



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

## INTEGRIERTER NATIONALER ENERGIE- UND KLIMAPLAN LUXEMBURGS FÜR DEN ZEITRAUM 2021-2030

Gemäß der VERORDNUNG (EU) 2018/1999 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 11. Dezember 2018

über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates

Version: 07.02.20

*Disclaimer: Bei diesem Dokument handelt es sich um einen Entwurf.*

## Inhaltsverzeichnis

1.	Überblick und Verfahren für die Aufstellung des Plans	7
1.1.	Zusammenfassung	7
1.2.	Überblick über die aktuelle Lage der Politik	15
1.3.	Konsultationen und Einbeziehung von nationalen Einrichtungen und Einrichtungen der Union und deren Ergebnis	20
1.4.	Regionale Zusammenarbeit bei der Aufstellung des Plans	24
2.	Nationale Ziele und Vorgaben	33
2.1.	Dimension „Dekarbonisierung“	35
2.1.1.	Emissionen und Abbau von Treibhausgasen	35
2.1.2.	Erneuerbare Energien	35
2.2.	Dimension „Energieeffizienz“	40
2.3.	Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	48
2.4.	Dimension „Energiebinnenmarkt“	50
2.4.1.	Verbundfähigkeit der Stromnetze	50
2.4.2.	Energieübertragungsinfrastruktur	50
2.4.3.	Marktintegration	51
2.4.4.	Energiearmut	52
2.5.	Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	54
3.	Strategien und Maßnahmen	58
3.1.	Dimension „Dekarbonisierung“	58
3.1.1.	Emissionen und Abbau von Treibhausgasen	58
3.1.2.	Erneuerbare Energien	89
3.1.3.	Weitere Aspekte der Dimension	101
3.2.	Dimension „Energieeffizienz“	109
3.3.	Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	120
3.4.	Dimension „Energiebinnenmarkt“	126
3.4.1.	Strominfrastruktur	126
3.4.2.	Energieübertragungsinfrastruktur	128
3.4.3.	Marktintegration	128
3.4.4.	Energiearmut	132
3.5.	Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	134
4.	Aktuelle Lage und Projektionen mit derzeitigen Strategien und Maßnahmen	141

4.1. Prognostizierte Entwicklung der wichtigsten exogenen Faktoren, die die Entwicklung des Energiesystems und der THG-Emissionen beeinflussen	142
4.2. Dimension „Dekarbonisierung“	145
4.2.1. THG-Emissionen und THG-Abbau	145
4.2.2. Erneuerbare Energien	147
4.3. Dimension „Energieeffizienz“	150
4.4. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“	161
4.4.1. Analyse - Strombereich	161
4.4.2. Analyse - Gasbereich	163
4.5. Dimension „Energiebinnenmarkt“	166
4.5.1. Verbundfähigkeit der Stromnetze	166
4.5.2. Energieübertragungsinfrastruktur	167
4.5.3. Strom- und Gasmärkte, Energiepreise	169
4.6. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“	171
5. Folgenabschätzung der geplanten Strategien und Maßnahmen	174
5.1. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf das Energiesystem und die Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen	175
5.1.1. THG-Emissionen und THG-Abbau	175
5.1.2. Energienachfrage	177
5.1.3. Erneuerbare Energien	184
5.2. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf Volkswirtschaft, Beschäftigung und soziale Verhältnisse sowie Umwelt und Gesundheit	188
5.2.1. Makroökonomische Folgenabschätzung	188
5.2.2. Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit	193
5.3. Übersicht der erforderlichen Investitionen	195
5.3.1. Investitionen in Energieeffizienz	195
5.3.2. Investitions- und Förderbedarf für erneuerbare Energien	197
5.3.3. Auswirkungen auf Netzkosten im Verteilungsnetz	199
5.4. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf andere Mitgliedstaaten und die regionale Zusammenarbeit	200
Literaturverzeichnis	201

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

### Abbildungen

Abbildung 1: Jährliche Endenergieeinsparung in GWh der privaten Haushalte, des GHD-Sektors, der Industrie und des Verkehrssektors in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz) .....	42
Abbildung 2 : 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 ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz) .....	43
Abbildung 3 : Jährliche Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der gesamten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz) .....	44
Abbildung 4 : Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der gesamten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz).....	44
Abbildung 5 : Jährliche Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz) .....	45
Abbildung 6 : Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz) .....	46
Abbildung 7 : Endenergiebedarf von Luxemburg im Jahr 2016, aufgeteilt nach Sektoren Industrie, private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Transport und Landwirtschaft .....	150
Abbildung 8 : Endenergiebedarf in Luxemburg im Jahr 2016, aufgeteilt nach Energieträgern .....	151
Abbildung 9: Strom- und Brennstoffbedarf der Industrie (nur ETS-Bereich) in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios.....	155
Abbildung 10: 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 .....	156
Abbildung 11: Entwicklung des Endenergiebedarfs (unterteilt nach Energieträgern) des Verkehrssektors in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios.....	157
Abbildung 12 : Entwicklung des Strombedarfs (Endenergiebedarf bzw. Primärenergiebedarf) für die Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios.....	159
Abbildung 13: Sektorale Aufteilung des Strombedarfs für die Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios .....	160
Abbildung 14: Kartographische Darstellung der Versorgungssituation Luxemburgs.....	168
Abbildung 15: Strompreiskomponenten für Haushaltskunden .....	172
Abbildung 16: Gaspreiskomponenten für Haushaltskunden .....	173

Abbildung 17: Entwicklung des Endenergiebedarfs in der Periode 2020 bis 2040 im Fall des Zielszenarios, unterteilt nach Sektoren .....	178
Abbildung 18: Sektorale Aufteilung des Strombedarfs für die Periode 2015 bis 2040 gemäß Zielszenario .....	179
Abbildung 19: Rückgang des Endenergiebedarfs (Brennstoffe, Strom) innerhalb des Zielszenarios nach Sektoren unterteilt in der Periode 2020 bis 2040 .....	180
Abbildung 20: Absolute Änderung zentraler makroökonomischer Indikatoren gegenüber der Referenz in Mio. EUR <sub>2016</sub> (Quelle: Fraunhofer ISI) .....	189
Abbildung 21: Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Periode 2020 bis 2040 unterteilt nach Sektoren .....	195
Abbildung 22: Investitionen für Ladeinfrastruktureinrichtungen für E-Mobilität in der Periode 2020 bis 2040 in Euro .....	197

## Tabellen

Tabelle 1 : Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25% (im Jahr 2030). .....	36
Tabelle 2 : Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25% (im Jahr 2030). .....	37
Tabelle 3 : Zentrale Zielgrößen des Zielszenarios im Bereich Energieeffizienz bezogen auf den oberen Bandbreitenwert von 44%.....	41
Tabelle 4 : Bevölkerungswachstum und Bruttoinlandsprodukt.....	142
Tabelle 5 : Annahmen zu Energiepreistrends.....	143
Tabelle 6 : Annahmen zur Kostenentwicklung bei erneuerbaren Energietechnologien.....	144
Tabelle 7 : Treibhausgasemissionen nach Sektoren für die Jahre 2005 bis 2017, in kt CO <sub>2</sub> äq .....	145
Tabelle 8 : Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2005 bis 2017, in kt CO <sub>2</sub> äq .....	146
Tabelle 9 : Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2020 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios, in kt CO <sub>2</sub> äq.....	146
Tabelle 10 : Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Referenzszenario .....	148
Tabelle 11 : Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Referenzszenario.....	149
Tabelle 12: Zusätzliche Potenziale für KWK-Wärmeerzeugung in der Industrie bis zum Jahr 2030 bezogen auf den Endenergieeinsatz in der Industrie.....	153

Tabelle 13 : Verwendete Primärenergiefaktoren für die verschiedenen Energieträger in der Periode 2015 bis 2040 .....	158
Tabelle 14: Bruttostromerzeugung in Luxemburg bis 2040 .....	161
Tabelle 15: Stromimportabhängigkeit von Luxemburg .....	162
Tabelle 16: Gasimportabhängigkeit von Luxemburg .....	164
Tabelle 17: Verbundgrad Luxemburgs.....	167
Tabelle 18: Bestehende und zukünftige Kapazitäten der Netzkopplungspunkte. ....	169
Tabelle 19: Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Endkunden. ....	170
Tabelle 20: Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2020 bis 2040 im Fall des Zielszenarios, in kt CO <sub>2</sub> äq.....	176
Tabelle 21: Vergleich der Projektionen der Treibhausgasemissionen des Zielszenarios mit dem Referenzszenario für die Jahre 2020 bis 2040.....	177
Tabelle 22: Vergleich des Endenergiebedarfs von Luxemburg zwischen Referenzszenario und Zielszenario .....	182
Tabelle 23: Vergleich der Entwicklung des Wärmebedarfs bzw. des Strombedarfs von Luxemburg im Fall des Referenzszenario und des Zielszenario.....	184
Tabelle 24: Vergleich des Ausbaus erneuerbarer Energien (Energieerzeugung und Anteile gemessen an der (sektoralen) Nachfrage) zwischen Referenzszenario und Zielszenario .....	187
Tabelle 25: Änderung zentraler makroökonomischer Indikatoren gegenüber der Referenz (Quelle: Fraunhofer ISI).....	190
Tabelle 26: Investitions- und Förderbedarf für erneuerbare Energien– ein Vergleich zwischen Referenz- und Zielszenario .....	198

## 1. Überblick und Verfahren für die Aufstellung des Plans

### 1.1. Zusammenfassung

Der integrierte nationale Energie- und Klimaplan ist ein neues Planungs- und Monitoringinstrument der EU und ihrer Mitgliedsstaaten. Er soll zu einer verbesserten Koordinierung der europäischen Energie- und Klimapolitik beitragen und ist das zentrale Instrument, um die EU-2030-Ziele für Klimaschutz, erneuerbare Energien und Energieeffizienz umzusetzen. Grundlage ist die Verordnung (EU) 2018/1999 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz (Governance-Verordnung). Sie sieht vor, dass jeder EU-Mitgliedsstaat für den Zeitraum 2021 bis 2030 einen integrierten nationalen Energie- und Klimaplan erstellen muss.

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 IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 Grad Celsius zeigt das Ausmaß der Herausforderung und die Dringlichkeit zu handeln.

Auf der Ebene der EU-Kommission hat der IPCC-Sonderbericht zu einer Korrektur nach oben des Klimazieles der EU im Jahr 2030 geführt. Die neue EU-Kommissionspräsidentin, Ursula von der Leyen, hat sich für ein Ziel von 50-55% Reduktion in 2030 ausgesprochen, und der Vize-Präsident und Klima- und European Green Deal-Kommissar Frans Timmermans wird in Kürze ein Klimagesetz mit neuen Maßnahmen vorlegen. Auch wird derzeit die Europäische Investitionsbank zu einer Klimabank umgebaut. Luxemburg wird die Europäische Kommission weiterhin ermutigen, eine glaubwürdige und umfassende Strategie für ein "Netto-Null-Emissionen"-Europa bis spätestens 2050 einzuführen, und sich auch weiterhin für eine Politik des Verzichts auf die Förderung von Atomkraft, Kohle, Fracking sowie die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid einsetzen. Das Ziel der Regierung einer 55% Reduktion der Klimagase bis 2030 entspricht den hohen Ambitionen von Luxemburg.

Für die Luxemburger Regierung zählt die Atomkraft aufgrund ihrer multiplen Risiken nicht zu einem möglichen Lösungsansatz zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und somit tritt sie entschieden für eine Politik des Verzichts auf Förderung von Atomkraft ein. Auf europäischer Ebene werden die Bemühungen zugunsten eines Atomausstiegs und für eine grundlegende Reform des Euratom-Vertrags unterstützt, insbesondere mit dem Ziel, öffentliche Subventionen für Atomkraft ein für alle Mal

abzuschaffen und die Atomkraftbetreiber für das volle Risiko haftbar zu machen. In allen betroffenen internationalen Foren werden Initiativen unterstützt, die zum Ziel haben, dass die Verlängerung der Lebensdauer von Kernkraftwerken denselben Sicherheits- und Umweltverträglichkeitsprüfungen unterworfen wird, wie neue Projekte. Die Luxemburger Regierung wird sich des Weiteren sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene dafür einsetzen, dass Kernenergie aus zukünftigen Investitionen, die als nachhaltig eingestuft werden, ausgeschlossen wird und begrüßt die Entscheidung auf EU-Ebene, dass die Atomkraft bei „Green Finance“ (Richtlinie zur Finanztaxonomie) ausgeschlossen ist.

Man ist sich im Klaren, dass hinsichtlich der im Pariser Klimaabkommen aufgeführten Herausforderungen und deren Bewältigung ein immenses Investitionsvolumen nötig sein wird. Damit die Ziele des Pariser Abkommens erreicht werden, benötigt Europa alleine in den kommenden zehn Jahren zusätzliche Investitionen von rund 260 Milliarden Euro jährlich.<sup>1</sup>

Die Finanzierung dieser Investitionen kann unter anderem durch grüne Anleihen getätigt werden. Im Jahr 2007 notierte die Luxemburger Börse die erste jemals auf den Markt gebrachte grüne Anleihe. Seitdem ist sie führend in dieser Anlageklasse. Heute sind mehr als 160 Green Bonds gelistet. Die Emittenten reichen von Staaten, Entwicklungsagenturen und -banken bis hin zu Finanzinstituten und Unternehmen.

Die große Herausforderung der Energiepolitik wird darin bestehen, viel schneller als bisher aus den fossilen Energien wie Kohle, Öl und Gas auszusteigen. Bei der Umsetzung der Politiken ist der Bereich der Energieeffizienz, nach dem „energy efficiency first“-Prinzip, als prioritär anzusehen, gefolgt von einem verstärkten und konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien sowie einer Mobilität, die die Abhängigkeit von PKW und LKW reduziert und die verbleibenden PKW und LKW auf elektrischen Antrieb oder Wasserstoffantrieb umstellt.

Vor diesem Hintergrund hat die aktuelle Regierung im Rahmen des 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.“ Der integrierte nationale Energie- und Klimaplan definiert den Rahmen für die luxemburgische Energie- und Klimapolitik bis 2030.

Die Energiewende wurde in den letzten Jahren bereits in Luxemburg angegangen und ist Teil des 2015 begonnenen Prozesses der „Dritten Industriellen Revolution“, dessen Grundsteine aus der Energieeffizienz bei den neuen Gebäuden, der massiven Entwicklung der erneuerbaren Energien und ihrer Einbindung in

---

<sup>1</sup> Angaben der EU-Kommission

das Energienetz, der Entwicklung dezentraler Energiespeicherung, der Digitalisierung der Energienetze sowie der Verwendung nachhaltigerer Verkehrsmittel bestehen. Die Luxemburger 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 Klima- und Energiepolitik dar. Luxemburg möchte sich proaktiv an der europäischen Energiewende beteiligen und zu einem Land der „climate solutions“ werden.

Der vorliegende Plan 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 in den genannten Bereichen zu intensivieren, um eine moderne industrielle Tätigkeit in Luxemburg zu erhalten und auszubauen. Der integrierte nationale Energie- und Klimaplan wird damit auch das Potenzial haben, Luxemburg als „hub“ für klimafreundliche Start-ups und Unternehmen zu etablieren. Darüber hinaus wird der Plan neben neuen Instrumenten aber auch 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. Die rezenten Berichte des IPCC legen dar, dass zur Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens die Klimagase weltweit bis 2030 halbiert werden müssen. Im Pariser Abkommen ist auch festgehalten, dass aufgrund des historisch hohen Ausstoßes von Klimagasen die Industrieländer dabei eine besondere Verantwortung haben. Dies gilt auch für die EU und Luxemburg. Hinsichtlich der Vereinbarkeit mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens beschließt die Luxemburger Regierung auf nationaler Ebene, die Treibhausgasemissionen für die Sektoren außerhalb des EU-Emissionshandels um 55% bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Referenzjahr 2005 zu vermindern. Die Regierung beschließt zudem ein Energieeffizienzziel von 40-44% bis zum Jahr 2030 und den Anteil erneuerbarer Energien auf 25% bis zum Jahr 2030 anzuheben.

Dimension	Zentrale Ziele
THG-Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nationales Klimaziel: <b>-55%</b> bis 2030 gegenüber 2005</li> </ul>
Erneuerbare Energien	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch <b>25%</b> im Jahr 2030 durch einen konsequenten Ausbau von Wind, Solar und Wärmepumpen in Luxemburg</li> <li>▪ Kooperation mit anderen EU-Mitgliedsstaaten</li> </ul>
Energieeffizienz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Energieeffizienzziel von <b>40-44%</b> bis 2030 (gegenüber EU-Primes (2007))</li> <li>▪ Neue fossilfreie Zweck- und Wohngebäude</li> <li>▪ Starke Sanierungsrate und hocheffiziente Gebäudesanierungen</li> <li>▪ Aufbau von erneuerbaren Wärmenetzen</li> <li>▪ Verkehrsvermeidung durch massiven Ausbau des öffentlichen Verkehrs und 49% Anteil von Elektromobilität bis 2030</li> <li>▪ Aufbau eines großen Energieeffizienzmarktes für Industrie, KMU und Bürogebäude</li> </ul>
Sicherheit der Energieversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verringerung der Abhängigkeit von Stromimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien</li> <li>▪ Ausschöpfung von Flexibilitätspotenzialen durch Aufbau eines „Energie-Datahub“</li> <li>▪ Weitere Intensivierung der regionalen Zusammenarbeit im Bereich der Strom- und Gasversorgungssicherheit</li> </ul>
Energiebinnenmarkt	<p><b>Gasbereich:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kein weiterer Ausbau der nationalen Gasinfrastruktur weder auf Übertragungs- noch auf Verteilungsebene</li> <li>▪ Weiterer Ausbau der grenzüberschreitenden Verbindungen ist aktuell nicht notwendig</li> <li>▪ Vertiefung des gemeinsamen Gasmarkts mit Belgien</li> </ul> <p><b>Strombereich:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Netze bedarfsgerecht auf bestehender Trassenführung modernisieren</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sektoren „Strom“, „Wärme“ und „Verkehr“ durch Sektorkopplung miteinander verbinden</li> </ul>
<p><b>Forschung, Innovation, Wettbewerbsfähigkeit</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Luxemburg soll sich zu einem Vorreiter für die erfolgreiche Implementierung einer landesweiten Energiewende mit den Hauptpfeilern „zero carbon“, „circularity“, „erneuerbare Energien“ und „energieeffiziente Gebäude“ mit Flexibilitätsoptionen / Speicherkapazitäten sowie nachhaltigen Mobilitätskomponenten und einem Stromnetz und Informationsfluss, der dies ermöglicht, entwickeln</li> <li>▪ Luxemburg soll im Zusammenspiel mit Stadt / Raumplanung und positiven „lifestyle changes“ eine resiliente Stadt- und Raumentwicklung sowie Transitionsprozesse und soziale Innovationen vorantreiben</li> <li>▪ Luxemburg soll zu einem attraktiven Standort für Anbieter und Unternehmensgründer von „Climate Solutions“, mit einem attraktiven Test- und Experimentierumfeld für die (Weiter-) Entwicklung ihrer Produkte, werden</li> <li>▪ Luxemburgs Finanzplatz soll 20% aller Geldflüsse bis 2025 auf „green finance“ umstellen und ein weltweit anerkannter Finanzplatz für Investitionen in Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, Elektro- und Wasserstoffmobilität werden</li> </ul>

Dimension	Zentrale Strategien und Maßnahmen
Dekarbonisierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einführung eines Klimarahmengesetzes</li> <li>▪ Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden</li> <li>▪ Einführung eines CO<sub>2</sub>-Mindestpreises und Anpassung der Besteuerung der Mineralölprodukte</li> <li>▪ Stärkung von Finanzierungsmaßnahmen, gezielte Klimabonusprogramme, u. a. Klima- und Energiefonds, Umweltschutzfonds, Förderprogramm PRIME House, Klimadarlehen, Förderprogramm „clever fueren“</li> <li>▪ Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie für eine nachhaltige Mobilität</li> <li>▪ Reform der Kfz-Steuer und der Besteuerung von Dienstwagen</li> <li>▪ Heizöl-Ausstiegsprogramm</li> </ul>
Erneuerbare Energien	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solaroffensive durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterverfolgung der Ausschreibungen für große Photovoltaikanlagen</li> <li>• Anpassung und Ausbau der Förderprogramme</li> <li>• Stärkung des Eigenverbrauchs im Stromsektor („autoconsommation“)</li> </ul> </li> <li>▪ Windenergieausbau mit wenigen Großwindanlagen</li> <li>▪ Erstellung eines Solar- und Wärmekatasters</li> <li>▪ Biomasse im Rahmen der nachhaltigen Holzverfügbarkeit der Großregion</li> <li>▪ Gezielter Ausbau im Bereich der Wärme aus erneuerbaren Energien (Wärmepumpe, Tiefengeothermie, Erneuerbare Wärmenetze aus Abwärme)</li> <li>▪ Elektromobilität, Biokraftstoffe der zweiten Generation, grüner Wasserstoff</li> <li>▪ Länderübergreifende gemeinsame Projekte, zum Beispiel durch gemeinsame Ausschreibungen von Photovoltaik- und</li> </ul>

	<p>Windkapazitäten mit Nachbarländern, sowie aktive Teilnahme an der neuen -Erneuerbaren Finanzplattform der EU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kooperation mit anderen EU-Mitgliedsstaaten</li> </ul>
<b>Energieeffizienz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Niedrig- und Plusenergiegebäude per Gesetz bei Wohnungen und Zweckgebäuden</li> <li>▪ Ambitionierte Sanierung des bestehenden Häuserbestandes (3% Renovierungsrate bei 72% Sanierungstiefe im Durchschnitt)</li> <li>▪ Aufbau eines großen Energieeffizienzinvestitionsmarktes für Industrie, KMU und große Bürogebäude (durch die Kombination von Audits inklusive einer Audittransparenzplattform, eines spezifischen Energieeffizienz-Finanzierungsfonds (de-risking), einer Stärkung des “accord volontaire” mit der Industrie und dessen Ausbau für KMU, Weiterführung und Ausdehnung der Energieeffizienzverpflichtung (EEO) für alle Verkäufer von Energie)</li> <li>▪ Steigerung der Energieeffizienz im Verkehr durch Verkehrsvermeidung, massiven Ausbau des öffentlichen Verkehrs und dem schnellen Aufbau von Elektromobilität bei PKW und Transportern (Prämien, Aufbau eines flächendeckenden <i>Fastcharging</i>-Netzes)</li> <li>▪ Reduzierung des Verkaufs von Diesel an Transit LKW</li> <li>▪ Vorbildfunktion des Staates und Gemeinden u. a. in ihren Gebäuden und bei der Beleuchtung (Luxemburg LED 2025 Programm)</li> <li>▪ Großangelegtes Aus- und Weiterbildungsprogramm für Handwerk und Ingenieure/Architekten</li> </ul>
<b>Sicherheit der Energieversorgung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Stärkung der regionalen Zusammenarbeit</li> <li>▪ Netzausbaumaßnahmen im Bereich der Übertragungsnetzebene auf bestehenden Trassen</li> <li>▪ Durch Verkehrsvermeidung und den Ausbau des öffentlichen Transportes und der Elektromobilität, die Abhängigkeit vom Ölimport verringern</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nationaler Strategierahmen für die Marktentwicklung im Verkehrsbereich und für den Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen (z. B. flächendeckendes <i>Fastcharging</i>-Netz)</li> </ul>
<b>Energiebinnenmarkt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausbau der Stromübertragungskapazitäten auf bestehenden Trassen</li> <li>▪ Intelligentes Management auf allen Stromspannungsebenen durch den Aufbau eines Energie Data-Hub</li> <li>▪ Keine Erweiterung der Gasinfrastruktur: die bestehende Gasinfrastruktur ist ausreichend dimensioniert</li> <li>▪ Aktive Unterstützung der Gasverteilungsunternehmen beim Aufbau von „green gas“ Infrastrukturen (sammeln von Biogas aus dezentralen Biogasanlagen, Biogas- und Klärschlamm-Waschanlagen)</li> </ul>
<b>Forschung, Innovation, Wettbewerbsfähigkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Neugründung einer Forschungsinfrastruktur unter Einbindung aller relevanten Akteure aus dem Forschungs- und Innovationsbereich</li> <li>▪ Kontinuierliche Erhöhung des Investitionsvolumens im Bereich der Forschung und Entwicklung im Energiebereich</li> <li>▪ Verstärkung der bestehenden Anstrengungen und Fähigkeiten an den nationalen Forschungsinstituten</li> <li>▪ Luxemburg als internationaler Hub für „climate solutions“</li> </ul>

Das Gelingen dieses Plans hängt wesentlich von der Akzeptanz ab die er von weiten Teilen der Bevölkerung erfährt. Die soziale Verträglichkeit der verschiedenen Maßnahmen des Plans ist daher ein zentrales Anliegen der Regierung. Der vorliegende Plan enthält weitreichende Maßnahmen um die heutige Energiearmut zu bekämpfen und zukünftige Energiearmut zu verhindern. Durch gezielte und sozial gestaffelte Fördermaßnahmen und Entschädigungen gibt dieser Plan die Möglichkeit zu einem Instrument für sowohl klimapolitischen als auch sozialen Fortschritt zu werden.

## 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 493.500 Einwohner im Jahr 2009 auf 613.900 Einwohner im Jahr 2019 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% widerspiegelt. 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 das niedrige Preisniveau von Kraftstoffen im Vergleich zu den Nachbarländern zu begründen. Zudem verfügt Luxemburg nicht über Großkraftwerke, so dass neben der Eigenstromproduktion vor allem auf Importe (85%) zurückgegriffen wird, welche in der CO<sub>2</sub>-Bilanz nicht angerechnet werden. Diese Struktur drückt sich auch in einem prozentual relativ geringen Stromverbrauch in Luxemburg aus, 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 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 in enger Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten im Rahmen des Pentilateralen Energieforums (DE, FR, BE, NL, LU, AT, CH) auf die Diversifizierung der Herkunftsquellen sowie der Versorgungswege gesetzt.

Luxemburg ist 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 und dem Klimaschutz, als auch bei der Digitalisierung der Energiewende wesentliche Fortschritte gemacht, auf die im Folgenden kurz hingewiesen wird.

## Energieeffizienz

Zwischen 2008 und 2014 hat Luxemburg drei nationale Aktionspläne für Energieeffizienz angenommen und die darin enthaltenen Maßnahmen umgesetzt. Der aktuelle, und damit vierte, Nationale 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 Niedrigstenergiegebäude-Standard ist seit Anfang des Jahres 2017 für jeden Neubau von Wohngebäuden verpflichtend und entspricht annähernd dem international bekannten Passivhausstandard. Diese Niedrigstenergiegebäude sind generell in der nationalen Zertifizierung der Energieausweise als AAA-Gebäude ausgewiesen.

Im Jahre 2014 hat Luxemburg seine nationale Gebäuderenovierungsstrategie präsentiert, welche von der Europäischen Kommission vor allem wegen ihrer 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 (über das Förderprogramm *PRIME House*) und Gemeinden (über den 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. Auch 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 gewährleistet jeder Mitgliedsstaat, dass sein Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen bei allen Verkehrsträgern im Jahr 2020 mindestens 10% seines Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor entspricht.

Luxemburg ist auf gutem Wege, seine Ziele für das Jahr 2020 zu erreichen. Der Anteil an erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch erreichte im Jahr 2017 6,38%, verglichen mit 5,44% im Jahr 2016, 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 wurden im Jahr 2019 die Einspeisetarife für Photovoltaik erhöht und im Jahr 2018 ein erstes nationales Wettbewerbsverfahren für Photovoltaikanlagen auf Gebäuden beziehungsweise Industrie- oder Deponieflächen organisiert. Eine zweite Ausschreibung erfolgte im Herbst 2019. Diese Maßnahmen haben eine große Investitionswelle ausgelöst und so könnte die Solarproduktion von derzeit 130 MW in kurzer Zeit auf über 200 MW erhöht werden.

Zuletzt bleibt noch zu erwähnen, dass die Biokraftstoffrate bei der Treibstoffbeimischung für 2019 auf 5,85% und für das Jahr 2020 auf 7,7% festgelegt wurde. Im Jahr 2019 wurde der Mindestsatz für Biokraftstoffe aus Abfällen, Rückständen und Zellulosematerialien, die nicht aus Lebensmitteln stammen

und unter das Prinzip der "Doppelzählung" fallen, auf 35% festgelegt. Zudem wurde im Regierungsprogramm festgehalten, die Verwendung von Biokraftstoffen der ersten Generation auf höchstens 5% zu begrenzen um die Verwendung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, die als nachhaltiger gelten, zu fördern.

### Nachhaltige Mobilität

Parallel zur verstärkten Förderung des öffentlichen Verkehrs und der aktiven Mobilität (Luxemburg hat EU-weit das größte Investitionsprogramm in Zug, Straßenbahn und Busse) 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 Europa erreichen können.

### Digitalisierung

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

### Klimapakt

2012 hat die Luxemburger 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 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 nationale 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 die Durchführung von Konsultationen der Öffentlichkeit vor. Außerdem ist ein energie- und klimapolitischer Dialog auf mehreren Ebenen einzurichten, bei dem lokale Gebietskörperschaften, Organisationen der Zivilgesellschaft, Sozialpartner und sonstige einschlägige Interessenträger zusammenkommen, um die unterschiedlichen Optionen zu erörtern, die in der Energie- und Klimapolitik ins Auge gefasst werden.

Der vorliegende nationale Energie- und Klimaplan Luxemburgs für den Zeitraum 2021-2030 wurde im Rahmen intensiver Konsultationen unter Federführung der beiden zuständigen Ministerien (Ministerium für Energie und Raumplanung und Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung) bearbeitet.

#### Einbeziehung und Konsultation des nationalen Parlaments

Nach der Annahme des Entwurfs des nationalen Energie- und Klimaplans durch den Regierungsrat wurde der Entwurf dem Ausschuss für Umwelt, Klima, Energie und Raumentwicklung des Parlaments am 27. Februar 2019 vorgestellt.

Nachdem der Regierungsrat die Synthese des Entwurfs des endgültigen Energie- und Klimaplans verabschiedet hatte, fand am 6. und 17. Dezember 2019 ein Meinungs austausch im Ausschuss des Parlaments für Umwelt, Klima, Energie und Raumentwicklung statt. Dieser Austausch zwischen den Abgeordneten und der Umweltministerin sowie dem Energieminister diente ebenfalls der Vorbereitung einer Konsultationsdebatte im Parlament.

Bei der **Konsultationsdebatte** am 19. Dezember 2019 nahmen die Sprecher der politischen Fraktionen Stellung zu den im Rahmen des nationalen Energie- und Klimaplans geplanten Zielen, Politiken und Maßnahmen. Weitere Informationen liefert der Internetauftritt des Parlaments<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> <https://www.chd.lu/wps/portal/public/Accueil/Actualite/ALaUne/?current=true&urile=wcm%3Apath%3Aactualite.public.chd.lu/ST-www.chd.lu/sa-actualites/c96b8d5e-613c-42a7-bb1a-7f4fee350509>

## Einbeziehung und Konsultationen von Interessenträgern und der Öffentlichkeit

Den Interessenträgern und der Öffentlichkeit wurde frühzeitig die Gelegenheit geboten an der Ausarbeitung des vorliegenden nationalen Energie- und Klimaplanes mitzuwirken. So fanden bereits 2018 während der Vorbereitungsphase des Entwurfs des nationalen Energie- und Klimaplanes partizipative Prozesse statt, deren Ergebnisse, soweit nützlich und möglich, im Entwurf des Plans aufgegriffen wurden. Weitere Details zu den genannten Prozessen (Strategiestudie zur „Dritten industriellen Revolution“ und Langfrist-Klimastrategie) sind untenstehend aufgeführt.

Nachdem der Entwurf des Plans Anfang 2019 verabschiedet war, wurde dieser in einem eintägigen **Workshop am 21. Mai 2019** (Journée „Generatioun Klima – zesumme fir eise Planéit“) vorgestellt und mit Vertretern der Zivilgesellschaft, der Sozialpartner, der Wirtschaft, der Wissenschaft und des Parlaments sowie weiteren Interessenträgern, unter Einbeziehung der betroffenen Ministerien und Verwaltungen sowie der lokalen Gebietskörperschaften, diskutiert. Knapp 200 Teilnehmer beteiligten sich an den Diskussionen. Hinsichtlich der Erstellung des endgültigen Energie- und Klimaplanes wurden dabei, aufbauend auf bereits identifizierten Ansätzen, Maßnahmen entwickelt, priorisiert und konkretisiert, die es ermöglichen sollen die für 2030 gesteckten Ziele zu erreichen. Der partizipative Prozess wurde von Experten geleitet und war in 7 Themenbereichen untergliedert:

- Wohnen und nachhaltige Gebäude
- Mobilität
- Industrie und Unternehmen
- Landwirtschaft
- Energie
- Veränderung der Lebensweisen
- Governance, nachhaltige Finanzen und Steuerwesen

Des Weiteren führten das Ministerium für Energie und Raumentwicklung und das Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung im Herbst 2019 eine Reihe von **bilateralen Gesprächen mit Organisationen der Zivilgesellschaft und den Sozialpartnern**. Ziel der Gespräche war es, einen möglichst breiten Konsens betreffend die geplanten Strategien und Maßnahmen des Energie- und Klimaplanes zwischen den einzelnen Interessenträgern zu erreichen.

Als Antwort auf die Mobilisierung der Schüler für Klimaschutz hat die Regierung auch die Schüler aktiv in die Konsultationen eingebunden. Um deren Erwartungen, Ideen und Vorschläge besser zu erfassen, fanden im Mai 2019, in Zusammenarbeit mit der Nationalen Schülerkonferenz CNEL, 4 regionale Workshops in den Lyzeen (**ClimateXchange**) statt. Im Beisein des Bildungsministers, der Umweltministerin und des Landwirtschaftsministers nahmen insgesamt rund 500 Schüler an den Workshops teil. Thematisiert wurden insbesondere nachhaltige Schulen, Mobilität, Abfall, Energie und Landwirtschaft (nachhaltig konsumieren und produzieren).

### ***Prozess - Strategiestudie zur „Dritten industriellen Revolution“***

Luxemburg hat 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, den Ansatz der „Kollektiven Intelligenz“ zu Nutzen zu machen, die als wichtiger Bestandteil des Konzepts der offenen gesellschaftlichen Innovation anzusehen ist. 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 im Rahmen mehrerer Veranstaltungen wichtige und konkrete Themen der Energiewende behandelt wurden. Am 12. März 2018 wurde im Rahmen der Entwicklungen der europäischen Energieunion ein offener Workshop über die Energiewende organisiert, in welchem die Hauptpfeiler der Energieunion, der 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.

### ***Prozess - Langfrist-Klimastrategie***

Im Hinblick auf die Erstellung einer Langfrist-Klimastrategie organisierte das Ministerium für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur im Laufe des Jahres 2018 mehrere Konsultationen mit Vertretern der Zivilgesellschaft, der Wirtschaft, der Wissenschaft und den öffentlichen Verwaltungen. Diese Konsultationen wurden begleitet von Prof. Dr. Reinhard Loske. Bei einem ersten *Co-Creation-Workshop* am Wochenende des 3. und 4. Februar 2018 identifizierten rund 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 nationalen Energie- und Klimaplan berücksichtigt.

### Öffentliche Konsultation

Nach Verabschiedung des Entwurfs des endgültigen nationalen Energie- und Klimaplan durch den Regierungsrat, wurde der Entwurf der Öffentlichkeit und allen Interessenträgern im Rahmen einer letzten öffentlichen Konsultation vorgelegt. Dabei wurden auch die Nachbarländer miteinbezogen.

[Dieser Teil wird nach Abschluss der öffentlichen Konsultation vervollständigt.]

### Iterativer Prozess mit der Europäischen Kommission

Luxemburg legte der Europäischen Kommission seinen Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplan 2021-2030 am 18. Februar 2019 vor. Der Entwurf wurde gemäß der Verordnung (EU) 2018/1999 von der Kommission bewertet. Am 18. Juni 2019 übermittelte die Kommission neun auf die vorgenannte Bewertung gestützte Empfehlungen an Luxemburg. Bei der Ausarbeitung des endgültigen nationalen Energie- und Klimaplan hat Luxemburg diesen Empfehlungen Rechnung getragen und sie soweit möglich aufgegriffen.

## 1.4. Regionale Zusammenarbeit bei der Aufstellung des Plans

### Pentalaterales Energieforum

Luxemburg ist integraler Bestandteil der Energiemärkte für Strom und Gas in Westeuropa. Als Teil dieser Märkte profitiert es – so wie die anderen Mitgliedsländer auch – von signifikant besseren Bedingungen der Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit der Energieversorgung.

Ein herausragendes Element der regionalen Zusammenarbeit im Kontext der Energie- und Klimapolitik ist das Pentalaterale Energieforum. Unter der Präsidentschaft Luxemburgs wurde auf einer Konferenz im Juni 2019 das nachfolgende gemeinsame Kapitel verabschiedet:

#### ***Einleitung***

Im Rahmen des seit 2005 bestehenden Pentalateralen Energieforums zur regionalen Kooperation arbeiten Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, die Niederlande sowie seit 2011 auch Österreich auf freiwilliger Basis zusammen – Länder, in denen zusammen mehr als ein Drittel der Bevölkerung der EU lebt und die mehr als 40 Prozent der Stromerzeugung in der EU abdecken. Die Schweiz kam 2011 als ständige Beobachterin dazu und trägt aktiv zur fachlichen Arbeit wie auch zur Entscheidungsfindung bei. In enger Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission (auf Einladung) verstärkt das Pentalaterale Energieforum die Zusammenarbeit zwischen allen relevanten Akteuren und verfolgt so das Ziel der Schaffung eines regionalen Strommarktes als Zwischenschritt hin zur Einrichtung eines einheitlichen europäischen Strommarktes.

Die Zusammenarbeit wird von den Energieministern gesteuert, die regelmäßig zusammenkommen. Die kontinuierliche Betreuung der Aktivitäten wird durch die Penta-Koordinatoren und den Penta-NECP-Ausschuss unter der Leitung der entsprechenden Generaldirektoren Energie in den beteiligten Ländern sichergestellt. Das Arbeitsprogramm wird von den Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB), Ministerien, Regulierungsbehörden, der Europäischen Kommission und den Marktakteuren umgesetzt, die sich regelmäßig in drei Arbeitsgruppen (Support Groups) treffen.

Der große Erfolg der letzten 15 Jahre besteht darin, dass sich die Perspektive der beteiligten Länder auf die Energiepolitik weg von einem rein nationalen Fokus hin zu einem regionalen Ansatz weiterentwickelt hat. Die beteiligten Länder haben konkrete regionale Etappenziele in verschiedenen Bereichen aufgestellt, die bis heute aktuell sind:

### ***Elektrizitätsbinnenmarkt/Marktintegration:***

Die Penta-Support Group 1 (SG 1) konzentriert sich auf die Kopplung der Elektrizitätsmärkte in der Region. Die SG 1 hatte sich die lastflussbasierte Marktkopplung (Flow-Based Market Coupling, FBMC) der Day-Ahead-Märkte zum Ziel gesetzt, die im Mai 2015 in der Penta-Region als erster Region in der Europäischen Union eingeführt wurde. Seitdem ist die lastflussbasierte Marktkopplung fortlaufend zur Erzielung höherer Wohlfahrtsgewinne optimiert worden und dient nun als Grundlage für eine vollständig in der EU verankerten Marktkopplung für die Day-Ahead-Märkte.

Um die zur Verfügung stehende Übertragungskapazität für den grenzüberschreitenden Handel auf dem Intraday-Markt zu erhöhen, hat die SG 1 einen koordinierten Prozess zur Berechnung der Intraday-Kapazitäten gefördert, der im März 2016 nach der lastflussbasierten Marktkopplung der Day-Ahead-Märkte für alle Grenzen in der Region als erster Schritt hin zur Kopplung der europäischen Intraday-Märkte umgesetzt wurde.

Die Support Group hat privilegierte Einblicke in die drastischen Veränderungen der Elektrizitätslandschaft und der Steuerung der Elektrizitätsmärkte gewinnen können. Hatten die Elektrizitätsbetreiber 2005 noch vorwiegend unabhängig voneinander agiert, beförderte die Arbeitsgruppe über die Jahre hinweg die Zusammenarbeit zwischen den Akteuren, was u.a. zur Bildung regionaler Gruppen von ÜNB innerhalb ihrer Verbände, der Fusion von Strombörsen und ÜNB und dem Entstehen neuer regionaler Akteure führte (TSCNet, Coreso, ehemals CASC-CWE, SSC).

Im Hinblick auf die neuen Umsetzungspläne, die nach dem Paket „Saubere Energie für alle Europäer“ vorzulegen sind, werden sich die beteiligten Länder eng abstimmen und Möglichkeiten für gemeinsames Handeln ausloten.

### ***Elektrizitätsbinnenmarkt/Flexibilität:***

Die Support Group 3 (SG 3) beschäftigt sich mit Flexibilitätsthemen in der Region. Bis jetzt konzentriert sich die Arbeit der SG 3 auf die Bereiche Regelenergie, Intraday und die Rolle von Lastmanagement und damit drei wesentliche Bereiche für die regionale Zusammenarbeit zur Verbesserung der Flexibilität unserer Elektrizitätsmärkte. Es wurden mehrere technische Hintergrundpapiere erarbeitet, in denen die Haupthindernisse für eine größere Nutzung von Flexibilität in der Penta-Region festgehalten sind. Die SG 3 steht den traditionellen Teilnehmern

(Regulierungsbehörden, ÜNB) wie auch anderen Akteuren wie den Verteilernetzbetreibern (VNB), großen Verbraucherverbänden und Erzeugern erneuerbarer Energien offen.

Im Bereich Regelenergie wurden im Pentaforum bestehende Ansätze evaluiert und gute Praktiken ausgetauscht. Das Pentaforum spielt zudem eine wichtige Rolle bei der Umsetzung der Leitlinien der Europäischen Union zur Regelenergie. Hinsichtlich des Lastmanagements hat eine separate Expertengruppe einen Bericht erarbeitet, in dem die aktuelle Situation in der Penta-Region dargestellt wird, wobei insbesondere auf die Regelungen und Verantwortlichkeiten neuer Marktakteure in jedem Land der Region eingegangen wird. Bezüglich der weiteren Zusammenarbeit der beteiligten Länder im Bereich Wasserstoff hat ein Workshop zur Festlegung möglicher Kooperationsthemen in diesem Bereich stattgefunden.

### ***Versorgungssicherheit:***

Die Support Group 2 (SG 2) setzt sich mit versorgungssicherheitsbezogenen Themen in der Region auseinander. Die beteiligten Länder haben im Juni 2017 eine Absichtserklärung (Memorandum of Understanding - MoU) über die Zusammenarbeit bezüglich der Versorgungssicherheit unterzeichnet. Auf dieser Grundlage und vor dem Hintergrund der neuen EU-Verordnung zur Zusammenarbeit im Bereich Risikovorsorge wurde 2018 mit „PENTEX 2018“ eine Notfallübung organisiert, um ein besseres gemeinsames Verständnis nationaler Belange zu erzielen, potenziell relevante (grenzüberschreitende) Krisensituationen in der Region zu identifizieren und verschiedene Maßnahmen zur Verringerung der Auswirkungen etwaiger Krisen zu bewerten.

Die durch die ÜNB der beteiligten Länder durchgeführte und im März 2015 veröffentlichte erste regionale Bewertung zur Angemessenheit der Erzeugungskapazitäten (Generation Adequacy Assessment, GAA) war ein wichtiger Meilenstein. Die Methodik der Bewertung basierte auf einem probabilistischen und chronologischen Ansatz mit stündlicher Auflösung für die Jahre 2015/2016 und 2020/2021 und stellte damit eine deutliche Verbesserung gegenüber den bestehenden deterministischen Ansätzen dar. Außerdem verwendeten die Übertragungsnetzbetreiber der beteiligten Länder einen gemeinsamen regionalen Datensatz, wobei sie sich auf dieselben Szenarien und Annahmen stützten, wie etwa ein temperaturabhängiges Lastmodell für die gesamte Region und harmonisierte probabilistische hydrologische Daten.

Die Regierungen der Länder des Pentaforums sind überzeugt, dass diese Parameter auch in Zukunft relevant bleiben werden. Neben einer Fortsetzung der Arbeit an den obenstehend genannten

Bereichen, werden sich die beteiligten Länder im Rahmen des Pentilateralen Energieforums in den nächsten Jahren mit folgenden Schwerpunkten befassen:

### ***Dekarbonisierung des Stromsektors***

#### ***Gemeinsame Vision einer dekarbonisierten Stromversorgung in den beteiligten Ländern bis 2050:***

Die beteiligten Länder besprechen ihre Vorstellungen zur Erreichung einer dekarbonisierten Stromversorgung bis 2050 (und von Zwischenzielen für die Jahre 2030 und 2040) auf Grundlage eines hocheffizienten und stark von erneuerbaren Energien geprägten Energiesystems, eines schrittweisen Ausstiegs aus der fossilen Stromerzeugung und eines effizienten Endverbrauchs von Strom. Dazu werden in einem ersten Schritt nationale Szenarien zu einer möglichen Gestaltung des Elektrizitätssystems im Jahr 2050 verglichen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen diesen Szenarien sowie die Art und Weise, wie in den Szenarien Versorgungssicherheit gewährleistet wird, ermittelt. Dies dient als Grundlage für die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses bezüglich der Erwartungen und Herausforderungen bei der Entwicklung des zukünftigen Elektrizitätssystems.

### **North Seas Energy Cooperation**

Luxemburg ist Teil der Nordsee-Energiekooperation („North Seas Energy Cooperation“) und gehört somit der erweiterten Nordseeregion an, die über ein großes Potenzial im Bereich erneuerbarer Energien verfügt. Laut Europäischer Kommission kann die Offshore-Windenergie der Nordsee schätzungsweise bis zu 12% des Stromverbrauchs in der EU bis 2030 abdecken.

Projekte in den Bereichen Offshore-Stromerzeugung und Leitungsinfrastruktur, können sich über Grenzen hinweg auf Energiepreise, Versorgungssicherheit und die Umwelt einschließlich auf die Verfügbarkeit des Meeresraums sowie die Innovationsgeschwindigkeit auswirken. Folglich können Luxemburg und die Nordsee-Anrainerstaaten erheblich von einer Zusammenarbeit profitieren.

Die Nordsee-Energiekooperation (NSEC) wurde 2016 ins Leben gerufen. Es handelt sich dabei um eine Initiative der freiwilligen, basis- und marktorientierten, regionalen Zusammenarbeit. Ziel ist die Schaffung von Synergien und die Vermeidung von Unvereinbarkeiten nationaler Politiken, der Wissensaustausch über bewährte Vorgehensweisen sowie die Förderung gemeinsamer Strategien, soweit dies möglich und nützlich ist. Es soll die weitere kostengünstige Nutzung von erneuerbaren Energien zu Wasser, insbesondere von Windenergie, abgestimmt und gefördert werden, um damit eine nachhaltige, sichere

und bezahlbare Energieversorgung in Luxemburg und den Nordsee-Anrainerstaaten durch eine verstärkte und besser abgestimmte Nutzung von Offshore-Windenergie sowie durch potenzielle gemeinsame Projekte oder Cluster-Projekte sicherzustellen. Die NSEC verfolgt in erster Linie einen schrittweisen Ansatz mit der längerfristigen Perspektive der weiteren Integration und zunehmenden Effizienz von Strom-Großhandelsmärkten, wobei gleichzeitig zur Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen, durchschnittlichen Großhandels-Preisspannen und einer Verbesserung der Versorgungssicherheit in der Region beigetragen werden soll.

Die Nordsee-Energiekooperation umfasst 10 Länder unter Beteiligung der Europäischen Kommission: Belgien, die Niederlande, Luxemburg, Frankreich, Deutschland, das Vereinigte Königreich, Irland, Norwegen, Schweden und Dänemark.

### ***Regionale Zusammenarbeit***

Was die Ausarbeitung dieses Plans betrifft, machten sich die NESC-Länder die NSEC zunutze, wo Experten in den Arbeitsgruppen Erkenntnisse und Erfahrungen zu bestimmten Aspekten austauschten, beispielsweise über Hindernisse und bewährte Vorgehensweisen im Bereich der nationalen Nutzung von Offshore-Windenergie und insbesondere über die Koordinierung nationaler Pläne hinsichtlich erneuerbarer Energien bezüglich Offshore-Windenergie bis 2030 und Marktintegration.

Die Arbeitsgruppen im Rahmen der Kooperation konzentrieren sich auf folgende Themen:

AG 1: maritime Raumplanung und Umweltverträglichkeit

AG 2: Entwicklung und Regulierung von Offshore-Leitungen und sonstiger Offshore-Infrastruktur

AG 3: Förderrahmen und Finanzierung von Offshore-Windenergie-Projekten

AG 4: Standards, technische Vorschriften und Regulierung im Bereich Offshore-Windenergie

### ***Maritime Raumplanung und Umweltverträglichkeit***

Im Rahmen der Nordsee-Energiekooperation tragen die NESC-Länder zur Erarbeitung eines gemeinsamen Umweltverträglichkeitsverfahrens bei. Zur Erreichung unserer Energie- und Klimaziele innerhalb der EU müssen wir die potenziellen ökologischen Grenzen der Nutzung von Windenergie im großen Maßstab in der Nordsee besser verstehen. Es sind weitere Arbeiten im Bereich maritime Raumplanung und Umweltverträglichkeit notwendig, damit das Potenzial der Nordsee ausgeschöpft werden kann. Um ihr Wissen zu erweitern und die Nutzung von Offshore-Windenergie in der Nordsee zu unterstützen, werden Luxemburg und die Nordsee-Anrainerstaaten

weiterhin eng in den Bereichen maritime Raumplanung, Umweltforschung und kumulative Umweltverträglichkeitsprüfung von Windparks durch für Energie, maritime Raumplanung und Umwelt zuständige Behörden zusammenarbeiten.

### ***Offshore-Leitungen und sonstige Offshore-Infrastruktur***

Die NSEC dient als Plattform zur gemeinsamen Arbeit an Konzepten für potenzielle gemeinsame Offshore-Windenergieprojekte und für eine abgestimmte Strominfrastruktur, einschließlich der Übertragungsinfrastruktur.

Luxemburg arbeitet mit den anderen Ländern der Nordsee-Energiekooperation mit Blick auf die Möglichkeiten konkreter Kooperationsprojekte zusammen. Neben gemeinsamen Offshore-Windenergieprojekten, die mehrere Mitgliedstaaten verbinden und von diesen gefördert würden, gehört dazu auch die Arbeit an möglichen „Hybrid“-Lösungen, die grenzüberschreitende Lösungen für die Verbindung mit Offshore-Windparks an das Netz nutzen und Synergien mit Kapazitäten für die Zusammenschaltung von Ländern anstreben würden, sowie an entsprechenden Regeln für den Markt.

Die NSEC-Länder tragen deshalb zur Entwicklung von Möglichkeiten der Zusammenarbeit im Bereich von Hybrid-Projekten bei, macht rechtliche, regulatorische und kommerzielle Barrieren aus und befasst sich mit diesen. Mittels der Koordinierung einer verstärkten Zusammenschaltung in den NSEC-Ländern könnte auch mehr überschüssige Energie in andere Länder fließen und dort den Bedarf in einem gut funktionierenden Energiebinnenmarkt decken.

Die NSEC hat eine Liste möglicher Bereiche und Projekte in der Region erstellt, wo gemeinsame Projekte besonders nützlich sein könnten. Dazu zählen: (1) der IJmuiden Ver- Offshore-Windpark zum UK, (2) CGS IJmuiden Ver – Norfolk, (3) COBRA Cable, (4) der Offshore-Windpark DE-NL und (5) das North Seas Wind Power Hub. Die NSEC arbeitet daran, konkrete Konzepte für die Umsetzung ausgewählter Projekte der oben genannten Liste zu entwickeln.

Die NSEC wird weiterhin an den Aktionsplänen für die konkreten Hybrid-Projekte arbeiten, die auch auf nationaler und regionaler Ebene weiterentwickelt werden können. Darüber hinaus wird die Kooperation weiterhin als Forum für Überlegungen zum Umgang mit Unsicherheiten hinsichtlich der regulatorischen Behandlung von Hybrid-Projekten auf EU-Ebene und nationaler Ebene sowie als Forum für die Erörterung von Optionen zur Lösung dieser Fragen dienen.

### ***Förderrahmen und Finanzierung von Offshore-Windenergie-Projekten***

Was Maßnahmen angeht, profitiert Luxemburg von der NSEC in mehrerlei Hinsicht: Die Arbeit der NSEC bietet eine Plattform für den Austausch von bewährten Vorgehensweisen bezüglich der Gestaltung von Förderprogrammen und der Entwicklung und Weiterentwicklung von neuen Konzepten zur Bewältigung neuer Herausforderungen im Bereich der Förderung von Offshore-Windenergie sowie der Erarbeitung möglicher Optionen für künftige gemeinsame Windenergie-Projekte.

Die Arbeit der NESC-Länder im Rahmen der NSEC umfasst die Koordinierung der Terminierung von Ausschreibungen, den Austausch von bewährten Verfahren bezüglich der Gestaltung von Förderprogrammen für Offshore-Windenergie und nach Möglichkeit die Festlegung auf gemeinsame Grundsätze und mögliche Optionen für eine Angleichung der Förderung.

Was die Koordinierung von Ausschreibungen betrifft, tauscht sich die NSEC-Länder regelmäßig über ihren nationalen Ausschreibungszeitplan aus. Damit sollen potenzielle zeitliche Überschneidungen erkannt und in der Nordseeregion ein möglichst gleichmäßiger Fluss bezüglich des Ausschreibungsprozesses sichergestellt werden, damit der Wettbewerb optimiert und das beste Preis-Leistungs-Verhältnis für die Verbraucher erzielt werden können. Die NSEC-Länder sind dazu bereit, neben anderen Kriterien und wo möglich, die Ausschreibungszeitpläne bei ihrer künftigen Ausschreibungsplanung zu berücksichtigen, um unnötige Engpässe zu vermeiden und einen steten Kapazitätsfluss ohne Unterbrechungszyklen für die Beteiligten zu gewährleisten.

Im Rahmen der NSEC tauschen die NESC-Länder Informationen über ihren voraussichtlichen nationalen Kurs hinsichtlich Offshore-Windenergie, ihre nationalen Offshore-Nutzungspläne und bewährte Verfahren hinsichtlich der Ausgestaltung von Ausschreibungen für Offshore-Windenergie aus und erörtert diese Themen in diesem Rahmen.

Beim Ministertreffen am 20. Juni 2019 in Esbjerg verständigten sich die Nordsee-Anrainerstaaten und Luxemburg auf eine Zusammenarbeit, um insgesamt eine installierte Leistung der NSEC-Mitgliedstaaten in Höhe von voraussichtlich mindestens 70 GW bis 2030 auf der Grundlage nationaler Planung zu erzielen.

Um der Dynamik der Nutzung von Offshore-Windenergie in der Region Rechnung zu tragen, kann die langfristig geplante aggregierte Leistung von mindestens 70 GW bis 2030 mit indikativen Meilensteinen für die Region in Höhe von etwa 25 GW im Jahr 2020 und 54 GW 2025 erzielt werden.

Im Rahmen der NSEC trägt Luxemburg außerdem dazu bei, Optionen für die Mobilisierung von Investitionen in gemeinsame Projekte beispielsweise über EU-Fonds wie den Europäischen Fonds für strategische Investitionen (EFSI) und den Infrastrukturfonds *Connecting Europe Facility* (CEF) sowie mit Hilfe von institutionellen Investoren zu analysieren und entwickeln. Bei solchen künftigen gemeinsamen Projekten könnte es sich um grenzüberschreitende Projekte für erneuerbare Energien im Einklang mit dem CEF-Vorschlag handeln.

### ***Harmonisierung von Vorschriften, Regulierung und technischen Standards***

Die Nordsee-Energiekooperation arbeitet daran, Standards und technische Anforderungen anzugleichen, die zur weiteren Senkung der Kosten für die Nutzung von Offshore-Windenergie beitragen könnten. Der Schwerpunkt der Angleichung von Vorschriften, Regulierung und technischen Standards liegt in fünf Bereichen. Diese umfassen: (1) Luftfahrt, Kennzeichnung und Beleuchtung, (2) Gesundheit und Sicherheit, (3) Zertifizierung regulatorischer Anforderungen, (4) Gestaltung von Windparks und Standorterkundung sowie (5) Forschungsansätze. Die NSEC arbeitet daran, Vorschläge und Empfehlungen für die Umsetzung in enger Zusammenarbeit mit der Industrie zu erarbeiten. Ziel dieser Empfehlungen ist eine Kostensenkung bei gleichzeitiger Machbarkeit. Die Kooperation wird weiterhin daran arbeiten, Standards und technische Anforderungen anzugleichen sowie bewährte Vorgehensweisen zum Abbau unnötiger Regulierung und zur Senkung von Kosten für die Industrie auszutauschen.

## Europäische Union

Luxemburg wird sich auch auf europäischer Ebene weiterhin für ambitionierte Ziele und deren Umsetzung einsetzen. Insbesondere werden folgende Zielsetzungen angestrebt:

- 1) Die EU verpflichtet sich in einem EU- Klimagesetz zu „Null Netto Klimagasen“ spätestens im Jahr 2050 und legt einen konkreten Fahrplan (*roadmap*) vor, wie dies umgesetzt werden soll.
- 2) Als wichtigen ersten Zwischenschritt verpflichtet sich die EU zu einem verbindlichen Ziel einer Reduktion von 55% Klimagasen in der EU bis 2030.
- 3) Die EU-Kommission soll bis Sommer 2020 einen konkreten Plan vorlegen, wie die entsprechenden EU-Ziele für Treibhausgasreduktionen und Energie, sowie die bestehenden EU-Maßnahmen (EU-Emissionshandelssystem für CO<sub>2</sub> Zertifikathandel für Industrie und Stromkraftwerke, die EU

Lastenverteilung (ESR), Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF), EU Effizienz Richtlinie, EU Erneuerbaren Richtlinie, oder Regulierung für CO<sub>2</sub> Ausstöße von CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen sowie von schweren Nutzfahrzeugen) angepasst werden müssen.

Zudem legt die EU-Kommission zusätzliche Maßnahmen vor:

- Um den unlauteren Wettbewerb durch Importe, die nicht klimaschützend hergestellt werden, zu verhindern, soll die EU einen "bordertax adjustment" (CO<sub>2</sub>-Grenzausgleich) einführen
- Um den Ausstieg aus fossilen Antrieben / Motoren von neuen PKW und Vans voranzutreiben sollen alle Fahrzeuge ab 2031 fossilfrei (elektrisch, Wasserstoff) sein
- Die EU soll auch Normen für neue LKW, Schiffe und Flugzeuge einführen

4) Die EU legt einen Finanzrahmen vor, wie die Klima und Energiewende proaktiv durch das EU-Budget unterstützt wird (THG Ausstöße im industriellen Sektor: *zero carbon steel*, Zement oder Glas, großes EU-Wohnungsrenovierungsprogramm, Unterstützung zum Aufbau in der Nordsee von 400 GW Offshore Windanlagen, Ausbau der Infrastruktur für null oder niedrig Emission Transport, und Umstellung auf eine klimafreundliche Landwirtschaft und Landnutzung). Der Fortschritt wird gemessen anhand eines glaubhaften und transparenten Systems und einer Methodologie für Verifizierung, Rückverfolgbarkeit und Überwachung der Ausgaben und ihres Impakts auf Klimaschutz und die Energiewende.

Die europäische Investitionsbank wird zu einer Klimabank, die keine Kredite mehr für fossile Energien vergibt, umgebaut. Wichtig ist ebenfalls, dass keine gemeinsame Mittel in den weiteren Ausbau oder Erhalt der Atomenergie in Europa verschwendet werden.

5) Bereits vor dem Sommer 2020 soll die EU ein neues Gesetz vorlegen, das sicherstellt, dass alle in der EU verkauften Batterien (die in Autos, Bussen, aber auch in anderen elektronischen Geräten verbaut sind) zu 100% recycelt werden müssen und aus Materialien hergestellt werden, die hohen Umwelt- und Menschenrechtsstandards entsprechen.

6) Die EU soll die großen Internetkonzerne nicht nur besteuern, sondern auch zu hohen Energieeffizienzstandards (*immersion cooling*) und zu 100% erneuerbaren Energien verpflichten

7) Die EU soll über großangelegte Forschungsprojekte (*Zero carbon steel, cement, glass, green batteries program*, hybrid-elektrische Flugzeuge/Schiffe) die industrielle Basis für eine radikale Energiewende legen und über verbindliche Klimaklauseln in den Handelsverträgen das Dumping durch Importe verhindern.

## 2. Nationale Ziele und Vorgaben

Im Rahmen des Trilogs im Juni 2018 haben die EU-Mitgliedsstaaten, das EU-Parlament und die EU-Kommission eine politische Einigung zum Target-System für 2030 erreicht, mit verbindlichen EU-Zielen in Höhe einer 40%-igen 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 im Jahr 2023. Gemäß der Verordnung (EU) 2018/1999 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, der EU-Kommission einen nationalen Energie- und Klimaplan 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 Plan legt die Ziele Luxemburgs im Rahmen des oben genannten Target-Systems fest. 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 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 Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen eine Benchmark-Formel vor, aus welcher sich für Luxemburg ein Anstieg des 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 der EU-Referenzentwicklung für Luxemburg für das Jahr 2030 ermittelt wird, die im Jahr 2007 veröffentlicht wurde (EU PRIMES 2007)<sup>3</sup>.

Nachfolgend werden die Ziele Luxemburgs entlang der zu betrachtenden Dimensionen 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

---

<sup>3</sup> 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>

erfüllt werden. Luxemburg sieht es als zentral an, gemeinsam mit seinen europäischen Partnern einen ambitionierten Weg 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 auf nationaler Ebene das Ziel an, **die THG-Emissionen für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels um 55% bis zum Jahr 2030 im Vergleich zum Basisjahr 2005 zu vermindern**. In der Tat legt der IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau 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.

Das nationale THG-Minderungsziel ist somit ambitionierter als Luxemburgs verbindlicher Beitrag zum EU-Ziel gemäß 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-Sektor<sup>4</sup>. Die Lastschriften aus den bei der Anrechnung berücksichtigten Landnutzungskategorien zusammengenommen (gemäß Artikel 2 der Verordnung (EU) 2018/841) dürfen die Gutschriften zum 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 **25% bis zum Jahr 2030** anzuheben.

Der nationale Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2030 käme gemäß aktuell ermittelten Szenarien bei 19,6% zu liegen, jeweils gemessen an der Bruttoendenergienachfrage, sprich der Summe der sektoralen Energiebedarfe an Strom, Wärme und Kraftstoffen im Verkehr. Diesen Szenarien gemein ist, nebst ambitionierten Politiken für erneuerbare Energien, eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz (vgl.

---

<sup>4</sup> LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry

Abschnitt 2.2) und somit ein Absenken der Energienachfrage, was wiederum ein zusätzliches Anheben des Anteils erneuerbarer Energien gemessen am Verbrauch bedingt. Im Einklang mit dem EU-Ziel (Steigerung des EE-Anteils auf 32% auf EU-Ebene bis 2030) erscheint aber ein nationaler Beitrag in Höhe von 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 statistischen Transfers sollen weiterentwickelt werden und konkrete Projekte beinhalten (z. B. große Solaranlagen im Süden Europas oder Offshore-Wind Anlagen).

Nachfolgend werden Zielmengen auf sektoraler und auf technologischer Ebene vorgestellt, während eine Maßnahmendiskussion und Folgenabschätzung in den nachfolgenden Kapiteln erfolgt. Die dargestellten Ergebnisse und Werte beziehen sich dabei auf das Ziel von 25%.

*Tabelle 1 : Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25% (im Jahr 2030).*

<b>EE-Anteile, sektoral</b>		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
EE-Anteil Stromsektor	%	8,1%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
EE-Anteil Wärmesektor	%	8,1%	13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
EE-Anteil Verkehrssektor	%	6,4%	11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
Beimengungsanteil Biokraftstoffe	%	5,6%	7,5%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
<b>EE-Anteil, gesamt - nationale</b>							
Erzeugung / Verbrauch	%	<b>6,4%</b>	<b>9,4%</b>	<b>13,9%</b>	<b>19,6%</b>	<b>24,8%</b>	<b>31,9%</b>
<b>EE-Anteil, gesamt - inkl. EE-</b>							
Kooperation	%	<b>6,4%</b>	<b>11,8%</b>	<b>17,6%</b>	<b>25,0%</b>	<b>31,0%</b>	<b>39,3%</b>

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

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 Windenergie und Photovoltaik, aber auch Biomasse – die Kerntechnologien im Bereich der Stromaufbringung für Luxemburg – erzielten auch in den vergangenen Jahren bereits Zuwächse. Binnen eines Jahrzehnts hat sich deren Beitrag verdoppelt,

sowohl im Stromsektor von 3,3% in 2007 auf 8,1% in 2017, als auch im Hinblick auf die Wärmebereitstellung (von 4,4 % in 2007 auf ebenso 8,1 % in 2017). Im Verkehrssektor war dieser Wandel noch ausgeprägter. Der EE-Anteil lag im Jahr 2007 bei 2,2 % und ist 2017 auf 6,4 % angewachsen.

Tabelle 2 : Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Zielszenario mit dem oberen Bandbreitenwert von 25% (im Jahr 2030).

Energieerzeugung, Technologiedetails		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
<b>Stromsektor</b>							
Biogas*	GWh	72	56	70	93	96	97
Biomasse**	GWh	101	192	228	271	268	338
Wasserkraft	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaik	GWh	108	197	786	1.112	1.257	1.442
Windenergie	GWh	185	211	382	674	956	1.166
<b>EE-Strom, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>570</b>	<b>748</b>	<b>1.563</b>	<b>2.251</b>	<b>2.680</b>	<b>3.150</b>
<b>Wärmesektor</b>							
Biomasse & Biogas, netzgekoppelt	GWh	302	589	625	676	669	728
Biomasse, dezentral	GWh	672	883	1.084	1.263	1.083	1.083
Solarthermie	GWh	25	58	115	190	236	290
Wärmepumpen	GWh	52	95	207	422	507	507
<b>EE-Wärme, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>1.052</b>	<b>1.626</b>	<b>2.030</b>	<b>2.551</b>	<b>2.495</b>	<b>2.609</b>
<b>Verkehrssektor</b>							
<b>Biokraftstoffe, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>1.282</b>	<b>1.632</b>	<b>1.563</b>	<b>1.485</b>	<b>1.738</b>	<b>1.749</b>
<b>EE-Energieeinsatz, gesamt (national)</b>	<b>GWh</b>	<b>2.904</b>	<b>4.006</b>	<b>5.156</b>	<b>6.287</b>	<b>6.914</b>	<b>7.508</b>
<b>EE-Kooperation</b>							
<b>EE-Kooperation Energiemengen</b>	<b>GWh</b>	<b>0</b>	<b>1.000</b>	<b>1.374</b>	<b>1.748</b>	<b>1.748</b>	<b>1.748</b>

\* zentrale Anlagen (Einspeisung in ein Wärmenetz)

\*\* dezentrale Anlagen (keine Einspeisung in ein Wärmenetz, alle Sektoren)

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

Der Blick auf die kommende Dekade erfolgte im Rahmen einer zugrundeliegenden Studie (vergleiche Resch et al. 2019), anhand von einer Vielzahl an möglichen Entwicklungspfaden und korrespondierenden Energieszenarien. Das im vorliegenden Plan vorgestellte Zielszenario entspricht 25% für 2030. Berücksichtigt man zusätzlich den Status Quo (2017) 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 6,4% im Jahr 2017 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 19,6% 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). Bis 2040 würde sich der EE-Anteil am Bruttostromverbrauch dann weiter auf beachtliche 45,4 % erhöhen. An zweiter Stelle hinsichtlich der Rasanz des Wandels folgt der Wärmesektor. Teils im Einklang mit der Verstromung (Biomasse-KWK), aber auch auf dezentraler Ebene, etwa bei Wärmepumpen, bei solarthermischen Kollektoren zur Warmwasserbereitung oder bei modernen Biomasse-Heizsystemen, wird hier von deutlichen Zuwächsen im Vergleich zu heute ausgegangen. Der EE-Anteil im Wärmesektor würde demgemäß von derzeit 8,1 % (2017) bis 2030 auf 30,5 % und bis 2040 auf 47,1 % ansteigen. Der beachtliche Anstieg des EE-Anteils in den Jahren nach 2030 ist hierbei überwiegend eine Folge der deutlich gestiegenen Energieeffizienz, also dem Absenken des Energiebedarfs im Wärmesektor. Des Weiteren wird auch im Verkehrssektor von einem massiven Anstieg des Einsatzes von erneuerbaren Energien ausgegangen. Hier wird von einer Ausweitung der Biokraftstoffbeimengung (zweite Generation) ausgegangen. Ebenso ist davon auszugehen, dass der Biokraftstoffmix bis zum Jahr 2030 inklusive aus maximal 5 % Kraftstoffen der ersten Generation bestehen wird<sup>5</sup>, gemessen am gesamten Kraftstoffbedarf des Straßenverkehrs. Zusätzlich wird eine massive Ausweitung der E-Mobilität angestrebt. In Summe wird somit eine deutliche Anhebung des EE-Anteils im

---

<sup>5</sup> Konkret wurde sowohl im Ziel- als auch im Referenzszenario unterstellt, dass bis zum Jahr 2030 ein Absenken des Anteils von Biokraftstoffen der ersten Generation auf 2,5% gemessen am Kraftstoffbedarf des Straßenverkehrs erreicht werden kann.

Verkehrssektor erreicht, auf 25,6% bis 2030 bzw. 54,3 % im Jahr 2040 (unter Berücksichtigung der gemäß EU-Richtlinie 2018/2001 etablierten Berechnungslogik). Die erforderlichen EE-Volumina, die künftig mittels EE-Kooperation mit anderen Ländern gedeckt werden sollen, da sie zur Erreichung der anvisierten EE-Ziele von 11 %<sup>6</sup> im Jahr 2020 bzw. 25% im Jahr 2030 notwendig sind, werden ebenso in Tabelle 2 aufgelistet. Diese belaufen sich im hier betrachteten Zielszenario auf 1 TWh im Jahr 2020 bzw. 1,75 TWh im Jahr 2030 (und danach).

---

<sup>6</sup> Im Zielszenario bedingen die unterstellten EE-Kooperationsmengen (1 TWh) ein Überschreiten des nationalen Mindestziels (11 %) im Jahr 2020 – so wird unter Berücksichtigung von EE-Kooperation ein EE-Anteil gemessen am Bruttoenergiebedarf in Höhe von 12 % erreicht.

## 2.2. Dimension „Energieeffizienz“

Hinsichtlich der Vereinbarkeit mit dem unter Kapitel 2.1.1. genannten THG-Minderungsziel 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 44% bezieht, wird in Abhängigkeit der unterstellten Intensivierung bestehender und der Einführung neuer Politikinstrumente insbesondere zwischen folgenden Bereichen unterschieden:

- Ambitionsniveau im Gebäudebestand, sowohl beim Neubau als auch bei der energetischen Gebäudesanierung – Sanierungsrate und Sanierungstiefe der umgesetzten Sanierungen
- Effizienz in der Industrie und bei KMU
- Adressierung des Durchgangs- und Grenzpendlerverkehrs
- Entwicklung der Elektromobilität im Fahrzeugbestand

Zentrale Zielgrößen des Zielszenarios, bezogen auf den oberen Bandbreitenwert von 44%, sind in Tabelle 3 dargestellt.

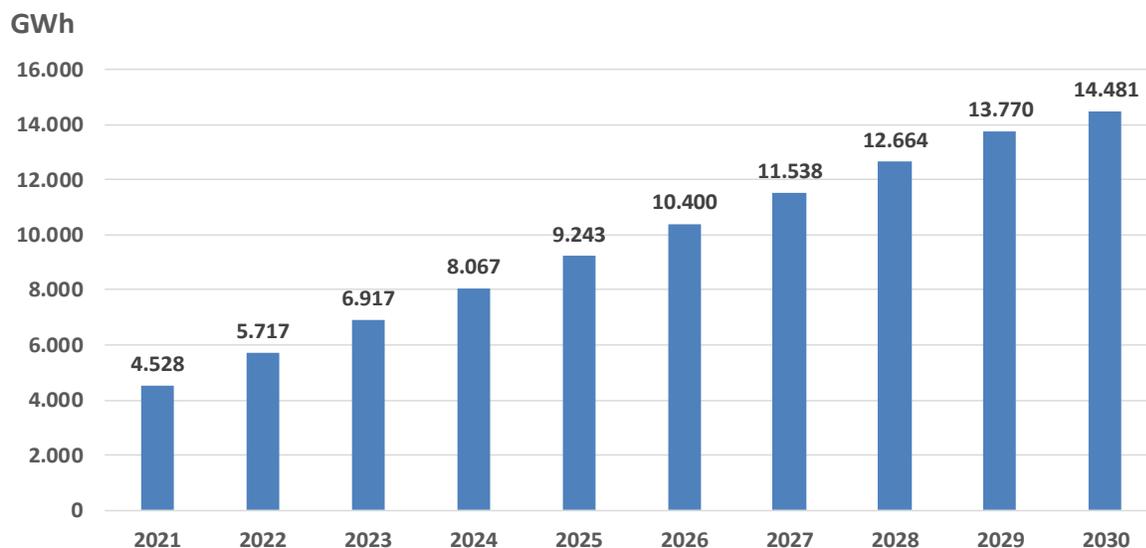
Die Summe der jährlichen Endenergieeinsparungen aller Sektoren (private Haushalte, GHD, Industrie und Verkehr) gegenüber dem entsprechenden Endenergiebedarf im Referenzszenario in der Periode 2021 bis 2030 sind in Abbildung 1 dargestellt. Im Jahr 2030 belaufen sich die durch die realisierten Maßnahmen erzielten Endenergieeinsparungen aller Sektoren auf ca. 14,5 TWh, so dass ein Endenergieverbrauch von 35.568 TWh gegenüber dem Endenergieverbrauch des Referenzszenarios von 50,5 TWh erreicht werden kann. Der Endenergiebedarf von 35.568 GWh im Jahr 2030 (siehe Tabelle 3), entspricht einer Reduzierung des Endenergiebedarfs nach EU-PRIMES 2007 von 44%.

Tabelle 3 : 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	-30 %
Haushalte	-40 %
Tertiär	-24 %
Industrie	-17 %
Straßenverkehr	-38 %
Straßenverkehr Brennstoffe (ohne Strom für E-Mobilität)	-41 %
Sanierungsrate 2020 - 2030 <sup>7</sup>	2.7%
Sanierungstiefe (durchschnittliche Reduktion Wärmebedarf nach Vollsanierung)	72 %
E-Mobilität: Anteil Elektroautos / Plug-In-Hybride an Fahrzeugbestand 2030 (Einwohner)	49 %

Quelle: eigene Berechnungen 2019

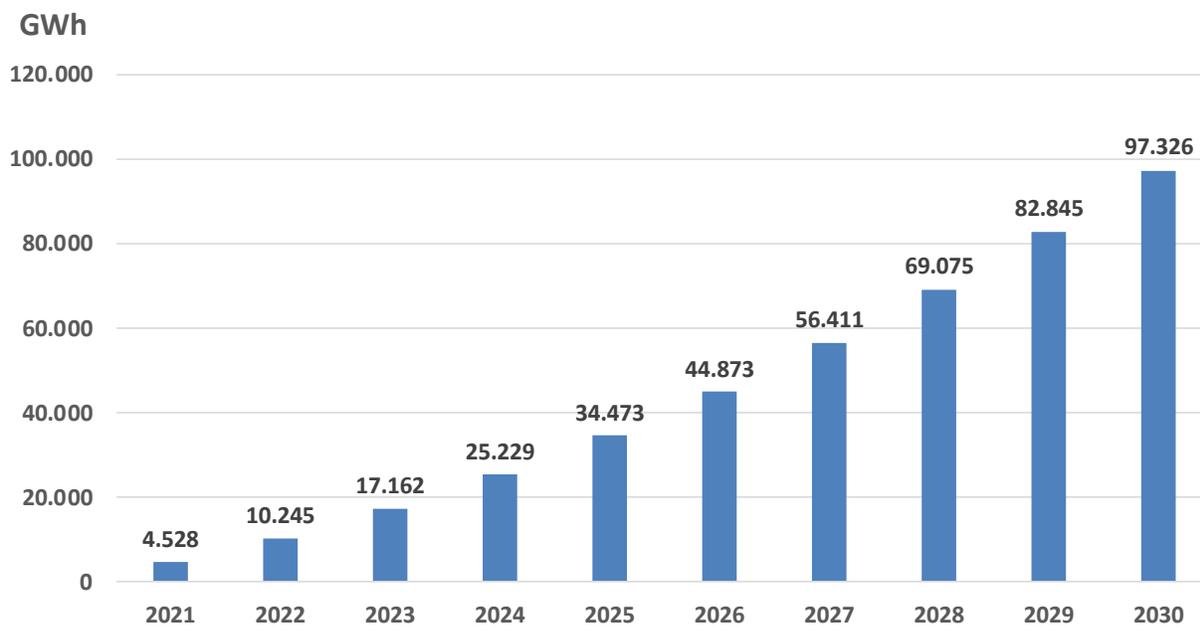
<sup>7</sup> Bezogen auf die zusätzlichen Sanierungen gegenüber dem Baseline Szenario. Die Sanierungsrate drückt den Anteil der Gebäude aus, die pro Jahr im Verhältnis zum Altbaubestand (Gebäude mit Baujahr vor 1991) saniert werden.



Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 1: Jährliche Endenergieeinsparung in GWh der privaten Haushalte, des GHD-Sektors, der Industrie und des Verkehrssektors in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)

Die in der Periode 2021 bis 2030 kumulierten Endenergieeinsparungen aller Sektoren (private Haushalte, GHD, Industrie und Verkehr) belaufen sich bei Umsetzung der geplanten Energieeffizienzmaßnahmen auf gut 97,3 TWh (vgl. Abbildung 2).

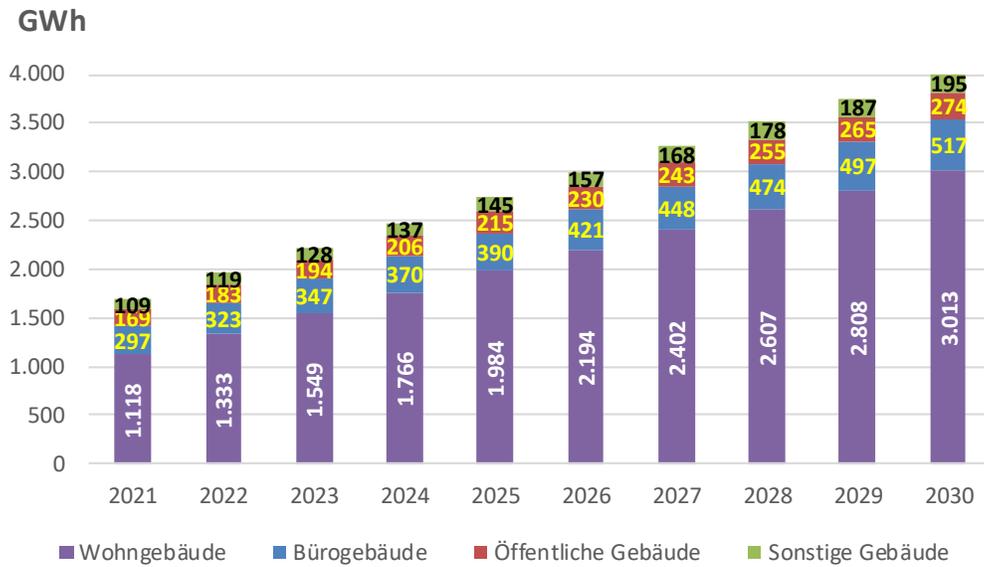


Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 2: 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 ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)

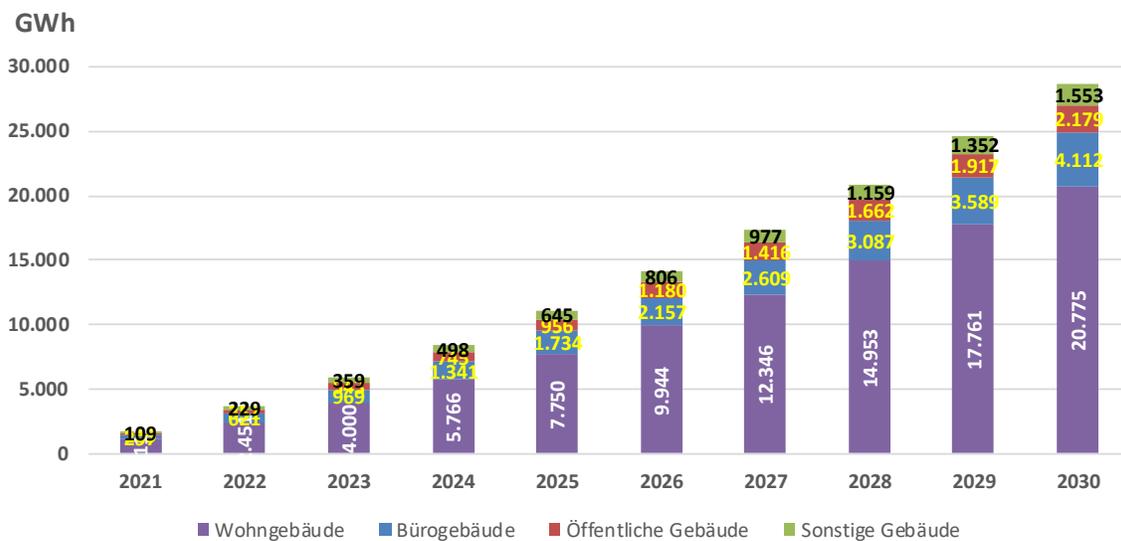
Die Summe der jährlichen Endenergieeinsparungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Luxemburg gegenüber dem entsprechenden Endenergiebedarf im Referenzszenario in der Periode 2021 bis 2030 sind in Abbildung 3 dargestellt. Im Jahr 2030 belaufen sich die durch die geplanten Maßnahmen erzielten Endenergieeinsparungen bei Wohn- und Nichtwohngebäuden auf ca. 4 TWh (vgl. Abbildung 3).

Die über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Energieeffizienzsanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Luxemburg trägt mit knapp 28,6 TWh zu den Endenergieeinsparungen aller Sektoren bei (vgl. Abbildung 4). Die größten Endenergieeinsparungen werden durch die Sanierung von privaten Wohnhäusern erzielt, gefolgt von der Sanierung von Bürogebäuden und öffentlichen Gebäuden sowie der Sanierung von sonstigen Gebäuden (vgl. Abbildung 4). Dies erklärt sich dadurch, dass es auch in Luxemburg, trotz der Bedeutung des Finanzplatzes, wesentlich mehr Quadratmeter Wohnungen als Bürogebäude gibt.



Quelle: eigene Berechnungen 2019

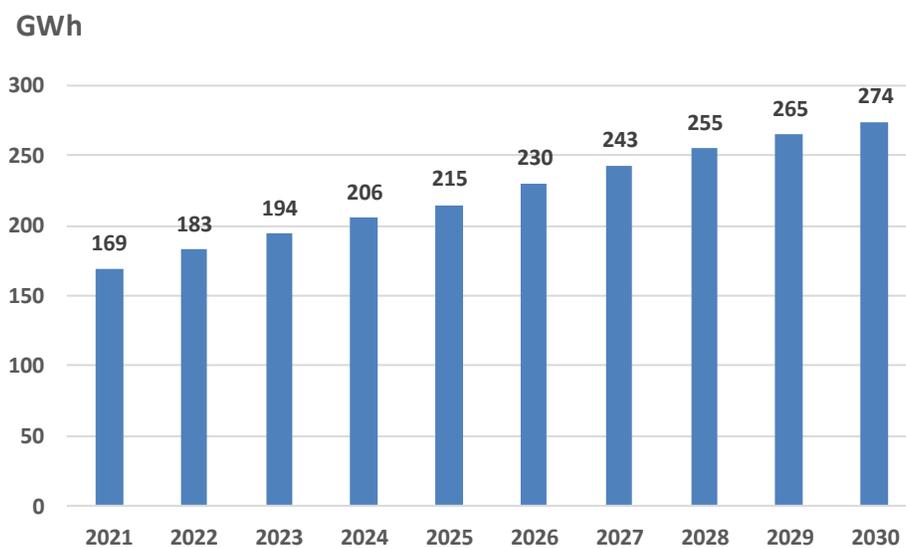
Abbildung 3: Jährliche Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der gesamten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)



Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 4: Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der gesamten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)

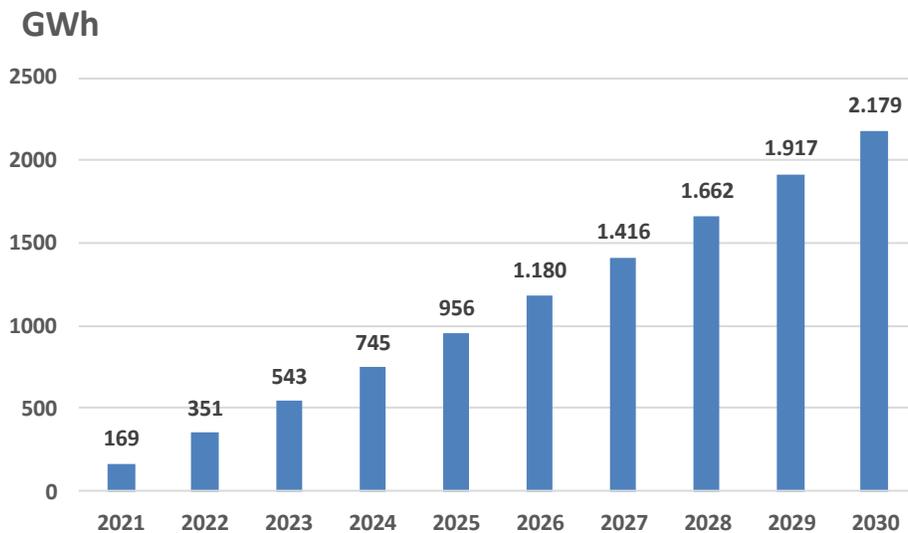
In Abbildung 5 wird nochmals separat exemplarisch die Entwicklung der Endenergieeinsparung dargestellt, welche durch die Sanierung von öffentlichen Gebäuden in Luxemburg bis 2030 erzielt wird. Die öffentliche Hand wird seine Vorbildfunktion erfüllen und den Auftakt bilden für den Aufbau eines großen Energieeffizienzmarktes in Luxemburg. Die jährliche Endenergieeinsparung wächst über die Periode stufenweise von 169 GWh (2021) auf 274 GWh (2030); dies entspricht einer Steigerung der jährlichen Endenergieeinsparung von insgesamt 105 GWh. Die Sanierung öffentlicher Gebäude trägt mit ca. 8 % zur Gesamtendenergieeinsparung durch Energieeffizienzsanierungen bei Gebäuden bei.



Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 5: Jährliche Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)

In Abbildung 6 wird nochmals separat exemplarisch die Entwicklung der kumulierten Endenergieeinsparung dargestellt, welche durch die Sanierung von öffentlichen Gebäuden in Luxemburg bis 2030 erzielt wird. Die kumulierte Endenergieeinsparung durch Sanierung von öffentlichen Gebäuden wächst über die Periode stufenweise von knapp 169GWh (2021) auf knapp 2,2 TWh (2030) an; dies entspricht einer Steigerung der kumulierten Endenergieeinsparung von rund 2 TWh.



Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 6 : Über die Periode 2021 bis 2030 kumulierte Endenergieeinsparung in GWh durch Sanierung der öffentlichen Gebäude in Luxemburg (bezogen auf ein Ziel von 44% im Bereich der Energieeffizienz)

Da durch die dynamische Wirtschaft und Bevölkerungszuwächse der Neubau sowohl bei Wohnungen als auch bei Zweckbauten eine höhere Bedeutung hat als in anderen EU-Ländern, hat Luxemburg seit 2017 den gesetzlichen Energiestandard von Neubauten in etwa dem Anforderungsniveau des Passivhausstandards eingeführt.

Zum Erfolg der Gebäuderenovierungsstrategie soll dabei das Zusammenspiel von Gebäudeeffizienz (Dach, Wände, Fenster, Keller) und einem Ausstieg aus den fossilen Heizungssystemen führen. Dies wird durch ein Heizölersatzprogramm und den Aufbau von Niedrigtemperaturwärmenetzen, die aus Abwärme von Industrie sowie aus erneuerbaren Energiequellen (Tiefengeothermie, Wärmepumpen, nachhaltiges Holz) gespeist werden, ergänzt. Die nationale Gebäuderenovierungsstrategie wird in Zusammenarbeit mit allen Akteuren ausgearbeitet. Dabei werden insbesondere soziale Aspekte, Denkmalschutz-Aspekte, sowie „Multi-Appartementshäuser“ detailliert diskutiert und spezifische Maßnahmen umgesetzt.

Durch die für Luxemburg charakteristische Entwicklungsdynamik des Wohnungsmarktes, getrieben durch hohen demografischen Wachstum und starkanhaltende Preissteigerungen, sei an dieser Stelle zu erwähnen, dass der Anteil der Neubauten durch Abriss bestehender Gebäude nicht unbedeutend ist, da auch dadurch die Zahl der unsanierten Bestandsgebäude stetig reduziert und bedeutende Effizienzsteigerungen erzielt werden können.

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 Erzeugung und Speicherung von Gas, weshalb es in hohem Maße von Energieimporten abhängig ist. Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit obliegt den am Markt operierenden und den durch die Regulierungsbehörde (ILR) regulierten Unternehmen, so wie es das revidierte Gesetz vom 1. August 2007 über die Organisation des Strommarktes und das revidierte Gesetz vom 1. August 2007 über die Organisation des Gasmarktes vorsehen. Die Regierung gewährleistet das Monitoring der Versorgungssicherheit.

Luxemburgs Energieimportabhängigkeit verlangt nach einem funktionierenden europäischen Binnenmarkt für Strom und Gas. Es strebt deshalb eine zügige Vollendung des Strom- und Gasbinnenmarktes 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. Auf Basis ihrer gesetzlichen Verpflichtungen legen die Strom- und Gasnetzbetreiber hohen Wert darauf, dass ihre Infrastruktur sich in einem guten Zustand befindet und dem letzten Stand der Technik entspricht. Die vorgehaltenen Kapazitäten der Netze müssen dabei den steigenden Anforderungen durch die wirtschaftliche und demographische Entwicklung des Landes gerecht werden. Der flächendeckende Einbau von intelligenten Zählern bei allen Verbrauchern wird den Netzbetreibern erlauben, ihre Netze noch intelligenter und sicherer zu steuern.

Durch den zur Erreichung der Ziele notwendigen Ausbau erneuerbarer Energien wird Luxemburg seine Abhängigkeit von Stromimporten spürbar verringern können. Wegen der enormen Stromnachfrage durch die Industrie werden heimische Energieträger dennoch auch in Zukunft nur einen gewissen Beitrag zur luxemburgischen Energieversorgung leisten können. Im Bereich der Lastflexibilität strebt Luxemburg eine deutliche Erhöhung des Anteils aktiv am Strommarkt teilnehmender Verbraucher an (u. a. durch den Aufbau einer Energiedatenplattform).

Die gesteigerten Wärmeschutzverpflichtungen für neu zu errichtende Gebäude, sowie die anberaumte Renovierungsstrategie für den Gebäudebestand werden die Nachfrage nach Erdgas nach unten revidieren.

Luxemburg hat keine eigenen Erdölvorkommen und muss somit 100% seines Erdölverbrauchs importieren. Darüber hinaus beherbergt Luxemburg keine Raffinerien auf nationalem Territorium. Aus diesem Grunde werden ausschließlich Mineralölprodukte, und kein Rohöl, importiert. Diese stammen zum weitaus größten Teil aus Belgien, gefolgt von Deutschland, Frankreich und den Niederlanden. Im Sinne der Versorgungssicherheit ist es auch in Zukunft wichtig, dass eine Diversifizierung der Herkunftsländer

weiterhin aufrechterhalten wird und 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 dabei über die Straße, während lediglich etwa ein Fünftel über die Bahn abgewickelt werden. Der restliche Anteil der Importe erfolgt per Binnenschifffahrt über die Mosel zum einzigen Luxemburger Hafen in Merttert.

Als Mitglied der Europäischen Union und der Internationalen Energie Agentur (IEA) ist Luxemburg verpflichtet, Vorräte an Mineralöl entsprechend durchschnittlich 90 Tagen der Importe des Vorjahres zu halten. Dabei haben die Importeure von Mineralölprodukten die nationale gesetzliche Verpflichtung der Pflichtlagerhaltung von acht Tagen auf nationalem Territorium, von 37 Tagen auf regionalem Territorium außerhalb Luxemburgs, und der Restmengen im Rest der EU.

## 2.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“

### 2.4.1. Verbundfähigkeit der Stromnetze

Luxemburg ist zur Deckung seines Strombedarfs nahezu vollständig auf Importe angewiesen. Ein hoher Verbundgrad ist für Luxemburg daher unerlässlich und nur bedingt mit Verbundgraden anderer EU-Staaten zu vergleichen. Luxemburg verfügt schon heute über Interkonnektorkapazitäten, die weit über den 2030 Zielen entsprechend dem Ratsbeschluss von Oktober 2014 liegen. Rechnerisch liegt der (N-0) Verbundgrad bezogen auf die Jahreshöchstlast aktuell bei ca. 270%. Er wird sich mit den aktuell geplanten Netzausbauprojekten im Jahr 2030 auf ca. 400% erhöhen können und dürfte somit ausreichende Reserven bieten um zukünftige Verbrauchssteigerungen in allen Bereichen ausreichend darstellen zu können.

### 2.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur

Im Gasbereich wird die aktuell vorhandene Übertragungsnetzinfrastruktur als ausreichend angesehen, insbesondere, weil durch die Stilllegung des GuD-Kraftwerks TwinErg die Spitzennachfrage deutlich zurückgegangen ist. Ein weiterer Ausbau der grenzüberschreitenden Verbindungen ist nicht notwendig. Gleichzeitig soll der seit 2015 gemeinsame Gasmarkt mit Belgien weiter vertieft werden.

Im Strombereich ist neben der Tatsache, dass das öffentliche Netz der Creos sich in derselben Gebotszone wie das deutsche Netz der Amprion befindet, 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. Der Testbetrieb des Phasenschiebertransformators ist mittlerweile abgeschlossen. Momentan wird der Phasenschiebertransformator zur Optimierung der Lastflüsse in Luxemburg und regionaler Umgebung genutzt. Luxemburg strebt an, diese vermaschte Einbindung mittelfristig weiter zu verstärken. Da u. a. durch den erwarteten Bevölkerungsanstieg, der Diversifizierung der Wirtschaftsaktivitäten sowie des generellen Wirtschaftswachstums 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 Luxemburger 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. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, Vergleichbarkeit und Transparenz zu schaffen. Durch den 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 werden deshalb angestrebt.

Um die Markteinbindung aktiver Verbraucher zu verbessern, sei es durch dezentrale Produktion oder durch Teilnahme an zu definierenden Flexibilitätsmärkten, wird Luxemburg bis 2020 95% der Stromzähler auf Smart Meter umstellen.

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

Um das Risiko von Versorgungsengpässen im Erdgasbereich zu minimieren, sowie allgemein die Versorgungssicherheit zu steigern und die Märkte zu integrieren, 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 auch ohne Leitungsausbau deutlich gesteigert und die Versorgungssicherheit Luxemburgs nachhaltig gewährleistet.

#### **2.4.4. Energiearmut**

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

Die abgeänderten 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.

Das Gesetz vom 18. Dezember 2009 zur Organisation der Sozialhilfe sieht seinerseits vor, dass bei der Anwendung der in den oben genannten Gesetzen zur Organisation des Strom- und Erdgasmarktes festgelegten Verfahren das zuständige Sozialamt prüfen muss, ob der Haushaltskunde in der Lage ist, seine Energierechnungen zu bezahlen und somit einen Anspruch auf Sozialhilfe hat.

Ein besonderes Augenmerk muss bei der Bekämpfung der Energiearmut auf dem Bereich des Wohnens liegen, da in Luxemburg die steigenden Wohnungspreise zu einer großen sozialen Herausforderung

geworden sind. Einkommensschwache Bevölkerungsschichten stehen oft nur schlecht unterhaltene Mietwohnungen mit niedrigen energetischen Standards in Altbauten zur Verfügung. Die Regierung fördert daher gezielt die Schaffung von erschwinglichem Wohnraum. Die Energieeffizienz-Maßnahmen im Bereich des Wohnungswesens werden so ausgestaltet, dass sich gleichzeitig die nationale Energiebilanz und die Lebenssituation einkommensschwacher Bevölkerungsschichten verbessern.

Die Regierung wird zudem im Rahmen der nationalen langfristigen Renovierungsstrategie zusammen mit allen relevanten Akteuren innovative Programme ausarbeiten, welche Anreize zur Renovierung alter Wohnsubstanz schaffen und zugleich einkommensschwachen Haushalten Wohnraum zur Verfügung stellen.

Zudem ist hervorzuheben, dass es derzeit bereits durch die Teuerungszulage („allocation de vie chère“) ein Programm gibt, das auch der Energiearmut entgegenwirkt. Zugleich kann die staatliche Mietsubvention Bedürftigen bei einer etwaigen Verteuerung einer Wohnung unter die Arme greifen. Es ist zudem hervorzuheben, dass die aktuelle Gesetzgebung es verbietet, einen Haushaltskunden, der seine Strom- oder Gasrechnungen nicht bezahlen kann, vom Netz abzuschalten.

Das enorme Investitionsvolumen in den Ausbau der Infrastrukturen und die Einführung des kostenlosen öffentlichen Transports ab dem 1. März 2020 sind sicherlich nicht nur verkehrspolitische, sondern auch eindeutig soziale Maßnahmen.

## 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 und Gesellschaft vollziehen zu können, sind erhebliche Anstrengungen bei der Unterstützung der technologischen Entwicklung, der Forschung und Entwicklungen neuer Technologien sowie sozialen Innovationen erforderlich. Die Entwicklungen von Aktivitäten in der Forschung und Innovation sind für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes von entscheidender Bedeutung, und deshalb investiert die Luxemburger Regierung erhebliche finanzielle und organisatorische Ressourcen in diese Aktivitäten.

Die konsequente Energie- und Klimaschutzpolitik, kombiniert mit dem Umbau des Finanzplatzes Luxemburg in Richtung “Green Finance” und der aufstrebenden Universität und Forschungslandschaft, macht Luxemburg zu einem idealen Standort für „Green Tech“ und “Climate Solutions”. Die Luxemburger Regierung wird in den nächsten Monaten dazu eine konkrete Strategie ausarbeiten, die alle relevanten Akteure zusammenführt und dies in die “Let’s make it happen”-Strategie mit einbetten.

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 Luxemburgs<sup>8</sup> vom April 2019 wird erläutert, wie die Ziele erreicht werden sollen. Die Umsetzung einer wirksamen Forschungspolitik für den öffentlichen als auch für den privaten Sektor ist eine Priorität der Luxemburger Regierung. Für 2020 hat Luxemburg sich auf ein Intervall von 2,3% bis 2,6% des BIP 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 368,5 Millionen im Jahr 2018 (0,65% des BIP).

---

<sup>8</sup> <https://odc.gouvernement.lu/fr/publications/rapport-etude-analyse/programme-national-de-reforme/2019-pnr-luxembourg-2020.html>

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 Anstrengungen unternommen, um weitere Schwerpunkte in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Logistik, Gesundheitstechnologien, Materialien, Energie und Umwelttechnologien (*cleantech*) zu entwickeln. Die Umwelttechnologien gehören zu den Prioritäten der nationalen 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.

Aufgrund der Stahlindustrie hat Luxemburg eine lange Tradition von Forschung im Bereich von Materialien. Diese beschäftigt sich heute unter anderem mit der Entwicklung von nachhaltigen Baumaterialien. Zudem hat Luxemburg in der Materialforschung zu Solarphotovoltaik mittlerweile drei Forschungsteams, die an der Weiterentwicklung von ressourcenoptimierten sogenannten Dünnschicht-PV forschen.

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 Wettbewerbsbericht<sup>9</sup> eine Vielzahl der internationalen Bezugswerte und Rankings. Das ODC verfolgt die Jahresberichte, u. a. 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.

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“<sup>10</sup> 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 „*European Innovation Scoreboard*“ bewertet die relativen Stärken und Schwächen nationaler Forschungs- und Innovationssysteme und hilft den Ländern, Bereiche zu identifizieren, die angegangen werden 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

---

<sup>9</sup> [https://odc.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes\\_actualites%2Bcommuniques%2B2018%2B11-novembre%2B13-bilan-competivite-2018.html](https://odc.gouvernement.lu/fr/actualites.gouvernement%2Bfr%2Bactualites%2Btoutes_actualites%2Bcommuniques%2B2018%2B11-novembre%2B13-bilan-competivite-2018.html)

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

Dänemark (0,668) und Finnland (0,649). Auch Luxemburg schließt sich der Gruppe der Innovations-Leader an und belegt den 6. Platz (0,611).

### 3. Strategien und Maßnahmen

#### 3.1. Dimension „Dekarbonisierung“

##### 3.1.1. Emissionen und Abbau von Treibhausgasen

3.1.1.i. Politiken und Maßnahmen zur Erfüllung der in der Verordnung (EU) 2018/842 festgelegten und in Nummer 2.1.1. genannten Vorgabe sowie Politiken und Maßnahmen zur Einhaltung der Verordnung (EU) 2018/841, die alle wichtigen Emissionssektoren und die für die Steigerung des Abbaus geeigneten Sektoren erfassen, mit Blick auf das langfristige Konzept und Ziel einer Wirtschaft mit geringen Emissionen und auf ein Gleichgewicht zwischen Emissionen und deren Abbau gemäß dem Übereinkommen von Paris

#### Einführung eines Klimarahmengesetzes

Mit dem Ziel der Klimapolitik, eine Rechtsgrundlage im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen zu schaffen, hat die Regierung entsprechend der Koalitionsvereinbarung im Herbst 2019 den Entwurf eines Klimagesetzes vorgelegt. Dieser Gesetzesentwurf ist darauf ausgerichtet, den Rahmen der nationalen Klimapolitik zu stärken, um somit insbesondere ein koordiniertes und integriertes Vorgehen zwischen allen betroffenen Akteuren, Ebenen und Sektoren, sowie eine bessere Kohärenz bei der Umsetzung, zu ermöglichen. Der Entwurf besteht aus drei Hauptteilen.

Der erste Teil richtet einen **institutionellen Rahmen** für die Klimapolitik ein und hält neben den Grundsätzen und Zielen die Governance-Struktur der Luxemburger Klimapolitik fest.

Der Gesetzesentwurf nennt folgende vier **Grundsätze**: den Grundsatz der Klimagerechtigkeit; den Grundsatz der Progression, wonach die Klimapolitik nur ständig verbessert werden kann; den Grundsatz der integrierten Verminderung der Umweltverschmutzung, wonach die Klimapolitik nicht auf Kosten der biologischen Vielfalt, der Luftqualität, des Wassers oder anderer Bestandteile der Umwelt gehen darf; sowie den Grundsatz der Integrität, wonach die Klimapolitik tatsächlich das Ziel verfolgt, für ein sicheres und gesundes Klima zu sorgen.

Zusätzlich zu den mit dem Pariser Klimaabkommen übereinstimmenden, nationalen Klimazielen führt der Entwurf **sektorale Klimaziele** ein. Somit wird sichergestellt, dass eine gemeinsame Verantwortung zu tragen ist. Wird die Menge der jährlich verfügbaren Emissionen eines Sektors überschritten, wird der Regierungsrat mit der Angelegenheit befasst, dies im Hinblick auf die Erstellung eines Sofortmaßnahmenprogramms, mit dem die Einhaltung der Klimaziele sichergestellt werden soll.

Im Gesetzesentwurf werden des Weiteren im Hinblick auf die Governance-Struktur **drei Gremien** eingerichtet. Erstens wird ein interministerieller Ausschuss zur Koordination der Klimapolitik eingesetzt.

Gemäß Artikel 11 der Verordnung (EU) 2018/1999, der die Mitgliedstaaten verpflichtet, ein Dialog über klima- und energiepolitische Fragen auf mehreren Ebenen einzuführen, wird eine Plattform für Klimaschutz geschaffen. Zusätzlich ist ein unabhängiges Gremium vorgesehen, das sich mit den wissenschaftlichen, ethischen und gesellschaftlichen Aspekten der Klimapolitik und den damit verbundenen Herausforderungen befasst.

In Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) 2018/1999 wird außerdem die **Vorgehensweise** für die Verabschiedung und Aktualisierung des integrierten nationalen Energie- und Klimaplan, der Langfrist-Strategie zur Minderung der Treibhausgasemissionen und der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel festgelegt.

Im zweiten Teil des Gesetzesentwurfs wird der bestehende Klima- und Energiefonds gesetzlich neu verankert und an die aktuellen Herausforderungen angepasst<sup>11</sup>.

Beim dritten Teil handelt es sich um die Umsetzung der Richtlinie (EU) 2018/410 des europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2018 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO<sub>2</sub>-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814.

#### Klimaschutz, Haushalts- und Sozialpolitik

Die Budgetierung der im integrierten nationalen Energie und - Klimaplan enthaltenen Maßnahmen erfolgt im Einklang mit dem haushaltspolitischen Pfad und den Regeln des Stabilitäts- und Wachstumspakts. Nationale Maßnahmen stehen aufgrund ihrer positiven Nebeneffekte (Luftqualität, Arbeitsplätze) im Vordergrund. Der Klimaschutz ist eine der dringlichsten Aufgaben der Menschheit. Unsere nationalen und internationalen Verpflichtungen zum Klimaschutz genießen dementsprechend auch haushalts- und finanzpolitisch eine hohe Priorität. Es sind wichtige Investitionen im Interesse der kommenden Generationen.

Maßnahmen mit einer direkten Wirkung auf die öffentlichen Finanzen werden wie alle Investitionsausgaben einer mehrjährigen Haushaltsplanung unterliegen. Das Klimarahmengesetz setzt einen interministeriellen Ausschuss ein, der auf regelmäßiger Basis die Wirksamkeit der Maßnahmen begutachtet. Hierbei werden die ministeriellen Befugnisse („compétences ministérielles“) berücksichtigt.

---

<sup>11</sup> Siehe Kapitel Finanzierungsmaßnahmen weiter unten für weitere Details zu diesem Punkt.

In dem Sinne werden die Maßnahmen einer qualitativen Bewertung ihrer Auswirkungen auf den Staatshaushalt in Bezug auf Einnahmen und Ausgaben sowie ihrer Wirksamkeit in Bezug auf die nationalen Ziele im Bereich der Verringerung der Treibhausgasemissionen, der Verbesserung der Energieeffizienz und des Ausbaus der erneuerbaren Energien unterzogen. Hierbei werden auch die positiven Nebeneffekte (Luftqualität, Arbeitsplätze) berücksichtigt. Es ist demnach durchaus möglich, dass die Priorisierung der Maßnahmen entsprechend ihrer Effizienz angepasst wird, und die jeweiligen Maßnahmen gegebenenfalls durch effizientere Maßnahmen ersetzt oder ergänzt werden.

Die Klimakrise ist zugleich auch eine soziale Krise: sozial schwache Menschen sind ungleich stärker betroffen von der Klimakrise als sozial besser gestellte. Sowohl geographisch (Nord-Süd-Gefälle) als auch innerhalb der Gesellschaften gibt es eine Diskrepanz zwischen reicheren und ärmeren Menschen.

Die Regierung ist sich bewusst, dass sie die Menschen mitnehmen im Kampf gegen den Klimawandel. Die Akzeptanz des Klima- und Energieplans wird nur mittels einer gerechten Entschädigung der sozial schwächeren Schichten unserer Gesellschaft stattfinden. Deshalb werden die Maßnahmen des Klimaplanes auf ihre soziale Gerechtigkeit geprüft und gegebenenfalls Entschädigungen für betroffene Bürger vorgesehen. Dieses wichtige Prinzip ist auch im Einklang mit der Vorlage des Klimagesetzes und ist leitend in der Klimapolitik der Regierung.

Die im integrierten nationalen Energie- und – Klimaplan enthaltenen Maßnahmen, die bereits beschlossen und in einem Gesetz oder großherzoglichen Reglement enthalten sind, sind im Haushaltsentwurf für das Jahr 2020 und in der Mehrjahresplanung berücksichtigt.

Es versteht sich von selbst, dass die neuen im integrierten nationalen Energie- und Klimaplan enthaltenen Maßnahmen im Haushaltsentwurf für das Jahr 2020 noch nicht ihren Niederschlag gefunden haben, da dieses Gesetz bereits am 14. Oktober 2019 im Parlament hinterlegt wurde.

Wissend, dass die Umsetzung besagten Plans Ausgaben verursacht, sollte man die eventuellen Einnahmen, die aus einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung hervorgehen könnten, nicht außer Acht lassen.

Die im Plan aufgeführten steuerlichen Maßnahmen werden vor ihrer endgültigen Verabschiedung im Rahmen der Verhandlungen zur Steuerreform eingehend analysiert.

Mindestpreis für CO<sub>2</sub> – Einführung des „Pollueur-Payeur“ Prinzips

Neben dem auf EU-Ebene vor mehr als 10 Jahren eingeführten Emissionshandelssystem für die Industrie, spielt die CO<sub>2</sub>-Bepreisung als kosteneffizientes Instrument zur Minderung von Treibhausgasemissionen bereits in vielen EU-Mitgliedsstaaten eine wichtige Rolle.

Luxemburg wird nach diesem Vorbild mit der anstehenden Steuerreform einen CO<sub>2</sub>-Mindestpreis einführen und diesen im Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens kontinuierlich anpassen. Als Einstiegspreis wird der Mittelwert der CO<sub>2</sub>-Bepreisung in unseren Nachbarländern angestrebt. Das bedeutet für das Jahr 2021 ungefähr einen CO<sub>2</sub>-Preis von etwa 20 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Dies macht zum Beispiel für Diesel Treibstoff pro Liter in etwa 5 ct aus. Für die Jahre 2022 und 2023 ist jeweils eine Erhöhung von 5 Euro pro Tonne geplant. Dies entspricht ungefähr 1,5 ct pro Liter Diesel Treibstoff. Die weiteren Ausführungsbestimmungen für einen dynamischen CO<sub>2</sub>-Preis werden im Rahmen der Vorbereitungen der angesetzten Steuerreform ausgearbeitet. Dabei wird geprüft, ob eine Staffelung des CO<sub>2</sub>-Preises vorgenommen wird.

Die sozialverträgliche Umsetzung des CO<sub>2</sub>-Preises wird durch eine gezielte Verwendung der Einnahmen gewährleistet. Für das Jahr 2021 kann man auf Basis der jetzt bekannten Daten mit Einnahmen von ungefähr 150 Millionen Euro ausgehen. Diese werden in einem ausgewogenen Maß („d’une manière équilibrée“) für konkrete Klimaschutzmaßnahmen und gezielte soziale Entlastungen über fiskalische (z. B. Steuerkredit) und soziale Maßnahmen im Sinne der sozialen Gerechtigkeit („équité sociale“) für Haushalte mit geringem Einkommen verwendet.

### Klima-Fördermaßnahmen

Voraussetzung einer erfolgreichen Klimapolitik sind wirksame Maßnahmen zur Emissionsminderung. Obwohl jeder einzeln Verantwortung trägt, ist Klimapolitik nur dann erfolgreich, wenn die Politik die Richtung angibt, die notwendigen Rahmenbedingungen herstellt und somit allen Akteuren konkrete Alternativen bietet. Deshalb werden verstärkte Anreizmechanismen durch verbesserte **Förderprogramme** geschaffen, welche im Kapitel 3.1.1.iii näher erläutert werden:

- Das Förderprogramm **PRIME House** bietet Investitionsbeihilfen zur energetischen und nachhaltigen Renovierung von Wohngebäuden sowie entsprechender, qualifizierter Energieberatung, zum Bau nachhaltiger Wohngebäude und zum Einsatz erneuerbarer Energien (PV-Anlagen, solarthermische Anlagen, Wärmepumpen, Holzpellet- und Holz hackschnitzelheizungen).

- Zusätzlich zum Förderprogramm PRIME House wird die energetische und nachhaltige Renovierung von Wohngebäuden über **zinsreduzierte bzw.** – zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte – **zinslose Darlehen** unterstützt (Klimabank).
- Das Programm „**Clever fuere**n“ fördert die Anschaffung von Elektrofahrzeugen, Elektromotorrädern und Fahrrädern über direkte Zuschüsse.
- Die Förderprogramme für die Verbesserung des Schutzes und der **nachhaltigen Bewirtschaftung der Waldökosysteme** gewährleisten eine nachhaltige Holzproduktion, eine Verbesserung des Pflegezustandes der Wälder und eine Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel. So sorgen Staat, Gesellschaft und Waldbesitzer gemeinsam dafür, dass wir auch in Zukunft stabile, gesunde, klimatolerante und artenreiche Wälder in Luxemburg haben.
- In der Industrie sowie bei den kleinen und mittleren Unternehmen werden die bestehenden Instrumente von den zuständigen Ministerien weitergeführt und ausgebaut. Die **freiwillige Vereinbarung** („accord volontaire“) und die **Energieeinsparverpflichtung** (EEO) werden weiterentwickelt und dienen weiterhin als wichtige Eckpfeiler für zukünftige Effizienzanstrengungen.
- In Bezug auf die Effizienzanstrengungen von kleinen und mittleren Unternehmen werden neue Instrumente geschaffen wie ein **De-Risking Instrument** und eine **Transparenzplattform für Audits**, um sowohl die Hürden bei der Finanzierung zu überwinden als auch eine verbesserte Übersicht und Identifizierung von Energieeffizienzmaßnahmen zu erlangen.
- Für die Landwirtschaft werden von den zuständigen Ministerien **Klimaschutzprogramme** (Methanstrategie, Klimacheck, ...) erarbeitet.

## Soziale Maßnahmen

Der Klimawandel und die gesundheitlichen Auswirkungen der fossilen Energieversorgung treffen die einkommensschwachen Bevölkerungsschichten besonders. Klimaschutz ist daher auch ein konkreter Beitrag zur sozialen Gerechtigkeit. Klimaschutzmaßnahmen müssen allerdings auch sozial eingebettet werden, um Energiearmut zu verhindern.

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

Das Gesetz vom 18. Dezember 2009 zur Organisation der Sozialhilfe sieht seinerseits vor, dass bei der Anwendung der in den oben genannten Gesetzen zur Organisation des Strom- und Erdgasmarktes festgelegten Verfahren das zuständige Sozialamt prüfen muss, ob der Haushaltskunde in der Lage ist, seine Energierechnungen zu bezahlen und somit einen Anspruch auf Sozialhilfe hat.

Ein besonderes Augenmerk muss bei der Bekämpfung der Energiearmut auf dem Bereich des Wohnens liegen, da in Luxemburg die steigenden Wohnungspreise zu einer großen sozialen Herausforderung geworden sind. Einkommensschwachen Bevölkerungsschichten stehen oft nur schlecht unterhaltene Mietwohnungen mit niedrigen energetischen Standards in Altbauten zur Verfügung. Die Regierung fördert daher gezielt die Schaffung von erschwinglichem Wohnraum. Die Energieeffizienz-Maßnahmen im Bereich des Wohnungswesens werden so ausgestaltet, dass sich gleichzeitig die nationale Energiebilanz und die Lebenssituation einkommensschwacher Bevölkerungsschichten verbessern.

Die Luxemburger Regierung wird zudem im Rahmen der nationalen langfristigen Renovierungsstrategie, die im kommenden Jahr ausgearbeitet wird, zusammen mit allen relevanten Akteuren innovative Programme ausarbeiten, welche Anreize zur Renovierung alter Wohnsubstanz schaffen und zugleich einkommensschwachen Haushalten Wohnraum zur Verfügung stellen.

Zudem ist hervorzuheben, dass es derzeit bereits durch die Teuerungszulage („allocation de vie chère“) ein Programm gibt, das auch der Energiearmut entgegenwirkt. Zugleich kann die staatliche Mietsubvention Bedürftigen bei einer etwaigen Verteuerung einer Wohnung unter die Arme greifen. Es ist zudem hervorzuheben, dass die aktuelle Gesetzgebung es verbietet, einen Haushaltskunden, der seine Strom- oder Gasrechnungen nicht bezahlen kann, vom Netz abzuschalten.

Das enorme Investitionsvolumen in den Ausbau der Infrastrukturen und die Einführung des kostenlosen öffentlichen Transports ab dem 1. März 2020 sind sicherlich nicht nur verkehrspolitische, sondern auch eindeutig soziale Maßnahmen.

EU-Recht und EU-Normen verstärken

Verbesserte EU-Standards und EU-Verordnungen erleichtern das Erreichen der Luxemburger Klima- und Energieziele. Deshalb wird sich die Regierung für einen ambitionierten Rahmen der Klima- und Energiepolitik auf EU-Ebene einsetzen. Neben dem EU-Emissionshandelssystem finden weitere wichtige Klimaschutzinstrumente ihren Ansatz auf EU-Ebene, so z. B. die Verordnung der Lastenverteilung der Emissionsreduktionsziele auf die einzelnen EU-Mitgliedsstaaten, die Verordnung über die Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft, sowie die Richtlinie über Energie aus erneuerbaren Quellen, die Energieeffizienzrichtlinie und die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Weitere Instrumente betreffen u. a. die Ökodesign-Anforderungen für Geräte und die Regulierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Pkw, leichten Nutzfahrzeugen und Lkw. Luxemburg wird für ein Verkaufsverbot von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf EU-Ebene ab 2030 eintreten.

### Vorreiterrolle des Staates

Bei der Nutzung von erneuerbaren Energien sowie der Verbesserung der Energieeffizienz wird die Regierung verstärkt eine Vorreiterrolle übernehmen bzw. vorantreiben. Dabei soll auf bereits bestehende Programme und deren Ergebnisse aufgebaut werden, aber auch neue Initiativen ergriffen oder entwickelt werden.

#### ***Ultraeffiziente öffentliche Gebäude***

Die Regierung entwickelt eine Strategie für „Nachhaltige und energieeffiziente öffentliche Gebäude“ im Neubau und im Bestand zur Verbesserung der Nachhaltigkeit, der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien in öffentlichen Gebäuden. Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und die relevanten gesundheitlichen Aspekte werden darin integriert. Darunter fällt die Einführung einer Verpflichtung zur Integration von Photovoltaikanlagen auf staatlichen Gebäuden, sowohl für Neubau als auch bei Renovierungen. Dies wird sich auch in einer Aufstockung des bestehenden Photovoltaik-Programms der Verwaltung für öffentliche Bauten widerspiegeln. Ziel ist, dass bis 2025 alle geeigneten öffentlichen Gebäude mit Photovoltaikanlagen bestückt werden.

Die staatlichen Gebäude sollen zu den effizientesten aller EU-Mitgliedsstaaten werden. Zur besseren Bewertung und Verbesserung der Umweltleistung der bestehenden öffentlichen Gebäude soll zur Gebäudeverwaltung die obligatorische Nutzung des Umweltmanagement- und Umweltbetriebsprüfungssystems EMAS (Environment Management and Audit Scheme) eingeführt werden um die von den Gebäuden ausgehenden Umweltbelastungen zu minimieren und deren

Leistungen kontinuierlich zu verbessern. In Luxemburg ansässige EU-Institutionen können hier als Vorbild dienen.

Des Weiteren entwickelt die Luxemburger Regierung zurzeit mit den respektiven staatlichen und kommunalen Akteuren (SNHBM, Fonds du logement, Fonds Kirchberg, Fonds Belval, Agora, Entwicklungsgesellschaft Nordstad) größere Wohnprojekte. Die Planung erfolgt in Richtung „zero-CO<sub>2</sub>“, „zero-waste“, „car free“ und „sozial integrativ“. Durch diese Projekte wird der Grundstein gelegt, dass ein relevanter Teil des zu erwartenden Bevölkerungszuwachses klimaneutral auf diesen Arealen erfolgt.

### ***Luxembourg LED 2025 Initiative***

Die Regierung wird über ihre Verwaltungen die komplette Umstellung aller Beleuchtungsquellen von Straßen, öffentlichen Plätzen, Gebäuden, Bahnhöfen und Denkmälern von den bestehenden energieverschwendenden Leuchten auf energieeffiziente LED-Beleuchtung umsetzen.

### ***Autoflotten***

Neben den öffentlichen Gebäuden soll auch die Autoflottenpolitik des Staates hinsichtlich des Einkaufs, aber auch der Nutzung von Dienstwagen überarbeitet werden und ein effizienteres Flottenmanagement eingeführt werden. Andererseits soll der Anteil an Elektrofahrzeugen in der Flotte stetig gesteigert werden.

### ***Nachhaltig Einkaufen***

Staatliche Verwaltungen werden beim Einkauf verstärkt auf Nachhaltigkeitskriterien zurückgreifen. Der durch die Überarbeitung der Gesetzgebung zur öffentlichen Auftragsvergabe („Loi du 8 avril 2018 sur les marchés publics“) geschaffene Rahmen erleichtert es, neben der Preiskomponente auch andere Kriterien zur Auftragsvergabe heranzuziehen. Somit können vermehrt ökologische (life cycle), aber auch soziale Kriterien eine Rolle bei der Auftragsvergabe spielen. Die Standardisierung der Ausschreibungskriterien für verschiedene Produktgruppen wird helfen, die Hebelwirkung der öffentlichen Aufträge auf die Märkte zu entfalten. In diesem Rahmen soll auch die Digitalisierung weiter vorangetrieben werden, um langfristig weitestgehend auf Papier verzichten zu können.

### ***Klimafreundliche Schulen***

Besonders wichtig ist es, Schulen und deren Infrastrukturen verstärkt in den Fokus zu nehmen, da junge Leute den Klimaschutz praktisch erleben und erlernen wollen. Im Rahmen des im Frühjahr

2019 organisierten Austauschs mit Schülern („ClimateXchange“) wurden zahlreiche Ideen zur Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks von Schulen gesammelt. Neben der Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien (sowohl Strom als auch Wärme) sollen nachhaltige Mobilitäts- bzw. Fortbewegungskonzepte, ebenso wie Elemente, die den Wasserverbrauch senken, bei der Planung bzw. bei umfassenderen Umbauarbeiten berücksichtigt werden. Oft ist es möglich und sinnvoll, die Schüler selbst in die Umsetzung ihrer Ideen einzubinden. So wurden beispielsweise bereits Solaranlagen gemeinsam mit Schülern auf Schuldächern realisiert. Um die kommenden Generationen verstärkt im Bereich der Nachhaltigkeit zu sensibilisieren, sollen die Themen „Energieeffizienz“, „Erneuerbare Energien“, „Klimawandel“ und „Nachhaltigkeit“ in den Unterricht integriert werden.

### Weiterentwicklung des Klimapakts mit den Gemeinden – Klimapakt 2.0

Zur Orientierung und Gestaltung der kommunalen Klima- und Energiepolitik verfügt Luxemburg mit dem Klimapakt (siehe Kapitel 1.2 - Überblick über die aktuelle Lage der Politik) über ein wirkungsvolles und gesetzlich verankertes Instrument zum Klimaschutz in den Gemeinden („Loi modifiée du 13 septembre 2012 portant création d'un pacte climat avec les communes“). Angesichts einer Vereinbarung im Koalitionsabkommen 2018-2023, sowie basierend auf einer breiten Akzeptanz bei den Gemeinden, soll der aktuelle Klimapakt, welcher 2020 auslaufen wird, unter dem Namen Klimapakt 2.0 weitergeführt und weiterentwickelt werden. Um den Klimazielen gerecht zu werden, wird sich der Klimapakt in der Phase 2021-2030 gezielt in drei Bereichen weiterentwickeln: Verstärkung des Quantifizierungsansatzes, bessere Rahmenbedingungen für die Gemeinden und stärkere Unterstützung der Gemeinden bei ihrer Bürgerarbeit. Zum einen sollen basierend auf den Maßnahmen des Klimapakts und im Hinblick auf die Ziele des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes verstärkt kommunal relevante quantitative Indikatoren in den Klimapakt integriert und bei der Bewertung insgesamt stärker gewichtet werden. Bei der Verbesserung des Arbeitsrahmens für Gemeinden spielt die Entwicklung von Monitoring- und Kommunikationswerkzeugen ebenso eine Rolle wie die verstärkte Unterstützung der Gemeinden im Hinblick auf deren Bürgerarbeit. Der Klimapakt 2.0 soll damit insgesamt noch stärker als bisher als zentrales Umsetzungsinstrument der nationalen Energie- und Klimapolitik auf kommunaler Ebene verankert werden.

### Mobilität

Fast zwei Drittel der Klima-Emissionen Luxemburgs außerhalb des Emissionshandels stammen vom Kraftstoffverkauf, wobei zwei Zahlen die atypische Situation in prägnanter Weise widerspiegeln. Rund 70% der Klima-Emissionen aus dem Kraftstoffverkauf entfallen auf im Ausland zugelassene Kraftfahrzeuge und der Anteil der Lastkraftwagen liegt bei knapp 60% der Klima-Emissionen aus dem Kraftstoffverkauf. Der zunehmende fossil betriebene Lkw-Verkehr ist nicht nur ein klima- und gesundheitspolitisches, sondern auch ein verkehrspolitisches Problem für Transitländer wie Luxemburg. Einen wesentlichen Einfluss auf den Volumen des verkauften Diesels und Benzins hat die Steuer- und Akzisenpolitik. Diese wird im Kapitel „Steuerliche Maßnahmen“ beschrieben.

Luxemburg wird auf nationaler und europäischer Ebene weiterhin Regelungen unterstützen, welche den Lkw-Verkehr reduzieren (z. B. Eurovignette) und den Umstieg des Gütertransports auf alternative Antriebe und auf die Bahn vereinfachen. Auch werden Initiativen zur Optimierung des Logistiksektors (Lean+Green) künftig weiter ausgebaut. Integrierte Raumplanung, Verkehrsvermeidung und der konsequente Ausbau der sanften Mobilität und des öffentlichen Verkehrs werden die Notwendigkeit des individualisierten Autoverkehrs reduzieren. Die verbleibenden PKW werden konsequent von dem heutigen „fossilen“ Zeitalter (Diesel und Benzin) auf klimafreundliche Alternativen (Elektromobilität, Wasserstoff) umgestellt werden. Diese schnelle Umstellung ist ein wesentlicher Beitrag zur Erreichung der luxemburgischen und europäischen Klima- und Energieziele. Die Maßnahmen zur Elektromobilität sind im Kapitel 3.1.3.iii. im Detail beschrieben.

Der Verkehrssektor spielt demnach eine besondere Rolle bei der Dekarbonisierung der luxemburgischen Gesellschaft und Wirtschaft. Die Verbesserung bzw. die Optimierung der Mobilität können jedoch nur durch die Einführung vieler verschiedener Maßnahmen stattfinden.

Im Rahmen einer langfristigen, **nationalen Mobilitätsplanung** wurde am 23. Mai 2018 die Strategie für eine nachhaltige Mobilität „**MoDu 2.0**“ durch die Regierung angenommen. An den Grundprinzipien der Strategie „MoDu“ von 2012, nämlich der Multimodalität und Verstärkung des öffentlichen Transports sowie der aktiven Mobilität, wurde dabei festgehalten. Das strategische Ziel für 2025 ist es, den Verkehrsfluss zu den Hauptverkehrszeiten zu verbessern, wobei 20 % mehr Personen als im Jahr 2017 befördert werden müssen. Dabei soll der gewünschte Modal Split auf Arbeitswegen 46% Fahrer, 19% Mitfahrer, 22% ÖPNV, 9% Fußgänger und 4% Radfahrer betragen. Darüber hinaus wird die Regierung neue Ziele bis 2035 in ihrem Weiterentwicklungsprogramm vom MoDu 2.0 im Laufe dieser Legislaturperiode festlegen.

Zusätzlich beinhaltet der „MoDu 2.0“:

- Das Hervorheben des Fortschritts seit 2017

- Das Aufzeigen aktueller Kennwerte
- Das Festlegen fixer Ziele für den Horizont 2025
- Die Integration rezenter technologischer Fortschritte
- Die Sicherstellung der Kohärenz neuer, globaler und nationaler Strategien (wie z. B. Pariser Klimaabkommen, *Third Industrial Revolution*, ...)
- Der Ausbau einer Strategie zur Schaffung einer Mobilitäts-Toolbox
- Die explizite Richtung an vier Akteure:
  - Die Bürger
  - Die Kommunen
  - Die Arbeitgeber und schulischen Einrichtungen
  - Den Staat

Im Rahmen der Planung von Mobilitätsprojekten soll eine langfristige Kosten-Nutzen-Analyse, welche verstärkt klimatische Aspekte in die Betrachtung mit einbezieht, genutzt werden. Dabei soll das Tool **MOBIMPACT** für die Projektplanung genutzt werden. Auch soll für die Planung von Straßenbauprojekten verstärkt auf eine multimodale Vorgehensweise gesetzt werden. Dies beinhaltet zum Beispiel den Vorzug für ÖPNV und Fahrgemeinschaften bei neuen Straßenbauprojekten.

Auf der Ebene der Unternehmen soll bei Neuansiedlungen **eine Mobilitätsplanung oder -strategie** erstellt werden. Zudem soll die Sensibilisierung hinsichtlich einer stärkeren Nutzung des öffentlichen Transports sowie für die Schaffung von Fahrgemeinschaften in bestehenden Betrieben und Aktivitätszonen verbessert werden. Des Weiteren werden bei der Reorganisation des RGTR-Netzes auch die Anbindungen an Aktivitätszonen besser abgestimmt.

Den Gemeinden sollen technische und finanzielle Hilfsprogramme zur Verfügung gestellt werden um konkrete Maßnahmen, welche die **CO<sub>2</sub>-Bilanz** senken, umzusetzen. Neue Mobilitätspläne für Aktivitätszonen und neue kommunale Mobilitätskonzepte sollen in Zukunft vordefinierte Kriterien erfüllen und technisch und finanziell begleitet werden. Die neuen Prozeduren und Kriterien sollen Initiativen, welche die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Transportbereich senken, fördern (nach dem österreichischen Model „Klimaaktiv Mobil“). Folgende Kriterien könnten zum Beispiel in die Mobilitätspläne und -konzepte integriert werden:

- P&R aus den urbanen Zentren entfernen (Transnationale Kooperation)
- Verbesserung der Kombination zwischen ÖPNV und PKW

- Elektrische Dienstwagen

Als Instrument der Verkehrssteuerung (Abmilderung des Spitzenstundenverkehrs sowie Vermeidung von Suchverkehr) als auch der Verhaltenssteuerung durch die Verfügbarkeit von Parkplätzen wird eine nationale **Parkraumstrategie** ausgearbeitet, welche auf einer sinnvollen Gestaltung, Bepreisung und Nutzung des Parkraums aufbaut.

Für die Entwicklung von Dienstleistungen im Rahmen der „**Mobility-as-a-service**“ werden ein reglementarischer Rahmen sowie neue Förderanreize geschaffen. Dabei sollen innovative Lösungen für die Fortbewegung durch die laufende Digitalisierung stärker unterstützt werden. Zudem sollen die bestehenden Angebote (wie z. B. das Carpooling-Projekt CoPilote) verstärkt bzw. redynamisiert werden. Zudem soll die Entwicklung einer übergreifenden Mobilitäts-App vorangetrieben werden.

Zur Förderung von Fahrgemeinschaften wird das Portal "CoPilote" weiter beworben und die gezielte Zusammenarbeit mit den Arbeitgebern wird fortgeführt. Zudem sollen den Fahrgemeinschaften weitere Vorzüge, v. a. auf Autobahnen, gewährt werden, um die Anzahl an Passagieren pro Fahrzeug zu erhöhen.

Auf der Ebene der Unternehmen sollen Arbeitnehmer, die sich für ein anderes Fortbewegungsmittel als das Auto entscheiden, nicht weiter benachteiligt werden. Es wird ein Steuervorteil „Mobilitätsbudget“ eingeführt, das dem für Dienstwagen gleichwertig ist und somit eine Alternative zum Dienstwagen bietet. Alternativ können folgende Maßnahmen Bestandteil oder Ergänzung des Mobilitätsbudgets werden:

- *Carsharing* von Elektrofahrzeugen
- Finanzielle oder administrative Unterstützung bei der Schaffung von Fahrgemeinschaften innerhalb von Firmen oder Aktivitätszonen
- Förderung bei der Errichtung von gesicherten Fahrradabstellanlagen innerhalb von Aktivitätszonen
- Finanzielle Beihilfe für Firmen für die Errichtung von Ladesäulen
- Anbieten von emissionsfreien Leasingautos

Im Rahmen der Schaffung eines solchen Mobilitätsbudgets soll zudem der reglementarische Rahmen angepasst werden, um die Verkehrswende innerhalb der Unternehmen zu begünstigen. So soll durch eine Anpassung der Besteuerung von Dienstfahrzeugen die Nutzung emissionschwacher und -freier Fahrzeuge privilegiert werden.

### ***Verkehrsvermeidung***

Zur **Verkehrsvermeidung** soll ein reglementarischer Rahmen geschaffen werden, um die Telearbeit zu fördern und somit auch moderne und flexible Arbeitsbedingungen zu schaffen. Dazu soll die Steuerbehandlung für die Nutzung der Telearbeit von Pendlern angepasst und die aktuell gültigen Arbeits- und Gesundheitsgesetze modifiziert werden. Nach dem Vorbild der aktuellen Debatten mit Belgien werden Verhandlungen mit Frankreich und Deutschland aufgenommen, um eine angemessene steuerliche Behandlung zu finden, welche die Telearbeit von Grenzgängern begünstigt. Neben der Begünstigung der Telearbeit sollen auch *CoWorking*-Spaces im Grenzgebiet zur Reduktion des grenzübergreifenden Pendelverkehrs errichtet werden. Die erste Grundsteinlegung einer solchen Struktur soll Anfang 2019 in Esch-Belval erfolgen, weitere Strukturen sind vorzugsweise entlang der Autobahnachsen A1, A3 und A6 sowie der Nationalstraße N31 in Rodange vorzusehen.

### ***Konsequenter Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs***

Zur **Förderung des öffentlichen Transports** wird dessen Kostenfreiheit am 1. März 2020 auf dem Territorium des Großherzogtum Luxemburgs eingeführt. Daneben werden aber weiterhin wichtige Infrastrukturarbeiten und -projekte weitergeführt und umgesetzt. Die Regierung sieht konsequente und kontinuierliche Investitionen als eine unabdingbare Voraussetzung zur Förderung der Attraktivität des öffentlichen Transports. Das Angebot, die Pünktlichkeit und die Qualität der Dienstleistung sind entscheidend, wenn es darum geht, die Menschen dazu zu bewegen, ihre Gewohnheiten zu ändern und vom Privatauto auf den öffentlichen Transport umzusteigen. Die zwischen 2018 und 2023 vorgesehenen Investitionen in die Bahn belaufen sich auf 2.212.000.000 Euro. Die nationale Bahngesellschaft CFL hat 2019 den größten Vertrag zur Materialbeschaffung in der Geschichte der Bahn in einer Höhe von 400 Millionen Euro abgeschlossen. Das Material wird zwischen 2020 und 2023 geliefert werden. Die Tram-Investitionen belaufen sich zwischen 2018 und 2023 auf 390.000.000 Euro.

Im Rahmen des Ausbaus der **Trambahn** wird die bestehende Tramstrecke wie geplant weiter ausgebaut und es sollen, unter Berücksichtigung von Kosten-Nutzen, Kohärenz mit den multimodalen Verkehrsnetzen, Machbarkeit, usw., neue Tramlinien geschaffen werden. Zudem soll das Projekt der Express-Trambahn zwischen Luxemburg-Stadt und Esch-sur-Alzette weiter vorangetrieben werden und in jedes weitere Straßenbauprojekt auf dieser Strecke integriert werden.

Zur Verbesserung des **Zugverkehrs** wird die Erweiterung der Doppel- oder Vierfachgleisigkeit bestehender Linien und der Ausbau bzw. die Modernisierung der bestehenden Bahnhöfe (v.a.

Luxemburg-Stadt und Ettelbruck) weitergeführt. Zudem soll der Komfort in den Zügen durch die Zurverfügungstellung von Ruheabteilen in der 1. Klasse sowie von gratis Wifi und einer Erhöhung der Kapazität auf den Zugstrecken erhöht werden. Neben diesen infrastrukturellen Arbeiten sollen auch übergeordnet die Kommunikation und der Informationsfluss an die Kunden bezüglich Störungen auf dem Bahnnetz sowie Verspätungen bzw. Ausfällen von Zügen verbessert werden. Vor allem im Fall von Ausfällen sollen die Kommunikation und Koordination für die Kunden verbessert werden. Zur weiteren Komforterhöhung für die Kunden soll die Koordination zwischen Zug- und Busnetz stetig verbessert und angepasst werden, um sicherzustellen, dass auch im Fall von Verspätungen die Anbindung an den Bus reibungslos verläuft.

Neben dem Bahnnetz soll weiterhin in das **Busnetz** investiert werden, so dass dieses stetig ausgebaut und verbessert wird. Die begonnene Reorganisation des RGTR-Netzes wird konsequent weitergeführt mit dem Ziel der Priorisierung und Optimierung der regionalen Buslinien. Dies beinhaltet auch die Optimierung des Busnetzes an Wochenenden und Feiertagen sowie die Erhöhung der Frequenzen der Buslinien in den Abendstunden. Des Weiteren werden bei der Reorganisation des RGTR-Netzes auch die Anbindungen an Aktivitätszonen besser abgestimmt. Neben der organisatorischen Anpassung sollen aber weiterhin infrastrukturelle Verbesserungen, wie die Schaffung spezifischer Busspuren auf Autobahnen oder Expressbusspuren auf den Hauptachsen, vorangetrieben werden. Auch soll zur Komforterhöhung für den Kunden eine Harmonisierung der Bushaltestellen, in Bezug auf die Anbindungen weitere Bus- oder Zuglinien, aber auch eine Mindestausstattung (Sitzbank, Anzeigetafeln, usw.) angestrebt werden.

Vor allem im ländlichen Raum sollen vermehrt Rufbussysteme mit Minibussen genutzt werden, wodurch Leerfahrten außerhalb der Spitzenstunden und Wochenenden vermieden werden, ohne die Kapazitäten für die Spitzenstunden zu schwächen.

Neben den jeweiligen Projekten am Bahn- und Busnetz werden die Anzahl und Kapazität von P&R, vor allem im Grenzgebiet, erhöht werden. Hierfür soll auch eine entsprechende Anbindung an den öffentlichen Transport, vor allem durch die vorher genannten Maßnahmen sichergestellt werden. Im Rahmen der Dekarbonisierung des Bussektors ist auch ein schrittweiser Ersatz der traditionellen RGTR-Busse durch Elektrobusse vorgesehen. Dabei sollen die Busstrecken hinsichtlich der Machbarkeit analysiert und auf den Erfahrungen des städtischen Busbetreibers aufgebaut werden.

Ein wesentlicher Anteil an der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen soll ebenfalls über die breite Förderung der **Elektromobilität** und den stärkeren Einsatz von **Biokraftstoffen** erfolgen. Die genauen Maßnahmen in diesem Rahmen werden unter 3.1.3.iii erläutert.

## *Flug- und Schiffsverkehr in die Verantwortung nehmen*

Zur Minderung der THG-Emissionen des **Flugverkehrs** unterstützt die Luxemburger Regierung eine CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf europäischer Ebene. Diesbezüglich hat Luxemburg zusammen mit Belgien und den Niederlanden einen Vorschlag zur Einführung einer **europaweiten Kerosinbesteuerung** eingebracht. Auch wird sich Luxemburg verstärkt für CO<sub>2</sub>-Kompensationsmaßnahmen einsetzen, bspw. durch die steuerliche Absetzbarkeit von Zahlungen an von der Regierung akkreditierten Organisationen (z. B. myclimate.org).

Die Infrastruktur des internationalen Flughafens in Luxemburgs soll frei von THG-Emissionen werden. Der Betreiber des Flughafens hat eine Erklärung des „Airports Council International Europe“ (ACI Europe) unterschrieben, in der er sich dazu verpflichtet die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 auf netto Null zu senken. Zusätzlich sollen Hybridelektroflugzeuge getestet und ein neues Taxenregime eingeführt werden. Anfluggebühren mit starkem Umweltanteil werden eingeführt und die "Passagier"-Abgabe wird auf ein vergleichbares Niveau wie an den Nachbarflughäfen angehoben.

Auch zur Verbesserung der Klima- und Umweltverträglichkeit des Schiffsverkehrs setzt die Luxemburger Regierung auf eine europaweite Lösung und hat einen dementsprechenden Vorschlag auf EU-Ebene eingereicht oder unterstützt. Eine Verbesserung der Energieeffizienz und Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Intensität der Schifffahrt würde neben dem Klimaschutz auch die Luftverschmutzung der Schiffe verringern, einschließlich Stickstoff- und Schwefeloxiden (NO<sub>x</sub> und SO<sub>x</sub>) sowie Feinstaub (PM), mit positiver Auswirkung auf die öffentliche Gesundheit und Lebensqualität der europäischen Bürger.

Die Luxemburger Regierung arbeitet auf eine möglichst schnelle Verabschiedung von verbindlichen und wirkungsvollen Maßnahmen hin, die das im Rahmen der ersten Strategie der internationalen Seeschifffahrtsorganisation (IMO) von 2018 zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen von Schiffen verabschiedete IMO-Ziel für eine 40%-ige Reduktion der Kohlenstoffintensität der Schifffahrt bis 2030 im Vergleich zu 2008 in der EU umsetzen. In dem Sinne müssen die Treibhausgasemissionen der internationalen Schifffahrt nun auch in die Verpflichtung der EU zur Emissionsreduzierung im Rahmen des Pariser Abkommens einbezogen werden und den Fortschritt in bezüglich ihrer Reduzierung, gegenüber den europäischen Klima- und Umweltzielen sowie den entsprechenden internationalen Verpflichtungen, jährlich von der Kommission bewertet und

berichtet werden. Die Regierung steht den angekündigten Maßnahmen der nächsten Kommission für den Sektor offen und erwartungsvoll gegenüber.

Die Besteuerung von Schiffen unter Luxemburger Flagge (Zulassungsgebühr) werden im Sinne des „Green Shipping“-Konzeptes revidiert.

## Gebäudebereich

### ***Maßnahmen für nachhaltigen Bau und Gebäudesanierung***

Der Bereich der Gebäude (Wohn- und Zweckgebäude) ist zurzeit für etwa 12% der nationalen Klimaemissionen verantwortlich. In diesem wichtigen Bereich braucht es einen Mix aus Standards und Normen insbesondere für den Neubau, aber auch gezielte Förderprogramme für die energetische Modernisierung des bestehenden Gebäudeparks. Luxemburg ist weltweit ein Vorreiter bei den Energiestandards von neuen Wohngebäuden, da es die 2012 eingeführten neuen „nearly zero energy standards“ als erstes Land bereits 2017 (und nicht erst wie in der EU-Richtlinie erlaubt 2021) eingeführt hat. Diese couragierte Politik erklärt auch warum, trotz des Anstiegs der Bevölkerung und der Neubauten, der Energiebedarf bei den Wohngebäuden zurückgegangen ist. Jetzt gilt es diese Erfolgsgeschichte auf die neuen Zweckgebäude auszuweiten. Ähnlich wie in allen EU-Ländern müssen auch in Luxemburg noch viele Anstrengungen im Bereich der energetischen Renovierung unternommen werden. In Luxemburg wird zwar viel renoviert, aber nicht genug energetisch renoviert.

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Nutzung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz im Gebäudebereich sind den Kapiteln 3.1.2. und 3.2. zu entnehmen. Einen Überblick über die Finanzierungsmaßnahmen liefert das Kapitel 3.1.1 iii. Im Gebäudebereich ist hier insbesondere das Förderprogramm PRIME House für Wohngebäude hervorzuheben.

### ***Alternative Wohnformen***

Der Staat will eine bewusste Politik betreiben um innovative Wohnkonzepte, wie Wohnen im Alter (intergenerationelles Wohnen), Wohnen ohne Auto, Wohngenossenschaften oder modulares Wohnen zu fördern. Hier sollen entsprechende Informationskampagnen, Förderprogramme und Pilotprojekte geführt werden. Die legalen Rahmenbedingungen müssen überprüft und angepasst

werden, damit sich diese Art von Wohnformen durchsetzen können und somit bezahlbarer und qualitativ hochwertiger Wohnraum geschaffen werden kann:

- Bau- und Wohngemeinschaften müssen durch eine Flexibilisierung des Genossenschaftsgesetzes ("Loi modifiée du 25 février 1979 concernant l'aide au logement") und durch eine Anpassung des gesetzlichen Rahmens legalisiert werden damit die Bürger mit preisgünstigerem Wohnraum versorgt werden können
- Zudem braucht Luxemburg eine gesetzliche Definition der Begriffe "logements sociaux" und "logements à loyer modéré"

### ***Pacte logement 2.0.***

Der Wohnungsbaupakt (*Pacte Logement*) von 2008 („*Loi du 22 octobre 2018 portant sur la promotion de l'habitat et la création d'un pacte logement avec les communes*“), welcher den Gemeinden unter anderem zusätzliche finanzielle Mittel zur Verfügung stellt um neue Wohnungen und öffentliche Infrastrukturen zu schaffen, wird im Dezember 2020 auslaufen. Angesichts des hohen Bedarfs an bezahlbarem Wohnraum in Luxemburg, hat die Regierung beschlossen den *Pacte Logement* weiter zu führen und neu auszurichten. Dieser Pakt zwischen Staat und Gemeinden soll unter dem Namen ***Pacte logement 2.0*** neu aufgelegt werden und auf der Grundlage eines vielfältigen Maßnahmenkataloges die Gemeinden dabei unterstützen, wichtige Ziele im Bereich des Wohnungsbaus und der Verbesserung der Wohnqualität der Einwohner und Einwohnerinnen zu erreichen. Im Fokus stehen hier die Erhöhung des Angebotes an Wohnungen, die Mobilisierung von Bauland sowie die Verbesserung der Wohnqualität und energetischen Bilanz sowohl in neuen Wohnungsbauprojekten, wie auch im Bestand. Der neue *Pacte Logement* soll einen Zeithorizont bis ca. 2030 erhalten und in seiner Struktur vielfältiger aufgebaut werden. Mögliche Elemente sind bessere Beratungsangebote für Gemeinden seitens des Wohnungsbauministeriums, das Instrument eines Wohnungsbauberaters sowie die Förderung unterschiedlicher Maßnahmen, welche sowohl Quantität als auch Qualität des Wohnraumes im Blick haben. Die Ausarbeitung des Maßnahmenkataloges zur Zielerreichung wurde in Zusammenarbeit mit den Gemeinden vorgenommen. Das Beratungsangebot für die Gemeinden bei der Umsetzung größerer Wohnungsbauprojekte soll im Rahmen des *Pacte Logement 2.0.* verbessert werden, um ihre Position als Akteur auf dem Wohnungsmarkt zu stärken. Diese Beratungsunterstützung gilt vor allem bei der Akquisition und Erschließung von Grundstücken, beim Wohnungsbau (in Eigenregie oder in Zusammenarbeit mit dem Privatsektor), dem Verkauf oder der Vermietung von

Grundstücken und Wohnungen sowie der Verwaltung des Mietgebäudebestands. Zu diesem Zweck soll den Gemeinden ein professioneller Berater aus dem Wohnungsbau (Wohnungsbauberater) zur Seite gestellt werden. Generell sollen Synergien mit dem Klimapakt sowie dem Naturpakt identifiziert und valorisiert werden. Darüber hinaus sollen die Kapazitäten des Wohnungsbauministeriums gestärkt werden, um die Gemeinden bei der Realisierung von Wohnsiedlungen zu unterstützen.

## Raumplanung wird wichtiger, auch für Klimaschutz

### ***Wärmekataster und Solarkataster***

Die Planung von Energieinvestitionen wird im Klimazeitalter eine wichtigere Rolle spielen. Deshalb arbeiten die Ressorts Energie und Raumplanung innerhalb des Ministeriums für Energie und Landplanung Hand in Hand um zwei wichtige Kataster zu erstellen; ein Wärmekataster um zu wissen wo unser Land prioritär Häuserblöcke und ganze Quartiere die heute mit Erdgas oder Heizöl betrieben werden durch Wärmenetze, die mit erneuerbaren Energien oder Abwärme aus Industriebetrieben oder Datenzentren ersetzen kann. Ein nationales Solarkataster soll zudem die Planung von großen und kleineren Solaranlagen vereinfachen

### ***Eco-Quartier made in Luxembourg***

Die Luxemburger Regierung entwickelt zurzeit mit den respektiven staatlichen und kommunalen Akteuren (SNHBM, Fonds du logement, Fonds Kirchberg, Fonds Belval, Agora, Entwicklungsgesellschaft Nordstad) größere Wohnprojekte. Die Planung erfolgt in Richtung „zero-CO<sub>2</sub>“, „zero-waste“, „car free“ und „sozial integrativ“. Durch diese Projekte wird der Grundstein gelegt, dass ein relevanter Teil des zu erwartenden Bevölkerungszuwachses klimaneutral auf diesen Arealen erfolgt.

### ***Wohnen, Arbeiten und Freizeit näher zusammenbringen***

Die beste Energie ist die, die eingespart wird, also gar nicht hergestellt werden muss. Die beste Mobilität ist die, die gar nicht erst erfolgt. Um in einem dynamischen Wirtschaftsumfeld das Land und seine Städte besser zu planen, arbeitet die Regierung unter Federführung des Ministeriums für Energie und Raumentwicklung an einer neuen Raumstrategie 2035 („programme directeur“). In dieser Strategie werden Vorschläge erarbeitet, wo in Zukunft in Luxemburg vermehrt Wohnungen gebaut werden sollen (z. B. in der Nähe von bestehenden oder neuen Bahnhöfen),

welche neuen Verkehrsinfrastrukturen benötigt werden und welche Tabuzonen für den Erhalt der Biodiversität zentral wichtig sind. Die Raumstrategie 2035 wird auch konkrete Vorschläge für die bessere Zusammenarbeit mit unseren Grenzregionen beinhalten. Um bei der Diskussion rund um die Erstellung der Raumstrategie 2035 auch grundsätzliche Fragen zu erlauben wird nach dem Vorbild des „concorso d’idées“ des *Grand Genève* eine Ideenwerkstatt für Luxemburg 2050 organisiert.

## Wirtschaft

Die 22 größten industriellen CO<sub>2</sub>-Verbraucher unterliegen dem EU-Emissionshandelssystem. Insgesamt stellte die Industrie im Jahr 2018 50% des Stromkonsums und 44% des Erdgaskonsums dar. Zusammen mit dem Dienstleistungssektor steigen die Anteile auf rund 62% bzw. 83%. Folglich müssen auch zusätzlich zum EU-Emissionshandelssystem weitere Anstrengungen hinsichtlich bestverfügbarer Technik, Energieeffizienz und erneuerbarer Energien unternommen werden. Diese werden die Kosten für Energie senken und damit einen wichtigen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit leisten.

Der Industriesektor wird bei der Erreichung der angestrebten Energieeffizienzziele eine wichtige Rolle spielen, da dieser Sektor mit seinem hohen Anteil am Gesamtstromverbrauch von Luxemburg (50%) noch viel Einsparpotenzial bietet. Deshalb wird die Regierung zusätzliche Maßnahmen einleiten (z. B. De-Risking, Transparenzplattform für Audits, Weiterführung des EEO), um es den Akteuren in der Industrie einfacher zu machen, selbst oder über Dritte in Energieeffizienz zu investieren. Die Regierung wird sich auch proaktiv an EU-Forschungsprojekten für „zero-carbon steel“, „zero-carbon cement“, „zero-carbon glass“, usw. beteiligen.

In Luxemburg sieht das Koalitionsabkommen 2018 – 2023 die Schaffung eines **integrierten Begleitinstruments für KMU** vor, welches ergänzend zum „Accord volontaire“ und dem „De-Risking“-Instrument (beschrieben unter 3.2.1.i) funktioniert und den entsprechenden Unternehmen einen Unterstützungsrahmen im Hinblick auf ihre Aktivierung im Rahmen der Energie- und Klimapolitik geben soll.

## Green Jobs und Climate Solutions made in Luxembourg

Viele Studien zeigen zudem, dass Klimaschutz netto Arbeitsplätze schafft. Dies gilt insbesondere für Länder, in denen heute wenig Arbeitsplätze in Kohleminen, auf Erdgasfeldern und Ölbohrinseln bestehen.

In Luxemburg sind Investitionen in Solaranlagen - Windanlagen - Elektroladesäulen, Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie und im Mittelstand, der Aufbau von Wärmenetzen, die Kreislaufwirtschaft und besonders die energetische Renovation der bestehenden Gebäude notwendig. Die Regierung ist sich dessen bewusst und hat sowohl in der Grundausbildung als auch in der Weiterbildung („formation continue“) entsprechende Initiativen eingeleitet.

Luxemburg sollte aber auch den Anspruch haben, im Bereich des Klimaschutzes zu einer „Start-Up Nation“ zu werden. Die Vorreiterrolle in Schlüsseltechnologien (Null-Energie Gebäude, Elektromobilität, Photovoltaik), der Ausbau der Energieforschung und der Innovation in Luxemburg, aber besonders die hohe Dichte an Kompetenz rund um „Green Finance“ bieten ein Umfeld, das es ermöglicht, in Luxemburg bestehende Firmen im Bereich des Klimaschutzes zu unterstützen und neue Firmen aus Europa und der ganzen Welt anzuziehen.

#### Wichtige Rolle der zirkulären Wirtschaft als Klimaschutzmaßnahme

Die Kreislaufwirtschaft kann einen zusätzlichen Beitrag zur Minderung der THG-Emissionen leisten, der über die anderweitig beschriebenen Maßnahmen hinausgeht. So geht aus einer Studie von 2018 hervor, dass die europäischen Emissionen der Schwerindustrie um bis zu 50 % bis 2050 gesenkt werden können, wenn eine zirkuläre Wirtschaft konsequent umgesetzt werden würde.

Auf der Grundlage der Kreislaufwirtschaft Studie (2014) und dem Rifkin-Prozess ist es wichtig, sich eine Definition der zirkulären Wirtschaft in Luxemburg zu geben um sicher zu stellen, dass sektorenübergreifend alle Akteure das gleiche Verständnis erlangen. Diese Definition ist ebenfalls wichtig um die sozialen Aspekte, welche mit der Umstellung zu einer zirkulären Wirtschaft verbunden sind, zu erfassen und bestmöglich zu begleiten. Ein Wandel zu einer zirkulären Wirtschaft kann nur durch einen gesellschaftlichen Wandel einhergehen, Wirtschaftliche Konzepte, welche dieser Herausforderung gerecht werden sind z. B. der Aufbau von „Sharing Initiativen“ und Kooperativen oder der Ausbau von Serviceangeboten. Ein weiterer wichtiger Punkt hinsichtlich einer Entwicklung zu einer zirkulären Wirtschaft ist die Förderung der Regionalität.

Ein zentraler Aspekt in der Kreislaufwirtschaft ist das Ressourcenmanagement welches stark von der Abfallgesetzgebung definiert wird. Nur wenn eine klare Kaskadennutzung weiter gefördert wird, gelingt

eine Umstellung von der linearen Wirtschaftsweise hin zu einer zirkulären Wertschöpfung. Der Aufbau einer Kaskadennutzung lässt sich nur bewerkstelligen, wenn bereits in der Designphase die nötigen Weichenstellungen getroffen werden um die Weiternutzung bzw. die Wiedernutzung der Ressourcen zu bewerkstelligen. Der aktuelle Abfall- und Ressourcen Management Plan (2018) gibt bereits unter anderem Zielsetzungen bezüglich Vermeidung, Recycling und verschiedene Abfallfraktionen vor. So werden bereits heute Recyclingquoten für Verpackungen von 70 % für das Jahr 2022 angestrebt. Eine Überarbeitung der gesetzlichen Grundlagen der Abfallwirtschaft wird die nötigen Impulse liefern. Weitere strategische Aspekte werden in einer „Null Offall Lëtzebuerg“-Strategie bzw. einer Kreislaufwirtschaft-Strategie festgelegt. Die Arbeiten bezüglich der „Null Offall Lëtzebuerg“-Strategie haben bereits begonnen und wurden durch öffentliche Anhörungen begleitet. Diese Strategie soll die heutige Abfallwirtschaft zu einer Wirtschaftsweise führen, in welcher das Ressourcenmanagement verstärkt im Mittelpunkt steht.

Neben diesen strukturierenden Maßnahmen müssen insbesondere die Unternehmen bei der Umstellung begleitet werden. In diesem Kontext wird eine Materialflussanalyse angefertigt werden, welche die Ströme identifiziert, für die eine zirkuläre und regionale Wertschöpfung möglich erscheint. Des Weiteren soll das wirtschaftliche Umfeld kontinuierlich angepasst werden, um zirkuläre Geschäftsmodelle zu fördern.

Ferner wird der Bausektor begleitet und unterstützt werden, um nachhaltiges Bauen und die zirkuläre Wirtschaft weiter voranzutreiben. Diesbezüglich werden zusammen mit den verschiedenen Akteuren des Sektors nationale Kriterien für nachhaltiges und zirkuläres Bauen definiert und entwickelt, mit dem Ziel, eine Datenbank, die auch mit der BIM-Arbeitsmethodik kompatibel ist, zu erstellen. Zusätzlich werden auch die rechtlichen und regulatorischen Maßnahmen zur Sicherstellung der Umsetzung des nachhaltigen Bauens in Luxemburg analysiert. Die Anstrengungen zur Stärkung des Holzbaus sollen weiterverfolgt werden. Insbesondere dieser Baustoff weist durch seine Möglichkeiten der Kaskadennutzung, der möglichen Regionalität und des reduzierten Klimaimpakts ein Potential auf, welches verstärkt genutzt werden soll.

Des Weiteren soll ein nachhaltiges Leben und der Ökologie- und Kreislaufwirtschaftsgedanken innerhalb von Stadtvierteln durch zum Beispiel die Förderung von *Sharing economy*- und *Urban farming*-Projekten unterstützt werden.

Schließlich soll die zirkuläre Wertschöpfung in den Gewerbe- und Industriegebieten weiter vorangetrieben werden. Wichtige Aspekte, welche auch eine direkte Wirkung auf die Klimagasemissionen haben, sind in diesem Kontext die effiziente Nutzung der Energie, z. B. die Nutzung der Abwärme, die Nutzung der Dachflächen für Solarenergie oder auch die Reduktion des Mobilitätsbedarfs.

## Abfall- und Siedlungswasserwirtschaft

Im **Abfallsektor** sind alle Maßnahmen im nationalen Abfallwirtschaftsplan aufgelistet. Zusätzliche Maßnahmen werden mit der neuen Abfallverordnung eingeführt. In Bezug auf die Treibhausgasemissionen sind hier in erster Linie Maßnahmen relevant, welche eine Reduzierung des Abfallaufkommens erzielen. Insbesondere soll die Lebensmittelverschwendung bis 2022 um 50% gesenkt werden.

Im Bereich der **Siedlungswasserwirtschaft** wird Luxemburg zunehmend mit der Problematik des Klärschlammes konfrontiert sein. Mit dem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum nehmen die Größe der Kläranlagen und die Menge des erzeugten Klärschlammes zu. Um auf nationaler Ebene nachhaltige Lösungen für die Rückgewinnung (Energierückgewinnung, Phosphorrückgewinnung, usw.) oder die Beseitigung von Schlamm vorzuschlagen, sieht das Regierungsprogramm die Umsetzung einer Strategie auf nationaler Ebene vor. Eine Studie soll erste Ergebnisse bis Ende 2020 liefern. In der Strategie für die Anpassung an den Klimawandel in Luxemburg (2018-2023) werden außerdem Handlungsempfehlungen erstellt, um die Aspekte des Klimawandels in die Konzeption von Abwassersystemen zu integrieren. Das Abwasserrecycling soll weiter gefördert werden und die effektive Nutzung von Grauwasser (z. B. thermische Nutzung) soll weiterentwickelt werden.

## Industrielle Prozesse und fluorierte Gase

Im Bereich der **industriellen Prozesse** unterstehen die Minderungsmaßnahmen den EU-EHS Vorgaben. Allerdings können Minderungsmaßnahmen, welche im Rahmen des nationalen Luftreinhalteprogrammes unter der europäischen Richtlinie 2284/2016 erarbeitet werden, eine zusätzliche Minderung bei den Treibhausgasemissionen ergeben, dies insbesondere in der Nutzung von verschiedenen Produkten, wie z. B. bei Lösemitteln. Auch Maßnahmen im Energieeffizienzbereich können zusätzliche Minderung bei den industriellen Prozessen herbeiführen.

Bezüglich **fluorierter Gase** werden die Minderungsmaßnahmen von der europäischen Verordnung 517/2014 über fluorierte Treibhausgase vorgegeben. Diese beinhalten sowohl das Inverkehrbringen und die Überwachung der Verwendung von verschiedenen fluorierten Gasen, als auch die Verringerung der Menge von in Verkehr gebrachten teilfluorierten Kohlenwasserstoffen durch Zuweisung von Quoten und der Erstellung eines Registers.

## Land- und Forstwirtschaft

Land- und Forstwirtschaft sind sowohl Akteure als auch Betroffene des Klimawandels. Einerseits nehmen sie durch die Freisetzung von Treibhausgasen bzw. Speicherung von Kohlenstoff direkt Einfluss auf die Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre. Andererseits beeinflussen Klimaveränderungen die landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Produktionsbedingungen.

Durch eine vorausschauende Anpassung an den Klimawandel soll es der Luxemburger Landwirtschaft und Forstwirtschaft gelingen, ihre Produktion und die gemeinwirtschaftlichen Leistungen langfristig zu sichern bzw. zu steigern.

Im Sonderbericht des IPCC über Klimawandel und Landsysteme werden die weltweit beobachteten Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche terrestrische Ökosysteme, Landdegradation und Ernährungssicherheit hervorgehoben. Die Häufigkeit und Intensität einiger extremer Klima- und Wetterereignisse, die sich auf die Landoberfläche auswirken, haben zugenommen. Die Anfälligkeit von Landökosystemen und -ressourcen sowie der Ernährungssicherheit in Bezug auf den Klimawandel werden aufgezeigt. Der Klimawandel wird voraussichtlich die schon bestehenden Herausforderungen der Landsysteme verstärken, was hohe Risiken für die Lebensgrundlagen und das Wohlergehen der Bevölkerung mit sich bringt.

Alle im Bericht ausgewertete Minderungspfade, die die Erwärmung auf 1,5 °C oder deutlich unter 2 °C begrenzen, erfordern landgestützte Minderungsmaßnahmen und Landnutzungsänderungen, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernen. Der Bericht zeigt auch, dass es viele landgestützte Minderungsmaßnahmen gibt, welche nicht mit der Landnutzung in Konkurrenz stehen (wie nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken und Agroforstwirtschaft) und das Potenzial zusätzlichen Nutzens haben. So können beispielsweise Ernährungsumstellung und Verringerung von Nahrungsmittelverschwendung und -verlust den Druck auf das Land verringern und gleichzeitig zur Beseitigung der Armut sowie zur Verbesserung von Gesundheit und Hygiene beitragen.

### ***Landwirtschaft***

Im Sinne des oben erwähnten IPCC Sonderberichtes wurde eine erste Gruppe von Maßnahmen identifiziert, welche zu einer Minderung der THG-Emissionen in der Landwirtschaft führt, in dem sie den reduzierten Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln, und lokal teilweise selbst den

Verzicht auf stickstoffhaltige Düngemittel propagieren. Diese Maßnahmen beinhalten Agrarumweltmaßnahmen, die im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU definiert werden, und umfassen Programme zur **Reduzierung der Stickstoffdüngung auf Ackerland und Grünland**, aber auch den Verzicht von Düngung zum Beispiel auf Blühstreifen und Ackerrandstreifen.

Eine zweite Gruppe von Maßnahmen betrifft die Ausbringung von organischem Wirtschaftsdünger und mineralischem Stickstoffdünger. Diese werden im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen und der NEC-Direktive umgesetzt, und beinhalten die **Förderung von umweltschonender Technik bei der Gülleausbringung, das Pralltellerverbot ab 2025** und das **Verbot von offenen neuen Gülle- bzw. Biogasgüllebehältern**, sowie eine **Unterstützung zur Abdeckung bestehender Offenbehälter**. Dies sind ebenfalls alle Maßnahmen, die zu einer Minderung von THG-Emissionen führen.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft wird die **Energiequelle Biogas** weiterhin gefördert. Dabei sollen, wie unter 3.1.2.i. näher erläutert, organische Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft prioritär in Biogasanlagen verwertet werden, um somit gleichzeitig eine Senkung der Methanemissionen zu erzielen. Die Koalitionsvereinbarung sieht vor, dass eine **Strategie zur Senkung der Methanemissionen** erstellt wird.

Eine Reihe von Maßnahmen im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen, des Aktionsplans für die biologische Vielfalt in der Landwirtschaft und des Wasserschutzgesetzes werden zu einer Extensivierung der landwirtschaftlichen Flächennutzung führen, insbesondere in sensiblen Gebieten, aber auch bei der Förderung der Beweidung von Milchkühen. Des Weiteren sieht der Koalitionsvertrag vor, dass der **biologische Anbau bis 2025 mindestens 20% der landwirtschaftlich genutzten Flächen** erreicht (und 100% bis 2050), was zu einer Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung beitragen wird. Weiterhin werden die Maßnahmen im Rahmen der Begrünung und der Landschaftspflegeprämie auch zu einer Reduzierung der THG-Emissionen beitragen. Insgesamt soll die **Landwirtschaft** weiter **bodengebunden** bleiben.

Eine **Weiterentwicklung der Beratung** sowie die Diversifizierung der angebotenen Beratungsmodule, die eine klimaschonende und -resiliente, umweltschonende und ökonomische Pflanzen- und Tierproduktion propagiert, ist eine weitere Maßnahme die zur Reduzierung der THG-Emissionen beitragen wird. In diesem Sinne wird jedes vom Staat finanziell unterstützte, große Investitionsprojekt in der Landwirtschaft künftig einer wirtschaftlichen, sozialen, ökologischen und energierelevanten Analyse unterzogen. Darüber hinaus werden Nachhaltigkeitschecks für

landwirtschaftliche Betriebe eingeführt. Ferner gilt es das Wissen bezüglich Klimawandel und Landwirtschaft auszubauen und die Innovation durch relevante Forschungsprojekte hinsichtlich der Luxemburger Landwirtschaft voranzutreiben.

Das **Vermeiden von Lebensmittelverschwendung** trägt entscheidend zur Emissionsreduktion bei. Die Kampagne „Antigaspi“ muss weitergeführt und intensiviert werden, um Abfälle entlang der gesamten Ernährungskette zu vermeiden.

Neben der Forstwirtschaft bietet der landwirtschaftliche Sektor eine Karbonsenke, welche CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre aufnimmt und somit zum Erreichen der Ziele im Pariser Abkommen unumgänglich ist. In diesem Bereich, ist das bestehende Verbot des Umpflügens von Dauergrünland in sensiblen Gebieten sowie die Förderung von reduzierter Bodenbearbeitung und Deckfrüchten hervorzuheben. Auch die Verpflichtung zur Diversifizierung der Kulturen im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen und der Ökologisierung stellen Maßnahmen dar, welche die Karbonsenken erhöhen. Die Agroforstwirtschaft würde sich an dieser Stelle positiv auswirken.

### ***Forstwirtschaft***

Alle relevanten Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft wurden im nationalen Anrechnungsplan für die Forstwirtschaft aufgelistet (Verordnung (EU) 2018/841). Hierzu zählen insbesondere der Schutz der bestehenden Waldflächen, eine nachhaltige Waldbewirtschaftung und die Ausweisung von naturnahen Waldflächen. Basierend auf diesen bereits bestehenden Maßnahmen wurde ein Referenzwert für Wälder erstellt, welcher als Grundlage für die Verbuchungsvorschriften in der Forstwirtschaft dient. Um keine Emissionen in der Forstwirtschaft zu verbuchen, werden diese bestehenden Maßnahmen beibehalten.

Im Hinblick auf eine Verstärkung der naturnahen und klimaresilienten Waldbewirtschaftung werden neue Förderprämien eingeführt. Zur Steigerung der CO<sub>2</sub>-Senken werden Maßnahmen zur Aufforstung und Erhöhung des Holzvolumens im Wald ergriffen. Darüber hinaus wird eine verstärkte Nutzung von Holzprodukten im Bauwesen und eine verbesserte Kaskadennutzung von Holz den CO<sub>2</sub>-Speichereffekt verlängern.

## Steuerliche Maßnahmen

Die Energie- und Umweltsteuern sind in Luxemburg im europäischen Vergleich und im Vergleich mit seinen Nachbarn niedrig. Dies wirft verschiedene klima- und energiepolitische Herausforderungen auf. Die Regierung ist sich dessen bewusst, und die Koalitionsvereinbarung hält dementsprechend fest, dass die Regierung eine vorhersehbare und kohärente Steuerpolitik entwickeln und umsetzen wird, welche angemessene Antworten auf die Realitäten und Herausforderungen in der Familien-, Sozial-, Wirtschafts- und Umweltpolitik liefert.

Im Rahmen der in diesem Zusammenhang geplanten Steuerreform wird die Energie- und Ressourcenbesteuerung, unter Einbeziehung des beschriebenen CO<sub>2</sub>-Mindestpreises, überarbeitet und die Behandlung von nicht-nachhaltigen, klimaschädlichen Steuerprivilegien miteinbezogen. Dabei werden auch die Befunde und Empfehlungen der laufenden Studie „Auswirkungen von Subventionen und Steuervergünstigungen auf die nachhaltige Entwicklung – Umweltschädliche Subventionen in Luxemburg“<sup>12</sup> einfließen.

Eine Voraussetzung für eine erfolgreiche Reform der Besteuerung des Energie- und Ressourcenverbrauchs ist deren **Sozialverträglichkeit**. In diesem Sinne hält die Koalitionsvereinbarung fest, dass mit den Einnahmen aus einer Erhöhung der Energiesteuern die gesellschaftlichen Anstrengungen finanziert werden, die erforderlich sind, um den ökologischen Wandel zu schaffen, und somit gleichzeitig sozialverträglich gestaltet werden sollen.

### ***Kraftstoffbesteuerung***

Die Regierung ist sich bewusst, dass Luxemburg seine Klima- und Energieziele nur erreichen kann, wenn verstärkte Maßnahmen beim Treibstoffabsatz allgemein und insbesondere beim Treibstoffexport an LKW ergriffen werden. Denn die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden laut dem Pariser Klimaschutzabkommen und den detaillierten EU-Rahmengesetzgebungen dort angerechnet, wo der Treibstoff verkauft wird. Die Kraftstoffpreise für Diesel und Benzin in Luxemburg sind im Vergleich zu den Nachbarstaaten günstig. Zur Reduzierung des Treibstoffexports müssen die Preisdifferenzen gegenüber den Nachbarstaaten folglich schrittweise verringert werden. In diesem Zusammenhang wird es gleichermaßen notwendig sein, die Abhängigkeit der öffentlichen Finanzen von den Einnahmen aus dem Verkauf von Kraftstoffen zu verringern und keine falschen Preissignale

---

<sup>12</sup> Die Studie „Auswirkungen von Subventionen und Steuervergünstigungen auf die nachhaltige Entwicklung – Umweltschädliche Subventionen in Luxemburg“ wird im Kapitel 3.1.3.iv näher erläutert.

zu unterstützen die zu einer Zunahme des fossil betriebenen LKW-Verkehrs führen. Auf Einnahmen, die nicht mit den Zielen des Pariser Abkommens vereinbar sind, wird verzichtet.

Im Koalitionsvertrag wurde beschlossen, die Besteuerung von Mineralölprodukten, insbesondere von Kraftstoffen, im Einklang mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens anzupassen. Eine erste Erhöhung der Akzisen auf Diesel (+2 € Cent pro Liter) und Benzin (+1 € Cent pro Liter) erfolgte am 1. Mai 2019.

Ein interministerieller Ausschuss (Finanzen, Umwelt, Energie, Wirtschaft) überwacht und analysiert die Entwicklung der Kraftstoffverkäufe sowie die Auswirkungen der von der Regierung beschlossenen Maßnahmen. Hinsichtlich der Erfüllung der Klimaziele wird der Ausschuss, gemäß Koalitionsvertrag, Maßnahmen zur kontinuierlichen Verringerung der Auswirkungen der Kraftstoffverkäufe auf die Treibhausgasbilanz Luxemburgs identifizieren und der Regierung regelmäßig Anpassungsmaßnahmen vorschlagen. Bei zukünftig anfallenden Erhöhungen wird darauf geachtet, dass die unberechtigte Bevorzugung von Diesel gegenüber von Benzin abgebaut wird.

Neben den steuerlichen Maßnahmen gibt es zusätzliche Instrumente, welche zu einem Rückgang des Treibstoffexports beitragen können. So müssen beispielsweise klimaschutzrelevante Elemente in den Konzessionen der Autobahntankstellen verankert und gleichzeitig die polizeilichen LKW-Kontrollen an Autobahnabfahrten verstärkt werden, und auf die stärkere Kooperation mit den Gemeinden gesetzt werden, um zu verhindern, dass Transit-Tankverkehr unsere Ortschaften immer stärker belastet.

### ***Besteuerung von Fahrzeugen***

Obwohl die Kfz-Steuer für Fahrzeuge der Kategorie M1, die nach dem 1. Januar 2001 zugelassen wurden, nach CO<sub>2</sub>-Ausstoß (gemäß EG-Übereinstimmungsbescheinigung) und Kraftstofftyp berechnet wird, ist deren aktuelle Lenkungswirkung gering.

Unter Berücksichtigung des Verursacherprinzips wird deshalb die Kfz-Steuer überarbeitet. Die überarbeitete Kfz-Steuer wird ausschließlich für Fahrzeuge gelten, die ab einem festzulegenden Datum neu angemeldet werden.

Die aktuelle Regelung zur Besteuerung von Dienstwagen (40% aller in Luxemburg verkauften Neuwagen) stellt sowohl für Arbeitgeber als auch für Arbeitnehmer einen Anreiz zur Anschaffung bzw. Nutzung dieser Wagen dar. Seit dem 1. Januar 2017 wird der geldwerte Vorteil des

Arbeitnehmers nach dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro km bemessen und soll somit zur Wahl emissionsärmerer Fahrzeuge bewegen.

Der Koalitionsvertrag sieht außerdem vor, dass der geldwerte Vorteil der Dienstwagen ein weiteres Mal überarbeitet wird, mit dem Ziel, die Elektromobilität über diesen Weg zu fördern. Zudem sollen Arbeitnehmer, die sich für ein anderes Fortbewegungsmittel als das Auto entscheiden, nicht weiter benachteiligt werden. Es wird erwogen, ein Steuervorteil „Mobilitätsbudget“ einzuführen, das dem für Dienstwagen gleichwertig ist. Damit wird den Arbeitnehmern der Zugang zu Mobilitätsangeboten im ÖPNV, der aktiven Mobilität oder von *Carsharing*-Diensten erleichtert.

### ***Besteuerung von Heizöl und Erdgas***

Die Besteuerung des Heizöls soll unter Berücksichtigung des beschriebenen CO<sub>2</sub>-Mindestpreises und im Rahmen der erwähnten Steuerreform sukzessive erhöht werden, um den Umstieg auf erneuerbare respektive klimafreundlichere Heizungen voranzutreiben. Damit diese Maßnahme sozial verträglich gestaltet werden kann, wird ein attraktives Förderprogramm für den Ölheizungstausch eingeführt. In diesem Zusammenhang werden die zuständigen Ministerien die Auswirkung einer Verteuerung des Heizöls mit dem öffentlichen Zuschuss der „Allocation de vie chère“ einer Analyse unterziehen und, wenn notwendig, die Wirksamkeit dieser Prämie anpassen, sowie die technische Machbarkeit respektieren.

### ***Weitere steuerliche Maßnahmen***

Um die Kreislaufwirtschaft zu fördern und dem übermäßigen Ressourcenverbrauch entgegenzuwirken, wird die Regierung die Anwendung des stark ermäßigten Mehrwertsteuersatzes von **3% auf förderfähigen Reparaturarbeiten** nach europäischem Recht prüfen.

Darüber hinaus wird die Regierung die Möglichkeiten untersuchen, steuerliche Anreize für natürliche Personen einzuführen, die **Investitionen in die nachhaltige Entwicklung, den Klimaschutz und die Energiewende** tätigen. Der Nutzen solcher Anlagen wird in einem angemessenen Verhältnis zu dem steuerpflichtigen Einkommen und den Risiken, die der betreffende Steuerpflichtige eingeht, stehen.

### **3.1.1.ii. Etwaige regionale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet**

Luxemburg wird im Rahmen des Pentilateralen Energieforums (DE, FR, BE, NE, LU, AU, CH) prioritär in folgenden Bereichen aktiv sein:

- Gemeinsame Vision für ein dekarbonisiertes Stromsystem in Westeuropa bis 2050
- Beginn der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit im Bereich der erneuerbaren Energien
- Integration von Elektromobilitätsoptionen und -diensten ohne regionale Einschränkungen
- Erkundung der Optionen für die CO<sub>2</sub>-Preisgestaltung und deren grenzüberschreitende Auswirkungen auf die Strompreise.

Die Bereiche wurden bereits in Kapitel 1.4 weiter ausgeführt.

### **3.1.1.iii. Unbeschadet der Anwendbarkeit der Vorschriften für staatliche Beihilfen, Finanzierungsmaßnahmen, einschließlich etwaiger Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene**

#### **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, Energieeffizienz und erneuerbare Energien auf nationaler Ebene und dient andererseits der internationalen Klimafinanzierung. Der Fonds wird aus drei Quellen gespeist:

- Anteil der Kraftstoffsteuer (3,5 €/l Diesel und 2,5 €/l Benzin, seit der Akzisenerhöhung vom 1. Mai 2019 (siehe Kapitel 3.1.1.i))
- 40% der Einnahmen aus der Kfz-Steuer; und
- nationaler Auktionserlös aus dem EU-Emissionshandel.

Durch das zukünftige Klimagesetz (siehe Kapitel 3.1.1.i – Einführung eines Klimagesetzes) wird der Klima- und Energiefonds gesetzlich neu verankert und an die aktuellen Herausforderungen im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen angepasst. Dazu werden sowohl auf der Einnahmenseite als auch auf der Ausgabenseite Anpassungen vorgenommen. So soll beispielsweise der Klimapakt für Gemeinden über den Klima- und Energiefonds finanziert werden.

## Umweltschutzfonds

Über den Umweltschutzfonds („Loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d’un fonds pour la protection de l’environnement“) werden kommunale Projekte in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien sowie auch im Abfallbereich und im Naturschutz gefördert. Es werden u. a. kommunale Energiekonzepte, energetische Renovierungen kommunaler Gebäude, energieeffizienter Neubau, erneuerbare Wärme- und Stromerzeugung (PV-Anlagen, solarthermische Anlagen, Wärmepumpen, Biomasse-Heizwerke und Heizkraftwerke), kommunale Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien und Abwärme bzw. Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technik bezuschusst. Die förderfähigen Projekttypen samt zugehöriger Förderkriterien werden regelmäßig aktualisiert und an die technisch-wirtschaftliche Entwicklung sowie die Klima- und Energieziele angepasst.

## Förderprogramm PRIME House für Wohngebäude

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 und nachhaltigen Renovierung von Wohngebäuden sowie entsprechender, qualifizierter Energieberatung, zum Bau nachhaltiger Wohngebäude und zum Einsatz erneuerbarer Energien (PV-Anlagen, solarthermische Anlagen, Wärmepumpen, Holzpellet- und Holzhackschnitzelheizungen). Das Förderprogramm wurde seit 2001 mehrmals verlängert bzw. überarbeitet. Das aktuelle Programm läuft bis Ende 2020.

Hinsichtlich der Fortführung und weiteren Stärkung des Programms stehen folgende Aspekte im Blickpunkt der Weiterentwicklung:

- Überprüfung und ggf. Anpassung der Förderhöhen
- Integration zusätzlicher Nachhaltigkeitskriterien, insbesondere zur Förderung der Kreislaufwirtschaft
- Aufnahme von Kriterien zur Minderung von Gesundheitsrisiken in Wohngebäuden
- Ausarbeitung von Förderkriterien für Energieeffizienz in denkmalgeschützten Gebäuden, in Abstimmung mit bereits bestehenden Förderprogrammen der Denkmalschutzbehörde
- Weitere administrative Vereinfachung, beispielsweise durch eine stärkere Digitalisierung der Antragsprozedur bzw. die Optimierung der Qualitätssicherung (Verhältnis Qualitätsverbesserung – Intensität der Kontrollen)

Eine interministerielle Arbeitsgruppe ist mit dem Monitoring und der Weiterentwicklung des Förderprogramms beauftragt.

Zusätzlich zu der Weiterentwicklung der PRIME House sollen auch die Kriterien der luxemburgischen Nachhaltigkeitszertifizierung für Wohngebäude LENOZ („Lëtzebuerger Nohaltegkeets Zertifizéierung“) überarbeitet werden:

- Die Zertifizierung soll verallgemeinert werden
- Eine Auswahl von LENOZ Kriterien soll progressiv obligatorisch eingeführt und gefördert werden und dann progressiv aus der PRIME House Förderung entfallen

### Klimadarlehen für Wohngebäude

Zusätzlich zum Förderprogramm PRIME House wird die energetische und nachhaltige 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“), wobei die technischen Anforderungen mit den PRIME House Kriterien übereinstimmen.

Eine Überarbeitung und eine Vereinfachung der Bedingungen und Antragsprozedur sind geplant, damit in Zukunft mehr Hausbesitzer in den Genuss eines Klimadarlehens kommen.

### Förderprogramm „Clever fueren“ für Elektrofahrzeuge

Hinsichtlich einer stärkeren Förderung der Elektromobilität, wurden die bis Ende 2018 gültigen steuerlichen Anreize für Elektrofahrzeuge seit dem 1. Januar 2019 durch direkte Zuschüsse ersetzt („Règlement grand-ducal du 7 mars 2019 portant introduction d’une aide financière pour la promotion des véhicules routiers à zéro ou à faibles émissions de CO<sub>2</sub>“). Über das Programm „Clever fueren“ werden Personenkraftwagen, Kleinlastwagen, Motorräder und Fahrräder bezuschusst. Förderfähig sind reine Elektrofahrzeuge, Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge ( $\leq 50$  g CO<sub>2</sub>/km) und mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen-Fahrzeuge.

Das Förderprogramm wurde 2020 weitergeführt. Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge sollen ab 2021 keine Förderprämie mehr erhalten.

### Förderprogramme und finanzielle Anreize für Unternehmen

Die Luxemburger Regierung kann im Rahmen der Verordnung (EU) Nr. 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union direkte Investitionsbeihilfen im Bereich der Umwelttechnologien und Innovationen für Unternehmen (sowohl KMU als auch größere Unternehmen) bereitstellen. Das Wirtschaftsministerium ist für die Ausstellung der Beihilfen verantwortlich und wird dabei von der Innovations- und Forschungsagentur Luxinnovation unterstützt („Loi du 15 décembre 2017 relative à un régime d'aides à la protection de l'environnement ; Loi du 17 mai 2017 ayant pour objet 1) le renouvellement des régimes d'aides à la recherche, au développement et à l'innovation; 2) les missions de l'Agence nationale pour la promotion de l'innovation et de la recherche; et modifiant la loi modifiée du 5 juin 2009 relative à la promotion de la recherche, du développement et de l'innovation“).

Daneben können KMU auch Mittel über ein spezielles Förderprogramm der Regierung beantragen.

Zur Unterstützung der Anstrengungen der Unternehmen sowie zur Beschleunigung der Energiewende stehen folgende Aspekte im Blickpunkt der Weiterentwicklung:

- Stärkere Förderung der Beihilfeprogramme durch eine bessere Information der Unternehmen
- Einfache und transparente Kommunikation der messbaren Vorteile der Förderprogramme
- Vereinfachung der Bedingungen der Förderfähigkeit, in Abstimmung mit nationalem und europäischem Recht
- Beschleunigung der administrativen Vereinfachung, v. a. durch eine stärkere Digitalisierung
- Mehr Ressourcen für das an die KMU gerichtete Förderprogramm
- Effizienzgewinn durch eine Kombination der Förderprogramme für KMU und größere Unternehmen

Die bestehenden Förderprogramme sollen überprüft werden.

### 3.1.2. Erneuerbare Energien

Die Luxemburger Regierung möchte die Offensive für Erneuerbare Energien mit dem Ziel 25% bis 2030 beschleunigen und unterstützt die Weiterentwicklung durch Investitionshilfen und Subventionen für Einzelpersonen und Unternehmen. Die Windkraft, als eine von drei zentralen Technologien für Luxemburg (Wind, Solar, Biomasse), übertraf die Erwartungen des NREAP 2009 und wird dementsprechend weiter gefördert. Es wird ein neuer Anlauf für eine massive Nutzung im Bereich der Photovoltaik gestartet (zuletzt quasi Stagnation in der Entwicklung). Bei der Biomasse wird die Priorität

auf die Kaskadennutzung oder Mehrfachnutzung (Rundholz für Sägewerke für die Möbelindustrie und das Baugewerbe, Alt- und Restholz für Spanplattenwerk, Abraum- und Rückbauholz für KWK Anlagen) und die Nachhaltigkeitskriterien (Holznutzung aus der Großregion Saar-Lor-Lux) verbessert. Außerdem sollen neue Wege wie zum Beispiel die Geothermie stärker erforscht und gefördert werden. Ziel Luxemburgs ist es, ein proaktiver Akteur der Energiewende zu werden an der sich die gesamte Bevölkerung beteiligen soll. Zusätzlich zu dem Ausbau in Luxemburg wird die Regierung sich auch aktiv am Ausbau der Erneuerbaren Energien in Europa über die in der neuen Richtlinie 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen vorgesehenen Instrumente beteiligen. Folgende Punkte sollen umgesetzt werden:

- Um die Investitionen in erneuerbare Energien zu verstärken sollen **neue Anreize** geschaffen werden, wie zum Beispiel die Erhöhung der Einspeisetarife für Photovoltaikanlagen, der regelmäßige Aufruf für große Anlagen via Ausschreibungen und der **Abbau von aktuellen Hürden**.
- Generell wird Luxemburg sich auf **europäischer Ebene** für einen Produktionsausbau der Erneuerbaren Energien einsetzen und neue Projekte auf Basis fossiler Energieträger oder den Ausbau von fossiler Energieerzeugungsanlagen nicht unterstützen. Die Energieversorgung der EU soll zu 100% aus erneuerbaren Energien bis spätestens im Jahr 2050 erfolgen.

### 3.1.2.i. Politiken und Maßnahmen zur Verwirklichung des nationalen Beitrags zur unionsweit verbindlichen Vorgabe für 2030 in Bezug auf erneuerbare Energie und der Zielpfade gemäß Artikel 4 Buchstabe a Absatz 2 und, falls anwendbar oder vorhanden, die in Nummer 2.1.2. beschriebenen Elemente, einschließlich sektor- und technologiespezifischer Maßnahmen

#### Windenergie

Schon jetzt stammt ein großer Teil der Produktion an erneuerbaren Energien in Luxemburg aus der Windkraft (installierte Leistung im Jahr 2018: 123 MW bei 69 Anlagen). Momentan befinden sich rund 10 Windparkprojekte, welche die strategische Umweltprüfung sowie andere vorgeschriebenen Impactstudien schon teilweise durchlaufen haben, in der Entwicklungs- und Finalisierungsphase für das Jahr 2020, und werden voraussichtlich Strom für ungefähr 50.000 weitere Haushalte pro Jahr produzieren.

Die bestehende Einspeisevergütung/Marktprämie wird weitergeführt, und aktuell bestehende Hürden sollen, wenn möglich, abgebaut werden. Auch wird die Möglichkeit der finanziellen Beteiligung von

Gemeinden und von den Bürgern weiterhin im Mittelpunkt der Entwicklung stehen. Dies sorgte bisher für eine recht hohe Akzeptanz für Windkraftanlagen in der Bevölkerung und wird dies auch weiterhin tun.

## Solarenergie

Die Solarenergie spielt aufgrund ihres großen Potenzials und der vielfältigen direkten Nutzung eine zentrale Rolle im Energiemix des Landes und soll in den kommenden Jahren noch viel stärker ausgebaut werden. Im Bereich der Photovoltaik befindet sich Luxemburg aktuell in der europäischen Union auf dem 6. Platz in Bezug auf die installierte Leistung pro Einwohner, mit einer Gesamtanzahl von 6990 Photovoltaikanlagen (2018). Ziel der Regierung ist es in diesem Ranking bis 2030 einen Spitzenplatz einzunehmen.

### ***Einspeisetarife***

Die Anhebung der Einspeisetarife im Jahr 2019 zielen darauf ab, in Luxemburg eine möglichst hohe Auslastung der Gebäudedächer (sowie anderer versiegelter/landwirtschaftlich nicht nutzbarer Flächen) mit Photovoltaikanlagen zu erreichen. Attraktive Einspeisetarife für Kleinanlagen bis 10 kW sollen allen Haushalten ermöglichen, eine eigene Anlage zu installieren, auch im Hinblick auf eine spätere Eigenverbrauchsnutzung. Kooperativanlagen werden nach wie vor separat gefördert. Jedem Bürger soll so die Möglichkeit gegeben werden, sich an der Energiewende zu beteiligen. Nach Einführen einer neuen Kategorie können kollektive Anlagen nun in der Bandbreite von 30 bis 500 kW auf einen Einspeisetarif zurückgreifen. Gemeinden werden dazu angeregt, ihre Dachflächen Kooperativen zur Verfügung zu stellen. Zurzeit sind mehr als 100 solcher großen „Bürgersolarenergieanlagen“ in der Planung.

### ***Ausschreibungen***

Um den Ausbau der Photovoltaik in Luxemburg zu beschleunigen, wurde 2018 erstmals eine Ausschreibung für große Photovoltaikanlagen ( $\geq 500$  kW) organisiert. 15 MW Leistung auf Gebäuden sowie Industrieflächen/Deponien erhielten den Zuschlag. Die zweite Ausschreibung über 40 MW erfolgte im Herbst 2019 und sieht nun unter anderem eine spezifische Kategorie für Carports („ombrières“) vor und lässt auch Anlagen zwischen 200 und 500 kW Leistung zu.

Ausgehend von den Ergebnissen und Analysen dieser beiden Ausschreibungen wird 2020 anschließend ein Mehrjahresplan für Ausschreibungen veröffentlicht, in dem das ausgeschriebene Volumen sukzessive pro Jahr erhöht wird, damit die Zielsetzung im Bereich Photovoltaik erreicht wird.

### ***Eigenverbrauch***

Der Einbindung von Eigenverbrauchs-Konzepten (in Verbindung mit Energiespeichern) sowie Energiegemeinschaften wird im Bereich PV hier eine neue, besondere Rolle zugeschrieben. Beide Konzepte, wie in der Richtlinie 2018/2001 vorgesehen, wurden bereits in einer Gesetzesänderung (über den Elektrizitäts-Markt) eingeschrieben, damit zügig begleitende Maßnahmen und Fördermaßnahmen umgesetzt werden können.

Im PV-Gesamtkonzept – attraktive Tarife für Kleinanlagen, gesonderte Kategorien für Kooperativen zwecks Bürgerbeteiligung, Ausschreibungen für größere und große Anlagen ab 200/500 kW – soll, was den Eigenverbrauch angeht, die Kategorie „30-200 kW“ speziell visiert werden, um hier Anreize für KMU und Bürogebäude zu schaffen.

### ***Solarkataster***

Das Koalitionsabkommen (2018-2023) sieht vor, einen **nationalen Solarkataster** für Luxemburg zu erstellen. Vereinzelt gibt es ein solches Instrument bisher nur auf kommunalem Niveau wie z. B. in der Hauptstadt. Die Entwicklung eines Solarkatasters stellt eine Entscheidungshilfe im Bereich der Solarenergie dar und hilft, bestehende Potenziale auf der Ebene von privaten Photovoltaik-Anlagen, Energiegenossenschaften sowie öffentlichen Ausschreibungen zu erkennen und zu aktivieren. Darüber hinaus soll der Kataster für Netzbetreiber und Verwaltungen als Hilfestellung im Hinblick auf die Optimierung der Netzintegration von Solaranlagen genutzt werden können.

Das bis Ende 2020 fertiggestellte Kataster soll eine effizientere Planung der Projekte ermöglichen. Der Art des Daches (Flachdach, usw.) sowie Gebäudehöhen werden in diesem Instrument Rechnung getragen mit dem Ziel, dass der Bürger/das Unternehmen nur auf seine Dachfläche klicken muss, um eine erste Einschätzung zu bekommen, ob Photovoltaik Sinn machen würde. Was größere Flächen angeht (entlang von Verkehrswegen, alte Industrie- oder Deponieflächen, eventuell später landwirtschaftliche Freifläche), so soll das Instrument den Verwaltungen als Plan- und Steuerungsinstrument dienen.

## Wärmepumpen

Durch die verbesserten Wärmeschutzverordnungen für Wohn- und Zweckgebäude werden Wärmepumpen zur Referenztechnologie bei neuen Gebäuden. Das realisierbare Potenzial der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme in Verbindung mit **Wärmepumpen** wird auf rund 180 GWh/a geschätzt. Wärmepumpen sind eine vielfältig einsetzbare Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energie- sowie Energieeffizienztechnologien und erweisen sich in gut gedämmten Gebäuden als besonders wirksame Heizsysteme. Die Regierung will diese Technologie weiterhin mittels finanzieller Hilfen (siehe Kapitel 3.1.1.iii) und einer verbesserten Informationspolitik (z. B. aktualisierte Restriktionskarte via Geoportal) fördern und ausbauen.

## Mitteltiefe Geothermie

Das Potenzial der **mitteltiefen Geothermie** soll systematischer identifiziert und für entsprechende Projektgebiete entsprechend konsequenter berücksichtigt werden. Ziel ist es, die vorhandenen Unsicherheiten und Risiken zu verringern und den Ausbau der Geothermienutzung bei sinnvollen Standorten zu fördern. Im Fokus steht dabei vor allem die Gegend um Düdelingen und Esch-sur-Alzette.

## Biomasse

Förderung der Biomasse fand in den letzten Jahren vor allem Anwendung im Bereich der KWK-Anlagen. Für große Anlagen (> 20MW) sieht die neue Richtlinie 2018/2001 Nachhaltigkeitskriterien für die Nutzung von Biomasse vor. Auf dieser Basis sieht die Luxemburger Regierung vor, zukünftig für neue Anlagen verschärfte Anforderungen im Bereich der Nachhaltigkeitskriterien festzulegen. Luxemburg plant deshalb bei der Biomassenutzung in KWK Anlagen die europäischen Nachhaltigkeitskriterien auf kleinere Anlagen auszuweiten. So sollen Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung über 10 MW, die Biomasse oder Alt- und Restholz als Energieträger nutzen, diese Nachhaltigkeitskriterien einhalten um den Einspeisetarif/Marktprämie zu erhalten. Ferner soll sichergestellt werden, dass durch den Einsatz der geeigneten Technologie die Ziele der Richtlinie 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe erreichbar bleiben.

Erklärtes Ziel ist, dass Biomasse ausschließlich aus der Großregion für die Energiegewinnung beschafft wird. Generell soll bei der Nutzung von Holz das Prinzip der Kaskadennutzung stärker verankert werden. Die Luxemburger Regierung prüft in diesem Zusammenhang das Erstellen eines eigenen Nachhaltigkeits Siegels, der an das Label „Holz von hier“ gekoppelt werden könnte. Außerdem, sieht der Gesetzesentwurf des „code forestier“ ebenfalls bessere Nachhaltigkeitskriterien für die nationale Forstwirtschaft vor.

## Biogas

Biogas ist weiterhin eine zukunftsweisende Energiequelle (Strom, Wärme, Einspeisung). Um Biogas besser zu fördern und den nicht von der Hand zuweisenden Umwelt- sowie Wasserschutzaspekten (Methan, NH<sub>3</sub>-Emissionen, Nitrate, Phosphor) stärker Rechnung zu tragen, müssen die **Rahmenbedingungen** reformiert werden. Teil der Reform werden Anpassungen der staatlichen Beihilfen sein, um diese nicht-energetischen Vorteile des Sektors besser zu wertschätzen. Die Regierung setzt die Prioritäten ganz klar, auch im Sinne von Kreislaufwirtschaft, auf die Verwertung von Gülle und Mist sowie Bioabfällen und anderen Reststoffen. Die Biogasstrategie ist somit auch Teil der Methan-Reduktionsstrategie. Derzeit werden in Luxemburg nur etwas mehr als 10% der theoretisch zur Verfügung stehenden Gülle energetisch genutzt (13,6% im Jahr 2018). Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen wird eingeschränkt. Das produzierte Biogas soll prioritär in das Gasnetz eingespeist werden.

Zu diesem Zweck wurde eine technische und wirtschaftliche Analyse zur Bestimmung des Potenzials des Biogases, sowie der Umsetzung aller oben genannten Faktoren, in Auftrag gegeben. Im Hinblick auf die Flächenknappheit in Luxemburg, die Ziele für 2030 im Bereich der erneuerbaren Energien und die Resultate der Studie, werden die betroffenen Ministerien (Energie, Umwelt und Landwirtschaft) eng zusammenarbeiten um die zukünftige Rolle der Landwirtschaft in der Energieproduktion und speziell in den Bereichen Biogas und Photovoltaik zu definieren.

## Vorreiterrolle des Staates

Wie unter 3.1.1 bereits erwähnt gibt sich der luxemburgische Staat eine Strategie für „Nachhaltige und energieeffiziente öffentliche Gebäude“ im Neubau und im Bestand zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien in staatlichen und staatsnahen Gebäuden. Darunter fällt die Einführung einer Verpflichtung zur **Integration von Photovoltaikanlagen** auf staatlichen und staatsnahen Gebäuden, sowohl für Neubauten als auch für Renovierungen. Dies soll sich auch in einer Verbesserung

des bestehenden **Photovoltaik-Programms** der *Administration des bâtiments publics* widerspiegeln. Ziel ist es, dass bis 2025 alle geeigneten öffentlichen Gebäude mit Photovoltaikanlagen bestückt werden. Zusätzlich soll bei **Schulen und deren Infrastrukturen** eine bessere Integration von Photovoltaikanlagen sowie eine stärkere Nutzung von erneuerbarer Wärme, insbesondere auf Basis der mitteltiefen Geothermienutzung, zur Heizung vorangetrieben werden.

### ***Eine Kaserne im « grünen » Bereich***

Es ist bereits beschlossene Sache, dass die Infrastruktur auf dem Herrenberg weitgehend zu einem „energy autonomous zero CO<sub>2</sub>“-Viertelumgebaut wird. Die Häuser werden renoviert, Solarenergie auf vielen Dächern installiert und auch das Wärmenetz auf erneuerbare Energien umgestellt. Auch wird geprüft welche Dienstwagen der Armee elektrisch / mit Wasserstoff laufen können. Das Ganze wird dann über ein intelligentes Energiemanagement weitgehend energieautark funktionieren.

### Wasserstoff

Die Erzeugung des Wasserstoffs, der vor allem in der Industrie genutzt wird, beruht heute größtenteils auf fossilen Energieträgern, allen voran Gas und der sogenannten Gasreformation. Damit Wasserstoff seinen Teil zur Dekarbonisierung beitragen kann, muss der „grüne Wasserstoff“ über die Elektrolyse mittels Strom aus erneuerbaren Energien wie Photovoltaik oder Windkraft hergestellt werden. Der Wasserstoff findet in vielen Bereichen Anwendung, sei es in der Industrie, im Transport oder auch in der Energiespeicherung.

Die Errichtung einer Wasserstofftankstelle ist vorgesehen. Ein wesentlicher Bestandteil ist die Zertifizierung und Lieferung des „grünen Wasserstoffes“, der als Bedingung für die Inbetriebnahme unabdinglich ist.

Dieser Standpunkt wird ebenfalls in Ausschüssen wie dem Pentalateralen Energieforum oder dem Hydrogen-Europe vertreten. Luxemburg wird seinen Beitrag zu einem europaweiten Netz von Wasserstoff-Tankstellen leisten. Um längere Fahrten innerhalb Europas zu ermöglichen sind Standorte entlang oder bei den Autobahnen am sinnvollsten. Diesbezügliche Studien sind in der Ausarbeitung.

Wasserstoff kann auch eine wichtige Rolle bei der Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie spielen, insbesondere in der Stahlindustrie. Die auf den Bau von Stahlwerken spezialisierten Unternehmen in Luxemburg sind in diesem Bereich bereits aktiv.

Mit Ausblick auf 2030 kann Wasserstoff eine Rolle in der Energieversorgung und der Sektorenkopplung Strom, Wärme und Transport eine entscheidende Rolle spielen, vor allem wenn die Energieverluste bei der Herstellung und Konversion durch Elektrolyse verbessert werden und der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen die für Transportmedien entwickelt werden, erhöht wird. Hier will Luxemburg mit anderen EU-Mitgliedsstaaten eng zusammenarbeiten.

### Innovative Finanzierungsinstrumente für Erneuerbare Energie

Bereits heute sind am Finanzplatz Luxemburg eine ganze Reihe Investitionsfonds, die weltweit in Erneuerbare Energien investieren, angesiedelt. Die Luxemburger Regierung prüft derzeit die Einrichtung eines „De-Risking Fonds“ für Erneuerbare Energien. Auch wurde 2018 das luxemburgische Regelwerk betreffend die Emission von Pfandbriefen erweitert um, als weltweit erstes Finanzzentrum überhaupt – eine durch „Erneuerbare Energien“ – Projekte besicherte Form von Finanzinstrumenten zu schaffen.

Auch auf europäischer Ebene will Luxemburg gemeinsam mit der EIB ein De-Risking-Instrument für langfristige „renewables power purchase agreements“ (PPA) vorantreiben. Damit sollen Industrie und KMU günstiger an Stromverträge mit grünem Strom kommen. Der Luxemburger Finanzplatz wurde in der letzten Legislaturperiode zu einem Pionier in Sachen nachhaltige Finanzen. Luxemburg wird hier weiter sehr aktiv bleiben mit seiner Unterstützung beispielsweise der „Luxembourg-EIB Climate Finance Platform“ und dem „International Climate Finance Accelerator-Luxembourg“ (ICFA). International beteiligt sich Luxemburg am GCF („Green Climate Fund“) der UNO sowie dem „Network of Financial Centers for Sustainability“. Auch über Entwicklungszusammenarbeit fördert Luxemburg erneuerbare Energien. Luxemburg ist Mitglied der IRENA („International Renewable Energy Agency“) und hat einen Mitgliedsantrag bei der „International Solar Alliance“ (ISA) gestellt.

### Begleitinstrument und Finanzierungsmaßnahmen für Unternehmen

Damit Unternehmen verstärkt in erneuerbare Energien und Energieeffizienzmaßnahmen investieren, werden die finanziellen Anreize überprüft und weiterentwickelt. Die dazugehörigen Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Erstellung eines Begleitinstruments und der Überprüfung der finanziellen Anreize für Unternehmen im Bereich der Erneuerbaren Energien sind den Kapiteln 3.1.1.i. Wirtschaft und 3.1.1.iii. Finanzierungsmaßnahmen zu entnehmen.

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf das nationale Förderprogramm PRIME House und dem hiermit verbundenen implizit geforderten Erneuerbaren-Einsatz sind dem Kapitel 3.1.1.iii. zu entnehmen.

**3.1.2.ii. Etwaige spezifische Maßnahmen für regionale Zusammenarbeit sowie optional die geschätzte Überschussproduktion von Energie aus erneuerbaren Quellen, die in andere Mitgliedstaaten übertragen werden könnte, um den nationalen Beitrag und die Zielpfade gemäß Nummer 2.1.2. zu verwirklichen**

Kooperationsmechanismen (Statistische Transfers, gemeinsame Projekte, usw.)

Luxemburg will auch im Ausland seinen Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien leisten. Wie unter der Richtlinie 2009/28/EG und im NREAP angeführt muss Luxemburg für seine Zielerfüllung 2020 auf Kooperationsmechanismen zurückgreifen. Luxemburg hat in der Vergangenheit diverse Anstrengungen unternommen um mit verschiedenen Ländern mögliche Kooperationswege zu sondieren und voranzutreiben. Im Jahr 2017 schloss Luxemburg als erster Mitgliedstaat zwei statistische Transferverträge mit Litauen und Estland. Die beiden Abkommen beinhalten die verpflichtende Übertragung von Mindestmengen und die Möglichkeit der Übertragung von Höchstmengen für den Zeitraum 2018 bis 2020, was ein klares Signal für eine verstärkte europäische Zusammenarbeit im Bereich der Erneuerbaren Energien ist.

In diesem Sinne will die Luxemburger Regierung auch in Zukunft weiter auf Kooperationsmechanismen setzen. Die neue Richtlinie 2018/2001/UE baut weiterhin auf die bestehenden Kooperationsmechanismen (Statistische Transfers, Gemeinsame Projekte und gemeinsame Fördermechanismen) und sieht außerdem neue Wege der Kooperation vor: Plattform der Union für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energie (Union renewable development platform — „URDP“) und der Finanzierungsmechanismus der Union für Erneuerbare Energie (Union renewable energy financing mechanism).

Statistische Transfers werden weiterhin eine gewisse Rolle spielen. Die Kooperationen sollten jedoch weiterentwickelt werden und konkrete Projekte umfassen. Der konkrete Rahmen hierfür ist Benelux und die "North Seas Energy Cooperation", aber auch das Pentalateral Energy Forum (Deutschland, Frankreich, Benelux, Österreich, Schweiz). Luxemburg beabsichtigt, sich an der Plattform der Union für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energie (Union renewable development platform — „URDP“) zu beteiligen. Darüber hinaus ist Luxemburg stark an der Einrichtung und Funktionsweise des in Artikel 33 der europäischen

Verordnung 2018/1999/UE verankerten Finanzierungsmechanismus der Union für erneuerbare Energie (Union renewable energy financing mechanism) interessiert.

Bis zum 1. Januar 2021 richtet die europäische Kommission diesen Finanzierungsmechanismus ein, um im Wege von Ausschreibungen zur Förderung für neue Projekte auf dem Gebiet der erneuerbaren Energie in der Union zu vergeben. Es ist vorgesehen, dass dieser Finanzierungsmechanismus die Länder bei der Umsetzung des Ausbaus der erneuerbaren Energien zum EU-Ziel unterstützt und das Potenzial hat, die Investitionsbedingungen für erneuerbare Energien in der gesamten EU zu verbessern.

Luxemburg hat bereits in der Vergangenheit einige Anstrengungen unternommen um mit einem anderen Land eine gemeinsame Ausschreibung im Bereich der erneuerbaren Energien zu realisieren. Wegen dessen Komplexität konnte dieses Projekt nicht umgesetzt werden. Auch deshalb unterstützt Luxemburg die Umsetzung dieses europäischen Instrumentes, welches in Richtung einer europäischen Ausschreibung geht, und wird sich aktiv bei den ersten Schritten zur Implementierung des Instruments beteiligen.

### 3.1.2.iii. Spezifische Maßnahmen zur etwaigen finanziellen Unterstützung, einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln, der Förderung der Erzeugung und Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen in den Sektoren Strom, Wärme- und Kälteerzeugung und Verkehr

Die wesentlichen Förderprogramme in diesem Bereich sind bereits unter 3.1.1.iii aufgelistet. Die wichtigsten Förderprogramme werden nochmals hier erwähnt:

- Das Förderprogramm PRIME House bietet Investitionsbeihilfen zum Einsatz erneuerbarer Energien (PV-Anlagen, solarthermische Anlagen, Wärmepumpen, Holzpellet- und Holzhackschnitzelheizungen). Das Förderprogramm wurde seit 2001 mehrmals verlängert bzw. überarbeitet. Das aktuelle Programm läuft bis Ende 2020.
- Über den Umweltschutzfonds werden kommunale Projekte in den Bereichen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien, sowie auch im Abfallbereich und im Naturschutz gefördert.
- Über das Programm „Clever fueren“ werden Personenkraftwagen, Kleinlastwagen, Motorräder und Fahrräder seit dem 1. Januar 2019 durch direkte Zuschüsse gefördert.

### 3.1.2.iv. Spezifische Maßnahmen zur Einführung einer oder mehrerer Anlaufstellen, zur Straffung von Verwaltungsverfahren, zur Bereitstellung von Information und Schulungen sowie zur Förderung des Abschlusses von Strombezugsverträgen

Die betroffenen Ministerien und Verwaltungen sind derzeit im Gespräch um zu sehen, wie diese Anlaufstelle aufgebaut werden kann.

### 3.1.2.v. Prüfung, ob es Bedarf an der Errichtung neuer Infrastruktur für Fernwärme und -kälte aus erneuerbaren Energiequellen gibt

#### Niedrigtemperaturwärmenetze

Zur Erfüllung des §14 der Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz wurde 2016 eine Studie zur Bewertung des Potenzials für den Einsatz von hocheffizienter KWK veröffentlicht. Im Rahmen dieser Studie wurde das Potenzial der Wärmenetzversorgung abgeschätzt und es zeigt sich, dass bereits ein deutlicher Anteil des KWK-Potenzials im Gebäudebereich erschlossen ist. Jedoch besteht zukünftig noch Potenzial, den aktuellen Stand weiter auszubauen. Vor allem durch den hohen energetischen Standard der Gebäude (seit 2017 NZEB für Wohngebäude) erwartet die Luxemburger Regierung ein hohes Potenzial der Nutzungsmöglichkeiten im Wärme- und Kältebereich für **Niedrigtemperaturwärmenetze**. Diese Niedrigtemperaturnetze sollen zukünftig, sofern wirtschaftlich sinnvoll, vor allem aus umweltfreundlichen Quellen (Tiefengeothermie, Wärmepumpen, Abwärme aus Industrie und Datenzentren, solarthermische Anlagen) gespeist werden. Vor allem im Bereich der Geothermie wird sich im Süden des Landes ein hohes Potenzial erwartet. So werden aktuell verstärkt die Nutzungsmöglichkeiten der mitteltiefen Geothermie für Wärmenetze zur Versorgung von Wohnquartieren, Schul- sowie Sportkomplexen untersucht. In diesem Rahmen startet myenergy, in Zusammenarbeit mit dem luxemburgischen geologischen Dienst und einem Forschungsinstitut, ein Projekt zur Verbesserung der aktuellen Datenlage, der genaueren Abschätzung des geothermischen Potenzials in Luxemburg sowie zur wissenschaftlicher Begleitung aktuell geplanter Bauprojekte.

#### Wärmekataster

Durch die Erstellung eines webbasierten **Wärmekatasters** soll die Transparenz auf dem Wärmemarkt durch eine integrierte Auswertung und Darstellung der in diesem Zusammenhang relevanten Daten erhöht

werden. Im Vordergrund steht dabei die Darstellung des Wärmebedarfs bzw. Wärmebereitstellung auf dem Territorium Luxemburgs, welche u. a. bei der Ausarbeitung bzw. Weiterentwicklung von Wärmestrategien auf regionaler und nationaler Ebene genutzt werden können. Das Tool soll aber auch im Rahmen des Klimapaktes durch die Gemeinden genutzt werden, um z. B. die Energieplanung oder die allgemeine Bilanzierung innerhalb des Klimapaktes umzusetzen. Daneben sollen aber auch bestehende Wärmenetze dargestellt werden, wobei auch eine Bewertung der Möglichkeiten zur Energierückgewinnung (z. B. Klärschlamm-trocknung) realisiert werden soll. Aber auch eine Darstellung der für die Wärmeerzeugung genutzte Energieträger, bzw. deren Anteil bei der Wärmeversorgung, ist geplant.

Zudem soll eine Hot-Spot-Analyse die Identifikation größerer Renovierungsgebiete sowie möglicher Synergien auf der Ebene der Industrie ermöglichen. Anhand entsprechender Kennwerte soll die Wirtschaftlichkeit potenzieller Projekte für Planer und Unternehmen besser abgeschätzt werden können. Dadurch wird sich eine Steigerung der Energieeffizienz auf der Ebene der Unternehmen und KMU sowie von Wohnquartieren erwartet. Im Rahmen dieser Hot-Spot-Analysen soll auch eine Bewertung der Abwärmenutzung aus effizienten "grünen" Datenzentren erfolgen.

#### **3.1.2.vi. Etwaige spezifische Maßnahmen zur Förderung der Nutzung von Energie aus Biomasse, insbesondere zur Mobilisierung neuer Biomasseressourcen, unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte:**

Die wesentlichen Aspekte in diesem Bereich sind bereits unter 3.2.1.i aufgelistet. Spezifische Maßnahmen sehen wie folgt aus:

- Ausweitung der Nachhaltigkeitskriterien für Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von über 10 MW
- Biomasse ausschließlich aus der Großregion (SAAR-LOR-LUX)
- Nutzung von Holz nach dem Prinzip der Kaskadennutzung
- Erstellen eines eigenen Nachhaltigkeits Siegels

### 3.1.3. Weitere Aspekte der Dimension

#### 3.1.3.i. Etwaige nationale Politiken und Maßnahmen, die EU-EHS-Sektoren betreffen, und Bewertung der Komplementarität mit dem EU-EHS und der Auswirkungen auf das EU-EHS

An der unter 3.2.i. beschriebenen freiwilligen Vereinbarung mit der Industrie („accord volontaire“) nehmen Unternehmen teil, die am EU-Emissionshandelssystem beteiligt sind.

#### 3.1.3.ii. Politiken und Maßnahmen zur Erfüllung etwaiger anderer nationaler Vorgaben

##### Nachhaltige Finanzen

###### *Internationale Solidarität und Klimafinzen*

Was die Klimafinanzierung betrifft, fordert das Pariser Klimaabkommen die Industrieländer dazu auf, finanzielle Mittel zur Unterstützung der Entwicklungsländer für den Zweck, sowohl der Schadensminderung als auch der Anpassung, bereitzustellen.

In den letzten Jahrzehnten hat Luxemburg beträchtliche finanzielle und technische Hilfe zur Unterstützung von Klimaschutzaktivitäten in Entwicklungsländern geleistet, wobei der Schwerpunkt auf den am wenigsten entwickelten Ländern, den kleinen Inselstaaten und den Partnerländern der Luxemburger Entwicklungszusammenarbeit lag.

Luxemburg wird auch weiterhin Entwicklungsländer im Kampf gegen den Klimawandel unterstützen. Über die Jahre 2021 bis 2025 soll dies mit einem Gesamtbetrag von 200 Millionen EUR und einem jährlichen Budget, welches mindestens dem Beitrag von 2020 (30 Millionen EUR) entspricht, ermöglicht werden. Dieser Gesamtbetrag umfasst einen beträchtlichen Finanzbeitrag von derzeit jährlich 10 Millionen EUR an den grünen Klimafonds („*Green Climate Fund*“), sowie ein jährliches Budget von 5 Millionen EUR für Klimaprojekte von Luxemburger Nichtregierungsorganisationen (NGOs).

Diese Mittel werden als internationale Klimafinanzierung (IKF) bezeichnet und sind neu und zusätzlich zur öffentlichen Entwicklungshilfe (ODA). Sie werden durch den Klima- und Energiefonds, welcher unter der Aufsicht des Ministers für Umwelt steht, zur Verfügung gestellt. Die Additionalität der IKF gegenüber der ODA wird weiterhin versichert werden.

Bereits im Vorfeld der Pariser Klimakonferenz COP21 im Jahr 2015 hatte die Regierung sich dazu verpflichtet, Klimaschutzmaßnahmen in Entwicklungsländern mit einem Beitrag von 120 Millionen EUR von 2014 bis 2020 zu unterstützen.

Eine Strategie für die Vergabe der Luxemburger IKF, inklusive Förderkriterien, wurde 2017 erstellt. Sie strebt eine vorläufige Verteilung von 40% für Minderung, 40% für Anpassung und 20% für Forstwirtschaft (REDD+) an.

Des Weiteren hat der Regierungsrat die Einführung eines Gesamtregierungskonzepts in den vorrangigen Partnerländern der Entwicklungszusammenarbeit gebilligt, um die Kohärenz und Synergien zwischen Entwicklungsmaßnahmen und anderen Bereichen, einschließlich der Bekämpfung des Klimawandels sowie der Entwicklung wirtschaftlicher, kultureller, politischer und sicherheitspolitischer Beziehungen, zu stärken. Da Cabo Verde das Land ist, mit dem die Beziehungen am vielfältigsten und am meisten entwickelt sind, soll dieser neue Ansatz erstmals im Cabo Verde umgesetzt werden.

Wissend, dass öffentliche Investitionen allein nicht ausreichend sein werden, um das Ziel von USD 100 Milliarden bis 2020 zu erreichen, ist es unerlässlich, dass öffentliche Investitionen Hebel für andere Finanzierungsquellen, einschließlich des privaten Sektors, darstellen.

Investitionen in neue Formen der Klimafinanzierung werden jedoch bei weitem nicht ausreichen. Billionen USD/EUR müssen von kohlenstoffintensiven Investitionen auf CO<sub>2</sub>-arme Alternativen übertragen werden, um „Finanzmittelflüsse in Einklang zu bringen mit einem Weg hin zu einer hinsichtlich der Treibhausgas emissionsarmen und gegenüber Klimaänderungen widerstandsfähigen Entwicklung“, wie im Pariser Klimaabkommen verankert.

Luxemburg fungiert heute als wichtige internationale Plattform für nachhaltige Finanzierung, welche Investoren auf der ganzen Welt verbindet. Im Koalitionsvertrag hat die Regierung unmissverständlich nachhaltige Finanzen zu einer Priorität für die Entwicklung des Finanzplatzes gemacht. Ziel ist es, Luxemburg zu einem Kompetenzzentrum für nachhaltige Finanzierung zu entwickeln und öffentlich-private Partnerschaften im Bereich der nachhaltigen Finanzierung zu fördern und zu unterstützen.

Das zugrundeliegende Prinzip für den luxemburgischen Erfolg ist und war schon immer die Fähigkeit zu Veränderung und konstanter Innovation. Aufbauend auf Luxemburgs finanzieller Infrastruktur, hat der Luxemburger Finanzplatz sich neu orientiert und diversifiziert. Er hat die

grünen, nachhaltigen Finanzen angenommen und ist heute europäischer Marktführer auf diesem Gebiet.

In den vergangenen Jahren hat die Regierung, zusammen mit Partnern aus dem Finanzsektor, mehrere bedeutende Initiativen im Bereich der Finanzierung des Klimaschutzes ins Leben gerufen:

- Die „*LU-EIB Climate Finance Platform*“, eine gemeinsame Initiative mit der Europäischen Investitionsbank (EIB), wurde entwickelt, um Investitionen für Projekte im Bereich des Klimaschutzes durch die Kombination einer „first loss“ Garantie zu mobilisieren. Es ist das erste Mal, dass die EIB in solch ein Projekt mit einem Mitgliedstaat einsteigt. Eine solche Initiative ist entscheidend für die Verringerung der Risiken („*de-risking*“) von Klimainvestitionen und um private Investoren anzuziehen, die sonst zögern würden um zu investieren.
- Der „*International Climate Finance Accelerator*“; eine öffentlich-private Partnerschaft bietet Fondsmanagern finanzielle und operative Unterstützung um neue und innovative Klimafonds zu starten.
- Der „*Forestry and Climate Change Fund*“; ein bahnbrechender Impact-Fonds mit dem Ziel, zu zeigen, dass nachhaltige Forstwirtschaft in Sekundär- und degradierten Tropenwäldern wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Wert generiert.

Dank seines bedeutenden Finanzplatzes, kann Luxemburg eine große Hebelwirkung erzeugen und eine wichtige Rolle, die weit über seine geographische Größe hinausragt, bei der nachhaltigen Finanzierung spielen. Dies bedeutet, dass Luxemburg als Katalysator fungiert, um nachhaltige Investitionen anzutreiben, insbesondere durch die Verbindung von Investoren und nachhaltigen Investitionen.

### ***Der Fahrplan in Richtung nachhaltige Finanzen***

Luxemburg hat bereits eine lange Erfolgsgeschichte in Sachen nachhaltige Finanzierung, von Mikrofinanzen bis hin zu grünen Anleihen. So wurde bereits 2006 „LuxFLAG“, eine dedizierte Agentur für Finanz-Kennzeichnung, gegründet. 2007 wurde die weltweit erste grüne Anleihe (EIB) an der Luxemburger Börse gelistet und 2016 wurde der „Luxembourg Green Exchange (LGX)“ gegründet. Der LGX ist die weltweit erste Plattform, welche sich ausschließlich grünen Wertpapieren widmet. Derzeit wird fast die Hälfte der weltweit gelisteten grünen Anleihen in Luxemburg gelistet.

Gestärkt durch die jüngsten Erfolge auf diesem Gebiet, stellten die zuständigen Minister gemeinsam mit der „United Nations Environment Programme-Finance Initiative“ im Oktober 2018 den Fahrplan für Luxemburgs nachhaltige Finanzierung, die „Luxembourg Sustainable Finance Roadmap (LSFR)“ vor. Dieser wird die führende Rolle des Finanzsektors im Bereich der nachhaltigen Finanzierung weiter festigen. Tatsächlich belegt Luxemburg Platz 4 beim Ranking im Global Green Finance Index.

Ziel des Fahrplans ist es, eine Bestandsaufnahme bestehender Initiativen im Bereich der nachhaltigen Finanzierung in Luxemburg zu erstellen, die Grundlagen für eine nachhaltige Finanzstrategie zu schaffen, um einen Beitrag zur Agenda 2030 und zu den Zielen des Pariser Klimaabkommens zu leisten und die führende Rolle des Finanzplatzes Luxemburg im Bereich der nachhaltigen Finanzierung zu festigen.

Der Fahrplan ist ehrgeizig im Hinblick auf Luxemburgs Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung und zu europäischen und internationalen Klimainitiativen. Er ist wegweisend im Hinblick auf zukünftige Chancen und Herausforderungen.

Die Empfehlungen decken mehrere Facetten des Finanzplatzes ab, wie die Entwicklung von Finanzprodukten für nachhaltige Finanzierung, die Entwicklung von Aus- und Weiterbildungsprogrammen für die Bedürfnisse des Finanzsektors oder die Förderung von Innovation, um die Finanzierung einer nachhaltigen Entwicklung zu erleichtern.

In diesem Zusammenhang wird die Regierung die Schaffung günstiger Rahmenbedingungen unterstützen, um den Marktanteil nachhaltiger Finanzprodukte weiter zu steigern, um so dem luxemburgischen Finanzplatz eine führende Rolle im Bereich der nachhaltigen Finanzen zu geben.

In den kommenden Jahren sollen die Empfehlungen der LSFR durch weitere Analysen ergänzt werden, um einen maßgeschneiderten und umsetzbaren Aktionsplan zu erstellen. Um dies zu erreichen, wird eine öffentlich-private Entität, die „Luxembourg Sustainable Finance Initiative“ (LSFI) ins Leben gerufen, die relevante Akteure auf dem Gebiet der nachhaltigen Finanzierung zusammenbringt und von den zuständigen Ministern geleitet werden soll.

Diese Entität wird das ideale Forum für die Erstellung der nationalen Strategie für die nachhaltige Finanzierung Luxemburgs, basierend auf den Schlüsselementen der LSFR, bieten. Sie soll auch als Diskussionsplattform für die Prüfung der Machbarkeit und der Auswirkungen der Maßnahmen, die sich aus den Empfehlungen der LSFR ergeben, dienen.

## Chancengleichheit und Menschenrechte

Luxemburg setzt sich für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ein, die zur Chancengleichheit, zur Stärkung von Frauen und Mädchen, sowie zur Achtung der Menschenrechte beitragen.

Luxemburg kennt an, dass der Klimawandel geschlechtsspezifische Auswirkungen hat, und dass die Stärkung der Handlung und der Führungsrolle von Frauen und Mädchen dazu beitragen wird, die Wirksamkeit des Kampfes gegen den Klimawandel und das Ambitionsniveau in allen Bereichen zu erhöhen.

Der Nationale Plan für nachhaltige Entwicklung ist das wichtigste Instrument zur Umsetzung der Agenda 2030 in Luxemburg. Gemäß SDG 5: " Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen" hat Luxemburg folgende Ziele als Prioritär bestimmt: 5.1 „Beendigung aller Formen der Diskriminierung von Frauen, 5.2 „Beseitigung aller Formen von Gewalt“ und 5.5 „Gleichstellung der Geschlechter“.

Im Bereich der Klimafinanzierung hat Luxemburg im Mai 2017 seine Strategie zur Bereitstellung von Mitteln für internationale Finanzierungen zur Bekämpfung des Klimawandels vorgestellt. Luxemburgs Strategie basiert auf einer Reihe von Leitprinzipien, darunter, dass die Finanzierung strenge Anforderungen an Umweltintegrität, Sozialleistungen und Geschlechtergleichstellung erfüllen soll.

Auf internationaler Ebene werden auch die menschenrechtsbezogenen Aspekte des Klimawandels, sowie der Schutz von lokalen Gemeinschaften und einheimischen Völkern berücksichtigt. Luxemburg engagiert sich auf verschiedene Weise aktiv für die Förderung und den Schutz der Menschenrechte in Bezug auf den Klimawandel:

- Gründung (Mai 2015) eines interministeriellen Ausschusses für Menschenrechte zur Verbesserung der nationalen Koordinierung sowie der engen Zusammenarbeit mit der Zivilgesellschaft, welche integraler Bestandteil der Arbeit des Ausschusses ist;
- Unterstützung der Plattform lokaler Gemeinschaften und einheimischer Völker (UNFCCC);
- Veranstaltung von Diskussionsrunden und Events, sowie Förderung der Ausarbeitung von Berichten rund um die Menschenrechte im Kontext des Klimawandels in Zusammenarbeit mit dem „Center for International Environmental Law“ (CIEL) und dem Büro des Hohen Kommissars der Vereinten Nationen für Menschenrechte (OHCHR).

Hinzu kommt, dass Luxemburg im Laufe der vergangenen Jahre sämtlichen Deklarationen und Initiativen mit spezifischem Fokus auf Menschenrechte und Geschlechtergleichstellung im Zusammenhang mit dem Klimawandel beigetreten ist:

- „Geneva Pledge for Human Rights in Climate Action“, COP21
- „Declaration on Gender Equality and Climate Change“, COP24
- „For all Coalition“, UNEA4
- „Climate Actions that advance Gender equality and Women Empowerment“, UNCAS 2019

### 3.1.3.iii. Politiken und Maßnahmen im Hinblick auf die emissionsarme Mobilität (einschließlich Elektrifizierung des Verkehrs)

#### Elektromobilität

Wie im Kapitel 3.1.1.i erklärt, spielt die **Elektromobilität** eine besonders wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung des Verkehrssektors in Luxemburg. Durch regulatorische Anpassungen, wie die Förderung von Leerrohren in Neubauten zur nachträglichen Installation einer Ladeinfrastruktur, den geregelten Aufbau eines öffentlichen Ladenetzes, sowie die Einführung einer Finanzhilfe beim Ankauf eines Elektrofahrzeuges, hat die Regierung den Grundstein für die Förderung gelegt.

Zum verstärkten Ausbau der Elektromobilität, und im Hinblick auf das Ziel des entsprechend vorliegenden Szenarios von 49% Elektroautos am Fahrzeugbestand 2030 (siehe Kapitel 2.2), wird Luxemburg eine detaillierte Roadmap ausarbeiten.

Im Rahmen der Förderung der Elektro-Mobilität in Luxemburg ist die grenzüberschreitende Dimension besonders wichtig, um den Umstieg für die über 200.000 Pendler und die in Luxemburg Ansässigen, welche viele Kilometer im Ausland fahren, attraktiv zu gestalten. Die Regierung wird entsprechende Initiativen auf der Ebene des Pentilateralen Forums (DE, FR, B, NL, LU, AU, CH) sowie auf der Ebene der Großregion ergreifen.

Auch die **aktive Mobilität** wird einen wesentlichen Beitrag zu einer emissionsärmeren Mobilität leisten, die genauen Maßnahmen im Rahmen des MoDu 2.0 wurden unter 3.1.1.i. beschrieben.

### ***Green batteries***

Die Regierung setzt sich auf EU-Ebene proaktiv für eine neue Gesetzgebung in Bezug auf „grüne Batterien“ ein. Bereits Anfang 2020 wird die EU-Kommission eine neue EU-Richtlinie auf den Tisch legen, welche für alle Batterien, die in Autos, Bussen oder anderwärtig eingesetzt werden, künftig in Europa eine 100% Recycling Quote für Lithium und andere in Batterien eingesetzte Materialien gesetzlich festlegt. Auch die Normen für die industriellen Prozesse, die für die Herstellung der Batterien notwendig sind, werden an strikte Kriterien gebunden. Zudem arbeitet die EU-Kommission mit Kanada, Japan und Südkorea an einem Abkommen zur Schaffung einer „sustainable mining Initiative“, um sicherzustellen, dass die in der EU eingesetzten Rohstoffe aus Abbaugebieten mit hohen Arbeitsschutzbedingungen kommen.

Das EU-Budget unterstützt zudem den Aufbau einer Europäischen Green Battery Produktion. Mit Geldern aus der EU ist bereits in Nordschweden mit Northvolt eine erste „große grüne Batteriefabrik“ entstanden, wo der Strom aus 100% erneuerbaren Energien kommt und das Sourcing der Mineralien hohen Umweltstandards entspricht.

### Biokraftstoffe

Im Rahmen der Emissionssenkungen der konventionellen Verkehrsteilnehmer soll eine **gesamtheitliche Strategie zur Nutzung von nachhaltigen Biokraftstoffen** erarbeitet werden. Dabei spielt die Beimischung von Biokraftstoffe der 1. Generation zu den fossilen Kraftstoffen aufgrund ihrer weniger positiven CO<sub>2</sub>-Bilanz eine beschränkte Rolle. Die Luxemburger Regierung wird die Nutzung von Biokraftstoffen der 2. Generation durch die Beimischungspflicht und Kooperationen insbesondere mit den Beneluxpartnern fördern. Im Regierungsprogramm wurde festgehalten, die Verwendung von Biokraftstoffen der 1. Generation auf höchstens 5% zu begrenzen um die Verwendung von Biokraftstoffen der 2. Generation, die als nachhaltiger gelten, zu fördern.

### EU-Standards für PKW, Vans und LKW

Neben den nationalen Initiativen und Programmen wird sich auch durch die Revision des bestehenden europäischen Rechtsrahmens der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte 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) ein wesentlicher Beitrag

zu einer emissionsärmeren Mobilität erwartet. Luxemburg wird sich bei dieser Revision dafür einsetzen, dass in der EU ab 2030 zumindest bei PKW und Vans nur noch fossilfreie Antriebe genehmigt werden.

#### **3.1.3.iv. Etwaige geplante nationale Politiken, Zeitpläne und Maßnahmen für die schrittweise Einstellung der Subventionierung von Energie, insbesondere fossiler Brennstoffe**

Studie „Auswirkungen von Subventionen und Steuervergünstigungen auf die nachhaltige Entwicklung“ –  
Umweltschädliche Subventionen in Luxemburg

Im Regierungsprogramm von 2018 ist die Absicht bekundet worden, die zahlreichen direkten und indirekten Subventionen und Steuervergünstigungen im Hinblick auf die nachhaltige Entwicklung zu analysieren und die Prüfergebnisse der laufenden Studie abzuschließen und für eine eventuelle Anpassung zu nutzen.

Luxemburg hat sich selbst in seinen eigenen Planungen (z. B. Nationaler Plan für nachhaltige Entwicklung) Maßstäbe vorgegeben und Ziele gesetzt, die Anlass zu einer Überprüfung der bisherigen Subventionspolitik geben. Nicht nur die Klimaschutzziele, auch andere Umwelt- und Sozialziele setzen einen Einstieg in derartige Reformen der Rahmenbedingungen voraus.

Die Studie nimmt drei bestimmte Sektoren (Verkehr, Energie und Landwirtschaft) besonders in den Blick, in denen ökonomische Aktivitäten eine besondere Rolle spielen, die zu Umweltbelastungen führen können.

### 3.2. Dimension „Energieeffizienz“

Energieeffizienz gilt als oberste Priorität (Umsetzung des in der EU-Gesetzgebung verankerten *energy efficiency first* Prinzips) und ist aufgrund der extrem dynamischen Wirtschaft für Luxemburg von besonderer Bedeutung zur Erreichung der Energie- und Klimaziele. Im Bereich der Neubauten ist Luxemburg bereits führend bei der Umsetzung der Anforderungen an die Energieeffizienz von Wohngebäuden mit einem Energieverbrauch von nahezu null, und hat eine Entkopplung zwischen dem Anstieg der Bevölkerung und den CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht. Ganz nach dem europäischen Grundsatz „Energieeffizienz an erster Stelle“ (*energy efficiency first*), will Luxemburg auch in Zukunft ein besonderes Augenmerk auf die Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudesektor legen. Durch die Steigerung der Sanierungsquote von Gebäuden und die Nutzung aller verfügbaren intelligenten Technologien, kann dieser Sektor viel zu einer klimaneutralen und wettbewerbsfähigen Wirtschaft beitragen. Da 50% des Stromverbrauches bei der Industrie liegen wird auch dies ein Schwerpunkt der Energieeffizienzpolitik sein. Zudem muss auch die Effizienz in der Mobilität (von Verbrennungsmotoren zu den viel effizienteren Elektromotoren) gesteigert werden. Generell soll bei allen Energieeffizienzmaßnahmen ein besonderes Augenmerk auf soziale Auswirkungen gelegt und Maßnahmen getroffen werden, die neuen Regelungen sozial einzubetten.

#### 3.2.i. Energieeffizienzverpflichtungssysteme und alternative politische Maßnahmen gemäß den Artikeln 7a und 7b und Artikel 20 Absatz 6 der Richtlinie 2012/27/EU, die zudem gemäß Anhang II der vorliegenden Verordnung zu entwickeln sind

##### Weiterführung des Energieeffizienzverpflichtungssystems

Um den Artikel 7 der Richtlinie 2012/27/EU für die Periode bis 2020 in nationales Recht umzusetzen, hat Luxemburg im Jahr 2015 ein nationales System der Energieeinsparverpflichtungen eingeführt. Das Instrument soll zur Erreichung des Energieeinsparziels unter Artikels 7, Absatz 1, führen, vorbehaltlich, dass zukünftig noch andere alternativen Maßnahmen eingesetzt werden könnten.

Im August 2019 wurde ein Leitfaden veröffentlicht, der die Anrechnung der Maßnahmen im Bereich des Verkehrs unter dem Programm „Lean and Green“ erleichtern soll. Das neue Programm wird als Ziel 1,2 bis 1,5% der Endenergie haben und alle Sektoren umfassen.

Nach Anlaufschwierigkeiten haben einige verpflichtete Parteien mittlerweile ihre Ressourcen besser aufgestellt, in Strukturen investiert und Konzepte erarbeitet, um die Wirksamkeit des Mechanismus zu verbessern.

Aus diesen Gründen ist die Luxemburger Regierung entschlossen, das Energieeinsparverpflichtungssystem für die Periode 2021 bis 2030 weiter zu führen und zu optimieren, um der Pflicht des Artikel 7 der geänderten Energieeffizienzrichtlinie nachzukommen.

Auch werden sich durch die Schaffung neuer Instrumente im Bereich der Energieeinsparung der Industrie, des Mittelstands und der großen Bürogebäude (De-Risking Finanzinstrument, Transparenzplattform für Audits, Vorbildfunktion der öffentlichen Gebäude) mehr Möglichkeiten für Investitionen in Energieeffizienz für die „parties obligées“ ergeben. Das Endenergie-Einsparziel für die Periode 2021 - 2030 wird auf 1,2 bis 1,5% jährlich Einsparung der Endenergie festgelegt werden und alle Sektoren umfassen. Außerdem wird in der Weiterentwicklung des Verpflichtungssystems eine Neuausrichtung der Strafen bei Verfehlung festgelegt werden, die die Nichteinhaltung der Einsparverpflichtung teurer macht als die Investitionen zur Erfüllung der Ziele. Damit der Rahmen rechtzeitig für den Start der neuen Periode (1.1.2021) in Kraft ist, werden die Details für die Periode 2021-2030 in der vorgezogenen Umsetzung der EED II (Revidierte Energieeffizienzverordnung) oder über die aktuelle Revision des Stromgesetzes erfolgen.

## Industriebereich

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Schaffung eines **Begleitinstruments für Unternehmen** und zukünftige **energieeffizienzfördernde Maßnahmen** und Rahmenbedingungen in der Industrie bis 2030 sind im Kapitel 3.1.1. zu entnehmen.

## Accord volontaire

Der „Accord volontaire“ zwischen dem Industriesektor, vertreten durch die FEDIL, der luxemburgischen Regierung und My Energy G.I.E, welcher bereits seit 1990 besteht, ist eine freiwillige Vereinbarung zur Verbesserung der Energieeffizienz im Industriebereich in Luxemburg. Die aktuelle Vereinbarung gilt zwischen 2017 und Ende 2020 und umfasst 54 Unternehmen des industriellen und tertiären Sektors. Als Gegenleistung für die Erfüllung mehrerer Anforderungen und dem Erreichen eines Verbesserungsziels von 7% eines gemeinschaftlichen Energieeffizienzindikators für die Referenzperiode 2014-2015 und 2020, erhalten die teilnehmenden Unternehmen eine im Rahmen der Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom zulässige Steuervergünstigung auf Strom und Erdgas. Diese freiwillige Vereinbarung soll nach 2020 fortgeführt, vertieft und ausgeweitet werden, um mehr

Unternehmen, v. a. im Bereich der KMU, anzusprechen. Durch eine verbesserte Kommunikation und Kooperation zwischen den teilnehmenden Unternehmen sollen mögliche Synergien im Bereich der Energieeffizienz besser identifiziert und genutzt werden. Eine detaillierte Auswertung des aktuellen „Accord volontaire“ wird dabei als Grundlage dienen. Außerdem soll die Fortführung der freiwilligen Vereinbarung zu ambitionierteren Energieeffizienzverbesserungszielen führen, indem die Unternehmen bei der Umsetzung identifizierter Einsparmaßnahmen ermutigt und adäquat unterstützt werden, und zusätzliche Handlungsmöglichkeiten bei der Finanzierung und Ausführung der Projekte bekommen sollen.

### Energieaudits Transparenzplattform

Wichtige Voraussetzung für die Investition in Energieeffizienz ist das Know-how über detaillierte Einsparmöglichkeiten in einem Industrieprozess oder einem Gebäude. Dies wird durch sogenannte Audits sichergestellt. Da diese Audits heute lediglich bei ganz großen Verbrauchern Pflicht sind, werden sie in einer vereinfachten Version auf mittelgroße Industrieprozesse und Bürogebäude ausgeweitet. Zudem wird nach dem Vorbild Frankreichs eine Transparenz-Plattform für die Resultate der Energieaudits geschaffen. Dies wird den Kontakt zwischen den „parties obligées“ unter der Energieeinsparverordnung und den Industrie-, KMU- beziehungsweise Bürogebäuden verbessern.

### Neues Finanzinstrument für Energieeffizienz bei Industrie und großen Bürogebäuden

Die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass zwischen den in den Audits ersichtlichen Einsparpotentialen und den durch die Industrie und Besitzer der großen Bürogebäude eine große Diskrepanz besteht. Viele mögliche Investitionen, die von den Ingenieuren als sinnvoll ermittelt werden, werden durch die strengen Finanzansprüche der Unternehmen verhindert. Um diese Diskrepanz zu beheben wird überlegt, die Umsetzung der Resultate der Audits über den „Accord volontaire“ verbindlich zu machen, sowie in enger Zusammenarbeit mit der EIB (Europäischen Investitionsbank) ein zusätzliches Finanzinstrument zu schaffen.

### De-Risking

Obwohl die unter 3.1.1.iii. beschriebenen finanziellen Beihilfen dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit von Projekten im Bereich des Klima- und Umweltschutzes zu verbessern, so ermöglichen diese es jedoch nicht, alle Barrieren und Hemmnisse im Hinblick auf die Nutzung von Umwelttechnologien zum schnelleren Erfüllen der nationalen Klima- und Energieziele abzubauen. In diesem Rahmen überprüft die Luxemburger Regierung die Schaffung eines zusätzlichen finanziellen Instruments, welches es auf eine systemische Weise erlaubt, eine Reihe der Hemmnisse bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen auf nationaler

Ebene anzugehen. Es soll ein **Vorfinanzierungs- und Risikomanagementinstrument („De-Risking“)** für Projekte der Energiewende auf der Ebene der Industrie und der KMU entwickelt und gefördert werden. Ziel ist es, Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen durch eine verbesserte Nutzung und eine transparentere Analyse der Daten bestehender Gebäude- und Industrieprojekte zu steigern. Die Vorfinanzierung wird über einen staatlichen Fonds oder eine Bankgarantie laufen, welche einen Teil der Risiken von Investitionen decken soll, und es wird ein „Risiko“-Klimafonds (privat/öffentlich), beziehungsweise ein Teil des Klima- und Energiefonds genutzt, um die bestehenden Risiken zu bewerten und abzumildern. Zudem soll ein Pooling der Rechnungen („*securization of receivables*“) zur Risikoverteilung ermöglicht werden und es soll ein Instrument ins Leben gerufen werden, welches für die Quantifizierung von legalen, finanziellen und ökologischen Aspekten (ggf. als Forschungsprojekt) genutzt werden kann. Im Rahmen von *De-Risking*-Projekten ist es außerdem wichtig, einen Mechanismus zwischen „Risikonehmer“ und „Risikoggeber“ zu schaffen, um einen standardisierten Prozess zu fördern und eine Absicherung zu gewährleisten.

#### Lean & Green Programm

Das „**Lean & Green**“-Programm wird weiter mit den Akteuren aus dem Transport und Logistik-Sektor umgesetzt, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors weiter zu senken. Das Programm wurde von Connekt, einem unabhängigen Netzwerk von niederländischen Unternehmen und Behörden, gegründet, mit dem Ziel, Unternehmen zur Senkung ihres Umweltimpakts zu ermutigen. Jedes Unternehmen, welches anhand eines detaillierten Aktionsplans nachweisen kann, dass es in den nächsten 5 Jahren eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20% erreichen wird, kann das „Lean and Green“-Label beantragen.

Da eine Reihe der Maßnahmen über das Energieeinsparverpflichtungssystem gebucht werden können, wurde 2019 eine stärkere Einbindung dieses „Lean and Green“ Labels in das Energieeinsparverpflichtungssystem vorgenommen.

Im Rahmen der Optimierung des Logistiksektors wird auch die Umstellung der Lieferflotten auf E-Kleinlaster und Cargo-Bikes unterstützt werden.

**3.2.ii. Langfristige Renovierungsstrategie für die Unterstützung der Renovierung des nationalen Bestands an öffentlichen und privaten Wohn- und Nichtwohngebäuden, einschließlich Politiken und Maßnahmen zur Förderung kosteneffizienter umfassender Renovierungen sowie Politiken und Maßnahmen, die auf die Segmente des nationalen Gebäudebestands mit der schlechtesten Leistung gemäß Artikel 2a der Richtlinie 2010/31/EU abzielen**

## Umsetzung der nationalen Renovierungsstrategie

Im Rahmen der Richtlinie 2012/27/EU 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 veröffentlichte die Luxemburger Regierung im November 2016 die Weiterentwicklung der im Rahmen des dritten NEEAP erstellten **nationalen Gebäuderenovierungsstrategie**, welche sich nach vier Leitlinien richtet:

- Priorität auf hocheffiziente Renovierung
- Finanzierbarkeit energetischer Renovierungsmaßnahmen
- Abstimmung der Ziele der Energiepolitik und des Denkmalschutzes
- Berücksichtigung von Aspekten des nachhaltigen Bauens und der Kreislaufwirtschaft

Diese Leitlinien werden konsequent bei der Entwicklung von Projekten, in der Sensibilisierungs- und Informationspolitik sowie bei legalen oder reglementarischen Anpassungen im Bereich der Gebäuderenovierung berücksichtigt.

Neben den Leitlinien wurden rund 35 Maßnahmen zum Abbau von u. a. legalen und finanziellen Hemmnissen identifiziert, welche u. a. im Rahmen der Arbeiten des „Conseil national de la construction durable“ (CNCD) überprüft und umgesetzt wurden. Als vorrangig wurden dabei folgende Maßnahmen identifiziert:

- Beseitigung der Hindernisse auf der Ebene der Gebäudeverwalter
- Einführung einer Verpflichtung zur Bildung von Renovierungsrücklagen bei Eigentümergemeinschaften
- Anpassung der Entscheidungsquoren zur Umsetzung von Renovierungsmaßnahmen (Einführung einer einfachen Mehrheit bei Entscheidungen von Eigentümergemeinschaften)
- Die Gemeinden sollen Vorreiter im Bereich der Gebäuderenovierungen werden (Klimapakt, finanzielle Beihilfen, logistische Beihilfen, Wettbewerbe, ...)
- Prüfung der Anwendung des reduzierten TVA-Satzes von 3% auf Gebäude mit einem Baualter von 10 Jahren (anstelle von 20 Jahren)
- Förderung der energetischen Renovierung im Gebäudebestand durch eine Vereinfachung der administrativen Etappen beim "Klimadarlehen".
- Erdölersatzprogramm im Altbau

Durch das **Vorlegen einer ambitionierten Langfrist-Gebäuderenovierungsstrategie** soll die Renovierungsrate (auf 3% pro Jahr) und auch die Renovierungstiefe („deep renovation“) erhöht werden, mit dem Ziel, dass

bis 2050 alle bestehenden Häuser auf „net zero“ saniert sind. Neben den in der EU-Direktive 2012/27/EU EED beschriebenen Anforderungen an eine Langfristrenovierungs-Gebäuderenovierungsstrategie soll die bestehende Gebäuderenovierungsstrategie um folgende Aspekte erweitert werden:

- Monitoring der bestehenden Renovierungsstrategie
- Schaffung einer interministeriellen Arbeitsgruppe
- Workshops mit Stakeholdern zur Definition einer Vorgehensweise zur Erreichung der Ziele
- aktualisierte Potenzialanalyse bzw. Bewertung der Ausgangssituation
- stärkere soziale Einbettung der Maßnahmen

Die im Rahmen der 2016 erstellten Gebäuderenovierungsstrategie definierten Maßnahmen werden weiterentwickelt, können aber durch neu identifizierte Maßnahmen erweitert werden. Hierzu können, wie in für die bestehende Gebäuderenovierungsstrategie, Workshops oder einer umfassenden Befragung zur Identifizierung neuer Maßnahmen umgesetzt werden. U. a. wurden folgende Maßnahmen bereits identifiziert und sind in der Umsetzung:

- Bessere und schnellere Beratung durch unabhängige Energieberater und durch eine neue digitale „App“, die auch den Handwerkern zur Verfügung gestellt wird
- Gezielte Beratung, finanzielle Maßnahmen und eine Reform des „Syndic“-Gesetzes für größere Mehrfamilienhäuser
- Systematische Stadtviertel- oder ganze Straßenzugsanierung
- Zusätzlich wird eine Verdichtung im Bestand, nach dem Vorbild der Stadt Wien, in Pilotprojekten erforscht

### Renovierung der Funktionalgebäude

Zur Förderung der Gebäuderenovierung im Bereich der Nichtwohngebäude wird geplant, die **obligatorischen Energieaudits** für große Energieverbraucher im Gewerbebereich auf den Bereich der KMU, unter Berücksichtigung der Spezifitäten und eventueller Vereinfachungen für KMU, zu erweitern. So sollen auch die KMU dazu verpflichtet werden, ihre Energieverbräuche regelmäßig überprüfen zu lassen um u. a. das Renovierungspotenzial ihrer Baulichkeiten besser einschätzen zu können.

Zur Erhöhung des energetischen Zustands und der Renovierungsrate von Nichtwohngebäuden wird zudem überlegt, eine **Renovierungspflicht**, in Anlehnung an das niederländische Model, einzuführen.

Im November 2018 wurde in den Niederlanden eine Maßnahme eingeführt, welche den Energiestandard von Bürogebäuden ab 2023 auf die Energieklasse C festlegt. Eigentümer bestehender Liegenschaften sind

somit dazu verpflichtet, ihre Gebäude bis 2023 auf den Energiestandard C zu renovieren, oder zu belegen, dass die hierzu notwendigen Maßnahmen eingeleitet wurden.

#### Einführung eines Energiepass "plus" im Gebäudebestand (Wohnungsbau und Funktionalgebäude)

Zur Verbesserung und Generalisierung der Informationsgrundlage im Gebäudebestand wird geplant, ein **Energiepass „plus“** speziell für bestehende Wohngebäude einzuführen, welcher eine bessere Abbildung des tatsächlichen Renovierungspotentials ermöglichen soll. Dieser Energiepass soll dem Eigentümer eine transparente, individualisierte ex-ante Einschätzung des Renovierungspotentials und der damit verbundenen Einsparungen bieten.

Auch für Funktionalgebäude wird geplant, einen solchen Energiepass „plus“ für Bestandsgebäude einzuführen.

#### Nachverdichtung

Auf der Ebene der Stadtviertel soll durch eine Vereinfachung der kommunalen Rahmenbedingungen sowie der Förderung von Einliegerwohnungen die **Verdichtung im Bestand** unterstützt werden. Ansatzweise sind entsprechende Anpassungen bereits im Rahmen der Überarbeitung der bestehenden Bebauungspläne erfolgt. Sie sollen aber, insbesondere für die Kommunen, welche diese Überarbeitung noch umsetzen müssen, weiter vorangetrieben werden. Vor allem durch die Überarbeitung der spezifischen Bebauungspläne für bestehende Stadtviertel kann eine wichtige Steuerwirkung bei der Verdichtung aufzeigen. Zur Sensibilisierung der Bürger im Rahmen der partizipativen Prozesse ist zudem geplant, Musterpläne und -reglements zur Verfügung zu stellen, um die betroffenen Bürger besser über die Möglichkeiten der Nachverdichtung zu informieren.

Zudem wird geplant, den Kataster zu flexibilisieren bzw. generell zu überarbeiten, so dass eine schärfere Aufteilung der Eigentümerverhältnisse innerhalb der Gebäude, insbesondere bei Mehrfamilien und Reihenhäusern, ermöglicht wird. Die öffentlich-rechtlichen Sozialwohnungsträger SNHBM und Fonds du Logement werden erste Pilotprojekte in diesem Bereich starten.

#### Finanzierungsmaßnahmen – Klimabonus Programme

Die wesentlichen Förderprogramme wurden bereits unter 3.1.1.i aufgelistet. Im Bereich der Gebäuderenovierung sind folgenden Förderprogramme relevant:

- Das Förderprogramm PRIME House bietet Investitionsbeihilfen zur energetischen und nachhaltigen Renovierung von Wohngebäuden. Das Förderprogramm wurde seit 2001 mehrmals verlängert bzw. überarbeitet. Das aktuelle Programm läuft bis Ende 2020
- Zusätzlich wird die energetische und nachhaltige Renovierung von Wohngebäuden über zinsreduzierte bzw. – zur Unterstützung einkommensschwacher Haushalte – zinslose Darlehen unterstützt, wobei die technischen Anforderungen mit den PRIME House Kriterien übereinstimmen. Eine Überarbeitung und eine Vereinfachung der Bedingungen und Antragsprozedur sind geplant, damit in Zukunft mehr Hausbesitzer in den Genuss eines Klimadarlehens kommen

#### Vergünstigter Mehrwertsteuersatz von 3%

Die Bedingungen zum Erhalt des vergünstigten **Mehrwertsteuersatzes von 3%** für Renovierungsmaßnahmen werden angepasst und mit den Anforderungen des PRIME House-Programms harmonisiert. So soll geprüft werden, ob Eigentümer von Gebäuden mit einem Baualter von 10 Jahren, anstelle wie bislang 20 Jahre, in den Genuss des reduzierten Mehrwertsteuersatzes kommen können.

#### 3.2.iii. Beschreibung der Politiken und Maßnahmen zur Förderung von Energiedienstleistungen im öffentlichen Sektor und Maßnahmen zur Beseitigung von rechtlichen und sonstigen Hindernissen, die die Nutzung von Energieleistungsverträgen und anderen Energieeffizienz-Dienstleistungsmodellen erschweren

Die betroffenen Ministerien und Verwaltungen sind derzeit im Gespräch um zu sehen, wie diese Hindernisse abgebaut werden können.

#### 3.2.iv. Sonstige geplante Politiken, Maßnahmen und Programme zur Verwirklichung der indikativen nationalen Energieeffizienzbeiträge für 2030 sowie anderer in Ziffer 2.2. genannter Ziele (z. B. Maßnahmen zur Förderung des Vorbildcharakters der Gebäude öffentlicher Einrichtungen und zur Förderung der energieeffizienten Vergabe öffentlicher Aufträge, Maßnahmen zur Förderung von Energieaudits und Energiemanagementsystemen, Maßnahmen zur Schulung der Verbraucher sowie Informations- und Ausbildungsmaßnahmen, sonstige Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz)

## Neubau

Neben der umfassenden energetischen Sanierung von Gebäuden zur Energieeffizienzsteigerung müssen auch Maßnahmen im Neubaubereich umgesetzt werden. Folgende Maßnahmen sollen im Rahmen einer Verbesserung der Energieeffizienz im Neubau entwickelt oder ausgebaut werden:

### ***Erhöhung des Baustandards von Nicht-Wohngebäuden***

Nachdem der Energiestandard „Nearly zero energy building (nZEB)“ für neue Wohngebäude 2017 eingeführt wurde, soll ab 2020/2021 dieser Standard auch für Nichtwohngebäude gelten. Bis 2030 soll dieser Standard weiterhin erhöht werden und die „near zero“-Norm soll neu definiert werden, indem die Energieeffizienzanforderungen für neue Nichtwohngebäude verbessert werden.

### ***Einführung einer A+ Energieklasse für Wohngebäude***

Wie im oben genannten Abschnitt erwähnt gilt der „nZEB“-Baustandard für neue Wohngebäude seit 2017. Dieser soll kurzfristig erweitert werden (A+ Energieklasse) und so eine 100%ige Abdeckung durch erneuerbare Energien gewährleisten.

### ***Nachhaltigkeit und Gesundheit im Bau***

Bei neuen Wohn- und Nichtwohngebäuden werden ebenfalls Aspekte wie Gesundheit und Wohlbefinden, neben einer stärkeren Verankerung der Nachhaltigkeit, integriert werden. Dies wird über eine Integration von Elementen in den nationalen Energiepass, die Nachhaltigkeitszertifizierung „LENOZ“ oder durch die Erstellung eines neuen Labels umgesetzt werden. Giftige und schädliche Baumaterialien sollen verboten werden und es soll eine Positivliste mit Baumaterialien erstellt werden, welche natürliche und ökologische Baustoffe enthält.

### ***Kreislaufwirtschaft***

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft wird stärker im Bausektor gefördert werden um die Qualität der zukünftigen Bauten zu verbessern. Dies soll im Rahmen von „progressiven Anforderungen“

über Förderprogramme laufen. Konkrete Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Kreislaufwirtschaft im Baubereich sind dem Kapitel 3.1.1.i. zu entnehmen.

### ***Nachhaltige Stadtviertel – éco-quartiers made in Luxembourg***

Luxemburg wird sicherstellen, dass zukünftig gebaute Stadtviertel eine Verbesserung der urbanistischen Qualität und der Lebensqualität ermöglichen und CO<sub>2</sub>-frei sind. Hierfür wird derzeit unter der Leitung des Ministers für Raumentwicklung eine Definition von nachhaltigen Stadtvierteln, mit einheitlichen Kriterien und einer klaren Methodologie, und neuen Förderungen ausgearbeitet werden. Zusätzlich sollen verstärkte und harmonisierte Baukontrollen durch die Gemeinden durchgeführt werden um die Einhaltung der Bau- und Energiestandards zu garantieren.

### Grüne Datenzentren

Im Rahmen einer stetig voranschreitenden Digitalisierung sind Datenzentren unverzichtbar. Diese müssen aber zukünftig weitaus **energieeffizienter** gebaut werden und die Betreiber müssen fortan größere Anstrengungen leisten um effizienter zu funktionieren. Hier ist es wichtig, die besten technischen Lösungen, wie zum Beispiel das *immersion cooling*, anzuwenden, und die Abwärme der Datenzentren für die Beheizung oder Kühlung von Gebäuden oder ganzer Stadtviertel zu nutzen. Die Senkung des Energieverbrauchs und die Bevorzugung erneuerbarer Energien sollen auch auf der Ebene informatischer Infrastrukturen, wie Datenzentren, stattfinden, weshalb sich die Luxemburger Regierung für entsprechende Rahmenbedingungen für grüne Datenzentren, auch auf EU-Ebene, einsetzt.

### Vorreiterrolle des Staates

Wie unter 3.1.1 bereits erwähnt gibt sich der luxemburgische Staat eine Strategie für „Nachhaltige und energieeffiziente öffentliche Gebäude“ im Neubau und im Bestand zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien in staatlichen und staatsnahen Gebäuden.

Im „Vierten Nationalen Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg (2017)“, der im Rahmen der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz erstellt wurde, hat Luxemburg Energieeffizienzmaßnahmen in öffentlichen Einrichtungen identifiziert welche für das Jahr 2030 teilweise übernommen und weiterentwickelt werden. So hat sich die Regierung vorgenommen ihre Vorreiterrolle als Staat und die Anstrengungen der letzten Jahre zu intensivieren und ein ambitioniertes Renovierungsprogramm umzusetzen. Zur Berechnung der Renovierungen erstellte Luxemburg ein Inventar der betroffenen öffentlichen Gebäude. Nach Artikel 5, Absatz 7 der EED sollten

ebenfalls öffentliche Einrichtungen, die nicht Teil der Zentralregierung sind (z. B. Schulen), ermutigt werden, ihrer Vorbildfunktion bei der Energieeffizienz von Gebäuden gerecht zu werden. So arbeiten zum Beispiel die öffentlich-rechtliche Sozialwohnungsträger, die *Société Nationale des Habitations à Bon Marché (SNHBM)* und der *Fonds du Logement*, daran die Mietwohngebäudeparks schrittweise zu renovieren und energetisch zu verbessern.

Auch der hauptstädtische Flughafen soll in diesem Rahmen zum **Findel Green Airport** umgewandelt werden. Hierbei geht es insbesondere um die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen und den Einsatz von Erneuerbarer Energie, um vor allem das bestehende Terminal zu einem Energieplusgebäude umzubauen. Ein zusätzlicher Punkt welcher die Vorreiterrolle des Staates anbelangt ist ein Austausch bis 2025 der Lampen in öffentlichen Gebäuden und der Straßenbeleuchtung durch **LEDs** zur Effizienzsteigerung, sowie der Beitrag im Kampf gegen die Lichtverschmutzung. Zudem soll durch die Einführung eines staatlichen **Top Runner Programms** der Einkauf sparsamer Geräte bei Staat und Gemeinden gefördert werden.

#### Unternehmen

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Finanzierungsmaßnahmen im Neubau sind im Kapitel 3.1.1. zu entnehmen.

#### Pacte Logement 2.0

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf den „Pacte logement 2.0“ sind im Kapitel 3.1.1. zu entnehmen.

### 3.2.v. Beschreibung von Maßnahmen zur Ausnutzung von Energieeffizienzpotentialen bei Gas- und Strominfrastrukturen

Die Strom- und Erdgasnetzbetreiber verfolgen kontinuierlich Programme mit der Maßgabe, die Versorgungssicherheit auch zukünftig zu garantieren. Diese Programme beinhalten Maßnahmen von Umbau, Ausbau, Unterhalt sowie Ersatzinvestitionen der jeweiligen Infrastrukturen. Diese Maßnahmen tragen neben der Sicherstellung der Versorgungssicherheit auch dazu bei, dass die Netze stetig dem neuesten Stand der Technik entsprechen und somit auch ihren Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz leisten.

Andere spezifische Maßnahmen zur Ausnutzung von Energieeffizienzpotentialen bei Gas- und Strominfrastrukturen sind bisweilen nicht vorgesehen.

### 3.2.vi. Etwaige regionale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet

Spezifische Maßnahmen zur regionalen Zusammenarbeit zur Ausnutzung von Energieeffizienzpotentialen bei Gas- und Strominfrastrukturen sind bisweilen nicht vorgesehen.

### 3.2.vii. Finanzierungsmaßnahmen – einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln – auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene

Strategien und Maßnahmen im Hinblick auf die Finanzierungsmaßnahmen im Energieeffizienzbereich sind im Kapitel 3.1.1. zu entnehmen.

## 3.3. Dimension „Sicherheit der Energieversorgung“

### 3.3.i. Politiken und Maßnahmen im Zusammenhang mit den in Ziffer 2.3. vorgesehenen Elementen

Zur Analyse und Sicherstellung der Versorgungssicherheit im **Strom- und Gasbereich** erstellt die Luxemburger Regierung in zweijährlichem Turnus entsprechende Berichte. Diese betrachten nicht nur die Bilanz aus Angebot und Nachfrage, sondern untersuchen auch, inwieweit die Netzbetreiber in Luxemburg ausreichende Investitionen zum Erhalt und Ausbau ihrer Netze tätigen. Die rezentesten Berichte stammen aus dem Jahr 2018 und zeigen deutlich, dass sich die nationalen Strom- und Gasinfrastrukturen in einem guten Zustand befinden und weitestgehend dem letzten Stand der Technik entsprechen. Die bestehende Gasinfrastruktur ist für die aktuelle und absehbare Versorgungsaufgabe ausreichend dimensioniert, und entsprechend sind, außer einer eventuellen Verdichtung in den angeschlossenen Gemeinden, keine weiteren Maßnahmen zur Erweiterung geplant. Im Strombereich hingegen sind verschiedene Investitionsmaßnahmen vorgesehen (siehe dazu Kapitel 3.4.1). Vor dem Hintergrund der Versorgungssicherheit in der Großregion Luxemburg, kommt dem Pumpspeicherkraftwerk Vianden eine wichtige Bedeutung zu.

Gemäß Artikel 7 der EU-Verordnung 2017/1938 vom 25. Oktober 2017 über Maßnahmen zur Gewährleistung der sicheren Gasversorgung nimmt Luxemburg aktuell zudem Risikobewertungen zur Sicherheit der Gasversorgung vor. Aktuelle Analysen weisen darauf hin, dass die Versorgungssicherheit Luxemburgs zwar in hohem 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.

Einen nützlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit wird auch der flächendeckende Einbau von **intelligenten Zählern (Smart Meter)** liefern. Die Schaltrelais der neuen intelligenten Stromzähler ermöglichen es den Netzbetreibern Lasten zu Zwecken der Systemsicherheit gezielt abzuschalten. Das nationale Recht sieht dabei ein Smart Meter Rollout von 95% im Strombereich sowie 90% bis Ende 2020 im Gasbereich vor. Regelmäßige Bestandsaufnahmen deuten auf eine Umsetzung innerhalb des Zeitplans hin, was auch durch aktuelle Aussagen der Verteilnetzbetreiber gestützt wird. Aktuell wird diskutiert, inwiefern diese technischen Möglichkeiten durch einen erweiterten regulatorischen Rahmen flankiert werden sollten. Zudem wird an Konzepten gearbeitet, diese technischen Möglichkeiten mit Hilfe einer Energiedatenplattform noch besser nutzbar zu machen.

Neben den oben genannten Aspekten ist zudem anzumerken, dass durch die **Umsetzung des „Clean Energy Packages“** im revidierten Gesetz vom 1. August 2007 über die Organisation des Strommarktes der grenzüberschreitende Wettbewerb zwischen Versorgern noch weiter verstärkt werden wird, was sich wiederum positiv auf die Versorgungssicherheit auswirkt.

Hinsichtlich des **Erdölsektors** werden die in Kapitel 3.1.3 angesprochen Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz und Reduzierung der CO<sub>2</sub> Emissionen zu einer Reduzierung des Verbrauchs fossiler Brennstoffe und somit zu einer Verbesserung der Versorgungssicherheit beitragen. Trotz der vielen getroffenen und geplanten Initiativen, die die Mobilität zukünftig nachhaltig und CO<sub>2</sub>-frei gestalten sollen, muss parallel auch noch Sorge getragen werden, die heutige und zukünftige Versorgung von noch notwendigen fossilen Brennstoffen sicher zu gestalten, sei es über den Weg der Diversifizierung der Herkunftsquellen, der Versorgungswege oder über die Vorhaltung ausreichender Vorräte von Mineralölprodukten zur Überwindung möglicher Versorgungsengpässe

Da Luxemburg keine Raffinerien auf nationalem Territorium beherbergt, und aus diesem Grund 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 stammt, 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 rund ein Fünftel über die Bahn abgewickelt werden. Der restliche Anteil der Importe erfolgt per Binnenschifffahrt über die Mosel. Wegen begrenzter Einflussmöglichkeiten auf die Transportwege ist es für Luxemburg notwendig ausreichend 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 verpflichtend entweder auf regionalem Territorium außerhalb Luxemburgs (37 Tage) 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, verfolgt Luxemburg einen mehrdimensionalen Strategieplan. Primär wird dabei auf Verkehrsvermeidung und den öffentlichen Transport gesetzt. Zusätzlich fördert Luxemburg die Einführung von Elektromobilität und alternativen Kraftstoffen, die jeweils auf erneuerbaren Energien fußen müssen.

### 3.3.ii. Regionale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet

Im Strombereich stellt aus luxemburgischer Perspektive die regionale Zusammenarbeit innerhalb der **Arbeitsgruppe „Versorgungssicherheit“ des Pentalateral Energy Forums (PLEF)** den wichtigsten Mechanismus zur frühzeitigen Erkennung von Versorgungssicherheitsproblemen dar. Die Luxemburger Regierung, in Zusammenarbeit mit dem luxemburgischen 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, das auf einer probabilistischen Herangehensweise beruht, sind für Luxemburg aktuell keine kritischen Versorgungssicherheitsrisiken erkennbar. Eine Weiterentwicklung der Methodik, Analysen und Berichte ist geplant bzw. bereits im Gange.

Außerdem werden in dieser gleichen Arbeitsgruppe **gemeinsame Übungen** durchgeführt um die Notfallprozeduren und Kooperationen in einem regionalen Krisenfall zu verbessern. In diesem Rahmen ist auch die aktive Beteiligung und Kooperation mit dem **Regional Security Center TSCNet** zu nennen, um unter anderem auch versorgungssicherheitsrelevante Aktivitäten („Coordinated Security Analysis“, „Outage Planning Coordination“, „Short and Medium Term Adequacy forecasts“ und „Consistency check of TSOs' system defence and restoration plans“) regional vorzubereiten und abzustimmen. Wie in der Verordnung (EU) 2019/943 über den Elektrizitätsbinnenmarkt, Artikel 37 vorgesehen, wird die regionale Kooperation im Bereich der Versorgungssicherheit im Rahmen der „Regional Cooperation Centers“ weiter vertieft werden. In diesem Zug sind auch alle Aktivitäten zu nennen, die im Rahmen der **Verordnung (EU) 2019/941 über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor** definiert sind und entsprechend umgesetzt werden, d. h. insbesondere:

- Beobachtung der Stromversorgungssicherheit in der Union über die Koordinierungsgruppe „Strom“
- Definition einer Stromversorgungskrise und Entwicklung einer gemeinsamen Methodik zur Risikoermittlung
- Regionaler Ansatz für die Bestimmung von Risikoszenarien sowie für die Entwicklung von Präventions-, Vorsorge- und Eindämmungsmaßnahmen
- Erstellung und regelmäßige Aktualisierung von Risikovorsorgeplänen inklusive nationaler, regionaler und, falls zutreffend, bilateraler Maßnahmen
- Vereinbarung von abgestimmten Maßnahmen und technischen, rechtlichen und finanziellen Regelungen

- Erfüllung der Transparenzanforderungen

Auf europäischer Ebene ist der luxemburgische Übertragungsnetzbetreiber Creos Mitglied bei ENTSO-E und wirkt in diesem Rahmen aktiv am jährlich erscheinenden **Mid-Term Adequacy Forecast** mit. Dieser wird zusätzlich zu den oben genannten Berichten zur Bewertung und Sicherstellung der Versorgungssicherheit im Strombereich herangezogen.

Im Gasbereich findet die regionale Zusammenarbeit im **Gasforum des Pentalateralen Energieforums** statt. Dieses Forum vereint die Benelux-Staaten mit Deutschland und Frankreich. Im Gasforum werden nationale und regionale Risikobewertungen untereinander konsultiert sowie die Kohärenz zwischen den nationalen Präventions- und Notfallplänen sichergestellt, die gemäß der Verordnung (EU) 2017/1938 vom 25. Oktober 2017 über Maßnahmen zur Gewährleistung der sicheren Gasversorgung aufgestellt wurden.

Im Gasforum wird eine gemeinsame Herangehensweise aufgestellt, die die Versorgungssicherheit im Notfall gewährleistet, sowie das Risiko nachteiliger Auswirkungen verringert, die rein nationale Maßnahmen haben könnten.

Im Gasbereich sind die Mitgliedsstaaten darüber hinaus angehalten, **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 den benachbarten Ländern geführt um die entsprechenden Schritte und Vereinbarungen in die Wege zu leiten.

Im Erdölbereich koordinieren sich die Mitgliedstaaten zu Versorgungs- und Bevorratungsfragen im „Oil Coordination Group“, dem Luxemburg folglich auch zugehört.

### 3.3.iii. Wenn anwendbar, etwaige Finanzierungsmaßnahmen auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene, einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln

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

Da im Erdölbereich die Importeure von Mineralölprodukten die nationale gesetzliche Verpflichtung der Pflichtlagerhaltung haben, obliegt ihnen auch die Finanzierung dieser Verpflichtungen nach marktüblichen Bedingungen.

### 3.4. Dimension „Energiebinnenmarkt“

Ein wesentlicher Baustein zur generellen Stärkung des Europäischen Binnenmarktes wird die zügige Umsetzung des gesamten „Clean Energy Packages“ sein. Im Folgenden wird auf einzelne jeweils relevante Elemente eingegangen, jedoch wird auf eine vollumfängliche Rekapitulation verzichtet.

#### 3.4.1. Strominfrastruktur

##### 3.4.1.i. Politiken und Maßnahmen zur Verwirklichung des in Artikel 4 Buchstabe d vorgesehenen Grads der Verbundfähigkeit

Aufgrund der hohen Importabhängigkeit verfügt Luxemburg 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 Europäischen Ratsbeschlusses liegt, allerdings auch für Luxemburg unerlässlich ist und nur bedingt mit Verbundgraden anderer EU-Staaten vergleichbar ist. Während die Zielgröße für Mitgliedsstaaten kürzlich von 10 auf 15% erhöht wurde, übertrifft Luxemburg diese mit einem Last-Verbundgrad von 270% schon heute um ein Vielfaches (siehe dazu auch 4.5.1). Der Verbundgrad wird sich entsprechend der geplanten Netzausbauprojekte bis 2030 weiter erhöhen. Unter anderem wird die Verstärkung und Aufrüstung der Hoch- und Mittelspannungsebenen vom Übertragungsnetzbetreiber Creos aktiv vorangetrieben um den Wechsel von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energien zu ermöglichen und zu unterstützen. Insbesondere soll die stetig steigende Stromproduktion (v.a. Windenergie und Photovoltaik) im Norden des Landes und der hohe Verbrauch im Zentrum und Süden des Landes ermöglicht werden. Aufgrund der Importabhängigkeit ist zudem ein weiterer Ausbau der bestehenden Interkonnektoren vorgesehen um die Versorgungssicherheit Luxemburgs auch weiterhin zu gewährleisten. So ist zum Beispiel die Aufrüstung/Verstärkung der bestehenden 220kV-Trasse in Richtung Deutschland bereits Bestandteil der Netzentwicklungspläne sowohl Luxemburgs als auch Deutschlands.

Die Realisierung der geplanten Netzausbauprojekte auf bestehenden Korridoren erfolgt entlang der dafür bestehenden Prozeduren und soll für die Bevölkerung die Situation insgesamt verbessern. Um die notwendige Akzeptanz der Öffentlichkeit sicherzustellen wird diese mittels breit angelegter Konsultationsverfahren involviert.

##### 3.4.1.ii. Regionale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet

Für die Umsetzung grenzüberschreitender Strominfrastrukturprojekte wird eng mit den Nachbarländern zusammengearbeitet. Zusätzlich zur jeweiligen bilateralen Kooperation erfolgt die Abstimmung auch auf regionaler (insbesondere im Rahmen des Pentalateralen Forums) und europäischer (innerhalb der jeweiligen Arbeitsgruppen der ENTSO-E, insbesondere der *Ten Year Network Development Plan*) Ebene.

Wie bereits in Kapitel 1.4 genauer beschrieben hat das Pentalaterale Energieforum den gemeinsamen Plan, den Energiebinnenmarkt durch koordinierte Aktivitäten in folgenden Bereichen weiterzuentwickeln:

- Marktintegration
  - Strommarktkopplung
  - Umsetzung des Clean Energy Packages
  - Redispatch
- Flexibilität
  - Nachfragesteuerung
  - Sektorenkopplung und Power-To-X
  - Rolle von Wasserstoff
  - Rolle von Speichertechnologien
  - Elektromobilität

#### **3.4.1.iii. Wenn anwendbar, Etwaige Finanzierungsmaßnahmen auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene, einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln**

Die Strominfrastruktur wird durch entsprechende Netzentgelte finanziert, die durch die Regulierungsbehörde (*Institut Luxembourgeois de Regulation, ILR*) festgelegt und überwacht werden. Auf Europäischer Ebene stehen gesonderte Mittel zur Verfügung, die im Rahmen der *Projects of Common Interest* ausgeschüttet werden können. Derzeit ist für Luxemburg jedoch kein Projekt in Planung, das von dieser Finanzierungsmaßnahme abhängt.

Das Pentalaterale Energieforum wird sich über mögliche regionale Ansätze zur Steigerung der Energieeffizienz und des Ausbaus erneuerbarer Energien austauschen. Es könnte beispielsweise gemeinsam mit Finanzinstituten, wie der Europäischen Investitionsbank, nach gemeinsamen Ansätzen gesucht werden, um Finanzierungsrisiken zu verringern.

### 3.4.2. Energieübertragungsinfrastruktur

#### 3.4.2.i. Politiken und Maßnahmen im Zusammenhang mit den in Ziffer 2.4.2. vorgesehenen Elementen, darunter etwaige spezifische Maßnahmen, die die Durchführung von Vorhaben von gemeinsamem Interesse und anderer zentraler Infrastrukturprojekte ermöglichen sollen

Durch die Stilllegung des GuD-Kraftwerks TwinErg ist die Spitzennachfrage nach Gas deutlich zurückgegangen. Somit kann auch bei einem weiteren Ausbau von Biogasanlagen (siehe Kapitel 4.4.2) damit gerechnet werden, dass die aktuelle und absehbare Versorgungsaufgabe durch die bestehende Gasinfrastruktur ausreichend geleistet werden kann. 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.

#### 3.4.2.ii. Regionale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet

Obwohl keine weiteren Ausbaumaßnahmen vorgesehen sind, wird eng mit den Nachbarländern zusammengearbeitet um eine optimale Nutzung der bestehenden Gasinfrastruktur - insbesondere auch in Krisenfällen - zu erreichen. Diese Abstimmung erfolgt sowohl bilateral, regional (v.a. in der Gasplattform innerhalb des Pentalateral Energy Forums) als auch europäisch (ENTSO-G).

#### 3.4.2.iii. Wenn anwendbar, Etwaige Finanzierungsmaßnahmen auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene, einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln

Die Gasinfrastruktur wird durch entsprechende Netzentgelte finanziert, die durch die Regulierungsbehörde (*Institut Luxembourgeois de Regulation*, ILR) festgelegt und überwacht werden. Es ist derzeit nicht geplant, europäische Mittel in Anspruch zu nehmen.

### 3.4.3. Marktintegration

Ein wesentlicher Baustein zur generellen Stärkung der Marktintegration wird die zügige Umsetzung des gesamten „Clean Energy Packages“ sein. Im Folgenden wird auf einzelne jeweils relevante Elemente eingegangen, jedoch wird auf eine vollumfängliche Rekapitulation verzichtet.

#### 3.4.3.i. Politiken und Maßnahmen im Zusammenhang mit den in Ziffer 2.4.3. vorgesehenen Elementen

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. Eine Kommerzialisierung dieses Interkonnektors ist kurzfristig nicht vorgesehen. Die Thematik wird jedoch im Zuge der Weiterentwicklung der Engpassbewirtschaftung genau beobachtet werden (v. a. im Rahmen der Capacity Calculation Region „Core“, siehe weiter unten).

Innerhalb des Pentalateralen Energieforums wird in der Arbeitsgruppe „Marktintegration“ die enge Integration der Strommärkte in der Region weiterentwickelt. Dieses Forum ist in dieser Hinsicht ein europäischer Vorreiter der das Potenzial der Übertragungskapazitäten in vollem Umfang ausschöpft, indem die Kapazitätsvergabemethoden mit einem lastflussgestützten Ansatz berechnet werden. Hierdurch wird die Marktliquidität zusätzlich verbessert und ein effizientes Engpassmanagement sowie ein insgesamt effizienter Markt auf regionaler Basis sichergestellt. Des Weiteren werden aktuell Möglichkeiten für die grenzüberschreitende Teilnahme an den Kapazitätsmärkten in Frankreich und Belgien diskutiert.

Als Teil des gemeinsamen Marktgebietes mit Deutschland unterstützt Luxemburg aktiv das Zusammenwachsen der Strommärkte. Für den Day-Ahead-Markt hat insbesondere die Weiterentwicklung der Kapazitätsberechnung und des Engpassmanagements im Rahmen der Core Region eine hohe Priorität. Hinsichtlich des Intraday-Marktes ist sowohl die aktive Beteiligung an der integrierten XBID Plattform zu nennen, als auch die Harmonisierung der Konditionen für Luxemburgische Netznutzer mit den deutschen Rahmenbedingungen (insbesondere Gate Closure Times). Ähnliches gilt für Regelreservemärkte, für die der Übertragungsnetzbetreiber Creos momentan in einer Studie untersucht, wie Luxemburgischen Netzkunden der Zugang zum deutschen und europäischen Regelenergiemarkt geöffnet werden kann. Dabei besteht eine besondere Herausforderung darin, dass das Übertragungsnetz der Creos zwar eine eigene „Scheduling Area“ darstellt, die Last-Frequenz-Steuerung hingegen durch die deutsche Amprion für die gemeinsame „Load-frequency control“ (LFC) Area übernommen wird. Gleichzeitig bietet der Zugang für

Luxemburgische Netzkunden zum deutschen und europäischen Regenergiemarkt das Potential, die dezentrale Stromproduktion in Luxemburg zu dynamisieren und sowohl Haushalts- und Gewerbekunden wie auch der Industrie neue Vermarktungschancen im Bereich Demand-Side-Management zu öffnen. Konsequenterweise beteiligt sich Luxemburg daher auch aktiv an den entsprechenden europäischen Plattformen für Regelreserve (MARI, PICASSO). In diesem Zusammenhang ist auch das Pumpspeicherkraftwerk in Vianden zu erwähnen, welches direkt an das deutsche Übertragungsnetz angeschlossen ist und einen signifikanten Beitrag zur Systemstabilität und Versorgungssicherheit in der Großregion liefert (siehe Kapitel 4.4.1.).

Aufgrund der speziellen Konstellation zwischen den Übertragungsnetzbetreibern Creos und Amprion wird derzeit untersucht, inwiefern 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 gemäß der Verordnung (EU) 2019/941 über die Risikovorsorge im Elektrizitätssektor.

### 3.4.3.ii. Maßnahmen zur Verbesserung der Flexibilität des Energiesystems im Hinblick auf die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen, etwa intelligente Netze, Aggregation, Laststeuerung, Speicherung, dezentrale Erzeugung, Mechanismen für die Einsatzplanung, Redispatch und Einspeisebeschränkung von Erzeugungsanlagen sowie Preissignale in Echtzeit, einschließlich der Einführung von Intraday-Marktkopplung und Mehrländer-Ausgleichsmärkten

Zur Ermöglichung einer aktiven Marktteilnahme von Stromverbrauchern hat Luxemburg die Netzbetreiber gesetzlich verpflichtet, bis Ende 2020 mindestens 95% aller Stromzähler auf intelligente Zähler (*Smart Meter*) umzustellen. Damit sind insbesondere die technischen Voraussetzungen für die Einführung zeitvariabler Tarife gegeben.

Zudem bieten die Smart Meter eine technische Grundlage zur Verbesserung der Transparenz, Servicequalität und Effizienz, sowie Möglichkeiten für innovative Energiedienstleistungen. Zu nennen sind beispielsweise der transparente Zugang zu eigenen Verbrauchsdaten, verbesserte Marktkommunikationsprozesse, Aktivierung von Flexibilitäten auf Verbraucherseite, oder ein effizienterer Netzbetrieb. Um diese Möglichkeiten in vollem Umfang zu nutzen ist jedoch ein weiterer Ausbau der Dateninfrastruktur notwendig. Ein aktueller Gesetzesvorschlag sieht daher vor, eine Energiedatenplattform zu entwickeln um insbesondere den Zugang zu relevanten Stromverbrauchsdaten für autorisierte Nutzer (d.h. insbesondere den Endverbraucher selbst) zu ermöglichen, dies unter Berücksichtigung aller Aspekte

des Datenschutzes, denen jederzeit mit hoher Priorität Rechnung zu tragen sind. Die Konzeptionsphase soll Ende 2020 abgeschlossen sein. Abhängig vom Kosten-Nutzen-Verhältnis der vorgeschlagenen Optionen soll anschließend die Implementierungsphase folgen.

Eng verknüpft mit der Frage zusätzlicher Flexibilitäten und gerechter Kostenallokation im Strombereich ist die Ausgestaltung der Netzentgelte. Diese wird aktuell durch die luxemburgische Regulierungsbehörde ILR im Rahmen einer Studie untersucht. 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 aller Verbraucher, 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 die ILR einen jährlichen Bericht zur Konformität der Preise für die Belieferung mit Strom und Gas mit den gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen („*obligations de service public*“).

Durch die Umsetzung des „Clean Energy Packages“ im revidierten Gesetz vom 1. August 2007 über die Organisation des Strommarktes wird die Erschließung des Flexibilitätpotenzials von Verbrauchern verstärkt. Mit einer Änderung dieses Gesetzes, die 2018 und mit einigen Anpassungen 2019 in die Wege geleitet wurde, wird der auf erneuerbaren Energien basierte Eigenverbrauch geregelt und auch gefördert. Individuell oder in einer Gemeinschaft verbrauchter Strom aus erneuerbaren Energien wird - bezogen auf das Verbrauchsvolumen - von der Stromsteuer und Netznutzung befreit. Die Netzentgelte für Anschlussleistung werden verursachungsgerecht und nichtdiskriminierend erhoben. Diese Maßnahmen schaffen eine wichtige Voraussetzung um die Stromnetze zu entlasten und intelligenter und sicherer betreiben zu können.

#### **3.4.3.iii. Maßnahmen zur Sicherstellung des vorrangigen Zugangs und Dispatchs von Strom aus erneuerbaren Quellen oder hoch-effizienter Kraft-Wärme-Kopplung und Vermeidung**

Das revidierte Gesetz vom 1. August 2007 über die Organisation des Strommarktes garantiert einen Einspeisevorrang für erneuerbare Energien. Zudem verpflichtet es die Netzbetreiber, Maßnahmen zu Zwecken der Versorgungssicherheit, die die Einspeisung von Elektrizität aus erneuerbaren Energiequellen beschränken, möglichst gering zu halten.

Gleichwohl wird eine zunehmende Marktintegration der Erneuerbaren Energien angestrebt. Für größere Anlagen wurde die Förderung dementsprechend auf ein Marktprämienmodell umgestellt, das eine systemdienlichere Einsatzoptimierung auf Basis von effizienten Preissignalen anreizt.

#### **3.4.3.iv. Politiken und Maßnahmen zum Schutz der Verbraucher, vor allem schutzbedürftiger und gegebenenfalls energiearmer Verbraucher, zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und Bestreitbarkeit des Energie-Einzelhandelsmarktes**

Um Verbrauchern einen besseren Überblick über die Strom- und Gasstarife zu geben und Einsparmöglichkeiten durch einen Versorgerwechsel evaluieren zu können, betreibt die Regulierungsbehörde das Vergleichsportal [www.calculix.lu](http://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.

#### **3.4.3.v. Beschreibung von Maßnahmen zur Ermöglichung und zum Ausbau der Laststeuerung, einschließlich Maßnahmen, mit denen die dynamische Tarifierung unterstützt wird**

Entsprechende Maßnahmen wurden bereits im Kapitel 3.4.3.ii. beschrieben und werden dementsprechend hier nicht nochmals aufgeführt.

### **3.4.4. Energiearmut**

#### **3.4.4.i. Gegebenenfalls Politiken und Maßnahmen zur Verwirklichung der in Ziffer 2.4.4. vorgesehenen Ziele**

Der Klimawandel und die gesundheitlichen Auswirkungen der fossilen Energieversorgung treffen einkommensschwache Bevölkerungsschichten besonders. Klimaschutz ist daher auch ein konkreter Beitrag zur sozialen Gerechtigkeit. Klimaschutzmaßnahmen müssen allerdings auch sozial eingebettet werden, um Energiearmut zu verhindern.

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

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.

Ein besonderes Augenmerk muss bei der Bekämpfung der Energiearmut auf dem Bereich des Wohnens liegen: In Luxemburg sind die steigenden Wohnungspreise zu einer großen sozialen Herausforderung geworden. Einkommensschwache Bevölkerungsschichten stehen oft nur schlecht unterhaltene Mietwohnungen mit niedrigen energetischen Standards in Altbauten zur Verfügung. Die Regierung fördert daher gezielt die Schaffung von erschwinglichem Wohnraum. Die Energieeffizienz-Maßnahmen im Bereich des Wohnungswesens werden so ausgestaltet, dass sich gleichzeitig die nationale Energiebilanz und die Lebenssituation einkommensschwacher Bevölkerungsschichten verbessern.

Zugleich werden auch gezielte Programme aufgelegt, welche angesichts von steigenden CO<sub>2</sub>-Preisen, deutliche finanzielle Anreize schaffen, damit Wohnungsbesitzer von einer fossilen auf eine erneuerbare Energieversorgung umsteigen. Dieser Wechsel soll auch für Bezieher niedriger Einkommen erschwinglich werden. Unter anderem soll ein „Heizöl-Ersatzprogramm“ den Umstieg technisch und finanziell vereinfachen.

Die Regierung wird zudem im Rahmen der nationalen langfristigen Renovierungsstrategie, die im kommenden Jahr ausgearbeitet wird, zusammen mit allen relevanten Akteuren innovative Programme ausarbeiten, welche Anreize zur Renovierung alter Wohnsubstanz schaffen und zugleich einkommensschwachen Bevölkerungsschichten Wohnraum zur Verfügung stellen.

Zudem ist hervorzuheben, dass es derzeit bereits durch die Teuerungszulage („Allocation de vie chère“) ein Programm gibt, das auch der Energiearmut entgegenwirkt. Zugleich kann die staatliche Mietsubvention Bedürftigen bei einer etwaigen Verteuerung einer Wohnung unter die Arme greifen. Es ist zudem hervorzuheben, dass die aktuelle Gesetzgebung verbietet, einen Haushaltskunden, der seine Strom- oder Gasrechnungen nicht bezahlen kann, vom Netz abzuschalten.

Das enorme Investitionsvolumen in den Ausbau der Infrastrukturen und die Einführung eines kostenlosen öffentlichen Transports ab 2020 sind sicherlich nicht nur verkehrspolitische, sondern auch eindeutig soziale Maßnahmen.

### 3.5. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“

#### 3.5.i. Politiken und Maßnahmen im Zusammenhang mit den in Ziffer 2.5. vorgesehenen Elementen

Im Jahre 2015 haben die Handelskammer Luxemburg, IMS Luxemburg und das Ministerium für Wirtschaft den Soziologen, Ökonom und Publizisten Jeremy Rifkin mit einer Studie für die Entwicklung einer neuen Vision für die Luxemburger Wirtschaft beauftragt, unter Berücksichtigung seiner Überlegungen zur „Dritten Industriellen Revolution (*Third Industrial Revolution (TIR)*)“. Die Studie wurde im Rahmen eines kollektiven Prozesses erstellt, welcher sich des Konzepts der „offenen gesellschaftlichen Innovation (*Open Societal Innovation*)“ bediente. Dieser Ansatz zielt auf die Herausarbeitung von Lösungen der Herausforderungen, mit welchen der Staat und die Gesellschaft konfrontiert werden, und versucht dabei die kollektive Intelligenz der eingebundenen Akteure unter Form der Gruppenintelligenz zu nutzen.

Der TIR-Prozess war damit als offener, inklusiver, auf kollektiver Intelligenz aufbauender und die Zukunft gestaltender Prozess angelegt, der die Ambition verfolgte, eine immer komplexer werdende Welt gemeinsam zu verstehen, die Megatrends zu identifizieren, die notwendigen Schlüsse zu ziehen und diese in geeigneter Form in die demokratischen Institutionen einzubringen. Nicht zuletzt sollte der TIR-Prozess auch das traditionelle Silodenken aufbrechen, welches im privaten wie auch im öffentlichen Sektor eine starke Verbreitung aufweist.

Die TIR-Strategiestudie, welche die Bereiche *Energie, Mobilität, Gebäude, Nahrungsmittel, Industrie, Finanzen, Smart Economy, Circular Economy* und *Prosumers & Social Model* beinhaltet, wurde in thematischen Plattformen organisiert, die die einzelnen Bereiche behandelten und in welchen über 300 Teilnehmer aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft sich eingebracht haben.

Auf Basis der Schlussfolgerungen aus der Studie entschied der Regierungsrat, die Ergebnisse als allgemeine Orientierung für die Gestaltung der nationalen Zukunftspolitik verwenden zu wollen, und hielt im Energie- und Klimabereich als Priorität den Aufbau eines nationalen Energieinternets, die Förderung der Elektromobilität sowie die Einführung des Konzepts „Mobilität als Dienstleistung“ („*Mobility as a Service*“) und die Realisierung eines Vorzeigeprojekts zum Nachweis des sozioökonomischen Beitrags nachhaltiger Nachbarschaften/Städte mit nachhaltig gebauten gesunden Gebäuden, welche das Prinzip der „*circularity*“ berücksichtigen, fest.

Die vorgenannten prioritären Projekte sowie die in der TIR-Strategiestudie dargestellten Ansätze, die auf einer 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 basieren, bilden damit die Eckpfeiler sowie eine geeignete Grundlage für eine stärkere Priorisierung bei der Forschungs- und Innovationspolitik im Energiebereich.

Hierzu sei angemerkt, dass Luxemburg als kleines Land einerseits natürlich nur einen entsprechend kleinen Beitrag zu der erforderlichen globalen Energiewende leisten kann. Andererseits hat Luxemburg gerade als kleines Land jedoch durchaus das Potential sich zu einem Vorreiter auf Landesebene zu entwickeln, um zu illustrieren, wie bestimmte Schlüsseltechnologien und Innovationen der Energiewende auf Landesebene hochskaliert werden können und welche Auswirkungen sie auf die Energiebilanz eines Landes haben. Luxemburg könnte auf diese Weise zu einem Vorreiter für Schlüsseltechnologien und Innovationen der Energiewende werden und so einen international äußerst wertvollen Transferwert erzielen, der ungleich höher wäre als der direkte Beitrag eines kleinen Landes zur globalen Energiebilanz. In diesem Sinn und als Folge der oben dargestellten Entwicklungen, wird Luxemburg sich in Forschung und Innovation auf einige Kernbereiche fokussieren, die nach folgenden Kriterien ausgewählt werden: (1) sie bauen auf bestehenden Kompetenzen auf, die sich in den letzten Jahren in der luxemburgischen Forschungslandschaft entwickelt haben; (2) sie bauen auf bestehenden Infrastrukturen auf, die Luxemburg in den letzten Jahren aufgebaut und bereits auf Landesebene skaliert hat und (3) sie eignen sich dazu, dass die Forschungskompetenzen in Kombination mit den Infrastrukturen die Grundlage für eine Werkstatt für Schlüsseltechnologien und Innovationen der Energiewende bilden. (4) Neben diesen eher technischen Neuerungen werden auch raumplanerische und gesellschaftspolitische Prozesse der klimafreundlichen Transformation erforscht.

Was die bestehenden Forschungskompetenzen anbelangt, so kann Luxemburg auf eine international äußerst erfolgreiche und sichtbare Forschungslandschaft im Bereich Computer Science bauen, in der sich auch energierelevante Themen wie „smart grid“, „smart mobility“, „smart buildings“, sowie „internet of things“ sehr gut entwickelt haben. Im Anschluss an diese Themen hat Luxemburg ebenfalls verstärkt in die Bereiche „data science“ und „data modeling“ investiert und hat sich erst kürzlich mit einer international sichtbaren HPC Infrastruktur die notwendige IT-Infrastruktur verschafft, mit der auch größere Datenverarbeitungs- und Datenmodellierungsprojekte bewältigt werden können. Auch zur Beleuchtung der sozialen Aspekte einer Energiewende stehen entsprechende, erfolgreich agierende Forschungsakteure zur Verfügung.

Was die nationalen, energierelevanten Infrastrukturen anbelangt, so hat die Luxemburger Regierung in den vergangenen Jahren eine ganze Reihe von äußerst relevanten Initiativen in die Wege geleitet. So wurden die Strom- und Gasnetzbetreiber gesetzlich verpflichtet, bis 2020 respektive 2021, die aktuellen Messsysteme durch intelligente Zähler zu ersetzen und die entsprechenden Daten mittels eines nationalen zentralen Systems zu verwalten. Luxemburg gehört damit zu den ersten Ländern weltweit, welches über eine flächendeckende und integrierte Ausstattung mit intelligenten Zählern für Strom und Gas, mit Erweiterungsmöglichkeit auf weitere Medien wie Wasser und Fernwärme, verfügen wird. Des Weiteren wurden die Verteilnetzbetreiber im Strombereich ebenfalls gesetzlich zur Einrichtung einer gemeinsamen nationalen Infrastruktur öffentlicher Ladestationen für Elektrofahrzeuge verpflichtet, welche es vorsieht bis zum Jahre 2020 eine Gesamtzahl von 800 Ladesäulen im öffentlichen Raum und auf Park & Ride-Parkplätzen zu errichten. Ebenfalls erwähnenswert sind die im internationalen Vergleich äußerst fortschrittlichen Richtlinien die es in Luxemburg zum Thema Energieeffizienz für Gebäude gibt, sowie die weitgehenden Ansätze im Bereich „indoor pollution“, „nachhaltige Baumaterialien“ oder auch „circularity von Gebäuden und ganzen Stadtvierteln (*éco-quartiers made in Luxembourg*).

Aus den vorangegangenen Erwägungen ergibt sich die Schlussfolgerung und der Anspruch, dass Luxemburg sich zu einem Vorreiter für die erfolgreiche Implementierung einer weitgehenden landesweiten Energiewende entwickeln will. Nachhaltige und energieeffiziente Gebäude mit lokalen Flexibilitätsoptionen und/oder Energiespeicherkapazitäten, sowie nachhaltigen Mobilitätskomponenten (Intelligente Stromnetze) werden die Hauptpfeiler dieses Systems bilden. Dabei werden mittels von Sensorik und Dateninteroperabilität Möglichkeiten eines Gesamtmonitorings und einer Gesamtmodellierung eröffnet, welche dann wiederum zur Optimierung der Systemkomponenten benutzt werden können.

Luxemburg wird sich damit ebenfalls zu einem äußerst attraktiven Standort für Anbieter und Unternehmensgründer im Bereich des intelligenten Energiemanagements entwickeln, die in Luxemburg ein attraktives Test- und Experimentierumfeld für die (Weiter-)Entwicklung ihrer Produkte vorfinden werden.

Besonders wichtig für Luxemburg ist auch die grenzüberschreitende Dimension der Raumplanung und der Mobilitätsplanung. Mehr noch als in anderen grenznahen Metropolen (Kopenhagen, Basel, Genf) ist Luxemburg ein Magnet für ein Grenzgebiet mit drei verschiedenen Ländern (Frankreich, Deutschland, Belgien) und Pendlerströmen, sowie dem grenzüberschreitendem Wohnungs- und Arbeitsmarkt, der in

dieser Größenordnung in Europa einmalig ist. Für Luxemburg ist es von zentraler Bedeutung, dass die Forschung und Innovation in diesem Bereich vorangebracht wird.

Luxemburg beabsichtigt deshalb unter anderem das Investitionsvolumen im Bereich der Forschung und Entwicklung im Energiebereich kontinuierlich zu erhöhen, und möchte sich dabei auf folgende Themenschwerpunkte besonders konzentrieren:

1. Nachhaltige Gebäude und Baumaterialien – Energieeffizienz und Kreislaufwirtschaft, dezentrale erneuerbare Energien, „indoor pollution“
2. Eco-Viertel made in Luxemburg - plus Energie Systeme, Autofreie Mobilität, sozial integrative Stadtplanung
3. Integration der erneuerbaren Energien und der Elektromobilität in die digitalen Stromnetze, Energie-Internet und Sektorkopplung
4. Territoriale und grenzüberschreitende Transformationsprozesse im Bereich Mobilität und Raumplanung
5. Gesellschaftliche Transitionsprozesse und soziale Innovation in Richtung „climate positive lifestyles“

Um die genannten Themen in einer strukturierten, gebündelten und auch zielgerichteten Form angehen zu können, sollen die oben genannten Themenbereiche im Sinne eines missionsbasierten Forschungsansatzes in einer neu zu gründenden Forschungsinfrastruktur zusammengefasst werden, welche alle relevanten Akteure mit einbezieht: die Universität Luxemburg, das „Luxembourg Institute of Science and Technology“ (LIST) sowie auch das „Luxembourg Institute for Socio-Economic Research“ (LISER), welches die sozialen und gesellschaftlichen Aspekte des anvisierten Vorreiters beleuchten wird. Der nationale Forschungsfonds „Fonds National de la Recherche“ (FNR) wird dabei den notwendigen Finanzierungsaspekt sowie die unabdingbare Qualitätskontrolle übernehmen können.

Was den Bereich der Innovation angeht, so ist Luxemburg ein starker Befürworter einer nachhaltigen Entwicklung in wirtschaftlicher, ökologischer und auch sozialer Hinsicht. In Luxemburg entwickelt sich auch eine wachsende Gemeinschaft von Start-ups und KMU im Bereich der sauberen Technologien, welche Themenfelder wie Energiewende, intelligente Städte, intelligente Mobilität und auch Kreislaufwirtschaft adressieren. Des Weiteren gilt es zu unterstreichen, dass die Vision von Luxinnovation darauf abzielt, ein vertrauenswürdiger Partner für Unternehmer zu sein, und um pragmatische Lösungen für deren innovative

Geschäftsentwicklungsprojekte zu finden, die den Zielen der Regierung entsprechen und die luxemburgische Wirtschaft auf nachhaltige Weise durch Innovation und Forschung entwickeln.

Die nationale Innovationsagentur Luxemburgs, Luxinnovation, spielt aktuell bei der Unterstützung der vorgenannten Unternehmungen eine entscheidende Rolle. Sie ermutigt und unterstützt Unternehmen zu Innovationen und Wachstum und erleichtert gleichzeitig die Zusammenarbeit mit Akteuren der öffentlichen Forschung. Dies gilt insbesondere auch für den Bereich der sauberen Technologien und des Übergangs zur Kreislaufwirtschaft.

Rund um die Themen der Energiewende, und der damit verbundenen Digitalisierung dieses Sektors, soll das von Luxinnovation angebotene Dienstleistungsportfolio für Unternehmen und öffentliche Forschungseinrichtungen erweitert und gestrafft werden. Dabei werden auch Verbesserungen im Bereich der Attraktivität für internationale Investoren, Unternehmen und Fachkräfte angestrebt, um sicherzustellen, dass Unternehmen und Aktivitäten, die von außerhalb angezogen werden, mit dem Ziel der Regierung in Einklang stehen, die Wirtschaft auf nachhaltige Weise zu entwickeln.

#### Finanzierung der Energiewende und „green finance“

Luxemburg ist einer der weltweit führenden Finanzplätze der Welt, insbesondere im Bereich der Investmentfonds. Zudem ist Luxemburg Sitz der weltgrößten Investitionsbank, der Europäischen Investitionsbank (EIB), die derzeit zu einer Klimabank umgebaut wird. In ihrem derzeitigen Regierungsprogramm verpflichtet sich die Regierung den Finanzplatz Luxemburg zu einem „green finance“ Finanzplatz umzubauen.

Als Forschungsschwerpunkte sind derzeit der Aufbau eines Forschungsteams rund um „green finance“ und „Impaktfinance“ vorgesehen. Auch wird Luxemburg insbesondere aufgrund der geographischen Nähe zur EIB einen Forschungsschwerpunkt zur „Finanzierung der Energiewende“ aufbauen, wo neue Finanzinstrumente wie „De-Risking-Instrumente“ für Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Energieinfrastrukturen erforscht und gelehrt, und auch die Schnittstellen mit der in Luxemburg ansässigen Versicherungsindustrie gesucht werden. Weitere Strategien und Maßnahmen sind im Kapitel 3.1.3.ii dargelegt.

#### Stimulierung von Verhaltensänderungen bei den Lebensstilen

Zusätzlich zu den regulatorischen und finanztechnischen Rahmenbedingungen des Staates muss ebenfalls ein Wandel der Lebensstile in der Gesellschaft stattfinden. Klima- und energiepolitische Maßnahmen leben von der **Teilhabe und Akzeptanz** der Bürger und Bürgerinnen. Um eine nachhaltige Stimulierung von Verhaltensänderungen bei den Lebensstilen hervorzurufen, soll ein attraktives Umfeld aufgebaut werden, welches zu dauerhaften Änderungen der Alltagsroutinen motiviert:

- Ausbau des öffentlichen Transports und der Barrierefreiheit für alle Bürger
- Förderung des Konzepts der *Sharing Economy*
- Anreize für verantwortungsbewusstes Reisen und Ernähren
- Vorleben des Klimaschutzes durch öffentliche Institutionen
- Ausbau des Angebots von alternativen Fortbewegungsmitteln, wie zum Beispiel bike sharing, *cargobikes*, *carsharing* oder *carpooling*
- *Grenzüberschreitende integrative Stadt(viertel)- und Raumplanung*

Eine zusätzliche Maßnahme um die BürgerInnen zu sensibilisieren und zu Verhaltensänderungen zu motivieren ist die Schaffung und Förderung eines „**Quartierverwalters**“ in den Gemeinden. Dieser soll sich dezentral für ein nachhaltiges Leben und die Einpflanzung des Ökologie- und Kreislaufwirtschaftsgedankens innerhalb des Viertels durch zum Beispiel die Förderung von sharing economy und urban farming Projekten, die Organisation einer Tauschbörse oder eines Repair Cafés kümmern.

### 3.5.ii. Etwaige Zusammenarbeit mit anderen Mitgliedstaaten auf diesem Gebiet; dies umfasst auch etwaige Auskünfte darüber, wie die Ziele und Politiken des SET-Plans auf nationale Verhältnisse übertragen werden

Die in den vorigen Kapiteln erwähnten Schritte und institutionellen Entwicklungen sollen in Kooperation mit anderen europäischen Forschungs- und Innovationseinrichtungen weiterentwickelt werden. Hier bieten sich insbesondere europäische Programme sowie auch Doktoranden usw. an.

### 3.5.iii. Etwaige Finanzierungsmaßnahmen auf diesem Gebiet auf nationaler Ebene, einschließlich Unterstützung durch die Union und Nutzung von Unionsmitteln

In den letzten Jahren hat die Luxemburger 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“, „nachhaltige Städte“ und „Nachbarschaften und Gebäude“ konzentrieren. Bestehende Anstrengungen und Fähigkeiten an den nationalen Forschungsinstituten sollen verstärkt werden. Darüber hinaus soll die Verbindung zwischen der Energie- und Klimapolitik und der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes allgemein gestärkt werden.

Mit der Anpassung des nationalen gesetzlichen Rahmens zur Förderung der Unternehmen in den Bereichen Forschung, Innovation, Energie und Umwelt an die europäischen Richtlinien der Beihilfavorschriften hat Luxemburg sich bereits heute die nötigen Instrumente gegeben, um die Privatwirtschaft bestmöglich bei der Umsetzung zukunftsweisender Innovationen zu unterstützen. Es gilt in Zukunft diese Instrumente möglichst zielorientiert einzusetzen um einerseits die Wettbewerbsfähigkeit der nationalen Unternehmen zu sichern und andererseits die nationalen Klima-, Energie und Umweltziele zu erreichen.

#### 4. Aktuelle Lage und Projektionen mit derzeitigen Strategien und Maßnahmen

Hinsichtlich der Analyse der aktuellen Lage der Energie- und Klimapolitik Luxemburgs, und der Erstellung von Projektionen mit den derzeitigen Strategien und Maßnahmen, beauftragte die Luxemburger Regierung ein Beraterkonsortium bestehend aus: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI), Consentec GmbH, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) und TU Wien – Energy Economics Group. Das Konsortium ergänzte und passte die bereits in früheren Projekten angewandten Modelle betreffend die Energienachfrage und die Energieversorgung an die gegebenen Anforderungen an, um eine möglichst solide analytische Grundlage zu schaffen.

Mithilfe der modellgestützten Bewertung der Strategien und Maßnahmen sind zwei Szenarien entstanden. Das Referenzszenario enthält die Projektionen mit den derzeitigen Strategien und Maßnahmen und wird in Abschnitt 4 dargestellt. Die Folgenabschätzung der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen führte zu dem in Abschnitt 5 vorgestellten Zielszenario.

Allgemein sei angemerkt, dass entsprechende Modellierungen und die daraus erstellten Projektionen sehr wohl als Orientierungshilfe dienen, jedoch immer mit Unsicherheiten verbunden bleiben. Insbesondere trifft dies für ein kleines offenes Wirtschaftssystem wie Luxemburg zu. Folglich können individuelle Entscheidungen oder Entscheidungen im Ausland bzw. auf europäischer Ebene erhebliche Veränderungen im Vergleich zu den im vorliegenden Plan dargestellten Szenarien führen.

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

Für beide Szenarien (Referenz- und Zielszenario) kam hinsichtlich zentraler exogener Faktoren ein in großem Maße gleiches Annahmenbündel zur Anwendung. Einerseits stammen diese Parameter aus nationalen und europäischen Quellen, andererseits gründen sie auf der Expertise des Beraterkonsortiums. Sie werden nachfolgend in knapper Form vorgestellt.

##### Makroökonomische Vorhersagen und sektorale Veränderungen

Gemäß den Projektionen des nationalen Instituts für Statistik Statec<sup>13</sup> wächst die Bevölkerung in Luxemburg von ungefähr 626.000 Einwohnern im Jahr 2020 auf etwa 752.000 Einwohner im Jahr 2030 und auf rund 869.000 Einwohner im Jahr 2040 an. Dies entspricht einem durchschnittlichen Wachstum von 1,85% pro Jahr bis 2030, welches zwischen 2030 und 2040 auf ca. 1,45% pro Jahr zurückgeht. Insgesamt nimmt die Bevölkerung Luxemburgs bis zum Jahr 2030 um ca. 20% gegenüber dem Jahr 2020 zu.

Tabelle 4 : Bevölkerungswachstum und Bruttoinlandsprodukt

	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Bevölkerung	Tausend Einwohner	626	690	752	812	869
Bruttoinlandsprodukt	Jährliche Wachstumsrate in %	3,8	3,0	3,0	3,0	3,0

Quelle: Statec (2019)

Die jährliche Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts wird nach den oben genannten Projektionen des Statec im Jahr 2020 3,8% betragen und bis zum Jahr 2023 auf 2,5% sinken, um sich anschließend bei 3% einzupendeln.

##### Globale / Europaweite Energietrends

Hinsichtlich der Annahmen zu Preistrends auf den globalen bzw. europäischen Energiemärkten wurde der Empfehlung der EU-Kommission Folge geleistet. Demgemäß wurde für die modellbasierte Analyse des luxemburgischen Energiesystems auf Annahmen bzw. Ergebnisse der Folgenabschätzung zu den EU-Klima-

<sup>13</sup> Projections macroéconomiques et démographiques de long terme 2017-2060 (novembre 2017) actualisées par les projections à moyen terme 2019-2023 (mars 2019). Die Bevölkerungszahlen entsprechen dem Stand vom 1. Januar des jeweiligen Jahres.

und Energiezielen für 2030 zurückgegriffen<sup>14</sup>. Einen Vergleich der spezifischen Energiepreise fossiler Energieträger erlaubt Tabelle 5.

Tabelle 5 : Annahmen zu Energiepreistrends

### Zentrale Preistrends fossiler Energieträger

	<u>Einheit</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
Erdöl	€/toe	502,3	589,8	649,8	677,8	717,7
Erdgas (Nettoheizwert)		323,1	361,6	393,3	420,0	434,2
Steinkohle		95,8	118,4	142,1	150,5	156,8

Quelle: Europäische Kommission (2016)

### Annahmen zur Kostenentwicklung bei erneuerbaren Energietechnologien

Die gewählten Annahmen zur im Rahmen der Modellierung unterstellten Kostenentwicklung bei erneuerbaren Energietechnologien zeigt Tabelle 6. Wie hierin ersichtlich, wird bei allen Technologien von einer Weiterführung bisheriger Trendentwicklungen ausgegangen, was ein stetiges Absinken der spezifischen Kosten bedingen wird. Diese Einschätzung und die speziell für Technologien wie Photovoltaik getroffenen Annahmen können dennoch als konservativ klassifiziert werden.

<sup>14</sup> Europäische Kommission, 2016, SWD(2016) 410 final: Impact Assessment (Folgenabschätzung). Ergänzend zu folgenden Dokumenten: COM(2016) 861 final, SWD(2016) 411 final, SWD(2016) 412 final, SWD(2016) 413 final. Brüssel, 30.11.2016

Tabelle 6 : Annahmen zur Kostenentwicklung bei erneuerbaren Energietechnologien

		<u>Einheit</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
<b>Stromsektor</b>			-	-	-	-	-
Biogas	€/kW		3 830	3 558	3 359	3 181	3 005
Biomasse			4 900	4 530	4 336	4 194	4 134
Wasserkraft			3 754	3 697	3 668	3 642	3 618
Photovoltaik			1 045	906	817	716	688
Windenergie			1 459	1 405	1 344	1 298	1 241
<b>Wärmesektor</b>			-	-	-	-	-
Biomasse, dezentral	€/kW		699	651	640	611	604
Solarthermie			670	642	677	700	743
Wärmepumpen			786	762	743	627	719

Quelle: Green-X Modell, TU Wien (Resch et al, 2019)

## 4.2. Dimension „Dekarbonisierung“

### 4.2.1. THG-Emissionen und THG-Abbau

Die Entwicklung der jährlichen Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2005 bis 2017 ist in Tabelle 7 dargestellt. Die Werte und die Abgrenzung der Sektoren sind dem THG-Inventar von 2019 entnommen.<sup>15</sup>

Die LULUCF-Emissionen sind entsprechend internationalen Konventionen in der Gesamtsumme nicht enthalten. Im Jahr 2017 wurden insgesamt 10,2 Millionen t CO<sub>2</sub>äq emittiert. Gegenüber 2005 bedeutet dies eine Reduktion um 21,4 Prozent.

Tabelle 7 : Treibhausgasemissionen nach Sektoren für die Jahre 2005 bis 2017, in kt CO<sub>2</sub>äq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Gesamte Emissionen</b>	<b>13 025</b>	<b>12 180</b>	<b>12 062</b>	<b>11 781</b>	<b>11 239</b>	<b>10 787</b>	<b>10 295</b>	<b>10 052</b>	<b>10 236</b>
<b>Energiebedingte Emissionen</b>	<b>11 552</b>	<b>10 737</b>	<b>10 613</b>	<b>10 410</b>	<b>9 872</b>	<b>9 388</b>	<b>8 896</b>	<b>8 614</b>	<b>8 778</b>
Energiewirtschaft	1 243	1 206	1 004	1 043	686	669	458	252	244
Industrie	1 407	1 268	1 242	1 185	1 146	1 147	1 106	1 142	1 141
Verkehr	7 188	6 517	6 893	6 585	6 439	6 139	5 706	5 533	5 639
Private Haushalte	1 216	1 161	1 064	1 083	1 075	973	1 086	1 119	1 116
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	419	502	336	439	463	398	483	512	583
Sonstige*	27	29	28	28	24	24	24	24	24
Diffuse Emissionen	53	54	47	48	41	38	35	32	31
<b>Nicht-energiebedingte Emissionen</b>	<b>1 472</b>	<b>1 443</b>	<b>1 449</b>	<b>1 371</b>	<b>1 366</b>	<b>1 399</b>	<b>1 399</b>	<b>1 438</b>	<b>1 458</b>
Industrielle Prozesse	726	676	692	633	617	633	625	650	662
Landwirtschaft	641	672	666	649	660	675	688	704	712
Abfall	105	95	91	89	90	91	85	83	84
<b>LULUCF</b>	<b>-601</b>	<b>-88</b>	<b>-220</b>	<b>-313</b>	<b>-500</b>	<b>-416</b>	<b>-362</b>	<b>-452</b>	<b>-344</b>

\* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: THG Inventar 2019v1 (März 2019)

Die jährlichen THG-Emissionen lassen sich für den Zeitraum 2005 bis 2017 nach Emissionen in den Sektoren, die dem ETS unterliegen und übrige Nicht-ETS-Sektoren aufteilen (siehe Tabelle 8). Die THG-Emissionen der Nicht-ETS-Sektoren betragen 8,7 Millionen t CO<sub>2</sub>äq im Jahr 2017, wovon nur etwa 10% nicht-energiebedingte THG-Emissionen darstellten.

<sup>15</sup> [https://cdr.eionet.europa.eu/lu/eu/mmr/art07\\_inventory/ghg\\_inventory/envxitkgw/](https://cdr.eionet.europa.eu/lu/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envxitkgw/)

Tabelle 8 : Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2005 bis 2017, in kt CO<sub>2</sub>äq

	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ETS-Emissionen ohne internat. Luftverkehr	2 603	2 253	2 052	1 990	1 847	1 931	1 661	1 503	1 492
<b>Gesamte non-ETS Emissionen</b>	<b>10 421</b>	<b>9 926</b>	<b>9 998</b>	<b>9 798</b>	<b>9 391</b>	<b>8 855</b>	<b>8 634</b>	<b>8 549</b>	<b>8 744</b>
<b>Energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>9 608</b>	<b>9 070</b>	<b>9 144</b>	<b>8 960</b>	<b>8 536</b>	<b>7 982</b>	<b>7 753</b>	<b>7 653</b>	<b>7 832</b>
Energiewirtschaft	232	201	208	215	221	174	175	184	184
Industrie	474	605	570	563	274	236	245	249	255
Verkehr	7 188	6 517	6 893	6 585	6 439	6 139	5 706	5 533	5 639
Private Haushalte	1 216	1 161	1 064	1 083	1 075	973	1 086	1 119	1 116
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	419	502	336	439	463	398	483	512	583
Sonstige*	27	29	28	28	24	24	24	24	24
Diffuse Emissionen	53	54	47	48	41	38	35	32	31
<b>Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>814</b>	<b>856</b>	<b>854</b>	<b>838</b>	<b>855</b>	<b>873</b>	<b>882</b>	<b>896</b>	<b>912</b>
Industrielle Prozesse	68	89	97	100	106	108	108	109	116
Landwirtschaft	641	672	666	649	660	675	688	704	712
Abfall	105	95	91	89	90	91	85	83	84
<b>LULUCF</b>	<b>-601</b>	<b>-88</b>	<b>-220</b>	<b>-313</b>	<b>-500</b>	<b>-416</b>	<b>-362</b>	<b>-452</b>	<b>-344</b>

\* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: THG Inventar 2019v1 (März 2019) und EUA EU Emissions Trading System (ETS) data viewer.<sup>16</sup>

Die Projektionen der sektorspezifischen Entwicklungen nach ETS und Non-ETS sind für das Referenzszenario mit derzeitigen Strategien und Maßnahmen in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9 : Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2020 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios (ohne zusätzliche Maßnahmen), in kt CO<sub>2</sub>äq

	2020	2025	2030	2035	2040
ETS-Emissionen ohne internat. Luftverkehr	1 393	1 308	1 202	1 138	1 068
<b>Gesamte non-ETS Emissionen</b>	<b>8 394</b>	<b>8 379</b>	<b>8 554</b>	<b>8 822</b>	<b>8 967</b>
<b>Energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>7 502</b>	<b>7 530</b>	<b>7 736</b>	<b>8 016</b>	<b>8 168</b>
Energiewirtschaft	163	163	163	163	163
Industrie	196	206	205	223	236
Verkehr	5 453	5 549	5 844	6 167	6 352
Private Haushalte	1 144	1 131	1 099	1 058	1 042
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	489	426	370	349	321
Sonstige*	25	25	25	26	26
Diffuse Emissionen	31	31	30	29	29
<b>Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>892</b>	<b>849</b>	<b>817</b>	<b>806</b>	<b>799</b>
Industrielle Prozesse	112	106	80	70	64
Land- und Forstwirtschaft	701	671	669	668	667
Abfall	79	72	68	68	67
<b>LULUCF</b>	<b>-390</b>	<b>-393</b>	<b>-401</b>	<b>-399</b>	<b>-397</b>

\* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

<sup>16</sup> <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>

## 4.2.2. Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien liefern im Bereich der Energieaufbringung in Luxemburg heute einen stetig steigenden Beitrag. Wie der Blick auf das Zielszenario im Rahmen von Abschnitt 2 dieses Berichts zeigt, wird eine konsequente Fortführung der in der jüngeren Vergangenheit eingeleiteten Trendentwicklung angestrebt. 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 konnten in den vergangenen Jahren bei erneuerbaren Energien wie Windenergie, Photovoltaik und Biomasse, also den zentralen Technologien im Bereich der Stromaufbringung für Luxemburg, erzielt werden. Binnen eines Jahrzehnts hatte sich deren Beitrag deutlich erhöht – sowohl im Stromsektor (von 3,3 % in 2007 auf 8,1 % in 2017), aber auch im Hinblick auf die Wärmebereitstellung (von 4,4 % in 2007 auf ebenso 8,1 % in 2017). Im Verkehrssektor, wo der Einsatz von Biokraftstoffen sowie der Wechsel hin zu elektrisch betriebenen Antriebssystemen vorherrscht, war dieser Wandel noch ausgeprägter: Lag der EE-Anteil etwa im Jahr 2007 bei 2,2 %, so kann Luxemburg 2017 einen EE-Anteil von 6,4 % vorweisen.

### Referenzentwicklung bei Fortführung bestehender Maßnahmen

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

Der EE-Anteil an der Bruttoendenergienachfrage, also der Summe der sektoralen Energiebedarfe an Strom, Wärme und Kraftstoffen im Verkehr würde dementsprechend von 6,4 % im Jahr 2017 auf 12,9 % bis 2030 und schließlich auf 13,5 % im Jahr 2040 ansteigen.

Angaben zur sektoralen Dekomposition der Gesamtbilanz liefert Tabelle 10, Details zum möglichen zugrundeliegenden Technologiesplit zeigt ergänzend hierzu Tabelle 11. Es zeigen sich bei den zugrundeliegenden Mengengerüsten im Vergleich zum Zielszenario 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 8,1 % 2017 auf 18,6 % bis 2030 und schließlich 21,9 % 2040 an.

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 15,1 % bis 2030 erreicht.

*Tabelle 10 : Sektorale Anteile erneuerbarer Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Referenzszenario*

EE-Anteile, sektoral		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
EE-Anteil Stromsektor	%	8,1%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
EE-Anteil Wärmesektor	%	8,1%	12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
EE-Anteil Verkehrssektor	%	6,4%	11,1%	13,5%	16,1%	15,1%	17,6%
Beimengungsanteil							
Biokraftstoffe	%	5,4%	7,7%	8,0%	8,0%	5,6%	5,5%
<b>EE-Anteil, gesamt - nationale</b>							
<b>Erzeugung / Verbrauch</b>	<b>%</b>	<b>6,4%</b>	<b>9,2%</b>	<b>11,2%</b>	<b>12,9%</b>	<b>12,8%</b>	<b>13,5%</b>
<b>EE-Anteil, gesamt - inkl. EE-</b>							
<b>Kooperation</b>	<b>%</b>	<b>6,4%</b>	<b>11,3%</b>	<b>17,4%</b>	<b>23,0%</b>	<b>22,7%</b>	<b>23,2%</b>

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

Ergänzend zur nationalen EE-Erzeugung stellt Tabelle 11 auch jene EE-Volumina dar, die künftig mittels EE-Kooperation mit anderen Ländern gedeckt werden sollen. Diese dienen im Referenzszenario zur Erreichung

eines EE-Gesamtziels von 23% im Jahr 2030 und belaufen sich auf (bereits vertraglich vereinbarte) 1 TWh im Jahr 2020 bzw. 4,83 TWh im Jahr 2030 (und danach).

*Tabelle 11 : Technologiespezifische Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Luxemburg bis zum Jahr 2040 gemäß Referenzszenario*

<b>Energieerzeugung,</b>							
<b>Technologiedetails</b>		<u>2017</u>	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
<b>Stromsektor</b>							
Biogas	GWh	72	56	65	68	63	62
Biomasse	GWh	101	192	228	271	260	267
Wasserkraft	GWh	104	93	97	100	104	107
Photovoltaik	GWh	108	201	476	616	687	729
Windenergie	GWh	185	211	383	676	958	1.167
<b>EE-Strom, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>570</b>	<b>752</b>	<b>1.249</b>	<b>1.731</b>	<b>2.071</b>	<b>2.332</b>
<b>Wärmesektor</b>							
Biomasse & Biogas, netzgekoppelt*	GWh	302	589	623	667	649	656
Biomasse, dezentral**	GWh	672	883	1.145	1.383	1.522	1.560
Solarthermie	GWh	25	58	113	188	302	453
Wärmepumpen	GWh	52	95	190	224	226	227
<b>EE-Wärme, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>1.052</b>	<b>1.626</b>	<b>2.070</b>	<b>2.462</b>	<b>2.699</b>	<b>2.896</b>
<b>Verkehrssektor</b>							
<b>Biokraftstoffe, gesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>1.282</b>	<b>1.855</b>	<b>1.892</b>	<b>1.993</b>	<b>1.450</b>	<b>1.450</b>
<b>EE-Energieeinsatz, gesamt</b>							
<b>(national)</b>	<b>GWh</b>	<b>2.904</b>	<b>4.232</b>	<b>5.211</b>	<b>6.187</b>	<b>6.221</b>	<b>6.679</b>
<b>EE-Kooperation</b>							
<b>EE-Kooperation Energiemengen</b>	<b>GWh</b>	<b>0</b>	<b>1.000</b>	<b>2.917</b>	<b>4.833</b>	<b>4.833</b>	<b>4.833</b>

\* zentrale Anlagen (Einspeisung in ein Wärmenetz)

\*\* dezentrale Anlagen (keine Einspeisung in ein Wärmenetz, alle Sektoren)

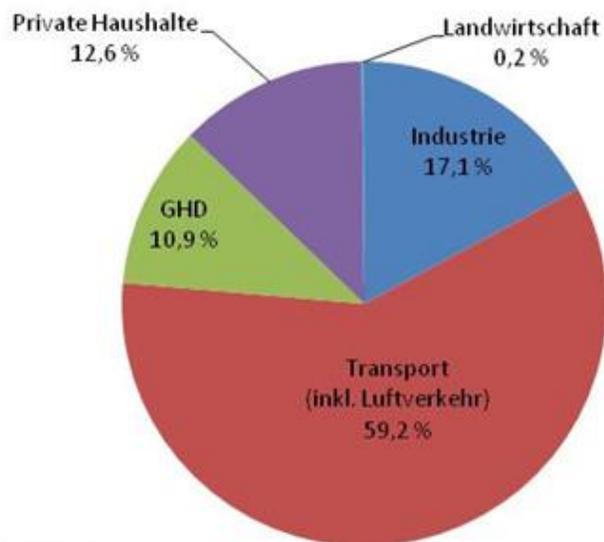
Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

### 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 7). 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 Lkw und Pkw, genauso wie die Grenzpendler mit nicht in Luxemburg zugelassenen Pkw. Auf den Luftverkehr entfallen gleichzeitig etwa 12 % des gesamten Endenergiebedarfes, d. h. der inländische Straßenverkehr beansprucht somit einen Anteil von rund 13 % des Endenergiebedarfs von Luxemburg. Während die Landwirtschaft mit etwa 0,2 % den geringsten Anteil des Endenergiebedarfes aufweist, benötigt die Industrie mit gut 17 % den größten Energieanteil in Luxemburg.

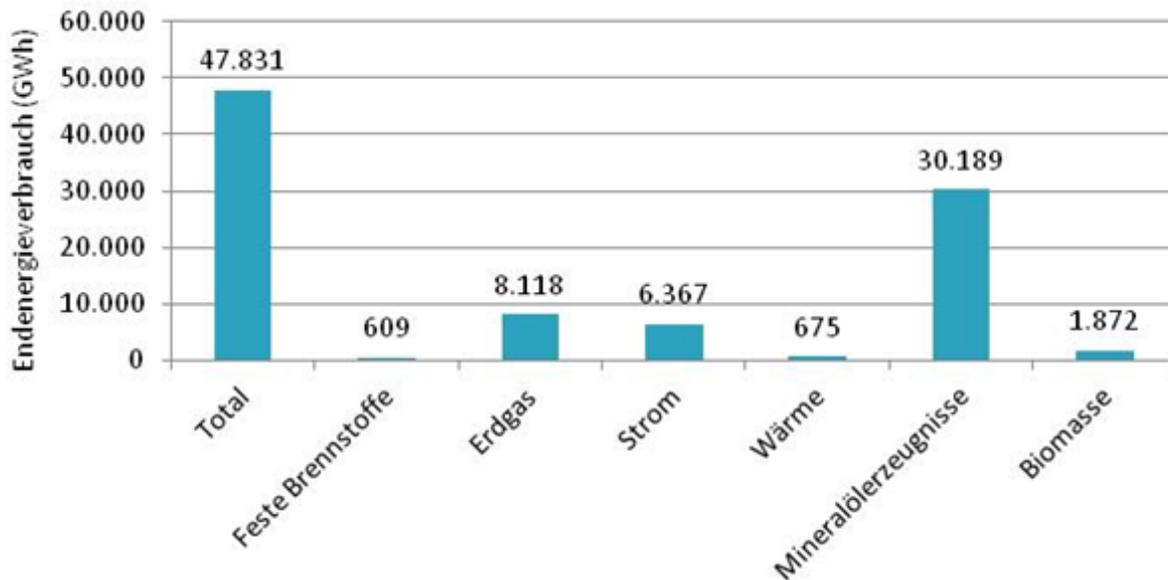


Endenergiebedarf gesamt  
in 2016: 47.831 GWh

Quelle: IREES nach Statec 2018

Abbildung 7: 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 Mineralölzeugnissen (63 %) dominiert. Der Energiebedarf wurde außerdem über Erdgas (17 %), Strom (13 %) und Biomasse (4 %) gedeckt (vgl. Abbildung 8).



Quelle: IREES nach Statec 2018

Abbildung 8 : Endenergiebedarf in Luxemburg im Jahr 2016, aufgeteilt nach Energieträgern

Anmerkung: In dieser Darstellung ist hinsichtlich des Stromverbrauchs nicht berücksichtigt, dass sich in Luxemburg in naher bis mittlerer Zukunft größere Stromverbraucher ansiedeln könnten.

### 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. Dabei ist zu beachten, 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 folgenden Bereichen:

- Dezentrale KWK-Anlagen in Gebäuden
- KWK-Nutzung in der Industrie

- 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. wärmenetzbasierte 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 Nahwärmekonzepte 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 12). 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 12: 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		Ausbaupotenzial in GWh	
	2014	2030	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
<b>Summe</b>	<b>3.952</b>	<b>3.107</b>	<b>1.315</b>	<b>1.146</b>	<b>187</b>			<b>500</b>
								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

Die Energiebedarfsentwicklungen des Referenzszenarios und des Zielszenarios von 2015 bis 2040 werden mittels eines Bottom-up-Modells modelliert. Dieses Modell berücksichtigt je nach betrachtetem Sektor (private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungssektor, Industrie und Verkehr) jeweils eine Anzahl von ganz unterschiedlichen Treibern. Im Modell sind diese Treiber sowohl im Fall des Referenzszenarios als auch des Zielszenarios jeweils mit entsprechenden spezifischen Energiebedarfskennwerten verknüpft. Durch eine mathematische Verknüpfung von Treibern mit den zugehörigen Energiebedarfskennwerten und weiteren Einflussfaktoren wird dann die jährliche Energiebedarfsentwicklung berechnet. Als Datenbasis und Informationsquelle greift das Modell bei den entsprechenden Faktoren und Einflussgrößen nach Möglichkeit auf bestehende zugängliche Datensätze oder andere Informationsquellen (Inventar, Berichte von Forschungsprojekten, Vorgängerprojekte usw.) zurück. Diese stammen beispielsweise vom Statec oder von anderen Einrichtungen. Sind keine entsprechenden Daten verfügbar, muss mit Annahmen und Expertenschätzungen gearbeitet werden. Aufgrund dieser Tatsachen kann in dem Projekt die reale Situation in Luxemburg jedoch nicht in allen Bereichen und Teilbereichen derart abgebildet werden, dass die modellierten Ergebnisse stets mit den Ergebnissen anderer Projekte oder Datensätze 1:1 identisch abgebildet werden können. Die Vielzahl der berücksichtigten Einflussfaktoren erfordert bei den einzelnen

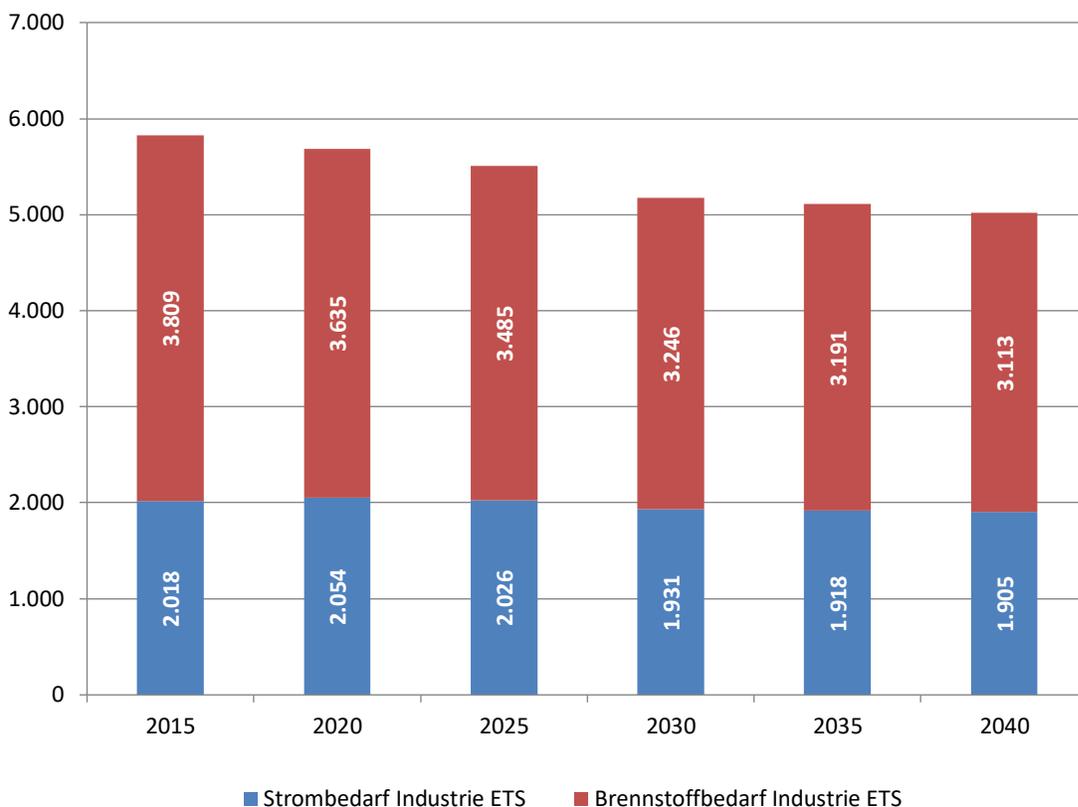
Stellgrößen ein gewisses Maß der Abstraktion bzw. Pauschalisierung. Somit kann es bei allen Projektergebnissen zu gewissen Abweichungen zu bereits verfügbaren Daten oder Datensätzen kommen. Dies gilt verständlicherweise nicht nur für die Nachfrageseite, sondern auch für die Berechnungen bezüglich der Angebotsseite.

Zum gesamten Endenergiebedarf von Luxemburg tragen folgende Sektoren bei: Private Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD), Industrie und Verkehr. 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 in der Periode von 2015 bis 2040 um etwa 15 % von knapp 36 TWh im Jahr auf rund 42 TWh. Den prozentual größten Anstieg weist dabei der Endenergiebedarf des Verkehrssektors auf, welcher auf rund 26,5 TWh in 2040 anwächst (+19,5 %). Gleichzeitig steigt der Strombedarf um etwa 8 % auf 6,4 TWh und der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung geringfügig um 2,9 % an (von ca. 10,5 TWh auf knapp 10,9 TWh).

Im selben Zeitraum steigt der Strombedarf des Non-ETS-Bereichs der Industrie um ca. 180 GWh auf gut 1,2 TWh im Jahr 2040 an (+ 17 %). Gleichzeitig wächst der Brennstoffbedarf der Non-ETS-Industrie von 0,9 TWh in 2015 ebenfalls um gut 21 % auf etwa 1,1 TWh an. Der Strombedarf der ETS-Industrie sinkt im Gegensatz dazu nach einem leichten Anstieg bis zum Jahr 2020 um knapp 6 % auf 1,9 TWh in 2040 ab (vgl. Abbildung 9).

Es sei hier angemerkt, dass darüber hinaus noch ein weiterer Anstieg des Stromverbrauchs möglich erscheint, denn in diesen Angaben ist nicht berücksichtigt, dass sich in Luxemburg in naher bis mittlerer Zukunft größere Stromverbraucher ansiedeln könnten.

## GWh



Quelle: Eigene Darstellung 2019

Abbildung 9: 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 Anstieg von 8 % auf (+ 1,0 % gegenüber 2030) d. h. der Endenergiebedarf zur Wärmeerzeugung (ohne einen Stromanteil) steigt von ca. 9,4 TWh auf knapp 10,1 TWh an. Dieser Anstieg beruht auf einer verstärkten Nutzung von Holz und sonstigen EE (+ 263 % in 2040 gegenüber 2015) sowie von sonstigen Brennstoffen (+ 18 % in 2040 gegenüber 2015), während die Nutzung der fossilen Energieträger Erdgas, Heizöl und Kohle einen deutlichen Rückgang aufweist. Verantwortlich für den Anstieg des Endenergiebedarfes zur Wärmeerzeugung ist dabei einerseits 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 2 % (vgl. Abbildung 10). Andererseits wächst der Endenergiebedarf der Non-ETS-Industrie bis 2040 in einem fast identischen Umfang (+ 21,3 %) von 0,9 TWh auf ca. 1,1 TWh an. Im Gegensatz zu den privaten Haushalten und der Non-ETS-Industrie weist der Sektor

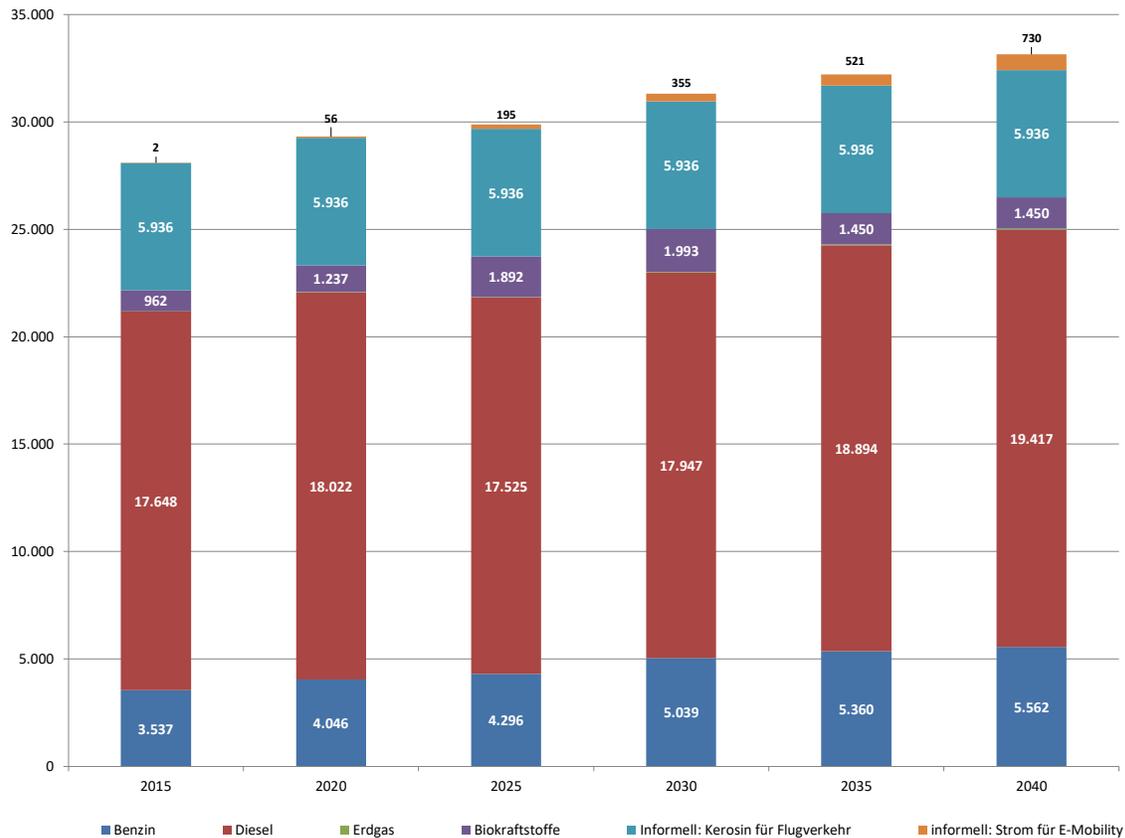
„Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ bei der Nutzung von Endenergie zur Wärmeerzeugung im Jahr 2040 gegenüber 2015 einen starken Rückgang um knapp 26 % auf (vgl. Abbildung 10). Der bis 2040 stark steigende Endenergiebedarf im Bereich des Verkehrssektors (+ 19,5 %), der auf einem wachsenden Fahrzeugbestand 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 11). Die Biokraftstoffe weisen im gleichen Zeitraum einen absoluten Anstieg von knapp 0,5 TWh auf.



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 10: 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

GWh



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 11: Entwicklung des Endenergiebedarfs (unterteilt nach Energieträgern) des Verkehrssektors in der Periode 2015 bis 2040 im Fall des Referenzszenarios

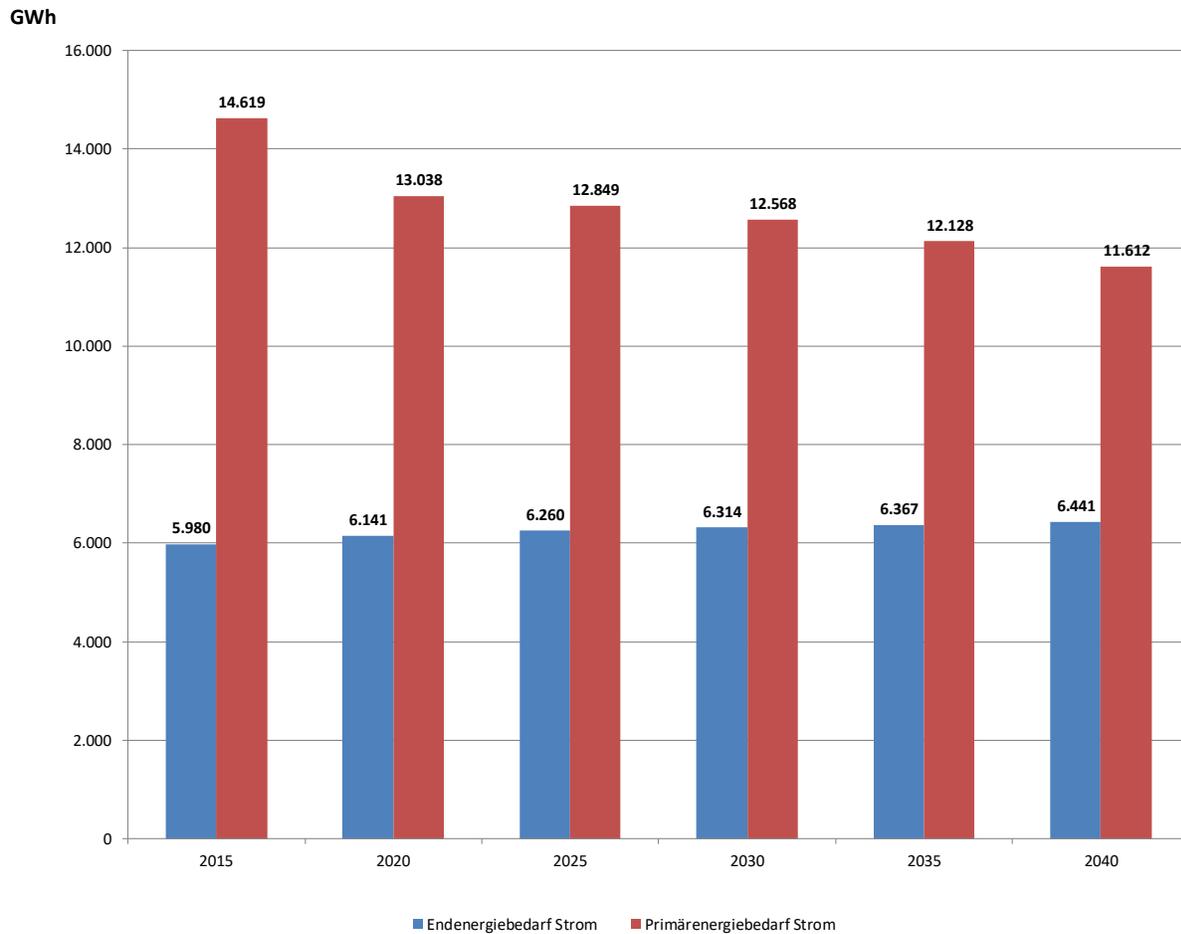
Nachfolgend wird in Tabelle 13 ein knapper Überblick über gängige Primärenergiefaktoren geliefert. Mit Ausnahme vom Strom ist der Primärenergiebedarf und der Endenergiebedarf aufgrund eines Primärenergiefaktors von 1,0 identisch. Daher wird hier auf eine separate Ausweisung des Primärenergiebedarfes verzichtet. Einzig beim Strom wird durch Abbildung 12 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 usw.) trotz Effizienzfortschritten

(durchschnittlich ~ 1 % pro Jahr) um knapp 8 % an. Gleichzeitig nimmt der Primärenergiebedarf zur Stromerzeugung um knapp 21 % ab (vgl. Abbildung 12).

*Tabelle 13 : 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
<b>Strom</b>	<b>2,4</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>

Quelle: Eigene Darstellung 2018



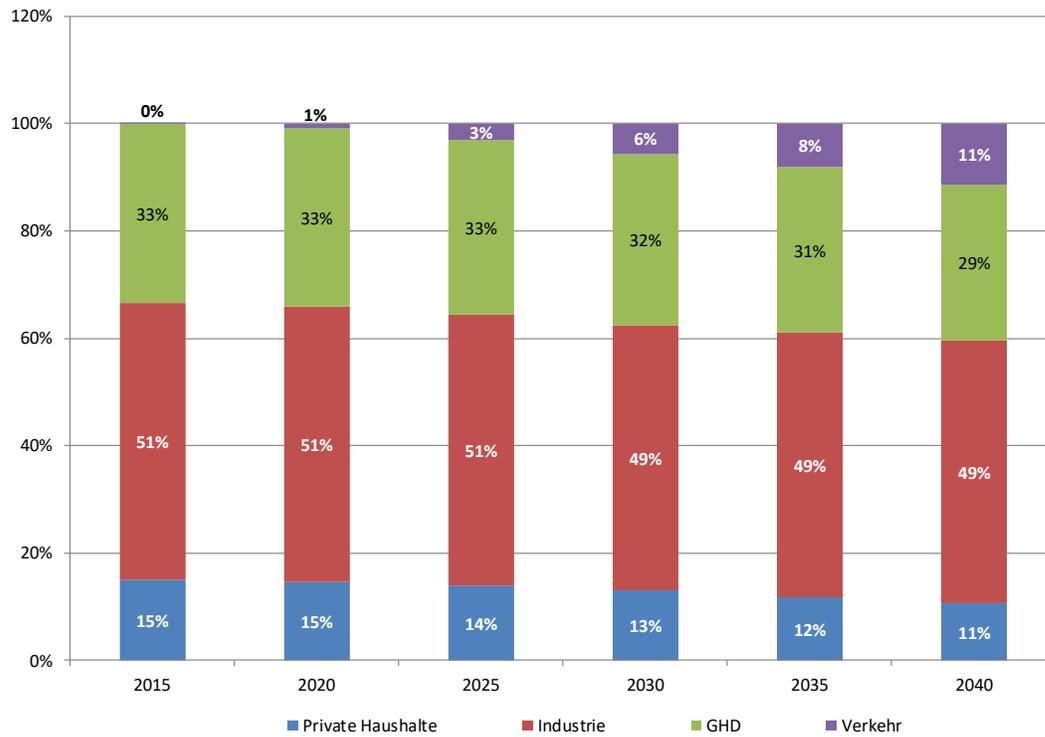
Quelle: Eigene Berechnungen 2019

*Abbildung 12 : 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: gut 11%), gehen die Anteile der übrigen Sektoren (GHD, private Haushalte, Industrie) mehr oder weniger stark zurück (vgl. Abbildung 13). 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). Im GHD-Sektor sinkt der Bedarf um 0,1 TWh, während der Strombedarf im Industriesektor minimal ansteigt.

### GWh



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 13: 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 Minuten<sup>17</sup>.

#### Bruttostromerzeugung

Die Angaben zur Bruttostromerzeugung auf Basis von gasbetriebenen (Klein-)KWK-Anlagen in der Vergangenheit stammen aus dem Monitoring von ILR<sup>18</sup>. Die erwartete Stromerzeugung aus Gas wurde entsprechend dem Status quo mit 220 GWh/a fortgeschrieben. Sonstige Angaben stammen aus dem Referenzszenario.

Tabelle 14: Bruttostromerzeugung in Luxemburg bis 2040

[GWh]	2016	2020	2030	2040
Biogas	74	56	68	62
Gas	220	220	200	180
Biomasse/Bioabfall	67	192	271	267
Wasser (ohne PSKW)	104	93	100	107
Wind	127	161	676	1.167
PV	100	251	616	729
<b>Summe</b>	<b>692</b>	<b>973</b>	<b>1.931</b>	<b>2.512</b>

Quelle: Referenzszenario, 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 Referenzszenario ein Anstieg auf etwa 2,55 TWh erwartet. Neben den in Tabelle 14 aufgeführten Erzeugungsformen ist zudem das Pumpspeicherkraftwerk Vianden zu nennen. Mit einer Erzeugungskapazität von 1,3 GW und einer Speicherkapazität von ca. 5.000 MWh ist es eines der größten Pumpspeicherkraftwerke Europas und liefert einen signifikanten Beitrag zur

<sup>17</sup> ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I

<sup>18</sup> ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I

Systemflexibilität und Versorgungssicherheit in der Großregion. Es dient unter anderem als wertvolles Ausgleichsinstrument für Erzeugungsgradienten und Prognosefehler in der Produktion aus erneuerbaren Energien, sowie Netzstabilisierungsmaßnahmen.

### Importabhängigkeit

Die Importabhängigkeit ergibt sich aus dem Bruttostromverbrauch abzgl. der inländischen Erzeugung. Tabelle 15 zeigt die Prognosen zum Bruttostromverbrauch, sowohl in ktoe als auch TWh<sup>19</sup>. 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.

In dieser Darstellung ist hinsichtlich des Stromverbrauchs nicht berücksichtigt, dass sich in Luxemburg in naher bis mittlerer Zukunft größere Stromverbraucher ansiedeln könnten.

Tabelle 15: Stromimportabhängigkeit von Luxemburg

	2016	2020	2030	2040
Bruttostromverbrauch [ktoe]	560	528	543	554
Bruttostromverbrauch [TWh]	6,52	6,14	6,31	6,44
Heimische Erzeugung [TWh]	0,69	0,97	1,95	2,55
Importabhängigkeit [%]	89%	84%	69%	60%

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis ILR und Referenzszenario

### Relevante Risiken

Luxemburg ist langfristig gesehen 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, wie beispielsweise das Generation Adequacy Assessment (GAA) des Pentilateralen Energieforums oder das Mid-Term Adequacy Forecast (MAF) der ENTSO-E (siehe dazu unter Kapitel 3.3.ii.), die Rückschlüsse auf die

<sup>19</sup> Die Templates der EU-Kommission sehen grundsätzlich als Einheit ktoe vor.

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 mitabgebildet. 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. Diese positive Ausgangslage hängt insbesondere damit zusammen, dass auch in Deutschland mittel- bis langfristig Maßnahmen geplant sind um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten (z. B. mittels Ausbaus von erneuerbaren Energien und – falls notwendig - Reservekapazitäten). Im Gegensatz dazu zeigt sich die Lage in der jüngeren Vergangenheit für Frankreich und Belgien eher angespannt, was aber vergleichsweise weniger Auswirkungen auf Luxemburg hat. Vergleicht man die Ergebnisse dieser Studien, so sind für den kurzfristigen Zeitbereich 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, 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 staatliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit (insbesondere der angelaufene Kapazitätsmarkt in Frankreich und der kürzlich angekündigte Kapazitätsmarkt in Belgien) Wirkung zeigen können. Zudem ist zu beachten, dass auch der Ausbau erneuerbarer Energien einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten wird, beispielsweise durch vergleichsweise stabile Einspeisung aus Offshore Windenergie in der Nordseeregion. Auch 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. Es 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 usw. 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 importiert<sup>20</sup>.

*Tabelle 16: Gasimportabhängigkeit von Luxemburg*

	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%

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 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 –

<sup>20</sup> ; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

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 erneut zu buchen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Auch die bis 2040 und darüber hinaus angestrebte Verringerung des Gasverbrauchs wird implizit zu einer Erhöhung der Versorgungssicherheitssituation führen.

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, 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 helfen die Versorgungssicherheit durch abgestimmte Notfallmaßnahmen weiter zu 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 reduziert 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 in technischer Hinsicht 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. Die stärkere Anbindung an das belgische Versorgungsnetz trägt insbesondere zu einer höheren Versorgungssicherheit bei. Ein Übergang in den kommerziellen Betrieb im Rahmen des Europäischen Market Couplings ist kurzfristig zwar nicht vorgesehen, wird aber im Rahmen der Weiterentwicklung des Engpassmanagements erneut überprüft werden.

Creos sieht aktuell folgende grenzüberschreitende Netzausbau- und -verstärkungsmaßnahmen vor:

- Gezielter Ersatz bestehender Leitungen durch Hochtemperaturleiterseile (HTS) auf bestehenden Masten
- Aufrüstung/Verstärkung der 220kV-Trasse Richtung Deutschland, mit einer perspektivischen Maximalerhöhung der nominalen Übertragungskapazität um etwa 2.600 MW auf bestehenden Korridoren

## 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

Unabhängig von der konkreten Definition des Verbundgrades übertrifft Luxemburg die Ziele für 2020 und 2030 um ein Vielfaches. Wie bereits weiter oben erwähnt, ist in dieser Darstellung die zusätzliche Spitzenlast von etwa 300 MW durch die Ansiedlung eines großen Verbrauchers nicht berücksichtigt. Würde dieser Verbraucher ans Netz angeschlossen, wäre der Verbundgrad Luxemburgs etwas niedriger als die unten aufgeführten Werte.

Table 17: Verbundgrad Luxemburgs

	2016	2020	2030	2040
N-0 Interkonnektor- kapazität [MW]	3.130	3.130	6.546	6.546
Spitzenlast [MW]	1.150	1.220	1.320	1.720
Erzeugungsleistung Gesamt [MW]	390	565	1.225	1.600
Erzeugungsleistung EE [MW]	290	465	1.125	1.500
Verbundgrad Last [%]	270	255	495	380
Verbundgrad Erz. [%]	805	555	535	410
Verbundgrad EE [%]	1.080	675	580	435

Quelle: Eigene Berechnung nach Creos/Sotel, ILR und Referenzszenario

### 4.5.2. Energieübertragungsinfrastruktur

#### Analyse - Gas

Luxemburg verfügt momentan über Netzkopplungspunkte mit allen drei Nachbarländern, die in Abbildung 14 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 vereinzelte Verdichtungen der Verteilnetzebene vorgenommen werden. Somit ist auch für die nächsten Jahre nicht mit wesentlichen Änderungen der aggregierten Rohrleitungslängen zu rechnen.



Abbildung 14: Kartographische Darstellung der Versorgungssituation Luxemburgs

Quelle: Creos

In der Tabelle 18 sind die bestehenden und von Creos antizipierten Entwicklungen der Kapazitäten an den Netzkopplungspunkten angegeben.

Infolge mangelnder Kapazitätsnachfrage wurde die Grenzkuppelstelle in Esch-sur-Alzette 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 Nm<sup>3</sup>/h begrenzt.

Die (n–1)-sicher und nicht unterbrechbar zur Verfügung stehende Übertragungskapazität beträgt deshalb aktuell 170.000 Nm<sup>3</sup>/h. Die aktuelle Spitzenlast der geschützten Kundengruppe beträgt laut Creos etwa 140.000 Nm<sup>3</sup>/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.

Tabelle 18: Bestehende und zukünftige Kapazitäten der Netzkopplungspunkte.

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
<b>Summe</b>	<b>350.000</b>	<b>350.000</b>	<b>350.000</b>	<b>350.000</b>

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 aktive<sup>21</sup>.

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 usw.

<sup>21</sup> ILR, Chiffres Clés du Marché de l'Électricité, Année 2017 - Partie I; ILR, Chiffres Clés du Marché du gaz naturel, Année 2017 - Partie I

Der Gaspreis in Luxemburg für einen Haushalt mittlerer Größe lag 2015 inklusive Steuern und Abgaben und Netzkosten bei 13,77 €/GJ (bzw. 13,3 (€<sub>2013</sub>/GJ). Der reine Energiepreis betrug dabei etwa 55 %. Genaue Prognosen zur zukünftigen Entwicklung des Gaspreises liegen Luxemburg 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 %.

*Tabelle 19: Entwicklung der Strom- und Gaspreise für Endkunden.*

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

Quelle: Primes Reference Scenario, eigene Berechnungen

## 4.6. Dimension „Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit“

### 4.6.i. Aktuelle Lage des Sektors der CO<sub>2</sub>-emissionsarmen Technologien

Die Forschung und Entwicklung konzentrierte sich in Luxemburg traditionell auf die Sektoren Stahl, Luftfahrt und den Automobilssektor. In den letzten Jahren hat die Regierung erhebliche Anstrengungen unternommen, um weitere Schwerpunkte in den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Logistik, Gesundheitstechnologien, Materialien, Energie und Umwelttechnologien („*cleantech*“) zu entwickeln. Die Umwelttechnologien gehören zu den Prioritäten der nationalen wirtschaftlichen Diversifizierungsstrategie. Luxemburg hat die Bereiche 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.

Aufgrund der Stahlindustrie hat Luxemburg eine lange Tradition von Forschung im Bereich von Materialien. Diese beschäftigt sich heute unter anderem mit der Entwicklung von nachhaltigen Baumaterialien. Zudem hat Luxemburg in der Materialforschung zu Solarphotovoltaik mittlerweile drei Forschungsteams, die in der Weiterentwicklung von ressourcenoptimierten sogenannten Dünnschicht-PV forschen.

Darüber hinaus verfügt Luxemburg auch über Innovationscluster, die den vorgenannten Themen gewidmet sind. Hervorzuheben ist dabei das Luxembourg CleanTech Cluster<sup>22</sup> oder auch noch das Wood Cluster<sup>23</sup>. 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.

---

<sup>22</sup> <https://www.luxinnovation.lu/cluster/luxembourg-cleantech-cluster/>

<sup>23</sup> <https://www.luxinnovation.lu/cluster/luxembourg-wood-cluster/>

#### 4.6.ii. Aktuelles Niveau der öffentlichen und etwaigen privaten Ausgaben für Forschung und Innovation auf dem Gebiet der CO<sub>2</sub>-emissionsarmen Technologien, aktuelle Anzahl der Patente und aktuelle Anzahl der Forscher

Die zentralen öffentlichen Forschungsakteure auf dem Gebiet der CO<sub>2</sub>-emissionsarmen Technologien sind das Luxembourg Institute of Science and Technology und die Universität Luxemburg. Insgesamt liegen deren Ausgaben für Forschung und Innovation auf diesem Gebiet aktuell bei rund 20 Mio. EUR. Beide Institutionen beschäftigen derzeit etwa 160 Forscher in diesem Bereich und in Summe sind beide Inhaber von 22 Patenten bzw. Patentfamilien die dem Gebiet zugeordnet werden.

#### 4.6.iii. Aufschlüsselung der derzeitigen Preiselemente, die die wichtigsten drei Preisbestandteile ausmachen (Energie, Netze, Steuern bzw. Abgaben)

In der Abbildung 15 und der Abbildung 16 sind einerseits der Strompreis und andererseits der Gaspreis für Haushaltskunden in Luxemburg nach den Bestandteilen Energie, Netze und Steuern bzw. Abgaben aufgeschlüsselt.

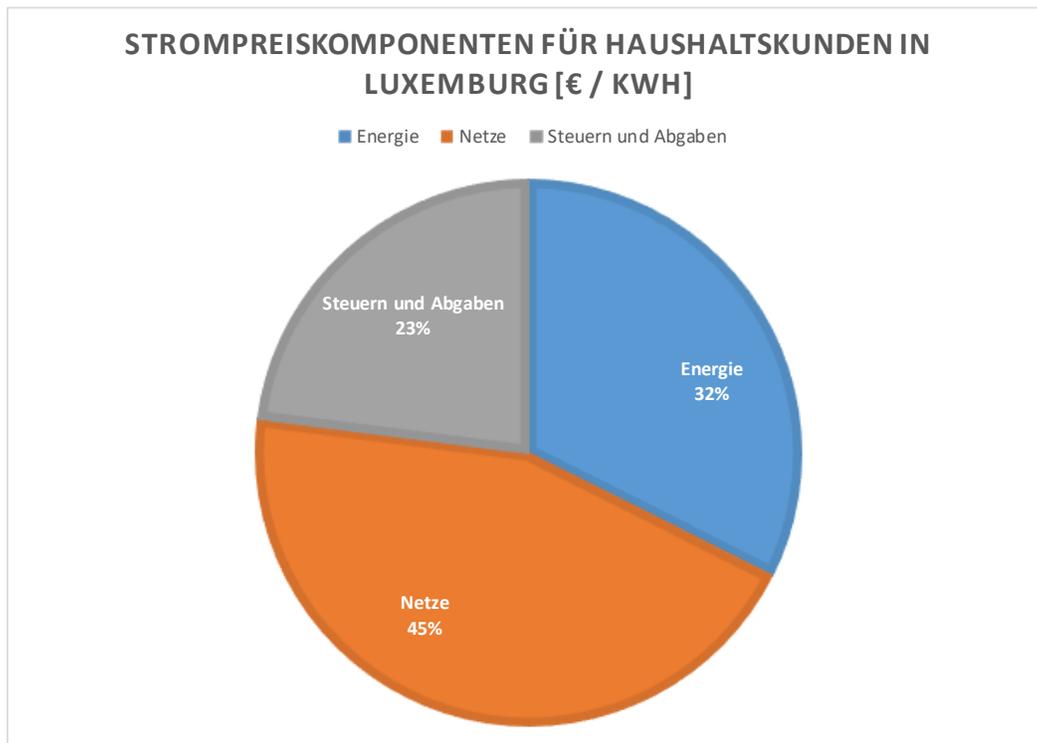


Abbildung 15: Strompreiskomponenten für Haushaltskunden

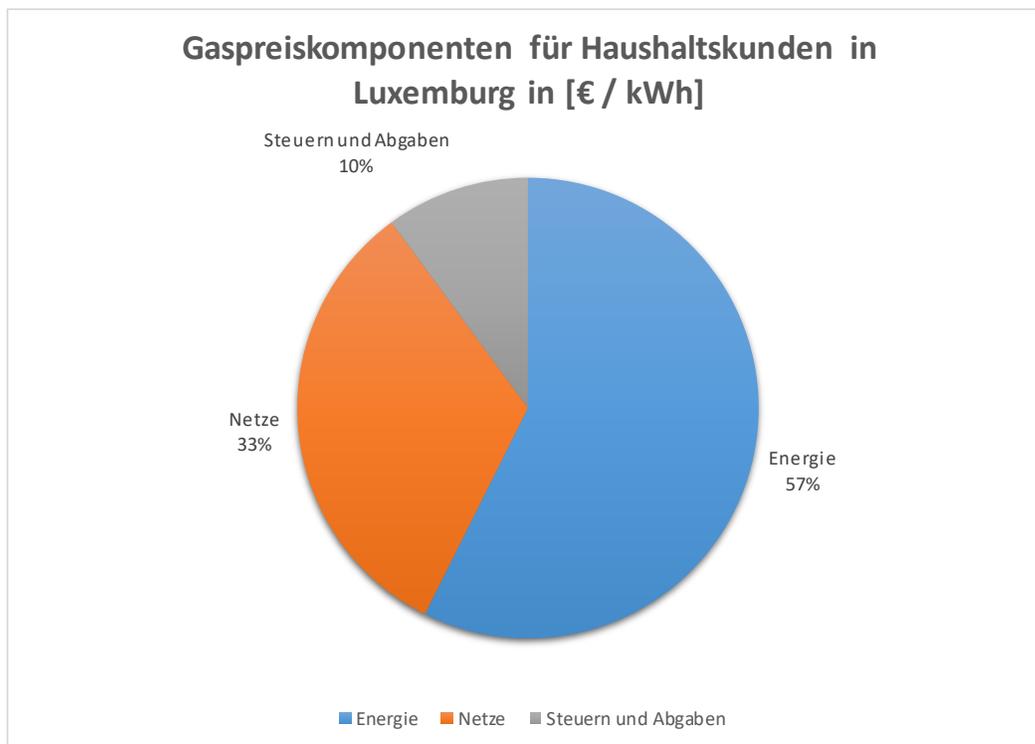


Abbildung 16: Gaspreiskomponenten für Haushaltskunden

#### 4.6.iv. Beschreibung der Subventionen für Energie, einschließlich für fossile Brennstoffe

Luxemburg verfügt über gut aufgestellte staatliche Finanzierungsinstrumente zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. Diese sind im Abschnitt 3.1.1.iii näher erläutert. Dazu gehören auch die Einspeisetarife für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (siehe Abschnitt 3.1.2.i).

Wie bereits im Abschnitt 3.1.3.iv dargelegt, hat die Luxemburger Regierung eine Analyse möglicher Auswirkungen von direkten und indirekten Subventionen und Steuervergünstigungen auf die nachhaltige Entwicklung in Auftrag gegeben. Tatbestand dieser Untersuchung sind auch Steuervergünstigungen im Energie- und Verkehrssektor. Die Ergebnisse der laufenden Studie werden als Grundlage für etwaige Anpassungen genutzt.

## 5. Folgenabschätzung der geplanten Strategien und Maßnahmen

Hinsichtlich der Folgenabschätzung der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen beauftragte die Luxemburger Regierung ein Beraterkonsortium bestehend aus: Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI), Consentec GmbH, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) und TU Wien – Energy Economics Group. Das Konsortium ergänzte und passte die bereits in früheren Projekten angewandten Modelle betreffend die Energienachfrage und die Energieversorgung an die gegebenen Anforderungen an, um eine möglichst solide analytische Grundlage zu schaffen.

Die modellgestützte Folgenabschätzung der geplanten Strategien und Maßnahmen führte zu dem in diesem Abschnitt vorgestellten Zielszenario. Allgemein sei angemerkt, dass solche Modellierungen und die daraus erstellten Projektionen sehr wohl als Orientierungshilfe dienen, jedoch immer mit Unsicherheiten verbunden bleiben. Insbesondere trifft dies für ein kleines offenes Wirtschaftssystem wie Luxemburg zu. Folglich können individuelle Entscheidungen oder Entscheidungen im Ausland bzw. auf europäischer Ebene zu erheblichen Veränderungen des angestrebten Zielszenarios führen.

Auch die im Abschnitt 5.2. vorgestellten Ergebnisse der makroökonomischen Bewertung des vorliegenden Energie- und Klimaplanes müssen unter diesen Vorbehalt gestellt werden.

## 5.1. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf das Energiesystem und die Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen

Die in Luxemburg geplanten Maßnahmen weisen ein sehr hohes Ambitionsniveau bezüglich Energieeffizienz auf und bewirken daher einen deutlichen Rückgang sowohl des Endenergiebedarfs als auch der CO<sub>2</sub>-Emissionen der entsprechenden Sektoren bzw. Anwendungen, da hier zusätzlich zum Energieeffizienzfortschritt auch ein Wechsel weg von den fossilen Energieträgern hin zur Nutzung erneuerbarer Energien zum Tragen kommt.

Nachfolgend wird ein Blick auf das Zielszenario geworfen und die hierdurch induzierten Auswirkungen auf das Energiesystem und die Treibhausgasemissionen diskutiert, untergliedert in die Veränderungen auf Energienachfrageseite, den Beitrag erneuerbarer Energien sowie hinsichtlich der Treibhausgasemissionen. Dabei steht hier das in Abschnitt 3 beschriebene Maßnahmenbündel im Fokus der Betrachtung. Es sei betont, dass hier stets das Gesamtbündel an Maßnahmen hinsichtlich der induzierten Auswirkungen analysiert wird, da eine Einzelbetrachtung methodisch inkonsistent und als nicht zielführend anzusehen wäre. Die Auswirkungen werden illustriert anhand eines Vergleichs zu Entwicklungen im Referenzfall.

In Abschnitt 5.1.1. wird die Entwicklung der verursachten Treibhausgasemissionen, in Abschnitt 5.1.2 die Entwicklung der Energienachfrage und in Abschnitt 5.1.3 die Entwicklung der Erneuerbaren Energien behandelt.

### 5.1.1. THG-Emissionen und THG-Abbau

Die Projektionen der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen mit den geplanten Strategien und Maßnahmen sind für die Jahre 2020 bis 2040 in der Tabelle 20 zusammengefasst. Die energiebedingten THG-Emissionen resultieren dabei aus dem Zusammenspiel der Entwicklung der Energienachfrage und der Erneuerbaren Energien.

Tabelle 20: Treibhausgasemissionen nach ETS und Non-ETS für die Jahre 2020 bis 2040 im Fall des Zielszenarios (mit zusätzlichen Maßnahmen), in kt CO<sub>2</sub>äq

	2020	2025	2030	2035	2040
<b>ETS-Emissionen ohne internat. Luftverkehr</b>	<b>1 376</b>	<b>1 238</b>	<b>1 074</b>	<b>966</b>	<b>861</b>
<b>Gesamte non-ETS Emissionen</b>	<b>7 677</b>	<b>6 032</b>	<b>4 726</b>	<b>3 717</b>	<b>2 739</b>
<b>Energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>6 787</b>	<b>5 262</b>	<b>4 095</b>	<b>3 098</b>	<b>2 130</b>
Energiewirtschaft	145	95	68	62	62
Industrie	176	150	119	108	75
Verkehr	5 077	4 004	3 289	2 548	1 865
Private Haushalte	933	685	418	248	46
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	403	287	172	108	62
Sonstige*	25	18	12	12	12
Diffuse Emissionen	29	24	17	13	8
<b>Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>890</b>	<b>770</b>	<b>632</b>	<b>619</b>	<b>609</b>
Industrielle Prozesse	112	106	80	70	64
Land- und Forstwirtschaft	699	607	515	508	503
Abfall	79	57	37	40	42
<b>LULUCF</b>	<b>-390</b>	<b>-393</b>	<b>-401</b>	<b>-399</b>	<b>-397</b>

\* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

Im Jahr 2030 werden im Zielszenario insgesamt rund 4,7 Millionen t CO<sub>2</sub>äq von den Nicht-ETS-Sektoren ausgestoßen. Dies entspricht einer Minderung von rund 55% gegenüber dem Referenzjahr 2005, wobei die ausschließlich energiebedingten Emissionen mit gut 57% noch stärker sinken. Die nicht-energiebedingten Emissionen der Nicht-ETS-Sektoren nehmen bis 2030 um ca. 22% gegenüber dem Referenzjahr 2005 ab. Bis 2040 sollen die gesamten Nicht-ETS-Emissionen im Zielszenario auf 2,7 Millionen t CO<sub>2</sub>äq fallen.

Die Emissionen der in Luxemburg ansässigen ETS-Anlagen werden im Jahr 2030 auf ca. 1 Millionen t CO<sub>2</sub>äq geschätzt, was einem Rückgang von knapp 60% gegenüber 2005 entspricht.

Im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) soll der THG-Abbau bei etwa 0,4 Millionen t CO<sub>2</sub>äq stagnieren.

In Tabelle 21 werden die Projektionen des Zielszenarios mit denen des Referenzszenarios (vgl. Tabelle 9 und Tabelle 20) verglichen. Bis zum Jahr 2030 führen die geplanten Strategien und Maßnahmen demnach zu einer Minderung der Emissionen in den Nicht-ETS-Sektoren von rund 45% gegenüber dem Referenzszenario. Im ETS-Bereich beträgt die Differenz -11%. Es sei an dieser Stelle nochmal darauf

hingewiesen, dass der Rückgang der Emissionen bis 2030 im Zielszenario gegenüber dem Referenzjahr 2005 55% beträgt.

Tabelle 21: Vergleich der Projektionen der Treibhausgasemissionen des Zielszenarios (mit zusätzlichen Maßnahmen) mit dem Referenzszenario (ohne zusätzliche Maßnahmen) für die Jahre 2020 bis 2040

	2020	2025	2030	2035	2040
<b>ETS-Emissionen ohne internat. Luftverkehr</b>	<b>-1%</b>	<b>-5%</b>	<b>-11%</b>	<b>-15%</b>	<b>-19%</b>
<b>Gesamte non-ETS Emissionen</b>	<b>-9%</b>	<b>-28%</b>	<b>-45%</b>	<b>-58%</b>	<b>-69%</b>
<b>Energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>-10%</b>	<b>-30%</b>	<b>-47%</b>	<b>-61%</b>	<b>-74%</b>
Energiewirtschaft	-11%	-42%	-58%	-62%	-62%
Industrie	-10%	-27%	-42%	-52%	-68%
Verkehr	-7%	-28%	-44%	-59%	-71%
Private Haushalte	-18%	-39%	-62%	-77%	-96%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-18%	-33%	-54%	-69%	-81%
Sonstige*	0%	-27%	-54%	-54%	-55%
Diffuse Emissionen	-7%	-23%	-43%	-56%	-71%
<b>Nicht-energiebedingte non-ETS Emissionen</b>	<b>0%</b>	<b>-9%</b>	<b>-23%</b>	<b>-23%</b>	<b>-24%</b>
Industrielle Prozesse	0%	0%	0%	0%	0%
Land- und Forstwirtschaft	0%	-10%	-23%	-24%	-25%
Abfall	0%	-20%	-46%	-41%	-37%
<b>LULUCF</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>

\* Sonstige Emissionen sind Verbrennung in Bau- u. Landwirtschaft

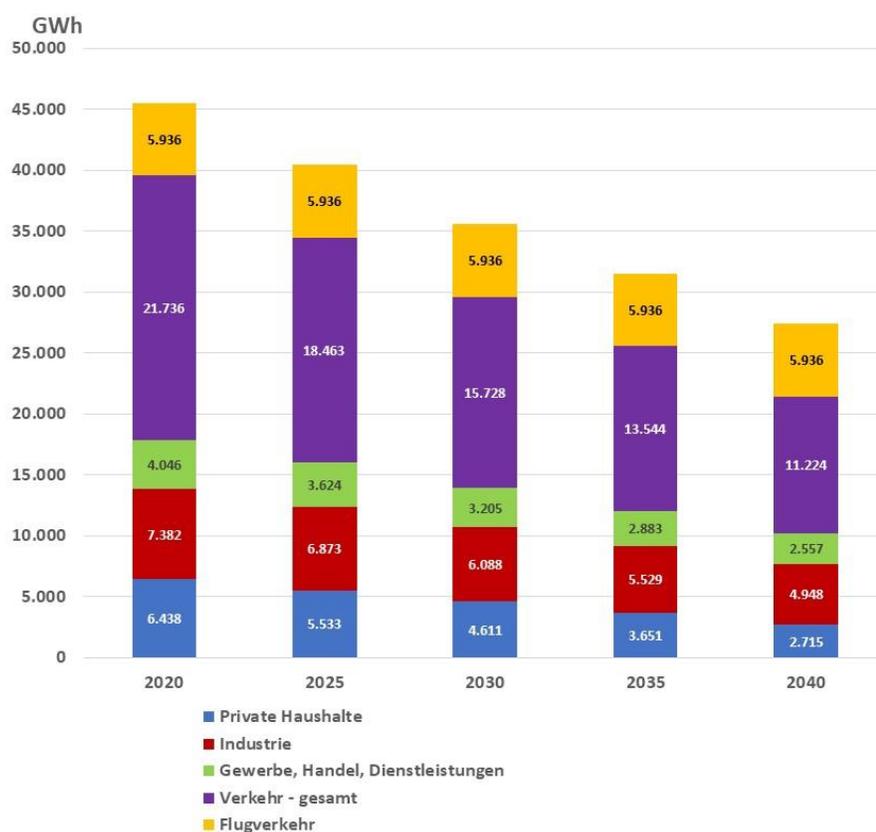
Quelle: Eigene Darstellungen, 2019

### 5.1.2. Energienachfrage

Durch die geplanten Energieeffizienzmaßnahmen geht der gesamte Endenergiebedarf von Luxemburg zwischen dem Jahr 2020 und 2040 um knapp 40 % (18,2 TWh) auf knapp 27,4 TWh zurück (vgl. Tabelle 22). Im Jahr 2030 summiert sich der Endenergiebedarf der verschiedenen Sektoren in Luxemburg auf insgesamt 35.568 TWh (-22 % gegenüber 2020) auf. Bis zum Jahr 2040 setzt sich der Trend bei der Wirkung der Energieeffizienzmaßnahmen fort, sodass sich zwischen dem Jahr 2030 und 2040 der Gesamtendenergiebedarf für Luxemburg um knapp 8,2 TWh reduziert (-23 % gegenüber 2030).

Zum erzielten Endenergiebedarfsrückgang im Jahr 2040 tragen innerhalb des Zielszenarios die privaten Haushalte mit einem Rückgang des Endenergiebedarfs gegenüber dem Jahr 2020 um knapp 58 % (3,7 TWh), die Industrie mit einem Rückgang um 33 % (2,4 TWh), der Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“ mit einem Rückgang um knapp 37 % (ca. 1,5 TWh) und der Verkehrssektor mit einem Rückgang von rund 48 % oder 10,5 TWh bei (vgl. **Abbildung 17**). Der Endenergiebedarf des Verkehrssektors sinkt im Fall des Zielszenarios bis zum Jahr 2040 auf gut 11,2 TWh ab; hierzu trägt auch der prognostizierte Rückgang des Tanktourismus wesentlich dazu bei. Der Endenergiebedarf (Kerosin) des Flugverkehrs wird

dabei auch im Fall des Zielszenarios über die gesamte Periode auf konstantem Niveau gehalten, analog zur angenommenen Entwicklung im Fall des Referenzszenarios.



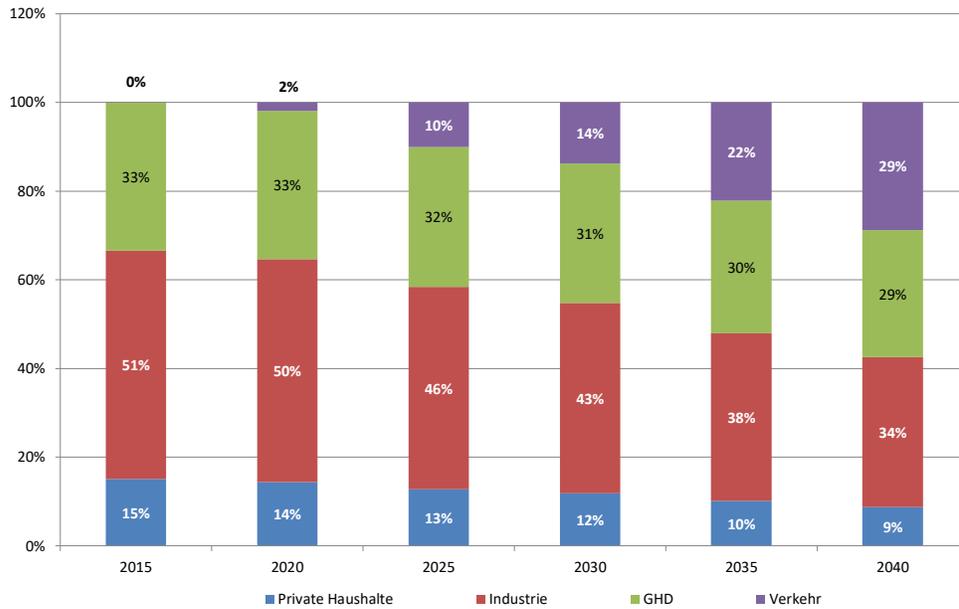
Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 17: Entwicklung des Endenergiebedarfs in der Periode 2020 bis 2040 im Fall des Zielszenarios, unterteilt nach Sektoren

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 auch im Zielszenario beim Strombedarf die Anteile der einzelnen Sektoren. Im Gegensatz zum Referenzszenario steigt der Anteil des Verkehrssektors deutlich stärker an. So beträgt der Anteil des Verkehrssektors im Jahr 2040 29 % vom Gesamtstrombedarf. Dementsprechend gehen die Anteile der übrigen Sektoren (GHD, private Haushalte, Industrie) mehr oder weniger stark zurück (vgl. Abbildung 18).

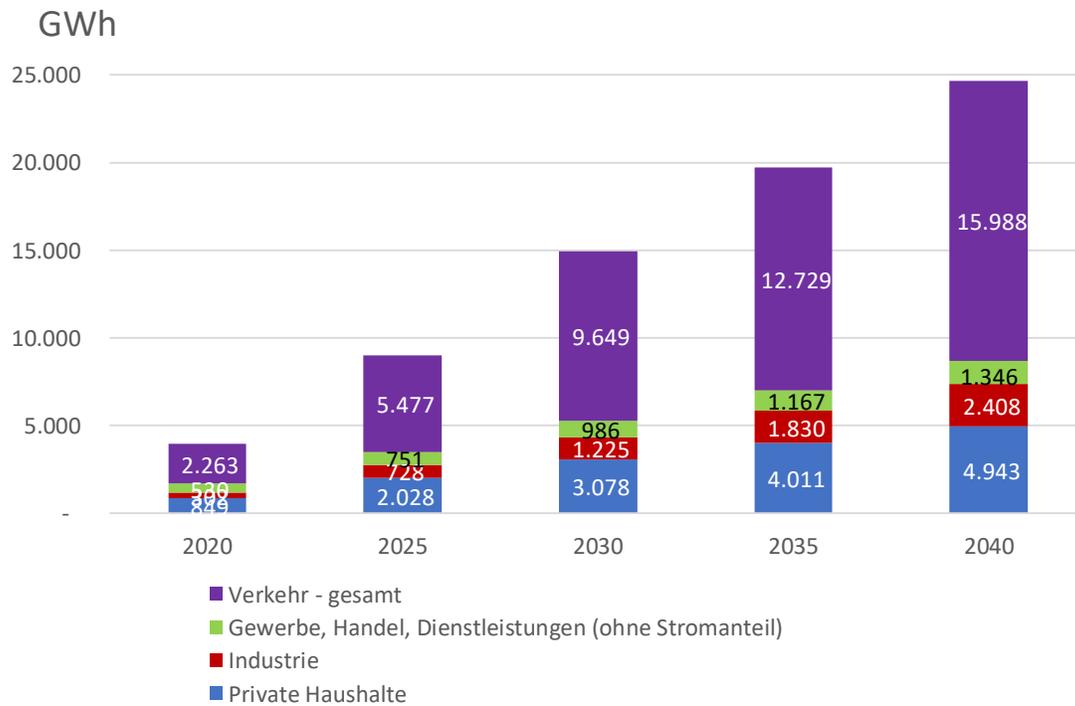
Die, absolut betrachtet, größte Einsparwirkung (-10,5 TWh gegenüber 2020) wird in der gesamten Periode vom Verkehrssektor erzielt, gefolgt von der Einsparwirkung im Bereich der privaten Haushalte, den Einsparungen im Bereich des GHD-Sektors und der Energiebedarfsreduktion im Bereich der Industrie (vgl. Abbildung 19).

**GWh**



Quelle: eigene Berechnungen 2019

Abbildung 18: Sektorale Aufteilung des Strombedarfs für die Periode 2015 bis 2040 gemäß Zielszenario



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 19: Rückgang des Endenergiebedarfs (Brennstoffe, Strom) innerhalb des Zielszenarios nach Sektoren unterteilt in der Periode 2020 bis 2040

Tabelle 22 fasst die Auswirkungen der geplanten Strategien und Effizienzmaßnahmen im Bereich des Endenergiebedarfes zusammen und ermöglicht gleichzeitig eine prozentuale Bewertung der Wirkungen der geplanten Politikstrategien und Maßnahmen des Zielszenarios (Intensivierung vorhandener Maßnahmen, Weiterentwicklung Sanierungsstrategien im Gebäudebereich, Anpassung der Kraftstoffsteuer, Verschärfung ordnungsrechtlicher Anforderungen bzw. Mindeststandards, Selbstverpflichtung usw.) im Vergleich zur Referenzentwicklung, bei welcher nur bestehende Politiken und Maßnahmen eine Berücksichtigung fanden. Durch die Wirkungen aller Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf des Zielszenarios im Vergleich zum Referenzszenario signifikant und beläuft sich im Fall des Zielszenarios auf insgesamt 35.568 GWh (vgl. Tabelle 22).

Der letzte Teil von Tabelle 22 stellt abschließend die prozentualen Abweichungen des Endenergiebedarfes im Fall des Zielszenarios gegenüber der entsprechenden Entwicklung im Fall des Referenzszenarios dar. Somit wird eine klare Darstellung der durch die geplanten Politikstrategien und Maßnahmen ermöglichten Einsparungen ermöglicht.

Abschließend sei angemerkt, dass die künftige Energienachfrageentwicklung sowohl für das Referenz- als auch für das Zielszenario auf umfassenden Modellrechnungen sowie einem nachfolgenden Diskussions- und Reflexionsprozess beruht. Nationale Statistiken zum Energieverbrauch der privaten Haushalte, des Sektors „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“, der Industrie sowie des Verkehrssektors bildeten hierbei die gemeinsame Ausgangsbasis beider Szenarien, welche hier naturgemäß Unterschiede in der künftigen Entwicklung zeigen. Demgemäß weist das Zielszenario einen deutlich stärkeren Nachfragerückgang auf, welcher im Wesentlichen den Einfluss der in Abschnitt 3 vorgestellten (im Vergleich zum Referenzfall) zusätzlichen Maßnahmen kennzeichnet. Hinsichtlich der jüngsten Entwicklung in den Jahren bis 2020 widerspiegeln die angegebenen Unterschiede die dem Modellierungsprozess inhärente Unsicherheit. Für den Verkehrssektor im Konkreten standen hierbei statistische Daten zu verschiedenen Kraftfahrzeugtypen bzw. verschiedenen Kraftstoffarten (Benzin, Diesel, Erdgas) bis zum Jahr 2016 zur Verfügung. Basierend auf dem sich abzeichnenden Trend der Nachfrage nach den einzelnen Kraftstoffarten in der Periode 2012 bis 2016 wurde im Verkehrssektor die zukünftige Kraftstoffnachfrage bis zum Jahr 2040 modelliert. Entgegen dem aus dieser Periode abgeleiteten, sich abschwächenden Nachfragetrend deuten jüngste Zahlen von 2017 (leichter Anstieg), sowie v. a. die noch nicht statistisch verifizierten Marktdaten für die Jahre 2018 und 2019 auf einen nun starken Anstieg der Nachfrage nach einzelnen Kraftstoffarten im Verkehrssektor hin. Falls sich diese Trendangaben als richtig erweisen, ist dies als Zeichen zu werten, dass eine weitere Verschärfung der geplanten zusätzlichen Maßnahmen von Nöten wäre, um die für das Jahr 2030 anvisierten Energie- und Klimaziele zu erreichen.

Tabelle 22: Vergleich des Endenergiebedarfs von Luxemburg zwischen Referenzszenario und Zielszenario

### Referenzszenario

Sektor	Einheit	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
<b>Endenergiebedarf insgesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>49.483</b>	<b>49.412</b>	<b>50.506</b>	<b>51.279</b>	<b>52.065</b>
Private Haushalte		7.287	7.561	7.689	7.662	7.658
Industrie		7.684	7.601	7.314	7.359	7.355
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		4.576	4.375	4.191	4.050	3.903
Verkehr - gesamt		<b>23.999</b>	<b>23.940</b>	<b>25.377</b>	<b>26.273</b>	<b>27.213</b>
Verkehr - Inlandsverkehr		6.745	6.814	7.304	7.870	8.185
Verkehr - Durchgangsverkehr		17.254	17.126	18.073	18.404	19.029

### Zielszenario Paris Art. 2.1a

Sektor	Einheit	<u>2020</u>	<u>2025</u>	<u>2030</u>	<u>2035</u>	<u>2040</u>
<b>Endenergiebedarf insgesamt</b>	<b>GWh</b>	<b>45.538</b>	<b>40.429</b>	<b>35.568</b>	<b>31.543</b>	<b>27.381</b>
Private Haushalte		6.438	5.533	4.611	3.651	2.715
Industrie		7.382	6.873	6.088	5.529	4.948
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		4.046	3.624	3.205	2.883	2.557
Verkehr - gesamt		<b>21.736</b>	<b>18.463</b>	<b>15.728</b>	<b>13.544</b>	<b>11.225</b>
Verkehr - Inlandsverkehr		6.115	4.604	3.832	3.305	2.753
Verkehr - Durchgangsverkehr		15.621	13.859	11.896	10.239	8.472
Flugverkehr		5.936	5.936	5.936	5.936	5.936

## Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
<b>Endenergiebedarf insgesamt<sup>1</sup></b>	%	-8%	-18%	-30%	-38%	-47%
Private Haushalte		-12%	-27%	-40%	-52%	-65%
Industrie		-4%	-10%	-17%	-25%	-33%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen		-12%	-17%	-24%	-29%	-34%
Verkehr - gesamt		-9%	-23%	-38%	-48%	-59%
Verkehr - Inlandsverkehr		-9%	-32%	-48%	-58%	-66%
Verkehr - Durchgangsverkehr		-9%	-19%	-34%	-44%	-55%

Quelle: Eigene Darstellung 2019

Tabelle 23 fasst in der gleichen Weise wie Tabelle 22 im Fall des Endenergiebedarfs die Auswirkungen der geplanten Strategien und Effizienzmaßnahmen im Bereich des gesamten Wärmebedarfs bzw. des Strombedarfs von Luxemburg zusammen, und ermöglicht auch hier gleichzeitig eine prozentuale Bewertung der Wirkungen der geplanten Politikstrategien und Maßnahmen des Zielszenarios über die Periode 2020 bis 2040.

Tabelle 23: Vergleich der Entwicklung des Wärmebedarfs bzw. des Strombedarfs von Luxemburg im Fall des Referenzszenario und des Zielszenario

### Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	GWh	13.463	13.472	13.234	13.251	13.205
Strombedarf		6.141	6.260	6.314	6.367	6.441

### Zielszenario Paris Art. 2.1a

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	GWh	11.868	10.223	8.371	6.961	5.544
Strombedarf		6.112	6.457	6.416	6.553	6.568

### Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

Sektor	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
Wärmebedarf (ohne Stromanteil)	%	-11,8%	-24,1%	-36,7%	-47,5%	-58,0%
Strombedarf		-0,5%	3,2%	1,6%	2,9%	2,0%

Quelle: Eigene Darstellung 2019

#### 5.1.3. Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien leisten heute und auch künftig einen substantiellen Beitrag zur Dekarbonisierung des Energiesektors in Luxemburg. Das in Abschnitt 2 vorgestellte Zielszenario zeigt einen Pfad zur Erreichung eines EE-Anteils von 25 % gemessen am Bruttoendenergiebedarf im Jahr 2030. Dies impliziert eine deutliche Steigerung, vergleicht man die erreichten Mengen heute (6,4 % im Jahr 2017) und die Zielvorgabe für 2020 (11 %). Neben dem massiven Ausbau erneuerbarer Energien bedarf es hierfür einer klaren Steigerung der Energieeffizienz sowie damit einhergehend einer Nachfrageminderung wie im vorigen Abschnitt dargelegt. Im Fokus dieses Abschnitts stehen die energiesystemischen Auswirkungen der zusätzlichen Maßnahmen zur weiteren Forcierung des Ausbaus erneuerbarer Energien und zur Anhebung des Beitrags dieser an der Deckung der Nachfrage. Konkret wird ein Blick auf die energetische Aufbringungsseite geworfen und hierbei der Beitrag erneuerbarer Energien betrachtet, welcher zusätzlich gemäß Zielszenario im Vergleich zum Referenzfall resultieren würde.

Einen umfassenden Überblick hierzu bietet Tabelle 24. So wird in dieser Tabelle für die Jahre bis 2040 die Energieerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien, sowohl für das Referenzszenario als auch für das Zielszenario, auf sektoraler Ebene sowie in einer Gesamtbilanz angegeben. Ebenso erlaubt die tabellarische Angabe den direkten Vergleich, also die Betrachtung der induzierten Veränderung falls das Zielszenario anstelle der Referenzentwicklung angestrebt wird. Des Weiteren wird nebst absoluten Energiemengen auch der relative Anteil erneuerbarer Energien, gemessen an der jeweiligen (sektoralen) Nachfrage, dargelegt.

Auf den ersten Blick überraschend erscheint wohl der nur geringfügige Unterschied in der nationalen Gesamtbilanz bei den erzeugten Energiemengen: Vergleicht man beispielsweise die gesamte nationale EE-Energieaufbringung im Fokusjahr 2030 in absoluten Zahlen, so ist hier nur ein Anstieg um 1,6 % (Ziel- vs. Referenzszenario) zu beobachten. Auf sektoraler Ebene treten hingegen deutliche Unterschiede auf: Während die EE-Erzeugung im Stromsektor einen deutlichen Zuwachs aufweist (+30 % im Jahr 2030) und im Wärmesektor eine Mehrerzeugung im Ausmaß von +3,6 % zu beobachten ist, so zeigt sich bei Biokraftstoffen im Verkehrssektor ein massiver Rückgang (-25,5 %) trotz gestiegener Beimengungsquote (10% anstelle von 8%). Grund hierfür ist die massiv gesunkene Nachfrage nach Kraftstoffen im Verkehrssektor gemäß Zielszenario (im Vergleich zum Referenzfall). Bezieht man die Beiträge innovativer Lösungsansätze, wie etwa jener der Elektromobilität, mit ein, so ist jedoch auch im Verkehrssektor insgesamt ein deutliches Anwachsen des EE-Beitrags zu beobachten (+6,9 %).<sup>24</sup>

Vergleicht man die ausgewiesenen relativen EE-Anteile für das Fokusjahr 2030, also der EE-Anteile gemessen an der jeweiligen Energienachfrage (vgl. Tabelle 24), so werden die großen Unterschiede zwischen Ziel- und Referenzszenario offensichtlich. Anstelle des marginalen Plus von 1,6 % in der nationalen Gesamtbilanz der absoluten Energiemengen, ist bei Vergleich der EE-Anteile an der Bruttoendenergienachfrage<sup>25</sup> ein Zuwachs von 51,5% zu beobachten. Die größten Veränderungen treten hier beim Wärmesektor auf, hier liegt der Zuwachs bei 63,8%. Der EE-Anteil gemäß Gesamtbilanz im

---

<sup>24</sup> Wichtig zu erwähnen ist, dass hier hinsichtlich der Beiträge innovativer Lösungsansätze eine Mehrfachzählung Anwendung findet – im Einklang mit der novellierten Berechnungslogik zur Ermittlung des EE-Anteils im Verkehrssektor.

<sup>25</sup> Die Bruttoendenergienachfrage stellt hierbei die für die EE-Zielermittlung relevante Kenngröße dar. Vereinfacht erläutert, leitet sie sich aus den in Tabelle 22 angegebenen Endenergienachfragewerten ab, in dem zusätzlich zur Endnachfrage, welche sektorenübergreifend bei 35.568 GWh im Jahr 2030 gemäß Zielszenario zu liegen kommt, auch im Falle von Strom und netzgekoppelter Wärme Übertragungsverluste und Eigenverbräuche des Energiesektors Berücksichtigung finden – diese betragen im Zielszenario 291 GWh.

Des Weiteren schreibt das EU-Regulativ hier eine Deckelung bei der Berücksichtigung des Energiebedarfs des Flugverkehrs vor, sodass im Falle vergleichsweise kleiner Mitgliedsstaaten hier keine Verzerrung bzw. Pönalwirkung entstehen würde. Der Energiebedarf für Flugverkehr beträgt gemäß Zielszenario im Jahr 2030 5.936 GWh – aufgrund der Deckelung werden hierfür jedoch nur 2.216 GWh für die Ermittlung des Bruttoendenergiebedarfs berücksichtigt. Im Falle Luxemburgs bedingt dies folglich eine merkbare Verminderung des als Bezugsgröße für den gesamten EE-Anteil relevanten Bruttoendenergiebedarfs – ohne Flugverkehrsdeckelung käme dieser bei 35.861 GWh zu liegen, mit Berücksichtigung der Deckelung ergeben sich die in Tabelle 18 angegebenen 32.141 GWh im Jahr 2030 für das Zielszenario.

Verkehrssektor steigt ebenso um beachtliche 59,3 %, während die Entwicklungen im Stromsektor etwas verhaltener erscheinen (+26,4 %). Im Allgemeinen werden hierdurch die deutlichen Veränderungen auf der Nachfrageseite – wie im vorherigen Abschnitt diskutiert – veranschaulicht. Im Resümee kann somit festgehalten werden, dass ein deutliches Anheben der EE-Anteile neben direkten Maßnahmen zum vermehrten EE-Ausbau klare Eingriffe auf der Energieeffizienzseite erfordert.

Tabelle 24: Vergleich des Ausbaus erneuerbarer Energien (Energieerzeugung und Anteile gemessen an der (sektoralen) Nachfrage) zwischen Referenzszenario und Zielszenario

### Referenzszenario

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	752	1.249	1.731	2.071	2.332	%	11,9%	19,4%	26,5%	31,3%	34,7%
EE-Wärme	1.626	2.070	2.462	2.699	2.896	%	12,1%	15,4%	18,6%	20,4%	21,9%
EE-Biokraftstoffe	1.855	1.892	1.993	1.450	1.450	%	7,7%	8,0%	8,0%	5,6%	5,5%
EE-Verkehr, gesamt*	2.784	3.438	4.463	4.355	5.390	%	11,1%	13,5%	16,1%	15,1%	17,6%
<b>EE-Gesamt, national</b>	<b>4.232</b>	<b>5.211</b>	<b>6.187</b>	<b>6.221</b>	<b>6.679</b>	<b>%</b>	<b>9,2%</b>	<b>11,2%</b>	<b>12,9%</b>	<b>12,8%</b>	<b>13,5%</b>
EE-Kooperationsbedarf	1.000	2.917	4.833	4.833	4.833		2,2%	6,2%	10,1%	9,9%	9,7%
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>	<b>5.232</b>	<b>8.128</b>	<b>11.020</b>	<b>11.054</b>	<b>11.512</b>		<b>11,3%</b>	<b>17,4%</b>	<b>23,0%</b>	<b>22,7%</b>	<b>23,2%</b>
Vergleich: Bruttoendenergiebedarf**	<b>46.119</b>	<b>46.717</b>	<b>47.913</b>	<b>48.773</b>	<b>49.650</b>						

### Zielszenario Paris Art. 2.1a

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	748	1.563	2.251	2.680	3.150	%	11,9%	23,5%	33,6%	38,8%	45,4%
EE-Wärme	1.626	2.030	2.551	2.495	2.609	%	13,7%	19,9%	30,5%	35,8%	47,1%
EE-Biokraftstoffe	1.632	1.563	1.485	1.738	1.749	%	7,5%	8,8%	10,0%	14,4%	18,7%
EE-Verkehr, gesamt*	2.581	3.755	4.769	7.391	9.587	%	11,3%	18,4%	25,6%	40,4%	54,3%
<b>EE-Gesamt, national</b>	<b>4.006</b>	<b>5.156</b>	<b>6.287</b>	<b>6.914</b>	<b>7.508</b>	<b>%</b>	<b>9,4%</b>	<b>13,9%</b>	<b>19,6%</b>	<b>24,8%</b>	<b>31,9%</b>
EE-Kooperationsbedarf	1.000	1.374	1.748	1.748	1.748		2,3%	3,7%	5,4%	6,3%	7,4%
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>	<b>5.006</b>	<b>6.530</b>	<b>8.035</b>	<b>8.662</b>	<b>9.257</b>		<b>11,8%</b>	<b>17,6%</b>	<b>25,0%</b>	<b>31,0%</b>	<b>39,3%</b>
Vergleich: Bruttoendenergiebedarf**	<b>42.587</b>	<b>37.203</b>	<b>32.141</b>	<b>27.926</b>	<b>23.526</b>						

### Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

EE-Energieerzeugung, Energiemengen absolut						EE-Anteil, gemessen an (sektoraler) Nachfrage					
Einheit	2020	2025	2030	2035	2040	Einheit	2020	2025	2030	2035	2040
EE-Strom	-0,5%	25,2%	30,0%	29,4%	35,0%	%	-0,1%	21,1%	26,4%	24,0%	31,0%
EE-Wärme	0,0%	-1,9%	3,6%	-7,6%	-9,9%	%	13,4%	29,2%	63,8%	75,6%	114,6%
EE-Biokraftstoffe	-12,0%	-17,4%	-25,5%	19,8%	20,6%	Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	-2,5%	10,1%	25,6%	155,2%	242,3%
EE-Verkehr, gesamt*	-7,3%	9,2%	6,9%	69,7%	77,9%	Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	1,9%	36,2%	59,3%	168,1%	208,9%
<b>EE-Gesamt, national</b>	<b>-5,3%</b>	<b>-1,1%</b>	<b>1,6%</b>	<b>11,1%</b>	<b>12,4%</b>	<b>Veränderung, bezogen auf Referenzszenario</b>	<b>2,5%</b>	<b>24,2%</b>	<b>51,5%</b>	<b>94,1%</b>	<b>137,2%</b>
EE-Kooperationsbedarf	0,0%	-52,9%	-63,8%	-63,8%	-63,8%	Referenzszenario	8,3%	-40,8%	-46,1%	-36,8%	-23,7%
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>	<b>-4,3%</b>	<b>-19,7%</b>	<b>-27,1%</b>	<b>-21,6%</b>	<b>-19,6%</b>	<b>Referenzszenario</b>	<b>3,6%</b>	<b>0,9%</b>	<b>8,7%</b>	<b>36,9%</b>	<b>69,7%</b>

\*inkl. Multiplikationsfaktoren gemäß Berechnungslogik hinsichtlich des EE-Anteils im Verkehrssektor

\*\*Unter Berücksichtigung der Deckelung des Energiebedarfs für Flugverkehr: Das EU-Regulativ schreibt eine Deckelung bei der Berücksichtigung des Energiebedarfs des Flugverkehrs dar, sodass im Falle vergleichsweise kleiner Mitgliedsstaaten hier keine Verzerrung bzw. Pönalwirkung entstehen würde. Der Energiebedarf für Flugverkehr liegt bei beiden Szenarien im Jahr 2030 bei 5.936 GWh – aufgrund der Deckelung werden hierfür jedoch nur 2.216 GWh für die Ermittlung des Bruttoendenergiebedarfs berücksichtigt. Im Falle Luxemburgs bedingt dies folglich eine merkbare Verminderung des als Bezugsgröße für den gesamten EE-Anteil relevanten Bruttoendenergiebedarfs – ohne Flugverkehrsdeckelung käme dieser beispielsweise gemäß Zielszenario im Jahr 2030 bei 35.861 GWh zu liegen, mit Berücksichtigung der Deckelung ergeben sich die angegebenen 32.141 GWh.

Quelle: Eigene Darstellung 2019

## 5.2. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf Volkswirtschaft, Beschäftigung und soziale Verhältnisse sowie Umwelt und Gesundheit

### 5.2.1. Makroökonomische Folgenabschätzung

Die gesamtwirtschaftliche Bewertung des vorliegenden Energie- und Klimaplan zeigt leicht positive Wirkungen des geplanten Maßnahmenbündels auf die zentralen volkswirtschaftlichen Indikatoren bis zum Jahr 2030. Die Wirkungen basieren auf den Technologie- und Verhaltensänderungen, die in den Bottom-Up Nachfrage- und Angebotsmodellen für das Zielszenario ermittelt worden sind (siehe Abschnitt 5.1.). Dabei flossen nur die Änderungen durch die im Zielszenario geplanten Strategien und Maßnahmen gegenüber dem Referenzszenario in die Bewertung mit ein. Die Impulse in Form von zusätzlichen, abzüglich vermiedenen, Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien, Änderungen bei den Energieausgaben, veränderten Primärenergieimporten, Förderprogrammen und ordnungsrechtlichen Maßnahmen wurden mittels des systemdynamischen ASTRA-Modells bewertet<sup>26</sup>. Dabei wurden sowohl die direkten Effekte der Impulse (z. B. direkte Arbeitsplatzwirkungen von Investitionen in bauliche Maßnahmen), die indirekten Effekte (z. B. die Wirkungen über die mit dem direkten Wirtschaftszweig über Vorleistungen verbundenen anderen Wirtschaftszweige) sowohl als auch induzierte Effekte (die Zweitrundeneffekte eines verbesserten Wirtschaftswachstums) auf die Volkswirtschaft untersucht.

Die geplanten Strategien und Maßnahmen bewirken nach den Modellabschätzungen eine zusätzliche Steigerung des BIP von ca. 905 Mio. EUR<sub>2016</sub> bzw. 1,1% bis ins Jahr 2030 verglichen mit dem Referenzszenario. Die positive Wirkung auf die Gesamtwirtschaft ergibt sich hauptsächlich durch das Anstoßen der Investitionstätigkeiten im Bereich der Energieeffizienz und der erneuerbaren Energien, durch die Verringerung der Energieausgaben der privaten Haushalte und der Unternehmen sowie durch die vermiedenen Importe von fossilen Energieträgern. Es entsteht trotz Berücksichtigung der Finanzierung der Maßnahmen ein positiver gesamtwirtschaftlicher Effekt, der sich in einer Zunahme der Beschäftigung um 0,3% bzw. 1.470 Beschäftigten bis 2030 verglichen mit dem Referenzszenario zeigt. Zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass die Verringerung der Energieausgaben der privaten Haushalte und der Unternehmen sich natürlich auch nach 2030 noch deutlich positiv auf die Gesamtwirtschaft auswirken wird.

Die Ergebnisse der makroökonomischen Folgenabschätzung deuten darauf hin, dass durch die Einführung eines CO<sub>2</sub>-Mindestpreises ab 2021 darüber hinaus noch die zusätzlichen Ausgaben des Staates durch die

---

<sup>26</sup> Krail Michael, Sievers Luisa (2019), NECP Luxemburg – Makroökonomische Folgenabschätzung. Der Bericht enthält eine Beschreibung des methodischen Vorgehens und des ASTRA Modells sowie eine detaillierte Darstellung der Impulse und Ergebnisse.

Förderprogramme und Subventionen im Rahmen des Zielszenarios teilweise kompensiert werden könnten. Es müsste daher nur eine marginale Neuverschuldung bis 2030 in Kauf genommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass die durch den CO<sub>2</sub>-Mindestpreis generierten Einnahmen in einem ausgewogenen Maß („d’une manière équilibrée“) für konkrete Klimaschutzmaßnahmen und gezielte soziale Entlastungen über fiskalische (z. B. Steuerkredit) und soziale Maßnahmen im Sinne der sozialen Gerechtigkeit („équité sociale“) für Haushalte mit geringem Einkommen verwendet werden.

Zusätzlich zu den positiven gesamtwirtschaftlichen Effekten kommen substanzielle vermiedene jährliche externe Klimakosten für Luxemburg bis zu 700 Mio. EUR<sub>2016</sub> Jahr 2030 bzw. kumuliert über 6 Mrd. EUR<sub>2016</sub> für den Zeitraum bis 2030 gegenüber der Referenz. Diese externen Kosten sind nicht in die gesamtwirtschaftliche Analyse der Wirkungen integriert, dienen aber als Orientierungshilfe für die vermiedenen negativen finanziellen Wirkungen des Klimawandels.

#### Entwicklung zentraler makroökonomischer Indikatoren

Abbildung 20 zeigt die Änderungen der zentralen makroökonomischen Indikatoren durch die geplanten Strategien und Maßnahmen gegenüber dem Referenzszenario. Tabelle 25 zeigt für die Jahre 2025 und 2030 die absolute Entwicklung zentraler makroökonomischer Indikatoren, sowohl im Referenzszenario als auch im Zielszenario, und das sich ergebende Delta.

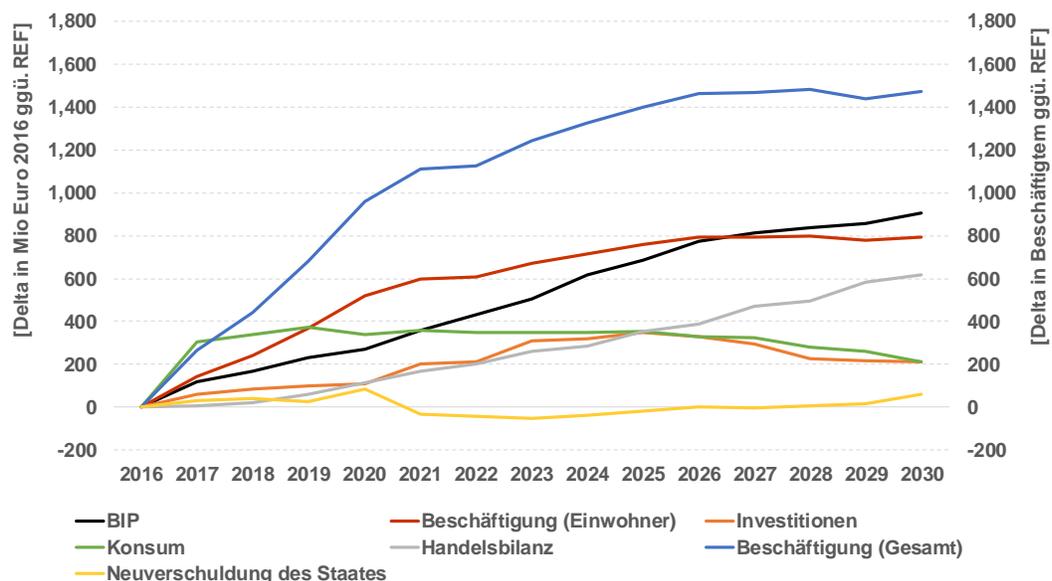


Abbildung 20: Absolute Änderung zentraler makroökonomischer Indikatoren gegenüber der Referenz in Mio. EUR<sub>2016</sub> (Quelle: Fraunhofer ISI)

Tabelle 25: Änderung zentraler makroökonomischer Indikatoren gegenüber der Referenz (Quelle: Fraunhofer ISI)

Szenario	Indikator	2025	2030	Einheit
Referenz	Bruttoinlandsprodukt	71.828	82.788	Mio. Euro 2016
	Beschäftigung (Einwohner)	244.966	252.945	Beschäftigte
	Beschäftigung (Gesamt)	453.186	467.949	Beschäftigte
	Investitionen	13.510	15.666	Mio. Euro 2016
	Konsum privater Haushalte	22.471	26.621	Mio. Euro 2016
	Verfügbares Einkommen privater Haushalte	27.873	33.021	Mio. Euro 2016
	Handelsbilanz	23.353	26.099	Mio. Euro 2016
	Staatskonsum	11.772	13.568	Mio. Euro 2016
	Staatsschuld (gesamt)	15.167	17.328	Mio. Euro 2016
Ziel	Bruttoinlandsprodukt	72.513	83.693	Mio. Euro 2016
	Beschäftigung (Einwohner)	245.723	253.741	Beschäftigte
	Beschäftigung (Gesamt)	454.588	469.421	Beschäftigte
	Investitionen	13.858	15.878	Mio. Euro 2016
	Konsum privater Haushalte	22.824	26.835	Mio. Euro 2016
	Verfügbares Einkommen privater Haushalte	28.311	33.285	Mio. Euro 2016
	Handelsbilanz	23.708	26.719	Mio. Euro 2016
	Staatskonsum	11.833	13.926	Mio. Euro 2016
	Staatsschuld	15.166	17.408	Mio. Euro 2016
Delta	Bruttoinlandsprodukt	684	905	Mio. Euro 2016
	Beschäftigung (Einwohner)	758	795	Beschäftigte
	Beschäftigung (Gesamt)	1.401	1.471	Beschäftigte
	Investitionen	348	212	Mio. Euro 2016
	Konsum privater Haushalte	353	213	Mio. Euro 2016

Verfügbares Einkommen privater Haushalte	438	264	Mio. Euro 2016
Handelsbilanz	355	620	Mio. Euro 2016
Staatskonsum	61	358	Mio. Euro 2016
Staatsschuld	-1	80	Mio. Euro 2016
Jährliche Neuverschuldung	-17	60	Mio. Euro 2016
Vermiedene, jährliche externe Kosten	-412	-719	Mio. Euro 2016

Im Vergleich zum Referenzszenario liegt das BIP in Luxemburg nach den Abschätzungen mit ASTRA im Jahr 2030 um ca. 905 Mio. EUR<sub>2016</sub> höher. Auf die jährlichen Wachstumsraten des realen BIP bezogen bedeutet dies eine Steigerung des jährlichen BIP-Wachstums bis 2030 um ca. 0,08 Prozentpunkte. Über den Zeitverlauf bis 2030 gesehen, wird durch den NECP bereits in 2025 ein um ca. 684 Mio. EUR<sub>2016</sub> höheres BIP ermöglicht.

Das Wachstum des BIP wird dabei zum einen durch eine wachsende Endnachfrage, aber auch durch ein höheres Produktionspotenzial im Zielszenario gegenüber dem Referenzszenario angetrieben. Auf Seiten der Endnachfrage reagiert der Konsum der privaten Haushalte mit einem Wachstum um ca. 213 Mio. EUR<sub>2016</sub> im Jahr 2030 gegenüber der Referenz. Diese Steigerung ergibt sich aus einem steigenden Einkommen privater Haushalte und den direkten Investitionsimpulsen für private Haushalte. Das verfügbare Einkommen privater Haushalte steigt durch das sich ergebende Wachstum des BIP und die im Zielszenario gewährten zusätzlichen Subventionen und Förderungen (z. B. die Prämie beim Kauf von emissionsfreien Fahrzeugen).

Im Jahr 2025 ist der Unterschied beim Konsum privater Haushalte zur Referenz etwas höher als im Jahr 2030. Dieser leichte Abfall des Konsumwachstums ist bedingt durch die im Modell unterstellte Gegenfinanzierung der zusätzlichen Investitionen bei privaten Haushalten. Dadurch muss nach der Investition ein Teil des vorher für den Konsum anderer Produkte und Dienstleistung zur Verfügung stehende Einkommen für die Tilgungen und Zinszahlungen der Darlehen aufgebracht werden. Durch diesen Effekt und die durch die geplanten Maßnahmen kontinuierlich bis 2030 angeregten und initiierten Investitionen steigen die jährlichen Zahlungen zur Gegenfinanzierung bis 2030 an und mindern damit den Zuwachs im Bereich des Konsums.

Durch die in der Modelllogik verankerte Abhängigkeit der endogenen Investitionen vom Konsum zeigt sich bei den Investitionen ein ähnlicher Effekt. Bis 2030 liegt das Investitionsniveau um 212 Mio. EUR<sub>2016</sub> höher als im Referenzszenario. Die Steigerung der Investitionen ist damit ein Zusammenspiel aus den direkten

Impulsen durch die im Zielszenario angeregten Investitionen und dem leicht steigenden Konsum privater Haushalte. Der Zuwachs der Investitionen um ca. 0,8% im Jahr 2030 wird maßgeblich durch den Anstieg des Konsums privater Haushalte beeinflusst.

Die Ergebnisse der makroökonomischen Folgenabschätzung deuten darauf hin, dass die durch die Fördermaßnahmen im Zielszenario und durch den Rückgang der Steuereinnahmen höheren Staatsausgaben durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung teilweise kompensiert werden könnten. Die jährliche Neuverschuldung des Staates steigt damit im Zielszenario nur um ca. 60 Mio. EUR<sub>2016</sub> im Jahr 2030 gegenüber dem Referenzszenario an. Zwischenzeitlich übersteigen die Einnahmen aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung und die zusätzlichen Einnahmen des Staates aus der verbesserten Wirtschaftslage sogar die erhöhten Ausgaben des Staates. Dadurch ergibt sich kumuliert bis ins Jahr 2030 eine marginal höhere Staatsschuld in Höhe von ca. 80 Mio. EUR<sub>2016</sub>.

Ein wesentlicher Treiber des BIP-Wachstums gegenüber der Referenz ist der durch den Rückgang des Verbrauchs fossiler Energieträger bedingte Rückgang an Importen dieser Energieträger. Dadurch wächst die Handelsbilanz bis ins Jahr 2030 um ca. 620 Mio. EUR<sub>2016</sub> gegenüber der Referenz. Darin ist bereits berücksichtigt, dass es durch den Import von Technologien beispielsweise im Bereich der Erneuerbaren Energien eine Steigerung der Importe im Zielszenario gegenüber dem Referenzszenario gibt. Im Gegenzug ergibt sich durch das etwas höhere Wirtschaftswachstum aber auch eine etwas höhere Exporttätigkeit.

### Beschäftigungseffekte

Die Effekte auf die Bruttowertschöpfung entstehen durch die Kombination aus den Veränderungen aus den Impulsen und den Interaktionseffekten aus dem Zusammenspiel zwischen Investitionen, Konsum und Vorleistungen. Da sich die Entwicklung der Arbeitsproduktivität pro Wirtschaftszweig nicht zwischen Zielszenario und Referenzszenario unterscheidet, ergeben sich die Wirkungen auf die Beschäftigung direkt aus den Änderungen der Bruttowertschöpfung. Die Bruttowertschöpfung berechnet sich aus der Gesamtproduktion eines Sektors abzüglich der bezogenen Vorleistungen. Dies bedeutet, dass sich beispielsweise auch die Wertschöpfung vergrößern kann, wenn durch Energie- oder Materialeffizienzmaßnahmen weniger Vorleistungen zur Produktion benötigt werden. Die Beschäftigungseffekte sind analog zu den Wertschöpfungseffekten positiv. Die im Vergleich zur Referenz höhere Bruttowertschöpfung bewirkt im Zielszenario einen zusätzlichen Arbeitskräftebedarf im Jahr 2025 von ca. 1.400 Beschäftigten bzw. 1470 Beschäftigten (gesamt, inkl. Grenzgänger) im Jahr 2030. Dies stellt einen relativen Zuwachs in Höhe von 0,3% im Jahr 2030 gegenüber der Referenz dar.

## Analyse der vermiedenen externen Klimakosten

Im Rahmen der volkswirtschaftlichen Analyse spielen auch vermiedene externe Kosten eine Rolle, die hier gesondert berücksichtigt werden. Eine umfassende Kosten-Nutzen-Analyse von Energie- und Klimaschutzmaßnahmen beinhaltet Informationen über die Höhe von vermiedenen externen Kosten, da diese einen Nutzen gegenüber einem Nichthandeln darstellen.

UBA (2018)<sup>27</sup> stellt eine Reihe von detaillierten Kostensätzen zur Quantifizierung externer Umweltkosten zur Verfügung. Die vermiedenen Kosten werden hier nur bezüglich vermiedener Treibhausgasemissionen ermittelt<sup>28</sup>. Das Umweltbundesamt empfiehlt basierend auf einer realen Diskontrate von 1% Kostensätze für Kohlendioxidemissionen die von 180 EUR<sub>2016</sub>/t CO<sub>2</sub> für das Jahr 2016 bis zu 205 EUR<sub>2016</sub>/t CO<sub>2</sub> für die mittlere Frist (2030). Wird die Diskontrate niedriger angesetzt, liegen die entsprechenden Kostensätze deutlich höher (von 640 bis 670 EUR<sub>2016</sub>/t CO<sub>2</sub> ohne Diskontierung).

Da lediglich Daten zu den vermiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen vorlagen, beschränkt sich die Quantifizierung vermiedener externer Kosten hierauf. Der resultierende Wert ist daher als untere Grenze anzusehen, da davon auszugehen ist, dass weitere vermiedene externe Umweltkosten hinzukommen. Die Verteilung der Emissionseinsparungen spiegelt sich entsprechend auch in der Verteilung der vermiedenen externen Kosten wider. In Summe ergeben sich kumuliert bis 2030 CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von knapp 32 Mt, die sich in vermiedene externe Umweltkosten (kumuliert bis 2030) in Höhe von gut 6 Mrd. EUR<sub>2016</sub> umrechnen lassen.

### 5.2.2. Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit

Für den integrierten nationalen Energie- und Klimaplan wurde eine **Strategische Umweltprüfung** (SUP) durchgeführt. Ziel der SUP ist es, Planungen zu vermeiden, die zu erheblichen Umweltproblemen führen könnten. Sie dient dazu, im Vorlauf und in Ergänzung zu den projektbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfungen für die Einzelmaßnahmen, die Umweltauswirkungen des Maßnahmenprogramms in ihrer Gesamtheit zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Im Rahmen der SUP sind die Auswirkungen (einschließlich eventueller Wechselwirkungen) auf folgende Schutzgüter betrachtet:

- Mensch, Bevölkerung und Gesundheit
- Pflanzen, Tiere und biologische Vielfalt

---

<sup>27</sup> UBA (2018): Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten. Kostensätze. Dessau-Roßlau.

<sup>28</sup> Darüber hinaus können auch vermiedene Kosten in Bezug auf weitere vermiedene externe Effekte wie z. B. die Vermeidung von Luftschadstoffen, Lärmbelästigung, Abfällen entstehen, die hier mangels der Verfügbarkeit an Informationen zu diesen externen Effekten nicht berücksichtigt werden können.

- Boden
- Wasser
- Klima und Luft
- Landschaft
- Kultur- und Sachgüter

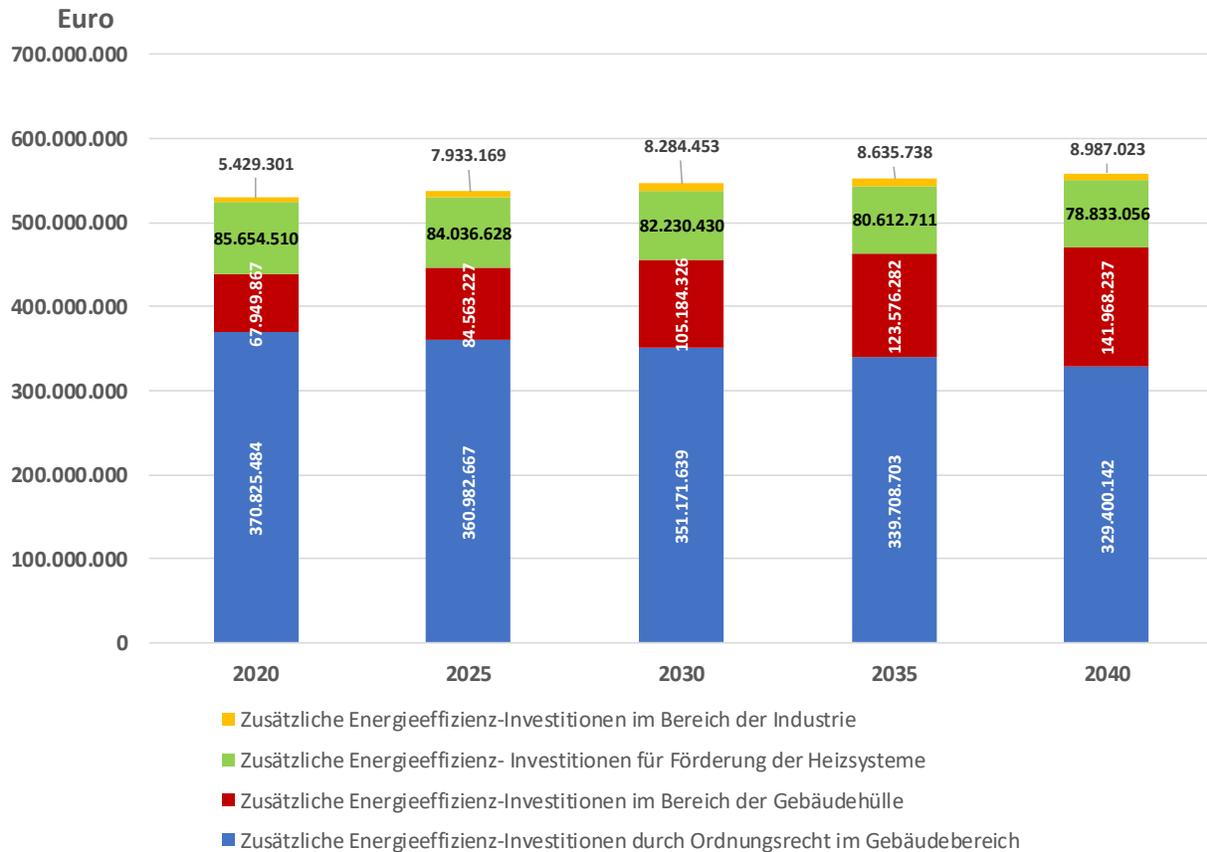
Die Ergebnisse der SUP sind in einem Umweltbericht zusammengestellt.

Die Auswirkungen der geplanten Strategien und Maßnahmen auf die **Emissionen von Luftschadstoffen** werden im Zusammenhang der Fertigstellung des zukünftigen nationalen Luftreinhalteprogramms quantifiziert, der im Rahmen der Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe erstellt wird. Somit wird eine größtmögliche Kohärenz zwischen dem integrierten nationalen Energie- und Klimaplan und dem Luftreinhalteprogramm sichergestellt. Bei Bedarf werden im Luftreinhalteprogramm einzelne Ausführungsbestimmungen für die im vorliegenden Plan aufgeführten Maßnahmen festgehalten (z. B. bei der energetischen Nutzung von Biomasse).

### 5.3. Übersicht der erforderlichen Investitionen

#### 5.3.1. Investitionen in Energieeffizienz

Die für die Maßnahmendurchführung zusätzlich relevanten Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz betragen im Jahr 2020 knapp 530 Mio. € und steigen bis zum Jahr 2040 um etwa 6 % auf ca. 560 Mio. € an (vgl. Abbildung 21). Die Gesamtsumme ergibt sich aus zusätzlichen Energieeffizienzinvestitionen im Gebäudebereich (Gebäudehülle, Heizungsanlagen) sowie der Industrie.



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

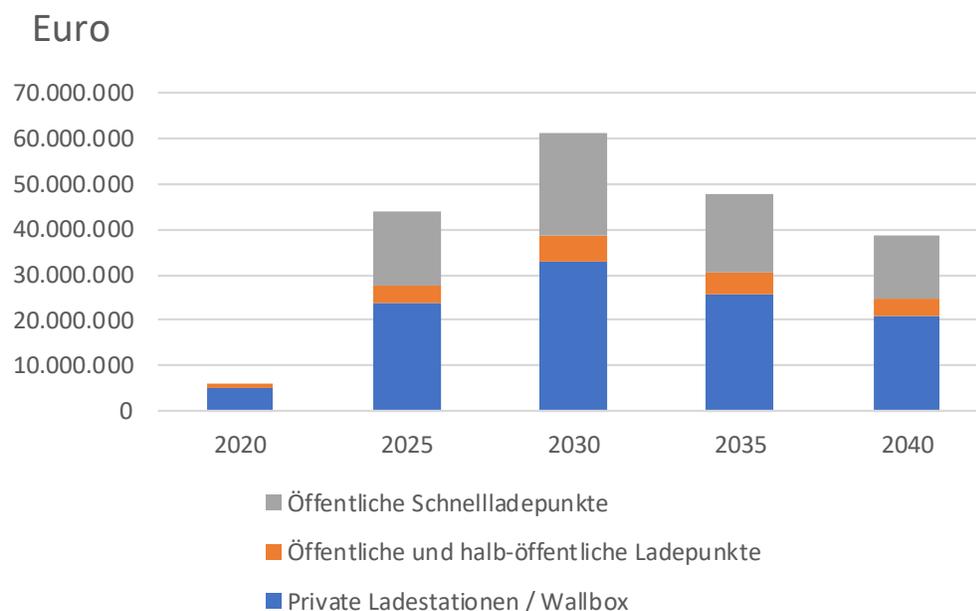
Abbildung 21: Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Periode 2020 bis 2040 unterteilt nach Sektoren

Außerdem fallen im Verkehrssektor weitere Investitionen durch die Errichtung von Ladeinfrastruktureinrichtungen für die E-Mobilität an (vgl. Abbildung 22). Dabei kann unterschieden werden zwischen Investitionen für

- private Ladestationen (Wallboxes) mit durchschnittlichen Investitionen pro Ladestation von 1.000 Euro,
- öffentlichen und halb-öffentlichen Ladepunkten mit durchschnittlichen Investitionen pro Ladepunkt von 10.000 Euro sowie
- öffentlichen Schnellladepunkten mit durchschnittlichen Investitionen von 150.000 Euro.

Der Ausbau der Ladestationen steigt in der Periode 2020 bis 2040 signifikant an und erreicht seinen Höhepunkt im Jahr 2030. In diesem Jahr werden zusätzlich knapp 34.000 neue Ladepunkte installiert. Bis zum Jahr 2040 fällt die Anzahl der jährlich neu hinzukommenden Ladestationen auf rund 21.200 Ladepunkten bzw. Ladestationen wieder ab, da mittlerweile ein relativ gut ausgebautes Infrastrukturnetz vorhanden ist. Im Vergleich dazu liegt die Anzahl der neuen Ladestationen pro Jahr im Jahr 2020 bei etwa 5.200.

Die Summe der öffentlichen Investitionen im Bereich der neu hinzukommenden Ladeinfrastruktureinrichtungen für E-Mobilität liegt im Jahr 2020 bei etwa 6 % der Gesamtinvestitionen für die Ladeinfrastruktur von knapp 6 Millionen Euro und beläuft sich somit auf rund 350.000 Euro. Bis zum Jahr 2030 wächst diese Summe auf gut 13,5 Millionen Euro an und geht dann langsam auf rund 7,5 Millionen Euro im Jahr 2040 zurück. Die Gesamtinvestitionen wachsen im Vergleich dazu bis zum Jahr 2030 auf gut 61 Millionen an und sinken anschließend bis zum Jahr 2040 auf knapp 39 Millionen Euro ab.



Quelle: Eigene Berechnungen 2019

Abbildung 22: Investitionen für Ladeinfrastruktureinrichtungen für E-Mobilität in der Periode 2020 bis 2040 in Euro

### 5.3.2. Investitions- und Förderbedarf für erneuerbare Energien

Die erforderlichen Investitionen in erneuerbare Energietechnologien sowie der mit dem Ausbau und Betrieb von EE-Anlagen einhergehende Förderbedarf (soweit notwendig) steht im Fokus der hier durchgeführten Betrachtung. Beide Parameter finden Eingang in die durchgeführten volkswirtschaftlichen Untersuchungen, da einerseits im Fall von Investitionen aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ein relevanter Impuls ins komplexe Wirtschaftsgeflecht induziert wird sowie andererseits, mit Hinblick auf den Förderbedarf, mit der Durchführung der implementierten sowie künftig anvisierten Maßnahmen vielfach auch direkte Kosten verbunden sind. Einen weitreichenden Überblick hierzu erlaubt Tabelle 26. Für die Zeitspanne bis 2040 wird hierbei – aufgliedert nach Energiesektoren (Strom, Wärme, Verkehr (beschränkt auf Biokraftstoffe)) – der Investitions- als auch der Förderbedarf für die Energieerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien angegeben. Diese Darstellung erfolgt sowohl für das Referenzszenario als auch für das Zielszenario. Des Weiteren gewährt die tabellarische Angabe den direkten Vergleich, also die Betrachtung der induzierten Veränderung falls das Zielszenario anstelle der Referenzentwicklung angestrebt wird.

Während im Mittel der kommenden Dekade (2021 bis 2030) der gesamte jährliche Investitionsbedarf in neue EE-Anlagen gemäß Referenzszenario rund 153 Mio. € beträgt, übersteigt dieser im Zielszenario doch klar die 200 Mio. € Marke und kommt bei rund 214 Mio. € zu liegen – dies impliziert einen Zuwachs um ca. 40%.<sup>29</sup> Im Fokusjahr 2030 fallen die Unterschiede geringer aus (+21,9%), während im Jahre 2025 diese einen Höchstwert von 93,4% erreichen. Der Stromsektor dominiert hier bei den Investitionen: 64% der gesamten Investitionen entfallen auf diesen im Mittel der Dekade gemäß Zielszenario, während der verbleibende Rest (36%) auf EE-Anlagen im Wärmebereich entfällt. Raffinerien zur Biokraftstofferzeugung befinden sich im angrenzenden Ausland, demgemäß fallen hier keinerlei Investitionen in Luxemburg an. Selbiges gilt für EE-Kooperation, da hier EE-Erzeugung im Ausland zum Tragen kommt.

---

<sup>29</sup> Kumulativ betrachtet liegt im Referenzfall der gesamte Investitionsbedarf im Zeitraum 2021 bis 2030 bei 1527 Mio. €, während gemäß Zielszenario kumulierte Investitionen in Höhe von 2142 Mio. € erwartet werden.

Der gemäß einer Nettobetrachtung<sup>30</sup> ermittelte jährliche Förderbedarf für erneuerbare Energien liegt bei rund 269 Mio. € im Mittel der kommenden Dekade gemäß Zielszenario. Im Referenzfall würde er höher ausfallen (297 Mio. €), da hier aufgrund der angestrebten Zielerreichung im Jahr 2030, obgleich niedriger (23 % EE-Anteil anstelle von 25 %), massive Aufwendungen für EE-Kooperation anfallen würden. Im Zielszenario dominieren hierbei die Aufwendungen für den Stromsektor – ca. 46 % des gesamten EE-Förderbedarfs der kommenden Dekade (2021 bis 2030) entfallen auf EE-Strom, während im Referenzszenario Aufwendungen für EE-Kooperation den Löwenanteil ausmachen würde (31% des gesamten EE-Förderbedarfs der Dekade).

Tabelle 26: Investitions- und Förderbedarf für erneuerbare Energien – ein Vergleich zwischen Referenz- und Zielszenario

#### Referenzszenario

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf							
	Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		2035	2040
					21-30	2035					21-30	2035		
EE-Strom		95,5	73,0	73,0	860,4	53,4	73,7	93,2	66,9	917,7	31,0	16,5		
EE-Wärme		59,2	57,3	81,2	666,5	69,2	28,5	21,6	33,8	263,2	32,4	44,6		
EE-Biokraftstoffe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	102,8	75,6	82,8	859,2	55,6	51,3		
<b>EE-Gesamt, national</b>	Mio.€	<b>154,8</b>	<b>130,3</b>	<b>154,3</b>	<b>1.526,9</b>	<b>122,6</b>	<b>205,0</b>	<b>190,4</b>	<b>183,5</b>	<b>2.040,0</b>	<b>119,0</b>	<b>112,4</b>		
EE-Kooperationsbedarf		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	85,8	153,3	925,1	153,3	153,3		
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>		<b>154,8</b>	<b>130,3</b>	<b>154,3</b>	<b>1.526,9</b>	<b>122,6</b>	<b>236,7</b>	<b>276,2</b>	<b>336,8</b>	<b>2.965,1</b>	<b>272,3</b>	<b>265,7</b>		

#### Zielszenario Paris Art. 2.1a

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf							
	Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		2035	2040
					21-30	2035					21-30	2035		
EE-Strom		89,6	191,9	76,3	1.380,9	64,0	73,9	146,8	92,0	1.239,8	32,0	22,7		
EE-Wärme		59,2	60,0	111,7	761,6	38,8	28,5	28,7	51,5	352,8	15,4	15,2		
EE-Biokraftstoffe		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,6	62,4	61,7	673,4	66,6	61,9		
<b>EE-Gesamt, national</b>	Mio.€	<b>148,9</b>	<b>252,0</b>	<b>188,1</b>	<b>2.142,5</b>	<b>102,7</b>	<b>182,0</b>	<b>237,9</b>	<b>205,2</b>	<b>2.266,0</b>	<b>114,1</b>	<b>99,7</b>		
EE-Kooperationsbedarf		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	41,2	53,0	423,8	0,5	0,0		
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>		<b>148,9</b>	<b>252,0</b>	<b>188,1</b>	<b>2.142,5</b>	<b>102,7</b>	<b>213,7</b>	<b>279,1</b>	<b>258,3</b>	<b>2.689,8</b>	<b>114,6</b>	<b>99,7</b>		

#### Veränderung Zielszenario zu Referenzszenario

EE-Investitionsbedarf							EE-Förderbedarf							
	Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		Einheit	2020	2025	2030	Kumuliert		2035	2040
					21-30	2035					21-30	2035		
EE-Strom	%	-6,2%	163,0%	4,5%	60,5%	19,9%	0,3%	57,5%	37,6%	35,1%	3,4%	37,4%		
EE-Wärme	Veränderung, bezogen auf Referenzszenario	0,0%	4,8%	37,5%	14,3%	-44,0%	0,0%	33,0%	52,6%	34,1%	-52,4%	-65,9%		
EE-Biokraftstoffe							-22,6%	-17,4%	-25,5%	-21,6%	19,8%	20,6%		
<b>EE-Gesamt, national</b>		<b>-3,8%</b>	<b>93,4%</b>	<b>21,9%</b>	<b>40,3%</b>	<b>-16,2%</b>	<b>-11,2%</b>	<b>25,0%</b>	<b>11,9%</b>	<b>11,1%</b>	<b>-4,1%</b>	<b>-11,3%</b>		
EE-Kooperationsbedarf							0,0%	-52,0%	-65,4%	-54,2%	-99,7%	-100,0%		
<b>EE-Gesamt, inkl. Kooperation</b>		<b>-3,8%</b>	<b>93,4%</b>	<b>21,9%</b>	<b>40,3%</b>	<b>-16,2%</b>	<b>-9,7%</b>	<b>1,1%</b>	<b>-23,3%</b>	<b>-9,3%</b>	<b>-57,9%</b>	<b>-62,5%</b>		

Quelle: eigene Berechnungen 2019

<sup>30</sup> Der Förderbedarf kennzeichnet die erforderliche direkte finanzielle Unterstützung seitens der Gesellschaft, die mit dem Ausbau bzw. dem Betrieb von EE-Anlagen verbunden ist. Markterlöse beispielsweise durch Vermarktung elektrischer Energie am Strommarkt sind hierin gemäß der Nettobetrachtung nicht enthalten.

### 5.3.3. Auswirkungen auf Netzkosten im Verteilungsnetz

Im Zuge der Energiewende und dem damit verbundenen Wechsel von fossilen auf erneuerbare Energieträger kommt dem Stromnetz eine besondere Bedeutung zu. Haupttreiber für den Ausbaubedarf der Verteilungsnetze sind Veränderungen der Höhe und räumlichen Verteilung von in den Verteilungsnetzen angeschlossenen Lasten und Erzeugungsanlagen. Sowohl im Referenz- als auch im Zielszenario findet ein Zubau von EE-Anlagen in großem Umfang statt. Gleichzeitig erhöht sich die Last im Wesentlichen durch eine Zunahme bei Wärmepumpen und Elektromobilität, die den effizienzbedingten Lastrückgang überkompensieren und dadurch teilweise Netzausbaubedarf verursachen können.

In Summe sind im Ausgangsjahr 2017 Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien mit gut 300 MW Erzeugungsleistung installiert, an denen PV-Anlagen mit ca. 185 MW und Windenergieanlagen mit ca. 75 MW den größten Anteil aufweisen. Bis 2040 wird im Zielszenario eine Steigerung der EE-Erzeugungsleistung auf insgesamt ca. 2.500 MW prognostiziert, wobei die Leistung von PV-Anlagen auf gut 1.800 MW und die von Windenergieanlagen auf ca. 550 MW ansteigen soll. Damit ergibt sich gegenüber dem heutigen Zustand nahezu eine Verachtfachung der insgesamt bei EE-Anlagen installierten Leistung (im Vergleich zu nur +1.500 MW in Summe im Referenzszenario aufgrund geringerer PV-Anlagenkapazitäten).

Neben der installierten Erzeugungsleistung sind Laststeigerungen durch Elektrofahrzeuge, Anschluss von Strom-Wärmepumpen aber auch durch den Zubau von Wohnungen zu erwarten. Der größte Treiber für die, durch die am Verteilungsnetz angeschlossenen Verbraucher, verursachte Spitzenlast, stellt dabei die Zunahme an Elektrofahrzeugen dar, die bis 2040 im Zielszenario zu nahezu einer Verdreifachung der heutigen Spitzenlast und auch im Baseline- bzw. Referenzszenario zu einer Verdopplung führen kann. Diese Entwicklung schlägt sich in entsprechenden annuitätischen Verteilnetzkosten nieder, die im Referenzszenario um ca. 30% und im Zielszenario um ca. 70% bis 2030 steigen. Gleichzeitig verteilt sich die Gesamtkostenbelastung auf wesentlich mehr Endverbraucher und auch eine etwas höhere Stromnachfrage, was die spezifischen Kosten wiederum entsprechend verringert.

Zudem hängt die Entwicklung der Spitzenlast ganz entscheidend von flankierenden Maßnahmen im Netzbetrieb und Marktdesign ab, die in der Quantifizierung aufgrund ihrer Komplexität nicht in Ihrem Gesamtumfang berücksichtigt werden konnten. So dürfte die geplante Weiterentwicklung von Flexibilitätsoptionen (siehe Kapitel 3.4.3.ii), beispielsweise ein intelligentes Lademanagement für Elektrofahrzeuge oder marktbasiertere Anreize für systemdienliche Nachfrage, die Spitzenlast deutlich verringern. Grundsätzlich kann ein infolge eines Lastanstiegs entstehender Netzausbaubedarf durch eine gleichzeitige Zunahme von dezentraler Erzeugungsleistung gedämpft werden, allerdings nur sofern Last und Erzeugung in enger räumlicher Nähe stehen und zeitlich korreliert bzw. durch dezentrale

Speicherlösungen integriert sind. Zudem ist zu beachten, dass der Netzausbaubedarf bei PV-Anlagen im Allgemeinen höher ist als bei Windenergieanlagen, da letztere in der Regel direkt an höhere Netzebenen angeschlossen werden. Dies plausibilisiert auch den höheren Netzausbaubedarf im Zielszenario in dem wesentlich mehr PV-Anlagen erwartet werden.

#### 5.4. Auswirkungen der in Abschnitt 3 beschriebenen geplanten Strategien und Maßnahmen auf andere Mitgliedstaaten und die regionale Zusammenarbeit

In einem kleinen offenen Land wie Luxemburg haben klima- und energiepolitische Ziele auch eine grenzüberschreitende Dimension. Letztlich wird nur die Umsetzung der in Kapitel 3 beschriebenen Maßnahmen Aufschluss über deren exakten Auswirkungen auf die Nachbarländer und andere Mitgliedstaaten geben können. Es sei jedoch angemerkt, dass diese Auswirkungen aufgrund der vergleichsweise geringen Größe Luxemburgs überschaubar bleiben.

Grenzüberschreitend spürbar sein, werden sicherlich Transportinfrastrukturprojekte, die dem Pendlerverkehr beikommen sollen. Dazu wird das Abkommen zwischen Luxemburg und Frankreich beitragen, das solche Investitionen, in Höhe von 120 Millionen Euro auf luxemburgischer Seite und 110 Millionen Euro auf französischer Seite (Lothringen), vorsieht. Aktuell, hat der Treibstoffexport in die Grenzregion bekanntlich die Erhöhung der THG-Bilanz in Luxemburg zur Folge. Die geplante CO<sub>2</sub>-Bepreisung, bzw. die Erhöhung der Akzisen auf Diesel und Benzin, wird voraussichtlich die schrittweise Verringerung des Differentials der Treibstoffpreise zwischen Luxemburg und den Nachbarregionen zur Folge haben.

Im Bereich der Kooperationsmechanismen hat Luxemburg in bestehenden Verträgen mit Litauen und Estland (siehe Abschnitt 3.1.2.ii.) festgehalten, dass die finanziellen Gegenleistungen in konkrete, neue Projekte im Bereich erneuerbarer Energien und Energieeffizienz investiert werden. Luxemburg wird weiter auf die Notwendigkeit von Kooperationsmechanismen zur Zielerfüllung setzen. In Zukunft angedachte Kooperationen auf konkreten Projekten – sei es im Rahmen des Benelux-Raums, oder aber in den bestehenden Plattformen „Pentalaterales Energieforum“ und „North Seas Energy Cooperation“ (siehe Abschnitt 1.4.) – werden mit Sicherheit positive volkswirtschaftliche Auswirkungen in den Projektgebieten zur Folge haben.

## Literaturverzeichnis

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

Ministère de l'Économie (2017), Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie, <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

Les partis de la coalition DP, LSAP et déi gréng (2018), Accord de coalition 2018-2023 (Koalitionsvereinbarung 2018-2023)

Ministère du Développement durable et des Infrastructures (2018), Modu 2.0 – Strategie für eine nachhaltige Mobilität

Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2018), Agenda 2030 – 3<sup>ème</sup> Plan National pour un Développement Durable

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 und des Ministeriums für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur. Wien, Karlsruhe

Krail Michael, Sievers Luisa (2019), NECP Luxemburg – Makroökonomische Folgenabschätzung. Eine Studie von Fraunhofer ISI im Auftrag des Ministeriums für Ministeriums für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung und des Ministeriums für Energie und Raumentwicklung. Karlsruhe