

**BERICHT UND ANTRAG  
DER REGIERUNG  
AN DEN  
LANDTAG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN**

**BETREFFEND DEN  
3. MONITORINGBERICHT ZUR ENERGIESTRATEGIE 2030**

**(Berichtsjahr 2022)**

<i>Behandlung im Landtag</i>	
	<i>Datum</i>
Schlussabstimmung	

**Nr. 120/2023**



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung .....	5
Zuständige Ministerien .....	10
Betroffene Stellen .....	10
<b>I.   BERICHT DER REGIERUNG .....</b>	<b>11</b>
1.   Ausgangslage und Aufträge .....	11
2.   Begründung der Vorlage.....	13
3.   Entwicklung und Zielpfad der Energiestrategie 2030.....	14
3.1   Rahmenbedingungen: Wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung .....	15
3.2   Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs.....	20
3.3   Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030 .....	21
3.4   Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 .....	24
4.   Erläuterungen zur Umsetzung der Massnahmen.....	26
4.1   Überblick .....	27
4.2   Bereich Gebäude .....	28
4.2.1   Massnahmenliste .....	28
4.2.2   Indikatoren.....	30
4.3   Bereich Verkehr.....	39
4.3.1   Massnahmenliste .....	39
4.3.2   Indikatoren.....	41
4.4   Bereich Erzeugung und Beschaffung.....	43
4.4.1   Massnahmenliste .....	43
4.4.2   Indikatoren.....	45
5.   Aktualisierte Massnahmenliste (Beilage) .....	57
6.   Schlussfolgerung und Ausblick .....	57
<b>II.   ANTRAG DER REGIERUNG .....</b>	<b>61</b>

**Beilage:**

- Massnahmenliste zum 3. Monitoringbericht

## **ZUSAMMENFASSUNG**

*Der vorliegende dritte Monitoringbericht bildet mit dem Datenstand per Ende 2022 (Treibhausgase 2021) das zweite Jahr der zehnjährigen Periode der Energiestrategie 2030 ab. Anhand von verschiedenen Indikatoren wird die Umsetzung jährlich gemessen. Der Bericht zeigt auf, welche Entwicklungen sich im Einklang mit den Zielsetzungen der Energiestrategie 2030 befinden und wo noch Handlungsbedarf besteht.*

*Nach dem im letzten Monitoringbericht aufgezeigten deutlichen Anstieg von Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen zeigt sich im vorliegenden Bericht im Ergebnis ein positiveres Bild. Zu diesem Resultat haben allerdings nicht direkt beeinflussbare Faktoren wie die milde Witterung und die Energiepreiserhöhungen wesentlich beigetragen. Es ist daher unbedingt erforderlich, die Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen mit Nachdruck zu verfolgen und die Anstrengungen in den kommenden Jahren weiter zu intensivieren. Dies vor allem auch vor dem Hintergrund, dass der Landtag die CO<sub>2</sub>-Zielsetzungen im März 2023 mit der Abänderung des Emissionshandelsgesetzes<sup>1</sup> (BuA Nr. 119/2022) deutlich verschärft hat.*

*Ziel 1 (Reduktion des Energiebedarfs) und Ziel 2 (Steigerung der erneuerbaren Energien) befinden sich aktuell auf Kurs, was bei Ziel 3 (Reduktion der Treibhausgasemissionen) nicht der Fall ist, da die energetischen Treibhausgasemissionen 2021 im Vergleich zu 2020 angestiegen sind. Aufgrund des um rund 14% reduzierten Bedarfs an fossilen Brennstoffen und um 9% reduzierten Bedarfs an fossilen Treibstoffen ist beim CO<sub>2</sub>-Ziel für 2022 eine Zielerfüllung wahrscheinlich. Diese Reduktion lässt sich zu einem grossen Anteil mit der besonders milden Witterung und Effekten aus Preisgefällen beim Treibstoff im nahen Ausland (Tanktourismus) erklären. Es ist daher nicht gesichert, dass es sich um einen andauernden Rückgang handelt.*

*Besonders positiv aufgefallen sind im Jahr 2022 die stark gestiegene Umsetzung von erneuerbaren Heizsystemen (Wärmepumpen und Biomasse) und der Netzausbau bei der Nah- und Fernwärme. Diese Entwicklungen werden ihr volles Potenzial erst in den kommenden Jahren entfalten. Dennoch wurden im Jahr 2022*

---

<sup>1</sup> Emissionshandelsgesetz (EHG) vom 19. September 2012, LGBl. 2012 Nr. 346.

*schätzungsweise noch über 200 fossile Heizungen neu eingebaut oder ersetzt, was einer Quote von rund 50% fossilen Heizungen entspricht. Dies stellt eine grosse Hypothek für die Zukunft dar. Auch der Photovoltaik- bzw. PV-Zubau hat im Jahr 2022 erfreulicherweise alle Rekorde gebrochen und der PV-Ertrag konnte gegenüber dem Vorjahr um 18.6% gesteigert werden. Damit deckt PV-Strom mittlerweile 8.9% des jährlichen Landes-Stromverbrauchs ab. Erstmals konnte das Zubauziel der Energiestrategie von +5 MWp/Jahr erreicht und mit +9.7 MWp sogar deutlich übertroffen werden.*

**Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs**

*Der Endenergiebedarf im Jahr 2022 gemäss Energiestatistik<sup>2</sup> liegt nach einer deutlichen Reduktion gegenüber dem Vorjahr um 15% unter dem Basiswert von 2008. Der Zielindikator wird damit eingehalten. Die Reduktion ist zu einem relevanten Teil der milden Witterung zuzuschreiben. Die Zielerreichung von -20% bis im Jahr 2030 bleibt erreichbar. Dies unter der Voraussetzung, dass die vorgesehenen gesetzlichen Massnahmen betreffend den Gebäudeenergiebedarf (Wärmedämmung) und die Wärmeerzeugung (z.B. Wärmepumpen) umgesetzt werden können.*

**Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030**

*Der Anteil erneuerbarer Energien inkl. Fernwärme und Dampf ab Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA) Buchs gemäss Energiestatistik liegt im Jahr 2022 gleichbleibend bei 25% und damit leicht über dem Sollwert. Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs werden als Abwärmenutzung betrachtet und ebenfalls hier bilanziert. Die Nutzung von Fernwärme resp. Dampf ab KVA reduzierte sich 2022 um 7.5%, beim Holz erfolgte eine Steigerung um 21.4% (vor allem aufgrund des erweiterten Einbezugs von Holzimporten in der Energiestatistik). Die Stromproduktion aus Wasserkraft (-16.4%) ging aufgrund des trockenen Sommers deutlich zurück, wurde aber teilweise durch die zunehmende Stromproduktion aus Photovoltaik (+18.6%) kompensiert. Die weitere Steigerung dieses Indikators auf 30% bis im Jahr 2030 ist anspruchsvoll und hängt massgeblich davon ab, dass die Stromproduktion aus*

---

<sup>2</sup> Energiestatistik 2022, Amt für Statistik und Link auf das Statistikportal <https://www.statistikportal.li/de/themen/raum-umwelt-und-energie/energie>.

*Photovoltaik weiter deutlich erhöht und gleichzeitig der Endenergiebedarf des Landes gesenkt werden kann.*

### **Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030**

*Mit Verabschiedung der Klimastrategie 2050 im Dezember 2022 (BuA Nr. 120/2022) sowie der Abänderung des Emissionshandelsgesetzes im März 2023 (BuA 119/2022) wurde das Klimaziel 2030 im Vergleich zu 1990 von -40% auf -55% erhöht. Dabei soll eine Reduktion von mindestens 40% mit Inlandmassnahmen erreicht werden. Die Treibhausgasemissionen liegen gemäss Treibhausgasinventar 2021 knapp über dem linearen Absenkpfad für die Zielerreichung. Im Jahr 2021 stieg der Treibhausgas-Ausstoss in Liechtenstein auf 4.68 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Kopf (2020: 4.60 Tonnen). Unter Einbezug der LULUCF-Kategorien<sup>3</sup>, der sogenannten CO<sub>2</sub>-Quellen oder -Senken, welche auf Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zurückgehen, gingen die Gesamtemissionen zwischen 2020 und 2021 vor allem aufgrund der geringeren Holznutzung um 0.79% und zwischen 1990 und 2021 um 22.3% zurück. Der Indikator liegt noch weit vom neu verschärften Inlandziel von -40% bis 2030 entfernt. Energiebedarf (+3.4%) und Nutzung fossiler Energien (+3.5%) sind 2021 gestiegen. Die Energiestatistik 2022 lässt aber für das Jahr 2022 zumindest eine deutliche Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erhoffen, denn der Einsatz fossiler Brenn- und Treibstoffe wurde im Jahr 2022 um 12% reduziert. Allerdings beruht dieser Effekt massgeblich auf dem milden Winter sowie auf dem Preisgefälle bei den Treibstoffen im nahen Ausland (Tanktourismus).*

*Im Bereich «Gebäude» wurden im Jahr 2022 deutlich weniger Flächen energetisch saniert, auch Modernisierungen nach Minergie-A und -P wurden keine gemeldet. Der Umstieg zu erneuerbaren Heizsystemen war sehr erfolgreich und es konnten rund 100'000 m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche mit Wärmepumpen, Nah- und Fernwärme, Hackschnitzelfeuerungen und einzelnen Holzfeuerungen ausgerüstet werden sowie Liegenschaften von 32 neuen Kunden an die Nah- und Fernwärmenetze der*

---

<sup>3</sup> LULUCF (von engl. «Land Use, Land Use Change and Forestry»): Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft sind Teil der nicht-energetischen Treibhausgasemissionen und machen zusammen mit Emissionen aus industriellen Prozessen, Landwirtschaft und Abfall rund 20% der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

*Liechtenstein Wärme<sup>4</sup> (mehrheitlich ab KVA Buchs) angeschlossen werden. Es bleibt eine der grossen Herausforderungen, den Gebäudebereich CO<sub>2</sub>-neutral umzubauen und dabei auch den Energiebedarf deutlich zu senken. Die Sanierungsrate ist weiterhin tief, auch weil die Neubaurate hoch und viele Objekte statt saniert durch Neubauten ersetzt werden. Im September 2023 hat der Landtag die Umsetzung der kantonalen Mustervorschriften im Energiebereich (MuKE n 2014) beschlossen. Dies stellt eine der zentralen Massnahmen der Energiestrategie 2030 dar; allerdings wurde dagegen erfolgreich das Referendum ergriffen, sodass nicht klar ist, ob diese tatsächlich in Kraft treten kann. Der Energiebedarf der Unternehmen mit Zielvereinbarung bzw. der Grossverbraucher ist trotz des Wegfalls einer Zielvereinbarung mit dem Vorjahr vergleichbar, und es konnte keine wesentliche Verschiebung festgestellt werden. Die Betriebe mit Zielvereinbarung benötigen weiterhin 26% des Landesenergiebedarfs.*

*Im Bereich «**Verkehr**» erfolgte die Zunahme beim Absatz (hybrid-) elektrischer Personenwagen zwar leicht verlangsamt, aber weiterhin positiv. Im Fahrzeugbestand sind mittlerweile 9.3% der Personenwagen (hybrid-) elektrisch (6.5% im Vorjahr). Bei den Neuzulassungen waren 2022 rund 21% vollelektrisch und 32% hybrid-elektrisch. Benzin- und Dieserverbrauch sind im Jahr 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 8.7% gesunken. Es ist davon auszugehen, dass diese Senkung zu einem grossen Teil durch das Preisgefälle im nahen Ausland bedingt ist. Die Treibstoffeffizienz des öffentlichen Busverkehrs bleibt trotz leicht erhöhter Auslastung noch weit entfernt von der Situation vor 2020. Erste Elektrobusse konnten im Frühling 2023 in Betrieb genommen werden und werden im Jahr 2023 rund 10% der Fahrleistung erbringen.*

*Im Bereich «**Erzeugung und Beschaffung**» waren der Absatz an Dampf und Fernwärme ab KVA Buchs aufgrund der milden Witterung rückläufig. Das Nah- und Fernwärmenetz wurde um über 10 km (+50%) erweitert. Das sich im Aufbau befindende Wärmenetz des Landes (ohne Dampf ab KVA) wurde insgesamt noch zu 25% mit fossilen Energien bedient (Vorjahr: 22%). Trotz Rückgang der Wasserkraftnutzung aufgrund der Trockenheit konnte die inländische Stromproduktion*

---

<sup>4</sup> Die Liechtensteinische Gasversorgung tritt seit September 2022 nach aussen unter dem Markennamen «Liechtenstein Wärme» auf. Es ist geplant, diese Namensänderung auch im Gesetz über die Liechtensteinische Gasversorgung nachzuvollziehen und somit auch den offiziellen Firmennamen entsprechend anzupassen.

*aufrechterhalten werden. Dies insbesondere dank des grossen Zuwachses bei der Photovoltaik. Die Photovoltaik macht mittlerweile 37% der einheimischen Stromproduktion und 8.9% des Landes-Stromverbrauchs aus.*

*Neben einigen sehr positiven Entwicklungen wie dem PV-Zubau, dem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen und dem Ausbau der Nah- und Fernwärme ist festzustellen, dass wichtige Indikatoren für die energetische Transformation stagnieren: Die Gebäudesanierungsrate ist ungenügend und der Anteil der fossilen Brennstoffe am Gesamtenergiebedarf ist seit Jahren konstant. Damit bleibt die Erreichung der Ziele der Energiestrategie zwar möglich, ist aber nicht gesichert. Die strategischen Ansatzpunkte zur Erreichung der Teilziele sind unverändert:*

- Steigerung der energetischen Sanierungsrate des Gebäudebestandes zur Reduktion des Energiebedarfs;*
- Austausch fossil betriebener Heizsysteme durch Umrüstung auf elektrische Wärmepumpen, erneuerbare Energien, Nah- und Fernwärme sowie Dampf ab KVA zur Wärmeversorgung von Gebäuden und zur Prozesswärmeerzeugung;*
- Elektrifizierung des Verkehrs, Verlagerung auf öffentlichen Verkehr und Langsamverkehr;*
- Weiterer, rascher Zubau der Produktionskapazität erneuerbarer Energien im Inland, namentlich Photovoltaik und soweit möglich auch Windenergie.*

*Im Jahr 2022 konnten wichtige Fortschritte erreicht werden. Der Ausbau der Fernwärme nach Vaduz wurde vorangetrieben, die beschlossene Anpassung der PV-Förderung wurde per 01.01.2023 umgesetzt und die Anpassung der Haustechnik-Förderung wurde ebenfalls per 01.01.2023 eingeführt.*

*Im Jahr 2023 wurde mit der Überprüfung weiterer Energiepotenziale begonnen. Studien zu Biogas, PV-Nutzung (ausser Gebäuden), Windenergie sowie eine Zielnetzplanung Fernwärme wurden in Auftrag gegeben und teilweise bereits abgeschlossen.*

*Der Landtag stimmte im September 2023 den Gesetzesvorlagen zur Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie II (EU 2010/31) bzw. der Umsetzung der MuKE 2014 zu (BuA*

Nr. 61/2023). Gleichzeitig verabschiedete er die Gesetzesanpassungen zur Umsetzung der vom Landtag über Motionen eingebrachten PV-Pflicht (BuA Nr. 60/2023). Über beide Vorlagen wird am 21. Januar 2024 in einer Volksabstimmung entschieden.

Die geplanten gesetzlichen Massnahmen, die der Landtag mit grosser Mehrheit verabschiedet hat, sind zentral für die erfolgreiche Umsetzung der Energiestrategie 2030. Die durch den Ukraine-Krieg ausgelöste Energiekrise hat die Bedeutung der Versorgungssicherheit stärker in den Fokus gerückt. Die verfügbaren Potenziale zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zur Eigenversorgung liegen für Liechtenstein vor allem in einer Erhöhung der Energieeffizienz im Winterhalbjahr. Dazu gehören die Wärmedämmung der Gebäude (Neu- und Altbauten), der Ausbau der Nah- und Fernwärmeversorgung und besonders effiziente Technologien bei Stromanwendungen. Beim Ausbau von erneuerbaren Energien soll der Winterproduktion mehr Beachtung geschenkt werden. Aus heutiger Sicht sind die Ziele der Energiestrategie und der Klimastrategie nicht nur aus Gründen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes, sondern vor allem auch zur Absicherung der Energieversorgung in Liechtenstein mit Nachdruck zu verfolgen.

#### **ZUSTÄNDIGE MINISTERIEN**

Ministerium für Inneres, Wirtschaft und Umwelt

Ministerium für Infrastruktur und Justiz

#### **BETROFFENE STELLEN**

Amt für Volkswirtschaft

Amt für Hochbau und Raumplanung

Stabsstelle für staatliche Liegenschaften

Amt für Umwelt

Gemeinden Liechtensteins

Liechtensteinische Gasversorgung (Liechtenstein Wärme)

Liechtensteinische Kraftwerke

Vaduz, 31. Oktober 2023

LNR 2023-1606

P

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,  
Sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete

Die Regierung gestattet sich, dem Hohen Landtag nachstehenden Bericht und Antrag betreffend den dritten Monitoringbericht zur Energiestrategie 2030 zu unterbreiten.

## I. BERICHT DER REGIERUNG

### 1. AUSGANGSLAGE UND AUFTRÄGE

Der Landtag hat am 6. November 2020 die Energiestrategie 2030 mit der Massnahmenliste für verbindlich erklärt.<sup>5</sup> Die Regierung wurde mit der Umsetzung beauftragt. Dazu hat der Landtag auch einzelne konkrete Aufträge formuliert und beschlossen. Die Regierung wurde mit der Umsetzung der Energiestrategie 2030 wie folgt beauftragt, wobei die **fett gedruckten** Textpassagen vom Landtag in der Sitzung ergänzend zum Bericht und Antrag Nr. 118/2020 beschlossen wurden:

Zur Anpassung der Gebäudevorschriften und der Förderbedingungen wird:

---

<sup>5</sup> Siehe Bericht und Antrag Nr. 118/2020.

- a) die Regierung beauftragt, die Gebäudevorschriften auf die Mindeststandards der MuKE 2014 im Gebäudebereich anzupassen, um einerseits ein Regelungsgefälle zur Schweiz zu vermeiden und andererseits den Einbau von fossil betriebenen Feuerungen bei Neu- und Umbauten zu erschweren;
- b) die Regierung beauftragt, für die Massnahme 4.1 «Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen» die Rahmenbedingungen per Gesetzes- oder Verordnungsänderung so weiterzuentwickeln und zu optimieren, damit **mindestens** das Ausbauziel von 5 MWp/Jahr erreicht wird. Dabei sollen auch die Bedingungen für den Weiterbetrieb und die Erneuerung von bereits gebauten Anlagen analysiert und gegebenenfalls soweit verbessert werden, dass die Stromproduktion aus gebauten Anlagen möglichst hoch bleibt;
- c) die Regierung beauftragt, die Massnahme 2.8 «Elektrofahrzeuge» in Kombination mit 3.5 «Smart Energy» prioritär weiter zu verfolgen, damit die vorhersehbaren grossen Produktionsspitzen der Photovoltaik lokal und möglichst im Inland geglättet werden können;
- d) die Regierung beauftragt, dem Landtag im Dezember 2020 eine Gesetzesvorlage vorzulegen, mit welcher die geltenden Photovoltaik-Einspeisevergütungen um ein Jahr verlängert wird;**
- e) die Regierung beauftragt zu prüfen, ob Energiespeicher gefördert werden sollen.**

Um die Vorbildwirkung des Landes zu stärken, wird:

- a) die Regierung beauftragt zu prüfen, wo das Land mit seinen Gebäuden als Schlüsselkunde Fernwärmeprojekte anstossen kann, welche erneuerbare Energie oder Abwärme nutzen und Liegenschaften, welche sich in

Landesbesitz befinden oder vom Land gemietet werden, an Fernwärmeprojekte anzuschliessen, welche erneuerbare Energie oder Abwärme nutzen;

- b) die Regierung beauftragt, den Energiebezug der Verwaltung und der staatsnahen Betriebe, auf welche die Regierung Einfluss hat, auf 100% erneuerbare Energie umzustellen und mit laufendem Monitoring aufzuzeigen, wie der Energieverbrauch pro Mitarbeiter oder ähnlichen Kennzahlen reduziert wird. Soweit möglich und sinnvoll soll die Energieversorgung mit Anlagen in, an und auf den eigenen Gebäuden bereitgestellt werden. Mehrbedarf soll durch erneuerbare Energieprodukte gedeckt werden.

Um die Sensibilisierung im Energiebereich zu forcieren, wird:

- a) die Regierung beauftragt, die Kommunikation und Information über die Notwendigkeit und Art des anstehenden Wandels im Energiebereich zu forcieren;
- b) die Regierung beauftragt, dem Landtag jährlich mit einem Monitoringbericht den Stand der Umsetzung der Energiestrategie 2030 zur Kenntnis zu bringen. **Zeigt dieser Bericht, dass mit den enthaltenen Massnahmen die Ziele der Energiestrategie 2030 nicht erreichbar werden, dann wird die Regierung aufzeigen, wie die Ziele mit zusätzlichen oder angepassten Massnahmen dennoch erreicht werden können.**

## **2. BEGRÜNDUNG DER VORLAGE**

Der vorliegende Monitoringbericht bildet den aktuellen Stand der Umsetzung der Energiestrategie 2030 ab und führt verschiedene aussagekräftige, grundlegende Indikatoren, anhand derer die Umsetzung im Verlauf und auch zukünftig jährlich gemessen werden kann. Der Bericht zeigt auf, welche Entwicklungen sich im Einklang mit den Zielsetzungen der Energiestrategie 2030 befinden und wo verstärkt Handlungsbedarf besteht.

Bei den vorliegenden aktualisierten Daten ist zu berücksichtigen, dass bei der Analyse mit dem Datenstand 2022 (Treibhausgase 2021) das zweite Jahr der zehnjährigen Periode der Energiestrategie 2030 abgebildet wird. Die Energiestrategie 2030 und ihre Szenarien basierten auf dem Datenstand von 2017 (resp. 2015 bei den Treibhausgasen).

### **3. ENTWICKLUNG UND ZIELPFAD DER ENERGIESTRATEGIE 2030**

Im Rahmen der Energievision 2050 und der Energiestrategie 2030<sup>6</sup> wurden drei Ziele betreffend Energieeffizienz, erneuerbarer Energien und Reduktion der Treibhausgasemissionen gesetzt:

1. Energieeffizienz: Reduktion des Endenergiebedarfs gemäss Energiestatistik um 20% gegenüber dem Wert von 2008.
2. Erneuerbare Energien: Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien auf 30% des Bedarfs von 2030.
3. Treibhausgasemissionen: Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40% gegenüber dem Wert<sup>7</sup> von 1990.

Das dritte Ziel der Treibhausgasemissionen wurde im Rahmen der Klimastrategie 2050 zusammen mit den Beschlüssen des Emissionshandelsgesetzes zu einer Reduktion der Treibhausgase um 55% bis 2030 verschärft, davon mindestens 40% im Inland. Die Umsetzung der Vorschriften gemäss MuKE n 2014 und der weiteren Massnahmen der Energiestrategie 2030 sollen dazu führen, dass die Treibhaus-

---

<sup>6</sup> Quelle: <https://www.llv.li/inhalt/11471/amtsstellen/energiestrategie-liechtenstein>.

<sup>7</sup> Da das nationale Treibhausgasinventar (vgl. <https://www.statistikportal.li/de/themen/raum-umwelt-und-energie/luft-klima>) jährlich auch rückwirkend angepasst wird, ändert sich auch der Basiswert für 1990 fast jährlich leicht. In der Berichterstattung werden die prozentualen Reduktionen als fix betrachtet, wodurch die absoluten Reduktionsleistungen schwanken können.

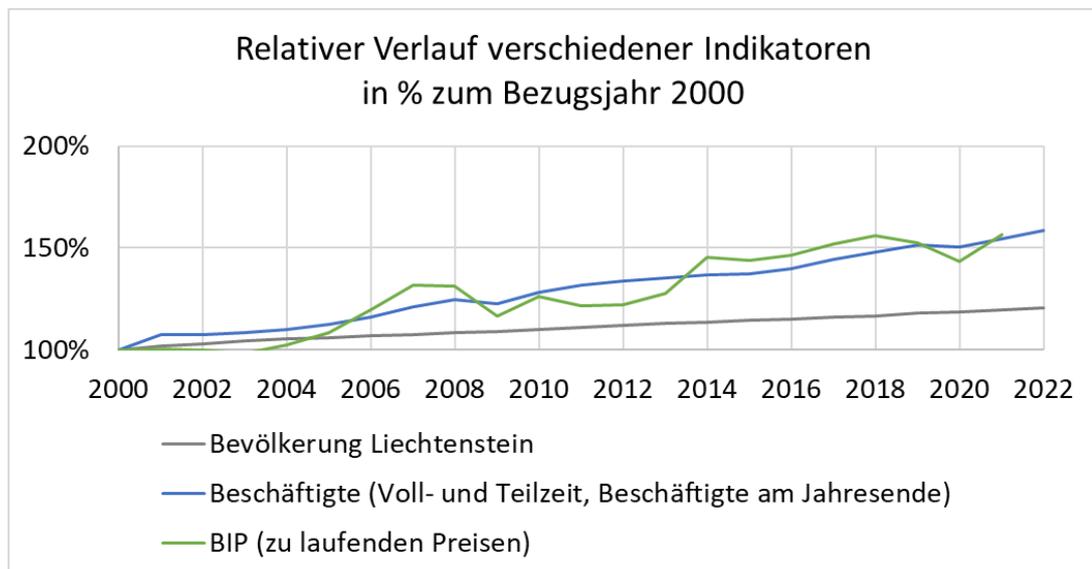
gasemissionen bis 2030 um 30% (Inlandziel) gesenkt werden können. Gemäss der Klimastrategie 2050 soll eine Reduktion von mindestens 40% (Inlandziel) erreicht werden. Die Differenz zwischen dem Reduktionsziel 2030 von 55% zum Inlandziel von 40% soll mit Auslandkompensationsprojekten erreicht werden.

Im Folgenden wird die Zielerreichung zu diesen drei Kernzielen der Energiestrategie 2030 anhand der aktuellen statistischen Daten und Entwicklungen analysiert und bewertet. Dieser Monitoringbericht umfasst auch das Monitoring der energiebedingten Massnahmen der Klimastrategie 2050.

### **3.1 Rahmenbedingungen: Wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung**

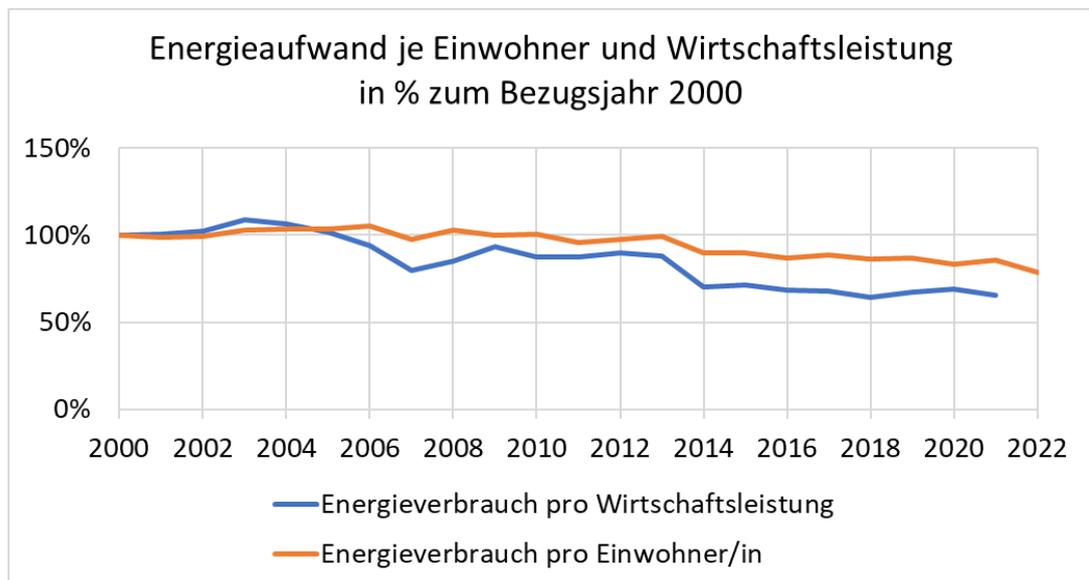
Der Landtag hat mit dem Emissionshandelsgesetz (Art. 4) in Bezug auf den Treibhausgasausstoss das «Netto-Null-Ziel» bis 2050 vorgeschrieben, d.h. bis dahin sollen in Liechtenstein sämtliche energetisch bedingten Treibhausgasemissionen vollständig eliminiert werden. Für die Zielerreichung spielt die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung eine entscheidende Rolle. In diesem Abschnitt werden dazu verschiedene Indikatoren präsentiert. Viele davon wurden bereits in der Energiestrategie 2020 und Energiestrategie 2030 verwendet und sind somit auch rückwirkend vergleichbar.

Die Wohnbevölkerung Liechtensteins ist seit dem Jahr 2000 im Schnitt um fast 1% pro Jahr gewachsen. Dies entspricht einer Zunahme von 6'817 Personen zwischen den Jahren 2000 und 2022 (+372 im Jahr 2022). Auch bei den Beschäftigten gibt es im Jahr 2022 wieder eine Zunahme von +1'138 Voll- und Teilzeitstellen (+2.8%). Die Wirtschaftsleistung in Form des Bruttoinlandprodukts (BIP zu laufenden Preisen) konnte nach dem Einbruch von 2020 im Jahr 2021 wieder um 9.2% zulegen und lag auf dem Stand von 2018 (Abbildung 1).



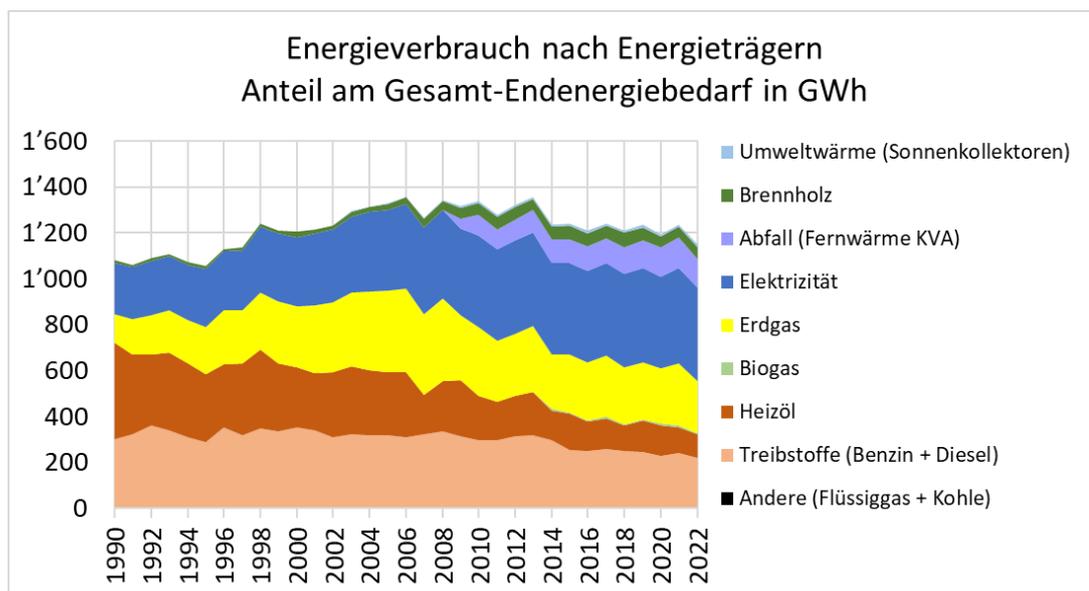
**Abbildung 1: Verlauf verschiedener Indikatoren zu Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Wirtschaftsleistung zwischen 2000 und 2022. Basis: 100% im Jahr 2000. Quelle: Amt für Statistik**

Sowohl der Energiebedarf pro Einwohnerin und Einwohner als auch der Energiebedarf pro erwirtschafteten Franken sind tendenziell und speziell im betrachteten Auswertungsjahr abnehmend (Abbildung 2). Diese Tendenz ist essenziell für alle Teilziele der Energiestrategie und sollte sich über die kommenden Jahre noch deutlicher akzentuieren.



**Abbildung 2: Energieaufwand je Einwohner/in und pro Wirtschaftsleistung (BIP) in Bezug zum Basisjahr 2000. Quelle: Amt für Statistik**

Entscheidend für die Zielerreichung der Energiestrategie 2030 sind die absoluten Entwicklungen gemäss den drei einleitend formulierten Zielen. Der Landesenergiebedarf steht dabei für das Effizienzziel. Der deutliche Rückgang im Jahr 2022 folgt auf eine Zunahme im letzten Jahr und ist zu einem bedeutenden Teil durch die warme Witterung erklärbar (Abbildung 3). Im Jahr 2022 wurden in Vaduz 2'603 Heizgradtage gemessen, 2021 waren es 3'101. Seit 2008 sinkt der absolute Energiebedarf.



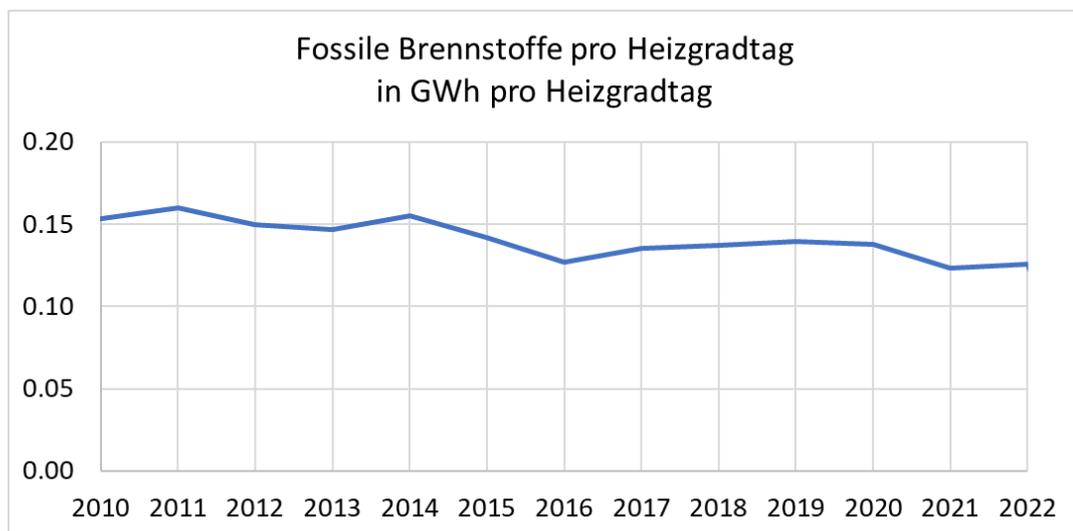
**Abbildung 3: Absolute Entwicklung des Energiebedarfs des Landes gemäss Energiestatistik nach Energieträgern in GWh. Quelle: Amt für Statistik**

Am Energiemix hat sich nicht viel geändert. Alle Brennstoffe und für Heizzwecke verwendeten Energieträger waren im Jahr 2022 in der Grössenordnung der reduzierten Heizgradtage (-16%) rückläufig mit Ausnahme von Brennholz, welches umfassender bilanziert wurde und wahrscheinlich deshalb um 21.4% zunahm. Bemerkenswert war im Jahr 2022 der Rückgang um 8.7% bei den Treibstoffen. Die Interpretation bleibt allerdings bei Fokus auf einzelne Jahre schwierig, weil Preiseffekte und der beobachtete «Tanktourismus» ebenfalls eine Rolle spielen und wohl auch im Jahr 2022 massgeblich zur Senkung beigetragen haben. Bei den Treibstoffen folgt die Absenkung im Jahr 2022 auf eine Steigerung im Jahr 2021 um 5.4%. Insgesamt werden damit die tiefsten Treibstoffabsätze seit 1990 verbucht.

Der fossile Brennstoffbedarf (Heizöl und Erdgas) hat im Jahr 2022 absolut um 14.4% abgenommen. Heizöl- und Erdgasabsatz befinden sich auf dem absolut tiefsten Absatz seit 1990. Beim Heizöl lag der Bedarf im Jahr 2022 noch bei rund 24% des Bedarfs von 1990, was durchaus eine beachtliche Entwicklung ist. Demgegenüber wurde im Jahr 2022 zwar auch der Erdgasbedarf um 16% reduziert,

aber hier liegt gegenüber 1990 noch eine deutliche Steigerung vor. Hier sind demnach weitere Anstrengungen nötig.

Unter Berücksichtigung von Emissionsfaktoren für Heizöl und Erdgas<sup>8</sup> ergab sich im Jahr 2022 eine deutliche Abnahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen dieser beiden Brennstoffe um 13.9%.<sup>9</sup> Pro Heizgradtag hat der fossile Brennstoffbedarf gegenüber dem Vorjahr allerdings nicht abgenommen (Abbildung 4). Diese Kurve muss gegen Null zeigen, um die Netto-Null-Zielsetzung umsetzen zu können. Es braucht somit einen raschen Umbau der Heizungsinfrastruktur.



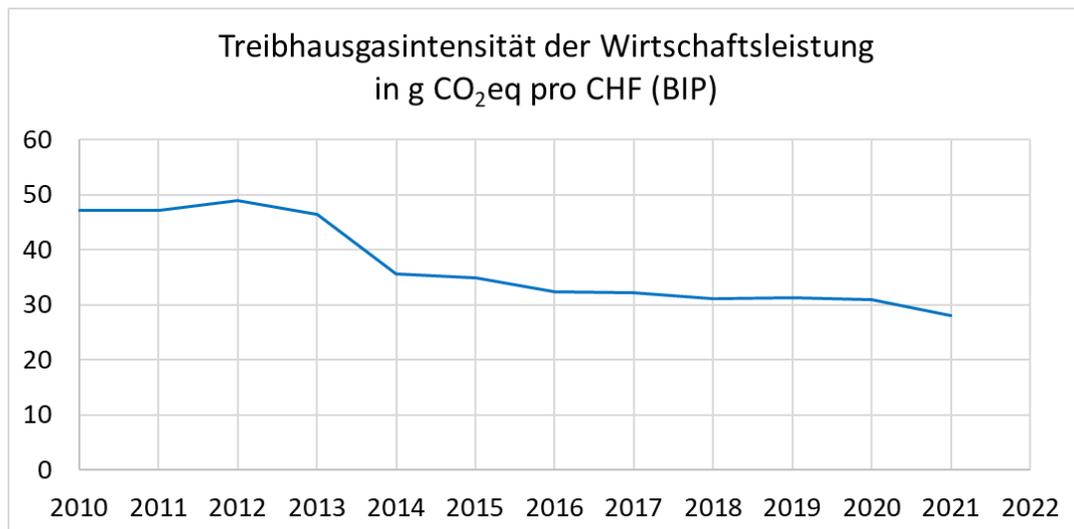
**Abbildung 4: Verlauf des Heizöl- und Erdgasbedarfs in GWh pro Heizgradtag zwischen 2010 und 2022. Quellen: Amt für Statistik (Energiebedarf) und HEV Schweiz/MeteoSchweiz (Heizgradtage Vaduz)**

Die Treibhausgasintensität der Wirtschaftsleistung hat 2021 (neuere Daten zum BIP sind noch nicht verfügbar) bei einer deutlichen Zunahme des BIPs leicht

<sup>8</sup> Emissionsfaktor für Heizöl: 73.7 t/TJ, für Erdgas 56.0 t/TJ. Quelle: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren des schweizerischen Treibhausgasinventars, online unter [https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2\\_Emissionsfaktoren\\_THG\\_Inventar.pdf.download.pdf/Faktenblatt\\_CO2-Emissionsfaktoren\\_01-2023\\_DE.pdf](https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2_Emissionsfaktoren_THG_Inventar.pdf.download.pdf/Faktenblatt_CO2-Emissionsfaktoren_01-2023_DE.pdf).

<sup>9</sup> Diese berechneten Emissionen entsprechen nicht den offiziellen Treibhausgasinventardaten. Diese sind für das Jahr 2022 noch nicht verfügbar. Die berechneten Werte geben aber eine gute Annäherung an die zu erwartenden Emissionen ab.

abgenommen (Abbildung 5). Auch dieser Indikator muss künftig gegen Null zeigen, um aufwändige und teure Massnahmen zur Rückgewinnung und Speicherung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Atmosphäre zu vermeiden.



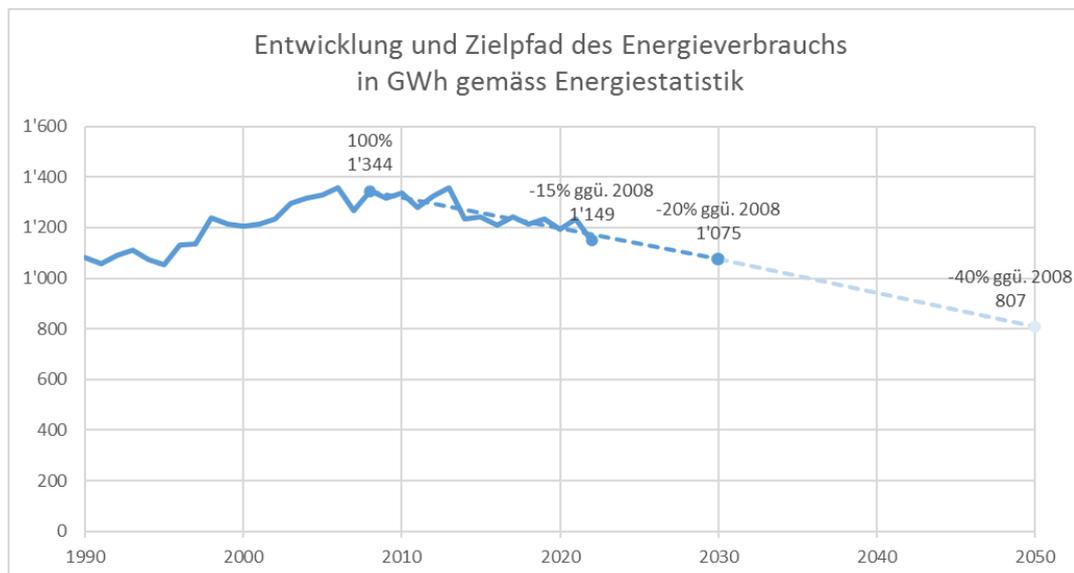
**Abbildung 5: Entwicklung der Treibhausgasintensität der Wirtschaftsleistung in Gramm CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro CHF (BIP zu laufenden Preisen). Quelle: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung 2021 und Amt für Umwelt**

Insgesamt zeigen die übergeordneten Indikatoren bei langfristig starkem Wachstum von Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Wirtschaftsleistung noch keine belastbare und genügend robuste Abwärtstendenz. Der absolute Endenergieverbrauch sank zwar 2022 recht deutlich, aber ein bedeutender Teil dieser Entwicklung dürfte der ausserordentlich milden Witterung zuzuschreiben sein.

In den folgenden Abschnitten wird aufgezeigt, wie die aktuelle Entwicklung im Hinblick auf die drei Hauptziele der Energiestrategie 2030 zu interpretieren ist.

### **3.2 Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs**

Der Endenergiebedarf im Jahr 2022 gemäss Energiestatistik liegt um 15% unter dem Basiswert von 2008. Dies entspricht einer Reduktion des Energiebedarfs um -7% gegenüber 2021 (Abbildung 6). Der Zielindikator wird damit 2022 eingehalten.



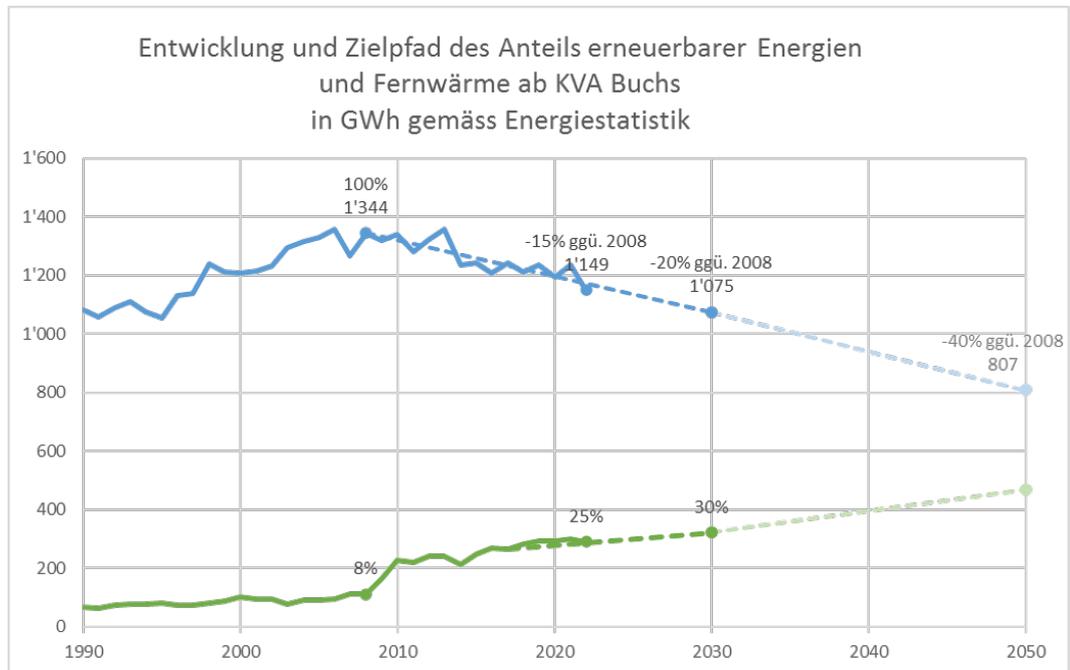
**Abbildung 6: Zielerreichung beim Ziel 1: 20% Reduktion des Endenergiebedarfs gegenüber 2008 bis 2030. Quelle: Amt für Statistik**

Nach der wirtschaftlichen Erholung im Jahr 2021 und dem damit verbundenen Verbrauchsanstieg erscheint die aktuelle Verbrauchsreduktion zwar positiv, ist aber zu grossen Teilen durch die ausserordentlich milde Witterung bedingt. Die Tendenz kann demnach nicht als stabil bezeichnet werden. Es gibt jährliche Schwankungen aufgrund der Wirtschaftsentwicklung und der Witterung. Die Reserve gegenüber dem Zielpfad ist knapp und die Zielerreichung von -20% bis 2030 bleibt nur mit anhaltend grossen Anstrengungen beim Umstieg von fossilen Heizungen auf Wärmepumpen und der Elektrifizierung des Verkehrs realistisch. Beide Technologien bringen betreffend Endenergie eine Einsparung von einem Faktor drei.

### **3.3 Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030**

Der Anteil erneuerbarer Energien gemäss Energiestatistik liegt im Jahr 2022 bei 25% und damit auf dem Sollwert gemäss Energiestrategie 2030 (Abbildung 7).

Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs werden als CO<sub>2</sub>-freie Abwärme ebenfalls hier bilanziert.<sup>10</sup>



**Abbildung 7: Zielerreichung beim Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030. Quelle: Amt für Statistik**

Praktisch alle Energieträger waren 2022 aufgrund der milden Witterung rückläufig, lediglich Biomasse hat primär aufgrund einer erweiterten Erfassungsmethodik<sup>11</sup> absolut zugelegt. Auch der Strombedarf ist um -2% gesunken. Die Anteile der einzelnen Energieträger am Gesamtverbrauch waren auf relativem Niveau ähnlich zum Vorjahr, wobei Strom um +2% zugelegt und Erdgas um -2% abgenommen hat.

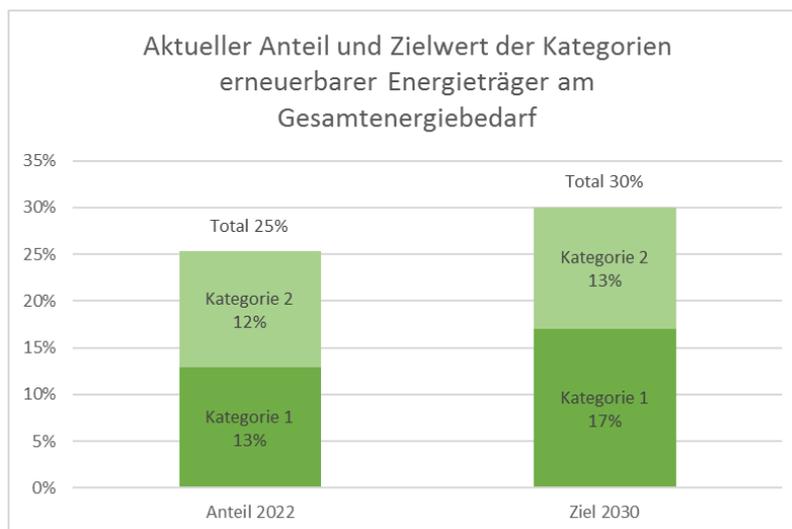
Etwas erstaunen mag zunächst, dass trotz massiver Steigerung der PV-Produktionsleistung und milder Witterung keine grössere Steigerung beim erneuerbaren Anteil resultiert. Dies ist dadurch bedingt, dass aufgrund des trockenen Jahres die

<sup>10</sup> Siehe Bericht und Antrag Nr. 55/2023 sowie auch Abschnitt I.4.4.2.

<sup>11</sup> Erfasst werden nun auch importierte Hackschnitzel. Einzelne grosse Energieholzverbraucher beschaffen ihren Brennstoff regional.

Produktionssteigerung bei der Photovoltaik um +18.6% (+5.7 GWh) mit einer Senkung der Produktion aus einheimischer Wasserkraft um -16.4% (-12.1 GWh) einhergehend.

Das in der Energiestrategie 2030 formulierte Ziel von 17% erneuerbarer, einheimischer Energien der Kategorie 1 (Holz<sup>12</sup>, Biogas, Solarthermie, Strom aus Photovoltaik und Wasserkraft ohne Pumpspeicherung) wird im Jahr 2022 mit 13% noch nicht eingehalten (keine Veränderung gegenüber 2021). Der Zielwert für die Kategorie 2 (physisch importierte, erneuerbare Energieträger wie Holz sowie Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs) von 13% wird im Jahr 2022 mit 12% fast erreicht.



**Abbildung 8: Stand der Zielerreichung der Anteile der erneuerbaren Energieträger der Kategorie 1 (einheimische, erneuerbare Energien) und der Kategorie 2 (importierte, erneuerbare Energien). Quelle: Amt für Statistik**

Die Steigerung des Anteils einheimischer, erneuerbarer Energien (d.h. aktuell primär der PV-Zubau) bleibt die grosse Herausforderung. In den letzten Jahren hat dieser Anteil trotz hohem PV-Zubau keine grossen Veränderungen erfahren. In

<sup>12</sup> In der in KWK genutzten Biomasse kann ein Anteil importiertes Holz enthalten sein. Der Anteil ist aktuell nicht abgrenzbar und wird unter Kategorie 1 mitgezählt.

den vergangenen Jahren war dies durch Effekte wie warme Witterung, das trockene Klima und die wirtschaftliche Erholung nach der Corona-Pandemie begründet. Die Zubastrategie muss konsequent weiterverfolgt und gegebenenfalls noch durch weitere Quellen diversifiziert werden, um das Ziel von 30% erneuerbarer Energie der Kategorie 1 (inkl. Fernwärme und Dampf ab KVA) bis im Jahr 2030 zu erreichen. Gleichzeitig muss der Endenergiebedarf gemäss Projektion gesenkt werden, damit der produzierte Anteil erneuerbarer Energien merklich ansteigt.

### **3.4 Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030**

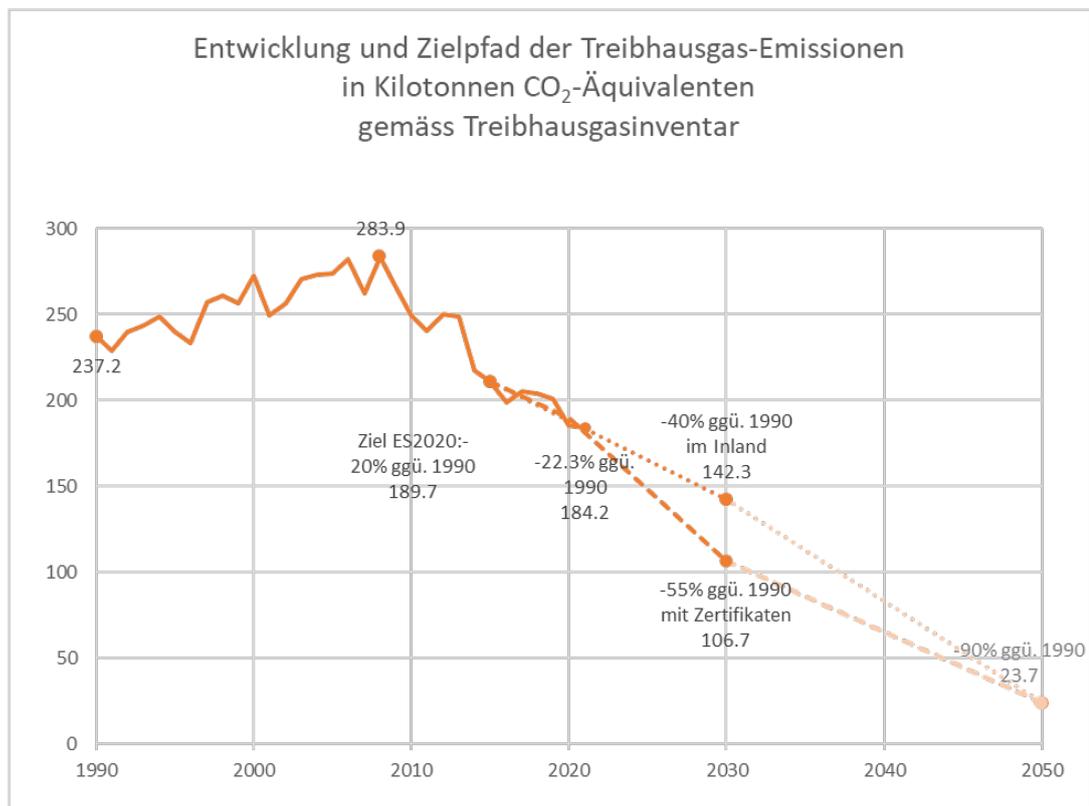
Mit Verabschiedung der Klimastrategie 2050 im Dezember 2022 (BuA Nr. 120/2022) sowie der Abänderung des Emissionshandelsgesetzes im März 2023 (BuA 119/2022) wurde das Klimaziel 2030 im Vergleich zu 1990 von -40% auf -55% erhöht. Dabei soll eine Reduktion von mindestens -40% mit Inlandmassnahmen erreicht werden. Die Treibhausgasemissionen gemäss Treibhausgasinventar von 2021 liegen leicht über dem linearen Absenkpfad für die Zielerreichung im Inland (Abbildung 9). Der lineare Zielwert für das Jahr 2021 liegt bei 183.4 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (-22.7% gegenüber NDC<sup>13</sup> 1990). Erreicht wurden gemäss Inventar 184.2 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (-22.3% gegenüber NDC 1990). Damit kann der Zielpfad nur mit Anrechnung von Reduktionszertifikaten im Ausland eingehalten werden.

Dass trotz stark gestiegenem Bedarf an fossilen Brenn- und Treibstoffen (+21 GWh, +3.5%) die Treibhausgasbilanz für 2021 nicht schlechter ausfällt, ist vor allem auf die seit vier Jahren rückläufige Holznutzung und die damit einhergehende

---

<sup>13</sup> NDC (Nationally Determined Contributions) sind unter dem Pariser Abkommen zugesicherte Emissionsminderungsverpflichtungen der teilnehmenden Staaten. Quelle: <https://unfccc.int/ndc-information/nationally-determined-contributions-ndcs>. Bedingt durch die Systematik der Treibhausgasinventare ändern die absoluten Emissionen jährlich auch rückwirkend und damit auch der Basiswert für 1990. In der Berichterstattung werden die prozentualen Reduktionsziele als fix betrachtet, wodurch die absoluten Reduktionsleistungen jährlich schwanken.

Veränderung im Bereich der LULUCF<sup>14</sup> zurückzuführen. Während die energetischen Emissionen tatsächlich um +2.8% (+4 kt) zugenommen haben, wurde dieser Effekt durch eine Reduktion bei den LULUCF um -4.5 kt kompensiert. Dieser Effekt tritt aber in den kommenden Jahren nicht zwingend wieder auf und kann daher nicht als langfristig wirkend betrachtet werden.



**Abbildung 9: Zielerreichung beim Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber dem NDC 1990 von 237.2 kt. Quelle: Amt für Umwelt**

Das offizielle Treibhausgasinventar für das Jahr 2022 wird zwar erst im April 2024 publiziert. Dennoch lässt sich anhand der fossilen Endenergieverbräuche aus der Energiestatistik 2022 und Emissionsfaktoren eine Prognose für die energetischen

<sup>14</sup> LULUCF (von engl. «Land Use, Land Use Change and Forestry»): Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) sind Teil der nicht-energetischen Treibhausgasemissionen und machen zusammen mit Emissionen aus industriellen Prozessen, Landwirtschaft und Abfall rund 20% der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Treibhausgasemissionen von 2022 berechnen. Da im Jahr 2022 der fossile Endenergiebedarf (Erdgas, Heizöl, Flüssiggas, Benzin, Diesel) um -12.2% gesunken ist, werden für das Jahr 2022 um rund -11.7% reduzierte, energetische CO<sub>2</sub>-Emissionen erwartet. Dies führt zu einem eher positiven Ausblick für die Zielerreichung im Jahr 2022. Es ist aber klar, dass sowohl der Reduktionsbeitrag der LULUCF im Jahr 2021 aufgrund der reduzierten Holznutzung als auch die milde Witterung im Jahr 2022 keine sicher wiederkehrenden Effekte darstellen und somit der Ausblick über das Jahr 2022 hinaus eine grosse Herausforderung zur Erreichung des Klimaziels zeigt.

#### **4. ERLÄUTERUNGEN ZUR UMSETZUNG DER MASSNAHMEN**

In diesem Teil des Monitoringberichts werden die Erkenntnisse zur Zielerreichung bei den drei Teilzielen (siehe Abschnitt 3) im Kontext der Massnahmenliste der Energiestrategie 2030<sup>15</sup> analysiert. Die einzelnen Massnahmenblätter in der Massnahmenliste (siehe Anhang gemäss Abschnitt 5) wurden zu diesem Zweck aktualisiert. Die unter «Ziel 2030» aufgeführten Potenziale können mit der aktuellen Zielerreichung unter «Stand 2022» verglichen werden. Massnahmen, welche aktuell weniger als 20% des Ziels von 2030 erreicht haben, liegen unter dem linearen Zielpfad.

Die Entwicklungen werden gemäss der Struktur der Energiestrategie 2030 in die zentralen Wirkungsbereiche «Gebäude» (Abschnitt 4.2), «Verkehr» (Abschnitt 4.3) und «Erzeugung und Beschaffung» (Abschnitt 4.4) gegliedert. Zusätzlich zur Massnahmenliste werden pro Bereich spezifische Indikatoren aufgeführt, welche wichtige Entwicklungen aufzeigen.

---

<sup>15</sup> Siehe Abschnitt 5 der Energiestrategie 2030 unter [https://www.llv.li/files/avw/energiestrategie2030\\_nur\\_anhang\\_6okt.pdf](https://www.llv.li/files/avw/energiestrategie2030_nur_anhang_6okt.pdf).

Die detaillierten Hintergründe der einzelnen Massnahmen sind dem Anhang 5 der Energiestrategie 2030 zu entnehmen.

#### 4.1 Überblick

Die Wirkungsabschätzung der Massnahmenliste in diesem Abschnitt (resp. detailliert gemäss Anhang im Abschnitt 5) und die Bilanzierung der Zielerreichung der drei Teilziele im Abschnitt 3 basieren auf unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven<sup>16</sup> und Datenquellen. Dennoch sollten beide Perspektiven in ihren Kernaussagen konsistent sein. Um dies sicherzustellen, wird hier eine Vergleichsrechnung zwischen den Klimazielen gemäss Klimainventaren und der Treibhausgaswirkung der Massnahmenwirkung gemäss Massnahmenliste durchgeführt.

Da eine Verschärfung des Zielwerts der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland von -30% auf -40% per 2030 erfolgte, muss sichergestellt werden, dass das realistisch erschliessbare Wirkungspotenzial der Massnahmenliste auch zu den benötigten Treibhausgasreduktionen gemäss Klimainventar führen kann. Solange die ausgewiesenen Potenziale in der Massnahmenliste höher sind als die zur Einhaltung des Pariser Klimaabkommens nötigen, absoluten Emissionsreduktionen, sind die Ziele der Energiestrategie 2030 erreichbar, vorausgesetzt, dass nicht in anderen Bereichen ausserhalb der Energie oder durch wirtschaftliches Wachstum eine Zunahme der Emissionen erfolgt. Dies würde zusätzliche Massnahmen erfordern. Es ist selbstverständlich anzustreben, dass Wachstum nicht auf Basis fossiler Energien oder zulasten der Effizienz stattfindet.

- Zielwert des Klimainventars 2030 bei -40% im Inland gegenüber NDC 1990 gemäss Pariser Klimaabkommen: 142.3 Gg. Klimainventar 2020: 189.7 Gg.

---

<sup>16</sup> Top Down bei den Klimainventaren, da dort die gesamten, absoluten Emissionen nach Territorialprinzip erfasst werden, und Bottom Up in der Massnahmenliste, weil dort einzelne Wirkungen nach physikalischen Prinzipien (vereinfacht) berechnet werden.

Benötigte Reduktion im Inland im Klimainventar zwischen 2021 und 2030: -47.4 Gg.

- Klimainventar 2020: 189.7 Gg. Erwartetes Klimainventar 2022: 166.9 Gg<sup>17</sup>. Treibhausgasreduktion 2021-2022: -22.8 Gg. Dies entspricht rund 48% der nötigen Reduktion von -47.4 Gg, wobei erst 20% der Periode bis 2030 verstrichen sind.
- Umgesetztes Massnahmenpotenzial 2021-2022 im Inland gemäss Massnahmenliste: -16.7 Gg. Dies entspricht rund 35% der nötigen Reduktion von -47.4 Gg, wobei erst 20% der Periode verstrichen sind.
- Identifiziertes und realisierbares Massnahmenpotenzial 2021-2030 im Inland gemäss Massnahmenliste: -55.7 Gg. Dies entspricht 117% der nötigen Reduktionswirkung von -47.4 Gg gemäss Klimainventar. Es ist demnach mehr Massnahmenpotenzial aufgeführt, als benötigt wird.

Alle Prüfungen ergeben, dass die Massnahmenbilanzierung in der Massnahmenliste genügend konservativ erfolgt und dass auch für die verschärfte CO<sub>2</sub>-Zielsetzung von -40% im Inland genügend realisierbares Potenzial vorliegt.

## **4.2 Bereich Gebäude**

### **4.2.1 Massnahmenliste**

Der Bereich «Gebäude» umfasst gemäss der Massnahmenliste der Energiestrategie 2030 Massnahmen in den Bereichen «Vorschriften», «Förderungen», «Technologie» und «Bewusstseinsbildung» (Abbildung 10).

---

<sup>17</sup> Das Klimainventar 2022 liegt noch nicht vor. Die vorliegende Prognose basiert auf den Energieverbräuchen gemäss Energiestatistik 2022 sowie den Emissionsfaktoren 2022 des BAFU, zzgl. rund 20% für die nicht-energetischen Emissionen.

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energieträger			Treibhausgasemissionen CO <sub>2</sub> (Inland) und CO <sub>2</sub> (*Global)		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2022 (Gg CO <sub>2</sub> /a)
<b>1 Massnahmen Gebäude</b>									
Vorschriften									
1.6 Vorschriften Neubauten	7.2	10.8					(*) 1.6	3.5	
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen	5.8						(*) 2.6		
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe	8.0	1.4	0.6				(*) 2.4	0.4	0.2
Förderungen									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	250.0	17.5	1.5				(*) 54.8	3.8	0.3
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	50.0	3.0	0.1				(*) 11.0	0.7	0.0
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz (Raumbeheizung und BWW durch energieeffiziente Haustechnik, Art. 3.1.c EEG)				33.0	23.2	3.2	(*) 7.2	5.1	0.7
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und BWW durch energieeffiziente Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	115.0	22.7	9.4				(*) 13.0	7.5	3.1
1.5.2 Wärmepumpenboiler (BWW durch WP-Boiler, Art. 3.1.d EEG)		3.1	0.7				(*) 1.1	0.7	0.2
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	17.0	8.7	0.7				(*) 7.3	3.8	0.3
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>67.3</b>	<b>13.0</b>	<b>51.7</b>	<b>25.1</b>	<b>3.2</b>	<b>(*) 99.8</b>	<b>21.5</b>	<b>4.4</b>
								<b>18.7</b>	<b>1.8</b>

**Abbildung 10: Massnahmen im Bereich «Gebäude» aus der Massnahmenliste. Die Bilanzierung der theoretischen Potenziale, Zielsetzungen und Zielerreichungen erfolgt gemäss den Angaben in der Massnahmenliste im Abschnitt 5.<sup>18</sup>**

Eine besonders grosse Abweichung vom Zielwert weisen weiterhin die Massnahmen 1.6 (Vorschriften Neubauten) und 1.7 (Stromeffizienz in grossen Gebäuden) auf. Die mit der Massnahme 1.6 verbundenen MuKE 2014 können per Anfang 2024 in Kraft gesetzt werden, sofern die Vorlagen in der Volksabstimmung

<sup>18</sup> Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

gutgeheissen werden, und künftig ihre Wirkung entfalten. Auch die wichtige Massnahme 1.1 (Energetische Gebäudesanierung) hinkt dem Ziel stark hinterher. Durch die vermehrte Installation von Wärmepumpen im Jahr 2022 aufgeholt hat insbesondere die Massnahme 1.4 (Haustechnikanlagen: Wärmepumpen).

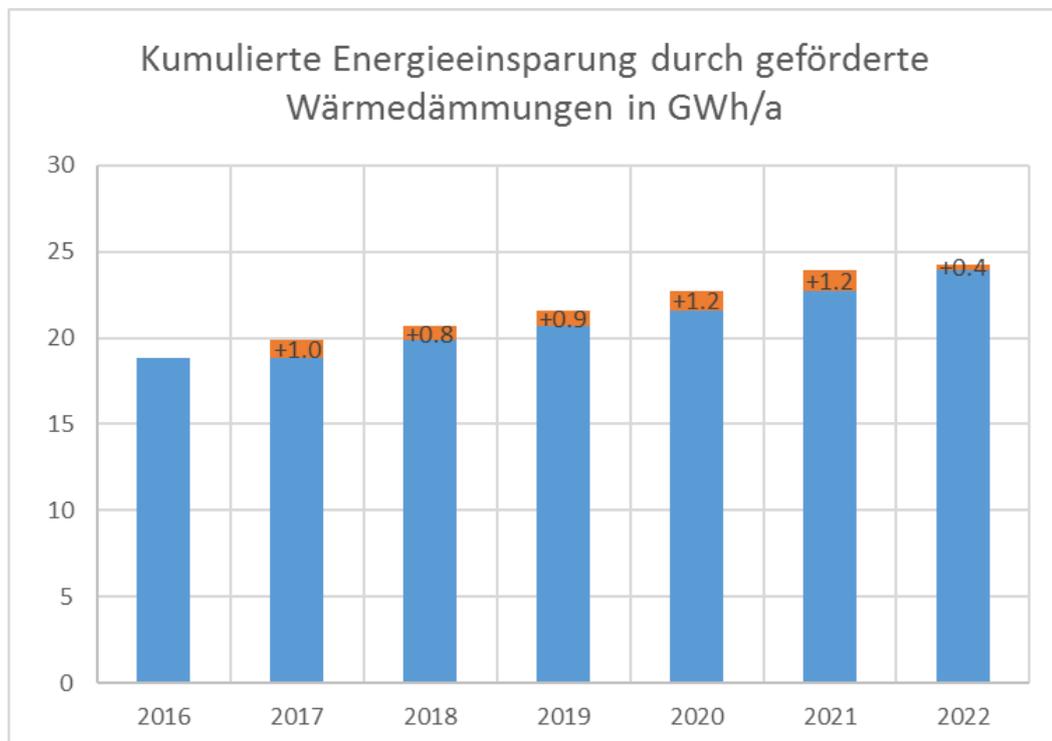
#### 4.2.2 Indikatoren

**Energetische Sanierungen** Energetische Sanierungen werden über das Energieeffizienzgesetz (EEG)<sup>19</sup> gefördert und unter der Massnahme 1.1 «Wärmedämmung» (Abschnitt 5) jährlich rapportiert. Im Jahr 2022 wurden im Vergleich zu 2021 deutlich weniger Flächen energetisch saniert und über das EEG gefördert<sup>20</sup>. Dies entspricht gemäss der Berechnungsmethodik von Massnahme 1.1 einer Endenergieeinsparung von 0.4 GWh für das Jahr 2022 (Abbildung 11) und einer seit 2008 kumulierten Einsparung von 24.3 GWh. Vor dem Hintergrund der rückläufigen energetischen Sanierungen hat die Regierung mit der Energievorlage zur PV-Pflicht (BuA Nr. 60/2023) die Möglichkeit vorgesehen, dass das Land den Banken die Vergabe von zinslosen Krediten für Sanierungen und erneuerbare Energien refinanziert. Damit wird ein zusätzlicher Anreiz für den Umstieg auf erneuerbare Energien und energetische Sanierungen von staatlicher Seite gesetzt. Die Liechtensteinische Landesbank hat bereits angekündigt, solche Darlehen ihren Kundinnen und Kunden zur Verfügung zu stellen.

---

<sup>19</sup> Gesetz vom 24. April 2008 über die Förderung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien (Energieeffizienzgesetz, EEG), LGBl. 2008 Nr. 116.

<sup>20</sup> Die Daten der energetischen Gebäudesanierungen umfassen keine öffentlichen Gebäude, da diese nicht förderberechtigt sind. (Im Jahr 2022 wurden keine energetischen Sanierungen bei staatlichen Hochbauten umgesetzt.) Gebäudesanierungen mit energetischer Wirkung sind dann nicht enthalten, wenn die Bauherrschaft keine Förderung beansprucht oder wenn es sich um Ersatzneubauten handelt.

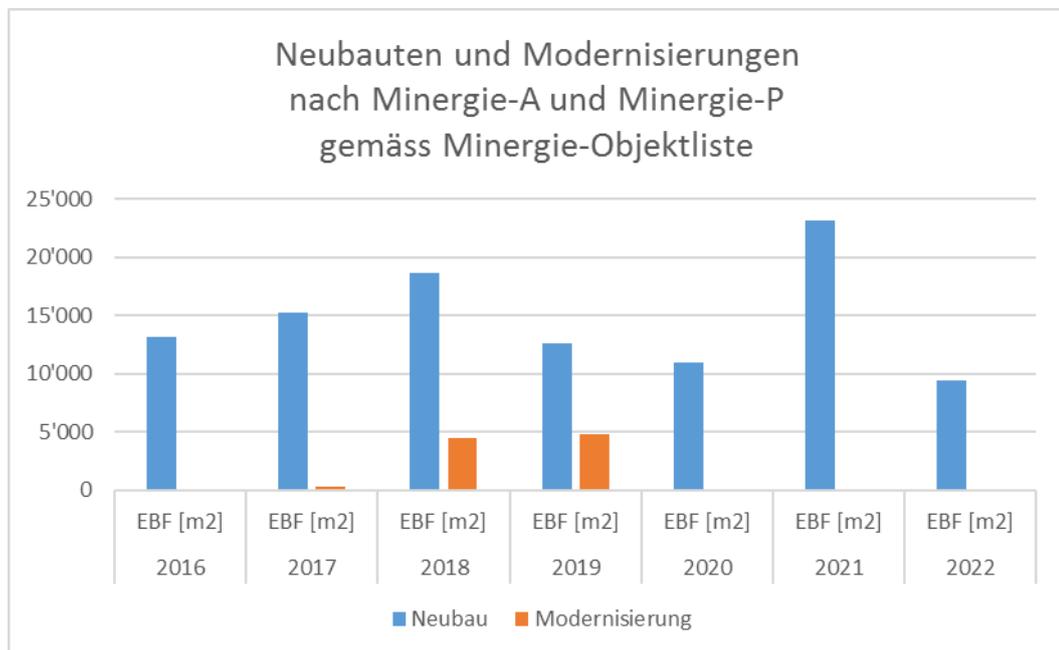


**Abbildung 11: Umfang der seit 2008 kumulierten Energieeinsparungen durch über das EEG geförderte, energetische Sanierungen gemäss der Berechnungsmethodik von Massnahme 1.1. Quelle: Energiefachstelle**

Mit der geplanten Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie II mittels Einführung der MuKE n 2014 (Massnahme 1.6) soll der Mindeststandard für Sanierungen angehoben werden. Dennoch bleibt es eine grosse Herausforderung zu erreichen, dass der Altbaubestand überhaupt energetisch saniert wird (Sanierungsrate). Hier könnte in Zukunft noch mehr Wirkung erzielt werden.

**Minergie-A und Minergie-P** Der Umfang der nach Minergie-A sowie Minergie-P zertifizierten und damit energetisch besonders vorbildlichen Gebäuden ist in der Abbildung 12 dargestellt und in der Massnahme 1.2 beschrieben.<sup>21</sup> Im gesamten Land sind rund 5.1 Mio. m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche vorhanden (Wert von 2018).

<sup>21</sup> Da dieser Indikator auf der Minergie-Gebäudeliste für Liechtenstein basiert, umfasst er im Gegensatz zur Statistik der Massnahme 1.2 (Abschnitt 1.5) auch öffentliche und nicht geförderte Gebäude. Objekte können zudem auf Wunsch der Bauherrschaften nicht genannt werden.



**Abbildung 12: Energiebezugsfläche (EBF) der nach Minergie-A und Minergie-P erstellten Neubauten und Modernisierungen gemäss der Minergie-Gebäudeliste.<sup>22</sup>**

Die Zahlen der nach Minergie-A und Minergie-P zertifizierten Gebäude schwanken stark. Dies mag damit zusammenhängen, dass viele Objekte nicht saniert, sondern durch Ersatzneubauten ersetzt werden, aber die Beobachtung korreliert auch mit der geringen geförderten Fläche im Indikator in Abbildung 11.

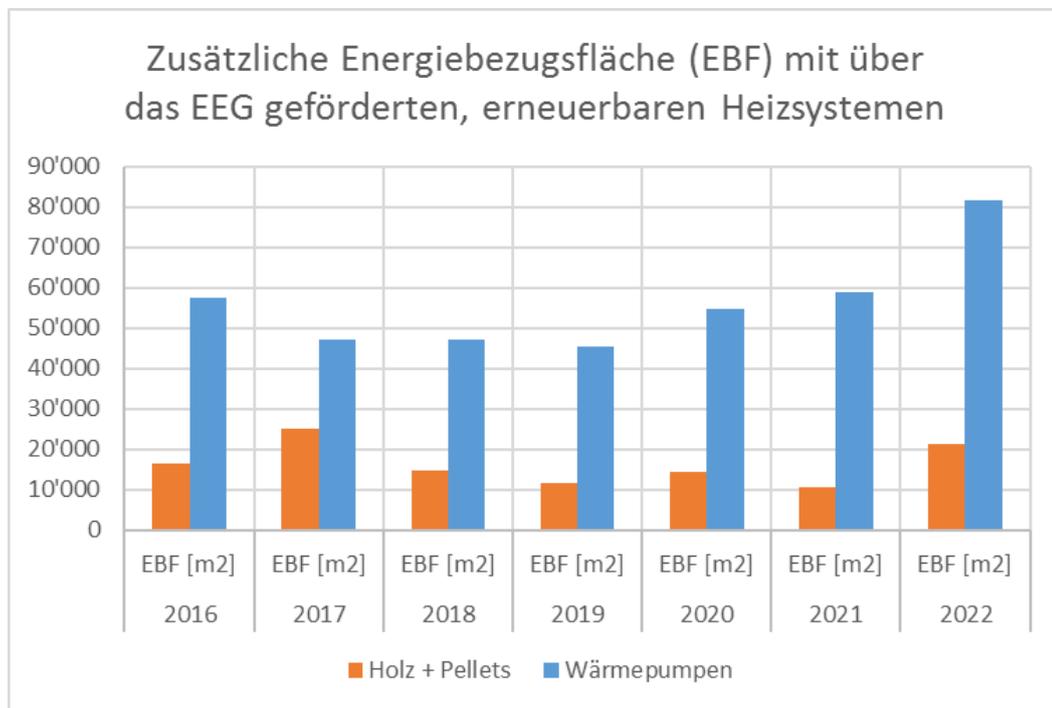
Auch wenn Objekte ohne Zertifizierung wärmetechnisch ertüchtigt werden können und die heutigen Sanierungsgrenzwerte hohe Anforderungen an die Wärmedämmung stellen, ist dies doch ein Hinweis, dass die Sanierungsrate im Bestand relativ tief sein dürfte und die energetisch hochwertigen Labels wenig Bedeutung haben. Dies ist weiterhin als kritisch zu bewerten, denn die grosse Herausforderung liegt in der wärmetechnischen Ertüchtigung des Bestands und nicht primär bei den Neubauten.

<sup>22</sup> Quelle: <https://www.minergie.ch/de/gebaeude/gebaeudeliste>.

**Erneuerbare Wärmeerzeugung** Die pro Jahr zusätzlich mit erneuerbaren Heizsystemen ausgerüstete Energiebezugsfläche (EBF; ohne Wärmenetz ab KVA) gemäss der Förderung über das EEG (Haustechnikanlagen Massnahmen 1.3 und 1.4) ist in der Abbildung 13 dargestellt und hat gegenüber 2021 sprunghaft zugenommen.<sup>23</sup> Bei den Wärmepumpen ist das Ergebnis für 2022 ebenfalls positiv zu werten und es bleibt zu hoffen, dass dieser Trend anhält. Bei den Holzfeuerungen ist die Steigerung vor allem auf Neuanschlüsse an mit Hackschnitzelfeuerungen betriebene Fernwärmenetze zurückzuführen und nur auf einzelne wenige Holzfeuerungen, was im Sinne des Klimaschutzes und der Luftreinhaltung ebenfalls erfreulich ist. Für die Zukunft ist aber wesentlich, dass der begrenzte Brennstoff Holz primär für Hochtemperaturwärme (Prozesswärme) und Kraft-Wärme-Koppelung oder allenfalls für die Winterbandlast eingesetzt wird. Ein Teil der heute noch mit Hackschnitzel betriebenen Netze wird mittelfristig von der Fernwärme ab KVA Buchs bedient, was dann entsprechendes Holzpotenzial freigeben wird.

---

<sup>23</sup> Die Daten umfassen keine öffentlichen Gebäude, da diese nicht förderberechtigt sind, ebenfalls sind die an Wärmenetze angeschlossenen Verbraucher (Holzheizwerke sowie Fernwärme und Dampf ab KVA) nur teils (ohne grosse Netzerweiterungen) enthalten.

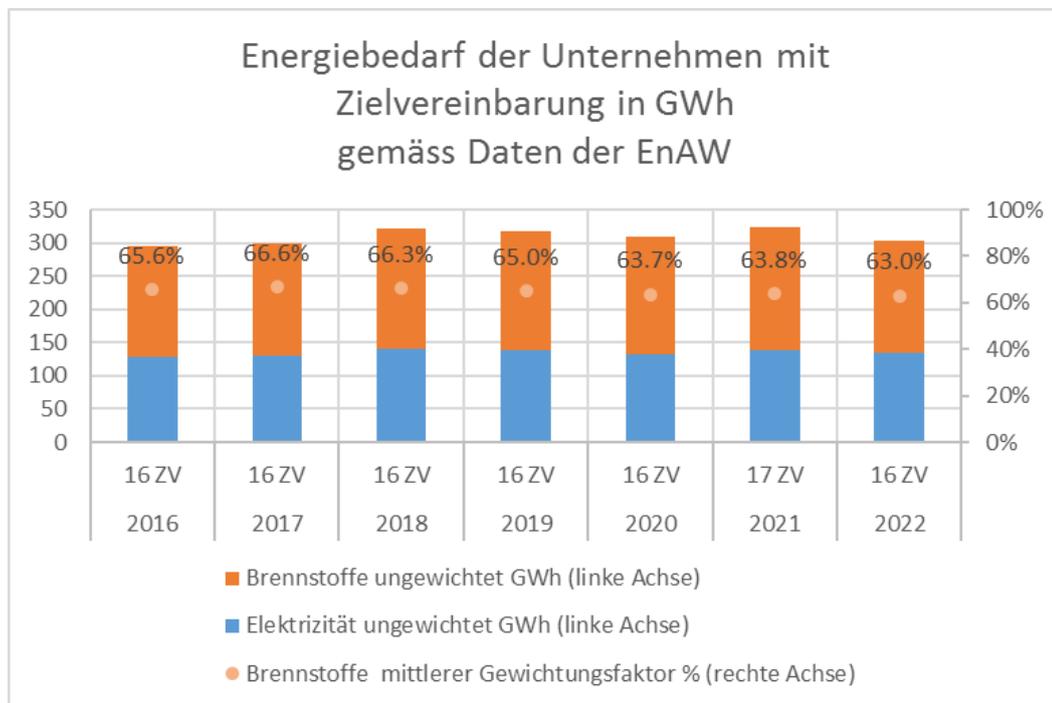


**Abbildung 13: Zusätzliche Energiebezugsfläche zwischen 2016 und 2022 mit über das EEG geförderten erneuerbaren Heizsystemen. Quelle: Energiefachstelle**

**Zielvereinbarungen** Im Jahr 2022 verfügten noch 16 Standorte im Fürstentum Liechtenstein über eine laufende Zielvereinbarung mit der Energieagentur der Wirtschaft (EnAW)<sup>24</sup> zur Ausschöpfung des wirtschaftlichen Reduktionspotenzials bei Energie und Treibhausgasemissionen (davon sind neun Grossverbraucher<sup>25</sup>). Die per 2022 wegfallende Zielvereinbarung hat weniger als 1% des Energiebedarfs aller Unternehmen mit Zielvereinbarung ausgemacht, somit bleibt die Zeitreihe über die Jahre vergleichbar (Abbildung 14).

<sup>24</sup> Im Jahr 2022 wurden für das Fürstentum Liechtenstein keine Zielvereinbarungen mit der ACT – Cleantech Agentur Schweiz gemeldet.

<sup>25</sup> Grossverbraucher sind in den MuKE definiert als Energiebezüger mit einem Strombedarf von mehr als 500'000 kWh/a oder einem Wärmebedarf von mehr als 5'000'000 kWh/a.



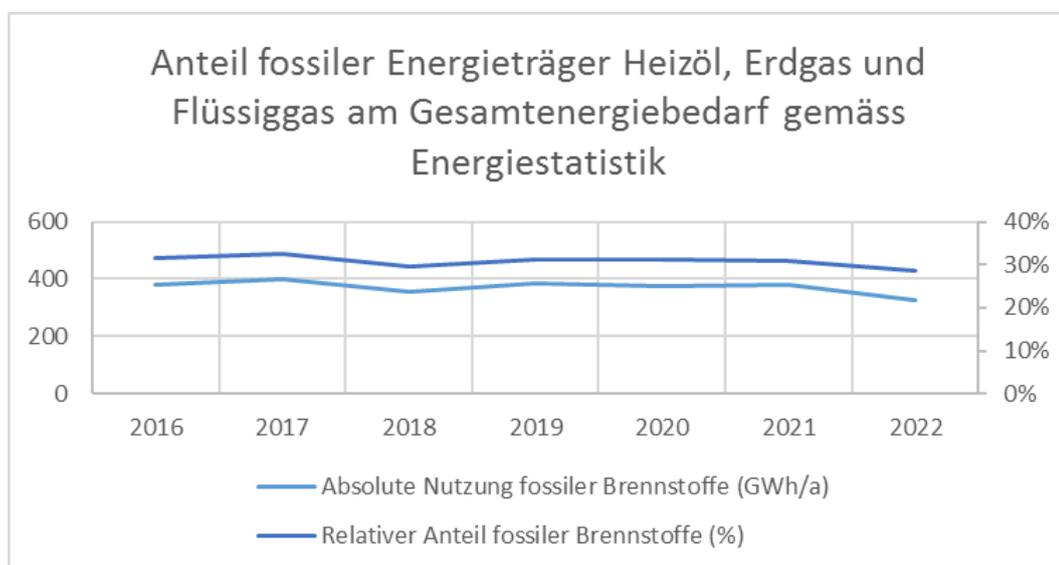
**Abbildung 14: Energiebedarf der Unternehmen mit Zielvereinbarung zwischen 2016 und 2022 (Strom und Brennstoffe, ungewichtet) in GWh (linke Achse) sowie mittlerer Gewichtungsfaktor der Brennstoffe (rechte Achse). In der x-Achse ist die Anzahl abgedeckter Zielvereinbarungen ersichtlich. Quelle: Daten der EnAW**

Der Energiebedarf der Unternehmen mit Zielvereinbarung beträgt nach wie vor rund 26% des Landesenergiebedarfs. Der «mittlere Gewichtungsfaktor Brennstoffe» als Indikator für den fossilen Anteil im Energiemix dieser Unternehmen liegt bei 63%.<sup>26</sup> Dies unterstreicht die wichtige Rolle, welche die Transformation dieser grossen Verbraucher einnimmt. Eine Verlagerung von Brennstoffen hin zu Strom bzw. erneuerbaren Energien in der Industrie ist erst ansatzweise

<sup>26</sup> Bei einer Substitution von fossilen Energieträgern durch Fernwärme und Dampf ab KVA oder durch Holzheizwerke nimmt der Indikator ab. Fossile Brennstoffe werden im Reporting der Unternehmen mit Zielvereinbarung mit 1.0 gewichtet, Fernwärme ab KVA mit 0.5 und Holz sowie Klär-/Biogas mit Faktor 0.1. Dies sind die offiziellen Gewichtungsfaktoren, welche die Energieagentur der Wirtschaft (EnAW) gegenüber den Kantonen für die Berichterstattung verwenden muss. Der genaue Mix der Brennstoffe ist nicht bekannt.

erkennbar<sup>27</sup> und stellt eine der zentralen Voraussetzungen für das Gelingen der Energiewende dar.

**Fossile Brennstoffe** Der Anteil fossiler Brennstoffe am Landesenergiebedarf gemäss Energiestatistik liegt im Jahr 2022 bei rund 29% und damit rund 2% tiefer als im Jahr 2021 (Abbildung 15). Aufgrund der milden Witterung ist die Reduktion aber primär diesem Effekt zuzuordnen, denn die Brennstoffe werden zu einem wesentlichen Teil für die Bereitstellung von Raumwärme verwendet.



**Abbildung 15: Anteil fossiler Energieträger am Gesamtenergiebedarf gemäss Energiestatistik von 2016 bis 2022. Quelle: Amt für Statistik**

Dieser Indikator sollte künftig zur Zielerreichung beim Ziel 3 (Treibhausgasemissionen) durch fortschreitende Umsetzung der Massnahmen im Gebäudebereich und bei der Energieversorgung der Gebäude (Massnahmen 1.3, 1.4, 1.5.2 sowie 3.3 und 4.4) sinken. Um eine Trendwende herbeizuführen, muss die Anzahl der mit fossilen Brennstoffen betriebenen Feuerungen deutlich rascher reduziert werden und der Wärmebedarf des Gebäudebestandes verringert werden.

<sup>27</sup> Bei einer vollständigen Substitution aller Brennstoffe in den Unternehmen mit Zielvereinbarung durch Fernwärme ab KVA würde der Index auf 50% sinken.

**Vorbildfunktion der Landesverwaltung** Im Rahmen der Postulatsbeantwortung zur Vorbildfunktion des Staates im Bereich Klima und Energie (BuA Nr. 58/2022)<sup>28</sup> wurde für 40 staatliche Hochbauten der Landesverwaltung eine Mittel- und Langfriststrategie zur Verringerung des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen erstellt. Ausgangslage ist das Jahr 2020 mit 38 teilweise oder ganz fossil beheizten Gebäuden mit rund 1'113 Tonnen Treibhausgasemissionen pro Jahr bei rund 7'912 MWh Wärmebedarf. Rund ein Fünftel der Liegenschaften besass bereits im Jahr 2020 eine weitgehend CO<sub>2</sub>-freie Wärmebereitstellung.

Gemäss der im BuA Nr. 58/2022 dargelegten Strategie für die staatlichen Liegenschaften sollen alle mit Gas<sup>29</sup> beheizten Gebäude bis 1. Januar 2023 auf 100% Biogas umgestellt werden. Bis 2030 sollen alle fossil beheizten Gebäude auf erneuerbare Systeme und Fernwärme ab KVA umgerüstet werden, was die Treibhausgasemissionen im Betrieb eliminiert.<sup>30</sup> Durch Gebäudesanierungen, Verkäufe und weitere Umrüstungen auf Biomasse und Wärmepumpen können die Emissionen bis auf rund 76 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten pro Jahr reduziert werden.

Die Massnahme soll in diesem Bericht einem regelmässigen Monitoring unterzogen werden. Die erhobenen Verbrauchswerte werden nur dann angepasst, wenn Änderungen durch Sanierungen oder Veräusserungen sowie Umrüstungen auf nicht-fossile Energieträger erfolgen. Ohne Massnahmen werden die Verbrauchs- und Emissionskennwerte von 2020 belassen, da dieses Jahr betreffend Witterung ein relativ durchschnittliches Jahr war. Die Treibhausgasbilanz wird auf denselben

---

<sup>28</sup> Postulatsbeantwortung der Regierung an den Landtag des Fürstentums Liechtenstein betreffend die Vorbildfunktion des Staates im Bereich Klima und Energie, BuA Nr. 58/2022.

<sup>29</sup> Erdgas mit 20% Biogasanteil.

<sup>30</sup> Die gemäss BuA Nr. 58/2022 verbleibenden Emissionen von 287 t CO<sub>2</sub> gemäss BuA Nr. 58/2022 ergeben sich durch die Berücksichtigung der Bereitstellungskette der erneuerbaren Energieträger (graue Emissionen).

Emissionsfaktoren wie in der Basis von 2020 für die Jahre zwischen 2021 und 2030 ermittelt.

Im Jahr 2022 wurde das Post- und Verwaltungsgebäude Schaan von Erdgas auf Fernwärme ab KVA umgerüstet. Dadurch konnten rund 37 t CO<sub>2</sub>-Emissionen bei gleichbleibendem Wärmebedarf eingespart werden (Abbildung 16). Umrüstungen weiterer staatlicher Liegenschaften sind für das Jahr 2023 geplant.

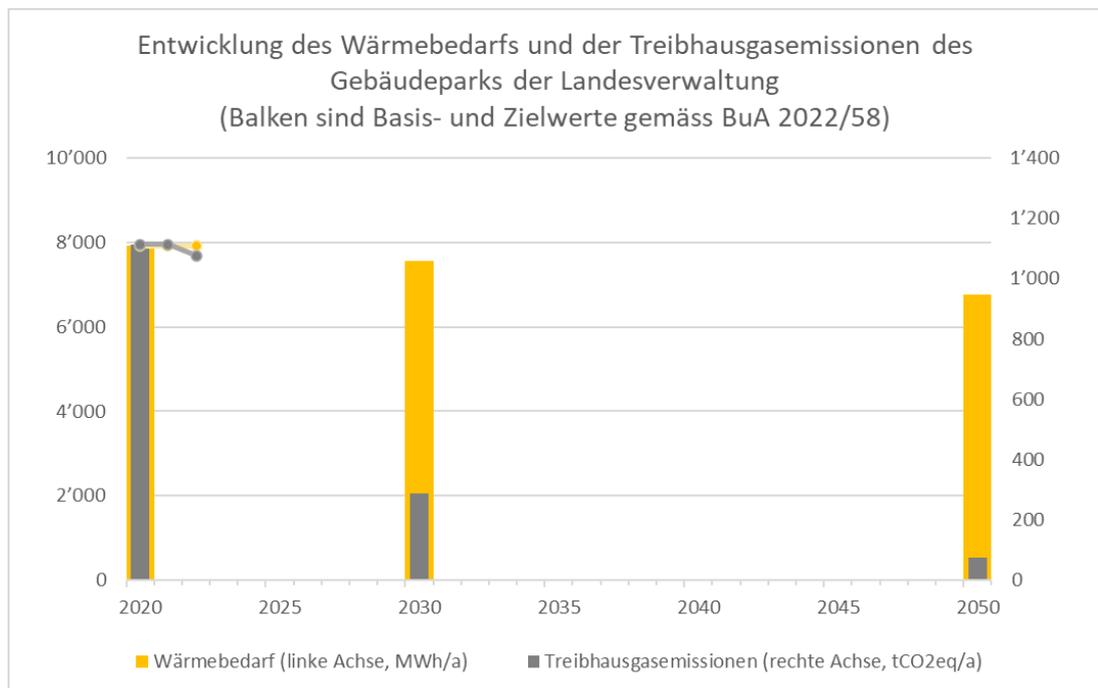
Die vorgesehene Umstellung auf 100% Biogas wurde noch nicht umgesetzt. Um eine hohe Qualität des Biogases sicherzustellen, soll als Referenz das schweizerische «Treibhausgasinventar»<sup>31</sup> beigezogen werden. Idealerweise handelt es sich deshalb um liechtensteinisches oder schweizerisches Biogas bzw. um Zertifikate mit dem erforderlichen Herkunftsnachweis. Die Zertifikate können auch rückwirkend beschafft werden. Abklärungen haben ergeben, dass die erforderlichen Mengen des Biogases mit der erwünschten Qualität und zu budgetgerechten Bedingungen schwierig zu beschaffen sind. Eine vollständige Umstellung auf Biogas bis Ende 2023 ist daher nicht umsetzbar. Der Kauf von Biogaszertifikaten reicht alleine aber nicht aus, um die Emissionen auf den Zielwert zu senken.<sup>32</sup> Es ist zu hinterfragen, ob die Beschaffung von Biogaszertifikaten ökologisch und ökonomisch mehr Wirkung entfalten kann als eine Investition des entsprechenden Betrages in andere Massnahmen wie weitere Fernwärmeanschlüsse oder Wärmedämmungen.

Fünf Gebäude werden noch mit Heizöl beheizt. Es gab im Jahr 2022 keine energetische Sanierung von Gebäudehüllen bei der Landesverwaltung.

---

<sup>31</sup> Das Treibhausgasinventar ist die umfassende Emissionsstatistik nach den Vorgaben der UNO-Klimakonvention. Das Treibhausgasinventar Schweiz zeigt im Detail die Treibhausgasemissionen und erlaubt eine Aufteilung nach Gasen, Sektoren und einzelnen Emissionsquellen (Quelle: Bundesamt für Umwelt BAFU, <https://www.bafu.admin.ch>).

<sup>32</sup> Biogas ist gemäss den verwendeten KBOB-Ökobilanzkennwerten mit 0.13 kg CO<sub>2</sub>/kWh versehen, fossiles Erdgas mit 0.228 kg CO<sub>2</sub>/kWh.



**Abbildung 16: Entwicklung des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen relevanter Gebäude der Landesverwaltung mit Basiswert 2020 und Zielen (Balken) sowie aktueller Zielerreichung (Punkte). Quelle: BuA Nr. 58/2022, Abbildung 8**

### 4.3 Bereich Verkehr

#### 4.3.1 Massnahmenliste

Der Bereich «Verkehr» umfasst gemäss der Massnahmenliste der Energiestrategie 2030 Massnahmen in den Bereichen «Vorschriften», «Reduktion und Verlagerung», «Technologie» und «Bewusstseinsbildung» (Abbildung 17).

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energieträger			Treibhausgasemissionen CO <sub>2</sub> (Inland) und CO <sub>2</sub> (*Global)		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2022 (GWh/a)
<b>2 Massnahmen Mobilität/Verkehr</b>									
Vorschriften									
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen		11.4	7.4					3.0	2.0
2.9 Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen									
<b>Reduktion und Verlagerung des Verkehrs</b>									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	112.0		3.7				(*) 29.8	1.0	1.0
2.3 S-Bahn									
2.4 Langsam- resp. Aktiverkehr					0.0	0.0		0.0	
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	51.0	1.7	0.3				(*) 13.6	0.5	0.1
<b>Technologie</b>									
2.8 Elektrofahrzeuge	227.0	40.2	7.0				(*) 81.9	14.6	2.5
<b>Bewusstseinsbildung</b>									
2.12 Sharing Economy in der Mobilität									
<b>Teilsumme Massnahmenbündel 2</b>	<b>390.0</b>	<b>53.4</b>	<b>18.4</b>				(*) <b>125.3</b>	<b>19.1</b>	<b>5.6</b>
							(*) <b>72.4</b>	<b>5.5</b>	<b>0.9</b>

**Abbildung 17: Massnahmen im Bereich «Verkehr» aus der Massnahmenliste. Die Bilanzierung der theoretischen Potenziale, Zielsetzungen und Zielerreichungen erfolgt gemäss den Angaben in der Massnahmenliste im Abschnitt 5.**<sup>33</sup>

Eine beträchtliche Wirkung ergab sich durch eine leichte Reduktion der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Fahrzeugbestands nach WLTP<sup>34</sup> und der Reduktion um gut 700 mit Benzin oder Diesel angetriebenen Fahrzeuge im Bestand (Massnahme 2.7). Die bilanzierte Einsparung deckt sich qualitativ mit dem um 8.7% reduzierten Treibstoffabsatz, obschon dieser auch durch weitere Faktoren beeinflusst wird. Die Massnahme 2.8 (Elektromobilität) ist weiterhin wichtig und auf Zielpfad. Der öffentliche Verkehr (Massnahme 2.2) konnte seine Auslastung

<sup>33</sup> Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

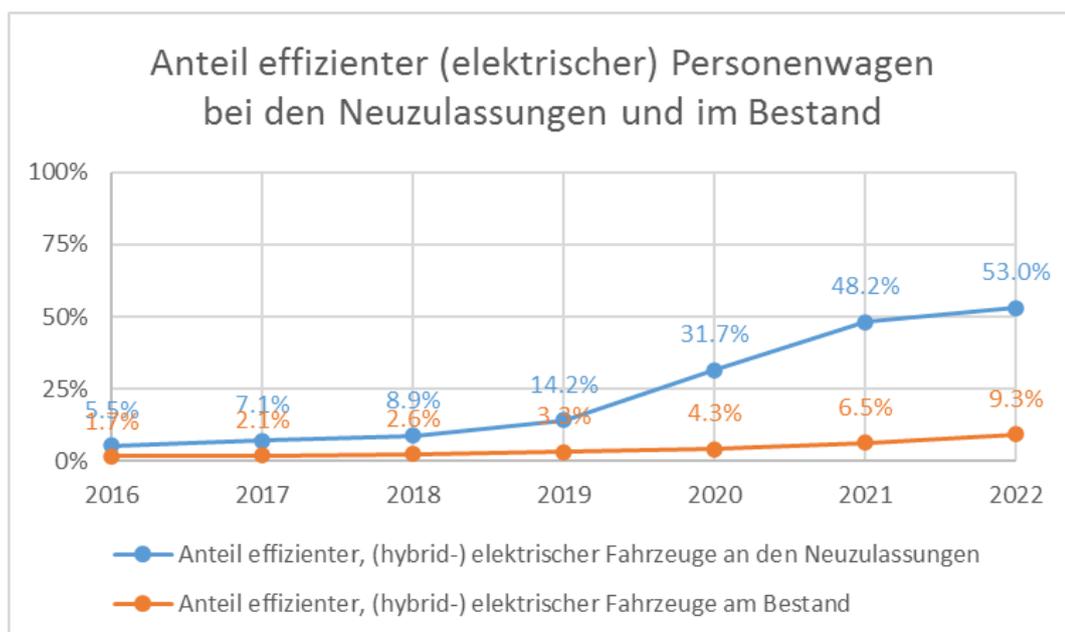
<sup>34</sup> Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure (WLTP) bzw. weltweit einheitliches Testverfahren für Leichtfahrzeuge: Aufgrund eines Wechsels der statistischen Erfassungsmethodik auf WLTP-Werte bei den Neuzulassungen musste die Methodik angepasst werden. Neu werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Fahrzeugbestands (nach NEFZ) und der fossil angetriebene Fahrzeugbestand jährlich verglichen. Über eine Fahrleistung von 10'000 km pro Personenwagen und Jahr wird die Veränderung der Emissionen des Fahrzeugbestands berechnet.

wieder leicht verbessern und kompensiert damit Teile des Einbruchs von 2019/2020. Die hohe Auslastung von vor der Corona-Pandemie wurde aber noch nicht wieder erreicht. Auch die Erhebungen zum Modalsplit ergaben eine leichte Verlagerung auf Kollektiv- und Fuss- und Radverkehr zulasten des motorisierten Individualverkehrs (Massnahme 2.5).

#### 4.3.2 Indikatoren

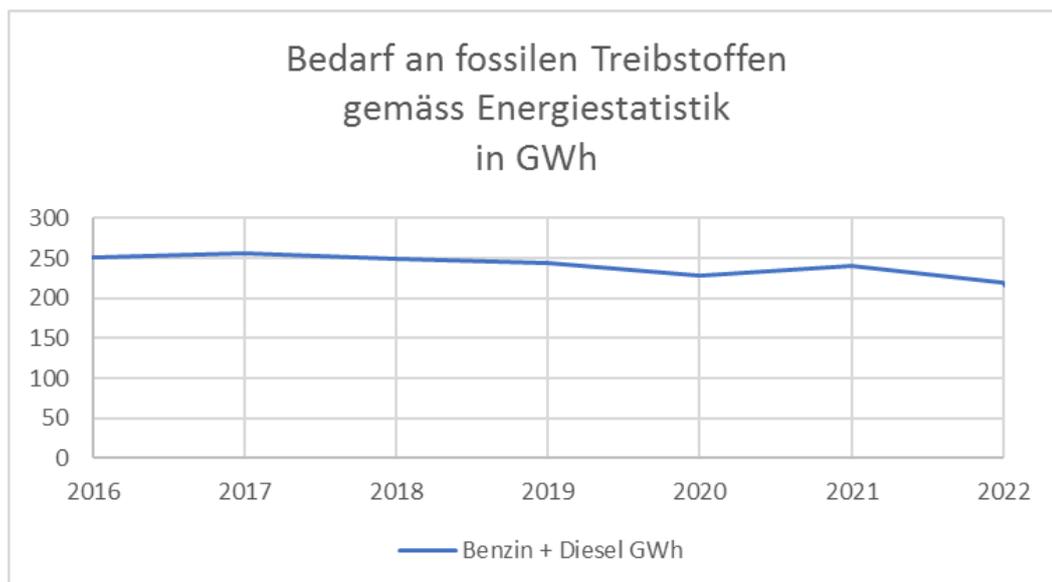
**Alternative Antriebe** Elektrische Antriebe weisen im Betrieb einen Wirkungsgradvorteil von Faktor drei gegenüber Verbrennern auf. Damit sind batterieelektrische Fahrzeuge zentraler Bestandteil zur Erreichung des Effizienzziels (Ziel 1) sowie der Reduktion der Treibhausgasemissionen (Ziel 3).

Im Jahr 2022 wurde der Anteil (hybrid-) elektrischer Personenwagen bei den Neuzulassungen auf 53% gesteigert (Abbildung 18). Die Zunahme des Wachstums bei den hybridelektrischen hat sich gegenüber dem Jahr 2021 leicht verlangsamt, während der Absatz der vollelektrischen Fahrzeuge weiter zugenommen hat.



**Abbildung 18: Anteil effizienter (elektrischer) Antriebskonzepte an den Neuzulassungen und im Bestand der Personenwagen. Quelle: Amt für Statistik**

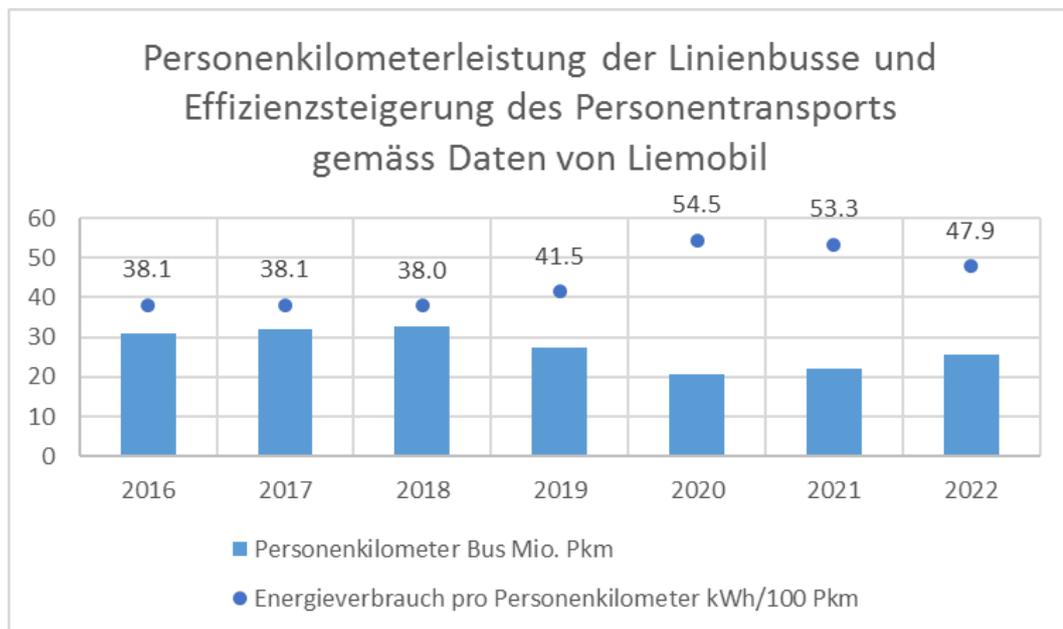
Im Bestand machen die effizienten Personenwagen nun rund 9.3% aus (Abbildung 18), d.h. die hohen Zulassungsanteile wirken verzögert in Form eines reduzierten Bedarfs an fossilen Treibstoffen, wenn man davon ausgeht, dass die elektrischen Fahrzeuge ähnliche Fahrleistungen erbringen wie der gesamte Bestand. Der Absatz an fossilen Treibstoffen ist im Jahr 2022 deutlich gesunken (Abbildung 19). Die Treibstoffbilanz ist aber neben preislichen Effekten und Treibstofftourismus auch durch die allgemeine Wirtschaftslage beeinflusst. Dennoch ist zu hoffen, dass dieser Trend auch über die kommenden Jahre anhält und Ergebnis der fortschreitenden Elektrifizierung des Verkehrs ist.



**Abbildung 19: Bedarf fossiler Treibstoffe zwischen 2016 und 2022 gemäss Energiestatistik in GWh. Quelle: Amt für Statistik**

**Öffentlicher Verkehr** Der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge der LIEmobil im fahrplanmässigen Betrieb machte im Jahr 2022 rund 1.1% des Treibstoffbedarfs des Landes aus. Seit Ende Januar 2023 fahren vier batterieelektrische Busse im Linienbetrieb. Diese Fahrzeuge machen rund 10% der Fahrleistung aus, aber die Wirkung wird erst im kommenden Monitoring ersichtlich werden. Die Auslastung der Busse im fahrplanmässigen Verkehr erholte sich im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr weiter leicht, was den Verbrauch pro 100 Personenkilometer reduziert hat

(Abbildung 20). Die Fahrleistungen und Auslastung erreichen aber noch nicht das Niveau von vor der Corona-Pandemie. Der Treibstoffverbrauch pro Personenkilometer ist auch mit leicht besserer Auslastung noch hoch.<sup>35</sup> Im Jahr 2026 sollen ein Drittel, 2028 die Hälfte und ab 2032 die gesamte Flotte fossilfrei betrieben werden.<sup>36</sup>



**Abbildung 20: Fahrleistung der Linienbusse bei fahrplanmässigen Kursfahrten in Mio. Personenkilometern und Entwicklung der Effizienz des Personentransports in kWh/100 Pkm. Quelle: Liemobil**

#### 4.4 Bereich Erzeugung und Beschaffung

##### 4.4.1 Massnahmenliste

Der Bereich «Erzeugung und Beschaffung» umfasst gemäss der Massnahmenliste der Energiestrategie 2030 Massnahmen in den Bereichen «Vorschriften»,

<sup>35</sup> Der Wert von 47.9 kWh/100 Pkm entspricht rund 4.8 Liter Diesel pro 100 km und Person und liegt damit im Bereich eines mit einer Person besetzten, sehr sparsamen Verbrenners. Elektroautos verbrauchen im Schnitt rund 20-25 kWh/100 km.

<sup>36</sup> Klimastrategie Liechtenstein 2050, Version vom 15. März 2023, verfügbar unter [https://archiv.llv.li/files/au/klimastrategie-2050\\_55.pdf](https://archiv.llv.li/files/au/klimastrategie-2050_55.pdf).

«Erzeugung», «Beschaffung» sowie «Technologie» und «Bewusstseinsbildung»  
(Abbildung 21).

	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	64.0	32.2					(*) 5.4	2.7	
6.3 Energiekataster und Planungsgrundlagen für Erzeugung							(*) 22.7	8.5	
4.1 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus ern. Energien oder KWK, Art 3.1.e EEG) (bezogen auf				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	-0.1	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	1.6	
4.7 Tiefengeothermie Strom und Wärme				75.0			(*) 15.3		
3.3 Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze bei sinnvoller Konstellation			0.3	246.0	24.5	15.2	(*) 53.9	5.3	3.3
4.4 Holzheizwerke (Projekte Balzers und Malbun)				63.0	15.0		(*) 13.8	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	-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>11.3</b>	<b>3.1</b>
							<b>(*) 285.4</b>	<b>35.2</b>	<b>1.7</b>

Abbildung 21: Massnahmen im Bereich «Energieerzeugung und Beschaffung» aus der Massnahmenliste. Die Bilanzierung der theoretischen Potenziale, Zielsetzungen und Zielerreichungen erfolgt gemäss den Angaben in der Massnahmenliste im Abschnitt 5.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

Die Massnahme 3.1 (Mindestvorschriften für Geräte) ist wichtig und hat das grösste Effizienzpotenzial dieses Bereichs. Die erneuerbaren Potenziale ergeben sich vor allem durch den PV-Zubau (Massnahme 4.1), die Biogasnutzung (Massnahme 4.6) und die Nutzung von Abwärme inkl. Fernwärme ab KVA Buchs (Massnahme 3.3). Die Abwärmennutzung ab KVA Buchs wird weiter über den Netzausbau vorangetrieben. Die Potenziale für Windkraftnutzung, eine grosse Biogasanlage und zusätzliche Holzheizwerke sind noch nicht realisiert, aber weiterhin möglich.

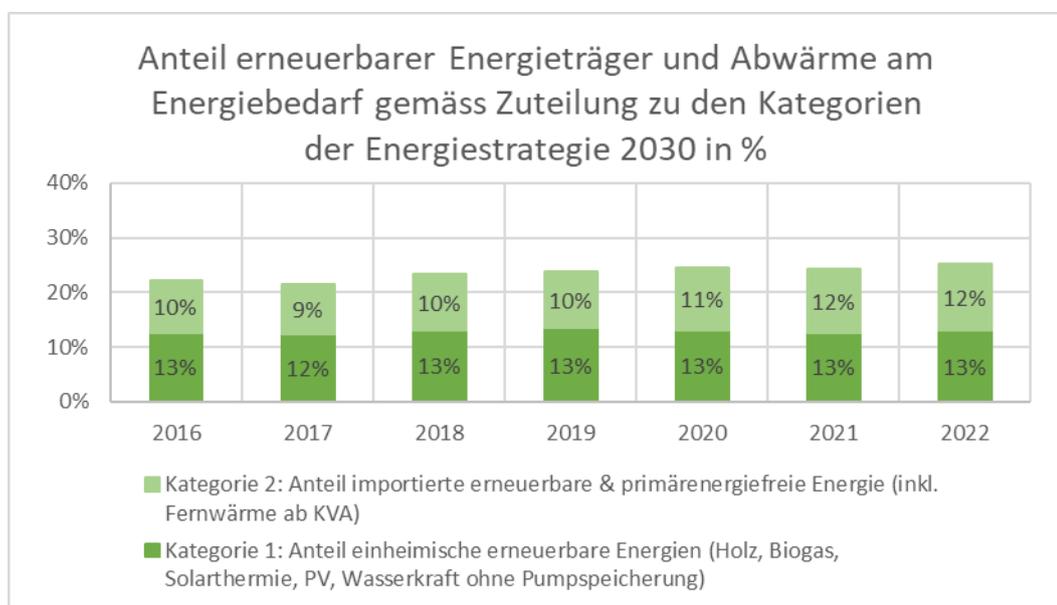
#### 4.4.2 Indikatoren

**Anteil erneuerbarer Energieträger und Abwärme ab KVA** In der Energiestrategie 2030 wurden unter dem Ziel 2 verschiedene Kategorien erneuerbarer und primärenergiefreier Energieträger definiert, nämlich einerseits einheimische, erneuerbare Energieträger (Kategorie 1), aber auch importierte, erneuerbare und primärenergiefreie Energieträger (Kategorie 2) sowie erneuerbare Strom- und Gasimporte (Kategorie 3).

Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs wurde in der Energiestrategie 2030 der Kategorie 2 zugeordnet. Fest steht, dass in der Schweiz nicht rezyklierte, brennbare Abfälle in einer KVA thermisch verwertet werden müssen und dass dabei Abwärme entsteht, welche (bestmöglich) für die Stromproduktion, die Dampfkopplung und die Fernwärmeversorgung genutzt werden kann. Die Treibhausgasemissionen der Abfallverbrennung werden dem nationalen Treibhausgasinventar des Standorts der KVA angelastet, die resultierende Abwärme ist mit Ausnahme geringer Beiträge für Erstellung und Betrieb der benötigten Verteilnetze CO<sub>2</sub>- und primärenergiefrei. Verschiedene Fragen zur Nutzung von Fernwärme

und Dampf ab KVA Buchs wurden in einer Interpellationsbeantwortung der Regierung umfassend geprüft und beantwortet.<sup>38</sup>

Das Ziel für Kategorie 1 liegt im Jahr 2030 bei 17%, das Ziel für Kategorie 2 bei 13% (total 30%). Wie aus der Darstellung des Indikators in der Abbildung 22 ersichtlich wird, konnte in den letzten Jahren der Anteil der Kategorie 2 durch den Fernwärme- und Dampfausbau im Verhältnis zum Gesamtverbrauch gesteigert werden. Insgesamt bewegt sich auch dieser Indikator im Wesentlichen seitwärts.<sup>39</sup>



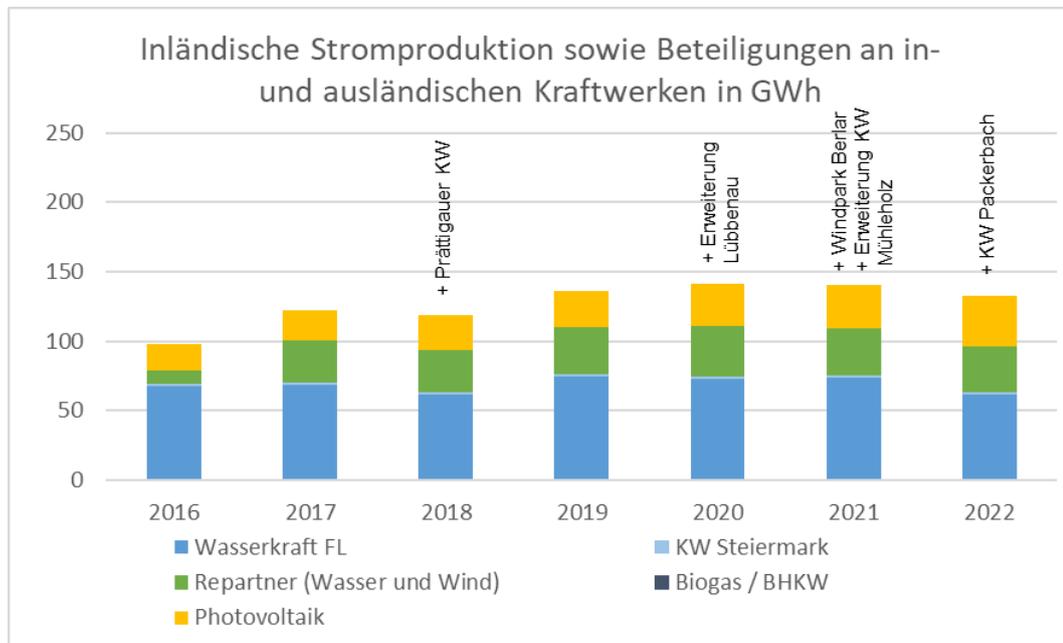
**Abbildung 22: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergiebedarf gemäss Energiestatistik. Quelle: Amt für Statistik**

Nicht berücksichtigt werden Stromimporte, welche mit erneuerbaren Herkunftsnachweisen belegt sind, denn die Herkunftsnachweise sind heute gemäss geltenden EU-Richtlinien (noch) nicht im Bezügerland anrechenbar. Die Liechtensteini-schen Kraftwerke (LKW) sind allerdings an verschiedenen Kraftwerken mit

<sup>38</sup> Bericht und Antrag Nr. 55/2023.

<sup>39</sup> Hinweis: In der in KWK genutzten Biomasse unter Kategorie 1 kann ein Anteil importiertes Holz (Kategorie 2) enthalten sein. Der Anteil ist aktuell nicht abgrenzbar und wird unter Kategorie 1 mitgezählt.

erneuerbarer Erzeugung im In- und Ausland beteiligt, welche hier zur Vervollständigung des Bildes dargestellt werden (Abbildung 23).



**Abbildung 23: Entwicklung der inländischen Stromproduktion mit Wasserkraft sowie der inländischen Produktion durch Dritte und der ausländischen Stromproduktion durch Beteiligungen der LKW von 2016-2022. Quelle: Amt für Statistik, Energiedatenbericht LKW<sup>40</sup>**

Durch Beteiligungen an Kraftwerken im Ausland (Wind- und Wasserkraft) sowie durch die Erzeugung im Inland durch Dritte konnte der Anteil erneuerbarer Energien im In- und Ausland von 30% im Jahr 2016 auf 53% im Jahr 2022 ausgebaut werden. Im Frühjahr 2022 wurde ein zusätzliches Kleinwasserkraftwerk in der Steiermark in Betrieb genommen. Weitere Projekte sind für die kommenden Jahre geplant. Dass trotz weiterem Zubau im Ausland die Produktion insgesamt gesunken ist, muss der ausgeprägten Trockenheit im Jahr 2022 zugeschrieben werden.

**Fernwärme und Dampf ab KVA** Das Rückgrat der CO<sub>2</sub>-freien Versorgung grosser Industriebetriebe ist die Dampfleitung der KVA Buchs zu den Unternehmen

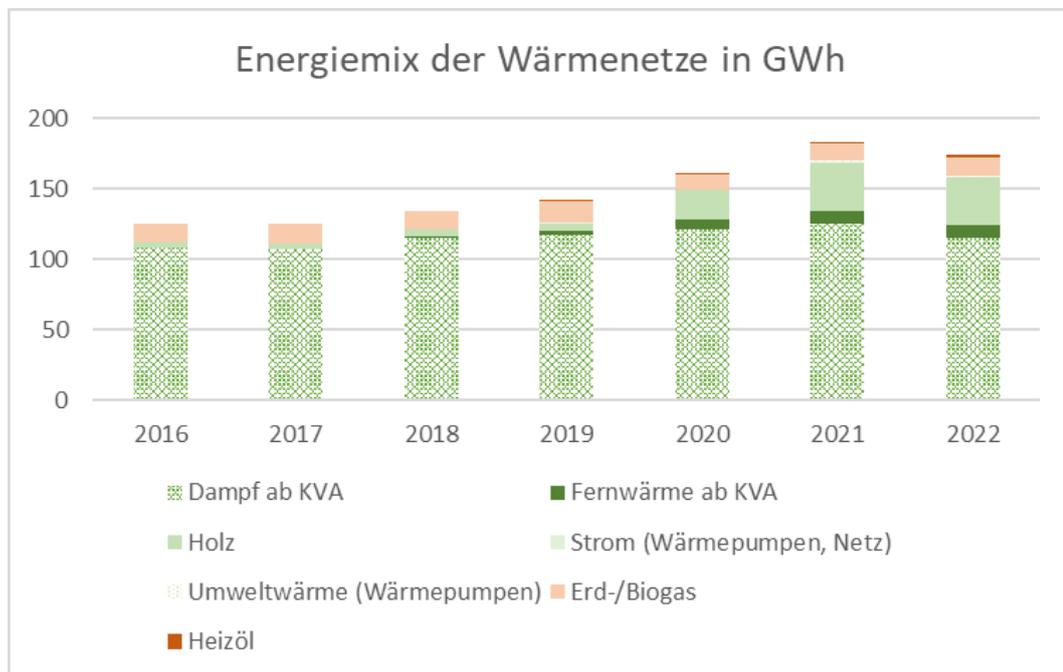
<sup>40</sup> Hinweis zur Grafik: Aufgrund der geringen Mengen sind die Anteile KW Steiermark und Biogas / BHKW in der Grafik nicht sichtbar.

Hilti AG, Hilcona AG, Herbert Ospelt Anstalt und Kronen Käserei AG (ehemals Milchhof AG). Diese liefert jährlich rund 10% des Gesamtenergiebedarfs des Landes über den Rhein. Im Jahr 2022 war die Dampflieferung im Einklang mit dem gesamten Landesenergiebedarf um 8% rückläufig, da wohl auch ein bedeutender Teil der Energie für die Raumheizung verwendet wird (Abbildung 24).

Im Jahr 2022 wurde der Ausbau der durch die Liechtenstein Wärme (LW) betriebenen Nah- und Fernwärmenetze weiter stark vorangetrieben. Die Netzlänge nahm von 20.9 km auf 31.6 km zu, die Anzahl thermische Energie nutzender Kunden von 201 auf 233. Bedient wurden die Nahwärmeverbünde im Land<sup>41</sup> 2022 zu 57% mit Holz, 25% mit fossilen Energieträgern (Heizöl und Erdgas), 15% mit Abwärme der KVA Buchs, 3% mit Wärmepumpen (inkl. Umweltwärme) und 1% mit Biogas. Gegenüber 2021 hat der Anteil an Heizöl und Erdgas in den Wärmenetzen um 3% zugenommen. Der höhere fossile Anteil ergibt sich teils aus einem gesteigerten Heizölverbrauch, welcher durch Anlagenausfälle und die Umstellung von Zweistoffanlagen im Rahmen der Energieknappheit vom Winter 22/23 resultierte, teils aber auch aus einem Mehrverbrauch an Erdgas in den Blockheizkraftwerken. Im Gegensatz dazu war der Absatz an Fernwärme ab KVA aufgrund der milden Witterung reduziert.

---

<sup>41</sup> Inkl. Holzheizwerke Malbun und Balzers, ohne Dampf ab KVA Buchs.



**Abbildung 24: Entwicklung der Zusammensetzung der Energieträger der Wärmenetze sowie der Dampfleitung ab KVA Buchs. Quelle: Geschäftsbericht der LW 2022, ab 2021 inkl. Holzheizwerke Malbun und Balzers<sup>42</sup>, Amt für Statistik**

Die sich abzeichnende Entwicklung und Mixverschiebung bei den Wärmenetzen ist im Sinne der Energiestrategie 2030 wichtig, denn die Wärmenetze bieten mit ihren Anlagegrössen eine realistische Möglichkeit, im Winterhalbjahr gut verfügbare Energieträger (Abwärme KVA, Holz) einzusetzen und im Sommer und in der Übergangszeit mit Wärmepumpen Abnehmer für PV-Strom zu schaffen. Wärmenetze wirken so der Winterstromlücke entgegen und reduzieren allfälligen Saisonspeicherbedarf deutlich. Die Nah- und Fernwärme kann deshalb die Versorgungssicherheit für Liechtenstein deutlich erhöhen.

Grosse, zentrale CO<sub>2</sub>-Emittenten wie eine KVA stellen künftig auch eine Möglichkeit dar, CO<sub>2</sub> abzuscheiden und einzulagern und damit netto sogar CO<sub>2</sub>-negativ zu werden (durch den biogenen Anteil in den Abfällen). In der Schweiz haben die 29

<sup>42</sup> Vor 2021 fehlen die Daten der Holzheizwerke Malbun und Balzers.

KVA im März 2022 eine Vereinbarung mit dem Bund abgeschlossen, welche vorsieht, dass die KVA-Betreiber bis 2030 mindestens eine Anlage zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung im Umfang von 100'000 Tonnen CO<sub>2</sub> in Betrieb nehmen.<sup>43</sup>

Um den Nah- und Fernwärmeausbau nochmals zu beschleunigen und eine wirtschaftlich vorteilhafte Entwicklung der Netzgebiete zu ermöglichen, wurde die LW im Sommer 2023 mit der Erstellung einer vertieften Zielnetzplanung beauftragt. Die Ergebnisse dieser Zielnetzplanung sollen aufzeigen, wo und wieviel Investitionsbedarf für einen noch rascheren Ausbau mit möglichst grosser Wirkung notwendig ist.

Die LW verfolgt die Zielsetzung, die Wärmeverbünde bis 2030 zu 90% und bis 2050 vollständig CO<sub>2</sub>-neutral zu betreiben.<sup>44</sup> Der Anteil fossiler Energien wird mit jeder Substitution durch KVA-Abwärme, Holz und Umweltwärme stetig gesenkt.

Bereits realisierte, geplante sowie in Evaluation befindliche Nah- und Fernwärmegebiete sind in der Abbildung 25 dargestellt. Derzeit sind folgende Nah- und Fernwärmenetze in Betrieb und befinden sich im Erweiterungsausbau:

- Balzers (Holzhackschnitzel)
- Balzers Brüel (Grundwasser-Wärmepumpe bzw. Grundwasser-WP und Gas aus Kraft-Wärme-Kopplung bzw. KWK-Gas)
- Triesen (Holzhackschnitzel und KWK-Gas)
- Triesenberg (Holzhackschnitzel und Luft-Wasser-WP)
- Malbun (Holzhackschnitzel und KWK-Holz)
- Schaan Industrie 1 (Dampf Industrie, Wärme von KVA)

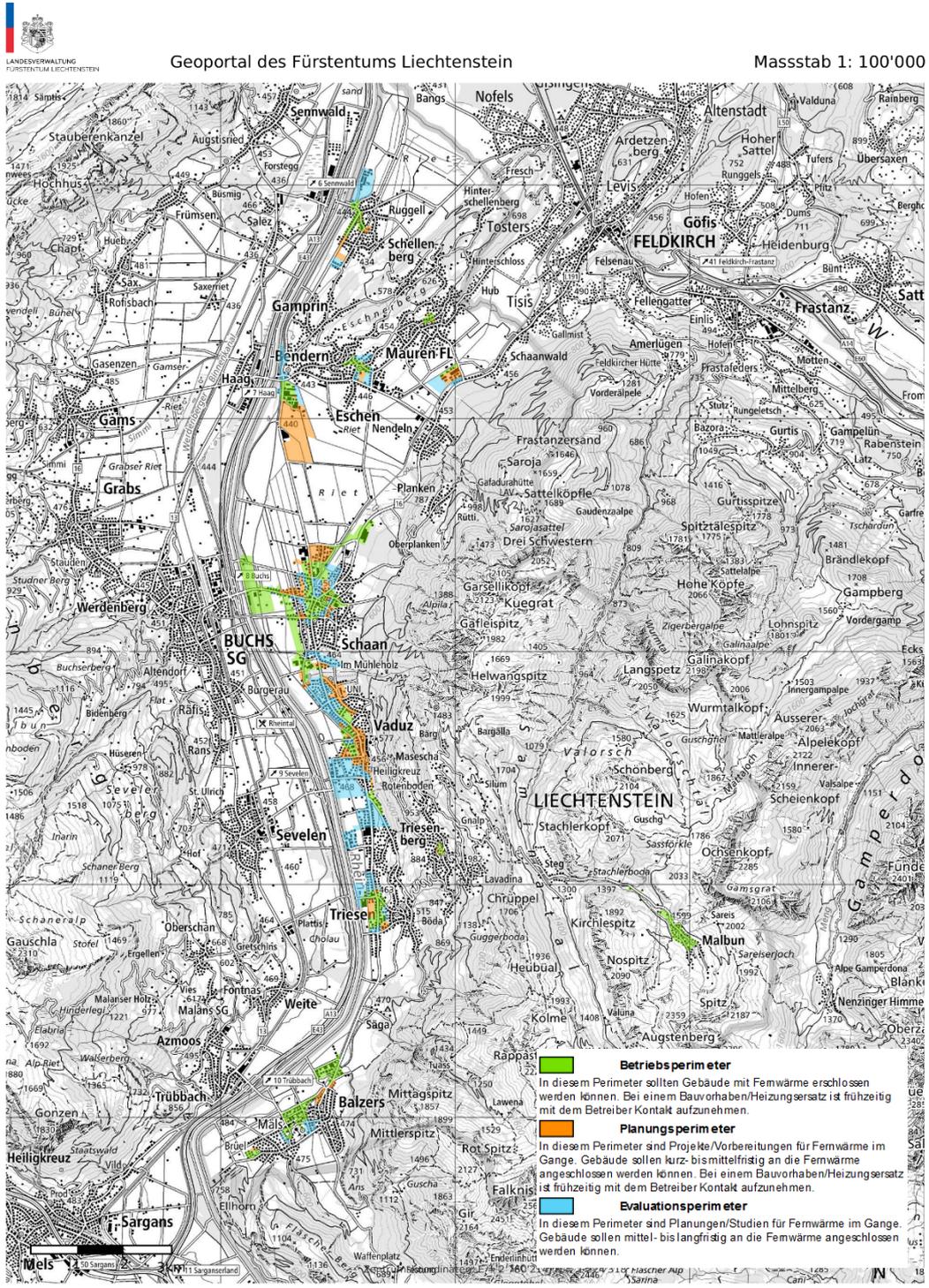
---

<sup>43</sup> Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/vermeidungsmassnahmen/branchenvereinbarungen/vereinbarung-kehrrechtverwertungsanlagen.html>.

<sup>44</sup> Quelle: Geschäftsbericht der LW 2022, online unter <https://www.waerme.li/downloads>.

- Schaan Zentrum (Holzhackschnitzel und KWK-Gas)
- Schaan Industrie 2 (Wärme von KVA Buchs)
- Bendern 1 (Dampf Industrie, Wärme von KVA Buchs)
- Bendern 2 (Kondensatabkühlung, Wärme von KVA Buchs)
- Eschen (Holzhackschnitzel und Pellets)
- Vaduz Zentrum (Wärme von KVA Buchs)
- Ruggell (Grundwasser-WP und KWK-Gas)
- Mauren (Holzhackschnitzel und Luft-Wasser-WP)

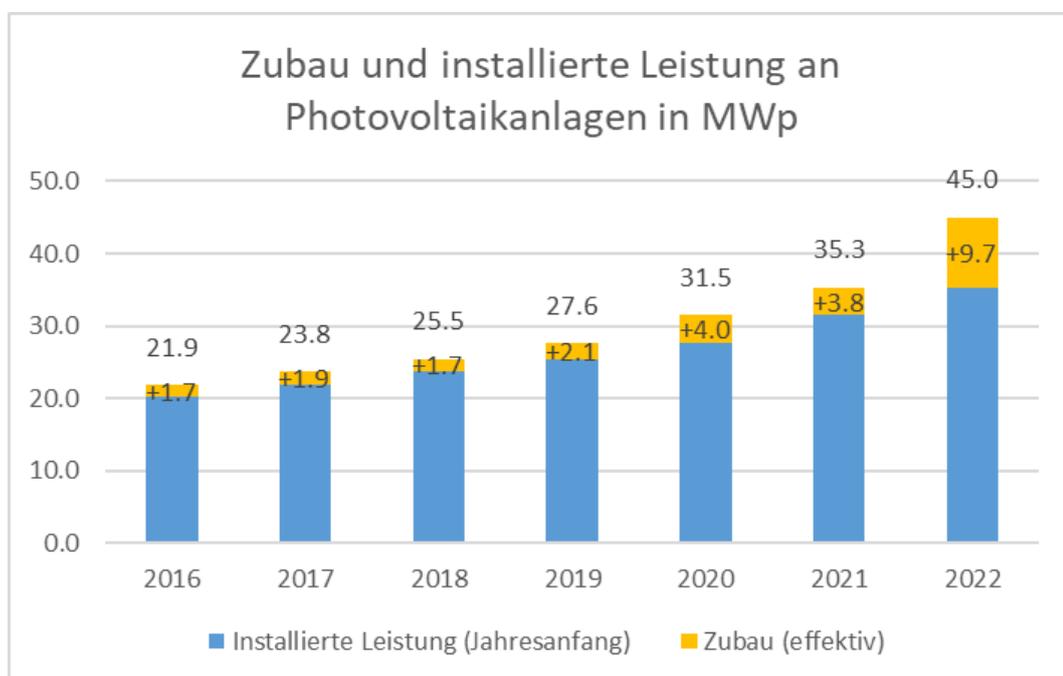
Im Jahr 2022 wurden Erweiterungsarbeiten an der Fernwärmeversorgung von Schaan vorangetrieben, auch in den Industrie- und Gewerbegebieten. In Vaduz konnten die Hauptleitungen der Fernwärmeversorgung verlängert werden und erste Schlüsselkunden der Gemeinde Vaduz und der Landesverwaltung können nun angeschlossen und in Betrieb genommen werden. Auch in Bendern, Eschen, Triesen und Triesenberg wurde der Versorgungssperimeter der Wärmenetze erweitert. Eschen, Triesen und Triesenberg werden primär mit Holz bedient, Bendern mit Abwärme ab KVA Buchs. In Mauren wurde beim Kindergarten eine neue Heizzentrale erstellt, welche mit dem Gemeindezentrum verbunden wurde. In diesem System wird im Winter ein Holzkessel und im Sommer eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrieben. In Ruggell wurde die zweite Etappe des Hauptleitungsprojekts realisiert und verschiedene Schlüsselkunden von Gemeinde und Landesverwaltung können angeschlossen werden. Bei der Primarschule wurde eine Energiezentrale mit Grundwasser-Wärmepumpen und Blockheizkraftwerken erstellt. Die meisten Erschliessungsprojekte werden in den kommenden Jahren in der Energiestatistik Wirkung zeigen.



Geodaten: © Liechtensteinische Landesverwaltung, Gemeinden Liechtensteins, LKW, LGV, swisstopo  
 14. August 2023 10:52  
 Die dargestellten Daten haben hinweisenden Charakter und sind rechtlich nicht verbindlich. Weitere Informationen erhalten Sie bei den zuständigen Amtsstellen. Seite 1 / 1

**Abbildung 25: Aktuelle (grün), geplante (orange) und in Evaluation befindliche (hellblau) Netzgebiete für die Versorgung mit Nah- und Fernwärme. Quelle: Geodatenportal Liechtenstein, Karte «Gebiete mit Fernwärmepotenzial»**

**Photovoltaik** Im Jahr 2022 wurde ein Leistungszubau von 9.7 MWp an PV-Anlagen realisiert (Abbildung 26). Dies liegt deutlich über der Zielsetzung von mindestens 5 MWp/Jahr gemäss der Energiestrategie 2030 und hilft, die Defizite der Vorjahre zu kompensieren (vgl. Massnahme 4.1). Die Entwicklung des PV-Ausbaus ist insgesamt ein grosser Erfolg und es ist zentral, diesen Schwung für die kommenden Jahre mitzunehmen.



**Abbildung 26: Effektiver Ausbau der PV-Leistung zwischen 2016 und 2022. Quelle: «Energiedaten 2022» der LKW**

In der Energievision 2050 ist beschrieben, dass mittelfristig und je nach Ausbauszenario der Photovoltaik im Sommer Überschüsse auftreten werden, welche es zuhänden einer Saisonspeicherung für das Winterhalbjahr zu nutzen gilt. Der Indikator in der Abbildung 27 gibt einen (groben) Überblick über die Entwicklung des Überschusspotenzials. Gegenwärtig hat die maximale Einspeiseleistung aller PV-

Anlagen im Land (22.4 MW<sup>45</sup>) die minimale Bandlast des Landes (27.3 MW<sup>46</sup>) noch nicht erreicht, nähert sich dieser aber stetig an. Dabei ist auch zu beachten, dass die maximale Einspeiseleistung (aktuell mittags) und die minimale Bandlast (aktuell nachts) üblicherweise nicht zur gleichen Tageszeit auftreten. Es treten deshalb auch in den kommenden Jahren noch keine im Netz nicht direkt verwertbare resp. durch andere Energiequellen ausregelbare PV-Überschüsse auf, welche für die Produktion von speicherbaren Energieformen (Power-to-Gas) sinnvoll<sup>47</sup> genutzt werden können. Bevor eine Speicherung mit Power-to-Gas erfolgt, sollten energieeffizientere Massnahmen umgesetzt werden. Hierzu gehören die Nutzung der Pumpspeicherung des Kraftwerks Samina mit 2 x 5.4 MW Pumpleistung<sup>48</sup>, die Verbesserung der Nachfragesteuerung (z.B. laden elektrischer Fahrzeuge) sowie allenfalls die Suche einer regionalen Speicherlösung mit Pumpspeicherung.

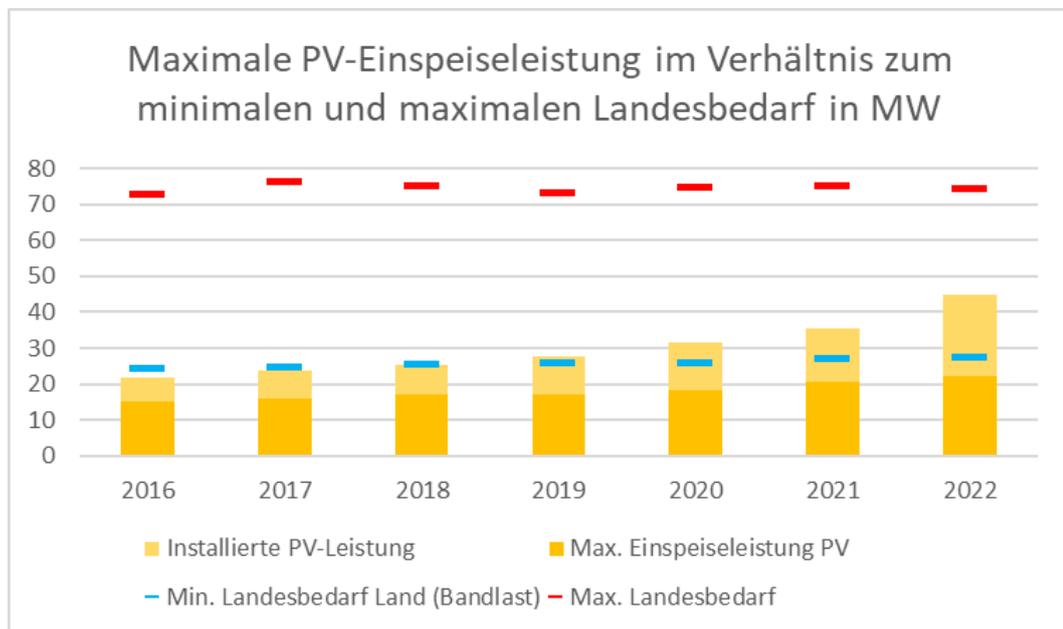
---

<sup>45</sup> Gemäss Energiedatenbericht 2022 der LKW am 9.7.2022. Quelle: <https://www.lkw.li/unternehmen/zahlen-und-fakten.html>.

<sup>46</sup> Erreicht am 30.10.2022 um 4 Uhr morgens.

<sup>47</sup> D.h. wirtschaftlich, bei hohen jährlichen Volllaststunden der Anlage.

<sup>48</sup> Die Pumpspeicherleistung steht nur bei wenig Wasserzufluss von September bis März voll zur Verfügung.



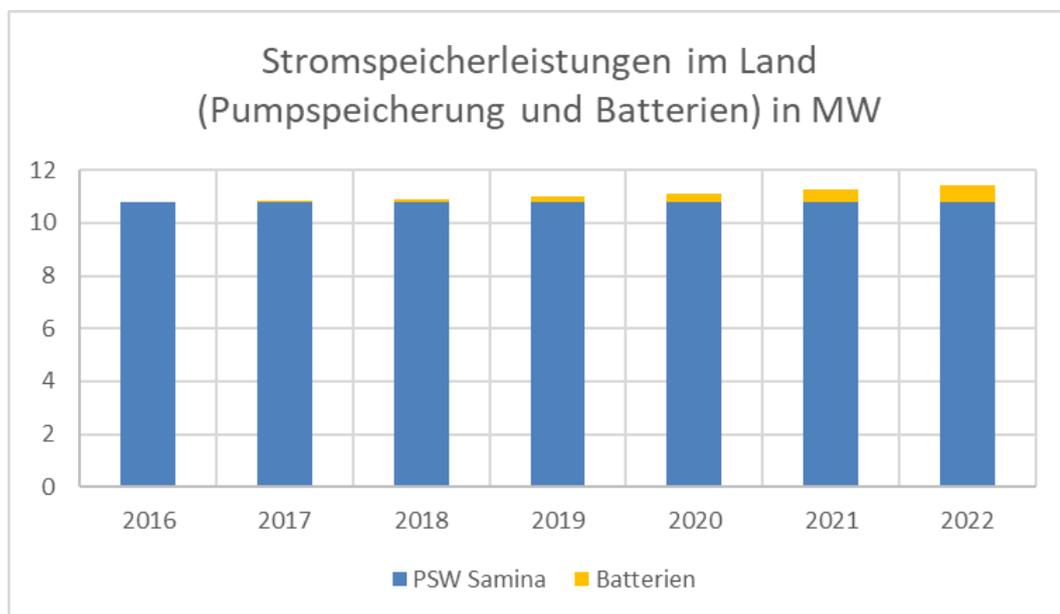
**Abbildung 27: Einspeiseleistung aus PV-Anlagen im Verhältnis zum minimalen (30. Oktober, 4 Uhr) und maximalen Landesbedarf (20. Januar, 11:45 Uhr). Quelle: «Energiedaten 2022» der LKW**

Die grosse Differenz zwischen maximaler PV-Einspeiseleistung und installierter PV-Leistung ergibt sich aus der Tatsache, dass nicht alle PV-Anlagen gleich ausgerichtet sind, dass sie nur bei relativ kühlen Temperaturen ihre Maximalleistung erzeugen und dass ein Teil der Produktion als Eigenverbrauch vor der Einspeisemessung nicht erfasst wird.

**Energiespeicher** Neben der Kapazität des Pumpspeicherwerks Samina (seit 2015) mit 2 x 5.4 MW Pumpleistung stehen im Land mittlerweile auch 618 kW Batteriespeicher mit total 1.2 MWh Speicherkapazität zur Verfügung (Abbildung 28). Der Zubau der Batteriespeicher verläuft weiterhin langsam, ist aber aktuell aus Sicht des Gesamtenergiesystems auch nicht prioritär. Die maximale Speicherkapazität des Pumpspeicherwerks Samina liegt theoretisch<sup>49</sup> bei rund 90 MWh pro Zyklus und ist mitunter durch die Kavernengrösse im Unterbecken von 40'000 m<sup>3</sup> und den Wasserzulauf resp. Wasserstand im Oberbecken begrenzt. Bei hohem

<sup>49</sup> Ohne Verluste, Bruttofallhöhe 835 m.

Wassorzulauf (Schneesmelze) ist die Speicherkapazität nicht nutzbar, aber eine hohe Produktion aufgrund des Wasserangebots abrufbar. Das Pumpspeicherwerk ist somit kein Saisonspeicher, sondern lässt sich hauptsächlich als Tag-/Nachtspeicher und für den Leistungsausgleich nutzen.<sup>50</sup> Im 2022 war der Pumpenergiebedarf mit 131 MWh gegenüber 2021 (173 MWh) oder 2020 (527 MWh) aus wirtschaftlichen Gründen deutlich reduziert.



**Abbildung 28: Maximal verfügbare Speicherleistung durch Pumpspeicherung und Batterien in MW zwischen 2016 und 2022. Quelle: «Energiedaten 2022» der LKW**

<sup>50</sup> Die Kaverne wäre in rund 8 h leer bei voller Pumpleistung von 10.8 MW.

## **5. AKTUALISIERTE MASSNAHMENLISTE (BEILAGE)**

Die aktualisierte Massnahmenliste wird als separates Dokument geführt (siehe Beilage). Darin wurden die verfügbaren Daten nachgeführt.

## **6. SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK**

### **6.1 Gute Fortschritte erzielt**

Dies ist der dritte Monitoringbericht der Energiestrategie 2030 auf der Basis der Zahlen von 2022 (Treibhausgase 2021). Das Zahlenmaterial markiert somit das zweite Jahr der zehnjährigen Periode von 2021 bis 2030.

Die Bilanz der drei Hauptziele zeigt eine gute Zielerreichung, die aber im Wesentlichen auf nicht planbaren Effekten wie der warmen, trockenen Witterung und weiteren Sondereffekten bei der CO<sub>2</sub>- und Holzbilanzierung beruht. Besonders positiv aufgefallen sind im Jahr 2022 der deutlich rückläufige Treibstoffverbrauch, die Zunahme an Wärmepumpeninstallationen, der PV-Zubau und der beschleunigte Netzausbau der Nah- und Fernwärme trotz angespannter Liefer- und Personalsituation.

Per 1. Januar 2023 trat das neue PV-Fördermodell in Kraft. Dieses sieht neben einer Investitionsförderung von PV-Anlagen eine marktpreisorientierte Einspeisevergütung vor. Zudem wird die Einspeisevergütung mit einer Mindestvergütung von 6 Rp/kWh abgesichert für den Fall, dass die Marktpreise in Zukunft unter dieses Niveau fallen sollten. Damit können PV-Anlagen innert wenigen Jahren amortisiert werden. Ebenso wurden Anfang 2023 die Förderbeiträge für erneuerbare Heizanlagen erhöht und die Förderanträge für den Einzelnen vereinfacht. Schliesslich wurden im Rahmen des Aktionsplans der Regierung zur Vermeidung einer Energiemangellage verschiedene Massnahmen zur Förderung von energieeffizienten Massnahmen sowie erneuerbaren Energien umgesetzt. Das Thermografie-

Programm zur Feststellung von Potenzialen bei der Wärmedämmung wird auch im Winter 2023/24 fortgesetzt.

Im 2023 wurden verschiedene Studien zur Energiegewinnung im Bereich Biogas, Photovoltaik im Berggebiet und Windkraft durchgeführt.<sup>51</sup> Die Umsetzung dieser Potenziale hängt im Wesentlichen von der Standortfrage ab, welche in Abstimmung mit den betroffenen Gemeinden und Grundbesitzern zu klären ist. Die Regierung hat im Juli 2023 eine Arbeitsgruppe errichtet, welche den Auftrag hat, anhand einer Positivplanung, geeignete Standorte (innerhalb und ausserhalb der Bauzone) für erneuerbare Energiegewinnungsanlagen, insbesondere freistehende PV-Anlagen, Windkraftanlagen, Wasserkraftanlagen und Biogasanlagen aufzuzeigen. Mit Bezug auf die Windkraftstudie der LKW hat die Gemeinde Ruggell grundsätzliches Interesse an der Nutzung von Windenergie auf ihrem Gemeindegebiet bekundet und weitere Abklärungen genehmigt. Ebenso wird von der Gemeinde Gamprin-Bendern die Realisierung eines Windparks auf der Alpe Rauz (AT) geprüft. Die Regierung sieht in der Windkraft eine optimale Ergänzung zur Photovoltaik, welche zur Erhöhung der erneuerbaren Stromversorgung für das Land beitragen kann. Die Regierung begrüsst daher entsprechende Initiativen auf Gemeindeebene.

Schliesslich soll im Bereich der Fernwärme mit der von der Liechtenstein Wärme in Auftrag gegebenen Zielnetzplanung die Planungssicherheit für die Hauseigentümer verbessert und der effektive Finanzbedarf von Seiten der öffentlichen Hand für einen beschleunigten Ausbau eruiert werden. Sie soll darüber Auskunft geben, bis wann in einem bestimmten Quartier mit einem Fernwärmeanschluss gerechnet werden kann.

---

<sup>51</sup> Quelle: <https://www.regierung.li/ministerien/ministerium-fuer-inneres-wirtschaft-und-umwelt/downloads>.

## 6.2 Weitere Anstrengungen notwendig

Die Herausforderungen bei der Umsetzung der Energiestrategie 2030 und des Netto-Null-Ziels bis 2050 bleiben jedoch gross. Der Landtag hat im März 2023 das Klimaziel 2030 von 40% auf 55% erhöht, wobei dieses zu mindestens 40% durch Massnahmen im Inland zu erreichen ist. Es müssen daher Massnahmen umgesetzt werden, um den ambitionierteren Absenkpfad einzuhalten. Dies erfordert vor allem Anstrengungen beim Ersatz von fossilen Heizungen, bei der Gebäudehüllensanierung und der Elektromobilität.

Die Erhöhung der Sanierungsrate von Altbauten bleibt nach wie vor eine grosse Herausforderung. Aufgrund der hohen Bodenpreise werden anstelle von Sanierungen eher Ersatzneubauten vorgenommen. Dies wirkt sich dämpfend auf die Bereitschaft aus, Sanierungen umzusetzen. Die Neubautätigkeit hingegen bleibt damit weiter hoch. In diesem Umfeld ist es deshalb wichtig, die bestehenden Heizanlagen auf erneuerbare Systeme umzustellen. Damit alle fossilen Heizungen bis 2050 durch erneuerbare Lösungen ersetzt werden können, muss sich deren Anzahl jährlich um 300 Anlagen reduzieren. Für das Jahr 2022 wird aufgrund von Abschätzungen<sup>52</sup> angenommen, dass insgesamt immer noch 50% fossile Heizungen (ca. 200 Anlagen) eingebaut wurden, sodass die erforderliche Reduktion nicht erreicht werden konnte.

Die Regierung kommt daher zum Schluss, dass trotz der positiven Entwicklungen bei den erneuerbaren Energien, insbesondere bei Photovoltaik und Nah- und Fernwärme, die vorgesehenen Massnahmen in den zentralen Indikatorbereichen Gebäude und Verkehr mit der Umstellung auf erneuerbare Wärmeerzeuger, der Wärmedämmung und der Forcierung von Elektroantrieben weiterhin konsequent

---

<sup>52</sup> Quelle: Antwort auf die Kleine Anfrage 25134 vom 31.05.2023, verfügbar unter <https://www.landtag.li/printkleineanfrage/25134/?t=638288321942824164>.

umzusetzen sind. Die Umsetzung der Gebäudevorschriften «MuKE 2014» stellen dabei eine zentrale Massnahme dar, um den Energieverbrauch der Gebäude gemäss dem Stand der Technik zu reduzieren. Ebenso kann die vom Landtag beschlossene PV-Pflicht einen wesentlichen Beitrag zur Beschleunigung der Eigenstromerzeugung leisten.

Die Erfahrungen der letzten beiden Jahre haben gezeigt, dass an der Energiewende kein Weg vorbeiführt. Die Erhöhung der Eigenversorgung im Inland mit erneuerbaren Energien ist notwendig und muss mit Nachdruck verfolgt werden. Gleichzeitig erachtet es die Regierung aber weder als realistisch, noch als sinnvoll, eine absolute Energieautarkie anzustreben. Liechtenstein ist in ein europäisches System der Energieversorgung eingebunden. Aus dieser Integration ergeben sich nicht nur Abhängigkeiten, sondern auch unverzichtbare Vorteile, sowohl für die Versorgungssicherheit als auch die Stabilisierung von Energiepreisen für die Bevölkerung und Unternehmen.

**II. ANTRAG DER REGIERUNG**

Aufgrund der vorstehenden Ausführungen unterbreitet die Regierung dem Landtag den

**Antrag,**

der Hohe Landtag wolle diesen Bericht und Antrag zur Kenntnis nehmen.

Genehmigen Sie, sehr geehrter Herr Landtagspräsident, sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete, den Ausdruck der vorzüglichen Hochachtung.

**REGIERUNG DES  
FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN**

*gez. Sabine Monauni*



# Aktualisierte Massnahmenliste zum 3. Monitoringbericht zur Energiestrategie 2030

(Berichtsjahr 2022)

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energieträger			Treibhausgasemissionen CO <sub>2</sub> (Inland) und CO <sub>2</sub> (*Global)		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2022 (Gg CO <sub>2</sub> /a)
<b>1 Massnahmen Gebäude</b>									
Vorschriften									
1.6 Vorschriften Neubauten	7.2	10.8					(*) 1.6	3.5	
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen	5.8						(*) 2.6	1.2	
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienz-massnahmen in der Industrie und im Gewerbe	8.0	1.4	0.6				(*) 2.4	0.2	0.1
Förderungen									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	250.0	17.5	1.5				(*) 54.8	3.8	0.3
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	50.0	3.0	0.1				(*) 11.0	0.7	0.0
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz (Raumbeheizung und BWW durch energie-effiziente Haustechnik, Art. 3.1.c EEG)				33.0	23.2	3.2	(*) 7.2	5.1	0.7
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und BWW durch energie-effiziente Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	115.0	22.7	9.4				(*) 37.9	7.5	3.1
1.5.2 Wärmepumpenboiler (BWW durch WP-Boiler, Art. 3.1.d EEG)		3.1	0.7				(*) 0.7	1.1	0.2
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	17.0	8.7	0.7				(*) 7.3	3.8	0.3
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>67.3</b>	<b>13.0</b>	<b>51.7</b>	<b>25.1</b>	<b>3.2</b>	<b>(*) 113.5</b>	<b>21.5</b>	<b>4.4</b>
							<b>(*) 99.8</b>	<b>18.7</b>	<b>1.8</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 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2022 (GWh/a)
<b>2 Massnahmen Mobilität/Verkehr</b>									
Vorschriften									
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen		11.4	7.4					3.0	2.0
2.9 Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen									
Reduktion und Verlagerung des Verkehrs									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	112.0		3.7				(*) 29.8	1.0	1.0
2.3 S-Bahn								0.0	0.0
2.4 Langsam- resp. Aktivverkehr					0.0	0.0		0.0	
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	51.0	1.7	0.3				(*) 13.6	0.5	0.1
Technologie									
2.8 Elektrofahrzeuge	227.0	40.2	7.0				(*) 29.0	14.6	2.5
Bewusstseinsbildung								5.0	0.9
2.12 Sharing Economy in der Mobilität									
<b>Teilsomme Massnahmenbündel 2</b>	<b>390.0</b>	<b>53.4</b>	<b>18.4</b>				(*) <b>125.3</b>	<b>19.1</b>	<b>5.6</b>
							(*) <b>72.4</b>	<b>5.5</b>	<b>0.9</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 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2022 (GWh/a)	Theor. Potenzial (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Ziel 2030 (Gg CO <sub>2</sub> /a)	Stand 2022 (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 el. Energie aus ern. Energien oder KWK, Art 3.1.e EEG) (bezogen auf kWh <sub>el</sub> )				150.0	45.0	11.8	(*) 64.8	19.4	5.1
4.2 Stromgewinnung aus KWK-Anlagen	12.5	0.6	0.2				(*) -2.5 2.9	-0.1 0.1	0.0 0.1
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	41.2	32.9	(*) 53.9 53.9	9.0 9.0	7.2
4.4 Holzheizwerke				63.0	15.0		(*) 13.8 13.8	3.3 3.3	
1.5.1 Solarkollektoren (Erwärmung von BWW durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)				36.0	-6.1	-1.6	(*) 7.9 7.9	-1.3 -1.3	-0.3
Beschaffung									
4.8 Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie									
3.6 Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung -und Abwasserreinigung		-0.1	-0.1				(*) -0.1 0.0	-0.1 0.0	-0.1 0.0
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>0.4</b>	<b>811.6</b>	<b>103.3</b>	<b>43.8</b>	<b>(*) 96.4</b> <b>285.4</b>	<b>15.1</b> <b>41.0</b>	<b>6.7</b> <b>5.5</b>
<b>Gesamtsumme</b>	<b>919.5</b>	<b>153.3</b>	<b>31.8</b>	<b>863.3</b>	<b>128.4</b>	<b>47.0</b>	<b>(*) 335.1</b> <b>457.6</b>	<b>55.7</b> <b>65.1</b>	<b>16.7</b> <b>8.1</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:** Steigerung der Sanierungsrate. Erreichung einer Heizwärmeeinsparung von 20 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	0.35 — 2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	17.5 — 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	77 — 438	438	438	438	438	438	438	438	438	3'839 — 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		17.5 GWh/a	- GWh/a	3'839 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
				500 GWh/a	für Heizzwecke

500 GWh entsprechen 37% des Gesamtenergieverbrauches FL 2008

50% von 500 GWh/a sei das theoretische Potenzial

$$\rightarrow \underline{\underline{250 \text{ GWh/a}}} \times 0,219 \text{ tCO}_2/\text{MWh}^* \rightarrow \underline{\underline{54'750 \text{ tCO}_2/\text{a}}}$$

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

**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.

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

**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	+6'782 +10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	304'936 310'177
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	2.10	0.08 0.10	0.07 0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	3.0 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	15 22	22	22	22	22	22	22	22	22	668 679
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		3.0 GWh/a	- GWh/a	668 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.159 Mio	8.7 Rp/kWh	Mio	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 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. 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	+21'206									418'691
	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	2.12 — 2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	23.2 — 25.0
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		235 — 548	464 — 548	548	548	548	548	548	548	548	548	5'080 — 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	23 GWh/a	5'080 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 rund 173 GWh/a fossile Energieträger substituieren, wovon 58 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	+81'732 —+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	960'186 —869'610
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		3.92	5.45									22.7
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	1'790 —548	548	548	548	548	548	548	548	548	7'459 —5'475
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		441 —188	613 —188	188	188	188	188	188	188	188	188	2'554 —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		22.7 GWh/a	- GWh/a	7'459 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	+29 —+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	14'160 —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	-0.80 —0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-6.1 —7.7
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-173 —168	-175 —168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-1'346 —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
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	-6 GWh/a	-1'346 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	+124 —+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	1'879 —1'859
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.09 —0.09	0.11 —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	0.26 —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	86 —69	69	69	69	69	69	69	69	69	704 —690
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		104 —108	134 —108	108	108	108	108	108	108	108	108	1'100 —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	704 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.07 Mio	1.7 Rp/kWh	Mio	36 CHF/tCO <sub>2</sub>
				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 bei 0.33 Stk/P	1'358	Stk bei 0.04 Stk/P	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> ***
Zielzuordnung	X		X
Kosten Staatshaushalt 2020	74'250		74'250 CHF
Wirkung Jahr 2020	300 MWh/a		138 tCO <sub>2</sub> /a
Erwartete Lebensdauer	15 Jahre		15 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	4'500 MWh		2'070 tCO <sub>2</sub>
Kosten pro kWh Wirkung	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 2024 Einführung der MuKEn 2014.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Amt für Hochbau und Raumplanung (AHR)

**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	720'000 -900'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		-	-									10.8
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	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	443	3'548 4'435
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	1'215 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	10.8 GWh/a	- GWh/a	3'548 tCO <sub>2</sub> /a	1'215 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 2024 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
<b>Umsetzung</b>													
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)</b>	GWh/a		0.22 — 1.00	0.49 — 1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.7 — 10.0
<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		95 — 432	212 — 432	432	432	432	432	432	432	432	432	3'763 — 4'320

realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	erneuerbare Energien	CO <sub>2</sub> (Inland) *	CO <sub>2</sub> (global) **
<b>Theoretisches Potenzial</b>		17.0 GWh/a	GWh/a	7'344 tCO <sub>2</sub> /a
<b>Potenzial 2021-2030</b>		8.7 GWh/a	- GWh/a	3'763 tCO <sub>2</sub> /a
<b>Kosten Förderung Staatshaushalt 2015</b>	0.28 Mio	2.8 Rp/kWh	Mio	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, Amt für Tiefbau und Geoinformation

**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 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 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.

**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.

**Verantwortlichkeit:** Regierung, Verkehrsbetriebe LiechtensteinMobil, Amt für Tiefbau und Geoinformation, Amt für Hochbau und Raumplanung

**Kosten:** Kosten für Bewusstseinsbildung (Werbung öffentlicher Verkehr), sowie Kosten für die Umsetzung

**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.

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

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

### Energiestrategie 2030

Zeitrahen	Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung		+1'375	+3'517									
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität) GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme) GWh/a		0.84	2.86									
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	760.0									982
Potenzial Einsparung CO2 (global) ** tCO <sub>2</sub> /a		0	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	29'800 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	982 tCO <sub>2</sub> /a	0 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 2.2: 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 (Aktivverkehr). 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 x 0.42 kWh/Pkm + (Differenz Verbrauch Busse [kWh/Pkm] x absolute Personenkilometer [Pkm])

CO<sub>2</sub>-Einsparung = Steigerung der Energieeffizienz [GWh] x 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	2022
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	25'631'903
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	3'397'857
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	1'254'841
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	7.5
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	36.9
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	0.48
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	3'516'712
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	1.5
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	1.4
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	760.0

\* 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 Hochbau und Raumplanung, Amt für Tiefbau und Geoinformation

**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

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: 0,266 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, Gemeinden, Amt für Tiefbau und Geoinformation

**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>			-	-39									
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		-	-0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.0
<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		-	-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-14

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	-0 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	365				
	Eschen Schwarze Strasse	275	329				
	Schaan Energiebrücke	341	333				
	Schaan Rheindamm 1	318	274				
	Schaan Rheindamm 2	321	277				
	Vaduz Haberfeld	344	257				
	Vaduz Holzbrücke	250	218				
	Vaduz LV-Brücke Nord	292	433				
	Vaduz LV-Brücke Süd	401	294				
	Vaduz Ober Au	152	136				
	Vaduz Rheindamm	270	225				
Total		3'196	3'141	0	0	0	0
Zu-/Abnahme ersetzte Autokilometer [1000 km]		0	-39	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 Hochbau und Raumplanung (AHR)

**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	+756	-	-	-	-	-	-	-	-	588
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		-0.09	0.41	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.7
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a		0.18	0.18									1.8
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-24	109	48	48	48	48	48	48	48	48	465
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		48	48									476

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	13'566 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030	1.7 GWh/a	- GWh/a	465 tCO <sub>2</sub> /a	465 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).

**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%).  $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% = 51 \text{ GWh/a}$ . CO<sub>2</sub>-EinsparPotenzial:  $51 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 13'566 \text{ tCO}_2/\text{a}$ .

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.  $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% \times 1\% = 0.5 \text{ GWh/Jahr}$ . CO<sub>2</sub>-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				2022			
Fuss- und Radverkehr (FRV)	10.8%				11.1%				11%				14%			
Kollektivverkehr (KV)	32.5%				26.8%				27%				25%			
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	56.8%				61.1%				62%				60%			
Befragte: Durchschnittlich 9'500																
<b>Befragung Modalsplit LLV</b>																
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Fuss- und Radverkehr (FRV)	8.3%	10.0%	9.1%	11.6%	7.1%	10.0%	6.0%	14.0%	16%	16%	21%	23%	25%	24%	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%	25%	
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%	52%	
Befragte: Durchschnittlich ca. 1'400																
<b>Beschäftigte</b>																
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
<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	41'352	42'490
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Umsteiger LIHK								-1478			29				621	
Umsteiger LLV	0	229	316	-210	-99	48	-40	402	123	0	0	180	-84	-168	135	
<b>Total Umsteiger (bezogen auf VZÄ)</b>	0	229	316	-210	-99	48	-40	-1076	123	0	29	180	-84	-168	756	

## 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, 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	155									
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		4.28	3.13									11.4
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		—0.5	—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		1'138 —133.0	831 —133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	133.0	3'034 —1'330.0
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				
Potenzial 2021-2030	11.4 GWh/a	- GWh/a	3'034 tCO <sub>2</sub> /a	3'034 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 Fahrzeug und Jahr ausgegangen. Es gilt damit die Annahme, dass bei weniger Fahrzeugbestand auch weniger Kilometer gefahren werden. Um Doppelzählungen mit der Massnahme 2.8 "Elektrofahrzeuge" auszuschliessen, werden hier nur die fossil betriebenen Fahrzeuge berücksichtigt.

*Steigerung Energieeffizienz = Anzahl Fahrzeuge x 10'000 km x (CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Flotte Vorjahr - CO<sub>2</sub>-Durchschnitt Flotte aktuelles Jahr) / 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)	Erhebung nach NEFZ (bis 2021)														
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen der PW-Flotte nach NEFZ [g/km]*	214	209	205	200	196	191	187	182	177	172	168	165	162	158	155
Anzahl PW im Bestand (nur Benzin/Diesel)*														28'455	27'715
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	-3.0
<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>4.3</b>	<b>3.1</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>1'138</b>	<b>831</b>

\* 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	+862 +313	+391	+488	+610	+763	+954	+1'192	+1'490	+1'500	10'243 9'260
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		3.08	3.88									40.2
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		1.13	1.41	1.76	2.20	2.75	3.43	4.29	5.36	6.71	6.75	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	1'412 512	640	800	1'000	1'250	1'562	1'953	2'441	2'457	14'634 13'023
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		382 140	481 174	218	272	341	426	532	665	831	837	4'985 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		40.2 GWh/a	- GWh/a	14'634 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO <sub>2</sub>

\* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,234 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	950		
Hybrid Elektrisch	176	202	256	286	343	380	466	549	681	906	1363	1905		
Total	180	211	273	327	405	497	630	786	989	1309	1993	2855	0	0
Massnahmenwirkung		211	62	54	78	92	133	156	203	320	684	862		

Quelle: Personenwagenbestand nach Treibstoffart per 30. Juni, 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	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)				Fürstentum Liechtenstein (35'000 Einwohner)						
		Verbrauch in TWh ca. 2008 (*)	Verbr. o. Massn. in TWh * 2020	2030	Sparpot. m. Massn. in TWh** 2020	2030	Verbrauch in MWh ca. 2008 (*)	Verbr. o. Massn. in TWh * 2020	2030	Sparpotenzial Prozentual***	Sparpot. m. Massn. in MWh 2020	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	5'868	6'008				210	279
548/2014	Leistungstransformatoren	93	?		11	6'525					768	384
1253/2014	Lüftungsanlagen	78			96	5'449					6'707	3353
2015/1189	Festbrennstoffkessel **			147	2		0	10'283			70	105
2015/1185	Festbrennstoff- Einzelraumheizgeräte **	174		225	5	12'156		15'719			175	210
2015/1188	Einzelraumheizgeräte **	464	452		43	32'415	31'577				1'502	751
2015/1095	Kühllagerschränke	117	135	155	6	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>64'103</b>	<b>31'870</b>

\* 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 Hochbau und Raumplanung (AHR)

**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>	+303 <del>100</del>	100	100	100	100	100	100	100	100	
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.13 <del>0.04</del>	0.12 <del>0.04</del>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.6 <del>0.4</del>
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		0.19 <del>0.06</del>	0.18 <del>0.06</del>	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.9 <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>	40 <del>13</del>	13	13	13	13	13	13	13	13	187 <del>131</del>
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		98 <del>30</del>	92 <del>30</del>	30	30	30	30	30	30	30	30	434 <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	1.4 GWh/a	- GWh/a	187 tCO <sub>2</sub> /a	434 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	2022
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	302.7

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
<b>Umsetzung</b>												
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)</b> GWh/a		0.27	-									0.3
<b>Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)</b> GWh/a												
<b>Potenzial Nutzung Abwärme (Fernwärme)</b> GWh/a		15.21 <del>1.00</del>	17.67 <del>1.00</del>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	40.9 <del>10.0</del>
<b>Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *</b> tCO <sub>2</sub> /a		3'331 <del>219</del>	3'870 <del>219</del>	219	219	219	219	219	219	219	219	8'953 <del>2'190</del>
<b>Potenzial Einsparung CO2 (global) **</b> 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) **
<b>Theoretisches Potenzial</b>		GWh/a	246 GWh/a	53'874 tCO <sub>2</sub> /a
<b>Potenzial 2021-2030</b>		GWh/a	41 GWh/a	8'953 tCO <sub>2</sub> /a
<b>Kosten Förderung Staatshaushalt 2010</b>	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 Bendern. Beide Projekte werden von der Liechtenstein Wärme 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, LW, 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		0.12	0.02									0.1
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		-0.18	-0.11									-0.3
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a												
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a												
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO <sub>2</sub> /a		-38	-23									-62
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		12	-15									-4

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	-0 GWh/a	- GWh/a	-62 tCO <sub>2</sub> /a	-4 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>1</sup>

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Abwassermenge in Mio. m <sup>3</sup>	9.9	10.5	8.6								
Energie Wärme (Biogas) in MWh/a	135	230	478								
Energie Wärme (Erdgas) in MWh/a	3'375	3'232	3'223								
Wärmebezug von BGA in MWh/a	508	731	598								
Strombezug total für ARA in MWh/a	4'658	4'626	4'349								
Rücklieferung ans Netz in MWh/a	-25	-36	-94								
<b>Total Energieumsatz in MWh/a</b>	<b>8'651</b>	<b>8'783</b>	<b>8'554</b>	-	-	-	-	-	-	-	-

##### Trinkwasseraufbereitung<sup>2</sup>

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Quell- & Grundwasser in 1000 m <sup>3</sup>	7'233	7'979	7'074	-	-	-	-	-	-	-	-
Energieaufwand in MWh	1'575	1'492	1'750	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Energieaufwand in kWh/1000 m<sup>3</sup></b>	<b>218</b>	<b>187</b>	<b>247</b>								

##### Veränderung der Energieeffizienz

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Abwasserreinigung Wärme (MWh/a)	4'018	4'193	4'299	0	0	0	0	0	0	0	0
Abwasserreinigung Strom (MWh/a)	4'658	4'626	4'349	0	0	0	0	0	0	0	0
Trinkwasseraufbereitung Strom (MWh/a)	1'575	1'492	1'750	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Wärme (MWh/a)	4'018	4'193	4'299	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Strom (MWh/a)	6'233	6'118	6'100	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Abnahme Wärmebedarf (MWh/a)</b>	<b>265</b>	<b>-175</b>	<b>-106</b>	<b>4'299</b>	<b>0</b>						
<b>Abnahme Strombedarf (MWh/a)</b>	<b>-321</b>	<b>116</b>	<b>18</b>	<b>6'100</b>	<b>0</b>						

<sup>1</sup> Daten vom Abwasser-Zweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV).

<sup>2</sup> Daten aus Geschäftsberichten der Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland (WLU), Wasserwerk Planken, Gruppenwasserversorgung Liechtensteiner Oberland

<sup>2</sup> Daten von den Wasserwerken Schaan, Planken, Vaduz, Triesen, Triesenberg und Balzers, WLU und

### 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 mindestens 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.

**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

Zeitraumen		Ziel 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Ziel 2030
Umsetzung	kWp	31'538	+3'776 —+5'000	+10'384 —+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	85'698 —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	8.62 —4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	45.0 —41.5
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		1'354 —1'793	3'723 —1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	19'420 —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	45 GWh/a	19'420 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		Effizienz					erneuerbare Energie					***CO <sub>2</sub> (UCTE)				
Zielzuordnung		X														
		2010	2011/1	2011/2	2013/1	2020	2010	2011/1	2011/2	2013/2	2020	2010	2011/1	2011/2	2013/2	2020
				mit ESV	mit ESV				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	4990	3490	1830	1563	650	4990	3490	1830	1563	650					
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.

**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	+3'198 —+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	23'793 —21'240
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a		0.07 —0.05	0.16 —0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.6 —0.5
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		-13 —10	-32 —10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-124 —99
Potenzial Einsparung CO <sub>2</sub> (global) **	tCO <sub>2</sub> /a		16 —12	37 —12	12	12	12	12	12	12	12	12	147 —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		0.6 GWh/a	- GWh/a	-124 tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio	8.7 Rp/kWh	Mio	371 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**

<b>Abschätzung des theoretischen Potenzials</b>			
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	<b>-2'475 tCO<sub>2</sub>/a</b>
CO <sub>2</sub> -Einsparung (UCTE):	12'500 MWh	0.23381	<b>2'923 tCO<sub>2</sub>/a</b>

Kostenberechnung		Effizienz	erneuerbare Energie	**CO <sub>2</sub> (Inland)	**CO <sub>2</sub> (UCTE)
Zielzuordnung		X		X	X
Kosten		2015		2015	2015
Nettobelastung Fonds für ESV	CHF/kWh	0.12		0.12	0.12
Vergütete Energie während 10a	kWh/kW <sub>el</sub>	40'000		40'000	40'000
Kosten für Fonds	CHF/kW <sub>el</sub>	4'800		4'800	4'800
Direktförderung Staat	CHF/kW <sub>el</sub>	400		400	400
Kosten Fonds + Staat	CHF/kW <sub>el</sub>	5'200		5'200	5'200
Wirkung	kWh/a kW <sub>el</sub>   tCO <sub>2</sub> /a kW <sub>el</sub>	4'000		-0.79	0.94
Erwartete Lebensdauer	Jahre (a)	15		15	15
Wirkung über Lebensdauer	MWh/kW <sub>el</sub>   tCO <sub>2</sub> /kW <sub>el</sub>	60		-11.88	14.03
Kosten pro kWh oder tCO <sub>2</sub> Wirkung	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, welches 2020 mit einer Stromerzeugung ergänzt wurde, und 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, Kosten 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:** Liechtenstein Wärme

**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												

Massnahme sistiert  
Begründung in der  
Energiestrategie 2030

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	17'490 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 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 Liechtenstein Wärme

**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%	73%	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
Balzers	%	66.3%	71.1%	71.1%								
Eschen	%	73.0%	73.0%	73.0%								
Gamprin	%	75.2%	75.2%	75.2%								
Mauren	%	65.1%	65.1%	65.1%								
Planken	%	79.5%	79.5%	80.0%								
Ruggell	%	77.9%	77.9%	82.5%								
Schaan	%	70.1%	70.1%	70.1%								
Schellenberg	%	70.2%	70.2%	70.2%								
Triesen	%	75.2%	75.2%	77.7%								
Triesenberg	%	63.0%	63.0%	63.0%								
Vaduz	%	71.1%	78.6%	78.6%								
<b>Gesamt</b>	%	<b>71.5%</b>	<b>72.6%</b>	<b>73.3%</b>								

## 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

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 5.3: 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 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 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 Einsatzbereiche 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, Verkehrsplanung (AHR)

**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 5.9: 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 Hochbau und Raumplanung (AHR)

**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	2'592 tCO <sub>2</sub> /a
Potenzial 2021-2030		- GWh/a	- GWh/a	tCO <sub>2</sub> /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	2.2 Rp/kWh	Mio	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	-	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, LW) 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, Verkehrsplanung (AHR)

**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).