchs entspricht. Mit über 34'000 Beschäftigten ist das Potenzial für Einsparungen beim Pendlerverkehr vom und zum Arbeitsplatz sehr gross. Zwischen 2003 und 2010 ist der Anteil des MIV an den Arbeitswegen bereits um 10% gesunken. Weitere Senkungen scheinen durch betriebliches Mobilitätsmanagement und eine Förderung des öffentlichen und aktiven Verkehrs möglich.

**Umsetzung:** Weiterführung der laufenden Aktivitäten zur Verbreitung zum Ausbau des betrieblichen Mobilitätsmanagements. Es existiert eine Gruppe für den Austausch zwischen der Landesverwaltung und der Industrie. Wirkungsvolle Ansatzpunkte für BMM sind eine umfassende Integration des BMM in die Unternehmen, die Verknappung/Bepreisung der Parkplätze und eine Verbesserung des ÖV-Angebots mit Anreizen (Postulatsbeantwortung der Regierung an den Landtag betreffend BMM, Nr. 12/2018).

**Abhängigkeiten und Risiken:** Eine Verlagerung des Verkehrs vom und zum Arbeitsort auf den Aktivverkehr und den öffentlichen Verkehr hängt von einer guten ÖV-Infrastruktur ab (Massnahme 2.3 "S-Bahn", Massnahme 2.2 "Öffentlicher Verkehr")

## Massnahme 2.5: Mobilitätsmanagement in Betrieben

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials

Im Referenzjahr 2008 verbrauchte der Verkehrssektor ca. 350 GWh Energie. Gemäss Verkehrserhebung 2007 in Liechtenstein\*\* betrug der Anteil des Verkehrs für Arbeit/Ausbildung 27% (der Freizeit- und Einkaufsverkehr ist über die Massnahme 2.2 "Öffentlicher Verkehr" abgedeckt). Im Jahr 2015 fanden 75% der Pendlerwege (Binnenverkehr) mit motorisiertem Individualverkehr (MIV) statt, 13% mit öffentlichem Verkehr (ÖV) und 12% zu Fuss oder mit dem Fahrrad (Aktivverkehr). Die Binnenpendler nutzen vermehrt wieder den MIV, gleichzeitig kommen mehr Zupendler ins Land. Dies führt dazu, dass der Anteil des MIV sich seit 2015 (Zählung LIHK) nicht weiter gesenkt hat.

Bei einer Umlagerung vom MIV (PW, 7 lt/100 km, 1.5 Personen, 0.42 kWh/Pkm\*\*\*) auf einen gut besetzten Bus (50 Personen, 45 lt Diesel/100 km, 0.09 kWh/Pkm) resultiert ein Effizienzgewinn von ca. 80% bezogen auf den Personenkilometer.

Als theoretisches Potenzial wird eine vollständige Umlagerung des MIV-Berufs-Pendlerverkehrs auf öffentliche Verkehrsmittel (Bus) angenommen (Einsparung 80%).  $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% = 51 \text{ GWh/a}$ .  $\text{CO}_2\text{-Einsparung: } 51 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 13'566 \text{ tCO}_2/\text{a}$ .

Der VCL hält eine Reduktion des MIV-Anteils an Arbeitswegen um ca. 2% pro Jahr für realistisch (45% im Jahr 2020). Für die Energiebetrachtung ist die Reduktion der Verkehrsleistung des MIV für Arbeitswege massgeblich. Hier schätzt der VCL eine Reduktion von 1% pro Jahr als realistisch ein.  $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% \times 1\% = 0.5 \text{ GWh/Jahr}$ .  $\text{CO}_2\text{-Einsparung: } 0.5 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 133 \text{ tCO}_2/\text{a}$ .

#### Abschätzung der Umsetzung

##### Energiestrategie 2030

Wirkungsabschätzung gemäss Szenario 1 der Postulatsbeantwortung der Regierung an den Landtag betreffend BMM in Unternehmen mit 50 Mitarbeitenden (Nr. 12/2018).

\* Umrechnung Energiemix 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Mobilitätskonzept Mobiles Liechtenstein 2008, [http://www.llv.li/pdf-llv-tba-verkehr-mobilitaetskonzept\\_2008.pdf](http://www.llv.li/pdf-llv-tba-verkehr-mobilitaetskonzept_2008.pdf).

\*\*\* Benzin/Diesel-Verhältnis von 2008: 41% Diesel, 59% Benzin.

## Massnahme 2.5: Mobilitätsmanagement in Betrieben

### Annahmen und Berechnungen

<b>Befragung Modalsplit LIHK</b>															
	2010					2015					2018				
Langsamverkehr (LV)	10.8%					11.1%					11%				
Kollektivverkehr (KV)	32.5%					26.8%					27%				
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	56.8%					61.1%					62%				
Befragte: Durchschnittlich 9'500															
<b>Befragung Modalsplit LLV</b>															
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Langsamverkehr (LV)	8.3%	10.0%	9.1%	11.6%	7.1%	10.0%	6.0%	14.0%	16%	16%	21%	23%	25%	24%	
Kollektivverkehr (KV)	19.2%	23.5%	32.7%	24.8%	26.8%	25.1%	28.1%	30.0%	31%	31%	26%	28%	24%	22%	
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	72.5%	66.5%	58.3%	63.5%	66.1%	64.9%	65.9%	56.0%	53%	53%	53%	49%	51%	54%	
Befragte: Durchschnittlich ca. 1'400															
<b>Beschäftigte</b>															
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
<b>Vollzeitäquivalente</b>	29'996	29'466	29'896	30'591	30'985	31'236	31'574	31'599	32'122	33'092	33'846	34'576	34'292		
<b>Beschäftigte am Jahresende</b>													40'328	41'180	
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Umsteiger LIHK								-1478			29				
Umsteiger LLV	0	229	316	-210	-99	48	-40	402	123	0	0	180	-84	-168	
<b>Total Umsteiger (bezogen auf VZÄ)</b>	0	229	316	-210	-99	48	-40	-1076	123	0	29	180	-84	-168	

## Massnahme 2.7: Absenkung Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Hintergrund:** Der motorisierte Individualverkehr ist einer der wesentlichen Energieverbraucher in Liechtenstein. Der durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Ausstoss pro km von verkauften Neuwagen ist seit dem Jahr 2002 zwar gesunken, betrug im Jahr 2018 in Liechtenstein aber immer noch 146 g CO<sub>2</sub>/km. Der Zielwert der EU von 130 g CO<sub>2</sub>/km wurde somit verfehlt. Ab 2021 gilt bereits der Zielwert von 95 g/km. Absolut stagnierten die CO<sub>2</sub>-Emissionen der neu zugelassenen, konventionell angetriebenen Fahrzeuge in den letzten Jahren.

**Ziel:** Absenkung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs der neu in Verkehr gesetzten Personenwagen.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur, MFK

**Kosten:** Kostenneutrale Ausgestaltung durch Vorschriften unter Nutzung von Marktmechanismen.

**Potenzial:** Eine Absenkung des durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs hätte eine bedeutende Energieeinsparung zur Folge. Zu beachten ist dabei, dass der Treibstoffverbrauch in Liechtenstein auch wesentlich von Fahrzeugen beeinflusst wird, welche nicht in Liechtenstein zugelassen sind bzw. der Tanktourismus eine Rolle spielt. Durch den Ersatz von älteren, noch weniger effizienten Fahrzeugen aus dem Bestand durch Neuwagen ergibt sich ein gewisser zeitlich limitierter Effizienzeffekt. Potenzial bieten aber im Wesentlichen alternative Antriebe (siehe Massnahme 2.8). Das für 2021-2030 ermittelte Potenzial beruht auf der Annahme, dass erst ab 2029 der 95 g/km-Zielwert bei den Neuzulassungen erreicht wird.

**Umsetzung:** Das in Ansätzen bereits vorhandene Bonus-Malus-System (Befreiung von der Motorfahrzeugsteuer) sollte beibehalten oder allenfalls ausgebaut werden. Ein Ansatzpunkt können sein: Stärkeres Bonus-Malus-System in Abhängigkeit der Antriebstechnologie (Diesel, Gas, Hybrid, Elektro). Zum Thema Besteuerung gibt es eine Postulatsbeantwortung.\*

**Abhängigkeiten und Risiken:** Eine zusätzliche finanzielle Belastung an der Tankstelle ist aufgrund der Zollverträge problematisch und würde lediglich zu einem Tanktourismus ins nahe Ausland führen. Nicht in Liechtenstein zugelassene Fahrzeuge können mit dieser Massnahmen somit nicht erfasst werden.

\* Postulatsbeantwortung der Regierung an den Landtag betreffend Abänderung des Gesetzes vom 14. September 1994 über die Motorfahrzeugsteuer, Berichte und Anträge Nr. 31/2014.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	g/km		158										
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												4.5
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		-0.00	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5.0
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	1'197
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		-133.0										1'330.0

realisiert
Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial				
Potenzial 2021-2030	4.5 GWh/a	- GWh/a	1'197 tCO <sub>2</sub> /a	1'197 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.7: Absenkung Treibstoffverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Annahmen und Berechnungen

Aus der Fahrzeugstatistik zu den Neuzulassungen des Amts für Statistik und aus der Fahrzeugstatistik des Amts für Umwelt wurden die Anzahl jährlicher Neuzulassungen von Personenwagen sowie deren durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen entnommen. Für die Berechnung der jährlichen Energieeinsparung wurde die Differenz der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in einen Energieverbrauch umgerechnet\*\* und von einer Fahrleistung von 10'000 km pro neuzugelassenes Fahrzeug und Jahr ausgegangen. Ein neu zugelassenes Fahrzeug ersetzt vereinfachend ein bestehendes Fahrzeug (durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen der gesamten Personenwagenflotte aus der Statistik sowie extrapolierte Daten\*\*\*). Um Doppelzählungen mit der Massnahme 2.8 "Elektrofahrzeuge" auszuschliessen, werden hier nur die fossil betriebenen Neufahrzeuge berücksichtigt.

*Steigerung Energieeffizienz = Anzahl Neuzulassungen x 10'000 km x (CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Flotte - CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Neuzulassungen) / 266 gCO<sub>2</sub>/kWh*

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung wurde ebenfalls die Differenz der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen mit einer angenommenen Fahrleistung von 10'000 km pro Jahr und Fahrzeug multipliziert.

*CO<sub>2</sub>-Einsparung = (CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Flotte - CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Neuzulassungen) x Anzahl Neuzulassungen x 10'000 km*

### Neuzulassungen und CO<sub>2</sub> Emissionen (Personenwagen)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen der PW-Flotte [g/km] <sup>°</sup>	214	209	205	200	196	191	187	182	177	172	168	165	162	158
Abnahme der Flottenemissionen [g/km*a]		-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-4.5	-4.0	-5.0	-5.0	-5.0	-4.0	-3.0	-3.0	-4.0
Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen Neuzulassungen (ab 2013 nur Benzin/Diesel) [g/km]*	190	181	174	163	158	154	153	146	144	148	153	161	164	158
Neuzulassungen pro Jahr (Anzahl, ab 2013 nur Benzin/Diesel)*	2005	1620	1782	2029	2108	1857	1740	1951	1873	1878	1680	1668	1030	834
<b>Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]</b>	<b>1.8</b>	<b>1.7</b>	<b>2.0</b>	<b>2.8</b>	<b>3.0</b>	<b>2.6</b>	<b>2.2</b>	<b>2.6</b>	<b>2.3</b>	<b>1.7</b>	<b>0.9</b>	<b>0.3</b>	<b>-0.1</b>	<b>0.0</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung ggü. Vorjahr [tCO<sub>2</sub>]</b>	<b>471</b>	<b>454</b>	<b>544</b>	<b>751</b>	<b>791</b>	<b>687</b>	<b>592</b>	<b>702</b>	<b>618</b>	<b>451</b>	<b>252</b>	<b>67</b>	<b>-21</b>	<b>0</b>

Grau: Extrapolierte Werte

Mittlere jährliche Abnahme

	2008-2018	2013-2015	2016-2018
Flotte	-4.6 g/(km*a)	-4.5 g/(km*a)	-4.5 g/(km*a)
Neuzulassungen	-3.7 g/(km*a)	-4.0 g/(km*a)	4.5 g/(km*a)

\* Fahrzeugstatistik Erstzulassungen, Tabelle 11.09, Amt für Statistik.

<sup>°</sup> Personenwagenbestand, Tabelle 11.07, Amt für Statistik.

\*\* Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

\*\*\* Fahrzeugstatistik Bestand 30. Juni, Tabelle 3.9, Amt für Statistik.

## Massnahme 2.8: Elektrofahrzeuge

**Hintergrund:** In der Mobilität werden heute fast nur fossile Energieträger (Dieselöl, Benzin, Erdgas) eingesetzt. Das Thema Elektromobilität bietet insbesondere in einem kleinräumigen Gebiet wie Liechtenstein eine besondere Chance: Die derzeitige Technologie erlaubt eine Reichweite zwischen 100 und 350 km pro Aufladung. Diese Reichweite bietet sich insbesondere für den Arbeitsweg an, da der durchschnittliche Arbeitsweg deutlich unter dieser Reichweite liegt. Verbunden mit der Möglichkeit, allfällige überschüssige Energie aus Photovoltaik zu speichern und wieder rückzuspeisen (bidirektionales Laden), ergibt sich eine interessante Kombination.

**Ziel:** Steigerung des Anteils an Elektro- bzw. Hybridfahrzeugen bis im Jahr 2030 auf rund 25% des Gesamtfahrzeugbestands (rund 9000 Fahrzeuge (Fz)).

**Verantwortlichkeit:** Regierung. Die LKW wurden 2014 durch die Regierung mit der Umsetzung der Massnahme betraut.

**Kosten:** Abhängig von den konkreten, notwendigen Massnahmen.

**Potenzial:** Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 rund 350 GWh. Dies entspricht rund 25% des gesamten Energieverbrauchs. Durch Substitution von fossilen Treibstoffen mit Hybrid- oder Elektrotechnologie kann rund die Hälfte der Energiemenge eingespart werden. Entscheidend ist, wie der Strom dafür bereitgestellt wird. Bei Berücksichtigung des europäischen Strommix wird der Effizienzvorteil bezogen auf die eingesetzte Primärenergie faktisch kompensiert. Im Inland wird durch die Substitution der fossilen Treibstoffe die CO<sub>2</sub>-Bilanz verbessert, global ergibt sich eine Verbesserung nur bei einem Ausbau des Anteils erneuerbarer Energie (z.B. Photovoltaik/Wasserkraft). Es ist zu erwarten, dass sich die Effizienz bezüglich der noch hohen Ladeverluste verbessern wird und sich so die Bilanz auch global positiv entwickeln kann. Der Anteil an Elektro- und Hybridfahrzeugen betrug 2010 0,45% (156 Fahrzeuge bei 35'000 Fahrzeugen Gesamtbestand). Es wird davon ausgegangen, dass bei entsprechender Technologie ein Umstieg auf Elektromobilität marktgetrieben stattfinden wird.

**Umsetzung:** Von staatlicher Seite sollten die Rahmenbedingungen für die Entwicklung vorausschauend geklärt und wenn nötig angepasst werden. Um den Anteil erneuerbarer Energien im Bereich der Mobilität zu erhöhen, sind Netzinfrastrukturfragen (Spitzen/Speicher) genauer zu beleuchten. Eine Arbeitsgruppe und der Netzbetreiber sollten sich mit der Thematik eingehend befassen, um notwendige Infrastrukturentscheide zu fällen. Die Befreiung von der Motorfahrzeugsteuer für emissionsarme Fahrzeuge sollte beibehalten werden.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

## Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	Fz	1'309	+684 —+250	+313	+391	+488	+610	+763	+954	+1'192	+1'490	+1'500	9'694 —9'260
	Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a											
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		3.08 —1.13	1.41	1.76	2.20	2.75	3.43	4.29	5.36	6.71	6.75	37.7 —35.8
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		1'120 —410	512	640	800	1'000	1'250	1'562	1'953	2'441	2'457	13'734 —13'023
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		382 —140	174	218	272	341	426	532	665	831	837	4'679 —4'436

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		227 GWh/a	GWh/a	81'900 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		37.7 GWh/a	- GWh/a	13'734 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	Rp/kWh
				CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,234 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.8: Elektrofahrzeuge

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials bei Erhöhung des Anteils an Elektrofahrzeugen

Die Umweltbilanz von mit Strom betriebenen Fahrzeugen (10'000 km/a Fz) hängt entscheidend von der Stromherkunft ab. Das Pilotprojekt „Vlotte“, welches in Vorarlberg läuft, erreicht einen Durchschnittsverbrauch von 25 kWh/100 km\* (18 kWh Fahrt, 7 kWh Ladeverlust). Bei einem Dieselmotor/Benzinmotor sind es 2018 im Durchschnitt der Flotte mehr als 7 Liter, das entspricht einem Verbrauch von 70 kWh. Das theoretische Effizienzpotenzial liegt bei 100% Elektromobilität somit entsprechend bei 65% des Verbrauchs von Benzin, Diesel oder Erdgas. Der Ersatz von Diesel für grosse Transportfahrzeuge und Baumaschinen wäre ungleich schwieriger, dies wird aber für das theoretische Potenzial nicht berücksichtigt.

Im Referenzjahr 2008: Der Effizienzgewinn durch die Einsparung von Treibstoffen wird dem Bereich Wärme zugeteilt: 203 GWh + 137 GWh + ca. 10 GWh = 350 GWh/a)\*65% = 227 GWh. Daraus ergibt sich die inländische CO<sub>2</sub>-Einsparung von 350 GWh x 0.234\*\*tCO<sub>2</sub>/MWh = 81'900 tCO<sub>2</sub>/a. Beim Strom entsteht ein Mehrverbrauch von 35% der Einsparung resp. 123 GWh x 0.432\*\*\*tCO<sub>2</sub>/MWh = 52'900 tCO<sub>2</sub>/a. Zieht man die Inlandreduktion davon ab, entsteht ein Einspareffekt von 29'000 tCO<sub>2</sub>/a. Bei Reduktion der Ladeverluste und dem Einsatz von erneuerbarer Energie wird die Bilanz entsprechend verbessert.

\* Gemäss Ergebnissen des Projektes Vlotte der illwerke-vkw, Vorarlberg, [www.vlotte.at](http://www.vlotte.at).

\*\* Umrechnung Energiemix 0,234 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Benzin).

\*\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 2.8: Elektrofahrzeuge

### Annahmen und Berechnungen

Statistik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Elektrisch	4	9	17	41	62	117	164	237	308	403	630			
Hybrid Elektrisch	176	202	256	286	343	380	466	549	681	906	1363			
Total	180	211	273	327	405	497	630	786	989	1309	1993	0	0	0
Massnahmenwirkung		211	62	54	78	92	133	156	203	320	684			

Quelle: Personenwagenbestand nach Treibstoffart per 30. Juni, Tabelle 11.07, Amt für Statistik, <https://www.llv.li/inhalt/11870/amtstellen/fahrzeugstatistik-bestand>



**Massnahme 2.9: Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen**

Hintergrund:

Potenzial:

Ziel: Abklärung zur Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit der Schaffung von gesetzlichen Grundlagen für autonomes Fahren.

Umsetzung:

Verantwortlichkeit:

Abhängigkeiten und Risiken:

Kosten:

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Erdgas).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 2.12: Sharing Economy in der Mobilität**

**Hintergrund:** Viele Wege im motorisierten Individualverkehr (MIV) finden heute in schlecht besetzten (1 Person) Fahrzeugen statt. Durch die Mitnahme eines weiteren Fahrgasts auf einer Teilstrecke steigt die Effizienz des Transports insgesamt massiv an, selbst wenn kleinere Umwege in Kauf genommen werden müssen. Dazu gibt es bereits diverse private Initiativen, aber grosses Potenzial wäre vor allem für den Berufs-Pendelverkehr denkbar.

**Potenzial:** Durch das Teilen von Fahrzeugen und Strecken kann die Effizienz des Transports von Personen (und Gütern) deutlich verbessert werden. Im Idealfall werden direkte Einzelfahrten durch besser ausgelastete Sammelfahrten ersetzt. Das konkrete Potenzial ist bislang noch nicht quantifiziert und hat eine Schnittstelle zur Massnahme 2.5 „Mobilitätsmanagement in Betrieben“.

**Ziel:** Potenzial von Sharing-Modellen in der Mobilität (Pendlerverkehr zum und vom Arbeitsplatz) prüfen (Anreize, Erfolgsfaktoren).

**Umsetzung:** Erarbeitung von Grundlagen

**Verantwortlichkeit:** Regierung

**Abhängigkeiten und Risiken:** Es ist unklar, inwiefern die Benützer des heutigen MIV eine Mitbenützung durch andere Teilnehmende akzeptieren.

**Kosten:**

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert      Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Erdgas).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung

**Hintergrund:** Laufender Ersatz von defekten und veralteten Geräten, Motoren und Beleuchtungen durch energieeffizientere Produkte. Nur noch solche Produkte sind zum Verkauf zugelassen. Die Vorschriften folgen dabei dem EU-Fahrplan mit klaren Effizienzkriterien.

**Ziel:** Mindestens ebenso gute Standards wie in der EU

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle zusammen mit Stabstelle EWR

**Kosten:** Vorschriften, keine Förderung durch Staatshaushalt

**Potenzial:** Durch die Umsetzung von EU-Verordnungen für Mindestvorschriften für Geräte kann erheblich Elektrizität und Wärme eingespart werden. Die Effizienzverbesserungsmassnahmen sind wissenschaftlich breit abgestützt und volkswirtschaftlich positiv.

**Umsetzung:** Rasche Übernahme der relevanten EU-Verordnungen im Rahmen des EWR-Übernahmeprozesses. Sensibilisierungskampagnen. Die Umsetzung der Vorgaben aus der EU verläuft positiv und führt zu höheren Einsparungen als ursprünglich budgetiert.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Fortschritte der EU-Verordnungen.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung													
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	1.97	19.7
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	12.5
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		273	273	273	273	273	273	273	273	273	273	2'730
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		852	852	852	852	852	852	852	852	852	852	8'518

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	64 GWh/a	GWh/a	5'376 tCO <sub>2</sub> /a	22'735 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	32.2 GWh/a	- GWh/a	2'730 tCO <sub>2</sub> /a	8'518 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung

#### Annahmen und Berechnungen

**Theoretisches Potenzial** (Die nachfolgenden Potenziale sind eine erste grobe Expertenschätzung, da verifizierte Zahlen für FL fehlen)

**Berechnungsgrundlage:** Ausgangspunkt der Abschätzung sind die in den jeweiligen EcoDesign-Verordnungen angegebenen Prognosen für Verbrauch, Verbrauchszuwachs bis 2020 und mutmassliche Reduktion durch die Massnahmen der Verordnungen im Jahr 2020. Die Werte wurden für Liechtenstein proportional zur Bevölkerung umgerechnet und daraus das für Liechtenstein zu erwartende Potenzial ermittelt. Bei drei Verordnungen sind keine genaueren Angaben zu finden. Deshalb wurden hier eigene Schätzungen verwendet. Es ist davon auszugehen, dass weitere Vorschriften mittels Verordnungen erlassen werden.

Delegierte Rechtsakte		Europäische Union (501 Mio. Einwohner)			Mit Massnahmen bis 2020		Fürstentum Liechtenstein (35'000 Einwohner)					
		Gesamtverbrauch in TWh*	o. Massnahmen in TWh *		EinsparPotenzial in TWh**		Gesamtverbrauch in MWh			Potenzial in MWh		
VO-Nr.	Bezeichnung	ca. 2008 (*)	2020	2030	2020	2030	ca. 2008 (*)	2020	2030	Prozentual***	Total	2021-2030
107/2009	Set-Top-Boxen	6	14		9		419	978			629	314
1275/2008	Bereitschafts- und Auszustand	47	49		35		3'283	3'423			2'445	1223
244/2009	Haushaltslampen	112	135		39		7'824	9'431			2'725	1362
245/2009	Leuchtstofflampen	200	260		38		13'972	18'164			2'655	1327
278/2009	Netzteile	17	31		9		1'188	2'166			0	0
640/2009	Elektromotoren	1'067	1'252		135		74'541	87'465			9'431	4716
641/2009	Nassläufer-Umwälzpumpen	50	55		23		3'493	3'842			1'607	803
642/2009	Fernsehgeräte	60	132		28		4'192	9'222			1'956	
643/2009	Haushaltkühlgeräte	122	Rückgang		erheblich		8'523			20	1'705	852
1016/2010	Haushaltsgeschirrspüler	25	35		erheblich		1'747	2'445		20	349	175
1015/2010	Haushaltswaschmaschinen	35	38		erheblich		2'445	2'655		20	489	245
327/2011	Ventilatoren 125W-500kW	344	560		34		24'032	39'122			2'375	1188
206/2012	Raumklimageräte	30	74		11		2'096	5'170			768	384
547/2012	Wasserpumpen	109	136		3.3		7'615	9'501			231	115
932/2012	Haushaltswäschetrockner	21	31		erheblich		1'467	2'166		20	293	147
801/2013	Stand By ersetzt 642/2009	54	90	49	36		3'772	6'287			2'515	1257
666/2013	Staubsauger	18	34		erheblich		1'257	2'375		20	251	126
617/2013	Computer und Computerserver				14.4		?	?			1'006	503
814/2013	Warmwasserbereiter **	598	623		125		41'776	43'523			4'366	2183
813/2013	Raumheizgeräte **	3'358	2'969		528		234'595	207'407			18'435	9218
66/2014	Haushaltsbacköfen	84	86		3	7	5'868	6'008			210	279
548/2014	Leistungstransformatoren	93	?		11	16	6'525				768	384
1253/2014	Lüftungsanlagen	78			96	144	5'449				6'707	3353
2015/1189	Festbrennstoffkessel **			147	2	5		0	10'283		70	105
2015/1185	Festbrennstoff- Einzelraumheizgeräte **	174		225	5	11	12'156		15'719		175	210
2015/1188	Einzelraumheizgeräte **	464	452		43		32'415	31'577			1'502	751
2015/1095	Kühlagerschränke	117	135	155	6	16	8'139	9'396	10'793		440	650
1222/2009	Reifen** (keine Werte)											
		<b>7'283</b>	<b>7'190</b>		<b>1'234</b>		<b>508'790</b>	<b>502'323</b>	<b>36'795</b>	<b>100</b>	<b>64'103</b>	31'870

\* Verbrauchswerte wie auch Einsparpotenziale entsprechend den jeweiligen Verordnungen. Bei Angabe als Primärenergieeinsparung: Division durch EU-Primärenergiefaktor von 2.5.

\*\* Wird zu Wärme gerechnet (weil schon hoher Standard in FL, nur 50% des EU-Potenzials eingesetzt).

\*\*\* Schätzung, da in der Verordnung keine Daten verfügbar sind.

\*\*\*\* Eigene Schätzung 50% des Wertes 2008-2020, wenn in der Verordnung keine Daten verfügbar sind.

° Farbcodes

2025	2010	interpolierte Werte
2014	2007	
2012	2005	

**Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtungen**

Zusammenzug	Effizienz 2008-2020		CO <sub>2</sub> (Inland) *		CO <sub>2</sub> (global) **		Effizienz 2021-2030		CO <sub>2</sub> (Inland) *		CO <sub>2</sub> (global) **	
Zielzuordnung	X						X					
Theoretisches Potenzial	64'732	MWh	5'376	tCO <sub>2</sub> /a	22'735	tCO <sub>2</sub> /a	32'184	MWh	2'730	tCO <sub>2</sub> /a	11'248	tCO <sub>2</sub> /a
Strom	40'184	MWh		tCO <sub>2</sub> /a	17'359	tCO <sub>2</sub> /a	19'718	MWh		tCO <sub>2</sub> /a	8'518	tCO <sub>2</sub> /a
Wärme	24'548	MWh	5'376	tCO <sub>2</sub> /a	5'376	tCO <sub>2</sub> /a	12'466	MWh	2'730	tCO <sub>2</sub> /a	2'730	tCO <sub>2</sub> /a

\* Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.2: Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe

**Hintergrund:** Effizienzprogramme wie z.B. das EnAW-Modell (Energie Agentur der Wirtschaft) haben Systematiken entwickelt, welche mit Analysen wirtschaftliche Einsparpotenziale aufspüren und einer Umsetzung zuführen.

**Potenzial:** Ökonomie und Ökologie lassen sich dann verbinden, wenn die Entscheidungsträger Zugang zu problembezogenem Expertenwissen zum Zeitpunkt der Entscheidung haben. So können die Potenziale schnell ausgeschöpft werden. Um Doppelzählung mit anderen Massnahmen (z.B. Haustechnik, Abwärmenutzungen, etc.) zu vermeiden, werden lediglich 10% der Effizienzverbesserung hier angerechnet.

**Ziel:** Einbindung möglichst vieler Betriebe in solche Programme. Unterstützung einer Effizienzkultur, welche von der Spitze bis zur Basis (Unterhaltungspersonal) gelebt wird.

**Umsetzung:** Beratung und Umsetzung von Massnahmen werden über das EEG gefördert. Für eine gesetzliche Verpflichtung ist der Grossverbraucherartikels anlog zu diversen Schweizer Kantonen notwendig.

**Verantwortlichkeit:** Amt für Bau und Infrastruktur (ABI)

**Abhängigkeiten und Risiken:** Spitze-Basisproblematik in Unternehmen.

**Kosten:** Es wird sich in Bezug auf Rp/kWh um eine der günstigsten Massnahmen handeln, da nicht die Massnahme, sondern die Beratung für die Massnahme gefördert werden soll.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung (Energieverbrauch der Unternehmen mit ZV)	GWh/a		+323 <del>100</del>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.13 <del>0.04</del>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.5 <del>0.4</del>
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		0.19 <del>0.06</del>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.7 <del>0.6</del>
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		42 <del>13</del>	13	13	13	13	13	13	13	13	13	161 <del>131</del>
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		98 <del>30</del>	30	30	30	30	30	30	30	30	30	372 <del>304</del>

Typische 10-jährige Zielvereinbarung: Ca. 1% Effizienzsteigerung pro Jahr (40% Strom und 60% Wärme) realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	8 GWh/a	GWh/a	1'060 tCO <sub>2</sub> /a	2'435 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	1.2 GWh/a	- GWh/a	161 tCO <sub>2</sub> /a	372 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.2: Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe

Annahmen und Berechnungen (Die nachfolgenden Potenziale sind eine erste grobe Expertenschätzung, da verifizierte Zahlen für Liechtenstein fehlen.)

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials bei Annahme von 15% Effizienzverbesserung

Wie gross das wirtschaftliche Potenzial ist, hängt massgebend vom Energiepreis und ebenfalls wesentlich von guten Beratern ab.

Deshalb wird lediglich eine grobe Schätzung des theoretischen Potenzials vorgenommen, wobei davon auszugehen ist, dass dieses nie ganz ausgeschöpft werden kann.

Schätzung des wirtschaftlichen Effizienzpotenzials in der Wirtschaft (Annahme): 55% vom Strom und 56% der Wärme wird in der Wirtschaft verbraucht.

Davon sind durch die EnAW-Teilnahme im Mittel 15% Effizienzverbesserungen möglich.

Um eine Doppelzählung mit anderen Massnahmen (z.B. Haustechnik, Abwärmenutzungen, etc.) zu vermeiden, werden lediglich 10% der Effizienzverbesserung hier angerechnet.

Verbrauch FL 2008:	Elektrizität	386 GWh/a	15% von 55%	31.8 GWh/a	davon 10%	3.2 GWh/a	1'375 ** tCO <sub>2</sub> /a
	Wärme	576 GWh/a	15% von 56%	48.4 GWh/a	davon 10%	4.8 GWh/a	1'060 * tCO <sub>2</sub> /a
		962 GWh/a		79.4 GWh/a		8.0 GWh/a	2'435

Studien und eigene Nachrechnungen der Energiefachstelle zeigen, dass es mit geeigneten Massnahmen oft günstiger ist, Energie einzusparen als sogenannte "grüne Energie" zu erzeugen. Voraussetzung: Die Potenziale müssen mit wenig Aufwand einigermaßen sicher identifiziert und abgeschätzt werden können.

#### Ermittlung des realisierten Potenzials

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Endenergieverbrauch EnAW-Unternehmen (GWh/a)	152.4	155.5	198.7	243.4	281.0	272.3	264.9	291.1	295.3	300.0	321.0	316.7	309.0	322.8

Ab 2013 (2. Verpflichtungsperiode) Datenstand gemäss offiziellem Reporting der EnAW zuhanden der Kantone, Auswertung der ungewichteten Endenergie für FL ohne Treibstoffe.

Eine typische 10-jährige Zielvereinbarung umfasst langfristig rund 1% Effizienzsteigerung pro Jahr. Es gilt die Annahme, dass die Effizienzsteigerungen zu 40% im Strom- und 60% im Wärmebereich stattfinden.

\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,43181 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.3: Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze

**Hintergrund:** Primär soll Abwärme möglichst vermieden werden. Überschüssige Wärme soll in erster Priorität via Wärmerückgewinnung dem ursächlichen Prozess zugeführt werden. Nutzung von Abwärme (z.B. in Abwasser enthaltener Wärme) für die Gebäudeheizung.

**Potenzial:** Limitierender Faktor für die Ausnutzung des grossen Potenzials sind die Kosten für die Verteilung und Aufbereitung und ev. der fluktuierende Wärmefall durch Produktionsprozesse. Z.B. Prüfung der erweiterten Abwärmenutzung ab KVA-Dampfleitung bzw. der Fernwärmenutzung ab KVA für Schaan. Betriebsinterne Abwärmenutzungen aus der Industrie bieten noch Potenzial.

**Ziel:** Nutzung von Abwärme. Es sollen weitere Fernwärmezonen evaluiert und erschlossen werden. Beispielsweise Industriezone Schaan und Bendern sowie das Zentrum von Vaduz / Vaduz Süd soll mit Wärme von der KVA Buchs erschlossen werden.

**Umsetzung:** Seit 1.2.2015 ist für ausgewählte Projekte eine Förderung unter "andere Massnahmen" möglich. Das Fernwärmenetz Schaan soll weiter ausgebaut und von der KVA Buchs gespiesen werden.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Abhängigkeit vom Wärmefall. Industrieproduktion kann verlagert werden.

**Kosten:** Je nach Projekt als "andere Massnahmen" förderbar.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen	Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität) GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme) GWh/a		0.27										0.3
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität) GWh/a												
Potenzial Nutzung Abwärme (Fernwärme) GWh/a		15.21 <del>1.00</del>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	24.2 <del>10.0</del>
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) * tCO <sub>2</sub> /a		3'331 <del>219</del>	219	219	219	219	219	219	219	219	219	5'302 <del>2'190</del>
Potenzial Einsparung CO2 (global) ** tCO <sub>2</sub> /a												

Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung "andere Massnahmen"

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	246 GWh/a	53'874 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		GWh/a	24 GWh/a	5'302 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

° Nicht wirtschaftliche, finanziell geförderte Abwärmenutzungen (vgl. Massnahme 3.2 für wirtschaftliche Abwärmenutzungen).

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



### Massnahme 3.3: Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze

#### Annahmen und Berechnungen

Neben Projekten zur direkten Nutzung von Abwärme im Gebäude kann auch Abwärme aus externen Quellen genutzt werden. Eine Möglichkeit ist die Abwärmenutzung aus der Kehrichtverbrennungsanlage (KVA). 2019 wurde eine neue Erschliessung mit Fernwärmeleitungen ab der KVA unter der Autobahn und über den Rhein realisiert. Diesbezüglich sind zwei Projekte in Umsetzung: Eines ist die Fernwärmeversorgung nach Schaan inkl. Erschliessung der Industriezone und das zweite ist die Wärmenutzung des Kondensats aus der Dampfleitung in Bendorf. Beide Projekte werden von der LGV bearbeitet. Die Wirkung wurde durch den Anschluss eines Milchverarbeiters in Schaan und eines Industriebetriebes weiter gesteigert. In Abklärung ist die Ausdehnung des Fernwärmegebietes nach Vaduz. Dies würde ein erhebliches Potenzial erschliessen. Fernwärme ab der KVA gilt gemäss Energiestatistik und gemäss Definition in der Energiestrategie 2020 nicht als einheimische Energie, da es sich genau genommen um einen importierten Energieträger handelt. Die Dampfleitung, welche seit 2009 in Betrieb ist, und die Fernwärme, die seit 2019 in Betrieb ist, haben 2020 bereits 128 GWh/a fossile Energieträger ersetzt. Die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch diese Energieträgersubstitution wird vollständig gezählt.

#### Fernwärmeversorgung nach Schaan ab Kehrichtverbrennungsanlage Buchs

Anschluss Industrie Schaan an KVA nur für Heizzwecke	0.6 GWh	131 *	tCO <sub>2</sub> /a	
Anschluss der heute bestehenden Fernwärmeverbände Rathaus und Resch	6.1 GWh	1'336 *	tCO <sub>2</sub> /a	
Weiteres Potenzial für Neukunden (Industrie und Private)	3.3 GWh	723 *	tCO <sub>2</sub> /a	
Total Wärmeabsatz gemäss Potenzialstudie (Variante IDEAL)** (z.B. 2019)	10.0 GWh	2'190 *	tCO <sub>2</sub> /a	
Das theoretische Potenzial für Abwärmenutzung innerhalb Gebäuden (interne WRG) wird auf >40 GWh geschätzt.			8'760 *	tCO <sub>2</sub> /a
Das theoretische Potenzial** für Abwärmenutzung ohne Dampf (separate Fernwärme) aus der KVA für Schaan wird auf 86 GWh geschätzt.			18'834 *	tCO <sub>2</sub> /a
Das theoretische Potenzial für die Dampfleitung beträgt 120 GWh, hängt aber stark vom Verbrauchsprofil ab.			-	tCO <sub>2</sub> /a
			27'594 *	tCO <sub>2</sub> /a

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Potenzialstudie Fernwärmeversorgung Schaan, Lenum AG, Bänziger & Partner AG, Vers. 2.0, 10. Nov. 2014.

### Massnahme 3.5: Smart Energy

**Hintergrund:** Durch intelligentes Management der Energienachfrageseite können Leistungsspitzen gebrochen werden (Demand-Side-Management und Smart Energy). Viele Geräte könnten ohne Funktionseinbusse zeitweise vom Netz genommen werden oder je nach Versorgungssituation aktiviert und als Energiespeicher genutzt werden. Dazu bedarf es insbesondere einer Kommunikationsschnittstelle zwischen Gerät und Energieversorger sowie Marktanreizen, welche die Lastverschiebung für die Verbraucher interessant machen.

**Ziel:** Die Entwicklungen und Möglichkeiten im Bereich Smart Energy sollten durch Energieversorger laufend evaluiert und im Hinblick auf zukünftige Investitionen in Netzinfrastruktur und Kraftwerke berücksichtigt werden.

**Verantwortlichkeit:** Regierung und Versorger (LKW, LGV, Wasserversorger)

**Kosten:** Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

**Potenzial:** Das Potenzial der intelligenten Nachfragesteuerung liegt weniger in einer Einsparung an Energie, sondern in der Chance, Spitzen im Leistungsbedarf zu brechen und damit den Kraftwerkpark und die Versorgungsinfrastruktur besser auszunützen. Zudem stellt dies eine Chance zur vermehrten Einbindung von dezentral produzierten und unregelmässig anfallenden, erneuerbaren Energien dar. Besonderes Potenzial bieten auch Ladestationen für Elektrofahrzeuge und elektrische Warmwassersysteme (Wärmepumpen), welche eine gewisse zeitliche Flexibilität des Bedarfs aufweisen.

**Umsetzung:** Liechtenstein hat seit 2015 eine flächendeckende Smart-Meter-Infrastruktur für Strom und grösstenteils auch für Gas und Wasser. Die LKW arbeiten an einer Energiehandelsplattform, welche dann auch sogenanntes "Demand Management" ermöglichen könnte.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Da die Kapazitäten beim Strom zukünftig zu einem limitierenden Faktor werden könnten, sollte die Möglichkeit der intelligenten Angebots- und Bedarfssteuerung angegangen werden.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Erdgas).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 3.6: Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserreinigung**

**Hintergrund:** Wasserversorgung und Abwasserreinigung benötigen viel Strom. Die Gemeinden könnten ihre Wasserversorgung und Abwasserreinigungsanlagen auf vorhandene Effizienzpotenziale und die Nutzung von Abwärme / Energie aus Biomasse untersuchen.

**Potenzial:** Wasserversorgung und Abwasserreinigung benötigen viel Strom.

**Ziel:** Erhöhung der Eigenversorgung, Verbesserung des spezifischen Verbrauchs pro m<sup>3</sup> Trink- und Abwasser.

**Umsetzung:** Abklärung möglicher Potenziale zur Betriebsoptimierung, Anlagenoptimierung und Nutzung von Abwärme durch Spezialisten. Potenzialstudie "Wärme aus Abwasser" vom 23.1.2013 wurde durch das Land finanziert und zeigt vorhandene Abwärmepotenziale auf.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle in Zusammenarbeit mit den Gemeinden

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

**Kosten:** Die Umsetzungskosten wirtschaftlicher Massnahmen fallen aufseiten der Anlageneigentümer an. Die Kosten für das Land beschränken sich auf allfällige Beteiligungen für Studien zu Einsparmöglichkeiten.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Erdgas).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 3.6: Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserreinigung

#### Annahmen und Berechnungen

##### Abwasserreinigung in ARA Bendern<sup>5</sup>

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Abwassermenge in Mio. m <sup>3</sup>	11.2	10.1	10.0	8.4	11.3	10.8	10.2	10.1	11.3	10.5	8.9	10.9
Energie Wärme (Biogas) in MWh/a	6'192	5'853	5'502	5'565	5'639	6'020	271	125	456	641	466	363
Energie Wärme (Erdgas) in MWh/a	113	152	104	161	142	457	3'009	2'951	2'774	3'083	3'226	3'171
Wärmebezug von BGA in MWh/a							679	974	688	667	682	749
Strombezug total für ARA in MWh/a	4'470	4'628	4'485	4'465	4'588	4'491	4'475	4'417	4'478	4'581	4'529	4'570
<b>Total Energieumsatz in MWh/a</b>	<b>10'775</b>	<b>10'632</b>	<b>10'090</b>	<b>10'191</b>	<b>10'369</b>	<b>10'968</b>	<b>8'434</b>	<b>8'467</b>	<b>8'396</b>	<b>8'972</b>	<b>8'903</b>	<b>8'853</b>
<b>Spezifischer Verbrauch</b>												
Stromverbrauch in kWh/1000 m <sup>3</sup> Wasser	399	459	448	530	405	415	437	438	396	436		
Wärmeverbrauch pro 1000 m <sup>3</sup>	562	595	561	679	511	599	320	305				
<b>Energieverbrauch in kWh/1000 m<sup>3</sup> Wasser</b>	<b>877</b>	<b>977</b>	<b>929</b>	<b>1'105</b>	<b>832</b>	<b>933</b>	<b>819</b>	<b>838</b>	<b>735</b>	<b>844</b>		
<b>Energieproduktion</b>												
Stromlieferung an LKW in MWh/a	941	771	797	876	956	884	45	17	80	97	75	53
Biogas (Eigenverbrauch) MWh/a	6'192	5'853	5'502	5'565	5'639	6'020	271	125	456	641	466	363
Biogas (Lieferung an LGV für Biogas) MWh/a	0	0	0	0	0	0	6'260	6'698	6'028	6'717	7'087	7'353

##### Trinkwasseraufbereitung

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quellwasser <sup>1</sup>	Wassermenge in 1000 m <sup>3</sup>	4'146	4'039	4'306	3'794	4'488	4'529	4'150	4'260	4'486	3'998	4'293
	Energieaufwand <sup>2</sup> in MWh	236	230	237	235	232	240	221	250	240	264	232
	<b>Energieaufwand in kWh/1000 m<sup>3</sup></b>	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>62</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>59</b>	<b>54</b>	<b>66</b>	<b>66</b>
Grundwasser <sup>3</sup>	Wassermenge in 1000 m <sup>3</sup>	2'681	2'811	2'334	2'760	2'095	1'755	1'984	1'984	1'921	2'887	2'583
	Energieaufwand in MWh	1'334	1'411	1'173	1'363	1'055	946	999	926	798	1'181	1'110
	<b>Energieaufwand in kWh/1000 m<sup>3</sup></b>	<b>498</b>	<b>502</b>	<b>502</b>	<b>494</b>	<b>503</b>	<b>539</b>	<b>504</b>	<b>466</b>	<b>415</b>	<b>409</b>	<b>457</b>
Total	Wassermenge in 1000 m <sup>3</sup>	6'827	6'851	6'640	6'553	6'583	6'284	6'104	6'244	6'407	6'885	6'876
	Energieaufwand in MWh	1'570	1'640	1'409	1'599	1'287	1'186	1'219	1'176	1'038	1'445	1'342
	<b>Energieaufwand in kWh/1000 m<sup>3</sup></b>	<b>230</b>	<b>239</b>	<b>212</b>	<b>244</b>	<b>196</b>	<b>189</b>	<b>200</b>	<b>188</b>	<b>162</b>	<b>210</b>	<b>242</b>
Selbstvers. <sup>4</sup>	Wassermenge in 1000 m <sup>3</sup>	1'784	2'086	1'762	1'758	1'720	1'777	1'866	1'786	1'776	1'771	1'750
Total	Wassermenge in 1000 m <sup>3</sup>	8'611	8'937	8'402	8'312	8'303	8'061	7'970	8'030	8'183	8'657	8'626

## Veränderung der Energieeffizienz

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Abwasserreinigung Wärme (MWh/a)	6'305	6'005	5'606	5'726	5'781	6'477	3'959	4'050	3'918	4'391	4'374	4'282
Abwasserreinigung Strom (MWh/a)	4'470	4'628	4'485	4'465	4'588	4'491	4'475	4'417	4'478	4'581	4'529	4'570
Trinkwasseraufbereitung Strom (MWh/a)	1'570	1'640	1'409	1'599	1'287	1'186	1'219	1'176	1'038	1'445	1'653	1'342
Total Wärme (MWh/a)	6'305	6'005	5'606	5'726	5'781	6'477	3'959	4'050	3'918	4'391	4'374	4'282
Total Strom (MWh/a)	6'040	6'268	5'894	6'063	5'875	5'677	5'694	5'593	5'516	6'026	6'182	5'912
<b>Abnahme Wärmebedarf (MWh/a)</b>		<b>300</b>	<b>399</b>	<b>-120</b>	<b>-55</b>	<b>-696</b>	<b>2'518</b>	<b>-91</b>	<b>132</b>	<b>-473</b>	<b>17</b>	<b>92</b>
<b>Abnahme Strombedarf (MWh/a)</b>		<b>-228</b>	<b>374</b>	<b>-169</b>	<b>188</b>	<b>198</b>	<b>-17</b>	<b>101</b>	<b>77</b>	<b>-510</b>	<b>-156</b>	<b>270</b>

<sup>1</sup> Daten aus Geschäftsberichten der Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU), Wasserwerk Planken (Daten nur von 2014), Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland (GWO).

<sup>2</sup> Daten von den Wasserwerken Schaan, Planken, Vaduz, Triesen, Triesenberg und Balzers, WLU und Energieverbrauch von den Pumpwerken aus GWO-Geschäftsberichten.

<sup>3</sup> Daten von WLU, Wasserwerk Planken und GWO-Geschäftsbericht.

<sup>4</sup> Selbstversorger: Foser AG Balzers, Hoval AG Vaduz, Hilcona AG Schaan, Swarovski AG Triesen, KW Triesen, ARA Bendern und Gemeinde Gamprin (Quelle: Amt für Umwelt).

<sup>5</sup> Daten vom Abwasser-Zweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV).

### Massnahme 4.1: Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, Art 3.1.e EEG)

**Hintergrund:** Photovoltaikanlagen werden in Liechtenstein gemäss EEG gefördert. Die Photovoltaik gilt als eine der grossen Zukunftstechnologien. Die Anlagenkosten sind über die letzten Jahre stark gesunken und eine weitere Senkung erscheint möglich.

**Potenzial:** Das realisierbare Potenzial auf bestehenden Gebäuden wird auf rund 150 GWh/a (ca. 180'000 kWp) geschätzt. Hinzu kommen Fassaden und doppelt nutzbare Flächen (Parkplätze etc.). Das realisierbare Potenzial ist damit deutlich grösser als das vorgegebene Ziel für 2030.

**Ziel:** Steigerung der PV-Produktion auf mindetens 5'000 kWp/a zwischen 2021 und 2030. Dies ergibt im Jahr 2030 eine installierte PV-Leistung von ca. 80'000 kWp.

**Umsetzung:** Anreize über Fördermassnahmen mit Übergang zu Marktmodellen und Eigenversorgungslösungen. Abbau von administrativen Kosten und Umtrieben. Attraktives Eigenverbrauchsmodell. Offen ist die Weiterführung der Einspeisevergütung nach 2020.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Strategien zur optimalen Netzbewirtschaftung sind zu entwickeln. Beim Fonds für Einspeisevergütung trägt das Land Liechtenstein den Endsaldo (siehe auch Massnahme 3.5 Smart Energy).

**Kosten:** Eine Ausbauleistung von 5'000 kWp/a (650 CHF/kWp) benötigt Fördermittel von 3.25 Mio. CHF/a. Die Einspeisevergütung läuft über einen Fonds. Die Förderung kann bei weiteren Kostensenkungen weiter reduziert werden.

#### Energiestrategie 2030

Zeitrahen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	kWp	31'538	+3'776 —+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	80'314 —81'538
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		3.13 —4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	40.5 —41.5
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		1'354 —1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	17'489 —17'928

Quelle: Energiestatistik

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	180 MWp	150 GWh/a	64'800 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	50 MWp	40 GWh/a	17'489 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020***	Mio Rp/kWh	3.3 Mio	2.6 Rp/kWh	60 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

\*\*\* Die Anlage- und Förderkosten sanken sehr stark. Ende 2019 sind die Förderkosten auf 2.6 Rp/kWh gesunken (siehe Beiblatt).

## Massnahme 4.1: Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, Art 3.1.e EEG)

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials für die Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen

Das theoretische Potenzial ist abhängig von der belegbaren Fläche und dem Umwandlungswirkungsgrad. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Abschätzungen des Solarpotenzials mit teils grossen Differenzen, welche sich mit unterschiedlichen Annahmen begründen lassen. Eine Diplomarbeit\* an der Universität Liechtenstein rechnet mit einem technisch realisierbaren Potenzial durch Überbauung geeigneter Freiflächen und Dächer von 54 GWh/a. Dies entspricht rund 14 % des Stromverbrauchs des Jahres 2010. Eine Abschätzung über die Energiebezugsfläche der beheizten Gebäude ergibt je nach Annahmen höhere Werte. Ausgehend von 5 Mio m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche und der Annahme, dass 15 % dieser Fläche als belegbare Dach- oder Fassadenfläche zur Verfügung steht, ergibt sich 104 GWh/a. Durch neue Technologien und Kostensenkungen könnte die belegbare Fläche in Zukunft auch grösser sein (bessere günstigere Fassadensysteme). Freiflächenanlagen werden nicht einbezogen. Weit interessanter als das theoretische Potenzial ist die Frage zu welchen Kosten und mit welcher Netzeinbindung die Ausschöpfung gelingen kann. Die Auswertung 2018 über Sonnendach.ch ergab ein theoretisches Potenzial von 260 GWh/ wovon ein praktisch realisierbares Potenzial von 150 GWh/a auf Gebäuden abgeschätzt wurde. Damit liegt das Potenzial auf Gebäuden nochmals höher als angenommen.

Energiebezugsfläche aller beheizten Gebäude ca.	5'000'000 m <sup>2</sup>
Belegbare Dachfläche in % der beheizten Energiebezugsfläche	15 %
Belegbare Fläche für Photovoltaikanlagen	750'000 m <sup>2</sup>
Flächeneffizienz	6 m <sup>2</sup> /kWp
Max. Photovoltaikleistung	125'000 kWp
Theoretisches Potenzial Photovoltaik bei 830 kWh/a**kWp	103'750 MWh/a

Kostenberechnung		erneuerbare Energie					***CO <sub>2</sub> (UCTE)				
Zielzuordnung	Effizienz	X									
		2010	2011/1	2011/2	2013/1	2020	2010	2011/1	2011/2	2013/2	2020
				mit ESV	mit ESV				mit ESV	mit ESV	
Fonds für Einspeisevergütung	CHF/kWh	0.45	0.45	0.25	0.15		0.45	0.45	0.25	0	0
Abz. Fondsertrag für Energie	CHF/kWh	0.15	0.15	0.15	0.04						
Nettobelastung Fonds für ESV	CHF/kWh	0.30	0.30	0.10	0.11						
Vergütete Energie während 10a	kWh/kWp	8300	8300	8300	8300	8300					
Kosten für Fonds	CHF/kWp	2490	2490	830	913						
Direktförderung Staat	CHF/kWp	2500	1000	1000	650	650					
<b>Kosten Fonds + Staat</b>	CHF	<b>4990</b>	<b>3490</b>	<b>1830</b>	<b>1563</b>	<b>650</b>	<b>4990</b>	<b>3490</b>	<b>1830</b>	<b>1563</b>	<b>650</b>
Wirkung	kWh/a kWp   tCO <sub>2</sub> /a kWp	830	830	830	830	830	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
Erwartete Lebensdauer	Jahre (a)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Wirkung über Lebensdauer	MWh/kWp   tCO <sub>2</sub> /kWp	24.9	24.9	24.9	24.9	24.9	10.75	10.75	10.75	10.75	10.75
Kosten pro kWh oder tCO <sub>2</sub> Wirkung	Rp/kWh   CHF/tCO <sub>2</sub>	20.0	14.0	7.3	6.3	2.6	464	325	170	145	60

\*Executive Master Thesis: „Strategieentwicklung für den Bereich Photovoltaik der Liechtensteinischen Kraftwerke“, Jürgen Glauser, 12.1.2010.

\*\*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

\*\*\*Aus Abschätzung "CO<sub>2</sub>-Bilanzverbesserung durch Einsparung und Substitution mit EEG" - Stand 31.12.2010.

## Massnahme 4.2: Stromgewinnung aus KWK-Anlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, Art. 3.1.e EEG)

**Hintergrund:** Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen produzieren neben Wärme auch Strom. Die zugeführte fossile Energie kann so weit effizienter genutzt werden. Für einen sinnvollen wirtschaftlichen Betrieb sind meist Wärmenetze notwendig.

**Ziel:** Ausbau und Verdichtung der bestehenden KWK-Netze und Neubau bei sinnvoller Konstellation. Wenn möglich mit erneuerbaren Brenn- und Treibstoffen wie z.B. Biogas und fester Biomasse.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Kosten:** Bei einem Ausbau von 2'000 m<sup>2</sup> EBF betragen die Kosten über 10 Jahre 0.18 Mio. CHF/a.

**Potenzial:** Überall, wo Heizwärme benötigt wird. Der limitierende Faktor für die Anwendung ist eine genügend grosse Verbrauchsmenge mit langen Betriebszeiten. Diese wird bei guten Neubauten meist nicht erreicht.

**Umsetzung:** Anreize über Fördermassnahme. Offen ist die Weiterführung der Einspeisevergütung nach 2020.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Anpassung im EEG notwendig. EEG-Einspeisevergütung läuft 2020 aus. Abschlussrisiko Fonds für Einspeisevergütung.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2 EBF	11'240	+1'355 —+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	21'595 —21'240
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.07 —0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5 —0.5
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-13 —10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-103 —99
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		16 —12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	121 —117

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		12.5 GWh/a	GWh/a	-2'475 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		0.5 GWh/a	- GWh/a	-103 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio	8.7 Rp/kWh	Mio	438 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Erdgas) (Bei Negativwerten Mehrausstoss!).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



**Massnahme 4.2: Stromgewinnung aus KWK-Anlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, Art. 3.1.e EEG)**

**Annahmen und Berechnungen**

**Abschätzung des theoretischen Potenzials**

Das theoretische Potenzial kann den Betrag der für Heizwärme verbrauchten Energie nicht übersteigen. Der Einsatz von KWK-Anlagen verbessert die Energieeffizienz im Vergleich zur gewöhnlichen Erdgas- oder Dieselerbrennung erheblich. Angerechnet wird in dieser Abschätzung die produzierte Elektrizität im Vergleich zur importierten Elektrizität. Dabei wird eine beheizte Gebäudefläche angenommen, welche mit KWK-Anlagen beheizt werden kann. Besser als die nachfolgende Berechnung abschneiden würden KWK-Anlagen, welche mit Biogas oder fester Biomasse betrieben werden. Dazu müssten die Förderbeiträge oder zielgerichteter die Stromvergütung für derartige Anlagen stark erhöht werden. Eine mit Hackschnitzel betriebene KWK-Anlage mit rund 150 kWel ging Ende 2020 im Malbun in Betrieb.

Heizwärmeverbrauch (Altbauten) pro m<sup>2</sup> EBF 100 kWh/m<sup>2</sup>a  
 El. Wirkungsgrad der KWK-Anlage: 33 %

Zur Beheizung desselben Gebäudes wird zusätzlich die Erdgasmenge im Umfang der erzeugten Elektrizität bezogen. Für die Betrachtung Inland resultiert deshalb ein erhöhter CO<sub>2</sub>-Ausstoss von 50%, da mehr Brennstoff verbraucht wird.

Wird Strom aus KWK-Anlagen in einer Wärmepumpenanlage verwendet, resultiert wiederum eine sehr grosse CO<sub>2</sub>-Einsparung. Der Mehrverbrauch an Brennstoff wird dabei um etwa den Faktor 3 überkompensiert. Diese Einsparung wird bei der Massnahme Wärmepumpen berücksichtigt, da diese ursächlich auf die Wärmepumpe zurückzuführen ist.

Für die Betrachtung (UCTE) resultiert eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von  $0.43181^{**} \cdot 0.198^{*} = 0.23381$  tCO<sub>2</sub>/MWh für den zusätzlich verbrauchten Brennstoff (Erdgas)

Jeder mit KWK-Anlagen beheizte m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche benötigt eine zusätzliche Erdgasmenge von rund 50%.

Angenommene mögliche beheizbare Fläche mit KWK 250'000 m<sup>2</sup> EBF (die gesamte EBF im FL beträgt rund 5 Mio. m<sup>2</sup>)

Zusätzliche Erdgasmenge 50 kWh/m<sup>2</sup> EBF\*a

Erzeugte Strommenge = Zusätzlicher Brennstoffbedarf 12'500 MWh/a

CO<sub>2</sub>-Einsparung (Inland) 12'500 MWh -0.198 -2'475 tCO<sub>2</sub>/a

CO<sub>2</sub>-Einsparung (UCTE): 12'500 MWh 0.23381 2'923 tCO<sub>2</sub>/a

**Kostenberechnung**

		Effizienz	erneuerbare Energie	**CO <sub>2</sub> (Inland)	**CO <sub>2</sub> (UCTE)
<b>Zielzuordnung</b>		X		X	X
<b>Kosten</b>		2015		2015	2015
<b>Nettobelastung Fonds für ESV</b>	CHF/kWh	0.12		0.12	0.12
<b>Vergütete Energie während 10a</b>	kWh/kWel	40'000		40'000	40'000
<b>Kosten für Fonds</b>	CHF/kWel	4'800		4'800	4'800
<b>Direktförderung Staat</b>	CHF/kWel	400		400	400

<b>Kosten Fonds + Staat</b>	CHF/kW <sub>el</sub>	5'200		5'200	5'200
<b>Wirkung</b>	kWh/a kW <sub>el</sub>   tCO <sub>2</sub> /a kW <sub>el</sub>	4'000		-0.79	0.94
<b>Erwartete Lebensdauer</b>	Jahre (a)	15		15	15
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>	MWh/kW <sub>el</sub>   tCO <sub>2</sub> /kW <sub>el</sub>	60		-11.88	14.03
<b>Kosten pro kWh oder tCO<sub>2</sub> Wirkung</b>	Rp/kWh   CHF/tCO <sub>2</sub>	8.7		-438	371

\* Umrechnung Erdgas als Brennstoff 0,198 tCO<sub>2</sub>/MWh.

\*\*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 4.3: Wasserkraftwerke

**Hintergrund:** Die Wasserkraft ist in Liechtenstein schon stark genutzt. Neben Kleinkraftwerken stellt der Rhein das grösste erneuerbare Potenzial dar. Die Nutzung des Rheins könnte sinnvoll sein, wenn auch aus ökologischer Sicht eine Aufwertung resultiert. Aus einer globalen Optik ist die Wasserkraftnutzung in Bezug auf das CO<sub>2</sub> interessant.

**Ziel:** Weiterverfolgung einer ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung. Bis 2030 wird kein Potenzial aus Rheinkraftwerken eingerechnet, aber die Option für eine spätere Rheinkraftnutzung soll nicht verbaut werden.

**Verantwortlichkeit:** Liechtensteinische Kraftwerke

**Kosten:** Für eine Staustufe (RKW) mit einem durchschnittlichen Jahresertrag von 80 GWh muss mit Erstellungskosten von rund 150 - 180 Millionen Franken gerechnet werden.

**Potenzial:** Das theoretische Potenzial der Kleinwasserkraftwerke wird auf 5.6 GWh geschätzt. Das Potenzial des Rheins wird auf 420 GWh (5 Stufen) geschätzt, wovon 50% dem Fürstentum Liechtenstein anrechenbar wären. In einer reduzierten Variante mit zwei Staustufen beträgt es 160 GWh, wovon 50% (80 GWh) Liechtenstein anrechenbar wären.

**Umsetzung:** Verschiedene Abklärungen wurden zu RKW seit 2008 getroffen. Technisch scheinen 2 bis 3 Stufen im Rhein realisierbar und die ökologischen Fragen aus Sicht der LKW lösbar, wobei von Seiten der Projekt- und der Koordinationsgruppe der Internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) dies aktuell anders bewertet wird. Die hohen Kosten lassen bei aktuellen und zukünftig absehbaren Marktpreisen für Strom eine wirtschaftliche Umsetzung nicht zu. Für eine Realisierung braucht es einen klaren politischen Willen. Das wirtschaftlich nutzbare Potenzial für Klein- und Trinkwasserkraftwerke ist aus ähnlichen Gründen ebenfalls ausgenutzt. Das Kleinwasserkraftwerk Mühleholzquellen wurde erneuert und nahm 2021 die Produktion auf.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Vorbehalte gegenüber einer genaueren Prüfung. Negative Beurteilung der Umweltbilanz.

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen	Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung												
kWp												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)												
Potenzial Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)		0.80										0.8
Potenzial Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)		0.00										0.0
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **		346										346
		0										0

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	216 GWh/a	93'269 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	1 GWh/a	346 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

#### Massnahme 4.4: Holzheizwerke

**Hintergrund:** Holzheizwerke ermöglichen eine effiziente und emissionsarme Holznutzung. Zudem können auch schwer verwertbare Holzsortimente wie Kronen- und Astmaterial genutzt werden. In Liechtenstein sind derzeit rund 30 Hackschnitzelfeuerungen in Betrieb. 2012 wurde das Holzheizwerk Malbun, 2014 das Holzheizwerk Balzers in Betrieb genommen.

**Ziel:** Ausschöpfung des inländischen Holzpotenzials vornehmlich schlechter Holzsortimente mit Heizwerken. Wenn wirtschaftlich möglich in KWK-Anwendung, Prüfung der Potenziale regionaler Holznutzung und zentraler Restholzfeuerung.

**Verantwortlichkeit:** Amt für Umwelt

**Kosten:** Abhängig von Fördermöglichkeiten

**Potenzial:** Siehe auch Potenzial Massnahme 1.3 „Förderung von Holzheizungen“. Dieses ist grundsätzlich durch den Zuwachs von Holz limitiert. Bei regionaler Betrachtung könnte mehr Holzpotenzial vorliegen. Die energetische Nutzung von Restholz in einer zentralen Anlage könnte geprüft werden. Mittelfristig könnten solche Netze in der Übergangszeit mit Überschussstrom aus Sonne oder Wind gespeist werden. Holz erhält so eine wichtige Regelfunktion.

**Umsetzung:** Anreize über Fördermassnahme und Umsetzung mit Trägerschaftsstrukturen. Zur Optimierung der Anlagen sind weiterhin Neuanschlüsse und Zusammenschlüsse von einzelnen Wärmeverbänden zu prüfen und sofern möglich umzusetzen. Zudem sollen Möglichkeiten für neue Anlagen geprüft werden (z.B. auch bei Industriebetrieben).

**Abhängigkeiten und Risiken:** Begrenztes Holzpotenzial, teure Fernwärmeleitungen.

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a						15.00						15.0
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a						3'285						3'285
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	13'797 tCO <sub>2</sub> /a	13'797 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	15 GWh/a	3'285 tCO <sub>2</sub> /a	3'285 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	25 CHF/tCO <sub>2</sub>	25 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 4.4: Holzheizwerke

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials

Die Holznutzung kann im Fürstentum Liechtenstein weiter erhöht werden. Insbesondere können schlecht verwertbare Holzsortimente wie auch Astmaterial aus Gärten und Rüfeabgängen in grösseren Holzheizwerken mit wesentlich weniger Feinstaubbelastung verwertet werden.

				Daten aus Vorprojektstudien	
<b>Projekt Heizwerk Balzers</b>					
Potenzial 2008–2020	15	GWh/a	3'285 tCO <sub>2</sub> /a		
Kosten			25 CHF/tCO <sub>2</sub>		
<hr/>					
<b>Projekt Heizerk Malbun</b>					
Potenzial 2008–2020	5	GWh/a	1'095 tCO <sub>2</sub> /a		
Kosten			9 CHF/tCO <sub>2</sub>		
<hr/>					
<b>Weiteres Holzheizwerk</b>				<b>Gesamt</b>	
Potenzial 2021-2030	15	GWh/a	3'285 tCO <sub>2</sub> /a	35 GWh/a	7'665 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten			CHF/tCO <sub>2</sub>		21 CHF/tCO <sub>2</sub>

Das theoretische Potenzial für Hackschnitzel beträgt gemäss Holzpotenzialanalyse von 2019 rund 63 GWh/a. Gemäss Energiestatistik 2020 wurde dieses mit 37 GWh/a noch nicht ausgeschöpft.

#### Kostenberechnung

Zielzuordnung	Effizienz	Erneuerbare Energie	CO <sub>2</sub>
<b>Förderung</b>		CHF	CHF
<b>Wirkung pro Jahr</b>		GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Erwartete Lebensdauer</b>		Jahre	Jahre
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>		GWh	tCO <sub>2</sub>
<b>Kosten pro kWh Wirkung bez. Investition</b>		Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>

\*\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

**Massnahme 4.5: Windkraftwerke**

**Hintergrund:** Windkraftwerke könnten einen Beitrag zur Energieversorgung leisten und sollen deshalb in die Überlegungen miteinbezogen werden. Insbesondere ergänzt Windkraft die Erzeugung aus Photovoltaik saisonal sehr gut.

**Ziel:** Weiterverfolgung der technischen Entwicklung und der Möglichkeiten der Nutzung von Windkraft.

**Verantwortlichkeit:** Liechtensteinische Kraftwerke

**Kosten:** Noch nicht quantifizierbar. Hängt von der gewählten technischen Lösung und dem Standort ab (aktuelle Schätzung <14 Mio. CHF).

**Potenzial:** LKW und Solargenossenschaft haben umfangreiche Abklärungen zum Potenzial in Liechtenstein angestellt. Wirtschaftlich attraktiv scheint das Projekt And oberhalb Balzers auf CH-Hoheitsgebiet zu sein. Das Potenzial beträgt 14 GWh/a.

**Umsetzung:** Eingabe und Bau einer Anlage, wenn ein geeigneter Standort gefunden wird und die politische Akzeptanz in Liechtenstein und der Schweiz erreicht werden kann. Das Land Liechtenstein gab 2016 die Erstellung eines Windkatasters in Auftrag. Daraus resultiert, dass mit aktuellen Technologien nur Standorte um Balzers wirtschaftlich attraktiv sein können.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Je nach Standort kann es Interessenkonflikte mit Landschafts- und Naturschutz geben. Die Bürgergenossenschaft Balzers hat 2016 einer Weiterverfolgung des Projekts mit 2/3-Mehrheit zugestimmt. Eine Umfrage unter der Balzner Bevölkerung hat jedoch deutlich gemacht, dass bis 2020 das Potenzial der Anlage in And nicht ausschöpfbar ist. Eine Weiterverfolgung von Windprojekten setzt einen klaren politischen Willen von Land und Gemeinden voraus.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	14 GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 4.5: Windkraftwerke

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials

Hintergrund: Die meisten Gebiete im Rheintal sind aufgrund der topografischen Bedingungen, der Windverhältnisse und der technischen Einschränkungen als Standort für einzelne Windenergieanlagen und grosse Windparks eher als ungeeignet einzustufen. Die Solargenossenschaft widmet sich seit längerem diesem Thema und kommt zum Schluss, dass trotzdem Standorte für die Nutzung der Windkraft gefunden werden können. Messungen der Solargenossenschaft und der LKW an verschiedenen Standorten und eine landesweite Modellierung zeigen ein sinnvoll nutzbares Potenzial an Windkraft in Balzers auf. Die Windverhältnisse im Talbereich sind teilweise sehr komplex und von verschiedenen Faktoren abhängig, was die Standortwahl etwas erschwert. Gemäss diesen Abklärungen ist es denkbar, mindestens 3 Anlagen mit einer Grösse von je 3 MW zu bauen. Bei steigenden Strompreisen könnten diese unter Umständen auch wirtschaftlich betrieben werden.

3 Anlagen mit je 3 MW und einer Jahresproduktion von Total 14 GWh/a

Theoretisches Potenzial **14 GWh** **6'048 tCO<sub>2</sub>/a**

#### Kostenberechnung

Zielzuordnung	Effizienz	erneuerbare Energie		CO <sub>2</sub> (UCTE*)	
		X		X	
<b>Investitionskosten</b>		14'000'000	CHF	14'000'000	CHF
<b>Wirkung pro Jahr</b>		14	GWh/a	6'045	tCO <sub>2</sub> /a
<b>Erwartete Lebensdauer</b>		20	Jahre	20	Jahre
<b>Wirkung über Lebensdauer</b>		280	GWh	120'907	tCO <sub>2</sub>
<b>Kosten pro kWh Wirkung bez. Investition</b>		5.0	Rp/kWh		
(Grössenordnung ohne Kapital und Unterhaltskosten!)					

\*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 4.6: Biogasnutzung und erneuerbares Gas (Power-to-Gas)**

**Hintergrund:** In Liechtenstein besteht ein Potenzial von ungenutzten Grün- und Gartenabfällen sowie von Gülle aus der Landwirtschaft, welches sich zur Nutzung für die Biogasgewinnung verwenden liesse. Ebenfalls ist es denkbar, mit erneuerbarer Elektrizität mittels Elektrolyse ein speicherbares Gas herzustellen (Power-to-Gas).

**Potenzial:** Das Potenzial für Biogasanlagen aus biogenen Abfällen wurde im Rahmen des Energiekonzepts 2013 geprüft. Leider ist aus Standortgründen bisher keine Umsetzung erfolgt. Das Potenzial für Biogas aus Kompost wird mit 5.5 GWh/a angegeben (dieser Betrag kommt zusätzlich zum bereits bei der ARA aufbereiteten Klärgas hinzu). Das Potenzial für inländisches erneuerbares Gas ist begrenzt durch allfällige erneuerbare Stromüberschüsse für die Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff oder durch nachhaltige CO<sub>2</sub>-Quellen (KVA, Zementherstellung, Biogasanlagen) für die Methanisierung. Power to Gas wird erst dann wirtschaftlich und nachhaltig, wenn ansonsten nicht nutzbare Überschüsse an erneuerbarem Strom zur Elektrolyse verwendet werden können.

**Ziel:** Nutzung der Grünabfälle in einer Biogasanlage, Nutzung von Gülle in der Landwirtschaft zur Produktion von Biogas und/oder Produktion von erneuerbarem Gas mittels Power-to-Gas.

**Umsetzung:** Es sollten regionale Kooperationen und die Beheizung des Fermenters mit z.B. Abwärme aus der KVA in die Betrachtung einbezogen werden. Es könnte eine zentrale Anlage zur Verwertung von Gülle und Kompost erstellt werden. Erneuerbares Gas könnte auch importiert oder mittel- bis langfristig im Land hergestellt werden. 2021: Eine Studie ist dazu in Bearbeitung.

**Verantwortlichkeit:** Liechtensteinische Gasversorgung

**Abhängigkeiten und Risiken:** Standortfrage, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit (Power to Gas).

**Kosten:** Noch nicht quantifizierbar. Hängt von der gewählten technischen Lösung und dem Standort ab.

**Hinweis:** Die ARA speist das aufbereitete Biogas seit 2013 ins Erdgasnetz ein (Potenzial Nutzung erneuerbare Energien). Der zusätzliche Erdgasbezug der ARA wird deshalb mit negativem Vorzeichen berücksichtigt (Potenzial Steigerung Energieeffizienz). Die reduzierte Stromproduktion ist unter Massnahme 4.2 erfasst.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a					7.50							7.5
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a					1'643							1'643
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	11.7 GWh/a	2'562 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		GWh/a	7.5 GWh/a	1'643 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



**Massnahme 4.7: Tiefengeothermie**

**Hintergrund:** Die in den Jahren 2008 bis 2011 durchgeführten Abklärungen und Untersuchungen zum Nutzungspotenzial der Tiefengeothermie in Liechtenstein haben ergeben, dass im Bereich zwischen dem Schellenberg und Schaan geothermisch nutzbare Gesteinsschichten bis in einer Tiefe von rund 4500 Metern unter Terrain erwartet werden können.

**Ziel:** Auf Basis der vorliegenden Ressourcenanalyse ist die Machbarkeit der Tiefengeothermie aus geologischer, nutzungstechnischer und wirtschaftlicher Sicht sowohl national wie auch in grenzüberschreitender Zusammenarbeit zu prüfen (RA 2011/524-8613). Die Entwicklungen im näheren und weiteren Umfeld sind mitzuverfolgen und gegebenenfalls miteinzubeziehen.

**Verantwortlichkeit:** Amt für Umwelt

**Kosten:** Für gezielte geologische Abklärungen ist mit Kosten im Bereich zwischen CHF 10 und 20 Mio. zu rechnen. Für die Realisierung einer Anlage inklusive Ausbau der Fernwärmeinfrastruktur in Liechtenstein ist mit Kosten in der Grössenordnung von CHF 100 Mio. zu rechnen.

**Potenzial:** Aufgrund der bisherigen Untersuchungen wird von einem mittleren technisch nutzbaren Potenzial von 12 MW thermisch ausgegangen. Damit liessen sich netto rund 5 GWh Strom pro Jahr produzieren, was einem Bedarf von 1000 bis 1500 Haushalten entspricht. Zusätzlich stünde Wärmeenergie für Heizzwecke und weitere Anwendungen in der Grössenordnung von bis zu 70 GWh zur Verfügung.

**Umsetzung:** Prüfauftrag der Regierung (RA 2011/524-8613). Verfolgen der Entwicklungen im näheren und weiteren Umfeld.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Ein erfolgreiches Projekt ist zum einen abhängig von den geologischen Voraussetzungen im Untergrund, insbesondere der Fündigkeit. Entsprechende geologische Erkundungen sind kostenintensiv. Das Fündigkeitsrisiko kann reduziert, aber nie vollständig ausgeräumt werden. Zum anderen bedarf es einer effizienten und möglichst vollständigen Fernwärmeverteilung an der Oberfläche, was entsprechende strategische Entscheidungen voraussetzt.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												



realisiert      Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	75 GWh/a	15'330 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).  
 \*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 4.7: Tiefengeothermie

### Annahmen und Berechnungen

#### Abschätzung des theoretischen Potenzials

Potenzial Stromproduktion  
Potenzial Wärmeproduktion  
**Potenzial erneuerbare Energien**

5 GWh/a  
70 GWh/a  
**75 GWh/a**

#### **Potenzial CO<sub>2</sub>-Einsparung**

CO<sub>2</sub>-Einsparung (Inland)  
CO<sub>2</sub>-Einsparung (Global, UCTE)

Im Inland können fossile Brennstoffe für die Wärmegewinnung in der Grössenordnung von 70 GWh ersetzt werden. In der globalen Perspektive können zusätzlich zum Inlandeffekt 5 GWh Stromimport (UCTE-Mix) substituiert werden.

70 GWh x 0,219\* = 15'330 tCO<sub>2</sub>/a

Inlandeffekt + 5 GWh x 0,432\*\* = 15'330 + 2'160 = 17'490 tCO<sub>2</sub>/a

**Massnahme sistiert**  
**Begründung in der**  
**Energlestrategie 2030**

\* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

#### Massnahme 4.8: Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie

**Hintergrund:** Die technische Entwicklung in Richtung erhöhter Energieeffizienz und ein Wachstum von Bevölkerung und Wirtschaft sowie Substitutionen durch Elektrifizierung (Wärmepumpen, Elektromobilität) lassen einen zunehmenden Stromverbrauch erwarten. Die zusätzlichen inländischen Ressourcen zur Stromproduktion sind beschränkt und der Eigenversorgungsgrad beim Strom liegt heute bei rund 20%. Die Menge des importierten Stroms wird steigen, wenn nicht deutliche Effizienzverbesserungen den Mehrbedarf kompensieren.

**Potenzial:** Der Import von umweltfreundlichem Strom ist eine einflussreiche Massnahme, um Liechtensteins Gesamtbilanz von Primärenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen bei globaler Betrachtung zu optimieren.

**Ziel:** Import von Strom mit geringer Umweltbelastung, Ziel einer Anrechenbarkeit von im Ausland generierten Herkunftsnachweisen bis 2050

**Umsetzung:** Über gesetzliche Regeln können Vorgaben über den Anteil erneuerbarer Energieträger festgelegt werden, welche für alle Anbieter am Markt gelten.

**Verantwortlichkeit:** Bearbeitung durch LKW und LGV

**Abhängigkeiten und Risiken:** Bei einer Priorisierung von erneuerbaren Energien sind die Anforderungen an die wirtschaftliche Verträglichkeit zu beachten. Ansonsten besteht die Gefahr, dass Stromkunden auf günstigere Stromprodukte mit schlechter Umweltbilanz umsteigen.

**Kosten:** Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *													
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 5.1: Energiestädte

**Hintergrund:** Seit dem Jahr 2012 haben alle Gemeinden das Energiestadt-Label, dadurch wurde Liechtenstein das erste „Energiestadt-Land“ der Welt. Seitdem gibt es zweimal pro Jahr ein Treffen der Gemeinden, bei dem über Energiestadt-Themen diskutiert wird und Erfahrungen ausgetauscht werden können. Bewertet wird nach sechs Kriterien: Entwicklung und Raumplanung, kommunale Gebäude und Anlagen, Versorgung und Entsorgung, Mobilität, interne Organisation sowie Kommunikation und Kooperation. Jede Gemeinde wird individuell nach ihren Möglichkeiten bewertet. Dies gilt dann als Basis für die 100%-Marke. Gemeinden welche 50% der Punkte erreichen, erhalten das Energiestadt-Label, bei 75% das Energiestadt-Gold Label.  
**Ziel:** Energiestadt-Gold Zertifikate für alle Gemeinden bis 2020.

**Verantwortlichkeit:** Gemeinden unterstützt durch Energiefachstelle  
**Kosten:** Geringe Kosten aufseiten des Landes bei hoher (indirekter) Wirkung auf Energieverbrauch und Kosteneinsparung aufseiten der Gemeinden durch Nutzung von Synergien.

**Potenzial:** Die Einbindung der Gemeinden in die Bestrebungen der vorliegenden Energiestrategie erleichtert den Prozess zur Zielerreichung. Die Ziele von „Energiestadt“ sind kompatibel mit der Energiestrategie 2020. Durch die Koordination von Land und Gemeinden ergeben sich gegenseitig Synergien, welche dazu beitragen, die vorhandenen Potenziale zu erschliessen. Es besteht ein Synergiepotenzial bei einer vermehrten Zusammenarbeit auf organisatorischer Ebene wie auch auf der Kostenseite für die Gemeinden. Einerseits betreffen mehrere Bereiche alle Gemeinden gleichermaßen (z.B. Energieversorgung), da sie in Landeshoheit organisiert sind. Andererseits gibt es Themen, von denen die Gemeinden untereinander lernen können oder Instrumente, die sinnvollerweise auf Landesebene angesiedelt werden.  
**Umsetzung:** ERFA-Treffen der Energiestadtverantwortlichen und Energiestadtberater zweimal pro Jahr. Initiierung von gemeindeübergreifenden Projekten nach Bedarf. Kommunikation "Energiestadt-Land" nach aussen (und innen). Alle Gemeinden sind Energiestädte.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen	Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
<b>Umsetzung</b>	72%	73%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *</b> tCO <sub>2</sub> /a												
<b>Potenzial Einsparung CO2 (global) **</b> tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

## Massnahme 5.1: Energiestädte

### Annahmen und Berechnungen

#### Entwicklung der Zielerreichung

		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>Balzers</b>	%	66.3%	71.1%									
<b>Eschen</b>	%	73.0%	73.0%									
<b>Gamprin</b>	%	75.2%	75.2%									
<b>Mauren</b>	%	65.1%	65.1%									
<b>Planken</b>	%	79.5%	79.5%									
<b>Ruggell</b>	%	77.9%	77.9%									
<b>Schaan</b>	%	70.1%	70.1%									
<b>Schellenberg</b>	%	70.2%	70.2%									
<b>Triesen</b>	%	75.2%	75.2%									
<b>Triesenberg</b>	%	63.0%	63.0%									
<b>Vaduz</b>	%	71.1%	78.6%									
<b>Gesamt</b>	%	71.5%	72.6%									

**Massnahme 5.2: Aus- und Weiterbildung**

**Hintergrund:** Die effiziente Nutzung von Energie scheitert oft am Mangel an entsprechendem Fachwissen auf verschiedenen Stufen von der Planung bis zur Umsetzung und zum Betrieb von Anlagen und Gebäuden. Die Universität Liechtenstein und die FH-Ost in Buchs bieten Fachrichtungen mit vertieftem Wissen im Bereich Energie an. Weitere Schulen im regionalen Umfeld bauen ihr Angebot in diesem Bereich ebenfalls aus. Der Verein ecowerkstatt hat sich zum Ziel gesetzt, die Ausbildung zum Thema Energie im gesamten Bausektor zu verbessern.

**Potenzial:** Insbesondere im Umfeld des Bausektors und der Prozesstechnik besteht ein grosses Potenzial zur Verbesserung der Energieeffizienz durch Aus- und Weiterbildung aller Beteiligten (Planung/Design, Ausführung/Produktion, Betrieb).

**Ziel:** Steigerung des Fachwissens im Bereich Energie mit Schwerpunkt Bausektor. Prüfung eines zusätzlichen Schwerpunkts im Bereich der Prozesstechnik.

**Umsetzung:** Unterstützung von Initiativen, welche den Zielen der Massnahme entsprechen.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Energiefachstelle

**Kosten:** Verschiedene Ausbildungsprogramme werden im Rahmen des regulären Budgets unterstützt (Universität und NTB). Weitere Kosten je nach Ausbildungsprogrammen.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Abstützung auf Initiativen von Dritten verbessert die Akzeptanz der Ausbildungsprogramme. Gleichzeitig birgt dies aber das Risiko, dass nur bedingt auf die Programme und deren Umsetzung Einfluss genommen werden kann.

**Energiestrategie 2030**

Zeiträumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 5.3: Bewusstseinsbildung

**Hintergrund:** Nicht verbrauchte Energie ist automatisch die sauberste Energie. Es ist daher ein zentrales Anliegen, das Bewusstsein zu fördern, was Energie ist, was dahinter steckt und wie viel für welche Anwendung verbraucht wird. Dieses Grundverständnis sollte ins Grundwissen der Bevölkerung eingebracht werden.

**Ziel:** Wissensvermehrung in der Bevölkerung über das Thema Energieeffizienz und Verbrauch.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Energiefachstelle

**Kosten:** Interne Personalressourcen oder externe Auftragnehmer.

**Potenzial:** Das Potenzial ist schwer messbar. Diese Massnahme muss aber auch als Begleitung von weiteren Massnahmen in den anderen Bereichen verstanden werden und kann so als wichtiger Verstärker wirken.

**Umsetzung:** Sensibilisierungskampagne

**Abhängigkeiten und Risiken:** Es werden meist nur Personengruppe angesprochen, welche sich schon für Energie- und Umweltthemen interessieren.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 5.4: Publizierung von Best-Practice-Beispielen**

**Hintergrund:** Das Thema Energie ist schwierig zu vermitteln und für viele auch schwer verständlich. Am besten funktioniert die Kommunikation über konkrete positive Beispiele, die zum Nachahmen animieren.

**Ziel:** Publikation von guten Beispielen zur Animierung, es gleich zu tun.

**Potenzial:** Über eine gute Kommunikation zum Thema Energie können Denkanstösse initiiert und die Vorteile von energetischen Massnahmen vermittelt werden.

**Umsetzung:** Die Publikation soll über verschiedene Kanäle erfolgen: Webseite der Energiefachstelle, Presse und insbesondere auch Begehungen und Anlässe direkt beim Objekt. Wichtig sind das direkte Ansprechen der Zielgruppen und die Möglichkeit, Antworten auf die eigenen Fragen zu erhalten.

**Verantwortlichkeit:** Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

**Kosten:** Im Rahmen des bestehenden Budgets der Energiefachstelle.

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert
  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).



### Massnahme 5.5: Energiefachstelle als Anlaufstelle

**Hintergrund:** Die Energiefachstelle des Landes Liechtenstein tritt heute unter der Marke "energiebündel" auf. Sie informiert über fachliche Themen rund um Energie und gibt Auskünfte über Fördermassnahmen. Interessierte können sich in persönlichen Beratungs- und Informationsgesprächen z.B. über Themen rund um Sanierungen von Gebäuden oder über Neubauten informieren. Diese Aktivitäten könnten mit einem oder zwei zusätzlichen Energieberatern noch besser wahrgenommen werden. Aufwendigere Beratungen für Kleinbetriebe und KMU wären dann möglich.

**Potenzial:** Eine Anlaufstelle für Energieberatung hat wichtige Funktionen. Informationen können gebündelt und einheitlich weitergegeben werden. Beratung findet bisher hauptsächlich im Baubereich statt. Der Bereich Energieeffizienz in der Wirtschaft wird aus Kapazitätsgründen noch nicht genügend abgedeckt. In Anbetracht dessen, dass mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs auf Industrie und Dienstleistungen fällt (der Rest teilt sich auf Mobilität und Haushalte auf), steckt dort ein entsprechend grosses Einsparpotenzial. Mit einer erhöhten Personalkapazität könnten Kampagnen und Beratungen besser durchgeführt werden.

**Ziel:** Verstärkte Beratung von Kleinbetrieben und Unternehmen.

**Umsetzung:** Aufstockung der Personalressourcen für Beratung.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Eine Konkurrenzierung der Privatwirtschaft muss vermieden werden. Beschränkung auf vorbereitende Leistungen, um dem Kunden beim Einstieg ins Thema zu helfen.

**Kosten:** 300'000 CHF/a.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

**Massnahme 5.7: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand**

**Hintergrund:** Die öffentliche Hand sollte im Energiebereich mit gutem Beispiel vorangehen, um in der Thematik mit der nötigen Glaubwürdigkeit auftreten zu können. Wichtige Einsatzbereich zeigen sich im Beschaffungswesen, bei der Mobilität und bei den öffentlichen Bauten und Anlagen.

**Potenzial:** In der Regel sind Bestgeräte über die gesamte Lebensdauer betrachtet deutlich günstiger, da die Unterhalts- und Betriebskosten tiefer ausfallen. Langfristig ergibt sich so nicht nur eine Energieeinsparung, sondern auch eine Kosteneinsparung für den Staatshaushalt.

**Ziel:** In der Beschaffung nur noch energetische Bestgeräte und energetische Beststandards zulassen.

**Umsetzung:** Weisung an die betroffenen Amtsstellen. Bei Beschaffungen die Weisung erlassen, dass nur Bestgeräte und Beststandards in Bezug auf Energie eingesetzt werden.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

**Kosten:** Langfristige und teilweise auch kurzfristige Kosteneinsparungen

**Energiestrategie 2030**

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 5.7: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

### Indikatoren

#### Energetische Gebäudesanierungen

		2000	2015	2020
Energiebezugsfläche	m <sup>2</sup>	95'152	117'134	122'684
Endenergiebedarf	kWh/a	8'462'760	8'599'435	9'178'788
	kWh/(m <sup>2</sup> *a)	89	73	75
			-17.5%	1.9%
Energetisch sanierte EBF	m <sup>2</sup>		6'985	0
			6.0%	0.0%

Quelle: Daten vom Amt für Bau und Infrastruktur, Basis Energiekennzahl gemäss Gebäudeenergieausweis und Abschätzungen.

### Massnahme 5.9: Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen

**Hintergrund:** Wärmepumpen sind in Kombination mit umweltfreundlich erzeugtem Strom ein sehr wirksames Mittel zur Verbesserung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz. Im Gegensatz zu Öl- oder Gasheizungen, bei denen der Jahresnutzungsgrad normalerweise lediglich in gewissen Grenzen schwankt, wirken sich ungünstige Einstellungen der Steuerung/Regelung oder ungünstige hydraulischen Einbindungen bei Wärmepumpen- und Kälteanlagen weit mehr auf die sogenannte Jahresarbeitszahl aus. Solche ungünstigen Bedingungen können zu einem Mehrverbrauch von bis zu 50% oder mehr führen. Leider fehlt bei den heute gebauten Wärmepumpen- und Kälteanlagen meist eine direkte Kontrolle der Jahresarbeitszahl. Es ist anzunehmen, dass bei einer für den Kunden sichtbaren Anzeige der Jahresarbeitszahl weitere Effizienzgewinne möglich sind.

**Potenzial:** Es ist anzunehmen, dass eine Qualitätssicherung bei Wärmepumpen zu einer Effizienzsteigerung von 15% führen wird. Als Grundlage wird die Massnahme Wärmepumpen genommen. Die Wärmepumpen benötigen danach jährlich 2 GWh Strom zusätzlich. Von diesen kann rund 15% angerechnet werden, wenn man davon ausgeht, dass diese seit 2013 bei allen angewendet wird.

**Umsetzung:** In Abstimmung mit Massnahme 1.4 bei Förderung der Wärmepumpenanlagen mit einem Anreizbonus. Bei Kältemaschinen und nicht geförderten Anlagen mit einer gesetzlichen Vorschrift z.B. via Energieverordnung zum Baugesetz.

**Ziel:** Steigerung der Effizienz von Wärmepumpen und Kälteanlagen im Betrieb

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Erfassung und Anzeige darf nicht zu teuer sein. Kosten/Nutzen Verhältnis muss auch für den Anlagenbetreiber stimmen.

**Verantwortlichkeit:** Amt für Bau und Infrastruktur (ABI)

**Kosten:** Kosten des Förderbonus bei 500 CHF/a pro Anlage und 200 Anlagen pro Jahr 0.1 Mio. CHF/a. Bei Kälteanlagen keine Kosten, da mit Auflage und Gesetz vorschreibbar.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	m2 EBF												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (Global) **
Theoretisches Potenzial	5.8 GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	2'592 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio 2.2 Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	6.43 CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 6.1: Energiestatistik

**Hintergrund:** Eine aussagekräftige Energiestatistik ist die Grundlage einer gezielten Energiepolitik. Sie dient sowohl der Festlegung von Aktivitätsschwerpunkten als auch als Controllinginstrument. Die aktuelle Energiestatistik beschränkt sich im Wesentlichen auf die Erfassung der Energieträger. Sowohl die Beschaffungsseite als auch die Verwendungseite werden damit nicht abgebildet.

**Potenzial:** Strategische Entscheidungen lassen sich nur auf einer entsprechend soliden Datenbasis fällen. Durch eine verbesserte Sichtbarmachung der Vorgänge vor und nach dem Verkauf von Energieträgern in Liechtenstein können energiepolitische Massnahmen abgeleitet und begründet werden.

**Ziel:** Die Grundlagen für eine aussagekräftige und bedürfnisorientierte Energiestatistik schaffen.

**Umsetzung:** Erarbeitung eines Konzeptes für eine erweiterte Energiestatistik, Umsetzung des Konzeptes, Datenerhebung. Diese Massnahme könnte vom Energiekataster profitieren. Synergie

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Statistik

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die erhobenen Daten müssen mit den offiziellen Statistiken vereinbar sein.

**Kosten:** Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

## Massnahme 6.2: Potenzialstudien Energieeffizienz

**Hintergrund:** Auf der Basis der vorhandenen Datengrundlagen lassen sich nur beschränkt Aussagen zum Einsparpotenzial und zu den Ansatzpunkten für eine gezielte Energieeffizienzpolitik machen. Ein Teil der Einsparpotenziale wird daher nur ungenügend erkannt und aktiv erschlossen.

**Potenzial:** Die Steigerung der Energieeffizienz ist eine der wesentlichsten Massnahmen zur Verbesserung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Liechtensteins. Gesamthaft strebt die Energiestrategie 2020 eine Steigerung der Energieeffizienz um 20% an, um den durch Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum verursachten Mehrverbrauch zwischen 2008 und 2020 zu kompensieren.

**Ziel:** Erarbeitung der Energieeffizienzpotenziale für alle Verbrauchsbereiche unter Berücksichtigung der zukünftigen technischen Entwicklungen und einem zeitlichen Verlauf.

**Umsetzung:** Festlegung von Handlungsbereichen für Energieeffizienz in Abstimmung mit den Anforderungen der entsprechenden EU-Richtlinien. Erhebung der Effizienzpotenziale auf der Basis von statistischen Daten Liechtensteins und Vergleichsstudien aus dem Ausland. Abbildung in einem Energieflussmodell. Diese Massnahme soll im Rahmen des Energiekatasters umgesetzt werden.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Energiefachstelle

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

**Kosten:** Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert
  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	-	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

### Massnahme 6.3: Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein

**Hintergrund:** Alle Gemeinden verfügen über Energiekataster. Der Aktualisierungsrhythmus beträgt ca. 2 Jahre. Im Jahr 2020 wurde die Gesetzesgrundlage für einen Landesenergiekataster geschaffen.

**Potenzial:** Ein landesweiter Energiekataster mit periodischen Aktualisierungsintervallen zeigt die Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz des Gebäudeparks anhand des Verlaufs definierter Indikatoren genauer und einheitlicher als die bisherigen dezentralen Kataster. Diese Aussagen sind Grundlage für Energieprognosen, Energiekonzepte und die Erstellung von Planungsinstrumenten. Die Wirkung von Massnahmen kann ebenso überprüft werden. Eine Datenbasis, die die automatische Weiterverarbeitung ermöglicht, reduziert den Aufwand für Erstellung und Pflege eines Energiekatasters erheblich.

**Ziel:** Einheitlicher Energiekataster in Liechtenstein ab 2020 mit jährlicher Aktualisierung. Solar-, Wind- und Fernwärmekataster, Potenzialstudie Wärme aus Abwasser.

**Umsetzung:** Erarbeitung einer Gesetzesgrundlage für einen landesweiten Kataster abgeschlossen. Der Landesenergiekataster ist im Aufbau. Potenzialstudie Wärme aus Abwasser vom 23.1.2013 liegt vor, Aufnahme von FL im Solarkataster [www.sonnendach.li](http://www.sonnendach.li) ist fertig und auf dem Geodatenportal abrufbar, Windkataster ist fertig und auf dem Geodatenportal abrufbar, Fernwärmekataster ist fertig und auf dem Geodatenportal abrufbar.

**Verantwortlichkeit:** Gegenstand der Abklärungen, Kooperation Gemeinden und Land

**Abhängigkeiten und Risiken:** Die Massnahme ist abhängig von der Zustimmung/ vom Beschluss zur Erstellung und der Zusammenarbeit mit den verschiedenen Datenlieferanten (z.B. LKW, LGV) und erfordert die Kooperation der Gemeinden.

**Kosten:** Gegenstand der Abklärungen

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

realisiert
  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).

#### Massnahme 6.4: Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes

**Hintergrund:** Vor dem Hintergrund der grossen Relevanz und Aktualität der Energiefragen sollen energierelevante Beschlüsse und Entscheidungen vorgängig auf ihre Auswirkungen hin überprüft werden.

**Ziel:** Die Ämter von Land und Gemeinden sollen bei neuen Aktivitäten und Gesetzen deren Energie- und Klimarelevanz und Auswirkungen vorgängig grob abschätzen.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

**Kosten:** Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

**Potenzial:** Der Staat hat vielfältigen Einfluss auf die Energiesituation: Er setzt verschiedene Rahmenbedingungen (Rechtsgrundlagen, administrative Verfahren etc.) und ist selbst ein grosser Auftraggeber für energierelevante Aktivitäten.

**Umsetzung:** Erarbeitung eines Leitfadens zur Festlegung energierelevanter Aktivitäten. Fortlaufende Beurteilung von energierelevanten Aktivitäten.

Beispiele für LLV: Fahrzeugbeschaffung, Beschaffung Geräte, staatsnahe Betriebe, Vermögensanlagen, Liegenschaften etc.

**Abhängigkeiten und Risiken:** Keine

#### Energiestrategie 2030

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	-												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a												
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a												

 realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
Theoretisches Potenzial				
Potenzial 2021-2030				
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	CHF/tCO <sub>2</sub>	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO<sub>2</sub>/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

\*\* Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO<sub>2</sub>/MWh (UCTE/ENTSO\_E 2009).