

**BERICHT UND ANTRAG
DER REGIERUNG
AN DEN
LANDTAG DES FÜRSTENTUMS LIECHTENSTEIN
BETREFFEND DEN
5. MONITORINGBERICHT ZUR ENERGIESTRATEGIE 2030**

(Berichtsjahr 2024)

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

Nr. 107/2025

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	5
Zuständige Ministerien	14
Betroffene Stellen	14
I. BERICHT DER REGIERUNG	15
1. Ausgangslage und Aufträge	15
2. Begründung der Vorlage.....	18
3. Entwicklung und Zielpfad der Energiestrategie 2030.....	19
3.1 Rahmenbedingungen: Wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung	20
3.2 Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs.....	25
3.3 Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030	27
3.4 Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030	30
4. Erläuterungen zur Umsetzung der Massnahmen.....	33
4.1 Überblick	33
4.2 Bereich Gebäude	35
4.2.1 Massnahmenliste	35
4.2.2 Indikatoren.....	37
4.3 Bereich Verkehr.....	48
4.3.1 Massnahmenliste	48
4.3.2 Indikatoren.....	50
4.4 Bereich Erzeugung und Beschaffung.....	53
4.4.1 Massnahmenliste	53
4.4.2 Indikatoren.....	55
5. Nachführung der Potenziale 2024.....	70
5.1 Effizienzsteigerung	70
5.2 Erneuerbare Energien	71
6. Elemente einer Anreiz- und Speicherstrategie.....	74
7. Aktualisierte Massnahmenliste (Beilage)	92

8. Schlussfolgerung und Ausblick 92

II. ANTRAG DER REGIERUNG 94

Beilage:

- Massnahmenliste zum 5. Monitoringbericht

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende fünfte Monitoringbericht der Energiestrategie 2030 bildet mit dem Datenstand per Ende 2024 (Treibhausgasinventar 2023) das vierte Jahr der zehnjährigen Periode der Energiestrategie 2030 ab. Anhand von verschiedenen Indikatoren wird die Umsetzung der Strategie jährlich gemessen. Der Bericht zeigt auf, welche Entwicklungen im Einklang mit den Zielsetzungen der Energiestrategie 2030 verlaufen und wo Handlungsbedarf besteht. Zusätzlich werden wichtige Entwicklungen analysiert und im Hinblick auf die Ziele der Energiestrategie beurteilt.

Nachdem 2023 der Endenergieverbrauch mit -0.2% im Vergleich zum Vorjahr fast stagnierte, konnte im Jahr 2024 bei vergleichbar milder Witterung eine deutliche Reduktion des Endenergieverbrauchs um -3.4% beobachtet werden. Der Anteil erneuerbarer Energien im Mix befindet sich relativ deutlich über dem Zielpfad, dies dank der absoluten Verbrauchsreduktion, aber auch dem starkem PV-Ausbau, den Erweiterungen bei der Nah- und Fernwärmeinfrastruktur, einem höheren Brennholzabsatz, einem Rekordjahr bei der Wasserkraft sowie deutlichen Rückgängen bei allen fossilen Brenn- und Treibstoffen.

Im Jahr 2024 ist der Bedarf an im Inland abgesetzten Treibstoffen um -19.3% zurückgegangen (-30.4% Benzin, -8% Diesel), nachdem diese 2023 um +5.5% angestiegen waren. Auch in der Schweiz war im Jahr 2023 eine Zunahme des Benzinverbrauchs festgestellt worden, jedoch in geringerem Ausmass als in Liechtenstein. Bei nochmaliger Befragung der grösseren Tankstellenbetreiber zu den Gründen des Anstiegs bei den Daten 2023 konnte keine abschliessende Erklärung gefunden werden.¹ Der Heizölabsatz sank 2024 erstmals unter 100 GWh und es erfolgte wohl auch wenig Verlagerung hin zu Erdgas. Der Heizölabsatz nahm um -11.7% ab und der Verbrauch von Erdgas um -3.8%, wodurch insgesamt bei den fossilen Brennstoffen eine Reduktion um -6.4% resultierte (Heizgradtage: -1.9%). Somit lässt sich der Rückgang bei den Brennstoffen, insbesondere beim Erdgas, welches nicht individuell bevorratet werden kann, nicht allein durch die milde Witterung erklären,

¹ Beim Absatz von Treibstoffen spielen neben preisbedingtem Einkaufstourismus auch das Reiseverhalten eine wesentliche Rolle.

sondern ist auch auf den Ausbau und Einsatz erneuerbarer Heizsysteme sowie den Nah- und Fernwärmeausbau zurückzuführen.

Der -40%-Zielpfad mit Massnahmen im Inland ist 2023 eingehalten². Die Hochrechnung der energetischen Treibhausgasemissionen für 2024 auf Basis der Endenergieverbräuche und Emissionsfaktoren lässt dank der oben genannten, positiven Effekte bei allen fossilen Energien eine starke Reduktion um rund -12.6% erwarten. Damit wird voraussichtlich 2024 auch der -55%-Zielwert durch Massnahmen im Inland wieder erfüllt.

Der Photovoltaik- bzw. PV-Zubau konnte im Jahr 2024 auf hohem Niveau leicht gesteigert werden. Die installierte PV-Leistung stieg um +16.9 MWp auf insgesamt 77.1 MWp.³ Damit deckt PV-Strom (inkl. Eigenverbrauch⁴) mittlerweile 14.2% des jährlichen Landes-Stromverbrauchs (Vorjahr 11.4%). Aktuell liegt der kumulierte Zubau zwischen 2021 und 2024 bei +41.8 MWp.

Positiv fällt auf, dass trotz Elektrifizierung hin zu Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen der absolute Stromabsatz und auch die max. Leistung im Landesnetz bislang nicht erkennbar zugenommen haben – dies ist der Effekt gleichzeitiger Stromeffizienzmassnahmen und des zunehmenden Eigenverbrauchs von PV-Produzenten – während der Landesendenergiebedarf insgesamt wieder auf das Niveau der 1990er Jahre gesunken ist. Dies sind zentrale Elemente der Energiestrategie 2030 resp. der Energievision 2050 und sie sind essenziell, um das Klimaziel erreichen zu können.

Aufgrund der Charakteristik der sich wandelnden Stromerzeugung zeigen sich allerdings zunehmend Effekte im Stromnetz, welche Anpassungen erfordern, um nachteilige Preiseffekte und einen teuren Netz- und Speicherausbau zu vermindern. So exportierte im Jahr 2024 Liechtenstein erstmals in seiner jüngeren Geschichte (sehr geringe Mengen) an Strom in die Schweiz (0.3% des

² Gegenüber 2022 erfolgte im Energiebereich eine Zunahme der Emissionen, welche insb. durch die unerklärbare Steigerung des Benzinabsatzes im Jahr 2023 resultierte.

³ Energiedatenbericht 2024 der Liechtensteiner Kraftwerke (LKW), verfügbar unter <https://www.lkw.li/unternehmen/zahlen-und-fakten.html>.

⁴ Zur Ermittlung des Eigenverbrauchs legt das Amt für Statistik ein Modell zugrunde, da dieser nicht mess-technisch erfasst wird.

Landesabsatzes), d.h. die Landeserzeugung war kurzzeitig höher als die Landeslast.⁵ Zusätzlich gab es 2024 am Spotmarkt deutlich häufigere und ausgeprägtere Preisausschläge nach unten.⁶ Aus diesem Grund wird in diesem Bericht ein Fokus auf Elemente einer sogenannten «Anreiz- und Speicherstrategie» gelegt. Diese soll Handlungsoptionen darlegen und Prioritäten benennen, damit der volkswirtschaftliche Nutzen möglichst hoch und negative Folgen möglichst klein sind (Abschnitt I.6). Dazu sollen im Wesentlichen Lasten verschoben, Anlagen und Speicher mittels ökonomischer Anreize für einen netz- und energiedienlichen Betrieb gewonnen und sinnvolle Ergänzungen des Erzeugermixes mit komplementären Energiequellen wie insbesondere Windkraft erschlossen werden.

Die Windkraft stellt gemäss der aktuellen Potenzialstudie⁷ mit bis zu elf Standorten im Land und einem inländischen Potenzial von mehr als 110 GWh/a ein für die Energiestrategie und Energievision zentrales Element dar. Die Windenergie ist eine attraktive Ergänzung zur Photovoltaik und könnte im besten Fall bereits um das Jahr 2030 eine wichtige Rolle im Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele, zur Stärkung der Versorgungssicherheit sowie zur Diversifizierung des Strommix einnehmen.⁸ Windkraft verhält sich sowohl bezüglich der saisonalen als auch der tageszeitlichen Verteilung des Ertrags stark komplementär zur Photovoltaik und kann somit als zusätzliche Erzeugerquelle zu einem ausgeglicheneren Produktionsmix und damit letztlich zu weniger Speicherbedarf beitragen.

Ziel 1: 20% Reduktion des Energiebedarfs

Der Endenergiebedarf im Jahr 2024 sank gemäss Energiestatistik⁹ um -3.4% gegenüber dem Vorjahr und erreicht -17.4% gegenüber 2008. Der Zielindikator zur Effizienz wird damit eingehalten. Auch in diesem Jahr begünstigt die milde

⁵ Dieser Stromexport erscheint nicht in der Energiestatistik, weil die Import-/Exportbilanz auf Tagesbasis aggregiert wird.

⁶ Day Ahead Base Schweiz, verfügbar unter <https://energiedashboard.admin.ch/preise/strom>

⁷ Quelle: «Windenergie Liechtenstein», Grundlagenanalyse. Liechtensteinische Kraftwerke, 19.2.2024 (internes Dokument).

⁸ Bei der Windkraft ist kein erschliessbares Potenzial bis 2030 berücksichtigt, weil die Unsicherheiten über die Dauer der nötigen Planungs- und Bewilligungsverfahren zum Bau solcher Anlagen eine Inbetriebnahme bis 2030 fraglich erscheinen lassen.

⁹ Energiestatistik 2024, Amt für Statistik und Link auf das Statistikportal <https://www.statistikportal.li/de/themen/raum-umwelt-und-energie/energie>

Witterung diese Entwicklung. Ein deutlicher Absatzrückgang bei den fossilen Brenn- und Treibstoffen trägt massgeblich zur Reduktion bei. Die Schwankungen bei den Brenn- und insb. den Treibstoffen sind nicht immer abschliessend erklärbar. Dennoch ist es aufgrund der Zunahme bei den erneuerbaren Heizsystemen und den Elektrofahrzeugen wahrscheinlich, dass ein grosser Teil der positiven Entwicklung auf die Anstrengungen im Bereich Gebäude und Elektrofahrzeuge zurückzuführen ist. Dass der Stromverbrauch mit PV-Eigenverbrauch um +2.1%, der Netzabsatz (ohne PV-Eigenverbrauch) hingegen in diesem Jahr nur um +0.5% gestiegen ist, weist auf den wachsenden PV-Eigenverbrauch hin. Die Fortführung der Elektrifizierung mittels Wärmepumpen und Elektromobilität sowie weitere Effizienzsteigerungen bei Geräten, Antrieben und Prozessen und im Gebäudepark sind Grundvoraussetzungen, um den Mehrbedarf durch Wachstum zu kompensieren und die Verlagerung in den Stromverbrauch in tragbaren Grenzen zu halten.

Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030

Der Anteil erneuerbarer Energien inkl. Fernwärme und Dampf ab Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) Buchs gemäss Energiestatistik konnte von 27.5% auf 31.7% erhöht werden. Damit ist der Zielwert von 30% für das Jahr 2030 bereits erstmalig erreicht.¹⁰ Die Nutzung von Fernwärme ab KVA (inkl. Dampf) erhöhte sich 2024 um +9.1%, was die höchste, je abgesetzte Menge darstellt und nun mit einer Verzögerung die Anstrengungen beim Wärmenetzausbau widerspiegelt. Die Stromproduktion aus Wasserkraft (ohne Pumpenergie) stieg um +7.5% auf einen Rekordwert dank einem hydrologisch ertragreichen Jahr. Die PV-Produktion verzeichnete durch den erneut starken Zubau ebenfalls einen Anstieg um +26.4%.¹¹ Ebenfalls relativ stark gestiegen ist die Brennholznutzung (+14.3%). Der Mehrbedarf dürfte durch zusätzliche Anschlüsse an die bestehenden Holzwärmeverbünde zustande kommen und wurde grösstenteils durch Holzimporte abgedeckt, da die einheimische Brennholznutzung nicht zunahm. Die Brennholznutzung dürfte sich künftig stabilisieren, da grössere Holzanlagen durch Abwärme/Fernwärme abgelöst werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch wurde in den letzten Jahren auch

¹⁰ Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs werden als Abwärmennutzung betrachtet und ebenfalls hier bilanziert.

¹¹ 50% des Ertrages der 2024 neu installierten PV-Leistung wird erst im Jahr 2025 angerechnet. Für den nicht gemessenen Eigenverbrauch ist ein Modell hinterlegt.

durch den reduzierten Endenergiebedarf erhöht. Weitere Effizienzsteigerungen bei Geräten, Beleuchtungen, Lüftungsanlagen, Prozessen in der Industrie und der Raumheizung und -kühlung sind neben steigender PV-Produktion sowie der fortschreitenden Elektrifizierung durch Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge essenziell. Das Übertreffen des Ziels beim erneuerbaren Anteil trägt wesentlich zur künftigen Erreichung des CO₂-Ziels bei und die Anstrengungen sollten deshalb im Hinblick auf die Ziele 2050 keinesfalls reduziert werden.

Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030

Mit Beschluss 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.

Gegenüber dem in den Klimazielen relevanten Basiswert von 1990 wurde 2023 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um -31.0% erreicht. Laut dem Treibhausgasinventar von 2023 wurde das Emissionsziel für 2023 nach dem linearen -40%-Absenkpfad zwischen 2020 und 2030 eingehalten. Die Erreichung des -55%-Ziels bis 2030 erfordert allenfalls den Einbezug der Auslandskompensation.¹²

Unter Einbezug der LULUCF-Kategorien¹³, der sogenannten CO₂-Quellen oder -Senken, welche auf Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zurückgehen, sanken die Gesamtemissionen 2023 im Vergleich zum Vorjahr zwar um -2.6%, wobei allerdings die energiebedingten Emissionen um +2.1% gestiegen sind, was vor allem auf den (beim Benzin nicht erklärbaren) erhöhten Brenn- und Treibstoffabsatz im Jahr 2023 zurückgeführt werden muss.

Im Jahr 2024 haben energiebedingte CO₂-Emissionen gemäss Energiestatistik und Emissionsfaktoren des Schweizer Bundesamts für Umwelt (BAFU) um -12.6% abgenommen. Dies ist auf den gesunkenen Absatz fossiler Brenn- und Treibstoffe

¹² Für das gemäss dem Pariser Klimaabkommen vereinbarte Zieljahr 2030 werden die im Klimainventar 2032 festgestellten THG-Emissionen (ohne LULUCF) zur Ermittlung der Zielerreichung herangezogen.

¹³ 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 16% der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

zurückzuführen. Somit dürften im Jahr 2024 sowohl das -40%-Ziel als auch das -55%-Ziel wieder erfüllt werden.

Der Ausblick bei den Treibhausgasen darf vorsichtig positiv bewertet werden, auch wenn die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass es zwischen den Jahren in beide Richtungen auch unerklärbare und teils grössere Ausschläge geben kann. Die Zielsetzung bei den Treibhausgasen ist aus mehreren Gründen die wichtigste und anspruchsvollste der Energiestrategie: Einerseits hängt sie stark von der Erfüllung der anderen beiden Ziele ab, und andererseits wird die Reduktion in Richtung -55% und sogar Netto-Null zunehmend anspruchsvoller, weil letztendlich sämtliche energetischen Emissionen vermieden oder aufwändig über Negativemissionen ausgeglichen werden müssen. Aus dieser Sicht sind künftig noch stärkere Anstrengungen nötig, um die aktuellen Trends zur Emissionsreduktion im selben Tempo aufrecht zu erhalten und das -55%-Ziel im Idealfall mit Massnahmen im Inland zu erreichen.

Der Bedarf an Auslandskompensation zur Erreichung des -55%-Ziels wird erst bei Erreichen der im Pariser Klimaabkommen vereinbarten Zielwerte, d.h. 2032, ermittelt. Erst dann liegen die Emissionsdaten für 2030 vor. Die Nutzung der Auslandskompensation von Treibhausgasemissionen ist nach wie vor zulässig. Eine «Weiter wie bisher»-Strategie ohne Emissionsminderungen im Inland kann langfristig für Netto-Null nicht funktionieren und der Fokus muss klar auf die Reduktion der Emissionen im Inland gelegt werden.

Mit Bericht und Antrag Nr. 39/2025 über die Kommunikation der nationalen Ziele wurde vom Landtag im September 2025 das Ziel für 2035 auf -68% gegenüber dem Inventarwert von 1990 zur Kenntnis genommen. Diese Festlegung führt die Zielsetzung des -55%-Ziels somit über 2030 hinaus fort.

*Im Bereich «**Gebäude**» wurden im Jahr 2024 wieder leicht mehr Flächen energetisch saniert und einige grössere Bauten mit besonders fortschrittlichem Energiestandard (Minergie-A und -P) umgesetzt. Die Nutzung von fossilen Brennstoffen hat zum dritten Jahr in Folge deutlich abgenommen. Es konnten gut 100'000 m² Energiebezugsfläche (EBF) mit Wärmepumpen und Holzfeuerungen ausgerüstet werden, sowie 76 neue Kunden an die Nah- und Fernwärmenetze von Liechtenstein Wärme (mehrheitlich ab KVA Buchs) angeschlossen werden. Gemäss Daten der*

Energiefachstelle zur Förderung wurden 2024 mit 307 Stück 18% weniger erneuerbare Heizungen gefördert als im Vorjahr (374 Stück).

Kritisch zu beurteilen ist die Beobachtung, dass 2024 der Anteil der fossilen Feuerungen bei den neu eingebauten oder ersetzen Heizungen gegenüber 2023 zugenommen hat (2023: 26%, 2024: 31%). Es wurden im Jahr 2024 129 fossile Feuerungen wiederum durch fossile Systeme ersetzt sowie sechs Anlagen neu in Betrieb genommen. Ebenfalls ernüchternd ist die Erkenntnis, dass im Jahr 2024 noch 8'001 fossile Feuerungen in der Gebäude- und Wohnungsstatistik erfasst waren, was 70% aller Heizungen entspricht. Damit hat gegenüber der letzten Erhebung 2020 zwar ein Rückgang um -398 fossile Anlagen stattgefunden, aber dies entspricht lediglich einer Reduktion um rund -1.2% pro Jahr. Die beobachtete Ersatzrate der fossilen Systeme durch erneuerbare ist damit deutlich zu tief im Verhältnis zum Absenkpfad des Klimaziels. Die heute eingebauten fossilen Heizungen haben Folgen für die Treibhausgasemissionen über die kommenden Jahrzehnte. In der Konsequenz muss hinterfragt werden, ob die freiwillige, auf finanziellen Anreizen anstelle von regulatorischen Vorgaben beruhende Strategie beim Heizungsersatz die zur Zielerreichung nötigen Reduktionswirkungen erbringen kann. Es müssen nun rasch Mittel und Wege gefunden werden, um noch mehr Bauherrschaften zum Umstieg auf erneuerbare Heizungen zu motivieren. Nach der Ablehnung der beiden Vorlagen zur MuKE 2014 (BuA Nr. 61/2023) und zur PV-Pflicht (BuA Nr. 60/2023) muss die Politik eine neue, von der Bevölkerung getragene Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie finden, und damit auch Wege, damit möglichst keine fossilen Systeme mehr verbaut werden.

Der Energiebedarf der Betriebe mit freiwilliger Zielvereinbarung zur Ausschöpfung des wirtschaftlichen Reduktionspotenzials bei Energie und Treibhausgasemissionen stieg leicht und erklärt 26.6% des Landesenergiebedarfs, wobei sich der Energiemix wiederum leicht in die gewünschte Richtung bewegte (mehr Fernwärme ab KVA, Dampf und erneuerbare Energien). In den kommenden Jahren dürfte es bei erneuerten Zielvereinbarungen zu ambitionierteren Zielsetzungen kommen. Dies, da die Befreiung von der CO₂-Abgabe für einen breiteren Kreis an Unternehmen möglich wird. Gleichzeitig sind die Anforderungen für eine Befreiung an eine ambitioniertere Reduktionswirkung gekoppelt.

*Im Bereich «**Verkehr**» konnte 2024 eine weitere Zunahme des Anteils (hybrid-) elektrischer Personenwagen bei den Neuwagenverkäufen verzeichnet werden. Im Fahrzeugbestand sind mittlerweile 7.2% der Personenwagen (hybrid-) elektrisch¹⁴ (5.8% im Vorjahr). Bei den Neuzulassungen waren 2024 rund 23% vollelektrisch und 40% hybridelektrisch. Der Absatz fossiler Treibstoffe war 2024 mit -19.3% deutlich rückläufig. Dies entspricht dem tiefsten Treibstoffabsatz seit 2016 und verläuft nach dem Anstieg 2023 wieder gemäss Erwartung. Der heute hohe Anteil von Hybridfahrzeugen bei den Neuwagen muss aus Sicht der Klimaziele in den nächsten Jahren deutlich sinken. Dies erscheint realistisch, da vollelektrische Neuwagen heute alltagstaugliche reale Reichweiten bieten, die Modellvielfalt stark zunimmt und die Kaufpreise sich den fossilen Modellen annähern. Falls der Anteil der voll-elektrischen Neuwagen nicht in den kommenden Jahren stark zunimmt, sollte die Politik die Rahmenbedingungen anpassen. Aufgrund ihrer Lebensdauer sind heute verkaufte Benzin- und Dieselfahrzeuge (auch hybride) eine relevante Hypothek für die Klimaziele.*

Die Treibstoffeffizienz des öffentlichen Busverkehrs (1.1% Anteil am Treibstoffbedarf des Landes) hat durch eine steigende Auslastung zugelegt und ist erstmals wieder auf vergleichbarem Niveau wie vor der Corona-Pandemie. Im Jahr 2024 wurden im Hauptliniennetz fünf Elektrobusse eingesetzt. Mit diesen konnten mehr als 11% der Fahrleistung durchgeführt werden. Der durchschnittliche Dieselverbrauch der gesamten Busflotte nahm im Vergleich zum Vorjahr jedoch kaum ab. Vermutlich ist dies auf eine leicht unterschiedliche Datenerfassung zurückzuführen. Per Ende 2025 werden erstmals Elektrogelenkbusse beschafft, welche zehnjährige Dieselfahrzeuge ersetzen werden. Damit dürfte der Dieselverbrauch dann voraussichtlich erstmals relevant sinken.

*Im Bereich «**Erzeugung und Beschaffung**» konnte der Absatz an Dampf und Fernwärme ab KVA Buchs um +9.1% gesteigert werden, was den zeitlich verzögerten Effekt des massiven Ausbaus der Netzinfrastruktur widerspiegelt. Alle Wärmenetze des Landes (ohne Dampf ab KVA) wurden insgesamt noch zu 16% mit fossilen Energien bedient (Vorjahr: 22%). Der fossile Anteil ist zu einem bedeutenden Teil durch gasbetriebene Kraft-Wärme-Koppelungsanlagen (KWK) begründet. Die*

¹⁴ Hybridfahrzeuge werden seit 2023 und auch rückwirkend nur noch zu 20% als elektrisch gezählt.

Verringerung des fossilen Anteils ist Ergebnis der zunehmenden Nutzung von Fernwärme ab KVA (+61% im Jahr 2024).

Durch den starken Ausbau der Photovoltaik und einem weiteren, wasserkraftreichen Jahr konnte die inländische, erneuerbare Stromproduktion auf den mit Abstand höchsten Wert seit Beginn der Aufzeichnungen gesteigert werden. Nun geht es darum, neben dem weiteren PV-Ausbau auch komplementäre erneuerbare Energiequellen wie die Windkraft zeitnah zu erschliessen sowie Anreiz- und Speichersysteme intelligent zu kombinieren, sodass die Auswirkungen der zunehmenden Verschiebung des Erzeugermix hin zu Erneuerbaren mit den sich neu einstellenden Gegebenheiten an den Energiemarkten in Einklang gebracht werden können. Dazu muss die vorhandene und rasch wachsende, dezentrale Energieinfrastruktur mit ihren Speichern (Haus- und Elektroautobatterien) künftig stärker für einen netz- und energiedienlichen Betrieb gewonnen werden.

Die Stossrichtung der Energiestrategie 2030 bleibt weiterhin gültig und die Zielsetzungen für 2030 sind erreichbar. Positive Trends sind die mittlerweile anhaltende und deutliche Reduktion des Endenergiebedarfs, die Reduktion der fossilen Brennstoffe im Energiemix sowie die fortschreitende Elektrifizierung bei bislang nicht erkennbarer Zunahme des Stromverbrauchs dank Effizienzsteigerungen. Die Aussicht auf die Einbindung von Windkraft in den Energiemix sowie netz- und energiedienliche Lastverlagerungen und Speicherbewirtschaftungen legen die Basis für die Erfüllung der anspruchsvollen Zielsetzung bei den Treibhausgasen auch in Zukunft. Mehr und raschere Wirkung ist wünschenswert bei der Elektrifizierung des Verkehrs und beim Umstieg auf emissionsfreie Heizsysteme. In allen Bereichen sind Regierung und Landtag gefordert, entsprechende Schritte über staatseigene Betriebe, Immobilien und Mobilien, Investitionen und Eignervorgaben sowie die Gestaltung von Anreizsystemen, regulatorische Rahmenbedingungen und die beharrliche Sensibilisierung von Energiethemen zu setzen.

ZUSTÄNDIGE MINISTERIEN

Ministerium für Inneres, Wirtschaft und Sport

Ministerium für Infrastruktur und Bildung

BETROFFENE STELLEN

Amt für Volkswirtschaft

Amt für Hochbau und Raumplanung

Stabsstelle für staatliche Liegenschaften

Amt für Umwelt

Gemeinden Liechtensteins

Liechtenstein Wärme

Liechtensteinische Kraftwerke

Verkehrsbetrieb LIECHTENSTEINmobil

Vaduz, 4. November 2025

LNR 2025-1588

P

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,
Sehr geehrte Frauen und Herren Abgeordnete

Die Regierung gestattet sich, dem Hohen Landtag nachstehenden Bericht und Antrag betreffend den fünften 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.¹⁵ 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:

¹⁵ 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 werden;**
- 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 2024 (Treibhausgase 2023) das vierte 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), wobei im Rahmen des 4. Monitoringberichts eine Neubeurteilung und Aktualisierung der Potenziale zur Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien durchgeführt wurde.

In diesem Bericht wird ein Fokus auf Elemente einer Anreiz- und Speicherstrategie zur Integration der grösser werdenden, unregelmässigen Produktion gelegt. Dabei sollen die Elemente technische Machbarkeit, Umwandlungswirkungsgrade und die Priorisierung nach volkswirtschaftlichem Kosten/Nutzen-Verhältnis besonders beleuchtet werden.

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

Im Rahmen der Energiestrategie 2030¹⁶ und Energievision 2050 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 Wert¹⁷ 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 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.

¹⁶ Quelle: <https://www.llv.li/inhalt/11471/amtstellen/energiestrategie-liechtenstein>.

¹⁷ 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.

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 +1% pro Jahr gewachsen. Dies entspricht insgesamt einer Zunahme von 8'037 Personen zwischen den Jahren 2000 und 2024. Im Jahr 2024 ist die Wohnbevölkerung mit einem Zuwachs von +885 Personen überdurchschnittlich, um +2.2% gestiegen. Bei den Beschäftigten gibt es im Jahr 2024 gemäss vorläufigen Ergebnissen eine Zunahme von +438 Voll- und Teilzeitstellen (+1%). Die Wirtschaftsleistung in Form des Bruttoinlandprodukts (BIP zu laufenden Preisen) stieg 2023 gemäss Schätzrechnung um +5.7%, nachdem dieses im Jahr 2022 um -2.6% gesunken war (Abbildung 1).

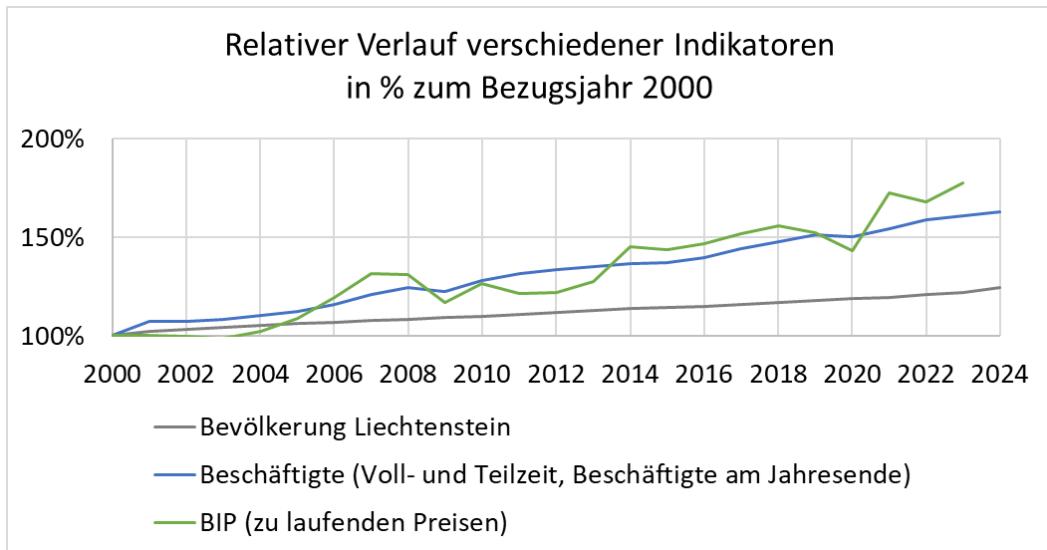


Abbildung 1: Verlauf verschiedener Indikatoren zu Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Wirtschaftsleistung zwischen 2000 und 2024. Basis: 100% im Jahr 2000. Quelle: Amt für Statistik

Sowohl der Energiebedarf pro Einwohnerin und Einwohner als auch der Energiebedarf pro erwirtschaftetem Franken sind tendenziell und auch 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.

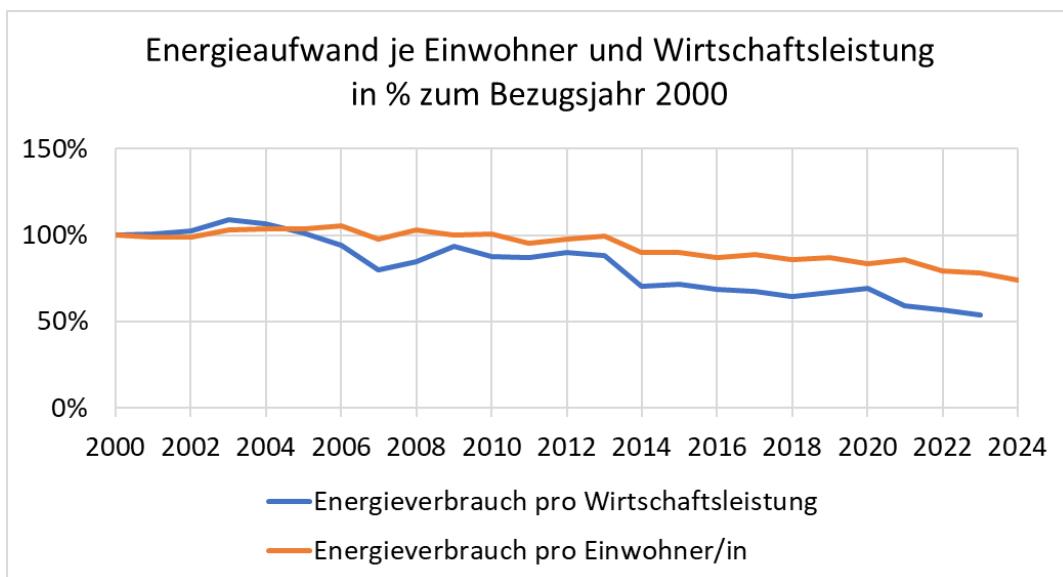


Abbildung 2: Energieaufwand je Einwohner/in und pro Wirtschaftsleistung (BIP) in Bezug zum Basisjahr 2000. Quelle: Amt für Statistik

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 Energieverbrauch im Jahr 2024 verzeichnete einen Rückgang von -3.4%. Im Vergleich zum Vorjahr, bei welchem der Energieverbrauch nur sehr leicht, um -0.2%, sank, ist dies wieder eine deutliche Reduktion (Abbildung 3). Im Auswertungsjahr 2024 herrschten in Vaduz mit 2'600 Heizgradtagen¹⁸ erneut milde Bedingungen. Der Rückgang folgt dem seit etwa 2008 bestehenden, langfristigen Trend eines sinkenden absoluten Energiebedarfs. Im Jahr 2008 wurde das Energieeffizienzgesetz (EEG) in Kraft gesetzt.

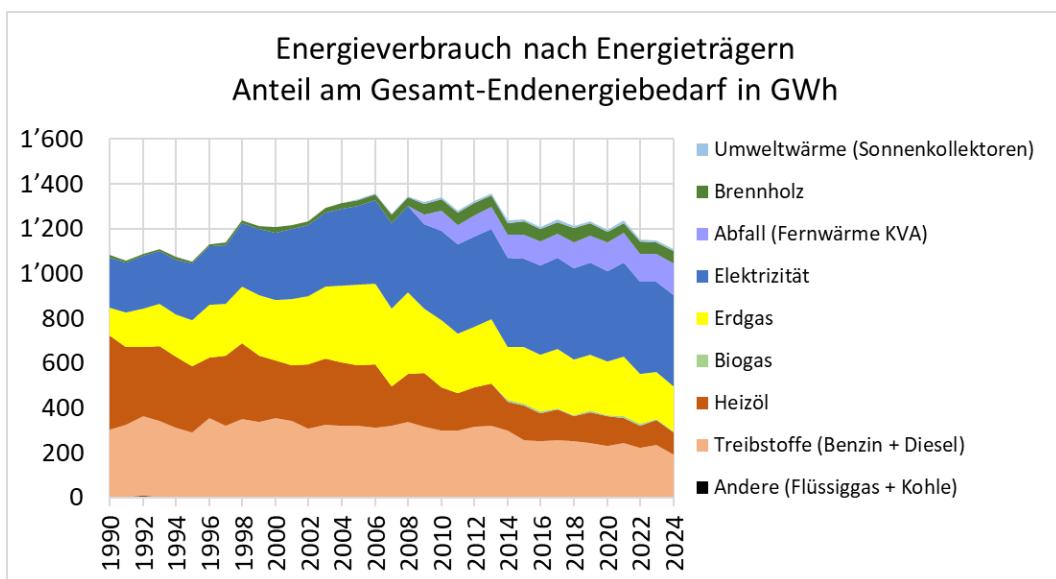


Abbildung 3: Absolute Entwicklung des Energiebedarfs des Landes gemäss Energiestatistik nach Energieträgern in GWh. Quelle: Amt für Statistik

Im Vergleich zum Vorjahr wurden -1.9% weniger Heizgradtage gemessen. Bei den fossilen Brennstoffen ist sowohl beim Erdgas (-3.8%) als auch beim Heizöl (-11.7%) ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen. Im Jahr 2023 war der Heizölabsatz um +10.1% gestiegen, was vermutlich auf Bevorratungseffekte durch sinkende

¹⁸ Mit sogenannten Heizgradtagen ist es möglich verschiedene Jahre mit unterschiedlicher Witterung zu vergleichen. Angegeben wird dabei die Differenz zwischen der Heizgrenztemperatur und der durchschnittlichen Außentemperatur summiert für alle Heiztage.

Erdölpreise zurückzuführen ist. Der starke Absatzrückgang bei Heizöl im Jahr 2024 scheint diese Annahme zu bestätigen. Trotz der Reduktion liegt der Erdgasverbrauch weiterhin deutlich über dem Niveau von 1990, weshalb hier weitere Anstrengungen nötig sind. Ebenfalls rückläufig waren thermische Sonnenkollektoren mit -5.5%. Gestiegen sind die Fernwärme ab KVA (+9.1%), Brennholz (+14.3%)¹⁹, sowie der Stromverbrauch (mit PV-Eigenverbrauch +2.1%, ohne Eigenverbrauch +0.5%). Der wachsende PV-Eigenverbrauch dämpft das Wachstum des Stromabsatzes. Die Zahlen zeigen weiter, dass vermehrt mit Nah- und Fernwärme und Wärmepumpen geheizt wurde.

Der Treibstoffverbrauch ist im Jahr 2024 um -19.3% gesunken, nachdem dieser im Vorjahr 2023 um +5.5% gestiegen war. Insbesondere der Benzinabsatz ist mit -30.4% gegenüber dem Vorjahr stark zurückgegangen. Der Dieselabsatz ist um -8% gesunken.

Die Interpretation der Zahlen bleibt allerdings bei einem Fokus auf einzelne Jahre schwierig, weil Preiseffekte und allfälliger «Tanktourismus» sowie Bevorratungseffekte ebenfalls eine Rolle spielen können und kaum quantifizierbar sind. Ebenfalls könnte ein Wachstum der Hybridfahrzeuge, welche grossenteils mit Benzin betrieben werden, zukünftig zu einer Verschiebung von Diesel zu Benzin führen.

Unter Berücksichtigung von Emissionsfaktoren für Heizöl und Erdgas²⁰ ergab sich im Jahr 2024 eine deutliche Abnahme der CO₂-Emissionen dieser beiden

¹⁹ Der Mehrbedarf dürfte durch zusätzliche Anschlüsse an die bestehenden Holzwärmeverbünde zustande gekommen sein und wurde durch Holzimporte abgedeckt.

²⁰ Emissionsfaktor für Heizöl: 73.7 t/TJ, für Erdgas 56 t/TJ. Quelle: CO₂-Emissionsfaktoren des schweizerischen Treibhausgasinventars, online unter https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/klima/fachinfo-daten/CO2_Emissionsfaktoren_THG_Inventar.pdf.download.pdf/Faktenblatt_CO2-Emissionsfaktoren_01-2025_DE.pdf

Brennstoffe um -7%.²¹ Pro Heizgradtag hat der fossile Brennstoffbedarf gegenüber dem Vorjahr um -5% abgenommen (Abbildung 4). Diese Kurve muss gegen Null zeigen, um die Netto-Null-Zielsetzung umsetzen zu können. Es braucht somit weiterhin einen raschen Umbau der Heizungsinfrastruktur.

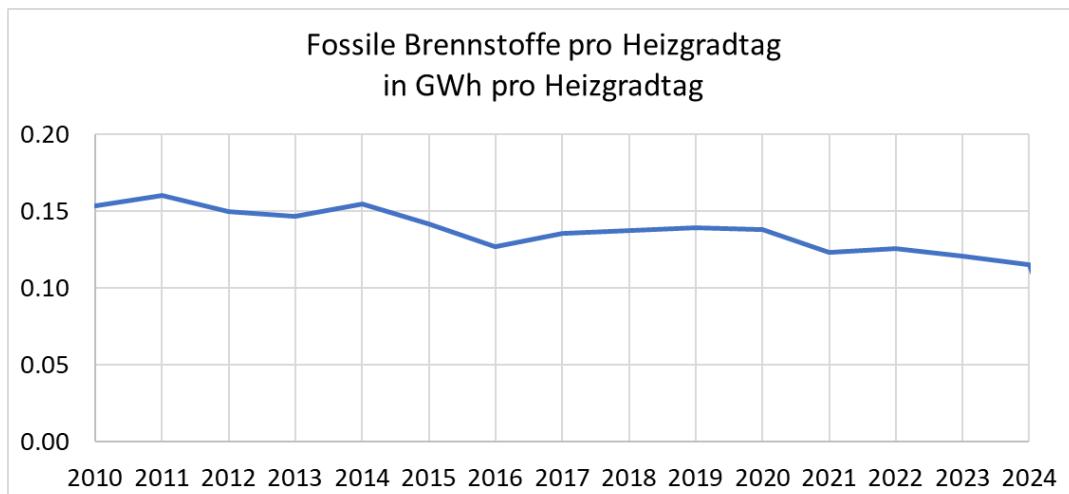


Abbildung 4: Verlauf des Heizöl- und Erdgasbedarfs in GWh pro Heizgradtag zwischen 2010 und 2024. Quellen: Amt für Statistik (Energiebedarf) und HEV Schweiz/MeteoSchweiz (Heizgradtage Vaduz)

Die Treibhausgasintensität der Wirtschaftsleistung hat 2023 (neuere Daten zum BIP sind noch nicht verfügbar) bei zunehmenden BIP (+5.6%) weiter leicht abgenommen (Abbildung 5). Auch dieser Indikator muss künftig gegen Null zeigen, um aufwändige und teure Massnahmen zur Rückgewinnung und Speicherung von CO₂-Emissionen aus der Atmosphäre zu vermeiden.

²¹ Diese berechneten Emissionen entsprechen nicht den offiziellen Treibhausgasinventardaten. Diese sind für das Jahr 2024 noch nicht verfügbar. Die berechneten Werte geben aber eine gute Annäherung an die zu erwartenden Emissionen ab.

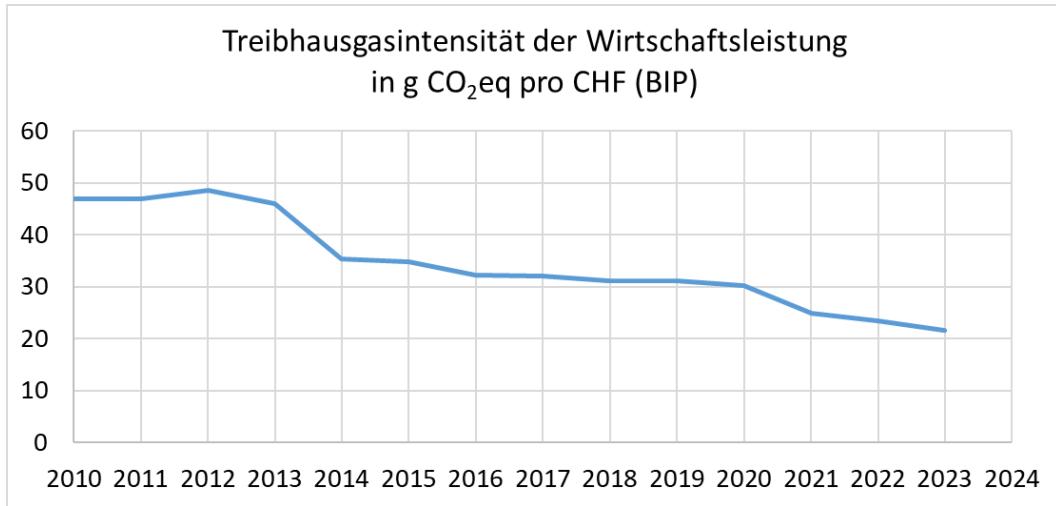


Abbildung 5: Entwicklung der Treibhausgasintensität der Wirtschaftsleistung in Gramm CO₂-Äquivalent pro CHF (BIP zu laufenden Preisen). Quelle: Amt für Statistik und Amt für Umwelt

Insgesamt zeigen die übergeordneten Indikatoren bei langfristig starkem Wachstum von Bevölkerung, Arbeitsplätzen und Wirtschaftsleistung mittlerweile eine deutliche Abwärtstendenz. Der absolute Endenergieverbrauch sank 2024 um -3.4% und das Wirtschaftswachstum ist klar von der Treibhausgasintensität (im Inland) entkoppelt. Die Herausforderung liegt darin, dass diese Trends im Hinblick auf Netto-Null noch über eine längere Zeit aufrecht erhalten werden müssen.

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 2024 gemäss Energiestatistik liegt um -17.4% unter dem Basiswert von 2008. Gegenüber dem Vorjahr hat der Energiebedarf 2024 um -3.4% abgenommen. Der Zielindikator kann im Jahr 2024 erneut eingehalten werden (Abbildung 6).

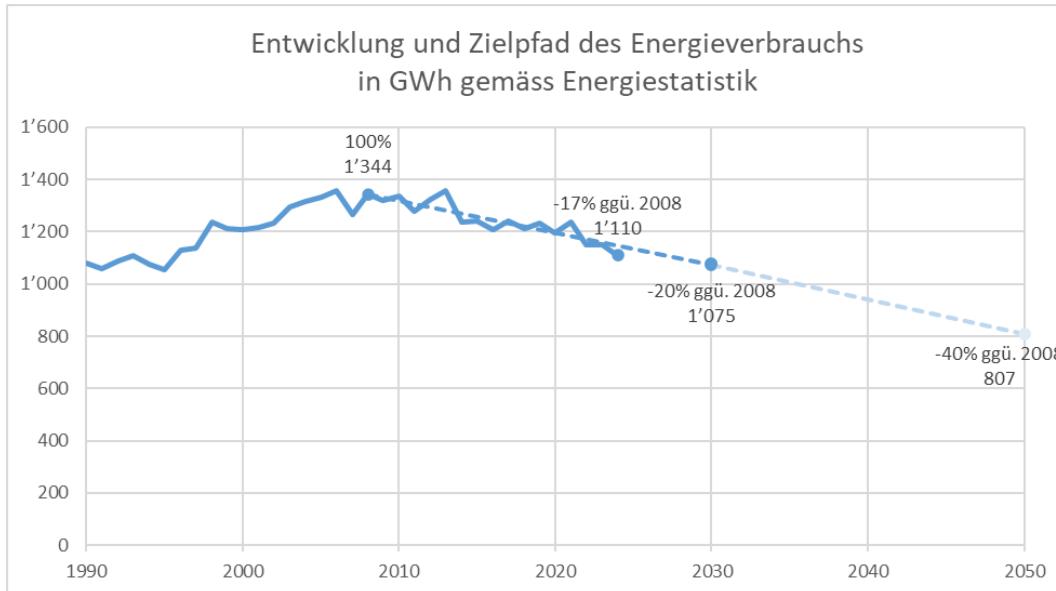


Abbildung 6: Zielerreichung beim Ziel 1: 20% Reduktion des Endenergiebedarfs gegenüber 2008 bis 2030. Quelle: Amt für Statistik

Diese Entwicklung ist positiv und wurde auch durch die milde Witterung in den Jahren 2022 bis 2024 begünstigt. Die seit ca. 2008 sinkende Tendenz erscheint relativ deutlich, auch wenn mit jährlichen Schwankungen aufgrund der Wirtschaftsentwicklung und der Witterung gerechnet werden muss. Die Reserve gegenüber dem Zielpfad ist jedoch relativ knapp und das Ziel von -20% bis 2030 kann nur mit anhaltenden Anstrengungen erreicht werden.

Dabei spielen ganz besonders der Umstieg von fossilen Feuerungen auf Nah- und Fernwärme oder Wärmepumpen sowie die Elektrifizierung des Verkehrs eine zentrale Rolle. Wärmepumpen und Elektrofahrzeuge bringen betreffend Endenergie eine Effizienzsteigerung um Faktor drei. Der zunehmende Eigenverbrauch von PV-Strom sowie die Effizienzgewinne bei elektrischen Geräten und Anlagen dämpfen dabei das Wachstum beim Stromverbrauch (Abbildung 7). Trotz einer Verlagerung wichtiger Anwendungen von fossilen Systemen auf Strom hat der Landesabsatz in den letzten 15 Jahren stabilisiert und ist in den letzten Jahren sogar rückläufig. Ähnliches gilt für die maximale Leistung im Landesnetz.

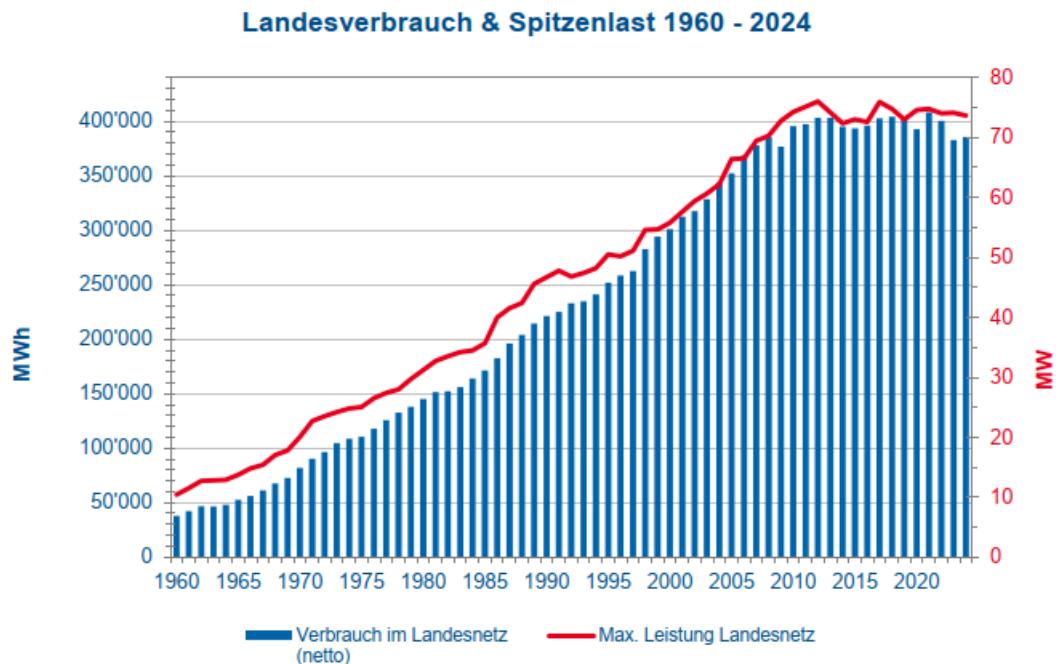


Abbildung 7: Landesverbrauch (MWh) und Spitzenlast (MW) beim Strom von 1960 bis 2024.
Quelle: «Energiedaten 2024» der LKW

3.3 Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030

Der Anteil erneuerbarer Energien gemäss Energiestatistik liegt im Jahr 2024 bei 32% und damit über dem Sollwert gemäss Energiestrategie 2030 (Abbildung 8). Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs werden als CO₂-freie Abwärme ebenfalls hier bilanziert.²²

²² Siehe Bericht und Antrag Nr. 55/2023

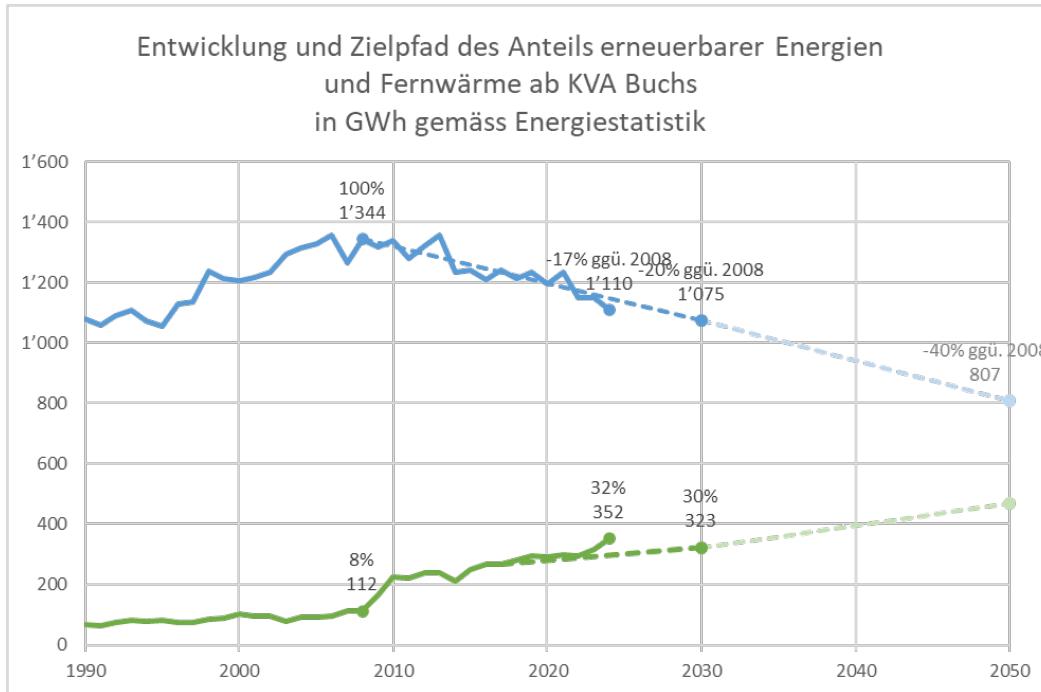


Abbildung 8: Zielerreichung beim Ziel 2: 30% erneuerbare Energie bis 2030. Quelle: Amt für Statistik

Bei einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs um -3.4% hat der Anteil an Erneuerbaren Energien um +4% zugenommen. Dieser Anstieg ist getrieben durch eine Erhöhung bei der PV-Produktion um +26.4% (+12.2 GWh), einen Anstieg des Fernwärmeabsatzes ab KVA Buchs um +9.1% (+11.6 GWh), sowie eine Zunahme des Holzverbrauchs um +14.3% (+7.3 GWh). Ebenfalls verzeichnet die einheimische Wasserkraft eine Produktionssteigerung um +7.5% (+5.7 GWh). Die Solarthermie ist mit -5.5% weiter rückläufig, weil weiterhin thermische Solaranlagen durch PV-Anlagen ersetzt und alte Solarthermieanlagen altershalber rückgebaut werden.²³ Ebenfalls rückläufig ist die Netzeinspeisung von Biogas mit -10% aufgrund eines technischen Ausfalls von Ende Mai bis Anfang Juli 2024. Die Verwendungen von Biomasse und Biogas in KWK sind auf geringem Niveau, aber im

²³ Dieser Wert basiert auf Modellrechnungen mit einer erwarteten Lebensdauer und einem Erstellungsjahr. Wenn in einem Jahr weniger neue Anlagen installiert werden als aufgrund dem Erreichen des Endes ihrer Lebensdauer wegfallen, resultiert ein Rückgang.

Vorjahresvergleich stark angestiegen. Ihr Anteil macht aber zusammen lediglich 1.1% der erneuerbare Energieträger aus.

Die Anteile der einzelnen Energieträger am Gesamtverbrauch blieben relativ stabil im Vergleich zum Vorjahr. Treibstoffe verzeichneten jedoch einen Rückgang um -3.3%, Heizöl um -0.8% und Erdgas um -0.1%, während Elektrizität (inkl. PV-Eigenverbrauch) um +2.1% und Fernwärme ab KVA um +1.4% gestiegen sind.

Das in der Energiestrategie 2030 formulierte Ziel von 17% erneuerbarer, einheimischer Energien der Kategorie 1 (Holz²⁴, Biogas, Solarthermie, Strom aus PV und Wasserkraft) wird im Jahr 2024 mit 16.7% fast erreicht (+2% Veränderung gegenüber 2023). Der Zielwert für die Kategorie 2 (physisch importierte, erneuerbare Energieträger wie Holz sowie Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs) von 13% wird im Jahr 2024 mit 15.1% um mehr als 2 Prozentpunkte übertroffen.

²⁴ 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.

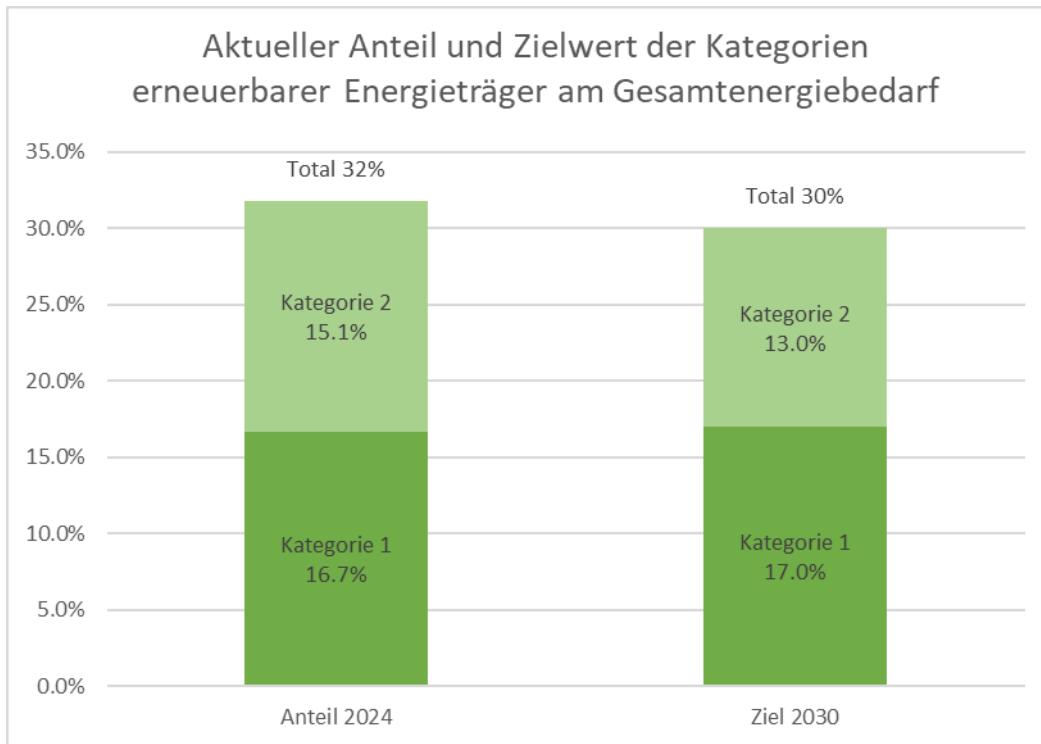


Abbildung 9: Stand der Zielerreichung der Anteile der erneuerbaren Energieträger der Kategorie 1 (einheimische, erneuerbare Energien) und der Kategorie 2 (importierte, erneuerbare Energien). Quelle: Amt für Statistik

Die Steigerung ist insbesondere dem Nah- und Fernwärmeausbau sowie der steigenden PV-Produktion zuzuschreiben mit gleichzeitig sinkendem Endenergiebedarf. Die Zubaustrategie muss trotzdem weiterhin konsequent weiterverfolgt werden, da Effekte wie warme Winter und hohe Niederschlagsraten den Endenergiebedarf und den Anteil erneuerbarer Energien stark beeinflussen können.

3.4 Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030

Mit Beschluss 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 2023 haben gegenüber dem Vorjahr um +2.1% zugenommen, liegen aber noch unter dem

linearen Absenkpfad für die Zielerreichung im Inland (Abbildung 10). Der lineare Zielwert für das Jahr 2023 liegt bei 163.8 kt CO₂-Äquivalenten (-29.4% gegenüber NDC²⁵ 1990). Erreicht wurden gemäss Inventar 160.0 kt CO₂-Äquivalente (-31.0% gegenüber NDC 1990).

Der Zielpfad betreffend Inlandsziel ist eingehalten, jedoch weisen die Daten darauf hin, dass zur Erreichung des -55%-Absenktziels allenfalls Auslandskompensation zum Einsatz kommen muss. Die Zunahme der Treibhausgasemissionen 2023 resultiert sowohl aus dem (unerklärten) Zuwachs an Benzinverbrauch, aber auch an einem aussergewöhnlich gestiegenen Heizölabsatz.

²⁵ 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.

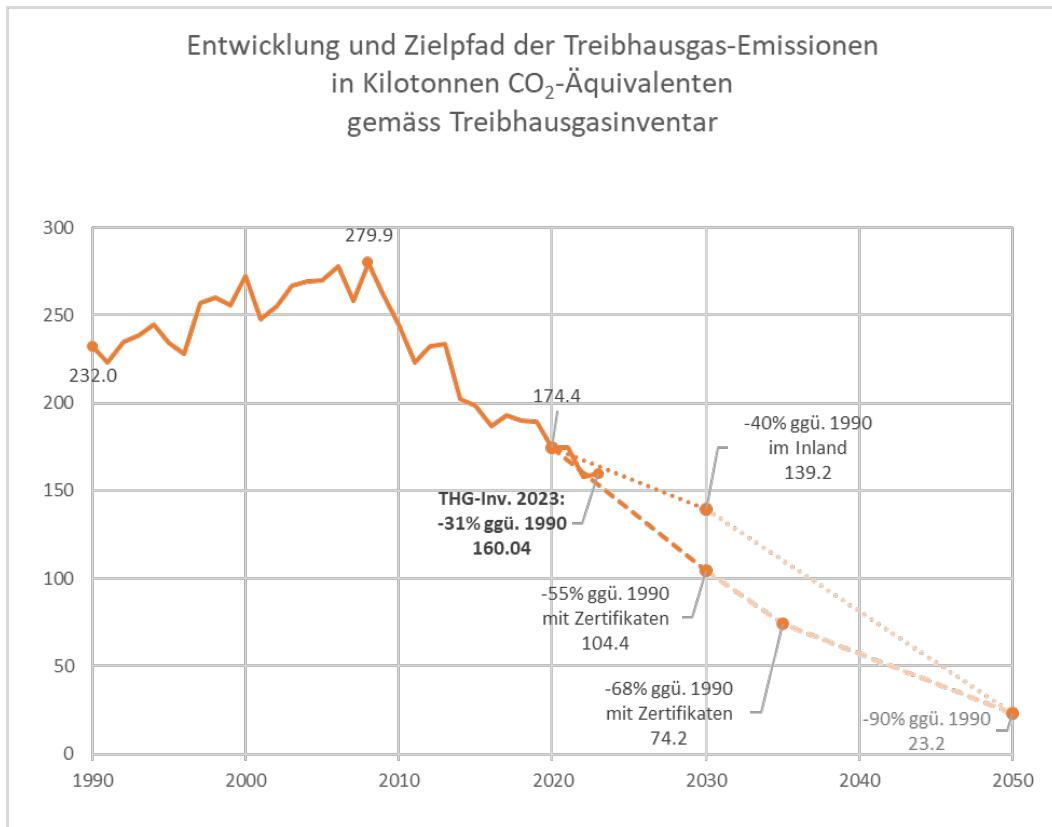


Abbildung 10: Zielerreichung beim Ziel 3: 55% Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber dem NDC 1990 von 237.2 kt. Quelle: Amt für Umwelt

Das offizielle Treibhausgasinventar für das Jahr 2024 wird erst im April 2026 publiziert. Dennoch lässt sich anhand der fossilen Endenergieverbräuche aus der Energiestatistik 2024 und Emissionsfaktoren eine Prognose für die energetischen Treibhausgasemissionen von 2024 berechnen. Da im Jahr 2024 der fossile Endenergiebedarf (Erdgas, Heizöl, Flüssiggas, Benzin, Diesel) um -11.8 % gesunken ist, wird für das Jahr 2024 eine Reduktion der energetischen CO₂-Emissionen um -12.6% erwartet. Diese Entwicklung spricht im Jahr 2024 für eine Einhaltung sowohl der -40% (Inlandszielsetzung) als auch der -55%-Zielsetzung (Globalziel).

Mit Bericht und Antrag Nr. 39/2025 über die Kommunikation der nationalen Ziele wurde vom Landtag im September 2025 das Ziel für 2035 auf -68% gegenüber dem Inventarwert von 1990 zur Kenntnis genommen. Diese Festlegung führt die Zielsetzung des -55%-Ziels somit über 2030 hinaus fort.

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 2030²⁶ analysiert. Die einzelnen Massnahmenblätter in der Massnahmenliste (siehe Anhang gemäss Abschnitt 7) wurden zu diesem Zweck aktualisiert. Die unter «Ziel 2030» aufgeführten Potenziale können mit der aktuellen Zielerreichung unter «Stand 2024» verglichen werden.

Die Entwicklungen werden gemäss der Struktur der Energiestrategie 2030 in die zentralen Wirkbereiche «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.

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

4.1 Überblick

Die Wirkungsabschätzung der Massnahmenliste in diesem Abschnitt (resp. detailliert gemäss Anhang im Abschnitt 7) und die Bilanzierung der Zielerreichung der drei Teilziele im Abschnitt 3 basieren auf unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven²⁷ und Datenquellen. Dennoch sollten beide Perspektiven in ihren Kernaussagen konsistent sein. Um dies sicherzustellen, wird hier eine Vergleichsrechnung

²⁶ Siehe Abschnitt 5 der Energiestrategie 2030 unter https://www.llv.li/files/avw/energiestrategie2030_nur_anhang_6okt.pdf

²⁷ 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.

zwischen den Klimazielen gemäss Klimainventaren und der Treibhausgaswirkung der Massnahmenwirkung gemäss Massnahmenliste durchgeführt.

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 energetischen Nutzung oder durch wirtschaftliches Wachstum eine Zunahme der Emissionen erfolgt.

- Zielwert an Emissionen des Klimainventars 2030 bei -40% Reduktionswirkung im Inland gegenüber NDC 1990 gemäss Pariser Klimaabkommen: 139.2 Gigagramm (Gg)²⁸. Effektive Emissionen gemäss Klimainventar 2020: 174.4 Gg. Damit beträgt die benötigte Reduktionswirkung im Klimainventar zwischen 2021 und 2030: -35.2 Gg.
- Erwartetes Klimainventar 2024: 139.2 Gg²⁹. Treibhausgasreduktion 2021-2024: -35.2 Gg. Dies entspricht 99.9% der nötigen Reduktion des Inlandziels, wobei bislang 40% der Periode bis 2030 verstrichen ist.
- Umgesetztes Massnahmenpotenzial 2021-2024 im Inland gemäss Massnahmenliste: -18.6 Gg. Dies entspricht 52.8% der nötigen Reduktion von -35.2 Gg, wobei 40% der Periode verstrichen sind.
- Identifiziertes und realisierbares Massnahmenpotenzial 2021-2030 im Inland gemäss Massnahmenliste: -66.4 Gg. Dies entspricht 189% der nötigen Reduktionswirkung von -35.2 Gg gemäss Klimainventar und nur einem Bruchteil des theoretischen Potenzials von -339 Gg.

²⁸ Im Kontext von Emissionen und Klimainventaren steht die Abkürzung Gg für Gigagramm, also eine Milliarde Gramm oder 1'000 Tonnen bzw. eine Kilotonne (kt).

²⁹ Das Klimainventar 2024 liegt noch nicht vor. Die vorliegende Prognose basiert auf den Energieverbräuchen gemäss Energiestatistik 2024 sowie den Emissionsfaktoren 2024 des BAFU, zzgl. rund 16% für die nicht-energetischen Emissionen.

Die Prüfungen ergeben, dass die Massnahmenbilanzierung in der Massnahmenliste genügend konservativ erfolgt und dass für die CO₂-Zielsetzung von -40% im Inland resp. sogar für -55% genügend realisierbares Potenzial erkannt ist.

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 11).

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	CO ₂ (Inland) und CO ₂ (*Global)	Theor. Potenzial (kt CO ₂ /a)	Ziel 2030 (kt CO ₂ /a)
1 Massnahmen Gebäude									
Vorschriften									
1.6 Vorschriften Neubauten								4.4	4.4
	13.5	13.5						(*) 1.5	1.5
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen								(*) 2.6	
	5.8								
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienz-massnahmen in der Industrie und im Gewerbe	8.0	1.0	1.2					1.1	0.1
								(*) 2.4	0.3
Förderungen									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	250.0	20.0	2.8					54.8	4.4
								(*) 54.8	0.6
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	50.0	1.0	0.4					11.0	0.2
								(*) 11.0	0.1
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz (Raumbeheizung und BWV durch energie-effiziente Haustechnik, Art. 3.1.c EEG)				41.0	25.0	6.0		9.0	5.5
								(*) 9.0	1.3
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und BWV durch energie-effiziente Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	115.0	55.6	21.6					37.9	18.3
								(*) 13.0	7.1
1.5.2 Wärmepumpenboiler (BWV durch WP-Boiler, Art. 3.1.d EEG)		3.0	1.3					0.7	0.3
								(*) 1.1	0.5
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	17.0	10.0	3.1					(*) 7.3	4.3
									1.3
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									
Teilsumme Massnahmenbündel 1	459.3	104.1	30.4	41.0	25.0	6.0	(*)	118.1	33.6
								101.5	13.5
									4.6

Abbildung 11: Massnahmen im Bereich «Gebäude» aus der Massnahmenliste. Die Bilanzierung der theoretischen Potenziale, Zielsetzungen und Zielerreichungen erfolgt gemäss den Angaben in der Massnahmenliste im Abschnitt 7.³⁰

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 MuKEN 2014 konnten 2024 nicht in Kraft gesetzt werden, da die Vorlage in der Volksabstimmung vom Januar 2024 abgelehnt wurde. Mit der Ablehnung der Vorlage zur MuKEN 2014 (BuA Nr. 61/2023) muss die Politik eine von der Bevölkerung getragene Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie finden sowie Mittel und Wege, um noch mehr Bauherrschaften

³⁰ Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

zum Umstieg auf erneuerbare Heizungen zu motivieren. Auch die wichtige Massnahme 1.1 (Energetische Gebäudesanierung) hinkt dem Ziel stark hinterher.

4.2.2 Indikatoren

Indikator 3: Energetische Sanierung Energetische Sanierungen werden über das Energieeffizienzgesetz (EEG)³¹ gefördert und unter der Massnahme 1.1 «Wärmedämmung» jährlich rapportiert. Im Jahr 2024 wurden gegenüber 2023 mehr Flächen energetisch saniert und über das EEG gefördert.³² Dies entspricht gemäss der Berechnungsmethodik von Massnahme 1.1 einer Endenergieeinsparung von 0.8 GWh für das Jahr 2024 (Abbildung 12) und einer seit 2008 kumulierten jährlichen Einsparung von 25.6 GWh.

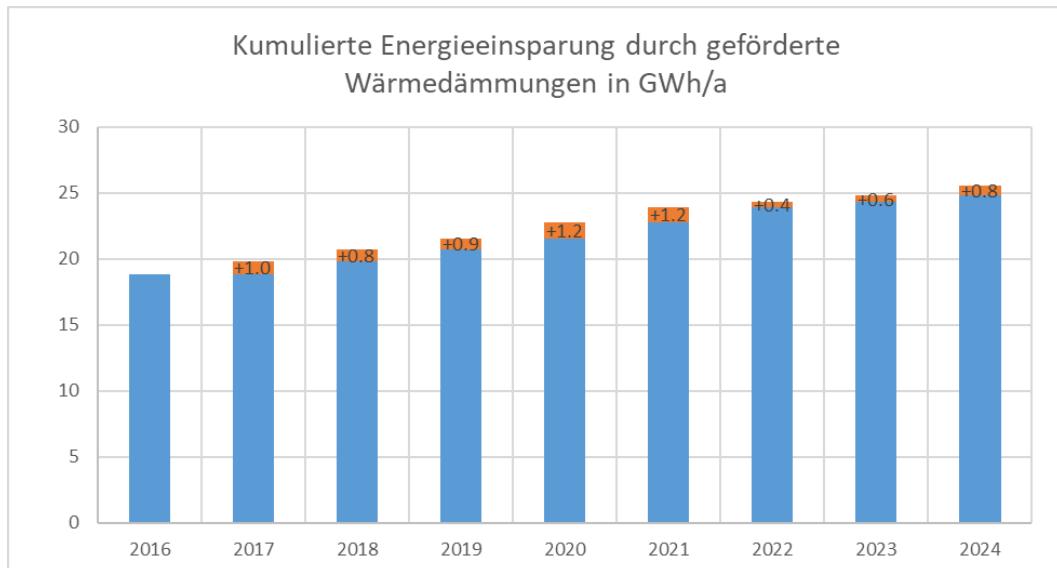


Abbildung 12: Umfang der seit 2008 kumulierten Energieeinsparungen durch über das EEG geförderte, energetische Sanierungen gemäss der Berechnungsmethodik von Massnahme 1.1.
Quelle: Energiefachstelle

³¹ Gesetz vom 24. April 2008 über die Förderung der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien (Energieeffizienzgesetz, EEG), LGBI. 2008 Nr. 116.

³² In diesen Daten sind keine öffentlichen Gebäude enthalten, da diese nicht förderberechtigt sind. Im Jahr 2023 wurden allerdings keine energetischen Sanierungen bei Gebäuden des Landes umgesetzt. Ebenfalls können einzelne Sanierungsvorhaben mit energetischer Wirkung fehlen, wenn die Bauherrschaft keine Förderung beansprucht oder wenn es sich um Ersatzneubauten handelt.

Zentral ist die Anhebung der Sanierungsrate im Gebäudebestand, d.h. Bauherrschaften von Altbauten genügend Anreiz zu geben, eine energetische Verbesserung anzugehen. Grundsätzlich können auch thermisch nicht sanierte Altbauten mit Wärmepumpen beheizt werden, allerdings führt dies zu reduzierter Effizienz und insbesondere überproportional zunehmendem Winterstrombedarf. Dies ist, über den gesamten Gebäudebestand betrachtet, ein relevanter Aspekt.

Indikator 1: Minergie-A und Minergie-P Der Umfang der nach Minergie-A sowie Minergie-P und damit energetisch besonders vorbildlichen Gebäuden ist in der Abbildung 13 dargestellt und in der Massnahme 1.2 beschrieben.³³ Im gesamten Land sind rund 5.1 Mio. m² Energiebezugsfläche vorhanden (Referenzwert von 2018).

³³ Dieser Indikator basiert auf der offiziellen Gebäudeliste von Minergie und umfasst somit im Gegensatz zur Statistik der Massnahme 1.2 (Abschnitt I.6) auch öffentliche und nicht geförderte Gebäude. Objekte können zudem auf Wunsch der Bauherrschaften nicht veröffentlicht werden. Die Daten für 2023 wurden rückwirkend korrigiert, weil in der Gebäudeliste von Minergie Objekte doppelt gezählt waren (als provisorisch und definitiv zertifiziert).

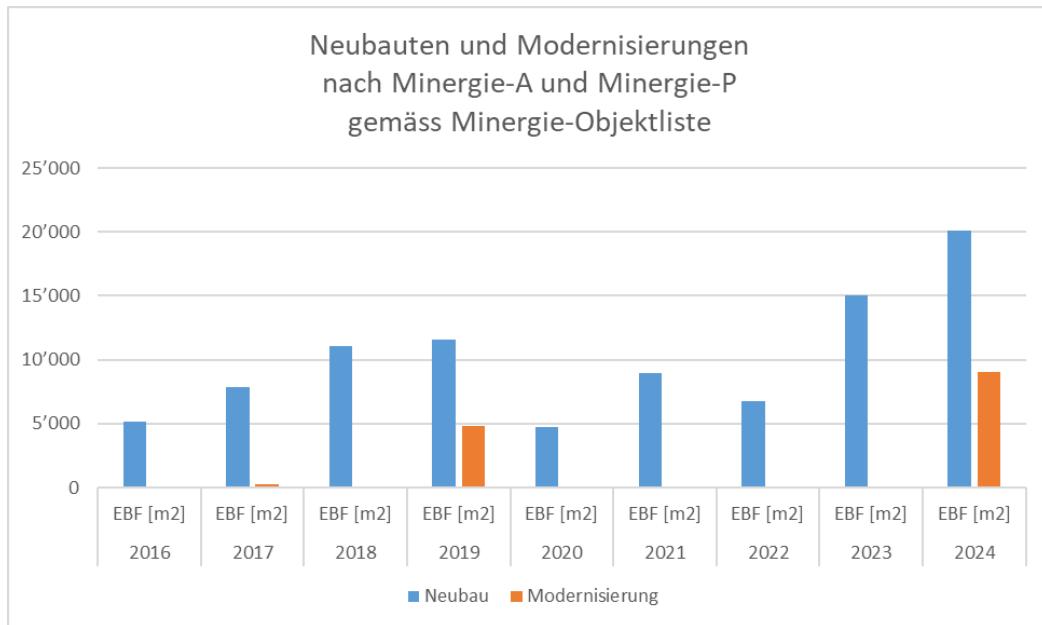


Abbildung 13: Energiebezugsfläche (EBF) der nach Minergie-A und Minergie-P erstellten Neubauten und Modernisierungen gemäss der offiziellen Minergie-Gebäudeliste³⁴.

Die umgesetzten Minergie-Projekte erreichen im Jahr 2024 bereits das zweite Jahr in Folge einen Höchststand seit 2016. Gegenwärtig werden viele Objekte nicht energetisch saniert, sondern durch Ersatzneubauten ersetzt. Die Beobachtung korreliert auch mit der geringen geförderten Fläche im Indikator in Abbildung 12.

Auch wenn Objekte ohne Zertifizierung wärmotechnisch hervorragend 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 vor allem im Neubau ihre Bedeutung haben.

Indikator 4: Fossile und erneuerbare Heizsysteme Die pro Jahr eingebauten Heizsysteme gemäss Feuerungskontrolle und Haustechnikförderung (vgl. mit Haustechnikanlagen Massnahmen 1.3 und 1.4) sind in der Abbildung 14 dargestellt.

³⁴ Quelle: <https://www.minergie.ch/de/gebaeude/gebaeudeliste>

Der Einbau von erneuerbaren Heizungen lag 2024 bei 307 Stück, während wieder leicht mehr fossile Feuerungen neu eingebaut (6 Stück) oder fossile Anlagen durch fossile ersetzt wurden (129 Stück). Damit wurden 2024 weniger Heizungen ersetzt und neu verbaut als 2023 (-13%, 442 Stück), und der Anteil der fossilen Feuerungen bei den neu eingebauten oder ersetzen Heizungen hat zwischen 2023 (26%) und 2024 (31%) sogar wieder zugenommen.

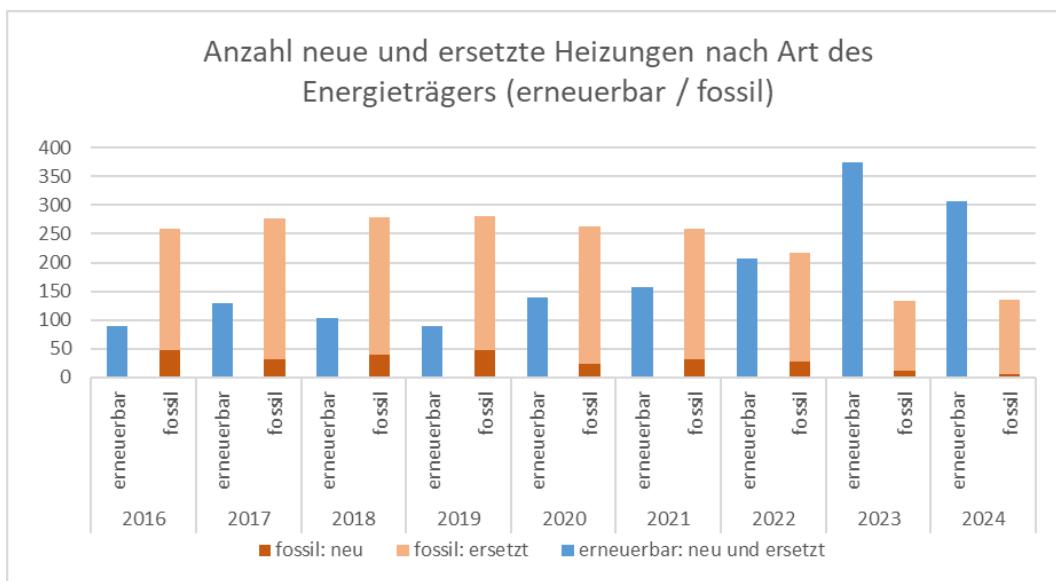


Abbildung 14: Anzahl neue und ersetzte Heizungen nach Art des Energieträgers (erneuerbar oder fossil) zwischen 2016 und 2023. Quellen: Feuerungskataster (fossile Feuerungen) und Energiefachstelle (erneuerbare Heizungen)

Im Jahr 2024 waren noch 8'001 fossile Feuerungen in der Gebäude- und Wohnungsstatistik erfasst, was 70% aller Heizungen entspricht. Damit hat gegenüber der letzten Erhebung 2020 zwar ein Rückgang um -398 fossile Anlagen stattgefunden, aber dies entspricht lediglich einer Reduktion um rund -1.2% pro Jahr (Abbildung 15).

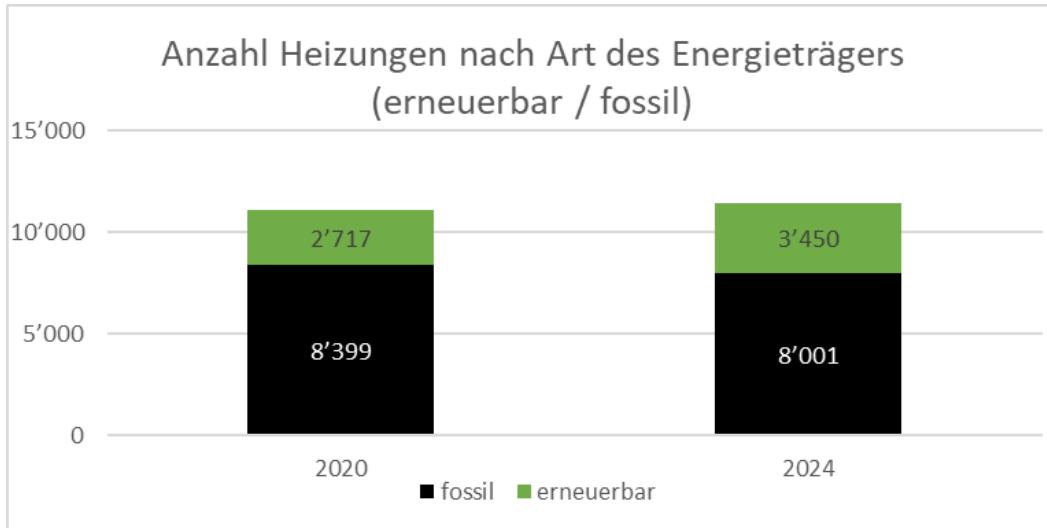


Abbildung 15: Anzahl fossiler und erneuerbarer Heizungen im Gebäudebestand. Quelle: Gebäude- und Wohnungsstatistik, Amt für Statistik

Die beobachtete Ersatzrate der fossilen Systeme durch erneuerbare ist damit deutlich zu tief im Verhältnis zum Absenkpfad des Klimaziels. Die heute eingebauten fossilen Heizungen haben Folgen für die Treibhausgasemissionen über die kommenden Jahrzehnte. In der Konsequenz muss hinterfragt werden, ob die freiwillige, auf finanziellen Anreizen anstelle von regulatorischen Vorgaben beruhende Strategie beim Heizungersatz die zur Zielerreichung nötigen Reduktionswirkungen erbringen kann. Die heute eingebauten, fossilen Feuerungen erschweren die Einhaltung des ambitionierten -55%-Zielpfads im Inland in Zukunft.

Mit Holzfeuerungen wurde 2024 mit 21'550 m² EBF deutlich mehr zusätzliche Fläche beheizt als im Vorjahr (6'620 m²). Diese Flächen sind zu grossen Teilen Neanschlüsse an die Holzheizwerke Balzers und Malbun. Für die mittel- bis langfristige Zukunft ist es 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 Holzhackschnitzel betriebenen Netze soll mittelfristig von der Fernwärme ab KVA Buchs bedient werden, was dann entsprechendes Holzpotenzial freigeben wird. Die Holzhackschnitzelheizung Gymnasium/Mühleholz-Vaduz ging bereits vor 2024 ausser Betrieb und

wurde durch KVA-Fernwärme substituiert. Die Holzhackschnitzelheizung Resch-Schaan ging im Laufe des Jahres 2024 ausser Betrieb und wurde ebenfalls durch KVA-Fernwärme ersetzt.

Indikator 5: Zielvereinbarungen Im Jahr 2024 verfügten weiterhin 16 Standorte im Fürstentum Liechtenstein über eine laufende Zielvereinbarung mit der Energieagentur der Wirtschaft (EnAW)³⁵ zur Ausschöpfung des wirtschaftlichen Reduktionspotenzials bei Energie und Treibhausgasemissionen. Damit bleibt die Anzahl Zielvereinbarungen gegenüber 2023 konstant und die Zeitreihe über die Jahre vergleichbar (Abbildung 16).

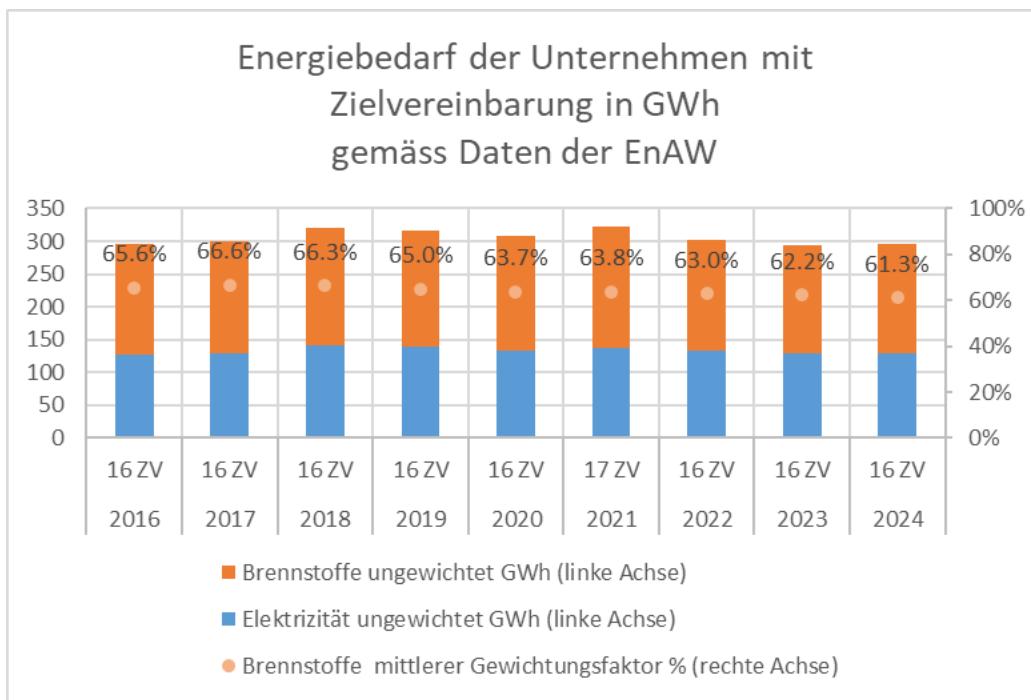


Abbildung 16: Energiebedarf der Unternehmen mit Zielvereinbarung zwischen 2016 und 2024 (Strom und Brennstoffe, ungewichtet) in GWh (linke Achse) sowie mittlerer Gewichtungsfaktor der Brennstoffe (rechte Achse). In der x-Achse ist die Anzahl abgedeckter Zielvereinbarungen ersichtlich. Quelle: Daten der EnAW

³⁵ Im Jahr 2024 wurden für das Fürstentum Liechtenstein keine Zielvereinbarungen mit der ACT – Cleantech Agentur Schweiz gemeldet.

Der Endenergiebedarf der Unternehmen mit Zielvereinbarung erklärt 26.6% des Landesenergiebedarfs und sank 2024 um -0.1%. Der «mittlere Gewichtungsfaktor Brennstoffe» als Indikator für den fossilen Anteil im Energiemix dieser Unternehmen liegt bei 61.3%.³⁶ Dies unterstreicht die wichtige Rolle, welche die Transformation dieser grossen Verbraucher einnimmt. Die Verlagerung von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren Energien resp. Nah- und Fernwärme und Dampf ab KVA in der Industrie ist auf einem bereits relevanten Niveau, aber es gibt noch weitere grosse Anlagen und Prozesse mit höherem Temperaturbedarf zu substituieren.

Indikator 2: Fossile Brennstoffe Der Anteil fossiler Brennstoffe am Landesenergiebedarf gemäss Energiestatistik lag im Jahr 2024 bei 27% und sank damit um knapp -1% im Vergleich zum Vorjahr (Abbildung 17). Im Auswertungsjahr 2024 wurden -1.9% weniger Heizgradtage gemessen als im Jahr 2023. Die Brennstoffe werden zu einem wesentlichen Teil für die Bereitstellung von Raumwärme verwendet.

³⁶ 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 100% gewichtet, Fernwärme ab KVA mit 50% und Holz sowie Klär-/Biogas mit Faktor 10%. Dies sind die offiziellen Gewichtungsfaktoren, welche die Energieagentur der Wirtschaft (EnAW) gegenüber den Kantonen für die Berichterstattung verwenden muss. Der Anteil der einzelnen Brennstoffe ist nicht bekannt. Bei einer vollständigen Substitution aller Brennstoffe in den Unternehmen mit Zielvereinbarung durch Fernwärme ab KVA würde der Index somit auf 50% sinken.

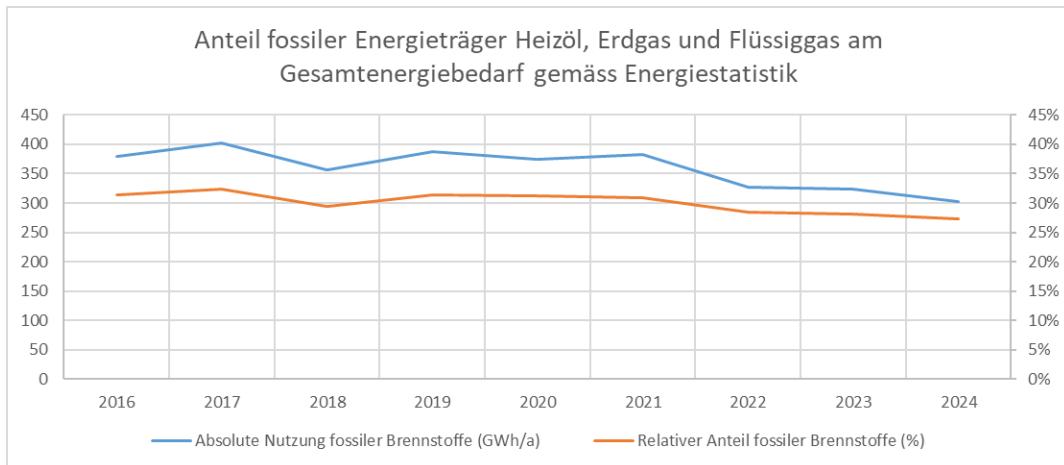


Abbildung 17: Anteil fossiler Energieträger am Gesamtenergiebedarf gemäss Energiestatistik von 2016 bis 2024. Quelle: Amt für Statistik

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, müssen die Anzahl der mit fossilen Brennstoffen betriebenen Feuerungen deutlich rascher reduziert und der Wärmebedarf des Gebäudebestandes verringert werden.

Indikator 14: Vorbildfunktion der Landesverwaltung Die Umsetzung der Ziele im Gebäudebereich erfolgt im Einklang mit den Zielen des «Aktionsplans klimafreundliche Landesverwaltung»³⁷ und der «Klimastrategie 2050»³⁸. Im Rahmen des Aktionsplans wurde in einem ersten Schritt eine CO₂-Bilanz für das Jahr 2022 erstellt. Diese ergab, dass die Hauptanteile der CO₂-Emissionen auf die Heizungsnutzung (38%), Pendelfahrten (34%) und Geschäftsreisen (15%) entfallen. Auf Grundlage der CO₂-Bilanz wurden in einem zweiten Schritt das Netto-Null-Ziel bis

³⁷ Regierung des Fürstentums Liechtenstein (2024), Aktionsplan klimafreundliche Landesverwaltung: <https://www.regierung.li/files/attachments/broschure-aktionsplan-klimafreundliche-liv.pdf>.

³⁸ Bericht und Antrag Nr. 120/2022 betreffend die Klimastrategie 2050: <https://bua.regierung.li/BuA/default.aspx?nr=120&year=2022&filter1=Klimastrategie&backurl=modus%3dsearch%26filter1%3dvt%26filter2%3dKlimastrategie&sh=-326418183>.

zum Jahr 2040 sowie die zur Erreichung dieses Ziels erforderlichen Massnahmen definiert.

Im Rahmen der Postulatsbeantwortung betreffend die Vorbildfunktion des Staates im Bereich Klima und Energie (BuA Nr. 58/2022)³⁹ wurde für 40 der öffentlichen Bestandsgebäude 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 t Treibhausgasemissionen pro Jahr bei rund 7'912 MWh Wärmebedarf. Rund ein Fünftel der Liegenschaften besass bereits im Jahr 2020 eine weitgehend CO₂-freie Wärmebereitstellung.

Gemäss der im BuA Nr. 58/2022 dargelegten Strategie für die staatlichen Liegenschaften sollen alle bisher mit Gas⁴⁰ beheizten Gebäude bis 1. Januar 2023 auf 100% Biogas umgestellt werden.⁴¹ Bis 2030 sollen alle fossil beheizten Gebäude auf erneuerbare Systeme und/oder Fernwärme ab KVA umgerüstet werden, was die Treibhausgasemissionen im Betrieb eliminiert.⁴² Durch Gebäudesanierungen, Verkäufe und weitere Umrüstungen auf Nahwärme, Biomasse und Wärmepumpen können die Emissionen schliesslich bis auf rund 76t CO₂-Äquivalenten pro Jahr reduziert werden.⁴³ Die Verringerung des Wärmebedarfs und der

³⁹ Quelle: <https://bua.regierung.li/BuA/default.aspx?modus=stw&filter1=A&filter2=1030073723>

⁴⁰ Erdgas mit 20% Biogasanteil.

⁴¹ Der Kauf von Biogaszertifikaten alleine reicht nicht aus, um die Emissionen auf den Zielwert zu senken, denn Biogas ist gemäss den verwendeten KBOB-Ökobilanzkennwerten mit 0.13 kg CO₂/kWh versehen, fossiles Erdgas mit 0.228 kg CO₂/kWh.

⁴² Die verbleibenden Emissionen von 287 t CO₂ gemäss BuA Nr. 58/2022 ergeben sich durch die Berücksichtigung der Bereitstellungskette der erneuerbaren Energieträger (graue Emissionen).

⁴³ 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 Emissionsfaktoren wie in der Basis von 2020 für die Jahre zwischen 2021 und 2030 ermittelt.

Treibhausgasemissionen soll in diesem Bericht einem regelmässigen Monitoring unterzogen werden.

Die Einsparung von Energie durch eine Sanierung der Gebäudehülle wäre grundsätzlich die prioritäre Massnahme für eine Verbesserung der Energie- und Klimabilanz eines Gebäudes. Einzelne Gebäude wurden bereits umfassend energetisch saniert. Bei den anderen Gebäuden gibt es verschiedene Gründe, welche gegen energetische Sanierungsmassnahmen an der Gebäudehülle sprechen. Eine Sanierung der Gebäudehülle ist daher nur für einzelne Gebäude oder punktuell sinnvoll machbar.

Bei Bestandsbauten mit eingeschränkten Sanierungsmöglichkeiten hat ein Ersatz der Energieträger für Wärmeerzeugung die grösste Wirkung und damit oberste Priorität. Durch den Anschluss der staatlichen Liegenschaften in Vaduz und Schaan an das Fernwärmennetz von Liechtenstein Wärme, gespiesen ab der KVA Buchs kann ein sehr grosses CO₂-Einsparpotenzial erschlossen werden. Für weitere Bauten erfolgt ein Anschluss an Nahwärmennetze, ein Ersatz des Heizsystems oder zumindest eine Umstellung von Erd- auf Biogas. Bis 2030 sollen alle fossil beheizten Gebäude auf erneuerbare Energiesysteme oder Fernwärme ab KVA umgerüstet werden.

Im Jahr 2024 wurde die Beschaffung von inländischem Biogas für alle staatlichen Liegenschaften mit Gasheizungen auf 30% festgelegt. Neu wirkt nun ebenfalls die Umstellung der Versorgung auf Fernwärme ab KVA des Schulgebäudes Giessen sowie des Schulzentrums Mühleholz I und II in Vaduz. Dadurch konnten bei total 781t CO₂-Emissionen bei ungefähr gleichbleibendem Wärmebedarf rund 30t CO₂ eingespart werden. Der Zielpfad für CO₂ gemäss BuA Nr. 058/2022 (783t CO₂-Emissionen) wurde damit im Jahr 2024 erreicht (Abbildung 18).

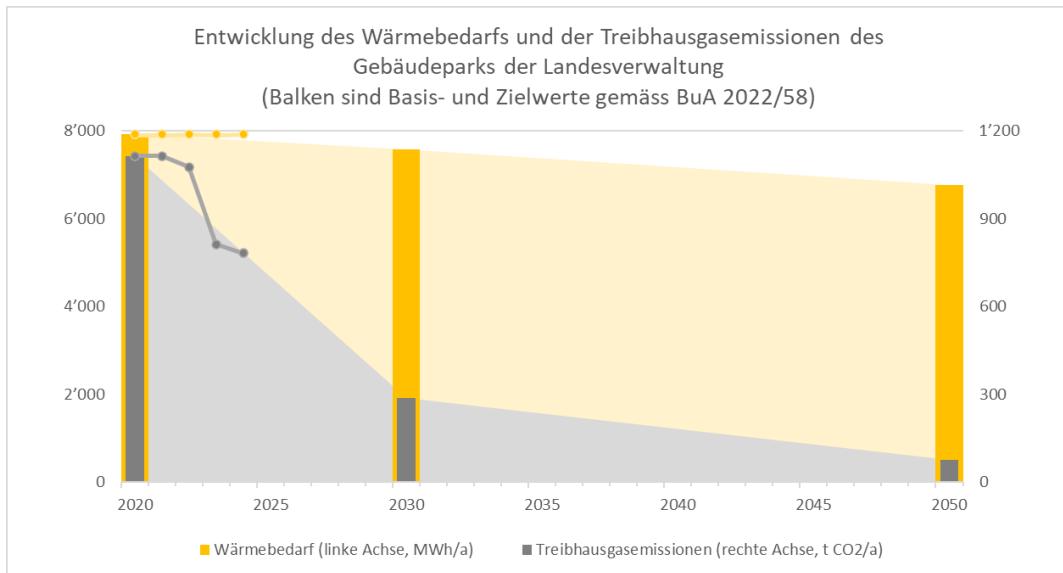


Abbildung 18: Entwicklung des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen relevanter Gebäude der Landesverwaltung mit Basiswert 2020 und Zielen (Balken) sowie aktueller Zielerreichung (Punkte). Quelle: BuA Nr. 58/2022, Stabsstelle für staatliche Liegenschaften (SSL)

Bis jetzt konnte die vorgesehene Umstellung auf 100% Biogas bis 2023 gemäss BuA Nr. 58/2022 nicht vollständig umgesetzt werden. Im Voranschlag 2025 wurden die Betriebskosten erhöht, damit der Anteil an Biogas per 1. Januar 2025 von 30 % auf 35 % gesteigert werden kann. Um eine hohe Qualität sicherzustellen, d.h. keine zweifelhaften Produkte auf dem Markt zu beschaffen, soll als Referenz das schweizerische «Treibhausgasinventar»⁴⁴ beigezogen werden. Idealerweise handelt es sich deshalb um liechtensteinisches oder schweizerisches Biogas bzw. um Zertifikate mit dem erforderlichen Herkunftsachweis. Die Abklärungen mit Liechtenstein Wärme zeigen, dass auf dem Markt die erforderlichen Mengen mit der erwünschten Qualität und zu budgetgerechten Bedingungen schwierig zu beschaffen sind und somit eine vollständige Umstellung auf 100% Biogas vorerst schwierig umzusetzen ist. Das Ziel, den Biogasanteil kontinuierlich zu erhöhen, wird aber auch künftig weiterverfolgt.

⁴⁴ 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>).

Für die kommenden Jahre sind weitere deutliche Reduktionen nur möglich, sofern die Nah- und Fernwärme verstärkt ausgebaut oder auf andere, nicht-fossile Energieträger gewechselt wird. Gemäss Auskunft von Liechtenstein Wärme sollen unter anderem folgende öffentlichen Gebäude im Eigentum des Landes bis und mit 2030 an die Nah- und Fernwärme angeschlossen werden können:

- Post- und Verwaltungsgebäude bzw. zukünftige Landesbibliothek, Städtle 38, 9490 Vaduz
- Schulzentrum Unterland I, Fronagass 16, 9492 Eschen
- Schulzentrum Unterland II, Landstrasse 143, 9491 Ruggell (Neubau)
- Engländergebäude, Städtle 37, 9490 Vaduz
- Kunstmuseum Liechtenstein, Städtle 32, 9490 Vaduz
- Liechtensteinisches Landesmuseum, Städtle 43/45, 9490 Vaduz
- Landesarchiv / Landtagsgebäude, Peter-Kaiser-Platz 2/3, 9490 Vaduz
- Regierungsgebäude, Peter-Kaiser-Platz 1, 9490 Vaduz
- Rheinbergerhaus, St. Florinsgasse 1, 9490 Vaduz
- Schädlerhaus, St. Florinsgasse 3, 9490 Vaduz

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 19).

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	CO ₂ (Inland) und CO ₂ (*Global)	Theor. Potenzial (kt CO ₂ /a)	Ziel 2030 (kt CO ₂ /a)
2 Massnahmen Mobilität/Verkehr									
Vorschriften									
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO ₂ -Emissionen		5.0	4.6					1.3	1.2
2.9 Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen									
Reduktion und Verlagerung des Verkehrs									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	112.0	10.0	9.9				29.8	3.3	2.6
2.3 S-Bahn							(*)	29.8	
2.4 Langsam- resp. Aktivverkehr						0.3			0.1
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	51.0	1.8	0.3			(*)	13.6	0.5	0.1
Technologie									
2.8 Elektrofahrzeuge	227.0	35.8	7.5				81.9	13.0	2.7
Bewusstseinsbildung									
2.12 Sharing Economy in der Mobilität							(*)	29.0	4.4
Teilsumme Massnahmenbündel 2	390.0	52.6	22.3				125.3	18.1	6.8
							(*)	72.4	4.4
									0.9

Abbildung 19: Massnahmen im Bereich «Verkehr» aus der Massnahmenliste. Die Bilanzierung der theoretischen Potenziale, Zielsetzungen und Zielerreichungen erfolgt gemäss den Angaben in der Massnahmenliste im Abschnitt 7.⁴⁵

Bislang lässt sich eine Reduktion der fossil zurückgelegten Kilometer aufgrund der zunehmenden Anzahl an Elektrofahrzeugen noch nicht klar in einem reduzierten Treibstoffverbrauch in der Energiestatistik beobachten. Nachdem der Treibstoffbedarf 2023 um +5.5% anstieg – ein Effekt, der auch nach Abklärungen mit den Treibstoffhändlern nicht erklärt werden konnte – sank der Verbrauch 2024 um -19.3 %. Die Massnahme 2.8 (Elektromobilität) ist für die Effizienz und die Treibhausgase zentral, wobei der Marktanteil der elektrischen Neuwagen im Jahr 2024 leicht zunahm. Diese Massnahme liegt noch weit hinter dem Ziel zurück. Der öffentliche Verkehr (Massnahme 2.2) konnte seine Auslastung weiter verbessern und der Anteil der Flottenkilometer durch Elektrobusse weiter ausgebaut werden. Die Erhebungen zum Modalsplit bei der Landesverwaltung ergab 2024 eine leichte Verlagerung des Fuss- und Radverkehrs hin zum Kollektivverkehr. Der Anteil des motorisierten Individualverkehrs blieb unverändert hoch.

⁴⁵ Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

4.3.2 Indikatoren

Indikator 6: 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 2024 stieg der Anteil vollelektrischer und hybridelektrischer Personenwagen bei den Neuzulassungen auf 31.2% an (Abbildung 20).⁴⁶ Die Neuzulassungen bei den Benzinern haben im Vergleich zum Vorjahr um 25% abgenommen. Wie im Vorjahr ist auch wieder eine deutliche Zunahme des Wachstums bei hybridelektrischen Neuzulassungen festzustellen.

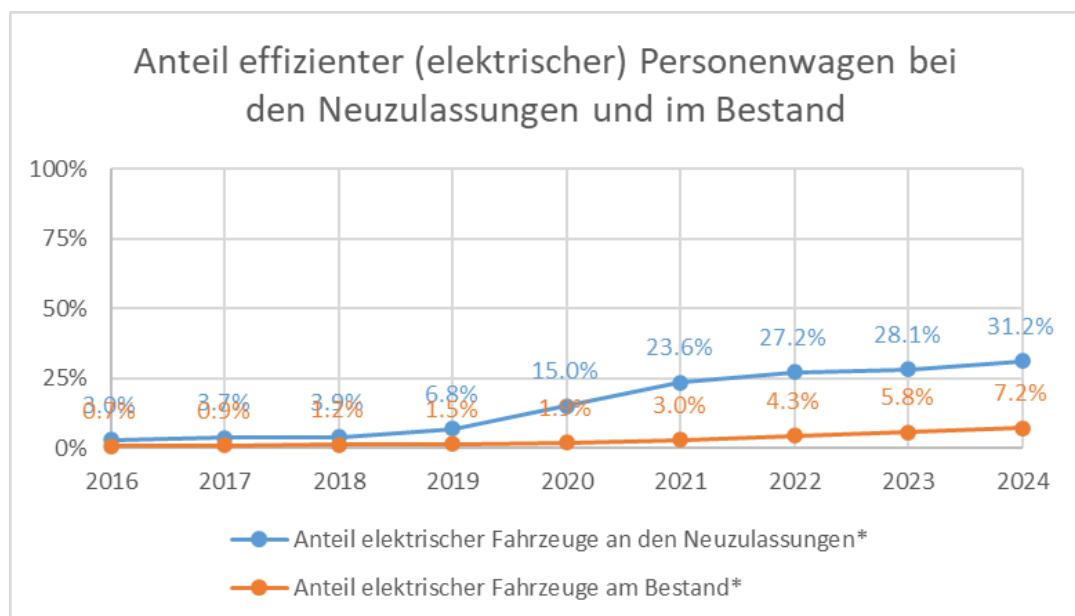


Abbildung 20: Anteil effizienter (elektrischer) Antriebskonzepte an den Neuzulassungen und im Bestand der Personenwagen. Quelle: Amt für Statistik

Im Bestand machen die effizienten, elektrischen Personenwagen rund 7.2% aus (Abbildung 20), d.h. die hohen Zulassungsanteile wirken verzögert in Form eines

⁴⁶ Seit 2023 (auch rückwirkend) werden hybridelektrische Fahrzeuge nur noch mit 20% als elektrische Fahrzeuge angerechnet.

reduzierten Bedarfs an fossilen Treibstoffen, wenn man davon ausgeht, dass die elektrischen Fahrzeuge ähnliche Fahrleistungen erbringen wie der gesamte Bestand.

Der Absatz rein elektrischer und damit besonders effizienter Fahrzeuge steigt weiterhin nur langsam. Hybridfahrzeuge dominieren die Neuzulassungen, sodass eine komplette Verdrängung fossiler Fahrzeuge nur langsam voranschreitet. Es wird sich zeigen, ob mit weiteren Verbesserungen bei der Ladeinfrastruktur und der Modellpalette hin zu vielfältigeren Modellen und günstigeren Fahrzeugen mit alltagstauglicher Reichweite eine raschere, deutliche Steigerung möglich ist.

Nach einem Anstieg im Jahr 2023 ging der Absatz fossiler Treibstoffe 2024 wieder deutlich um -19.3% zurück (Abbildung 21). Der Treibstoffabsatz im Inland ist neben preislichen Effekten auch stark durch die allgemeine Wirtschaftslage sowie die Reisetätigkeit beeinflusst.

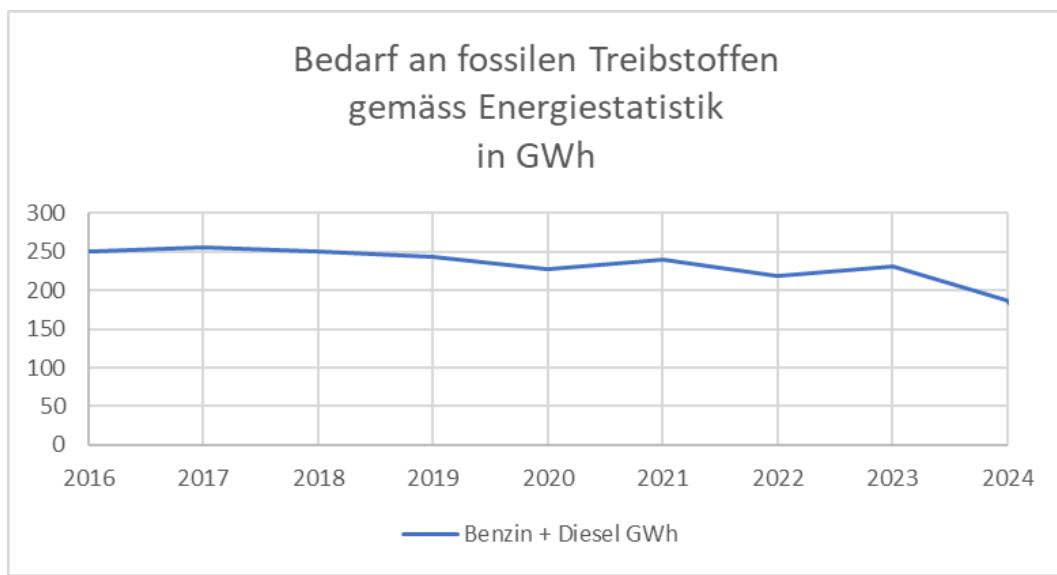


Abbildung 21: Bedarf fossiler Treibstoffe zwischen 2016 und 2024 gemäss Energiestatistik in GWh. Quelle: Amt für Statistik

Indikator 8: Treibstoffverbrauch öffentlicher Verkehr Der Treibstoffverbrauch der Fahrzeuge der LIEmobil im fahrplanmässigen Betrieb machte im Jahr 2024, das

dritte Jahr in Folge, rund 1.1% des Treibstoffbedarfs des Landes aus. Seit Ende Januar 2023 fuhren vier batterieelektrische Busse im Linienbetrieb, welche rund 11% der Fahrleistung ausmachten. Im Jahr 2024 folgte nun ein fünfter batterieelektrischer Bus. Die Wirkung dieser Busse ist im Auswertungsjahr an einem leicht sinkendem Treibstoffverbrauch pro Flottenkilometer zu erkennen, jedoch ist der absolute Dieselverbrauch nicht gesunken. Vermutlich ist dies auf eine leicht unterschiedliche Datenerfassung zurückzuführen.

Die Auslastung der Busse im fahrplanmässigen Verkehr stieg gegenüber dem Vorjahr weiter an, was den Verbrauch pro 100 Personenkilometer reduziert hat (Abbildung 22). Die Fahrleistungen und Auslastung erreichen damit erstmals wieder das Niveau von vor der Corona-Pandemie. Der Treibstoffverbrauch pro Personenkilometer ist mit der besseren Auslastung gesunken.⁴⁷ Im Jahr 2026 sollen ein Drittel, 2028 die Hälfte und ab 2032 die gesamte Flotte fossilfrei betrieben werden.⁴⁸

⁴⁷ 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.

⁴⁸ Klimastrategie Liechtenstein 2050, Version vom 15. März 2023, verfügbar unter https://archiv.llv.li/files/au/klimastrategie-2050_55.pdf

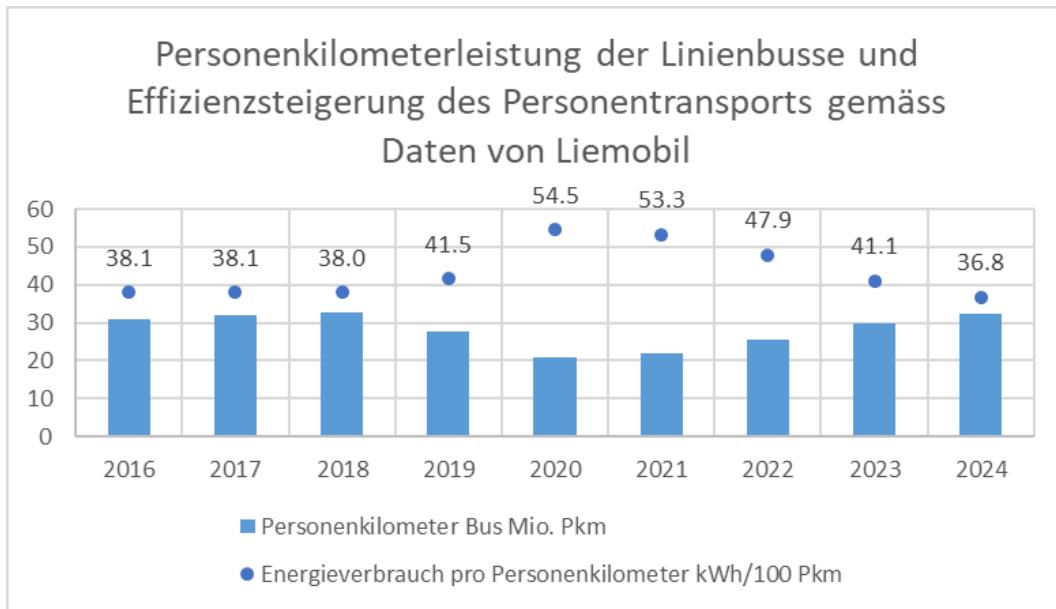


Abbildung 22: Fahrleistung der Linienbusse bei fahrplanmässigen Kursfahrten in Mio. Personenkilometern und Entwicklung der Effizienz des Personentransports in kWh/100 Pkm. Quelle: Liemobil

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», «Erzeugung», «Beschaffung» sowie «Technologie» und «Bewusstseinsbildung» (Abbildung 23).

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	CO ₂ (Inland) und CO ₂ (*Global)	Theor. Potenzial (kt CO ₂ /a)	Ziel 2030 (kt CO ₂ /a)
3 Massnahmen Energieerzeugung und Beschaffung									
Vorschriften									
3.1 Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung	64.0	32.2					5.4	22.7	2.7
6.3 Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein							(*)	8.5	
Erzeugung									
4.1 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung el. Energie aus ern. Energien oder KWK, Art 3.1.e EEG) (bezogen auf kWh _{el})				571.0	41.5	37.8	(*)	246.7	17.9
4.2 Stromgewinnung aus KWK-Anlagen	12.5	0.5	0.1				(*)	-2.5	-0.1
4.3 Wasserkraftwerke				215.9		0.8	(*)	93.3	0.3
4.5 Windkraftwerke				114.0			(*)	49.2	
4.6 Biogasnutzung und erneuerbares Gas (Power-to-Gas)				20.0	13.0		(*)	4.4	2.8
4.7 Tiefengeothermie Strom und Wärme				75.0			(*)	15.3	
3.3 Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze bei sinnvoller Konstellation		1.5	240.0	40.0		13.5	(*)	53.9	8.8
4.4 Holzheizwerke				63.0	10.0		(*)	13.8	2.2
1.5.1 Solarkollektoren (Erwärmung von BWW durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)				36.0	-7.7	-3.2	(*)	7.9	-1.7
Beschaffung									-0.7
4.8 Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie									
3.6 Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung- und Abwasserreinigung			0.5				(*)		0.0
Bewusstseinsbildung									0.2
5.7 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand									
6.4 Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes									
5.1 Energiestädte									
6.1 Energiestatistik									
Teilsumme Massnahmenbündel 3	76.5	32.7	2.1	1334.9	96.8	48.9	(*)	98.2	14.7
								512.3	26.6
									2.3

Abbildung 23: 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 7.⁴⁹

Die Massnahme 3.1 (Mindestvorschriften für Geräte) ist wichtig und hat das grösste Effizienzpotenzial dieses Bereichs. Eine Bilanzierung ist jedoch schwierig und kann aufgrund von Anpassungen bei den entsprechenden Verordnungen nicht jährlich vorgenommen werden. Die erneuerbaren Potenziale ergeben sich vor allem durch den PV-Zubau (Massnahme 4.1), die Nutzung von Abwärme inkl. Fernwärme ab KVA Buchs (Massnahme 3.3) und allenfalls durch eine überregionale Biogasanlage (Massnahme 4.6). Die Abwärmennutzung ab KVA Buchs wird

⁴⁹ Die theoretischen Potenziale entsprechen dem identifizierten Stand gemäss der Energiestrategie 2030 und wurden nicht an neue Projekte, Studien oder Erkenntnisse angepasst.

weiter über den Netzausbau vorangetrieben, wobei der Netzausbau an sich eine Vorinvestition darstellt und der Fernwärmeabsatz erst verzögert ansteigt. Die Potenziale für Windkraftnutzung, eine grosse Biogasanlage und zusätzliche Holzheizwerke sind noch nicht realisiert, aber weiterhin möglich.

4.4.2 Indikatoren

Indikator 9: 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 Dampfauskopplung und die FernwärmeverSORGUNG genutzt werden soll. 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 CO₂- und primärenergiefrei. Verschiedene Fragen zur Nutzung von Fernwärme und Dampf ab KVA Buchs wurden in einer Interpellationsbeantwortung durch die Regierung umfassend geprüft und beantwortet.⁵⁰

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 24 ersichtlich

⁵⁰ Bericht und Antrag 2023/55

wird, konnte in den letzten Jahren der Anteil der Kategorie 2 durch den Fernwärme- und Dampfausbau im Verhältnis zum Gesamtverbrauch gesteigert werden. Ebenfalls konnte der Indikator der Kategorie 1, Anteil einheimische erneuerbare Energien die letzten drei Jahre stetig erhöht werden. Im Auswertungsjahr 2024 erreicht der Anteil der Kategorie 1 erstmals das Ziel von 17%. Diese Erhöhung ist vor allem auf den gestiegenen Anteil Strom aus PV und Wasserkraft zurückzuführen.⁵¹ Die Kategorie 2 ist mit +2% ebenfalls gestiegen, was auf den Ausbau der Nah- und Fernwärme sowie den höheren Holzabsatz zurückzuführen ist. Diese Kategorien erreichen somit erstmals die Zielsetzung für das Jahr 2030. Auch für diesen Indikator bleibt es für die Zielerreichung 2030 jedoch wichtig, dass die Massnahmen zur Erhöhung der erneuerbaren Energien weiter vorangetrieben werden.

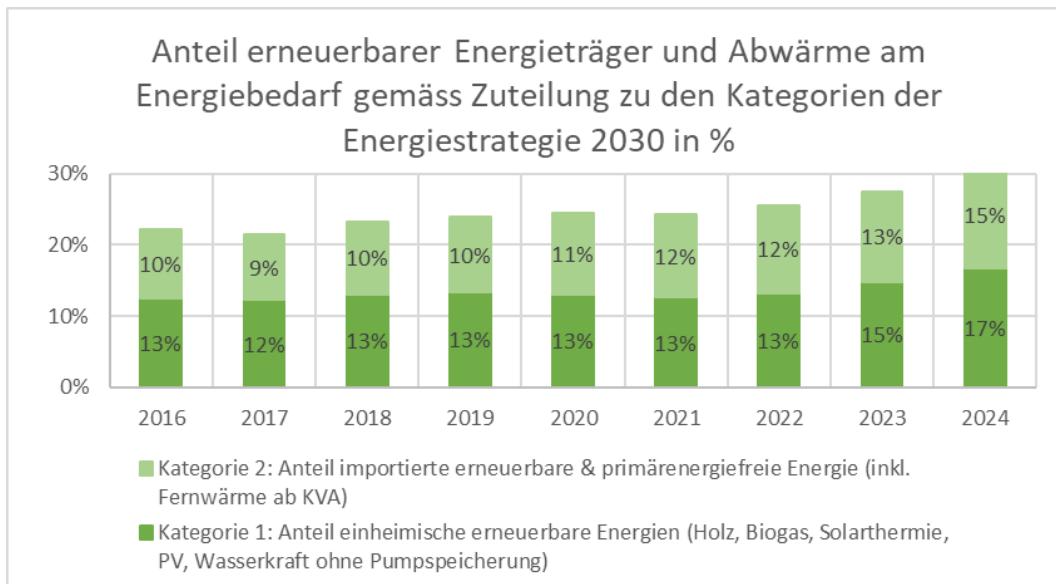


Abbildung 24: Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergiebedarf gemäss Energiestatistik. Quelle: Amt für Statistik

⁵¹ 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.

Nicht berücksichtigt werden Stromimporte, welche mit erneuerbaren Herkunfts-nachweisen belegt sind, denn die Herkunfts-nachweise sind heute gemäss gelten-den EU-Richtlinien (noch) nicht im Bezügerland anrechenbar.

Indikator 13: Inländische Stromproduktion vs. Beteiligungen der LKW im Ausland

Die Liechtensteinischen Kraftwerke (LKW) sind an verschiedenen Kraftwerken mit erneuerbarer Erzeugung im In- und Ausland beteiligt, welche nachfolgend darge-stellt werden (Abbildung 25).

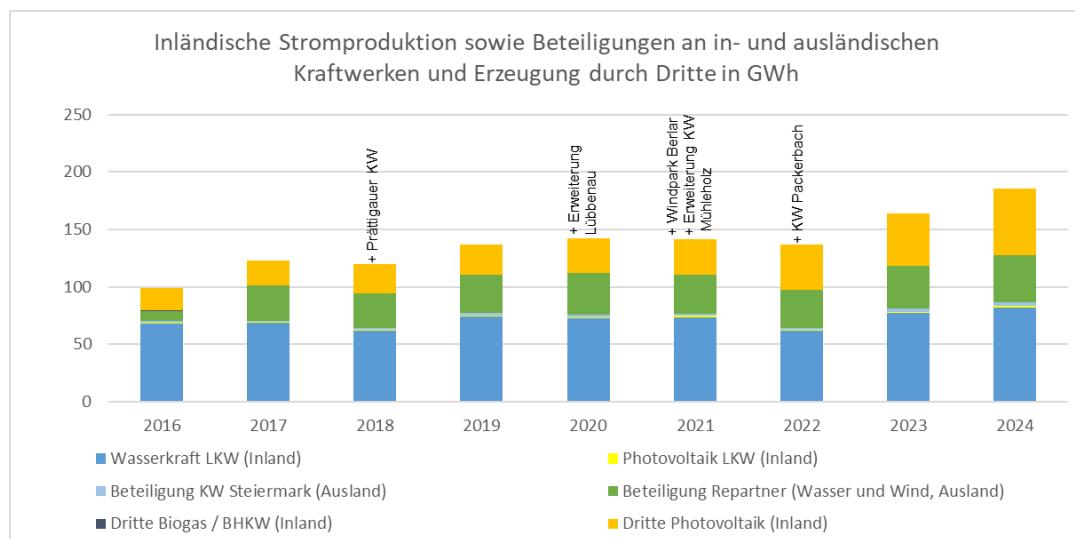


Abbildung 25: Entwicklung der inländischen Stromproduktion (ohne PV-Eigenverbrauch) mit Wasserkraft sowie der inländischen Produktion durch Dritte und der ausländischen Stromproduktion durch Beteiligungen der LKW von 2016-2024. Quelle: Amt für Statistik, Energiedatenbericht LKW⁵²

Der Anteil des durch Beteiligungen an Kraftwerken im Ausland (Wind- und Was-serkraft) sowie durch die Erzeugung im Inland durch Dritte ins Netz gespiesenen Stroms beträgt im Jahr 2024 rund 55% der gesamten Stromeinspeisung aus Eigen-erzeugung im In- und Ausland. Der Anteil durch Beteiligungen ist gegenüber dem

⁵² Hinweis zur Grafik: Aufgrund der geringen Mengen sind die Anteile KW Steiermark und Biogas / KWK in der Grafik nicht sichtbar.

Vorjahr um +3% gestiegen. Dies ist vor allem dem starken PV-Zubau zuzuschreiben.

In Kombination mit dem laufenden Ausbau der Photovoltaik bieten Windkraftwerke eine ideale Ergänzung, da sie auch in der Nacht und im Winter Strom produzieren. Damit Windkraftwerke realisiert werden können, wird das Land die Windeignungsgebiete in den Landesrichtplan aufnehmen. Die Regierung hat dafür im November 2024 die strategische Umweltprüfung in Auftrag gegeben. Die Gemeinden werden im Anschluss entsprechende «Energiezonen» in den Zonenplanungen aufnehmen. In welcher Form und Trägerschaft eine Realisierung von Windkraftwerken stattfinden kann ist Gegenstand weiterer Klärungen.

Indikator 12: Netzgebundene Energieträger Das Rückgrat der CO₂-freien Versorgung grosser Industriebetriebe ist die Dampfleitung der KVA Buchs zu den Unternehmen Hilcona AG, Herbert Ospelt Anstalt und Kronen Käserei AG (ehemals Milchhof AG). Die Dampfleitung liefert jährlich rund 10% des Gesamtenergiebedarfs des Landes über den Rhein. Im Jahr 2024 erhöhte sich die Dampflieferung um +3.1% auf 118.0 GWh, der Absatz von Fernwärme ab KVA stieg um +60.9% auf 21.2 GWh (Abbildung 26).

Im Jahr 2024 wurde der Ausbau der durch Liechtenstein Wärme (LW) betriebenen Nah- und Fernwärmenetze weiter stark vorangetrieben. Die Anzahl der Kunden, die thermische Energie nutzen, erhöhte sich von 301 auf 377. Bedient wurden die Nah- und Fernwärmeverbünde im Land⁵³ 2024 zu 49% mit Holz, 31% mit Abwärme der KVA Buchs, 16% mit fossilen Energieträgern (Heizöl und Erdgas sowie Erdgas mittels Kraft-Wärme-Koppelung), 4% mit Wärmepumpen (inkl. Umweltwärme)

⁵³ Inkl. Holzheizwerke Malbun und Balzers, ohne Dampf ab KVA Buchs.

und 0.4% mit Biogas. Gegenüber 2023 hat vor allem die Nutzung von Fernwärme ab KVA mit +60.6% stark zugenommen.

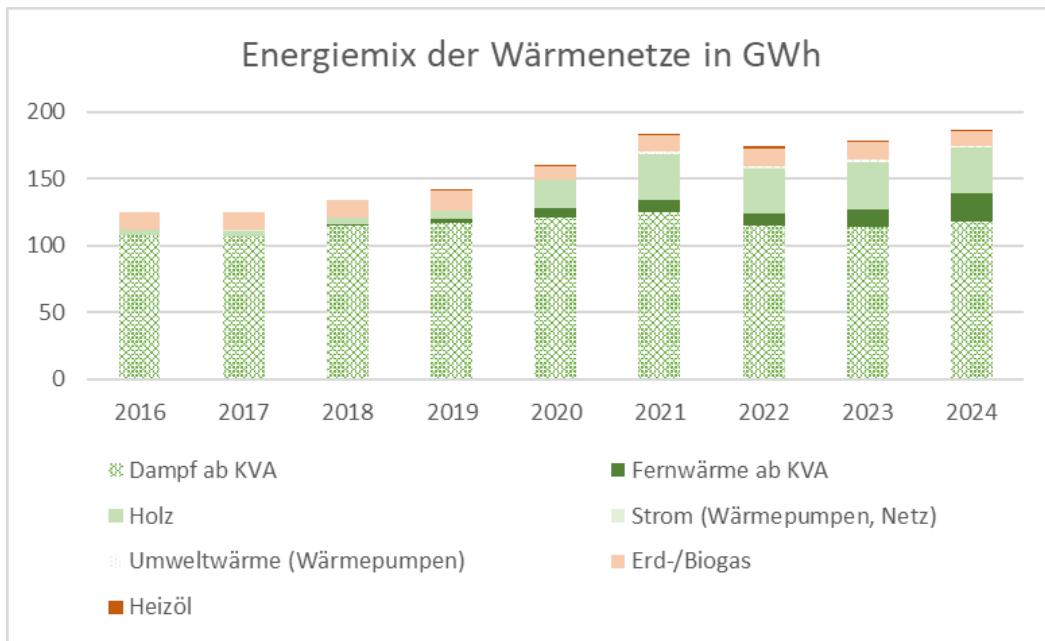


Abbildung 26: Entwicklung der Zusammensetzung der Energieträger der Wärmenetze sowie der Dampfleitung ab KVA Buchs. Quelle: Geschäftsbericht von LW 2024, ab 2021 inkl. Angaben der Holzheizwerke Malbun und Balzers⁵⁴, Amt für Statistik

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 oder direktelektrischer Nutzung 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 CO₂-Emittenten wie eine KVA, Zementwerke oder ARA stellen künftig auch eine Möglichkeit dar, CO₂ abzuscheiden und einzulagern und damit

⁵⁴ Vor 2021 fehlen die Daten der Holzheizwerke Malbun und Balzers.

netto sogar CO₂-negativ zu werden (bei KVA durch den biogenen Anteil in den Abfällen). In der Schweiz haben die 29 KVA im März 2022 eine Vereinbarung mit dem Bund abgeschlossen, welche vorsieht, dass die KVA-Betreiber bis 2030 mindestens eine Anlage zur CO₂-Abscheidung im Umfang von 100'000 Tonnen CO₂ in Betrieb nehmen.⁵⁵ Aktuell läuft ein übergeordnetes Forschungsprogramm, welches die künftige Rolle von KVAs als sogenannte «Green Energy Hubs» untersucht.⁵⁶

Um den Nah- und Fernwärmeausbau zu beschleunigen und eine wirtschaftlich vorteilhafte Entwicklung der Netzgebiete zu ermöglichen, wurde LW 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 Analyse wurde im Jahr 2024 zusammen mit einem externen Spezialisten über den Perimeter des gesamten Landes durchgeführt. Hierbei wurde grundsätzlich ein Top-down-Ansatz gewählt. Zur Plausibilisierung dieser Ergebnisse wurde in einem nächsten Schritt intern eine davon unabhängige Expertise im Bottom-up-Ansatz erarbeitet.

LW verfolgt die Zielsetzung, die Wärmeverbünde bis 2030 zu 90% und bis 2050 vollständig CO₂-neutral zu betreiben.⁵⁷ 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 27 dargestellt. Derzeit sind folgende Nah- und Fernwärmennetze in Betrieb und befinden sich im Erweiterungsausbau:

- Balzers (Holzhackschnitzel)

⁵⁵ Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/verminderungsmassnahmen/branchenvereinbarungen/vereinbarung-kehrichtverwertungsanlagen.html>

⁵⁶ Innosuisse Flagship Greenhub, Quelle <https://www.ost.ch/de/projekt/innosuisse-flagship-greenhub-1905>

⁵⁷ Quelle: Geschäftsbericht von LW 2024, online unter <https://www.waerme.li/downloads>

- Balzers Brüel (Grundwasser-Wärmepumpe bzw. Grundwasser-WP)
- Triesen (Holzhackschnitzel und KWK-Gas)
- Triesenberg (Holzhackschnitzel und Luft-Wasser-WP (in Fertigstellung))
- Malbun (Holzhackschnitzel und KWK-Holz)
- Schaan Industrie 1 (Dampf Industrie, Wärme von KVA Buchs)
- Schaan (Wärme von KVA Buchs)
- Bendern Industrie 1 (Dampf Industrie, Wärme von KVA Buchs)
- Bendern 2 (Kondensatabkühlung, Wärme von KVA Buchs)
- Eschen (Holzhackschnitzel und Pellets)
- Vaduz (Wärme von KVA Buchs)
- Ruggell (Grundwasser-WP und KWK-Gas)
- Mauren (Holzhackschnitzel und Luft-Wasser-WP)

Die drei grössten Projekte sind derzeit die «Nahwärmeverversorgung Ruggell», die «Fernwärmeverversorgung Schaan» sowie die «Fernwärme-/Kälteversorgung Vaduz». In Ruggell wird über die Grundwassernutzung ein Nahwärmennetz versorgt, dessen Energiezentrale beim kommunalen Schulareal angesiedelt ist. Einerseits führt ein Leitungsstrang entlang der Landstrasse nach Süden und versorgt zukünftig auch das Schulzentrum Unterland II mit thermischer Energie. Andererseits führt ein zweiter Leitungsstrang nach Norden und soll bis zur Industriezone verlängert werden. In einem späteren Folgeschritt könnte allenfalls in dieser Industriezone industrielle Abwärme im Nahwärmennetz thermisch verwertet werden. Im Jahr 2024 wurde eine weitere Etappe des Hauptleitungsprojekts realisiert, wobei auch ein Leitungsstrang entlang der Rheinstrasse nach Westen führt und über die Industriestrasse die Gewerbe- und Industriezone mit thermischer Energie versorgen kann. Neben der Primarschule, dem Rathaus, dem Kuefer-Martis-Huus

und dem Vereinshaus werden etliche private Liegenschaften versorgt. Die Fernwärmeversorgung in Schaan und in Vaduz wird von der Abwärme der KVA Buchs gespiesen. Im Laufe des Jahres 2024 wurden die Nahwärmeversorgungen Schaan mittels Zusammenschlusses mit der Fernwärme verbunden bzw. durch diese substituiert und Hauptleitungen an verschiedenen Stellen verlängert.

Bis Ende 2023 konnten erste Liegenschaften im Zentrum von Vaduz, inklusive das Dienstleistungszentrum Giessen, mit thermischer Energie der Fernwärme-/Kälteversorgung Vaduz versorgt werden. Das Hauptleitungsnetz wurde 2024 markant erweitert und wird 2025 weiter ausgebaut. Gleichzeitig mit dem Bau der Fernwärmeversorgung wird auch eine Kälteversorgung im Vaduzer Zentrum erstellt, die im Gebiet Haberfeld Grundwasser thermisch nutzen soll.

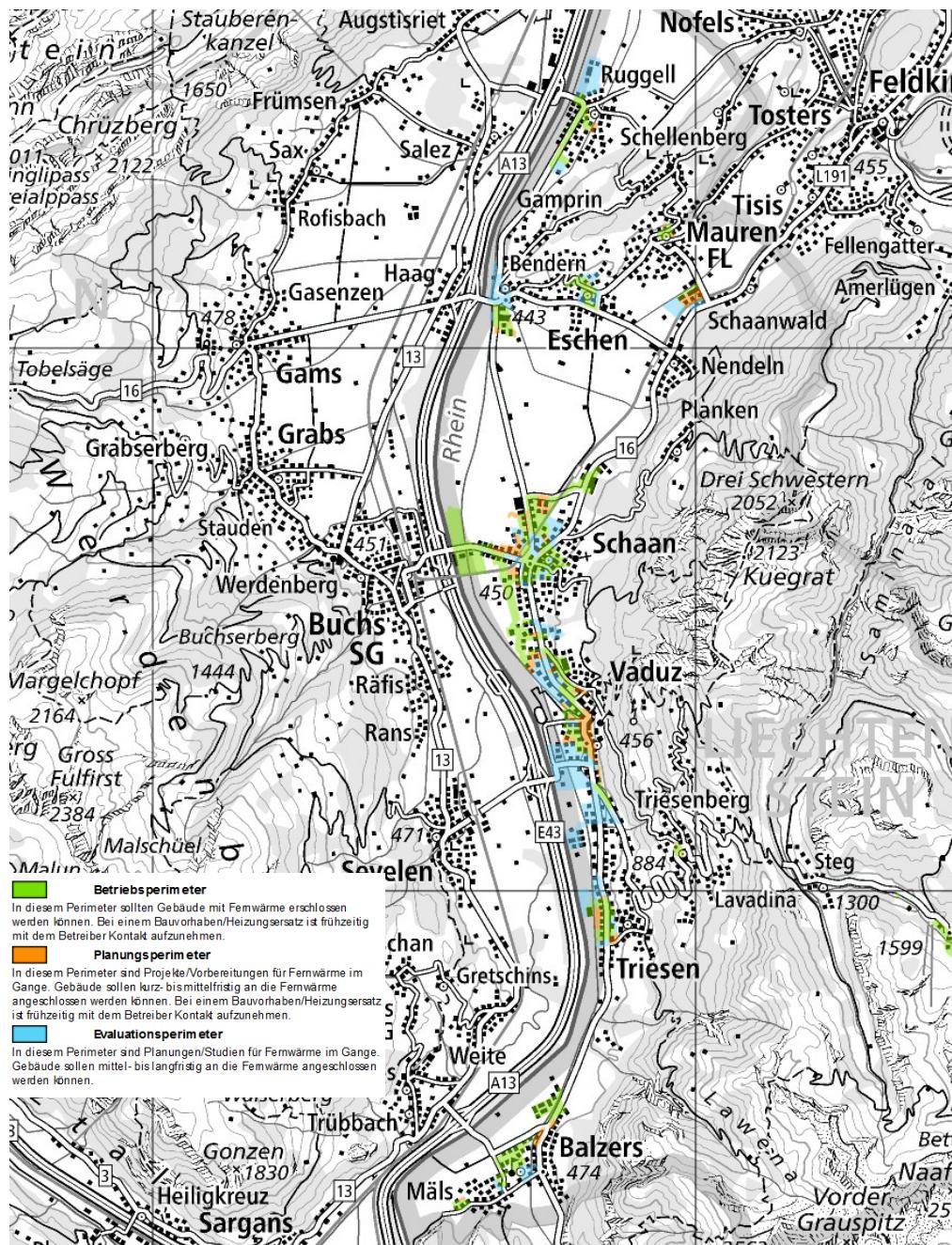


Abbildung 27: Aktuelle (grün), geplante (orange) und in Evaluation befindliche (hellblau) Netzgebiete für die Versorgung mit Nah- und Fernwärme. Quelle: Geodatenportal Liechtenstein, Karte «Gebiete mit Fernwärmepotenzial»

Indikator 10: Photovoltaik Im Jahr 2024 wurde ein Leistungszubau von 16.9 MWp an PV-Anlagen realisiert (Abbildung 28). Dieser liegt erneut deutlich über der Zielsetzung von mindestens 5 MWp/Jahr gemäss der Energiestrategie 2030. Die

Entwicklung des PV-Ausbaus ist insgesamt ein grosser Erfolg und weiterhin die zentrale Säule des Ausbaus der erneuerbaren Energien des Landes.

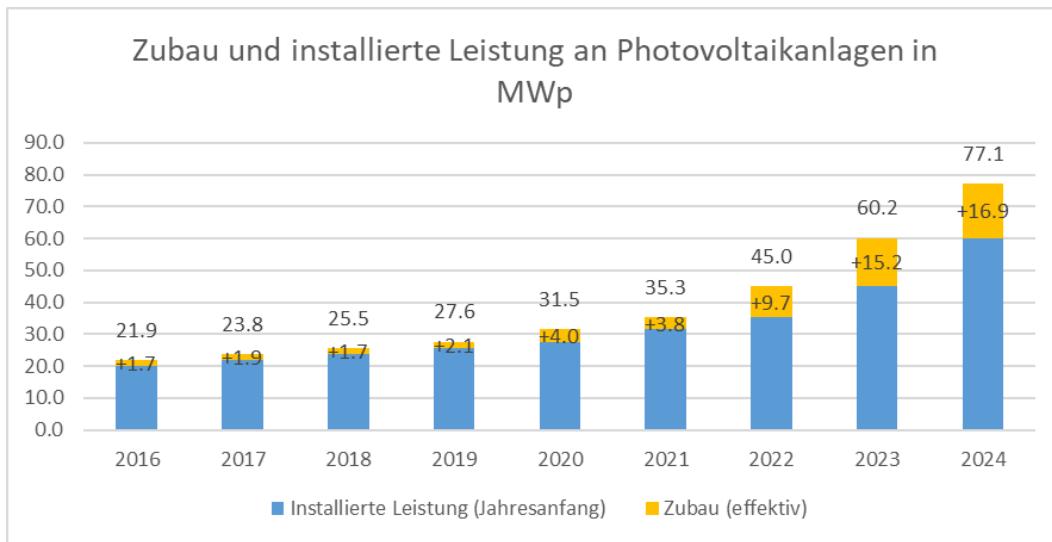


Abbildung 28: Effektiver Ausbau der PV-Leistung zwischen 2016 und 2023. Quelle: «Energiedaten 2024» der LKW

In der Energievision 2050 ist beschrieben, dass mittelfristig und je nach Ausbauszenario der PV im Sommer Überschüsse auftreten werden. Im Jahr 2024 kam es nun erstmals zeitweise zu geringen Stromexporten von Liechtenstein in die Schweiz (0.3% des Landesabsatzes⁵⁸). Der Indikator in der Abbildung 29 gibt einen (groben) Überblick über die Entwicklung des Überschusspotenzials. Die maximale Einspeiseleistung aller PV-Anlagen im Land (35.7 MW⁵⁹) übersteigt die minimale Bandlast des Landes am Sonntag (25.6 MW), aber noch nicht an den Werktagen (37.9 MW).

⁵⁸ Die Exporte erscheinen nicht in der Energiestatistik, weil diese auf Basis aggregierter Tageswerte gebildet wird.

⁵⁹ Gemäss Energiedatenbericht 2023 der LKW am 16.07.2023 um 13:45 Uhr. Quelle: <https://www.lkw.li/unternehmen/zahlen-und-fakten.html>

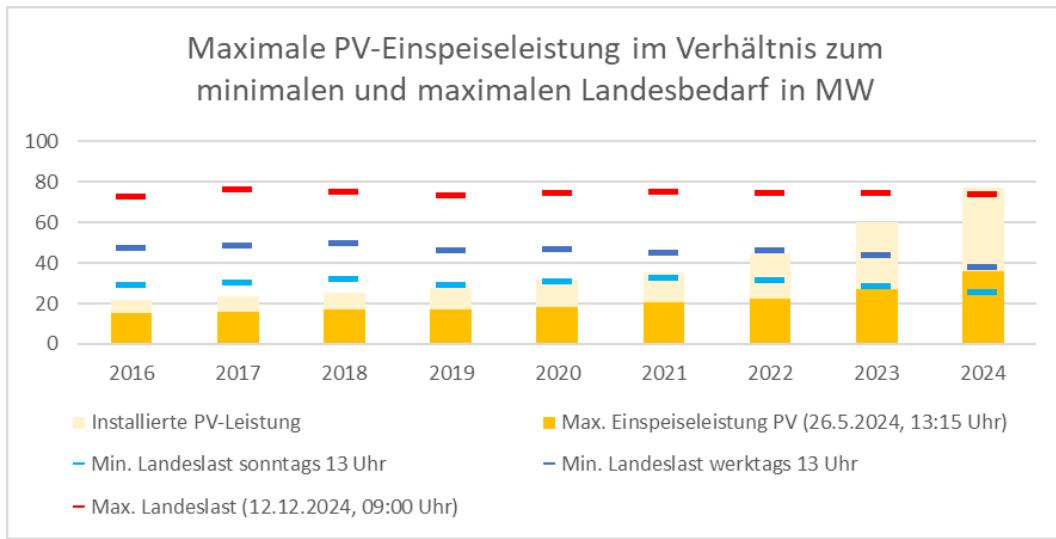


Abbildung 29: Maximale Einspeiseleistung aus PV-Anlagen (16. Mai, 13:15 Uhr) im Verhältnis zum minimalen (Sonntag, 13 Uhr / Werktag 13 Uhr) und maximalen Landesbedarf (12. Dezember, 9:00 Uhr). Quelle: «Energiedaten 2024» der LKW

Es treten nun vermehrt Situationen auf, in denen die Landeserzeugung den Landesbedarf übersteigt, vor allem bei hoher PV-Einspeiseleistung am Wochenende. Begleitend gibt es auch Situationen mit Negativpreisen am Spotmarkt für Strom.⁶⁰ Die Liechtensteinischen Kraftwerke (LKW) als Teil der Regelzone Schweiz der Swissgrid ist stark gefordert, sowohl bei der frühzeitigen Beschaffung von Energie als auch bei der Beschaffung von Regelenergie für die rasch ändernde Nachfrage.

Die relativ grosse Differenz zwischen maximaler PV-Einspeiseleistung und installierter PV-Leistung ergibt sich daraus, 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. Bezuglich des Eigenverbrauchsanteils stellte sich mit dem Wechsel vieler Anlagen vom EEG-Modell ins Eigenverbrauchsmodell die Problematik, dass immer weniger Anlagen mit 100% Einspeisung als Referenz zur Bestimmung der durchschnittlichen Ertragsmenge pro kWp zur Verfügung standen. Mit

⁶⁰ Das bedeutet, dass man für Strombezug entschädigt wird und für Einspeisung bezahlen muss.

Berichtsjahr 2023 wurde daher die Grundlage geändert.⁶¹ Der gemäss diesem Modell ermittelte Anteil an Eigenverbrauch liegt gegenwärtig bei 40%, Tendenz steigend (Abbildung 30).

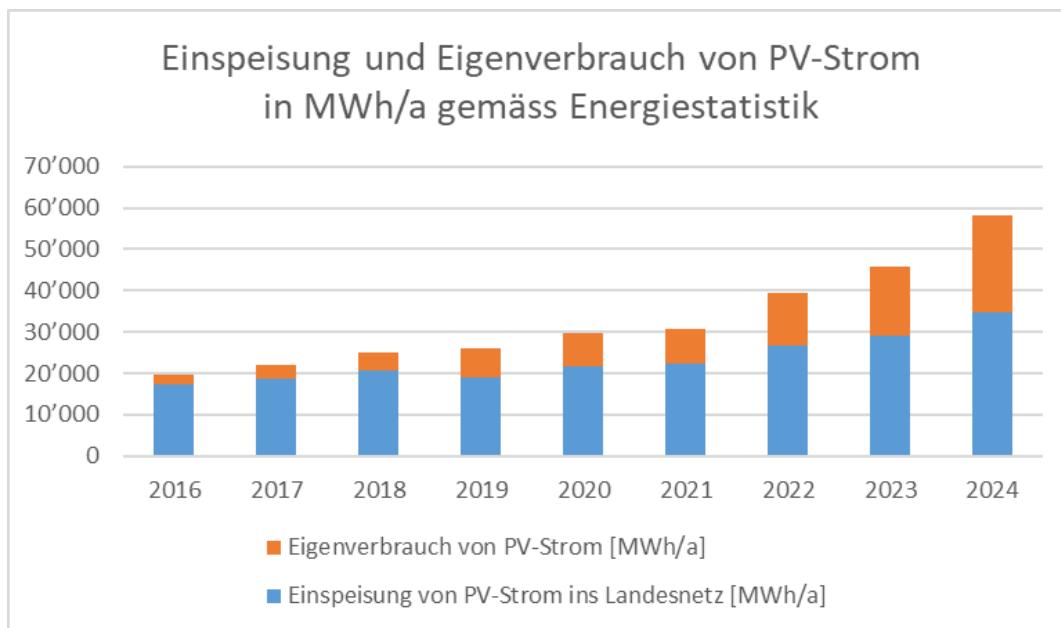


Abbildung 30: Einspeisung ins Landesnetz und Eigenverbrauch an PV-Strom zwischen 2016 und 2024. Quelle: Energiestatistik

Heute sind die nicht im Inland verwertbaren Überschüsse mit 0.3% des Landesab- satzes noch gering und erlauben wohl noch keinen wirtschaftlichen Betrieb einer Produktion von speicherbaren Energieformen im Sinne einer Saisonspeicherung (z.B. Power-to-Gas)⁶². Das Pumpspeicherwerk des Kraftwerks Samina konnte 2024 wegen dem hohen natürlichen Wasserzufluss am Berg zu den Zeiten des

⁶¹ Neu werden 14 Anlagen der LKW mit 100% Einspeisung hinzugezogen, um den spezifischen Ertrag zu ermitteln. Dieser lag bei 919 kWh/kWp, wobei ein Abzug von 5% zur Sicherstellung der Datenvergleichbarkeit mit der vorherigen Methodik berücksichtigt wurde (effektiv 874 kWh/kWp). Für die Berechnung des Ertrags aller PV-Anlagen inkl. Eigenverbrauch wird der spezifische Ertrag aller vor dem analysierten Jahr erstellten Anlagen mit 100% berücksichtigt (45 MWp x 874 kWh/kWp bis und mit 2022) und der Zubau im aktuellen Jahr mit 50% (15 MWp x 874 kWh/kWp, da die neuen Anlagen nur einen Teil des Jahres produzierten).

⁶² D.h. wirtschaftlich, bei hohen jährlichen Vollaststunden der Anlage. Die ins Landesnetz rückgelieferte Menge an PV-Strom wird von den LKW gemessen (29'136 MWh im 2023) und lässt somit den Rückschluss auf den Eigenverbrauch (16'813 MWh) zu.

Überschusses kaum genutzt werden (siehe nachfolgender Indikator)⁶³. Somit sind künftig weitere Möglichkeiten zur Lastverschiebung willkommen.

In den nächsten Jahren dürften systematische⁶⁴ Lastverschiebungen bei grossen Stromverbrauchern um einige (Viertel-) Stunden wichtig werden, und zwar primär die kurzzeitige Steigerung des Bedarfs bei sich abzeichnenden Überschüssen und günstigen Preisen. Folgende Elemente könnten eine Rolle spielen:

- Laden von Warmwasserspeichern in Spitzenzeiten
- Umschaltung von fossilen oder biogenen auf elektrische Verbraucher (z.B. Wärmepumpen oder Elektroheizeinsätze in Wärmenetzen)
- Zeitliche Optimierung der Ladung von Elektroautos sowie (künftig) bidirektional eingebundenen Elektroautos und Batteriespeichern über Preissignale

Weitere Überlegungen dazu finden sich im Abschnitt 6.

Die LKW reagieren proaktiv auf die Herausforderungen der hohen und wachsenden Photovoltaikleistung im Netz, um die Netzstabilität zu gewährleisten und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Die Kernmassnahmen umfassen:

- Ausbau und Digitalisierung der Netzinfrastruktur: Die LKW investieren vorausschauend in Netzkapazitäten und nutzen fortschrittliche Digitalisierung, einschliesslich einer erweiterten Netzanalyse-Software (Smart Grid), um dezentrale Einspeisungen effizient zu integrieren und den Netzausbau gezielter zu gestalten. Im Jahr 2024 wurde der höchste Zubau von Niederspannungskabeln verzeichnet.

⁶³ Die Pumpspeicherleistung steht nur bei wenig Wasserzufluss von September bis März voll zur Verfügung.

⁶⁷ Systematisch meint hier auf Basis von automatischen Preis- und Regelsignalen ohne manuellen Eingriff der einzelnen Netzteilnehmer.

- Diversifikation des Energieportfolios: Neben der Solarenergie treiben die LKW den Ausbau der Windkraft voran. Windenergie ergänzt die Solarenergie zeitlich, da sie verstärkt in den Wintermonaten und nachts produziert, was zur Minimierung von Schwankungen und Erhöhung der Versorgungssicherheit beiträgt.

Die Regierung hat zudem die Einspeisevergütung ab 2025 an die geänderten Marktbedingungen angepasst. Negative Strommarktpreise werden bei der Berechnung der Einspeisevergütung nicht mehr berücksichtigt, um ein positives Investitionsklima für PV-Anlagen beizubehalten und deren optimalen Betrieb zu gewährleisten.

Indikator 11: Energiespeicher Neben der Kapazität des Pumpspeicherwerks Samina (seit 2015) mit 2 x 5.4 MW Pumpleistung und ca. 90 MWh Speicherkapazität pro Zyklus⁶⁵ stehen im Land mittlerweile auch 2 MW Batteriespeicher mit total 3.5 MWh Speicherkapazität zur Verfügung (Abbildung 31). Der Anteil der Batteriespeicher nimmt laufend zu.

⁶⁵ Ohne Verluste, Bruttofallhöhe 835 m, Kavernengröße im Unterbecken 40'000 m³. Im Oberbecken können ca. 0.3 GWh Energie gespeichert werden, aber durch das kleinere Becken im Tal ist der Zyklus limitiert auf 0.09 GWh.

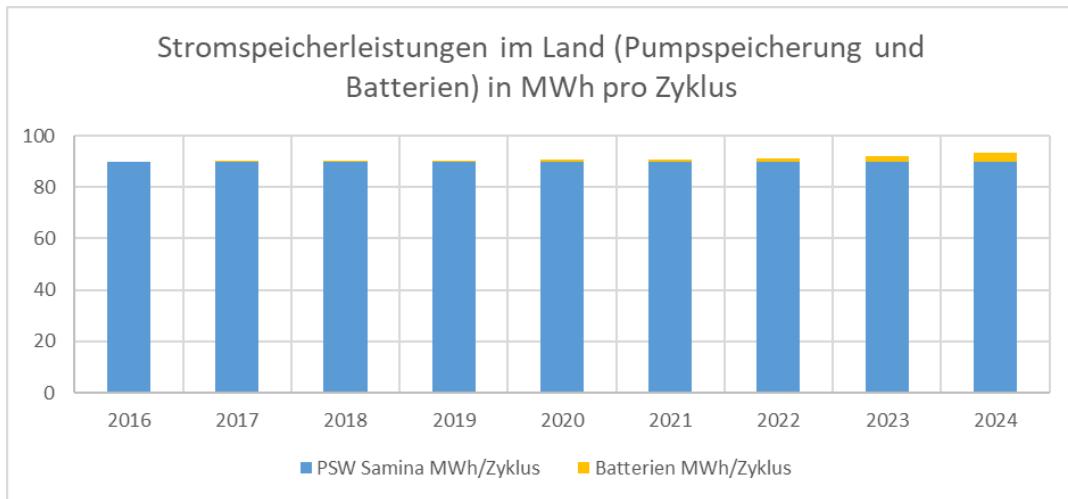


Abbildung 31: Maximal verfügbare Speicherkapazität pro Zyklus durch Pumpspeicherung und Batterien in MWh zwischen 2016 und 2024. Quelle: «Energiedaten 2024» der LKW

Im Jahr 2024 war der Pumpenergiebedarf mit 4 MWh gegenüber 2023 (887 MWh) oder 2022 (131 MWh) deutlich tiefer. Dies deutet darauf hin, dass sich im aktuellen Marktfeld kaum Preisdifferenzen ausnutzen liessen, primär wegen dem hohen natürlichen Wasserzufluss im Bergreservoir, welcher eine weitere Füllung im Pumpbetrieb nicht erlaubte, aber auch aufgrund der Marktpreissituation. Bei hohem Wasserzulauf (Schneeschmelze) in den Sommermonaten ist die Speicherkapazität des Pumpspeicherwerks nicht nutzbar, aber eine hohe Produktion aufgrund des Wasserangebots abrufbar. Das Pumpspeicherwerk lässt sich hauptsächlich als Tag-/Nachtspeicher und für den Leistungsausgleich nutzen.⁶⁶

⁶⁶ Die Kaverne wäre in rund 8 h leer bei voller Pumpleistung von 10.8 MW.

5. NACHFÜHRUNG DER POTENZIALE 2024

In der Energiestrategie 2020 wurden die erschliessbaren Effizienz- und Produktionspotenziale erstmals umfassend bilanziert und in einer Liste in Form von einzelnen Massnahmen auch quantitativ eingeordnet. Diese Liste wurde über die gesamte Laufzeit der Energiestrategie 2020 jeweils mit der effektiven Umsetzung abgeglichen. Im Rahmen des 4. Monitoringberichts wurden die Potenziale für die Energiestrategie 2030 hinsichtlich ihrer Kompatibilität mit den Zielsetzungen der Energievision 2050 («Netto Null») überprüft und aktualisiert.⁶⁷ In den folgenden Abschnitten sind die aktualisierten Potenziale aus den Bereichen «Effizienzsteigerung» und «Erneuerbare Energien» zusammengefasst und die tatsächliche Erreichung für das Berichtsjahr 2024 dargestellt. Weitere Informationen sowie die Herleitung der aktualisierten Potenziale finden sich im 4. Monitoringbericht (BuA Nr. 146/2024).

5.1 Effizienzsteigerung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist eine Notwendigkeit, um dem durch die Elektrifizierung des Verkehrs und des Wärmesektors (Wärmepumpen) zunehmenden Strombedarf entgegenzuwirken. Die aktualisierten Potenziale im Bereich Energieeffizienz und die dazugehörigen Massnahmen sind in der Tabelle 1 aufgeführt.

⁶⁷ Dabei wurden aktuelle Entwicklungen und Erkenntnisse aus Potenzialstudien in den Bereichen «Energieeffizienz» und «Erneuerbare Energien» berücksichtigt, was unter anderem zu der Erkenntnis führte, dass grosse theoretische Potenziale wie die Rheinwasserkraftnutzung oder die Nutzung von Tiefengeothermie keine im betrachteten Zeitrahmen erschliessbaren Potenziale darstellen.

Massnahmen	Theor. Potenzial GWh/a	Erschliessbares Potenzial bis 2050 GWh/a	Erschliessbares Potenzial 2021-2030 GWh/a	Erschliessbares Potenzial 2021-2024 GWh/a	Erschlossenes Potenzial GWh/a
Wärmedämmung	Massnahmen				
Reduktion Wärmebedarf	1.1, 1.2	300	72	21	3
Wärmepumpen	Massnahmen				
Substitution der fossilen durch erneuerbare Energien	1.4, 1.6, 1.5.2	122	115	72	23
Stromeffizienz	Massnahmen				
Effizienzmassnahmen in der Industrie, grossen Gebäuden, steigende Mindestvorschriften für Geräte/Motoren/Beleuchtung	1.7, 3.1, 3.2	107	87	44	5
Elektromobilität + Treibstoffeffizienz	Massnahmen				
Substitution aktueller Treibstoffverbrauch durch Elektroantrieb und Treibstoffeffizienz	2.7, 2.8	227	164	41	12
Verkehrsverlagerung	Massnahmen				
Verlagerung des Berufspendle- und MIV-Verkehrs auf öffentlichen Verkehr	2.2, 2.5	163	-	12	10
Total	919	439	189	55	

Tabelle 1: Aktualisierte Potenziale Effizienzsteigerung und erschlossenes Potenzial bis 2024⁶⁸

5.2 Erneuerbare Energien

Bei den Potenzialen der erneuerbaren Energien zeigen sich die verschiedenen Energiequellen gemäss der Tabelle 2. Die erschliessbaren Potenziale für die Periode 2021 bis 2030 stellen mit 122 GWh einen kleinen Teil der Potenziale bis 2050 dar, wobei die Wasserkraft und die Nutzung von Dampf für die Industrie ab KVA Buchs bereits ausgereizt sind. Zwischen 2023 und 2024 haben die PV-Anlagen sowie die Fernwärme ab KVA Buchs stark zugelegt.

⁶⁸ Unter «Theoretisches Potenzial» sind die im Jahr 2008 erhobenen, maximal möglichen Einsparpotenziale erfasst. Dies entspricht noch nicht der Zielsetzung, da nicht alle Potenziale technisch, ökologisch und ökonomisch sinnvoll umsetzbar sind. Unter «Erschliessbares Potenzial» sind die bis 2050 realistisch umsetzbaren Potenziale aufgeführt, welche weitgehend dem Szenario «Aktiv» der Energievision 2050 entsprechen. Unter «Stand Ende 2024» schliesslich sind die bis zum Jahr 2024 durch Energieeffizienz bereits erzielten Reduktionen aufgeführt. Diese Werte leiten sich aus der jährlichen Nachführung der Umsetzung gemäss Massnahmenliste in den Monitoringberichten ab.

	Theoreti- sches Potenzial	Erschliessbares Potenzial bis 2050	Erschlossenes Potenzial bis 2020	Erschliessbares Potenzial 2030	Erschlossene s Potenzial 2021-2024
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
PV-Anlagen	>571	571 ⁶⁹	26	42	36
Solarthermie	36	0	10	-7.7	-3
Windkraft	114	114	0	0	0
Wasserkraft	216	68	68	0	1
Fernwärme (Dampf)	120	120	120	0	0
Fernwärme (Wärme ⁷⁰)	120	80	8	40	14
Holz (inkl. Heizwerke)	104	96	46	35	6
Biogas	20	13	7	13	0
Tiefengeothermie	75	0	0	0	0
Total	1376	1062	284	122	55

Tabelle 2: Aktualisierte Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2050

Bei der Windkraft ist kein erschliessbares Potenzial bis 2030 berücksichtigt, weil die Unsicherheiten über die Dauer der nötigen Planungs- und Bewilligungsverfahren zum Bau solcher Anlagen eine Inbetriebnahme bis 2030 fraglich erscheinen lassen. Eine neue Potenzialstudie der LKW für bis zu elf Standorte im Land weist mit neuen Leichtwindanlagen ein inländisches Potenzial von mehr als 110 GWh/a aus.⁷¹ Dies ist deutlich mehr, als noch vor ein paar Jahren möglich erschien. Die Windenergie stellt eine attraktive Ergänzung zur Photovoltaik dar und könnte um das Jahr 2030 im besten Fall bereits eine wichtige Rolle im Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele sowie zur Diversifizierung des Strommix insbesondere im Winterhalbjahr einnehmen. Windkraft verhält sich sowohl bezüglich der saisonalen als auch der tageszeitlichen Verteilung des Ertrags stark komplementär zur Photovoltaik auf Dachflächen und kann somit als Erzeugerquelle neben

⁶⁹ Ob das so ermittelte Potenzial tatsächlich erschlossen werden kann und soll, ist massgebend von der Netzinfrastruktur, den Speichertechnologien sowie den damit verbundenen Kosten abhängig.

⁷⁰ Fernwärme max. 120 °C bei -12 °C und min. 80 °C, Nahwärme max. 80 °C bei -12 °C und min. 65 °C.

⁷¹ Quelle: «Windenergie Liechtenstein», Grundlagenanalyse. Liechtensteinische Kraftwerke, 19.2.2024 (internes Dokument).

Photovoltaik zu einer ausgeglicheneren Produktion und letztlich weniger Speicherbedarf beitragen. Die Windenergie ist ein zentrales Element der Energievision 2050 und ihre wichtige Rolle wurde in verschiedenen Modellrechnungen im Rahmen des 4. Monitoringberichts untersucht und dokumentiert (BuA Nr. 146/2024, Kapitel 6).

6. ELEMENTE EINER ANREIZ- UND SPEICHERSTRATEGIE

Mit dem raschen Ausbau der Photovoltaik in ganz Europa und speziell in Liechtenstein⁷² steigt bei guter Witterung tagsüber der Anteil des dezentral erzeugten Solarstroms stark an. Bereits heute übersteigt die Erzeugung an sonnigen Frühjahrs- und Sommertagen während den typischerweise schwachlastigen Mittagsstunden und insbesondere auch am Wochenende zeitweise den Strombedarf des Landes. Im Jahr 2024 kam es erstmals in sehr beschränktem Ausmass (0.3% des Stromab- satzes) zu Stromexporten⁷³ in die Schweiz (Abbildung 32).

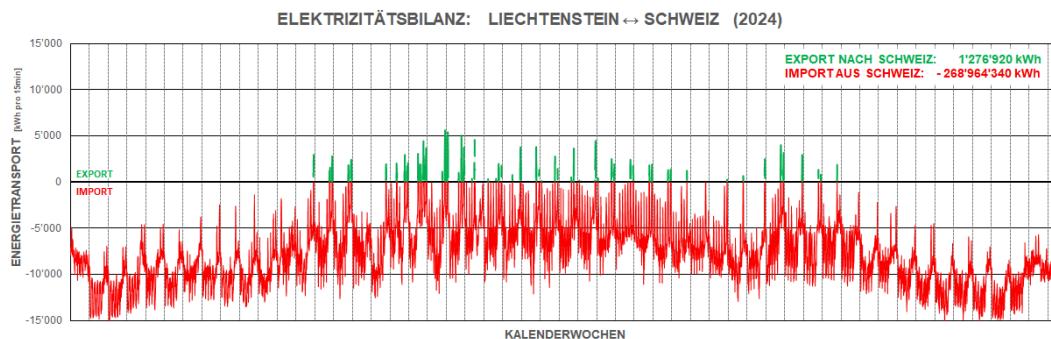


Abbildung 32: Elektrizitätsbilanz zwischen Liechtenstein und der Schweiz 2024. Quelle: LKW

Liechtenstein deckte 2024 rund 35% seines Strombedarfs aus eigener Produktion – 2020 waren es noch 26%. Durch den in den letzten Jahren stark beschleunigten Ausbau der Photovoltaik von mehr als +15 MWp pro Jahr könnte der Eigenversorgungsgrad bis 2050 auf über 50% steigen, wie Simulationen von Energieszenarien zeigen (siehe Kapitel 6 im 4. Monitoringbericht BuA Nr. 146/2024). Dabei entstehen zunehmend häufigere und grössere Stromüberschüsse. Das alleine wäre wohl noch kein grundsätzliches Problem, denn Liechtenstein ist in der Regelzone Schweiz und damit in den internationalen Stromhandel eingebunden. Die

⁷² Die installierte PV-Leistung pro Einwohnerin und Einwohner in der Schweiz liegt 2024 bei 908 Watt, in Liechtenstein bei 1'885 Watt.

⁷³ Die Exporte erscheinen nicht in der Energiestatistik, weil Importe und Exporte über Tagesfrist aggregiert werden.

Entwicklung lässt jedoch europaweit fast synchron einspeisende, stark steigende PV-Kapazitäten erwarten. Die Folge ist, dass die Erlöse aus PV-Einspeisungen sinken und zeitweise verstärkt auch mit Negativpreisen am Sportmarkt behaftet sind (Abbildung 33). Da die witterungsbedingten PV-Erträge zudem nicht einfach prognostizierbar sind, ergeben sich für die Produzenten und Stromversorger zunehmend höhere Kosten für die Prognoseabweichungen.

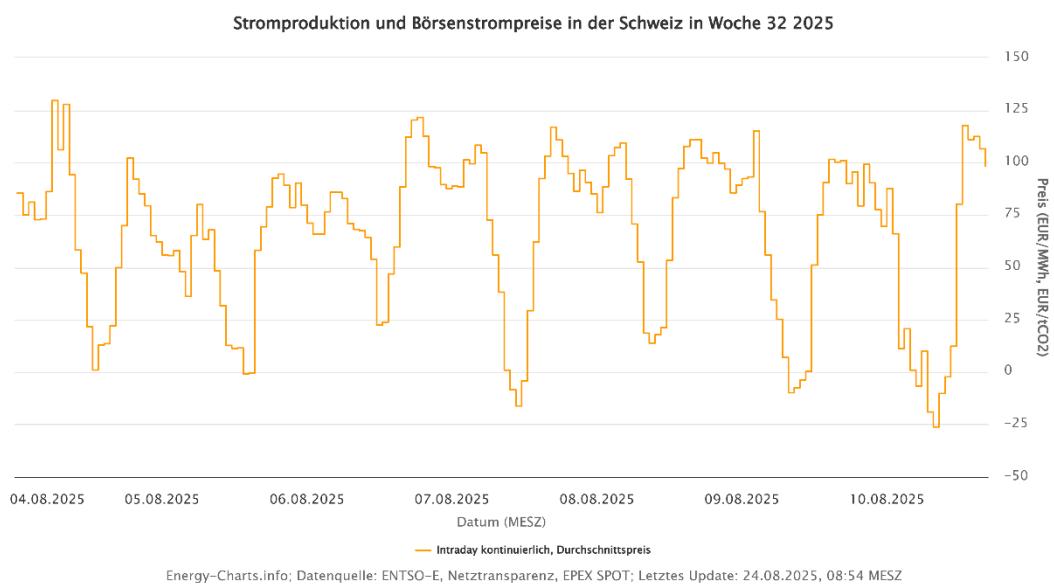


Abbildung 33: Preisverlauf an der Strombörse der Schweiz in einer Sommerwoche 2025. Quelle: <https://www.energy-charts.info/>

Die sich abzeichnende Herausforderung ist deshalb sehr gross. Erneuerbare Energien sollen forciert werden, aber nicht um jeden Preis. Die Transformation hin zu erneuerbaren Energien befindet sich zunehmend in einem politischen Spannungsfeld zwischen notwendigen Massnahmen zum Klimaschutz und zur Erhöhung der Eigenversorgung, gegenüber den Kosten, Vorschriften und der damit zusammenhängenden Akzeptanz in der Bevölkerung. Diese Überlegungen und daraus abgeleitete Lösungsansätze sind deshalb sehr wichtig, da diese nicht nur für Liechtenstein von Bedeutung sind, sondern ganz Europa betreffen.

Die folgenden Elemente einer Anreiz- und Speicherstrategie zeigen, wie auf der Basis von wirtschaftlichen Überlegungen und marktwirtschaftlichen Mechanismen,

die volkswirtschaftlich günstigsten Lösungen für zusätzlich nötige Flexibilität im Strommarkt nutzbar gemacht werden kann. Nachfolgend wird deshalb eine Einordnung aus gesamtstaatlicher Sicht aufgezeigt, welche die volkswirtschaftliche Kosten-/Nutzenoptimierung im Fokus hat. Dies im Unterschied zur Sichtweise von Akteuren des Strommarktes wie Netzbetreibern, Energiehändlern und den Konsumentinnen und Konsumenten bzw. der steigenden Anzahl an Prosumern.⁷⁴

Eine wichtige Stellschraube und ein Kernelement der Energievision 2050 liegt in der Diversifizierung der erneuerbaren Stromerzeugung. Im Fokus stehen vor allem der Ausbau der Windkraft, welche in den windreichen Wintermonaten und auch nachts eine wichtige Ergänzung zur Photovoltaik und der bereits stark ausgebauten Wasserkraft⁷⁵ bieten. Auch mit Photovoltaikanlagen über der Nebelgrenze kann die Winterproduktion tagsüber erhöht werden. Durch einen optimalen Mix aus Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik lässt sich nicht nur der Eigenversorgungsgrad weiter steigern, sondern auch der Bedarf für eine Verschiebung, Speicherung oder gar Abregelung von PV-Erträgen reduzieren und zeitlich verzögern, ersetzt diesen aber nicht vollständig.

Der Grad der anzustrebenden Eigenversorgung von Liechtenstein, das Ausmass des grenzüberschreitenden Stromhandels und die Risikoexposition an den Spotmärkten sind Randbedingungen, welche die zu wählende Strategie beim Ausbau der erneuerbaren Energie mitbeeinflussen. Fest steht, dass aktuell keine Szenarien mit vollständiger Stromautarkie für Liechtenstein realistisch sind. In einem gewissen Mass müssen und sollen die Strommärkte auch als notwendige Ausgleichsmöglichkeit genutzt werden. Schon allein der unterschiedlich aufgestellte, erneuerbare Erzeugungsmix aus Wasserkraft (inkl. Pumpspeicherung), Windkraft und

⁷⁴ Prosumer sind in diesem Kontext gleichzeitig Produzenten als auch Konsumenten von Energie.

⁷⁵ Unter der Annahme, dass ein allfälliges Rheinkraftwerk in absehbarer Frist nicht realistisch ist.

Photovoltaik verschiedener Länder ermöglicht im Netzverbund eine Optimierung durch den Stromhandel und generiert grossen volkswirtschaftlichen Mehrwert.

Die folgenden Abschnitte geben eine Übersicht über die Arten und Funktionsweisen von Verfahren zur Reduktion von künftigen Überschusssituationen. Diese können als Elemente einer «Anreiz- und Speicherstrategie» verstanden werden und sollen eine grobe Einordnung auf der zeitlichen und wirtschaftlichen Ebene erlauben. Die priorisierte Abfolge technischer und regulatorischer Massnahmen zielt darauf ab, den Speicherbedarf zwischen Tag und Nacht sowie künftig auch saisonal (zwischen Sommer und Winter) zu reduzieren (Abbildung 34). Nicht nutzbare Überschüsse sollen minimiert und die ökonomischen Komponenten des Gesamtsystems Strom berücksichtigt werden.

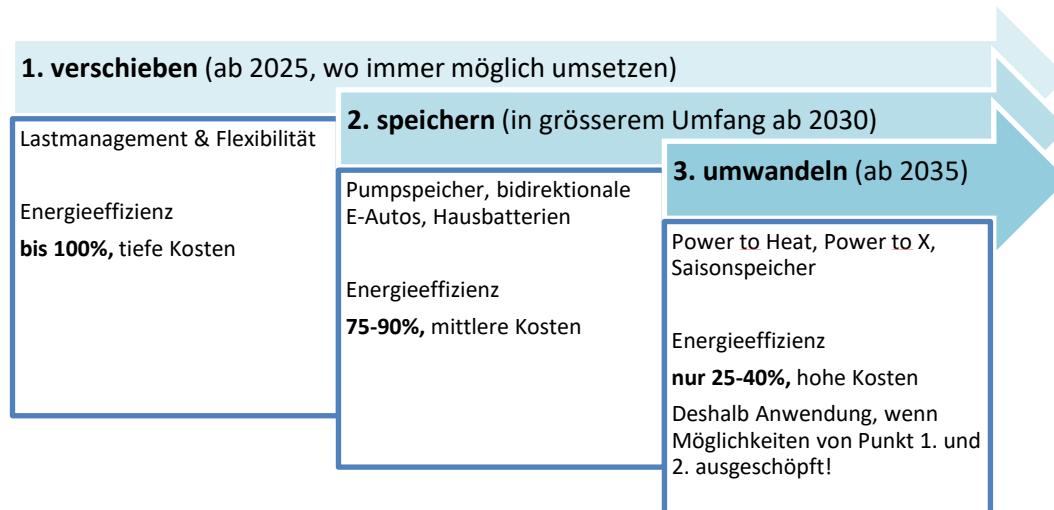


Abbildung 34: Einordnung der Hauptelemente einer Anreiz- und Speicherstrategie nach Dringlichkeit und voraussichtlichem ökonomischem Aufwand (aufsteigend v.l.r.)

Oft spricht man in diesem Zusammenhang auch von netzdienlichem Verhalten, meint damit aber letztlich nicht nur das Netz, sondern auch den Energiemarkt. Folglich müsste man im liberalisierten Strommarkt «netz- und energiedienlich» unterscheiden und aufeinander abstimmen. Dies um sicherzustellen, dass sich Anreize im Netz nicht negativ auf die gewünschte Entwicklung hin zu mehr

erneuerbarer Energie im Energiemarkt auswirken und umgekehrt. Die Handlungsmöglichkeiten lassen sich grundsätzlich weiter in Lastverschiebungen sowie verschiedene Speichersysteme mit unterschiedlichen Haupteigenschaften (Leistung und/oder Energie) einteilen.

Lastmanagement resp. Lastverschiebung: Ein zentraler Aspekt zur Reduktion von nicht nutzbaren Produktionsanteilen ist es, die Nachfrage besser an das Stromangebot anzupassen. Durch entsprechende Preissignale über variable Stromtarife können Stromverbräuche in einem gewissen Rahmen zeitlich hin zu hoher erneuerbarer Produktion verschoben werden - dies ohne, dass für die Verbraucher spürbare Nachteile entstehen. Die Lastverschiebung hat einen doppelten Nutzen. Erstens wird zum Zeitpunkt, an dem die Last durch hohe Preise nicht stattfindet, der Bedarf an oft nicht erneuerbaren Netzimporten reduziert. Zweitens wird zum Zeitpunkt, an dem die Last durch tiefe Preise vor- oder nachgeholt wird, die Notwendigkeit für Abregelungen, Export zu schlechten Konditionen oder die Speicherung von überschüssigem Strom vermindert. Die Lastverschiebung über dynamische Preisanreize generiert bei entsprechenden Rahmenbedingungen auch einen ökologischen Nutzen.

Daneben sind auch beim Verbraucher neue technische Infrastrukturen (sogenannte Energiemanagementsysteme) hilfreich, da diese eine Verarbeitung der dynamischen Preisanreize ermöglichen. In der Vergangenheit verbreitete Systeme wie Rundsteuerempfänger für grosse Stromverbraucher sind dazu nicht geeignet, weil sie dem Verbraucher keine vom Strompreis abhängige Flexibilität gewähren, sondern nur eine einseitig durch den Versorger gesteuerte Abregelung erlauben.

Verschiedene Stromversorger in der Schweiz, aber auch die LKW, bieten bereits dynamische Stromtarife an. Bei den LKW bzw. in der Schweizer Regelzone werden die marktorientierten Tarife am Vortag ermittelt und kommuniziert.

Das Ziel sind grössere Verbraucher wie z.B. Wärmepumpen, Kältemaschinen, die Ladung von thermischen oder elektrischen Speichern, oder zeitlich flexible industrielle Prozesse. Diese weisen die nötige Trägheit oder Flexibilität auf und können so automatisiert werden, dass sie in tariflich günstigen Zeitfenstern mit hoher erneuerbarer Erzeugung betrieben werden. Bei Grossverbrauchern kann das schon bei einzelnen Anlagen oder Prozessen wirtschaftlich interessant sein. Bei Kleinverbrauchern können diese durch Aggregatoren zu einem «Schwarm» gebündelt werden. Letzteres bietet sich für netzdienliches, bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen an. Bidirektional eingebundene Elektrofahrzeuge können sowohl Strom vom Netz beziehen als auch abgeben. Sie weisen in der Regel genügend Flexibilitäten auf, um den Speicher in individuell definierten Grenzen zu bewirtschaften.

Neben der Lastverschiebung durch Verbraucher auf Basis von Preissignalen gibt es auch die Möglichkeiten der Sperrung (Lastabwurf) von Verbrauchern oder der Abregelung von Produktion. Der Lastabwurf oder die Abregelung war bisher ein Instrument der Netzbetreiber zur Erhaltung der Netzstabilität. Dieses Verfahren ist über Smartmeter umsetzbar und wird vor allem bei industriellen oder gewerblichen Anlagen angewendet.

Diese Möglichkeiten können auch Teil eines Marktmechanismus sein. Dazu werden entsprechende Anreize für das Abwerfen von Verbrauch (Last) oder das Abregeln von Produktion gesetzt. Aus energiepolitischen Gründen sollte das Abregeln von erneuerbarer Produktion keine Priorität haben.

Hausbatterien und Elektromobilität: Stationäre oder in Elektrofahrzeugen verbaute Batterien ermöglichen bereits heute eine Verschiebung von Energiemengen, typischerweise vom Tag in den Abend/Nacht oder den folgenden Morgen. Die

Zahl der verbauten Hausbatterien wächst in Europa gegenwärtig stark.⁷⁶ Seit Kurzem sind auch die Netzbetreiber und Stromlieferanten in die Planung und Realisierung von Grossbatteriespeichern eingestiegen, dies meist mit dem Fokus der Netzstabilisierung resp. der Bewirtschaftung von Preisdifferenzen am Strommarkt.⁷⁷ Bei den Fahrzeugbatterien stehen die Technologien zu Einbindung der Speicherkapazität ins Hausnetz (Vehicle-to-Home V2H) und ins Netz (Vehicle-to-Grid V2G) technisch bereit. Zu entwickeln sind die über eine reine Eigenverbrauchsoptimierung von PV-Produzenten hinausgehenden und für einen netz- und energiedienlichen Betrieb nötigen Preisanreize, Abrechnungsmodelle sowie die Vereinfachung der regulatorischen Anforderungen. Künftig dürften tarifliche Anreize dazu beitragen, dass sich die Mehrkosten für bidirektionale Infrastruktur auch wirtschaftlich rechnen.

Die Vehicle-to-Grid-Technologie (V2G) ist auch ressourcetechnisch eine sinnvolle Lösung, weil damit die an sich schlecht ausgenutzte Traktionsbatterie der E-Autos einen Mehrwert generiert. Heutige Erkenntnisse deuten darauf hin, dass die Batterien aktueller E-Autos länger halten als die Autos selber und die zusätzliche Nutzung als V2G mit geringer Lade- und Entladeleistung keine relevanten Einbussen generiert.⁷⁸ Selbst wenn die Autos nicht alle immer an der Ladestation angeschlossen sind, liefert die grosse Masse an Batterien im Schwarm eine relevante Speicherleistung zur Verlagerung von erneuerbaren Erträgen in den Abend und in die Nacht.

⁷⁶ Quelle: <https://www.swissolar.ch/de/news/detail/speicher-im-aufschwung-swissolar-legt-ersten-batteriebericht-vor-72745>

⁷⁷ So wird am Netzknotenpunkt in Laufenburg in der Schweiz eine Redox-Flow-Batterie mit 1'200 MWh Speicherkapazität und 500 MW Leistung gebaut und die LKW untersuchen verschiedene Standorte zur Realisierung von grossen Batteriespeichern.

⁷⁸ Quelle: <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/bidirektionales-laden-schadet-der-batterie-kaum/>

Die bis 2050 für Liechtenstein grob geschätzte, bidirektional nutzbare E-Auto-Batteriekapazität bei 10'000 Fahrzeugen mit je 30 kWh netzdienlich bewirtschaftbarer Kapazität ist mit 300 MWh in der Größenordnung einiger Nachtverbräuche im Landesnetz. Gleches gilt für die Hausbatterien: Wenn 1 kWh Speicherkapazität pro kWp PV-Leistung zu jeder PV-Anlage installiert wird, liegt die nutzbare Speicherkapazität 2050 bei rund 220 - 440 MWh.⁷⁹ Damit lässt sich die weiter zunehmende PV-Produktion auf alle 24 Stunden des Tages verteilen und der Tag/Nacht-Ausgleich für viele Monate des Jahres realisieren.

Power to Heat: Power to Heat (Strom zu Wärme) bezeichnet die Möglichkeit, elektrischen Strom (über Wärmepumpen oder direktelektrisch) in Zeiten mit überschüssiger erneuerbarer Erzeugung in Nah- und Fernwärmenetzen zu nutzen und damit den Bedarf an fossilen oder erneuerbaren Brennstoffen wie Holz einzusparen und eine allfällige Abregelung der erneuerbaren Erzeugung zu vermeiden. Es kann differenziert werden zwischen Power to Heat für kurzzeitige, grosse Leistungen, sowie Power to Heat als Saisonspeicher.

Power to Heat als Systemdienstleistung wird zur Netzstabilisierung und für kurze Zeiträume genutzt. Es geht hier nicht um grosse Energiemengen, sondern primär um grosse Leistungen, die kurzfristig zur Einhaltung von Prognosefahrplänen abgerufen werden können. Die Wärme wird in thermische Netze eingespiesen und kann dann als Wärme entnommen werden (keine Stromspeicherfunktion). Sie trägt primär zur Reduzierung von Netzausbauten, zur Vermeidung von Abregelung und zur Netzstabilisierung (Systemdienstleistungen SDL) bei. Eine Nutzung im Fernwärmennetz mit KVA-Abwärme ist energetisch weniger sinnvoll, weil dann ein an sich schon primärenergiefreier Energieträger verdrängt wird. Prädestiniert für diese Anwendung wären deshalb die Heizwerke Balzers und Malbun sowie die

⁷⁹ Zum Vergleich: Heute sind in Liechtenstein rund 3.5 MWh Hausbatterien installiert.

Nahwärmenetze der Liechtenstein Wärme, welche nicht von der KVA-Abwärme profitieren können.

Power to Heat als Saisonspeicher kann bei günstigen Strompreisen in Nah- und Fernwärmenetzen eingesetzt werden, um so fossile oder erneuerbare Brennstoffe wie Holz zu ersetzen. Bei holzbefeuerten Netzen trägt Power to Heat zu einer Einsparung von wertvoller, gut lagerbarer Biomasse bei und verschiebt deren Nutzung in die Winterzeit mit wenig PV-Ertrag. Diese Art von Power to Heat findet ganzjährig statt, vor allem bei Überschusssituationen. Hierzu sollten Wärmepumpen mit höherem Wirkungsgrad anstelle einer direktelektrischen Verwertung eingesetzt werden. Damit die Wärmeverluste im Rahmen bleiben, müssen solche Saisonspeicher grosse thermische Volumen umfassen. In Dänemark gibt es zahlreiche positive Beispiele im Zusammenhang mit Fernwärme dazu.

Pumpspeicher: Das Pumpspeicherwerk Samina kann ebenfalls zum Ausgleich von Lastspitzen und zur Bewirtschaftung von Preisdifferenzen am Markt genutzt werden. Das Werk kann entweder pumpen (max. 10.8 MW) oder Turbinieren (max. 15 MW). Für den Pumpbetrieb müssen mehrere Bedingungen erfüllt sein:

1. Tiefe Landeslast sowie im Verhältnis hohe Eigenproduktion im Land (v.a. PV) oder sehr tiefe Spotmarkt-Strompreise
2. (Teilweise) geleertes Bergreservoir sowie (teilweise) gefülltes Talreservoir
3. Weniger natürlicher Zufluss als die max. 15 MW Turbinenleistung. Bei mehr natürlichem Zufluss befindet sich das Bergreservoir im Überlauf (trotz voller Turbinenleistung) und kann nicht weiter gefüllt werden resp. die Turbinen sollen nicht abgestellt werden, weil sonst die 15 MW verloren gehen.

4. Absehbare Tarifschwankungen am Spotmarkt. Pumpen lohnt sich wirtschaftlich nur, wenn eine relevante Differenz im Strompreis des Pumpens und dem Erlös aus dem Turbinieren besteht, unter Berücksichtigung der Verluste.

Mit dem Pumpspeicherwerk Samina ist eine Speicheroption bereits heute vorhanden. Im Oberbecken können 300 MWh Energie gespeichert werden, aber durch das kleinere Becken im Tal ist ein einzelner Zyklus⁸⁰ auf rund 90 MWh limitiert. Auch diese Lösung ersetzt damit keinen Saisonspeicher und ist bei voller Turbinenleistung von 15 MW bereits nach rund einem Tag komplett geleert. Somit bedient das Pumpspeicherwerk grundsätzlich ähnliche Speicherzyklen wie künftige Husbatterien und bidirektionale E-Auto-Batterien im netzdienlichen Betrieb.

Im Jahr 2024 konnte das Werk aufgrund des rekordhohen Wasserkraftertrags (natürlicher Zufluss ins Bergreservoir) und der Marktpreissituation kaum genutzt werden. Dank rasch zunehmender PV-Produktion im Land dürften aber in den hydrologisch schwächeren Monaten im Winter, Frühling und Herbst die Überschusssituationen im Landesnetz erstmals in begrenzten Umfang auftreten. In den genannten Jahreszeiten mit weniger natürlichem Zufluss am Berg kann das Bergreservoir künftig vermehrt vorgängig für den Pumpbetrieb bei hoher Landeslast geleert werden. Längerfristig könnten gegebenenfalls auch vertragliche Vereinbarungen mit Speicherwasserkraftwerken in der Schweiz geprüft werden.

Saisonspeicher: In modellierten Szenarien mit ambitionierter Ausweitung der erneuerbaren Kapazitäten und gleichzeitiger Einbindung von Batteriespeichern für den Tag-/Nacht-Ausgleich (bidirektionale E-Autos und/oder Hausspeicher) sowie Einsatz des Pumpspeichers zeigt sich, dass die sommerlichen Überschüsse

⁸⁰ Ein Zyklus besteht aus Hochpumpen aus dem Talbecken ins Becken am Berg und nachfolgendem Turbinieren, wodurch das Talbecken wieder gefüllt wird.

zwischen 2030 und 2040 ein Ausmass erreichen, das Überlegungen zu Saisonspeichern erforderlich macht (siehe Kapitel 6 im 4. Monitoringbericht, BuA Nr. 146/2024). In diesem Szenario treten bis zum Jahr 2050 rund 37% der potenziell erzeugbaren erneuerbaren Energie als Überschüsse auf. Besonders ausgeprägt sind diese Überschüsse in den Sommermonaten, während in den Wintermonaten trotz erhöhtem Windkraftanteil weiterhin erhebliche Stromimporte nötig sein werden.

Die Dimensionen bei Saisonspeicherung und auch die Umwandlungsverluste sind viel grösser als bei den zuvor beschriebenen Speichern: Der Winterstrom-Importbedarf (und die sommerlichen Überschüsse) liegt im PV-Zubauszenario mit +15 MWp/Jahr und 31 MWp Windkraft bei rund 125'000 MWh. Falls eine deutlich über 50% hinaus gehende Eigenversorgung über das Jahr hinweg angestrebt wird, kann deshalb ab ca. 2035 ein Saisonspeicher sinnvoll sein. Hierbei handelt es sich nach aktuellem Stand der Technik um chemische Speicherlösungen, bei denen überschüssiger Sommerstrom in eine lagerbare Form gebracht wird. Das können synthetische Gase oder Wasserstoff sein, aber auch andere chemische Substanzen. In diesem Bereich findet aktuell rege Forschung und Entwicklung statt, sodass noch unklar ist, welche Form insbesondere genügend gut skalierbar und günstig ist, um die für eine Saisonspeicherung nötigen, grossen Energiemengen zu verarbeiten.

Die grösste Herausforderung eines Saisonspeichers besteht immer in den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Selbst wenn zur Ladung des Saisonspeichers (fast) kostenlose, sommerliche Überschussenergie genutzt wird, führen die Verluste in den Umwandlungsschritten zu einem tiefen Strom-zu-Strom-Wirkungsgrad (ca. 25% - 40%). Durch die geringe Zyklenzahl pro Jahr lässt sich die aufwändige Infrastruktur des Saisonspeichers nur sehr schwer amortisieren. Weiter stellt sich die Standortfrage (In- oder Ausland) und die Frage nach Partnerschaften bzw.

Investoren (Einkauf bei grösseren Projekten mit allenfalls guten geologischen Voraussetzungen für die Speicherung), welche die wirtschaftlichen Risiken tragen.

Die technischen Möglichkeiten sowie eine Einordnung des jeweiligen Potenzials sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Tabelle 4 gibt einen Überblick über eine mögliche Priorisierung der verschiedenen Ansätze.

	Zeit-hori-zont	Funktionsweise	Beispiele	Nutzen & Potenzial	Voraussetzun-gen	Beitrag im Jah-resverlauf	Wirkungs-grad ⁸¹	Kosten / Komplexität
Lastverschie-bung	Stun-den	Verbrauch zeit-lich an Angebot anpassen	Wärmepumpe nutzt PV-Strom tags-über, E-Auto lädt am Mit-tag	Reduzierung von Ab-regelung & Netzausbauten, Netzstabilisierung, Nutzung Er-neuerbare Je nach Preis- und Automatisierungs-grad sehr hohes Po-tenzial von geschätz-ten 0.2 GWh pro Tag	Steuerbare Verbraucher, Smart-Meter, tarifliche An-reize, Auto-matisierung	Vor allem Sommer (PV-Über-schüsse)	Sehr hohe Ef-fizienz (>95% oder oft gar keine Ver-luste)	Tief / Standards sind zu etablieren
Lastabwurf	Minu-ten bis Stun-den	Nicht zwingend benötigte Ver-bräuucher bei Netzengpässen abschalten	Abschaltung grosser Kühl- oder Lüftungs-anlagen, Druckluftsys-teme	Reduzierung von Netzausbauten, Netzstabilisierung	Vertragliche Regelungen mit Grossver-bräuchern, Steuer- und Regeltechnik	Ganzjährig, vor allem in Eng-passsitua-tionen	Sehr hohe Ef-fizienz (>95% oder oft gar keine Ver-luste)	Tief / Tief
Power-to-Heat 1 (Kurzzeit-speicher) in Fernwärmes- netzen als Er-satz für fossile oder erneuer-bare Brenn-stoffe wie Holz	Minu-ten bis Stun-den	Einsatz zur Nachfrageerhö-hung bei Prog-nosefehlern oder Verbrauch von sehr günsti-gem Strom bei Überschusssitu-ationen	Heizeinsatz mit mehreren MW in Fern-wärmesyst-men mit oder ohne Speicher	Reduzierung von Netzausbauten, Netzstabilisierung (Systemdienstleitun-gen SDL) Reduktion fossiler Wärmepro-dukton Verwertung von	Vertragliche Regelungen SDL bzw. Strommarkt-geführ	Ganzjährig, vor allem in Über-schussituatio-nen	Sehr hohe Ef-fizienz (direkt-elektrisch ca. 95%, Wärme-pumpen ca. 250%)	Tief / Mittel, Ein-bindung in geeig-nete Fernwär-meinfrastruktur nötig

⁸¹ Typische Strom-Strom-Wirkungsgrade ohne Berücksichtigung allfälliger Abwärmenutzung.

	Zeit-hori-zont	Funktionsweise	Beispiele	Nutzen & Potenzial	Voraussetzun-gen	Beitrag im Jah-resverlauf	Wirkungs-grad ⁸¹	Kosten / Komplexität
				Überschüssen an-stelle PV-Abregelung				
Batterien (Haus / V2G)	Stun-den bis 1 Tag	Überschuss speichern, rück-speisen	E-Auto liefert abends, nachts, mor-gens, Strom ans Netz	Kurzzeitspeicherung, Netzstabilisierung, Nutzung Erneuer-bare (je 0.3–0.4 GWh pro Zyklus), skalierbar	Bidirektionale Ladetechnik & Fahrzeuge, Vergütungs-modelle & Re-gulatorien ge-klärt	Ganzjährig, Tag/Nacht-Ausgleich, Spitzenlastabde-ckung	Hohe Effizi-enz (80%-90%)	Mittel / Mittel, Standards sind zu etablieren
Abregelung von Produktionsanlagen	Minu-ten bis Stun-den	Nicht zwingend benötigte Pro-duktion bei Prognoseabwei-chungen ab-schalten und Negativpreisen	Abregelung von erneuer-baren Produktionsanlagen bei Negativ-preisen	Reduzierung von Ne-gativpreisen oder Ausgleichsenergie	Vertragliche Regelungen mit Betreibern	Ganzjährig, vor allem in Über-schussituatio-nen	Ertragsver-lust, daher nur wenn nicht ver-wertbar	Tief / Tief
Pumpspeicher	Stun-den bis wenige Tage	Wasser hoch-pumpen, bei Bedarf turbinie-ren	PV-Über-schüsse zwi-schenspei-chern	Kurzzeitspeicherung, Netzstabilisierung, Nutzung Erneuer-bare (0.09 GWh/Zyk-lus) Limitierte Standorte	Höhenunter-schied, Was-serspeicher, Netzanschluss	Ganzjährig, Tag-/Nach-Ausgleich, Spitzenlastabde-ckung	Mittlere Effi-zienz (65%–75%)	Hoch / Hoch, fehlende weitere Standorte
Power-to-Heat 2 (Saisonspei-cher) in Fernwärmes- netze als Ersatz für fossile oder	Meh-rere Mo-nate	Zur Nachfrage-erhöhung bei Prognosefeh-lern oder Verbrauch	Heizeinsatz mit mehreren MW in Fern-wärmesyste-men mit oder ohne Speicher	Reduzierung von Netzausbauten, Netzstabilisierung (Systemdienstleitun-gen SDL)	Vertragliche Regelungen SDL bzw. Strommarkt-geführ	Ganzjährig, vor allem in Über-schussituatio-nen	Mittlere bis sehr hohe Ef-fizienz (direkt-elektrisch ca. 70%,	Hoch / Hoch, da grosse Volumen mit viel Fernwärmearbeitsatz not-wendig damit die Wärmeverluste in

	Zeit-hori-zont	Funktionsweise	Beispiele	Nutzen & Potenzial	Voraussetzun-gen	Beitrag im Jah-resverlauf	Wirkungs-grad ⁸¹	Kosten / Komplexität
erneuerbare Brennstoffe wie Holz		von sehr günsti-gem Strom bei Überschusssitu-ationen		Verwertung von Überschüssen an-stelle einer PV-Abre-gelung			Wärmepum-pen ca. 200-300%)	akzeptablen Be-reichen bleiben
Saison speicher (Power-to-X)	Meh-rere Mo-nate	Strom in che-misch speicher-bare Form brin-gen, lagern, rückverstromen	Sommer-PV für Winter-strom spei-chern	Versorgungssicher-heit und Autarkie-grad erhöhen, Nut-zung Erneuerbare steigern, Abregelung vermeiden (bis 120 GWh/a)	Elektrolysean-lagen, Gas-speicher, Rückverstro-mung, geeig-nete Infra-struktur	Vor allem Win-ter	Geringe Effizi-enz (Strom zu Strom) (25%–40%)	Hoch / Hoch, grosse Einheiten anstreben

Tabelle 3: Einsatzbereiche und Potenziale der verschiedenen Anreiz- und Speicheroptionen

Anwendung / Kategorie	Wirtschaftliche Einordnung für FL	Wer handelt?	EWR-Regelung / Umsetzung
Verlagerung des Verbrauchs über Tarifstruktur	Sehr kosteneffizient: Geringe Investitionskosten, Nutzung bestehender Lasten, Reduktion von Netzspritzen, Dämpfend auf die Kosten für Ausgleichsenergie, Ertrag direkt über moderate Energiepreise / Netznutzungsentgelte	Energieversorger als Netzbetreiber und Energieanbieter	4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden. Umsetzung über Netznutzungstarife und dynamische Energiepreiseanreiz
Verlagerung des Verbrauchs über Energiemarkt	Kosteneffizienz hoch bis mittel: Geringe Investitionskosten, variable Einnahmen durch Marktpreise, Einnahmen/Ausgaben volatil; kurzfristig attraktiv, abhängig von Strompreisen	Energieversorger, Endkunden können Handeln, wenn positive Preissignale angeboten werden	4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden
Nutzung bestehender Speicher (Pumpspeicher)	Mittel: Vorhandene Infrastruktur, geringe zusätzliche Investitionen, Beitrag zur Netzstabilität; Nutzen hängt stark von Marktpreisen für Regelenergie ab	Kraftwerksbetreiber	4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden
Speicher auf Netzebene 1 oder 3	Mittel bis hoch: CAPEX moderat bis hoch, Betriebskosten relativ gering, Erträge aus Netzstabilisierung und Arbitrage; amortisiert über mehrere Jahre	Netzbetreiber auf Ebene Systemdienstleistung / Netzstabilität Im Energiemarkt auch auf Ebene Prognoseabweichung. Betreiber von Energiespeichern	Vorgaben Swissgrid / 4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden

Anwendung / Kategorie	Wirtschaftliche Einordnung für FL	Wer handelt?	EWR-Regelung / Umsetzung
Abregelung von Produktion	Hoch: Sehr geringe Kosten, wenig bis keine zusätzlichen Investitionen, sofortige Flexibilität; Einnahmen über vermiedene Netzkosten	Netzbetreiber auf Ebene Systemdienstleistung/ Netzstabilität Im Energiemarkt auch auf Ebene Prognoseabweichung	Swissgrid / 4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden.
Lastabwurf bei Verbrauchern	Sehr kostengünstig: Minimale Investitionen, Nutzen durch Vermeidung von Netzüberlastungen; kurzfristig sehr effizient	Netzbetreiber auf Ebene Systemdienstleistung/ Netzstabilität. Im Energiemarkt auch auf Ebene Prognoseabweichung	Swissgrid / 4. EU-Energiebinnenmarktpaket / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden.
Bidirektionales Laden von E-Autos (V2G)	Mittel bis hoch: Investitionsbedarf bei Infrastruktur und Kommunikation, Betriebskosten niedrig, Nutzen aus Eigenverbrauch, Netzdienstleistungen und Marktpreisen; Amortisation mittelfristig möglich ⁸²	Autobesitzer mit Partnern Anbieter, Flottenbetreiber, Aggregatoren. Im Energiemarkt auch auf Ebene Prognoseabweichung	Swissgrid / 4. EU-Energiebinnenmarktpaket / EWR-konform, abhängig von Marktintegration / Rahmenbedingungen sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden
Heimspeicher	Mittel: Hohe Anschaffungskosten, geringer laufender Aufwand, Nutzen über Eigenverbrauchsoptimierung; Amortisation über 5–10 Jahre, abhängig von Strompreisen und Einspeisevergütung.	Hausbesitzer mit Partnern und Aggregatoren Im Energiemarkt auch auf Ebene Prognoseabweichung	Swissgrid / 4. EU-Energiebinnenmarktpaket / EWR-konform, abhängig von Marktintegration / Rahmenbedingungen

⁸² Gegenwärtig (Sommer 2025) ist bidirektionales Laden noch nicht zulässig, weil die Herkunftsachweise (HKN) bei Energie aus einer Batterie nicht bestimmbar sind.

Anwendung / Kategorie	Wirtschaftliche Einordnung für FL	Wer handelt?	EWR-Regelung / Umsetzung
	Netzdienliches Verhalten nur bei tariflichen Anreizen und ohne Netzgebühr realistisch		sollen im Elektrizitätsmarktgesetz (EMG) umgesetzt werden
Power-to-Heat	Mittel bis hoch: Moderate Investitionskosten, Betriebskosten durch günstige Überschussenergie, Nutzen durch Reduktion von Strombedarf oder fossiler Wärme; Amortisation über wenige Jahre möglich.	Fernwärmenetze ohne Möglichkeit von Abwärmenutzung wie Heizwerk Balzers oder Malbun zusammen mit Netzbetreiber oder Energieanbieter	4. EU-Energiebinnenmarktpaket. Es müssen Grundsätze der effizienten Energienutzung eingehalten werden. Nur wenn nicht effizienter verwertbar, z.B. vor Abregelung einer PV-Anlage
Power-to-X (Saisonspeicherung)	Hoch: Sehr hoher CAPEX, Betriebskosten moderat bis hoch, Nutzen durch saisonale Lastverschiebung und Marktchancen; Amortisation nur langfristig wirtschaftlich. Bei grossen Überschüssen und tiefen Preisen über lange Zeiträume sinnvoll	Private Investoren oder Versorgungsunternehmen	EWR-konform, komplexe Umsetzung. Die EU-Vorgaben der kostengerechten Netzpreisgestaltung sind einzuhalten

Tabelle 4: Priorisierung der Speicher- und Flexibilitätsoptionen

7. AKTUALISIERTE MASSNAHMENLISTE (BEILAGE)

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

8. SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Dies ist der fünfte Monitoringbericht der Energiestrategie 2030 auf der Basis der Zahlen von 2024 (Treibhausgase 2023). Die zugrunde liegenden Zahlen stellen somit das vierte Jahr der zehnjährigen Periode von 2021 bis 2030 dar.

Die Bilanz der drei Hauptziele zeigt eine gute Zielerreichung bei der Reduktion des Energiebedarfs bzw. der Energieeffizienz sowie bei der Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien. Beim Treibhausgas-Ziel wird hingegen aufgrund der unerklärten Zunahme des Benzinverbrauchs im Jahr 2023 der Pfad des -55%-Ziels nicht erreicht. Weiterhin positiv zu vermerken sind im Berichtsjahr 2024 der abnehmende Endenergiebedarf, die Reduktion der fossilen Energieträger sowie der Ausbau der Nah- und Fernwärme und der Photovoltaik.

Um die festgelegten Ziele zu erreichen, müssen die bereits vorgesehenen Massnahmen weiter konsequent umgesetzt und die Förderanreize beibehalten werden. Die Regierung wird unter anderem einen Schwerpunkt auf die rasche Umsetzung des sog. EU-Clean Energy Package legen. Dieses Paket enthält viele der auch zur Umsetzung der Energiestrategie 2030 notwendigen Vorgaben und ist aufgrund der EWR-Mitgliedschaft ohnehin umzusetzen.

Zur notwendigen Umsetzung der EU-Gebäudefrichtlinie 2010/31 sind die Volksentscheide über die Energievorlagen zu berücksichtigen. Die Regierung wird bei der Erarbeitung einer neuen Gesetzesvorlage an bestimmten Elementen festhalten. Namentlich wird es darum gehen, das Regelungsgefälle zur Schweiz abzubauen,

da dies insbesondere auch für das heimische Gewerbe von Vorteil ist. Insbesondere betrifft dies die Ausbildung von Fachleuten, welche ihre Berufsausbildung sehr oft in der Schweiz absolvieren. In der Schweiz ausgebildete Fachleute im Bauwesen sollen die dort vermittelten gesetzlichen Grundlagen und Grundlagen auf Basis von SIA-Normen möglichst auch in Liechtenstein anwenden können. Das ist jedoch nur möglich, wenn künftig weitgehend harmonisierte gesetzliche Grundlagen auf der Basis der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEN) zur Anwendung gelangen.

Bezüglich Energiespeicherung enthält der vorliegende Monitoringbericht in Kapitel 6 Elemente zur Umsetzung einer Anreiz- und Speicherstrategie. Ziel der weiteren Arbeiten ist es, die Rahmenbedingungen für das Verschieben, Speichern und Umwandeln von Energie zu schaffen. Mit der Umsetzung der in Kapitel 6 genannten Grundsätze können die volkswirtschaftlichen Kosten für den Umbau des Energiesystems optimiert werden. Es ist darauf zu achten, dass die gesamten volkswirtschaftlichen Kosten als Maßstab gelten und nicht die Optimierung auf Ebene des Eigenverbrauchs von PV-Strom. Vor allem private Eigentümer verfügen über die notwendigen Flächen zur Installation von PV-Anlagen. Deshalb ist es zentral, die aktuell sehr attraktiven Förderbedingungen zu erhalten und gleichzeitig die bereits geltenden Rahmenbedingungen für marktkonforme Einspeisung zu vervollständigen. Dazu zählt auch PV-Strom von den Mittagsstunden über bidirektionale E-Fahrzeuge oder Hausbatterien in die Abendstunden zu verschieben.

Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit mit Strom im Winter sollen die Vorhaben im Bereich Wind weitergeführt und konkretisiert werden. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit mit Wärme werden die Arbeiten im Bereich Fernwärme/Abwärme KVA mit hoher Priorität weiterverfolgt – dies reduziert gleichzeitig auch den Winterstrombedarf.

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. Brigitte Haas

Aktualisierte Massnahmenliste zum 5. Monitoringbericht zur Energiestrategie 2030

(Berichtsjahr 2024)

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	CO ₂ (Inland) und CO ₂ (*Global)	Theor. Potenzial (kt CO ₂ /a)	Ziel 2030 (kt CO ₂ /a)
1 Massnahmen Gebäude									
Vorschriften									
1.6 Vorschriften Neubauten	13.5	13.5					4.4	4.1	
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen	5.8						(*)	1.5	1.5
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienz-massnahmen in der Industrie und im Gewerbe	8.0	1.0	1.2				1.1	0.1	0.2
Förderungen									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	250.0	20.0	2.8				54.8	4.4	0.6
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	50.0	1.0	0.4				11.0	0.2	0.1
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz (Raumbeheizung und BWW durch energie-effiziente Haustechnik, Art. 3.1.c EEG)				41.0	25.0	6.0	9.0	5.5	1.3
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und BWW durch energie-effiziente Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	115.0	55.6	21.6				37.9	18.3	7.1
1.5.2 Wärmepumpenboiler (BWW durch WP-Boiler, Art. 3.1.d EEG)		3.0	1.3				(*)	13.0	6.3
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	17.0	10.0	3.1				(*)	7.3	4.3
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									
Teilsumme Massnahmenbündel 1	459.3	104.1	30.4	41.0	25.0	6.0	118.1	33.6	9.6
							(*)	101.5	4.6
								13.5	

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (kt CO2/a)	Ziel 2030 (kt CO2/a)	Stand 2024 (GWh/a)
2 Massnahmen Mobilität/Verkehr									
Vorschriften									
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO ₂ -Emissionen		5.0	4.6					1.3	1.2
2.9 Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen									
Reduktion und Verlagerung des Verkehrs									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	112.0	10.0	9.9				29.8	3.3	2.6
2.3 S-Bahn									
2.4 Langsam- resp. Aktivverkehr						0.3			0.1
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	51.0	1.8	0.3				13.6	0.5	0.1
Technologie									
2.8 Elektrofahrzeuge	227.0	35.8	7.5				81.9	13.0	2.7
Bewusstseinsbildung									
2.12 Sharing Economy in der Mobilität									
Teilsumme Massnahmenbündel 2	390.0	52.6	22.3				125.3	18.1	6.8
							(*)	72.4	4.4
									0.9

	Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			Treibhausgasemissionen		
	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (GWh/a)	Ziel 2030 (GWh/a)	Stand 2024 (GWh/a)	Theor. Potenzial (kt CO ₂ /a)	Ziel 2030 (kt CO ₂ /a)	Stand 2024 (GWh/a)
3 Massnahmen Energieerzeugung und Beschaffung									
Vorschriften									
3.1 Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung	64.0	32.2					5.4	2.7	
6.3 Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein							(*)	22.7	8.5
Erzeugung									
4.1 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung el. Energie aus ern. Energien oder KWK, Art 3.1.e EEG) (bezogen auf kWh _{el})				571.0	41.5	37.8	(*)	246.7	17.9
4.2 Stromgewinnung aus KWK-Anlagen	12.5	0.5	0.1				(*)	2.9	0.1
4.3 Wasserkraftwerke				215.9		0.8	(*)	93.3	
4.5 Windkraftwerke				114.0			(*)	49.2	
4.6 Biogasnutzung und erneuerbares Gas (Power-to-Gas)				20.0	13.0		(*)	4.4	2.8
4.7 Tiefengeothermie Strom und Wärme				75.0			(*)	17.5	
3.3 Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze bei sinnvoller Konstellation		1.5		240.0	40.0	13.5	(*)	53.9	8.8
4.4 Holzheizwerke				63.0	10.0		(*)	13.8	2.2
1.5.1 Solarkollektoren (Erwärmung von BWW durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)				36.0	-7.7	-3.2	(*)	7.9	-1.7
Beschaffung									
4.8 Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie									
3.6 Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung -und Abwasserreinigung			0.5				(*)		0.2
Bewusstseinsbildung									
5.7 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand									
6.4 Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes									
5.1 Energiestädte									
6.1 Energiestatistik									
Teilsumme Massnahmenbündel 3	76.5	32.7	2.1	1334.9	96.8	48.9	(*)	98.2	14.7
								512.3	26.6
Gesamtsumme	925.8	189.3	54.8	1375.9	121.8	54.9	(*)	341.5	66.4
								686.2	44.5
									22.4

(*) CO₂ (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. 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	1.18	0.35	0.55	0.75						2.8
		Ziel	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.0
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv	258	77	120	164						620
		Ziel	438	438	438	438	438	438	438	438	438	4'380
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial	250 GWh/a		GWh/a	54'750 tCO2/a
Potenzial 2021-2030	20 GWh/a		GWh/a	4'380 tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.950 Mio	Mio	Rp/kWh	105 CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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 lässt. 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

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

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

** 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.

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

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

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

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

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

Kosten: Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich im Jahr 2020 für 4'632 m² auf rund 0.159 Mio. CHF

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ² EBF	Effektiv	+7'977	+6'782	+3'636	+21'455							+39'850
		Ziel	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+10'000	+100'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	0.08	0.07	0.04	0.21							0.4
		Ziel	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	1.0
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	17	15	8	47							87
		Ziel	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	219
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potenzial		50 GWh/a	GWh/a	10'950 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030		1 GWh/a	GWh/a	219 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020	0.159 Mio	8.7 Rp/kWh	Rp/kWh	396 CHF/tCO ₂

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007)

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 m² 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. m² (2010) *

Theoretisches Potenzial: 5 Mio. m² x 10 kWh pro m²:

50 GWh/a

10'950 tCO₂/a

Kostenberechnung

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

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

** Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/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.

Ziel: Den Anteil der Holzheizungen im Rahmen des nachhaltigen Potenzials zu erhöhen und das noch nutzbare Holzpotenzial (inkl. Importe) in grossen Anlagen ausgeschöpft werden.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Potenzial: Das noch zusätzlich nachhaltig nutzbare Holzpotenzial (Zahlen 2019 ES2030 S40) beträgt rund 41 GWh/a. Die Nutzung kann durch Import von Holzpellets erhöht werden. Siehe auch Massnahme 4.4 Holzheizwerke.

Umsetzung: Fortführung und Optimierung der Fördermassnahmen unter dem EEG. Ab 2024 Einführung der MuKEN 2014, weshalb Neubauten nicht mehr gefördert würden.

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 2023 für 6'622 m² auf rund 0.410 Mio. CHF.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ² EBF	Effektiv	+10'753	+21'206	+6'622	+21'545							+60'126
		Ziel	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+25'000	+250'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv	1.08	2.12	0.66	2.15							6.0
		Ziel	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	25.0
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	235	464	145	472							1'317
		Ziel	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	5'475
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	41 GWh/a	8'979 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	25 GWh/a	5'475 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2023	Mio	Rp/kWh	0.41 Mio	141 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Ziel: Einsatz von Wärmepumpenheizungen bei Neubauten und bei Sanierungen.

Potenzial: Durch den Einsatz von Wärmepumpen lassen sich rund 173 GWh/a fossile Energieträger substituieren, wovon 115 GWh (2/3) der Effizienzverbesserung zugewiesen wird.

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 2024 Einführung der MuKEs 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 2023 für 104'075 m² auf rund 2.274 Mio. CHF

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ² EBF	Effektiv	+58'844	+81'732	+104'075	+79'259							+323'910
	Ziel		+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+83'333	+833'333
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
	Ziel												-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	3.92	5.45	6.94	5.28							21.6
	Ziel		5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	55.6
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
	Ziel												-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
	Ziel												-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	1'289	1'790	2'279	1'736							7'094
	Ziel		1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	1'825	18'250
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	441	613	781	594							2'429
	Ziel		625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	6'250

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		115 GWh/a		
Potenzial 2021-2030		56 GWh/a	GWh/a	37'887 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2023	2.274 Mio	1.6 Rp/kWh	- Rp/kWh	18'250 tCO ₂ /a 35 CHF/tCO ₂
		Mio		12'975 tCO ₂ /a 6'250 tCO ₂ /a 101 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 eine 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

Abschätzung des Heizenergieverbrauchs: 5 Mio. m² Energiebezugsfläche mit einem spezifischen Verbrauch (H + WW) von 100 kWh/m² 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 → **115 GWh** von 173 GWh Restverbrauch 1/3 in Strom → 58 GWh

Potenzial CO2: Um die CO₂-Emissionen durch die Stromerzeugung im Ausland besser berücksichtigen zu können, wird die Einsparung auf der Grundlage des importierten Stroms (UCTE-Strommix) ausgewiesen.

CO₂-Einsparung (Inland): 173 GWh x 0,219* = **37'887 *tCO₂**

CO₂-Einsparung (UCTE): 173 GWh x (0,219* - 1/3 x 0,432**) =

173 GWh x (0,075 tCO₂/MWh**) = **12'975 **tCO₂/a**

Kostenberechnung

	Effizienz	erneuerbare Energie	CO2* (Inland)	CO2**(UCTE)
Zielzuordnung	X	Einsparung ≠ erneuerbar	X	X
Kosten Staatshaushalt 2023 (davon Wärmepumpen)	2'274'258 CHF		2'274'258 CHF	2'274'258 CHF
Wirkung pro Jahr (2/3 des Verbrauches, da 1/3 Strom)	6'934 MWh/a		2'278 tCO ₂ /a	780 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer **	20 Jahre		20 Jahre	20 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	138'680 MWh		45'556 tCO ₂	15'602 tCO ₂
Kosten 2023 Förderung Staatshaushalt	1.6 Rp/kWh		50 CHF/tCO ₂	146 CHF/tCO ₂

* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ²	Effektiv	+50	+29	+17	+13							+109
		Ziel	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+1'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv	-0.79	-0.80	-0.81	-0.81							-3.2
		Ziel	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-7.7
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	-173	-175	-176	-177							-702
		Ziel	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-168	-1'683
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	84'544 m ²	7'893 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	-8 GWh/a	-1'683 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	Mio	Rp/kWh	0.075 Mio	157 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

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

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potenzials von thermischen Sonnenkollektoren für die Brauchwassererwärmung

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 Personen 2008	1'516 kWh/P a * 35'589 Personen	183 kWh/P a ** 33'415 Personen	
Verbrauch Total Warmwasser m ² pro Person	53'953 MWh/a 71'178 m ² bei 2 m ² /P 32'372 MWh/a	6'115 MWh/a 13'366 m ² bei 0.4 m ² /P 3'669 MWh/a	60'068 MWh/a 84'544 m ² 36'041 MWh/a
Solarer Anteil ca. 60%			7'893 tCO ₂ /a

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

* 50 l x 1,163 Wh/l*K x 50 K x 365 Tg/(1000 x 0.7) = 1516 kWh/P a

** 10 l x 1,163 Wh/l*K x 50 K x 220 Tg/(1000 x 0.7) = 183 kWh/P a

*** Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/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 Bereitschaftverluste 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

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.

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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	Stck.	Effektiv	+96	+124	+120	+95							+435
		Ziel	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+100	+1'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	0.09	0.11	0.11	0.09	-	-	-	-	-	-	0.4
		Ziel	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.9
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	0.20	0.26	0.25	0.20							0.9
		Ziel	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	2.1
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	66	86	83	66	-	-	-	-	-	-	300
		Ziel	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	690
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	104	134	129	102							469
		Ziel	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	1'079

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	m ²	tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	0.07 Mio	3 GWh/a	- GWh/a	690 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020		1.7 Rp/kWh	Mio Rp/kWh	36 CHF/tCO ₂ 1'079 tCO ₂ /a 23 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

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

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potenzials von Wärmepumpenboilern für die Brauchwassererwärmung

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 Personen 2008	1'516 kWh/P a * 35'589 Personen	183 kWh/P a ** 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 ₂ /a Inland
30% Ersatz Elektroboiler			5'189 tCO ₂ /a Global
100% Ersatz Boiler			9'282 tCO ₂ /a Global

Kostenberechnung

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

* 50 l x 1,163 Wh/l*K x 50 K x 365 Tg/(1000 x 0.7) = 1516 kWh/P a.

** 10 l x 1,163 Wh/l*K x 50 K x 220 Tg/(1000 x 0.7) = 183 kWh/P a.

*** Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/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 CO₂-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 CO₂-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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ² EBF	Effektiv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ziel	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+90'000	+900'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ziel	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	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ziel	443	443	443	443	443	443	443	443	443	443	4'435
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Ziel	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	1'519

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial	13.5 GWh/a		GWh/a	4'435 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	13.5 GWh/a	- GWh/a	4'435 tCO ₂ /a	1'519 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 m² EBF an Neubauten erstellt mit einem Heizwärmebedarf von rund 45 kWh/m². In der Massnahme 1.2 wird davon ausgegangen, dass rund 10'000 m² EBF des Bauvolumens in Minergie-A/P-Bauweise ausgeführt wird. Die restlichen 90'000 m² können wohl erst durch eine gesetzliche Pflicht auf dieses Verbrauchsniveau gebracht werden. Zur Begründung siehe auch Massnahme 1.2.

Das theoretische Potenzial ist identisch mit dem neuen Bauvolumen gemäss der Zielsetzung. Das bestehende Bauvolumen ist schon in Massnahme 1.2 erfasst. Eine nochmalige Erfassung würde eine Doppelzählung bedeuten.

Kostenberechnung

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

* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	0.22	0.49	1.94	0.41							3.1
		Ziel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.0
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	95	212	838	177							1'322
		Ziel	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	4'320

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial	17.0 GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	10 GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	0.28 Mio	2.8 Rp/kWh	Mio	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 m²/Beschäftigten = 280'000 m² x 39 kWh/m²/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 tCO₂/GWh * → Reduktion Wachstum um 86 tCO₂/a

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

* Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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 Einbeugs 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	PKm	Effektiv	+1'375	+3'517	+4'080	+2'581							11'553.1
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	0.84	2.86	3.74	2.47							9.9
		Ziel	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.0
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	222	760	994	657							2'634
		Ziel	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	3'285
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		112 GWh/a	GWh/a	29'800 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030		10 GWh/a	GWh/a	3'285 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Fahrgäst energetisch kaum ins Gewicht fällt.

Als theoretisches Potenzial wird eine vollständige Umlagerung des MIV-Verkehrs (Freizeit und Einkauf) auf öffentliche Verkehrsmittel (Bus) angenommen. $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% = 112 \text{ GWh/a}$. CO₂-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 CO₂ reduziert. Diesel und Benzin weisen pro kWh Heizwert fast identische spez. CO₂-Emissionen auf.

Der VCL hält eine Reduktion der Verkehrsleistung durch MIV an allen Wegen um ca. 0.5% pro Jahr für realistisch. $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% \times 0.5\% = 0.56 \text{ GWh/Jahr}$. CO₂-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])

CO₂-Einsparung = Steigerung der Energieeffizienz [GWh] x 266 tCO₂/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	2023	2024
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	29'712'372	32'293'423
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	3'391'797	3'359'554
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	1'247'861	1'214'669
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	8.8	9.6
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	36.8	36.2
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	0.41	0.37
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	4'080'469	2'581'051
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	1.7	1.1
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	2.0	1.4
CO ₂ -Einsparung ggü. Vorjahr [tCO ₂]	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	994.5	657.2

* Umrechnung Energiemix 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Mobilitätskonzept Mobiles Liechtenstein 2008, 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 Projektes 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Amts für Statistik gab es im Jahr 2018 rund 22'000 Zupendlern 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 x 5 km x 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 x 0.63 kWh/Pkm x 80%

Zur Berechnung der CO₂-Einsparungen wurde von einem Emissionsfaktor von 266 gCO₂/kWh beim Auto und dem UCTE-Strommix (0.432 gCO₂/kWh) bei der S-Bahn ausgegangen. Dies ergibt pro substituierten Auto-Pkm eine Reduktion der CO₂-Intensität um ca. 70%*.

* Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel); UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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.

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.

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 Hauptrad routennetz wurde am 8. Juli 2014 durch die Regierung genehmigt und wird mit den Gemeinden zusammen Schritt für Schritt umgesetzt.

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

Verantwortlichkeit: Regierung, Gemeinden, Amt für Tiefbau und Geoinformation

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

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	10 ³ km	Effektiv	-	-27	+268	+148							389.0
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	-	-0.02	0.22	0.12							0.3
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	-	-10	96	53							139
		Ziel											-

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Zählungen bei automatisierten Fahrradzählstellen. Die Fachstelle Verkehr, Mobilitätsmanagement & Langsamverkehr (FVML) geht davon aus, dass rund 70% der erfassten Fahrradkilometer eine Autoersatzwirkung haben. Für Doppelzählungen bei mehreren Zählstellen wurde ein Faktor von 70% berücksichtigt. Die substituierte Autofahrt wurde mit einer Distanz von 5 km und einem Verbrauch von 7 Liter/100 km angenommen (0.42 kWh/Pkm). Der Langsam- und Aktivverkehr wurde als Energie- und CO₂-frei angenommen.

Steigerung Energieeffizienz = Fahrradzählung (DTV) x 10 km x 70% x 0.42 kWh/Pkm

Für die CO₂-Einsparung wurde die eingesparte Energie mit dem Wert 266 g CO₂/kWh multipliziert.*

CO₂-Einsparung = Steigerung Energieeffizienz x 266 tCO₂/GWh

Die Fahrradzählstellen wurden 2023 deutlich erweitert. Die Statistik wird ab 2024 entsprechend an die grössere Zahl an Stellen angepasst. DTV = Mittlere, tägliche Fahrradzählung.

Fahrrad-Zählstellen

	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Gezählte Fahrräder (DTV)						
Schellenberg - Nofels			120	100		
Ruggell Rheinbrücke Nord			170	160		
Bendern - Ruggell			140	125		
Bendern Rheindamm Nord			340	340		
Bendern Rheinbrücke Unterführung			140	110		
Bendern Rheinbrücke Rampe Nord			120	70		
Bendern Rheinbrücke Rampe Süd			50	40		
Bendern Eschner Strasse			240	230		
Eschen - Presta			260	250		
Eschen Sportpark Eschen - Nendeln			300	250		
Eschen Sportpark Mauren - Schaan			160	120		
Mauren Egelsee	230	360	390	420		
Mauren - Fallgass			70	30		
Eschen Schwarze Strasse	270	330	290	410		
Eschen Schaanerstrasse			80	80		
Schaan Rheindamm Nord	320	280	330	330		
Schaan Energiebrücke	340	330	400	460		
Schaan Rheindamm Süd	320	270	200	250		
Vaduz Haberfeld	340	260	280	320		
Vaduz LV-Brücke Nord	290	290	310	350		
LV-Brücke Buchs -Vaduz	260	270	270	420		
Vaduz LV-Brücke Süd	400	430	450	370		
Vaduz Holzbrücke	250	220	230	290		
Vaduz Rheindamm	270	230	280	260		
Vaduz Auweg	150	140	130	150		
Triesen Gartnetschhof			60	60		
Triesen Rheindamm Sportplatz			270	240		
Balzers LV-Brücke Nord			150	160		
Balzers LV-Brücke			290	270		
Balzers LV-Brücke Süd			20	40		
Total Zählungen pro Jahr	878'920	871'255	1'670'970	1'713'128	0	0
Zu-/Abnahme ersetzte Autokilometer [1000 km]	0.0	-26.8	268.3	147.6	0.0	0.0
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CO ₂ -Einsparung ggü. Vorjahr [tCO ₂]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<https://www.llv.li/de/landesverwaltung/amt-fuer-hochbau-und-raumplanung/verkehrsplanung/grundlagen-und-daten>

* Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/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.

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).

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

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")

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

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv	-168	+756	+28	-							615.6
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	-0.09	0.41	0.01	-							0.3
		Ziel	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.8
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	-24	109	4	-							89
		Ziel	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	476
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial	51 GWh/a		GWh/a	13'566 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	2 GWh/a	- GWh/a	476 tCO ₂ /a	13'566 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	CHF/tCO ₂	476 tCO ₂ /a CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

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%). $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% = 51 \text{ GWh/a}$. CO₂-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. $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% \times 1\% = 0.5 \text{ GWh/Jahr}$. CO₂-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 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Mobilitätskonzept Mobiles Liechtenstein 2008, 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

Befragung Modalsplit LIHK																						
2010				2015				2018				2022										
Fuss- und Radverkehr (FRV)				10.8%				11.1%				11%										
Kollektivverkehr (KV)				32.5%				26.8%				27%										
Motorisierter Individualverkehr (MIV)				56.8%				61.1%				62%										
Befragte: Durchschnittlich 9'500																						
Befragung Modalsplit LLV																						
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024						
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%	26%	23%					
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%	23%	26%					
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%	51%	51%					
Befragte: Durchschnittlich ca. 1'400																						
Beschäftigte																						
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024						
Vollzeitäquivalente																						
Beschäftigte am Jahresende																						
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024						
Umsteiger LIHK										-1478												
Umsteiger LLV	0	229	316	-210	-99	48	-40	402	123	0	0	180	-84	-168	135	28	0					
Total Umsteiger (bezogen auf VZÄ)	0	229	316	-210	-99	48	-40	-1076	123	0	29	180	-84	-168	756	28	0					

Massnahme 2.7: Absenkung Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen

Hintergrund: Der motorisierte Individualverkehr ist einer der wesentlichen Energieverbraucher in Liechtenstein. Der durchschnittliche CO₂-Ausstoss pro km von verkauften Neuwagen ist seit dem Jahr 2002 zwar gesunken, betrug im Jahr 2018 in Liechtenstein aber immer noch 146 g CO₂/km. Der Zielwert der EU von 130 g CO₂/km wurde somit verfehlt. Ab 2021 gilt bereits der Zielwert von 95 g/km. Absolut stagnierten die CO₂-Emissionen der neu zugelassenen, konventionell angetriebenen Fahrzeuge in den letzten Jahren.

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.

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

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 Gesetztes vom 14. September 1994 über die Motorfahrzeugsteuer, Berichte und Anträge Nr. 31/2014.

Verantwortlichkeit: Regierung, MFK

Kosten: Kostenneutrale Ausgestaltung durch Vorschriften unter Nutzung von Marktmechanismen.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	g/km	Effektiv	+190	+190	+180	+178						737.6
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	4.28	-0.00	0.27	0.04						4.6
		Ziel	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	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	1'138	-1	73	11						1'221
		Ziel	133	133	133	133	133	133	133	133	133	1'330
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a		
Potenzial 2021-2030	5 Mio	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Rp/kWh	- Rp/kWh	1'330 tCO ₂ /a CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

Massnahme 2.7: Absenkung Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen

Annahmen und Berechnungen

Aus der Fahrzeugstatistik zu den Neuzulassungen des Amts für Statistik kann die Anzahl jährlicher Neuzulassungen von Personenwagen sowie deren durchschnittliche CO₂-Emissionen nach WLTP entnommen werden. Seit 2022 wird wegen des Wechsels von NEFZ zu WLTP keine Statistik zu den mittleren Emissionen des Fahrzeugbestands mehr publiziert, deshalb musste hier auf eine Annäherung unter Verwendung der Daten der Neuzulassungen ausgewichen werden. Die ausgewiesene Einsparung eines Jahres besteht aus der Anzahl Neuzulassungen in diesem Jahr, einer angenommenen mittleren Fahrleistung von 10'000 km pro PKW und der Differenz der mittleren Emissionen der Neuzulassungen vom aktuellen Jahr gegenüber dejenigen des Vorjahrs.

Für die Berechnung der jährlichen Energieeinsparung wurde die Differenz der durchschnittlichen CO₂-Emissionen in einen Energieverbrauch umgerechnet** und von einer Fahrleistung von 10'000 km pro neuzugelassenem Fahrzeug und Jahr ausgegangen. Um Doppelzählungen mit der Massnahme 2.8 "Elektrofahrzeuge" auszuschliessen, werden hier nur die ausschliesslich fossil betriebenen Fahrzeuge (Benzin und Diesel) berücksichtigt.

Steigerung Energieeffizienz = Anzahl neuzugelassene Fahrzeuge x 10'000 km x (CO₂-Durchschnitt Neuzulassungen Vorjahr - CO₂-Durchschnitt Neuzulassungen aktuelles Jahr) / 266 gCO₂/kWh

Neuzulassungen und CO ₂ Emissionen (Personenwagen)	Erhebung nach NEFZ (bis 2021)															2021	2022	2023	2024
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021					
Durchschnittliche CO ₂ -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			
Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen der PW-Neuzulassungen nach WLTP [g/km]*															190	190	180	178	
Anzahl PW Neuzulassungen (nur Benzin/Diesel)*															834	714	707	573	
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]	1.8	1.7	2.0	2.8	3.0	2.6	2.2	2.6	2.3	1.7	0.9	0.3	-0.1	4.3	0.0	0.3	0.0		
CO₂-Einsparung ggü. Vorjahr [tCO₂]	471	454	544	751	791	687	592	702	618	451	252	67	-21	1'138	-1	73	11		

* Personenwagenbestand, Tabelle 11.07, Amt für Statistik.

** Umrechnung Energiemix: 0,266 tCO₂/MWh (Basis: Benzin/Diesel).

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 bis 500 km pro Aufladung. Diese Reichweite deckt praktisch alle Anforderungen ab, insbesondere mit verfügbarer Schnellladeinfrastruktur an den Autobahnen. Verbunden mit der Möglichkeit, in Zukunft überschüssige Energie aus Photovoltaik zu speichern und wieder rückzuspeisen (bidirektionales Laden), ergeben sich interessante Chancen.

Ziel: Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen bis im Jahr 2030 auf rund 25% des Gesamtfahrzeugbestands (rund 9000 Fahrzeuge).

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 (ohne Tanktourismus). Dies entspricht rund 25% des gesamten Energieverbrauchs. Durch Substitution von fossilen Treibstoffen mit Elektroantrieben kann rund die Hälfte der Energiemenge eingespart werden. Entscheidend ist, wie der Strom dafür bereitgestellt wird. Bei Berücksichtigung des gewählten europäischen Strommix wird der Effizienzvorteil bezogen auf die eingesetzte Primärenergie kompensiert. Im Inland wird durch die Substitution der fossilen Treibstoffe die CO₂-Bilanz verbessert, und global ergibt sich eine Verbesserung bei einem Ausbau des Anteils erneuerbarer Energie. Der Anteil an Elektrofahrzeugen betrug 2020 rund 200 Fahrzeuge bei 35'000 Fahrzeugen Gesamtbestand. Hybridfahrzeuge werden aufgrund neuer Erkenntnisse zum Verbrauch in der Praxis nur mit 20% Wirkung berücksichtigt. 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 Netzinfrastukturfragen (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

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	Fz	Effektiv	+318	+428	+463	+461							1'670.4
		Ziel	+250	+313	+391	+488	+610	+763	+954	+1'192	+1'490	+1'500	7'950.6
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	1.43	1.93	2.08	2.07							7.5
		Ziel	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	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	522	702	758	754							2'736
		Ziel	410	512	640	800	1'000	1'250	1'562	1'953	2'441	2'457	13'023
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	178	239	258	257							932
		Ziel	140	174	218	272	341	426	532	665	831	837	4'436

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial	227 GWh/a		GWh/a	81'900 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	36 GWh/a		- GWh/a	13'023 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	Rp/kWh	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,234 tCO₂/MWh (Basis: Benzin).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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“ erreiche einen Durchschnittsverbrauch von 25 kWh/100 km* (18 kWh Fahrt, 7 kWh Ladeverluste). Bei einem Dieselmotor/Benzinmotor sind es 2018 im Durchschnitt der Flotte mehr als 7 Liter, das entspricht einem Verbrauch von 70 kWh/100 km. 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 ist anspruchsvoller und wird für das theoretische Potenzial (noch) nicht berücksichtigt.

Im Referenzjahr 2008: Der Effizienzgewinn durch die Einsparung von Treibstoffen wird dem Bereich Wärme zugewiesen: 203 GWh + 137 GWh + ca. 10 GWh = 350 GWh/a)*65% = 227 GWh. Daraus ergibt sich die inländische CO2-Einsparung von 350 GWh x 0.234**tCO2/MWh = 81'900 tCO2/a. Beim Strom entsteht ein Mehrverbrauch von 35% der Einsparung resp. 123 GWh x 0.432***tCO2/MWh = 52'900 tCO2/a. zieht man die Inlandreduktion davon ab, entsteht ein Einspareffekt von 29'000 tCO2/a. Bei Reduktion der Ladeverluste und dem Einsatz von erneuerbarer Energie wird die Bilanz entsprechend verbessert.

Gemäss einer Untersuchung anhand von 9'000 plug-in-Fahrzeugen im Jahr 2022 durch das Fraunhofer ISI[°] weisen private plug-in-Hybride einen fossilen Verbrauch von 4.0-4.4 Liter/100 km und Dienstwagen 7.6-8.4 Liter/100 km auf. Damit überschreiten sie die Herstellerangaben nach WLTP um Faktor fünf und damit deutlich stärker als rein fossile Antriebe. Dies zeigt, dass die elektrische Fahrweise in der Praxis kaum genutzt wird und die Einsparung gering ist. Hybridfahrzeuge werden daher nur mit 20% Wirkung angerechnet.

* Gemäss Ergebnissen des Projektes Vlotte der illwerke-vkw, Vorarlberg, www.vlotte.at.

** Umrechnung Energiemix 0,234 tCO₂/MWh (Basis: Benzin).

*** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

[°] Quelle: <https://theicct.org/publication/real-world-phev-use-jun22/>

Massnahme 2.8: Elektrofahrzeuge

Annahmen und Berechnungen

Statistik	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Fahrzeugbestand Elektrofahrzeuge	4	9	17	41	62	117	164	237	308	403	630	950	1307	1644
Fahrzeugbestand Hybrid-elektrisch	176	202	256	286	343	380	466	549	681	906	1363	1905	2435	3053
Massnahmenwirkung*	49	68	98	131	193	257	347	444	584	903	1331	1794	2255	

* Hybrid-elektrische Fahrzeuge werden mit 20% berücksichtigt.

Quelle: Personenwagenbestand nach Treibstoffart per 30. Juni, Amt für Statistik, <https://www.statistikportal.li/de/themen/mobilitaet-und-verkehr/fahrzeugbestand>

Massnahme 2.9: Gesetzesgrundlagen für autonomes Fahren schaffen

Hintergrund:

Potenzial:

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

Verantwortlichkeit:

Abhängigkeiten und Risiken:

Kosten:

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO2/a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	-	tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

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

Verantwortlichkeit: Regierung

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“.

Umsetzung: Erarbeitung von Grundlagen

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

Kosten:

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial				
Potenzial 2021-2030				
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	GWh/a - Rp/kWh	Mio	tCO2/a - CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel	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	Effektiv										-
		Ziel	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	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel	273	273	273	273	273	273	273	273	273	2'730
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel	852	852	852	852	852	852	852	852	852	8'518

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial	64 GWh/a		GWh/a	5'376 tCO2/a
Potenzial 2021-2030	32 GWh/a		- GWh/a	2'730 tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh	Rp/kWh	CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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 VO-Nr.	Bezeichnung	Europäische Union (501 Mio. Einwohner)					Fürstentum Liechtenstein (35'000 Einwohner)					
		Verbrauch in TWh ca. 2008 (°)	Verbr. o. Massn. in TWh *		Sparpot. m. Massn. in TWh**		Verbrauch in MWh ca. 2008 (°)	Verbr. o. Massn. in TWh *		Sparpotenzial ***		
			2020	2030	2020	2030		2020	2030	Prozentual***		
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	Haushaltstlampen	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
1016/2010	Haushaltsgeschirrspüler	25	35		erheblich		1'747	2'445			20	349
1015/2010	Haushaltswaschmaschinen	35	38		erheblich		2'445	2'655			20	489
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
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
617/2013	Computer und Computerserver				14.4		?	?			1'006	503
814/2013	Warmwasserbereiter **	598	623		125		41'776	43'523			4'366	2183
813/2013	Raumheizgeräte **	3'358	2'969		528		234'595	207'407			18'435	9218
66/2014	Haushaltsbacköfen	84	86		3	7	5'868	6'008			210	279
548/2014	Leistungstransformatoren	93	?		11	16	6'525				768	384
1253/2014	Lüftungsanlagen	78			96	144	5'449				6'707	3353
2015/1189	Festbrennstoffkessel **			147	2	5		0	10'283		70	105
2015/1185	Festbrennstoff- Einzelraumheizeräte **	174		225	5	11	12'156		15'719		175	210
2015/1188	Einzelraumheizeräte **	464	452		43		32'415	31'577			1'502	751
2015/1095	Kühlagerschränke	117	135	155	6	16	8'139	9'396	10'793		440	650
1222/2009	Reifen** (keine Werte)											
		7'283	7'190		1'234		508'790	502'323	36'795		64'103	31'870

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

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

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

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

° Farbcodes

2025	2010	interpolierte Werte
2014	2007	
2012	2005	

Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtungen

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

* Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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 **Potenzial:** Ökonomie und Ökologie lassen sich dann verbinden, wenn die Entscheidungsträger Zugang Systematiken entwickelt, welche mit Analysen wirtschaftliche Einsparpotenziale aufspüren und einer Umsetzung zuführen.

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 Spalte bis zur Basis (Unterhaltspersonal) gelebt wird.

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

Verantwortlichkeit: Amt für Hochbau und Raumplanung (AHR)

Abhängigkeiten und Risiken: Spalte-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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	GWh/a	Effektiv	+323	+303	+295	+295							1'215.9
		Ziel	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1'000.0
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	0.13	0.12	0.12	0.12							0.5
		Ziel	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.4
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	0.19	0.18	0.18	0.18							0.7
		Ziel	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.6
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv	42	40	39	39							160
		Ziel	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	131
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv	98	92	90	90							370
		Ziel	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	304

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

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		8 GWh/a		
Potenzial 2021-2030		1 GWh/a	GWh/a	1'060 tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	- GWh/a	131 tCO2/a
			Rp/kWh	CHF/tCO2
				2'435 tCO2/a
				304 tCO2/a
				CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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 ₂ /a
	Wärme	576 GWh/a	15% von 56%	48.4 GWh/a	davon 10%	4.8 GWh/a	1'060 *	tCO ₂ /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	2023	2024
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	295.0	295.4

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 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,43181 tCO₂/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 Wärmeanfall durch Produktionsprozesse. Z.B. Prüfung der erweiterten Abwärmenutzung ab KVA-Dampfleitung bzw. der Fernwärmennutzung 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 Fernwärmennetz Schaan soll weiter ausgebaut und von der KVA Buchs gespiesen werden.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Abhängigkeiten und Risiken: Abhängigkeit vom Wärmeanfall. Industrieproduktion kann verlagert werden.

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

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv	0.25	-	0.24	1.04							1.5
		Ziel	-	-	-								-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv	1.30	-0.20	4.40	8.00							13.5
		Ziel	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	40.0
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	285	-44	964	1'752							2'957
		Ziel	876	876	876	876	876	876	876	876	876	876	8'760
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung "andere Massnahmen"

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	240 GWh/a	53'874 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a		40 GWh/a	8'760 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio Rp/kWh	Mio Rp/kWh		CHF/tCO ₂

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Fernwärmeverversorgung 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 resp. Realisierung ist die Ausdehnung des Fernwärmegebietes nach Vaduz. Dies erschliesst ein erhebliches, zusätzliches Potenzial. 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 CO₂-Einsparung durch diese Energieträgersubstitution wird vollständig gezählt.

Fernwärmeverversorgung ab Kehrichtverbrennungsanlage Buchs

Die aktuellen Erschliessungsprojekte weisen auf ein Potenzial von Abwärme ab KVA für Heizzwecke von rund 40 GWh/a in der Periode 2021-2030 hin.

8'760 * tCO₂/a

Das theoretische Potenzial für Abwärmenutzung innerhalb Gebäuden (interne WRG) wird auf >40 GWh geschätzt.

8'760 * tCO₂/a

Das theoretische Potenzial** für Abwärmenutzung ohne Dampf (Fernwärme) aus der KVA wird auf 80 GWh geschätzt.

17'520 * tCO₂/a

Das theoretische Potenzial für die Dampfleitung beträgt 120 GWh, hängt aber stark vom Verbrauchsprofil ab.

26'280 * tCO₂/a

52'560 * tCO₂/a

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

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 Kraftwerkspark 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 neben dynamischen Preismodellen 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 m³ 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 Abwärme potenziale 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung	GWh/a	Effektiv	0.16	0.00	0.25								0.4
Energieeffizienz (Elektrizität)		Ziel											-
Potenzial Steigerung	GWh/a	Effektiv	-0.18	-0.11	0.35								0.1
Energieeffizienz (Wärme)		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	-38	-23	77								16
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO ₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	29	-22	184								190
		Ziel											-

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

Massnahme 3.6: Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung und Abwasserreinigung

Annahmen und Berechnungen

Abwasserreinigung in ARA Bendern¹

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Abwassermenge in Mio. m ³	9.9	10.5	8.6	11.1	11.9						
Energie Wärme (Biogas) in MWh/a	135	230	478	139	1202						
Energie Wärme (Erdgas) in MWh/a	3'375	3'232	3'223	3'181	3'550						
Wärmebezug von BGA in MWh/a	508	731	598	625	587						
Strombezug total für ARA in MWh/a	4'658	4'626	4'349	4'323	4'639						
Rücklieferung ans Netz in MWh/a	-25	-36	-94	-24	-291						
Total Energieumsatz in MWh/a	8'651	8'783	8'554	8'269	9'977	-	-	-	-	-	-

Trinkwasseraufbereitung²

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Quell- & Grundwasser in 1000 m ³	7'233	7'979	7'074	7'053	6'958						
Energieaufwand in MWh	1'425	1'302	1'576	1'355	1'004						
Energieaufwand in kWh/1000 m³	197	163	223	192	144						

Veränderung der Energieeffizienz

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Abwasserreinigung Wärme (MWh/a)	4'018	4'193	4'299	3'946	5'339	0	0	0	0	0	0
Abwasserreinigung Strom (MWh/a)	4'658	4'626	4'349	4'323	4'639	0	0	0	0	0	0
Trinkwasseraufbereitung Strom (MWh/a)	1'425	1'302	1'576	1'355	1'004	0	0	0	0	0	0
Total Wärme (MWh/a)	4'018	4'193	4'299	3'946	5'339	0	0	0	0	0	0
Total Strom (MWh/a)	6'083	5'928	5'925	5'679	5'643	0	0	0	0	0	0
Abnahme Wärmebedarf (MWh/a)	265	-175	-106	353	-1'393	0	0	0	0	0	0
Abnahme Strombedarf (MWh/a)	-171	156	2	246	36	0	0	0	0	0	0

¹ Daten vom Abwasser-Zweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV).

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

² 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.

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 mindestens 80'000 kWp (Stand Ende 2020: 31'538 kWp).

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Potenzial: Das realisierbare Potenzial auf bestehenden Gebäuden und Fassaden wird nach neusten Erkenntnissen auf rund 328 GWh/a geschätzt. Mit doppelt nutzbaren Flächen (Parkplätze etc.) sowie ggf. Alpin-PV und Agrar-PV ergeben sich bis zu 570 GWh/a (ca. 687 MWp). Das realisierbare Potenzial ist damit deutlich grösser als das vorgegebene Ziel für 2030.

Umsetzung: Anreize über Fördermassnahmen mit Übergang zu Marktmodellen und Eigenversorgungslösungen. Abbau von administrativen Kosten und Umtrieben.

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 Förderung sowie der Ausgleich bei tiefen Marktpreisen laufen über einen Fonds. Die Förderung kann bei weiteren Kostensenkungen weiter reduziert werden.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	+kWp/a	Effektiv ^o	+3'776	+9'708	+15'151	+16'936							+45'571
		Ziel	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+5'000	+50'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	3.13	8.06	12.58	14.06							37.8
		Ziel	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	41.5
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	1'354	3'481	5'433	6'073							16'340
		Ziel	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	1'793	17'928

^o Quelle: Energiekenndaten LKW, Kennzahlen Photovoltaikanlagen, installierte Leistung (<https://www.lkw.li/unternehmen/zahlen-und-fakten.html>)

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien		CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	687 MWP	571 GWh/a	tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	50 MWP	42 GWh/a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2020***	Mio	Rp/kWh	3.3 Mio	2.6 Rp/kWh	CHF/tCO ₂
					246'672 tCO ₂ /a
					17'928 tCO ₂ /a
					60 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 rechnete 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 m² 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 bei dieser Betrachtung noch 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. Eine aktualisierte Auswertung anhand verschiedener Potenzialstudien zu PV auf Infrastruktur, alpin-PV, Agrar-PV und Fassaden ergab ein Potenzial von rund 570 GWh/a.

Energiebezugsfläche aller beheizten Gebäude ca.

5'000'000 m²

Belegbare Dachfläche in % der beheizten Energiebezugsfläche

15 %

Belegbare Fläche für Photovoltaikanlagen

750'000 m²

Flächeneffizienz

6 m²/kWp

Max. Photovoltaikleistung

125'000 kWp

Theoretisches Potenzial Photovoltaik bei 830 kWh/a**kWp

103'750 MWh/a

Kostenberechnung		Effizienz		erneuerbare Energie					***CO ₂ (UCTE)				
Zielzuordnung				X									
				2010	2011/1	2011/2	2013/1	2020	2010	2011/1	2011/2	2013/2	2020
						mit ESV	mit ESV			mit ESV	mit ESV		
Fonds für Einspeisevergütung	CHF/kWh			0.45	0.45	0.25	0.15	0.45	0.45	0.25	0	0	
Abz. Fondsertrag für Energie	CHF/kWh			0.15	0.15	0.15	0.04						
Nettobelastung Fonds für ESV	CHF/kWh			0.30	0.30	0.10	0.11						
Vergütete Energie während 10a	kWh/kWp			8300	8300	8300	8300	8300					
Kosten für Fonds	CHF/kWp			2490	2490	830	913						
Direktförderung Staat	CHF/kWp			2500	1000	1000	650	650					
Kosten Fonds + Staat	CHF			4990	3490	1830	1563	650	4990	3490	1830	1563	650
Wirkung	kWh/a kWp tCO ₂ /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 ₂ /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 ₂ Wirkung	Rp/kWh CHF/tCO ₂			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 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

***Aus Abschätzung "CO₂-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.

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 bei Verwendung von erneuerbaren Brenn- bzw. Treibstoffen.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Abhängigkeiten und Risiken: Anschluss der Wärmenetze an das Netz der KVA Buchs, wo sinnvoll.

Kosten: Bei einem Ausbau von 2'000 m² EBF betragen die Kosten über 10 Jahre 0.18 Mio. CHF/a.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	m ² EBF	Effektiv	+1'355	+3'198	-2'961	+255							1'847
		Ziel	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	+1'000	10'000
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	0.07	0.16	-0.15	0.01							0.1
		Ziel	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.5
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv	-13	-32	29	-3							-18
		Ziel	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-99
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	16	37	-35	3							22
		Ziel	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	117

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		12.5 GWh/a		
Potenzial 2021-2030		1 GWh/a	GWh/a	-2'475 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio	8.7 Rp/kWh	Mio	117 tCO ₂ /a -99 tCO ₂ /a -438 CHF/tCO ₂
				2'923 tCO ₂ /a 371 CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas) (Bei Negativwerten Mehrausstoss!).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

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

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potenzials

Das theoretische Potenzial kann den Betrag der für Heizwärme verbrauchten Energie nicht übersteigen. Der Einsatz von KWK-Anlagen verbessert die Energieeffizienz im Vergleich zur Stromerzeugung von Erdgas- oder Dieselverbrennung ohne Abwärmenutzung 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. Eine mit Hackschnitzel betriebene KWK-Anlage mit rund 150 kWel ging Ende 2020 im Malbun in Betrieb. Zukünftig sollte die KWK-Kapazität auf die Bereitstellung von Winterstrom ausgerichtet und mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden.

Heizwärmeverbrauch (Altbauten) pro m ² EBF	100 kWh/m ² 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 CO₂-Ausstoss von 50%, da mehr Brennstoff verbraucht wird. Bei Hackschnitzeln erhöht sich der Verbrauch und der CO₂-Ausstoss jedoch nicht.

Wird Strom aus KWK-Anlagen in einer Wärmepumpenanlage verwendet, resultiert wiederum eine sehr grosse CO₂-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 (ENTSO-E) resultiert eine CO₂-Einsparung von 0.43181**-0.198* = 0.23381 tCO₂/MWh el. Energie.

Jeder mit KWK-Anlagen beheizte m² Energiebezugsfläche benötigt eine zusätzliche Erdgasmenge von rund 50%.

Angenommene mögliche beheizbare Fläche mit KWK	250'000 m ² EBF	(die gesamte EBF im FL beträgt rund 5 Mio. m ²)
Zusätzliche Erdgasmenge	50 kWh/m ² EBF*a	
Erzeugte Strommenge = Zusätzlicher Brennstoffbedarf	12'500 MWh/a	
CO ₂ -Einsparung (Inland)	12'500 MWh	-0.198
CO ₂ -Einsparung ENTSO-E (Global):	12'500 MWh	0.23381

Kostenberechnung	Effizienz	erneuerbare Energie	**CO ₂ (Inland)	**CO ₂ (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/kWel	40'000	40'000	40'000
Kosten für Fonds	CHF/kWel	4'800	4'800	4'800
Direktförderung Staat	CHF/kWel	400	400	400
Kosten Fonds + Staat	CHF/kWel	5'200	5'200	5'200
Wirkung	kWh/a kWel tCO ₂ /a kWel	4'000	-0.79	0.94
Erwartete Lebensdauer	Jahre (a)	15	15	15
Wirkung über Lebensdauer	MWh/kWel tCO ₂ /kWel	60	-11.88	14.03
Kosten pro kWh oder tCO₂ Wirkung	Rp/kWh CHF/tCO ₂	8.7	-438	371

* Umrechnung Erdgas als Brennstoff 0,198 tCO₂/MWh.

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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 CO₂ 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.

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.

Verantwortlichkeit: Liechtensteinische Kraftwerke

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

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung	kWp	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv	0.80									0.8
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv	346									346
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	216 GWh/a	tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	- tCO ₂ /a	- tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCETE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCETE/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 gespiesen werden. Holz erhält so eine wichtige Regelfunktion.

Umsetzung: Anreize über Fördermassnahmen und Umsetzung mit Trägerschaftsstrukturen. Zur Optimierung der Anlagen sind weiterhin Neuanschlüsse und Zusammenschlüsse von einzelnen Wärmeverbünden 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	63 GWh/a	13'797 tCO2/a
Potenzial 2021-2030	- Mio	GWh/a Rp/kWh	10 GWh/a Rp/kWh	2'190 tCO2/a 25 CHF/tCO2
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010				13'797 tCO2/a 2'190 tCO2/a 25 CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Weiteres Holzheizwerk	10 GWh/a	2'190 tCO ₂ /a
Kosten		CHF/tCO ₂

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 ₂	
Förderung			CHF	CHF
Wirkung pro Jahr			GWh/a	tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer			Jahre	Jahre
Wirkung über Lebensdauer			GWh	tCO ₂
Kosten pro kWh Wirkung bez. Investition			Rp/kWh	CHF/tCO ₂

** Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/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.

Potenzial: Aktuelle Potenzialstudien der LKW ergeben rund 10 technisch und wirtschaftlich attraktive Standorte mit einem Stromerzeugungspotenzial von rund 114 GWh/a. Es handelt sich um zwei Anlagen in Balzers, fünf in Schaan-Vaduz und drei in Ruggell. Zum Einsatz kämen moderne Schwachwindanlagen.

Umsetzung: Eingabe und Bau von Anlagen, wenn geeignete Standorte gefunden werden, die Bewilligung geklärt ist und die Akzeptanz in Liechtenstein und der Schweiz erreicht werden kann.

Abhängigkeiten und Risiken: Je nach Standort kann es Interessenkonflikte mit Landschafts- und Naturschutz geben.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	114 GWh/a	
Potenzial 2021-2030	- Mio	- GWh/a	- GWh/a	- tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Rp/kWh	Mio	Rp/kWh

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

Massnahme 4.5: Windkraftwerke

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potenzials

Gemäss aktuellen Abklärungen der LKW von 2023/24 sind im Land mit modernen Schwachwindanlagen elf Standorte mit einem Jahresertrag von 114 GWh technisch erschliessbar. Es handelt sich um drei Anlagen in Ruggell, fünf in Schaan/Vaduz und drei in Balzers, jeweils nahe des Rheins.

Theoretisches Potenzial	114 GWh	49'248 tCO₂/a
-------------------------	----------------	---------------------------------

Kostenberechnung

Zielzuordnung	Effizienz	erneuerbare Energie	CO ₂ (UCTE*)
Wirkung pro Jahr		X 114.4 GWh/a	X 49'399 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer		20 Jahre	20 Jahre
Wirkung über Lebensdauer		2288 GWh	987'981 tCO ₂

*Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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 **Potenzial:** Das Potenzial für Biogasanlagen aus biogenen Abfällen nicht landwirtschaftlichen Ursprungs aus der Region Liechtenstein, Sargans-Werdenberg und Rheintal wurde durch das Amt für Volkswirtschaft und die Energieagentur St. Gallen 2023 vertieft geprüft. Das regionale Potenzial für Biogas aus Kompost wird mit rund 13 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 CO₂-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.

Verantwortlichkeit: Liechtenstein Wärme

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 Kompost erstellt werden. Erneuerbares Gas könnte auch importiert oder mittel- bis langfristig im Land hergestellt werden.

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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv									13.00		13.0
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel									2'847		2'847
Potenzial Einsparung CO₂ (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	20.0 GWh/a	4'380 tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	- Mio	- GWh/a	13.0 GWh/a	2'847 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Rp/kWh	Mio	Rp/kWh	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Fündigkeitsrate. 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

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung		Effektiv										-
Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
Potenzial Steigerung		Ziel										-
Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien		CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	75 tCO2/a	15'330 tCO2/a
Potenzial 2021-2030	-	-	-	-	-
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	Rp/kWh	CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

Massnahme 4.7: Tiefengeothermie

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potenzials

Potenzial Stromproduktion
Potenzial Wärmeproduktion
Potenzial erneuerbare Energien

Potenzial CO2-Einsparung

CO2-Einsparung (Inland)
CO2-Einsparung (Global, UCTE)

5 GWh
70 GWh/
75 GWh/a

Im Inland können fossile Brennstoffe für die Wärmegegewinnung 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* = 15'220 tCO2/a
Inlandeffekt + 5 GWh x 0.432** = 15'330 + 2'160 = 17'490 tCO2/a

Massnahme sistiert
Begründung in der
Energiestrategie 2030

* Umrechnung Energiemix 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/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.

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

Verantwortlichkeit: Bearbeitung durch LKW und Liechtenstein Wärme

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

Potenzial: Der Import von umweltfreundlichem Strom ist eine einflussreiche Massnahme, um Liechtensteins Gesamtbilanz von Primärenergiebedarf und CO2-Emissionen bei globaler Betrachtung zu optimieren.

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

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.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO2/a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	-	tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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 für das Land bei hoher (indirekter) Wirkung auf Energieverbrauch und Kosteneinsparung aufseiten der Gemeinden durch Nutzung von Synergien.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv	73%	73%	73%	75%							
		Ziel	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO ₂ /a	Effektiv											-
		Ziel											-

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

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

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%	71.1%	71.1%					
Eschen	%	73.0%	73.0%	73.0%	73.0%	72.6%					
Gamprin	%	75.2%	75.2%	75.2%	75.2%	78.7%					
Mauren	%	65.1%	65.1%	65.1%	65.1%	67.6%					
Planken	%	79.5%	79.5%	80.0%	80.0%	80.0%					
Ruggell	%	77.9%	77.9%	82.5%	82.5%	82.5%					
Schaan	%	70.1%	70.1%	70.1%	70.1%	74.2%					
Schellenberg	%	70.2%	70.2%	70.2%	70.2%	71.9%					
Triesen	%	75.2%	75.2%	77.7%	77.7%	77.7%					
Triesenberg	%	63.0%	63.0%	63.0%	63.0%	66.2%					
Vaduz	%	71.1%	78.6%	78.6%	78.6%	78.6%					
Gesamt	%	71.5%	72.6%	73.3%	73.3%	74.6%					

Massnahme 5.2: Aus- und Weiterbildung

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

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

Verantwortlichkeit: Regierung, Energiefachstelle

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

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).

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

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.

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial				
Potenzial 2021-2030				
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio GWh/a - Rp/kWh	Mio GWh/a - Rp/kWh	tCO2/a - tCO2/a CHF/tCO2	tCO2/a - tCO2/a CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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. **Potenzial:** Über eine gute Kommunikation zum Thema Energie können Denkanstösse initiiert und die Vorteile von energetischen Massnahmen vermittelt werden. Am besten funktioniert die Kommunikation über konkrete positive Beispiele, die zum Nachahmen animieren.

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

Umsetzung: Die Publikation soll über verschiedene Kanäle erfolgen: Webseite der Energiefachstelle, Presse und insbesondere auch Begehungungen 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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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.

Ziel: Verstärkte Beratung von Kleinbetrieben und Unternehmen.

Verantwortlichkeit: Regierung, Energiefachstelle

Kosten: 300'000 CHF/a.

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.

Umsetzung: Aufstockung der Personalressourcen für Beratung.

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

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung		Effektiv										-
Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Ziel										-
Potenzial Steigerung		Effektiv										-
Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO2/a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	-	tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	Rp/kWh
				CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).

Massnahme 5.7: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

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

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

Ziel: In der Beschaffung nur noch energetische Bestgeräte und energetische Beststandards zulassen. **Umsetzung:** Weisung an die betroffenen Amtsstellen. Bei Beschaffungen die Weisung erlassen, dass nur Bestgeräte und Beststandards in Bezug auf Energie eingesetzt werden.

Verantwortlichkeit: Regierung, Verkehrsplanung (AHR)

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Kosten: Langfristige und teilweise auch kurzfristige Kosteneinsparungen

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 CO₂-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.

Zielsetzung und Zielerreichung

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

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potenzial	5.8 GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a
Potenzial 2021-2030	- GWh/a	- GWh/a	- tCO ₂ /a	- tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	2.2 Rp/kWh	Mio	CHF/tCO ₂

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 Verwendungsseite werden damit nicht abgebildet.

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

Verantwortlichkeit: Regierung, Amt für Statistik

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

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.

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

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

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/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 CO2-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.

Zielsetzung und Zielerreichung

		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv										-
		Ziel										-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial				
Potenzial 2021-2030				
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	GWh/a - Rp/kWh	Mio	tCO2/a - CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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 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

Zielsetzung und Zielerreichung

			2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Umsetzung		Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Nutzung erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (Inland) *	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-
Potenzial Einsparung CO2 (global) **	tCO2/a	Effektiv											-
		Ziel											-

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO2 (Inland) *	CO2 (global) **
Theoretisches Potenzial		GWh/a	GWh/a	tCO2/a
Potenzial 2021-2030	-	GWh/a	- GWh/a	- tCO2/a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio	Rp/kWh	Mio	CHF/tCO2

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO2/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO2/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

Zielsetzung und Zielerreichung

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

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

* Im Inland reduzierte Treibhausgasemissionen. Umrechnung Energiemix: 0,219 tCO₂/MWh (Basis: Öl/Gas-Verhältnis 2007).

** Unter Berücksichtigung von im Ausland anfallenden Emissionen. Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix: 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009).