



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Énergie et de
l'Aménagement du territoire



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

ENTWURF DES INTEGRIERTEN NATIONALEN ENERGIE- UND KLIMAPLANS FÜR LUXEMBURG

Gemäß der VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Richtlinie 94/22/EG, der Richtlinie 98/70/EG, der Richtlinie 2009/31/EG, der Verordnung (EG) Nr. 663/2009, der Verordnung (EG) Nr. 715/2009, der Richtlinie 2009/73/EG, der Richtlinie 2009/119/EG des Rates, der Richtlinie 2010/31/EU, der Richtlinie 2012/27/EU, der Richtlinie 2013/30/EU und der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013

Disclaimer: Bei diesem Dokument handelt es sich um einen Entwurf

Inhaltsverzeichnis

1. Überblick und Verfahren für die Aufstellung des Plans	5
1.1. Zusammenfassung	5
Dimension	7
Zentrale Ziele	7
Dimension	8
Zentrale Strategien und Maßnahmen	8
1.2. Überblick über die aktuelle Lage der Politik	9
Energieeffizienz	10
Erneuerbare Energien	11
Nachhaltige Mobilität	12
Digitalisierung	12
Klimapakt	12
1.3. Konsultationen und Einbeziehung von nationalen Einrichtungen und Einrichtungen der Union und deren Ergebnis	13
1.4. Regionale Zusammenarbeit bei der Aufstellung des Plans	15
2. Nationale Ziele und Vorgaben	19
2.1. Dimension Dekarbonisierung	20
2.1.1. Emissionen und Abbau von Treibhausgasen	20
2.1.2. Erneuerbare Energien	21
2.2. Dimension „Energieeffizienz“	24
2.3. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	28
2.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“	29
2.4.1. Verbundfähigkeit der Stromnetze	29
2.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur	29
2.4.3. Marktintegration	30
2.4.4. Energiearmut	31
2.5. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	33
3. Strategien und Maßnahmen	37
3.1. Dimension „Dekarbonisierung“	37
3.1.1. Emissionen und Abbau von Treibhausgasen	37
Einführung eines Klimarahmengesetzes	37
Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden	37

Umweltgesetzgebung	37
Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte (Kraftstoffe und Heizöl)	38
Finanzierungsinstrumente	38
Klima- und Energiefonds	38
Umweltschutzfonds	38
Förderprogramm PRIME House und Klimadarlehen	38
3.1.2. Erneuerbare Energie	39
3.1.3. Weitere Aspekte der Dimension	40
3.2. Dimension „Energieeffizienz“	41
Zukünftige energieeffizienzfördernde Gebäudemaßnahmen im Bereich der privaten Haushalte und dem des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“	41
Zukünftige energieeffizienzfördernde Maßnahmen und Rahmenbedingungen in der Industrie bis 2030	41
Zukünftige energieeffizienzfördernde Maßnahmen beim Verkehr	42
3.3. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	43
3.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“	46
3.4.1. Strominfrastruktur	46
3.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur	46
3.4.3. Marktintegration	46
3.4.4. Energiearmut	48
3.5. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	48
4. Aktuelle Lage und Prognosen mit derzeitigen Strategien und Maßnahmen	50
4.1. Prognostizierte Entwicklung der wichtigsten exogenen Faktoren, die die Entwicklung des Energiesystems und der THG-Emissionen beeinflussen	50
4.2. Dimension Dekarbonisierung	50
4.2.1. THG-Emissionen und THG-Abbau	50
4.2.2. Erneuerbaren Energien	52
Status Quo des Einsatzes erneuerbarer Energien in Luxemburg	52
Referenzentwicklung bei Fortführung bestehender Maßnahmen	52
4.3. Dimension „Energieeffizienz“	54
Ausgangslage der Energienachfrage in Luxemburg	55
Bestehende Potenziale für den Einsatz von hocheffizienter KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung	56
Energiebedarfsentwicklung in Luxemburg bis zum Jahr 2040	57
4.4. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	63

4.4.1.	Analyse - Strombereich	63
4.4.2.	Analyse - Gasbereich	65
4.5.	Dimension „Energiebinnenmarkt“	67
4.5.1.	Verbundfähigkeit der Stromnetze	67
4.5.2.	Energieübertragungsinfrastruktur	69
	Analyse - Gas	69
4.5.3.	Strom- und Gasmärkte, Energiepreise	71
4.6.	Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	72
5.	FOLGENABSCHÄTZUNG DER GEPLANTEN STRATEGIEN UND MASSNAHMEN	73
	Literatur	74

1. Überblick und Verfahren für die Aufstellung des Plans

1.1. Zusammenfassung

Die Verordnung (EU) 2018/1999 vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz sieht vor, dass die Mitgliedstaaten der Europäischen Union einen integrierten nationalen Energie- und Klimaplan vorlegen müssen.

Dieser Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes definiert den Rahmen für die luxemburgische Energie- und Klimapolitik bis 2030.

Das am 12. Dezember 2015 einstimmig beschlossene Pariser Abkommen hat eine neue Grundlage für den globalen Klimaschutz geschaffen. Im Mittelpunkt des Pariser Abkommens steht das Ziel, die globale Erderwärmung gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen und die Bemühungen um eine Begrenzung auf 1,5 Grad Celsius fortzusetzen. Es besteht ein breiter wissenschaftlicher und politischer Konsens darüber, dass die derzeitigen Beiträge, einschließlich der Beiträge der Europäischen Union, unzureichend sind und viele Zeichen auf eine beschleunigte und unwiderrufliche globale Erwärmung hindeuten. Der kürzlich veröffentlichte IPCC-Bericht¹ zeigt das Ausmaß der Herausforderung und die Dringlichkeit zu handeln: Nur eine Halbierung der globalen Treibhausgasemissionen bis 2030 (im Vergleich zum derzeitigen Niveau), gefolgt von Klimaneutralität bis 2050, wird die globale Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius begrenzen können.

Vor diesem Hintergrund hat die aktuelle Regierung im Rahmen des neuen Koalitionsabkommens 2018-2023 beschlossen: „...alles zu unternehmen, um diesem [Pariser] Abkommen nachzukommen und den Erkenntnissen des Sonderberichts des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC) von 1,5 Grad Celsius Rechnung zu tragen.“

Auf europäischer Ebene beabsichtigt Luxemburg sich, im Einklang mit den Fünfjahreszyklen des Pariser Abkommens, zu ehrgeizigen Klimaschutzziele zu verpflichten. Luxemburg wird die Europäische Kommission weiterhin ermutigen eine glaubwürdige und umfassende Strategie für ein "Netto-Null-Emission"-Europa bis 2050 einzuführen und wird sich auch weiterhin für eine Politik des Verzichts auf

¹ IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau

die Förderung von Atomkraft, Kohle, *Fracking* sowie die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid einsetzen.

Die große Herausforderung der Energiepolitik wird darin bestehen, sich den Klima- und Umweltherausforderungen anzupassen sowie die Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Versorgung zu garantieren. Bei der Umsetzung der Politiken ist der Bereich der Energieeffizienz, nach dem Prinzip der „energy efficiency first“ als prioritär anzusehen, gefolgt von einem verstärkten und konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien sowie der Einführung einer nachhaltigen Mobilität.

Die Energiewende, eine langfristige Herausforderung, wurde in den letzten Jahren bereits in Luxemburg intensiv angegangen und ist Teil des 2015 begonnenen Prozesses der Dritten Industriellen Revolution, dessen Grundsteine aus der massiven Entwicklung der erneuerbaren Energien und ihrer Einbindung in das Energienetz, der Entwicklung dezentraler Energiespeicherung, der Digitalisierung der Energienetze, der Verwendung nachhaltigerer Verkehrsmittel sowie der Energieeffizienz des Gebäudebestandes sind. Die aktuelle luxemburgische Regierung beabsichtigt die bereits eingeleitete Energiewende weiter zu beschleunigen. Dabei stellen die Verbesserung der Energieeffizienz, die Förderung erneuerbarer Energien sowie die Förderung einer nachhaltigeren öffentlichen und individuellen Mobilität die wesentliche Grundlage der Luxemburger Klima- und Energiepolitik dar. Luxemburg möchte sich proaktiv an der europäischen Energiewende beteiligen mit dem Ziel einer nachhaltigen, sicheren und wettbewerbsfähigen Energieversorgung im Kontext der Dekarbonisierung.

Der vorliegende Planentwurf bietet neue Chancen für eine Stärkung der Verbindung zwischen Energie- und Klimapolitik einerseits und der wirtschaftlichen Entwicklung Luxemburgs andererseits. In der Tat wird es darum gehen, in Einklang mit den Schlussfolgerungen aus der Strategiestudie zur Dritten Industriellen Revolution, eine intelligente und nachhaltige Entwicklung des Landes sicherzustellen, insbesondere in den Bereichen Umwelttechnologien, Mobilität, Klimaschutz und Digitalisierung. Vor diesem Hintergrund gilt es auch die Forschung und Entwicklung (FuE) in den genannten Bereichen zu intensivieren, um eine moderne industrielle Tätigkeit in Luxemburg zu erhalten und auszubauen. Der Entwurf des nationalen integrierten Energie- und Klimaplan wird damit auch das Potenzial haben, Investitionen in innovative Unternehmensgründungen in den relevanten Bereichen anzuziehen. Darüber hinaus wird der Planentwurf dazu beitragen, die Glaubwürdigkeit zu schaffen, die erforderlich ist, um

Luxemburg zu einem weltweit führenden Anbieter von Investmentfonds in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energien sowie der internationalen Klimafinanzierung zu machen.

In den zwei nachfolgenden Tabellen sind die zentralen Ziele, Strategien und Maßnahmen des nationalen Energie- und Klimaplanes Luxemburgs dargestellt. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass für die Festlegung der drei Ziele Bandbreiten festgelegt wurden, dies insbesondere aufgrund der Tatsache, dass in der Vorbereitungsphase des Planentwurfs keine eingehende Analyse der Auswirkungen der Umsetzung des Plans durchgeführt werden konnte. Die in dem vorliegenden Planentwurf dargestellten Modellierungsarbeiten beziehen sich dabei auf die jeweils genannten oberen Bandbreitenwerte.

Dimension	Zentrale Ziele
THG-Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nationales Klimaziel: -50% bis -55% bis 2030 gegenüber 2005
Erneuerbare Energien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch zwischen 23 und 25% in 2030 ▪ Kooperation mit anderen EU-Mitgliedsstaaten
Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energieeffizienzziel zwischen 40% und 44% bis 2030 (gegenüber EU Primes (2007)) ▪ Starke Sanierungsrate und hocheffiziente Gebäudesanierungen unternehmen
Sicherheit der Energieversorgung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vollendung des Strombinnenmarktes mit intensivem grenzüberschreitendem Wettbewerb zwischen Versorgern ▪ Ausschöpfung von Flexibilitätspotenzialen ▪ Weitere Intensivierung der regionalen Zusammenarbeit im Bereich der Strom- und Gasversorgungssicherheit ▪ Verringerung der Abhängigkeit von Stromimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien
Energiebinnenmarkt	<p>Gasbereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die aktuell vorhandene Übertragungsnetzinfrastruktur wird in der Langfristperspektive als ausreichend angesehen ▪ Weiterer Ausbau der grenzüberschreitenden Verbindungen ist aktuell nicht notwendig. ▪ Vertiefung des gemeinsamen Gasmarkts mit Belgien <p>Strombereich:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Netze bedarfsgerecht umrüsten ▪ Sektoren Strom, Wärme und Verkehr durch Sektorkopplung miteinander verbinden
Forschung, Innovation, Wettbewerbsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterstützung der Forschung und Entwicklung im Bereich neuer Energietechnologien ▪ Schaffung des notwendigen modernen, flexiblen, und innovativen Rechtsrahmens zur Entwicklung neuer wirtschaftlicher Aktivitätsbereiche ▪ Unterstützung zukunftsweisender Innovationen

Dimension	Zentrale Strategien und Maßnahmen
Dekarbonisierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einführung eines Klimarahmengesetzes ▪ Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden ▪ Stärkung von Finanzierungsmaßnahmen, u.a. Klima- und Energiefonds, Umweltschutzfonds, Förderprogramm PRIME House Klimadarlehen, Förderprogramm PRIME Car-e ▪ Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte ▪ Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie für eine nachhaltige Mobilität
Erneuerbare Energien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Straffung weiterer Anreizwirkungen im Bereich der Wärme aus erneuerbaren Energien ▪ Weiterverfolgung der Ausschreibungen für große Photovoltaikanlagen ▪ Stärkung der regionalen Zusammenarbeit ▪ Kooperation mit anderen EU-Mitgliedsstaaten ▪ Anpassung und Ausbau der Förderprogramme ▪ Erstellung eines Solar- und Wärmekadasters ▪ Länderübergreifende gemeinsame Projekte ▪ Stärkung des Eigenverbrauchs im Stromsektor ▪ Gemeinsame Ausschreibungen von Photovoltaik-Kapazitäten mit Nachbarländern
Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualitativ hochwertige und effiziente Sanierungen von Bestandsgebäuden ▪ Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte ▪ Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie für eine nachhaltige und aktive Mobilität
Sicherheit der Energieversorgung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkung der regionalen Zusammenarbeit ▪ Netzausbaumaßnahmen im Bereich der Übertragungsnetzebene ▪ Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie für eine nachhaltige und aktive Mobilität ▪ Nationaler Strategierahmen für die Marktentwicklung bei alternativen Kraftstoffen im Verkehrsbereich und für den Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen
Energiebinnenmarkt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realisierung der bereits geplanten Netzausbauprojekte ▪ Keine weiteren Maßnahmen zur Erweiterung der Gasinfrastruktur: die bestehende Gasinfrastruktur ist ausreichend dimensioniert
Forschung, Innovation, Wettbewerbsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intensivierung der Innovation und Forschung in den Bereichen der erneuerbaren Energien, Energieeffizienz, intelligente Städte und Nachbarschaften sowie Gebäude ▪ Verstärkung der bestehenden Anstrengungen und Fähigkeiten an den nationalen Forschungsinstituten

1.2. Überblick über die aktuelle Lage der Politik

Bei der Gestaltung der Energie- und Klimapolitik sind einige Spezifika der Situation Luxemburgs sowie auch die Struktur des Energieverbrauchs zu berücksichtigen. Luxemburg ist zuallererst durch eine sehr dynamische demographische Entwicklung der Bevölkerung gekennzeichnet. So ist die Bevölkerung in den letzten zehn Jahren von 483.799 Einwohner auf 602.005 Einwohner gestiegen. Darüber hinaus ist die sehr offene Luxemburger Wirtschaft durch eine dynamische Entwicklung gekennzeichnet, die sich in den letzten fünf Jahren in einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von mehr als 2,5% widerspiegelte. Als weitere atypische Situation im Gegensatz zu seinen Nachbarländern ist der hohe Anteil des Treibstoffverbrauchs anzusehen, der in etwa zwei Drittel des gesamten nationalen Endenergieverbrauchs ausmacht. Dieser ist maßgeblich durch die zentrale Lage Luxemburgs in Europa sowie durch die unterschiedlichen Preisniveaus von Kraftstoffen im Vergleich zu den Nachbarländern zu begründen. Diese Struktur drückt sich auch in einem prozentual relativ geringen Stromverbrauch in Luxemburg wider, der knapp unter 15% liegt. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Struktur des industriellen Energieverbrauchs ebenfalls als atypisch anzusehen ist. So beläuft sich der Anteil des Stromverbrauchs der Stahlindustrie alleine auf ca. 40% des nationalen Stromverbrauchs. Einige der vorgenannten Faktoren sind damit in den letzten Jahren wesentliche Treiber beim Energieverbrauch gewesen und werden dies auch in Zukunft bleiben.

Es ist des Weiteren zu berücksichtigen, dass Luxemburg durch eine sehr hohe Energieabhängigkeit gekennzeichnet ist. In der Tat ist Luxemburg eines der wenigen Länder der Europäischen Union, welches keine Vorkommnisse fossiler Ressourcen besitzt und damit alle benötigten Energien, sei es Erdöl oder Erdgas, importieren muss. Luxemburg verfügt ebenfalls über keinen Hochseehafen, keine Raffineriekapazitäten, keine Gasspeicher aufgrund der fehlenden Geologie sowie lediglich über begrenzte Lagerkapazitäten für Erdölprodukte.

Damit verfügt Luxemburg lediglich über begrenzte Möglichkeiten, mit nationalen Maßnahmen die überlagerte Versorgungssicherheit zu beeinflussen. Um seine Versorgungssicherheit zu gewährleisten, hat Luxemburg in der Vergangenheit auf die Diversifizierung der Herkunftsquellen sowie der Versorgungswege gesetzt.

Zusätzlich ist Luxemburg seit jeher ein Verfechter eines gut funktionierenden und wettbewerbsfähigen Energiebinnenmarkts und setzt sich für europäische Ansätze bei den Energieinfrastrukturen ein. Diese Ansätze fügen sich vollständig in die Prinzipien der Europäischen Energieunion ein.

Luxemburg hat in den letzten Jahren sowohl bei der Energieeffizienz, den erneuerbaren Energien sowie bei der Digitalisierung der Energiewende wesentliche Fortschritte gemacht, auf die im Folgenden kurz hingewiesen werden soll.

Energieeffizienz

Zwischen 2008 und 2014 hat Luxemburg drei nationale Aktionspläne für Energieeffizienz angenommen und die darin enthaltenen Maßnahmen umgesetzt. Der aktuelle, und damit vierte, nationaler Aktionsplan für Energieeffizienz wurde im Jahre 2017 von der Regierung beschlossen. Er sieht eine Vielzahl an Maßnahmen vor, die sich aktuell in der Umsetzung befinden.

Im Bereich der neuen Gebäude hat Luxemburg in den letzten zehn Jahren die Anforderungen an die Energieeffizienz kontinuierlich verschärft und spielt hier eine Vorreiterrolle in Europa. Der im Bereich der Energieklassen geltende AAA-Standard ist ab Anfang des Jahres 2017 für jeden Neubau von Wohngebäuden verpflichtend und entspricht annähernd dem international bekannten Passivhausstandard.

Im Jahre 2014 hat Luxemburg seine nationale Gebäuderenovierungsstrategie präsentiert, welche von der Europäischen Kommission vor allem wegen seiner detaillierten Übersicht über den Gebäudepark sowie aufgrund der nationalen Informations- und Fortbildungsprogramme gelobt wurde. Im Hinblick auf das bedeutende Potential zur Energieeinsparung im Gebäudebestand wurde in der Gebäuderenovierungsstrategie die Implementierung einer nationalen Initiative zur energetischen Renovierung angekündigt. Unter Einbindung der betroffenen Akteure des Bausektors wurde eine Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie erarbeitet. Diese hat Leitlinien für weiterreichende Strategieansätze formuliert und enthält einen Maßnahmenplan auf der Grundlage der aktuellen bestehenden Hürden. Die strategischen Ansätze und Maßnahmen werden derzeit in die Praxis umgesetzt.

Ebenfalls wurde eine Reihe von Förderinstrumenten entwickelt und eingeführt, um die energetische Sanierung der Gebäude zu unterstützen. Zu diesen Instrumenten gehören Investitionsbeihilfen für

Privathaushalte (Förderprogramm *PRIME House*) und Gemeinden (Umweltschutzfonds) sowie die Einführung einer Klimabank, die zinsvergünstigte Darlehen für die energetische Sanierung anbietet. Um der Energieeffizienz einen neuen Impuls zu geben hat Luxemburg im Jahre 2015 einen Verpflichtungsmechanismus eingeführt, der die Erdgas- und Stromversorger verpflichtet, jedes Jahr durch die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in von ihnen zu bestimmenden Sektoren konkrete Energieeinsparungen zu erzielen.

In der Industrie wurde die freiwillige Vereinbarung zwischen der Regierung und der Industrie reformiert um die Steigerung der Energieeffizienz mittels verbindlicher Ziele nach vorne zu bringen. Die für Unternehmen geltenden Investitionsbeihilfeprogramme zur Verbesserung der Energieeffizienz sowie zur Förderung der erneuerbaren Energien wurden reformiert.

Erneuerbare Energien

Im Bereich der erneuerbaren Energien sieht die Richtlinie 2009/28/EG vom 23. April 2009 zur Förderung der Verwendung von Energie aus erneuerbaren Quellen für Luxemburg ein Ziel von 11% erneuerbarer Energie des Endenergieverbrauchs im Jahr 2020 vor. Zusätzlich ist das 10%-Ziel von erneuerbaren Kraftstoffen am Energieverbrauch im Verkehrssektor für das Jahr 2020 zu berücksichtigen.

Luxemburg ist auf gutem Wege, seine Ziele für das Jahr 2020 zu erreichen. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch erreichte im Jahr 2016 5,44%, verglichen mit 5,04% im Jahr 2015 und 4,51% im Jahr 2014. Um den in der Richtlinie 2009/28/EG festgelegten indikativen Zielpfad respektieren zu können muss Luxemburg für die Jahre 2017 und 2018 einen durchschnittlichen Anteil von 7,47% erneuerbarer Energien erreichen.

Im Bereich der neuen Wohngebäude wurde über die Verordnung zur Energieeffizienz von Wohngebäuden eine implizite Anforderung für die Verwendung von erneuerbaren Energien eingeführt. Die Regelungen zu den Einspeisetarifen wurden in den letzten Jahren konsequent angepasst, um insbesondere in den Bereichen Biomasse, Wind und Photovoltaik, sowie für Photovoltaik-Genossenschaften interessante Investitionsanreize zu schaffen. Zusätzlich wurde im Jahr 2018 ein erstes nationales Wettbewerbsverfahren für Photovoltaikanlagen auf Gebäuden respektive Industrie- oder Deponieflächen organisiert.

Zuletzt bleibt noch zu erwähnen, dass die Biokraftstoffrate bei der Treibstoffbeimischung für 2017 auf 5,5% festgelegt wurde. Im Jahr 2017 wurde der Mindestsatz für Biokraftstoffe aus Abfällen, Rückständen und Zellulosematerialien, die nicht aus Lebensmitteln stammen und unter das Prinzip der "Doppelzählung" fallen, auf 15% festgelegt. Es bleibt zu erwähnen, dass im neuen Regierungsprogramm festgehalten wurde, die Verwendung von Biokraftstoffen der ersten Generation auf höchstens 5% zu begrenzen um die Verwendung von Biokraftstoffen der zweiten Generation zu fördern, die als nachhaltiger gelten.

Nachhaltige Mobilität

Parallel zur verstärkten Förderung des öffentlichen Verkehrs und der aktiven Mobilität wurde in den letzten Jahren die Elektromobilität vorangetrieben. Luxemburg hat sich für die Einrichtung einer gemeinsamen nationalen Infrastruktur öffentlicher Ladestationen für Elektrofahrzeuge entschieden. Hier sollen bis 2020 eine Gesamtzahl von 800 Ladesäulen im öffentlichen Raum und auf Park & Ride-Parkplätzen errichtet werden. Bis Ende 2018 waren bereits knapp 280 Ladesäulen errichtet. Damit hat Luxemburg, bezogen auf die Bevölkerungszahl, bereits den dritten Platz im Bereich der öffentlichen Ladeinfrastruktur in Europaerreichen können.

Digitalisierung

Im Rahmen der Anstrengungen zur Digitalisierung der Energiewende hat Luxemburg die Strom- und Gasnetzbetreiber gesetzlich verpflichtet, die aktuellen Strom- und Gaszähler, bis 2020 respektive bis 2021, durch intelligente Zähler zu ersetzen und die entsprechenden Daten durch ein gemeinsames zentrales System zu verwalten.

Klimapakt

Im Jahre 2012 hat die luxemburgische Regierung einen Klimapakt mit den Gemeinden geschlossen, der technische Beratung und finanzielle Unterstützung für Klimaschutzmaßnahmen bietet. Der Klimapakt ist ein thematisch breit aufgestelltes Instrument zur Orientierung und Gestaltung der kommunalen Klima- und Energiepolitik, welches kürzlich um die Themenfelder Luftqualität und Kreislaufwirtschaft ergänzt wurde. Die Gemeinden werden darin begleitet ein integriertes Klimaschutz- und Energiemanagement einzuführen und eine Zertifizierung mit dem „European Energy Award“ zu erreichen. Der Pakt wird gut angenommen und ist mittlerweile von allen Gemeinden in Luxemburg unterzeichnet worden, wovon bis Ende 2018 bereits über 86% eine der drei Zertifizierungsstufen erreicht hatten. Die

Koalitionsvereinbarung 2018-2023 sieht die Weiterentwicklung des Klimapakts über das Jahr 2020 hinaus vor.

Wie die vorgenannten Beispiele zeigen hat Luxemburg in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte im Bereich der Energie- und Klimapolitik erzielen können: die Weichen für eine nachhaltige Energiewende sind gestellt. Der vorliegende Entwurf des nationalen Energie- und Klimaplan greift diese Entwicklung auf und zeigt einen ambitionierten Weg für Luxemburg um den Energieverbrauch in allen Sektoren drastisch zu senken und die erneuerbaren Energien und die Elektromobilität stark zu entwickeln.

1.3. Konsultationen und Einbeziehung von nationalen Einrichtungen und Einrichtungen der Union und deren Ergebnis

Die Verordnung (EU) 2018/1999 vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz sieht in ihren Erwägungsgründen die Durchführung von Konsultationen der Öffentlichkeit vor. Es wird von der Einrichtung eines ständigen energie- und klimapolitischen Dialogs auf mehreren Ebenen gesprochen, bei dem lokale Gebietskörperschaften, Organisationen der Zivilgesellschaft, die Wirtschaft, Investoren und sonstige einschlägige Interessenträger zusammenkommen sollen, um die unterschiedlichen Optionen zu erörtern, die in der Energie- und Klimapolitik ins Auge gefasst werden sollen.

Luxemburg hat in diesem Kontext im Jahre 2015, auf Initiative des Ministeriums für Wirtschaft und in Zusammenarbeit mit der Handelskammer und IMS Luxembourg, die Erstellung der strategischen Studie zur „Dritten industriellen Revolution“ (TIR-Prozess) an den US-amerikanischen gesellschaftlichen Vordenker, Soziologen, Ökonom und Publizist Jeremy Rifkin vergeben, der die Begrifflichkeit der „Dritten industriellen Revolution“ entwickelt und in einigen seiner Publikationen und Bücher dargestellt hat. Die Studie verfolgte das Ziel, das bestehende Wirtschaftsmodell für künftige Generationen nachhaltiger und vernetzter zu gestalten.

Die Erstellung der Strategiestudie war verbunden mit einem offenen, partizipatorischen und auf Dauer angelegten Prozess, mit dem Ziel die Megatrends zu identifizieren, die notwendigen Schlüsse daraus zu ziehen und diese in geeigneter Form in die demokratischen Institutionen einzubringen. Im TIR-Prozess wurde auch versucht, auf den Ansatz der „Kollektiven Intelligenz“ zu Nutzen zu machen, die als wichtiger Bestandteil des Konzepts der offenen gesellschaftlichen Innovation anzusehen ist.

Die TIR-Strategiestudie behandelte neben den Bereichen Nahrungsmittel, Industrie, Finanzen, „Smart Economy“, „Circular Economy“ und „Prosumers & Social Model“, insbesondere die Bereiche Energie, Mobilität und Gebäude sowie damit wie die damit verbundenen Herausforderungen des Klimaschutzes. Die Arbeiten wurden in offenen thematischen Plattformen organisiert, bei welchen über 300 Teilnehmer aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft sich im Rahmen der Erstellung der Studie eingebracht haben.

Im Rahmen der Strategiestudie wurde in zahlreichen Arbeitsgruppensitzungen das Thema der Energie im Detail analysiert, strukturiert und diskutiert und eine Vision für eine nachhaltige, klimafreundliche und ressourcenschonende Energiepolitik Luxemburgs gelegt, die auch im Endbericht der Strategiestudie festgehalten wurde.² Der Energieeffizienz, insbesondere im Gebäudebereich, wird hier eine Schlüsselrolle zugeordnet. Zusätzlich wird die Notwendigkeit eines schnellen und intensiven Umstiegs auf erneuerbare Energien dargelegt.

Im Nachgang der Studie hat die Regierung festgehalten, den partizipatorischen Ansatz über vorhandene Plattformen weiterführen zu lassen. Für den Energiebereich wurde in diesem Kontext die Plattform „Energiezukunft Lëtzebuerg“ geschaffen, in welcher in den letzten Monaten im Rahmen mehrerer Veranstaltungen wichtige und konkrete Themen der Energiewende behandelt wurden. Am 12. März 2018 wurde im Rahmen der aktuellen Entwicklungen der europäischen Energieunion ein offener Workshop über die Energiewende organisiert, in welchem die Hauptpfeiler der Energieunion, der aktuelle Nationale Aktionsplan für Energieeffizienz, die Modellierung für die Entwicklung der Energie- und Klimastrategie 2030, das Renovierungspotenzial in Luxemburg mit einer Perspektive bis 2070, das Potenzial erneuerbarer Energien in Luxemburg mit der Perspektive 2030 sowie Fragen der Versorgungssicherheit und Wettbewerbsfähigkeit in den Bereichen Strom, Erdgas und Erdöl präsentiert und diskutiert wurden. Die Ergebnisse dieses Workshops wurden nach Möglichkeit in dem vorliegenden Entwurf des nationalen Energie- und Klimaplan berücksichtigt.

Im Hinblick auf die Erstellung einer Langfrist-Klimastrategie organisierte das Ministerium für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur im Laufe des Jahres 2018 mehrere Runden von Konsultationen mit Vertretern der Zivilgesellschaft, der Wirtschaft, der Wissenschaft sowie öffentlicher Verwaltungen. Bei einem ersten Co-Creation-Workshop am Wochenende des 3. und 4. Februar 2018 identifizierten rund

² http://www.troisiemerevolutionindustrielle.lu/wp-content/uploads/2016/11/TIR-Strategy-Study_Short.pdf

100 Teilnehmer gesellschaftliche Innovationen zur Eindämmung des Klimawandels. Ein zweiter Workshop fand am 15. März 2018 statt. Dort wurden vor allem die wichtigsten Prinzipien einer Governance der nationalen Klimapolitik mit den Interessengruppen entwickelt. Am 5. Juni 2018 wurde der Vorentwurf der Strategie vorgestellt und mit den Stakeholdern diskutiert. Dieser soll als Grundlage zur Entwicklung der Langfrist-Strategie dienen, welche gemäß dem Pariser Klimaabkommen und dem Artikel 15 der Verordnung (EU) 2018/1999 vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz zu erstellen ist. Darüber hinaus wurden die wichtigsten Ergebnisse der oben genannten Workshops nach Möglichkeit in dem vorliegenden Entwurf des nationalen Energie- und Klimaplanes berücksichtigt.

Die Erstellung des vorliegenden Entwurfs des nationalen Energie- und Klimaplanes wurde im Rahmen von intensiven Konsultationen der beiden zuständigen Ministerien, also dem Ministerium für Energie und Raumplanung und dem Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung bearbeitet.

Um eine weiterreichende und umfassendere Analyse im Zusammenhang mit der Erstellung des endgültigen nationalen Energie- und Klimaplanes zu ermöglichen sind weitere nationale Konsultationen im Rahmen eines gemeinsamen Prozesses der beiden zuständigen Ministerien geplant. In diesem Kontext soll auch die Langfrist-Strategie Luxemburgs erörtert werden.

1.4. Regionale Zusammenarbeit bei der Aufstellung des Plans

Der Rahmen für die regionale Zusammenarbeit ist durch die Verordnung (EU) 2018/1999 vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz vorgegeben und ist von zentraler Bedeutung für die möglichst kostengünstige und konkrete Verwirklichung der Ziele der Energieunion. Sie ist unerlässlich um die Wirksamkeit und Effizienz der in den Plänen zurückgehaltenen Maßnahmen zu verbessern und Marktintegration und Energieversorgungssicherheit voranzubringen.

In den Erwägungsgründen der Verordnung werden die Mitgliedstaaten, unter Berücksichtigung der bestehenden regionalen Kooperationsforen, zur Zusammenarbeit aufgefordert. Für Luxemburg gilt es hier insbesondere das Pentilaterale Energieforum und die Offshore-Netz-Initiative der Nordseeländer (NSCOGI) zu berücksichtigen, an deren Arbeiten sich Luxemburg seit der Gründung dieser Initiativen aktiv beteiligt hat. Luxemburg nutzt dabei den Ministerausschuss der Benelux-Kooperation wie auch den Benelux-Talanoa Dialog als Plattform zur Förderung der grenzüberschreitenden Kooperation in Fragen

des Klimaschutzes. Letzten Endes gilt es aber auch, bei der Erstellung der integrierten nationalen Energie- und Klimapläne (NECP), weitere Kooperationsgremien wie die „Gas Platform“ oder aber auch den „Green Growth Group“ für die regionale Kooperation zu nutzen.

Das Pentalaterale Energieforum wurde 2005, unter der aktiven Teilnahme Luxemburgs, gegründet und vereinte zunächst die Benelux-Staaten mit Deutschland und Frankreich. Österreich und die Schweiz sind dem Forum im Jahre 2011 beigetreten. Das Energieforum verfolgt das Ziel, die regionale Zusammenarbeit zwischen Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Niederlande, Österreich und der Schweiz zu verbessern. In unterschiedlichen Arbeitsgruppen arbeiten die Regulierungsbehörden, Netzbetreiber, Strombörsen und Vertreter der regionalen Marktparteien zusammen, um die regionale Kopplung ihrer Märkte zu verbessern und gemeinsam Synergien zu erschließen. Die in den letzten Jahren behandelten Schwerpunkte betrafen die Marktkopplung, die Versorgungssicherheit sowie Fragen der Flexibilitätspotenziale in der Energiewende. Das Forum hat kollektiv Initiativen zur Vollendung des Energiebinnenmarkts unternommen, beispielsweise die erfolgreiche Marktkopplung im Jahr 2010 sowie die Einführung der regionalen Analyse der Versorgungssicherheit im Jahr 2013. Damit bildet das PLEF bereits seit mehreren Jahren den Rahmen für die regionale Zusammenarbeit in Mittelwesteuropa und ist Vorreiter eines besser integrierten und sichereren Energiemarktes.

Am Rande des Energierates vom 11. Juni 2018 unterzeichneten Luxemburg, die Niederlande und Belgien die „Erklärung über die regionale Zusammenarbeit bei der Entwicklung der NECPs“. Im gleichen Monat trafen sich die Generaldirektoren Energie und Klima zum ersten „Regionalen Energie- und Klimadialog 2030“, um die praktischen Schritte der Koordinierung der Pläne zu diskutieren und zu konkretisieren. Im Rahmen des Dialogs wurde konkret festgehalten, die bestehende regionale Energiekooperation aufrecht zu erhalten und auf die Klima- und Umweltzusammenarbeit zu erweitern. Des Weiteren wurde die Frage der Dekarbonisierung mit den Schwerpunkten erneuerbare Energien, Energiebinnenmarkt und Energiesicherheit als besonders relevant für die grenzüberschreitende Kooperation betrachtet.

Die PLEF-Länder sollen gemeinsam koordinierte Berichtsteile für die regionale Zusammenarbeit in den verschiedenen NECPs erstellen, sowie grenzübergreifend relevante Themen und eine gemeinsame Vision bis 2030 entwickeln. Der Umfang der regionalen Zusammenarbeit, die im PLEF stattfinden wird, soll sich auf folgende Schlüsselbereiche konzentrieren, um einen höchstmöglichen konkreten Mehrwert zu erzielen:

- Mittel- und langfristige Infrastrukturentwicklungen und verstärkte Marktkopplung;
- Austausch und Analyse von Annahmen über die Nutzung verschiedener Energiequellen;
- Integration erneuerbarer Energien in die Strom- und Gasnetze und ihre Auswirkungen auf das Funktionieren des Binnenmarktes und der Versorgungssicherheit;
- Mögliche Auswirkungen nationaler Energieeffizienzmaßnahmen auf den Binnenmarkt;
- Auswirkungen und regulatorische Anreize für die Sektorkopplung;
- Flexibilitätsoptionen, einschließlich Energiespeicherung und mögliche Perspektiven von Wasserstoff;
- Andere Anreize zur Verringerung der CO₂-Emissionen.

Der Luxemburgische Vorsitz im Pentalateralen Forum wird den Schwerpunkt seiner Arbeit auf die Integration erneuerbarer Energien in die Stromnetze auf regionaler Ebene sowie auf Fragen in Bezug auf eine gut funktionierende grenzüberschreitende Ladeinfrastruktur in der Elektromobilität setzen.

Bei der Ausarbeitung der NECPs sollen neben den Arbeiten im PLEF aber auch im Rahmen der NSCOGI Informationen und Erfahrungen zu bestimmten Aspekten ausgetauscht und möglichst koordiniert in die NECPs eingebracht werden. Dies kann beispielsweise die gemeinsame Erarbeitung von Konzepten für eine koordinierte Strominfrastruktur, einschließlich der Übertragungsinfrastruktur, oder aber auch die konkrete Kooperation im Bereich der erneuerbaren Energien betreffen.

Im Rahmen der Benelux-Kooperation wird Luxemburg zum dritten Mal seit Inkrafttreten des neuen Benelux-Vertrags im Jahr 2012 den Vorsitz des Benelux-Ministerrates übernehmen. Unter dem luxemburgischen Vorsitz wird Benelux sich auf die Energiewende, den Kampf gegen den Klimawandel, die Stärkung des Binnenmarktes sowie die Förderung der Digitalisierung konzentrieren. In diesem Sinne sollen die Themen Energiewende, erneuerbare Energien sowie grenzüberschreitende Versorgungssicherheit vertieft werden.

Im Rahmen seines Benelux Vorsitzes hat Luxemburg nach Belgien für das Jahr 2019 die Präsidentschaft des Pentalateralen Energieforums übernommen. In Zusammenarbeit mit dem Benelux-Sekretariat wird Luxemburg sich auf die regionale Zusammenarbeit bei der Entwicklung der NECPs konzentrieren und damit an die intensiven Vorarbeiten der belgischen Präsidentschaft anknüpfen.

Die Offshore-Netz-Initiative der Nordseeländer (NSCOGI) ist eine regionale Initiative, in welcher Belgien, Deutschland, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Irland, Luxemburg, die Niederlande, Norwegen und Schweden, unter Einbindung der Europäischen Kommission, seit 2010 zusammenarbeiten. Prioritär werden in dieser Initiative Fragen der Netzinfrastruktur von Offshore-Anlagen diskutiert, mit dem Ziel eine bessere Koordination des Ausbaus des Offshore-Windpotenzials in der Nordsee zu erreichen. In der Tat können Offshore-Windkraftanlagen und Netzinfrastrukturprojekte grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Energiepreise, die Versorgungssicherheit und die Umwelt haben, einschließlich auf die Verfügbarkeit vom Meeresraum und auf die Innovationsgeschwindigkeit. Hauptziel der Initiative ist und bleibt die Koordinierung und Erleichterung des kosteneffizienten Einsatzes erneuerbarer Offshore-Energien, insbesondere von Windkraft, und die Gewährleistung einer nachhaltigen, sicheren und erschwinglichen Energieversorgung in den Nordseeländern durch verstärkte und besser koordinierte Offshore-Windenergieanlagen sowie potenzielle gemeinsame Projekte.

Der Benelux Talanoa Dialog³ wird als weitere Plattform zur Förderung der grenzüberschreitenden Kooperation genutzt. Im Rahmen dieses inklusiven und partizipativen Prozesses, welcher am 24. September 2018 in Brüssel stattfand, wurden regionale Projektvorschläge mit Interessevertretern aus den Benelux-Mitgliedsstaaten zu den Schwerpunkten „Nachhaltige Mobilität“, „Energie- und Ressourceneffizienz“, „Grüne Finanzen“ sowie „Gerechter Übergang“ erarbeitet. In diesem Kontext unterzeichneten Belgien, die Niederlande und Luxemburg eine gemeinsame Erklärung zur Stärkung der interregionalen Zusammenarbeit, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. Einer der Schwerpunkte der Erklärung liegt auf der optimalen Umsetzung des „Regionalen Energie- und Klimadialogs 2030“, der fortführende Synergien bei der Ausarbeitung der nationalen Energie- und Klimapläne sowie bei der Implementierung einer langfristigen nationalen Strategie zur Verringerung der Treibhausgasemissionen fördern soll.

³ Der Talanoa Dialog ist eine Methode, die es den Ländern in einem partizipativen Prozess erlaubt, ihre Beiträge zu den Klimazielen vor 2020 zu verbessern. Die Vertragsstaaten des Klimaabkommens der Vereinten Nationen haben diesen Dialog eingeführt, um zu prüfen, ob die gemeinsamen Anstrengungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Einklang sind mit dem Ziel des Pariser Klimaabkommens, die weltweite Temperaturerhöhung weit unter 2°C zu halten und alle Anstrengungen zu unternehmen, diese unter 1,5°C zu halten.

2. Nationale Ziele und Vorgaben

Der neue regulative Rahmen für das Energie- und Klimapaket der EU für 2030 umfasst eine Revision der Richtlinie für Energieeffizienz (EFF), der Richtlinie für erneuerbare Energien (EE) sowie der Governance Richtlinie. Dabei haben EU Mitgliedsstaaten, EU Parlament und die EU Kommission im Rahmen des Trilogs im Juni 2018 eine politische Einigung zum Target-System für 2030 erreicht, mit verbindlichen EU-Zielen in Höhe einer 40%-prozentigen Minderung von Treibhausgasen (THG), einem Anteil von 32% erneuerbarer Energien an der Endenergienachfrage sowie von 32,5% für Energieeffizienz, mit einer Revisionsklausel für eine Erhöhung in 2023. Die Mitgliedsstaaten sind verpflichtet, der EU Kommission bis Ende 2018 den Entwurf eines nationalen Energie- und Klimaplanes vorzulegen, der eine detaillierte Darstellung der nationalen Ziele für die Minderung von Treibhausgasen, der Ziele für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sowie der hierfür geplanten Maßnahmen umfasst. Der vorliegende Entwurf des Plans zeichnet den seitens Luxemburgs präferierten Wegs zum genannten Target-System. Des Weiteren besteht die Vorgabe, dass die durch die Mitgliedsstaaten vorgelegten Zielpfade in Summe die Europäischen Mindestziele erreichen.

Für Luxemburg ergibt sich ein minimales, verbindliches THG-Minderungsziel bereits aus und der europäischen Verordnung 2018/842 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030. Die in dieser Verordnung verankerte THG-Minderung beträgt 40% bis 2030 bezogen auf die THG-Emissionen Luxemburgs im Jahr 2005. Für erneuerbare Energien sieht die neue Richtlinie eine Benchmark-Formel vor, aus welcher sich für Luxemburg ein Anstieg des EE-Ziels im Bereich von etwa 12%-Punkten ergibt, was einem 2030-Ziel von etwa 23% entspricht. Dieses Ziel kann sowohl durch die Nutzung heimischer Ressourcen, den Import von Biotreibstoffen oder die Förderung von Elektromobilität im Verkehrsbereich als auch durch die Nutzung von Kooperationsmechanismen erreicht werden. Für den Bereich der Energieeffizienz ergibt sich im Rahmen des EU-Effort-Sharing und des EU-Ziels für Energieeffizienz ein Ziel-Korridor von 35 bis 40%, welcher gegenüber EU Referenzentwicklung für Luxembourg für das Jahr 2030 ermittelt wird, die im Jahr 2007 veröffentlicht wurde (EU PRIMES 2007)⁴.

⁴ European Commission DG for Energy and Transport (2008). European energy and transport -TRENDS TO 2030 — UPDATE 2007. <https://ec.europa.eu/energy/en/data-analysis/energy-modelling>

Nachfolgend wird anhand der zu betrachtenden Dimensionen der seitens Luxemburg präferierte Weg zur Erreichung der Energie- und Klimazielvorgaben für 2030 vorgestellt. Einleitend sei hierzu erwähnt, dass alle obig skizzierten Mindestvorgaben, sei es im Bereich der THG-Reduktion oder hinsichtlich des Beitrags erneuerbarer Energien bzw. der Energieeffizienz, hierdurch klar erfüllt werden. Luxemburg sieht es als zentral an, hier einen ambitionierten Weg gemeinsam mit seinen europäischen Partnern zu beschreiten.

2.1. Dimension Dekarbonisierung

2.1.1. Emissionen und Abbau von Treibhausgasen

Hinsichtlich der Vereinbarkeit mit dem in Artikel 2.1.a des Pariser Klimaabkommens verankerten Ziels, strebt Luxemburg bereits jetzt auf nationaler Ebene das Ziel an, **die THG-Emissionen für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels in einem Bereich zwischen 50% und 55% bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Basisjahr 2005 zu vermindern**. In der Tat legt der kürzlich veröffentlichte IPCC-Sonderbericht⁵ dar, dass nur eine Halbierung der globalen Treibhausgasemissionen bis 2030 (im Vergleich zum derzeitigen Niveau), gefolgt von Klimaneutralität bis 2050, die globale Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius begrenzen kann. Diese nationale Zielsetzung verfolgt Luxemburg unabhängig, gleichwohl aber im Rahmen des Pariser Klimaabkommens und im Einklang mit seinem Beitrag zum EU-Ziel.

Luxemburgs verbindlicher Beitrag zum EU-Ziel ergibt sich aus der europäischen Verordnung 2018/842 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030. Das in dieser Verordnung verankerte THG-Minderungsziel für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels beträgt 40% bis 2030 gegenüber 2005. Auf Basis eines linearen Minderungspfades zwischen den realen durchschnittlichen THG-Emissionen der Jahre 2016 bis 2018 und dem Punktziel für 2030 ergeben sich die jährlichen Emissionsbudgets.

Durch die Verordnung (EU) 2018/841 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 erhält jeder EU-Mitgliedsstaat ein Ziel für den LULUCF-Sektor⁶. Die Lastschriften aus den bei der Anrechnung berücksichtigten Landnutzungskategorien zusammengenommen (gemäß Artikel 2 der Verordnung (EU) 2018/841) dürfen die Gutschriften zum

⁵ IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau

⁶ LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry

Ende der zwei Fünfjahreszeiträume 2021 bis 2025 und 2026 bis 2030 nicht übersteigen („no net debit rule“).

2.1.2. Erneuerbare Energien

Luxemburg verfolgt das Ziel, den **Anteil erneuerbarer Energien** von 11% im Jahr 2020 auf einen Bereich von 23% bis **25% bis zum Jahr 2030** anzuheben.

Der nationale Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 käme gemäß aktuell ermittelten Szenarien im Bereich von 18,6% bis 19,8% zu liegen, jeweils gemessen an der Bruttoendenergienachfrage, also der Summe der sektoralen Energiebedarfe an Strom, Wärme und Kraftstoffen im Verkehr. Im Einklang mit dem EU Ziel (einer Steigerung des EE-Anteils auf 32% auf EU Ebene bis 2030) erscheint aber ein nationaler Beitrag in Höhe zwischen 23% und 25% sinnvoll und passend. Zur Deckung der entsprechenden Fehlmenge empfiehlt sich die Kooperation mit anderen EU Mitgliedsstaaten, wobei die bereits 2020 bewährten Kooperationsmechanismen zum Einsatz kämen. Die Kooperation mit anderen Mitgliedsstaaten sowie die statischen Transfers sollen weiterentwickelt werden und konkrete Projekte beinhalten.

Nachfolgend werden Zielmengen auf sektoraler und auf Technologieebene vorgestellt, während eine Maßnahmendiskussion und Folgenabschätzung in den nachfolgenden Kapiteln erfolgt. Die dargestellten Ergebnisse und Werte beziehen sich dabei auf den oberen Bandbreitenwert eines Ziels von 25%.

Erneuerbare Energien liefern im Bereich der Energieaufbringung in Luxemburg heute einen bedeutsamen obgleich vergleichsweise begrenzten Beitrag. Dies soll und kann sich aber in den kommenden Jahren deutlich verändern und würde somit eine konsequente Fortführung der in der jüngeren Vergangenheit eingeleiteten Trendentwicklung darstellen. Erneuerbare Energien wie Biomasse, Windenergie und Photovoltaik – die Kerntechnologien im Bereich der Stromaufbringung für Luxemburg – erzielten auch in den vergangenen Jahren bereits deutliche Zuwächse. Binnen eines Jahrzehnts hatte sich deren Beitrag verdoppelt – sowohl im Stromsektor (von 3,2% 2005 auf 6,7% 2016), aber auch im Hinblick auf die Wärmebereitstellung (von 3,6% 2005 auf 7,3% 2016). Im Verkehrssektor, wo der Einsatz von Biokraftstoffen, der ersten und der zweiten Generation, sowie der Wechsel hin zu elektrisch betriebenen Antriebssystemen vorherrscht, war dieser Wandel noch dramatischer: Lag der

EE-Anteil etwa im Jahr 2005 im marginalen Bereich (0,14%), so kann Luxemburg heute (2016) einen EE-Anteil von 5,9% vorweisen.

Der Blick auf die kommende Dekade, konkret auf die Jahre bis 2030, erfolgte im Rahmen einer zugrundeliegenden Studie, vergleiche (Resch et al. 2019), anhand von einer Vielzahl an möglichen Entwicklungspfaden und korrespondierenden Energieszenarien. Das im vorliegenden Entwurfsplan vorgestellte Zielszenario entspricht dem oberen Bandbreitenwert von 25% für 2030. Berücksichtigt man zusätzlich den Status Quo (2016) und die Referenzentwicklung, was einer Fortführung bestehender Politiken entspricht, so wird die Steigerung umso deutlicher sichtbar. Der EE Anteil an der Bruttoendenergienachfrage, also der Summe der sektoralen Energiebedarfe an Strom, Wärme und Kraftstoffen im Verkehr würde dementsprechend von 5,4% im Jahr 2016 auf 12,9% bei reiner Fortführung bestehender Politiken (Referenzentwicklung) ansteigen - wie entsprechende Angaben im Rahmen von Abschnitt 4 dieses Berichts veranschaulichen. Werden zusätzliche Eingriffe getätigt, sowohl bei erneuerbaren Energien als auch bei Energieeffizienz, so wäre gemäß dem hier vorgestellten Zielszenario ein Anstieg auf 19,8% im Jahr 2030 möglich.

Aufschluss über die sektorale Dekomposition der Gesamtbilanz liefert Tabelle 1, Details zum möglichen zugrundeliegenden Technologiesplit liefert komplementär Tabelle 2. Der größte Zuwachs wird dementsprechend für erneuerbare Energien im Stromsektor erwartet. Hier erscheint für 2030 ein Anteil von etwa 33,6% möglich – auch aufgrund bereits in der Umsetzung befindlicher Projekte (etwa im Bereich der Windanlagen, der Solaranlagen und der Biomasse-Kraft-Wärmekopplung). An zweiter Stelle hinsichtlich der Rasananz des Wandels folgt der Wärmesektor. Teils im Einklang mit der Verstromung (Biomasse-KWK), aber auch auf dezentraler Ebene, etwa bei Wärmepumpen oder bei modernen Biomasse-Heizsystemen, wird hier von deutlichen Zuwächsen im Vergleich zu heute ausgegangen. Des Weiteren wird auch im Verkehrssektor von einem massiven Anstieg des Einsatzes erneuerbarer Energien ausgegangen. Hier wird konkret, wie in Tabelle 1 sowie Tabelle 2 dargelegt, von einer Ausweitung der Biokraftstoffbeimengung ausgegangen. Zusätzlich wird eine massive Ausweitung der E-Mobilität angestrebt und ebenso wird davon ausgegangen, dass der Biokraftstoffmix bis zum Jahr 2030 inklusive aus maximal 5% Kraftstoffen der ersten Generation bestehen würde. In Summe wird eine deutliche Anhebung des EE-Anteil im Verkehrssektor auf 21,9% bis 2030 erreicht.

Tabelle 1. *Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2030 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25%. (Quelle: Eigene Darstellungen, 2019)*

EE-Anteile, sektoral		<u>2016</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>
EE-Anteil Stromsektor	%	6,7%	11,9%	23,5%	33,6%
EE-Anteil Wärmesektor	%	7,3%	13,6%	20,0%	30,3%
EE-Anteil Biokraftstoffe	%	4,6%	6,0%	9,1%	10,0%
EE-Anteil Transportsektor	%	5,9%	-	-	21,9%
EE-Anteil, gesamt (national)					
- nationale Erzeugung / Verbrauch	%	5,4%	8,7%	14,7%	19,8%
EE-Anteil, gesamt - inkl. EE-Kooperation					
	%	5,4%	11,1%	18,7%	25,0%

Tabelle 2. *Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2030 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25%. (Quelle: Eigene Darstellungen, 2019)*

Energieerzeugung, Technologiedetails		<u>2016</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>
Stromsektor					
Biogas	GWh	74	56	70	93
Biomasse	GWh	67	192	228	271
Wasserkraft	GWh	104	93	97	100
Photovoltaik	GWh	100	247	786	1.112
Windenergie	GWh	127	161	382	674
EE-Strom, gesamt	GWh	473	748	1.563	2.251
Wärmesektor					
Biomasse & Biogas, netzgekoppelt	GWh	155	589	625	676
Biomasse, dezentral	GWh	706	883	1.145	1.383
Solarthermie	GWh	23	58	116	192
Wärmepumpen	GWh	48	95	208	427
EE-Wärme, gesamt	GWh	932	1.626	2.093	2.679
Verkehrssektor					
Biokraftstoffe, gesamt (ohne Multiplikatoren)	GWh	1.012	1.234	1.315	1.434
EE-Einsatz im Transportsektor, gesamt (inkl. Multiplikatoren)	GWh	1.341	-	-	4.877
EE-Energieeinsatz, gesamt	GWh	2.416	3.608	4.971	6.363

2.2. Dimension „Energieeffizienz“

Hinsichtlich der Vereinbarkeit mit dem in Artikel 2.1.a des Pariser Klimaabkommens strebt Luxemburg für das Jahr 2030 eine Reduktion der Endenergienachfrage in einem Bereich zwischen 40% und 44% gegenüber der EU-Primes Baseline-Entwicklung (2007) an.

Bei der Erreichung der Zielsetzung, die sich in der folgenden Darstellung auf den oberen Bandbreitenwert von 44% bezieht, wird in Abhängigkeit der unterstellten Intensivierung bestehender und Einführung neuer Politikinstrumente insbesondere zwischen folgenden Bereichen unterschieden:

- Ambitionsniveau der energetischen Gebäudesanierung – Sanierungsrate und Sanierungstiefe der umgesetzten Sanierungen;
- Adressierung des Durchgangs- und Grenzpendlerverkehrs;
- Entwicklung der Elektromobilität am Fahrzeugbestand.

Zentrale Zielgrößen des Zielszenarios, bezogen auf den oberen Bandbreitenwert von 44%, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zentrale Zielgrößen des Zielszenarios im Bereich Energieeffizienz bezogen auf den oberen Bandbreitenwert von 44%

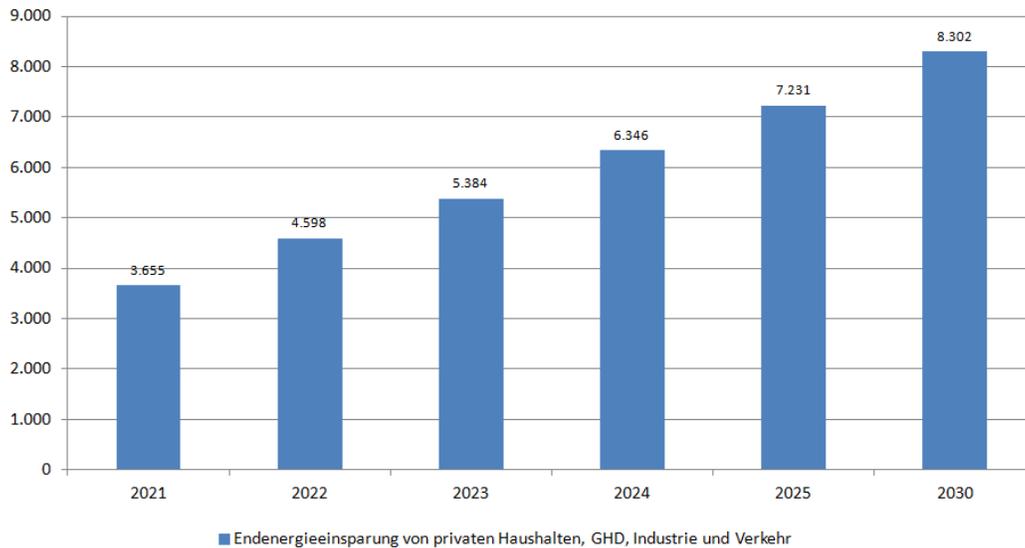
	Zielszenario 44% Effizienz (EEF44)
Effizienzziel 2030 (geg. EU PRIMES im Jahr 2030)	-44 %
Endenergiebedarf [GWh]	35.568
Gesamt	-21 %
Haushalte	-37 %
Tertiär	-25 %
Industrie	-13 %
Straßenverkehr	-33 %
Straßenverkehr Brennstoffe (ohne Strom für E-Mobilität)	-35 %
Sanierungsrate 2020 -2030 ⁷	2.7%
Sanierungstiefe (durchschnittliche Reduktion Wärmebedarf nach Vollsanierung)	72 %
E-Mobilität Anteil Elektroautos / Plug-In Hybrids an Fahrzeugbestand 2030 (residents)	49 %

Quelle: eigene Berechnungen 2018

Die kumulierten Endenergieeinsparungen aller Sektoren (privaten Haushalte, GHD, Industrie und Verkehr) belaufen sich bei Umsetzung der geplanten Energieeffizienzmaßnahmen in der Periode 2021 bis 2030 auf etwa 8,3 TWh. (vgl. Abbildung 1).

⁷ Bezogen auf die zusätzlichen Sanierungen gegenüber dem Baseline Szenario. Die Sanierungsrate drückt den Anteil der Gebäude aus, die pro Jahr saniert im Verhältnis zum Altbaubestand (Gebäude mit Baujahr vor 1991)

GWh



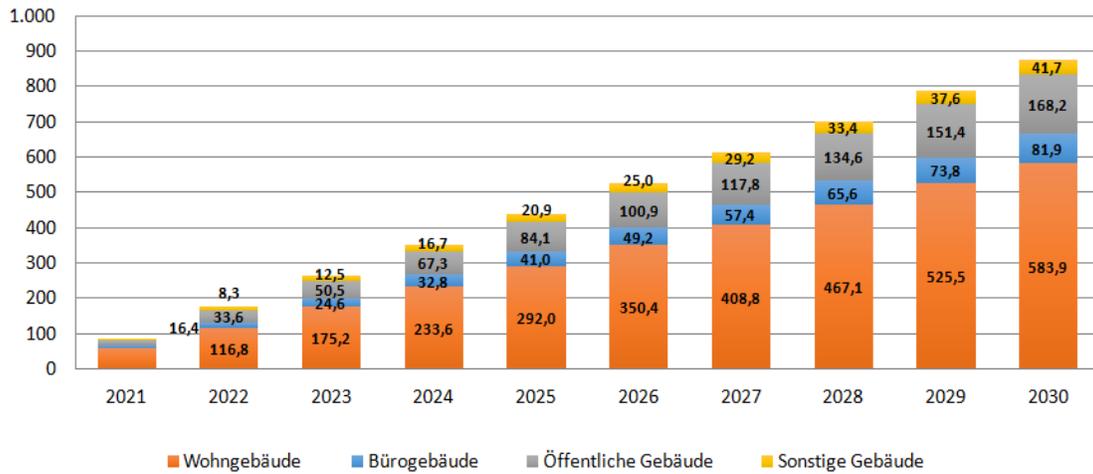
Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 1: Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh der privaten Haushalte, des GHD-Sektors, der Industrie und des Verkehrssektors in Luxemburg (bezogen auf den oberen Bandbreitenwert eines Ziels im Bereich Energieeffizienz von 44%.)

Die über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Energieeffizienzsanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Luxemburg trägt mit knapp 876 GWh zu den Endenergieeinsparungen aller Sektoren bei (vgl. Abbildung 2). Die größten Endenergieeinsparungen werden durch die Sanierung von privaten Wohnhäusern erzielt, gefolgt von der Sanierung öffentlicher Gebäude, der Sanierung von Bürogebäuden und der Sanierung von sonstigen Gebäuden.

In Abbildung 3 wird nochmals separat exemplarisch die Entwicklung der Endenergieeinsparung dargestellt, welche durch die Sanierung von öffentlichen Gebäuden in Luxemburg bis 2030 erzielt wird. Die Endenergieeinsparung wächst über die Periode stufenweise von knapp 17 GWh (2021) auf 168 GWh (2030); dies entspricht einer Steigerung von rund 150 GWh. Pro Jahr werden dabei durchschnittlich gut 110.000 Quadratmeter Gebäudefläche von öffentlichen Gebäuden saniert. Dadurch trägt die Sanierung öffentlicher Gebäude mit gut 19 % zur Gesamtendenergieeinsparung durch Energieeffizienzsanierungen bei Gebäuden bei.

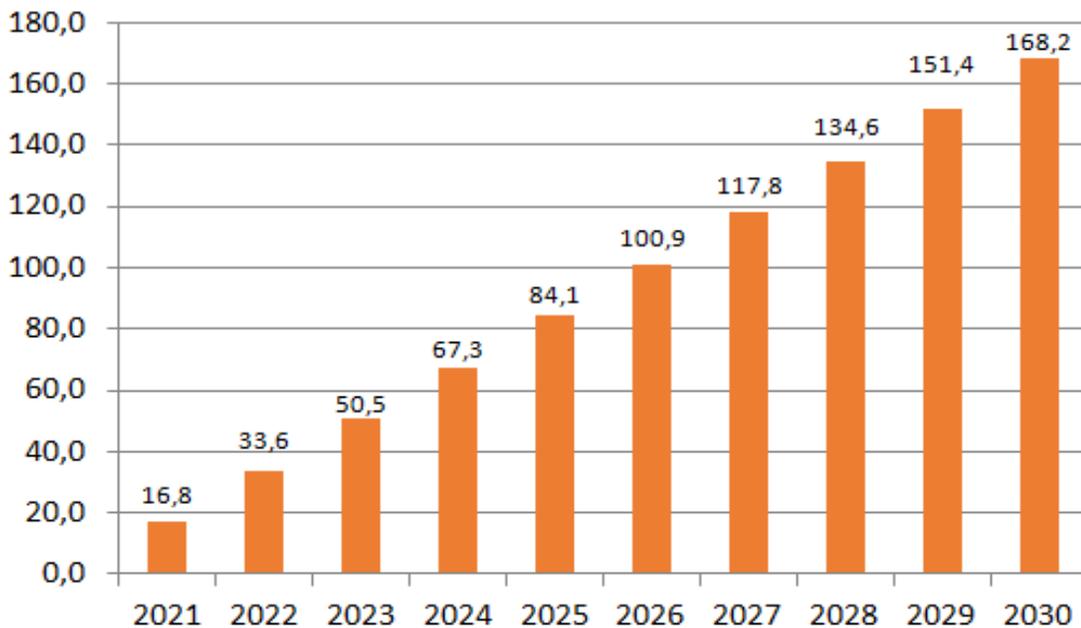
GWh



Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 2: Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der gesamten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg (bezogen auf den oberen Bandbreitenwert eines Ziels im Bereich Energieeffizienz von 44%.)

GWh



Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 3: Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in Luxemburg (bezogen auf den oberen Bandbreitenwert eines Ziels im Bereich Energieeffizienz von 44%.)

Eine Strategie zur Weiterentwicklung der bestehenden Gebäuderenovierungsstrategie ist in Luxemburg vorhanden. Diese legt besondere Priorität auf hocheffiziente und qualitativ hochwertige Sanierungen. Solche hocheffizienten Gebäudesanierungen tragen mehr zum Klimaschutz bei als die reine Vorgabe von festgelegten Gebäuderenovierungsraten (Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg, Ministère de l'Économie, 2017). Daher entspricht in Luxemburg seit 2017 der gesetzliche Energiestandard von Neubauten in etwa dem Anforderungsniveau des Passivhausstandards. Gleichzeitig wird die energetische Sanierung im Bestand als essentieller Schlüssel zum Erreichen der Effizienzziele angesehen.

Im Rahmen der nationalen Gebäuderenovierungsstrategie wurde die Implementierung einer nationalen Initiative zur energetischen Renovierung angekündigt. Seitdem wurde eine neue Analyse vom Energieinstitut Vorarlberg und den Architekten Vallentin+Reichmann ausgearbeitet, welche sich mit der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie befasst (Energieinstitut Vorarlberg & Vallentin+Reichmann 2017) haben. Zum Erfolg der Gebäuderenovierungsstrategie soll dabei das Zusammenspiel von Effizienzstrategie (u. a. hohe energetische Qualitäten bei Neubau und Sanierung von Bestandsgebäuden) und einem Ausstieg aus den fossilen Heizungssystemen bis spätestens 2050/2070 führen. Die nationale Gebäuderenovierungsstrategie wurde im Dezember 2014 gemäß Artikel 4 EED notifiziert (Dritter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg, 2012).

Weitere nationale Langfristziele bezüglich der Weiterentwicklung der Energieeffizienz in Luxemburg sind im 4. Nationalen Energieeffizienzaktionsplan von Luxemburg dargestellt (NEAP 2017). Für 2020 wurde von Luxemburg nach Artikel 3, Absatz 1 der EED ein Energieeffizienzziel von 49.292 GWh festgelegt (NEAP 2017). Um dieses Energieeffizienzziel zu erreichen sind zwangsläufig Maßnahmen in allen Sektoren notwendig.

2.3. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“

Luxemburg verfügt weder über eigene Großkraftwerke zur Stromerzeugung noch über Anlagen zur Gaserzeugung und -speicherung. Es ist deshalb in hohem Maße von Energieimporten und damit von einem funktionierenden europäischen Binnenmarkt für Strom und Gas abhängig. Luxemburg strebt deshalb eine zügige Vollendung des Strombinnenmarktes mit intensivem grenzüberschreitendem Wettbewerb zwischen Versorgern sowie eine zügige Erschließung des Flexibilitätspotenzials von Verbrauchern an. Luxemburg spricht sich darüber hinaus für eine weitere Intensivierung der regionalen

Zusammenarbeit im Bereich der Versorgungssicherheit bei Strom und Gas aus. Darüberhinausgehende nationale Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit bei Strom und Gas werden aktuell nicht für notwendig und zielführend gehalten.

Durch den zur Erreichung der Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien und der Dekarbonisierung notwendigen Ausbau erneuerbarer Energien wird Luxemburg seine Abhängigkeit von Stromimporten spürbar verringern können. Wegen beschränkter realisierbarer Ausbaupotenziale bei den erneuerbaren Energien werden heimische Energieträger dennoch auch in Zukunft nur einen beschränkten Beitrag zur luxemburgischen Energieversorgung leisten können. Im Bereich der Lastflexibilität strebt Luxemburg eine deutliche Erhöhung des Anteils aktiv am Strommarkt teilnehmender Verbraucher an.

2.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“

2.4.1. Verbundfähigkeit der Stromnetze

Luxemburg ist zur Deckung seines Strombedarfs nahezu vollständig auf Importe angewiesen. Deswegen verfügt es schon heute über Interkonnektorkapazitäten, die weit über den 2030 Zielen entsprechend dem Ratsbeschluss von Oktober 2014 liegen. Rechnerisch liegt der Verbundgrad bezogen auf die Jahreshöchstlast aktuell bei ca. 270%. Er wird sich mit den aktuell geplanten Netzausprojekten im Jahr 2030 auf ca. 400% erhöhen können und dürfte somit ausreichende Reserven bieten um zukünftige Verbrauchssteigerungen in allen Bereichen flexibel darstellen zu können.

2.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur

Im Gasbereich wird die aktuell vorhandene Übertragungsnetzinfrastruktur in der Langfristperspektive als ausreichend angesehen, insbesondere, weil durch die Stilllegung des Kraftwerks TwinErg die Spitzennachfrage deutlich zurückgegangen ist. Ein weiterer Ausbau der grenzüberschreitenden Verbindungen ist aktuell nicht notwendig. Gleichzeitig soll der gemeinsame Gasmarkt mit Belgien weiter vertieft werden.

Im Strombereich ist die Einbindung Luxemburgs in den europäischen Stromverbund durch die Inbetriebnahme eines Phasenschiebertransformators und die Etablierung einer dauerhaften Leitungsverbindung zwischen dem luxemburgischen und belgischen Übertragungsnetz deutlich verbessert worden. Diese Verbindung wird aktuell im Testbetrieb betrieben. Sobald die

organisatorischen Voraussetzungen zur Einbeziehung in die Kapazitätsberechnung in der Region CWE gegeben sind, soll die Verbindung in den kommerziellen Betrieb übergehen. Luxemburg strebt an, diese vermaschte Einbindung mittelfristig weiter zu verstärken. Da u. a. durch den erwarteten Bevölkerungsanstieg ein Anstieg der Stromnachfrage und Spitzenlast in Luxemburg erwartet wird, ist der Ausbau der bestehenden Interkonnektoren notwendig. Der Übertragungsnetzbetreiber Creos plant deshalb bis 2020 die Umrüstung einer bestehenden 220-kV-Kuppelleitung in Richtung Deutschland auf Hochtemperaturseile sowie mittel- bis langfristig die Aufrüstung/Verstärkung der 220kV-Trasse Richtung Deutschland. Es ist auch weiterhin nicht geplant das öffentliche Luxemburger Stromnetz an das französische Stromnetz anzubinden.

2.4.3. Marktintegration

Gerade für den Strombereich ist aus luxemburgischer Perspektive die Vollendung des Energiebinnenmarktes von zentraler Bedeutung. Luxemburg unterstützt die Bemühungen der europäischen Kommission zur Erarbeitung eines neuen europäischen Marktdesigns für die Strommärkte. Dabei kommt der Kohärenz des Strommarktdesigns in den Mitgliedsstaaten überragende Bedeutung zu. Nationale Sonderwege belasten lediglich die Stromverbraucher, vernachlässigen die Auswirkungen auf andere Mitgliedsländer und gefährden im schlechtesten Falle die Versorgungssicherheit.

In einem vollendeten Strombinnenmarkt sollten Ländergrenzen für die Marktakteure keine herausragende Bedeutung mehr haben. Die luxemburgische Regierung, die Regulierungsbehörde ILR und der Übertragungsnetzbetreiber Creos arbeiten in den europäischen Gremien und Institutionen aktiv an der Weiterentwicklung des Strombinnenmarktes mit.

Besondere Bedeutung kommt dabei der Zusammenarbeit im Rahmen des sogenannten Pentalateralen Energieforums (PLEF) zu, das neben Luxemburg Belgien, die Niederlande, Frankreich, Deutschland, Österreich und die Schweiz umfasst. Diese technisch und wirtschaftlich eng vernetzte Region übernimmt seit Jahren eine Vorreiterrolle bei der Zusammenführung der europäischen Strommärkte. Innerhalb des PLEF ragt die enge Integration der Strommärkte von Deutschland und Luxemburg mit dem länderübergreifenden Marktgebiet noch einmal heraus. Luxemburg strebt die Aufrechterhaltung dieses gemeinsamen Marktgebietes und die weitere Vertiefung der Zusammenarbeit an.

Luxemburg wird untersuchen, ob durch den Abschluss von bilateralen Verträgen mit anderen Mitgliedsstaaten zur wechselseitigen Solidarität in Energiekrisen die Versorgungssicherheit in Luxemburg verbessert werden kann.

Im europäischen Vergleich liegen die Strom- und Gaspreise für Endverbraucher in Luxemburg deutlich unter dem europäischen Durchschnitt. Der Anteil von Verbrauchern, die ihren Versorger wechseln liegt aber relativ niedrig. Eine Erhöhung dieses Anteils wird angestrebt. Durch aktiven Vergleich der Tarife ihres Anbieters mit denen der Wettbewerber und ggf. einen Anbieterwechsel können Energieverbraucher ihre Energiekosten deutlich senken. Eine gute Vergleichbarkeit und Transparenz der Preise wird deshalb angestrebt.

Um die Markteinbindung aktiver Verbraucher zu verbessern, sei es durch dezentrale Produktion oder durch Teilnahme an zu definierenden Flexibilitätsmärkten, wird Luxemburg bis 2019 95% der Stromzähler auf Smart Meter umstellen.

Zur Verbesserung der Marktintegration erneuerbarer Energien hat Luxemburg Teile seines Fördersystems auf eine gleitende Marktprämie umgestellt. Darüber befinden sich gemeinsame grenzüberschreitende Ausschreibungen erneuerbarer Energien mit anderen europäischen Ländern in der Planung.

2.4.4. Energiearmut

Für Energiearmut gibt es in Luxemburg bisher keine feststehende Definition. Aktuell wird sich an der durch das Luxemburger Institut für sozioökonomische Forschung (im Folgenden „LISER“) geprägten Terminologie orientiert. Laut LISER ist ein Haushaltskunde von Energieunsicherheit betroffen, wenn er nicht genügend Mittel hat um die Wohnung zu heizen oder wenn er seine Elektrizitäts-, Gas-, Wasser- oder Heizkosten wegen fehlender finanzieller Mittel in den letzten 12 Monaten nicht bezahlen kann.

Luxemburg hat eine weitreichende Politik um allgemeine Armut zu bekämpfen (Mindestlohn, REVIS,...). Zusätzlich bestehen in Luxemburg eine Reihe von Maßnahmen um den Menschen in Energiearmut gezielt zu helfen.

Die Gesetze vom 1. August 2007 über die Organisation des Strommarktes und die Organisation des Erdgasmarktes sehen vor, dass ein Haushaltskunde, der seine Strom- oder Gasrechnungen nicht bezahlen kann, Sozialhilfe vom zuständigen Sozialamt erhalten kann. In diesem Fall besteht für den Netzbetreiber die Verpflichtung, bei den betroffenen Kunden auf Anfrage des oder der Lieferanten einen Vorauszahlungszähler einzurichten.

Das Gesetz vom 18. Dezember 2009 zur Organisation der Sozialhilfe sieht seinerseits vor, dass bei Anwendung der in den oben genannten Gesetzen zur Organisation des Strom- und Erdgasmarktes festgelegten Verfahren das zuständige Sozialamt eine Prüfung vornehmen muss, ob der Haushaltskunde in der Lage ist, seine Energierechnungen zu bezahlen und Anspruch auf Sozialhilfe hat. In diesem Fall informiert er die betroffenen Lieferanten und behandelt die Abwicklung der Zahlungsverpflichtungen des betroffenen Kunden.

In diesem Zusammenhang, und um Erfahrung im Umgang mit solchen prekären Situationen erhalten zu können, hat My Energy GIE (im Folgenden „myenergy“) in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur, dem Ministerium für Familie, Integration und der Großregion und den Sozialämtern ein Unterstützungsprojekt für einkommensschwache Haushalte gestartet. Hauptziel dieses Projekts ist, die mit der Energiesituation verbundenen Probleme der Haushalte besser zu identifizieren und sie durch grundlegende Informationen und Beratung (Verhaltensberatung, Investitionsvorschläge für Energieeinsparungen und Energieeffizienz usw.) besser unterstützen zu können. Ein weiteres Ziel besteht darin, die betroffenen Haushalte nicht nur finanziell zu unterstützen, sondern auch die Energiearmut zu bekämpfen und den Energieverbrauch langfristig zu verändern bzw. zu senken. Basierend auf einer von myenergy erstellten Checkliste können die Sozialämter mit den betroffenen Haushalten deren Situation in einer ersten Phase bewerten. Auf der Grundlage dieser Checkliste kann myenergy die Situation mit einem Energieberater überprüfen. Im Falle wo dabei energieintensive Geräte (Gefrierschrank, Waschmaschine, Spülmaschine oder Kühlschrank) identifiziert werden, kann der betroffene Haushalt beim zuständigen Sozialamt einen Antrag stellen, um einen öffentlichen Zuschuss in Höhe von 75% des Preises einschließlich Mehrwertsteuer in Höhe von höchstens 750 EUR pro Gerät zu erhalten. Die Sozialämter können einen Finanzierungsplan mit dem betroffenen Haushalt erstellen (für den Teil, der nicht bezuschusst wird) und mit dem Haushalt den Kauf eines neuen Elektrogeräts durchführen.

2.5. Dimension “Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit”

Luxemburg ist ein dynamisches Land in Bezug auf industrielle Forschung, Entwicklung und Technologie. Um den Übergang in eine emissionsarme Wirtschaft vollziehen zu können, sind erhebliche Anstrengungen bei der Unterstützung der technologischen Entwicklung sowie der Forschung und Entwicklungen neuer Technologien erforderlich. Die Entwicklungen von Aktivitäten in der Forschung und Innovation sind für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes von entscheidender Bedeutung, und deshalb investiert die luxemburgische Regierung erhebliche finanzielle und organisatorische Ressourcen in diese Aktivitäten.

Der Europäische Rat hat im Juni 2010 die Entwicklung der Strategie *Europa 2020* angenommen und bestätigte so die fünf gemeinsamen EU-Ziele: die Beschäftigung der Erwerbsfähigen zu fördern, die Zugangsbedingungen für Innovation, Forschung und Entwicklung zu verbessern, die Zielsetzungen im Bereich Klimawandel und Energie zu erreichen, das Bildungsniveau zu verbessern sowie die soziale Integration zu fördern, insbesondere durch die Verringerung der Armut. Jeder Mitgliedsstaat hat seine nationalen 2020-Ziele auf die Kernziele der EU abgestimmt, sowie eine Reihe von Maßnahmen in seinem nationalen Reformprogramm (NRP) festgelegt. Das NRP ist ein zentraler Beitrag der Mitgliedstaaten zur Strategie Europa 2020. Im letzten NRP Luxemburgs⁸ vom April 2018 wird für Luxemburg erläutert, wie die Ziele erreicht werden sollen. Die Umsetzung einer wirksamen Forschungspolitik für den öffentlichen Sektor, als auch für den privaten Sektor ist eine Priorität der luxemburgischen Regierung. Für 2020 hat Luxemburg sich ein Intervall von 2,3% bis 2,6% des BIP (0,7% bis 0,9% für den öffentlichen Sektor) als nationales Ziel der Forschungsintensität festgelegt. Die entsprechenden wichtigsten Maßnahmen zur Erreichung des nationalen Ziels sind im NRP enthalten. In Luxemburg ist die Entwicklung der staatlichen Mittel zugunsten der Forschung und Innovation, sowohl für den öffentlichen Sektor wie für den privaten Sektor stetig gewachsen, von 23,6 Mio. EUR im Jahr 2000 (0,13% des BIP) auf 345,5 Millionen im Jahr 2017 (0,67% des BIP).

Die öffentliche Unterstützung für Forschung und Entwicklung konzentriert sich auf Innovationen in allen Unternehmen. Die Forschung und Entwicklung konzentrierte sich traditionell auf die Sektoren Stahl, Luftfahrt und den Automobilsektor. In den letzten Jahren hat die Regierung aber erhebliche

⁸ <https://odc.gouvernement.lu/fr/publications/rapport-etude-analyse/programme-national-de-reforme/2018-pnr-luxembourg-2020.html>

Anstrengungen unternommen, um weitere Schwerpunkte in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Logistik, Gesundheitstechnologien, Energie und Umwelttechnologien zu entwickeln. Die Umwelttechnologien gehören zu den Prioritäten der luxemburgischen wirtschaftlichen Diversifizierungsstrategie. In den letzten Jahren hat Luxemburg sich in den Bereichen vom nachhaltigen Bauen, der nachhaltigen Mobilität und der Kreislaufwirtschaft konkret weiterentwickelt. Initiativen in diesen Bereichen stehen im Einklang mit der EU-Politik und den verschiedenen Richtlinien zu Themen wie Energieeffizienz von Gebäuden, intelligenten Verkehrssystemen oder Ökodesign-Anforderungen.

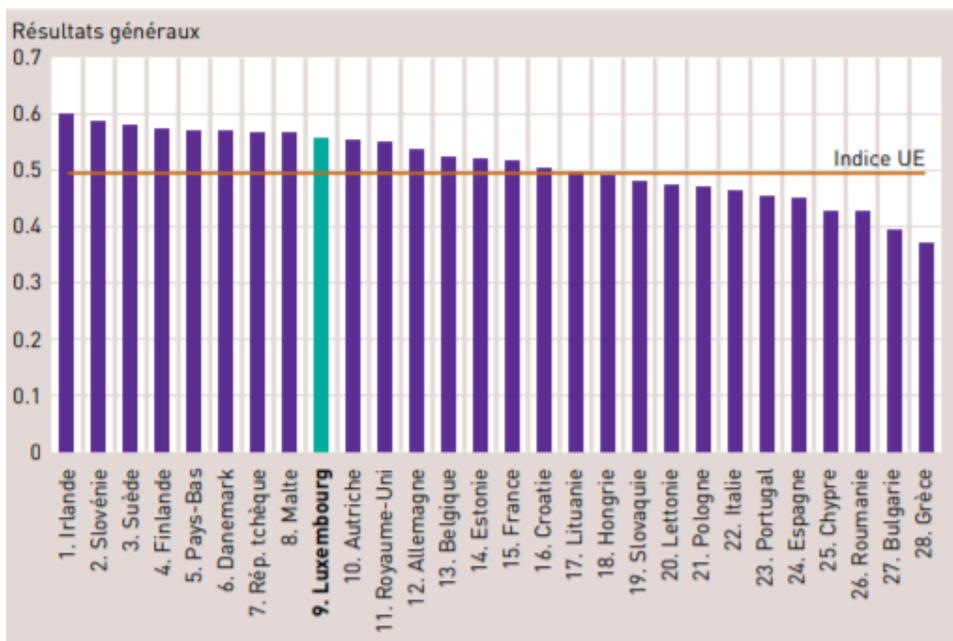
Darüber hinaus verfügt Luxemburg auch über Innovationscluster, die den vorgenannten Themen gewidmet sind. Dabei spielen öffentliche Forschungsakteure, einschließlich der Universität Luxemburg, eine Schlüsselrolle. Gleiches gilt für Luxinnovation, die nationale Agentur zur Förderung von Innovation und Forschung, die ihrerseits personalisierte Beratung und Unterstützungsdienste für die Akteure und die Regierung in den Bereichen Forschung und Innovation bietet (Zugang zu Finanzierungsmöglichkeiten, Partnersuche, Unternehmensgründung usw.) und damit eine wichtige Rolle im Bereich der europäischen Netzwerke in diesem Bereich spielt.

Um die Wettbewerbsfähigkeit des Landes zu stärken hat Luxemburg in den letzten Jahren mittels einer aktiven Wirtschaftspolitik den für die Entwicklung neuer Aktivitäten notwendigen liberalen, modernen, flexiblen, anreizenden und innovativen Rechtsrahmen geschaffen.

Hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit werden immer mehr zusammengesetzte Indexwerte für internationale Vergleiche verwendet, die mehrere Informationen zu einem einzigen numerischen Wert zusammenfassen und deswegen nur ein grobes Gesamtbild der territorialen Wettbewerbsfähigkeit wiedergeben. In Luxemburg analysiert und überwacht das „Observatoire de la Compétitivité“ (ODC), in seinem jährlichen Wettbewerbsbericht⁹ eine Vielzahl der internationalen Bezugswerte und Rankings. Das ODC verfolgt die Jahresberichte, unter anderem des *World Economic Forum*, des *Institute for Management Development*, der *Heritage Foundation* und der Europäischen Kommission. Laut der Bilanz liegt Luxemburg für die große Mehrheit der analysierten Benchmarks auf EU-Ebene in den Top 10.

⁹ https://odc.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniqués%2B2018%2B11-novembre%2B13-bilan-competivite-2018.html

Neben den internationalen Bezugswerten befasst sich das ODC, seit 2004, auch mit einem nationalen „scoreboard“ für die Wettbewerbsfähigkeit, zur Messung und Bewertung der Wettbewerbsposition Luxemburgs, dessen Ergebnisse im Wettbewerbsbericht veröffentlicht und mit Sozialpartnern und Experten diskutiert werden. Seit 2017 hat das ODC eine neue nationale „scorecard“¹⁰ entwickelt, die ein flexibles Instrument ist, welches sich im Laufe der Zeit weiterentwickeln und bei Bedarf anpassen kann. Es deckt die Dimensionen Wettbewerbsfähigkeit, Wohlergehen und Nachhaltigkeit ab und gewährleistet gleichzeitig ein Gleichgewicht zwischen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Aspekten. In diesem Luxemburger Bezugswert werden 68 verschiedene Indikatoren analysiert. Dieses Instrument ermöglicht die Zusammenfassung der Leistungen der Länder in den Indikatoren der drei Aspekte Wirtschaft, Soziales und Umwelt und den damit verbundenen Vor- und Nachteilen. In der Gesamtwertung liegt Luxemburg auf EU-Ebene an der 9. Stelle und sichert sich damit seine Position unter den Ländern mit "hoher Leistung". Das Ergebnis des nationalen „scoreboard“ bestätigt die Bilanz der analysierten internationalen Bezugswerte auf EU-Ebene.



Bezüglich der Innovation kann man sich auf eine jährliche vergleichende Bewertungsanalyse der europäischen Kommission referieren, welche die Innovationsleistung der EU-Mitgliedsstaaten misst indem sie die Innovationsleistung mit dem internationalen Wettbewerb vergleicht. Dieser sogenannte,

¹⁰ <https://odc.gouvernement.lu/fr/statistiques/tableau-bord-competitivite.html>

„European Innovation Scoreboard“, bewertet die relativen Stärken und Schwächen nationaler Forschungs- und Innovationssysteme und hilft den Ländern, Bereiche zu identifizieren, die sie angehen müssen. In der EIC 2018 Ausgabe wird hervorgehoben, dass sich die Innovationsleistung der EU-Mitgliedsstaaten weiter verbessert, der Fortschritt sich beschleunigt und die Aussichten sehr positiv sind. Seit 2010 ist die durchschnittliche Innovationsleistung der europäischen Union um 5,8 Prozentpunkte gestiegen, und es wird erwartet, dass sie sich in den nächsten zwei Jahren um weitere 6 Prozentpunkte verbessern wird. Die Bewertung 2018 wird von Schweden angeführt (durchschnittliche Bewertung: 0,710 von 1), gefolgt von Dänemark (0,668) und Finnland (0,649). Luxemburg schließt sich auch der Gruppe der Innovations-Leader an und belegt Platz 6 (0,611).

3. Strategien und Maßnahmen

3.1. Dimension „Dekarbonisierung“

3.1.1. Emissionen und Abbau von Treibhausgasen

Zentrale, sektorübergreifende Strategien und Maßnahmen zur Erfüllung der THG-Minderungsziele bis 2030 umfassen unter anderem die Einführung eines Klimarahmengesetzes, die Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden, die Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte sowie ein Paket von Finanzierungsinstrumenten.

Einführung eines Klimarahmengesetzes

Die im Dezember 2018 unterzeichnete Koalitionsvereinbarung 2018-2023 sieht die Einführung eines Klimarahmengesetzes zur Stärkung der Governance der nationalen Klimapolitik vor. Im Rahmen der europäischen Governance soll dieses Gesetz ein koordiniertes und integriertes Vorgehen zwischen allen betroffenen Akteuren, Ebenen und Sektoren sowie eine bessere Kohärenz bei der Umsetzung ermöglichen.

Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden

Zur Orientierung und Gestaltung der kommunalen Klima- und Energiepolitik verfügt Luxemburg mit dem Klimapakt (siehe Beschreibung unter Kapitel 1.2) über ein wirkungsvolles und gesetzlich verankertes Instrument („Loi modifiée du 13 septembre 2012 portant création d'un pacte climat avec les communes“). Im Hinblick auf eine in der Koalitionsvereinbarung 2018-2023 festgehaltene Weiterentwicklung des Klimapakts über das Jahr 2020 hinaus wurden bereits folgende Ansätze im Austausch mit den bei der Umsetzung mitwirkenden Akteuren identifiziert: Ausbau eines projektbezogenen Ansatzes, verstärkte Beteiligung von Bürgern und Unternehmen, Stärkung der regionalen Zusammenarbeit, Anpassung des Maßnahmenkatalogs, Ausweitung des Monitorings, usw.

Umweltgesetzgebung

Die europäische und nationale Umweltgesetzgebung, insbesondere in den Bereichen der Luftqualität, des industriellen Immissionsschutzes sowie der Abfall- und Kreislaufwirtschaft, führt zu inhärenten Emissionsreduktionen aller relevanten Treibhausgase.

Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte (Kraftstoffe und Heizöl)

Entsprechend der Koalitionsvereinbarung 2018-2023 plant Luxemburg eine Anpassung der Besteuerung von Mineralölprodukten (Kraftstoffe und Heizöl) im Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens. Eine erste Anpassung soll bereits 2019 erfolgen. Ein interministerieller Ausschuss (Finanzen, Umwelt, Energie, Wirtschaft) wird mit folgender Aufgabestellung beauftragt: Monitoring der Entwicklung der Kraftstoffverkäufe; Analyse der Faktoren, die der beobachteten Entwicklung zugrunde liegen; und Überwachung der Auswirkungen der von der Regierung vorgeschlagenen neuen Maßnahmen. Hinsichtlich der Erreichung der Klimaschutzziele soll der Ausschuss darüber hinaus Maßnahmen zur kontinuierlichen Verringerung der Auswirkungen der Kraftstoffverkäufe auf die Treibhausgasbilanz Luxemburgs identifizieren.

Finanzierungsinstrumente

Klima- und Energiefonds

Der Klima- und Energiefonds („*Loi modifiée du 23 décembre 2004 1) établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre; 2) créant un fonds de financement des mécanismes de Kyoto*“) finanziert einerseits staatliche und parastaatliche Projekte in den Bereichen Klimaschutz und erneuerbare Energien auf nationaler Ebene und dient andererseits der internationalen Klimafinanzierung. Der Fonds wird aus zwei Quellen gespeist: Anteil der Kraftstoffsteuer (2,5 €ct/l Diesel und 2 €ct/l Benzin) und 40% der Einnahmen aus der Kfz-Steuer.

Umweltschutzfonds

Über den Umweltschutzfonds („*Loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d'un fonds pour la protection de l'environnement*“) werden kommunale Projekte u.a. in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien gefördert.

Förderprogramm PRIME House und Klimadarlehen

Das Förderprogramm PRIME House („*Loi du 23 décembre 2016 instituant un régime d'aides pour la promotion de la durabilité, de l'utilisation rationnelle de l'énergie et des énergies renouvelables dans le domaine du logement*“) bietet Investitionsbeihilfen zur energetischen Renovierung von Wohngebäuden, zum Bau nachhaltiger Niedrigstenergiegebäude und zum Einsatz erneuerbarer Energien. Das Förderprogramm wurde seit 2001 mehrmals verlängert bzw. angepasst.

Ergänzend zu diesem Förderprogramm wird die energetische Renovierung von Wohngebäuden über zinsreduzierte bzw. – zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte – zinslose Darlehen unterstützt („*Loi du 23 décembre 2016 relative à un régime d’aides à des prêts climatiques*“).

Hinsichtlich der Minderung der energiebedingten THG-Emissionen, welche im Jahr 2016 einen Anteil von rund 89% der THG-Emissionen außerhalb des Emissionshandels in Luxemburg darstellten, sind des Weiteren insbesondere Strategien und Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und zum Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig. Ein breites Spektrum entsprechender Strategien und Maßnahmen sind unter 3.1.2. Erneuerbare Energie, 3.1.3. Weitere Aspekte der Dimension und 3.2. Dimension « Energieeffizienz» näher beschrieben.

Neben den energiebedingten THG-Emissionen von 89% stellt die Landwirtschaft mit einem Anteil von rund 9% der THG-Emissionen außerhalb des Emissionshandels im Jahr 2016 einen weiteren Emissionssektor dar. Die Ausführungen zu den künftigen Strategien und Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft müssen nachgereicht werden, nachdem die Entscheidungen über deren konkrete Ausgestaltung, welche zusammen mit dem Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und ländliche Entwicklung ausgearbeitet werden, vorliegen. Die Landwirtschaft muss ihren Beitrag zur Erfüllung der Vorgaben liefern. Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten einer von Viehzucht geprägten Landwirtschaft sowie in Abhängigkeit einer etwaigen Kompensation durch den Rückgang der energiebedingten THG-Emissionen wird der Beitrag größer oder kleiner ausfallen müssen.

3.1.2. Erneuerbare Energie

Eine detaillierte Erarbeitung des Strategie- und Maßnahmenpakets ist derzeit in der Durchführung. Im Bereich der erneuerbaren Energien umfasst das anvisierte Maßnahmenpaket aber im Wesentlichen eine Fortführung des bestehenden Rahmens, teils verbunden mit einer Straffung der Anreizwirkung – etwa im Bereich der EE-Wärme – bzw. einer Erhöhung der Ambition, beispielsweise im Bereich der Biokraftstoffe, wo eine höhere Beimengungsquote im Zielszenario verglichen mit dem Referenzfall unterstellt wird.

Einer ersten Pilotausschreibung für große Photovoltaik-Anlagen 2018 werden weitere folgen. Geplant sind ab 2020 Ankündigungen für mehrjährige Ausschreibungen, schrittweise werden die ausgeschriebenen Mengen deutlich erhöht (20 MW beim Pilot). Es ist außerdem vorgesehen, dass

zusätzliche Flächen zugelassen werden. Wegen der Flächenknappheit in Luxemburg wird hier eine genaue Analyse durchzuführen sein. Potenziale entlang von Verkehrswegen (Autobahn, Zug) werden derzeit von den zuständigen Stellen geprüft. Diese Analysen müssen unterschiedliche Aspekte abdecken, wie Umweltschutz und Landschaftsschutz, bestehende Netzinfrastruktur sowie dem wirtschaftlich realisierbaren Ausbau bis 2030 Rechnung tragen.

Um eine möglichst hohe Auslastung der Dächer mit Photovoltaikanalgen zu erreichen, sollen diese weiterhin mittels attraktiver Einspeisetarife für Kleinanlagen sowie auch für Kooperativenanlagen gefördert werden. Die Einbindung von Selbstversorger-Konzepten sowie Energiegemeinschaften wird hier eine neue, besondere Rolle zugeschrieben.

2017 schloss Luxemburg als erster EU-Mitgliedstaat Kooperationsverträge mit anderen Mitgliedstaaten ab: über detaillierte Analysen wird ermittelt, in welchem Umfang Luxemburg auf Kooperationsmechanismen angewiesen ist, um die Ziele im Jahre 2020 beim EE-Anteil erfüllen und über 2020 hinaus halten zu können.

Der Zielerreichungskorridor von 23% bis 25% im Jahr 2030 wird mit dem nationalen Ausbau allein nicht zu bewerkstelligen sein. Der nationale EE-Ausbau bis 2030 käme gemäß aktuell ermittelten Berechnungen im Bereich von 20% zu liegen. Die Fehlmenge ist durch Kooperationsmechanismen zu erbringen. Statistische Transfers werden weiterhin eine Rolle spielen. Die Kooperationen sollen aber auch weiterentwickelt werden und konkrete Projekte beinhalten. Der konkrete Rahmen hierfür werden länderübergreifend Benelux und/oder „North Seas Energy Cooperation“ sein, aber auch das Pentilaterale Energieforum (Deutschland, Frankreich, Benelux, Österreich, Schweiz).

Die Möglichkeit von gemeinsamen Ausschreibungen von Photovoltaik-Kapazitäten mit Nachbarländern sollen weiter geprüft werden.

3.1.3. Weitere Aspekte der Dimension

Im Hinblick auf eine emissionsarme Mobilität basiert die Strategie Luxemburgs auf drei Hauptsäulen: Ausbau der aktiven Mobilität, Umschichtung vom Individualverkehr hin zum öffentlichen Transport und Förderung der Elektromobilität. Beispielhaft können in diesem Zusammenhang die neu gebaute Tram in der Hauptstadt, der gratis zu nutzende öffentliche Transport ab 2020, der Ausbau des Fahrradwegnetzes, der landesweite Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität oder auch die

finanziellen Begleitmaßnahmen zur Unterstützung der Elektromobilität (u.a. Förderprogramm PRIME Car-e) genannt werden. In diesem Kontext wurde letztes Jahr das Strategiedokument „Modu 2.0 – Strategie für eine nachhaltige Mobilität“ beschlossen.

Auch der künftige europäische Rechtsrahmen zur Festlegung von CO₂-Grenzwerten für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (endgültiger Kompromiss mit Absenkungen um 37,5% bzw. 31% bis 2030 gegenüber 2021) sowie für Lastkraftwagen (allgemeine Ausrichtung mit einer Absenkung um 30% bis 2030 gegenüber 2020) wird zu einer emissionsärmeren Mobilität beitragen.

3.2. Dimension „Energieeffizienz“

Zukünftige energieeffizienzfördernde Gebäudemaßnahmen im Bereich der privaten Haushalte und dem des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“

Energieeffizienzmaßnahmen und der Wechsel zu EE-Heizsystemen wird in Luxemburg insbesondere durch die Energieeinsparverordnung für Wohn- und Nichtwohngebäude, die Förderprogramme für effiziente Neubauten und Sanierungsmaßnahmen sowie das Förderprogramm für dezentrale Heizsysteme angereizt.

Es erfolgt eine Fortführung bzw. weitere Intensivierung bestehender Politikinstrumente, welche die ordnungsrechtlichen Anforderungen bzw. Mindeststandards bei der Gebäudesanierung im Bestand im Zeitraum 2020 bis 2030 verschärfen. Gleichzeitig findet damit auch eine Verschiebung der finanziellen Förderung zu höheren Effizienzstandards statt, womit die Sanierungstiefe adressiert wird. Bei der Anpassung sind hingegen keine weiteren Politikmaßnahmen vorgesehen, die sich auf die Sanierungsrate beziehen, da die Priorität auf qualitativ hochwertige Sanierungen von Bestandsgebäuden gelegt wird.

Zukünftige energieeffizienzfördernde Maßnahmen und Rahmenbedingungen in der Industrie bis 2030

Als zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen gegenüber der Baseline-Entwicklung werden eine verstärkte Anwendung der ISO 50001 sowie von Pflichtaudits für die Nicht-KMU (im Rahmen der EU-EDL-Richtlinie) und die Einführung von Energieeffizienz-Netzwerken in Luxemburg (entweder nach dem Schweizer Modell oder dem deutschen, mehr wettbewerblichen und freiwilligen Modell) erwartet. Hinzu kommen verbesserte Beratungsleistungen durch qualitativ hochwertige Fortbildungen der energietechnischen

Berater und zunehmende Angebote bzw. Akzeptanz von Energiedienstleistungen der Energieversorger und sonstigen Anbietern (z.B. Contracting-Unternehmen und Finanzierungsangebote von Maschinen- und Anlagenherstellern). Aufgrund des fundierteren Informationsstands in Sachen Energieeffizienz bei allen Akteuren der Wirtschaft sollen zukünftig höhere und frühere Investitionen in neue, energieeffizientere Maschinen und Anlagen auch bei fälligen Re-Investitionen erfolgen.

Die Produktion der drei energieintensiven Produktgruppen (Stahl, Zement, Glas) und der sonstigen Industrie nimmt bis 2020 wegen der schnellen Bevölkerungsentwicklung und der zunehmenden Flächen für Wohnen und Dienstleistungen in ihrer Tonnage deutlich zu, um dann im kommenden Jahrzehnt zu stagnieren und dann zwischen 2025 und 2030 aufgrund von Sättigungseffekten und höherer Materialeffizienz leicht rückläufig zu sein.

Die Wachstumsraten der Bruttowertschöpfung der drei energieintensiven Branchen sind noch mit 1 % pro Jahr durch Trend zu höherer Materialqualität (z.B. Sonderzemente, Spezialstähle und -gläser) und produktbegleitenden Dienstleistungen leicht steigend. Der interindustrielle Strukturwandel - und damit die strukturell bedingte Abnahme der Energieintensität der Luxemburgischen Industrie - erfolgt insbesondere nach 2020, wo die Bruttowertschöpfung der sonstigen Industrie mit gut 2 %/a doppelt so schnell zunimmt wie die der drei energieintensiven Grundstoffe.

Für die übrige Industrie von Luxemburg kommt insbesondere die freiwillige Vereinbarung von etwa 1.000 GWh zusätzlicher Energieeinsparungen ab 2020 zum Tragen; d.h. ca. 12 % Verminderung binnen 12 Jahren.

Zukünftige energieeffizienzfördernde Maßnahmen beim Verkehr

Durch Erhöhung der Kraftstoffsteuer in Luxemburg werden beim Inlandsverkehr Einsparungen bei den verschiedenen Energieträgern der entsprechenden Fahrzeuge erwartet. In Abhängigkeit von der Höhe der Preiselastizität der entsprechenden Energieträger fällt die Höhe der Nachfrageeinsparung der einzelnen Energieträger aus.

Heute sind die Endkundenpreise für Benzin und Diesel im Vergleich zu den angrenzenden Nachbarstaaten (Frankreich, Belgien, Deutschland) noch immer günstig, sodass sich zahlreiche Pendler aus dem Ausland in Luxemburg mit preiswertem Kraftstoff versorgen. Dieser Effekt wird zurückgehen, wenn die Kraftstoffpreise in Luxemburg erhöht werden und sich die Preisdifferenz zu den

Nachbarländern somit entsprechend reduziert. Die Höhe der Abnahme der Treibstoffexporte hängt dabei von der unterstellten Preiserhöhung ab.

Der Fahrzeugbestand in Luxemburg weist u. a. in Abhängigkeit vom Alter der zugelassenen Fahrzeuge einen spezifischen Energieverbrauch und entsprechende spezifische CO₂-Emissionen (g/km) auf. Durch die kontinuierliche Neu- und Weiterentwicklung im Antriebsbereich sowie z. B. im Bereich des Leichtbaus oder der Aerodynamik steigt die Energieeffizienz von entsprechenden Neufahrzeugen.

3.3. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“

Im Gasbereich sind die Mitgliedsstaaten gehalten, bilaterale Vereinbarungen zu Bedingungen und Konditionen zu treffen, um im Anforderungsfalle benachbarter Mitgliedsstaaten Solidarität nach Artikel 13 der Verordnung 2017/1938/EU leisten zu können. Hierzu wurden erste Gespräche mit dem Gas-Fernleitungsnetzbetreiber Creos geführt, welcher dabei ist, die entsprechenden Schritte und Analysen in die Wege zu leiten.

Gemäß Artikel 7 der EU-Verordnung 2017/1938 vom 25. Oktober 2017 nimmt Luxemburg aktuell zudem Risikobewertungen zur Sicherheit der Gasversorgung vor. Aktuelle Analysen weisen darauf hin, dass die Versorgungssicherheit Luxemburgs zwar im hohen Maße von den Nachbarländern abhängig ist, da Luxemburg weder über eine eigene Förderung noch über umfassende Speicherkapazitäten verfügt, der Ausfall der größten Gasinfrastruktur allerdings durch nachfrageseitige Maßnahmen bewältigt werden kann. Diese nachfrageseitigen Maßnahmen können dabei auf Industriekunden beschränkt werden, so dass die Versorgung geschützter Kunden gewährleistet würde. Gleichzeitig können negative wirtschaftliche Implikationen bei einem längerfristigen Ausfall eines Netzkopplungspunktes nicht ausgeschlossen werden.

Im Strombereich stellt aus luxemburgischer Perspektive die regionale Zusammenarbeit innerhalb des PLEF den wichtigsten Mechanismus zur frühzeitigen Erkennung von Versorgungssicherheitsproblemen dar. Luxemburg und der luxemburgische Übertragungsnetzbetreiber Creos unterstützen aktiv die Erstellung des *PLEF Adequacy Assessments*, das zuletzt im Februar 2018 aktualisiert wurde. Insbesondere die erstmalige Einbeziehung der *Flow-Based*-Kapazitätsberechnungsmethode hat die Aussagekraft des Monitorings weiter erhöht. Auf Basis dieses Monitorings sind für Luxemburg aktuell keine kritischen Versorgungssicherheitsrisiken erkennbar.

Auf nationaler Ebene erstellt Luxemburg darüber hinaus in zweijährlichem Turnus Berichte zum Stand der Versorgungssicherheit in der Strom- und Gasversorgung. Diese Berichte betrachten nicht nur die Aufkommenssituation, sondern untersuchen auch, inwieweit die Netzbetreiber in Luxemburg ausreichende Investitionen zum Ausbau und zur Erhaltung ihrer Netze tätigen.

Insbesondere auf Übertragungsnetzebene sind in den nächsten Jahren relevante Netzausbaumaßnahmen geplant. Die Finanzierung von Projekten zur Gewährleistung der sicheren Energieversorgung Luxemburgs über die Netzentgelte ist sichergestellt.

Mehr oder minder 60% der in Luxemburg genutzten Endenergie werden im Transportbereich verbraucht (alle Zahlen: Statec 2016). Das Ziel Luxemburgs im Transportbereich ist eine nachhaltige Mobilität in allen Bereichen in die Wege zu leiten. Hierzu gehört einerseits eine maximale Umschichtung vom Individualverkehr hin zum öffentlichen Transport und andererseits den Weg einer emissionsfreien Mobilität zu beschreiten. Die in Kapitel 3.1.3 angesprochenen Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz und Reduzierung der CO₂ Emissionen werden auch durch die Reduzierung der fossilen Brennstoffe zu einer Verbesserung der Versorgungssicherheit beitragen. Daneben gehört Luxemburg in den europäischen Gremien zu den Verfechtern strenger Grenzwerte für Personen- und Lastkraftwagen, die weiterhin auf fossilen Brennstoffen zurückgreifen.

Trotz der vielen getroffenen und geplanten Initiativen, die die Mobilität zukünftig nachhaltig und Kohlendioxid frei gestalten sollen, muss parallel heute auch noch Sorge getragen werden, die Versorgung von heute noch notwendigen fossilen Brennstoffen sicher zu gestalten, sei es über den Weg der Diversifizierung der Herkunftsquellen oder der Versorgungswege oder über die Vorhaltung ausreichender Vorräte von Mineralölprodukten zur Überwindung möglicher Versorgungseingänge.

Da Luxemburg keine Raffinerien auf nationalem Territorium beherbergt, und aus diesem Grunde kein Rohöl, sondern ausschließlich Mineralölprodukte importiert, ist der Handlungsspielraum bei der Diversifizierung der Ursprungsländer sehr begrenzt. Betreffend die Importe der Mineralölprodukte nach Herkunftsländern ist zu berücksichtigen, dass der weitaus größte Teil aus Belgien stammte, gefolgt von Deutschland, Frankreich und den Niederlanden. Im Sinne der Versorgungssicherheit ist es in Zukunft wichtig, dass die Diversifizierung der Herkunftsländer weiterhin aufrechterhalten wird.

Des Weiteren ist es, insbesondere in der Situation Luxemburgs, für die Versorgungssicherheit wichtig, dass auch die Versorgungswege diversifiziert sind. Da die Treibstoffversorgung des Flughafens in Luxemburg direkt über eine unterirdische Pipeline (CEPS) gesichert wird, betrifft die Diversifizierung der Versorgungswege prioritär die Mineralölprodukte Diesel, Benzin und Heizöl. Der wesentliche Anteil der Importe erfolgt über die Straße, während lediglich nahe ein Fünftel über die Bahn abgewickelt werden. Der restliche Anteil der Importe erfolgt per Schiff. Wegen begrenzter Einflussmöglichkeiten auf die Transportwege ist es für Luxemburg notwendig genügend Vorräte an Mineralölprodukten auf nationalem Territorium vorzuhalten um etwaige Ausfälle bei den Versorgungswegen kompensieren zu können.

Als Mitglied der Europäischen Union (EU) und der Internationalen Energie Agentur (IEA) ist Luxemburg verpflichtet, Vorräte an Mineralöl entsprechend durchschnittlich 90 Tagen der Importe des Vorjahres zu halten. In der Praxis hat Luxemburg seine internationalen Verpflichtungen hinsichtlich der Bevorratung von Mineralöl über die letzten Jahre dauerhaft eingehalten. Dabei haben die Importeure von Mineralölprodukten die nationale gesetzliche Verpflichtung der Pflichtlagerhaltung von acht Tagen auf nationalem Territorium eingehalten, während die anderen Mengen entweder auf regionalem Territorium außerhalb Luxemburgs oder darüber hinaus in der EU gelagert wurden.

Obwohl die im Inland ausgewiesenen Lagerbestände im Krisenfall eher gesichert zugänglich sind, kann man wegen der begrenzten Größe Luxemburgs auch davon ausgehen, dass die Lagerbestände im näheren Ausland im Falle einer lokalen Krise gesichert nach Luxemburg transportiert werden können. Bei Lagerbeständen die weiter von Luxemburg entfernt gehalten werden, ist davon auszugehen, dass im Krisenfall ein zeitnaher Transport dieser Lagerbestände nach Luxemburg mit größeren logistischen Aufwendungen (Transportkapazitäten, Zeitaufwand, ...) verbunden sein dürfte. Sollten künftig die Verbräuche des Transportsektors deutlich und dauerhaft eine rückläufige Entwicklung erfahren, müsste die Notwendigkeit neuer zu errichtender Tanklager angepasst werden.

Um die Abhängigkeit vom Erdöl so weit wie möglich zu verringern und die Umweltbelastung durch den Verkehr zu begrenzen wird Luxemburg einen nationalen Strategierahmen für die Marktentwicklung bei alternativen Kraftstoffen im Verkehrsbereich und für den Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen festlegen. Grundgedanke dieser Strategie wird sein, dass alle in Frage kommenden alternativen Kraftstoffe auf erneuerbaren Energien fußen müssen.

3.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“

3.4.1. Strominfrastruktur

Aufgrund der hohen Importabhängigkeit Luxemburgs verfügt es bereits heute über Strom-Interkonnektorkapazitäten, die die Versorgungssicherheit nachhaltig gewährleisten können. Dies zeigt sich insbesondere in dem hohen Last-Verbundgrad, der deutlich über den 2030 Zielen des Ratsbeschlusses liegt und sich entsprechend der geplanten Netzausbauprojekte bis 2030 weiter erhöhen wird. Diese bereits geplanten Netzausbauprojekte sind somit hinreichend, so dass, Umsetzung der heute absehbaren Netzausbau- und -verstärkungsmaßnahmen vorausgesetzt, keine weiteren Maßnahmen zur Erweiterung der Strominfrastruktur angereizt werden müssen.

3.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur

Durch die Stilllegung des Gas-Kraftwerks TwinErg ist die Spitzennachfrage nach Gas deutlich zurückgegangen. Mittelfristig ist auch nicht davon auszugehen, dass neue Gaskraftwerke in Luxemburg in Betrieb genommen werden. Die bestehende Gasinfrastruktur, die eine Gasnachfrage zur Stromerzeugung vorgesehen hat, ist daher für die aktuelle und absehbare Versorgungsaufgabe ausreichend dimensioniert. Entsprechend sind keine weiteren Maßnahmen zur Erweiterung der Gasinfrastruktur vorgesehen. Die Importkapazität wird mittels anderer Maßnahmen, wie bspw. die verbesserte Nutzung dieser Kapazitäten durch länderübergreifende Kooperationen erhöht.

3.4.3. Marktintegration

Eine wesentliche Maßnahme zur Verbesserung der Marktintegration Luxemburgs im Gasbereich war die Einführung des gemeinsamen Gasmarkts BeLux mit Belgien im Jahr 2015. Durch diesen gemeinsamen Gasmarkt haben in Luxemburg tätige Versorger einen einfacheren Zugang zum liquiden Handelsplatz Zeebrugge sowie zu LNG-Terminals und Gasspeichern. Dies fördert den Wettbewerb im gesamten gemeinsamen Markt und ermöglicht den Gaskunden eine höhere Versorgungssicherheit zu günstigeren Kosten.

Im Strombereich wurde die Marktintegration Luxemburgs auf technischer Seite durch die Errichtung eines Phasenschiebertransformators in Schiffflange und die damit technisch mögliche vermaschte Einbindung des luxemburgischen Verbundnetzes in das europäische Übertragungsnetz mit permanenten Verbindungen nach Deutschland und Belgien bereits signifikant verbessert. Luxemburg strebt an, die

aktuell im Testbetrieb laufende Verbindung zeitnah in den kommerziellen Betrieb zu übernehmen und ihre Übertragungskapazität für das *Flow Based Market Coupling* in der CWE Region zur Verfügung zu stellen.

Als Teil des gemeinsamen Marktgebietes mit Deutschland unterstützt Luxemburg aktiv das Zusammenwachsen der Intraday- und Balancingmärkte in Europa und insbesondere in den Regionen CWE bzw. Core. Der Übertragungsnetzbetreiber Creos untersucht gerade in einer Studie, wie luxemburgischen Netzkunden der Zugang zum deutschen und europäischen Regelenenergiemarkt geöffnet werden kann. Dabei stellt eine besondere Herausforderung dar, dass das Übertragungsnetz der Creos keine eigene Regelzone darstellt, sondern in einer gemeinsamen Regelzone mit dem Regelzonenführer Amprion (D) betrieben wird. Der Zugang für luxemburgische Netzkunden zum deutschen und europäischen Regelenenergiemarkt bietet das Potential die dezentrale Stromproduktion in Luxemburg zu dynamisieren und sowohl Haushalts- und Gewerbekunden wie auch der Industrie neue Vermarktungschancen zu öffnen.

Bei der Gestaltung von Marktregeln für Fahrplanenergie- und Regelenenergiemärkte strebt Luxemburg eine enge Zusammenarbeit mit Deutschland an. Der Übertragungsnetzbetreiber Creos untersucht derzeit, ob die Zusammenarbeit in der gemeinsamen Großhandelspreiszone u. a. mit Blick auf das Vorgehen in Krisensituationen vertraglich näher geregelt werden sollte, z.B. durch Verträge zwischen den Netzbetreibern oder zwischenstaatliche Vereinbarungen.

Zur Ermöglichung einer aktiven Marktteilnahme von Stromverbrauchern hat Luxemburg die Netzbetreiber gesetzlich verpflichtet, bis Ende 2019 mindestens 95% aller Stromzähler auf intelligente Zähler (*Smart Meter*) umzustellen. Damit sind insbesondere die technischen Voraussetzungen für die Einführung zeitvariabler Tarife gegeben. Die Entscheidung über die Einführung flexibler Tarife ist von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen zu treffen und durch den Regulierer ILR zu genehmigen.

Der luxemburgische Regulierer ILR untersucht aktuell im Rahmen einer Studie die Angemessenheit des Netzentgeltsystems. In diesem Zusammenhang wird auch geprüft, ob die geltenden Regularien keine Hemmnisse für die aktive Marktteilnahme von Verbrauchern bilden und die Möglichkeit zur Eigenversorgung unter einer angemessenen Beteiligung an den Netzkosten allen Verbrauchern offensteht.

Die Regulierungsbehörde ILR erstellt jährlich Berichte zum Strom- und Gasmarkt. In diesen Berichten wird insbesondere die Wettbewerbssituation auf den Märkten z. B. anhand der Zahl der in Luxemburg tätigen Versorger und der Wechselraten von Kunden in unterschiedlichen Segmenten untersucht. Zudem erstellt ILR einen jährlichen Bericht zur Konformität der Preise für die Belieferung mit Strom und Gas mit den gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen („*obligations de service public*“).

Um Verbrauchern einen besseren Überblick über die Strom- und Gastarife zu geben und Einsparmöglichkeiten durch einen Versorgerwechsel evaluieren zu können, betreibt die Regulierungsbehörde das Vergleichsportal www.calculix.lu. In ihrem Bericht gibt die Behörde darüber hinaus Empfehlungen, wie die Wettbewerbssituation auf dem Strom- und Gasmarkt, z. B. durch Transparenzmaßnahmen, verbessert werden kann.

3.4.4. Energiearmut

Hier sei darauf hingewiesen, dass es auf europäischer Ebene derzeit keine Definition für „Energiearmut“ gibt. Luxemburg würde eine europaweite Definition begrüßen und fragt sich, ob das „*EU Energy Poverty Observatory*“ nicht in der Lage wäre, sich mit dieser Frage zu befassen und einen konkreten Vorschlag zu machen.

Die geplante Maßnahme der Regierung, bezüglich der Einführung eines kostenlosen öffentlichen Transports ab 2020, ist sicherlich eine Maßnahme die bei den Haushaltskunden hilfreich sein wird. Es bleibt noch zu ergänzen, dass die aktuelle Gesetzgebung verbietet einen Haushaltskunden, der seine Strom- oder Gasrechnungen nicht bezahlen kann, vom Netz abzuschalten. Es werden noch Überlegungen zur geplanten Maßnahmen im Bereich der neuen Gebäude und energetischen Sanierung von Gebäuden überprüft.

3.5. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“

In den letzten Jahren hat die luxemburgische Regierung erhebliche Anstrengungen bei der Unterstützung der technologischen Entwicklungen sowie der Forschung und Innovation neuer Technologien unternommen. Die Umwelttechnologien gehören zu den Prioritäten der luxemburgischen wirtschaftlichen Diversifizierungsstrategie.

In den nächsten Jahren, so wie es das Regierungsprogramm 2018-2023 vorsieht, wird sich Luxemburg noch mehr auf die Innovation und Forschung in den Bereichen der erneuerbaren Energien, Energieeffizienz, intelligente Städte, Nachbarschaften und Gebäude, konzentrieren. Bestehende Anstrengungen und Fähigkeiten an den nationalen Forschungsinstituten sollen verstärkt werden. Darüber hinaus soll die Verbindung zwischen der Energiepolitik und der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes allgemein gestärkt werden.

4. Aktuelle Lage und Prognosen mit derzeitigen Strategien und Maßnahmen

4.1. Prognostizierte Entwicklung der wichtigsten exogenen Faktoren, die die Entwicklung des Energiesystems und der THG-Emissionen beeinflussen

Dieser Teil wird im Hinblick zur Erstellung des finalen Energie- und Klimaplanes konkretisiert.

4.2. Dimension Dekarbonisierung

4.2.1. THG-Emissionen und THG-Abbau

Die jährlichen Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2005 bis 2016 sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Werte und die Abgrenzung der Sektoren sind dem THG-Inventar von 2018 entnommen.¹¹ Die LULUCF-Emissionen sind entsprechend internationalen Konventionen in der Gesamtsumme nicht enthalten. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 10 Millionen t CO₂äq emittiert. Gegenüber 2005 bedeutet dies eine Reduktion um 22,9 Prozent.

Tabelle 3. Treibhausgasemissionen nach Sektoren für die Jahre 2005 bis 2016, in kt CO₂äq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Energiebedingte Emissionen	11491	10673	10550	10351	9808	9320	8823	8539
Energiewirtschaft	1243	1206	1004	1043	686	670	458	252
Industrie	1405	1263	1240	1183	1132	1143	1097	1126
Verkehr	7133	6464	6838	6530	6392	6086	5651	5480
Private Haushalte	1212	1158	1061	1080	1073	971	1083	1051
GHD	418	499	333	440	461	389	476	574
Sonstige*	27	29	27	27	23	24	24	24
Diffuse Emissionen	53	54	47	48	41	38	35	32
Nicht-energiebedingte Emissionen	1518	1494	1500	1417	1419	1446	1451	1490
ind. Prozesse	725	676	692	633	618	634	628	652
Landwirtschaft	684	720	713	692	709	719	736	752
Abfall	109	99	95	92	92	93	88	86
Insgesamt	13009	12167	12050	11768	11227	10766	10275	10029
<i>Nachrichtlich: LULUCF</i>	-636	-153	-275	-361	-536	-457	-407	-491

* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: THG Inventar 2018v1 (März 2018)

Die jährlichen Treibhausgasemissionen lassen sich für den Zeitraum 2005 bis 2016 nach Emissionen in den Sektoren, die dem ETS unterliegen und übrige Nicht-ETS-Sektoren aufteilen (in Tabelle 4 dargestellt).

¹¹ https://cdr.eionet.europa.eu/lu/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/enwuz9a/

Tabelle 4. Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2005 bis 2016, in kt CO₂äq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ETS-Emissionen ohne internationalen Luftverkehr	2603	2253	2052	1990	1847	1931	1661	1503
Energiebedingte non-ETS Emissionen	9546	9006	9082	8901	8472	7928	7680	7574
Energiewirtschaft	232	201	208	215	221	175	175	184
Industrie	472	601	567	561	260	246	236	230
Verkehr	7133	6464	6838	6530	6392	6086	5651	5480
Private Haushalte	1212	1158	1061	1080	1073	971	1083	1051
GHD	418	499	333	440	461	389	476	574
Sonstige*	27	29	27	27	23	24	24	24
Diffuse Emissionen	53	54	47	48	41	38	35	32
Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen	860	909	916	878	908	920	934	954
ind. Prozesse	67	90	108	94	107	108	110	116
Landwirtschaft	684	720	713	692	709	719	736	752
Abfall	109	99	95	92	92	93	88	86
Insgesamt non-ETS Emissionen	10406**	9915	9998	9778	9380	8848	8614	8528
Nachrichtlich: LULUCF	-636	-153	-275	-361	-536	-457	-407	-491

* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

** Die Gesamtemissionen unterscheiden sich von denen, die bei der Festlegung der Luxemburger Ziele für 2020 und 2030 für Emissionen außerhalb des ETS verwendet wurden. Dies liegt daran, dass das Inventar ständig verbessert und überprüft wird.

Quelle: THG Inventar 2018v1 (März 2018) und EUA EU Emissions Trading System (ETS) data viewer.¹²

Tabelle 4 zeigt, dass die nicht-energiebedingten THG-Emissionen nur etwa 11% aller THG-Emissionen außerhalb des EU-Emissionshandels darstellen.

Projektionen der sektorspezifischen Entwicklungen nach ETS und Non-ETS sind für das Referenzszenario in Tabelle 5 dargestellt. Die Ergebnisse zu den Projektionen zur Referenzentwicklung sind vorläufig.

Tabelle 5. Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2020 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios, in kt CO₂äq

	2020	2025	2030	2035	2040
ETS-Emissionen ohne internationalen Luftverkehr	1091	1078	1025	1006	985
Energiebedingte non-ETS Emissionen	7754	7612	7821	8047	8199
Energiewirtschaft	178	181	184	186	188
Industrie	224	216	207	202	208
Verkehr	5611	5549	5845	6168	6353
Private Haushalte	1167	1153	1122	1059	1042
GHD	513	449	393	349	321
Sonstige*	26	26	27	27	27
Diffuse Emissionen	34	38	43	56	60
Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen	926	922	897	889	882
ind. Prozesse	110	105	79	68	63
Landwirtschaft	730	736	739	738	738
Abfall	86	81	79	83	81
Insgesamt non-ETS Emissionen	8680	8534	8718	8936	9081
Nachrichtlich: LULUCF	-447	-433	-450	-434	-439

* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

¹² <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>

4.2.2. Erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien liefern im Bereich der Energieaufbringung in Luxemburg heute einen bedeutsamen obgleich vergleichsweise begrenzten Beitrag. Wie der Blick auf das Zielszenario im Rahmen von Abschnitt 2 dieses Berichts zeigt, soll und kann sich dies aber in den kommenden Jahren deutlich verändern, was eine konsequente Fortführung der in der jüngeren Vergangenheit eingeleiteten Trendentwicklung darstellen würde. Der nachfolgende Absatz beleuchtet die Ausgangslage hinsichtlich des Einsatzes erneuerbarer Energien, gefolgt von einer Betrachtung der zukünftigen Entwicklung – hier bei reiner Fortführung bestehender Maßnahmen, sowohl aufbringungs- als auch nachfrageseitig.

Status Quo des Einsatzes erneuerbarer Energien in Luxemburg

Deutliche Zuwächse konnte in den vergangenen Jahren bei erneuerbaren Energien wie Biomasse, Windenergie und Photovoltaik, ergo den Kerntechnologien im Bereich der Stromaufbringung für Luxemburg, erzielt werden. Binnen eines Jahrzehnts hatte sich deren Beitrag verdoppelt – sowohl im Stromsektor (von 3,2% 2005 auf 6,7% 2016), aber auch im Hinblick auf die Wärmebereitstellung (von 3,6% 2005 auf 7,3% 2016). Im Verkehrssektor, wo der Einsatz von Biokraftstoffen sowie der Wechsel hin zu elektrisch betriebenen Antriebssystemen vorherrscht, war dieser Wandel noch dramatischer: Lag der EE-Anteil etwa im Jahr 2005 im marginalen Bereich (0,14%), so kann Luxemburg heute (2016) einen EE-Anteil von 5,9% vorweisen.

Referenzentwicklung bei Fortführung bestehender Maßnahmen

Nachfolgend wird eine Referenzentwicklung für den Zeitraum bis 2040 dargelegt, konkret die erwartete Entwicklung bei Fortführung bestehender Maßnahmen, sowohl angebots- als auch nachfrageseitig.

Der EE-Anteil an der Bruttoendenergienachfrage, also der Summe der sektoralen Energiebedarfe an Strom, Wärme und Kraftstoffen im Verkehr würde dementsprechend von 5,4% im Jahr 2016 auf 12,9% bis 2030 und schließlich auf 13,5% im Jahr 2040 ansteigen.

Angaben zur sektoralen Dekomposition der Gesamtbilanz liefert Tabelle 6, Details zum möglichen zugrundeliegenden Technologiesplit zeigt ergänzend hierzu Tabelle 7. Es zeigen sich bei den zugrundeliegenden Mengengerüsten im Vergleich zum Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25%, wie Abschnitt 2 dieses Berichts skizziert, nur vergleichsweise geringe Unterschiede hinsichtlich

des energetischen Beitrags einzelner EE-Technologien. So wird auch im Referenzszenario ein massiver Zuwachs erneuerbarer Energien im Stromsektor erwartet. Hier resultiert für 2030 ein Anteil von etwa 26,5% und für 2040 ein Anteil von rund 34,7%. Mengenmäßig substantielle Beiträge werden hier von der Windenergie und der Photovoltaik erwartet – letztere aber deutlich gebremster als im Falle der Zielszenario-kompatiblen Entwicklung (gemäß Abschnitt 2). Bereits in der Umsetzung befindliche Projekte, etwa im Bereich der Biomasse-Kraft-Wärmekopplung, liefern zusätzlich substantielle Beiträge.

Analog zum Strom wird auch im Wärmesektor ein signifikanter Ausbau erneuerbarer Energien bei Fortführung bestehender Maßnahmen erwartet. Hier steigt der EE-Anteil im Referenzszenario von 6,7% 2016 auf 18,6% bis 2030 und schließlich 21,9% 2040 an. Sowohl netzgekoppelte (im Einklang mit der Verstromung in Biomasse-KWK-Anlagen) als auch dezentrale Biomasse-Nutzung liefern hier substantielle Beiträge. Auf dezentraler Ebene erfolgt noch zusätzlich der vermehrte Einsatz von Wärmepumpen und von solarthermischen Kollektoren zur Warmwasserbereitstellung.

Tabelle 6. Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2030 gemäß Referenzszenario (Quelle: Eigene Darstellungen, 2019)

EE-Anteile, sektoral		<u>2016</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
EE-Anteil Stromsektor	%	6,7%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
EE-Anteil Wärmesektor	%	7,3%	12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
EE-Anteil Biokraftstoffe	%	4,6%	5,4%	8,1%	8,2%	5,8%	5,6%
EE-Anteil Transportsektor	%	5,9%	-	-	14,9%	-	-
EE-Anteil, gesamt (an Bruttoendenergienachfrage)	%	5,4%	7,8%	11,2%	12,9%	12,8%	13,5%

Tabelle 7. Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2030 gemäß Referenzszenario (Quelle: Eigene Darstellungen, 2019)

Energieerzeugung, Technologiedetails		<u>2016</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Stromsektor							
Biogas	GWh	74	56	65	68	63	62
Biomasse	GWh	67	192	228	271	260	267
Wasserkraft	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaik	GWh	100	251	476	616	687	729
Windenergie	GWh	127	161	383	676	958	1.167
EE-Strom, gesamt	GWh	473	752	1.249	1.731	2.071	2.332
Wärmesektor							
Biomasse & Biogas, netzgekoppelt	GWh	155	589	623	667	649	656
Biomasse, dezentral	GWh	706	883	1.145	1.383	1.522	1.560
Solarthermie	GWh	23	58	113	188	302	453
Wärmepumpen	GWh	48	95	190	224	226	227
EE-Wärme, gesamt	GWh	932	1.626	2.070	2.462	2.699	2.896
Verkehrssektor							
Biokraftstoffe, gesamt	GWh	1.012	1.237	1.892	1.993	1.450	1.450
EE-Energieeinsatz, gesamt	GWh	2.416	3.614	5.211	6.187	6.221	6.679

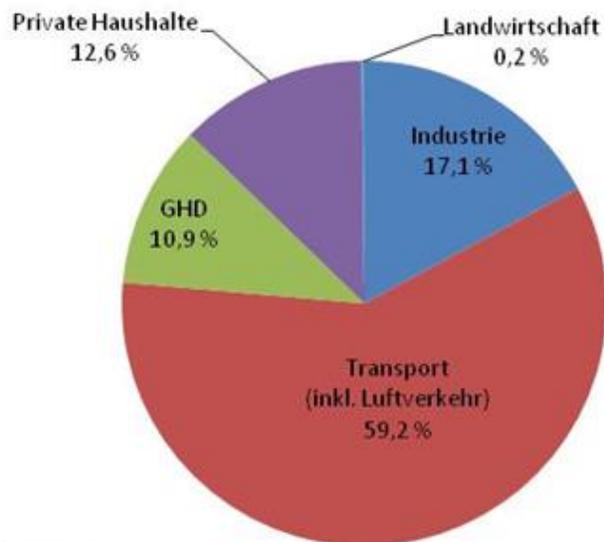
Im Gleichklang mit Strom und Wärme wird auch im Verkehrssektor von einem massiven Anstieg des Einsatzes erneuerbarer Energien im Referenzfall ausgegangen. Hier wird konkret von einer Ausweitung der Biokraftstoffbeimengung ausgegangen (bei einer Beimengungsquote von rund 8% in 2030). Zusätzlich wird eine Ausweitung der E-Mobilität erwartet und ebenso wird davon ausgegangen, dass der Biokraftstoffmix bis zum Jahr 2030 inklusive aus maximal 5% der ersten Generation bestehen würde. In Summe wird somit im Referenzfall eine Anhebung des EE-Anteils im Verkehrssektor auf 14,9% bis 2030 erreicht.

4.3. Dimension „Energieeffizienz“

Bei der Dimension „Energieeffizienz“ müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden, um ein möglichst realitätsnahes Bild zu entwerfen.

Ausgangslage der Energienachfrage in Luxemburg

Im Jahr 2016 betrug der Endenergiebedarf von Luxemburg knapp 48 TWh (Statec 2018). Der größte Anteil des Endenergiebedarfes in Luxemburg entfällt mit 59 % auf den Verkehrssektor (Abbildung 4). Davon entfällt mit rund 34 % der größte Anteil auf den ausländischen Straßenverkehr. Nach Energiestatistik wird darunter das Tankaufkommen erfasst, das durch alle nicht inländischen Kraftfahrzeughalter verursacht wird. Darunter fällt der Durchgangsverkehr durch LKWs und PKWs, genauso wie die Grenzpendler mit nicht in Luxembourg zugelassen PKWs. Auf den Luftverkehr entfallen gleichzeitig etwa 12 % des gesamten Endenergiebedarfes. D. h. der inländische Straßenverkehr beansprucht somit vom Endenergiebedarf von Luxemburg einen Anteil von rund 13 %. Während die Landwirtschaft mit etwa 0,2 % den geringsten Anteil des Endenergiebedarfes aufweist, benötigt die Industrie mit gut 17 % den größten Energieanteil in Luxemburg.

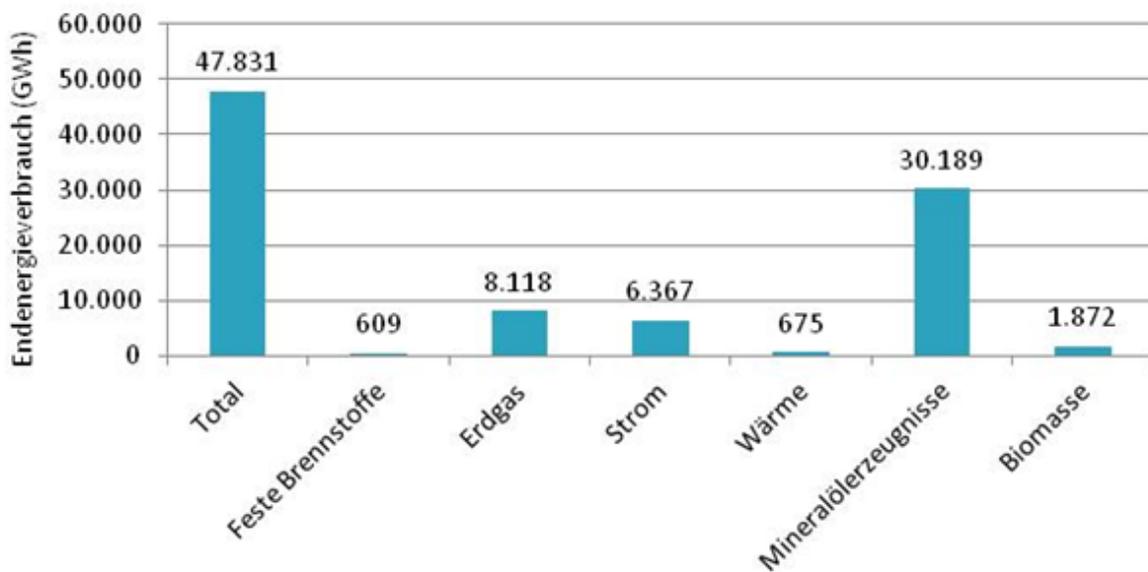


Endenergiebedarf gesamt
in 2016: 47.831 GWh

Quelle: IREES nach Statec 2018

Abbildung 4: Endenergiebedarf von Luxemburg im Jahr 2016, aufgeteilt nach Sektoren Industrie, private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Transport und Landwirtschaft

Der Energiebedarf von Luxemburg im Jahr 2016 wird vom Bedarf an Mineralölerzeugnissen (63 %) dominiert. Der Energiebedarf wurde außerdem über Erdgas (17 %), Strom (13 %) und Biomasse (4 %) gedeckt. Hinzu kamen feste Brennstoffe mit 1 % und Wärme (2 %) (vgl. Abbildung 5).



Quelle: IREES nach Statec 2018

Abbildung 5: Endenergiebedarf in Luxemburg im Jahr 2016, aufgeteilt nach Energieträgern

Bestehende Potenziale für den Einsatz von hocheffizienter KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung

Im Jahr 2015 wurden in Luxemburg mittels KWK-Technologie knapp 326 GWh Strom und 527 GWh Wärme erzeugt. Zu beachten dabei ist, dass KWK-Anlagen Wärme bis zu einem Temperaturniveau von 500°C bereitstellen können. (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016)

Weitere Potenziale für die hocheffiziente KWK-Nutzung liegen in den Bereichen 1) Dezentrale KWK-Anlagen in Gebäuden, 2) KWK-Nutzung in der Industrie und 3) Wärmenetzversorgung und zentrale KWK-Anlagen.

Das wirtschaftliche Potenzial für den Einsatz von KWK-Anlagen und wärmenetzbasierter Versorgung hängt maßgeblich von der Entwicklung der Sanierungsaktivitäten im Gebäudebereich und damit der Entwicklung des Wärmebedarfs der Gebäude insgesamt ab. Im Bereich der dezentralen Gebäudeversorgung ist der KWK-Einsatz auf den Leistungsbereich unter 500 kW an elektrischer Leistung angesiedelt. Noch ungenutzte wirtschaftliche Potenziale für die hocheffiziente KWK bzw. wärmenetzbasierter Versorgung sind heute aufgrund der gebäudespezifischen Wärme- bzw. Kältebedarfs-Werte hauptsächlich im Bereich von Mehrfamiliengebäuden vorhanden.

Die wirtschaftlichen KWK-Potenziale im Gebäudebereich sind heute durch bestehende Nahwärme-konzepte zu etwa 50 % erschlossen. Somit liegt heute in Luxemburg nur im Gebäudebereich ein wirtschaftliches KWK-Potenzial von etwa 1.170 GWh Nutzenergie vor. (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016)

Gleichzeitig wird in der Industrie bis 2030 ein begrenztes wirtschaftliches Potenzial von etwa 500 GWh an Endenergie bzw. 425 GWh an Nutzenergie gesehen (vgl. Tabelle 8). Relevante Branchen sind dabei die Chemieindustrie, die Holzindustrie sowie die Nahrungsmittelindustrie. Zur Realisierung dieses Industriepotenzials sind jedoch gute Standortbedingungen mit langen Anlagenlaufzeiten unbedingt notwendig. (Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016)

Tabelle 8: Zusätzliche Potenziale für KWK-Wärmeerzeugung in der Industrie bis zum Jahr 2030 bezogen auf den Endenergieeinsatz in der Industrie

Sektor	Brennstoffbedarf in GWh		KWK-geeignet (< 500°C) in GWh		KWK-Bestand in GWh		Ausbau- potenzial in GWh
	2014	2030	2014	2030	2014	2030	
Stahl	1.670	1.422	67	57			
Steine / Erden	1.094	589	164	88			
Chemie	319	295	316	292			210
Textil	226	208	226	208			
Holz	274	253	274	253	65		150
Nahrung	61	57	60	56			25
Bau	77	71	0	0			
Maschinenbau	13	12	13	12			
Papier	51	47	50	46			
Sonstige	157	154	145	134	122		115
Summe	3.952	3.107	1.315	1.146	187		500
			KWK-Wärme*				425
			KWK-Strom**				255

Quelle: eigene Abschätzung, * Umrechnung Endenergie in KWK-Nutzwärme mit 0,85, ** KWKStrom mit Stromkennzahl 0,6 berechnet

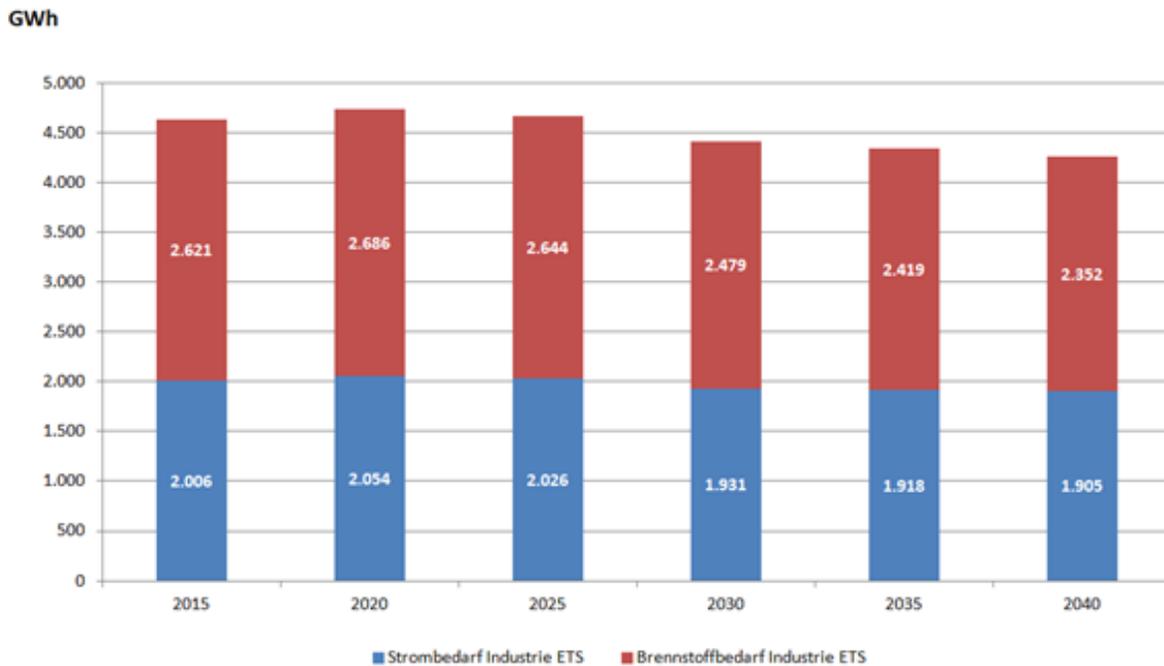
Quelle: Klobasa, Steinbach & Pudlik 2016

Energiebedarfsentwicklung in Luxemburg bis zum Jahr 2040

Zum gesamten Endenergiebedarf von Luxemburg tragen die Sektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Industrie und Verkehr bei. Dabei kann zwischen dem Non-ETS-Bereich (private Haushalte, GHD, Industrie) und dem ETS-Bereich (Industrie, Luftverkehr) unterschieden werden.

Der Endenergiebedarf des Non-ETS-Bereichs von Luxemburg steigt im Fall der Referenzentwicklung (*business as usual*) in der Periode von 2015 bis 2040 um 13,2 %; von knapp 39 TWh im Jahr auf rund 44 TWh. Den prozentual größten Anstieg weist dabei der Endenergiebedarf des Verkehrssektors auf, welcher auf rund 26,5 TWh in 2040 anwächst (plus 19,5 %). Gleichzeitig steigt der Strombedarf um 13,2 % auf 6,4 TWh und der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung geringfügig um 2,9 % an (von ca. 10,5 TWh auf knapp 10,9 TWh).

Parallel sinkt der Strombedarf des Non-ETS-Bereichs der Industrie nach einem leichten Anstieg um ca. 100 GWh auf rund 1,9 TWh im Jahr 2040 ab (- 5 %). Gleichzeitig geht der Brennstoffbedarf der Non-ETS-Industrie ebenfalls nach einem leichten Anstieg von 2,6 TWh um gut 10 % auf etwa 2,4 TWh zurück.



Quelle: eigene Darstellung 2018

Abbildung 6: Strom- und Brennstoffbedarf der Industrie (nur ETS-Bereich) in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios

Der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung (ohne einen Stromanteil) des Non-ETS-Bereichs weist über die gesamte Untersuchungsperiode betrachtet insgesamt einen leichten Anstieg von 2,9 % auf (plus 0,9 % gegenüber 2030). Dieser beruht auf einer verstärkten Nutzung von Holz und sonstigen Brennstoffen, während die Nutzung der fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle einen deutlichen Rückgang aufweist. Verantwortlich für den Anstieg des Endenergiebedarfes zur Wärmeerzeugung ist

dabei einzig der Sektor „Private Haushalte“, welcher in 2040 um 21,5 % gegenüber 2015 zulegt; der größte Anteil des Anstiegs entfällt dabei auf die Periode bis 2030, in dem Zeitraum von 2030 bis 2040 wächst der Endenergiebedarf des Sektors nur um knapp 3 % (vgl. Quelle: eigene Berechnungen 2018

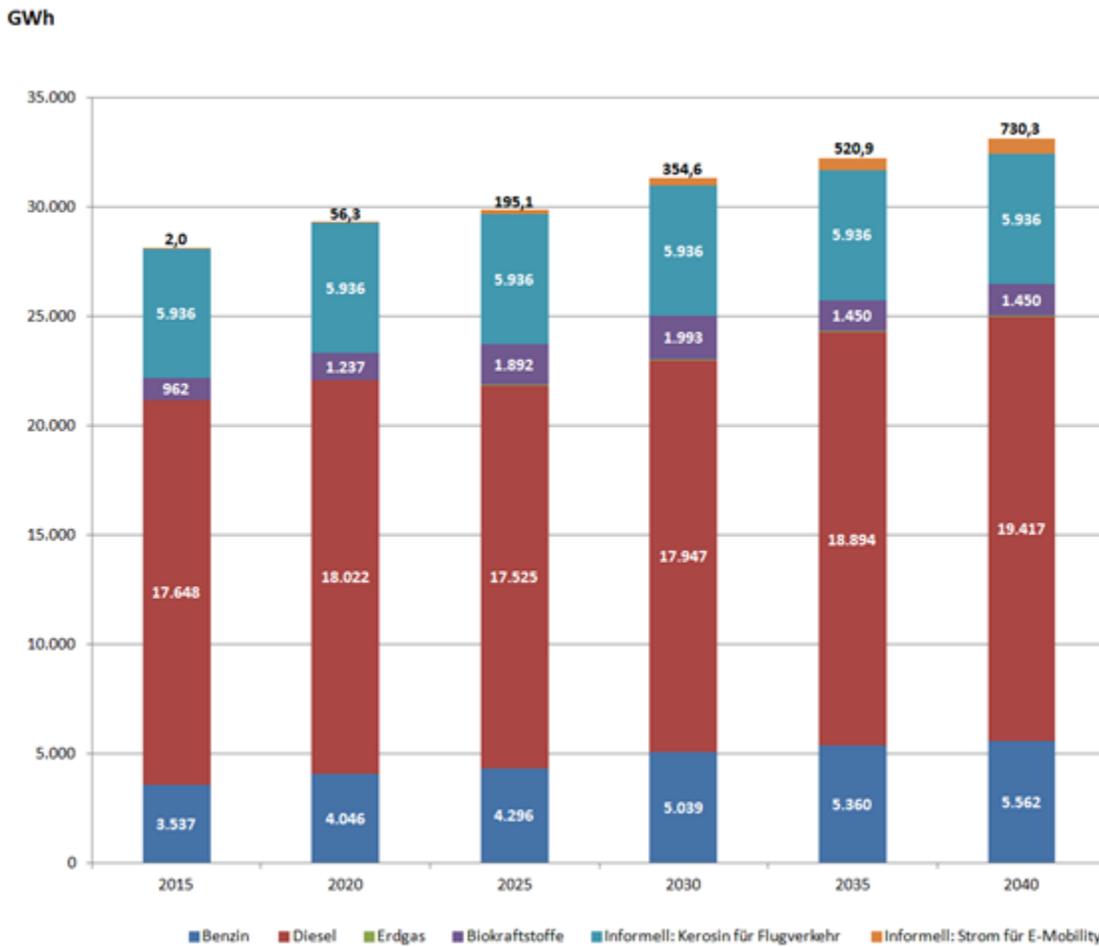
Abbildung 7). Im Gegensatz zu den privaten Haushalten weisen die Sektoren „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ und „Industrie“ bei der Nutzung von Endenergie zur Wärmeerzeugung im Jahr 2040 gegenüber 2015 einen mehr oder weniger starken Rückgang um knapp 26 % bzw. gut 11 % auf (vgl. Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 7). Der bis 2040 stark steigende Endenergiebedarf im Bereich des Verkehrssektors, der auf einem wachsenden Fahrzeugbestand und einer noch anwachsenden Fahrleistung beruht, wird im Baseline-Szenario fast ausschließlich über die klassischen fossilen Energieträger Benzin (+ 2,0 TWh gegenüber 2015) und Diesel (+ 1,8 TWh gegenüber 2015) gedeckt (vgl. Abbildung 8). Die Biokraftstoffe weisen im gleichen Zeitraum einen absoluten Anstieg von knapp 0,5 TWh auf.



Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 7: Sektorale Entwicklung des Brennstoffbedarfs zur Wärmeerzeugung von privaten Haushalten, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie (ohne ETS-Anteil) in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios



Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 8: Entwicklung des Endenergiebedarfs (unterteilt nach Energieträgern) des Verkehrssektors in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios

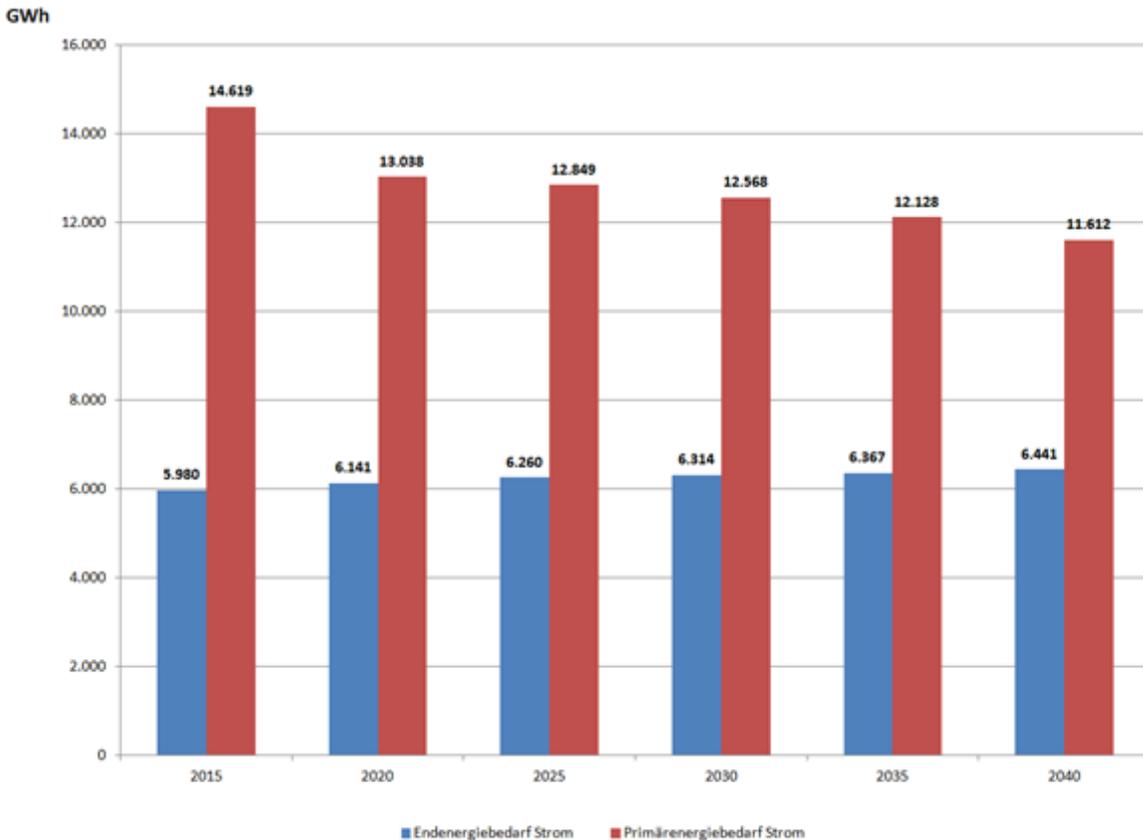
Nachfolgend wird in Tabelle 9 ein knapper Überblick über gängige Primärenergiefaktoren geliefert. Mit Ausnahme vom Strom ist der Primärenergiebedarf und der Endenergiebedarf aufgrund eines Primärenergiefaktors von 1,0 identisch. Daher wird hier auf eine separate Ausweisung des Primärenergiebedarfes verzichtet. Einzig beim Strom wird durch Abbildung 9 ein Überblick über das Verhältnis vom Primärenergiebedarf zum Endenergiebedarf geliefert. Durch Effizienzfortschritte auf der Stromerzeugungsseite geht der Primärenergiefaktor zwischen 2015 und 2040 um 26 % zurück. Absolut betrachtet steigt der Strombedarf (Endenergie) von Luxemburg zwischen 2015 und 2040 u. a. aufgrund

der Wirtschaftsentwicklung, der steigenden Wohnbevölkerung sowie der technischen Entwicklungen (zunehmende Digitalisierung, vermehrte Stromanwendungen etc.) trotz Effizienzfortschritten (durchschnittlich ~ 1 %pro Jahr) um knapp 8 % an. Gleichzeitig nimmt der Primärenergiebedarf zur Stromerzeugung um gut 20 % ab (vgl. Abbildung 9).

Tabelle 9: Verwendete Primärenergiefaktoren für die verschiedenen Energieträger in der Periode 2015 bis 2040

	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Erdgas	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Heizöl	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Holz	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kohle	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sonstige Brennstoffe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Benzin	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diesel	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Biokraftstoffe	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Kerosin (Flugverkehr)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Strom	2,4	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8

Quelle eigene Darstellung 2018

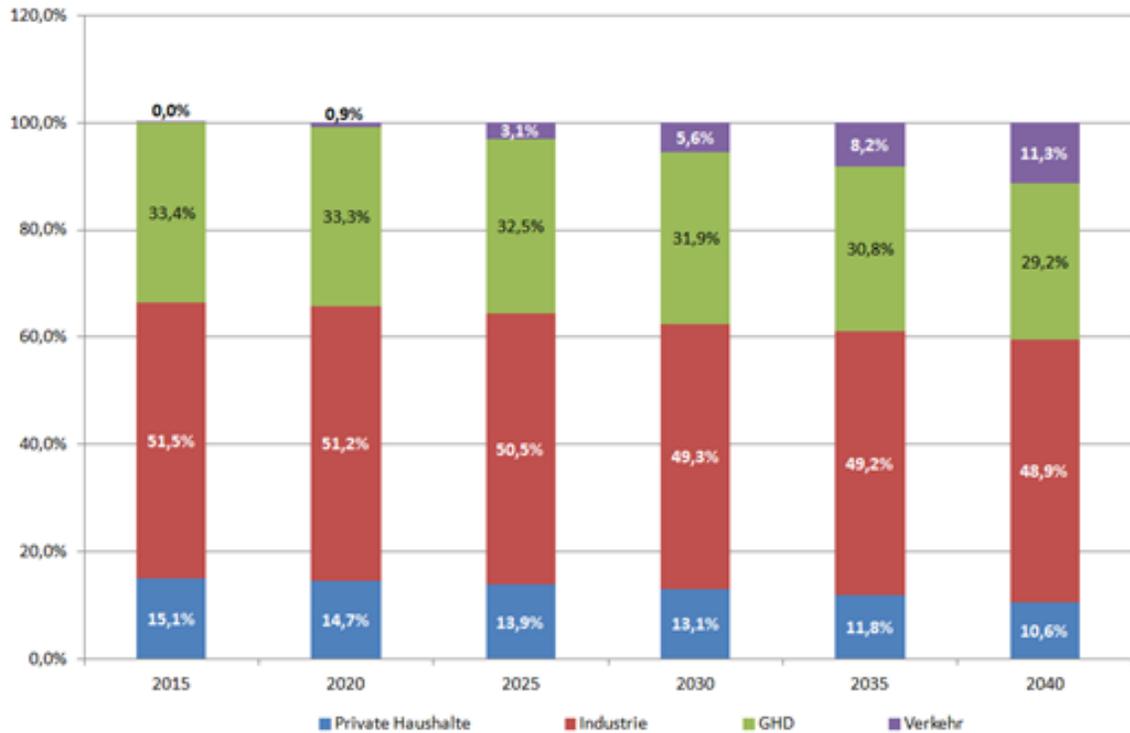


Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 9: Entwicklung des Strombedarfs (Endenergiebedarf bzw. Primärenergiebedarf) für die Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios

Aufgrund der fortschreitenden Effizienzanstrengungen und der unterschiedlichen Trends und technologischen Entwicklungen bei Stromanwendungen und Produktionstechnologien im Gewerbe, bei den privaten Haushalten, der Industrie oder dem Verkehrssektor verändern sich beim Strombedarf die Anteile der einzelnen Sektoren. Während der Anteil des Verkehrssektors am Gesamtstrombedarf bis 2040 gegenüber 2015 deutlich zulegt (Anteil Verkehr 2040: ca. 12 %) gehen die Anteile der übrigen Sektoren (GHD, private Haushalte, Industrie) mehr oder weniger stark zurück (vgl. Abbildung 10). Betrachtet man den absoluten Strombedarf (Endenergie) der einzelnen Sektoren, fällt auf, dass der absolute Strombedarf der privaten Haushalte aufgrund der fortschreitenden Energieeffizienz trotz wachsender Bevölkerung zwischen 2015 und 2040 um etwa 220 GWh zurückgeht, während er beim Verkehrssektor aufgrund der wachsenden Elektromobilität stark ansteigt (+ 0,7 TWh).

GWh



Quelle: eigene Berechnungen 2018

Abbildung 10: *Sektorale Aufteilung des Strombedarfs für die Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios*

4.4. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“

4.4.1. Analyse - Strombereich

Versorgungszuverlässigkeit

Die Qualität der Stromversorgung ist in Luxemburg auch im europäischen Vergleich sehr hoch. Die durchschnittliche Unterbrechungsdauer pro Verbrauchsstelle und pro Jahr lag 2017 bei 21,8 Minuten¹³.

Bruttostromerzeugung

Die Angaben zur Bruttostromerzeugung auf Basis von gasbetriebenen (klein-)KWK-Anlagen in der Vergangenheit stammen aus dem Monitoring von ILR¹⁴. Die erwartete Stromerzeugung aus Gas wurde

¹³ ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I

¹⁴ ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I

entsprechend dem Status quo mit 220 GWh/a fortgeschrieben. Sonstige Angaben stammen aus dem Baseline-Szenario.

[GWh]	2016	2020	2030	2040
Biogas	74	56	68	62
Gas	220	220	220	220
Biomasse/Bioabfall	67	192	271	267
Wasser (ohne PSKW)	104	93	100	107
Wind	127	161	676	1.167
PV	100	251	616	729
Summe	692	973	1.951	2.552

*Tabelle 10: Bruttostromerzeugung in Luxemburg bis 2040
Quelle: Baseline-Szenario, ILR*

Heimische Energiequellen

Die Stromerzeugung auf Basis von erneuerbaren Energien ist eine heimische Energiequelle. Gemeinsam mit der heimischen Stromerzeugung auf Basis von dezentralen Gaskraftwerken betrug sie im Jahr 2015 etwa 690 GWh. Für die Jahre 2020 bis 2040 wird gemäß Baseline-Szenario ein Anstieg auf etwa 2,55 TWh erwartet.

Importabhängigkeit

Die Importabhängigkeit ergibt sich aus dem Bruttostromverbrauch abzgl. der inländischen Erzeugung. Tabelle 11 zeigt die Prognosen zum Bruttostromverbrauch, sowohl in ktoe als auch TWh¹⁵. Da erwartet wird, dass die EE-Erzeugung in Luxemburg bis 2040 deutlich ansteigt, der Bruttostromverbrauch hingegen nur geringfügig zunimmt, würde die Importabhängigkeit entsprechend von knapp 90% in 2015 auf 60% in 2040 absinken. Mit über 75 % importiert Luxemburg dabei hauptsächlich Strom aus Deutschland.

	2016	2020	2030	2040
Bruttostromverbrauch [ktoe]	560	528	543	554
Bruttostromverbrauch [TWh]	6,52	6,14	6,31	6,44

¹⁵ Die Templates der EU-Kommission sehen grds. als Einheit ktoe vor.

Heimische Erzeugung [TWh]	0,69	0,97	1,95	2,55
Importabhängigkeit [%]	89%	84%	69%	60%

Tabelle 11: Stromimportabhängigkeit von Luxemburg

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis ILR und Baseline-Szenario

Relevante Risiken

Luxemburg ist – zutreffende Prognosen zur heimischen Stromerzeugung vorausgesetzt – langfristig weniger stark als heute, aber immer noch in hohem Maße vom Stromimport abhängig. Somit hängt die Versorgungssicherheit in Luxemburg auch von der Versorgungssicherheit im Rest Europas ab. Momentan bestehen verschiedene Studien, die Rückschlüsse auf die Versorgungssicherheit nicht nur für einzelne Länder, sondern für die gesamte Modellregion treffen. Da die Versorgungssicherheit von Luxemburg insbesondere von verfügbaren Erzeugungskapazitäten der Nachbarländer abhängt, können mit diesem Ansatz auch direkt Aussagen zur luxemburgischen Versorgungssicherheit abgebildet werden. Dabei werden Wahrscheinlichkeiten wie unter anderem die Verfügbarkeit von regenerativen Erzeugungsanlagen, ungeplante Ausfälle von Betriebsmitteln bzw. Leitungen oder die Temperaturabhängigkeit der Nachfrage mit abgebildet. Ein Kernergebnis ist die Ermittlung länderspezifischer LOLE-Werte („Loss Of Load Expectation“). Die LOLE geben die Stunden im Jahr an, in denen die Versorgung nicht durch Kapazitäten und Importe gedeckt werden kann. Szenarien- und modellabhängig werden für Luxemburg geringe, wenn auch positive LOLE-Werte ermittelt. Insbesondere für Frankreich und Belgien erscheint die Situation weiterhin äußerst angespannt zu sein. Vergleicht man die Ergebnisse dieser Studien, so sind für den kurzfristigen Zeitbereich bis etwa 2020 keine erheblichen Versorgungssicherheitsrisiken für Luxemburg zu erwarten. Auch im längerfristigen Zeitbereich liegen die erwarteten LOLE-Werte unter üblicherweise in Europa angesetzten Grenzwerten, allerdings sollte die Situation hier unter enger Beobachtung bleiben. Dies gilt insbesondere, da die Versorgungssicherheitslage in der gesamten Region in diesem Zeitbereich aus heutiger Sicht kritischer werden könnte. Denn sowohl für direkte Nachbarländer Luxemburgs, als auch für Luxemburg selbst können Lastdeckungsprobleme nicht vollständig ausgeschlossen werden. Allerdings ist zu beachten, dass im Zeitraum bis 2023 bzw. 2025 sowohl staatliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit wie der angelaufene Kapazitätsmarkt in Frankreich und der kürzlich angekündigte Kapazitätsmarkt in Belgien Wirkung zeigen können (erste Auktionen in Belgien sollen 2021 beginnen und auf die Abschaltung von Kernenergiekraftwerken Ende 2025 vorbereiten). Zudem ist bei einer tatsächlichen Verknappung der Möglichkeiten zur Nachfragedeckung auch mit Marktreaktionen wie z. B. der Erschließung von Lastflexibilitätpotenzialen zu rechnen. Da eine solche Erschließung

vergleichsweise kurzfristig möglich ist, ist sie in o. g. Studien noch nicht oder zumindest nicht vollständig erfasst.

4.4.2. Analyse - Gasbereich

Gasförderung -und Speicherung

In Luxemburg wird kein eigenes Gas gefördert, sondern Luxemburg deckt seinen Gasbedarf über die Transportnetze der vorgelagerten Netzbetreiber in Belgien und Deutschland, die wiederum den Zugang zu den Förderstätten in der Nordsee, Russland, Katar, den Niederlanden etc. herstellen. Die Lieferungen werden über die Netzbetreiber und/oder über Handels- und Liefergesellschaften abgewickelt. Die genaue Ausgestaltung der kommerziellen Bedarfsdeckung liegt nicht vor.

Luxemburg verfügt ebenfalls über keine inländischen Gasspeicher. Daher werden das erforderliche Arbeitsgasvolumen und die entsprechenden Ein- und Ausspeicherkapazitäten in anderen Ländern genutzt, insbesondere in den Liefer- und Transitländern, aus denen oder über die auch die Gasbeschaffung erfolgt.

Importabhängigkeit

Da Luxemburg kein Gas fördert oder speichert, ist es vollständig auf Importe angewiesen. Die Höhe des Imports hängt ausschließlich vom Gasverbrauch ab. Während Luxemburg in 2014 das Gas dabei zu fast gleichen Teilen aus Deutschland und Belgien beschafft hat, wurde in 2017 infolge der Einführung des gemeinsamen Marktes BeLux mit 81 % der Großteil aus Belgien importiert¹⁶.

	2017	2020	2030	2040
Gasverbrauch [ktoe]	770,2	773,5	784,5	795,6
Gasverbrauch [TWh]	8,96	9,00	9,12	9,25
Importabhängigkeit [%]	100%	100%	100%	100%

Tabelle 12: Gasimportabhängigkeit von Luxemburg

Quelle: Creos; Prognose von Creos ab 2030 bis 2040 fortgeschrieben.

Relevante Risiken

Aufgrund der hohen Importabhängigkeit ist die Versorgungssicherheit Luxemburgs in hohem Maße von den europäischen Nachbarländern abhängig. Versorgungsengpässe in den Nachbarländern und

¹⁶ ; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

Gesamteuropa betreffen somit auch unmittelbar Luxemburg. In den Nachbarländern Belgien, Deutschland, den Niederlanden und Frankreich bestehen grundsätzlich ausreichende Gasspeicherkapazitäten, um auch den Speicherbedarf für die Versorgung der Kunden in Luxemburg zumindest bei kurzfristigen Versorgungsengpässen abzudecken. Die Leitungskapazitäten sind hingegen ausreichend dimensioniert, um auch bei Ausfall des größten Netzkopplungspunktes die Versorgung besonders geschützter Kunden aufrecht zu erhalten. Zwar werden aufgrund der aktuell niedrigen Erdgasnachfrage, insbesondere durch die Stilllegung des GuD-Kraftwerks, die technischen Kapazitäten – zumindest an der deutschen Grenze – nicht vollständig seitens Creos gebucht und stehen damit als fest zugesicherte nicht-unterbrechbare Kapazitäten zur Verfügung. Laut Aussagen von Creos wäre es aber möglich, bei Veränderungen auf der Gasnachfrageseite diese Kapazitäten wieder erneut zu buchen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.

Um das Risiko von Versorgungsengpässen darüber hinaus zu minimieren, hat Creos seit 2015 in Zusammenarbeit mit dem belgischen Netzbetreiber Fluxys die beiden nationalen Gasmärkte zu einem länderübergreifenden Markt fusioniert. Im Zuge dieser Zusammenlegung der Marktgebiete wurden auch die zugesicherten nicht-unterbrechbaren Kapazitäten an der belgischen Grenze deutlich auf ihre maximal technische Verfügbarkeit erhöht. Hierdurch werden die nicht-unterbrechbaren Kapazitäten deutlich gesteigert und die Versorgungssicherheit Luxemburgs nachhaltig gewährleistet ohne Leitungsausbau betreiben zu müssen.

Auf Basis der Verordnung 2017/1938/EU des Europäischen Parlaments und des Rates bildet Luxemburg zur Sicherung der Versorgungssicherheit regionale Kooperationen mit den direkt angrenzenden Nachbarländern und erstellt rollierend Risikobewertungen und Präventions- und Notfallpläne. Darüber hinaus sieht die Verordnung über die Mechanismen des Gasmarktes hinaus auf Basis bilateraler zwischenstaatlicher Vereinbarungen Koordinierungs- und Solidaritätsmaßnahmen für den Fall von Versorgungskrisen vor. Durch den gemeinsamen Gasmarkt mit Belgien verfolgt Luxemburg zwar bereits eine enge zwischenstaatliche Koordination, weitere zwischenstaatliche Verträge könnten aber in Notfallmaßnahmen die Versorgungssicherheit weiter erhöhen.

Da Gas neben anderen fossilen Brennstoffen in Luxemburg auch umfangreich zur Wärme- und Kälteerzeugung eingesetzt wird, forciert Luxemburg eine Steigerung der Energieeffizienz sowie den

vermehrten Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung. Dadurch soll unter anderem auch die Importabhängigkeit von Drittländern nachhaltig geschmälert werden.

4.5. Dimension „Energiebinnenmarkt“

4.5.1. Verbundfähigkeit der Stromnetze

Bestehende und erwartete Interkonnektoren

Luxemburg verfügt momentan über direkte Netzanschlüsse mit allen drei Nachbarländern:

- Das Übertragungsnetz der Creos ist über zwei 220-kV-Doppelleitungen mit einer nominalen Gesamtübertragungskapazität von 1.960 MW mit dem benachbarten deutschen Übertragungsnetz (Schaltanlagen Bauler und Trier) verbunden.
- Das Industrienetz der Sotel ist über eine 220-kV-Doppelleitung mit dem belgischen Übertragungsnetz der Elia verbunden, die eine nominale Gesamtübertragungskapazität von 720 MW besitzt.
- Zusätzlich hat Sotel eine weitere Kuppelleitung in Richtung des französischen Höchstspannungsnetzes von RTE mit einer Übertragungskapazität von 450 MW in Betrieb.

Ende 2017 wurden durch die Inbetriebnahme des Phasenschiebertransformators in Schifflange und die Möglichkeit zur Nutzung eines Stromkreises der 220-kV-Leitung nach Aubange durch Creos die Voraussetzungen für eine vermaschte Einbindung Luxemburgs in das europäische Übertragungsnetz geschaffen, die auch eine dauerhafte Kopplung des Creos-Netzes mit dem belgischen Übertragungsnetz technisch ermöglicht. Durch die Steuerung des Phasenschiebertransformators in Schifflange seitens der Netzbetreiber Elia und Creos ist es möglich, den Stromfluss zwischen Belgien und Deutschland über das luxemburgische Übertragungsnetz zu koordinieren. Aktuell läuft ein Testbetrieb. Gleichzeitig werden noch offene Fragen zur kommerziellen Nutzung des Phasenschiebertransformators geklärt, es ist allerdings geplant, den kommerziellen Betrieb zeitnah in enger Absprache mit den benachbarten ÜNB und Regulierungsbehörden aufzunehmen. Losgelöst von der Frage der Vermarktung trägt die stärkere Anbindung an das belgische Versorgungsnetz bereits zu einer höheren Versorgungssicherheit bei.

Creos sieht folgende Netzausbau- und -verstärkungsmaßnahmen vor:

- Kontinuierlicher Ersatz bestehender Leitung durch Hochtemperaturleiterseile (HTS).

- Mittel- bis längerfristige Aufrüstung/Verstärkung der 220kV-Trasse Richtung Deutschland, mit einer perspektivischen Maximalerhöhung der nominalen Übertragungskapazität um etwa 2.600 MW.

Interconnection level (Verbundgrad)

- Es werden drei unterschiedliche Berechnungen für die Bestimmung des Verbundgrads vorgenommen. Die (n-0)-Interkonnektorkapazität wird dabei ins Verhältnis gesetzt zur
 - Spitzenlast
 - Summe der installierten Erzeugungsleistung
 - Summe der installierten Erzeugungsleistung aus EE

Der Bezug auf die Summe der installierten Erzeugungsleistung entspricht der Verbundgraddefinition, die dem 10% Verbundziel für 2020 der EU zugrunde liegt. Die *Governance*-Verordnung sieht hingegen mehrere Kriterien zur Messung des Verbundgrades vor, u. a. den Bezug auf Spitzenlast und installierte Erzeugungsleistung aus EE.

Unabhängig von der konkreten Definition des Verbundgrades übertrifft Luxemburg jedoch die 2020 und auch die 2030 Ziele um ein Vielfaches.

	2016	2020	2030	2040
Interkonnektor-kapazität [MW]	3.130	3.130	6.546	6.546
Spitzenlast [MW]	1.150	1.220	1.620	2.020
Erzeugungsleistung Gesamt [MW]	390	565	1.225	1.600
Erzeugungsleistung EE [MW]	290	465	1.125	1.500
Verbundgrad Last [%]	270	255	405	325
Verbundgrad Erz. [%]	805	555	535	410
Verbundgrad EE [%]	1.080	675	580	435

Tabelle 13: Verbundgrad Luxemburgs.

Quelle: Eigene Berechnung nach Creos/Sotel, ILR und Baseline-Szenario.

4.5.2. Energieübertragungsinfrastruktur

Analyse - Gas

Luxemburg verfügt momentan über Netzkopplungspunkte mit allen drei Nachbarländern, die in Bild 4.5.2.1 dargestellt sind. Das Transportnetz besteht aus ca. 290 km Hochdruckleitungen sowie insgesamt

63 Verteilerstationen (Druckregelungsstationen) zu nachgelagerten Netzen. In den letzten Jahren wurden nur geringe Erweiterungen am Transportnetz vorgenommen, da der Ausbau der Hauptstränge abgeschlossen ist und sowohl aktuell als auch zukünftig laut Angaben von Creos nur noch geringfügige Erweiterungen der Nebenstränge vorgenommen werden. Somit ist auch für die nächsten Jahre nicht mit deutlichen Änderungen der aggregierten Rohrleitungslängen zu rechnen.



*Bild 4.5.2.1: Kartographische Darstellung der Versorgungssituation Luxemburgs
Quelle: Creos*

In der Tabelle 14 sind die bestehenden und von Creos antizipierten Entwicklungen der Kapazitäten an den Netzkopplungspunkten angegeben.

Infolge mangelnder Kapazitätsnachfrage wurde die Grenzkuppelstelle in Esch/Alzette (FR) im Jahr 2013 abgesperrt, könnte bei Bedarf allerdings wieder reaktiviert werden. Dieser Netzkopplungspunkt versorgt allerdings lediglich eine kleine Region und ist nicht mit dem Fernleitungsnetz der Creos verbunden.

Die nicht unterbrechbare Einspeisekapazität am Übergabepunkt Remich ist aktuell auf 100.000 Nm³/h begrenzt.

Die (n-1)-sicher und nicht unterbrechbar zur Verfügung stehende Übertragungskapazität beträgt deshalb aktuell 170.000 Nm³/h. Die aktuelle Spitzenlast der geschützten Kundengruppe beträgt laut Creos etwa 140.000 Nm³/h. Der für Luxemburg anwendbare Infrastrukturstandard gemäß Verordnung 2017/1938/EU wäre somit erfüllt. Allerdings ist Luxemburg, durch die geringe Anzahl an Kopplungspunkten, nicht an diese Verpflichtung gebunden, soll sich jedoch bemühen, diese einzuhalten, wobei die Gasversorgung der geschützten Kunden sicherzustellen bleibt.

Aufgrund der Stilllegung des Kraftwerks Twinerg und des damit verbundenen hohen Rückgangs der Gasnachfrage, sieht Creos keinen Bedarf für einen Ausbau der Kapazitäten an.

Creos geht weiterhin davon aus, dass sich keine Industrie ansiedeln wird, die als sehr großer Nachfrager von Gas auftreten wird.

[Nm ³ /h]	2017	2020	2030	2040
Esch/Alzette (FR)	20.000	20.000	20.000	20.000
Remich (DE)	150.000	150.000	150.000	150.000
Bras (BE)	110.000	110.000	110.000	110.000
Pétange (BE)	70.000	70.000	70.000	70.000
Summe	350.000	350.000	350.000	350.000

Tabelle 14: Bestehende und zukünftige Kapazitäten der Netzkopplungspunkte.
Quelle: Creos

4.5.3. Strom- und Gasmärkte, Energiepreise

Die jährlichen Strom- und Gasverbräuche sind in Abschnitt 4.4 angegeben.

Für den luxemburgischen Strommarkt sind aktuell 26 Lieferanten autorisiert, von denen letztes Jahr 14 aktiv am Markt aufgetreten sind. Auf dem Gasmarkt beträgt die Anzahl autorisierter Händler 14 – davon 9 aktive¹⁷.

Nachfolgend werden die aktuellen Strom- und Gaspreise für Endkunden angegeben.

- Die angegebenen Strompreise umfassen Netzkosten, aber keine Steuern und Abgaben. Die Projektion für 2020 bis 2040 beruht auf dem *Primes Reference Scenario*. Primes trifft dabei keine Aussage über die Eigenschaften des Endkunden, wie jährlicher Verbrauch, Spannungsebene, etc.
- Der Gaspreis in Luxemburg für einen Haushalt mittlerer Größe lag 2015 inklusive Steuern und Abgaben und Netzkosten bei 13,77 €/GJ (bzw. 13,3 (€₁₃/GJ)). Der reine Energiepreis betrug dabei etwa 55 %. Genaue Prognosen zur zukünftigen Entwicklung des Gaspreises liegen Luxemburg

¹⁷ ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

aktuell nicht vor. Unterstellt man die von der EU-Kommission angesetzte Entwicklung des Gasgroßhandelspreises sowie eine gleichbleibende Belastung mit sonstigen Preisbestandteilen, ergibt sich ein Anstieg der Gaspreise bis 2040 um etwa 62 %.

	2015	2020	2030	2040
Durchschn. Strompreis für Endkunden [€ ₁₃ /MWh]	116	126	137	148
Durchschn. Gaspreis für Endkunden [€ ₁₃ /GJ]	13,3	16,6	19,5	21,5

*Tabelle 15: Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Endkunden.
Quelle: Primes Reference Scenario, eigene Berechnungen.*

4.6. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“

Dieser Teil wird im Hinblick zur Erstellung des finalen Energie- und Klimaplanes konkretisiert.

5. FOLGENABSCHÄTZUNG DER GEPLANTEN STRATEGIEN UND MASSNAHMEN

Dieses Kapitel wird im Laufe des Jahres 2019 im Hinblick zur Erstellung des finalen Energie- und Klimaplanes konkretisiert.

Literatur

- Klobasa, M., Steinbach, J. & Pudlik, (2016): Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme und Fernkälteversorgung. Bericht des Ministeriums für Wirtschaft Luxemburg zur Erfüllung der Berichtspflicht nach § 14 der Richtlinie 2012/27/EU des EU Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz. August 2016
- Dritter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg im Rahmen der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG;
- Anhang A: Gebäuderenovierungsstrategie, online verfügbar unter:
<https://meco.gouvernement.lu/dam-assets/publications/rapport-etude-analyse/minist-economie/domaine-energie/bericht-weiterentwicklung-der-gebaeuderenovierungsstrategie-juli-2017/Bericht-Weiterentwicklung-der-Gebauderenovierungsstrategie-Juli-2017.pdf>, zuletzt geprüft am 8.1.2019
- Energieinstitut Vorarlberg & Vallentin+Reichmann (2017): Energieperspektiven Luxemburg 2010 – 2070
- Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie (2017): Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie – Weiterreichende Strategieansätze und Maßnahmen, Bericht des Gouvernements du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie
- NEAP (2017): Vierter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg - im Rahmen der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG, Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Économie
- Resch Gustav, F. Reitze, J. Steinbach, M. Ragwitz, 2019: Empfehlungen zum Nationalen Energie- und Klimaplan 2030 (NEKP - 2030) für Luxemburg – Executive Summary. Eine Studie von IREES, der TU Wien und Fraunhofer ISI im Auftrag des Luxemburger Wirtschaftsministeriums. Wien, Karlsruhe, Januar 2019
- Les partis de la coalition DP, LSAP et déi gréng (2018): Accord de coalition 2018-2023 (Koalitionsvereinbarung 2018-2023)
- Ministry of Sustainable Development and Infrastructure, Department of the Environment (2018), Seventh National Communication of Luxembourg under the UNFCCC, Luxembourg