

Energiestrategie Liechtenstein 2020

Rück- und Ausblick
zur Halbzeit

Impressum

Auftraggeber	Regierung des Fürstentums Liechtenstein Geschäftsbereich Wirtschaft
Autoren	Jürg Senn – Energiefachstelle beim Amt für Volkswirtschaft des Fürstentums Liechtenstein Christoph Ospelt – Energiekommission / Lenum AG Markus Widmer – Lenum AG
Beiträge	Michael Baumgärtner – Liechtensteinische Gasversorgung Christian Brunhart - Amt für Statistik Henrik Caduff – Amt für Bau und Infrastruktur Andreas Gstöhl – Amt für Umwelt René Kaufmann – Amt für Bau und Infrastruktur Philipp Lampert – Amt für Bau und Infrastruktur Gerald Marxer – Liechtensteinische Kraftwerke Denise Ospelt – Amt für Bau und Infrastruktur Frühjahr 2017

Inhalt

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	EINLEITUNG	9
2.1	LEITLINIEN UND ZIELSETZUNG DER ENERGIESTRATEGIE 2020	9
2.2	METHODIK DER STANDORTBESTIMMUNG	9
3	RAHMENENTWICKLUNGEN	11
3.1	BEVÖLKERUNG UND WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG	11
3.2	ENERGIEVERBRAUCH	14
3.3	REGULATORISCHES UMFELD UND TRENDS AM ENERGIEMARKT	16
4	ERFOLGSKONTROLLE AUF BASIS DER LEITINDIKATOREN	20
4.1	ZIEL 1: ENERGIEEFFIZIENZ	20
4.2	ZIEL 2: ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEN	21
4.3	ZIEL 3: TREIBHAUSGASEMISSIONEN	22
5	STAND DER UMSETZUNG UND AKTUALISIERUNG DER MASSNAHMEN	24
5.1	MASSNAHMENBÜNDEL 1: ‚GEBÄUDE‘	25
5.2	MASSNAHMENBÜNDEL 2: ‚VERKEHR‘	28
5.3	MASSNAHMENBÜNDEL 3: ‚PROZESSE UND GERÄTE‘	31
5.4	MASSNAHMENBÜNDEL 4: ‚ENERGIEERZEUGUNG UND BESCHAFFUNG‘	33
5.5	MASSNAHMENBÜNDEL 5: ‚KAMPAGNE ENERGIELAND UND BEWUSSTSEINSBILDUNG‘	36
5.6	MASSNAHMENBÜNDEL 6: ‚SCHAFFUNG VON ENTSCHEIDUNGSGRUNDLAGEN UND VERBESSERUNG DER DATENBASIS‘	38
6	AUSBLICK 2020	40
6.1	ZIELAUSBLICK DER DREI LEITINDIKATOREN	40
6.2	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	42
7	ANHÄNGE	44
7.1	ANHANG 1: DETAILLIERTE MASSNAHMENUPDATES	44
7.2	ANHANG 2: AKTUALISIERTE MASSNAHMENLISTE	51

1 Zusammenfassung

2012 wurde die Energiestrategie 2020 mit den Zielen

- Ziel 1: Erhöhung der Energieeffizienz um 20% zur Verbrauchsstabilisierung
- Ziel 2: Erhöhung des Anteils erneuerbarer, einheimischer Energieträger auf 20%
- Ziel 3: Reduktion des Treibhausgasausstosses um 20% gegenüber dem Jahr 1990

verabschiedet. Mit dem vorliegenden Bericht erfolgen zur Halbzeit eine Standortbestimmung und ein Ausblick für die verbleibenden vier Jahre. Der Fokus liegt dabei auf der Aktualisierung und Vervollständigung der Liste mit 47 Massnahmen in den 6 Handlungsbereichen.

Die Bevölkerung hat in den letzten vier Jahren weiterhin gemäss dem Trendszenario zugenommen. Die Zahl der Beschäftigten wächst weiterhin überproportional nach dem Szenario ‚starkes Wachstum‘.

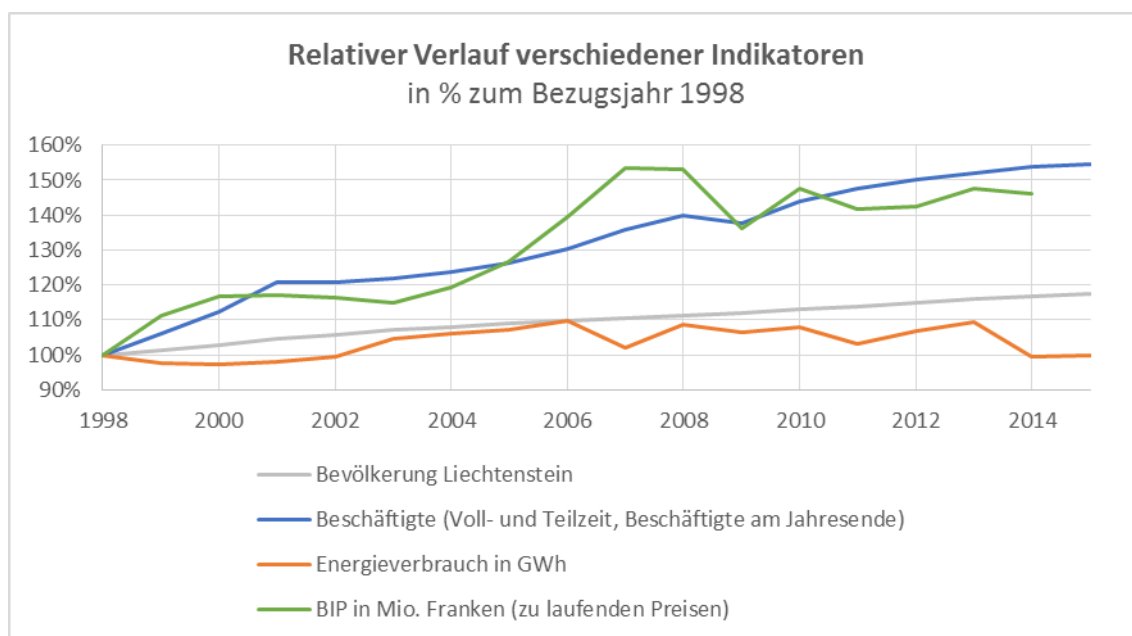


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf verschiedener Indikatoren der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung sowie des Energiebedarfs, in % zum Bezugsjahr 1998. Quelle: Amt für Statistik

Die seit der ersten Publikation der Energiestrategie 2020 neu verfügbaren statistischen Daten zum Energieverbrauch umfassen den Zeitraum 2011 bis Ende 2015. In dieser Periode hat der Energiebedarf um rund 8% abgenommen. Insgesamt ist somit auf den ersten Blick eine Trendwende erkennbar. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Abnahme beim Energiebedarf zu einem wesentlichen Teil durch den reduzierten Treibstoffverbrauch bestimmt ist. Dieser wiederum dürfte zu einem grossen Teil durch die Wechselkursveränderung im Januar 2015 und damit verbunden durch den Rückgang bzw. sogar die Umkehr des „Tanktourismus“ bestimmt sein. Es gibt aber verschiedene weitere positive Trends wie die klare Umkehr beim Stromverbrauch von konstantem Wachstum in Richtung Stabilisierung bis sogar leichte Reduktion. Beim Heizöl schreitet die Reduktion weiter fort und beim Gas konnte eine massive Reduktion vor allem durch eine Verlagerung zu

Fernwärme ab der KVA Buchs erreicht werden. Die Energieverbrauchsdaten liegen damit klar auf Kurs zur Erreichung des Ziels 1 zur Erhöhung der Energieeffizienz.

Tabelle 1: Zielwert, Erreichter Stand 2015 und Massnahmenpotential gemäss aktueller Massnahmenliste

	Ziel 1 Energieeffizienz	Ziel 2 Erneuerbare, einheimische Energieträger	Ziel 3 Treibhausgasemissionen
Zielwert 2020	1'344 GWh	269 GWh	187 Gg
Erreichter Stand 2015	1'237 GWh ¹	134 GWh ²	217 Gg ³
Nötige Massnahmenwirkung um den Zielwert 2020 zu erreichen⁴	-272 GWh/a	+155 GWh/a	-82 Gg/a
Ursprüngliches Potential 2020 ⁵	-271 GWh/a	+215 GWh/a	-69 Gg/a
Aktualisiertes Potential 2020⁶ (Veränderung ggü. ES 2020) ⁷	-211 GWh/a ⁸ (+59 GWh/a)	+83 GWh/a (-132 GWh/a)	-70 Gg/a (-1 Gg/a)
Fazit	Ziel 2020 bereits erreicht, zusätzliches Potential vorhanden 	Ziel 2020 im Inland nicht erreichbar, zu wenig Potential im Inland verfügbar 	Ziel 2020 gefährdet, Potential vorhanden, aber knapp 

Beim Ziel 2 der erneuerbaren Energien ist ein deutliches Defizit gegenüber dem Zielpfad erkennbar, das sich auch in den verbleibenden vier Jahren nicht mehr vollumfänglich korrigieren lässt. Ein wesentlicher Grund liegt im Ausbleiben des erwarteten Ertrages von jährlich 80 GWh aus zwei Staustufen am Rhein. Auch das Projekt für Fernwärme aus Tiefengeothermie ist nach Abklärungen aufgrund geringerer Wirtschaftlichkeit gegenüber einer reinen Fernwärmeversorgung ab KVA Buchs auf unbestimmte Zeit zurückgestellt worden, wobei ein Teil der Massnahmenwirkung über die Fernwärme ab KVA kompensiert werden kann.

¹ Absoluter Energieverbrauch gemäss Energiestatistik, Fernwärme ab KVA Buchs in der Summe nicht als Effizienzmassnahme (Abwärmenutzung) berücksichtigt: Tiefer ist besser.

² Absolute Nutzung erneuerbarer Energieträger gemäss Energiestatistik: Mehr ist besser.

³ Absolute Treibhausgasemissionen gemäss Treibhausgas-Inventar 2014, inkl. Bodennutzung, Bodennutzungsveränderung und Forstwirtschaft, Massnahmenwirkung gemäss Inlandperspektive: Tiefer ist besser.

⁴ Relative Veränderung gegenüber dem Basisjahr 2008 entsprechend den Zielen in der Energiestrategie 2020.

⁵ Bereits umgesetzte oder noch offene Massnahmenpotentiale gemäss Massnahmenliste der ursprünglichen Energiestrategie 2020 von 2012.

⁶ Bereits umgesetzte und noch offene Massnahmenpotentiale gemäss aktualisierter Massnahmenliste im Anhang 7.2.

⁷ Zu- oder Abnahme des identifizierten Massnahmenpotentials gemäss der vorliegenden Aktualisierung gegenüber der ursprünglichen Energiestrategie 2020 von 2012.

⁸ Fernwärme ab KVA Buchs nicht als Effizienzmassnahme (Abwärmenutzung) berücksichtigt.

siert werden soll. Über die Verknüpfung dieses Ziels zu den Treibhausgasemissionen ergibt sich indirekt auch eine Gefährdung des Emissionsziels.

Die Treibhausgasemissionen nehmen relativ betrachtet etwas stärker ab als der Energiebedarf, was die teilweise erfolgreiche Substitution fossiler durch erneuerbare Energieträger und im Ausland produzierten Strom abbildet. Auch der reduzierte oder sogar umgekehrte Tanktourismus, welcher aber keiner eigentlichen Energieeinsparung entspricht, hat hier einen merkbaren Einfluss. Wie auch beim Energiebedarf können Jahre mit steigender Wirtschaftsleistung, witterungsbedingte Schwankungen oder eine Zunahme beim Tanktourismus eine spürbare Zielabweichung verursachen. Insgesamt ist die Erreichung Treibhausgas-Ziel 3 der Energiestrategie gefährdet, aber bei kontinuierlicher und konsequenter Umsetzung der angestrebten Massnahmen immer noch erreichbar.

Insgesamt ist damit ersichtlich, dass die Anstrengungen in den verbleibenden vier Jahren noch verstärkt werden müssen.

Hohe Energiepreise sind im Prinzip für die Steigerung der Energieeffizienz förderlich. Die erwartete verknappungsbedingte Verteuerung von Energie ist bisher nicht erkennbar. Die Ursachen sind vielfältig und liegen unter anderem im technischen Fortschritt zur günstigen Gewinnung von Öl und Gas mit Fracking und dem durch Förderung stimulierten Wachstum erneuerbarer Energie. Die Strompreise am europäischen Spotmarkt liegen auf einem Tiefstand.

Lenkungsabgaben könnten die Rolle des Preises als Steuerungsinstrument in Richtung Energieeffizienz und erneuerbare Energien verstärken. Aufgrund der Zollabkommen mit der Schweiz hat Liechtenstein im Bereich der Brenn- und Treibstoffe aber keinen Handlungsspielraum. Im Bereich der Abgaben auf Strom hat Liechtenstein die Möglichkeit autonom zu handeln, wobei die Interessen der Grossverbraucher in der Industrie angemessen zu berücksichtigen sind. In der Schweiz steigt die Abgabe auf Strom für die Förderung erneuerbarer Energien auf 2.3 Rp./kWh. Liechtenstein hat mit der Erhöhung der Abgabe auf 1.5 Rp./kWh per 1.1.2017 einen Abgabesatz unter dem geplanten Niveau der Schweiz.

Beim Emissionshandel zeigt sich nach mehr als zehn Jahren, dass dieser nicht die erwünschte Lenkungswirkung aufweist. Das Problem liegt bei den tiefen Kosten für die CO₂-Zertifikate als Folge der zu grossen Mengen, die in Umlauf gebracht wurden.

Als sehr erfolgreich haben sich die verschiedenen Energievorschriften erwiesen, die meist über den EWR oder die Abkommen mit der Schweiz auch in Liechtenstein wirksam wurden. Dabei konnte die Energieeffizienz von Geräten und Fahrzeugen auf wirtschaftlich effiziente Weise gesteigert werden. Weitere Richtlinien und die Verschärfung bestehender Grenzwerte werden die nächsten Jahre wirksam.

Im Bereich der Energieeffizienzvorschriften im Gebäudebereich stellt sich für Liechtenstein nach Jahren in einer Vorreiterrolle die Frage der Neuausrichtung. Sowohl in der Gebäuderichtlinie der EU als auch in den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2014) sind nahezu Nullenergie-Neubauten in den entsprechenden Vorschriften verankert. In Liechtenstein ist für die Umsetzung der Vorschriften in Richtung Gesamtsystembetrachtung und Nullenergiegebäude zu prüfen, wie sich eine Verschärfung auf die Wirtschaftstätigkeit auswirkt. Eine fortschrittliche Strategie hin zu Plusenergiegebäuden kann eine Chance für das Baugewerbe darstellen. Eine Orientierung an den SIA-Normen

der Schweiz bei gleichzeitiger Einhaltung der EU-Richtlinie ist eine Herausforderung. Bei diesen Überlegungen sollte ein Regelungsgefälle zu den Nachbarländern vermieden werden.

Erfolgreich ist Liechtenstein im Bereich der durch Förderung gesteigerten Energieeffizienz (z.B. Gebäudesanierungen) und der Stromerzeugung durch Photovoltaik. Das Energieeffizienzgesetz mit seinen Fördermassnahmen hat die erhoffte Wirkung entfaltet. In letzter Zeit ist bei einzelnen geförderten Massnahmen jedoch eine Stagnation oder sogar ein Rückgang erkennbar. Bei der Photovoltaik scheinen die mehrfach reduzierten Förderbeiträge ein Niveau erreicht zu haben, bei dem die Anlagenwirtschaftlichkeit nur noch bei idealen Randbedingungen gegeben ist. Hier ist darauf zu achten, dass wieder ein hohes Niveau an zugebauten Anlagen erreicht werden kann, um das Ziel des Anteils erneuerbaren Energien nicht aus den Augen zu verlieren. Fallende Preise für Speicher und neue technische Möglichkeiten zum Verbrauchsmanagement eröffnen in Kombination mit dynamischen energiemarktbasierten Tarifen neue Potentiale zur vermehrten Nutzung erneuerbarer Energie.

Industrie und Gewerbe verbrauchen rund die Hälfte der Energie. Umso begrüssenswerter ist die steigende Anzahl von Betrieben, die freiwillig langjährigen Energiesparmodellen wie demjenigen der Energieagentur der Wirtschaft (EnAW) oder der Cleantech Agentur Schweiz (act) beitreten und die Umsetzung wirtschaftlicher Massnahmen forcieren. Die Rahmenbedingungen sind weiterhin so zu gestalten, dass dieser Ansatz zunehmend Anwendung findet.

Nebst der KVA in Buchs weisen auch verschiedene Industriebetriebe ein Abwärmepotential auf. Dieses sollte durch thermische Netze im Verbund mit anderen Gebäuden auf dem Firmengelände oder auch umliegenden Gebäuden genutzt werden.

Der Bereich ‚Mobilität und Raumplanung‘ ist von zentraler Bedeutung, aber weiterhin nicht quantifizierbar. Die Mobilität befindet sich derzeit in einer grundlegenden Umbruchphase. Zum einen eröffnet der technologische Fortschritt, insbesondere die rasch voranschreitende Digitalisierung, eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, und zum anderen führt der soziokulturelle Wandel zu einem veränderten Mobilitätsverhalten. Daher wurde das Mobilitätskonzept «Statusbericht 2016 mit Ausblick 2020» mit einem eher kurzfristigen Horizont erstellt. Dies, um mehr Gewissheit in Bezug auf die sich anbahnenden Entwicklungen und Chancen zu erhalten. Aufgrund der raumplanerischen Anforderungen ist der Zeithorizont bis 2020 für eine vollständige Umsetzung dieser Massnahme jedoch zu kurz.

Die Zunahme der neu verkauften Elektrofahrzeuge ist deutlich hinter den Erwartungen zurück geblieben. Elektrofahrzeuge wirken sich durch die bessere Energieeffizienz und den aus Liechtensteiner Perspektive CO₂-freien Betrieb doppelt positiv auf die Ziele der Energiestrategie 2020 aus. Mit erneuerbarer, im besten Fall einheimischer und ökologisch produzierter Elektrizität betrieben ist auch in der Gesamtenergiebilanz ein Vorteil vorhanden. Es ist zu überlegen, wie der Elektromobilität in Liechtenstein verstärkt zum Durchbruch verholfen werden kann. Die Umsetzung langfristiger Themen, wie die flächendeckende Stromversorgung von privaten und öffentlichen Parkplätzen, muss bereits heute in Planung und Bau einfließen.

Nicht quantifizierbar, aber dennoch wichtig, ist die Bewusstseinsbildung für einen effizienten Umgang mit Energie. Eine zielgruppengerechte Kommunikation und Informationsvermittlung ist erwiesenermaßen eine kosteneffiziente Massnahme zur Verstärkung der anderen Tätigkeiten und Förderungen. Nicht zu vergessen ist in diesem Zusammenhang auch die Vorbildrolle der öffentlichen Hand, die es weiterhin sowohl in der Breite als auch mit konkreten Vorzeigeprojekten zu pflegen gilt. Diesbezüglich ist die wichtige Rolle der elf Energiestadtgemeinden zu erwähnen, welche als lokale Akteure seit Jahren einen wichtigen Beitrag in den Bereichen Anregung zur Umsetzung und Vorbildwirkung leisten.

2 Einleitung

Im Jahr 2012 wurde die Energiestrategie 2020 verabschiedet. Nach vier Jahren befinden wir uns nun in der Halbzeit. Wie in der Energiestrategie 2020 vorgesehen, ist es zu diesem Zeitpunkt angezeigt, die Umsetzung und die Zielerreichung zu überprüfen und die nötigen Anpassungen entsprechend den aktuellen Rahmenbedingungen vorzunehmen.

Das vorliegende Dokument versteht sich als Ergänzung zum Gesamtbericht der Energiestrategie 2020 aus dem Jahr 2012⁹. Für ausführlichere Hintergrundinformationen ist der Gesamtbericht beizuziehen.

2.1 Leitlinien und Zielsetzung der Energiestrategie 2020

Die Energiestrategie 2020 hat sich an vier zentralen Leitlinien zur Energieversorgung zu orientieren¹⁰. Diese sind:

- Versorgungssicherheit
- Wirtschaftlichkeit
- Umweltverträglichkeit und
- soziale Verträglichkeit

Unter Beachtung dieser Leitlinien formuliert die Energiestrategie 2020 drei messbare Zielsetzungen:

- Ziel 1: Erhöhung der Energieeffizienz um 20% zur Verbrauchsstabilisierung
- Ziel 2: Erhöhung des Anteils erneuerbarer, einheimischer Energieträger auf 20%
- Ziel 3: Reduktion des Treibhausgasausstosses um 20% gegenüber dem Jahr 1990

Diese Leitlinien bilden auch den Rahmen für die sechs Handlungsbereiche mit insgesamt 47 konkreten Massnahmen zur Umsetzung der gestellten Ziele.

2.2 Methodik der Standortbestimmung

Die Wirkungskontrolle und Standortbestimmung bei den einzelnen Massnahmen erfolgt wie in den bereits vorliegenden, jährlichen Zwischenstandsberichten (2014¹¹ und 2015¹²) auf der Basis statistischer Daten (z.B. von der Fördergeldvergabe oder aus der Landesstatistik).

Die statistisch erfassten Entwicklungen werden den Potentialen, Zielsetzungen und Annahmen der Energiestrategie 2020 gegenübergestellt. Differenzen werden im Rahmen dieser Überarbeitung der Energiestrategie 2020 analysiert und mögliche Lösungen zur Sicherstellung der Zielerreichung identifiziert. In denjenigen Bereichen, in denen keine statistischen Daten verfügbar sind, wurden die zuständigen Stellen beauftragt, Vorschläge

⁹ Energiestrategie 2020, verfügbar unter www.regierung.li/energiestrategie-2020 ([Link](#))

¹⁰ Energiestrategie 2020 Kap. 2.2

¹¹ Verfügbar unter www.energiebuendel.li ([Link](#))

¹² Verfügbar unter www.energiebuendel.li ([Link](#))

für Indikatoren und Ziele zu erarbeiten und die Kontrolle der Massnahmenwirkung sicherzustellen.

Dieser Zwischenstandsbericht integriert auch die Erkenntnisse aus den regelmässigen Treffen der ‚internen Energiegruppe‘, welche auf Anweisung der Regierung eingesetzt wurde¹³. Die Energiegruppe besteht aus Vertretern verschiedener für die Umsetzung der Massnahmen zuständiger Amtsstellen und den LKW sowie der LGV. Im Rahmen dieses regelmässigen Formats wurden zwischen März 2015 und August 2016 in sechs Treffen aktuelle Standortbestimmungen in einzelnen Themenbereichen durchgeführt.

Die Überarbeitung der Energiestrategie 2020 fokussiert auf die Aktualisierung und Vervollständigung der Massnahmenliste (Anhang 8.1 der Energiestrategie 2020), da dort die relevanten Ziele und Wirkungsindikatoren konzentriert sind. Die Überarbeitung der Massnahmenliste wurde federführend durch die für die jeweiligen Massnahmen zuständigen Personen umgesetzt.

Wie bereits bisher wurde darauf verzichtet, die variable Umrechnungsgrösse der CO₂-Intensität des internationalen Strommix (UCTE/ENTSO-E) jährlich anzupassen. Eine Berücksichtigung würde das „Potential Einsparung CO₂ (Global)“ der strombasierten Massnahmen verändern. Demgegenüber mussten jedoch aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der Landesstatistik die Verbrauchswerte beim Erdgas (rückwirkend) vom Brennwert auf den Heizwert korrigiert werden.

¹³ Energiestrategie 2020 - Nächste Umsetzungsschritte, LNR 2013-1488 BNR 2014/606 REG 7702

3 Rahmenentwicklungen

Bereits bei der Erarbeitung der Energiestrategie 2020 war klar, dass diese mit einem Zeithorizont von rund acht Jahren nicht die Rolle einer umfassenden Energievision einnehmen kann. Dafür ist die Zeitspanne zu kurz. Der Zweck der Energiestrategie liegt vielmehr darin, für die betrachtete Zeitspanne konkrete, realisierbare Massnahmen aufzuzeigen und deren Wirkung abzuschätzen. Es wurden jedoch verschiedene Ansätze einbezogen, um die Zielsetzung für 2020 in einen Kontext mit existierenden, längerfristigen Visionen zu setzen (u.a. die 2000-Watt-Gesellschaft). Auch im Rahmen dieses Zwischenstandsberichts soll wiederum die Brücke zu aktuellen Entwicklungen und den langfristigen Strategien und Visionen geschlagen werden.

3.1 Bevölkerung und wirtschaftliche Entwicklung

Die wirtschaftliche Entwicklung, die Zunahme der Bevölkerung und der Energieverbrauch gingen bislang in der Regel Hand in Hand. Es ist ein zentrales Ziel der Energiestrategie, diese Grössen zu entkoppeln, was hauptsächlich durch Effizienzsteigerungen erreicht werden soll.

Die ständige Bevölkerung ist zwischen 2010 und 2015 um 4.1% auf 37'623 Einwohnerinnen und Einwohner gewachsen und folgt damit weitgehend dem Szenario „Trend“ von Strittmatter (Abbildung 2). Der Ausblick in Form des Trendszenarios vom Amt für Statistik von 2015 bis 2050 ist dem gegenüber leicht reduziert. Die Anzahl der Beschäftigten (Voll- und Teilzeit) ist in der gleichen Periode mit 7.4% deutlich stärker gestiegen und bewegt sich weiterhin im Rahmen des Szenarios „Starkes Wachstum“ von Strittmatter¹⁴.

Im Gegensatz zu den Beschäftigungszahlen sank die Wirtschaftsleistung (BIP) zwischen 2010 und 2014 leicht (-0.8%, Basis Schätzrechnung vom Amt für Statistik, Daten nicht dargestellt).

¹⁴ Die Zahl der Vollzeitäquivalente nahm zwischen 2010 und 2014 (aktuelle definitive Daten) in leicht geringerem Ausmass zu wie die Anzahl der Beschäftigten im gleichen Zeitraum (+5.6% bei den VZÄ, +6.8% bei den Beschäftigten, Daten nicht dargestellt)

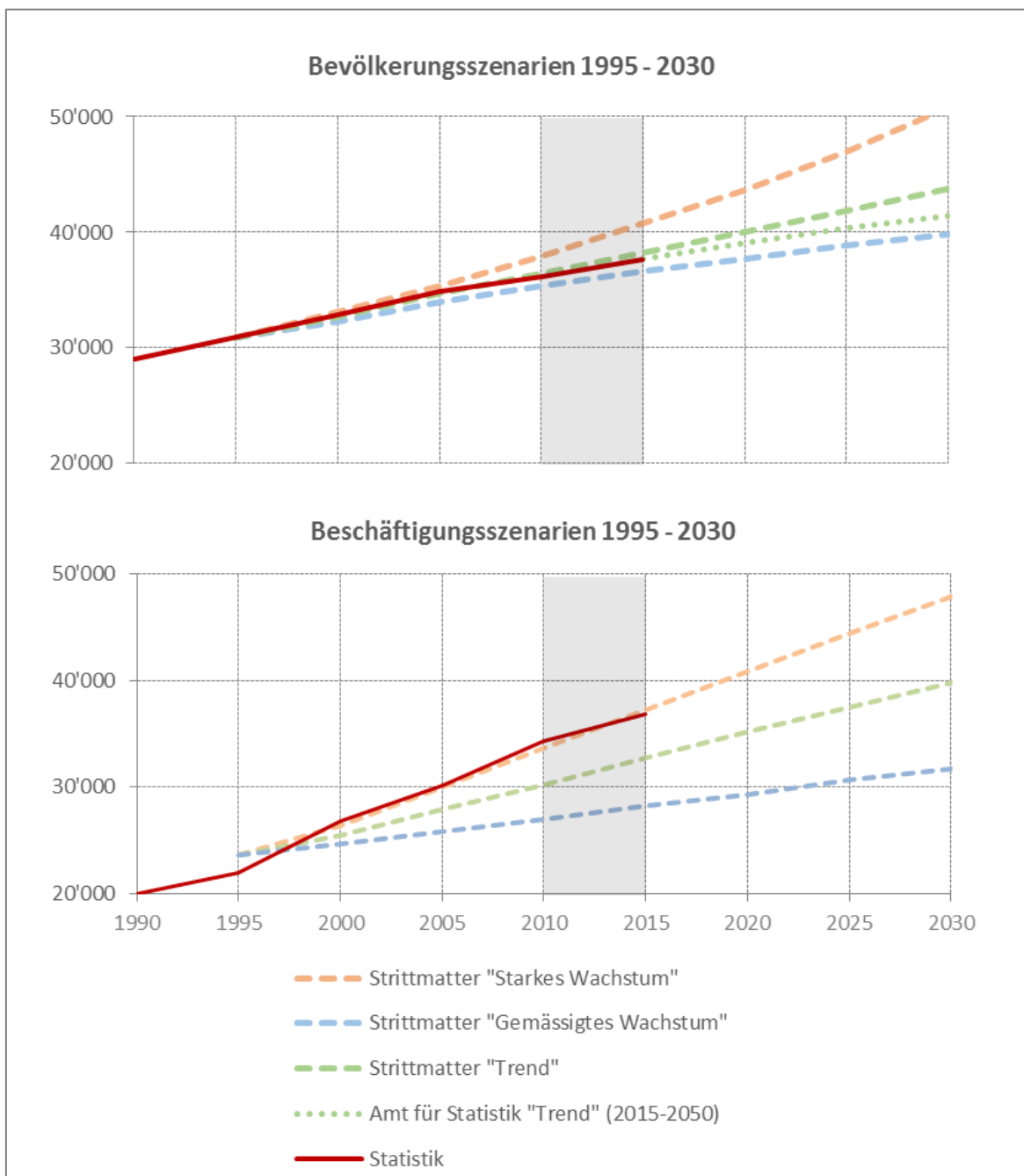


Abbildung 2: Entwicklung der Bevölkerung und der Beschäftigung (Voll- und Teilzeit) sowie Auswahl an Szenarien, Aktualisierung der Darstellung aus der Energiestrategie 2020 (grau hinterlegt). Quelle: Amt für Statistik, Strittmatter Partner AG

Während die ständige Bevölkerung und die Beschäftigung in der Betrachtungsperiode zugenommen haben, blieb die Wirtschaftsleistung nahezu konstant und der Energieverbrauch pro erbrachtem CHF Wirtschaftsleistung nahm zwischen 2010 und 2014¹⁵ um 7% ab (Abbildung 3). Insgesamt setzt dies den seit 1998 dokumentierten, jedoch nicht konti-

¹⁵ Daten zum BIP von 2015 sind zum Zeitpunkt dieses Zwischenstandberichts noch nicht verfügbar. Die Werte von 2014 sind Schätzrechnungen vom Amt für Statistik.

nuierlich stattfindenden Trend fort. Dieser Indikator ist im Hinblick auf die in Abschnitt 0 beschriebenen Treiber des Energieverbrauchs resp. den auftretenden Reduktionen vorsichtig zu interpretieren.

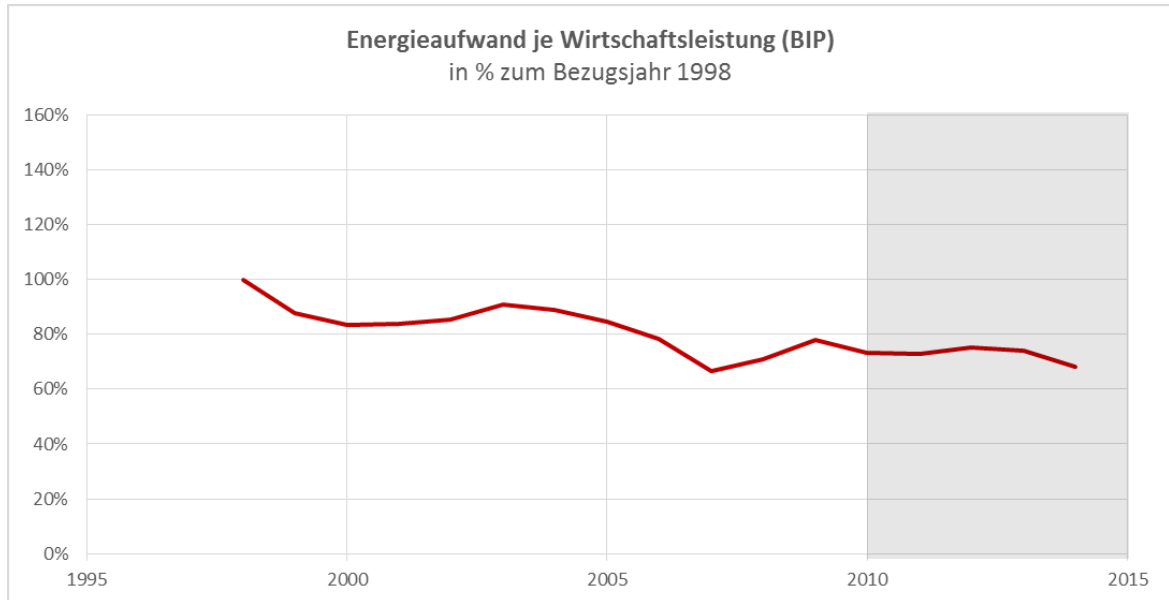


Abbildung 3: Entwicklung des Energiebedarfs im Verhältnis zur Wirtschaftsleistung. Neue Daten gegenüber der Energiestrategie 2020 sind grau hinterlegt. Quelle: Amt für Statistik

3.2 Energieverbrauch

Gegenüber der Darstellung des Energieverbrauchs der Energiestrategie 2020, welche Daten bis und mit 2010 enthält, sind innerhalb der letzten fünf Jahre Schwankungen in beide Richtungen zu beobachten (Abbildung 4).

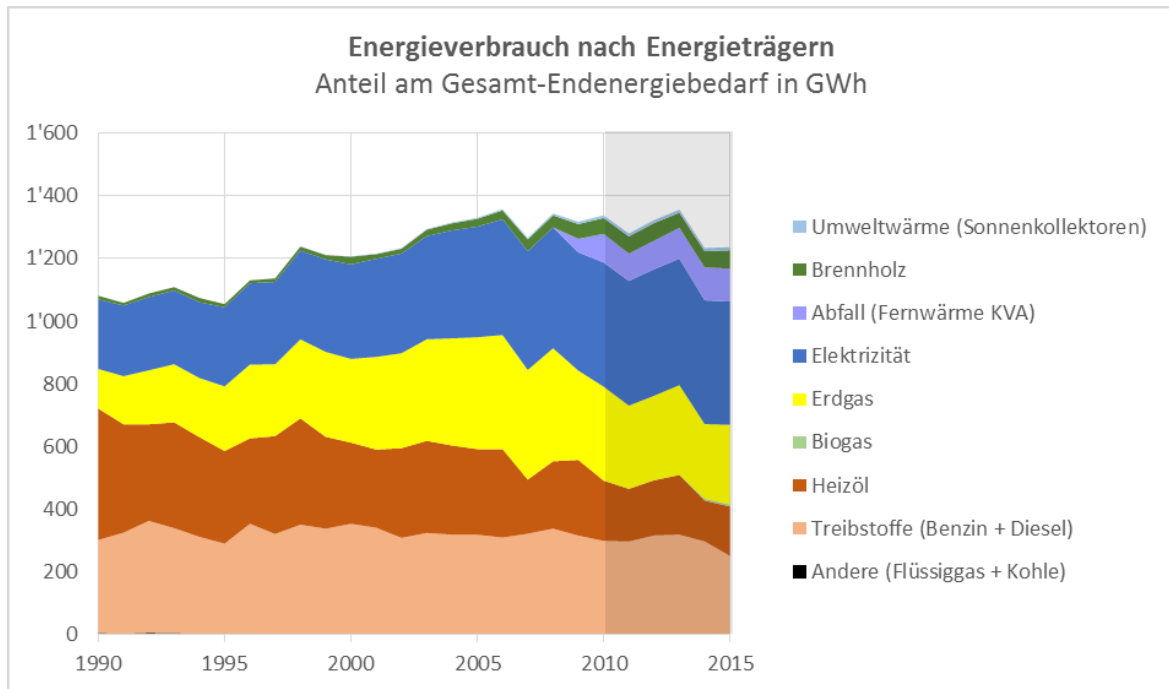


Abbildung 4: Absoluter Energieverbrauch nach Energieträgern. Neue Daten gegenüber der Energiestrategie 2020 sind grau hinterlegt (2011-2015). Quelle: Amt für Statistik

Bis Ende 2015 hat der Energieverbrauch gegenüber 2010 um rund 8% abgenommen. Insgesamt ist somit auf den ersten Blick eine Trendwende erkennbar. Es ist allerdings ebenfalls ersichtlich, dass die Abnahme beim Energieverbrauch zu einem wesentlichen Teil durch den reduzierten Treibstoffverbrauch bestimmt ist (Abbildung 5), welcher wiederum zu einem grossen Teil durch die Wechselkursveränderung im Januar 2015 und damit verbunden durch den Rückgang bzw. sogar die Umkehr des „Tanktourismus“ bestimmt sein dürfte. Somit ist zumindest im Jahr 2015 im Hinblick auf die Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs ein Effekt dominant, der keiner effektiven Verbrauchsreduktion entspricht, sondern einer bilanztechnischen Veränderung an der Landesgrenze.

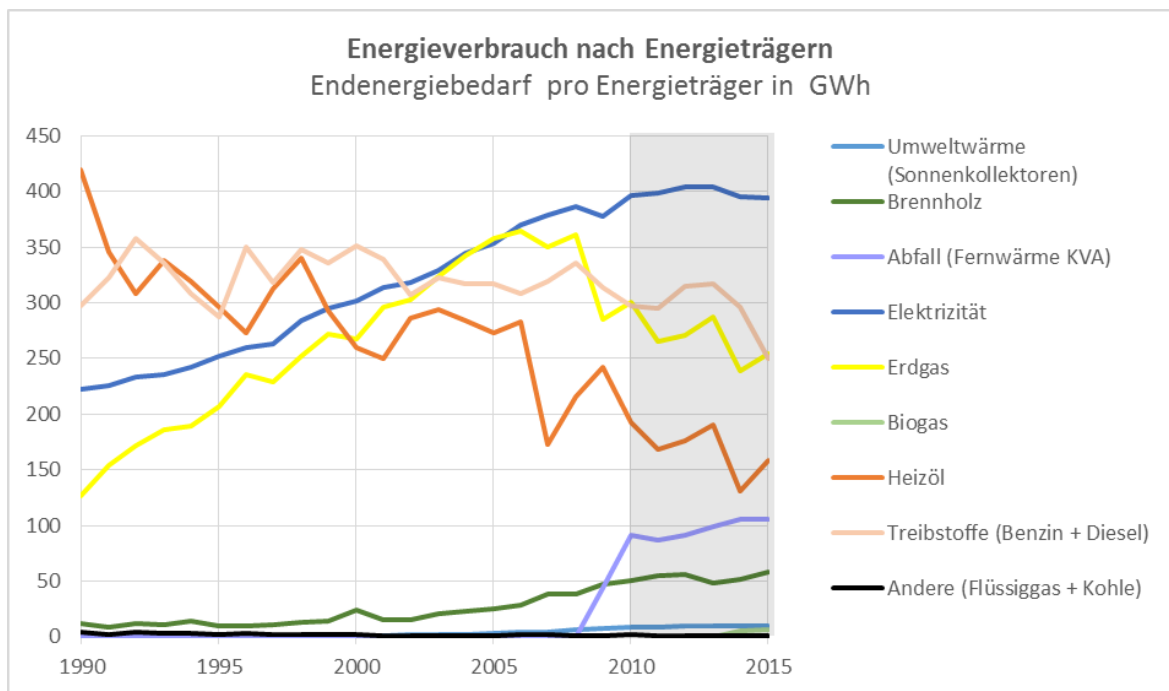


Abbildung 5: Absolute Entwicklung der Energieträger in GWh pro Jahr. Neue Daten gegenüber der Energiestrategie 2020 sind grau hinterlegt (2011-2015). Quelle: Amt für Statistik

Bei den fossilen Brennstoffen (Heizöl und Erdgas) zeigen die Trends deutlich nach unten, die Abnahme ist aber beim Vergleich einzelner Jahre volatil. Ein Grossteil der Schwankungen kann durch klimatische Randbedingungen und die preisabhängige Tankbewirtschaftung (Heizölpreis und CO₂-Abgabe) erklärt werden¹⁶. Beim Erdgas trägt die Substitution durch Fernwärme massgeblich zur Abnahme bei.

Klar ersichtlich ist auch die Zunahme des Anteils an Elektrizität am Gesamt-Energieverbrauch, wobei aber auch hier auf absoluter Basis eine Stabilisierung und neuerdings sogar eine leichte Reduktion erkennbar sind. Beim Brennholz resultierte 2013 aus verschiedenen Gründen ein Rückgang um 15%, welcher erst in den Folgejahren durch die zunehmende Holznutzung durch Holzheizwerke kompensiert wurde. Die Zunahme der Biogasnutzung ist einerseits bilanztechnischer Art und auf die Aufbereitung und Netzeinspeisung von Biogas der ARA BERN zurückzuführen, welche vorher damit den Eigenbedarf abdeckte, und andererseits durch eine gesteigerte Ausnutzung des anfallenden Biogases im Rahmen der Netzeinspeisung.

¹⁶ Die deutlichen Einbrüche in den Jahren 2007 und 2013 können beispielsweise durch eine milde Witterung und Preiseffekte (Lagerhaltung) erklärt werden. Der gute Tankfüllgrad zu Jahresbeginn 2007 erlaubte es vielen Ölheizungsbesitzern, mit den Einkäufen zuzuwarten. Die vor allem in der zweiten Jahreshälfte stark gestiegenen Preise führten zu einem zögerlichen Kaufverhalten.

3.3 Regulatorisches Umfeld und Trends am Energiemarkt

3.3.1 Energieeffizienzgesetz EEG (FL)

Am 1.2.2015 trat das revidierte Energieeffizienzgesetz in Kraft. Neben der Fortführung der bewährten Fördermassnahmen wurden auch neue, wie die Förderung von Wärmepumpenboilern für die Brauchwassererwärmung und „andere Massnahmen“ für die Förderung von auf Gewerbe und Industrie zugeschnittenen Fördermassnahmen, aufgenommen. Bei dieser Anpassung wurden auch die Förderhöhen neu festgelegt.

3.3.2 Energiestrategie 2050 (Schweiz)

Aufgrund des Zollvertrages und auch der sonst engen Verflechtung der Wirtschaft mit der Schweiz wirkt sich die Energiepolitik der Schweiz teilweise direkt aber auch indirekt (z.B. Normen im Bauwesen) auf Liechtenstein aus. Aktuell ist insbesondere die Energiestrategie 2050 der Schweiz von Interesse. Ziel dieses Massnahmenpakets ist es, den mittleren Energiebedarf pro Person bis 2035 gegenüber 2000 um 43% (16% bis 2020) zu senken. Beim Strom soll eine Verbrauchsreduktion um 13% bis 2035 (3% bis 2020) erreicht werden. Zudem soll die Produktion von (neuer) erneuerbarer Elektrizität bis 2035 bei 11.4 TWh (4.4 TWh bis 2020) liegen. Dies entspricht rund 26% des geschätzten Stromverbrauchs im Jahr 2035.

Besondere Tragweite hat auch die Stossrichtung des Schweizer Bundesrats, das bestehende Fördersystem in einer zweiten Etappe der Energiestrategie 2050 ab 2021 durch ein Lenkungssystem abzulösen¹⁷. Die Beratungen dazu laufen noch.

3.3.3 MuKE 2014 (Schweiz)

Mit den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE) 2014 wurden im Januar 2015 in der Schweiz neue, in einem Grundpaket für alle Kantone verbindliche Regeln für die energetische Gestaltung von Gebäuden verabschiedet. Die Kantone setzen diese bis 2018 in ihrer Gesetzgebung um¹⁸.

Neue Gebäude versorgen sich ab 2020 ganzjährig möglichst selbst mit Wärmeenergie und zu einem angemessenen Anteil auch mit Elektrizität. Für Neubauten schreiben die MuKE 2014 eine Anlage zur Stromerzeugung mit 10 Watt pro m² Energiebezugsfläche (bis maximal 30 kW) vor¹⁹. Von der Pflicht kann sich der Bauherr mittels Ersatzabgabe befreien.

Gegenüber dem Stand der MuKE 2008 wird der Wärmeschutz bei Gebäuden verschärft²⁰. Neu wird zudem eine gewichtete Energiekennzahl anstelle eines Höchstanteils

¹⁷ Botschaft zum Verfassungsartikel über ein Klima- und Energielenkungssystem vom 28. Oktober 2015, verfügbar unter www.admin.ch (Link)

¹⁸ Quelle und Stand der Umsetzung: Bundesamt für Energie, verfügbar unter www.bfe.admin.ch (Link)

¹⁹ Quellen: MuKE 2014, endk, www.endk.ch (Link) sowie MuKE 2014 in Kürze, Kanton Schwyz, www.sz.ch (Link)

²⁰ Systemnachweis: Minus 10-15% auf den Heizwärmebedarf $Q_{hww,li}$, zusätzlich Anforderung an maximale Heizleistung. Einzelbauteile: U-Wert für opake Bauteile (Wand, Dach, Decke, Boden) gegen Aussenklima bei Neubauten von 0.2 auf 0.17 W/(m²*K), Fenster und Fenstertüren von 1.3 auf 1.0 W/(m²*K). Bei Sanierungen bleibt der Grenzwert für opake Bauteile gleich, bei Fenstern erfolgt die gleiche Verschärfung wie bei Neubauten.

an nicht-erneuerbaren Energien eingeführt. Der rechnerische Nachweis erfolgt wie für Minergie²¹. Auch Vorgaben für eine minimale Effizienz der Gebäudetechnik (Jahresnutzungsgrade) sind vorgegeben. Es sind Standardlösungen (Kombination aus U-Werten bei der Gebäudehülle und bestimmten Erzeugersystemen) vorgesehen.

Weitere Punkte umfassen eine Sanierungspflicht für zentrale elektrische Widerstandsheizungen und zentrale Elektro-Wassererwärmer. Bei einem Wärmeerzeugerersatz müssen zudem erneuerbare Energien zum Einsatz kommen, wobei auch hier Standardlösungen vorliegen.

Auch die öffentliche Hand setzt sich Ziele: Bis 2050 soll die Wärmeversorgung aller Bauten im Eigentum von Bund, Kantonen und Gemeinden zu 100% ohne fossile Energieträger erfolgen. Zusätzlich muss der Stromverbrauch bis 2030 um 20% unter das Niveau von 1990 gesenkt werden oder mit neu zugebauten erneuerbaren Energien gedeckt werden.

Für den Erhalt von Förderbeiträgen über 10'000 CHF wird ein GEAK²² Plus vorausgesetzt.

3.3.4 Richtlinien EWR

Verschiedene EWR-Richtlinien befinden sich im EWR-Übernahmeprozess. So ist die Gebäude Richtlinie 2010/31 wie auch die Energieeffizienzrichtlinie 2012/27 in der Prüfungsphase für die Umsetzung. Beide Richtlinien haben direkten Einfluss auf Bauvorschriften und Effizienzmassnahmen.

Zusätzlich werden unter der Richtlinie 2009/125 EcoDesign-Verordnungen und unter der Richtlinie 2010/30 fortlaufend Kennzeichnungsvorschriften übernommen, welche Höchstgrenzen für den Energiekonsum von Produkten vorschreiben.

Im Bereich Energiemarkt ist das 3. Liberalisierungspaket für den Strom- und Gasmarkt mit den Richtlinien 2009/72 (Strom) und 2009/73 (Gas) mit zahlreichen Verordnungen, Beschlüssen und Netzwerkcodes zu erwähnen.

3.3.5 Internationale Klimapolitik

An der Klimakonferenz 2015 in Paris konnte nach langjährigen Verhandlungen ein Abkommen für die Zeit nach 2020 verabschiedet werden. Nachdem die erforderliche Anzahl an Ländern das Abkommen ratifiziert hat, ist es am 4. November 2016 in Kraft getreten. Die Ratifizierung des Abkommens durch Liechtenstein befindet sich in Vorbereitung.

Das Abkommen beinhaltet das Ziel, die globale Erwärmung deutlich unter 2° C zu begrenzen, wenn möglich sogar unter 1.5° C. Die Vertragsstaaten werden verpflichtet, auf nationaler Ebene entsprechend ambitionierte Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen zu ergreifen. Bereits im Vorfeld der Klimakonferenz in Paris wurden die Länder aufgefordert, ihre Reduktionsziele für das Jahr 2030 zu kommunizieren. Die Regie-

²¹ Gewichtungsfaktoren wie bei Minergie: Strom 2, Erdgas und Heizöl 1, Fernwärme 0.6.

²² Gebäudeenergieausweis der Kantone

rung Liechtensteins hat im April 2015 beschlossen, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 40% im Vergleich zu 1990 zu reduzieren (RA 2015/509). Dabei sollen 30% im Inland reduziert werden, der Rest über Massnahmen im Ausland.

Bei den konkreten Reduktionsmassnahmen werden verschiedene Massnahmen der Schweiz wie auch der EU in Liechtenstein wirksam (CO₂-Gesetz, EU-Richtlinien wie z.B. Emissionslimite von Fahrzeugen). Da sowohl die Schweiz (-50%) wie auch die EU (-40%) mit Liechtenstein vergleichbare Reduktionsziele eingereicht haben, kann davon ausgegangen werden, dass sich verschiedene Massnahmen dieser beiden Wirtschaftsräume auch auf Liechtenstein auswirken werden.

Zur Erreichung der Ziele wird es aber notwendig sein, dass Liechtenstein auch weiterhin eigene ambitionierte Massnahmen definiert und umsetzt.

3.3.6 Emissionsrechtehandel

Der im Jahr 2005 von der EU eingeführte Emissionshandel hatte zum Ziel, mittels einer Begrenzung des CO₂-Ausstosses von grossen Treibhausgasemittenten, einen Markt für Verschmutzungsrechte einzuführen und damit Energieeinsparmassnahmen oder den Umstieg auf erneuerbare Energien wirtschaftlich attraktiver zu machen. Nach mehr als zehn Jahren Erfahrung zeigt sich, dass dieser Handel nicht die erwünschte Lenkungswirkung aufweist. Das Problem liegt bei den tiefen Kosten für die CO₂-Zertifikate als Folge der zu grossen Mengen, die in Umlauf gebracht wurden.

Auf europäischer Ebene wurde daher eine Reform beschlossen. Ab dem 1.1.2019 wird eine Marktstabilitätsreserve eingeführt, um die Preise pro Tonne CO₂ zu erhöhen. Damit besteht ein verstärkter Anreiz, die Treibhausgasemissionen zu senken. Liechtenstein ist in das europäische Emissionshandelssystem eingebunden.

3.3.7 Tiefe Energiepreise

Die erwartete, verknappungsbedingte Verteuerung von Energie ist bisher nicht erkennbar (Abbildung 6). Die Ursachen sind vielfältig und liegen unter anderem im technischen Fortschritt zur günstigen Gewinnung von Öl und Gas mit Fracking. Dies hat in den USA zum Umstieg der Stromerzeugung von Kohle auf Gas geführt und in der Folge zu einem ‚Ausverkauf‘ der überschüssigen Kohle auf dem Weltmarkt. Diese tiefen Preise für Primärenergieträger, zusammen mit dem durch Förderung stimulierten Wachstum erneuerbarer Energie, haben die Strompreise am europäischen Spotmarkt auf historische Tiefstpreise gedrückt.

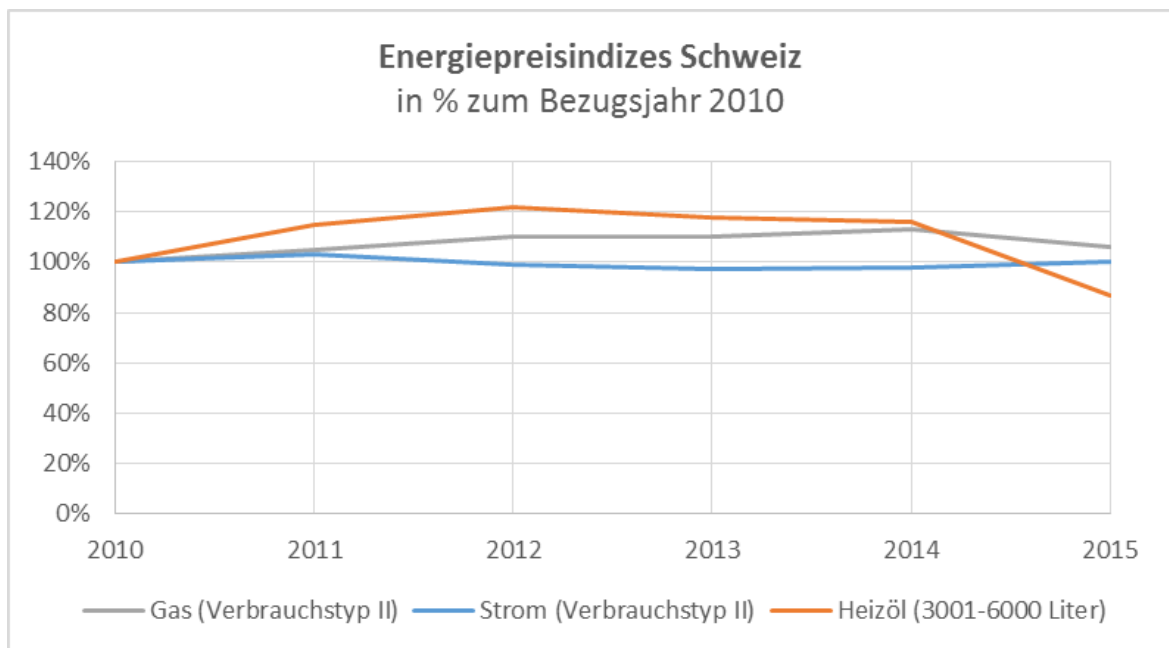


Abbildung 6: Entwicklung ausgewählter Energiepreisindizes in der Schweiz. Quelle: Bundesamt für Statistik, Durchschnittspreise

Günstige konventionelle Energieträger erschweren einen forcierten Ausbau von neuen erneuerbaren Energien. Mit Ausnahme der Photovoltaik, bei der die Erstellungskosten im Laufe der letzten Jahre deutlich gesunken sind und ein wirtschaftlicher Betrieb im Eigenverbrauchsmodell bei günstigen Rahmenbedingungen in absehbarer Zeit auch ohne weitere Förderungen möglich sein wird, sind viele weitere Technologien weiterhin auf erhebliche Fördermittel angewiesen.

4 Erfolgskontrolle auf Basis der Leitindikatoren

Da die Energiestatistik seit der Verabschiedung der Energiestrategie 2020 rückwirkend korrigiert wurde²³, werden jeweils die aktuellen Zahlen verwendet. Die 20%-Zielsetzungen bleiben unverändert bestehen.

4.1 Ziel 1: Energieeffizienz

Das Ziel der Effizienzsteigerung wird über den Gesamt-Energieverbrauch gemäss Landesstatistik gegenüber einer unbeeinflussten (extrapolierten) Entwicklung überprüft (Abbildung 7). Zwischen 2008 und 2013 zeigen sich Schwankungen in einem typischen Bereich, jedoch auf insgesamt stabilem Niveau. Die Abnahme des Gesamt-Energieverbrauchs im Jahr 2014 beruht auf reduziertem Heizöl-, Erdgas und Stromverbrauch, ist aber mit einer gewissen Zurückhaltung im Hinblick auf das im gleichen Jahr leicht rückläufige BIP zu interpretieren. Die Wechselkursänderung im Januar 2015 hat zu deutlich rückläufigem Treibstoffbezug geführt (verminderter Tanktourismus).

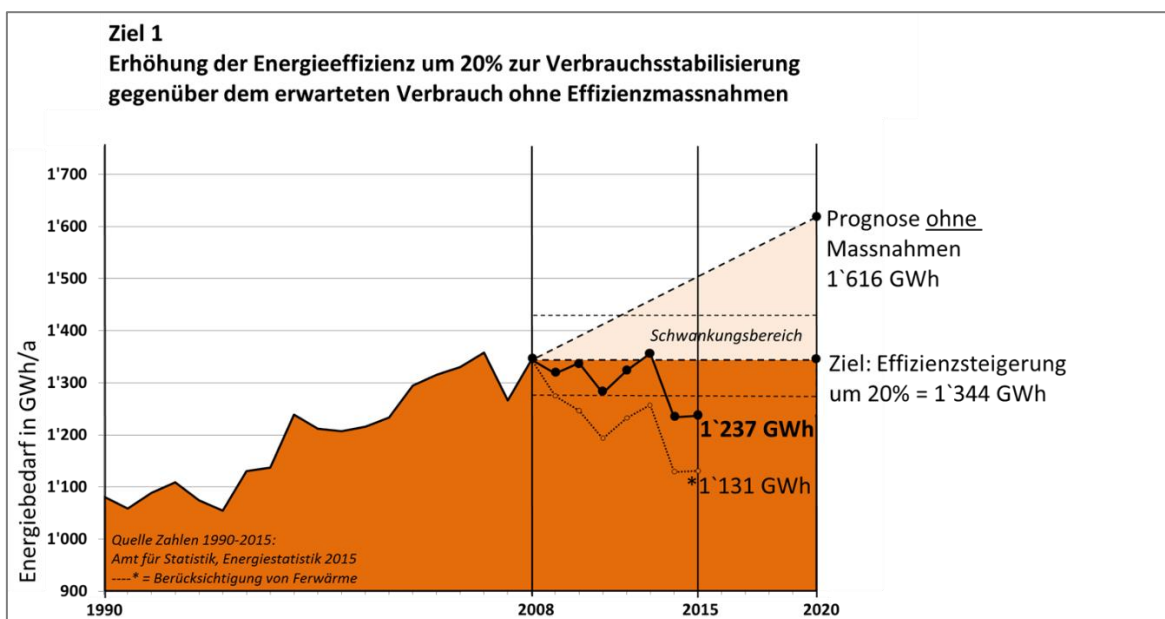


Abbildung 7: Entwicklung des Indikators zur Energieeffizienz. Dicke Linie: Wirkung der Fernwärme ab KVA Buchs nicht als Effizienzbeitrag berücksichtigt. *Dünne Linie: Fernwärme als Effizienzbeitrag berücksichtigt. Quelle: Amt für Statistik, Daten von 1990 bis 2015

Eine wichtige Rolle bei diesem Teilziel nimmt die Fernwärme ab KVA Buchs ein, da ihr Anteil am Gesamt-Energieverbrauch²⁴ des Landes mittlerweile bei 8.5% liegt. Die Fernwärme ab KVA kann als Abwärmenutzung betrachtet werden und leistet unter dieser Betrachtung einen Beitrag zum Effizienzziel (Ziel 1). Diese Interpretation ist in der Abbildung 7 als zusätzliche, dünne Linie dargestellt. Da die Fernwärmenutzung als Importenergie

²³ Anpassung vom Brenn- zum Heizwert beim Erdgas.

²⁴ Quelle: Energiestatistik 2015, Amt für Statistik

nicht in die ursprüngliche Zieldefinition zur Energieeffizienz eingeflossen ist, wird diese auch in der vorliegenden Fassung nur informativ aufgeführt.

Insgesamt bewegt sich die Entwicklung hinsichtlich Ziel 1 auf Zielpfad. Bei anziehender Wirtschaftsleistung oder Wechselkursverschiebungen (Tanktourismus) bleibt die Einhaltung des Effizienzziels aber dennoch eine Herausforderung.

4.2 Ziel 2: Anteil erneuerbarer Energien

Der Anteil erneuerbarer, einheimischer Energien wird anhand der Energiestatistik nachgewiesen. Der Indikator bewegte sich seit 2008 im Vergleich zur Zielsetzung zu stark seitwärts, d.h. es wurden im Verhältnis zum gesamten Energieverbrauch zu wenig zusätzliche, erneuerbare, einheimische Energieträger genutzt (Abbildung 8).

Die Ursache des starken Abfalls im Jahr 2014 liegt hauptsächlich in der Sanierung des Samina-Wasserkraftwerks. Nach der Sanierung und Erweiterung in ein Pumpspeicherkraftwerk wird eine ungefähr gleiche Jahresenergieproduktion durch die Samina-Anlage erwartet, dies allerdings erst vollumfänglich in der folgenden Energiestatistik 2016. Die Veränderung der Produktionsmenge durch strengere Restwasservorschriften wird durch die verbesserte Gesamtanlagenwirksamkeit kompensiert.

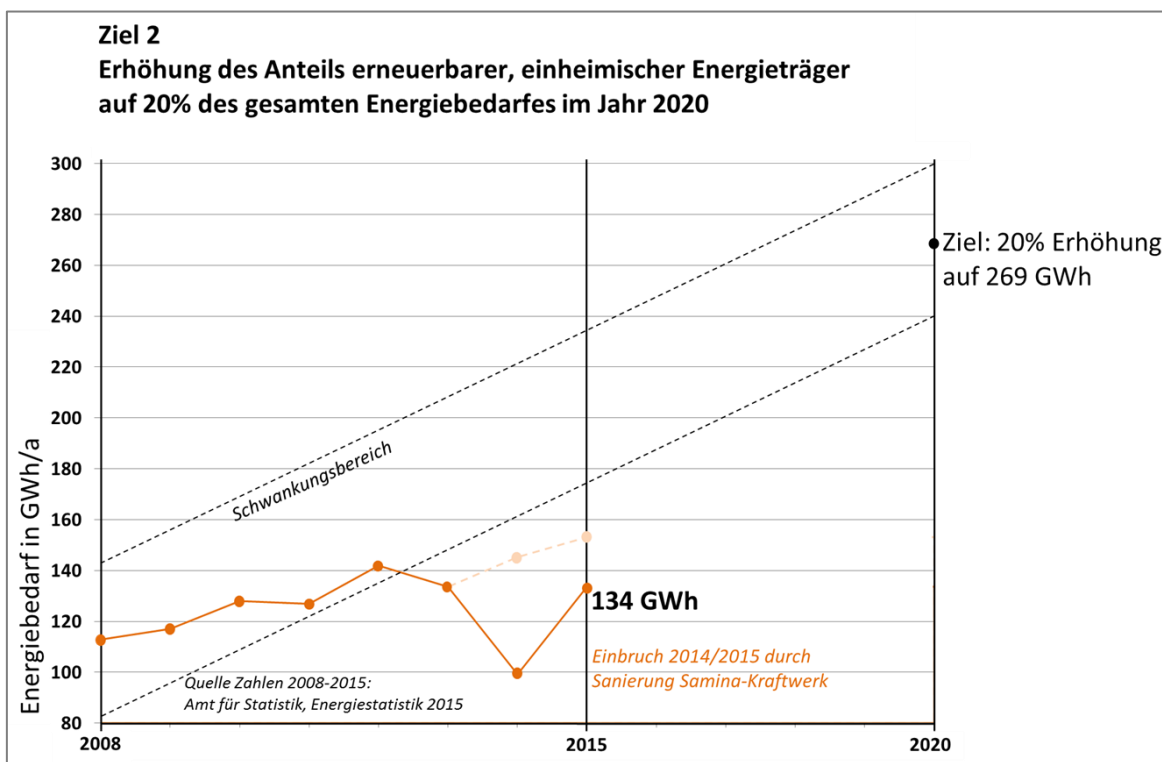


Abbildung 8: Entwicklung des Indikators der erneuerbaren, einheimischen Energieträger. Hell-orange Linie: Erwartete Werte ohne Ausfall Samina. Quelle: Amt für Statistik, Daten von 2008 bis 2015

Trotz der 2015 wiederum gesteigerten Produktion aus der Wasserkraft ist ein deutliches Defizit gegenüber dem Zielpfad zu erwarten, insbesondere auch, weil der Zielpfad von einer mittlerweile nicht mehr realistischen Umsetzung von zwei Staustufen mit 80 GWh²⁵ Jahresertrag an Elektrizität am Rhein ausgeht. Es zeigt sich allerdings klar, dass die ursprünglich vorgesehenen Potentiale an erneuerbaren Energien im Inland nicht ausgeschöpft werden und die wegfallenden Potentiale kaum im Inland kompensiert werden können. Über die Verknüpfung dieses Ziels zu den Treibhausgasemissionen ergibt sich indirekt auch eine verminderte Erreichbarkeit des Emissionsziels.

Die Fernwärme ab KVA Buchs wird dem Ziel 2 nicht angerechnet. Fernwärme ab KVA ist definitionsgemäss (fast) primärenergiefrei²⁶ und somit weder erneuerbar noch nicht erneuerbar.

4.3 Ziel 3: Treibhausgasemissionen

Die Treibhausgasemissionen werden anhand der Umweltstatistik (Treibhausgasinventar) erfasst. Die Daten zwischen 2011 und 2013 zeigen erwartungsgemäss parallel zum fossilen Energieverbrauch steigende Emissionen (Abbildung 9).

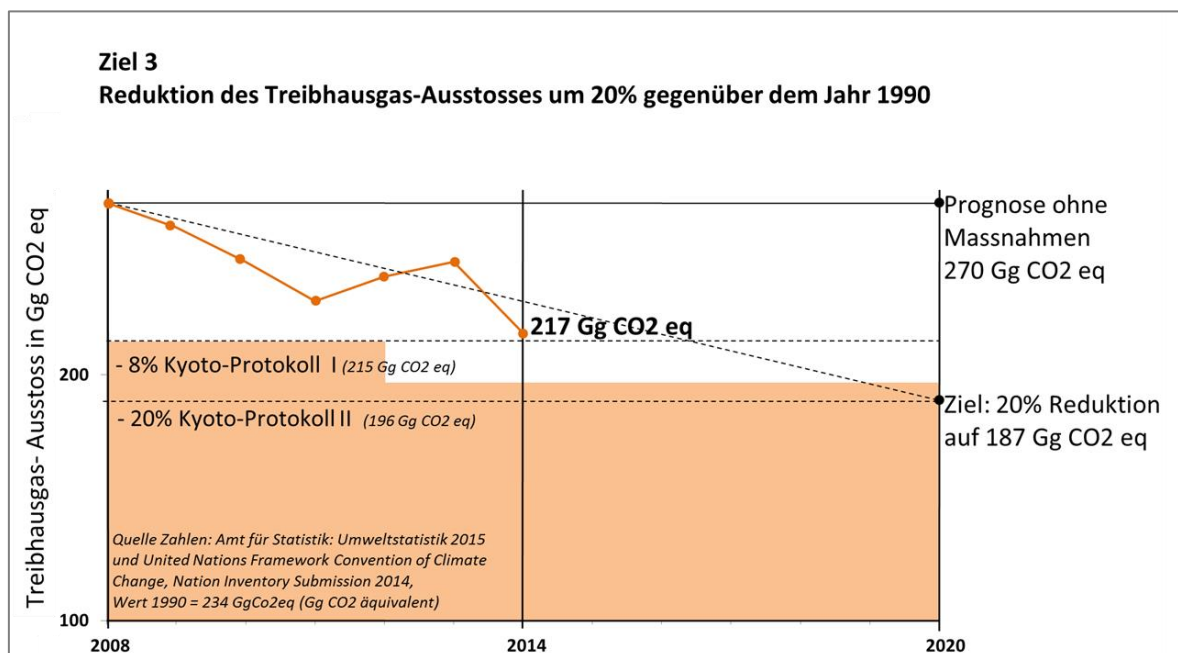


Abbildung 9: Entwicklung des Indikators der Treibhausgasemissionen. Hellroter Bereich: Emissionsbudgets der beiden Kyoto-Perioden I (215 Gg/a²⁷ 2008-2012) und II (196 Gg/a 2013-2020). Quelle: Amt für Statistik, Daten von 2008 bis 2014

²⁵ Anteil von 50% für FL am Jahresertrag der Anlage.

²⁶ Die Primärenergie ist bereits den verwerteten Ausgangsprodukten angerechnet worden. Hinzu kommen lediglich Aufwendungen für Wärmeverteilung und Netzbau.

²⁷ Die Vereinbarung der ersten Periode belief sich auf 211 Gg und umfasste keine Beiträge aus Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF). Für diese Darstellung wurde der Wert auf 215 Gg inkl. LULUCF umgerechnet.

Der deutliche Rückgang im Jahr 2014 beruht auf einer Reduktion der fossilen Brenn- und Treibstoffe parallel zu einer Reduktion des BIP. Es kann erwartet werden, dass die Abnahme von 2014 auch 2015 Bestand haben wird, da der erfasste Treibstoffverbrauch in der Landesstatistik 2015 deutlich abnimmt (Abschnitt 0). Da dieser Effekt aber aus dem reduzierten oder sogar umgekehrten „Tanktourismus“ entsteht, handelt es sich dabei um keine echte Einsparung, sondern um eine wechselkursbedingte Verschiebung an der Landesgrenze.

Die Treibhausgasemissionen nehmen relativ betrachtet etwas stärker ab als der Energieverbrauch, was die teilweise erfolgreiche Substitution fossiler durch erneuerbare Energieträger sowie Fernwärme ab KVA und im Ausland produzierten Strom abbildet.

Zu beachten gilt, dass es sich bei der Reduktionsverpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll II von 20% bis 2020 um eine absolute Treibhausgasreduktion im Vergleich zum Basisjahr 1990 handelt. Bezogen auf die Verpflichtungsperiode 2013-2020 bedeutet dies eine durchschnittliche jährliche Treibhausgasreduktion um 16% bzw. Liechtenstein verfügt über ein jährliches Emissionsbudget von 196 Gg CO₂ eq. (hellrote Markierung in der Abbildung 9). Dieses Budget wurde in den ersten beiden Jahren 2013 und 2014 der aktuellen Verpflichtungsperiode mit 246 Gg und 217 Gg CO₂ eq. teils deutlich überschritten und es wurde damit bereits vom Emissionsbudget der kommenden Jahre gezehrt.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen zeigt einen Abwärtstrend, aber die Emissionen liegen deutlich über den Emissionsbudgets der Kyoto-Perioden und teils auch über dem Zielpfad der Energiestrategie 2020. Wie auch beim Energieverbrauch können Jahre mit steigender Wirtschaftsleistung, witterungsbedingte Schwankungen oder eine wechselkursbedingte Zunahme beim Tanktourismus eine spürbare Zielabweichung verursachen. Insgesamt ist das Treibhausgas-Ziel der Energiestrategie 2020 damit gefährdet, aber bei kontinuierlicher Umsetzung der angestrebten Massnahmen immer noch erreichbar.

5 Stand der Umsetzung und Aktualisierung der Massnahmen

Die Beurteilung des Stands der einzelnen Massnahmen erfolgt anhand einer Gegenüberstellung des ursprünglich im Rahmen der Energiestrategie 2020 ermittelten Potentials und einer Aktualisierung des Potentials auf der Basis neuer Zahlen zur effektiven Wirkung und zum voraussichtlich erschliessbaren Potential.

Die Ermittlung der Wirkung resp. des erschliessbaren Potentials beruht bei vielen quantitativ erfassten Massnahmen auf Wirkungsberechnungen oder Fördergeldzahlungen und beinhaltet damit eine Ungenauigkeit gegenüber der effektiven Wirkung. Zudem werden nicht die realisierten, sondern die zugesicherten Fördermassnahmen erfasst. Dies führt dazu, dass die effektive Wirkung von getätigten Massnahmen mit dieser Methode eher unterschätzt wird, da nicht alle umgesetzten Massnahmen gefördert werden.

5.1 Massnahmenbündel 1: ‚Gebäude‘

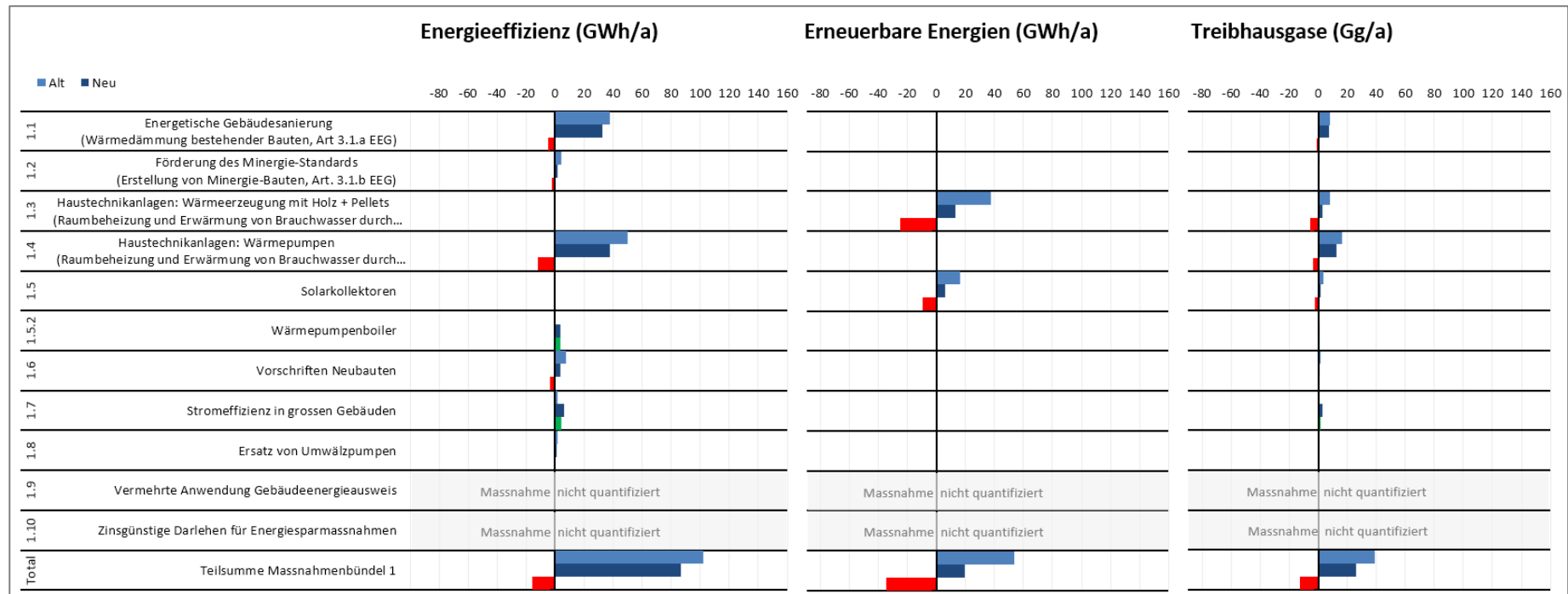


Abbildung 10: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Gebäude“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“).

Beim Massnahmenbündel 1 ‚Gebäude‘ blieben die erfassten Gebäudesanierungen (1.1) zuletzt teils deutlich unter den prognostizierten Werten zurück, wobei aber ab 2016 wieder mit der ursprünglich angenommenen Zukunftsperspektive gerechnet wird. Zur Erhöhung der Sanierungstätigkeit sollen vermehrt Sanierungsberatungen gefördert werden.

Die geförderte Fläche von Minergie-Neubauten (1.2) lag in den letzten Jahren ebenfalls deutlich unter den Erwartungen, andererseits werden heute viele Neubauten mit Ausnahme der mechanischen Lüftungsanlage auf einem mit Minergie vergleichbaren Stand erstellt. Neu werden nun aber nur noch Minergie-A/P-Bauten gefördert. Das Potential wurde entsprechend den deutlich erhöhten Anforderungen reduziert.

Bei der Haustechnik sind deutlich weniger kleinere Holzfeuerungen (1.3) und auch weniger Wärmepumpen (1.4) als erwartet realisiert (resp. gefördert) worden. Das Potential der Pellet- und Stückholzfeuerungen sowie der Wärmepumpenanlagen wurde bis 2020 entsprechend dem sich abzeichnenden Trend reduziert, aber das nachhaltig nutzbare Holzpotential bestätigt (vgl. Abschnitt 7.1.1 auf Seite 44). Bei den thermischen Solar Kollektoren (1.5) ist die Zubaurate auf einen Bruchteil der Jahre bis 2011 gesunken und zuletzt fast gänzlich zum Erliegen gekommen. Dies kann eine Folge der stark gesunkenen Preise für Photovoltaikanlagen, aber gleichbleibenden Preisen für thermische Solaranlagen sein. Das Potential der Jahre 2016 bis 2020 wurde entsprechend massiv reduziert. Kompensierend wirkt die neu aufgenommene Massnahme der Wärmepumpenboiler (1.5.2), welche vermutlich einen Teil der thermischen Solaranlagen über die Kombination mit Photovoltaik verdrängt hat.

Die Verschärfung der energetischen Vorschriften bei Neubauten (1.6) wird unverändert übernommen, obschon sich aktuell eher eine verzögerte Umsetzung resp. Übernahme im Land gegenüber dem Umfeld abzeichnet. Das internationale Umfeld (EU Gebäuderichtlinie und MuKE 14 in der Schweiz) ist inzwischen weiter als die Gesetzgebung im Fürstentum Liechtenstein. In Anbetracht der Bedeutung dieses Sektors für den Energieverbrauch hat eine reduzierte oder verzögerte Umsetzung im Fürstentum Liechtenstein aufgrund der langen Erneuerungszyklen einen langfristigen Effekt. Ein Regelungsgefälle zum Wirtschaftsraum Schweiz oder Österreich sollte möglichst vermieden und eine sinnvolle Angleichung geprüft werden.

Bei Stromeffizienz in grossen Gebäuden (1.7) wurde eine Abgrenzung vorgenommen, so dass neu nur noch die unter ‚andere Massnahmen‘ geförderten Projekte hier bilanziert werden, um Doppelzählungen zu vermeiden (z.B. mit 3.2, 3.3 oder 3.4). Für den Ersatz von Umwälzpumpen (1.8) wurde bisher noch keine Förderung gesprochen resp. es finden sich noch keine Installationsbetriebe, welche eine Kampagne durchführen. Die Zukunftsperspektive wurde beibehalten.

Die beiden Massnahmen zum Gebäudeenergieausweis (1.9) und den zinsgünstigen Darlehen (1.10) sind kaum quantifizierbar und im Fall von 1.10 im aktuellen Zinsumfeld auch kaum von grosser Bedeutung. Hinzu kommt die Tatsache, dass die LKW als mögliche Partnerin keine Darlehen vergeben dürfen, da ihnen die dafür nötige Banklizenz fehlt. Die öffentliche Hand will ebenfalls nicht die Rolle eines Finanzinstituts übernehmen.

In der Summe ergibt sich für dieses Massnahmenbündel ein um 15.5 GWh/a reduziertes Potential bei der Energieeffizienz, ein um 34.4. GWh/a reduziertes Potential zur Nutzung von Erneuerbaren und ein um 12.9 Gg/a reduziertes Potential an Treibhausgas-Einsparungen im Inland (8.2 Gg/a reduziert bei globaler Perspektive).

5.2 Massnahmenbündel 2: ‚Verkehr‘

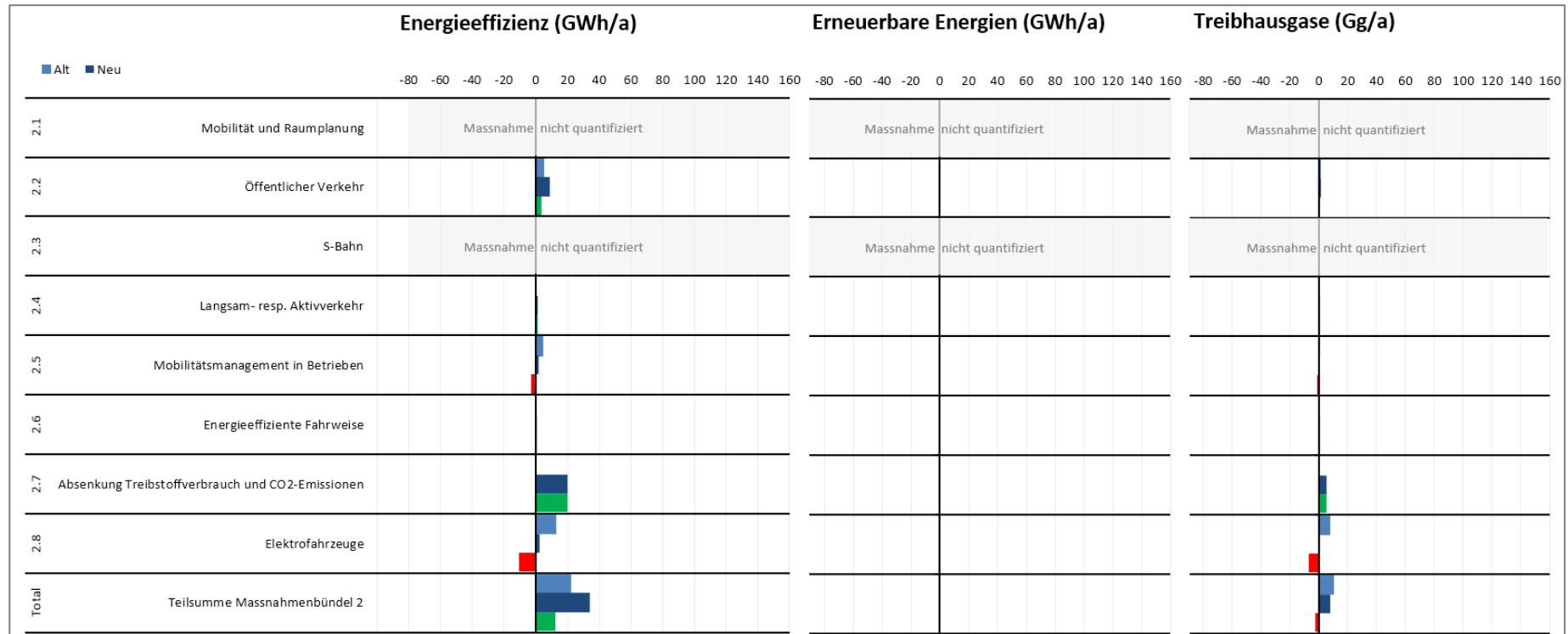


Abbildung 11: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Verkehr“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“).

Im Verkehrsbereich wurden einzelne Massnahmen (2.4, 2.6, 2.7) neu mit Indikatoren versehen und damit quantifiziert, wodurch sich zusätzlich ausgewiesene Potentiale ergeben. Alle Modelle beruhen auf starken Vereinfachungen und sind in den jeweiligen Beiblättern im Anhang 7.2 beschrieben. Insgesamt ist von einer anhaltenden und deutlichen Zunahme des motorisierten Verkehrs auszugehen (Abschnitt 7.1.2 auf Seite 45).

Der Bereich ‚Mobilität und Raumplanung‘ (2.1) ist von zentraler Bedeutung, aber weiterhin nicht quantifizierbar. Die Mobilität befindet sich derzeit in einer grundlegenden Umbruchphase. Zum einen eröffnet der technologische Fortschritt, insbesondere die rasch voranschreitende Digitalisierung, eine Vielzahl neuer Möglichkeiten, und zum anderen führt der soziokulturelle Wandel zu einem veränderten Mobilitätsverhalten. Daher wurde das Mobilitätskonzept «Statusbericht 2016 mit Ausblick 2020» mit einem eher kurzfristigen Horizont erstellt. Dies, um mehr Gewissheit in Bezug auf die sich anbahnenden Entwicklungen und Chancen zu erhalten. Aufgrund der raumplanerischen Anforderungen ist der Zeithorizont bis 2020 für eine vollständige Umsetzung dieser Massnahme jedoch zu kurz. Die Gemeinden sind bestrebt, die Bebauung in den vorhandenen Bauzonen gezielt nach innen zu entwickeln. Mit verschiedenen Planungsinstrumenten wird die Nutzungsqualität in den Ortszentren gefördert und in gut mit dem ÖV erschlossenen Kernzonen nachverdichtet, um möglichst wenig zusätzlichen motorisierten Verkehr zu erzeugen und die Landschaft zu schonen.

Der Beitrag des öffentlichen Verkehrs (2.2) wurde neu anhand eines Modells quantifiziert und das Potential entsprechend aktualisiert. Indikatoren sind geleistete Personen- und Fahrzeugkilometer sowie der Treibstoffverbrauch der Liechtensteinischen Busbetriebe. Daraus werden einerseits die Effizienzverbesserung bei der Busflotte und andererseits die Veränderung der geleisteten Personenkilometer ermittelt. Dabei wird angenommen, dass jeder zusätzliche (oder reduzierte) Personenkilometer im Bus einem substituierten Kilometer Individualverkehr entspricht.

Das Projekt S-Bahn FL.A.CH (2.3) war ausgearbeitet und 2015 für die Volksabstimmung vorgesehen. Aufgrund eines Rückzugs Österreichs aus der Finanzierung ist das Projekt sistiert. Die Umsetzung des Projekts in den nächsten Jahren ist ungewiss (vgl. Massnahme 2.3 ‚S-Bahn‘ auf Seite 45).

Die Wirkung der Massnahme ‚Langsam- und Aktivverkehr‘ (2.4) wurde neu anhand von Daten aus der Durchführung von Fahrradwettbewerben grob quantifiziert. Eine Strategie liegt vor und Projekte für den Langsamverkehr werden laufend umgesetzt. Die Lückenschliessung beim Radnetz steht dabei im Zentrum.

Die Wirkung des Mobilitätsmanagements in Betrieben (2.5) wird neu anhand von Befragungen zum Modalsplit in Industrie- und Gewerbebetrieben sowie bei der öffentlichen Verwaltung ermittelt und auf die Vollzeitäquivalente des Landes hochgerechnet. Die bestehenden Massnahmen zur Eindämmung des stetig zunehmenden Verkehrsaufkommens könnten durch eine Beteiligung am Schweizer „Homeoffice Day“ resp. der „Work Smart“ Initiative ergänzt werden. Damit werden Betrieben die existierenden technischen Möglichkeiten wie z.B. Homeoffice näher gebracht.

Bei den Ecodrive-Kursen (2.6) wird eine Einsparung von 10% pro Teilnehmenden bei 10'000 km Fahrleistung pro Jahr angenommen.

Die laufende Flottenerneuerung durch verbrauchsärmere Fahrzeuge oder alternative Antriebe (2.7) ergibt ein namhaftes Potential im Bereich der Energieeffizienz und der Treibhausgase, welches bisher noch nicht quantifiziert war. Der Durchschnittsverbrauch der neu zugelassenen Fahrzeuge sinkt zwar stetig, der Zielwert der EU von 130 g CO₂/km wurde 2015 mit 142 g/km aber verfehlt (vgl. auch Abschnitt 7.1.2 ab Seite 45). Absolut stagnieren die CO₂-Emissionen aus dem Fahrzeugsektor und der Anteil alternativer Antriebe steigt bisher nur zögerlich.

Die Zunahme der neu verkauften Elektrofahrzeuge wurde deutlich überschätzt und das Potential nun auf rund 20% des Ausgangswerts reduziert. Zwischen 2012 und 2015 wurden rund 400 neue Elektrofahrzeuge zugelassen, gegenüber den erwarteten 1'250 (vgl. Massnahme 2.8 ‚Elektrofahrzeuge‘ auf Seite 47). Aufgrund der technischen Entwicklung bei Batterien und Fahrzeugen ist eine wesentliche Umlagerung in Richtung Elektrofahrzeuge erst ab etwa 2025 zu erwarten. Diese Veränderung führt zu grossen Korrekturen im Potential der Energieeffizienz und der Treibhausgase mit dem Zeithorizont 2020. Trotzdem bleibt diese Massnahme ein grosser Hoffnungsträger mit theoretisch grossem Einfluss auf den Energieverbrauch.

In der Summe ergeben sich für dieses Massnahmenbündel ein um 12.1 GWh/a erhöhtes Potential bei der Energieeffizienz und ein um 2.3 Gg/a reduziertes Potential an Treibhausgas-Einsparungen im Inland (resp. 1.2 Gg/a reduziert bei globaler Perspektive).

5.3 Massnahmenbündel 3: ‚Prozesse und Geräte‘

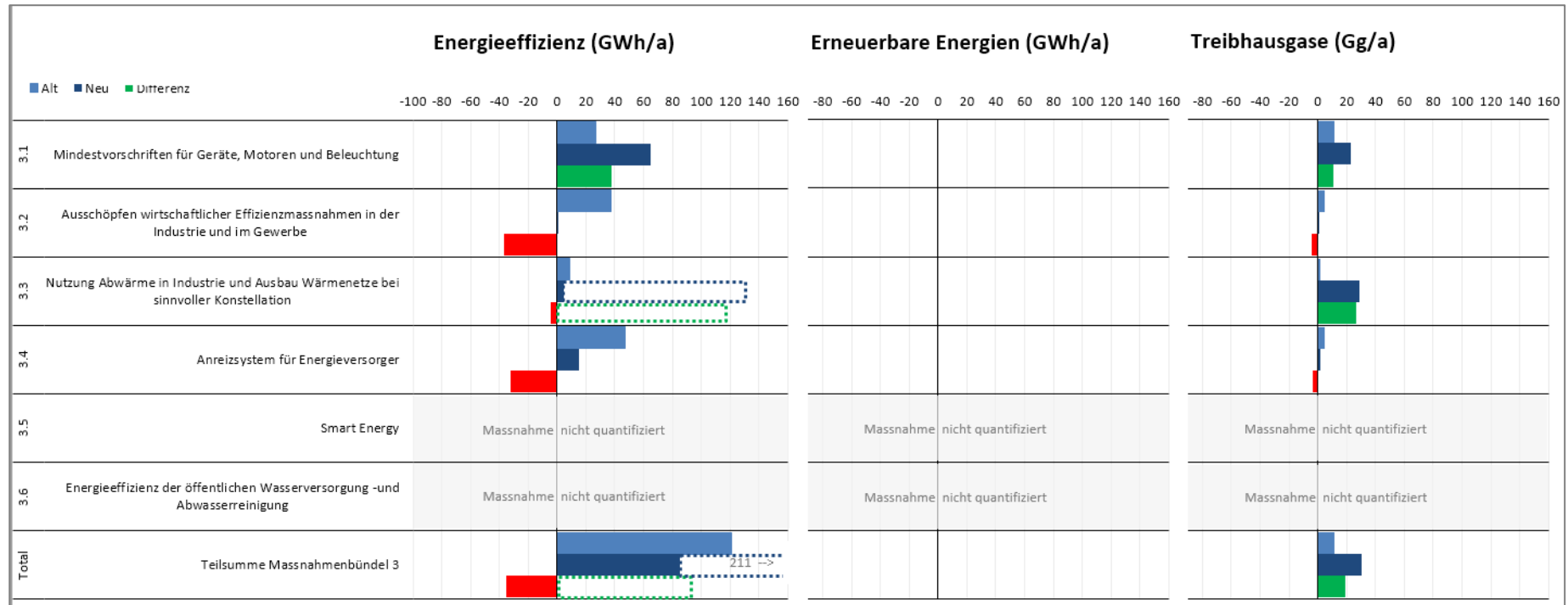


Abbildung 12: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Prozesse und Geräte“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“). Gestrichelte Linien sind die Werte unter Einbezug der Fernwärme ab KVA Buchs.

Im Massnahmenbündel ‚Prozesse und Geräte‘ ergab die erneute Potentialbeurteilung eine deutliche Erhöhung der erwarteten Effekte im Bereich der Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung (3.1). Hier wird weitgehend EU-Recht übernommen, wobei der Umfang der ECO-Design-Richtlinien laufend auf weitere Gerätekategorien erweitert wird.

Das reduzierte Potential bei der Massnahme 3.2 beruht auf einer Bereinigung von Doppelzählungen. Neu wird nur noch 10% des ursprünglich ermittelten Potentials hier angerechnet. Das weitere Potential ist nicht weggefallen, sondern bereits in anderen Massnahmen verbucht. Das Potential 2020 wurde anhand eines einfachen Modells mit Teilnehmenden des EnAW-Modells in Liechtenstein erstellt und basiert auf der Annahme, dass diese 1% ihres Energieverbrauchs pro Jahr reduzieren.

Die Fernwärme ab KVA Buchs (3.3) wird als Abwärmenutzung aus der Kehrlichtverbrennung betrachtet. Die Fernwärme ersetzt weitgehend fossile Brennstoffe und wirkt sich damit auf die Treibhausgasemissionen aus. Unter der Betrachtungsweise der KVA Fernwärme als Abwärme könnte diese auch dem Energieeffizienzziel angerechnet werden. Der Effekt der Fernwärmenutzung ab KVA Buchs wird beim Effizienzziel zusätzlich als gestrichelte Balken dargestellt. Das Potential der Fernwärme im erwarteten Vollausbau liegt bei 126 GWh/a, was die wegfallenden anderen Potentiale im Bereich der Energieeffizienz und der Treibhausgasemissionen (Inlandperspektive) aller anderen Massnahmen und Massnahmenpakete aufwiegt. Eine Anrechnung als Kompensation bei den erneuerbaren Energien ist zu diskutieren (vgl. Abschnitt 6.2.1).

Ein Anreizsystem für Energieversorger (3.4) zum Umsetzen von Effizienzmassnahmen im Sinne eines Leistungsauftrags gibt es weiterhin nicht. Das erwartete Potential wurde entsprechend reduziert, auch im Hinblick auf eine Vermeidung von Doppelzählungen von Massnahmen. Durch eine Nachrüstung von Smartmetern (3.5) im Strom- und teils auch im Gas- und Wärmenetz wurden Voraussetzungen geschaffen, um flexible Tarifmodelle umzusetzen. Diese und die Wirkung der Effizienzverbesserungen in der Abwasser- und Trinkwasseraufbereitung sind allerdings nicht quantifiziert.

In der Summe ergibt sich für dieses Massnahmenbündel ein um 35.5 GWh/a reduziertes (ohne Fernwärme) resp. 90.6 GWh/a erhöhtes (mit Fernwärme) Potential bei der Energieeffizienz. Bei den Treibhausgasen ergibt sich ein um 18.9 Gg/a erhöhtes Potential an Treibhausgas-Einsparungen im Inland (resp. 20.9 Gg/a erhöht bei globaler Perspektive).

5.4 Massnahmenbündel 4: ‚Energieerzeugung und Beschaffung‘

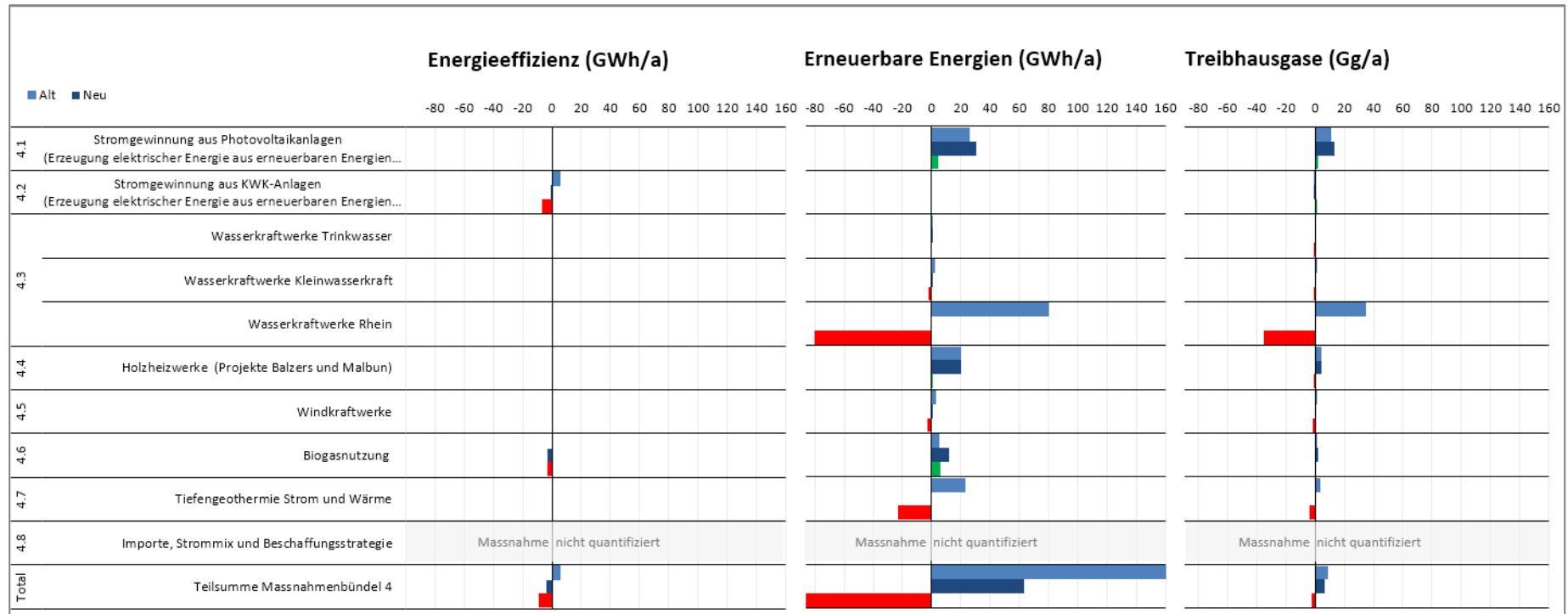


Abbildung 13: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Energieerzeugung und Beschaffung“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“).

Die Energieerzeugung und –beschaffung wirkt sich hauptsächlich auf die Zielerreichung bei den erneuerbaren Energien aus. Wesentliche Korrekturen ergaben sich durch die gemäss aktuellem Stand und im wirtschaftlichen Umfeld nicht mehr bis 2020 realisierbaren Projekte der Rheinkraft und der Kleinwasserkraft (4.3) (vgl. auch Massnahme 4.3 ‚Wasserkraftwerke‘ auf Seite 47), der Tiefengeothermie (4.7) sowie der Windkraftwerke (4.5). Das Rheinkraftwerk alleine war mit 80 GWh/a bilanziert und führte bei globaler Perspektive zu rund 35 Gg reduzierten Treibhausgasemissionen.

Die Steigerung bei der installierten Photovoltaikleistung (4.1) kompensiert einen kleinen Teil der wegfallenden Grossprojekte. Die zusätzlich installierte Anlagenleistung lag jeweils jährlich deutlich über der Prognose, wobei die Förderkosten mittlerweile auf 3.6 Rp./kWh gesunken sind.

Die Stromgewinnung aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (4.2) hat nicht Fuss gefasst, es wurden im Gegenteil bestehende Anlagen stillgelegt und die Verstromung von Biogas bei der ARA Bendorf wurde zugunsten der Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz aufgegeben. Dies führt, zusammen mit den verhaltenen Aussichten, zu einem negativen Potential dieser Massnahme, hat aber wiederum positive Auswirkungen auf die nationale Treibhausgasbilanz. Bei globaler Betrachtung steigen dagegen die Emissionen²⁸.

Wie geplant wurden 2012 das Holzheizwerk im Malbun und 2014 das Holzheizwerk in Balzers in Betrieb genommen und damit das Ziel 2020 fast erreicht (4.4). Dadurch konnte die Kapazität zur Holzenergienutzung um 19.5 GWh/a erhöht werden. Weiteres Energieholzpotential im Umfang von rund 15 GWh/a ist verfügbar (vgl. Abbildung 17 auf Seite 44, Zusätzliche Pellet- und Holzheizungen).

Die erwartete Umsetzung der Windenergie (4.5) bis 2020 wurde auf 0.1 GWh reduziert. Die anfangs 2017 erfolgte Bürgerbefragung der Balzner Bevölkerung zur Windkraftanlage auf And hat gezeigt, wie schwierig die Umsetzung von grossen Windkraftanlagen in der Nähe von Siedlungsgebieten ist. Bis 2020 ist keine Umsetzung grösserer Windkraftanlagen absehbar. Allenfalls werden einzelne kleinere Anlagen an peripheren Standorten (wie Bauernhöfen) realisiert.

Die Zunahme der Biogasnutzung (4.6) ist einerseits bilanztechnischer Art (früher im Eigenbedarf genutztes Biogas wird nun aufbereitet und ins Netz eingespeisen), aber auch auf eine durch die Netzeinspeisung verbesserte Ausnutzung des anfallenden Biogases im Sommerhalbjahr zurückzuführen. Weiterhin in der Massnahme erfasst bleibt das Potential einer Grüngut- und Güllevergasungsanlage, auch wenn eine Realisierung kaum vor 2020 realistisch ist. Nebst der Eigenproduktion kann Biogas auch importiert werden und ein Biogasanteil im Erdgas-Standardprodukt ist denkbar. Im Gas-Treibstoff sind bereits 10% Biogas enthalten, ab 1. Januar 2017 sogar 20%.

²⁸ Dabei wird davon ausgegangen, dass jede mittels KWK erzeugte kWh Strom zu Mehremissionen im Inland führt, bei gleichzeitiger Reduktion der globalen Emissionen (reduzierter Stromimport).

Zur Nutzung der Tiefengeothermie (4.7) wurden verschiedene Abklärungen durchgeführt. Gegenwärtig ist die Wirtschaftlichkeit gegenüber anderen Massnahmen reduziert und damit sind keine Geothermieprojekte in Planung. Bis 2020 ist keine Nutzung der Tiefengeothermie realisierbar, aber allenfalls als längerfristiges Potential vorhanden. Bis 2020 ist eine Substitution der vorgesehenen Wirkung durch eine zusätzliche Fernwärmenutzung zwischen Buchs und Schaan möglich, sodass ein entsprechendes Projekt bei den LGV in Planung ist. Weitere Informationen dazu finden sich unter Massnahme 4.7 ‚Tiefengeothermie Strom und Wärme‘ auf Seite 48.

Im Inland sind damit nicht ausreichend Potentiale zur Kompensation der fehlenden Produktionskapazitäten in Aussicht. Es zeigt sich deutlich, dass für die Zielerreichung ein vom länderbezogenen Fokus abgelöster Betrachtungshorizont und die Beschaffung von erneuerbarer Energie im Ausland unumgänglich sein werden. In der Eignerstrategie der Energieversorger (4.8) sind jedoch keine Vorgaben in Bezug auf die Importe vorhanden. Private Kunden können ihr Strom- und Gasprodukt allerdings selber bestimmen, und beim Strom wurde ein erneuerbares Standardprodukt umgesetzt.

In der Summe ergibt sich für dieses Massnahmenbündel ein um 9.2 GWh/a reduziertes Potential bei der Energieeffizienz und eine um 97.4 GWh/a reduzierte Erzeugung resp. Nutzung von erneuerbaren Energien. Das Potential zur Senkung der Treibhausgasemissionen im Inland ergibt eine Reduktion um 2.2 Gg/a, bei globaler Perspektive eine Reduktion um 42.0 Gg/a.

5.5 Massnahmenbündel 5: ‚Kampagne Energieland und Bewusstseinsbildung‘

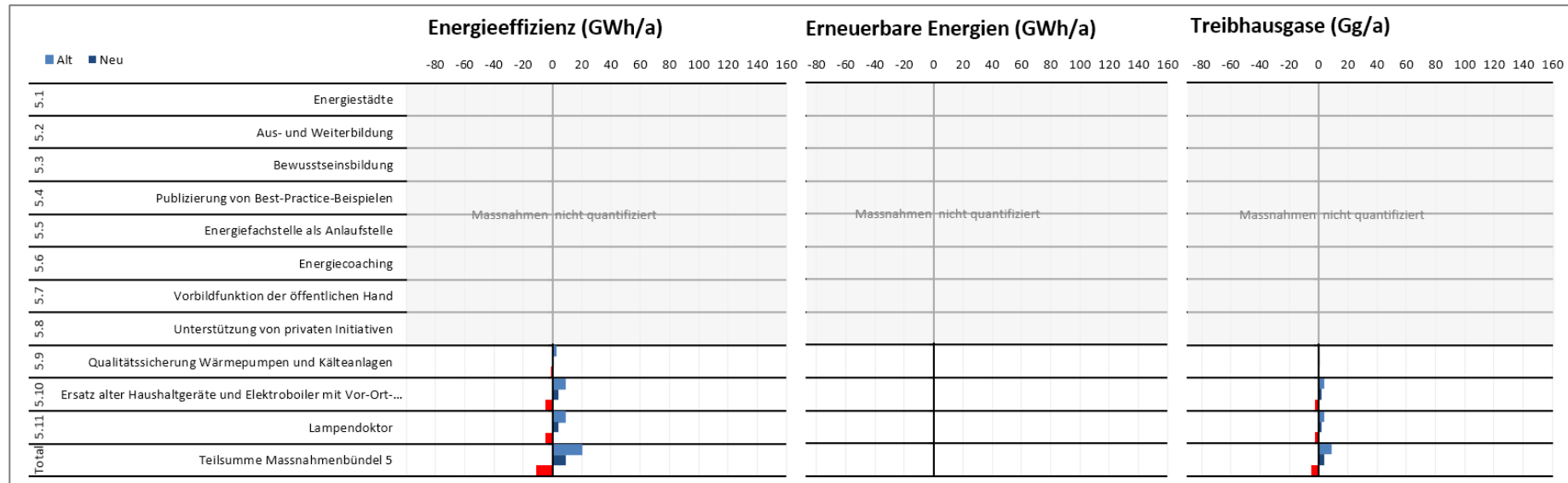


Abbildung 14: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Kampagne Energieland und Bewusstseinsbildung“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“).

In diesem Massnahmenbündel sind erwartungsgemäss eher schwierig zu quantifizierende Elemente enthalten.

Die elf Energiestädte tragen wesentlich dazu bei, um den verschiedenen Massnahmen lokal zur Umsetzung zu verhelfen. Die Gemeinden nehmen selbst auch eine wichtige Vorbildwirkung ein. Dieser Nutzen lässt sich nicht abschliessend in energetischen Einheiten quantifizieren. Neu wurde die Massnahme der Energiestädte (5.1) durch den Indikator der Energiestadt-Punkte qualitativ ergänzt. Alle Gemeinden sind Energiestädte und der mittlere Zielerreichungsgrad liegt zwischen 63% und knapp unter 75%.

Die Vorbildfunktion der öffentlichen Hand (5.7) wird neu durch einen Indikator zum Energiebedarf der öffentlichen Gebäude dokumentiert. Dieser wurde für die Jahre 2000 und 2015 ermittelt.

Bei der Qualitätssicherung der Wärmepumpen (5.9) wurde das Potential nach unten korrigiert, weil die Umsetzung mittels Anreizsystem bis jetzt hinter den Erwartungen zurückbleibt. Zukünftig soll eine verpflichtende Qualitätssicherung geprüft werden.

Die Massnahme zum Ersatz alter Haushaltgeräte (5.10) und zum Lampendoktor (5.11) wurde ebenfalls nach unten korrigiert, weil auch ein Teil der Geräte und Effizienzsteigerungen mittlerweile über die ECO-Design-Richtlinien (3.1) erfasst ist.

In der Summe ergeben sich für dieses Massnahmenbündel ein um 11.2 GWh/a reduziertes Potential bei der Energieeffizienz und ein um 4.8 Gg/a reduziertes Potential an Treibhausgas-Einsparungen.

5.6 Massnahmenbündel 6: ‚Schaffung von Entscheidungsgrundlagen und Verbesserung der Datenbasis‘

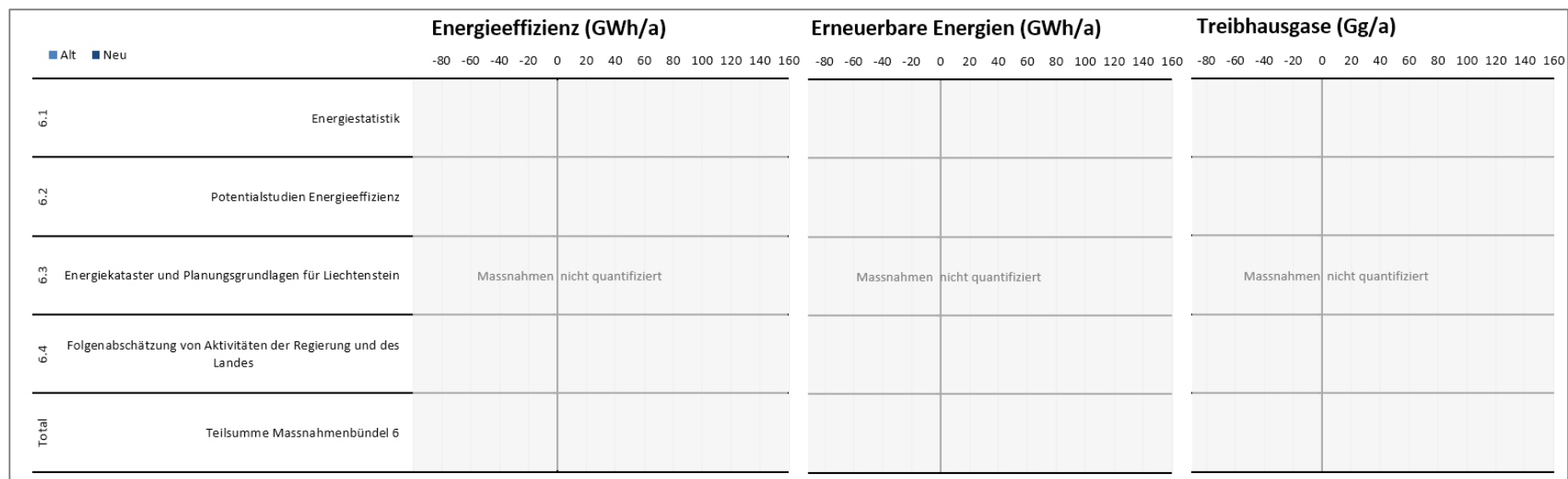


Abbildung 15: Veränderungen in der Einschätzung der Realisierbarkeit der Potentiale der Massnahmen des Bereichs „Schaffung von Entscheidungsgrundlagen und Verbesserung der Datenbasis“. Rote resp. grüne Balken: Weniger resp. mehr Potential der überarbeiteten Massnahmenliste („Neu“) gegenüber dem Stand der Energiestrategie 2020 („Alt“).

Die Massnahmen dieses Bündels sind nicht direkt mit quantifizierbaren Einsparungen verbunden, liefern aber wichtige Erkenntnisse und Entscheidungsgrundlagen.

In der Energiestatistik (6.1) ist neben der Ausweisung der Pumpenergie des Samina-Pumpspeicherkraftwerks und einer Modellrechnung für den Eigenverbrauch bei PV-Anlagen ab 2016 keine wesentliche Erweiterung geplant. Es fehlt insbesondere eine Differenzierung der Verwendungszwecke der Energieträger (Haushalte, Dienstleistungen, Industrie), was ein detaillierteres Verständnis der Effizienzverbesserungen erlauben würde. Eine Erfassung wäre aber aufwendig und die befragten Unternehmen würden zusätzlich belastet. Beim Heizöl und bei den Holzpellets werden auch Lieferanten im Ausland befragt, welche die Daten auf freiwilliger Basis übermitteln. Eine Erweiterung der Energiestatistik nach Verwendungszwecken müsste in das Statistische Programm 2017 und 2018 aufgenommen werden.

Ein Energiekataster für den Gebäudepark Liechtensteins (6.3) konnte anfangs 2015 zum ersten Mal für alle Gemeinden erstellt werden und soll alle zwei Jahre aktualisiert werden. Finanziert wird er durch die Gemeinden. Momentan werden noch verschiedene Aspekte einer effizienten Umsetzung geklärt. Die Massnahme wurde in „Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein“ umbenannt. So sollen weitere Planungswerkzeuge wie ein Solarkataster, ein Windkataster und ein Fernwärmekataster den Bürgerinnen und Bürgern zur Verfügung gestellt werden. Zudem wurde eine Potentialstudie zum Thema Wärme aus Abwasser erstellt und den Gemeinden zur Verfügung gestellt.

Eine Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes (6.4) fehlt weiterhin.

6 Ausblick 2020

6.1 Zielausblick der drei Leitindikatoren

Die Übersicht in der Abbildung 16 zeigt, in welchen Massnahmenpaketen und Zielbereichen die quantitativ grössten Veränderungen der ausgewiesenen und bis 2020 erwarteten Potentiale vorkommen.

	Energieeffizienz			Erneuerbare, einheimische Energieträger			Treibhausgas-Emissionen		
	Alt (GWh/a)	Neu (GWh/a)	Differenz (GWh/a)	Alt (GWh)	Neu (GWh)	Differenz (GWh)	Alt (Gg CO ₂ /a)	Neu (Gg CO ₂ /a)	Differenz (Gg CO ₂ /a)
1 Massnahmen Gebäude									
Teilsomme Massnahmenbündel 1	101.9	86.4	-15.5	53.6	19.2	-34.4	(*) 38.8	25.9	-12.9
							(*) 29.4	21.2	-8.2
2 Massnahmen Verkehr									
Teilsomme Massnahmenbündel 2	22.0	34.1	12.1				(*) 10.5	8.2	-2.3
							(*) 2.8	1.6	-1.2
3 Massnahmen Prozesse und Geräte									
Teilsomme Massnahmenbündel 3	120.7	85.2	-35.5				(*) 11.3	30.2	18.9
(inkl. Fernwärme ab KVA Buchs)		(211.3)	(90.6)				(*) 35.5	56.4	20.9
4 Massnahmen Energieerzeugung und Beschaffung									
Teilsomme Massnahmenbündel 4	5.7	-3.5	-9.2	161.0	63.5	-97.4	(*) 8.4	6.2	-2.2
							(*) 61.9	19.9	-42.0
5 Massnahmen Kampagne Energieland und Bewusstseinsbildung									
Teilsomme Massnahmenbündel 5	20.4	9.2	-11.2				(*) 8.8	4.0	-4.8
6 Massnahmen Schaffung von Entscheidungsgrundlagen und Verbesserung der Datenbasis									
Teilsomme Massnahmenbündel 6									
Gesamtsumme	271	211	-59	215	83	-132	(*) 69	70	1
(Werte in Klammern: Fernwärme ab KVA Buchs als Effizienzmassnahme "Abwärmenutzung" berücksichtigt)		(337.4)	(66.7)				(*) 138	103	-35

Abbildung 16: Veränderung der Massnahmenpotentiale in den drei Zielbereichen. Alt: Stand Energiestrategie 2020, Neu: Halbzeitbericht, Differenz: Veränderung zwischen Alt und Neu. (*) globale Betrachtung

Die laufende Erweiterung der Mindestvorschriften für Geräte erlaubt im Bereich der Energieeffizienz (Ziel 1) die teilweise Kompensation der vorwiegend aus der Elimination von Doppelzählungen resultierenden Korrekturen. Im Bereich der Energieeffizienz sind somit genügend Massnahmen für eine Zielerreichung beschrieben und grob quantifiziert. Der Zielwert für 2020 (1'344 GWh) ist bereits heute unterschritten (1'237 GWh) und es ist noch bedeutendes, zusätzliches Massnahmenpotential verfügbar. Unter Einbezug der Fernwärme aus der KVA als Effizienzmassnahme liegen die aktuellen und potentiell erreichbaren Werte noch deutlicher im grünen Bereich (Werte in Klammern in obenstehender Tabelle).

Bei den erneuerbaren Energien (Ziel 2) sind mehr als die Hälfte der ursprünglich budgetierten Potentiale nicht mehr bis 2020 realisierbar, dominiert durch den Wegfall der Rheinkraftwerke, der Tiefengeothermie und reduzierter Aussichten bei den kleineren Holzfeuerungen. Eine Kompensation dieser Einbussen ist im Inland kaum denkbar. Die Zielerreichung bei den erneuerbaren Energien stagniert seit Jahren auf weniger als 50% des Zielwerts für 2020 und es ist für die Zielerreichung zu wenig Massnahmenpotential

vorhanden resp. identifiziert. Das Ziel 2 ist damit stark gefährdet und es sind Korrekturmassnahmen notwendig.

Tabelle 2: Zielwert, Erreichter Stand 2015 und Massnahmenpotential gemäss aktueller Massnahmenliste

	Ziel 1 Energieeffizienz	Ziel 2 Erneuerbare, einheimische Energieträger	Ziel 3 Treibhausgasemissionen
Zielwert 2020	1'344 GWh	269 GWh	187 Gg
Erreichter Stand 2015	1'237 GWh ²⁹	134 GWh ³⁰	217 Gg ³¹
Nötige Massnahmenwirkung um den Zielwert 2020 zu erreichen³²	-272 GWh/a	+155 GWh/a	-82 Gg/a
Ursprüngliches Potential 2020 ³³	-271 GWh/a	+215 GWh/a	-69 Gg/a
Aktualisiertes Potential 2020³⁴ (Veränderung ggü. ES 2020) ³⁵	-211 GWh/a ³⁶ (+59 GWh/a)	+83 GWh/a (-132 GWh/a)	-70 Gg/a (-1 Gg/a)
Fazit	Ziel 2020 bereits erreicht, zusätzliches Potential vorhanden 	Ziel 2020 im Inland nicht erreichbar, zu wenig Potential im Inland verfügbar 	Ziel 2020 gefährdet, Potential vorhanden, aber knapp 

Die Potentiale bei den Treibhausgasemissionen (Ziel 3) sind je nach Perspektive intakt (Inland -1 Gg/a) oder deutlich reduziert (Global, -35 Gg/a, nicht dargestellt). Auch hier kompensieren unter anderem die erwarteten Wirkungen bei der Fernwärme, die Mindestvorschriften und die Reduktion des Verbrauchs der Neufahrzeuge viele wegfallende kleinere Potentiale, aber die Einbussen durch Rheinkraftwerke, Tiefengeothermie und weitere sind in der Summe sehr gross. Da der erreichte Stand 2015 noch über dem Zielwert für 2020 liegt und gegenwärtig auch wenig nachhaltige, nur vermeintliche Einspareffekte wirken (BIP-Reduktion, reduzierter Tanktourismus) ist die Zielerreichung für die Zu-

²⁹ Absoluter Energieverbrauch gemäss Energiestatistik, Fernwärme ab KVA Buchs als Effizienzmassnahme (Abwärmennutzung) nicht berücksichtigt: Tiefer ist besser.

³⁰ Absolute Nutzung erneuerbarer Energieträger gemäss Energiestatistik: Mehr ist besser.

³¹ Absolute Treibhausgasemissionen gemäss Treibhausgas-Inventar 2014, inkl. Bodennutzung, Bodennutzungsveränderung und Forstwirtschaft, Massnahmenwirkung gemäss Inlandperspektive: Tiefer ist besser.

³² Relative Veränderung gegenüber dem Basisjahr 2008 entsprechend den Zielen in der Energiestrategie 2020.

³³ Bereits umgesetzte oder noch offene Massnahmenpotentiale gemäss Massnahmenliste der ursprünglichen Energiestrategie 2020 von 2012.

³⁴ Bereits umgesetzte und noch offene Massnahmenpotentiale gemäss aktualisierter Massnahmenliste im Anhang 7.2.

³⁵ Zu- oder Abnahme des identifizierten Massnahmenpotentials gemäss der vorliegenden Aktualisierung gegenüber der ursprünglichen Energiestrategie 2020 von 2012.

³⁶ Fernwärme ab KVA Buchs als Effizienzmassnahme (Abwärmennutzung) nicht berücksichtigt.

kunft gefährdet. Für eine Erreichung des Zielwerts 2020 müsste fast die Hälfte des identifizierten Potentials von -70 Gg/a auch tatsächlich umgesetzt werden, was sehr ambitioniert ist.

6.2 Handlungsempfehlungen

6.2.1 Mehr Energieeffizienz anstelle erneuerbarer Energien im Inland

Aufgrund der aktuellen Zielerreichung im Effizienzbereich und des verfügbaren zusätzlichen Potentials ist es denkbar, eine Zielverfehlung im Bereich der Erzeugung erneuerbarer, einheimischer Energie durch zusätzliche Anstrengungen im Effizienzbereich zu kompensieren. Dies hätte erwartungsgemäss auch positive Auswirkungen auf die Zielerreichung bei den Treibhausgasen.

Es ist wahrscheinlich, dass bei weiterem Ausbau der Fernwärmenutzung bis 2020 die vorhandene Ziellücke bei den erneuerbaren Energien betragsmässig kompensiert werden kann. Im Rahmen der vorliegenden Überarbeitung der Energiestrategie 2020 wird die Fernwärme in einer erweiterten Betrachtungsweise als Importenergie der Energieeffizienz (Ziel 1) zugeordnet, weil zu einem grossen Teil Heizöl und Erdgas durch Abwärme substituiert werden.

Verschiedene Industriebetriebe weisen ein Abwärmepotential auf. Dieses sollte durch thermische Netze im Verbund mit anderen Gebäuden auf dem Firmengelände oder auch umliegenden Gebäuden genutzt werden. Eine landesweite GIS-basierte Darstellung von Abwärmepotentialen wäre für die Planung hilfreich.

Zusätzlich sollte diskutiert werden, wie hoch die Gewichtung der Gewinnung von erneuerbarer Energie im Inland (einheimisch) ist oder ob im heutigen Umfeld eine erweiterte Betrachtung nötig ist (Abschnitt 6.2.5).

6.2.2 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen und ‚Smart Energy‘

Bei der bisher sehr erfolgreich umgesetzten Massnahme ‚Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen‘ zeigt sich in letzter Zeit eine Abkühlung. Aufgrund des Wegfallens anderer wesentlicher Potentiale für erneuerbare Energien ist ein weiterhin erheblicher Zubau an Photovoltaik wünschenswert. Die Rahmenbedingungen sind entsprechend zu halten, was aufgrund der stark gesunkenen Erstellungskosten auch ökonomisch tragbar ist.

Mit der stetigen Zunahme der erneuerbaren Energien nimmt auch der Bedarf an Batteriespeichern (insbesondere für eine netzdienliche Lastverschiebung) und das Thema Lastmanagement allgemein zu. Fallende Preise für Speicher und neue technische Möglichkeiten zum Verbrauchsmanagement eröffnen in Kombination mit dynamischen, energie-marktbasierten Tarifen neue Potentiale zur vermehrten Nutzung erneuerbarer Energie.

6.2.3 Gebäudesektor

Im Gebäudebereich wird FL mittlerweile von anderen Rechtsräumen (EU, CH) in Bezug auf die geforderten Standards (MuKEn 2014, Nearly Zero Energy Buildings NZEB) überboten.

Eine Orientierung an den SIA-Normen der Schweiz bei gleichzeitiger Einhaltung der EU-Richtlinie ist eine Herausforderung. Bei diesen Überlegungen sollte ein Regelungsgefälle zu den Nachbarländern vermieden werden. Eine fortschrittliche Strategie hin zu Plusenergiegebäuden kann eine Chance für das Baugewerbe darstellen.

In der Sanierung des Gebäudebestands liegt weiterhin ein sehr grosses Potential. Zur Erhöhung der Sanierungstätigkeit sollen vermehrt Sanierungsberatungen gefördert werden.

6.2.4 Elektromobilität

Die Elektromobilität wird aufgrund des hohen Anteils an kurzen Distanzen für den Arbeits- und Freizeitverkehr als Bereich wahrgenommen, wo sich FL profilieren könnte. Durch die Elektromobilität sind allerdings keine positiven Auswirkungen auf die Anzahl Fahrten zu erwarten. Elektrofahrzeuge wirken sich durch die bessere Energieeffizienz und den aus Liechtensteiner Perspektive CO₂-freien Betrieb positiv auf die Ziele der Energiestrategie aus. Es ist zu überlegen, wie der Elektromobilität in Liechtenstein verstärkt zum Durchbruch verholfen werden kann und ob begleitende Massnahmen zur verstärkten Nutzung von lokal produziertem, erneuerbarem Strom für die Elektromobilität sinnvoll und nötig sind. Eine Möglichkeit wäre, die Bekanntheit von E-Rollern zu fördern, um den Jugendlichen bzw. Neulenkern die fossilfreie Fortbewegung näher zu bringen. Weiter helfen durchgehende grosszügige Fahrradstrecken auch der Attraktivität von E-Bikes.

6.2.5 Beschaffungsstrategie

Dem Bereich der Beschaffung wird zukünftig mehr Gewichtung zukommen, weil wesentliche inländische Potentiale an erneuerbaren Energien unter den aktuellen Rahmenbedingungen auf den Energiemärkten kaum wirtschaftlich erschlossen werden können. Andererseits bestehen im Ausland unter den aktuellen Marktbedingungen punktuell attraktive Möglichkeiten für Beteiligungen oder Akquisitionen im Bereich erneuerbarer Energien.

Für zukünftige Betrachtungen bietet es sich an, die strikte Trennung in einheimische und nicht-einheimische Energieträger innerhalb der Landesgrenzen zugunsten eines erweiterten, regionalen oder gar globalen Betrachtungshorizonts aufzugeben.

6.2.6 Bewusstseinsbildung und Energiestädte

Bewusstseinsbildung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit allgemein stehen an erster Stelle, um den verschiedenen Akteuren die vorhandenen Potentiale und Umsetzungsmöglichkeiten bewusst zu machen. Dieser Bereich ist auch in der zweiten Hälfte der Energiestrategie 2020 zu pflegen und nach Möglichkeit noch auszubauen. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang die wichtige Rolle der elf Gemeinden als Energiestädte, welche die Ziele der Energiepolitik lokal verankern und diesen zur Umsetzung verhelfen.

7 Anhänge

7.1 Anhang 1: Detaillierte Massnahmenupdates

7.1.1 Bereich ‚Gebäude‘

Massnahme 1.3 ‚Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz und Pellets‘

Im Jahr 2014 wurde im Landtag ein Postulat behandelt, welches unter anderem eine mögliche Übernutzung des Waldholzpotentials sowie die Luftbelastung durch Holzfeuerungen thematisierte³⁷. Im Rahmen der Projektierung bzw. des Bewilligungsverfahrens für das Holzheizwerk Balzers wurde die Frage aufgeworfen, ob mit den Zielen der Energiestrategie bzw. mit der Errichtung des Holzheizwerkes Balzers nicht eine Übernutzung des Waldes stattfindet. Die Abklärung der aktuellsten Datenlage führte zum Ergebnis, dass die Annahmen der Energiestrategie 2020 weiterhin Gültigkeit haben und das angenommene, nachhaltig nutzbare Holzpotential weiterhin besteht (Abbildung 17).

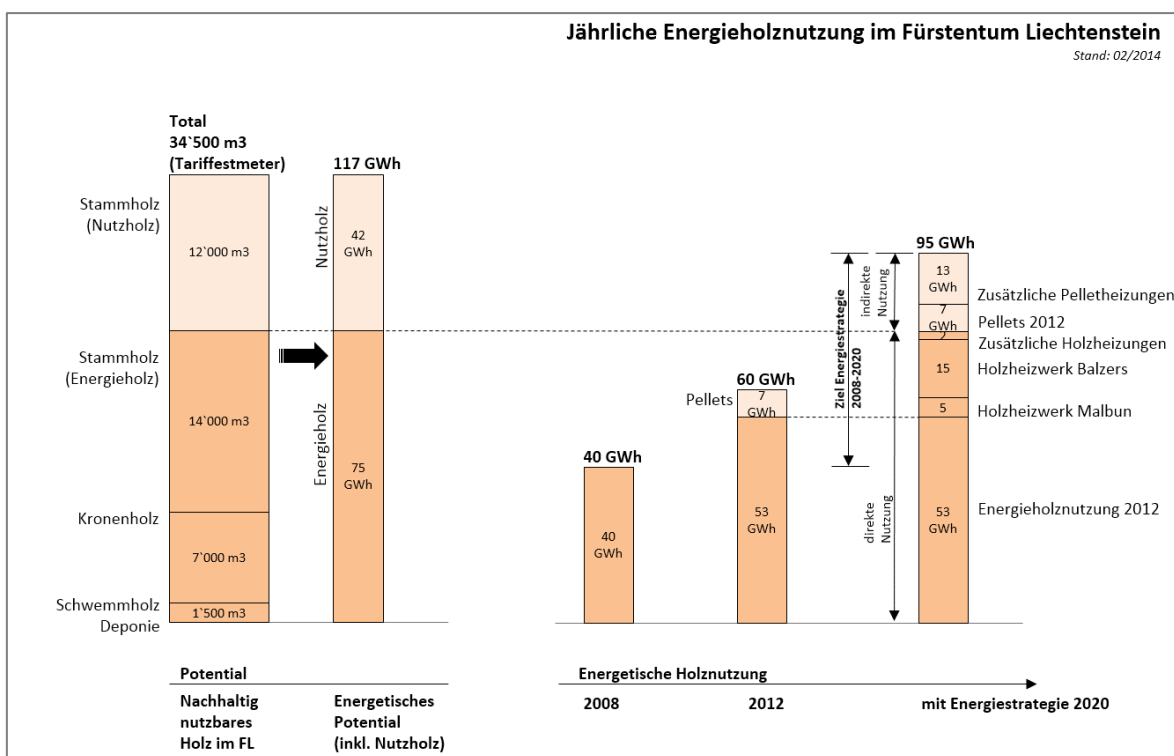


Abbildung 17: Jährliche Energieholznutzung im Fürstentum Liechtenstein und Einordnung der Ziele der Energiestrategie 2020. Quelle: BuA Nr. 21/2014, Seite 22

In Bezug auf die Luftbelastung durch Holzfeuerungen wurde festgestellt, dass unter Anwendung der besten verfügbaren Anlagentechnik (grosse Feuerungen mit Partikelabscheider) und optimierten Betriebsweisen (Anfeuerungstechnik, Brennmaterial, Betriebs-

³⁷ Postulat zur Reduktion des Energieverbrauches im Gebäudebereich und dem zielgerichteten Einsatz von Subventionen, BuA Nr. 21/2014, verfügbar unter <http://bua.gmg.biz/BuA/default.aspx?nr=21&year=2014&content=1547389210&erweitert=true>

modus) bereits heute ein vernünftiger Ausgleich zwischen Klimaschutz und Luftreinhaltung erreicht werden kann³⁷. Zukünftig ist vorgesehen, nur noch Anlagen mit Partikelabscheidern zu fördern.

7.1.2 Bereich ‚Verkehr‘

Massnahme 2.3 ‚S-Bahn‘

Im Jahr 2009 wurde zwischen Liechtenstein, der Republik Österreich und den ÖBB eine Vereinbarung über die gemeinsame Planung der für eine S-Bahn in Liechtenstein nötigen Infrastruktur abgeschlossen und vom Landtag die entsprechenden Finanzmittel für die Planung zur Verfügung gestellt. Im Juni 2012 waren die Planungsarbeiten soweit abgeschlossen, sodass von den ÖBB das Projekt bei der Regierung zur Prüfung und Durchführung der notwendigen Behördenverfahren eingereicht wurde.

Diese Verfahren haben einerseits die eisenbahnrechtliche Prüfung des Bauprojekts beinhaltet und andererseits die Umweltverträglichkeitsprüfung des Bauentwurfs. Sie wurden mit grösster Sorgfalt durchgeführt und waren sehr aufwendig. Die Behördenverfahren wurden mit Beschluss der Regierung vom 16. Dezember 2014 abgeschlossen. Dem Projekt wurde für den auf Staatsgebiet von Liechtenstein befindlichen Teil die Umweltverträglichkeit bestätigt und die eisenbahnrechtliche Baubewilligung erteilt. Die Verfahren wurden auch in Österreich soweit abgeschlossen.

Mittlerweile wurde jedoch der Finanzierungsschlüssel durch Österreich in Frage gestellt. Die Regierung steht nach wie vor hinter der S-Bahn, doch ist das Projekt derzeit sistiert. Mit einer Realisierung bis 2020 ist unter den genannten Bedingungen aber nicht mehr zu rechnen.

Massnahme 2.5 ‚Mobilitätsmanagement in Betrieben‘

Eine statistisch scharfe Quantifizierung des Berufsverkehrs ist anhand der vorliegenden Datenbasis nicht möglich, aber die grosse Zunahme der täglichen Fahrzeugbewegungen an den Messstellen im Strassennetz legt eine kontinuierliche und massive Zunahme des motorisierten Strassenverkehrs nahe (Abbildung 18). Zwischen 2009 und 2015 nahm die Anzahl der täglich gezählten Fahrzeuge um über 6'000 und im Schnitt aller Messstellen um 5% zu. Mit Ausnahme der Zählstellen Triesen Hoval (-8%) und Eschen-Nendeln (Daten erst ab 2010) sind überall teils deutliche Zunahmen zu verzeichnen.

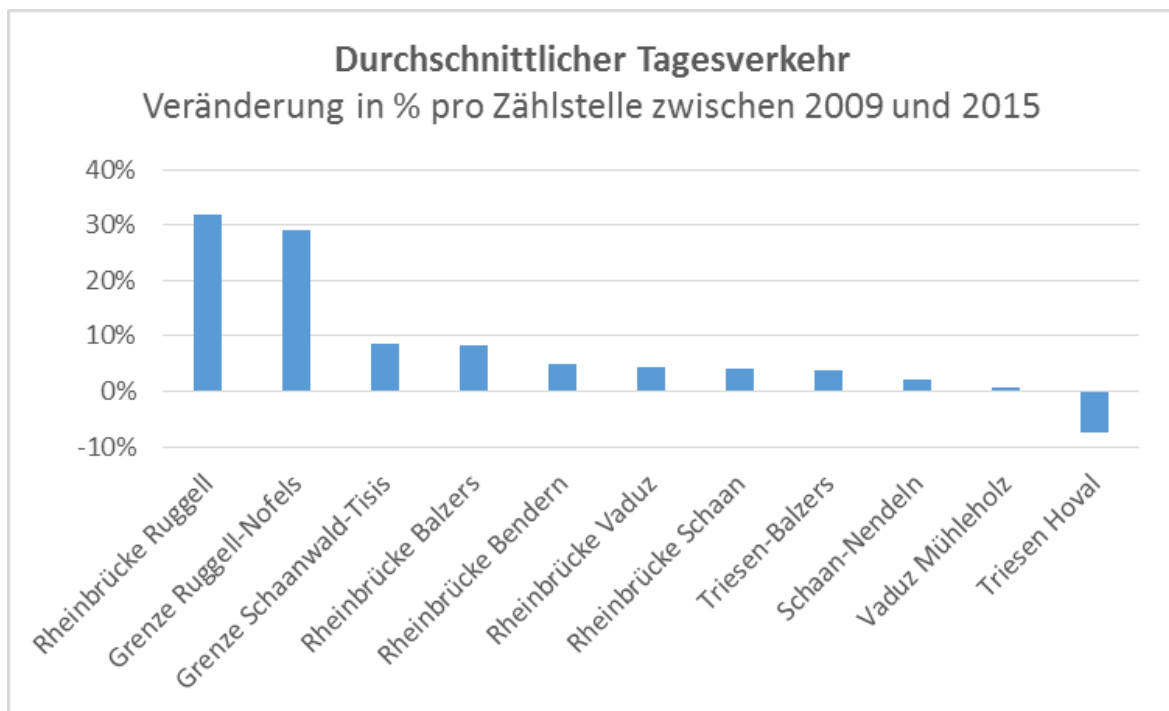


Abbildung 18: Durchschnittlicher Tagesverkehr an definierten Zählstellen als Veränderung zwischen 2009 und 2015. Quelle: Amt für Bauten und Infrastruktur

Massnahme 2.7 ‚Absenkung Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen‘

Bei einem seit 2013 kontinuierlich steigenden und pro Person im Vergleich mit der Schweiz und Österreich höchsten Fahrzeugbestand nahmen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der Fahrzeugflotte leicht ab³⁸. Die neu zugelassenen Fahrzeuge wiesen zwischen 2012 und 2015 jeweils CO₂-Emissionen deutlich unter dem Durchschnitt der Fahrzeugflotte aus³⁹. Damit ist die Abnahme in der CO₂-Intensität massgeblich auf technologische Verbesserungen bei den Neuwagenzugängen zurückzuführen.

Alternative Antriebssysteme wie vollelektrische oder hybride Antriebskonzepte sowie Erdgas-/Biogas-Fahrzeuge haben in den letzten Jahren nur wenig Zuwachs erhalten. Über 95% der neu zugelassenen Fahrzeuge sind auch 2015 mit Benzin- oder Dieselmotoren ohne Hybridtechnik ausgestattet. Im Bestand machen die Antriebssysteme mit (potentiell) reduzierten CO₂-Emissionen weniger als 2% aus⁴⁰.

³⁸ Quelle: Fahrzeugstatistik 2015, Bestand, Amt für Statistik, verfügbar unter <http://www.llv.li/#/11870/fahrzeugstatistikbestand> (abgerufen am 24.6.2016)

³⁹ Quelle: Fahrzeugstatistik 2015, Neuzulassungen, Amt für Statistik, verfügbar unter <http://www.llv.li/#/1966/fahrzeugstatistikneuzulassungen-jahr> (abgerufen am 24.6.2016)

⁴⁰ Die Beurteilung der CO₂-Intensität eines alternativen Antriebssystems hängt bei (teil-)elektrischen Fahrzeugen von der Strombereitstellung, bei Erd-/Biogas sowie Ethanol vom Anteil und der Herstellungsweise der Treibstoffe ab. Quelle: Amt für Statistik, siehe Fussnoten 38 und 39.

Massnahme 2.8 ‚Elektrofahrzeuge‘

Das in der Energiestrategie 2020 formulierte Ziel von 5'000 Elektrofahrzeugen bis 2020 ist mit den gegenwärtigen Anreizsystemen nicht realistisch. Nach offizieller Fahrzeugstatistik der Motorfahrzeugkontrolle betrug der E- und Hybridfahrzeuganteil im Juni 2015 lediglich 405 Fahrzeuge. Eine Steigerung von heute 405 auf 5'000 Fahrzeuge im Jahr 2020 würde einen Zuwachs von ca. 900 Fahrzeugen pro Jahr bedeuten. Im Jahr 2015 wurden in Liechtenstein total 2'873 Fahrzeuge zugelassen. Es müssten also künftig rund ein Drittel aller Neufahrzeuge elektrisch oder hybrid angetrieben sein. Dies ist ohne massive Anreize oder Regulatorien nicht realistisch.

Die Entwicklung von alltagstauglichen Elektrofahrzeugen durch die grossen Automobilhersteller hat länger gedauert als ursprünglich erwartet. Die vergleichsweise geringen Reichweiten bei nach wie vor höheren Verkaufspreisen als für vergleichbare, konventionell betriebene Fahrzeuge scheint eine Hürde zu sein. Auf der anderen Seite kommen laufend neue und attraktive Elektrofahrzeuge auf den Markt und es ist von rückläufigen Anschaffungskosten auszugehen. Insgesamt kann damit eine zeitlich verzögerte, aber dennoch relevante Zunahme bei den Elektro- und Hybridfahrzeugen erwartet werden. Eine wesentliche Umlagerung in Richtung Elektrofahrzeuge ist ab etwa 2025 zu erwarten.

Die LKW haben seit der Übertragung der Verantwortlichkeit verschiedene Fördermassnahmen im Bereich der Elektromobilität umgesetzt:

1. Erste Schnellladestation in der Marktplatzgarage Vaduz
2. Elektromobilitätstage 2015 gemeinsam mit dem Autogewerbeverband Liechtenstein
3. Förderung des Kaufs von Elektromobilen gemeinsam mit der Life-Klimastiftung seit Anfang 2016
4. Möglichkeit zur einfachen Miete von Elektromobilen

Die Regierung hat mit der Motorfahrzeugsteuerbefreiung für E-Mobile dazu beigetragen, dass ein finanzieller Anreiz besteht. Bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen und Anreize ist eine sorgfältige Abwägung der Folgen auf diese Massnahme notwendig. Eine verstärkte Förderung z.B. durch das Land oder weitere Anreize könnten den Zuwachs noch beschleunigen.

Es ist darauf zu achten, dass bei öffentlichen aber auch privaten Neubauten schon heute Vorkehrungen getroffen werden (insbesondere Leerrohre zu Parkplätzen) damit zu gegebener Zeit eine flächendeckende Versorgung mit Stromtankstellen möglich ist. Weitere flankierende Massnahmen zur Förderung der Nutzung von lokal erzeugtem, erneuerbarem Strom für die Elektromobilität sind zu prüfen.

7.1.3 Bereich ‚Energieerzeugung und Beschaffung‘

Massnahme 4.3 ‚Wasserkraftwerke‘

Die Realisierung der Rheinkraftwerke ist aus aktueller Sicht nicht realistisch. Es wurden seit 2008 verschiedene Abklärungen zur Technik und zur Umweltverträglichkeit vorge-

nommen (z.B. Grundwasserstudie). Die Erstellung einer Staustufe würde nach aktueller Schätzung 150 – 180 Millionen Franken kosten und zu Stromgestehungskosten von > 150 CHF/MWh (15 Rp./kWh) führen. Der aktuelle Marktpreis liegt bei rund 30 – 40 CHF/MWh. Experten gehen davon aus, dass die Strompreise in den nächsten Jahren zwar steigen werden, allerdings wird aktuell von einem Maximum von < 90 €/MWh ausgegangen. Auch die Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) steht der Nutzung der Wasserkraft des Alpenrheins sehr kritisch gegenüber. Für eine ökologische Umsetzung des Projekts Rheinkraftwerke sind für Umgebungsgewässer ökologische Begleitmassnahmen z.B. in Form grosser Landflächen (v.a. Landwirtschaftsland) notwendig. Die dafür nötigen raumplanerischen Massnahmen sind nicht absehbar.

Für Kleinwasserkraftwerke in Liechtenstein haben die LKW eine flächendeckende Analyse gemacht. Die möglichen Standorte sind entweder aus technischen, ökologischen und v.a. aus wirtschaftlichen (siehe oben) Überlegungen gegenwärtig nicht realisierbar. Im Jahr 2017/2018 soll das Kleinwasserkraftwerk Mühleholzquellen erneuert werden und liefert danach rund 0.9 GWh zusätzlichen erneuerbaren, einheimischen Strom.

Für eine Steigerung der Nutzung der Wasserkraft in Liechtenstein wären ein klares politisches Bekenntnis zur Nutzung der Wasserkraft am Rhein und anderer Gewässer und die Prüfung von alternativen Finanzierungsmodellen (z.B. EEG-Förderung oder Finanzierung der ökologischen Aufwertung mit Steuergeldern) notwendig. Alternativ könnte in Wasserkraftwerke oder Wasserkraftwerksbeteiligungen im Ausland investiert werden, was allerdings dem Gedanken der Eigenversorgung nicht vollständig nachkommt (vgl. auch Abschnitt 4.2).

Massnahme 4.7 ,Tiefengeothermie Strom und Wärme‘

Die in den Jahren 2008 bis 2011 durchgeführten Abklärungen und Untersuchungen zum Nutzungspotential der Tiefengeothermie in Liechtenstein haben ergeben, dass im Bereich zwischen Schellenberg und Schaan geothermisch nutzbare Gesteinsschichten bis in einer Tiefe von rund 4'500 Metern unter Terrain erwartet werden können. Die Ergebnisse wurden in einer Ressourcenanalyse zusammengefasst. Im 2011 hat die Regierung das Amt für Umwelt beauftragt, die Ergebnisse der Ressourcenanalyse den relevanten Akteuren vorzustellen und mit diesen die Möglichkeiten, Einschränkungen und Herausforderungen der Geothermienutzung aus geologischer, nutzungstechnischer und wirtschaftlicher Sicht zu diskutieren und zu bewerten. Im Fokus stand dabei die Prüfung einer grenzüberschreitenden Wärmenutzung mit Buchs oder Feldkirch, mit dem Ziel, die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Die Ergebnisse dieser Abklärungen mündeten in einen Bericht und Antrag, der im November 2012 im Landtag behandelt wurde (BuA Nr. 129/2012). Die wesentlichsten Aussagen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Eine grenzüberschreitende Wärmenutzung zwischen der Stadt Feldkirch und Liechtenstein erscheint aus technischer und wirtschaftlicher Sicht wenig aussichtsreich.

- Eine Kombination der Geothermienutzung mit der KVA Buchs könnte aus technischer und wirtschaftlicher Sicht für beide Seiten interessante Möglichkeiten und Vorteile eröffnen.
- In Bezug auf die Geothermie steht mit der KVA (Kondensaterwärmung, Fernwärmenetz) ein gewichtiger Wärmeabnehmer zur Verfügung. Aus Sicht der KVA ergibt sich aufgrund der zusätzlichen Wärmeenergie aus der Geothermieanlage die Möglichkeit, weniger Dampf für die internen Prozesse und die Fernwärmeversorgung auskoppeln zu müssen und damit die Stromproduktion zu steigern.
- Die untersuchten Varianten ergaben gegenüber einer rein inländischen Nutzung der Geothermie eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Bei der ebenfalls untersuchten Vergleichsvariante einer Fernwärmelieferung von der KVA Buchs nach Schaan ohne Geothermie liegen die Gestehungskosten nochmals einiges tiefer und können aus wirtschaftlicher Sicht als intakt bezeichnet werden.
- In Bezug auf das weitere Vorgehen wird vorgeschlagen die Machbarkeit einer Fernwärmelieferung von der KVA Buchs nach Schaan im Rahmen einer Arbeitsgruppe vertieft abzuklären. Es soll dabei aufgezeigt werden, ob, wann und unter welchen Rahmenbedingungen ein Wärmeverbund Buchs-Schaan umgesetzt werden könnte.
- In Bezug auf die Geothermie wird vorgeschlagen, vorerst keine weiteren Untersuchungen durchzuführen. Die Option einer allfällig späteren Einbindung der Geothermie soll jedoch in der Machbarkeitsuntersuchung mitberücksichtigt werden.

Im August 2013 hat die Regierung beschlossen, die Machbarkeit einer Fernwärmeversorgung Schaan im Rahmen einer Arbeitsgruppe vertieft abzuklären. Die Vertiefungsstudie wurde im November 2014 abgeschlossen. Die wesentlichsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die aussichtsreichsten Wärmeanschlusspotentiale befinden sich im Industriegebiet sowie im Zentrum von Schaan.
- Es wird eine Erschliessung von der KVA Buchs über die Energiebrücke in direkter Linie zum Industriegebiet und in das Zentrum von Schaan empfohlen.
- Die Investitionen für die Erschliessung des Industriegebietes und des Zentrums von Schaan betragen rund CHF 20 Mio. Damit kann ein Wärmebedarf von rund 15 GWh abgedeckt werden. Es wird von Gestehungskosten (inkl. Investition und Kapitalkosten, exkl. Betriebs-, Energie- und Unterhaltskosten) von 6.1 Rp./kWh ausgegangen.
- Unter Berücksichtigung der Endkunden-Konditionen des Vereins für Abfallentsorgung (VfA) in Buchs und Grabs steht ein Differenzbetrag von maximal 2.6 Rp./kWh für die zu verhandelnden Energie- bzw. Wärmekosten, für Betriebs- und Unterhaltskosten sowie für allfällige Erneuerungs- und Erweiterungsfonds zur Verfügung.
- Auf Basis dieser Ergebnisse wird davon ausgegangen, dass die Wirtschaftlichkeit unter Berücksichtigung von Fördermöglichkeiten knapp gegeben sein könnte.
- Es wird von einem CO₂-Einsparpotential von rund 3'200 Tonnen pro Jahr ausgegangen. Dies entspricht der Grössenordnung des Holzheizwerks Balzers. Es han-

delt sich somit um eine der wichtigsten Massnahmen gemäss Energiestrategie 2020.

- Es wird empfohlen mit dem VfA Buchs sowie den potenziellen Schlüsselkunden Gespräche aufzunehmen. Zudem sollen weitergehende Abklärungen zur Wirtschaftlichkeit und Projektplanung durchgeführt werden.

Im Mai 2015 hat die Regierung die Ergebnisse zur Kenntnis genommen und die LGV beauftragt mit dem VfA und den potenziellen Schlüsselkunden Gespräche über die Konditionen zu führen und weitergehende Abklärungen zur Wirtschaftlichkeit und Projektplanung zu treffen.

Derzeit werden durch die LGV in Schaan die beiden Wärmeversorgungen „Resch“ (Holzhackschnitzel-Heizung, Gaskessel) und „Rathaus/SAL“ (Abwärme, BHKW/WP, Gaskessel) über die Duxgass mittels einem Wärmeleitungsnetz verbunden. Im Zusammenhang mit dem Tiefbauprojekt „Duxgass“ werden bereits zwischen der Kreuzung Feldkircher Strasse und dem Anderle-Huus (Reberastrasse) Wärmeleitungen für einen späteren Anschluss der Fernwärmeversorgung ab der KVA Buchs vorgesehen. Auch Bautätigkeiten bei einem Schaaner Industriebetrieb berücksichtigen den zukünftigen Einsatz von Fernwärme ab der KVA Buchs.

7.2 Anhang 2: Aktualisierte Massnahmenliste

	Energieeffizienz			Erneuerbare, einheimische Energieträger			Treibhausgas-Emissionen		
	Alt (GWh/a)	Neu (GWh/a)	Differenz (GWh/a)	Alt (GWh)	Neu (GWh)	Differenz (GWh)	Alt (Gg CO ₂ /a)	Neu (Gg CO ₂ /a)	Differenz (Gg CO ₂ /a)
1 Massnahmen Gebäude									
1.1 Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art 3.1.a EEG)	37.5	32.5	-5.0				(*) 8.2	7.1	-1.1
1.2 Förderung des Minergie-Standards (Erstellung von Minergie-Bauten, Art. 3.1.b EEG)	4.4	2.0	-2.4				(*) 1.0	0.4	-0.6
1.3 Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz + Pellets (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)				37.6	12.9	-24.7	(*) 8.2	2.8	-5.4
1.4 Haustechnikanlagen: Wärmepumpen (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)	49.8	37.8	-12.0				(*) 16.3	12.4	-3.9
1.5 Solarkollektoren (Erwärmung von Brauchwasser durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)				16	6.3	-9.7	(*) 3.5	1.4	-2.1
1.5.2 Wärmepumpenboiler (Erwärmung von Brauchwasser durch Wärmepumpenboiler, Art. 3.1.d EEG)		3.6	3.6				(*)	0.8	0.8
1.6 Vorschriften Neubauten	7.2	3.6	-3.6				(*) 1.6	0.9	-0.7
1.7 Stromeffizienz in grossen Gebäuden	1.6	6.0	4.4				(*) 1.6	0.9	-0.7
1.8 Ersatz von Umwälzpumpen	1.4	0.9	-0.5				(*) 0.6	0.4	-0.2
1.9 Vermehrte Anwendung Gebäudeenergieausweis									
1.10 Zinsgünstige Darlehen für Energiesparmassnahmen									
Teilsomme Massnahmenbündel 1	101.9	86.4	-15.5	53.6	19.2	-34.4	(*) 38.8	25.9	-12.9
							(*) 29.4	21.2	-8.2
2 Massnahmen Verkehr									
2.1 Mobilität und Raumplanung									
2.2 Öffentlicher Verkehr	5	8.8	3.8				(*) 1.2	1.6	0.4
2.3 S-Bahn							(*) 1.2	1.6	0.4
2.4 Langsam- resp. Aktivverkehr		1.3	1.3					0.3	0.3
2.5 Mobilitätsmanagement in Betrieben	4.5	1.9	-2.6				(*) 1.1	-0.1	-1.2
2.6 Energieeffiziente Fahrweise		0.2	0.2					0.0	0.0
2.7 Absenkung Treibstoffverbrauch und CO ₂ -Emissionen		19.8	19.8					5.3	5.3
2.8 Elektrofahrzeuge	12.5	2.2	-10.3				(*) 8.2	1.0	-7.2
Teilsomme Massnahmenbündel 2	22.0	34.1	12.1				(*) 0.5	0.1	-0.4
							(*) 10.5	8.2	-2.3
							(*) 2.8	1.6	-1.2
3 Massnahmen Prozesse und Geräte									
3.1 Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung	27	64.7	37.7				(*) 11.6	22.7	11.1
3.2 Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe	37.5	1.0	-36.5				(*) 4.5	0.1	-4.4
3.3 Nutzung Abwärme in Industrie und Ausbau Wärmenetze bei sinnvoller Konstellation (Werte in Klammern: Beitrag Fernwärme ab KVA Buchs)	9	4.5 (126.1)	-4.5 (117.1)				(*) 2.0	28.6	26.6
3.4 Anreizsystem für Energieversorger	47.2	14.9	-32.3				(*) 4.8	1.4	-3.4
3.5 Smart Energy							(*) 14.8	4.8	-10.0
3.6 Energieeffizienz der öffentlichen Wasserversorgung -und Abwasserreinigung									
Teilsomme Massnahmenbündel 3	120.7	85.2	-35.5				(*) 11.3	30.2	18.9
(inkl. Fernwärme ab KVA Buchs)		(211.3)	(90.6)				(*) 35.5	56.4	20.9

	Energieeffizienz			Erneuerbare, einheimische Energieträger			Treibhausgas-Emissionen		
	Alt (GWh/a)	Neu (GWh/a)	Differenz (GWh/a)	Alt (GWh)	Neu (GWh)	Differenz (GWh)	Alt (Gg CO ₂ /a)	Neu (Gg CO ₂ /a)	Differenz (Gg CO ₂ /a)
4 Massnahmen Energieerzeugung und Beschaffung									
4.1 Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen (Erzeugung elektrischer Energie aus erneuerbaren Energien oder nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung, Art. 3.1.e EEG) (bezogen auf kWh _{el})				26.2	30.8	4.6 (*)	11.3	13.3	2.0
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) (bezogen auf kWh _{el})	5.7	-0.9	-6.6				-1.1	-0.1	1.0
								-0.2	
							(*)	1.3	-1.5
4.3 Wasserkraftwerke Trinkwasser				0.3	0.0	-0.2 (*)	0.1	0.0	-0.1
Wasserkraftwerke Kleinwasserkraft				2.7	0.9	-1.8 (*)	1.1	0.4	-0.7
Wasserkraftwerke Rhein				80	0.0	-80.0 (*)	35	0.0	-35.0
4.4 Holzheizwerke (Projekte Balzers und Malbun)							4.4	4.4	0.0
				20.0	20.0		(*)	4.4	0.0
4.5 Windkraftwerke				3.3	0.1	-3.2 (*)	1.4	0.0	-1.4
4.6 Biogasnutzung		-2.7					1.2	2.0	0.8
			-2.7	5.5	11.7	6.2 (*)	1.2	2.0	0.8
4.7 Tiefengeothermie Strom und Wärme							3.9		-3.9
				23		-23.0 (*)	6.1		-6.1
4.8 Importe, Strommix und Beschaffungsstrategie									
Teilsumme Massnahmenbündel 4	5.7	-3.5	-9.2	161.0	63.5	-97.4 (*)	8.4	6.2	-2.2
							(*)	61.9	19.9
									-42.0
5 Massnahmen Kampagne Energieland und Bewusstseinsbildung									
5.1 Energiestädte									
5.2 Aus- und Weiterbildung									
5.3 Bewusstseinsbildung									
5.4 Publizierung von Best-Practice-Beispielen									
5.5 Energiefachstelle als Anlaufstelle									
5.6 Energiecoaching									
5.7 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand									
5.8 Unterstützung von privaten Initiativen									
5.9 Qualitätssicherung Wärmepumpen und Kälteanlagen	2.4	1.2	-1.2				(*)	1.0	0.5
5.10 Ersatz alter Haushaltgeräte und Elektroboiler mit Vor-Ort-Beratung	9	4.0	-5.0				(*)	3.9	1.7
5.11 Lampendoktor	9	4.0	-5.0				(*)	3.9	1.7
Teilsumme Massnahmenbündel 5	20.4	9.2	-11.2				(*)	8.8	4.0
									-4.8
6 Massnahmen Schaffung von Entscheidungsgrundlagen und Verbesserung der Datenbasis									
6.1 Energiestatistik									
6.2 Potentialstudien Energieeffizienz									
6.3 Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein									
6.4 Folgenabschätzung von Aktivitäten der Regierung und des Landes									
Teilsumme Massnahmenbündel 6									
Gesamtsumme	271	211	-59	215	83	-132	(*)	69	70
								138	103
									1
(Werte in Klammern: Fernwärme ab KVA Buchs als Effizienzmassnahme "Abwärmennutzung" berücksichtigt)		(337.4)	(66.7)						-35

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.

Ziel: Beibehaltung oder Steigerung der hohen Sanierungsrate. Erreichung einer Heizwärmeeinsparung von **32.5** GWh/a bis ins Jahr 2020.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich **2015** auf rund **1.6** Mio. CHF/a.

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

Umsetzung: Fortführung und Optimierung der EEG Fördermassnahmen. Ergänzung oder Kombination mit der Massnahme 5.7 Energiecoaching und **Förderungen für Energieberatung (andere Massnahmen)** prüfen.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	1.75	2.66	3.04	2.30 — 3.00	1.97 — 3.00	1.56 — 3.00	1.55 — 3.00	2.65 — 3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	32.5 — 37.5
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	383	583	666	504 — 657	431 — 657	342 — 657	339 — 657	580 — 657	657	657	657	657	657	7'113 — 8'202
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Massnahmen vor 2008 können nicht quantifiziert werden. Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung.

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	250 GWh/a	GWh/a	54'750 tCO ₂ /a	54'750 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	32.5 GWh/a	GWh/a	7'113 tCO ₂ /a	7'113 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	1.562 Mio/a 1.7 Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	77 CHF/tCO ₂	77 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 1.1: Energetische Gebäudesanierung (Wärmedämmung bestehender Bauten, Art. 3.1.a EEG)

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials bei Wärmedämmung von bestehenden Bauten

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

50 % der Heizenergie kann 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 Potential

→ 250 GWh/a x 0,219 tCO₂/MWh* → **54'750 tCO₂/a**

Kostenberechnung					
	Effizienz		Erneuerbar	CO ₂ *	
Zielzuordnung	X		Einsparung ≠ erneuerbar	X	
Kosten 2015 Staatshaushalt	1'562'820	CHF		1'562'820	CHF
Wirkung pro Jahr	2'650	MWh/a		580	tCO ₂
Erwartete Lebensdauer **	35	Jahre		35	Jahre
Wirkung über Lebensdauer	92'750	MWh		20'312	tCO ₂
Kosten 2015 Förderung Staatshaushalt	1.7	Rp/kWh		77	CHF/tCO ₂

Bemerkung zu den Kosten: Die Einsparkosten sind von 2.7 Rp/kWh auf 1.7 Rp/kWh oder von 122 CHF/tCO₂ auf 77 CHF/tCO₂ gesunken weil die Beiträge für Fenster angepasst wurden.

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

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

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

Ziel: Erhöhung des Anteils an Minergie-A/P-Bauten bei Sanierungen und Neubauten (ca. 8'000 m² EBF/a).

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Die Kosten für den Staatshaushalt beliefen sich im Jahr 2015 für 8'854 m² auf rund 0.192 Mio. CHF/a.

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

Umsetzung: Fortführung und Optimierung der EEG Fördermassnahmen. Ergänzung EEG um die Minergie-A Gebäude. Gesetzesänderung Baugesetz prüfen, Kampagne für Plusenergiebauten.

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.**

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	m ² EBF	2'324	10'328	29'050	27'778	33'185	28'212	18'838	8'854	8'000	8'000	8'000	8'000	8'000	198'569
					-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-40'000	-441'702
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	0.02	0.10	0.29	0.28	0.33	0.28	0.19	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	2.0
					-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	-0.40	4.4
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	5	23	64	61	73	62	41	19	18	18	18	18	18	435
					88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	967
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Massnahmen vor 2008 können nicht quantifiziert werden. Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung.

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	50 GWh/a	GWh/a	10'950 tCO ₂ /a	10'950 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	2.0 GWh/a	GWh/a	435 tCO ₂ /a	435 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	0.192 Mio/a	5.4 Rp/kWh	248 CHF/tCO ₂	248 CHF/tCO ₂

Aufgrund der Förderzusagen sind zwischen 2014 und 2016 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 Potential

Diverse Massnahmen, welche zur Erfüllung von Minergie (Minergie/Minergie-P/Minergie-A) führen, 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.

-> Anrechenbare Wirkung = 10 kWh pro m² EBF (Einsparung Lüftung und im Schnitt bessere Dämmung als das Baugesetz verlangt)

Das theoretische Potential entspricht dem gesamten gebauten Volumen, welches theoretisch auf Minergie-Standard umgerüstet werden könnte.

Beheizte Energiebezugsfläche im FL: ca. 5 Mio. m² (2010) *

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

50 GWh/a

10'950 tCO₂/a

Kostenberechnung

	Effizienz	Erneuerbar	CO ₂ **
Zielzuordnung	X		X
Kosten Staatshaushalt 2015 Minergie und Minergie-P	192'158 CHF		192'158 CHF
Geförderte Minergie Energiebezugsfläche 2015	8'854 m ²		
Wirkung im Jahr 2015	88 MWh/a		19 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer	40 Jahre		40 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	3'541 MWh		775 tCO ₂
Kosten 2015 Förderung Staatshaushalt	5.4 Rp/kWh		248 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 Potentials zu erhöhen und das noch nutzbare Holzpotential bis 2020 auszuschöpfen.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Potential: Das nachhaltig nutzbare Holzpotential beträgt rund 37 GWh/a. Die Nutzung kann durch Import von Holzpellets erhöht werden. Siehe Massnahme 4.4 Holzheizwerke für schwer verwertbares Material.

Umsetzung: Fortführung und Optimierung der Fördermassnahmen unter dem EEG.

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 2015 für 1'896 m² auf rund 0.075 Mio. CHF/a. Bei 5'000 m² würden die Kosten rund 0.2 Mio. CHF/a betragen.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	m ² EBF	18'374	42'507	15'423	7'760	6'351	6'289	5'608	1'896	5'000	5'000	5'000	5'000	5'000	129'208
		18'374	42'507	15'423	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-30'000	-376'304
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	1.84	4.25	1.54	0.78	0.64	0.63	0.56	0.19	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	12.9
		1.84	4.25	1.54	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—3.00	—37.6
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	403	931	337	170	139	138	123	42	110	110	110	110	110	2'830
		403	931	337	—657	—657	—657	—657	—657	—657	—657	—657	—657	—657	—8'241
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Gemäss Energiestatistik wurden im Jahre 2007 39'632MWh aus Energieholz gewonnen.

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	77 GWh/a	16'805 tCO ₂ /a	16'805 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	13 GWh/a	2'830 tCO ₂ /a	2'830 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	Mio/a	0.08 Mio/a	121 CHF/tCO ₂	121 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 1.3: Haustechnikanlagen: Wärmeerzeugung mit Holz + Pellets (Raumbeheizung und Erwärmung von Brauchwasser durch besonders energieeffiziente und ökologische Haustechnikanlagen, Art. 3.1.c EEG)

Annahmen und Berechnungen

Theoretisches Potential*			
Basis Durchschnitt 2008/2009 AWNL	(Tariffestmeter)		
Holzzuwachs im FL gesamt	40'500 m ³ /a		
Holzverbrauch 2008/2009	25'410 m ³ /a		
Abzüglich Rundholz	- 10'640 m ³ /a		
Abzüglich Hackschnitzel für Gärten etc.	- 750 m ³ /a		
Abzüglich Industrieholz	- 920 m ³ /a		
Genutztes Energieholz 13'100 m ³ x 0.77 t/m ³ x 4.337 MWh/t =	13'100 m ³ /a	entspricht	43'747 MWh/a
Ungenutztes Potential Ast/Kronen und Schwemmholz	8'000 m ³ /a	entspricht	26'716 MWh/a
Total Holzpotential FL			70'463 MWh/a
Im genutzten Energieholz sind 3000 m ³ Exportholz enthalten	3'000 m ³ /a	entspricht	10'018 MWh/a
Das zusätzlich im Inland noch nutzbare Energieholz beträgt demnach 26'716 MWh + 10'018 MWh =			36'734 MWh/a
			8'045 tCO₂/a
Schätzung Pellets:			
Pellets werden in der Regel aus dem nahen Ausland eingekauft. Es ist wahrscheinlich, dass durch Pellets in Zukunft 40 GWh abgedeckt werden.			
Dies, weil Pelletsheizungen im Sanierungsmarkt sehr beliebt sind.			
Einsatz von Holz und Pellets vom nahen Ausland			76'734 MWh/a
			16'805 tCO₂/a

Kostenberechnung			
	Effizienz	Erneuerbar	CO ₂ **
Zielzuordnung		X	X
Kosten Staatshaushalt 2015 (Haustechnikanlagen)		430'538 CHF	
Kosten Staatshaushalt 2015 (davon Holz und Pellets)		75'287 CHF	75'287 CHF
Wirkung im Jahr 2015		189 MWh/a	41 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer		15 Jahre	15 Jahre
Wirkung über Lebensdauer		2'835 MWh	621 tCO ₂
Kosten 2015 Förderung Staatshaushalt		2.7 Rp/kWh	121 CHF/tCO ₂

* Quelle AWNL "Energieholzpotenzial Liechtensteiner Wald" 2008/2009

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

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 wo sinnvoll nach einer Wärmedämmung bei Sanierungen. Verpflichtende Überwachung der Leistungszahlen.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Potential: Durch den Einsatz von Wärmepumpen lassen sich bis 2020 rund **57 GWh/a** fossile Energieträger substituieren, **wovon 38 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 eingeführt (Strom- und Wärmemessung) **werden.**

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 **2015** für **38'170m²** auf rund **0.355** Mio. CHF/a.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	m ² EBF	30'644	56'569	59'332	38'403	47'947	53'389	42'960	38'170	40'000	40'000	40'000	40'000	40'000	567'414
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	2.04	3.77	3.96	2.56	3.20	3.56	2.86	2.54	2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	37.8
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a				—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—4.00	—49.8
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	671	1'239	1'299	841	1'050	1'169	941	836	876	876	876	876	876	12'426
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a	230	424	445	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—1'314	—16'349
					288	360	400	322	286	300	300	300	300	300	4'256
					—450	—450	—450	—450	—450	—450	—450	—450	—450	—450	—5'599

Massnahmen vor 2008 können nicht quantifiziert werden. Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung.

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	115 GWh/a	GWh/a	37'887 tCO ₂ /a	12'975 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	37.8 GWh/a	GWh/a	12'426 tCO ₂ /a	4'256 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	0.355 Mio/a	Mio/a	28 CHF/tCO ₂	83 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 Potentials durch Ersatz von Wärmepumpen				
Das theoretische Potential 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. Potential sei erreicht, wenn alle sanierten Gebäude mit Wärmepumpen oder Holzheizungen beheizt würden. Da die Holzheizungen einen gewissen Anteil übernehmen können, wird das Potential 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. m ² Energiebezugsfläche mit einem spezifischen Verbrauch (H + WW) von 100 kWh/m ² 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 Holzpotential: 77 GWh Restverbrauch nach Abzügen: 173 GWh Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen im Durchschnitt: 3,0			
Potential Effizienz:	Einsparung 2/3 → 115 GWh von 173 GWh Restverbrauch 1/3 in Strom → 58 GWh			
Potential CO ₂ :	Um die CO ₂ Emissionen durch die Stromerzeugung im Ausland besser berücksichtigen zu können, wird die Einsparung auf der Grundlage des importierten Stroms (UCTE-Strommix) ausgewiesen.			
CO ₂ -Einsparung (Inland)	173 GWh x 0,219* = 37'887 tCO₂			
CO ₂ -Einsparung (UCTE):	173 GWh x (0,219* - 1/3 x 0,432**) = 173 GWh x (0,075 tCO ₂ /MWh**) = 12'975 tCO₂/a			

Kostenberechnung					
	Effizienz		Erneuerbar	CO ₂ * (Inland)	
Zielzuordnung	X		Einsparung ≠ erneuerbar	X	
Kosten Staatshaushalt 2015 (Haustechnikanlagen)	430'538	CHF			
Kosten Staatshaushalt 2015 (davon Wärmepumpen)	355'251	CHF		355'251	CHF
Wirkung pro Jahr (2/3 des Verbrauches, da 1/3 Strom)	2'544	MWh/a		836	tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer **	15	Jahre		15	Jahre
Wirkung über Lebensdauer	38'170	MWh		12'536	tCO ₂
Kosten 2015 Förderung Staatshaushalt	0.9	Rp/kWh		28	CHF/tCO ₂
				83	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: 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.

Ziel: Erhöhung des Anteils an Sonnenkollektoren um den Faktor **2** bis zum Jahr 2020 im Vergleich zum Bestand 2007.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

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

Potential: Das theoretische Potential 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. Es ist zu prüfen, ob der Anreiz für thermische Sonnenkollektoren auf die Kombination mit Feuerungen (Öl/Gas/ Holz) beschränkt werden soll.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	m ²	3'049	2'821	2'123	1'939 —2'750	1'185 —2'750	758 —2'750	587 —2'750	243 —2'750	250 —2'750	250 —2'750	250 —2'750	250 —2'750	250 —2'750	13'955 —35'493
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a	1.37	1.27	0.96	0.87 —1.24	0.53 —1.24	0.34 —1.24	0.26 —1.24	0.11 —1.24	0.11 —1.24	0.11 —1.24	0.11 —1.24	0.11 —1.24	0.11 —1.24	6.3 —16.0
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	300	278	209	191 —271	117 —271	75 —271	58 —271	24 —271	25 —271	25 —271	25 —271	25 —271	25 —271	1'375 —3'498
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Bestand Ende 2007: 10'085 m² mit einem Wärmeertrag von 4.5 GWh/a. Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung.

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	84'544 m ² 36 GWh/a	7'893 tCO ₂ /a	7'893 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	13'955 m ² 6 GWh/a	1'375 tCO ₂ /a	1'375 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015	Mio/a Rp/kWh	0.075 Mio/a 3.4 Rp/kWh	157 CHF/tCO ₂	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: Solarkollektoren (Erwärmung von Brauchwasser durch thermische Sonnenkollektoren, Art. 3.1.d EEG)

Annahmen und Berechnungen

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

Kostenberechnung					
	Effizienz	Erneuerbar	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		

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

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

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

Massnahme 1.5: 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 Warmwasserproduktion ebenfalls übernehmen und so zusätzlich die Bereitschaftsverluste der Heizungen im Sommer vermeiden.

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

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Die Kosten für den Staatshaushalt belaufen sich auf rund 0.225 Mio. CHF/a. Es sind keine wesentlichen Senkungen bei den Anlagenkosten zu erwarten.

Potential: Das theoretische Potential 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.

Zeitrahen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020	
Umsetzung	Stk								200	200	200	200	200	200	1'200	
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a								0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	1.1	
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a								0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	2.5	
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a															
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a								138	138	138	138	138	138	828	
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a								216	216	216	216	216	216	1'294	
											Realisiert				Prognose	
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz				Erneuerbare Energien				CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **			
Theoretisches Potential		GWh/a				m ²				GWh/a			tCO ₂ /a			
Potential 2008–2020		4 GWh/a				m ²				GWh/a			828 tCO ₂ /a			
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015		0.15 Mio/a				1.7 Rp/kWh				Mio/a			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 1.5: Wärmepumpenboiler (Erwärmung von Brauchwasser durch Wärmepumpenboiler, Art. 3.1.d EEG)

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials von Wärmepumpenboiler für die Brauchwarmwassererwärmung

Das theoretische Potential ist abhängig von der Energie, welche im Warmwasserbereich benötigt wird. Betrachtet wird der Haushalts- und Arbeitsbereich, wobei eine Wassermenge pro Person und Tag angenommen wird. Die industrielle Verwendung von Brauchwarmwasser wird bei dieser Betrachtung ausgeklammert.

	Haushaltsbereich		Arbeitsbereich		Total
Warmwasserbedarf pro Person und Jahr	1'516	kWh/P a *	183	kWh/P a **	
Personen 2008	35'589	Personen	33'415	Personen	
Verbrauch Total Warmwasser	53'953	MWh/a	6'115	MWh/a	60'068 MWh/a
Warmwasseraufbereitungen	11'989	Stk bei 0.33 Stk/P	1'358	Stk bei 0.04 Stk/P	13'347 Stk
Einsparung 2/3 von 4500 kWh/Stk	35'967	MWh/a	4'074	MWh/a	40'041 MWh/a
70% Ersatz Oel-/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	Erneuerbar	CO ₂ ***
Zielzuordnung	X		X
Kosten Staatshaushalt 2015	150'000		150'000 CHF
Wirkung Jahr 2015	600 MWh/a		138 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer	15 Jahre		15 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	9'000 MWh		2'070 tCO ₂
Kosten pro kWh Wirkung	1.67 Rp/kWh		72 CHF/tCO ₂

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

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

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

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

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

Potential: Würden bei Neubauten die Zielwerte nach SIA 380/1 als Standard eingeführt, könnten **bis zu 30% Heizenergie** eingespart werden. Wenn Neubauten ihren Heizenergiebedarf zu 100% aus erneuerbaren Quellen decken, kann ein Zuwachs des CO₂-Ausstosses für Heizen vermieden werden. **Die EU Gebäuderichtlinie (Nearly Zero-Energy Buildings) bietet Ansatzpunkte mit Zeithorizont 2020 für Neubauten zumindest auf rechtlicher Seite Anpassungen vorzunehmen.**

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.

Realisiert Prognose

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

Massnahme 1.6: Vorschriften Neubauten

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials 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 40'000 m² EBF des Bauvolumens in Minergiebauweise ausgeführt wird. Die restlichen 60'000 m² können wohl erst durch eine gesetzliche Pflicht auf dieses Verbrauchsniveau gebracht werden. Deshalb wird ab 2013 die 60'000 m² EBF mit einer Wirkung von 10 kWh/m² EBF und ab 2017 20 kWh/m² als Wirkung angerechnet. Zur Begründung siehe auch Massnahme 1.2.

Das theoretische Potential ist identisch mit dem neuen Bauvolumen (nur 60'000 m² angerechnet). Das bestehende Bauvolumen ist schon in Massnahme 1.2 erfasst. Eine nochmalige Erfassung würde eine Doppelzählung bedeuten.

Kostenberechnung			
	Effizienz	Erneuerbar	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. Stromsparerpotenziale liegen in den Bereichen Beleuchtung, stromeffiziente Haustechnik und in der Nutzung von Gebäudeautomatisierung. Altbauten weisen aufgrund der teilweise veralteten Technik ein Einsparpotential 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 2020. **Ausschöpfen weiterer Stromsparerpotenziale in Industrie und Gewerbe.**

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

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

Potential: 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 Potentiale 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.

Abhängigkeiten und Risiken: Siehe auch Massnahmen zur Bewusstseinsbildung und Energiecoaching im Massnahmenbündel 5. **Überschneidung mit anderen Massnahmen (M3.2,M3.3,M3.4)** möglich. Deshalb sollen hier in Zukunft die geförderten "anderen Massnahmen" ohne Wärme bilanziert werden. Wärme soll in 3.3 dargestellt werden.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a						0.00 —0.20	0.00 —0.20	1.03 —0.20	1.00 —0.20	1.00 —0.20	1.00 —0.20	1.00 —0.20	1.00 —0.20	6.0 —1.6
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a						0 —86	0 —86	445 —86	432 —86	432 —86	432 —86	432 —86	432 —86	2'605 —691
Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung "andere Massnahmen" (nur Massnahmen Stromeffizienz)											Realisiert		Prognose		
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz				Erneuerbare Energien				CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **		
Theoretisches Potential		17.0 GWh/a				GWh/a				tCO ₂ /a			7'344 tCO ₂ /a		
Potential 2008–2020		6.0 GWh/a				GWh/a				tCO ₂ /a			2'605 tCO ₂ /a		
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015		0.28 Mio/a				2.8 Rp/kWh				Mio/a			64 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 Potentials 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 Potentiale in Industrie und Gewerbe von schätzungsweise 15 GWh/a.**

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

→ **17 GWh/a** x 432 tCO₂/GWh * → **Reduktion Wachstum um 86 tCO₂/a**

Kostenberechnung			
	Effizienz	Erneuerbar	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 1.8: Ersatz von Umwälzpumpen

Hintergrund: Umwälzpumpen sind häufig überdimensioniert und von veralteter Technik. Diese Pumpen haben hohe Laufzeiten und sind in grossen Stückzahlen verbaut. Moderne Pumpen benötigen nur einen Bruchteil des Stroms konventioneller Pumpen.

Ziel: Erreichung einer kumulierten Stromeinsparung von 1.4 GWh bis 2020 bei Ersatz von 500 Umwälzpumpen pro Jahr.

Verantwortlichkeit: **Energiefachstelle**

Kosten: Die Kosten für den Staatshaushalt belaufen sich auf rund 0.1 Mio. CHF/a bei einer Förderung mit 200 CHF pro ersetzte Pumpe.

Potential: Hocheffizienzpumpen verbrauchen bis zu 80% weniger Strom als konventionelle. Sparpotenzial durch Ersatz von 10'000 Pumpen in 10 Jahren: 356 MWh/a, wenn 500 Pumpen pro Jahr ersetzt: 178 MWh/a.

Umsetzung: Kampagne "Umwälzpumpencheck", Anreize/Vorschrift zum Ersatz ineffizienter Umwälzpumpen über Fördermassnahme, z.B. 200 CHF/ ersetzte Pumpe. **Um ein Programm erfolgreich umzusetzen, müssen Installationsfirmen eingebunden werden. Bisher ist noch kein Marktteilnehmer vorhanden, welcher ein Programm lanciert hat.**

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a						0.00 — 0.18	0.00 — 0.18	0.00 — 0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.9 — 1.4
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a						0 — 77	0 — 77	0 — 77	77	77	77	77	77	384 — 615

Bisher keine Förderungen gesprochen. Neue Pumpen sind gemäss EU-Verordnung A-Pumpen (siehe Massnahme 3.1).

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	1.4 GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	615 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	0.9 GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	384 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a 5.6 Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	130 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 1.8: Ersatz von Umwälzpumpen

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials für Ersatz von Umwälzpumpen

Annahmen:

Potential: Hocheffizienzpumpen verbrauchen bis zu 80% weniger Strom als konventionelle. In Liechtenstein gibt es ca. 10'000 Gebäude (davon 1'000 grosse Gebäude), diese haben ca. 20'000 Pumpen. Davon sind ca. 50% veraltet. 10'000 Pumpen à 100 W à 4450 h (mittl. Laufzeit pro Jahr, alle Pumpentypen) = 4'450 MWh/a Stromverbrauch, Sparpotenzial 80% 3'560 MWh/a, auf 10 Jahre 356 MWh/a, wenn Hälfte realisiert (500 Pumpen pro Jahr ersetzt) 178 MWh/a Stromsparerpotenzial

0.178 GWh/a sei das theoretische Potential für Steigerung Energieeffizienz im Vergleich zum Referenzszenario

→ 0.178 GWh/a x 432 tCO₂/GWh * → **Reduktion Wachstum um 77 tCO₂/a**

Kostenberechnung				
	Effizienz		Erneuerbar	CO ₂ *
Zielzuordnung	X		Einsparung ≠ erneuerbar	X
Kosten 2013 Staatshaushalt	100'000	CHF		100'000 CHF
Wirkung pro Jahr	178	MWh/a		77 tCO ₂
Erwartete Lebensdauer	10	Jahre		10 Jahre
Wirkung über Lebensdauer	1'780	MWh		769 tCO ₂
Kosten 2013 Förderung Staatshaushalt	5.6	Rp/kWh		130 CHF/tCO ₂

* Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009)

Massnahme 1.9: Vermehrte Anwendung Gebäudeenergieausweis

Hintergrund: Nach EnAG besteht die Vorlagepflicht eines Gebäudeenergieausweises bei Verkauf, Vermietung oder Verpachtung eines Gebäudes. Für Neubauten ist nach Baugesetz im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ein Gebäudeenergieausweis vorzulegen. Bisher findet der Gebäudeenergieausweis bei bestehenden Gebäuden wenig Anwendung.

Potential: Es ist davon auszugehen, dass eine Sichtbarmachung der energetischen Ineffizienz von Altbauten bei vielen Gebäudeeigentümern eine Sanierung auslöst - dies sowohl bei selbst bewohnten als auch bei vermieteten Gebäuden.

Ziel: Verbreitete Anwendung des Gebäudeenergieausweises bei bestehenden Gebäuden.

Umsetzung: Derzeit werden Lösungen für eine Umsetzung der Gebäuderichtlinie 2010/31 evaluiert.

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

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Kosten: Die Kosten beschränken sich auf die Sensibilisierungskampagnen.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 1.10: Zinsgünstige Darlehen für Energiesparmassnahmen und erneuerbare Energien

Hintergrund: Obwohl über die gesamte Lebensdauer betrachtet bereits heute viele energetische Sanierungsmassnahmen wirtschaftlich wären, zögern viele Eigentümer. Es soll abgeschätzt werden, ob zinsgünstige und administrativ einfach abzuwickelnde Darlehen einen bedeutenden Anreiz für energetische Sanierungsmassnahmen darstellen würden. Mit der Vergabe eines vergünstigten Darlehens könnten verschiedene Kriterien verbunden werden: Zweckgebundenheit, fachliche Betreuung, Effizienz der Massnahme, etc. Als Kreditgeber sind das Land, Banken oder eine Kombination denkbar (z.B. Kredit durch Bank, Kreditausfallgarantie durch Land).

Ziel: Erschliessung zusätzlicher Energiespar- und Erzeugungspotenziale durch Unterstützung in der Finanzierung.

Verantwortlichkeit: Regierung, **Energiefachstelle**

Kosten: Die Kosten werden im Rahmen der Studie zur Prüfung der Rahmenbedingungen erarbeitet.

Potential: Es gibt ein beachtliches Potential an Energiesparmassnahmen in bestehenden Gebäuden, auch in der Industrie und dem Gewerbe: Lüftungsanlagen ohne WRG, Wärme- und Kälteerzeugung und -verteilung, Wärmedämmungen, Steuerungen, etc. Weil ein Unternehmen jedoch laufend in seine Produktionsmittel investieren muss, sind für energetische Massnahmen oft nicht genügend Mittel vorhanden – dies, obwohl sich diese Kosten vernünftig amortisieren liessen. Die Beanspruchung von bereits verfügbaren Ökohypotheken ist aus administrativer Sicht eher aufwändig.

Umsetzung: Studie zur Prüfung von Rahmenbedingungen, Nutzen, Potentialen und möglichen Varianten für die Vergabe von zinsgünstigen und administrativ einfachen Darlehen für Energiesparmassnahmen. Vorbild könnten Ansätze aus dem Bereich 'Microfinance' sein.

Abhängigkeiten und Risiken: Diese werden im Rahmen der Studie erarbeitet. **Aufgrund des Niedrigzinsumfeldes wurde keine Studie in Auftrag gegeben.**

Zeiträumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 2.1: Mobilität und Raumplanung

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

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

Verantwortlichkeit: Regierung, Amt für Bau und Infrastruktur

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

Potential: Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 ca. 350 GWh/a, 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 Effizienzpotential einer optimierten Raumplanung in Liechtenstein sollte geprüft werden.

Umsetzung: Einbezug der Mobilität in die Raumplanung durch

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

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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.**

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

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

Potential: 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.

Abhängigkeiten und Risiken: Politische Umsetzbarkeit bspw. der S-Bahn FL.A.CH. Der Berufsverkehr (Pendlerverkehr) ist in der Massnahme 2.5 "Mobilitätsmanagement in Betrieben" abgedeckt.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung				1'119	259	2'776	177	257	-2'868						1'720
Zu-/Abnahme Pkm (Bus)	10 ³ Pkm			—	—	—	—	—	—						
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a			-0.04	0.83	5.57	0.16	0.69	-1.24	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	8.8
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a			—	—	—0.56	—0.56	—0.56	—0.56						5.0
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a			-10.3	221.8	1'482.8	42.2	182.7	-328.7						1'590.6
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						—131	—131	—131	—131	—131	—131	—131	—131	—131	1'179

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	112 GWh/a	GWh/a	29'800 tCO ₂ /a	29'800 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	8.8 GWh/a	GWh/a	1'591 tCO ₂ /a	1'591 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 Potentials

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

Als theoretisches Potential wird eine vollständige Umlagerung des MIV-Verkehrs (Freizeit und Einkauf) auf öffentliche Verkehrsmittel (Bus) angenommen. $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% = 112 \text{ GWh/a}$. CO_2 -Einsparpotential: $112 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 29'800 \text{ tCO}_2/\text{a}$. **Pro eingesparte kWh Treibstoff (Benzin/Diesel) werden 266 g CO_2 reduziert. Diesel und Benzin weisen pro kWh Heizwert fast identische spez. CO_2 -Emissionen auf.**

Der VCL hält eine Reduktion der Verkehrsleistung durch MIV an allen Wegen um ca. 0.5% pro Jahr für realistisch. $350 \text{ GWh} \times 57\% \times 70\% \times 80\% \times 0.5\% = 0.56 \text{ GWh/Jahr}$. CO_2 -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 LIECHTENSTEINmobil (VLM) zu den geleisteten Personenkilometern (Pkm) der Autobusse. Als Basis werden die Pkm der Busse im Jahr 2008 (resp. 2009 aufgrund fehlender Daten für 2008) genommen und die Veränderungen in den Folgejahren betrachtet. Es wurde angenommen, dass jeder zusätzliche Pkm im Bus 100% eines Pkm im Auto (PW, 7 lt/100 km, 1.5 Personen, 0.42 kWh/Pkm***) ersetzt. Zusätzlich wird die Verbesserung der Energieeffizienz pro geleisteten Pkm der Busse addiert.

Steigerung der Energieeffizienz = Differenz der Personenkilometer Bus x 0.42 kWh/Pkm + Differenz Verbrauch Busse [kWh/Pkm] x absolute Personenkilometer [Pkm]

CO_2 -Einsparung = Steigerung der Energieeffizienz [GWh] x 266 tCO_2/GWh

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Personenkilometer Bus [Pkm]	28'073'259	29'192'755	29'451'867	32'227'425	32'404'200	32'661'504	29'793'395
Flottenkilometer [km]	2'991'134	3'025'342	3'036'069	3'024'424	3'036'735	2'898'475	2'773'834
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
Durchschnittliche Besetzung Bus [P]	9.4	9.6	9.7	10.7	10.7	11.3	10.7
Durchschnittlicher Verbrauch Bus [Liter Diesel-äqu./100 km]	57.8	61.2	59.0	50.0	49.8	50.5	48.3
Durchschnittlicher Verbrauch Bus [kWh/Pkm]	0.60	0.62	0.60	0.46	0.46	0.44	0.44
Zu-/Abnahme Personenkilometer Bus [Pkm]	0	1'119'496	259'112	2'775'558	176'775	257'304	-2'868'109
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr (Substitution MIV-Bus) [GWh]	0	0.5	0.1	1.2	0.1	0.1	-1.2
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr (Effizienz Busse) [GWh]	0	-0.5	0.7	4.4	0.1	0.6	0.0
CO_2-Einsparung ggü. Vorjahr [tCO_2]	0.0	-10.3	221.8	1482.8	42.2	182.7	-328.7

Quelle: liemobil.li

* Umrechnung Energiemix 0,266 tCO_2/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 2.3: S-Bahn

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

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

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

Kosten: Grobe Kostenschätzung von ca. 99 Mio. CHF.

Potential: 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 Pendler 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 Potential 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.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	Rp/kWh
			CHF/tCO ₂	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 Potentials

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 2014 19'551 Zupendler und 1'878 Wegpendler. Mit einer angenommenen Inbetriebnahme der S-Bahn im Jahre 2019 würden also in 2019 je 5% der Zu- und Wegpendler umsteigen und im Folgejahr je 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:

$19'551 \times 5\% + 1'878 \times 5\% = 1'071$ umgestiegene Pendler (2019)

$19'551 \times 10\% + 1'878 \times 10\% = 2'143$ umgestiegene Pendler (2020)

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

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

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

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

CO₂-Einsparung = Substituierte Pkm $\times$ 266 tCO₂/GWh $\times$ 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 Fahrrad) reduziert den Energieverbrauch auf Null, reduziert die verkehrsbedingte Belastung von Mensch und Umwelt und fördert die Gesundheit. Ein Umstieg kann durch die Bereitstellung der entsprechenden Infrastrukturen (Fuss- und Radwege) gefördert werden.

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

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

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

Potential: 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 „Mobiles Liechtenstein 2015“. Derzeit erarbeitet das Land Liechtenstein ein Radverkehrskonzept. Es soll dem Land in Zusammenarbeit mit den Gemeinden wie auch den grenzüberschreitenden Regionen Anreize bieten, den Langsamverkehr zu fördern. **Die Lückenschliessung beim Radnetz steht im Zentrum.**

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung				135	1'479	1'142	2	300							3'058
Zu-/Abnahme Fahrradkilometer	10 ³ km			—	—	—	—	—							
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a			0.1	0.6	0.5	0.0	0.1							1.3
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a			15	165	128	0	34							342
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	1.3 GWh/a	GWh/a	342 tCO ₂ /a	342 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 einer Statistik der Fachstelle Verkehr, Mobilitätsmanagement & Langsamverkehr (FVML) zu jährlich durchgeführten Fahrradwettbewerben. Dabei wird erhoben, wieviele Fahrradkilometer im Rahmen des Wettbewerbs geleistet werden. Die FVML geht davon aus, dass rund 70% dieser Fahrradkilometer eine Autoersatzwirkung haben. Die substituierte Autofahrt wurde mit 1.5 Personen mittlerer Belegung und einem Verbrauch von 7 Liter/100 km angenommen (0.42 kWh/Pkm). Der Langsam- und Aktivverkehr wurde als Energie- und CO₂-frei angenommen.

$\text{Steigerung Energieeffizienz} = \text{Fahrradkilometer} \times 70\% \times 0.42 \text{ kWh/Pkm}$

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

$\text{CO}_2\text{-Einsparung} = \text{Steigerung Energieeffizienz} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh}$

Fahrradpersonenkilometer (Wettbewerbe)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fahrradpersonenkilometer Fahrradwettbewerb	3'671'946	3'864'802	5'977'435	7'608'803	7'611'616	8'040'076
Zu-/Abnahme ersetzte Autokilometer [1000 km]	0	134'999	1'478'843	1'141'958	1'969	299'922
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]	0.00	0.06	0.62	0.48	0.00	0.13
CO ₂ -Einsparung ggü. Vorjahr [tCO ₂]	0.0	15.1	165.2	127.6	0.2	33.5

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

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

Massnahme 2.5: Mobilitätsmanagement in Betrieben

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). 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 Arbeitsweg bedingten Energieverbrauch.

Ziel: Steigerung des Anteils von Arbeitsstätten mit Mobilitätsmanagement.

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

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

Potential: 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 und dem Ausbau des betrieblichen Mobilitätsmanagements. **Es existiert eine Gruppe für den Austausch zwischen der Landesverwaltung und der Industrie.**

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")

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung			227	319	-212	-99	48	-41	-1'079						-837
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a		0.1	0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.0	-0.6	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.9
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														4.5
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a		33	46	-31	-14	7	-6	-155						-120
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						118	118	118	118	118	118	118	118	118	1'062

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	51 GWh/a	GWh/a	13'566 tCO ₂ /a	13'566 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	1.9 GWh/a	- GWh/a	-120 tCO ₂ /a	-120 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Mio/a	CHF/tCO ₂	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 Potentials

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). Davon fanden 67% der Wege mit motorisiertem Individualverkehr (MIV) statt, 16% mit öffentlichem Verkehr (ÖV) und 17% zu Fuss oder mit dem Fahrrad (Aktivverkehr).

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 Potential wird eine vollständige Umlagerung des MIV-Berufs-Pendlerverkehrs auf öffentliche Verkehrsmittel (Bus) angenommen (Einsparung 80%). $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% = 51 \text{ GWh/a}$. CO_2 -Einsparpotential: $51 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 13'566 \text{ tCO}_2/\text{a}$.

Der VCL hält eine Reduktion des MIV-Anteils an Arbeitswegen um ca. 2% pro Jahr für realistisch (45% im Jahr 2020). Für die Energiebetrachtung ist die Reduktion der Verkehrsleistung des MIV für Arbeitswege massgeblich; hier schätzt der VCL eine Reduktion von 1% pro Jahr als realistisch ein. $350 \text{ GWh} \times 27\% \times 67\% \times 80\% \times 1\% = 0.5 \text{ GWh/Jahr}$. CO_2 -Einsparung: $0.5 \text{ GWh} \times 266 \text{ tCO}_2/\text{GWh} = 133 \text{ tCO}_2/\text{a}$.

Abschätzung der Umsetzung

In Ermangelung absoluter Statistiken zu den Personenkilometern der verschiedenen Verkehrsmittel und Zwecke basiert die Wirkungsabschätzung auf Umfragen der Liechtensteinischen Industrie- und Handelskammer (LIHK) sowie der Verwaltung (LLV). Die Daten der Befragung liefern Informationen über das Arbeitswegverhalten von rund 10'000 Personen. Da diese Befragungen verschiedenste Betriebe/Tätigkeitsfelder sowie verschiedenen Arbeitszeiten (auch Schichtbetrieb) abdecken, sind sie vermutlich repräsentativ.

Die Abschätzung der Umsetzung basiert auf der auf die Vollzeitäquivalente hochgerechneten Anzahl der Arbeitnehmer, welche in der Befragung einen Umstieg vom Mot. Individualverkehr (MIV) auf den Kollektivverkehr (KV) oder den Langsamverkehr (LV) angaben. Vereinfachend wurde angenommen, dass alle Arbeitnehmenden (VZÄ) dem erfragten Verhalten entsprechen, auch wenn nicht immer gleich viele Personen befragt wurden und die Rücklaufquoten schwanken. Es wird von einem Arbeitsweg von 5 km an 218 Arbeitstagen pro Jahr ausgegangen sowie dass die Umsteiger zuvor alleine in einem Auto gessesen sind, welches einen Treibstoffverbrauch von 7 Liter/100 km aufwies (0.63 kWh/Pkm**). Sowohl der KV als auch der LV weisen einen 85% tieferen Energieverbrauch auf.

Steigerung Energieeffizienz = Anzahl Umsteiger $\times$ 218 Arbeitstage $\times$ 5 km $\times$ 0.62 kWh/km $\times$ 85%
 CO_2 -Einsparung = Steigerung Energieeffizienz $\times$ 266 tCO₂/GWh

Fortsetzung auf 2.5 C.

* 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				Befragte: Durchschnittlich 9'500
Langsamverkehr (LV)	10.8%					11.1%				
Kollektivverkehr (KV)	32.5%					26.8%				
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	56.8%					61.1%				
Befragung Modalsplit LLV										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Befragte: Durchschnittlich 1'400	
Langsamverkehr (LV)	8.3%	10.0%	9.1%	11.6%	7.1%	10.0%	6.0%	14.0%		
Kollektivverkehr (KV)	19.2%	23.5%	32.7%	24.8%	26.8%	25.1%	28.1%	30.0%		
Motorisierter Individualverkehr (MIV)	72.5%	66.5%	58.3%	63.5%	66.1%	64.9%	65.9%	56.0%		
Beschäftigte										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	13-14		
Vollzeitäquivalente	29'996	29'466	29'896	30'591	30'985	31'236	31'574	31'405		
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
Umsteiger LIHK								-1478		
Umsteiger LLV	0	227	319	-212	-99	48	-41	399		
Total Umsteiger (bezogen auf VZÄ)	0	227	319	-212	-99	48	-41	-1079		

Massnahme 2.6: Energieeffiziente Fahrweise

Hintergrund: Durch eine energieeffiziente Fahrweise lassen sich ohne technische Massnahmen 10% des Treibstoffverbrauchs einsparen. Dies schont die Umwelt und das Portemonnaie.

Ziel: Personen- und Lastwagenlenker im sparsamen, umweltbewussten und sicheren Fahren unterstützen.

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

Kosten: Kosten für Organisation und Unterstützung der Kurse

Potential: Liechtenstein hat eine sehr hohe Dichte sowohl an Personen- als auch an Lastwagen. 2010 wurden in der Schweiz 68'000 Personen von den Partnern der Quality Alliance Eco-Drive (QAED) geschult. Umgerechnet auf Liechtenstein ergibt das jährlich ca. 300 Personen und eine Einsparung von 340 t CO₂.

Umsetzung: Organisation und Unterstützung von Kursen für eine energieeffiziente Fahrweise, denkbar ist eine Partnerschaft mit der Quality Alliance Eco-Drive (QAED). Denkbar ist auch eine verstärkte Integration des Themas in die Fahrausbildung und -prüfung. **In der Landesverwaltung wurden Eco-Drive-Kurse über die LIFE Klimastiftung angeboten.**

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	Pers.	50	50	50					120						
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a	0.03	0.03	0.03					0.08						0.2
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	8.4	8.4	8.4					20.1						45
		—	—1.0	—2.0					—2.0						—5
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

						Realisiert	Prognose
Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien		CO ₂ (Inland) *		CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a		GWh/a		tCO ₂ /a		tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	0.2 GWh/a		GWh/a		45 tCO ₂ /a		45 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂		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 2.6: Energieeffiziente Fahrweise

Annahmen und Berechnungen

Der Fachbereich BMM hat die Eco-Drive Schulung für die Landesverwaltung inkl. den Weiterführenden Schulen in den Jahren 2008, 2009, 2010 und 2015 organisiert und durchgeführt. Insgesamt nahmen rund 200 Mitarbeitende an der Schulung teil. Im Jahr 2015 wurde erstmals eine Eco-Drive Schulung in einem grösseren Unternehmen intern angeboten. Insgesamt konnten seit 2008 rund 300 Personen für die Eco-Drive-Schulung gewonnen werden.

Pro Besucher des Eco-Drive Fahrtrainings wird eine durchschnittliche Treibstoffersparnis von 10% erwartet. Es wird davon ausgegangen, dass der durchschnittliche PKW einen Energieverbrauch von 0.63 kWh/km hat und jährlich 10'000 km fährt. Für jeden Kursbesucher sinkt der Verbrauch angenommen also auf 0.57 kWh/km.

Steigerung Energieeffizienz = 10% x 0.63 kWh/km x Anzahl Teilnehmende x 10'000 km

Zur Berechnung der CO₂-Einsparung wurde die Steigerung der Energieeffizienz mit 266 tCO₂/GWh multipliziert*.

CO₂-Einsparung = Steigerung Energieeffizienz x 266 tCO₂/GWh

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

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 gesunken, betrug im Jahr 2009 in Liechtenstein aber immer noch 181 g CO₂/km. In Österreich lag dieser Wert beispielsweise bei 150 g CO₂/km. Die EU gibt als Zielwert für das Jahr 2015 einen Ausstoss von 120 g CO₂/km vor. In Liechtenstein wurde im Jahr 2008 ein steuerliches Bonus-Malus-System diskutiert, aber nach der Vernehmlassung nicht weiterverfolgt.

Kosten: Kostenneutrale Ausgestaltung durch Vorschriften unter Nutzung von Marktmechanismen.

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.

				Realisiert	Prognose
Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential		GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	19.8	GWh/a	GWh/a	5'263	5'263
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	CHF/tCO ₂	CHF/tCO ₂

** 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 und aus der Fahrzeugstatistik des Amt für Umwelt wurde die Anzahl jährlichen Neuzulassungen der Personenwagen sowie deren durchschnittliche CO₂-Emissionen entnommen*. 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 neuzugelassenes Fahrzeug und Jahr ausgegangen. Ein neu zugelassenes Fahrzeug ersetzt vereinfachend ein bestehendes Fahrzeug (durchschnittliche CO₂-Emissionen der gesamten Personenwagenflotte aus der Statistik 2013-2015 sowie extrapolierte Daten**).

Steigerung Energieeffizienz = Anzahl Neuzulassungen x 10'000 km x (CO₂-Durchschnitt Flotte 2013 - CO₂-Durchschnitt Neuzulassungen) / 266 gCO₂/kWh

Für die Berechnung der CO₂-Einsparung wurde ebenfalls die Differenz der durchschnittlichen CO₂-Emissionen mit einer angenommenen Fahrleistung von 10'000 km pro Jahr und Fahrzeug multipliziert.

CO₂-Einsparung = (CO₂-Durchschnitt Flotte 2013 - CO₂-Durchschnitt Neuzulassungen) x Anzahl Neuzulassungen x 10'000 km

Neuzulassungen und CO₂ Emissionen

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittlere Abnahme pro Jahr	
Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen der PW-Flotte [g/km]	214	209	205	200	196	191	187	182	-4.5 g/(km*a)	extrapolierte Werte
Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen Neuzulassungen [g/km]	190	181	174	163	158	151	150	142	-6.9 g/(km*a)	
Neuzulassungen pro Jahr (Anzahl)	2005	1620	1782	2029	2108	1920	1800	2049		
Effizienzsteigerung ggü. Vorjahr [GWh]	1.8	1.7	2.0	2.8	3.0	2.9	2.5	3.1		
CO₂-Einsparung ggü. Vorjahr [tCO₂]	471	454	544	751	791	768	666	820		

* Fahrzeugstatistik Neuzulassungen 2015, Tabelle 1.7 und Tabelle 1.10, Amt für Statistik

** Fahrzeugstatistik Bestand 30. Juni 2015, Tabelle 3_9, Amt für Statistik

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

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

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

Potential: Die Mobilität verbrauchte im Jahr 2008 rund 350 GWh. Dies entspricht rund 25% des gesamten Energieverbrauchs. Durch Substitution von fossilen Treibstoffen mit Hybrid- oder Elektrotechnologie kann rund die Hälfte der Energiemenge eingespart werden. Entscheidend ist, wie der Strom dafür bereitgestellt wird. Bei Berücksichtigung des europäischen Strommix wird der Effizienzvorteil bezogen auf die eingesetzte Primärenergie faktisch kompensiert. Im Inland wird durch die Substitution der fossilen Treibstoffe die CO₂-Bilanz verbessert, global ergibt sich eine Verbesserung nur bei einem Ausbau des Anteils erneuerbarer Energie (z.B. Photovoltaik/Wasserkraft). Es ist zu erwarten, dass sich die Effizienz bezüglich der noch hohen Ladeverluste verbessern wird und sich so die Bilanz auch global positiv entwickeln kann. Der Anteil an Elektro- und Hybridfahrzeugen betrug 2010 0,45% (156 Fahrzeuge bei 35'000 Fahrzeugen Gesamtbestand). Es wird davon ausgegangen, dass bei entsprechender Technologie ein Umstieg auf Elektromobilität marktgetrieben stattfinden wird.

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

** 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 Potentials bei Erhöhung des Anteils an Elektrofahrzeugen

Die Umweltbilanz von mit Strom betriebenen Fahrzeugen (10'000 km/a Fz) hängt entscheidend von der Stromherkunft ab. Das Pilotprojekt Vlotte, welches in Vorarlberg läuft, erreicht einen Durchschnittsverbrauch von 25 kWh/100 km*** (18 kWh Fahrt, 7 kWh Ladeverlust). Bei einem Dieselmotor/Benzinmotor sind es rund fünf Liter, das entspricht einem Verbrauch von 50 kWh. Das theoretische Effizienzpotenzial liegt bei 100% Elektromobilität somit entsprechend dem halben Verbrauch von Benzin, Diesel oder Erdgas. Der Ersatz von Diesel für grosse Transportfahrzeuge und Baumaschinen wäre ungleich schwieriger, dies wird aber für das theoretische Potential nicht berücksichtigt.

Im Referenzjahr 2008: $(203 \text{ GWh} + 137 \text{ GWh} + \text{ca. } 10 \text{ GWh} = 350 \text{ GWh/a})/2 = 175 \text{ GWh}$. Die Einsparung von Treibstoffen wird dem Bereich Wärme zugeteilt. Daraus ergibt sich die Einsparung von $350 \text{ GWh} \times 0.234^* \text{ tCO}_2/\text{MWh} = 81'900 \text{ tCO}_2/\text{a}$. Beim Strom entsteht ein Mehrverbrauch von der Hälfte der Einsparung $175 \text{ GWh} \times 0.432^{**} \text{ tCO}_2/\text{MWh} = 75'600 \text{ tCO}_2/\text{a}$. Zieht man die Inlandreduktion davon ab, entsteht ein Einspareffekt von 6'300 tCO₂/a. Bei Reduktion der Ladeverluste und dem Einsatz von erneuerbarer Energie wird die Bilanz entsprechend verbessert.

* 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)

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

Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtung

Annahmen und Berechnungen

Theoretisches Potential (Die nachfolgenden Potentiale sind eine erste grobe Expertenschätzung, da verifizierte Zahlen für das FL fehlen)

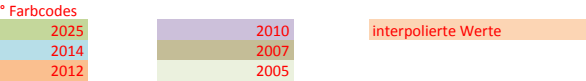
Berechnungsgrundlage: Ausgangspunkt der Abschätzung sind die in den jeweiligen EcoDesign-Verordnungen angegebenen Prognosen für Verbrauch, Verbrauchszuwachs bis 2020 und mutmassliche Reduktion durch die Massnahmen der Verordnungen im Jahr 2020. Die Werte wurden für Liechtenstein proportional zur Bevölkerung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

Delegierte Rechtsakte		Europäische Union (501 Mio. Einwohner)				Mit Massnahmen bis 2020		Fürstentum Liechtenstein (35'000 Einwohner)				Potential in MWh			
VO-Nr.	Bezeichnung	Gesamtverbrauch in TWh*		o. Massnahmen in TWh *		Einsparpotential in TWh**		Gesamtverbrauch in MWh		2020		2030		Prozentual***	Total
		ca. 2008 (*)		2020	2030	2020	2030	ca. 2008 (*)	2020	2030					2030
107/2009	Set-Top-Boxen	6		14		9		419	978						629
1275/2008	Bereitschafts- und Auszustand	47		49		35		3'283	3'423						2'445
244/2009	Haushaltslampen	112		135		39		7'824	9'431						2'725
245/2009	Leuchtstofflampen	200		260		38		13'972	18'164						2'655
278/2009	Netzteile	17		31		9		1'188	2'166						629
640/2009	Elektromotoren	1'067		1'252		135		74'541	87'465						9'431
641/2009	Nassläufer-Umwälzpumpen	50		55		23		3'493	3'842						1'607
642/2009	Fernsehgeräte	60		132		28		4'192	9'222						1'956
643/2009	Haushaltskühlgeräte	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
206/2012	Raumklimageräte	30		74		11		2'096	5'170						768
547/2012	Wasserpumpen	109		136		3.3		7'615	9'501						231
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
666/2013	Staubsauger	18		34		erheblich		1'257	2'375		20				251
617/2013	Computer und Computerserver					14.4		?	?						1'006
814/2013	Warmwasserbereiter **	598		623		125		41'776	43'523						4'366
813/2013	Raumheizgeräte **	3'358		2'969		528		234'595	207'407						18'435
66/2014	Haushaltsbacköfen	84		86		3	7	5'868	6'008						210
548/2014	Leistungstransformatoren	93		?		11	16	6'525							768
1253/2014	Lüftungsanlagen	78				96	144	5'449							6'707
2015/1189	Festbrennstoffkessel **				147	2	5		0	10'283					70
2015/1185	Festbrennstoff- Einzelraumheizgeräte **	174			225	5	11	12'156		15'719					175
2015/1188	Einzelraumheizgeräte **	464		452		43		32'415	31'577						384
2015/1095	Kühlagerschränke	117		135	155	6	16	8'139	9'396	10'793					1'502
1222/2009	Reifen** (keine Werte)														440
		7'283		7'190		1'234		508'790	502'323	36'795	100				64'732
															2'138

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

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

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



Massnahme 3.1: Mindestvorschriften für Geräte, Motoren und Beleuchtungen

Zusammenzug	Effizienz		Erneuerbar		CO ₂ (Inland) *		CO ₂ (Global) **	
Zielzuordnung	X							
Theoretisches Potenzial 2008-2020	64'732	MWh			5'376	tCO2/a	22'735	tCO2/a
Strom	40'184	MWh					17'359	tCO2/a
Wärme	24'548	MWh			5'376	tCO2/a	5'376	tCO2/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 Systematiken entwickelt, welche mit Analysen wirtschaftliche Einsparpotentiale aufspüren und einer Umsetzung zuführen.

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

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

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.

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

Umsetzung: Anreizmodell für Energieverbraucher, Förderung von Beratungsgutscheinen, unbürokratisches System zur schnellen Entscheidungsfindung in den Unternehmen. Prüfung Grossverbraucherartikel anlog diverser Schweizer Kantone.

Abhängigkeiten und Risiken: Spitze-Basisproblematik in Unternehmen.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung (Energieverbrauch der Unternehmen mit ZV)	GWh/a	0	0	37	86	121	122	119	119	100	100	100	100	100	981
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a					0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.4
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a					—1.00	—1.50	—2.00	—2.00	—2.00	—2.00	—2.00	—2.00	—2.00	—16.5
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a					0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.6
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a					—2.00	—2.00	—2.00	—2.50	—2.50	—2.50	—2.50	—2.50	—2.50	—21.0
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a					16	16	16	16	13	13	13	13	13	129
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a					—438	—438	—438	—548	—548	—548	—548	—548	—548	—4'599
						37	37	36	36	30	30	30	30	30	298
						—432	—648	—864	—864	—864	—864	—864	—864	—864	—7'128

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

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	8 GWh/a	GWh/a	1'060 tCO ₂ /a	2'435 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	1.0 GWh/a	GWh/a	129 tCO ₂ /a	298 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 3.2: Ausschöpfen wirtschaftlicher Effizienzmassnahmen in der Industrie und im Gewerbe

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

Abschätzung des theoretischen Potentials bei Annahme von 15% Effizienzverbesserung

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

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

Schätzung des wirtschaftlichen Effizienzpotentials 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 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 Potentiale müssen mit wenig Aufwand einigermaßen sicher identifiziert und abgeschätzt werden können.

Ermittlung des realisierten Potentials

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Energieverbrauch EnAW-Unternehmen (GWh/a)	0.2	0.2	36.9	86.5	121.2	121.9	119.2	118.9	(Strom, Heizöl, Erdgas)
Energiestatistik 2015 (GWh/a)	962.6	904.7	889.5	832.3	850.5	881.2	764.4	806.2	(Strom, Heizöl, Erdgas)
Anteil Verbrauch durch EnAW-Unternehmen	0%	0%	4%	10%	14%	14%	16%	15%	

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.

Ziel: Nutzung von Abwärme bei sinnvoller Konstellation für die Beheizung und für Warmwasser in umliegenden Gebäuden.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Noch keine Kosten für "andere Massnahmen" Wärme für 2015 verfügbar.

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

Umsetzung: Ab 1.2.2015 ist für ausgewählte Projekte eine Förderung unter "andere Massnahmen" möglich. Das Fernwärmenetz Schaan wird ausgebaut. Erstellung eines Fernwärmekatasters zur Information und Beratung.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)°	GWh/a					0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	4.5
Potential Steigerung Energieeffizienz (Fernwärme)**	GWh/a		43.43	47.80	-3.87	3.81	7.77	6.17	0.43		4.00	2.00	14.60		126.1
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a		9'512	10'469	-848	834	1'702	1'352	95	110	1'095	657	3'416	219	28'612
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung "andere Massnahmen"

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	246 GWh/a	GWh/a	53'874 tCO ₂ /a	53'874 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	4.5 GWh/a	GWh/a	28'612 tCO ₂ /a	28'612 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	CHF/tCO ₂

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

** Effizienzsteigerung durch die Substitution von konventionell erzeugter Wärme durch Fernwärme ab KVA

* 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 Kehrrechtverbrennungsanlage (KVA). Diesbezüglich sind zur Zeit zwei Projekte in Abklärung: Eines ist die Fernwärmeversorgung nach Schaan und das zweite die Wärmenutzung des Kondensats aus der Dampfleitung in Bendern. Beide Projekte werden von der LGV bearbeitet. 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, hat 2015 bereits 105 GWh/a fossile Energieträger ersetzt. Die CO₂-Einsparung durch diese Energieträgersubstitution wird vollständig gezählt. Die Wirkung soll durch den geplanten Anschluss eines Milchverarbeiters weiter gesteigert werden.

Dampfleitung nach Schaan seit 2008 in Betrieb

Abgegebene Wärme 2015	105 GWh	22'995 *	tCO ₂ /a
Anschluss Milchverarbeiter (Schätzung) ab ca. 2017	4 GWh	876 *	tCO ₂ /a
Total Dampfleitung	110 GWh	24'090 *	tCO ₂ /a

Fernwärmeversorgung nach Schaan ab Kehrrechtverbrennungsanlage Buchs

Anschluss Industrie Schaan an KVA nur für Heizzwecke	5.2 GWh	1'139 *	tCO ₂ /a
Anschluss der heute bestehenden Fernwärmeverbünde Rathaus und Resch	6.1 GWh	1'336 *	tCO ₂ /a
Weiteres Potential für Neukunden (Industrie und Private)	3.3 GWh	723 *	tCO ₂ /a
Total Wärmeabsatz gemäss Potentialstudie (Variante IDEAL)** (z.B. 2019)	14.6 GWh	3'197 *	tCO ₂ /a

Abwärmenutzung des Kondensates aus der Dampfleitung in Bendern

Anschluss Industrie Bendern an die Kondensatnutzung für Heizzwecke (z.B. 2018)	2 GWh	438 *	tCO ₂ /a
--	-------	-------	---------------------

Das theoretische Potential für Abwärmenutzung innerhalb Gebäuden (interne WRG) wird auf >40 GWh geschätzt.	8'760 *	tCO ₂ /a
Das theoretische Potential** für Abwärmenutzung ohne Dampf aus der KVA für Schaan wird auf 86 GWh geschätzt.	18'834 *	tCO ₂ /a
Das theoretische Potential für die Dampfleitung beträgt 120 GWh, hängt aber stark vom Verbrauchsprofil ab.	26'280 *	tCO ₂ /a
	53'874 *	tCO ₂ /a

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

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

Hintergrund: Die Energieeffizienz kann stark verbessert werden, wenn Versorger ein Eigeninteresse haben, verbrauchssenkende Informationen an Kunden weiterzugeben. Durch moderne Methoden wie Smart Meter werden neue Möglichkeiten in der Analyse von Verbrauchszahlen zur Verfügung stehen. Durch automatisierte Auswertungen könnten diese Daten inkl. Effizienzvorschlägen gezielt den Verbrauchern zur Verfügung gestellt werden. Die Energieversorger haben dabei eine Schlüsselposition.

Verantwortlichkeit: Regierung und Energieversorger (LKW und LGV)

Potential: 0.5% Energieeffizienzverbesserung pro Jahr. Langfristig und volkswirtschaftlich sind viele Effizienzmassnahmen sinnvoller als der Energiezukauf. Volkswirtschaftlich kostenneutrale Massnahmen wählen. Durch gesetzgeberische Massnahmen sind schon viele Randbedingungen zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt worden (effiziente Leuchtmittel und Geräte, etc.). Diese Wirkung wird schon seit 2008 unter der Massnahme 3.1 bilanziert.

Abhängigkeiten und Risiken: Akzeptanz der Bevölkerung und der Wirtschaft. Gute Erklärung des volkswirtschaftlichen Nutzens notwendig. Ökonomie und Ökologie sollen nicht im Widerspruch stehen.

Realisiert Prognose

* 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 3.4: Anreizsystem für Energieversorger

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials (bei Annahme von 10% Effizienzverbesserung bei leitungsgebundenen Energieträgern)

Hintergrund: Studien und eigene Nachrechnungen der Energiefachstelle zeigen, dass mit geeigneten Massnahmen Energie oft mit weniger Kosten eingespart werden kann als für ihre Bereitstellung aufgewendet werden muss. Die Ausschöpfung des Potentials kann dann erreicht werden, wenn die Versorger darin einen Eigennutzen sehen können. Dies ist jedoch bei den derzeitigen Marktanreizen, welche mehr Gewinn bei grösseren Absätzen versprechen, nicht im Interesse der Versorger und kann demzufolge auch nicht erwartet werden. Erst bei entsprechenden Anreizen besteht die Möglichkeit, dass die Versorger als "echte" Energiedienstleister im Sinne und zum Nutzen des Kunden (tiefere Energiekosten) tätig werden. Die leitungsgebundenen Energieträger Elektrizität (28.7%) und Erdgas (26.9%) machten 2008 zusammen 55.6% des Energieverbrauches aus. Der Erdölanteil (16%), welcher vor allem von Erdgas konkurrenziert wird, nimmt laufend ab.

Um Doppelzählung mit anderen Massnahmen (z.B. 3.2) zu vermeiden, wurde lediglich 10% Effizienzverbesserung zu Grunde gelegt.

Die im FL verbrauchten leitungsgebundenen Energieträger betragen im 2008:

Verbrauch FL 2008:	Elektrizität	386 GWh/a	davon 10%	39 GWh/a	16'841	**	tCO ₂ /a
	Erdgas	361 GWh/a	davon 10%	36 GWh/a	7'128	*	tCO ₂ /a
		747 GWh/a	davon 10%	75 GWh/a	23'969		tCO ₂ /a

* Umrechnung Energiemix 0,198 tCO₂/MWh (Basis: Erdgas)

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009)

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.

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

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

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

Potential: Das Potential der intelligenten Nachfragesteuerung liegt weniger in einer Einsparung an Energie, sondern in der Chance, Spitzen im Leistungsbedarf zu brechen und damit den Kraftwerkpark und die Versorgungsinfrastruktur besser auszunützen. Zudem stellt dies eine Chance zur vermehrten Einbindung von dezentral produzierten und unregelmässig anfallenden, erneuerbaren Energien dar.

Umsetzung: **Liechtenstein hat seit 2015 eine flächendeckende Smart-Meter-Infrastruktur. 100% der Stromzähler und vielerorts auch die Gas- und Wasserzähler sind umgerüstet. Die LKW arbeiten an neuen Tarifmodellen zum sogenannten "Demand Management".**

Abhängigkeiten und Risiken: Da die Netzkapazität immer mehr zu einem limitierenden Faktor wird, sollte die Möglichkeit der intelligenten Angebots- und Bedarfssteuerung im Auge behalten werden.

Zeitrahen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz Gas (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														
											Realisiert			Prognose	
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **				
Theoretisches Potential		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a	
Potential 2008-2020		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a	
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Mio/a			Rp/kWh			Mio/a			Rp/kWh			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 Effizienzpotentiale und die Nutzung von Abwärme / Energie aus Biomasse untersuchen.

Ziel: Erhöhung der Eigenversorgung, Verbesserung des spezifischen Verbrauchs pro m³ Trink- und Abwasser.

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

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

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

 Realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien		CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential		GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008-2020		GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 Bendern⁵

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abwassermenge in Mio. m ³	11.2	10.1	10.0	8.4	11.3	10.8	10.2	10.1
Energie Wärme (Biogas) in MWh/a	6'192	5'853	5'502	5'565	5'639	6'020	271	125
Energie Wärme (Erdgas) in MWh/a	113	152	104	161	142	457	3'009	2'951
Wärmebezug von BGA in MWh/a							679	974
Strombezug total für ARA in MWh/a	4'470	4'628	4'485	4'465	4'588	4'491	4'475	4'417
Total Energieumsatz in MWh/a	10'775	10'632	10'090	10'191	10'369	10'968	8'434	8'467
Spezifischer Verbrauch								
Stromverbrauch in kWh/1000 m ³ Wasser	399	459	448	530	405	415	437	438
Wärmeverbrauch pro 1000 m ³	562	595	561	679	511	599	320	305
Energieverbrauch in kWh/1000 m³ Wasser	877	977	929	1'105	832	933	819	838
Energieproduktion								
Stromlieferung an LKW in MWh/a	941	771	797	876	956	884	45	17
Biogas (Eigenverbrauch) MWh/a	6'192	5'853	5'502	5'565	5'639	6'020	271	125
Biogas (Lieferung an LGV für Biogas) MWh/a	0	0	0	0	0	0	6'264	6'394

Trinkwasseraufbereitung

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Quellwasser ¹								
Wassermenge in 1000 m ³	4'146	4'039	4'306	3'794	4'488	4'529	4'150	4'260
Energieaufwand ² in MWh	236	230	237	235	232	240	221	242
Energieaufwand in kWh/1000m³	57	57	55	62	52	53	53	57
Grundwasser ³								
Wassermenge in 1000 m ³	2'681	2'811	2'334	2'760	2'095	1'755	1'984	1'818
Energieaufwand in MWh	1'334	1'411	1'173	1'363	1'055	946	999	982
Energieaufwand in kWh/1000m³	498	502	502	494	503	539	504	540
Total								
Wassermenge in 1000 m ³	6'827	6'851	6'640	6'553	6'583	6'284	6'104	6'078
Energieaufwand in MWh	1'570	1'640	1'409	1'599	1'287	1'186	1'219	1'224
Energieaufwand in kWh/1000m³	230	239	212	244	196	189	200	201
Selbstvers. ⁴								
Wassermenge in 1000 m ³	1'784	2'086	1'762	1'758	1'720	1'777	1'866	1'756
Total								
Wassermenge in 1000 m ³	8'611	8'937	8'402	8'312	8'303	8'061	7'970	7'834

Veränderung der Energieeffizienz

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abwasserreinigung Wärme (MWh/a)	6'305	6'005	5'606	5'726	5'781	6'477	3'959	4'050
Abwasserreinigung Strom (MWh/a)	4'470	4'628	4'485	4'465	4'588	4'491	4'475	4'417
Trinkwasseraufbereitung Strom (MWh/a)	1'570	1'640	1'409	1'599	1'287	1'186	1'219	1'224
Total Wärme (MWh/a)	6'305	6'005	5'606	5'726	5'781	6'477	3'959	4'050
Total Strom (MWh/a)	6'040	6'268	5'894	6'063	5'875	5'677	5'694	5'641
Abnahme Wärmebedarf (MWh/a)		300	399	-120	-55	-696	2'518	-91
Abnahme Strombedarf (MWh/a)		-228	374	-169	188	198	-17	53

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

² Daten von den Wasserwerken Schaan, Planken, Vaduz, Triesen, Triesenberg und Balzers, WLU und Energieverbrauch von den Pumpwerken von GWO Geschäftsberichten

³ Daten von WLU, Wasserwerk Planken und GWO Geschäftsbericht

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

⁵ Daten vom Abwasser-Zweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV)

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

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

Ziel: Erhöhung des Anteils Photovoltaikstrom auf **8%** des Stromverbrauches. Eigenverbrauchsmodelle ausbauen.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Eine Ausbauleistung von 2500 kWp/a (**400 CHF/kWp**) benötigt **Fördermittel von 1.0 Mio.** CHF/a. Die Einspeisevergütung läuft über einen Fonds. Die Förderung kann bei weiteren Kostensenkungen weiter reduziert werden.

Potential: Das Potential auf bestehenden Gebäuden kann auf verschiedene Arten geschätzt werden. Eine einfache Abschätzung ergibt 104 GWh/a. Die effektiv nutzbaren Potentiale werden durch Technologiefortschritt/Kosten und Netz/Speichereinbindung bestimmt.

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

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).

Zeitrahen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020	
Umsetzung	kWp	327	2'661	3'609	3'099 —2'500	3'583 —2'500	4'046 —2'500	4'308 —2'500	2'941 —2'500	2'500	2'500	2'500	2'500	2'500	37'074 —31'597	
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a	0.27	2.21	3.00	2.57 —2.08	2.97 —2.08	3.36 —2.08	3.58 —2.08	2.44 —2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	30.8 —26.2	
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a															
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a															
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a	117	954	1'294	1'111 —896	1'285 —896	1'451 —896	1'545 —896	1'055 —896	896	896	896	896	896	13'293 —11'329	
Bestand Ende 2007: ca. 360 kWp mit einem Stromertrag von 0.301 GWh (Bilanziert wird im Jahr der Förderzusicherung)											Realisiert				Prognose	
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz				Erneuerbare Energien				CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **			
Theoretisches Potential		GWh/a				125 MWp				104 GWh/a			44'928 tCO ₂ /a			
Potential 2008-2020		GWh/a				37 MWp				31 GWh/a			13'293 tCO ₂ /a			
Kosten Förderung Staatshaushalt 2015***		Mio/a				Rp/kWh				1.2 Mio/a			3.6 Rp/kWh			
										CHF/tCO ₂			84 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 Anlagenkosten und Förderkosten sinken sehr stark. Ende 2015 sind die Förderkosten von 20 Rp./kWh auf 3.6 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 Potentials für die Stromgewinnung aus Photovoltaikanlagen

Das theoretische Potential ist abhängig von der belegbaren Fläche und dem Umwandlungswirkungsgrad. Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Abschätzungen des Solarpotentials, mit teils grossen Differenzen, welche sich mit unterschiedlichen Annahmen begründen lassen. Eine Diplomarbeit*** an der Universität Liechtenstein rechnet mit einem technisch realisierbaren Potential durch Überbauung geeigneter Freiflächen und Dächer von 54 GWh/a. Dies entspricht rund 14% des Stromverbrauches 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 nicht einbezogen. Weit interessanter als das theoretische Potential ist die Frage zu welchen Kosten und mit welcher Netzeinbindung die Ausschöpfung gelingen kann.

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

Kostenberechnung		Effizienz						Erneuerbar						**CO ₂ (UCTE)					
Zielzuordnung								X						X					
								2010	2011/1	2011/2	2013/1	2015	2010	2011/1	2011/2	2013/2	2015		
										mit ESV	mit ESV	mit ESV			mit ESV	mit ESV	mit ESV		
Fonds für Einspeisevergütung	CHF/kWh							0.45	0.45	0.25	0.15	0.10	0.45	0.45	0.25	0	0		
Abz. Fondsertrag für Energie	CHF/kWh							0.15	0.15	0.15	0.04	0.04							
Nettobelastung Fonds für ESV	CHF/kWh							0.30	0.30	0.10	0.11	0.06							
Vergütete Energie während 10a	kWh/kWp							8300	8300	8300	8300	8300							
Kosten für Fonds	CHF/kWp							2490	2490	830	913	498							
Direktförderung Staat	CHF/kWp							2500	1000	1000	650	400							
Kosten Fonds + Staat	CHF							4990	3490	1830	1563	898	4990	3490	1830	1563	898		
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	3.6	464	325	170	145	84		

*Aus Abschätzung "CO₂-Bilanzverbesserung durch Einsparung und Substitution mit EEG" - Stand 31.12.2010

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009)

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

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

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

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

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

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

Potential: 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. Ausbau im Altbestand, wo die Wärmedämmung schwer zu verbessern ist. **Erstellung eines Fernwärmekatasters zur Information und Beratung.**

Abhängigkeiten und Risiken: Anpassung im EEG notwendig. EEG- Einspeisevergütung läuft 2013 aus. Abschlussrisiko Fonds für Einspeisevergütung.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung	m ² EBF				0	0	0	0	0	2'000	2'000	2'000	2'000	2'000	10'000
					-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-10'000	-100'000
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a	0.24	0.22	0.20	-0.37	-0.27	-0.20	-0.85	-0.36	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-0.9
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a				-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-5.7
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a	-47	-43	-40	73	53	40	168	71	-20	-20	-20	-20	-20	-129
					-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-99	-1'119
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a	55	50	47	-87	-63	-47	-199	-84	23	23	23	23	23	-209
					-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-1'322

Die Stromproduktion im Jahre 2007 mit KWK-Anlagen betrug 3.612 GWh/a

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	12.5 GWh/a	GWh/a	-2'475 tCO ₂ /a	2'923 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	-0.9 GWh/a	GWh/a	-129 tCO ₂ /a	-209 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt	Mio/a	Mio/a	-438 CHF/tCO ₂	371 CHF/tCO ₂
	8.7 Rp/kWh	Rp/kWh		

* 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 Potentials

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

Heizwärmeverbrauch (Altbauten) pro m² EBF 100 kWh/m²a
 El. Wirkungsgrad der KWK-Anlage: 33 %

Zur Beheizung des gleichen 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.

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 (UCTE) resultiert eine CO₂-Einsparung von $0.43181^{**} \cdot 0.198^{*} = 0.23381$ tCO₂/MWh für den zusätzlich verbrauchten Brennstoff (Erdgas)

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

Angenommene mögliche beheizbare Fläche mit KWK 250'000 m² EBF (die gesamte EBF im FL beträgt rund 5 Mio. m²)

Zusätzliche Erdgasmenge 50 kWh/m² EBF*a

Erzeugte Strommenge = Zusätzlicher Brennstoffbedarf 12'500 MWh/a

CO₂-Einsparung (Inland) 12'500 MWh -0.198 -2'475 tCO₂/a

CO₂-Einsparung (UCTE): 12'500 MWh 0.2338 2'923 tCO₂/a

Kostenberechnung		Effizienz	Erneuerbar	**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/kW _{el}	40'000		40'000	40'000
Kosten für Fonds	CHF/kW _{el}	4'800		4'800	4'800
Direktförderung Staat	CHF/kW _{el}	400		400	400
Kosten Fonds + Staat	CHF/kW _{el}	5'200		5'200	5'200
Wirkung	kWh/a kW _{el} tCO ₂ /a kW _{el}	4'000		-0.79	0.94
Erwartete Lebensdauer	Jahre (a)	15		15	15
Wirkung über Lebensdauer	MWh/kW _{el} tCO ₂ /kW _{el}	60		-11.88	14.03
Kosten pro kWh oder tCO ₂ 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 im Fürstentum Liechtenstein schon stark genutzt. Neben Kleinkraftwerken stellt der Rhein das grösste erneuerbare Potential dar. Die Nutzung des Rheins könnte sinnvoll sein, wenn auch aus ökologischer Sicht eine Aufwertung resultiert. Aus einer globalen Optik ist die Wasserkraftnutzung auch in Bezug auf das CO₂ interessant.

Potential: Das theoretische Potential der Kleinwasserkraftwerke wird auf 5.6 GWh geschätzt. Das Potential 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.

Ziel: Weiterverfolgung einer ökologisch verträglichen Wasserkraftnutzung.

Umsetzung: Verschiedene Abklärungen wurden zu RKW seit 2008 getroffen. Technisch scheinen 2 bis 3 Stufen im Rhein realisierbar zu sein, und die ökologischen Fragen scheinen lösbar. Die hohen Kosten lassen bei aktuellen und zukünftigen Marktpreisen für Strom eine wirtschaftliche Umsetzung nicht zu. Das wirtschaftlich nutzbare Potential für Klein- und Trinkwasserkraftwerke ist aus ähnlichen Gründen ebenfalls ausgenutzt, lediglich das Kleinwasserkraftwerk Mühleholzquellen soll 2018/2019 erneuert und die Produktion gesteigert werden.

Verantwortlichkeit: Liechtensteinische Kraftwerke

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

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität) Trinkwasser	GWh/a							0.03			0.00				0.0
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität) Kleinwasserkraft	GWh/a						0.00	0.00	0.00	0.00			0.9		0.9
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität) Rhein	GWh/a						1.70	0.50	0.25	0.25			-		2.7
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a											0			0.0
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a											80			80.0
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a						0	13	0	0	0	0			13
							734	229	108	108	104	34'560			35'843

Datenquelle nutzbare Potentiale: Sprenger & Steiner, LKW

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	237 GWh/a	tCO ₂ /a	102'254 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	GWh/a	0.93 GWh/a	tCO ₂ /a	13.0 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/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 4.4: Holzheizwerke

Hintergrund: Die Holznutzung mit schwer verwertbaren Sortimenten kann mit grösseren Holzheizwerken emissionsarm erfolgen. **2012 wurde das Holzheizwerk Malbun, 2014 das Holzheizwerk Balzers in Betrieb genommen.**

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

Verantwortlichkeit: Amt für Umwelt

Kosten: Abhängig von Fördermöglichkeiten

Potential: Siehe auch Potential Massnahme 1.3 'Förderung von Holzheizungen'. Dieses ist grundsätzlich durch den Zuwachs von Holz limitiert. Die diskutierten Projekte umfassen Malbun mit 5 GWh/a und Balzers mit 15 GWh/a. Bei regionaler Betrachtung könnte mehr Holzpotential vorliegen. Die energetische Nutzung von Restholz in einer zentralen Anlage könnte geprüft werden.

Umsetzung: Anreize über Fördermassnahme und Umsetzung mit Trägerschaftsstrukturen. **Mit der Realisierung der zwei Holzheizwerke Malbun und Balzers wurde das Ziel 2020 dieser Massnahme erreicht. Zusätzliches Energieholzpotential von rund 15 GWh/a ist verfügbar.**

Abhängigkeiten und Risiken: Begrenztes Holzpotential, teure Fernwärmeleitungen.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a					0.00 —5.00	5.00 —		15.00						20.0 —20.0
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a					0 —1'095	1'095 —		3'285						4'380 —4'380
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	35 GWh/a	7'665 tCO ₂ /a	15'120 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	GWh/a	20 GWh/a	4'380 tCO ₂ /a	4'380 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	25 CHF/tCO ₂	25 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 4.4: Holzheizwerke

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials

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.

Projekt Grossheizwerk Balzers

Theoretisches Potential	15	GWh/a	3'285 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	15	GWh/a	3'285 tCO ₂ /a
Kosten			25 CHF/tCO ₂

Daten aus Vorprojektstudien

Projekt Malbun

Theoretisches Potential	5	GWh/a	1'095 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	5	GWh/a	1'095 tCO ₂ /a
Kosten			9 CHF/tCO ₂

Gesamt

20 GWh/a	4'380 tCO ₂ /a
20 GWh/a	4'380 tCO ₂ /a
	21 CHF/tCO ₂

Kostenberechnung

Zielzuordnung	Effizienz	Erneuerbar		CO ₂	
		Balzers	Malbun	Balzers	Malbun
Förderung			CHF		200'000 CHF
Wirkung pro Jahr		15	5 GWh/a	3'285	1'095 tCO ₂ /a
Erwartete Lebensdauer		20	20 Jahre	20	20 Jahre
Wirkung über Lebensdauer		300	100 GWh	65'700	21'900 tCO ₂
Kosten pro kWh Wirkung bez. Investition			Rp/kWh	25*	9 CHF/tCO ₂

* Gemäss Finanzbeschluss vom 4. September 2013, LGBI. 2013 Nr. 325, richtet das Land der Bürgergenossenschaft Balzers für die Jahre 2014 bis 2028 einen jährlichen Beitrag für die erzielten CO₂-Reduktionen aus, höchstens jedoch 100'000 CHF pro Jahr.

** 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 mit einbezogen werden.

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

Verantwortlichkeit: Liechtensteinische Kraftwerke

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

Umsetzung: Eingabe und Bau einer Anlage, wenn ein geeigneter Standort gefunden wird und die politische Akzeptanz in Liechtenstein und der Schweiz erreicht werden kann. Das Land Liechtenstein gibt 2016 die Erstellung eines Windkatasters in Auftrag.

Abhängigkeiten und Risiken: Je nach Standort kann es Interessenkonflikte mit Landschafts- und Naturschutz geben. Die Bürgergenossenschaft Balzers hat 2016 einer Weiterverfolgung des Projekts mit 2/3-Mehrheit zugestimmt. Eine Umfrage unter der Balzner Bevölkerung hat jedoch deutlich gemacht, dass bis 2020 das Potential der Anlage in And nicht ausschöpfbar ist.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a								0.00 — 3.30				0.10 —		0.1 — 3.3
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a								0 — 1'425				43 —		43 — 1'425

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	14 GWh/a	tCO ₂ /a	6'048 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020	GWh/a	0.1 GWh/a	tCO ₂ /a	43 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 4.5: Windkraftwerke

Annahmen und Berechnungen

Abschätzung des theoretischen Potentials

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

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

Theoretisches Potential **14 GWh** **6'048 tCO₂/a**

Kostenberechnung

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

**Umrechnung UCTE-Elektrizitätsmix 0,432 tCO₂/MWh (UCTE/ENTSO_E 2009)

Massnahme 4.6: Biogasnutzung

Hintergrund: In Liechtenstein besteht ein Potential von ungenutzten Grün- und Gartenabfällen sowie von Gülle aus der Landwirtschaft, welches sich zur Nutzung für die Biogasgewinnung verwenden liesse.

Ziel: Nutzung der Grünabfälle in einer Biogasanlage. Nutzung von Gülle in der Landwirtschaft zur Produktion von Biogas.

Verantwortlichkeit: Liechtensteinische Gasversorgung

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

Potential: Das Potential für Biogasanlagen aus biogenen Abfällen wurde im Rahmen des Energiekonzeptes 2013 geprüft. Leider ist aus Standortgründen bisher keine Umsetzung erfolgt. Das Potential für Biogas aus Kompost wird mit 5.5 GWh/a angegeben (dieser Betrag kommt zusätzlich zum bereits bei der ARA aufbereiteten Klärgas hinzu).

Umsetzung: Es sollten regionale Kooperationen und die Beheizung des Fermenters mit z.B. Abwärme aus der KVA in die Betrachtung einbezogen werden.

Abhängigkeiten und Risiken: Standortfrage, Widerstand in der Bevölkerung gegen solche Anlagen da noch unbekannt.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a						-0.17	-2.53	0.05						-2.7
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a						0.37	5.45	0.41				5.50		11.7
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a						44	639	100				1'205		1'989
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

						Realisiert	Prognose
Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien		CO ₂ (Inland) *		CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential		GWh/a		11.7 GWh/a	2'562 tCO ₂ /a		2'562 tCO ₂ /a
Potential 2008-2020		-2.7 GWh/a		11.7 GWh/a	1'989 tCO ₂ /a		1'989 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂		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)

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.

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.

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

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

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

Abhängigkeiten und Risiken: Ein erfahrungsgemässes Vorgehen bei geologischen Voraussetzungen im Untertagebau ist, dass geologische Erkundungen sind kostenintensiv und nicht vollständig ausgeräumt werden. Zum Vergleich: Die vollständige Fernwärmeverteilung an die Haushalte setzt Entscheidungen voraussetzt.

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Geologische Erkundungen								
Fernwärmeverteilung								

				Realisiert	Prognose
Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential		GWh/a	75 GWh/a	15'330 tCO ₂ /a	17'490 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020		GWh/a	- GWh/a	- tCO ₂ /a	- tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	CHF/tCO ₂	CHF/tCO ₂

** 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 Potentials

Potential Stromproduktion
Potential Wärmeproduktion
Potential erneuerbare Energien

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

Potential CO₂-Einsparung

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

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

$70 \text{ GWh} \times 0,219 = 15'330 \text{ tCO}_2/\text{a}$

$\text{Inlandeffekt} + 5 \text{ GWh} \times 0,432^{**} = 15'330 + 2'160 = 17'490 \text{ tCO}_2/\text{a}$

* 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 lassen einen zunehmenden Stromverbrauch erwarten. Die zusätzlichen inländischen Ressourcen zur Stromproduktion sind beschränkt und der Eigenversorgungsgrad beim Strom liegt heute unter 20%. Die Menge des importierten Stroms wird weiterhin steigen. Aktuell importieren die LKW fast ausschliesslich Strom aus Schweizer Kernenergie.

Ziel: Import von Strom mit geringer Umweltbelastung

Verantwortlichkeit: Regierung / LKW

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

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

Umsetzung: Über die Eigentümerstrategie können Vorgaben über den Anteil erneuerbarer und/oder einheimischer Energieträger festgelegt werden.

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.

Zeitrahmen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020	
Umsetzung																
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a															
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a															
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a															
										Realisiert	Prognose					
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **					
Theoretisches Potential		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Potential 2008–2020		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Mio/a			Rp/kWh			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 5.1: Energiestädte

Hintergrund: Im Jahr 2012 haben alle Gemeinden das Energiestadt-Label bekommen und dadurch wurde Liechtenstein das erste „Energiestadt-Land“ der Welt. Seit dem gibt es zweimal im 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 diese 50% der Punkte erreichen, erhalten das Energiestadt-Label, bei 75% das Energiestadt-Gold Label.

Ziel: Energiestadt-Gold Zertifikate für alle Gemeinden bis 2020.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Geringe Kosten auf Seite Land bei hoher (indirekter) Wirkung auf Energieverbrauch und Kosteneinsparung auf Seite Gemeinden durch Nutzung von Synergien.

Potential: 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 Potentiale 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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung											65%	70%	73%	75%	75%
Balzers	%		55%	55%	55%	55%	62%	62%	62%	62%					75%
Eschen	%				51%	53%	53%	53%	53%	68%					75%
Gamprin	%					55%	55%	55%	55%	55%					75%
Mauren	%	54%	54%	54%	54%	66%	66%	66%	66%	68%					75%
Planken	%	57%	57%	69%	69%	69%	69%	75%	75%	74.7%					75%
Ruggell	%			57%	57%	57%	57%	72%	72%	72%					75%
Schaan	%	55%	55%	55%	68%	68%	68%	68%	68%	64%					75%
Schellenberg	%					54%	54%	54%	54%	54%					75%
Triesen	%	71%	71%	71%	71%	72%	72%	72%	72%	74.6%					75%
Triesenberg	%			39%	39%	54%	54%	54%	54%	58%					75%
Vaduz	%		55%	55%	55%	55%	64%	64%	64%	64%					75%
Gesamt	%	59%	58%	59%	61%	60%	61%	63%	63%	63%					75%

 Realisiert  Prognose

Massnahme 5.2: Aus- und Weiterbildung

Hintergrund: Die effiziente Nutzung von Energie scheitert oft am Mangel von entsprechendem Fachwissen auf verschiedenen Stufen von der Planung bis zur Umsetzung und dem Betrieb von Anlagen und Gebäuden. Die Universität Liechtenstein und die Interstaatliche Ingenieurschule NTB 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.

Potential: 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.

Zeitrahen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														
										Realisiert	Prognose				
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz			Erneuerbare Energien				CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **			
Theoretisches Potential		GWh/a			GWh/a				tCO ₂ /a			tCO ₂ /a			
Potential 2008–2020		GWh/a			GWh/a				tCO ₂ /a			tCO ₂ /a			
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Mio/a			Mio/a				CHF/tCO ₂			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 5.3: 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.

Potential: Das Potential ist schwierig 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

Verantwortlichkeit: Regierung, Energiefachstelle

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

Kosten: Interne Personalressourcen oder externe Auftragnehmer.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

						Realisiert	Prognose
Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz		Erneuerbare Energien		CO ₂ (Inland) *		CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential		GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a		tCO ₂ /a
Potential 2008–2020		GWh/a		GWh/a	tCO ₂ /a		tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂		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 Leute auch schwer verständlich. Am besten funktioniert die Kommunikation über konkrete positive Beispiele, die zum Nachmachen animieren.

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

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle

Kosten: Im Rahmen des bestehenden Budgets der Energiefachstelle.

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

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

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 Neubau informieren. Diese Aktivitäten könnten mit einem oder zwei zusätzlichen Energieberatern noch besser wahrgenommen werden. Aufwändigere Beratungen für Kleinbetriebe und KMU wären dann möglich.

Ziel: Verstärkte Beratung von Kleinbetrieben und Unternehmen.

Verantwortlichkeit: Regierung, **Energiefachstelle**

Kosten: 300'000 CHF/a.

Potential: Eine Anlaufstelle für Energieberatung hat wichtige Funktionen. Informationen können gebündelt und einheitlich weiter gegeben 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 andere Teil 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.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

 Realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 5.6: Energiecoaching

Hintergrund: Gebäudesanierungen laufen heute noch zu oft unprofessionell ab. Dies wohl auch, weil oft der Koordinationsaufwand unterschätzt wird. Bei Gebäudesanierungen soll ein Energiecoaching offeriert oder vorgeschrieben werden. So kann eine Qualitätssteigerung im Gebäudesanierungsbereich unterstützt werden. Damit wird die Qualität bei Gebäudesanierungen stark verbessert.

Ziel: Unterstützung von möglichst vielen Gesamtsanierungen im Gebäudebereich mit einem ausgewiesenen Energiecoach.

Verantwortlichkeit: Regierung, Energiefachstelle

Kosten: Qualifikationsverfahren

Potential: Mehr Gesamtsanierungen sollen dazu beitragen, dass mehr Potential aus dem Gebäudesanierungsbereich geschöpft werden kann. Die Quantifizierung der Wirkung ist schwierig, da diese Massnahme eher auf die Qualität als die Quantität abzielt.

Umsetzung: Prüfung der Institutionalisierung von Energiecoaches. Liste mit Energiecoaches erstellen, Festlegen des Qualifikationsverfahrens.

Abhängigkeiten und Risiken: Ein Qualifikationsverfahren kann schwierig und umständlich sein, daher sollte auf bestehende Ausbildungen abgestützt werden.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 5.7: 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. Ein wichtiger Einsatzbereich zeigt sich im Beschaffungswesen, bei der Mobilität und bei den öffentlichen Bauten und Anlagen.

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

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

Kosten: Langfristige und teilweise auch kurzfristige Kosteneinsparungen

Potential: 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.

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

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008 - 2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 5.7: Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

Indikatoren

Energetische Gebäudesanierungen

		2000	2015
Energiebezugsfläche	m ²	95'152	117'134
Endenergiebedarf	kWh/a	8'462'760	8'599'435
	kWh/(m ² *a)	89	73
			-17.5%
Energetisch sanierte EBF	m ²		6'985
			6.0%

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

Massnahme 5.8: Unterstützung von privaten Initiativen

Hintergrund: Die Themen Energieeffizienz und erneuerbare Energie können sehr vielseitig angegangen werden. Die rechtlichen Rahmenbedingungen und Aktionspläne, wie die vorliegende Energiestrategie, können niemals alle Facetten und Chancen des Themas abdecken. Gleichzeitig gibt es manchmal gute private Initiativen, welche den übergeordneten Zielen der Energiestrategie entsprechen, die jedoch nicht konkret in eine der vorliegenden Massnahmen oder die bestehenden Förderrichtlinien eingeordnet werden können.

Ziel: Unterstützung von privaten Initiativen, welche den Zielen der Energiestrategie entsprechen, welche aber nicht in die bestehenden Massnahmen oder bestehende Förderrichtlinien eingeordnet werden können.

Verantwortlichkeit: Regierung, **Energiefachstelle**

Kosten: Je nach Anzahl eingereicherter Projekte und Kostenbeteiligung. Eine Zusage zur Förderung soll an die Forderung für ein gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis gekoppelt sein.

Potential: Vielversprechende private Initiativen, welche den Zielen der Energiestrategie entsprechen, könnten einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung leisten. Diese Massnahmen sollen dort unterstützt werden, wo sie bestehende Aktivitäten ergänzen oder Bereiche abdecken, wo bisher keine Aktivitäten möglich waren.

Umsetzung: Reservierung eines Geldbetrags, welcher bei Einreichung von geeigneten Projekten eingesetzt wird (z.B. über einen Fonds). **Ab 1.2.2015 ist für ausgewählte Projekte eine Förderung unter "andere Massnahmen" möglich.**

Abhängigkeiten und Risiken: Mitnahmeeffekte durch Projekte, welche sowieso durchgeführt worden wären, müssen verhindert werden.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

 Realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a	Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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 5.11: Lampendoktor

Hintergrund: Grosses Effizienzpotential kann durch einfachen Austausch von Leuchtmitteln ausgeschöpft werden. Private und Firmen haben oft eine gewisse Trägheit dies zu tun und wissen oft nicht welche Lampentypen einen guten Ersatz bieten. Der Lampendokor Service hilft vor Ort die besten Lösungen zu finden.

Ziel: Schnellerer Ersatz von Leuchtmitteln und vor Ort Beratung zur Ausschöpfung der Potentiale.

Verantwortlichkeit: Energiefachstelle zusammen mit LKW

Kosten: Personalkosten des Lampendoktors plus Fahraufwand und Kleinwerkzeug. Leuchtmittelkosten werden vom Kunden getragen. Ca. 150'000.-/a

Potential: Kann relativ gross sein, es hängt von der Initiative des Lampendoktors ab.

Tagesleistung 50 Lampen x 100 W Einsparleistung x 1000 h/a = 5000 kWh = 1

Haushaltsverbrauch pro Tag. 200 Arbeitstage pro Jahr ergibt 1 GWh/a. Kann auch um Steckerleisten und andere Kleinmassnahmen erweitert werden.

Umsetzung: Der Kunde zahlt die Leuchtmittel. Der Serviceaufwand der Person wird gefördert. Aktionstage zusammen mit den Gemeinden. Kombination mit Massnahme 5.10 bei der Umsetzung.

Abhängigkeiten und Risiken: Zu viel Zeitbedarf für einzelne Kunden verschlechtert Kosten/Nutzen massiv.

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a					0.00 —1.00	0.00 —1.00	0.00 —1.00	0.00 —1.00	0.00 —1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.0 —9.0
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a					0 —432	0 —432	0 —432	0 —432	0 —432	432	432	432	432	1'728 —3'888

Realisiert

Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	9 GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	3'888 tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	4.0 GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	1'728 tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a 1.5 Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	78 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.

Potential: 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.

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

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

 Realisiert  Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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: Potentialstudien Energieeffizienz

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

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

Verantwortlichkeit: Regierung, **Energiefachstelle**

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

Potential: 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.

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.

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020	
Umsetzung																
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a															
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a															
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a															
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a															
											Realisiert			Prognose		
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz			Erneuerbare Energien			CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **					
Theoretisches Potential		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Potential 2008–2020		GWh/a			GWh/a			GWh/a			tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Mio/a			Rp/kWh			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 6.3: Energiekataster und Planungsgrundlagen für Liechtenstein

Hintergrund: Die Gemeinden Eschen (2007), Mauren (2009), Vaduz (2009), Balzers (2009), Schaan (2010), Schellenberg (in Arbeit), Triesen (2006), Planken (2009) verfügen über Energiekataster. Diese sind nur teilweise homogen. Der Aufwand für die Erstellung ist hoch aufgrund der aktuell aufwendigen Datenrecherche und Verarbeitung (Aufwand ca. 20'000 CHF pro Gemeinde). Der Aktualisierungsrhythmus beträgt ca. 4 Jahre und ist damit sehr lang in Anbetracht der schnellen Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien und der Sanierungs-/ Neubauaktivitäten.

Ziel: Einheitlicher Energiekataster in Liechtenstein ab 2013 mit jährlicher Aktualisierung. **Solar-, Wind- und Fernwärme**kataster, **Potentialstudie Wärme aus Abwasser**.

Verantwortlichkeit: **Amt für Bau und Infrastruktur**, Kooperation Gemeinden und Land

Kosten: Die Initialkosten für Land und Gemeinden belaufen sich für eine einfache Lösung auf rund 60'000 CHF. Die Kosten für eine jährliche landesweite Datenauswertung bewegen sich in der selben Grössenordnung. Der Kostenteiler zwischen Gemeinden und Land ist zu definieren.

Potential: Ein landesweiter Energiekataster mit jährlichen Aktualisierungsintervallen zeigt die Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz des Gebäudeparks an Hand 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.

Umsetzung: Konzepterstellung für landesweiten Kataster läuft, Beschluss der Erstellung, Bewilligung Budget und Umsetzung. **Potentialstudie Wärme aus Abwasser vom 23.1.2013, Aufnahme von FL im Solarkataster www.sonnendach.ch, Erstellung eines Windkatasters (Beauftragung 2016), Fernwärme**kataster in Vorbereitung.

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

Zeiträumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														
										Realisiert	Prognose				
Zuordnung zur Zielkategorie		Energieeffizienz				Erneuerbare Energien				CO ₂ (Inland) *			CO ₂ (Global) **		
Theoretisches Potential		GWh/a				GWh/a				tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Potential 2008–2020		GWh				GWh/a				tCO ₂ /a			tCO ₂ /a		
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010		Mio/a				Mio/a				CHF/tCO ₂			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 6.4: 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 Energierelevanz und Auswirkungen vorgängig grob abschätzen.

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

Kosten: Im Rahmen der Projektierung abzuklären.

Potential: 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.

Abhängigkeiten und Risiken: Keine

Zeitraumen		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ziel 2020
Umsetzung															
Potential Steigerung Energieeffizienz (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Steigerung Energieeffizienz (Wärme)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Elektrizität)	GWh/a														
Potential Nutzung Erneuerbare Energien (Wärme)	GWh/a														
Potential Einsparung CO ₂ (Inland) *	tCO ₂ /a														
Potential Einsparung CO ₂ (Global) **	tCO ₂ /a														

Realisiert Prognose

Zuordnung zur Zielkategorie	Energieeffizienz	Erneuerbare Energien	CO ₂ (Inland) *	CO ₂ (Global) **
Theoretisches Potential	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Potential 2008–2020	GWh/a	GWh/a	tCO ₂ /a	tCO ₂ /a
Kosten Förderung Staatshaushalt 2010	Mio/a Rp/kWh	Mio/a Rp/kWh	CHF/tCO ₂	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)