



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

# Langfristige Renovierungsstrategie Luxemburg

## LTRS – Long Term Renovation Strategy

Gemäß Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz.

Version: 25.06.2020

## Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung	11
2.	Anlass, Zielsetzung, Vorgehensweise und Struktur des Dokuments	16
2.1.	Anlass	16
2.2.	Zielsetzung des Dokuments	16
2.3.	Bilanzierungsgrenzen	17
2.4.	Spezifika Luxemburgs	17
2.4.1.	Dynamisches Wirtschaftswachstum	17
2.4.2.	Starkes Bevölkerungs-, Wohn- und Nutzflächenwachstum	18
2.4.3.	Stark steigende Grundstückspreise	20
2.4.4.	Hohe Kaufkraft	21
2.4.5.	Resümee: Überdurchschnittliche Bedeutung des Neubausektors in Luxemburg	21
2.5.	Nationale Zielsetzungen zur Energieeffizienz	22
2.5.1.	Wohngebäude (Sektor Haushalte)	22
2.5.2.	Nichtwohngebäude (Rubrik „tertiaire“, GHD – Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)	24
2.6.	Vorgehensweise bei der Erstellung der langfristigen Renovierungsstrategie	26
2.7.	Einfluss der COVID-19-Krise auf die Umsetzung der Strategie	28
2.8.	Struktur des Dokuments	28
3.	Überblick über den nationalen Gebäudebestand (Art. 2a, (1), a)	31
3.1.	Wohngebäude	31
3.1.1.	Wohngebäudebestand nach Größentypen und Altersklassen	32
3.1.2.	Energieträgermix	36
3.1.3.	Energetische Qualität der Gebäudetypen und Energiebedarf des Bestandes von 2011	38
3.1.4.	Abschätzung des bis 2020 energetisch renovierten Anteils des Wohngebäudebestandes, der Renovierungsrate und der Renovierungsqualität	45
3.1.5.	Zusammenfassung Wohngebäudebestand	48
3.2.	Nicht-Wohngebäude	51
3.2.1.	Statistik der fertiggestellten Gebäude für 1970, 1975, 1980 sowie 1985 bis 2017 (Statec)	51
3.2.2.	EU Building Stock Observatory	53
3.2.3.	Dritter NEEAP (Energie)	57
3.2.4.	Studie PWC	58
3.2.5.	Studie Jones Lang Lasalle (JLL)	58
3.2.6.	Studie Universität Luxemburg zu Bürogebäuden und Bildungsgebäuden	59

3.2.7.	Energiemonitoring öffentliche Gebäude	61
3.2.8.	Zusammenfassung Gebäudebestand Nichtwohngebäude	62
3.3.	Ermittlung kosteneffizienter Konzepte für Renovierungen (Art. 2a, (1), b)	68
3.3.1.	Wohngebäude	71
3.3.2.	Nicht-Wohngebäude	77
3.4.	Strategien und Maßnahmen, um kosteneffiziente umfassende Sanierungen anzuregen (Art. 2a, (1), c)	79
3.4.1.	Wohngebäude	81
3.4.2.	Nicht-Wohngebäude	94
3.5.	Überblick über Strategien und Maßnahmen, die auf die Segmente des Gebäudebestandes mit der schlechtesten Leistung ausgerichtet sind (Art. 2a, (1), d)	99
3.5.1.	Wohngebäude	100
3.5.2.	Nicht-Wohngebäude	129
3.6.	Strategien und Maßnahmen für sämtliche öffentliche Gebäude (Art.2a, (1), e)	136
3.7.	Überblick über nationale Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude sowie zur Förderung der Kompetenzen und der Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz (Art. 2a, (1), f)	140
3.7.1.	Nationale Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude und Gemeinschaften	141
3.7.2.	Nationale Initiativen zur Förderung von Kompetenzen und Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz	142
3.8.	Nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen und weiterreichender Vorteile etwa in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Luftqualität (Art 2a, (1), g)	143
3.8.1.	Wohngebäude	144
3.8.2.	Nicht-Wohngebäude	154
4.	Maßnahmen, Fortschrittsindikatoren und Meilensteine (Art. 2a, (2))	157
4.1.	Fahrplan mit Maßnahmen und innerstaatlich festgelegten Fortschrittsindikatoren	157
4.1.1.	Wohngebäude	159
4.1.2.	Nichtwohngebäude	163
5.	Kapitel 4 Artikel 2a, Absatz 3 EPBD	163
5.1.	Projekte auch über Investitionsplattformen oder –gruppen zu bündeln (Art. 2a, (3). a)	164
5.2.	Das wahrgenommene Risiko der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor zu mindern (Art 2a, (3), b)	164
5.3.	Öffentliche Mittel zu nutzen, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem privaten Sektor zu schaffen oder auf Marktversagen zu reagieren (Art. 2a, (3), c)	165

5.4.	Zugängliche und transparente Beratungsinstrumente über einschlägige Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Finanzinstrumente einzurichten (Art. 2a, (3), e)	165
6.	Öffentliche Anhörung (Art. 2a, (5))	167
7.	Einzelheiten der Umsetzung, geplante Strategien und Maßnahmen (Art. 2a, (6))	168
8.	Brandschutz und seismische Aktivitäten Art. 2a, (7)	169
	Literaturverzeichnis	170
	Anhang	175

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kumulierte Energieeinsparungen 2030 nach Sektoren (NECP, 2019).....	11
Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Luxemburgs im Zeitraum von 1990 bis 2050 (Ploss, 2017).....	18
Abbildung 3: Entwicklung der Wohnflächen nach strategischen Typen in Luxemburg 1990 bis 2070 (Ploss, 2017).....	19
Abbildung 4: Entwicklung des Preisindex für Baugrundstücke mit Widmung für Wohnen (Observatoir, 2019) .....	20
Abbildung 5: Preise in EUR/Ar für Baugrundstücke mit Widmung Wohnen in versch. Gemeinden (Observatoir, 2019).....	21
Abbildung 6: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Haushalte in Summe der Anwendungen Heizung, Warmwasserbereitung, Hilfs- und Haushaltsstrom im Vergleich zum realen Verbrauch (DGET, 2008) (Capros, 2016) (Ploss, 2017) (NECP, 2019) (STATEC, 2019).....	23
Abbildung 7: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Rubrik „tertiaire“in GWh/a (STATEC, 2019), (NEEAP4, 2017), (NECP, 2019) .....	25
Abbildung 8: Überblick über die im Vorfeld der LTRS durchgeführten Untersuchungen und Studien.....	27
Abbildung 9: Anzahl der Wohneinheiten nach Baualters- und Größenklassen. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017) .....	32
Abbildung 10: Prozentuale Anteile der Wohneinheiten verschiedener Baualters- und Größenklassen an der Gesamtanzahl der Wohneinheiten. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017).....	33
Abbildung 11: Prozentuale Anteile der Wohneinheiten in Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern sowie Mehrfamilienhäusern in den verschiedenen Altersklassen an der Gesamtanzahl der Wohneinheiten. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017) .....	33
Abbildung 12: Prozentualer Anteil unterschiedlicher Baualters- und Größenklassen an der Gesamt-Wohnfläche der Wohneinheiten, für die Flächenangaben vorliegen. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017) .....	34
Abbildung 13: Anzahl der zwischen 2011 und 2017 fertiggestellten Wohneinheiten nach Gebäudetyp (STATEC, 2018).....	35
Abbildung 14: Prozentuale Anteile verschiedener Energieträger an der Beheizung von Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017).....	36
Abbildung 15: Prozentuale Anteile verschiedener Energieträger an der Beheizung von Mehrfamilien- und sonstigen Wohngebäuden. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017).....	37

Abbildung 16: Entwicklung des korrigierten, spezifischen Heizwärmebedarfs nach strategischen Typen von 1990 bis 2010 (Ploss, 2017).....	39
Abbildung 17: Spez. Endenergieverbrauch für Heizung („energy consumption for space heating“) – (Datamapper, 2020).....	40
Abbildung 18: Entwicklung des korrigierten, absoluten Jahresheizwärmebedarfs des Wohngebäudebestandes von 1990 bis 2010 in GWh/a nach Gebäudetypen und Altersklassen (Ploss, 2017) .....	41
Abbildung 19: Entwicklung des Gesamt-Endenergieverbrauchs des Wohngebäudebestandes von 2000 bis 2018 in GWh/a (STATEC, 2019) .....	42
Abbildung 20: Entwicklung des Endenergiebedarfs des Wohngebäudebestandes von 1990 bis 2010 für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom nach strategischen Typen in GWh/a (Ploss, 2017).....	44
Abbildung 21: Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes von 2010 nach Anwendung in GWh/a (Ploss, 2017).....	45
Abbildung 22: exemplarische Abschätzung der betriebswirtschaftlich sinnvollen, dauerhaften mittleren flächengewichteten Renovierungsrate der Gebäudehülle .....	48
Abbildung 23: Netto-Nutzfläche der fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg von 1985 bis 2017 (STATEC, 2018); Nicht-Wohngebäude: Handel- und Dienstleistung, öffentliche Verwaltung, Industrie und Handwerk, Landwirtschaft, sonstige; Wohngebäude inkl. Statec-Kategorie semi-residentiel .....	52
Abbildung 24: Anteil der Wohn- und der Nicht-Wohngebäude an der Gesamtwohn-und Nutzfläche im Jahr 2013 (datamapper, 2020).....	54
Abbildung 25: Netto-Nutzfläche der Nichtwohngebäude Luxemburgs, Stand 2013 (stock, 2020).....	55
Abbildung 26: Klimabereinigter Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude Luxemburgs und der EU 28, Stand 2013 (stock, 2020) .....	56
Abbildung 27: Mittlerer spezifischer Endenergiebedarf von Nichtwohngebäuden im EU-Vergleich (datamapper, 2020) .....	57
Abbildung 28: Endenergiebedarf des Sektors GHD zwischen 2001 und 2012 nach Energieträgern (NEEAP3, 2014) .....	57
Abbildung 29: Stromverbrauch des Sektors GHD zwischen 2001 und 2012 nach Anwendung (NEEAP3, 2014) Anmerkung: IuK: EDV-Anwendungen .....	57
Abbildung 30: Entwicklung der vermietbaren Bürofläche in Luxemburg (JLL, 2016).....	59
Abbildung 31: Prognose der vermietbaren Bürofläche in Luxemburg für 2016 bis 2018 (JLL, 2016) .....	59
Abbildung 32: Mittlerer Endenergiebedarf der untersuchten Bildungsgebäude für Heizung und Warmwasser sowie für Strom (Maas, 2012) .....	59

Abbildung 33: Mittlerer Endenergiebedarf der untersuchten Bürogebäude für Heizung und Warmwasser sowie für Strom (Maas, 2012).....	60
Abbildung 34: Überblick über den Bestand an zentralstaatlichen Gebäuden und seinen Energieverbrauch für Wärme und Strom (Tausch, 2020).....	61
Abbildung 35: Überblick über den Bestand an zentralstaatlichen Gebäuden und seinen Energieverbrauch für Wärme und Strom (myenergy, 2020).....	62
Abbildung 36: mittlerer Endenergieverbrauch Wärme und Strom von 123 Bürogebäuden in der Schweiz mit den Mittelwerten nach SIA 2024 – Angaben in kWh/m <sup>2</sup> <sub>NFA</sub> (Aiulfi, 2010).....	65
Abbildung 37: Abhängigkeit des spezifischen Endenergieverbrauchs Strom (Abweichende Einheit MJ/m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> beachten) von der Baualtersklasse (Aiulfi, 2010).....	65
Abbildung 38: Benchmark-Werte des spezifischen Endenergieverbrauchs von Bürogebäuden in kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGFA</sub> (Voss, 2006).....	66
Abbildung 39: Grafische Darstellung der Vorgehensweise bei der Bestimmung des maximalen Höchstwertes für die gesetzliche Mindestanforderung an die Primärenergie-Vorgabe (KostOpti, 2019)	69
Abbildung 40: geometrische Kenndaten und Charakteristika der in der Kostenoptimalitätsstudie berücksichtigten Gebäudetypen (KostOpti, 2019).....	70
Abbildung 41: technische Kennwerte der im Rahmen der Kostenoptimalitätsstudie berücksichtigten Effizienzklassen (KostOpti, 2019).....	71
Abbildung 42: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Muster-Wohngebäude – mikroökonomische Betrachtung - ohne und mit Förderung (KostOpti, 2019).....	72
Abbildung 43: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Muster-Wohngebäude (KostOpti, 2019).....	73
Abbildung 44: Strommenge in kWh/a, die ein durchschnittlicher Haushalt von seinem Jahreseinkommen bezahlen kann (EUROSTAT, 2016), (EUROSTAT, 2015).....	75
Abbildung 45: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Nicht-Wohngebäude – mikro- und makroökonomische Betrachtung - ohne Förderung (KostOpti, 2019).....	77
Abbildung 46: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Nicht-Wohngebäude – mikro- und makroökonomische Betrachtung - ohne Förderung (KostOpti, 2019).....	78
Abbildung 47: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020).....	83
Abbildung 48: Annahmen und Randbedingungen zur Entwicklung des Wohngebäudeparks (Ploss, 2017), (NECP, 2019).....	91
Abbildung 49: Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Wohngebäude und Unterziele (Ploss, 2017), (NECP, 2019).....	92
Abbildung 50: Maßnahmentabelle Wohngebäude.....	94

Abbildung 51: möglicher zeitlicher Ablauf der wichtigsten Maßnahmen zur Erarbeitung der Renovierungs-strategie für Nicht-Wohngebäude und Wirkungszeitraum der Maßnahmen .....	96
Abbildung 52: Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Nichtwohnggebäude und Unterziele (NECP, 2019)..	97
Abbildung 53: Maßnahmentabelle Nichtwohnggebäude inkl. öffentliche Gebäude.....	99
Abbildung 54: Maßnahmentabelle denkmalgeschützte Gebäude .....	101
Abbildung 55: spezifischer Heizwärmebedarf der Einfamilienhäuser nach Baualtersklassen (Ploss, 2017) .....	102
Abbildung 56: spezifischer Heizwärmebedarf der Einfamilienhäuser nach Baualtersklassen (Ploss, 2017) .....	103
Abbildung 57: Maßnahmenliste Verbesserung Hüllqualität Wohngebäude.....	103
Abbildung 58: Anteil der leicht bzw. stark mindergenutzten Haushalte (LISER, 2019).....	105
Abbildung 59: Kenndaten zum sozialen Wohnungsbau in Luxemburg .....	107
Abbildung 60: Maßnahmentabelle divergierende Anreize.....	109
Abbildung 61: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020) .....	110
Abbildung 62: Maßnahmen zur besseren Vermittlung der Fördermöglichkeiten Wohnbau.....	111
Abbildung 63: Energieausgaben des Dezils mit den niedrigsten Einkommen in den EU-Staaten (EU, 2019) .....	113
Abbildung 64: Anteil der Haushalte, die nicht angemessen beheizt werden konnten (Eurostat, 2019) .	114
Abbildung 65: Zusammensetzung des EEPI aus einem Teilindikator für die Haushaltsenergie-Armut und einem für die Transportenergie-Armut (openExp, 2019) .....	116
Abbildung 66: Entwicklung der Armutsgefährdungsrate in Luxemburg von 2003 bis 2016 (STATEC, 2019) .....	117
Abbildung 67: Prozentuale Anteile der Personen, die von finanzieller und sozialer Benachteiligung betroffen sind (LISER, 2020).....	119
Abbildung 68: zeitliche Entwicklung der Energiearmut gemäß Statec-Indikatoren (Thunus, 2020).....	120
Abbildung 69: Gaspreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019).....	121
Abbildung 70: Zusammensetzung der Gaspreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019).....	121
Abbildung 71: Zusammensetzung der Heizölpreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019).....	122
Abbildung 72: Strommenge in kWh/a, die ein durchschnittlicher Haushalt von seinem Jahreseinkommen bezahlen kann (EUROSTAT, 2015) (EUROSTAT, 2016).....	123

Abbildung 73: Entwicklung des Mietpreisindex für Wohnungen und Einfamilienhäuser seit 2010 (Observatoir, 2019).....	124
Abbildung 74: Statistische Daten zu den Beihilfen für Energie und Lebensmittel sowie die Beratungen für Energiearmut gefährdete Haushalte und die Anzahl der bezuschussten Elektrogeräte (Familienministerium, 2019).....	127
Abbildung 75: Auswirkungen der ab 2021 geplanten CO <sub>2</sub> -Bepreisung auf fossile Energieträger auf die Jahres-Energiekosten eines Energiearmut-gefährdeten Haushalts, eigene Berechnung (Ploss, 2020) ...	128
Abbildung 76: Maßnahmen im Sektor Nicht-Wohngebäude zur Verringerung des Eigentümer-/Nutzer-Dilemmas .....	130
Abbildung 77: Maßnahmen zur Attraktivierung der Handwerksberufe im Sektor Bau und zur Steigerung der Effektivität von Produktion und Montage.....	131
Abbildung 78: Maßnahmen zur Unterstützung von Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen für Nicht-Wohngebäude.....	134
Abbildung 79: Maßnahmen zur Information über Förder- und Finanzierungsinstrumente für Nicht-Wohngebäude.....	134
Abbildung 80: Maßnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien....	135
Abbildung 81: Maßnahmen zur Einführung zielführender Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung und zur Ermittlung von Lebenszykluskosten .....	135
Abbildung 82: Entwicklung des gesamten Endenergiebedarfs des Wohngebäudeparks in GWh/a in den vier Hauptszenarien (Ploss, 2017).....	145
Abbildung 83: Zielwerte des Endenergiebedarfs nach Sektoren gemäß NECP für die Jahre bis 2040 (NECP, 2019) .....	147
Abbildung 84: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020) .....	150
Abbildung 85: Abschätzung der von Feuchteschäden an Gebäuden betroffenen Bevölkerungsanteils in Luxemburg (Commission, 2019) .....	151
Abbildung 86: Status Quo des Endenergiebedarfs nach Sektoren sowie Ziele NEEAP 4 für 2020 (Mitteilung Energieagentur) .....	154
Abbildung 87: Zielwerte des Endenergiebedarfs nach Sektoren gemäß NECP für die Jahre bis 2040 (NECP, 2019), Zielszenario Paris.....	155
Abbildung 88: Annahmen und Randbedingungen, die den genannten indikativen Meilensteinen zugrunde liegen (NECP, 2019), (Ploss, 2017) .....	160
Abbildung 89: Übergeordnete Ziele, Unterziele, Fortschrittsindikatoren mit Einheit, indikative Meilensteine .....	162



## 1. Zusammenfassung

Inhalt dieses Dokuments ist die langfristige Renovierungsstrategie Luxemburgs (LTRS – Long Term Renovation Strategy) für öffentliche und private Wohn- und Nicht-Wohngebäude entsprechend der Vorgaben des Artikels 2a der Richtlinie (EU) 2018/44. Gemäß Richtlinie soll die LTRS dabei unterstützen, Bestandsgebäude so kosteneffizient wie möglich in einem sehr energieeffizienten Standard zu renovieren und die fossilen Heizenergieträger durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Angesichts des etwa 36%-Anteils des Gebäudesektors an den Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen der Europäischen Union (EPBD, 2018) spielt die “Long Term Renovation Strategy” folglich eine wichtige Rolle bei der Umsetzung des EU-Ziels, bis 2050 einen sozial gerechten Übergang zu Netto-Treibhausgasemissionen von null zu erreichen.

Die LTRS Luxemburgs konkretisiert die im Nationalen Energie- und Klimaplan 2020 (NECP, 2020) beschriebenen Ziele und Maßnahmen Luxemburgs für den Gebäudesektor und beschreibt, wie der Sektor – speziell die Renovierung von Gebäuden - dazu beitragen kann, die nationalen Ziele einer Reduktion der THG-Emissionen um 55% und des Endenergiebedarfs um 40-44% gegenüber EU-Primes 2007 (DGET, 2008) bis 2030 sowie die weiterreichenden Langfristziele bis spätestens 2050 zu erreichen.

Es ist hervorzuheben, dass laut NECP die Energieeinsparungen über Gebäuderenovierungen neben dem Einsparpotenzial im Bereich „Verkehr“ das zweitgrößte Potenzial bei der Betrachtung der kumulierten Energieeinsparungen im Jahr 2030 darstellen.

Sektor	GWh	%
Verkehr	9 618	66,4%
Industrie	863	6,0%
GHD	986	6,8%
Private Haushalte	3 013	20,8%
- davon Ordnungsrecht Neubau	834	5,8%
- davon Ordnungsrecht Altbau	532	3,7%
- Förderung der Gebäudehülle	944	6,5%
- Förderung des Heizsystems	702	4,8%
Summe	14 480	100,0%

Abbildung 1: Kumulierte Energieeinsparungen 2030 nach Sektoren (NECP, 2020)

Die LTRS versteht sich als Darstellung des aktuellen Standes der Analyse des Gebäudebestandes, der Strategieentwicklung sowie der Entwicklung von Umsetzungsmaßnahmen und soll die bisherigen Überlegungen zusammenfassen. Sie ist unter Beteiligung der wichtigsten Akteure erstellt worden und die beschriebenen Maßnahmen werden in den nächsten Monaten Schritt für Schritt umgesetzt werden.

Aufgrund der hohen Wirtschaftsdynamik und der damit verbundenen hohen Bevölkerungsdynamik - Luxemburg ist noch vor Mexiko das OECD-Mitgliedsland mit dem relativ stärksten Bevölkerungswachstum - gibt es in Luxemburg eine Neubaurate und eine Abrissrate, die weit über denen der anderen EU-Mitgliedsländer liegt. Um sicherzustellen, dass diese vielen Neubauten "klimakonform" errichtet werden, hat Luxemburg als erstes Land in der EU den "near zero energy building" (NZEB) Standard verpflichtend für Wohngebäude bereits ab dem 1. Januar 2017 eingeführt. Die frühe Einführung dieser weitreichenden Norm hat dazu geführt, dass Luxemburg im Bereich der Wohngebäude trotz Wachstum der Bevölkerung die CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesem Bereich senken konnte. Diese erfolgreiche Politik wird noch im Sommer 2020 durch eine neue Verordnung ergänzt, die schrittweise bis 2023 sowohl für Neubauten im Wohn- als auch im Nichtwohnbereich Klimaneutralität vorschreibt.

Auch wenn in Luxemburg über die hohe Abrissrate kombiniert mit dem hohen Neubaustandard ein größerer Teil der Energie- und Klimareduktionen der Gebäude als in anderen EU-Ländern realisiert wird, ist die Herausforderung an die Renovierung dennoch gewaltig. Um im Zielkorridor der 2030er und 2050er Klimaziele zu bleiben, muss auch in Luxemburg sowohl die Sanierungstiefe (wieviel Energie wird eingespart gegenüber dem Zustand vor Sanierung) als auch die Sanierungsrate (wie viele Gebäude werden pro Jahr renoviert) erheblich gesteigert werden. Ein "weiter so wie bisher" wird dafür nicht reichen.

Voraussetzung für eine größere Dynamik ist die Umsetzung und das gute Zusammenspiel von einer ganzen Reihe von Umsetzungsinstrumenten:

- Ordnungsrecht (Règlements und Normen)
- Förder- und Finanzierungsinstrumente
- Steuerinstrumente
- Weiterbildung
- Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit
- Forschung und Modellvorhaben.

Die unterschiedlichen Instrumente werden dabei aufeinander abgestimmt, so dass ihre Auswirkungen sich in Kombination gegenseitig unterstützen.

Aus technischer Sicht stehen die energetische Verbesserung der Gebäudehülle (Isolierung) und eine Verbesserung der Energieeffizienz der technischen Anlagen mit Priorität auf fossilfreie Energiequellen (Ersatz der alten fossilen Heizungen) im Vordergrund; die begleitenden Maßnahmen, wie Weiterbildung,

Sensibilisierung und Forschung zielen darauf ab die Einsparpotentiale zu identifizieren und sichtbar zu machen, sowie mögliche Verbesserungsmaßnahmen und unterstützende Maßnahmen aufzuzeigen.

Neben dem Impact auf Energieeinsparungen und Klima ist ein weiterer wichtiger Indikator zur Bewertung des Maßnahmenmix' die Auswirkung auf die Gebäudebewohner und -nutzer, besonders auf jene, die aufgrund geringer Einkommen und relativ hoher Energieverbräuche energiearmutsgefährdet sind. Die Analyse der Situation zum Thema Energiearmut ist daher ein zentraler Bestandteil der LTRS. Die Analyse zeigt, dass Luxemburg zu den EU-Staaten mit der geringsten Energie-Armutquote zählt: nach EUROSTAT können in Luxemburg etwa 5.000 Haushalte ihre Wohnungen nicht angemessen beheizen bzw. müssen staatliche Hilfen in Anspruch nehmen, um die Energiekosten begleichen zu können. Die Analyse zum Thema Energiearmut zeigt auch, dass nicht das Energiepreisniveau (Preis pro Liter Heizöl oder pro Kubikmeter Gas) die Ursache für Energiearmut ist – Luxemburg gehört nach Absolutwerten und erst recht nach Kaufkraftparitäten zu den Ländern mit den niedrigsten Energiekosten in der EU – Hauptgrund für die Schwierigkeit, Energierechnungen zu begleichen ist der Anstieg der Mieten, der in den vergangenen Jahren deutlich stärker ausfiel als die Entwicklung der Kaufkraft, gerade der unteren Einkommensschichten.

Auf Basis der Analysen im Rahmen der Erstellung des LTRS erscheinen die folgenden Umsetzungsmaßnahmen prioritär:

### **Ordnungsrecht:**

- Einführung strengerer Mindestanforderungen bezüglich des Wärmeschutzes für Einzelbauteile durch ein neues Règlement zur Energieeffizienz (für Nichtwohngebäude ab 2021 und für Wohngebäude ab 2023)
- Kontrolle der Einhaltung der Anforderungen bei Renovierungsarbeiten (Energiepasskontrolle) (Überarbeitung bestehendes Kontrollsystem)
- Einführung von sogenannten "renovation passports" (Fahrplan zur Renovierung), um sicherzustellen, dass die Summe von Einzelmaßnahmen nach und nach zu kompletten Renovierungen in ausreichender Tiefe („deep renovation“) führt
- Verpflichtung zur Bildung von Finanzrücklagen für die Renovierung von Eigentums- und Mietwohnungen (Vorbild EVB Österreich)
- Senkung der Quoren für Mehrheitsentscheidungen in Mehrfamilienhäusern mit verschiedenen Besitzern („copropriétés“)
- Ausbaustopp der Gasnetze für Wohngebiete
- PV-Gebot auf allen öffentlichen Gebäuden bis 2030 (Ausnahme Denkmalschutz)
- PV-Vorbereitung auf Dächern sonstiger Nichtwohngebäude bei Sanierung (Ausnahme Denkmalschutz und starke Verschattung) ab 2023

### **Förder- und Finanzierungsinstrumente**

- Überarbeitung der PRIME House für Wohngebäude: Förderung von Einzelmaßnahmen für Gebäudehüllenteile in Kombination mit einer Verschärfung der Mindesteffizienzstandards (starke Progression für beste Qualitäten)
- Zinsloser Kredit („Klimaprêt à taux zéro“) für Renovierungen für einkommensschwache Haushalte im Rahmen der PRIME House wird auf alle Haushalte ausgebaut
- Zugang zum Förderprogramm PRIME House durch zertifizierte Handwerker bei Einzelmaßnahmen und zur Bonusförderung für Gesamtrenovierungen nur bei Beratung durch zertifizierten Energieberater, mit einer deutlichen Erhöhung der Förderung für Beratungskosten
- Förderung für Energieeffizienz in denkmalgeschützten Gebäuden
- Förderung PRIME House in Kombination mit Umstieg auf erneuerbare Energieträger („Masuttersatzprogramm“)

### **Steuerrecht**

- Schrittweise Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung ab 2021
- Harmonisierung des reduzierten Mehrwertsteuersatzes auf 3% für energetische Renovierungen mit den Anforderungen der PRIME House für Wohngebäude
- Weitere Anreize zur Renovierung durch die Eigentümer, wie beschleunigte Abschreibungsmöglichkeiten

### **Weiterbildung**

- Weiterbildung zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung von Sanierungen in Nichtwohngebäuden
- Weiterbildung zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs im zukünftigen Klima

### **Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit**

- Weiterentwicklung der bestehenden App „myrenovation“ für Wohngebäude
- Informationskampagne zum Thema Energieeffizienz in Nichtwohngebäuden anlässlich der Einführung des neuen Règlements

### **Forschung und Modellvorhaben**

- Vorfertigung von Renovierungselementen zur Verkürzung der Renovierungsdauer und als Gegenmaßnahme zum Arbeitskräftemangel in Zusammenarbeit mit dem Ausland
- Modellvorhaben zur Sanierung von Wohnsiedlungen mit energetisch schlechtem Zustand und mit fossilen Heizsystemen:
  - Erprobung der Finanzierung durch Einsparcontracting
  - Öffnung der PRIME House-Förderung für Maßnahmen von Kontraktoren
  - evtl. stärkere Anrechnung der CO<sub>2</sub>-Einsparung bei Renovierungen durch Energieversorger
  - strenge energetische Vorgaben durch das Förderprogramm PRIME House.
- Modellvorhaben zur hocheffizienten und wirtschaftlichen Renovierung von Nicht-Wohngebäuden.

Die Vorgehensweise bei der Umsetzung der genannten Maßnahmen kann sich am erfolgreichen Vorgehen im Neubau von Wohngebäuden orientieren. In diesem Marktsegment ist es in Luxemburg gelungen, einen der europaweit ambitioniertesten Standards innerhalb von etwa 10 Jahren einzuführen.

Wie beschrieben wird die LTRS als Grundlage für die Zusammenstellung von Umsetzungsmaßnahmen und für deren Konkretisierung und Ausgestaltung dienen. Dabei werden die wichtigsten Akteure des Sektors in regelmäßigen Workshops in den Prozess eingebunden.

Die zur Beteiligung der Öffentlichkeit geplante Veranstaltung „Renovation day“ im Mai 2020 konnte aufgrund der COVID-19 Einschränkungen nicht durchgeführt werden. Da im Zuge der Erarbeitung der Vorversion der Gebäuderenovierungsstrategie vor 3 Jahren ebenso wie zur Erarbeitung des NECP im Jahr 2019 bereits ein umfangreicher Beteiligungsprozess zu den LTRS-Themen durchgeführt wurde, wurde beschlossen, einen weiteren Beteiligungsprozess mit den Veranstaltungen zur Vorstellung der nächsten Umsetzungsmaßnahmen (z.B. der konkreten Überarbeitung des Förderprogramms PRIME House) im Herbst 2020 (soweit es die COVID-19 Einschränkungen erlauben), spätestens jedoch im Frühjahr 2021 durchzuführen.

Weitere wichtige Schritte bei der Ausarbeitung der Renovierungsstrategie sind die Durchführung einer detaillierten Status Quo-Analyse zum Nichtwohnbau sowie die systematische Auswertung energiebezogener Daten aus der Energiepassdatenbank und anderer Quellen. Darauf aufbauend sollen die Daten zu Energiebedarf/-verbrauch sowie Energieerzeugung in einem GIS-System verortet werden.

---

## 2. Anlass, Zielsetzung, Vorgehensweise und Struktur des Dokuments

### 2.1. Anlass

Die Europäische Union hat sich das Ziel gesetzt, bis 2050 ein nachhaltiges, wettbewerbsfähiges, sicheres und dekarbonisiertes Energiesystem zu erreichen. In ihrer europäischen strategischen, langfristigen Vision beschreibt die Kommission einen Weg, auf dem es kostenwirksam gelingen kann, durch einen sozial gerechten Übergang bis zum Jahr 2050 Netto-Treibhausgasemissionen von null zu erreichen (Kommission, 2018).

Angesichts des etwa 36%-Anteils des Gebäudesektors an den Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen der Union (EPBD, 2018) spielt dieser eine wichtige Rolle bei der Umsetzung des Ziels. Als Grundlage zur Festlegung von Maßnahmen benötigen sowohl Mitgliedsstaaten als auch Investoren klare Visionen mit nationalen, sektoralen Zielen und Meilensteinen, an denen die kurzfristigen (2030), mittelfristigen (2040) und langfristigen (2050) Effekte vorab quantifiziert und ex post überprüft werden können.

Die Verordnung (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 sieht daher in Artikel 2a vor: *„Jeder Mitgliedstaat legt eine langfristige Renovierungsstrategie fest zur Unterstützung der Renovierung des nationalen Bestands sowohl an öffentlichen als auch privaten Wohn- und Nichtwohngebäuden in einem in hohem Maße energieeffizienten und dekarbonisierten Gebäudebestand bis 2050, mit welcher der kosteneffiziente Umbau bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude erleichtert wird.“* (EPBD, 2018), (Berichtigung, 2018). Der Begriff des dekarbonisierten Gebäudebestandes wird in der Verordnung (EU) 2018/844 (EPBD) nicht definiert, wird aber in der Mitteilung der Kommission vom 20. Juni 2019 wie folgt präzisiert: *“Der Begriff des „dekarbonisierten“ Gebäudebestands ist in den EU-Rechtsvorschriften nicht definiert, kann jedoch als ein Gebäudebestand betrachtet werden, dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf null reduziert wurden, indem der Energiebedarf reduziert wurde und sichergestellt wurde, dass der verbleibende Bedarf durch CO<sub>2</sub>-freie Energiequellen gedeckt wird“* (EU, 2019).

### 2.2. Zielsetzung des Dokuments

Ziel dieses Dokuments ist es, entsprechend der Vorgaben des Artikels 2a der Richtlinie (EU) 2018/44 die langfristige Renovierungsstrategie Luxemburgs für öffentliche und private Wohn- und Nichtwohngebäude darzustellen. Gemäß Richtlinie soll diese Strategie dabei unterstützen, Bestandsgebäude kosteneffizient in einen sehr energieeffizienten und dekarbonisierten Standard (Niedrigstenergiegebäude) zu renovieren. Aufbauend auf einer Status-Quo-Analyse des nationalen Gebäudebestandes soll ein Fahrplan mit Maßnahmen und Fortschrittsindikatoren festgelegt werden, mit denen die Wirkungen vorab abgeschätzt und ex post überprüft werden können. Die Strategie soll darauf abzielen, das EU-Langfristziel einer

Reduktion der Treibhausgasemissionen in der Union in Summe aller Sektoren um 80-95% zu erreichen (Zieljahr 2050, Referenzjahr 1990). Gemäß Richtlinie soll die langfristige Renovierungsstrategie einen Fahrplan enthalten, in dem Meilensteine für 2030, 2040 und 2050 dargestellt werden.

Ziel des Dokuments ist es auch, den Stand der Entwicklung einer durchgängigen, langfristigen Renovierungsstrategie und darauf abgestimmter Umsetzungsmaßnahmen für den gesamten Gebäudebestand zu analysieren, um etwaige offene Fragen und Felder oder Marktsegmente mit Handlungsbedarf zu erkennen.

### 2.3. Bilanzierungsgrenzen

Inhalt der LTRS ist die Darstellung der Langfriststrategie für die Gebäuderenovierung. Wenn nicht anders vermerkt, beziehen sich die in diesem Dokument genannten Endenergieverbräuche daher auf die folgenden Energieanwendungen:

- Wohngebäude: Heizung, Warmwasser, Hilfsstrom Haustechnik (Pumpen, Ventilatoren ...), Haushaltsstrom
- Nichtwohngebäude: Heizung, Kühlung, Warmwasser, Beleuchtung, Nutzerstrom wie Lifts, EDV usw.

Die unter dem Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) bzw. in den Luxemburgischen Statistiken unter der Rubrik „tertiaire“ miterfassten Bedarfe/Verbräuche der Nichtwohngebäude für nicht gebäudebezogene Anwendungen (Prozesswärme, Kraft (Strom) für Produktionsprozesse) sind für die LTRS nicht relevant und werden daher nicht betrachtet.

### 2.4. Spezifika Luxemburgs

Zum besseren Verständnis der in diesem Papier dargelegten langfristigen Renovierungsstrategie und ihrer Einbettung in die Luxemburgische Gesamtstrategie für den Gebäudesektor ist es wichtig, einige Spezifika Luxemburgs zu betrachten, die dazu führen, dass der Neubausektor in Luxemburg eine weit wichtigere Bedeutung hat, als in anderen EU-Staaten.

#### 2.4.1. Dynamisches Wirtschaftswachstum

Das durchschnittliche Wachstum des realen Bruttoinlandprodukts (BIP) lag in Luxemburg zwischen dem Jahr 2000 und 2018 bei mehr als 3,1% und damit sehr hoch (STATEC, 2019).

## 2.4.2. Starkes Bevölkerungs-, Wohn- und Nutzflächenwachstum

Aufgrund der dynamischen Wirtschaftsentwicklung und der starken Nachfrage nach Arbeitskräften steigt die Bevölkerung Luxemburgs sehr schnell. In Folge des Bevölkerungswachstums nimmt die Gesamt-Wohnfläche sehr stark zu, ähnliches gilt für die Fläche der Nichtwohngebäude.

Die Daten zu Bevölkerungsentwicklung und Entwicklung der Gesamtwohnfläche wurden 2017 in einer Studie auf Basis amtlicher Statistiken detailliert aufbereitet (Ploss, 2017). Abbildung 2 zeigt die bisherige Entwicklung der Bevölkerung und die in verschiedenen Studien prognostizierte Entwicklung bis 2050.

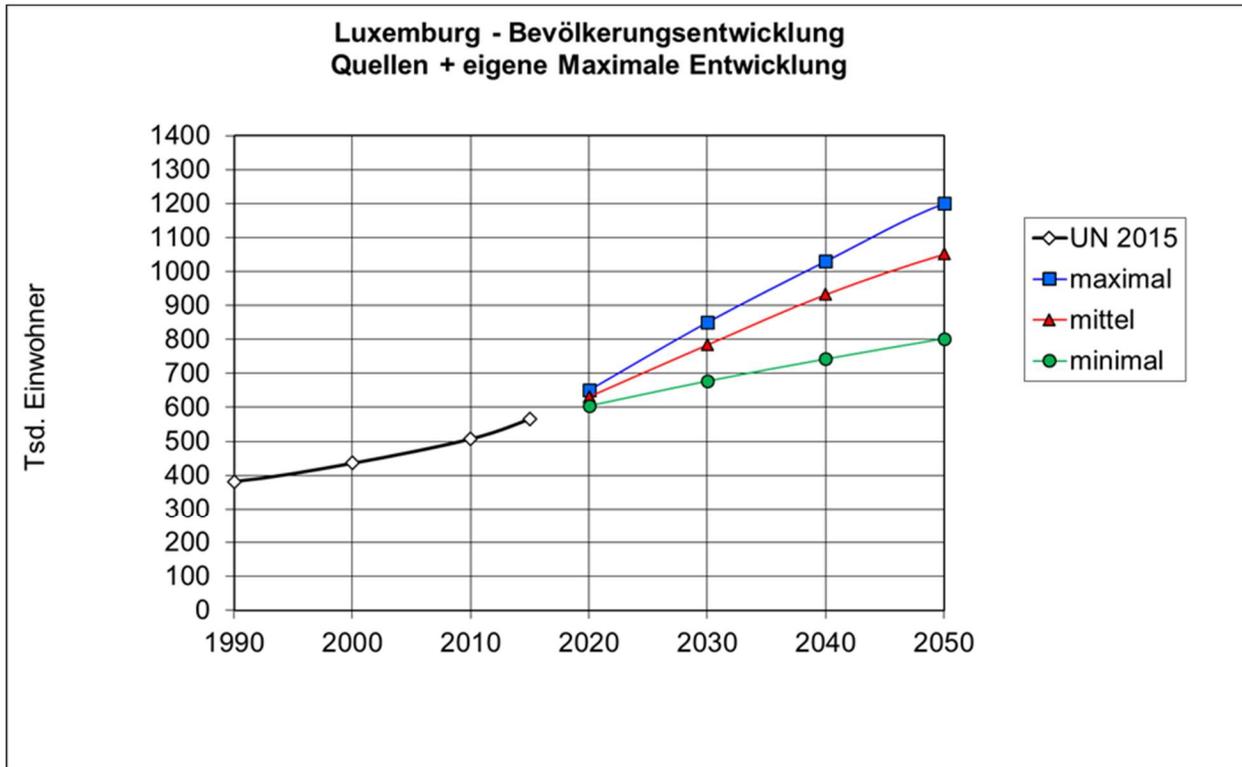


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Luxemburgs im Zeitraum von 1990 bis 2050 (Ploss, 2017)

Die Bevölkerung Luxemburgs stieg von knapp 400.000 im Jahr 1990 auf 567.000 im Jahr 2015 und lag im Jahr 2018 erstmals über 600.000 Personen. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass das Bevölkerungswachstum weiterhin sehr dynamisch verläuft, für das Jahr 2050 wird eine Einwohnerzahl von 800.000 bis 1.200.000 Personen erwartet.

Abbildung 3 zeigt die Auswirkung des Bevölkerungswachstums und der demografischen Entwicklung (Trend zu kleineren Haushalten...) auf die Entwicklung der Gesamt-Wohnfläche (Ploss, 2017). Die Darstellung erfolgt differenziert nach 5 strategischen Wohngebäudetypen. Neben dem Flächenzuwachs durch Neubau ist auch die Flächenreduktion durch den Abriss von Bestandsgebäuden berücksichtigt. Die jährliche Abrissrate wird gemäß Angaben des 3. NEEAP von 2014 mit 0,85% des Gesamtbestandes angenommen

(NEEAP3, 2014). Für das Teilsegment der bedingt sanierbaren Gebäude (Denkmalschutz, Ensembleschutz...) wird abweichend vom 3. NEEAP eine niedrigere Abrissrate von 0,1% p.a. angesetzt.

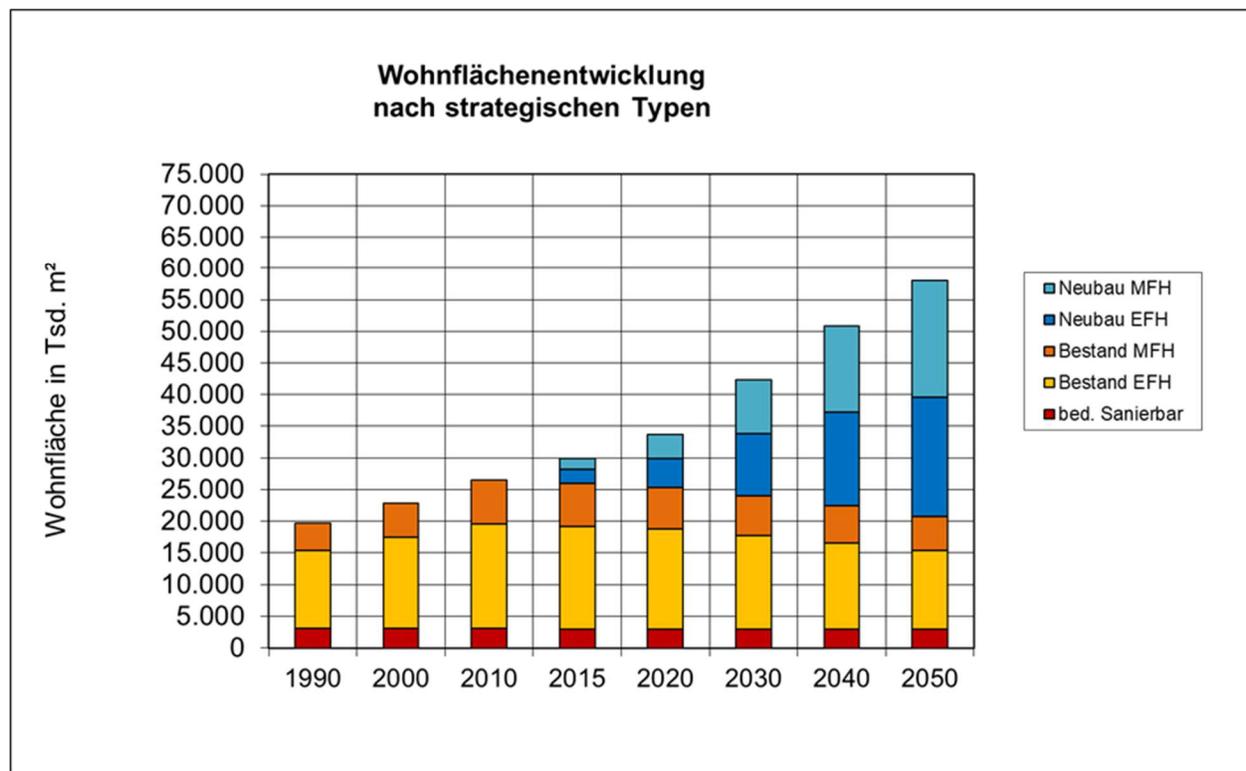


Abbildung 3: Entwicklung der Wohnflächen nach strategischen Typen in Luxemburg 1990 bis 2070 (Ploss, 2017)

Die Gesamtwohnfläche Luxemburgs betrug im Jahr 2015 etwa 30 Mio. m<sup>2</sup>. Aufgrund des starken Bevölkerungswachstums wird sie bis 2050 auf etwa 57 Mio. m<sup>2</sup> ansteigen (Ploss, 2017).

Bei der unterstellten Abrissrate wird der im Jahr 2050 verbliebene Flächenanteil des Gebäudebestands von 2015 am Gesamt-Gebäudebestand bei etwa 35% liegen. Der mit etwa 65% weit größere Flächenanteil des Wohngebäudebestands von 2050 wird nach 2015 entstanden sein, d.h. in der Zeit nachdem in Luxemburg sehr ambitionierte Neubaustandards verpflichtend eingeführt wurden.

Die aktuellste Studie des Statec bestätigt den dargestellten Trend: der jährliche Bedarf an Neubauwohnungen liegt zwischen 2020 und 2050 in Abhängigkeit vom Wachstum des BIP zwischen 7.310 und 5.881 WE/a (BIP-Wachstum 1,5%) bzw. 7.310 bis 6.567 WE/a bei 3% BIP-Wachstum (Peltier, 2019). Der erwartete Neubaubedarf nimmt von 2020 bis 2050 leicht ab. Die nach Statec zu erwartenden Zahlen liegen in etwa um den Faktor 1,5 über dem historischen Höchstwert des Wohnungsneubaus von etwa 4.400

Wohneinheiten pro Jahr. Bei einer Einwohnerzahl von derzeit etwa 610.000 entspricht dies etwa 7,2 WE/1.000 Einwohnern.

Eine ähnliche Tendenz zeigt sich aufgrund der sehr dynamischen Wirtschaftsentwicklung bezüglich der Nutzflächen von Nichtwohngebäuden. Auch diese werden weiter stark ansteigen; der Flächenanteil des heutigen Bestandes am Gesamt-Gebäudebestand an Nicht-Wohngebäuden von 2050 wird damit merklich geringer sein als in anderen EU-Staaten.

Auf eine Quantifizierung der möglichen Flächenentwicklung für den Nicht-Wohnbau wird verzichtet, da die Datenlage zum Status Quo deutlich ungenauer ist, als im Sektor des Wohnbaus.

### 2.4.3. Stark steigende Grundstückspreise

Wie Abbildung 4 zeigt, sind die Preise für Baugrundstücke zwischen 2010 und 2017 um 50% gestiegen.

**Graphique 6 – Evolution de l'indice des prix des terrains à bâtir en zone à vocation résidentielle**

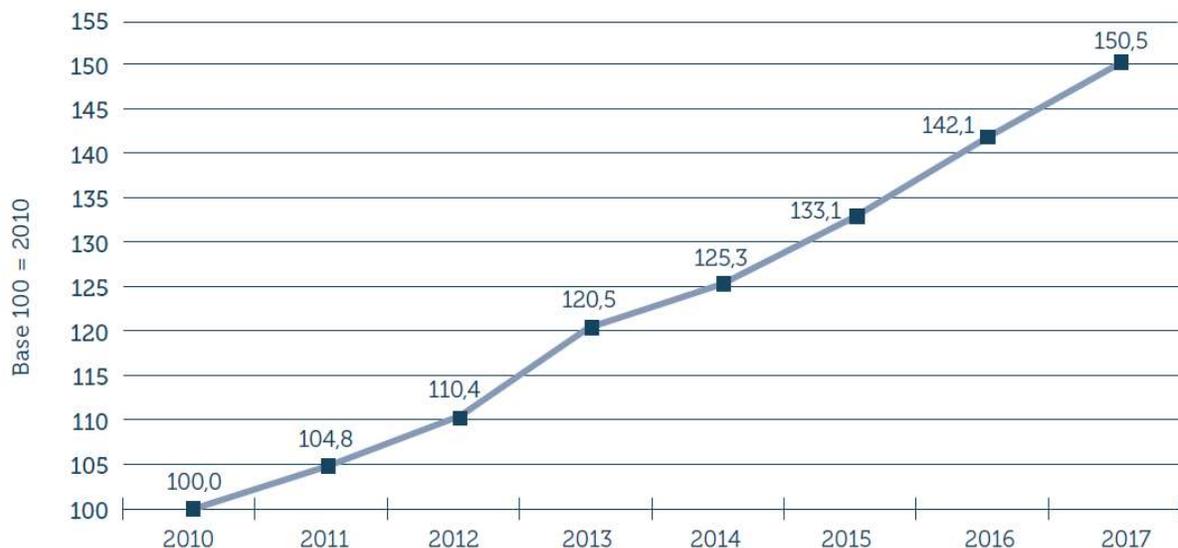
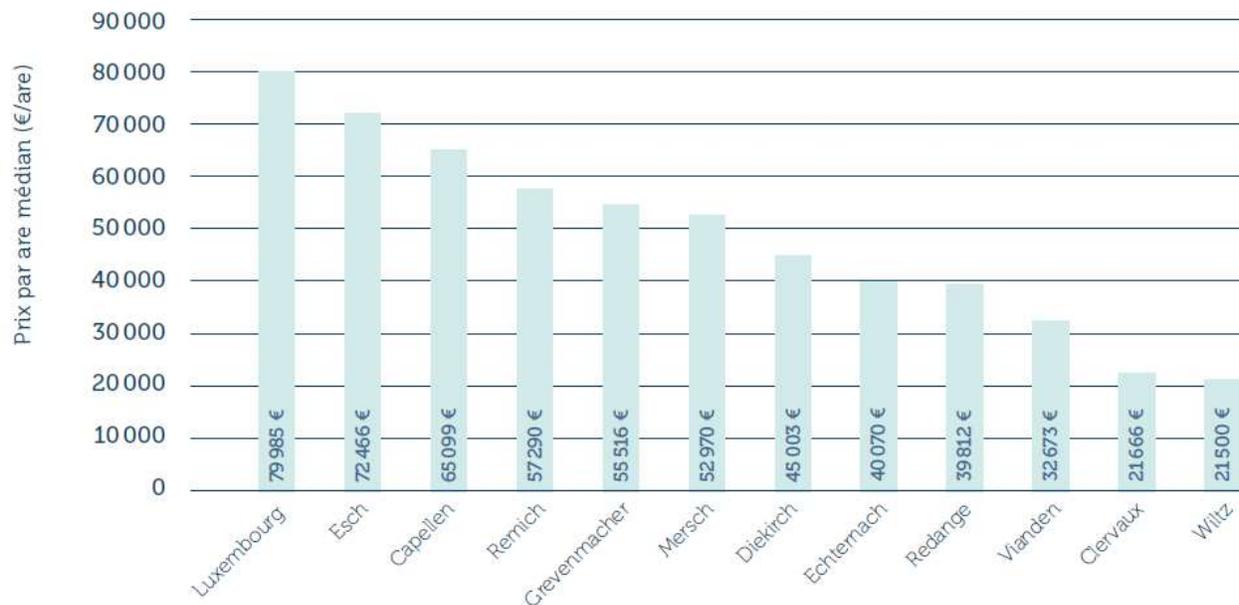


Abbildung 4: Entwicklung des Preisindex für Baugrundstücke mit Widmung für Wohnen (Observatoire, 2019)

Die folgende Abbildung veranschaulicht das Preisniveau in verschiedenen Gemeinden.

**Graphique 7 – Prix médians des parcelles situées essentiellement en zone résidentielle par canton, entre le 01.01.2016 et le 31.12.2017**



**Abbildung 5: Preise in EUR/Ar für Baugrundstücke mit Widmung Wohnen in versch. Gemeinden (Observatoir, 2019)**

Der starke Preisanstieg und das vor allem in städtischeren Gebieten erreichte Preisniveau führt dazu, dass der Druck, Bestandsgebäude abzureißen und durch höher verdichtete Neubauten zu ersetzen, steigt. Dieser Druck lässt erwarten, dass die Abrissrate tendenziell steigt.

#### 2.4.4. Hohe Kaufkraft

Das BIP je Einwohner in Luxemburg entsprach im Jahr 2017 etwa 250% des Index EU-28 (STATEC, 2019) Auch unter Berücksichtigung des Preisniveau-Index von 127% ergibt sich eine sehr hohe Kaufkraft.

Dank dieser hohen Kaufkraft konnte die Anzahl der in den vergangenen Jahren fertiggestellten Wohneinheiten trotz stark steigender Bau- und Grundstückskosten vermarktet werden.

#### 2.4.5. Resümee: Überdurchschnittliche Bedeutung des Neubausektors in Luxemburg

Aufgrund der Spezifika

- dynamisches Wirtschaftswachstum
- starkes Bevölkerungs-, Wohn- und Nutzflächenwachstum
- Tendenz zu hohen Abrissraten aufgrund stark steigender Grundstückspreise

- hohe Kaufkraft

wird der Anteil von Neubauten (Baujahre 2020 bis 2050) von Wohn- und Nichtwohngebäuden am Gesamt-Gebäudebestand Luxemburgs im Jahr 2050 weit höher liegen als in anderen EU-Staaten. Entsprechend hoch ist die Bedeutung des Marktsegments Neubau im Vergleich zum Segment des derzeitigen Bestandes.

*Diese Gegenüberstellung soll die Bedeutung des Bestandes und der langfristigen Renovierungsstrategie nicht schmälern. Sie unterstreicht jedoch, dass die Entscheidung, angesichts des starken Wohnflächenwachstums zunächst hohe Neubaustandards einzuführen, strategisch richtig war.*

*Nachdem diese im europaweiten Vergleich sehr hohen Standards für Wohngebäude im Jahr 2017 erfolgreich als Mindeststandards implementiert wurden und ähnlich ambitionierte Standards ab 2021 für Nichtwohngebäude eingeführt werden, kann die Politik den Fokus verstärkt auf die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen für die verschiedenen Marktsegmente des Bestandes legen. Der derzeitige Zwischenstand dieses Prozesses wird in diesem Dokument dargestellt.*

## 2.5. Nationale Zielsetzungen zur Energieeffizienz

### 2.5.1. Wohngebäude (Sektor Haushalte)

Die aktuellen, nationalen Ziele zur Energieeffizienz für 2030 sind im NECP 2019 festgelegt (NECP, 2020). Für die langfristige Renovierungsstrategie sind die Bedarfe des Sektors Haushalte und des GHD-Sektors maßgeblich.

In der folgenden Abbildung ist der Verlauf des realen Endenergieverbrauchs der Haushalte für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom dargestellt (STATEC, 2019). Zum Vergleich ist der im NECP 2019 festgelegte Zielwert von -40% im Vergleich zur baseline-Entwicklung gemäß EU-Primes 2007 (DGET, 2008) dargestellt.

Außerdem sind die Verläufe entsprechend einer aktuellen Projektion der EU aus dem Jahr 2016 (Capros, 2016) sowie die Ergebnisse der vier in der Studie des Energieinstitut Vorarlberg (EIV) von 2017 untersuchten Szenarien dargestellt (Ploss, 2017).

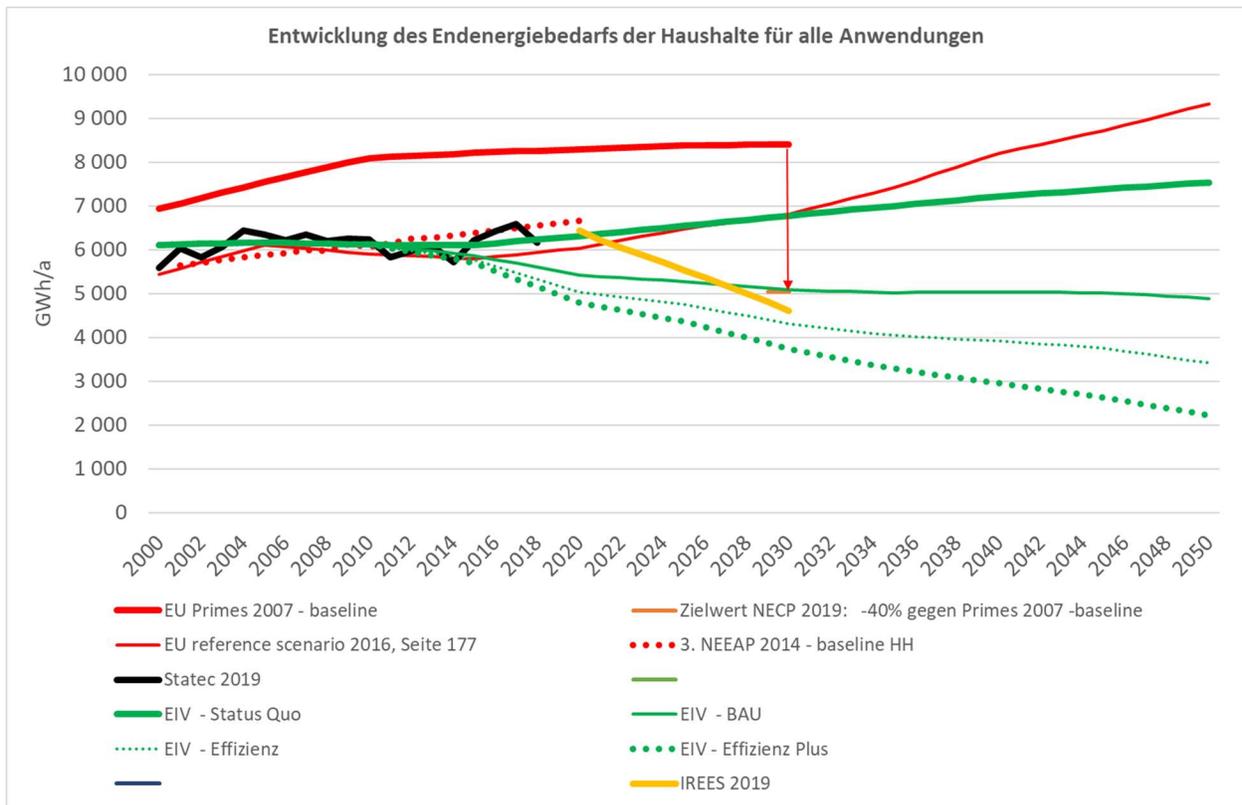


Abbildung 6 Entwicklung des Endenergiebedarfs der Haushalte in Summe der Anwendungen Heizung, Warmwasserbereitung, Hilfs- und Haushaltsstrom im Vergleich zum realen Verbrauch (DGET, 2008) (Capros, 2016) (Ploss, 2017) (NECP, 2020) (STATEC, 2019)

Der reale Endenergieverbrauch der Wohngebäude stieg von etwa 5.600 GWh/a im Jahr 2000 (bei ca. 434.000 Einwohnern) auf Werte zwischen 6.200 und knapp 6.450 GWh/a in den Jahren 2004 bis 2010 (bei etwa 455.000 bis 502.000 Einwohnern). In den Jahren bis 2015 konnte der Endenergiebedarf trotz weiter steigender Bevölkerung leicht reduziert werden, in den Jahren 2016 bis 2018 stieg er (bei 602.000 Einwohnern in 2018) wieder leicht an. Der aktuellste verfügbare Verbrauchswert liegt bei 6.154 GWh/a für das Jahr 2018 (STATEC, 2019).

Nach der Projektion EU Primes 2007 – baseline stiege der Endenergiebedarf der Haushalte bis 2030 auf knapp 8.400 GWh/a (DGET, 2008). Bei dem im NECP 2019 genannten Einsparziel von -40% im Jahr 2030 gegenüber dem EU Primes baseline-Wert müsste der Endenergiebedarf auf 5.038 GWh/a reduziert werden.

Auf dem NECP-Zielpfad Paris wird der Endenergiebedarf bis 2030 auf 4.611 GWh/a und auf 2.715 GWh/a im Jahr 2040 reduziert (NECP, 2020).

Der für den NECP-Zielpfad Paris top-down für 2040 ermittelte Wert entspricht damit in etwa dem im bottom-up Modell des Energieinstitut Vorarlberg (EIV) ermittelten Wert auf den Pfad Effizienz Plus (Ploss, 2017). In den Szenarien des EIV wurde allerdings die Maßnahmenumsetzung (auch für die Gebäudesanierung) schon früher angenommen, als in den Projektionen zur Bestimmung des NECP-Zielpfades.

### 2.5.2. Nichtwohngebäude (Rubrik „tertiaire“, GHD – Gewerbe, Handel und Dienstleistungen)

Im Folgenden werden die nationalen Ziele für den Bereich der Nichtwohngebäude dargestellt. Bei der Interpretation der Daten ist zu beachten, dass es in den amtlichen Statistiken keine Zahlen für den gebäudebezogenen Energiebedarf der Nichtwohngebäude gibt. In den Luxemburgischen Statistiken zum Energieverbrauch tragen die Nichtwohngebäude zur Rubrik „tertiaire“ bei. Letztere umfasst alle Energieverbraucher, die nicht der Industrie, dem Transport, den Haushalten oder der Landwirtschaft angehören. Somit entspricht die Rubrik „tertiaire“ also dem GHD-Sektor (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) und nicht dem eigentlichen „tertiären Sektor (Dienstleistungssektor)“, wie man aufgrund der Bezeichnung vermuten könnte.

Da beispielsweise die Studien (Zielszenario), die als Basis für den NECP Luxemburgs genutzt wurden von einem deutschen Konsortium ausgearbeitet wurden, wird dort der Begriff GHD verwendet, während in anderen Quellen (amtliche Statistiken des Statec usw.) die Rubrik „tertiaire“ geläufig ist. In den Betrachtungen für die langfristige Renovierungsstrategie wird davon ausgegangen, dass beide Begriffe den gleichen Bereich abdecken und es wird überwiegend die Bezeichnung GHD verwendet.

Sowohl die als „tertiaire“ als auch die als GHD bezeichneten Daten enthalten in der Regel auch nicht gebäudebezogene Energieverbräuche etwa für Prozesswärme oder Kraft. Da viele Betriebe nur über einen Strom- und/oder Gaszähler verfügen, können die Anteile des gebäudebezogenen Bedarfs und des nicht-gebäudebezogenen Energieverbrauchs bislang nur grob abgeschätzt werden.

Diese unbefriedigende Situation in Bezug auf die statistische Datenlage zum gebäudebezogenen Energieverbrauch ist kein Spezifikum Luxemburgs, sondern typisch für viele europäische Staaten.

Um die Datenbasis für die Herleitung belastbarer Einsparpotenziale für die gebäudebezogenen Energieverbräuche des Sektors GHD zu verbessern, ist vorgesehen, im Jahr 2021 eine umfassende Studie zu beauftragen, in der flächen- und gebäudebezogene Energieverbräuche von Nichtwohngebäuden nach Anwendungen und für verschiedene Gebäudekategorien (Büro, Schulen, Einzelhandel...) detailliert bestimmt werden.

Der bisherige Verlauf des Endenergieverbrauchs in der Rubrik „tertiaire“ bis 2018, der Zielwert des 4. NEEAP für 2030 (NEEAP4, 2017) und der Paris-Zielpfad des NECP für 2030 und 2040 (NECP, 2020) sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

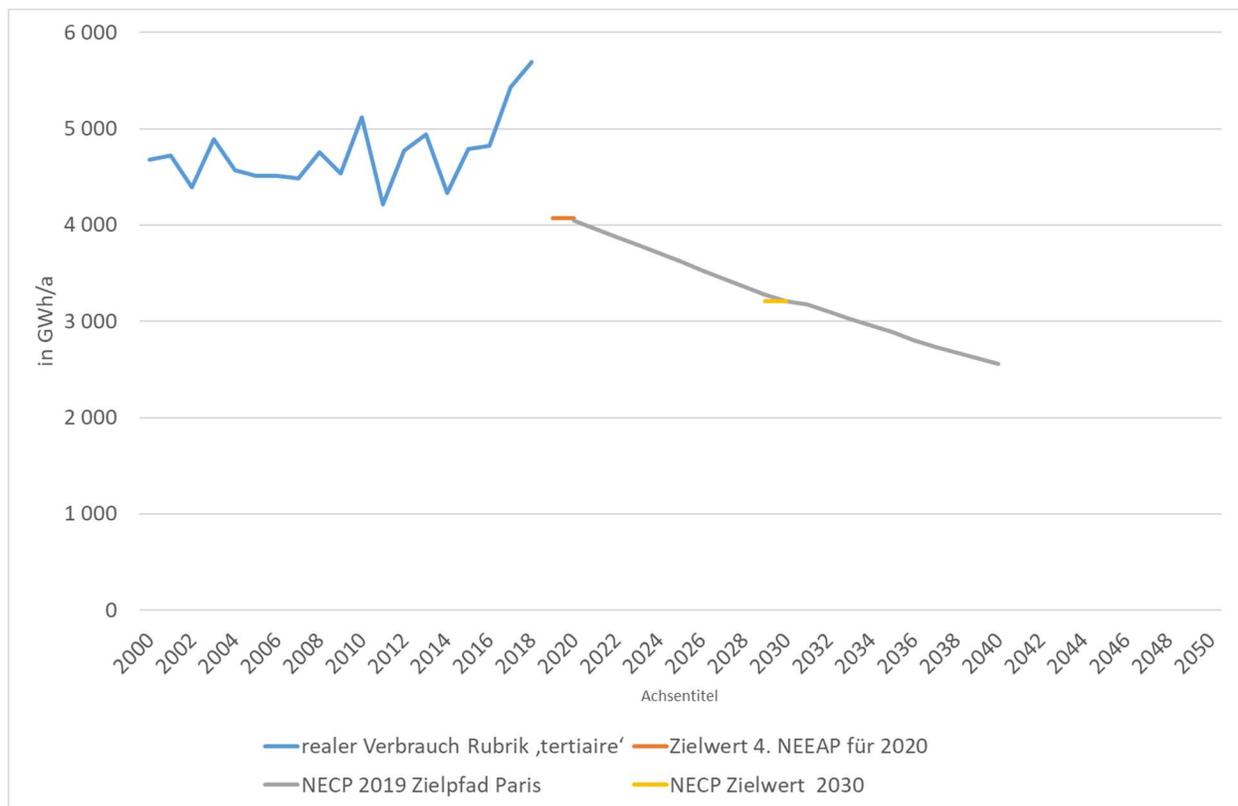


Abbildung 7: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Rubrik „tertiaire“ in GWh/a (STATEC, 2019), (NEEAP4, 2017), (NECP, 2020)

Wie die Abbildung zeigt, stieg der reale Endenergieverbrauch der Rubrik „tertiaire“ von ca. 4.700 GWh/a im Jahr 2000 auf 5.697 GWh/a im Jahr 2018 (STATEC, 2019). Das Ziel des 4. NEEAP von 4.068 für das Jahr 2020 wird aufgrund des starken Wirtschafts- und Nutzflächenwachstums deutlich verfehlt werden.

Bei der Interpretation der Daten ist zu beachten, dass im statistisch erfassten Energieverbrauch der Rubrik „tertiaire“ nicht nur der Wärmebedarf für Heizen und Kühlen und der Strombedarf für gebäudebezogene Energieanwendungen berücksichtigt wird, sondern auch der Bedarf für Fertigungsprozesse (Maschinen, Backöfen, ...) der miterfassten Handwerksbetriebe.

Diese Energiebedarfe werden nicht separat erfasst und sind nicht bekannt; bei der Ermittlung der NECP-Ziele wurde die Auswirkung der verschiedenen Maßnahmen („Ordnungsrecht Neubau“, „Ordnungsrecht Altbau“ und „Förderung der Gebäudehülle und Heizsysteme“) auf die Gesamtanzahl der GHD-Gebäude

(Anzahl Gebäude ansteigend von etwa 8.900 in 2017 auf etwa 10.200 in 2030) bezogen. Eine gewisse Ungenauigkeit in der LTRS-Betrachtung bleibt hier bestehen, insbesondere wenn der Anteil des (nicht separat identifizierten) Energieverbrauchs für Fertigungsprozesse über die Zeit variiert und somit durchgeführte Einsparmaßnahmen ggf. überlagert.

Auch unter Berücksichtigung dieser statistischen Ungenauigkeit zeigt der bisherige Verbrauchsverlauf, dass die im Zielpfad des NECP beschriebene, deutliche Reduktion des Endenergiebedarfs in der Rubrik „tertiaire“ auf 3.205 GWh/a im Jahr 2030 und auf 2.557 GWh/a im Jahr 2040 aufgrund des sehr hohen Wachstums ein sehr ambitioniertes Ziel ist.

## 2.6. Vorgehensweise bei der Erstellung der langfristigen Renovierungsstrategie

Die langfristige Renovierungsstrategie basiert auf Vorversionen der Gebäuderenovierungsstrategie, die etwa im vierten nationalen Energieeffizienzaktionsplan beschrieben wurden und aktualisiert diese, indem sie die Ergebnisse einer Reihe von Untersuchungen und Studien berücksichtigt, mit denen in den vergangenen Jahren einzelne Aspekte oder Marktsegmente detailliert analysiert wurden. Die wichtigsten dieser Untersuchungen und Studien sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Titel	Autor	Datum	Schwerpunkte
Dritter Nationaler Energieeffizienzfahrplan Luxemburg (NEEAP3, 2014)	Wirtschaftsministerium Luxemburg	Dez 2014	
Vierter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg (NEEAP4, 2017)	Wirtschaftsministerium Luxemburg	Juni 2017	
Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie – weiterreichende Strategieansätze und Maßnahmen  (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)	Wirtschaftsministerium Luxemburg	Juli 2017	Wohngebäudebestand – Status Quo Analyse  Analyse Herausforderungen und Hemmnisse  Maßnahmenkatalog  Breiter Beteiligungsprozess  Umfrage TNS-ILRES zu Sanierungsverhalten
Energieperspektiven Luxemburg 2010 -2070 (Ploss, 2017)	Energieinstitut Vorarlberg / Vallentin Reichmann Architekten	Nov 2017	Szenarien des zukünftigen Energiebedarfs des Wohngebäudeparks in Luxemburg bis 2070
Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz für	Wirtschaftsministerium Luxemburg / Goblet Lavandier & Associés S.A.	Mai 2019	

neue und bestehende Wohn- und Nichtwohngebäude (KostOpti, 2019)			
Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung (Klobasa, 2016)	Wirtschaftsministerium Luxemburg / Fraunhofer ISI	Juni 2016	
Fünfter jährlicher Monitoringbericht Luxemburgs 2017 gem. Art 24, Abs. 1 der Richtlinie 2012/27/EU (Monitoring, kein Datum)	Wirtschaftsministerium Luxemburg	2017	u.a. Angaben zu Gebäuden der Zentralregierung
wissenschaftliche Beratung zu Fragen der Energiestrategie Luxemburg mit besonderem Fokus auf Erneuerbare Energien (Schön, 2016)	Wirtschaftsministerium		
Studie energieagence zu Nichtwohngebäuden (energieagence, 2020)	Agence de l'Énergie SA (energieagence)	2020	Vorstudie, Überblick über die Potenziale betreff Energieeinsparungen bei Nichtwohngebäuden, als Grundlage für die Ausarbeitung eines De-risking Tools

**Abbildung 8: Überblick über die im Vorfeld der LTRS durchgeführten Untersuchungen und Studien**

Die zur Beteiligung der Öffentlichkeit geplante Veranstaltung „Renovation day“ im Mai 2020 konnte aufgrund der COVID-19 Einschränkungen nicht durchgeführt werden. Da im Zuge der Erarbeitung der Vorversion der Gebäuderenovierungsstrategie vor 3 Jahren ebenso wie zur Erarbeitung des NECP im Jahr 2019 bereits ein umfangreicher Beteiligungsprozess zu den LTRS-Themen durchgeführt wurde, wurde beschlossen, einen weiteren Beteiligungsprozess mit den Veranstaltungen zur Vorstellung der nächsten Umsetzungsmaßnahmen (z.B. der konkreten Überarbeitung des Förderprogramms PRIME House) im Herbst 2020 (soweit es die COVID-19 Einschränkungen erlauben), spätestens jedoch im Frühjahr 2021 durchzuführen.

Kernelemente und Leitlinien der langfristigen Renovierungsstrategie waren bereits in den Jahren 2015/16 in einem breit angelegten Beteiligungsprozess zur Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie in den folgenden 5 thematischen Workshops dargelegt und diskutiert worden:

- Baukulturelle Erfordernisse und Lösungsansätze
- Rechtliche Hemmnisse und Lösungsansätze

- Motivation der Eigentümer
- Finanzielle Hemmnisse
- Chancen für den Bausektor.

Darüber hinaus wurde im Jahr 2016 ein eigener Workshop für Vertreter von Gemeinden durchgeführt.

Parallel zur Erarbeitung der langfristigen Renovierungsstrategie wurde der integrierte nationale Energie- und Klimaplan Luxemburgs (NECP) verfasst. Beide Dokumente sind aufeinander abgestimmt, die langfristige Renovierungsstrategie vertieft das Thema der Gebäuderenovierung.

Da die Endversion der langfristigen Renovierungsstrategie etwa 3 Monate nach dem integrierten nationalen Energie- und Klimaplan finalisiert wurde, wurden einige aktuelle Erkenntnisse eingearbeitet, die im NECP noch nicht berücksichtigt werden konnten.

### 2.7. Einfluss der COVID-19-Krise auf die Umsetzung der Strategie

Da die langfristige Renovierungsstrategie die finale Ausarbeitungsphase mit leichter Verspätung durchlief, wird der Letztstand im Juni 2020 und damit während der COVID-19-bedingten Sondersituation übermittelt. Da die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Folgen der pandemiebedingten Krise zu diesem Zeitpunkt noch nicht absehbar sind, wurde darauf verzichtet den vor der Krise erarbeiteten Umsetzungszeitplan ggf. anzupassen.

### 2.8. Struktur des Dokuments

Die Struktur dieses Dokuments ist an den in (EPBD, 2018) Artikel 2a beschriebenen Inhalten der langfristigen Renovierungsstrategie ausgerichtet.

In **Kapitel 3** sind die folgenden, in Artikel 2a, (1) EPBD beschriebenen Inhalte dargestellt:

- **Kapitel 3.1:** Überblick über den nationalen Gebäudebestand –Wohngebäude (Art. 2a, (1), a)
- **Kapitel 3.2:** Überblick über den nationalen Gebäudebestand –Nichtwohngebäude (Art. 2a, (1), a)
- **Kapitel 3.3:** Ermittlung kosteneffizienter Konzepte für Renovierungen (Art. 2a, (1), b)
- **Kapitel 3.3:** Strategien und Maßnahmen, um kosteneffiziente umfassende Sanierungen anzuregen (Art. 2a, (1), c)
- **Kapitel 3.4:** Strategien und Maßnahmen, um kosteneffiziente umfassende Sanierungen anzuregen (Art. 2a, (1), c)
- **Kapitel 3.5:** Überblick über Strategien und Maßnahmen, die auf die Segmente des Gebäudebestandes mit der schlechtesten Leistung ausgerichtet sind (Art. 2a, (1), d)

- **Kapitel 3.6:** Strategien und Maßnahmen für sämtliche öffentliche Gebäude (Art.2a, (1), e)
- **Kapitel 3.7:** Überblick über nationale Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude sowie zur Förderung der Kompetenzen und der Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz (Art. 2a, (1), f)
- **Kapitel 3.8:** Nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen und weiterreichender Vorteile etwa in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Luftqualität (Art 2a, (1), g).

In **Kapitel 4** sind die folgenden, in Artikel 2a, (2) beschriebenen Inhalte dargestellt:

- **Kapitel 4.1:** Fahrplan mit Maßnahmen und innerstaatlich festgelegten Fortschrittsindikatoren. Die Maßnahmen sollen dazu beitragen, das Langfristziel der Reduktion der THG-Emissionen um 80-95% bis 2050 zu erreichen, für einen in hohem Maße energieeffizienten Gebäudebestand zu sorgen und den kosteneffizienten Umbau bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude zu erleichtern. Der Fahrplan enthält indikative Meilensteine für 2030, 2040 und 2050
- **Kapitel 4.2:** Beschreibung, wie die Meilensteine zum Erreichen der EU Energieeffizienzziele gemäß Richtlinie 2012/27/EU beitragen.

In **Kapitel 5** sind die in Artikel 2a, (3) beschriebenen Aspekte rund um die Mobilisierung von Investitionen in die Renovierung dargelegt. Im Einzelnen wird erläutert, wie der Staat Luxemburg den Zugang zu geeigneten Mechanismen erleichtert, um:

- **Kapitel 5.1:** Projekte auch über Investitionsplattformen oder –gruppen zu bündeln (Art. 2a, (3). a)
- **Kapitel 5.2:** Das wahrgenommene Risiko der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor zu mindern (Art 2a, (3), b)
- **Kapitel 5.3:** Öffentliche Mittel zu nutzen, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem privaten Sektor zu schaffen oder auf Marktversagen zu reagieren (Art. 2a, (3), c)
- **Kapitel 5.4:** Leitlinien für Investitionen in einen energieeffizienten öffentlichen Gebäudebestand entsprechend den Leitlinien von Eurostat vorzugeben (Art. 2a, (3), d)
- **Kapitel 5.5** zugängliche und transparente Beratungsinstrumente über einschlägige Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Finanzinstrumente einzurichten (Art. 2a, (3), e)

In **Kapitel 6** ist dargestellt, wie die öffentliche Anhörung zur langfristigen Renovierungsstrategie durchgeführt wurde und welche Ergebnisse sie ergab (Art. 2a, (3), d).

In **Kapitel 7** sind die Einzelheiten zur Umsetzung der langfristigen Renovierungsstrategien einschließlich der geplanten Strategien und Maßnahmen zusammengefasst.

Um das Verständnis der Inhalte zu fördern, wurde jedem Kapitel der entsprechende Ausschnitt aus „EMPFEHLUNG (EU) 2019/786 DER KOMMISSION vom 8. Mai 2019 zur Renovierung von Gebäuden“ (Q 4) vorangestellt, indem erläutert wird, welche Inhalte erwartet werden. Die entsprechenden Ausschnitte sind grau hinterlegt.

### 3. Überblick über den nationalen Gebäudebestand (Art. 2a, (1), a)

*Artikel 4 Buchstabe a der Richtlinie zur Energieeffizienz sah bereits vor, dass ein Überblick über den nationalen Gebäudebestand den Ausgangspunkt für die langfristigen Renovierungsstrategien bildet. Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe a der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht vor, dass jede langfristige Renovierungsstrategie „einen Überblick über den nationalen Gebäudebestand, sofern angemessen auf der Grundlage statistischer Stichproben und des erwarteten Anteils renovierter Gebäude im Jahr 2020 [umfasst]“. Der erwartete Anteil renovierter Gebäude kann auf verschiedene Weise ausgedrückt werden, zum Beispiel: a) als prozentualer Anteil (%), b) als absolute Zahl oder c) in m<sup>2</sup> renovierter Fläche je Gebäudetyp. Im Interesse einer höheren Genauigkeit könnte auch die Renovierungsintensität (z. B. „leicht“, „mittel“ und „umfassend“) berücksichtigt werden. Der Umbau in Niedrigstenergiegebäude könnte ein weiterer Indikator sein. (4) Generell sollte eine „umfassende Renovierung“ zu einer höheren Energie- und Treibhausgas-effizienz beitragen. Der „erwartete Anteil“ soll nicht ein verbindliches Ziel sein, sondern ein Zahlenwert, der die voraussichtliche Quote abgeschlossener Gebäuderenovierungen im Jahr 2020 realistisch darstellt. Entsprechend der Anforderung, indikative Meilensteine für 2030, 2040 und 2050 bereitzustellen, können Mitgliedstaaten auch den erwarteten Anteil für diese Jahre nennen.*

#### 3.1. Wohngebäude

Der Status Quo des nationalen Gebäude- und Wohnungsbestandes wurde auf Basis der Auswertungen des Statec aus der Volkszählung 2011 in einem Grundlagendokument zur Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie im Jahr 2015 detailliert analysiert (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017). Neben Anzahlen und Flächen pro Gebäudetyp wurde auch der Energieträgermix analysiert.

Die Ergebnisse der Status-Quo-Analyse dienten auch als Grundlage für eine vom Wirtschaftsministerium beauftragte Studie, in der Entwicklung des Endenergiebedarfs und der Treibhausgas-Emissionen des Wohngebäudeparks von 1990 bis 2070 in vier Szenarien untersucht (Ploss, 2017). In der Studie wurde ein fein gegliederter bottom-up Ansatz verfolgt, in dem der Gebäudebestand des Jahres 2010 entsprechend der Klassifizierung des Statec durch 40 Gebäudetypen verschiedener Altersklassen und Größentypen repräsentiert wird.

Für die Entwicklung des Wohngebäudebestandes nach 2011 (Volkszählung) liegen keine detaillierten Bilanzen (Bestand 2011 + Neubau ab 2011 – Abriss ab 2011) vor, da die nächste Volkszählung erst 2021 stattfinden wird. Die vorliegenden Zahlen zum Neubau seit 2011 werden im Anschluss an die Daten aus der Volkszählung 2011 zusammengefasst. Dabei wird nur zwischen den Typen EFH/DH/RH, MFH sowie semi-residentiel differenziert (mit „semi-residentiel“ werden Gebäude bezeichnet die teilweise für Wohnzwecke und teilweise für Nichtwohnzwecke genutzt werden).

Da die Gebäude dieser Jahrgänge für das Renovierungsgeschehen der nächsten beiden Dekaden eine untergeordnete Rolle spielen, ist diese gröbere Differenzierung ausreichend.

### 3.1.1. Wohngebäudebestand nach Größentypen und Altersklassen

Die Statistiken des Statec untergliedern den Wohngebäudebestand in vier Größentypen (sowie eine Kategorie „Andere/ohne Angabe“) und acht Altersklassen bis Baujahr 2010, insgesamt also in 40 Typen. Abbildung 9 zeigt die Anzahlen der Wohneinheiten pro Größentyp und Altersklasse mit Stand 2011, d.h. zum Stand der letzten Volkszählung.

absolute Zahlen						
	EFH	DH	RH	MFH	Andere / Ohne Angabe	Gesamt pro Altersklasse
	Anzahl WE	Anzahl WE				
vor 1919	4.267	4.363	4.787	5.066	1.990	20.473
1919 - 1945	2.849	5.321	7.996	7.601	903	24.670
1946 - 1960	4.003	5.278	5.165	8.481	577	23.504
1961 - 1970	4.712	3.378	2.255	7.908	319	18.572
1971 - 1980	8.484	3.717	1.934	9.683	272	24.090
1981 - 1990	8.427	2.695	1.197	6.757	216	19.292
1991 - 2000	8.899	3.034	1.266	13.584	287	27.070
2001 - 2010	5.575	4.114	1.758	16.876	376	28.699
Ohne Angabe	3.085	2.599	2.584	12.220	1.101	21.589
Gesamt pro Typ	50.301	34.499	28.942	88.176	6.041	207.959

*Abbildung 9: Anzahl der Wohneinheiten nach Baualters- und Größenklassen. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)*

Der Wohngebäudebestand Luxemburgs umfasste im Jahr 2011 knapp 208.000 Wohneinheiten, davon etwa 88.000 in Mehrfamilienhäusern und knapp 114.000 in Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern.

Der Anteil der seit 1960 gebauten Wohneinheiten schwankt pro Dekade zwischen 8,9 und 13,8% und damit nicht sehr stark. Diese relativ gleichmäßige Bauleistung pro Dekade ist von Bedeutung, da sie bei Beachtung der technischen Lebensdauern von Bauteilen und Haustechnikkomponenten eine relativ gleichmäßige zeitliche Verteilung der Anzahl der zukünftigen Renovierungen erwarten lässt.

Abbildung 10 zeigt die prozentualen Anteile der einzelnen Größentypen und Altersklassen an der Gesamt-Anzahl der Wohneinheiten.

prozentuale Anteile						
	EFH	DH	RH	MFH	Andere / Ohne Angabe	Gesamt pro Altersklasse
vor 1919	2,1%	2,1%	2,3%	2,4%	1,0%	9,8%
1919 - 1945	1,4%	2,6%	3,8%	3,7%	0,4%	11,9%
1946 - 1960	1,9%	2,5%	2,5%	4,1%	0,3%	11,3%
1961 - 1970	2,3%	1,6%	1,1%	3,8%	0,2%	8,9%
1971 - 1980	4,1%	1,8%	0,9%	4,7%	0,1%	11,6%
1981 - 1990	4,1%	1,3%	0,6%	3,2%	0,1%	9,3%
1991 - 2000	4,3%	1,5%	0,6%	6,5%	0,1%	13,0%
2001 - 2010	2,7%	2,0%	0,8%	8,1%	0,2%	13,8%
Ohne Angabe	1,5%	1,2%	1,2%	5,9%	0,5%	10,4%
Gesamt pro Typ	24,2%	16,6%	13,9%	42,4%	2,9%	100,0%

Abbildung 10: Prozentuale Anteile der Wohneinheiten verschiedener Baualters- und Größenklassen an der Gesamtanzahl der Wohneinheiten. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)

Der Anteil der Wohnungen in Mehrfamilienhäusern an der Gesamtanzahl an Wohneinheiten beträgt über alle Altersklassen 42,4%, der Anteil der Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser liegt mit 54,7% deutlich höher. Für 2,9% des Bestandes von 2011 liegt keine Angabe vor.

Abbildung 11 zeigt die zeitliche Entwicklung der Anteile der EFH und der MFH.

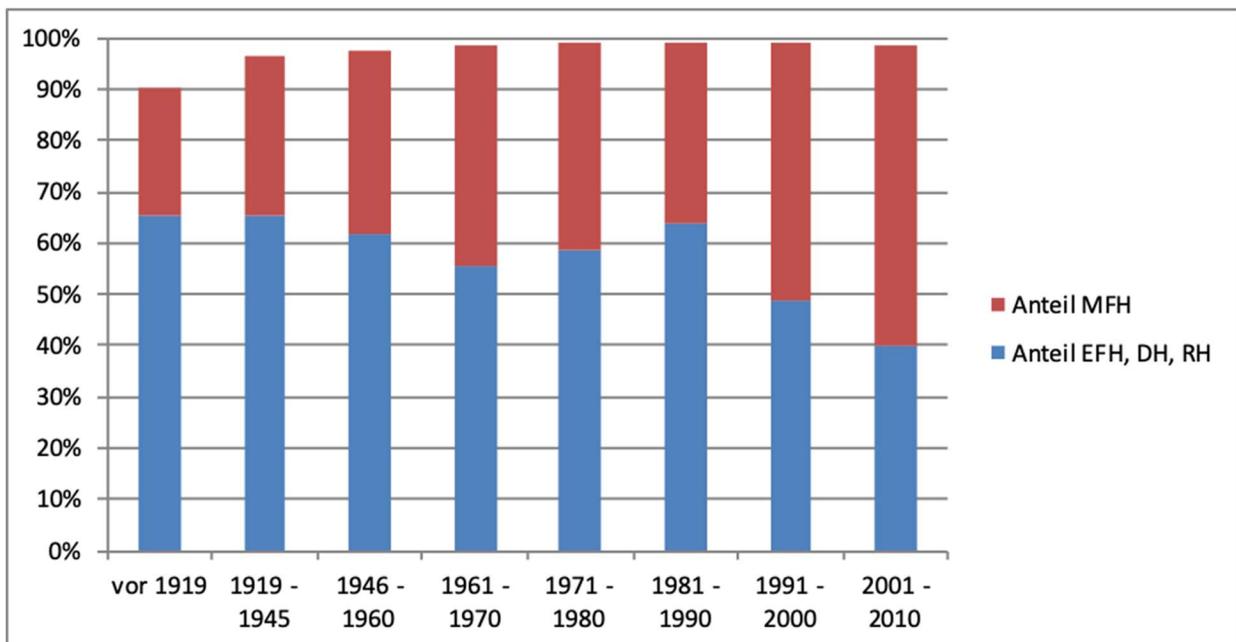


Abbildung 11: Prozentuale Anteile der Wohneinheiten in Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern sowie Mehrfamilienhäusern in den verschiedenen Altersklassen an der Gesamtanzahl der Wohneinheiten. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)

Der Anteil der Wohnungen in Mehrfamilienhäusern steigt kontinuierlich an während der Anteil der EFH, DH und RH sinkt. Lag der Anteil der EFH, DH und RH bis 1990 zwischen 55 und 65%, so ist er seit 1990 auf unter 40% der Wohneinheiten gesunken.

Der größte Teil der Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern liegt in Gebäuden mit 4 bis 10 Wohneinheiten, nur ein kleiner Teil in Gebäuden mit bis zu drei Wohneinheiten.

Die folgende Abbildung zeigt die flächenmäßigen Anteile der einzelnen Größentypen und Altersklassen. Die Werte beziehen sich auf die etwa 169.000 Wohneinheiten, für die Flächenangaben vorliegen. Für knapp 40.000 Wohneinheiten lagen keine Flächenangaben vor.

prozentuale Anteile						
	EFH	DH	EH	MFH	Andere / Ohne Angabe	Gesamt pro Altersklasse
vor 1919	2,8%	2,6%	2,4%	1,2%	1,3%	10,3%
1919 - 1945	1,7%	2,9%	3,8%	1,7%	0,4%	10,5%
1946 - 1960	2,5%	2,9%	2,6%	2,1%	0,3%	10,3%
1961 - 1970	3,1%	2,0%	1,2%	2,2%	0,1%	8,6%
1971 - 1980	6,1%	2,3%	1,0%	2,8%	0,2%	12,4%
1981 - 1990	6,5%	1,8%	0,7%	2,1%	0,1%	11,2%
1991 - 2000	7,1%	2,0%	0,8%	4,3%	0,2%	14,4%
2001 - 2010	4,8%	3,0%	1,1%	5,9%	0,2%	15,0%
Ohne Angabe	1,8%	1,2%	1,1%	2,8%	0,4%	7,3%
Gesamt pro Typ	36,4%	20,6%	14,7%	25,2%	3,2%	100,0%

*Abbildung 12: Prozentualer Anteil unterschiedlicher Baualters- und Größenklassen an der Gesamt-Wohnfläche der Wohneinheiten, für die Flächenangaben vorliegen. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)*

Der Flächenanteil der Einfamilienhäuser liegt mit über 71% der Gesamtfläche höher, als ihr Anteil an der Anzahl der Wohneinheiten, da die durchschnittliche Wohnfläche pro EFH mit 175m<sup>2</sup> deutlich höher liegt als pro Wohnung im Mehrfamilienhaus mit 83m<sup>2</sup>.

### Seit 2011 neu errichtete Wohneinheiten

In der folgenden Tabelle sind die seit 2011 errichteten neuen Wohneinheiten differenziert nach EFH (inkl. Doppelhaus und Reihenhaus) sowie MFH und semi-residentiel dargestellt.

	Gesamt	EFH	MFH	semi-residentiel	Anteil EFH
2011	2 162	845	1 072	229	39%
2012	2 304	1 013	1 062	223	44%
2013	2 642	1 078	1 238	319	41%
2014	3 357	1 277	1 744	331	38%
2015	3 091	1 194	1 329	568	39%
2016	3 856	1 182	2 233	414	31%

2017	4 319	1 302	2 241	712	30%
Summe	21 731	7 891	10 919	2 796	36%
Mittel p.a.	3 104	1 127	1 560	399	36%

*Abbildung 13: Anzahl der zwischen 2011 und 2017 fertiggestellten Wohneinheiten nach Gebäudetyp (STATEC, 2018)*

Nachdem sich die Anzahl der fertiggestellten Wohneinheiten im Jahr 2011 in Folge der Weltwirtschaftskrise auf etwa die Hälfte des Höchststandes (4.444 Einheiten im Jahr 2008) reduzierte, erreichten die Werte im Jahr 2017 wieder das Niveau vor der Krise. Der Anteil der Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern steigt weiterhin und lag im Mittel der Jahre 2011 bis 2017 bei 64%.

### 3.1.2. Energieträgermix

Etwa 98% der bis 2010 errichteten Wohneinheiten in Luxemburg verfügen über eine Zentralheizung (STATEC, 2013).

Der Energieträgermix (Stand 2011) ist in Abbildungen 14 und 15 nach EFH/MFH differenziert dargestellt.

	EFH					DH					RH				
	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige
vor 1919	60,6%	19,9%	5,4%	6,7%	7,4%	46,2%	36,4%	5,2%	4,5%	7,7%	34,6%	48,0%	6,2%	2,3%	8,9%
1919-1945	57,2%	28,3%	3,8%	3,8%	6,9%	29,1%	59,4%	3,0%	1,4%	7,0%	18,9%	68,7%	3,8%	0,9%	7,8%
1946-1960	50,9%	38,5%	2,6%	1,9%	6,1%	27,0%	63,7%	2,3%	0,7%	6,3%	22,6%	66,8%	2,9%	0,7%	7,1%
1961-1970	57,7%	32,8%	2,2%	1,8%	5,5%	35,2%	55,7%	2,5%	0,7%	6,0%	26,0%	66,3%	2,3%	0,4%	5,0%
1971-1980	60,3%	27,8%	5,0%	2,0%	4,9%	36,8%	55,1%	3,3%	0,9%	3,9%	26,7%	64,3%	3,5%	0,4%	5,1%
1981-1990	59,6%	29,2%	4,3%	2,3%	4,6%	31,9%	59,4%	2,4%	1,0%	5,3%	23,7%	67,7%	2,3%	0,8%	5,5%
1991-2000	60,4%	32,5%	0,8%	1,5%	4,7%	31,8%	61,3%	0,8%	1,1%	5,0%	25,0%	67,5%	0,9%	0,6%	5,9%
2001-2010	42,6%	33,6%	4,4%	6,2%	13,2%	32,5%	52,4%	2,0%	2,8%	10,2%	26,8%	59,0%	1,9%	1,3%	10,9%
Ohne Angabe	46,6%	29,8%	3,0%	2,5%	18,2%	31,3%	46,9%	2,5%	1,2%	18,0%	24,5%	53,6%	3,7%	1,1%	17,1%
Gesamt pro Typ	56,3%	30,3%	3,5%	2,9%	7,0%	33,4%	54,7%	2,8%	1,7%	7,5%	23,0%	63,8%	3,7%	1,1%	8,5%

**Abbildung 14: Prozentuale Anteile verschiedener Energieträger an der Beheizung von Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)**

Wie die Abbildung zeigt, werden etwa 86 bis 88% aller Einfamilien-, Zweifamilien- und Reihenhäuser durch fossile Energieträger beheizt. Der Anteil von Holzheizungen liegt mit 1,1 bis 2,9% sehr gering. Die höchsten Werte für Holzheizungen finden sich in der Altersklasse vor 1919. Es steht zu vermuten, dass ein großer Teil dieser Holzheizungen nicht modernen Effizienz- und Umweltaanforderungen entspricht. Der Anteil der Stromheizungen liegt mit 2,8 bis 3,7% sehr niedrig. Die höchsten Werte finden sich in der Altersklasse bis 1919 und damit (vermutlich) bei ineffizienten Elektrodirektheizungen und nicht bei Wärmepumpen.

Es ist mittels der zur Verfügung stehenden Daten derzeit nicht möglich abzuschätzen, welcher Anteil der Gebäude in der Altersklasse vor 1919 schon tiefgehend energetisch renoviert wurden und somit möglicherweise über aktuelle Holzheizungen oder Wärmepumpen verfügen.

	MFH					Andere / Ohne Angabe					Gesamt pro Altersklasse				
	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige	Heizöl	Erdgas	Strom	Holz	Sonstige
vor 1919	30,8%	56,0%	4,5%	1,7%	7,0%	57,6%	11,8%	7,9%	12,5%	10,3%	43,8%	38,1%	5,6%	4,5%	8,0%
1919-1945	23,8%	65,3%	3,6%	0,4%	7,1%	41,7%	30,9%	11,1%	6,0%	10,3%	27,9%	59,6%	3,8%	1,3%	7,4%
1946-1960	28,5%	62,7%	2,0%	0,4%	6,5%	38,6%	43,3%	2,4%	5,5%	10,1%	31,0%	59,2%	2,4%	0,9%	6,6%
1961-1970	36,3%	58,2%	1,5%	0,0%	4,0%	32,9%	43,9%	2,5%	3,8%	16,9%	40,2%	52,1%	1,9%	0,7%	5,1%
1971-1980	42,5%	52,1%	2,6%	0,1%	2,8%	48,9%	33,1%	5,9%	6,3%	5,9%	46,7%	44,7%	3,7%	1,0%	3,9%
1981-1990	27,7%	65,0%	5,2%	0,1%	2,0%	48,1%	25,9%	4,6%	8,3%	13,0%	42,2%	48,3%	4,2%	1,3%	3,9%
1991-2000	28,4%	68,8%	0,7%	0,1%	1,9%	40,1%	43,2%	0,7%	1,7%	14,3%	39,3%	55,7%	0,8%	0,7%	3,5%
2001-2010	19,0%	76,3%	1,1%	0,6%	3,0%	25,8%	46,5%	10,9%	4,8%	12,0%	26,1%	63,1%	2,1%	2,1%	6,6%
Ohne Angabe	28,6%	60,7%	2,7%	0,2%	7,8%	29,2%	31,0%	2,8%	2,5%	34,5%	31,1%	52,2%	2,8%	0,9%	13,0%
Gesamt pro Typ	28,6%	64,4%	2,3%	0,3%	4,4%	43,4%	28,0%	6,3%	7,2%	15,2%	36,0%	53,2%	2,9%	1,5%	6,4%

**Abbildung 15: Prozentuale Anteile verschiedener Energieträger an der Beheizung von Mehrfamilien- und sonstigen Wohngebäuden. Datenaufbereitung myenergy auf der Basis amtlicher Statistiken (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017)**

In Mehrfamilienhäusern liegt der Anteil der fossil beheizten Wohneinheiten bei 93%. Nur 0,2% der Wohneinheiten sind holzbeheizt. Die höchsten Werte für Holzheizungen finden sich für die Altersklasse vor 1919. Es steht zu vermuten, dass ein großer Teil dieser Holzheizungen nicht modernen Effizienz- und Umweltaanforderungen entspricht.

Der Anteil der Stromheizungen liegt mit 2,7% sehr niedrig. Die höchsten Werte finden sich mit 4,5% in der Altersklasse bis 1919 und damit bei ineffizienten Elektrodirektheizungen. Der Anteil strombeheizter Mehrfamilienhäuser in der Dekade 2001 bis 2011 beträgt nur 1,1%. Es ist zu vermuten, dass es sich dabei um wärmepumpenbeheizte Gebäude handelt.

Über den gesamten Wohngebäudebestand der Baujahre bis 2011 beträgt der Anteil der fossilen Energieträger mehr als 89%. Der Anteil holzbeheizter Gebäude liegt bei 1,5%, der Anteil strombeheizter Gebäude bei 2,9%. Sowohl bei holz-, als auch bei strombeheizten Gebäuden finden sich die höchsten Werte in der Altersklasse vor 1919. Es darf vermutet werden, dass die betreffenden Heizanlagen nicht modernen Standards entsprechen.

Betrachtet man nur die in der Dekade zwischen 2001 und 2011 errichteten Gebäude in Luxemburg, so liegt der Anteil der fossilen Energieträger unverändert bei 89%. Gegenüber der Heizungsstruktur des Gesamtgebäudebestandes hat sich allerdings der Anteil der Gasheizung gegenüber der Ölheizung um 10% auf 76% erhöht. Strom- und Holzheizungen liegen bei jeweils 2,1%.

Daten zum Energieträgermix der nach 2011 errichteten Gebäude wurden bislang nicht systematisch ausgewertet; es ist aber davon auszugehen, dass insbesondere im Neubau der Anteil an fossilen Energieträgern zurückgegangen ist (insbesondere durch den Einsatz von Wärmepumpen), mit Ausnahme der Zonen die an die Gasversorgung angeschlossen sind, wo bis heute wegen der deutlichen Kostenvorteile Gasheizungen auch im Neubau noch verstärkt eingesetzt werden.

### 3.1.3. Energetische Qualität der Gebäudetypen und Energiebedarf des Bestandes von 2011

Die energetische Qualität des Wohngebäudebestandes wurde im Jahr 2017 in der Szenarienstudie zur Entwicklung des Energiebedarfs und der THG-Emissionen des Luxemburgischen Wohngebäudeparks von 1990 bis 2070 detailliert untersucht und in einer Gebäudetypologie mit 40 Typen (entsprechend der 8 Altersklassen und fünf Größentypen des Statec) abgebildet (Ploss, 2017).

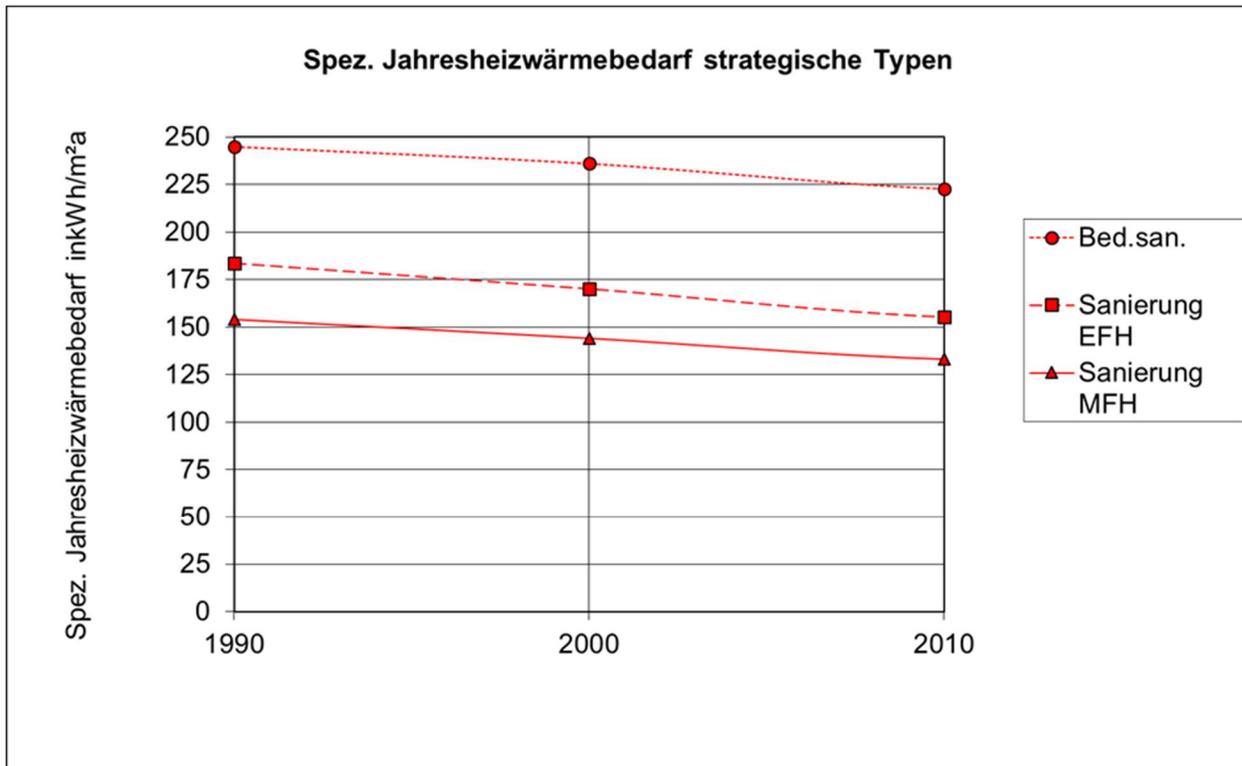
In der Typologie wird jeder Gebäudetyp durch ein synthetisches Modellgebäude mit charakteristischer Wohnfläche und Geometrie sowie charakteristischem energetischem Zustand repräsentiert. Bauteilaufbauten/U-Werte der Gebäudehülle wurden nach Altersklassen differenziert und entsprechen den jeweils vorherrschenden mittleren Standards. Gleiches gilt für die Effizienz der eingesetzten Haustechniksysteme.

Für jeden Gebäudetyp wurden Energiebilanzen nach ISO 13.790 berechnet. Zur Anpassung der Berechnungswerte bei Norm-Randbedingungen an die zu erwartenden mittleren Realverbräuche wurde das Modell des Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, verwendet. In diesem wird u.a. die mittlere Raumlufthtemperatur in Abhängigkeit von der thermischen Hüllqualität differenziert. Durch diese Korrektur werden Effekte wie die räumliche Teilbeheizung von Wohnungen und die Nachtabenkung berücksichtigt, die je nach Gebäudequalität zu unterschiedlichen mittleren Raumlufthtemperaturen führen (Born, 2003). Durch die Korrektur sinkt der rechnerisch ermittelte Heizwärmebedarf schlechterer Gebäude, der in normierten Berechnungen zumeist deutlich über dem realen Verbrauch liegt. Der korrigierte Heizwärmebedarf energetisch höherwertiger Gebäude liegt tendenziell höher, als der mit Norm-Randbedingungen ermittelte Wert. Bei Anwendung der Korrekturfaktoren ergeben sich zumeist geringere Energieeinsparungen als bei Berechnungen mit normierten Randbedingungen. Wie Vergleichsstudien zeigen, entsprechen die korrigierten Werte jedoch besser der realen Energieeinsparung.

#### **Heizwärmebedarf**

Die Entwicklung des wie beschrieben korrigierten, spezifischen Heizwärmebedarfs von 1990 bis 2010 ist in Abbildung 16 dargestellt. Die 40 einzelnen Gebäudetypen des Bestandes sind zu drei strategischen Typen zusammengefasst:

- Einfamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- bedingt sanierbarer Bestand (Denkmalschutz, Ensembleschutz...).



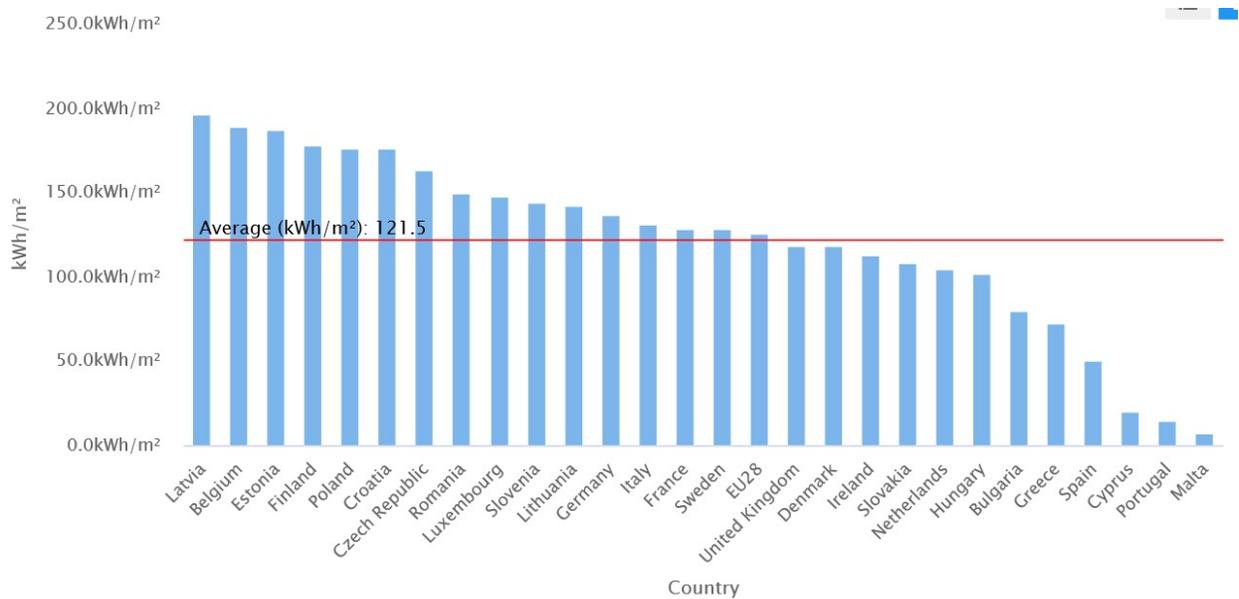
*Abbildung 16: Entwicklung des korrigierten, spezifischen Heizwärmebedarfs nach strategischen Typen von 1990 bis 2010 (Ploss, 2017)*

Die Berechnungen zeigen, dass der mittlere spezifische, korrigierte Heizwärmebedarf der drei strategischen Typen zwischen 1990 und 2010 durch energetische Renovierungsmaßnahmen reduziert werden konnte. Die Werte für das Jahr 2010 liegen bei etwa 133 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> im Mittel der Mehrfamilienhaustypen, 155 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> im Mittel der Einfamilienhaustypen und bei etwa 223 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> für die bedingt sanierbaren Gebäudetypen. Im Mittel aller strategischen Typen konnte der spezifische Bedarf von 184 auf 156 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> reduziert werden. Bei den in den Szenarien unterstellten energetischen Renovierungsmaßnahmen handelt es sich zum Großteil um kleinere, nicht geförderte Maßnahmen wie den Ersatz von einfachverglasten Fenstern sowie um Dämmungen von Teilflächen.

Der im bottom-up Modell bestimmte Wert entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Verringerung des mittleren Heizwärmebedarfs von knapp 0,8% p.a. Geht man davon aus, dass der Heizwärmebedarf des Bestandes in den Jahren zwischen 2011 und 2020 in etwa gleichem Tempo weiter reduziert wurde, läge der Mittelwert des Gebäudebestandes für 2020 bei etwa 143 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>.

### Plausibilitätscheck:

Der auf Basis des bottom-up Modells bestimmte Mittelwert des korrigierten, mittleren spezifischen Heizwärmebedarfs des Gebäudebestandes von 2020 von etwa 143 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> (unter Berücksichtigung der Renovierungen zwischen 2011 und 2020) stimmt recht gut mit dem im „EU Buildings Datamapper“ (Datamapper, 2020) genannten Wert überein.



**Abbildung 17: Spez. Endenergieverbrauch für Heizung („energy consumption for space heating“) – (Datamapper, 2020)**

Der im „EU Buildings Datamapper“ genannte Wert beträgt 148 kWh/m<sup>2</sup>a. Der Wert wird als „energy consumption of residential for space heating per m<sup>2</sup>“ bezeichnet. Es handelt sich um einen berechneten Wert, für den keine Jahreszahl angegeben wird und für den das Flächenbezugsmaß m<sup>2</sup> nicht erläutert wird.

Es kann vermutet werden, dass es sich um den Endenergiebedarf (bzw. Endenergieverbrauch) handelt, d.h., dass also die Verluste des Wärmeerzeugungssystems enthalten sind. Der Wert müsste daher höher liegen, als der im bottom-up berechnete Wert des spez. Heizwärmebedarfs.

Da der im bottom-up Modell ermittelte Wert des spez. Heizwärmebedarfs sich jedoch nur auf die bis 2010 errichteten Gebäude bezieht, der Wert aus der EU-Quelle auf den gesamten Bestand inklusive des energetisch deutlich besseren Neubaus seit 2011, liegt der Wert aus dem bottom-up Modell in der richtigen Größenordnung.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des korrigierten absoluten Heizwärmebedarfs des gesamten Wohngebäudebestandes von 1990 bis 2010 nach Gebäudetypen und Altersklassen.

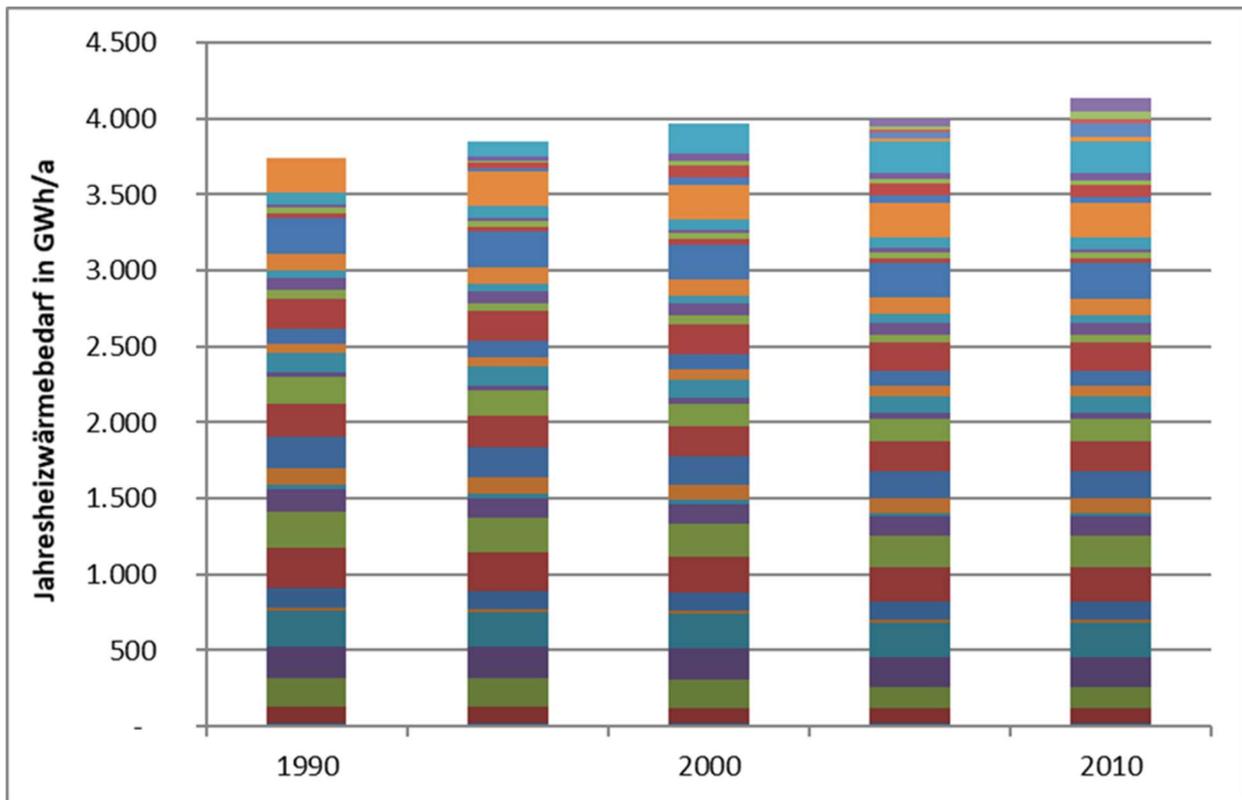


Abbildung 18: Entwicklung des korrigierten, absoluten Jahresheizwärmebedarfs des Wohngebäudebestandes von 1990 bis 2010 in GWh/a nach Gebäudetypen und Altersklassen (Ploss, 2017)

Die zeitliche Entwicklung des korrigierten, absoluten Jahresheizwärmebedarfs des Wohngebäudebestandes hängt von drei Faktoren ab:

- Fläche und energetische Qualität der zwischen 1990 und 2010 neu errichteten Gebäude
- Fläche und energetische Qualität der zwischen 1990 und 2010 abgerissenen Gebäude
- Entwicklung des mittleren spezifischen Heizwärmebedarfs des erhaltenen Bestandes.

Wie die Abbildung verdeutlicht, stieg der absolute Heizwärmebedarf des Wohngebäudebestandes aufgrund der deutlich zunehmenden Wohnfläche auf knapp über 4.000 MWh/a an.

Die Reduktion des Heizwärmebedarfs durch den Abriss von Gebäuden und die energetische Renovierung konnten den zusätzlichen Bedarf der zwischen 1990 und 2010 neu errichteten Gebäude nicht ausgleichen.

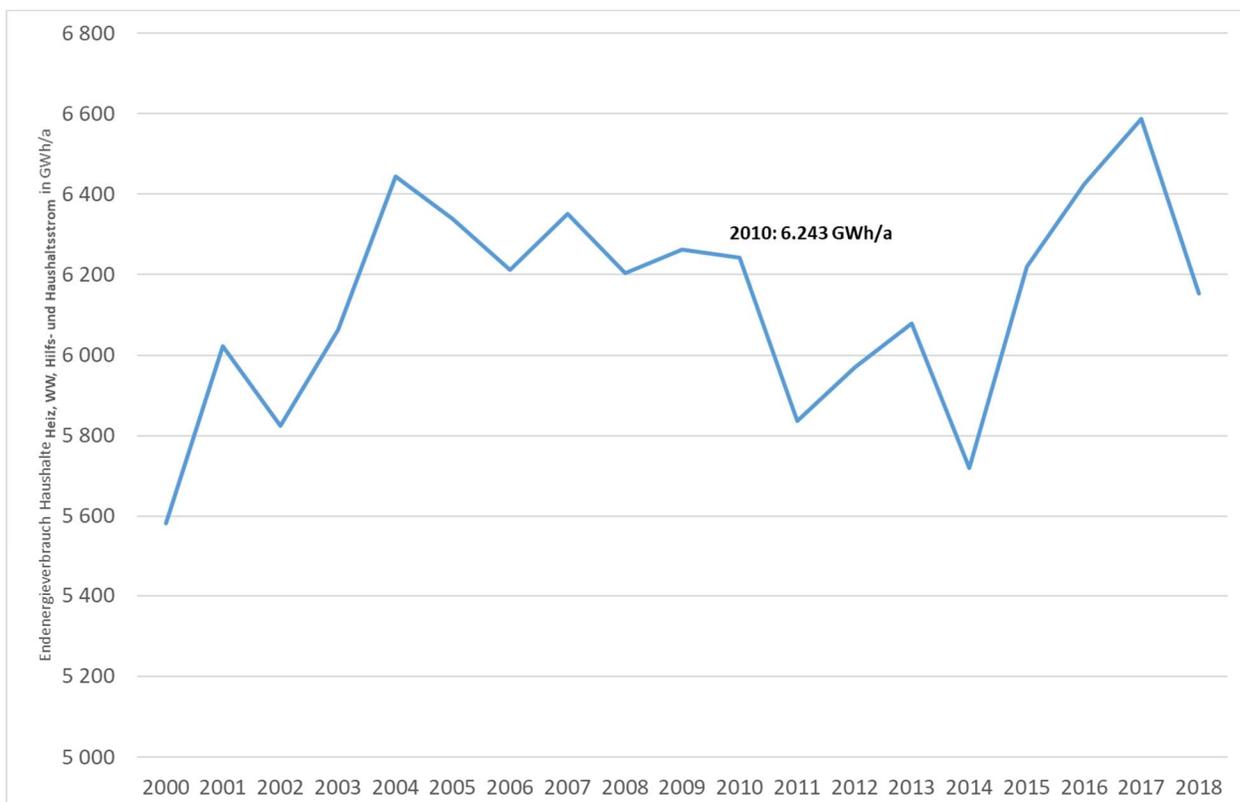
Auf Basis des dargestellten korrigierten, spezifischen Heizwärmebedarfs, der mittleren Effizienz der eingesetzten Haustechniksysteme und des auf Basis statistischer Daten abgebildeten Energieträgermix'

(Gebäuderenovierungsstrategie, 2017) wurde der Endenergiebedarf aller 40 Typen des Wohngebäudebestandes bestimmt. Dabei wurde nach den Anwendungen Heizung, Warmwasserbereitung, Hilfsstrom und Haushaltsstrom unterschieden.

Der Gesamt-Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom lag gemäß dem bottom-up Modell der Szenarienstudie im Jahr 2010 bei 6.115 GWh/a (Szenarien).

Ohne Haushaltsstrom betrug der Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes ca. 5.500 GWh/a, ohne Hilfs- und Haushaltsstrom, d.h. nur für Heizung und Warmwasser etwa 5.400 GWh/a.

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf des realen Gesamt-Endenergieverbrauchs der Haushalte für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom von 2000 bis 2018 (STATEC, 2019).



**Abbildung 19: Entwicklung des Gesamt-Endenergieverbrauchs des Wohngebäudebestandes von 2000 bis 2018 in GWh/a (STATEC, 2019)**

Die Auswertung des Statec zeigt einen Anstieg des Gesamt-Endenergieverbrauchs der Haushalte bis zum Jahr 2005 sowie eine kontinuierliche Reduktion bis zum Jahr 2014 und einen deutlichen Anstieg in den Jahren 2015, 16 und 17. Im Jahr 2018 sank der Gesamt-Endenergiebedarf wieder deutlich.

Die jährlichen Schwankungen des Endenergiebedarfs werden von fünf Haupteinflussfaktoren verursacht:

- Zubau an Wohneinheiten und Wohnfläche → Mehrbedarf
- Abriss → Minderbedarf
- energetische Renovierung der Gebäudehülle → Minderbedarf
- Erhöhung der Effizienz der Haustechnik durch Austausch des Wärmeerzeugers → Minderbedarf
- Mitteltemperatur und Globalstrahlung in der Heizperiode.

Eine systematische Analyse der Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Gesamt-Wohnungsbestandes und eine Witterungsbereinigung erfolgen bislang nicht.

Eine grobe Analyse zeigt, dass der Gesamt-Endenergieverbrauch im dargestellten Zeitraum deutlich geringer anstieg, als die Gesamt-Wohnfläche. Ein Hauptgrund für die Reduktion des Endenergieverbrauchs von 2006 bis 2014 dürfte in der Einführung strengerer baurechtlicher Mindestanforderungen und begleitender Förderprogramme für hohe energetische Qualitäten liegen. Ein zweiter Grund dürfte der Rückgang der Anzahl der jährlichen Baufertigstellungen in Folge der Finanzkrise sein.

Die im Modell aus 40 Gebäudetypen für das Jahr 2010 berechneten Werte des Gesamt-Endenergiebedarfs inkl. Haushaltsstrom stimmen mit einer Abweichung von 2,3% sehr gut mit dem realen Verbrauch überein. Dieser betrug wie in Abbildung 19 hervorgehoben 6.243 GWh/a (STATEC, 2019).

Auch im Vergleich zum Gesamt-Endenergiebedarf für Wärme und Strom gemäß Baseline des 3. NEEAP von 2014 (6.073 GWh/a) ist die Abweichung des modellierten Endenergiebedarfs sehr gering (NEEAP3, 2014)

Als Grundlage für die Ableitung von Renovierungsmaßnahmen für einzelne Marktsegmente des Wohngebäudebestandes zeigt Abbildung 20 die Aufteilung des Gesamt-Endenergiebedarfs des Wohngebäudebestandes (Stand 2010) für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom auf die drei strategischen Gruppen.

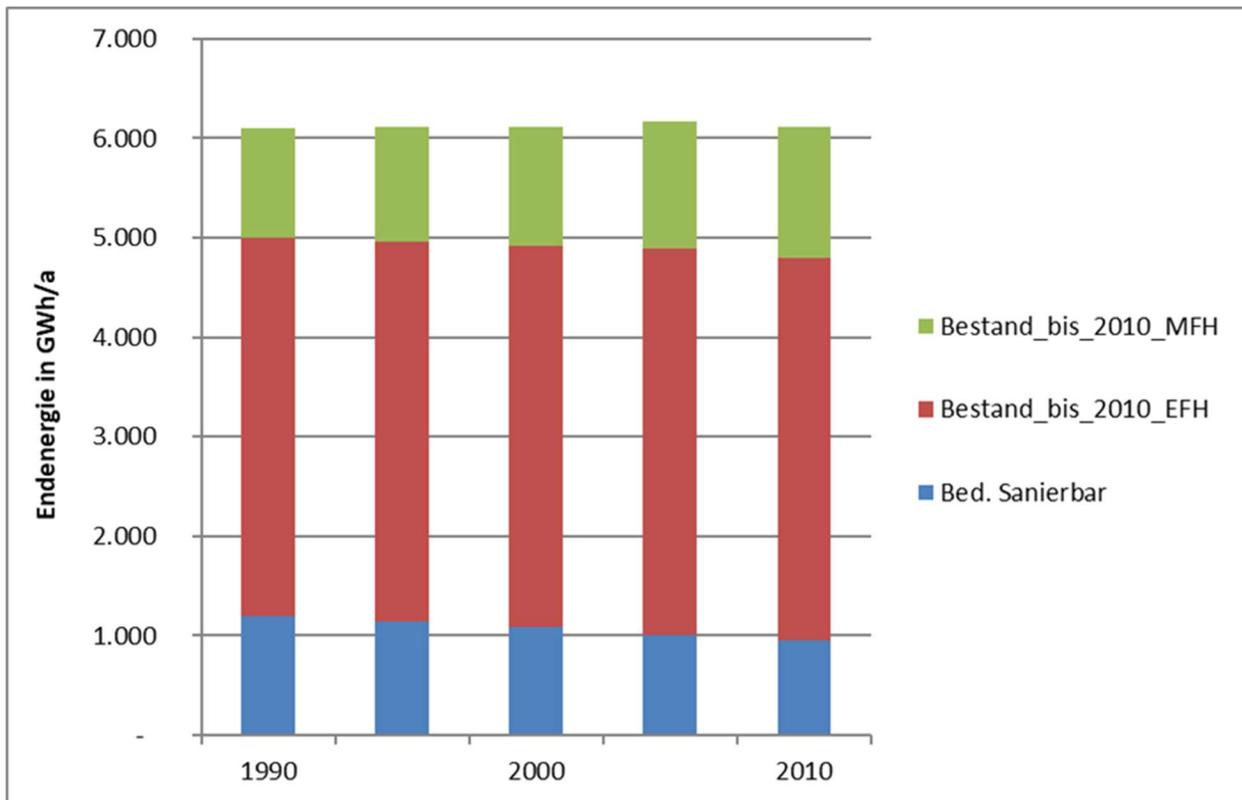


Abbildung 20: Entwicklung des Endenergiebedarfs des Wohngebäudebestandes von 1990 bis 2010 für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom nach strategischen Typen in GWh/a (Ploss, 2017)

Wegen des hohen flächenmäßigen Anteils und des im Vergleich zu Mehrfamilienhäusern höheren spezifischen Bedarfs dominiert der Endenergiebedarf der Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser.

Abbildung 21 zeigt die Aufteilung des Gesamt-Endenergiebedarfs im Jahr 2010 auf die verschiedenen Energieanwendungen.

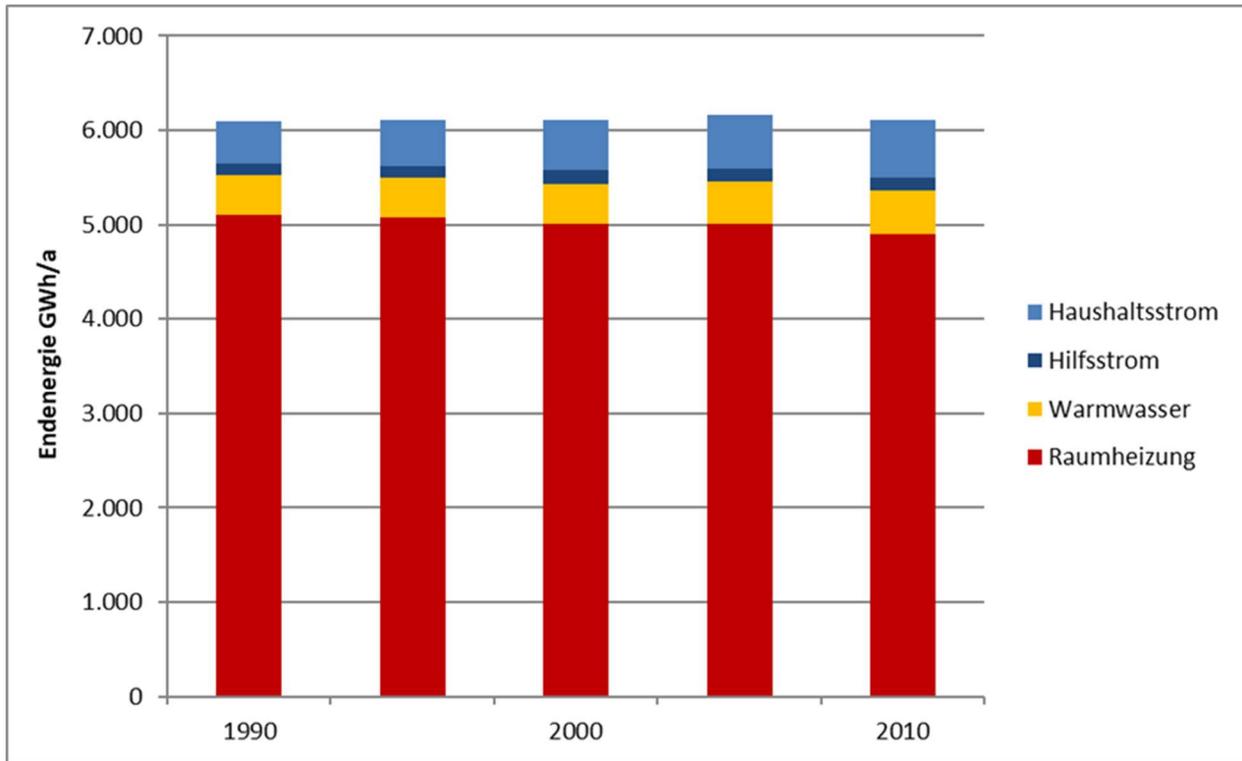


Abbildung 21: Endenergiebedarf des Wohngebäudebestandes von 2010 nach Anwendung in GWh/a (Ploss, 2017)

Wie zu erkennen dominiert der Anwendungsbereich Heizung mit knapp 80% des gesamten Endenergiebedarfs des Wohngebäudeparks. Für die Warmwasserbereitung werden etwa 7,5% des Bedarfs verwendet, für den Haushaltsstrom etwa 10%. Der Rest entfällt auf den Hilfsstrom.

#### 3.1.4. Abschätzung des bis 2020 energetisch renovierten Anteils des Wohngebäudebestandes, der Renovierungsrate und der Renovierungsqualität

Anzahl und Qualität von energetischen Gebäuderenovierungen werden in Luxemburg bislang noch nicht systematisch und kontinuierlich erfasst, der Begriff Renovierungsrate ist momentan noch nicht verbindlich definiert.

Quantitative Daten zur Renovierung von Einzelbauteilen der Gebäudehülle liegen aus Auswertungen der Sanierungsförderung für die Jahre von 2008 bis 2012 vor. Die Auswertungen zeigen zunächst kontinuierlich steigende, danach sinkende Zahlen. Die Renovierungsraten für einzelne Bauteile der Gebäudehülle lagen zwischen etwa 0,11 und 0,34% p.a.

Eine Befragung aus dem Jahr 2015 zeigt, dass offensichtlich zusätzlich in merklichem Umfang energetische Renovierungen durchgeführt wurden, ohne dass staatliche Fördermittel in Anspruch genommen wurden:

28% der Befragten gaben an, innerhalb der letzten 10 Jahre (mindestens) eine energetische Renovierungsmaßnahme (Dämm-Maßnahme Hülle, Fenster, Lüftungsanlage, nicht jedoch Kesselaustausch oder PV) durchgeführt zu haben (ILRES, 2015).

Die Auswertungen der Förderprogramme und die Ergebnisse der Befragung sind nicht geeignet, genaue Renovierungsraten zu bestimmen. Die flächengewichtete Renovierungsrate der Gebäudehülle (Erläuterung siehe nächster Abschnitt) kann auf Basis der genannten Quellen sehr grob auf etwa 0,4 bis 1% p.a. abgeschätzt werden.

Nimmt man an, dass die flächengewichtete Renovierungsrate von 2008 bis 2020 in der Größenordnung von 0,7%p.a. läge, so wäre in dieser Zeit die Gebäudehülle von etwa 9,1% des Gesamtbestandes energetisch renoviert worden (Vollrenovierungsäquivalente gemäß Definition in Infobox 1, s.u.). Da Renovierungen der Gebäudehülle in geringem Umfang auch schon vor 2008 durchgeführt wurden, kann der Anteil der Wohneinheiten, deren Gebäudehülle bereits renoviert wurde, auf etwa 10-14% des Wohngebäudebestandes abgeschätzt werden (Vollrenovierungsäquivalente).

Angaben zur energetischen Qualität der Renovierung sind mangels belastbarer Zahlen nicht möglich. Es kann vermutet werden, dass der Großteil der Sanierungen, die ohne Förderungen durchgeführt wurden, nur in mäßiger Qualität ausgeführt wurden und dass nur einzelne Renovierungsprojekte sehr gute energetische Qualitäten erreichen.

### **Infobox 1: Vorschlag zur Definition des Begriffs der energetischen Renovierungsrate und einer Kesselaustauschrates**

Als Grundlage für die Vorgabe politischer Zielwerte und für ein Monitoring der Umsetzung der Renovierungsstrategie sollte der Begriff der energetischen Sanierungsrate für Luxemburg schnellst möglich verbindlich definiert werden.

Es wird vorgeschlagen, dabei auf die Definition des Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt zurückzugreifen und die folgenden beiden Indikatoren einzuführen:

- Flächengewichtete Renovierungsrate der Gebäudehülle
- Kesselaustauschrates.

Beide Werte sollten separat für den jeweiligen Gesamtbestand an Wohn- und Nicht-Wohngebäuden ausgewiesen werden.

**Beispiel 1:**

Bei einem Wohngebäudebestand von 250.000 Wohneinheiten (= Gesamtsumme der Wohneinheiten aller Baujahre) bedeutet eine flächengewichtete Renovierungsrate der Gebäudehülle von 1% p.a., dass im betreffenden Jahr die Gebäudehülle von 2.500 Wohneinheiten komplett energetisch renoviert wurde.

Da nicht bei jeder energetischen Renovierung alle Bauteile renoviert werden, werden die pro Renovierung energetisch verbesserten Bauteile nach ihrem durchschnittlichen Anteil an der Gesamt-Hüllfläche eines Gebäudes anteilig berücksichtigt.

Die durchschnittliche Gewichtung der Flächen der Bauteile der Gebäudehülle hat das Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt anhand der Geometrie der Mustergebäude der Gebäudetypologie Deutschland wie folgt bestimmt (Cischinsky, 2018):

- Außenwand 40%
- Dach/oberste Geschossdecke 28%
- Fußboden/Kellerdecke 23%
- Fenster: 9%

Im Durchschnitt des gesamten dt. Gebäudebestandes entspricht demnach die Außenwandfläche 40% der Gesamthüllfläche, Dach bzw. oberste Geschossdecke entsprechen 28% der Gesamthüllfläche usw.

**Beispiel 2:**

Bei einem Wohngebäudebestand von 250.000 Wohneinheiten (= Gesamtsumme der Wohneinheiten aller Baujahre) bedeutet eine Kesselaustauschrate von 4% p.a., dass im betreffenden Jahr die Kessel in Gebäuden mit 10.000 Wohneinheiten ausgetauscht wurden.

**Infobox 2: Herleitung einer betriebswirtschaftlich optimalen Renovierungsrate der Gebäudehülle bzw. einer betriebswirtschaftlich optimalen Kesselaustauschrate**

Der Zielwert einer betriebswirtschaftlich sinnvollen gewichteten Renovierungsrate für alle Bauteile der Gebäudehülle lässt sich bestimmen, indem die Renovierungsraten der einzelnen Bauteile aus ihren mittleren technischen Lebensdauern ermittelt werden.

Die folgende Tabelle zeigt dies exemplarisch.

Bauteil	mittlere technische Lebensdauer	resultierende Renovierungsrate	Flächenanteil des Bauteils an Gesamt-Hüllfläche	
	Jahre	% p.a.	%	% p.a.
Außenwand	60	1,67	40	66,80
Dach	50	2	28	56,00
Fußboden/Kellerdecke	75	1,33	23	30,59
Fenster	40	2,5	9	22,50
<b>flächengewichtete mittlere Renovierungsrate Gebäudehülle</b>				<b>1,76</b>
Annahmen: Lebensdauer Steildach: 70 Jahre, Flachdach: 30 Jahre, Flächenanteile Steil/Flachdach mit je 50% angenommen				

Abbildung 22: exemplarische Abschätzung der betriebswirtschaftlich sinnvollen, dauerhaften mittleren flächengewichteten Renovierungsrate der Gebäudehülle

Ablesebeispiel:

Nimmt man die mittlere technische Lebensdauer der äußeren Schicht von Außenwänden (Putz, Wärmedämm-Verbundsystem...) mit 60 Jahren an, so ergibt sich eine bauteilbezogene Renovierungsrate von 1,67% p.a. Diese (energetische) Renovierungsrate ist bei der angenommenen mittleren technischen Lebensdauer sinnvoll, da die Durchführung von Dämm-Maßnahmen dann am wirtschaftlichsten ist, wenn sie mit ohnehin anstehenden Renovierungsmaßnahmen (Putzausbesserung...) kombiniert werden.

Gewichtet man die so bestimmten Renovierungsraten der Einzelbauteile nach ihrem Anteil an der Gesamtfläche der Gebäudehülle, so ergibt sich im Beispiel eine flächengewichtete mittlere Renovierungsrate von 1,76%.

Bei Annahme realistischer technischer Lebensdauern liegt die betriebswirtschaftlich sinnvolle flächengewichtete Renovierungsrate der Gebäudehülle in einem Bereich von 1,6 bis 2,0%.

Ermittelt man analog die betriebswirtschaftlich sinnvollen Austauschraten für Wärmeerzeuger, so kommt man bei mittleren technischen Lebensdauern von ca. 20 bis 30 Jahren zu Werten von etwa 3,33 bis 5%.

**Volkswirtschaftlich können auch etwas höhere Renovierungs- bzw. Kesselaustauschraten sinnvoll sein, etwa, wenn in den Berechnungen die Kosten der vermiedenen Umweltschäden berücksichtigt werden.**

### 3.1.5. Zusammenfassung Wohngebäudebestand

Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse des Wohngebäudebestandes im Hinblick auf die energetische Renovierung sind:

- Die Gesamt-Wohnfläche betrug im Jahr 2010 etwa 26 Mio. m<sup>2</sup>, im Jahr 2015 etwa 30 Mio. m<sup>2</sup> und dürfte 2020 bei ca. 34 Mio. m<sup>2</sup> liegen

- Der Flächenanteil der Einfamilien, Doppel- und Reihenhäuser ist mit etwa 71% sehr hoch, erst in den letzten zwei Dekaden steigt der Anteil der Mehrfamilienhäuser deutlich
- Aufgrund des starken Bevölkerungswachstums der letzten Dekaden ist der Gebäudebestand Luxemburgs – etwa im Vergleich zu Deutschland und Österreich - im Durchschnitt jünger
- Der Anteil der bedingt sanierbaren Gebäude (Denkmalschutz, Ensembleschutz...) ist in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen und liegt inzwischen in einer Größenordnung von 13.588 Gebäuden, die zu großen Teilen schon heute Wohnzwecken dienen (SSMN, 2020).
- Statistische Daten zur Abrissrate liegen nicht vor, sie ist jedoch aufgrund der stark steigenden Grundstückspreise augenscheinlich hoch und kann gemäß NEEAP 3, Seite 46 (NEEAP3, 2014) auf etwa 0,85% geschätzt werden. Die im dritten NEEAP geschätzte Rate sollte jedoch schnellstmöglich statistisch abgesichert werden.
- Der Anteil an eigengenutzten Wohneinheiten liegt mit etwa 70% sehr hoch, der von Mietwohnungen niedrig
- Der Anteil des sozialen Wohnbaus ist mit ca. 3,6% im Vergleich zu den Nachbarländern gering
- Die durchschnittliche Wohnfläche aller Wohneinheiten ist mit 130 m<sup>2</sup> im Vergleich zu den Nachbarländern groß.
- Die durchschnittliche Wohnfläche der Einfamilienhäuser ist mit 175 m<sup>2</sup> im Mittel aller Altersklassen sehr hoch und ist in der letzten Dekade auf über 200 m<sup>2</sup> gestiegen.
- Die durchschnittliche Bewohneranzahl pro Wohneinheit liegt bei 2,46 und sinkt weiter.
- Der Anteil an Ein- und Zweipersonenhaushalten liegt bei mehr als 60% und steigt.
- Die durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche liegt mit 52,4 m<sup>2</sup> im europäischen Vergleich hoch.
- Der Energieträgermix zur Beheizung des Luxemburger Wohngebäudebestandes ist sehr stark von fossilen Energieträgern dominiert. Knapp 90% aller Wohneinheiten werden fossil beheizt.
- Die Renovierungsraten bezüglich der Gebäudehülle wurden bislang nicht systematisch erfasst. Anhand der vorliegenden Daten kann der Mittelwert der flächengewichteten Renovierungsrate der Gebäudehülle für die Jahre seit 2008 grob auf 0,4 bis 1%p.a. des Gesamtbestandes abgeschätzt werden. Da auch vor 2008 schon Gebäude renoviert wurden, kann der Anteil der bis 2020 renovierten Wohneinheiten auf etwa 10-14% (Vollrenovierungsrate, siehe Infobox 1) des

Wohngebäudebestandes abgeschätzt werden. Lock-in Effekte durch mittelmäßige Renovierungsqualitäten sind daher nur in einem kleinen Marktanteil vorhanden.

### 3.2. Nicht-Wohngebäude

Der Luxemburgische Bestand an Nicht-Wohngebäuden wurde bislang weit weniger genau analysiert als der Bestand an Wohngebäuden. Untersuchungen beschränkten sich bislang meist auf einzelne Gebäudetypen (z.B. Bürogebäude) oder auf öffentliche Gebäude, zu denen es genauere Angaben der Administration des Bâtiments Publics (ABP) gibt.

Angaben zur Gesamtfläche aller Nicht-Wohngebäude und zu den Anteilen verschiedener Kategorien sind nur fragmentarisch vorhanden.

Ein auf einer Gebäudetypologie aufbauender bottom-up Ansatz zur Abschätzung des Energiebedarfs wurde bislang nicht verfolgt.

In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten verfügbaren Quellen zu Flächen und Energiebedarf der Nichtwohngebäude dargestellt, im abschließenden Kapitel werden die Erkenntnisse zusammengefasst.

#### 3.2.1. Statistik der fertiggestellten Gebäude für 1970, 1975, 1980 sowie 1985 bis 2017 (Statec)

In den Statistiken des Statec zu fertiggestellten Gebäuden liegen Daten für die Jahre 1970, 1975, 1980 sowie jährliche Daten für 1985 bis 2017 vor (STATEC, 2018). Ausgewertet werden die Anzahl der Gebäude, ihre Nutzfläche und das umbaute Volumen. Bei der Auswertung wird nach Wohngebäuden (EFH, MFH, semi-residentiel) sowie den folgenden Typen an Nicht-Wohngebäuden differenziert:

- Handel und Dienstleistung („commerciaux“)
- öffentliche Verwaltung („administratif“)
- Industrie und Handwerk
- Landwirtschaft
- Sonstige

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Nutzfläche der fertiggestellten Nichtwohngebäude im Vergleich zur Wohnfläche der Wohngebäude.

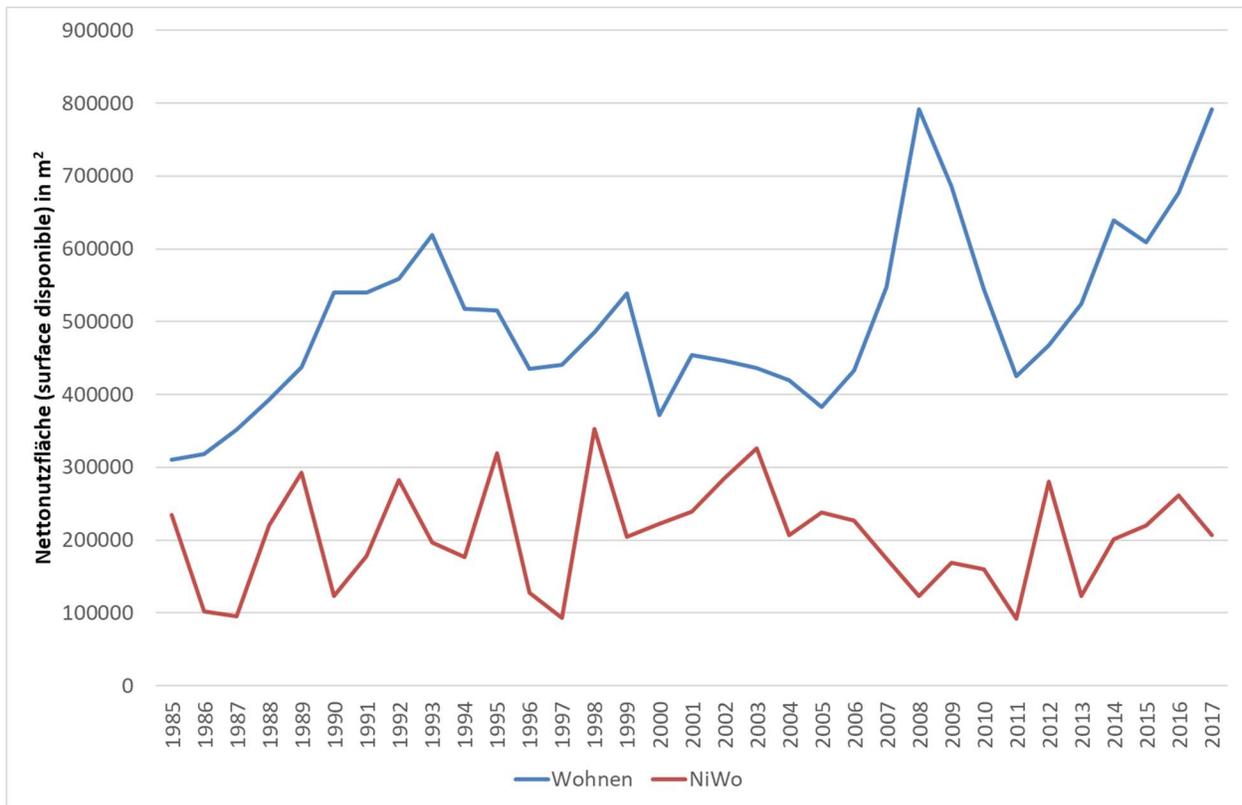


Abbildung 23: Netto-Nutzfläche der fertiggestellten Wohn- und Nichtwohngebäude in Luxemburg von 1985 bis 2017 (STATEC, 2018); Nicht-Wohngebäude: Handel- und Dienstleistung, öffentliche Verwaltung, Industrie und Handwerk, Landwirtschaft, sonstige; Wohngebäude inkl. Statec-Kategorie semi-residentiel

Wie die Grafik zeigt, liegt die Fläche der seit 1985 neu eingebauten Nicht-Wohngebäude deutlich unter der Fläche neu errichteten Wohngebäude. In Summe der gesamten Periode von 1985 bis 2017 entsprach der Anteil der Nicht-Wohngebäude an der Gesamtfläche aller errichteten Gebäude etwa 29%, der der Wohngebäude 71%. Die in den Statistiken angegebenen Werte für 1970, 1975 und 1980 zeigen einen Anteil der Nichtwohngebäude von 10%, 8% bzw. 31%. Die Daten belegen, dass der Anteil der Nicht-Wohngebäude sich seit den 80er Jahren merklich erhöht hat. Zu beachten ist jedoch, dass in dem Wert für Wohngebäude auch die Gebäude der Statec-Kategorie semi-residentiel enthalten sind. Diese enthalten einen kleineren, nicht quantifizierten Anteil, der nicht zu Wohnzwecken dient. Die Gesamtfläche der zwischen 1985 und 2017 errichteten Gebäude der Kategorie semi-residentiel beträgt etwa 1,9 Mio m<sup>2</sup>. Schätzt man den Anteil der nicht zu Wohnzwecken genutzten Flächen auf 20% (z.B. EG: Läden, darüber 4 Geschosse Wohnungen), so ergibt sich ein Anteil von etwa 380.000 m<sup>2</sup> für Nicht-Wohnnutzung.

Die Gesamtfläche der zwischen 1985 und 2017 fertiggestellten Nicht-Wohngebäude beträgt etwa 6,75 Mio. m<sup>2</sup>. Addiert man den geschätzten, nicht zu Wohnzwecken genutzten Anteil der Kategorie semi-residentiel

von 380.000 m<sup>2</sup>, so erhält man eine Gesamtfläche von  $6,75 + 0,38 = 7,13$  Mio. m<sup>2</sup>. Der Anteil der Gebäude der Kategorien Handel und Dienstleistung (Statec-Kategorien „commercial“ und „administratif“) an dieser Fläche beträgt etwa 4,6 Mio. m<sup>2</sup>.

Betrachtet man nur die Gebäude der Kategorien Handel und Dienstleistung, so beträgt der Flächenanteil in Summe der Jahre 1985 bis 2017 ca. 19% der Gesamtfläche aller fertiggestellten Gebäude.

Die Nutzfläche der Nichtwohngebäude mit Baujahr vor 1985 kann grob aus der Fläche der Wohngebäude abgeschätzt werden. Diese betrug im Jahr 1985 etwa 19 Mio. m<sup>2</sup> (Ploss, 2017). Schätzt man den Anteil der Nichtwohngebäude der Baujahre bis 1985 auf 15 bis 25% des Gesamtbestandes, so entspräche dies einer Nutzfläche der Nichtwohngebäude von etwa 3,4 bis 6,3 Mio. m<sup>2</sup>.

In Summe des Neubaus von 1985 bis 2017 und des geschätzten Bestandes der Baujahre vor 1985 ergibt sich eine Gesamtfläche der Nicht-Wohngebäude inkl. des Anteils an der Kategorie semi-residentiel von  $7,13 + 3,4 = 10,53$  Mio. m<sup>2</sup> bis  $7,13 + 6,3 = 13,43$  Mio. m<sup>2</sup>. Schätzt man den Neubau der Jahre 2018 bis 2020 auf etwa 500.000 m<sup>2</sup>, so ergibt sich eine Gesamtfläche von 11,03 bis 13,93 Mio. m<sup>2</sup>. Von dieser Summe ist allerdings der Abriss von Nicht-Wohngebäuden zu subtrahieren, über den es keine Angaben gibt.

**Anmerkung:** Die genannten Prozentsätze beziehen sich auf Flächenanteile, nicht auf Anteile am Endenergiebedarf und den Treibhausgasemissionen.

### 3.2.2. EU Building Stock Observatory

Die EU Building Stock Observation gibt für Luxemburg einen Flächenanteil der Nicht-Wohngebäude am Gesamt-Gebäudepark von 33,5% im Jahr 2013 an (datamapper, 2020). Der Mittelwert der EU 28 wird mit 26,1% angegeben, die Vergleichswerte betragen 31,5% für Deutschland, 23,5% für Frankreich und 32,5% für Belgien.

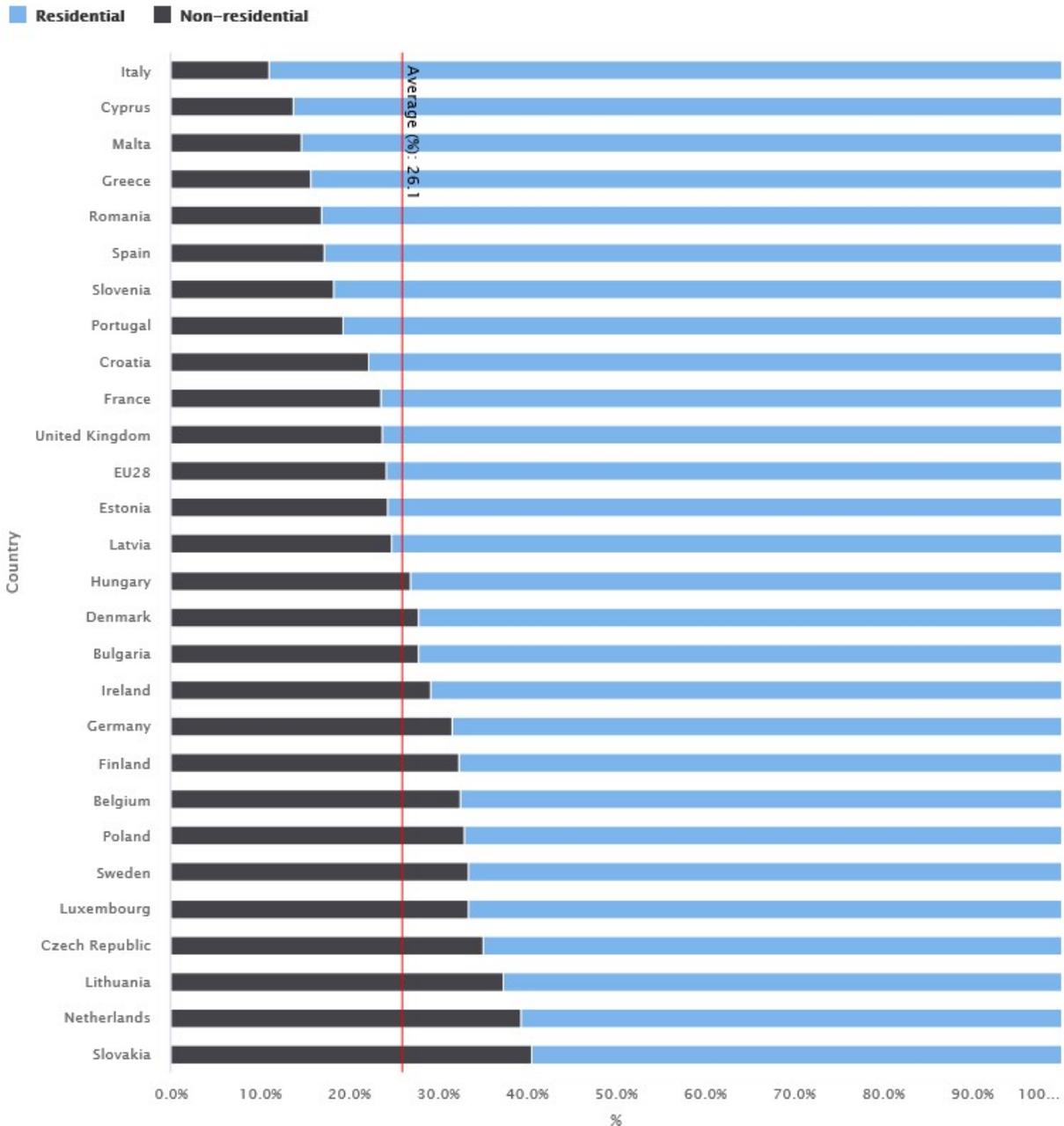


Abbildung 24: Anteil der Wohn- und der Nicht-Wohngebäude an der Gesamtwohn- und Nutzfläche im Jahr 2013 (datamapper, 2020)

Bei einer Gesamt-Wohnfläche von etwa 29 Mio. m<sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr 2013 entspräche dies einer Fläche der Nichtwohngebäude von etwa 14,6 Mio. m<sup>2</sup>. Die seit 2014 errichtete Gesamtfläche der Nicht-Wohngebäude kann auf Grundlage der Statistik der fertiggestellten Gebäude auf etwa 1,4 Mio. m<sup>2</sup> geschätzt werden, so dass die Gesamtfläche der Nichtwohngebäude im Jahr 2020 bei etwa 16 Mio. m<sup>2</sup> läge.

Der Wert erscheint angesichts der Zahlen des Statec zur Fläche der fertiggestellten Nichtwohngebäude zwischen 1995 und 2017 von 6,75 Mio. m<sup>2</sup> und der Schätzung der Nutzfläche der Gebäude mit Baujahren bis 1985 auf 3,4 bis 6,3 Mio. m<sup>2</sup> als tendenziell hoch. Der Unterschied könnte jedoch auch in einer unterschiedlichen Zuordnung von Gebäuden zu Kategorien begründet sein.

Die Anteile der verschiedenen Kategorien an Nichtwohngebäuden wird in der EU Building Stock Observation (stock, 2020) wie folgt angegeben:

- Öffentliche Gebäude 8,17%
- Groß- und Einzelhandel 22,85%
- Hotels und Restaurants 21,07%
- Gesundheitswesen 4,62%
- Bildung 10,82%
- Private Büros 32,48%

**Figure 2: Breakdown of non-residential floor areas by sector (2013)**

Copyright European Commission 2016

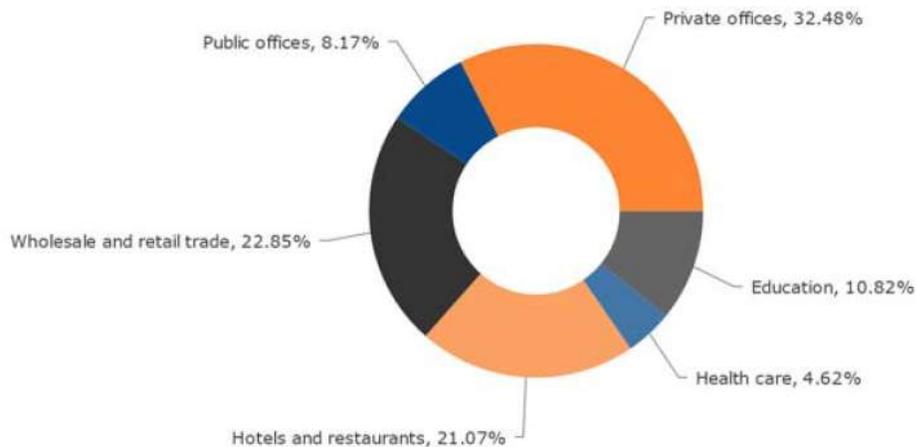


Abbildung 25: Netto-Nutzfläche der Nichtwohngebäude Luxemburgs, Stand 2013 (stock, 2020)

Der spezifische Endenergiebedarf der Nichtwohngebäude wird wie folgt dargestellt:

Sources: Calculation - Estimation Notes

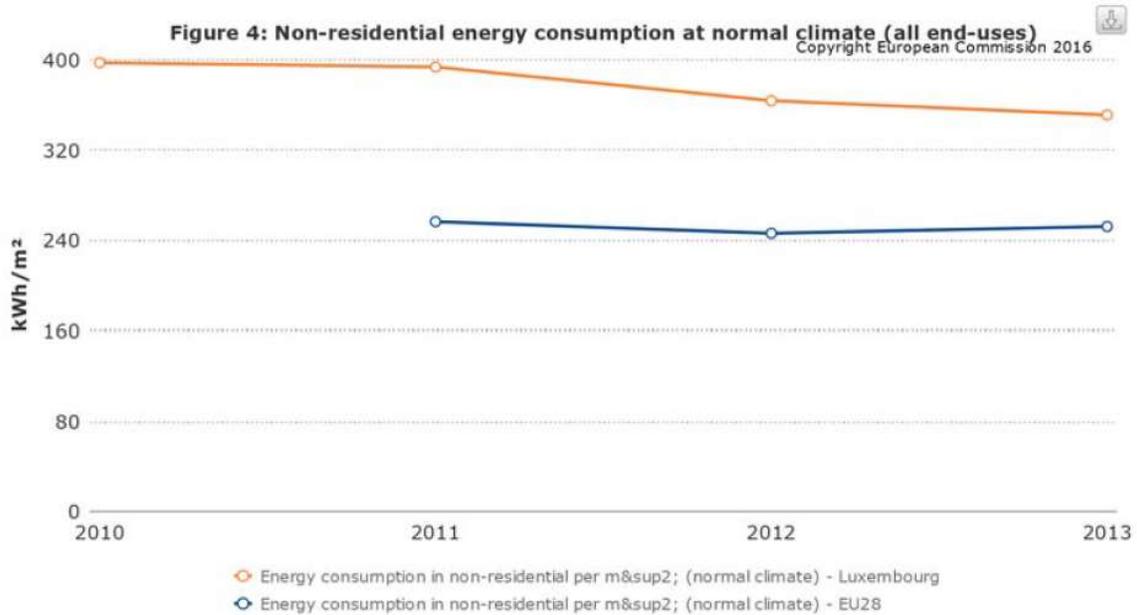


Abbildung 26: Klimabereinigter Endenergieverbrauch der Nicht-Wohngebäude Luxemburgs und der EU 28, Stand 2013 (stock, 2020)

Die Angaben zum mittleren spezifischen Endenergieverbrauch liegen mit etwa 350 kWh/m<sup>2</sup><sub>NFA</sub> in einer ähnlichen Größenordnung wie die unter 3.2.6 dargestellten Verbrauchswerte für Bürogebäude mit hohem Stromverbrauch. Sie dürften aber eher für voll klimatisierte, neuere Bürogebäude repräsentativ sein, als für den Mittelwert des gesamten Sektors der Nicht-Wohngebäude.

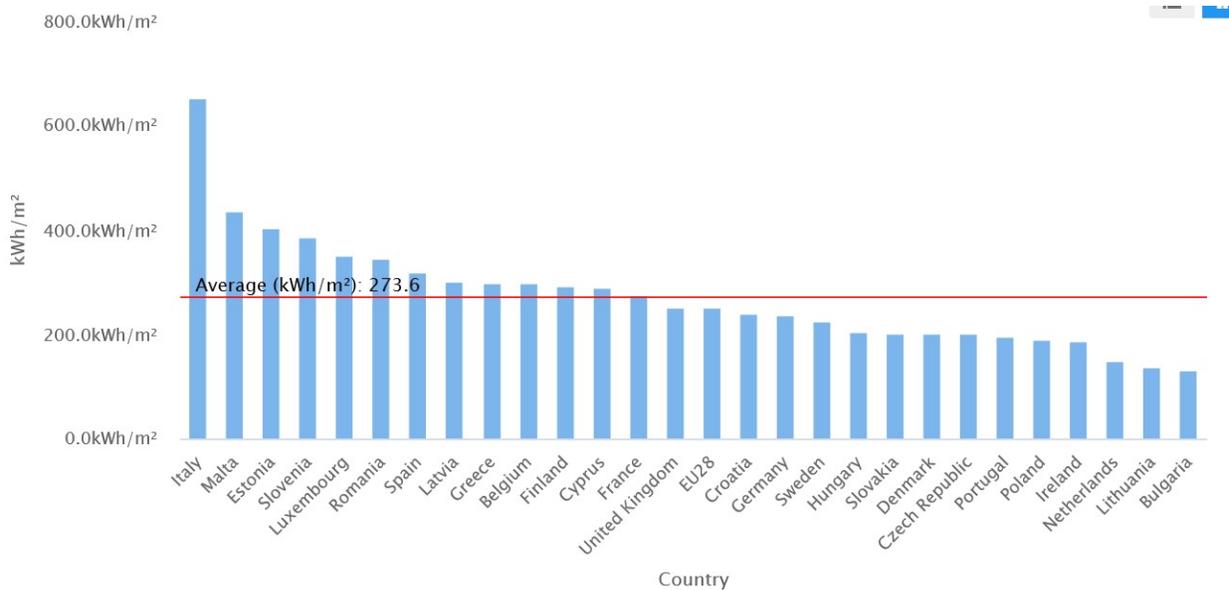


Abbildung 27: Mittlerer spezifischer Endenergiebedarf von Nichtwohngebäuden im EU-Vergleich  
(datamapper, 2020)

Der für Nichtwohngebäude in Luxemburg genannte Wert von 350 kWh/m<sup>2</sup>a Wert liegt merklich über dem Durchschnittswert der EU 28 von 273 kWh/m<sup>2</sup>a, was angesichts des hohen Anteils neuer und damit stärker technisierter Bürogebäude des Finanzsektors in Luxemburg nicht unplausibel erscheint.

### 3.2.3. Dritter NEEAP (Energie)

Im dritten NEEAP (NEEAP3, 2014) wird für den Sektor GHD eine Unterteilung in büroähnliche Dienstleistungen (ca. 70%) und sonstige Dienstleistungen (ca. 30%) angegeben (Stand Jahr 2013). Es ist nicht dargestellt, ob sich die Prozentangaben auf die Fläche, die Beschäftigtenzahl, den Energiebedarf oder einen sonstigen Indikator beziehen.

Es finden sich weder Angaben zur Nutzfläche des Sektors GHD, noch zu spezifischen Energiebedarfen für Wärme und Strom.

Energiebilanz GHD Wärme (klimabereinigt)													
Energieträger	Einheit	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Erdgas	GWh	1 447	1 646	1 717	1 528	1 441	1 816	1 777	1 807	1 771	1 577	1 518	1 807
Heizöl	GWh	1 145	1 058	904	818	784	496	500	367	363	581	604	906
Wärme (Sonstige)	GWh	179	341	723	713	751	789	689	715	618	635	880	807
Summe	GWh	2 772	3 045	3 344	3 059	2 977	3 101	2 966	2 889	2 752	2 793	3 001	3 520

Abbildung 28: Endenergiebedarf des Sektors GHD zwischen 2001 und 2012 nach Energieträgern  
(NEEAP3, 2014)

Der klimabereinigte Gesamt-Wärmeverbrauch des Sektors GHD wird mit 3.520 GWh/a im Jahr 2012 angegeben. Vermutlich enthält dieser Wert einen kleineren Anteil an Prozesswärme für Produktion etc., so dass der für die LTRS relevante Wärmeverbrauch etwas niedriger liegen dürfte. Setzt man diesen Anteil mit 600 GWh/a an, so betrüge der für die LTRS relevante Anteil des gebäudebezogenen Wärmeverbrauchs 2.920 GWh/a.

Der Strombedarf des Sektors GHD nach Anwendungen wird wie folgt angegeben:

Stromverbrauch des GHD Sektors nach Anwendung													
Stromanwendung	Einheit	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Beleuchtung	GWh	756	601	651	608	675	686	821	805	759	774	885	1 017
Kraft	GWh	489	388	421	393	435	441	527	515	485	494	565	650
Prozesswärme	GWh	129	102	110	103	113	112	133	129	121	122	140	162
Kälte/Klima	GWh	162	128	139	130	143	143	170	165	155	157	180	208
IuK	GWh	377	300	326	304	339	347	417	411	388	396	452	519
Raumwärme	GWh	53	42	46	43	47	48	58	57	54	55	63	72
Summe	GWh	1 967	1 560	1 693	1 580	1 752	1 777	2 126	2 082	1 962	1 998	2 286	2 628

Abbildung 29: Stromverbrauch des Sektors GHD zwischen 2001 und 2012 nach Anwendung (NEEAP3, 2014) Anmerkung: IuK: EDV-Anwendungen

Der Stromverbrauch des Sektors wird mit 2.628 GWh/a für das Jahr 2012 angegeben. Subtrahiert man die für die LTRS nicht relevanten Stromverbrauch für Prozesswärme (162 GWh/a) und einen nicht-

gebäudebezogenen Anteil des Stromverbrauchs für Kraft (Annahme: 500 GWh/a des Gesamtverbrauchs für Kraft von 650 GWh/a entstehen aufgrund von Produktionsprozessen), so lässt sich der für die LTRS relevante Anteil des gebäudebezogenen Stromverbrauchs auf  $2.628 - 162 - 500 = 1.966$  GWh/a abschätzen.

Der gesamte gebäudebezogene Endenergieverbrauch des Sektors läge damit im Jahr 2012 bei  $2.920 + 1.966 = 4.886$  GWh/a.

### 3.2.4. Studie PWC

In der Studie von PWC aus dem Jahr 2015 zum Immobilienmarkt in Luxemburg finden sich u.a. Angaben zum Marktsegment der Bürogebäude sowie der Einkaufszentren (PWC, 2015)

Während für das Segment der Bürogebäude keine Zahlen zum Flächenbestand gegeben werden, wird der zukünftige Bedarf der Jahre 2015, 2016 und 2017 auf durchschnittlich 92.000 m<sup>2</sup> geschätzt. Etwa 1/3 des Gesamtbedarfs entsteht durch spekulative Projekte, 2/3 durch nicht spekulative Projekte.

Die Gesamt-Bürofläche wird sich nach PWC bis 2020 auf knapp 240% des Ausgangswertes von 1995 vergrößern. Das Flächenwachstum läge damit knapp über dem Wachstum des BIP.

Die Studie schätzt die Gesamtfläche der Einkaufszentren auf 500.000 m<sup>2</sup>. Der Anstieg bis 2017 wird auf 80.000 m<sup>2</sup> geschätzt. Luxemburg hat damit lt. PWC einen der höchsten pro-Kopf-Werte bezüglich der Verkaufsfläche in Einkaufszentren.

### 3.2.5. Studie Jones Lang Lasalle (JLL)

Die Studie von JLL aus dem Jahr 2016 gibt für die vermietbare Bürofläche in Luxemburg einen Wert von 3,9 Mio. m<sup>2</sup> im 1. Quartal 2016 an. Die Fläche der fertiggestellten inkl. der renovierten Bürofläche zur Vermietung wird im Mittel der Jahre 2013 bis 2015 mit ca. 97.000 m<sup>2</sup> angegeben.

Letting Market	2013	2014	2015	Q1 2016
Take-up (cumulative) in '000 sq. m.	146	196 *	231	72
Stock in Mio. sq. m.	3.5	3.6	3.8	3.9
Completions (cumulative) in '000 sq. m.	71	104	116	26
Vacancy in '000 sq. m.	178	168	159	178
Vacancy Rate in %	5.1	4.7	4.2	4.6
Prime Rent in €/sq. m. /month	42	42	45	45
Capital Market				
Investment volume total in € Mio (**)	685	889	979	72
Prime Yield Band in % (typical 3/6/9)	5.75-6.50	5.50-6.50	5.00-6.25	5.00-6.25

### Abbildung 30: Entwicklung der vermietbaren Bürofläche in Luxemburg (JLL, 2016)

Den Bedarf schätzt JLL auf je 100.000 m<sup>2</sup> für die Jahre 2016 und 2017 sowie auf 44.000 m<sup>2</sup> für das Jahr 2018. Während der nicht-spekulative Anteil mit 36.000 bis 62.000 m<sup>2</sup> relativ konstant bleibt, wird für den nicht spekulativen Anteil im Jahr 2018 ein deutlicher Rückgang prognostiziert.

	2016e	2017e	2018e
Future Supply, Speculative ('000 sq. m. )	65.7	41.1	4.4
Future Supply, Non Speculative ('000 sq. m. )	36.2	61.6	40.0
<b>Total ('000 sq. m. )</b>	<b>101.9</b>	<b>102.7</b>	<b>44.4</b>

### Abbildung 31: Prognose der vermietbaren Bürofläche in Luxemburg für 2016 bis 2018 (JLL, 2016)

In einer Studie aus dem Jahr 2019 wird der Bestand an Büroimmobilien mit 4 Mio. m<sup>2</sup> angegeben (JLL, 2019).

#### 3.2.6. Studie Universität Luxemburg zu Bürogebäuden und Bildungsgebäuden

In der Studie wurden Nicht-Wohngebäude der Baujahre 1996 bis 2010 untersucht, d.h. Gebäude, die nach Inkrafttreten der ersten U-Wert bezogenen Mindestanforderung und vor Inkrafttreten des RGD von 2011 errichtet wurden (Maas, 2012). Untersucht wurden 68 Bildungsgebäude (Primär- und Sekundärschulen incl. Précoce, Préscolaire und Maison relais sowie Sporthallen) sowie 40 Bürogebäude.

Abbildung 32 zeigt die Mittelwerte der Bildungsgebäude für Heizung und Warmwasser sowie für Strom.

		PH	NEH	Standard
Mittlerer Endenergieverbrauch Heiz+WW	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGfA</sub>	35	72	113
Mittlerer Endenergieverbrauch Strom	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGfA</sub>	Bildungsgebäude mit Küchenbetrieb: 39 Bildungsgebäude ohne Küchenbetrieb: 29		

Abbildung 32: Mittlerer Endenergiebedarf der untersuchten Bildungsgebäude für Heizung und Warmwasser sowie für Strom (Maas, 2012)

Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass der mittlere Endenergieverbrauch der Bildungsgebäude für Heizung und Warmwasser bei 93 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> liegt. Die Auswertung zeigt einen deutlichen Einfluss des Baualters: Gebäude, die nach 2005 errichtet und gemäß Anforderungen für die Förderungen für Passiv- und Niedrigenergieniveau geplant wurden, haben deutlich niedrigere Endenergieverbräuche für Heizung und Warmwasser: Unterrichtsgebäude in Passivhausniveau erreichen im Mittel mit 35 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> deutlich niedrigere Werte als solche in NEH-Niveau mit 72 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub> und Standard-Bildungsgebäude mit 113 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGfA</sub>.

Der mittlere Strombedarf aller Bildungsgebäude liegt bei 32 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>, der Mittelwert in Gebäuden mit Küche bei 39, ohne Küche bei 29 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>.

In der folgenden Abbildung sind die Endenergieverbräuche der untersuchten Bürogebäude zusammengefasst.

		Loch- fassade	Bandfassade	Glas- Doppelfassade
Mittlerer Endenergieverbrauch Heiz+WW	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>	103	118	162
Mittlerer Endenergieverbrauch Strom	kWh/m <sup>2</sup> <sub>BGFA</sub>	Finanzsektor: 217 Verwaltung: 80		

**Abbildung 33: Mittlerer Endenergiebedarf der untersuchten Bürogebäude für Heizung und Warmwasser sowie für Strom (Maas, 2012)**

Der mittlere Endenergieverbrauch aller untersuchten Bürogebäude für Heizung und Warmwasser liegt bei 131 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>. Der niedrigste Mittelwert tritt in Gebäuden mit Lochfassade mit 103 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> auf, der höchste in solchen mit Doppelfassade.

Der mittlere Endenergieverbrauch für Strom liegt bei 173 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>. In Gebäuden des Finanzsektors liegt er mit durchschnittlich 217 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> deutlich höher als in Verwaltungsgebäuden mit 80 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub>.

Die untersuchten Bürogebäude haben damit deutlich höhere Endenergieverbräuche für Heizung, Warmwasser und Strom, als die Bildungsgebäude.

Anders als bei anderen Gebäudetypen liegt der Gesamt-Endenergieverbrauch neuer Bürogebäude aufgrund des im Mittel deutlich höheren Technisierungsgrades (aktive Kühlung bei meist hohen Fensterflächenanteilen, höhere Komfortanforderungen, höhere Verbräuche für IT-Anwendungen) tendenziell höher als der Verbrauch älterer Gebäude.

### 3.2.7. Energiemonitoring öffentliche Gebäude

Abbildung 34 fasst den Bestand an staatlichen Gebäuden nach Kategorien zusammen.

Eigentümer	Nutzer	Kategorie	Anzahl Gebäude	Netto-Nutzfläche	Davon bis	Davon ab	Endenergie Wärme in GWh/a	Endenergie Strom in GWh/a	Mittelwert Wärme	Mittelwert Strom
				alle Baujahre	Baujahr 1995	Baujahr 1996				
			Stück	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	GWh/a	GWh/a	kWh/m <sup>2</sup> <sub>NF</sub> a	kWh/m <sup>2</sup> <sub>NF</sub> a
Staat		Verwaltung	189	758 189	459 097	299 092	71 759 915	46 149 748	94,6	60,9
Staat		Atelier/Dépôt	68	188 239	91 733	96 506	11 797 894	3 824 380	62,7	20,3
Staat		Andere	1	21 513	0	21 513	180 300	401 100	8,4	18,6
Staat		Divers	104	314 306	250 112	64 194	29 656 989	11 443 979	94,4	36,4
Staat		Schule	115	1 019 342	527 265	492 077	72 823 398	26 002 212	71,4	25,5
Staat		Ausstellungsraum	20	64 969	50 778	14 191	10 157 450	10 105 650	156,3	155,5
Staat		Wohnung	55	117 294	96 994	20 300	17 043 403	1 994 405	145,3	17,0
Staat		Unterbringung	102	265 749	260 039	5 710	32 944 495	7 302 813	124,0	27,5
Staat		Schwimmbad	3	8 468	6 168	2 300	1 534 747	721 152	181,2	85,2
Staat		Restaurant	27	44 819	20 511	24 308	4 108 144	2 024 919	91,7	45,2
Staat		Sportsstätte	26	193 157	66 171	126 986	18 346 196	8 883 004	95,0	46,0
Summe			710	2 996 046	1 828 869	1 167 177	270 352 930	118 853 362	90,2	39,7

Abbildung 34: Überblick über den Bestand an zentralstaatlichen Gebäuden und seinen Energieverbrauch für Wärme und Strom (Trosch, 2020)

In Summe der zentralstaatlichen Gebäude verfügt der Bestand an öffentlichen Gebäuden über eine Nutzfläche von knapp 3 Mio. m<sup>2</sup> in 710 Gebäuden (Trosch, 2020). Knapp 2/3 des Bestandes entstanden bis 1995, 1/3 ab 1996.

Der mittlere Endenergieverbrauch des Gesamtbestandes an öffentlichen Gebäuden für Wärme wird mit 90 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub> angegeben, der für Strom mit knapp 40 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a.

Der mittlere Endenergieverbrauch der Schulen für Wärme wird mit 71,4 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a angegeben. Dieser Wert liegt unter dem in der Studie der Universität Luxemburg angegebenen Wert von 93 kWh/m<sup>2</sup><sub>BGFA</sub> (Maas, 2012). Da im Mittelwert aller Schulen jedoch auch neuere Schulen (ab Baujahr 2011) enthalten sind, und da neuere Schulen nach Passivhauskonzept deutlich niedrigere Energieverbräuche für Heizung haben, ist der mittlere Verbrauch von 71,4 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a plausibel. Der Vergleich der Ergebnisse wird dadurch erschwert, dass unterschiedliche Flächenbezugsmaße (NF bzw. BGFA) verwendet werden, die die Ergebnisse um etwa 20 bis 30% beeinflussen.

Die nächste Abbildung zeigt die Werte der gemeindeeigenen Gebäude.

Eigentümer	Kategorie	Anzahl der Gebäude	Fläche	Endenergie Wärme	Energie Strom	Mittelwert Wärme	Mittelwert Strom
		Stück	m <sup>2</sup>	MWh	MWh	kWh/m <sup>2</sup> a	kWh/m <sup>2</sup> a
Gemeinde	Autres bâtiments conditionnés	743	461.191	62.588	18.707	135,7	40,6
Gemeinde	Centres de manifestations	275	225.741	33.162	13.024	146,9	57,7
Gemeinde	Centres de soins / maison de retraite	5	9.945	2.631	1.114	264,5	112,0
Gemeinde	Ecoles supérieures et universités	313	581.934	64.089	20.607	110,1	35,4
Gemeinde	Etablissements commerciaux	5	1.152	150	81	130,3	70,4
Gemeinde	Jardins d'Enfants et garderies	180	216.557	22.366	9.743	103,3	45,0

Gemeinde	Pensions	1	1.386	256	116	184,6	83,9
Gemeinde	Piscines	17	58.949	17.914	12.576	303,9	213,3
Gemeinde	Restaurants	12	6.158	1.063	758	172,7	123,1
Gemeinde	Salles de sport	170	241.843	35.533	16.075	146,9	66,5
Summe		1.721	1.804.858	239.752	92.802	169,9	84,8

Abbildung 35: Überblick über den Bestand an zentralstaatlichen Gebäuden und seinen Energieverbrauch für Wärme und Strom (*myenergy, 2020*)

Die Auswertung der Enercoach-Daten (Stand 2018) ergibt in Summe 1.721 Gebäude mit einer Gesamtfläche von rund 1,8 Mio. m<sup>2</sup>, welche direkt durch die Gemeinden verwaltet werden.

Der mittlere Endenergieverbrauch des Gesamtbestandes der kommunalen Gebäude für Wärme wird mit 170 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub> angegeben, der für Strom mit knapp 85 kWh/m<sup>2</sup><sub>NF</sub>a. Die höheren Werte im Vergleich zu den staatlich verwalteten Gebäuden können auf eine höhere Homogenität (sowohl beim Baujahr sowie auch der Nutzung) der Gebäude auf Gemeindeebene zurückzuführen sein.

### 3.2.8. Zusammenfassung Gebäudebestand Nichtwohngebäude

Die Gesamt-Nutzfläche der Nichtwohngebäude kann, auf Basis der vorhandenen, lückenhaften Angaben grob auf etwa 11 bis 14 Mio. m<sup>2</sup> im Vergleich zu 34 Mio. m<sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr 2020, geschätzt werden. Dies entspräche einem Flächenanteil der Nichtwohngebäude von knapp 24 bis 29% der Gesamt-Wohn- und Nutzfläche. Der statistisch erfasste Wert der Nichtwohngebäude an der Gesamtfläche aller Neubauten der Baujahre von 1985 bis 2017 liegt im Mittel bei 29%.

Im EU Buildings Datamapper wird für Luxemburg ein Anteil der Nichtwohngebäude von 33,5% an der Gesamtfläche aller Gebäude angegeben (datamapper, 2020). Dieser Wert spricht dafür, dass die Nutzfläche der Nichtwohngebäude eher in der Größenordnung von mindestens 14 Mio. m<sup>2</sup> liegt.

Die flächenmäßig größte Einzelkategorie sind private Bürogebäude, der Anteil öffentlicher Gebäude kann auf etwa 21 bis 30% der Gesamtfläche der Nichtwohngebäude abgeschätzt werden. Eine weitere relevante Kategorie sind Einkaufszentren/Einzelhandelsgeschäfte.

Da der Anteil neuer Bürogebäude an der Gesamtfläche der Nichtwohngebäude hoch ist und da neuere Bürogebäude tendenziell hohe Energieverbräuche haben (hohe Komfortansprüche, aktive Kühlung trotz großer Fensterflächen, hoher IT-Ausstattungsgrad...), liegt der Anteil des Endenergiebedarfs der Nichtwohngebäude am Gesamt-Endenergiebedarf aller Gebäude deutlich über ihrem flächenmäßigen Anteil.

Der Anteil des gebäudebezogenen Endenergieverbrauchs der Nichtwohngebäude am gesamten Endenergieverbrauch aller Gebäude kann auf etwa 43,5% abgeschätzt werden.

Bekannte Größen sind der Endenergiebedarf der Wohngebäude (inkl. Haushaltsstrom) von 6.154 GWh/a sowie der Endenergiebedarf der Rubrik „tertiaire“ von 5.697 GWh/a (beide Angaben gemäß Verbrauchsdaten 2018 lt. Statec).

In letzterem Wert ist jedoch neben dem gebäudebezogenen Verbrauch für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser, Hilfsstrom und Nutzerstrom für Beleuchtung, EDV auch der nicht gebäudebezogene Verbrauch für Kraft und Produktionsprozesse enthalten.

Da die Verbrauchssektoren „tertiaire“ und GHD bislang weder europaweit noch in Luxemburg eindeutig definiert sind und da in vielen Betrieben die nicht gebäudebezogenen Energieverbräuche für Kraft und Prozesswärme nicht separat erfasst und abgerechnet werden, kann der Anteil des gebäudebezogenen Endenergieverbrauchs der Nichtwohngebäude nur grob abgeschätzt werden.

Schätzt man den Anteil des Endenergieverbrauchs für Prozesswärme auf 300 GWh/a und den Stromverbrauch Kraft für Produktionsprozesse auf 650 GWh/a, so ergäbe sich ein Endenergieverbrauch für die gebäudebezogenen Energieanwendungen in Nicht-Wohngebäuden von

$$5.697 - 300 - 650 = 4.747 \text{ GWh/a}$$

Der gesamte gebäudebezogene Endenergieverbrauch der Wohn- und Nicht-Wohngebäude betrüge dann

$$6.154 + 4.747 = 10.901 \text{ GWh/a}$$

Unter den beschriebenen Annahmen ergäbe sich der Anteil der Nichtwohngebäude am gesamten gebäudebezogenen Endenergieverbrauch Luxemburgs zu

$$4.747 / 10.901 = 43,5\%$$

Da sowohl der Flächenanteil der Nichtwohngebäude an der Gesamtfläche aller Gebäude als auch ihr Anteil am gesamten gebäudebezogenen Endenergieverbrauch nicht exakt bestimmt werden können, werden die für Luxemburg ermittelten Werte nachfolgend mehreren Plausibilitätschecks unterzogen.

#### Plausibilitätscheck 1:

Der Anteil der Nichtwohngebäude an der Gesamtwohn- und Nutzfläche Deutschlands wird mit 27% (Dena, 2015) bzw. 31,5% (datamapper, 2020) angegeben und liegt damit in einer ähnlichen Größenordnung wie der für Luxemburg ermittelte Wert von 24 bis 29% (eigene Abschätzung, siehe oben) bzw. 33,5% (EU Buildings Datamapper).

Der Anteil der Nichtwohngebäude am gebäudebezogenen Endenergieverbrauch Deutschlands wird mit 36% angegeben (Dena, 2019) und liegt damit merklich unter dem für Luxemburg grob abgeschätzten Wert von 43,5%.

Auch die Datenlage zu Flächen und Endenergieverbrauch der Nichtwohngebäude in Deutschland ist unbefriedigend.

#### Plausibilitätscheck 2:

Der Flächenanteil der Nichtwohngebäude an der Gesamtwohn- und Nutzfläche des österreichischen Bundeslandes Vorarlberg wird mit ca. 39% angegeben, der Anteil der Nichtwohngebäude am gesamten Endenergieverbrauch der Region mit 34% (Engstler, 2019). Auch die Datenlage zu Flächen und Endenergieverbrauch der Nichtwohngebäude in Vorarlberg (und anderen Bundesländern Österreichs) ist unbefriedigend.

#### Plausibilitätscheck 3:

Nimmt man den gebäudebezogenen Endenergiebedarf der Nichtwohngebäude Luxemburgs mit 4.747 GWh/a an, so ergibt sich bei einer Gesamt-Nutzfläche von 11 Mio m<sup>2</sup> (untere Schätzung) ein mittlerer spezifischer Verbrauch der Nichtwohngebäude von:  $4.747 \text{ GWh/a} / 11 \text{ Mio m}^2 = 432 \text{ kWh/m}^2_{\text{NFA}}$ .

Bei Annahme einer Gesamt-Nutzfläche von 14 Mio m<sup>2</sup> (obere, wahrscheinlichere Schätzung) ergibt sich ein mittlerer spezifischer Verbrauch von  $4.747 \text{ GWh/a} / 14 \text{ Mio m}^2 = 339 \text{ kWh/m}^2_{\text{NFA}}$

Beide Werte erscheinen als Mittelwert aller Nicht-Wohngebäude sehr hoch, wie der Vergleich mit den Bürogebäuden in Luxemburg (Kapitel 3.2.6), den öffentlichen Gebäuden in Luxemburg (Kapitel 3.2.7), den Daten von Bürogebäuden in der Schweiz (Plausibilitätscheck 4) sowie von Bürogebäuden in Deutschland sowie der Schweiz (Plausibilitätscheck 5) zeigt. Ein Grund für den hohen Verbrauch des Sektors GHD in Luxemburg könnten Serverzentren wie LuxConnect, EBRC u.a. sowie die Datencenter von Banken sein. Die Verbräuche dieser Anwendungen sind im Gesamtwert des Sektors GHD enthalten.

#### Plausibilitätscheck 4: Vergleich mit Verbrauchsbenchmarks für Bürogebäude in der Schweiz

Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse von Verbrauchsauswertungen von Bürogebäuden in der Schweiz und einen Vergleich mit den Werten nach SIA 2024 (Aiulfi, 2010). Die Verbrauchsdaten der insgesamt 123 Gebäude wurden in Endenergie Wärme und Strom differenziert. Der Stromverbrauch der Gebäude wurde zusätzlich nach dem Technisierungsgrad differenziert. Unterschieden wurde zunächst nach

Gebäuden mit größeren Servern ( $> 2\text{W}/\text{m}^2_{\text{BGF}}$ ) und ohne größeren Server. Innerhalb dieser Kategorien wurde zusätzlich nach dem Grad der mechanischen Belüftung bzw. Klimatisierung unterschieden.

	Endenergie Wärme	Endenergie Strom				
		überwiegend nicht belüftet/klimatisiert	keine großen Server		mit großen Servern	
			teilweise belüftet und/oder klimatisiert	mehrheitlich belüftet und klimatisiert	teilweise belüftet und/oder klimatisiert	mehrheitlich belüftet und klimatisiert
SIA 2024: Mittelwert	-	43	84	47	191	272
Erhebung: Mittelwert	94	51	67	126	181	152
Anzahl Gebäude	123	29	20	20	9	8

Abbildung 36: mittlerer Endenergieverbrauch Wärme und Strom von 123 Bürogebäuden in der Schweiz mit den Mittelwerten nach SIA 2024 – Angaben in  $\text{kWh}/\text{m}^2_{\text{NFA}}$  (Aiulfi, 2010)

Der mittlere Endenergieverbrauch der 123 Bürogebäude für Wärme liegt bei  $94 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{NFA}}$ . Der niedrigste Strombedarf tritt mit  $51 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{NFA}}$  in den überwiegend nicht belüfteten/nicht klimatisierten Gebäuden auf, der Bedarf der teilweise belüfteten und/oder klimatisierten Gebäude liegt deutlich höher. Der Verbrauch in den Gebäuden mit großen Servern liegt mit  $152$  bzw.  $181 \text{ kWh}/\text{m}^2_{\text{NFA}}$  am höchsten.

Während der spezifische Wärmeverbrauch bei neueren Gebäuden sinkt, steigt der Stromverbrauch bei neueren Gebäuden aufgrund des im Durchschnitt höheren Technisierungsgrades deutlich an. Diese Tendenz stimmt mit der Studie zu Bürogebäuden in Luxemburg überein (Maas, 2012).

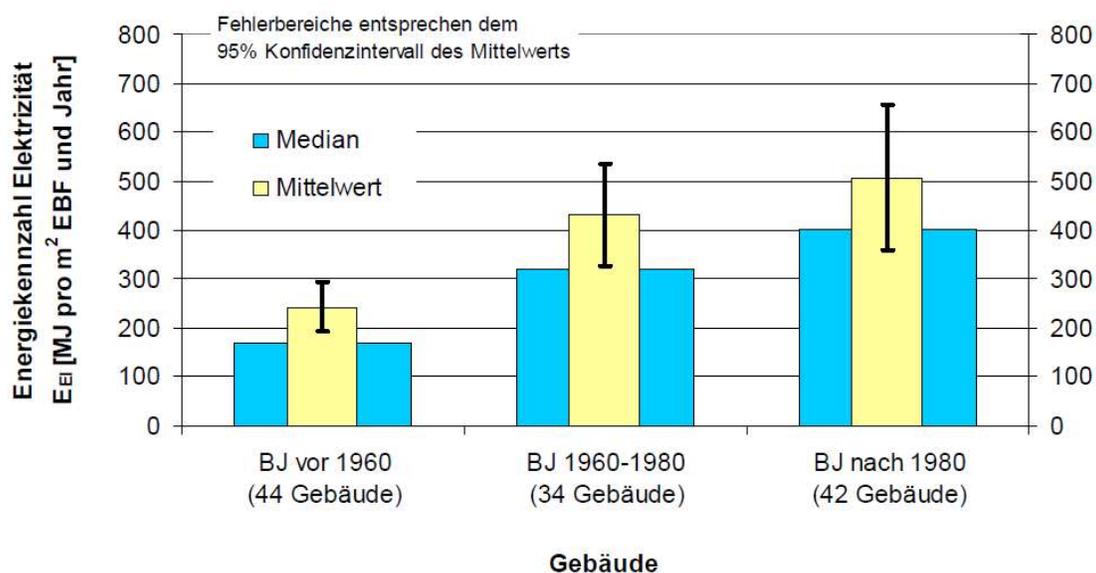


Abbildung 37: Abhängigkeit des spezifischen Endenergieverbrauchs Strom (Abweichende Einheit  $\text{MJ}/\text{m}^2_{\text{EBF}}$  beachten) von der Baualtersklasse (Aiulfi, 2010)

## Plausibilitätscheck 5: Vergleich mit weiteren Benchmarks für Bürogebäude in D und CH

Die folgende Abbildung zeigt Benchmarks für den spezifischen Endenergieverbrauch von Bürogebäuden aus Deutschland und der Schweiz. Die Benchmarks 1 bis 6 repräsentieren größere Bestände von Bürogebäuden, Benchmark 7 zeigt als Vergleichswert die Verbrauchswerte eines 1995 errichteten Bürogebäudes im Niedrigenergiehaus-Niveau.

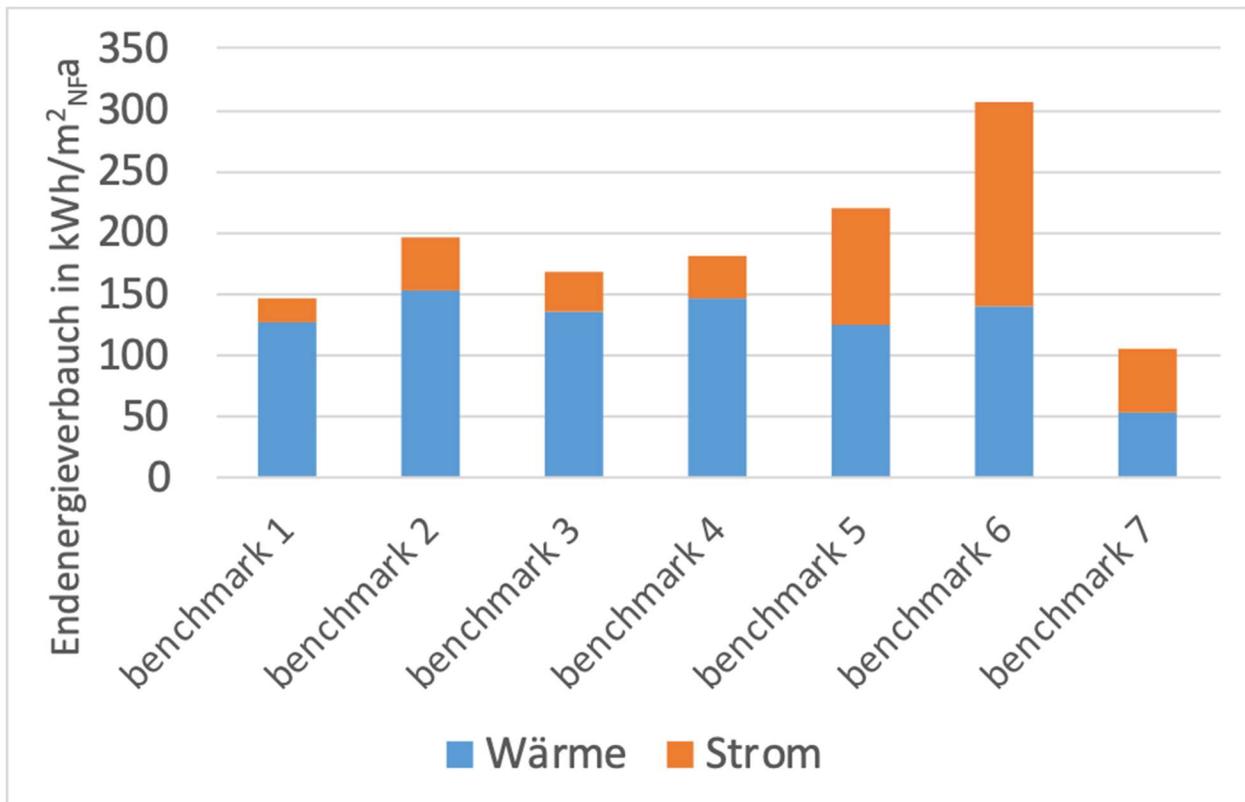


Abbildung 38: Benchmark-Werte des spezifischen Endenergieverbrauchs von Bürogebäuden in kWh/m<sup>2</sup><sub>NGFa</sub> (Voss, 2006)

Der spezifische Endenergieverbrauch der in den Benchmark-Studien unterhaltenen Gebäude für Wärme liegt mit Ausnahme des schon in den 90er Jahren im Niedrigenergieniveau errichteten Projekts LEO 97 (Benchmark 7) in einem Bereich von etwa 120 bis 150 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGFa</sub>. Er liegt damit in einer ähnlichen Größenordnung wie der Wert der Luxemburger Bürogebäude (siehe Kapitel 3.2.6).

Der spezifische Endenergieverbrauch für Strom liegt je nach Technisierungsgrad des Gebäudes bei 20 bis 167 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>. In den Studien Benchmark 1 und Benchmark 2 wurden fast ausschließlich öffentliche Gebäude untersucht, diese weisen relativ niedrige Strombedarfe auf.

Die Auswertung der verfügbaren Daten zum Bestand an Nicht-Wohngebäuden zeigt, dass – ähnlich wie in anderen EU-Staaten - eine detaillierte Bestandsaufnahme dieses Gebäudebestandes dringend erforderlich ist.

Dazu ist zunächst eine nachvollziehbare, möglichst EU-weit einheitliche Definition des Begriffs „Nicht-Wohngebäude“ mit Abgrenzung zu den Wohngebäuden notwendig. Darüber hinaus sollten zur Differenzierung innerhalb der Nichtwohngebäude nachvollziehbare Kategorien festgelegt werden.

Um den Energiebedarf der Nicht-Wohngebäude zu bestimmen, sollte der Anteil der nicht-gebäudebezogenen Energieverbräuche des Sektors GHD möglichst genau abgeschätzt werden.

Die detaillierte Aufnahme des Bestandes an Nicht-Wohngebäuden ist daher eine Maßnahme mit hoher Priorität. Eine entsprechende Studie ist für das Jahr 2021 vorgesehen. Auf der Basis einer derartigen Studie können in einem zweiten Schritt die technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenziale von Nichtwohngebäuden verschiedener Kategorien bestimmt werden.

### 3.3. Ermittlung kosteneffizienter Konzepte für Renovierungen (Art. 2a, (1), b)

*Artikel 4 Buchstabe b der Richtlinie zur Energieeffizienz sah bereits vor, dass die Mitgliedstaaten kostenwirksame Renovierungskonzepte je nach Gebäudetyp und Klimazone ermitteln. Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe b der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht vor, dass jede langfristige Renovierungsstrategie „die Ermittlung kosteneffizienter Konzepte für Renovierungen je nach Gebäudetyp und Klimazone [umfasst], wobei gegebenenfalls potenzielle einschlägige Auslösepunkte im Lebenszyklus des Gebäudes berücksichtigt werden sollten“. In Erwägungsgrund 12 der Richtlinie (EU) 2018/844 wird erläutert, dass ein Auslösepunkt ein „[günstiger Zeitpunkt] im Lebenszyklus eines Gebäudes, zum Beispiel im Hinblick auf Kosteneffizienz oder Betriebsstörungen“ für „Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz“ ist. Beispiele für Auslösepunkte sind: a) eine Transaktion (z. B. der Verkauf, die Vermietung (5) oder die Verpachtung eines Gebäudes, seine Refinanzierung oder eine Nutzungsänderung), b) eine Renovierung (z. B. eine bereits geplante umfassendere Renovierung, die die Energieeffizienz nicht betrifft) (6) oder c) eine Katastrophe/ein Vorfall (z. B. Brand, Erdbeben, Überschwemmung) (7). Für bestimmte Gebäude gelten Auslösepunkte möglicherweise nicht, daher auch die Einschränkung „gegebenenfalls“.*

*Durch die Verknüpfung von Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz mit Auslösepunkten sollte sichergestellt werden, dass Energieeffizienzmaßnahmen in den späteren Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes nicht vernachlässigt oder unterlassen werden. Die verstärkte Berücksichtigung der Energieeffizienz an den Auslösepunkten sollte die Wahrscheinlichkeit der Nutzung von Renovierungsmöglichkeiten sowie mögliche Synergien mit anderen Maßnahmen erhöhen. Auslösepunkte können zu kosteneffizienten Renovierungen führen, wenn bei gleichzeitiger Durchführung energetischer Renovierungen mit anderen erforderlichen Arbeiten oder mit sonstigen geplanten Renovierungen Skaleneffekte zum Tragen kommen.*

Energetische Gebäuderenovierungen werden sich nur verstärkt am Markt durchsetzen, wenn die realen Energieverbräuche den berechneten Bedarfswerten entsprechen und ihre Mehrkosten so niedrig sind, dass die renovierten Gebäude – zumindest unter Einrechnung etwaiger Fördermittel - wirtschaftlich betrieben werden können.

Die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Konzepte für energetische Renovierungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden wurde daher in der Luxemburgischen Kostenoptimalitätsstudie untersucht.

Derartige Studien müssen die Mitgliedsstaaten gemäß Richtlinie 2010/31 EU (EU, 2010) ergänzt durch Verordnung 244/2012 (EU, 2012) durchführen, um die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu justieren. Die Mindestanforderungen sollen so festgelegt werden, dass sie nicht mehr als 15% schlechter sind, als das in der Studie ermittelte kostenoptimale Energieniveau. Die Studien dienen damit der Festlegung eines Mindestniveaus für die energetische Qualität von Neubauten und Renovierungen.

Die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudien sagen nichts darüber aus, ob das als kostenoptimal bestimmte Energieniveau kompatibel zu nationalen, europäischen oder internationalen Klimaschutzzielen ist. Die Mitgliedsstaaten können daher ihre nationalen Mindestanforderungen auch strenger festlegen, als das Kostenoptimum.

Im Rahmen der Kostenoptimalitätsstudien werden für einige typische Mustergebäude die Globalkosten, d.h. die Kapitalwerte der Gesamtkosten für Investition, Wartung und Instandhaltung sowie für Energie für eine große Anzahl von Ausführungsvarianten in unterschiedlichen energetischen Qualitäten und mit unterschiedlichen Konzepten bestimmt und verglichen.

Die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Kapitalwertmethode, Betrachtungszeitraum 30 Jahre für Wohngebäude, 20 Jahre für Nicht-Wohngebäude, Berücksichtigung von Restwerten und Ersatzinvestitionen, Zinssätze) werden von der EU einheitlich vorgegeben; andere Randbedingungen (Energiepreisniveau, Energiepreissteigerung...) sowie die Kosten verschiedener Energieeffizienzmaßnahmen werden von den Staaten individuell bestimmt. Das Grundprinzip der Methode ist in Abbildung 39 veranschaulicht.

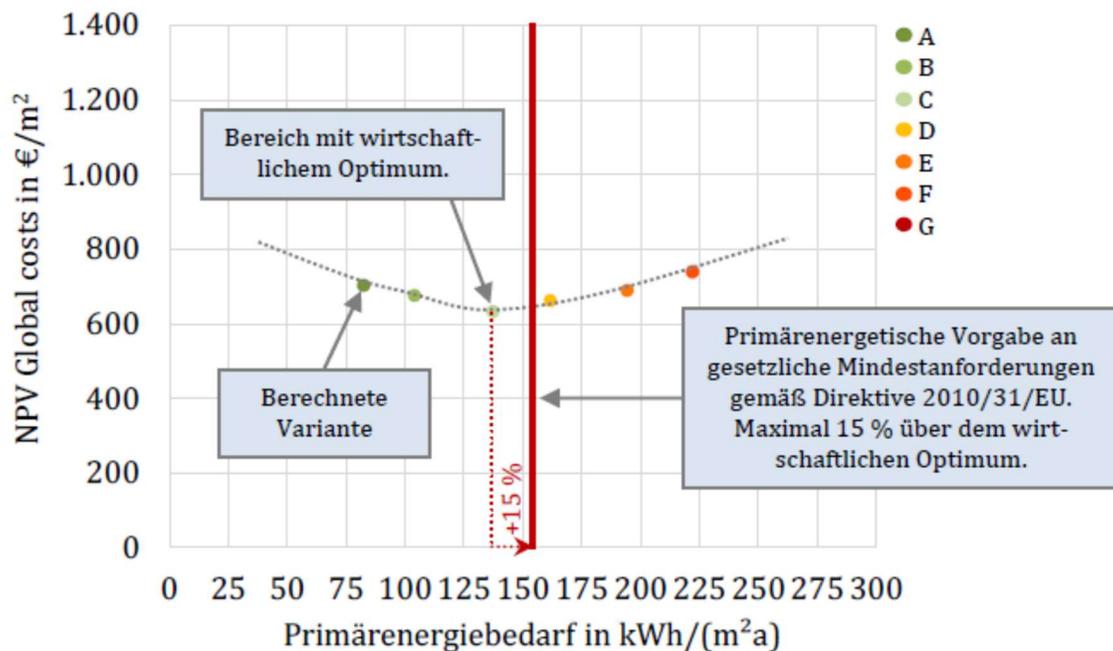


Abbildung 39: Grafische Darstellung der Vorgehensweise bei der Bestimmung des maximalen Höchstwertes für die gesetzliche Mindestanforderung an die Primärenergie-Vorgabe (KostOpti, 2019)

Für jedes Mustergebäude werden Ausführungsvarianten in unterschiedlichen Energieniveaus untersucht (in der Abbildung durch Effizienzklassen A bis G dargestellt). Für jede Variante werden der Primärenergiebedarf und die Kapitalwerte der Gesamtkosten für Investitionen in die energierelevanten Gebäudeteile, für deren Wartung und Instandhaltung sowie für die Energiekosten ermittelt (Globalkosten).

Kosten, welche keine Relevanz für die Energiekosten haben bzw. Kosten von Bauteilen und Komponenten, die in allen Energieniveaus identisch sind, müssen nicht berücksichtigt werden. Die Betrachtung wird für Wohngebäude für einen Zeitraum von 30 Jahren durchgeführt. Das wirtschaftliche Optimum liegt bei dem Primärenergiebedarf, für den sich die niedrigsten Globalkosten in 30 Jahren ergeben. Für Nicht-Wohngebäude beträgt der Betrachtungszeitraum 20 Jahre.

Die in einem Staat gesetzlich festgelegte Mindestanforderung darf nicht mehr als 15% höher liegen, als der Primärenergiewert, der dem Kostenoptimum entspricht.

Die energetisch relevanten Geometriedaten und Charakteristika der in der Kostenoptimalitätsstudie berücksichtigten Gebäude sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

*Tabelle 16: Verwendete Gebäudegeometrien und -charakteristika*

Bereich	Einheit	G1	G2	G3	G4	G9	G10	G11	G12
		G5 <sup>40</sup>	G6	G7	G8	G13	G14	G15	G16
Gebäudeart <sup>41</sup>	-	NWG	NWG	NWG	NWG	WG	WG	WG	WG
Typ	-	Büro	Büro	Büro	Schule	EFH	EFH	MFH	MFH
Außenfassade	m <sup>2</sup>	694	3.417	3.276	2.009	248	428	992	2.046
Fenster	m <sup>2</sup>	251	1.517	1.050	420	41	75	289	660
Zu unbeheizt <sup>42</sup>	m <sup>2</sup>	55	805	1.002	303	0	0	0	0
Boden	m <sup>2</sup>	294	1.237	2.174	733	96	120	375	600
Dach	m <sup>2</sup>	294	1.484	1.172	1.018	111	139	433	693
Hüllfläche	m <sup>2</sup>	1.337	6.943	7.624	4.063	455	687	1.800	3.339
Energiebezugsfläche <sup>43</sup>	m <sup>2</sup>	821	5.885	6.161	2.197	163	306	1.275	3.060
Bruttovolumen	m <sup>3</sup>	2.996	24.266	21.212	9.130	595	1.116	4.650	11.160
Kompaktheit A/V <sub>e</sub>	m <sup>-1</sup>	0,45	0,29	0,36	0,45	0,77	0,62	0,39	0,30
Fensterflächenanteil	%/Fassade	36%	44%	32%	21%	17%	18%	29%	32%
Zonenzahl	-	6	7	5	8	1	1	1	1
Heizen	ja/nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Kühlen	ja/nein	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein
Belichten	ja/nein	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein
Trinkwarmwasser	ja/nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
Lüften <sup>44</sup>	ja/nein/var.	ja	ja	ja	ja	var.	var.	var.	var.

**Abbildung 40: geometrische Kenndaten und Charakteristika der in der Kostenoptimalitätsstudie berücksichtigten Gebäudetypen (KostOpti, 2019)**

Bei den Wohngebäuden (G9 bis G12) handelt es sich jeweils um ein großes und ein kleines Ein- und Mehrfamilienhaus. Bei den Nichtwohngebäuden (NWG) wurden ebenfalls 4 Gebäude betrachtet. Neben einem "synthetisch" erzeugten Gebäude (G1, G5), welches bereits bei Kalibrierungsarbeiten im Rahmen der Entwicklung der Energieeinsparverordnung in Luxemburg verwendet wurde, wurden drei reale Gebäudeentwürfe unterschiedlicher Konzeption untersucht. Sie sind repräsentativ für die in Luxemburg

vorkommenden Gebäudegeometrien. Das Gebäude 4 entspricht einem Schulgebäude, um auch den Einfluss der Nichtklimatisierung mit einzubeziehen.

Die Ergebnisse der Luxemburgischen Kostenoptimalitätsstudie (KostOpti, 2019) werden nachfolgend getrennt für Renovierungen von Wohngebäuden und von Nicht-Wohngebäuden dargestellt und eingeordnet.

### 3.3.1. Wohngebäude

In der Kostenoptimalitätsstudie von 2018 wird die Wirtschaftlichkeit verschiedener energetischer Standards von Gebäuderenovierungen am Beispiel von vier Wohngebäuden untersucht und anhand der Globalkosten (Kapitalwerte ihrer Lebenszykluskosten für Investition, Wartung und Instandhaltung sowie Energie) verglichen (KostOpti, 2019).

In Abbildung 41 sind die untersuchten Hüllqualitäten entsprechend der Effizienzklassen A bis I dargestellt. Da im Rahmen der Energieeinsparverordnung derzeit keine Gesamtanforderungen für größere Renovierungen gestellt werden, ist in der Tabelle in der Spalte Min. eine Qualität beschrieben, die die Mindestanforderungen an geänderte Einzelbauteile gerade einhält.

Klassengrenze	A	B	C	D	Min. <sup>32</sup>	E	F	G	H	I
U-Wert Fenster	0,78	0,92	1,12	1,36	1,50	1,90	2,30	2,70	3,20	5,00
U-Wert Boden	0,15	0,22	0,28	0,34	0,40	0,50	0,60	0,90	1,00	1,08
U-Wert Wand	0,12	0,17	0,23	0,27	0,32	0,45	0,60	0,90	1,10	1,70
U-Wert Dach	0,10	0,13	0,17	0,21	0,25	0,30	0,40	0,65	1,23	1,95
Wärmebrücken <sup>33</sup>	0,01	0,03	0,05	0,10 <sup>34</sup>	0,10	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Lüftungsanlage WG <sup>35</sup>	85 %	85 %	-	-	-	-	-	-	-	-
Lüftungsanlage NWG <sup>36</sup>	75 %	72 %	68 %	60 %	60 %	55 %	50 %	50 %	50 %	45 %
Luftdichtheit <sup>37</sup>	0,6	1,0	2,0	3,0	3,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0

Abbildung 41: technische Kennwerte der im Rahmen der Kostenoptimalitätsstudie berücksichtigten Effizienzklassen (KostOpti, 2019)

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die vier untersuchten Wohngebäude-Renovierungen grafisch; in der übernächsten sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefasst. Dargestellt sind die Ergebnisse für das Hauptszenario S1, in dem eine Energiepreissteigerung von 2,8% p.a. und ein Kapitalzins von 3,0% p.a. unterstellt sind.

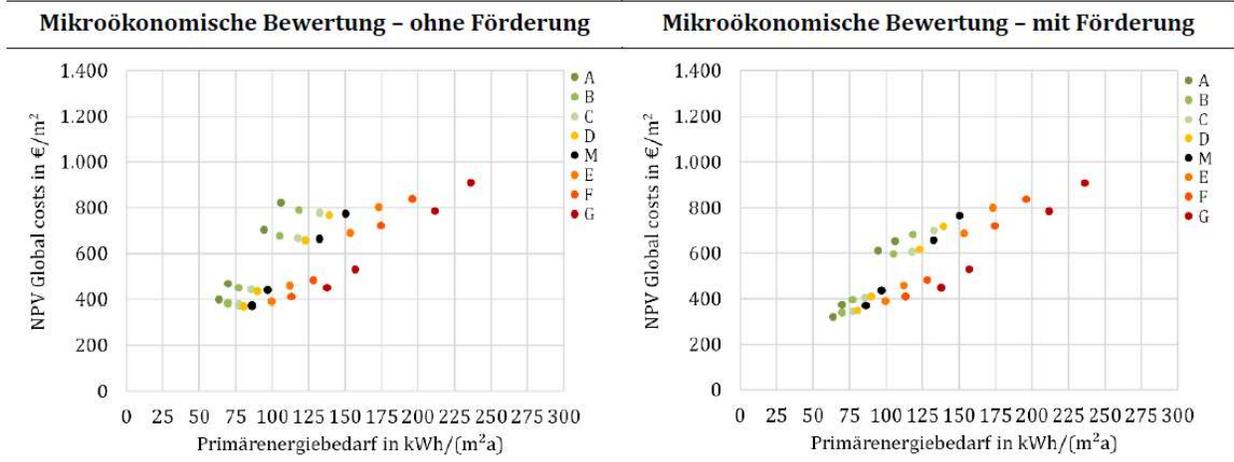


Abbildung 42: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Muster-Wohngebäude – mikroökonomische Betrachtung - ohne und mit Förderung (*KostOpti, 2019*)

Variante Kennung	Fläche $A_n$ $m^2$	Energiekennwert $Q_{primär}$ $kWh/(m^2 \cdot a)$	Globalkosten Mikroökonomisch $€/m^2$ ohne Förder.	Globalkosten Mikroökonomisch $€/m^2$ mit Förder.
B_A_G13_A2_E2,8%_D3%	163	106,3	820	652
B_B_G13_A2_E2,8%_D3%	163	118,5	788	682
B_C_G13_A2_E2,8%_D3%	163	132,9	775	700
B_D_G13_A2_E2,8%_D3%	163	139,3	766	718
<b>B_Min_G13_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>163</b>	<b>150,4</b>	<b>772</b>	<b>765</b>
B_E_G13_A2_E2,8%_D3%	163	173,1	800	800
B_F_G13_A2_E2,8%_D3%	163	196,1	837	837
B_G_G13_A2_E2,8%_D3%	163	236,2	907	907
B_A_G14_A2_E2,8%_D3%	306	94,5	702	611
B_B_G14_A2_E2,8%_D3%	306	105,2	675	597
B_C_G14_A2_E2,8%_D3%	306	117,7	665	606
B_D_G14_A2_E2,8%_D3%	306	123,1	656	617
<b>B_Min_G14_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>306</b>	<b>132,7</b>	<b>662</b>	<b>657</b>
B_E_G14_A2_E2,8%_D3%	306	153,6	687	687
B_F_G14_A2_E2,8%_D3%	306	174,8	720	720
B_G_G14_A2_E2,8%_D3%	306	211,8	784	784
B_A_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	69,9	467	374
B_B_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	77,0	449	396
B_C_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	85,8	442	404
B_D_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	90,0	434	410
<b>B_Min_G15_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>1.275</b>	<b>96,9</b>	<b>439</b>	<b>435</b>
B_E_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	112,3	458	458
B_F_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	128,2	482	482
B_G_G15_A2_E2,8%_D3%	1.275	157,1	528	528
B_A_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	63,7	396	320
B_B_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	69,8	382	340
B_C_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	77,3	376	346
B_D_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	80,5	369	349
<b>B_Min_G16_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>3.060</b>	<b>86,3</b>	<b>373</b>	<b>370</b>
B_E_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	99,8	389	389
B_F_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	113,5	410	410
B_G_G16_A2_E2,8%_D3%	3.060	137,8	449	449

Abbildung 43: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Muster-Wohngebäude (*KostOpti, 2019*)

Wie die Abbildungen zeigen, werden unter den Randbedingungen des Szenarios S1 ohne Berücksichtigung von Förderungen die niedrigsten Globalkosten beim Wärmeschutzniveau der Effizienzklasse D erreicht (niedrigster Wert der Globalkosten jeweils grün hervorgehoben). Die Primärenergiekennwerte bei Einhaltung der aktuellen Mindestanforderungen an die Bauteile der Gebäudehülle (Varianten „Min“) liegen um 7,7% über denen des kostenoptimalen Niveaus der Klasse D. Die derzeitigen Mindestanforderungen an die Bauteile der Gebäudehülle sind damit merklich weniger ambitioniert, als das kostenoptimale Niveau. Da die Gebäuderichtlinie eine Überschreitung des kostenoptimalen Primärenergiekennwerts um bis zu 15% erlaubt, sind die derzeitigen Mindestanforderungen EU-konform, jedoch weder kostenoptimal, noch kompatibel zu den Klimaschutzzielen.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Förderungen für energetische Renovierungen werden die niedrigsten Globalkosten bei drei der vier Gebäudetypen erreicht, wenn die Hülle dem Niveau der Effizienzklasse A entspricht. Beim vierten Typ ist die Hüllqualität gemäß Effizienzklasse B kostenoptimal.

### **Fazit Kostenoptimalitätsstudie – Renovierung von Wohngebäuden**

Die Kostenoptimalitätsstudie zeigt wie in anderen EU-Staaten, dass der politische Gestaltungsspielraum bei der Festlegung der Mindestanforderungen für energetische Gebäuderenovierungen sehr groß ist:

die Globalkosten der Effizienzklassen A sind so geringfügig höher, als die der kostenoptimalen Effizienzklasse D, dass die zu Klimaschutzzielen kompatiblen Anforderungen der Klassen A und B schon mit maßvollen Förderanreizen zum wirtschaftlichsten Effizienzniveau werden. Werden die derzeitigen Förderanreize berücksichtigt, so liegt das Kostenoptimum bei drei der vier untersuchten Gebäude bei Effizienzklasse A, bei dem vierten bei Klasse B.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie sind folgende Aspekte zu beachten:

- Der Studie liegt das im europäischen Vergleich - besonders unter Berücksichtigung der Kaufkraft - sehr niedrige Energiepreisniveau Luxemburgs zu Grunde. So liegen die Brutto-Haushaltsstrompreise Luxemburgs um knapp 18% unter dem Mittelwert der EU 28 (EUROSTAT, 2020). Berücksichtigt man die sehr hohe durchschnittliche Kaufkraft in Luxemburg, so zeigt sich das folgende Bild:

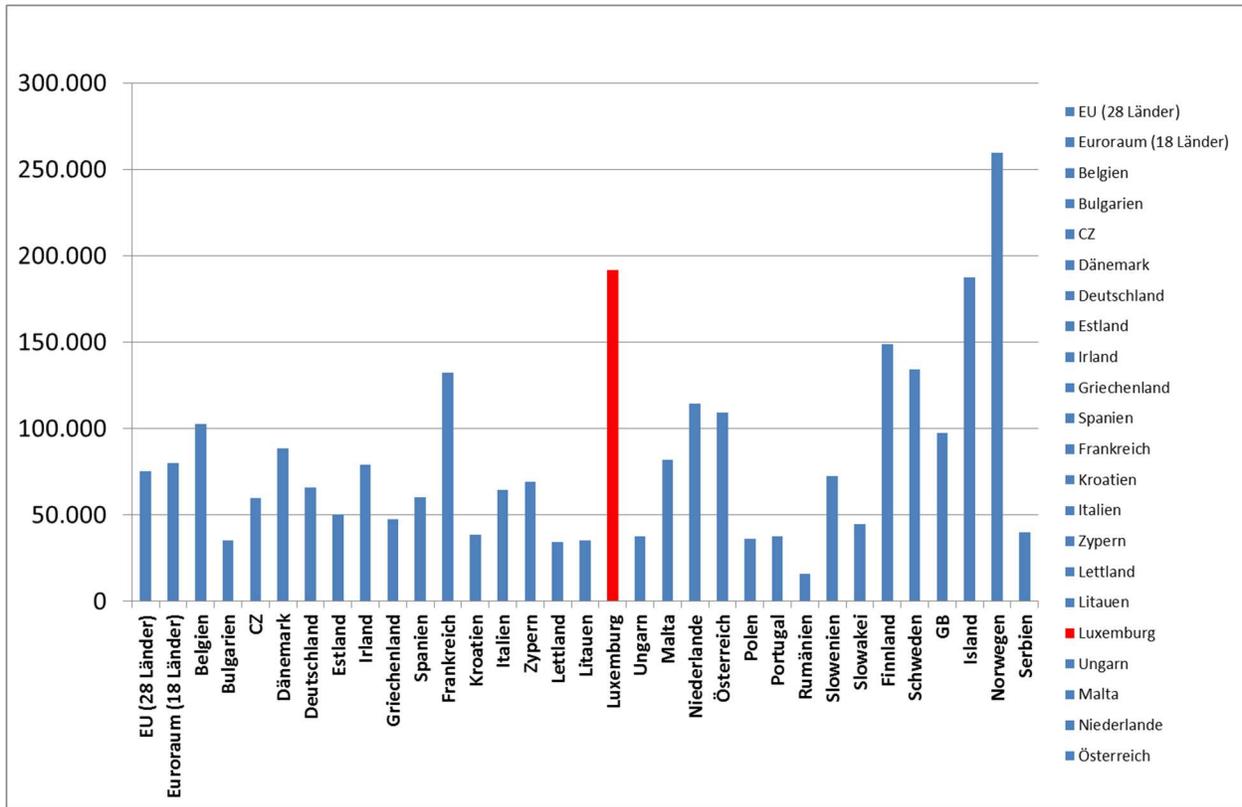


Abbildung 44: Strommenge in kWh/a, die ein durchschnittlicher Haushalt von seinem Jahreseinkommen bezahlen kann (EUROSTAT, 2016), (EUROSTAT, 2015)

In der Abbildung werden die Brutto-Haushaltsstrompreise in den 28 EU-Staaten und weiteren europäischen Staaten in Relation zum mittleren Einkommen (medianes Äquivalenzgesamtnettoeinkommen) gesetzt. Die dargestellten Werte bezeichnen die Menge Haushaltsstrom, die ein Haushalt mit mittlerem Einkommen pro Jahr von seinem Einkommen bezahlen könnte. Der Wert für Luxemburg liegt mit knapp 192.000 kWh/a um den Faktor 2,54 über dem Durchschnittswert der 28 EU-Staaten.

Im Vergleich zu Belgien kann sich der Luxemburgische Durchschnittshaushalt 1,87-fach mehr Haushaltsstrom leisten, im Vergleich zu Frankreich 1,45-fach mehr, im Vergleich zu Deutschland 2,91-fach mehr, im Vergleich zu Österreich 1,75-fach und im Vergleich zu Dänemark 2,17-fach mehr.

Auch für die Gas- und Ölpreise zeigt sich die gleiche Tendenz: im Vergleich zur mittleren Kaufkraft liegen diese weit günstiger, als in den übrigen EU-Staaten (siehe auch Kapitel Energiearmut, Kapitel 3.5.1d).

- Der für das Szenario S1 gewählte Diskontierungssatz von 3% (Realzins, d.h. inflationsbereinigt) liegt weit über dem derzeitigen inflationsbereinigten Hypothekarzinsniveau in Luxemburg. Wie die entsprechenden Szenarien der Studie zeigen, sind die Kostenoptimalitätskurven noch

flacher, d.h. die Mehrkosten der Klassen A und B gegenüber den bisherigen Anforderungen nehmen weiter ab, wenn niedrigere Diskontierungssätze gewählt werden.

- Die in dieser Zusammenfassung der Kostenoptimalitätsstudie dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die mikroökonomische Perspektive, d.h. auf die betriebswirtschaftliche Perspektive der Nutzer. Wie die entsprechenden Szenarien der Studie zeigen, verschieben sich die Kostenoptima in Richtung der energetisch besseren Klassen, wenn CO<sub>2</sub>-Abgaben berücksichtigt werden. Derartige Abgaben sind inzwischen in einigen Staaten eingeführt, u.a. in der Schweiz (seit mehr als 10 Jahren, Stand 2018: 96 CHF, etwa 86 EUR/to), Schweden (seit 1991, Stand 2019: 120 EUR/to), Deutschland (ab 2021 25 EUR/to steigend auf 55 EUR/to in 2025), Finnland (derzeitiger Stand 62 EUR/to), Dänemark (aktuell 23 EUR/to). Andere Länder mit CO<sub>2</sub>-Bepreisung sind u.a. Frankreich, Großbritannien, Irland, Slowenien, Polen, Estland, Lettland und Norwegen. Die Einführung einer schrittweise steigenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung ist auch für Luxemburg ab 2021 vorgesehen.

Die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie werden unter Berücksichtigung der o.g. Aspekte als eher konservativ angesehen.

## **Resümee**

Die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie zeigen, dass eine Verschärfung der Mindestanforderungen an die Effizienz von Renovierungen von Wohngebäuden sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar ist.

Bei einer Verschärfung der Mindestanforderungen ist zu beachten, dass dies von den Handwerkern und Kunden als zusätzliche Hürde im Sinne von „die Anforderungen werden noch strenger“ bei Renovierungsarbeiten angesehen werden kann und es ist deshalb vorgesehen, eine Verschärfung im derzeit in Überarbeitung befindlichen Règlement Grand-Ducal („RGD modifié du 30 novembre 2007 concernant la performance énergétique des bâtiments d’habitation“), das ab dem 1. Januar 2021 in Kraft treten wird, bereits festzuhalten (damit der Markt sich darauf einstellen kann und die Akzeptanz grösser wird), aber erst nach einer Übergangsfrist von 2 Jahren einzuführen; das Datum ab wann die verschärften Mindestanforderungen gelten wird bereits im RGD festgeschrieben und mit der fade-out Phase für die Förderung von fossilen Dämmmaterialien im Rahmen der staatlichen PRIME House-Lenoz (2.0) Förderung koordiniert.

### 3.3.2. Nicht-Wohngebäude

Analog zur Vorgehensweise für Wohngebäude wurde die Kostenoptimalitätsstudie von 2018 auch für vier verschiedene Typen von Nicht-Wohngebäuden durchgeführt (KostOpti, 2019). Die wichtigsten Ergebnisse für die vier untersuchten Wohngebäude-Renovierungen sind in der nächsten Abbildung grafisch, in der übernächsten Abbildung tabellarisch zusammengefasst.

Dargestellt sind die Ergebnisse für das Hauptszenario S1, in dem eine Energiepreissteigerung von 2,8% p.a. und ein Kapitalzins von 3,0% p.a. unterstellt sind.

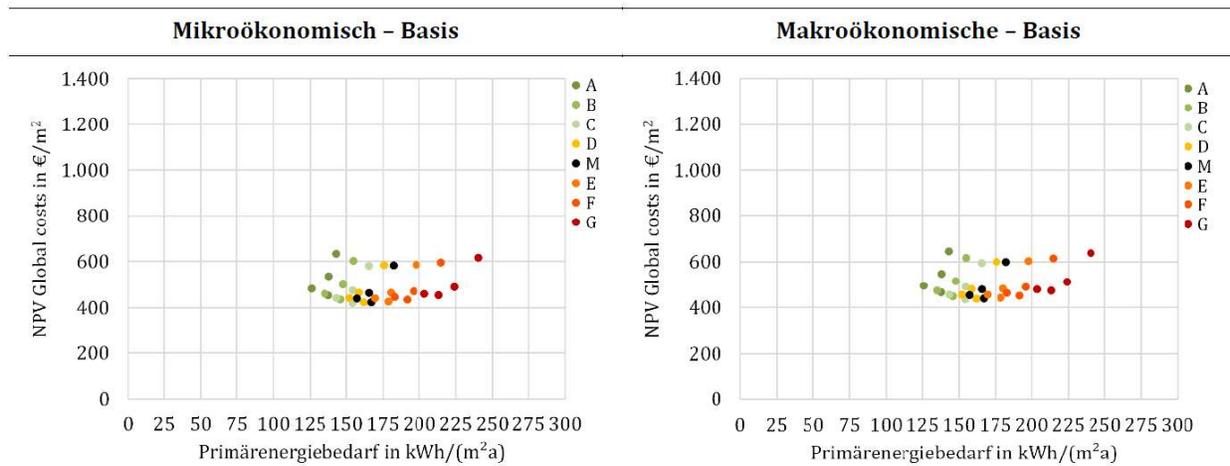


Abbildung 45: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Nicht-Wohngebäude – mikro- und makroökonomische Betrachtung - ohne Förderung (KostOpti, 2019)

Variante Kennung	Fläche $A_n$ $m^2$	Energiekennwert $Q_{\text{primär}}$ $kWh/(m^2 \cdot a)$	Globalkosten	
			Mikroökonomisch $€/m^2$	Makroökonomisch $€/m^2$
B_A_G5_A2_E2,8%_D3%	821	143,2	633	646
B_B_G5_A2_E2,8%_D3%	821	155,0	602	616
B_C_G5_A2_E2,8%_D3%	821	165,5	579	594
B_D_G5_A2_E2,8%_D3%	821	175,7	583	599
<b>B_Min_G5_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>821</b>	<b>182,4 (+10,2%)</b>	582	599
B_E_G5_A2_E2,8%_D3%	821	197,9	585	603
B_F_G5_A2_E2,8%_D3%	821	214,8	595	614
B_G_G5_A2_E2,8%_D3%	821	240,5	616	638
B_A_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	126,1	483	495
B_B_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	135,1	461	474
B_C_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	143,4	442	455
B_D_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	152,1	442	456
<b>B_Min_G6_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>5.885</b>	<b>157,3</b>	440	454
B_E_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	169,6	441	456
B_F_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	183,1	446	463
B_G_G6_A2_E2,8%_D3%	5.885	203,6	461	479
B_A_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	137,7	454	466
B_B_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	146,0	435	448
B_C_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	154,3	421	435
B_D_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	162,0	423	437
<b>B_Min_G7_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>6.161</b>	<b>167,1 (+8,3%)</b>	423	438
B_E_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	178,8	426	442
B_F_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	191,7	434	451
B_G_G7_A2_E2,8%_D3%	6.161	213,3	454	474
B_A_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	138,1	534	547
B_B_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	147,8	501	515
B_C_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	154,6	476	490
B_D_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	158,6	466	480
<b>B_Min_G8_A2_E2,8%_D3%</b>	<b>2.197</b>	<b>165,7</b>	464	479
B_E_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	180,5	465	482
B_F_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	196,1	471	489
B_G_G8_A2_E2,8%_D3%	2.197	224,1	491	512

Abbildung 46: Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie für die Renovierung der vier Nicht-Wohngebäude – mikro- und makroökonomische Betrachtung - ohne Förderung (*KostOpti*, 2019)

Wie die Abbildungen verdeutlichen, liegt das Kostenoptimum bezüglich der Hüllqualität in zwei der vier betrachteten Nicht-Wohngebäude beim Standard der Effizienzklasse C, in den zwei anderen beim Standard, der den derzeitigen Mindestanforderungen für Einzelbauteile entspricht (Min).

Die derzeitigen Mindestanforderungen an die Bauteile der Gebäudehülle führen im Mittel zu Globalkosten, die um 4,6% über denen des kostenoptimalen Niveaus liegen. Diese Überschreitung liegt innerhalb der 15%-Grenze der EU-Gebäuderichtlinie und ist demnach zulässig und vernünftig.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie sind die gleichen Aspekte wie bezüglich der Wohngebäude zu beachten:

- Das Energiepreisniveau Luxemburgs liegt sehr niedrig. Unter Berücksichtigung der Kauf- und Wirtschaftskraft hat Luxemburg die günstigsten Energiepreise aller EU-Staaten.
- Bei der für 2021 geplanten Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung verbessert sich die Effizienz höherer Hüllqualitäten und emissionsarmer Energieträger, die Einnahmen können für Förderungen verwendet werden, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit nochmals verbessert
- Die Annahmen des Hauptszenarios S1, vor allem der nach EU-Vorgaben mit 3% angesetzte Zinssatz sind sehr konservativ. Die tatsächlichen Zinssätze in Luxemburg liegen weit niedriger. Bei Annahme realistischerer Zinssätze stiege die Wirtschaftlichkeit hoher Qualitäten noch weiter.
- Die Kostenoptimalitätsstudie zeigt, dass auch bei der Renovierung von Nichtwohngebäuden die Globalkosten der Effizienzklasse A selbst unter sehr ungünstig gewählten Annahmen nur geringfügig höher liegen, als die des Kostenoptimalen Niveaus.

## Resümee

Die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie zeigen, dass eine Verschärfung der Mindestanforderungen an die Effizienz von Renovierungen von Nicht-Wohngebäuden sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar ist. Dies gilt umso mehr, da für 2021 die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung geplant ist, durch die die Kostenoptima in Richtung höherer Qualitäten verschoben werden. Zusätzliche Anreize sollten ggf. durch neue Förderanreize geschaffen werden, in denen nur Renovierungen in den Effizienzklassen A und B gefördert werden sollten.

### 3.4. Strategien und Maßnahmen, um kosteneffiziente umfassende Sanierungen anzuregen (Art. 2a, (1), c)

*Bereits nach Artikel 4 Buchstabe c der Richtlinie zur Energieeffizienz mussten die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass die langfristigen Renovierungsstrategien politische Strategien und Maßnahmen umfassen, um kostenwirksame umfassende Renovierungen von Gebäuden anzuregen, einschließlich umfassender Renovierungen in mehreren Stufen. Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe c der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht vor, dass jede langfristige Renovierungsstrategie „Strategien und Maßnahmen [umfasst], um kosteneffiziente umfassende Renovierungen von Gebäuden, einschließlich umfassender Renovierungen in mehreren Stufen, anzuregen und um gezielte kosteneffiziente Maßnahmen und Renovierungen zu unterstützen, beispielsweise durch Einführung eines optionalen Systems von Gebäuderenovierungspässen“. Umfassende Renovierungen sind Renovierungen, die eine Modernisierung bewirken, in deren Folge sowohl der Verbrauch an gelieferter Energie als auch der Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes im Vergleich zum Verbrauch vor der Renovierungsmaßnahme erheblich abnimmt und infolgedessen eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz erreicht wird. (8) Nach dem Arbeitsdokument der Kommissionsdienststellen, das mit dem Bericht der Kommission Finanzielle Förderung der Energieeffizienz von Gebäuden (9) aus dem Jahr 2013 vorgelegt wurde, können Renovierungen, die zu erheblichen Effizienzverbesserungen führen (typischerweise um mehr als 60%), als umfassende Renovierungen angesehen*

*werden. In der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden werden Gebäuderenovierungspässe als Beispiel für eine Maßnahme genannt, durch die die Mitgliedstaaten gezielt kosteneffiziente Renovierungen und umfassende Renovierungen in mehreren Stufen unterstützen können. Die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden führt nicht spezifisch aus, wie ein Gebäuderenovierungspass aussieht, aber an anderer Stelle (10) wurde eine Reihe gemeinsamer Komponenten genannt, die als Beispiele herangezogen werden können: Es handelt sich um ein Dokument in elektronischer oder Papierform, in dem ein langfristiger Fahrplan (über 15-20 Jahre) für die schrittweise Renovierung (idealerweise mit möglichst wenigen Schritten) eines bestimmten Gebäudes dargestellt ist, der das Ergebnis eines Vor-Ort-Energieaudits sein kann, das bestimmte Qualitätskriterien erfüllt und in dem relevante Maßnahmen und Renovierungen zur etwaigen Verbesserung der Energieeffizienz beschrieben werden. (11)*

Wie in Kapitel 3.3 dargestellt, sind selbst unter vorsichtig gewählten Annahmen und ohne Berücksichtigung von Förderungen höhere Qualitäten wirtschaftlich, als die Qualitäten die in den derzeitigen gesetzlichen Mindestanforderungen verlangt werden.

Auch wenn detaillierte Analysen des Renovierungsgeschehens in Luxemburg noch ausstehen, kann festgestellt werden, dass sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohngebäude zu wenige umfassende Sanierungen, mit oft zu geringen energetischen Qualitäten realisiert werden, obwohl hohe Qualitäten kostenoptimal sind.

Als Grundlage für die Ausarbeitung von Strategien und Maßnahmen, mit denen kosteneffiziente umfassende Renovierungen angeregt werden können, wurden im Rahmen der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie in den Jahren 2015 und 2016 zunächst Herausforderungen und Hemmnisse analysiert, später erste Strategien, Leitlinien und Maßnahmen herausgearbeitet. Neben einer breit angelegten Umfrage bei Haus- und Wohnungsbesitzern und Mietern wurde ein intensiver Beteiligungsprozess mit mehreren Workshops durchgeführt, an dem die wichtigsten Stakeholder des Bausektors teilnahmen.

Die im Dokument „Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie – weiterreichende Strategieansätze und Maßnahmen“ im Jahr 2017 dokumentierten Ergebnisse bis zu Maßnahmenvorschlägen wurden in den vergangenen beiden Jahren politisch vorangetrieben und zum Teil bereits umgesetzt (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017).

Im Zuge der Erstellung der langfristigen Renovierungsstrategie wurden die Ergebnisse aktualisiert und erweitert. Dabei wurde auch der Aspekt der Berücksichtigung der umfassenden Sanierung in mehreren Stufen berücksichtigt. Als Kennzeichen einer umfassenden Sanierung wird dabei bis zu einer eventuellen genaueren Definition eine Mindest-Einsparung von 60% des ursprünglichen Energieverbrauchs angenommen.

Die Ergebnisse der aktualisierten Analyse der Hemmnisse und der abgeleiteten Strategien und Maßnahmen sind nachfolgend getrennt für den Bereich des Wohnbaus und des Nicht-Wohnbaus dargestellt.

### 3.4.1. Wohngebäude

Wie die Analysen der Gebäuderenovierungsstrategie zeigen, sind u.a. die folgenden Gründe ausschlaggebend für die niedrigen Zahlen an umfassenden Renovierungen bei Wohngebäuden (Gebäuderenovierungsstrategie, 2017):

1. zu geringe Renovierungsrücklagen
2. mangelnder „Leidensdruck“ der Bewohner
3. Kapazitätsengpässe in der Bauwirtschaft
4. sehr niedriges Energiepreisniveau
5. Verwendung ungeeigneter Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung, besonders für Nicht-Wohngebäude
6. zu wenig ambitionierte Mindestanforderungen für Renovierungen von Einzelbauteilen und fehlende Anforderungen für umfassende Renovierungen
7. zu geringe Förderanreize für umfassende Sanierungen
8. Unkenntnis über die Effizienzpotenziale des eigenen Gebäudes und über die langfristigen Effizienzziele des Staates
9. fehlende positive Beispiele
10. Förderprogramme wenig bekannt / zu komplizierte Gestaltung der Förderprozeduren.

#### **Zu 1. Zu geringe Renovierungsrücklagen**

Erster Hauptgrund für die Tatsache, dass bislang nur sehr wenige umfassende Sanierungen durchgeführt werden, obwohl sehr hohe energetische Qualitäten im Lebenszyklus wirtschaftlich sind, sind zu geringe Renovierungsrücklagen. Dies betrifft in unterschiedlicher Ausprägung alle Marktsegmente des Wohn- und des Nichtwohnbaus. Rücklagen müssen nicht nur für energetische Renovierungen gebildet werden, sondern vor allem auch für Maßnahmen an Bädern, Elektrik, Wasserleitungen, Schönheitsreparaturen, neue Fußbodenbeläge, Adaptierungen für altersgerechtes Wohnen, ...).

Der dt. Verband Haus und Grund empfiehlt Hausbesitzern, jährliche Renovierungsrücklagen von 1,5% der Herstellungskosten zu bilden (Haus\_und\_Grund, 2006).

Ein Beispiel für ein sehr gut funktionierendes System zur Bildung von Renovierungsrücklagen ist das im gemeinnützigen Wohnbau Österreichs verpflichtende System des Erneuerungs- und Verbesserungs-Beitrag (EVB). Dieser wird als dritter Bestandteil der Miete neben Kaltmiete und Betriebskosten eingehoben und steigt je nach Gebäudealter kontinuierlich auf bis zu 2 EUR/m<sup>2</sup><sub>WF</sub> pro Monat an (EVB, 2018). Die Rücklage ist zweckgebunden. Als Resultat ist der gemeinnützige Wohnbau das Marktsegment mit der deutlich höchsten Renovierungsrate in Österreich.

### **Zu 2. Mangelnder Leidensdruck der Bewohner**

Die im Rahmen der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie durchgeführte Umfrage belegt, dass es keinen hohen Leidensdruck der Bewohner bezüglich der Wohnqualität oder der Energiekosten von Wohngebäuden in Luxemburg gibt.

- Feuchtebedingte Schimmelschäden werden selten thematisiert, obwohl sie wie in Kapitel 3.8.1 dargestellt, in statistisch nicht zu vernachlässigenden Anteilen der Wohngebäude vorkommen. Sie werden nur in wenigen Fällen als gesundheitlich bedenklich eingeschätzt.
- Angesichts des sehr niedrigen Energiepreisniveaus spielen die Energiekosten für den überwiegenden Teil der Bevölkerung keine große Rolle.
- Diese Haltung wird dadurch verstärkt, dass (im Gegensatz zum Kraftstoffverbrauch des eigenen PKW) der Energieverbrauch des eigenen Hauses/der eigenen Wohnung nicht bekannt ist und dass auch die Energiekosten in der Regel nicht bekannt sind. In der im Rahmen der Erstellung der Sanierungsstrategie durchgeführten repräsentativen Umfrage unter Haus- und Wohnungsbesitzern sowie Mietern gaben 56% an, dass sie über keinen Energiepass für ihr Gebäude/ihre Wohnung verfügen oder die Effizienzklasse ihres Gebäudes nicht kennen (ILRES, 2020)
- Auch hohe Verbräuche des eigenen Hauses werden als normal angesehen, da keine Vergleichswerte bekannt sind – siehe auch Punkt 10.

### **Zu 3. Kapazitätsengpässe in der Bauwirtschaft**

Angesichts der deutlichen Steigerungen der Bauleistung im Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden beziffert die Handwerkskammer den Arbeitskräftebedarf in der Branche auf etwa als 5.000 Personen. (PAPERJAM, 2019). Die Zahl beruht auf einer Studie der Handwerkskammer, an der 12% der

Handwerksfirmen teilnahmen. Insgesamt fehlen im Handwerk ca. 9.400 Arbeitskräfte. Die Zahl im Bauwesen dürfte noch steigen, wenn wie in Kapitel 2.4.2 dargestellt, der Bedarf an Neubau-Wohnungen weiter steigt.

Eine Steigerung der Sanierungsrate und -qualität würde einen weiteren Arbeitskräftebedarf generieren. Die folgende Abbildung verdeutlicht, welche Zusatzinvestitionen durch eine Steigerung der derzeitigen Renovierungsrate von etwa 0,7 Vollrenovierungs-Äquivalenten auf eine betriebswirtschaftlich optimale Renovierungsrate von 1,6% p.a. entstünden und wie vielen Arbeitskräften die entspräche.

Renovierungsrate Hülle (Vollrenovierungs-Äquivalente)	Anzahl umfassend zu sanierender Wohneinheiten	zu sanierende Gesamt-Wohnfläche	Investition bei Sanierung Mindestqualität	Investition bei Sanierung kostenoptimale Qualität	Arbeitsplätze bei Sanierung Mindestqualität	Arbeitsplätze bei Sanierung kostenoptimale Qualität
%	Wohneinheiten/Jahr	m2 WNF	EUR/a	EUR/a	EUR/a	EUR/a
0,4	1 000	129 000	47 730 000	69 660 000	430	627
0,6	1 500	193 500	71 595 000	104 490 000	644	940
<b>0,7</b>	<b>1 750</b>	<b>225 750</b>	<b>83 527 500</b>	<b>121 905 000</b>	<b>752</b>	<b>1 097</b>
0,8	2 000	258 000	95 460 000	139 320 000	859	1 254
1,0	2 500	322 500	119 325 000	174 150 000	1 074	1 567
1,2	3 000	387 000	143 190 000	208 980 000	1 289	1 881
1,4	3 500	451 500	167 055 000	243 810 000	1 503	2 194
<b>1,6</b>	<b>4 000</b>	<b>516 000</b>	<b>190 920 000</b>	<b>278 640 000</b>	<b>1 718</b>	<b>2 508</b>
1,8	4 500	580 500	214 785 000	313 470 000	1 933	2 821
2,0	5 000	645 000	238 650 000	348 300 000	2 148	3 135

Abbildung 47: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020)

Eine Steigerung der Sanierungsrate der Gebäudehülle von aktuell etwa 0,7 auf 1,6% p.a. (des Gesamtbestandes von derzeit etwa 250.000 Wohneinheiten) hieße, dass pro Jahr die Gebäudehüllen von 4.000 statt von 1.750 Wohneinheiten komplett renoviert würden. Dies entspräche einer Erhöhung der Investitionen von etwa 84 Mio. auf 279 Mio. EUR/a, wenn gleichzeitig auch die energetische Qualität der Renovierungen verbessert würde. Statt etwa 750 Arbeitskräften würden ca. 2.500 benötigt, der Mehrbedarf läge also bei etwa 1.750 Arbeitskräften.

Zusätzlich würden weitere Arbeitskräfte für die Erhöhung von Renovierungsrate und -qualität der Nicht-Wohngebäude sowie für die Erhöhung der Kesselaustauschrate und der Installation von Solarsystemen und Lüftungsanlagen benötigt.

Angesichts dieser Zahlen haben Maßnahmen zur Erhöhung der Attraktivität von Berufen in der Baubranche und solche zur Steigerung der Effektivität der Renovierungsprozesse – etwa durch stärkere Vorfertigung – hohe Priorität.

#### Zu 4. Sehr niedriges Energiepreinsniveau

Wie in Kapitel 3.5.1d zum Thema Energiearmut beschrieben, hat Luxemburg derzeit das in Relation zur Kaufkraft niedrigste Energiepreisniveau der EU. Auch hohe Energieverbräuche sind damit für einen Großteil der Bewohner ohne finanzielle Probleme tragbar. Die Energiekosten und damit der Energieverbrauch werden durch diesen Umstand von einem Großteil der Bevölkerung als nicht prioritär angesehen.

#### **Zu 5. Verwendung ungeeigneter Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung, besonders für Nicht-Wohngebäude**

Für langfristige Wirtschaftsgüter wie Immobilien sind Strategien gefragt, die die langfristige Wirtschaftlichkeit sicherstellen.

Aus diesem Grund ist die auch für Wohngebäude häufig angewandte pay-back-Methode zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit systematisch falsch.

Nach dieser Methode werden Maßnahmen priorisiert, mit denen das eingesetzte Kapital möglichst schnell durch Energieeinsparungen „zurückgewonnen“ wird. Die so ausgewählten Maßnahmen führen jedoch im Lebenszyklus (oder in einem für den Wohnbau angemessenen Betrachtungszeitraum von etwa 30 – 40 Jahren, bei Wärmeerzeugern von etwa 20 Jahren) nicht zu den niedrigsten Gesamtkosten.

Gerade in Zeiten niedriger Hypothekarzinsen führen Optimierungen nach der pay-back-Methode zu wirtschaftlichen Fehlentscheidungen und verhindern betriebs- und volkswirtschaftlich sowie ökologisch sinnvolle Maßnahmen.

Für den Immobiliensektor sinnvoll sind Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach der Kapitalwertmethode mit angemessenen Betrachtungszeiträumen (für den Wohnbau 30 bis 50 Jahre) und unter Berücksichtigung von Restwerten und Ersatzinvestitionen. Diese Methode ist auch in der EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) für die Kostenoptimalitätsstudien vorgegeben.

#### **Zu 6. Zu wenig ambitionierte Mindestanforderungen für Renovierungen von Einzelbauteilen und fehlende Anforderungen für umfassende Renovierungen**

Die Mindestanforderungen an die energetische Qualität von Einzelbauteilen wurden seit längerer Zeit (seit der Einführung von Energiepässen für Wohngebäude in 2007 und Nichtwohngebäude in 2010) nicht angepasst und entsprechen nicht dem kostenoptimalen Niveau. Wie die Szenarienstudie des Energieinstitut Vorarlberg zeigt, kann eine vollständige Dekarbonisierung des Wohngebäudesektors bis 2050 mit den bisherigen energetischen Mindestanforderungen auf keinen Fall gelingen (Ploss, 2017).

Anforderungen an den Heizwärmebedarf und den Primärenergiebedarf von umfassenden Sanierungen fehlen bislang.

### **Zu 7. Zu geringe Förderanreize für umfassende Sanierungen**

Da das Mindestanforderungsniveau bei Renovierungen von Einzelbauteilen wie unter Punkt 6 beschrieben knapp 15 Jahre nicht verschärft wurde und bislang keine Anforderungen an Heizwärmebedarf und Primärenergiebedarf umfassender Sanierungen gestellt werden, sind die untersten Stufen des Anforderungsniveaus des Förderprogramms PRIME House ebenfalls wenig ambitioniert. Würden die Mindestanforderungen erhöht, könnten die beiden untersten Stufen des Förderprogramms entfallen und die Fördermittel könnten auf die zwei höchsten Anforderungsniveaus konzentriert werden.

Zusätzlich sollte der Anreiz für umfassende Renovierungen, d.h. die Kombination möglichst vieler Einzelmaßnahmen an der Hülle in Kombination mit einer Umstellung des Wärmeerzeugers auf Erneuerbare durch hohe Boni - etwa in Abhängigkeit vom erreichten Heizwärmebedarf und Primärenergiebedarf - erhöht werden.

### **Zu 8. Unkenntnis über die Effizienzpotenziale des eigenen Gebäudes und über die langfristigen Effizienzziele des Staates**

Den meisten Eigentümern/Mietern von Wohnhäusern/Wohnungen ist das Effizienzpotenzial ihres Gebäudes ebenso wenig bekannt, wie die langfristigen Effizienzziele des Staates für den Gebäudesektor. Als Mittel zur Information über beide Aspekte sind Renovierungsfahrpläne (Stichwort BRP – „building renovation passport“) ein wichtiges Instrument. In diesen Renovierungsfahrplänen werden die in umfassenden Sanierungen (in einem oder mehreren Schritten) erreichbaren Einsparungen ermittelt und dargestellt. Dabei müsste das aus den Langfristzielen des Staates für den Gebäudesektor abgeleitete Effizienzziel in ein Effizienzziel für das untersuchte Gebäude „übersetzt“ werden.

Storyline für den Hausbesitzer: „Luxemburg möchte seinen Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels leisten. Dies bedeutet, dass der Gebäudesektor seinen Energiebedarf bis 2050 um x% reduzieren muss und dass alle Heizungen bis spätestens 2050 frei von fossilen Energieträgern sein müssen. Für Ihr Gebäude bedeutet dies unter Berücksichtigung des Gebäudetyps und der Wirtschaftlichkeit, dass der Energiebedarf um x% reduziert werden und das Heizsystem bei nächster Gelegenheit - d.h. beim nächsten Kesseltausch - auf erneuerbare Energien umgestellt werden sollte. Der Staat wird bei der Erreichung der Ziele durch

Subventionen für Effizienzmaßnahmen, die Umstellung auf Erneuerbare und ggf. für die Nutzung aktiver Solaranlagen helfen.“

### **Zu 9. Fehlende bzw. nicht zielgruppengerecht kommunizierte positive Beispiele**

Wie unter Punkt 2 dargestellt, werden auch objektiv betrachtet hohe Energieverbräuche des eigenen Gebäudes in vielen Fällen als nicht problematisch angesehen. Neben dem niedrigen Energiepreinsniveau ist ein Grund für diese Haltung die Unkenntnis der weit geringeren Energieverbräuche und –kosten von Gebäuden, die in einem sehr hohen Energieniveau renoviert wurden.

Erst der Vergleich verdeutlicht die schlechte energetische Qualität des eigenen Gebäudes.

Zielführend wäre eine für verschiedene Zielgruppen aufbereitete, einfache Darstellung der Vorteile hochwertiger Gebäudesanierungen an Beispielen aus Luxemburg und dem Ausland. Dabei sollten nicht nur die Aspekte der Energieeinsparung und des Klimaschutzes, sondern auch und vor allem die gesteigerte thermische Qualität, verbesserter Komfort, die Bauschadensfreiheit und die Versorgungssicherheit (Unabhängigkeit von Energieimporten aus politisch instabilen Ländern) thematisiert werden.

### **Zu 10. Förderprogramme wenig bekannt / zu komplizierte Gestaltung der Förderprozeduren**

Die Auswertung der TNS ILRES-Umfrage zeigt, dass der Hauptgrund, keine staatlichen Förderungen in Anspruch zu nehmen, darin lag, dass die Förderprogramme nicht bekannt waren. 35% der Befragten, die Renovierungsmaßnahmen durchführten und keine Subventionen in Anspruch nahmen, gaben an, die staatlichen Förderprogramme nicht gekannt zu haben, 47% kannten die Programme der Energieversorger nicht. Weitere 9% gaben als Grund für die Nicht-Inanspruchnahme an, dass das Prozedere zur Erlangung der Subventionen zu kompliziert sei.

### **Leitlinien, Strategie und Maßnahmen Wohnbau**

Aus den dargestellten Haupthemmnissen wurden im Strategieprozess zur Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie die folgenden Leitlinien als Grundlage für die Definition von Umsetzungsmaßnahmen abgeleitet:

1. Priorität auf hocheffiziente Renovierung
2. Finanzierbarkeit energetischer Renovierungsmaßnahmen
3. Abstimmung der Ziele der Energiepolitik und des Denkmalschutzes
4. Berücksichtigung von Aspekten des nachhaltigen Bauens und der Kreislaufwirtschaft.

Die Leitlinien beschreiben die langfristige Ausrichtung der Gebäuderenovierungsstrategie und versuchen einen Umsetzungsrahmen für die jeweils zuständigen bzw. einzubindenden Akteure vorzugeben. Die Leitlinien sollen durch eine verstärkte Kommunikation dem Bau- und Immobiliensektor vermittelt werden.

### **Zu 1. Priorität auf hocheffiziente Renovierung**

Laut EED (Energy Efficiency Directive) wird der Begriff „umfassende Renovierung“ folgendermaßen definiert: „[...] kostenwirksame größere Renovierungen [...], die eine Modernisierung bewirken, in deren Folge sowohl der Verbrauch an gelieferter Energie als auch der Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes im Vergleich zum Verbrauch vor der Renovierungsmaßnahme erheblich abnimmt und infolgedessen eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz erreicht wird.“ Nach Empfehlung EU 2019/786 können Renovierungen, die zu erheblichen Effizienzverbesserungen führen (typischerweise um mehr als 60%), als umfassende Renovierungen angesehen werden (EU, 2019).

Aufgrund der Ergebnisse der Workshops sowie der TNS ILRES Umfragen wurde die Zielstellung der „umfassenden Renovierung“ für den luxemburgischen Kontext im Hinblick auf den sogenannten „Lock-in-Effekt“ weiter spezifiziert.

Demnach wird die Steigerung der Effizienz von energetischen Renovierungen gegenüber der Steigerung der Anzahl an mit geringen Dämmstärken renovierten Wohngebäuden zukünftig als prioritär gesehen.

Diese Leitlinie entspricht einer Umsetzung des EU-Grundsatzes „efficiency first“ für den Bereich der Gebäuderenovierung und ist auch im NECP 2019 verankert.

Die Effizienzsteigerung soll sowohl bei Einzelmaßnahmen als auch bei umfassenden Renovierungen durch hocheffiziente Dämmung erreicht werden. Energetische Renovierungen mit geringen Dämmstärken sind in wirtschaftlicher und energetischer Hinsicht nachteilig: sie sind vergleichsweise teuer und erzielen vergleichsweise geringe Einspareffekte.

Das Einsparpotential eines Gebäudes wird durch eine Renovierung geringer Qualität nicht ausgeschöpft und darüber hinaus auf die Dauer des Erneuerungszyklus (30-50 Jahre) blockiert. Dieser „Lock-in-Effekt“ ist kontraproduktiv, da er langfristig die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand behindert.

Darüber hinaus sind hocheffiziente Renovierungen für den Eigentümer die kostenoptimale Lösung. Die luxemburgische Kostenoptimalitätsstudie zeigt, dass die Gesamtkosten (also die Kosten für Investition, Wartung und Energie) von Renovierungen für Gebäude der Effizienzklassen A bis E fast gleichhoch sind (siehe Kapitel 3.3). Hocheffiziente Renovierungen der Klassen A und B können schon mit relativ geringen Förderanreizen wirtschaftlich durchgeführt werden. Wie Wirtschaftlichkeitsanalysen zeigen, sind

energetische Renovierungsmaßnahmen besonders dann wirtschaftlich, wenn sie mit ohnehin anstehenden sonstigen Renovierungsmaßnahmen (Putzerneuerung, ohnehin notwendiger Fensteraustausch, ...) kombiniert werden.

Für die Umsetzung dieser Leitlinie ist eine regelmäßige Auswertung der Förderprogramme und der geplanten neuen Investitionshilfen erforderlich, um diese kontinuierlich weiterentwickeln zu können.

## **Zu 2. Finanzierbarkeit energetischer Renovierungsmaßnahmen**

Aus den im Rahmen der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie 2016 und 2017 durchgeführten Workshops und der oben zusammengefassten Analyse der Hemmnisse für die Durchführung hocheffizienter, umfassender Renovierungen geht hervor, dass nach Ansicht der Eigentümer die Renovierungskosten das größte Hemmnis für hocheffiziente Renovierungen darstellen.

Die Verbesserung der Finanzierbarkeit von energetischen Renovierungsmaßnahmen verfolgt zwei Ziele: einerseits soll die Anzahl an hocheffizienten Renovierungen erhöht werden, andererseits soll der Entwicklung einer energetischen „Segregation“ sowie dem Verschuldungsrisiko entgegengewirkt werden, wonach sich einkommensschwache Haushalte hocheffiziente energetische Renovierungen nicht leisten können (siehe auch Kapitel 3.5.1d zum Thema Energiearmut).

Die Luxemburger Regierung hat bereits erste Schritte zur Verbesserung der Finanzierbarkeit von Renovierungsmaßnahmen eingeleitet. Die seit 2017 bestehende Klimabank stellt Hauseigentümern ein Mittel zur Vorfinanzierung energetischer Renovierungsvorhaben zur Verfügung. Vor allem einkommensschwache Haushalte können mit dem „Klimaprêt à taux zéro“ von einem effizienten Mittel für energetische Renovierungsvorhaben profitieren. Die aktuellsten Zahlen zeigen allerdings, dass nur sehr wenige Anfragen bis jetzt (01.2017-01.2020) eingereicht wurden (nur 20 Anfragen). Gleichzeitig wird das bestehende Förderprogramm PRIME House verstärkt, um hocheffiziente Renovierungen zu fördern – konkrete Schritte sind in der laufenden Überarbeitung vorgesehen, die 2021 umgesetzt werden soll. Darüber hinaus werden die Aspekte des nachhaltigen Bauens sowie der Kreislaufwirtschaft und gesundheitliche Aspekte aus dem LENOZ-System (Lëtzebuerger Nohaltegkéetszertifizéierung) mit dem Förderprogramm PRIME House kombiniert und weiter verstärkt.

Neben staatlichen Finanzhilfen spielt die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Renovierungsmaßnahmen eine wichtige Rolle. Hocheffiziente Renovierungen sind kostenoptimal und daher über den gesamten Nutzungszeitraum rentabel. Aber auch die Kopplung der Arbeiten an ohnehin notwendige Instandhaltungsarbeiten spielt bei der Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Arbeiten eine wichtige Rolle.

Kostensenkungen von Renovierungsmaßnahmen verbessern deren Wirtschaftlichkeit nachhaltig. In Zusammenarbeit mit dem Bausektor könnten Standardlösungen für die häufigsten Maßnahmen ausgearbeitet werden, um die Renovierungsarbeiten rationaler und damit günstiger zu gestalten. Maßnahmen zur Rationalisierung und zur Vorfertigung wären außerdem geeignet, dazu beizutragen, den zukünftigen Mangel an Fachkräften in der Baubranche zu begrenzen.

Zur stetigen Verbesserung der Förderprogramme und Finanzhilfen soll ein Monitoring durchgeführt werden, so dass die zur Verfügung stehenden Finanzmittel effektiv eingesetzt werden.

### **Zu 3. Abstimmung der Ziele der Energiepolitik und des Denkmalschutzes**

Gerade in einem Land mit schnell wachsender Bevölkerung und hohen Neubau- und Abrissraten wie Luxemburg spielt die Bewahrung des baukulturellen Erbes eine große Rolle.

Während des Weiterentwicklungsprozesses der Gebäuderenovierungsstrategie wurde hingegen der Bedarf identifiziert, die Ziele der Energiepolitik und des Denkmalschutzes besser miteinander abzustimmen. Einerseits ist die Luxemburger Regierung durch eine EU-Richtlinie dazu verpflichtet, die Gebäuderenovierungsstrategie und die darin gesetzten Ziele flächendeckend umzusetzen. Andererseits fördert der Schutz des baukulturellen Erbes den Erhalt einer kulturellen Identität, deren Zerstörung gesellschaftlich als problematisch angesehen werden könnte und sich somit zu einer nicht zu vernachlässigenden Herausforderung bei der Umsetzung der Gebäuderenovierungsstrategie entwickeln könnte.

Bezüglich einer Annäherung in der Verfolgung dieser beiden Zielstellungen wurden im Rahmen der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie Punkte identifiziert, bei denen prioritär weiterer Abstimmungsbedarf besteht.

Die Abstimmung beider Ziele anhand von gemeinsamen Richtlinien betreffend denkmalgerechte energetische Renovierungen soll vor allem eine bessere Koordination auf staatlicher Ebene ermöglichen. Vorhandene Einsparpotenziale bei der Renovierung baukulturell wertvoller und denkmalgeschützter Gebäude sollten auch in der Zukunft weiterhin projektspezifisch ermittelt und - wo gestalterisch und wirtschaftlich umsetzbar - ausgeschöpft werden.

### **Zu 4. Berücksichtigung von Aspekten des nachhaltigen Bauens und der Kreislaufwirtschaft**

Einer der Kritikpunkte an der energetischen Gebäuderenovierung ist die Tatsache, dass bislang meist nur deren Auswirkung auf den Betriebsenergiebedarf bewertet wurde und andere Aspekte wie Herstellungsenergieaufwand und Umweltauswirkungen der eingesetzten Dämmstoffe unberücksichtigt

blieben. Da in den vergangenen Jahren wissenschaftlich fundierte und gut anwendbare Methoden zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt wurden, sollen diese zukünftig verstärkt zur Bewertung von (energetischen) Renovierungsmaßnahmen eingesetzt werden.

Somit sollen Renovierungsmaßnahmen ganzheitlicher und damit ressourcenschonender verstanden und in der Folge nachhaltiger gestaltet werden. Dies soll sowohl für den energieeffizienten Wohnungsneubau als auch für Renovierungsmaßnahmen im Bestand gelten. Hierbei soll ein besonderes Augenmerk auf die Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen sowie die Wiederverwertung von Baumaterialien gelegt werden. Die derzeit in Arbeit befindliche Neuauflage des staatlichen Förderprogramms PRIME House in Verbindung mit der LENOZ-Zertifizierung (Lëtzebuurger Nohaltegkéetszertifizéierung) stellen einen weiteren Schritt in diese Richtung dar. Neben anderen Nachhaltigkeitsaspekten wird die Demontierbarkeit von Baumaterialien als Voraussetzung der Kreislaufwirtschaft seit 2017 gefördert.

Daneben finden vor allem in Bezug auf die Kreislaufwirtschaft mit der TIR-Studie („Third Industrial Revolution Study“) sowie den Aktivitäten des CNC-D und des EcoInnovation-Clusters bereits parallellaufende Prozesse und Entwicklungen in Luxemburg statt. Im Rahmen dieser Leitlinie soll besonders auf diese Prozesse verwiesen werden, in deren Rahmen die (energetische) Gebäuderenovierung als wichtiges Applikationsfeld identifiziert wurde. Für die Umsetzung der Leitlinie sollen die in diesen Prozessen ausgearbeiteten Schlussfolgerungen und Empfehlungen für den Kontext der Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie analysiert und als Umsetzungsmaßnahmen in die Gebäude-renovierungsstrategie mit aufgenommen werden.

### **Maßnahmen – Wohngebäude**

Auf Basis der Leitlinien und der im NECP beschriebenen sektoralen Ziele (NECP, 2020), der Ergebnisse der bottom-up Studie zur Entwicklung des Endenergiebedarfs des Wohngebäudeparks (Ploss, 2017) sowie der Ergebnisse der Kostenoptimalitätsstudie (KostOpti, 2019) wurden im Zuge der Erstellung der LTRS die in der folgenden Tabelle dargestellten Maßnahmen abgeleitet. Die Maßnahmen sind nach den folgenden Kategorien gegliedert:

- Ordnungsrecht
- Steuerrecht
- Förderung und Finanzierung
- Beratung
- Weiterbildung

- Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit
- Forschung und Modellvorhaben

Die Ziele verstehen sich vor dem Hintergrund der folgenden Annahmen und Randbedingungen:

<b>Annahmen und Randbedingungen</b>		2020	2 030	2040	2050
Bevölkerung (Q 10)	Personen Haupt- und Nebenwohnsitz	632 500	785 000	983 000	1 051 000
Wohneinheiten (Q 10)	Anzahl	275 000	349 000	424 000	489 000
Wohneinheiten Baujahr vor 1991 (Bezugsgröße für NECP (Q 10))	Anzahl	150 000	150 000	150 000	150 000
Wohneinheiten bis 2010 (Vergleichsgröße Szenarien EIV, (Q 6))	Anzahl	211 600	201 020	190 969	181 421
Gesamt-Wohnfläche (Q 10)	m <sup>2</sup>	34 150 000	42 900 000	51 600 000	58 900 000
mittlere Wohnfläche/WE (Q 10)	m <sup>2</sup>	124	123	122	120

Abbildung 48: Annahmen und Randbedingungen zur Entwicklung des Wohngebäudeparks (Ploss, 2017), (NECP, 2020)

Standardisierte Beschreibungen von zwei Maßnahmen finden sich exemplarisch im Anhang. Einzelne, bestimmten Teilsegmenten zugeordnete Maßnahmen sind auch in den entsprechenden Kapiteln dieses Dokuments tabellarisch aufgeführt.

#### **Maßnahmenliste Wohngebäude**

##### **Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Wohngebäude (inkl. Neubau):**

Verringerung Endenergiebedarf gemäß Zielszenario Paris Art. 2.1a lt. NECP Luxemburg, 2019 (NECP, 2020):

von 6.438 GWh/a (2020) über 4.611 GWh/a (2030), 3.551 GWh/a (2040) auf 2.715 GWh/a (2050)

Dies entspricht einer Reduktion von 28% (2030), 45% (2040) bzw. 58% (2050) im Vergleich zum Wert von 2020.

Verringerung THG-Emissionen gemäß Zielszenario Paris Art. 2.1a lt. NECP Luxemburg, 2019:

62% (2030) bzw. 96% (2040), jeweils im Vergleich zum Status Quo

##### **Unterziele:**

Sanierungsrate Gebäudehülle (gemäß Annahmen NECP (NECP, 2020)): 3% p.a. der Anzahl der

Wohneinheiten mit Baujahr vor 1991, entsprechend ca. 4.500 Wohneinheiten p.a.

(Vollsanierungsäquivalente)

Renovierungsrate Gebäudehülle (gemäß Annahmen Szenarienstudie EIV (Ploss, 2017): ca. 1,6% der

Anzahl aller Wohneinheiten, deren Gebäudehülle die mittlere technische Lebensdauer erreicht hat,

entsprechend 4.400 bis 7.800 Wohneinheiten p.a. (Vollsanierungsäquivalente, Anzahl der zu

sanierenden Wohneinheiten nimmt wegen Berücksichtigung auch der Baujahre nach 1990 trotz

Berücksichtigung des Abrisses zu)

Sanierungsqualität: Effizienzklasse A/A bis B/B, mittlere Renovierungstiefe gemäß NECP ca. 72%

Kesselaustauschrate: ca. 5% p.a. (bezogen auf die Gesamtfläche der betroffenen Wohngebäude)

Abbildung 49: Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Wohngebäude und Unterziele (Ploss, 2017), (NECP, 2020)

Ordnungsrecht		Umsetzungs- stadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		
R1	Einführung strengerer Mindestanforderungen für Einzelbauteile ab 2023 (LuxEeB-RGD 2021)	In Vorbereitung (2021)	2030
R2	Kontrolle der Einhaltung der Anforderungen bei Renovierungsarbeiten (Energiepasskontrolle) (Überarbeitung bestehendes Kontrollsystem)	In Vorbereitung (2021)	2030
R3	Anzeigepflicht (Energiepasspflicht) für Renovierungsmaßnahmen an der Hülle und an Wärmeversorgung (auch Einzelmaßnahmen) (Programm zur Umsetzung der bestehenden Bestimmungen)	umgesetzt	2030
R4	Building Renovation Passport - Renovierungsfahrplan (verpflichtender Renovierungsfahrplan zur bewussten Sensibilisierung auf komplette Renovierungen in ausreichender Tiefe („deep renovation“))	Idee	2030
R5	Verpflichtung zur Bildung von Renovierungsrücklagen für Eigentums- und Mietwohnungen (Vorbild EVB Österreich)	In Planung	2030
R6	Quoren für Mehrheitsentscheidungen bezüglich energetischer Renovierungsmaßnahmen in Mehrfamilienhäusern mit verschiedenen Besitzern („copropriétés“) senken	In Planung	2030
R7	Ausbaustopp Gasnetz für Wohngebiete (evtl. unter Ausnahme für Nachverdichtung in bestehenden Netzen) ab 2020	umgesetzt	2030
R8	Einführung einer Renovierungspflicht im Falle wo die Fördermaßnahmen keine ausreichenden Ergebnisse bringen	Idee	2050

Steuerrecht		Umsetzungs- stadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		

S1	Schrittweise Einführung einer CO <sub>2</sub> -Bepreisung ab 2021 (2021: 20 EUR/to; 2022: 25 EUR/to; 2023:30 EUR/to)	Umsetzung ab Januar 2021	2030
S2	Harmonisierung des reduzierten Mehrwertsteuersatzes auf 3% für energetische Renovierungen mit den Anforderungen der PRIME House	in Planung	2030

Förderung und Finanzierung		Umsetzungsstadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		
F1	Überarbeitung PRIME House: Förderung von Einzelmaßnahmen für Gebäudehüllenteile (starke Progression für beste Qualitäten) (in Kombination mit einer Verschärfung der Mindesteffizienzstandards ab 2023)	In Vorbereitung (2021)	2030
F2	Zinsloser Kredit („Klimaprêt à taux zéro“) für Renovierungen für einkommensschwache Haushalte im Rahmen der PRIME House wird ausgebaut auf alle Haushalte	In Vorbereitung (2021)	2030
F3	Zugang zum Förderprogramm PRIME House durch zertifizierte Handwerker bei Einzelmaßnahme; Bonusförderung für Gesamtrenovierung nur bei Beratung durch zertifizierten Energieberater; deutliche Erhöhung der Förderung für Beratungskosten	In Vorbereitung (2021)	2030
F4	Förderung Energieeffizienz in denkmalgeschützten Gebäuden	In Planung	2030
F4	Förderung in Kombination mit Umstieg auf erneuerbare Energieträger	umgesetzt	2030

Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit		Umsetzungsstadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		
S1	Weiterentwicklung der bestehenden App „myrenovation“	kontinuierlich	2030

Forschung und Modellvorhaben		Umsetzungsstadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		

Fo1	Modellvorhaben zur Vorfertigung von Renovierungselementen zur Verkürzung der Renovierungsdauer und als Gegenmaßnahme zum Arbeitskräftemangel; Zusammenarbeit mit Ausland	In Planung	2030
Fo2	Modellvorhaben zur Sanierung von Siedlungen in energetisch schlechtem Niveau und mit fossilen Heizsystemen; Erprobung der Finanzierung durch Einsparcontracting; Öffnung der PRIME House-Förderung für Maßnahmen von Kontraktoren; evtl. stärkere Anrechnung der CO <sub>2</sub> -Einsparung bei Renovierungen durch Energieversorger; in Kombination mit strengen energetischen Vorgaben durch Förderprogramm PRIME House	In Planung	2030

Abbildung 50: Maßnahmentabelle Wohngebäude

### 3.4.2. Nicht-Wohngebäude

Obwohl der Anteil der Nichtwohngebäude an der Gesamtfläche des Gesamt-Gebäudebestandes etwa 24 - 29% (eigene Abschätzung) bzw. 33,5% (Abschätzung EU-Statistiken) beträgt und ihr Anteil am Endenergiebedarf des Gesamt-Gebäudebedarfs in der Größenordnung von 40% liegen dürfte (siehe Kapitel 3.2.8), wurde dieser Teil des Bestandes bislang weit weniger genau analysiert. Entsprechend steht auch die Entwicklung von Strategien zur Erhöhung der Anzahl kosteneffizienter, umfassender Renovierungen in Luxemburg wie in vielen anderen EU-Staaten erst am Anfang.

Es wird vorgeschlagen, die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen entsprechend der für Wohngebäude erarbeiteten Leitlinien durchzuführen.

Diese lauten:

1. Priorität auf hocheffiziente Renovierung
2. Finanzierbarkeit energetischer Renovierungsmaßnahmen
3. Abstimmung der Ziele der Energiepolitik und des Denkmalschutzes
4. Berücksichtigung von Aspekten des nachhaltigen Bauens und der Kreislaufwirtschaft.

Die Leitlinien beschreiben die langfristige Ausrichtung der Gebäuderenovierungsstrategie und versuchen einen Umsetzungsrahmen für die jeweils zuständigen bzw. einzubindenden Akteure vorzugeben. Die Leitlinien sollen durch eine verstärkte Kommunikation dem Bau- und Immobiliensektor vermittelt werden.

Die detaillierte Ausarbeitung einer Strategie und von Umsetzungsmaßnahmen für den Sektor der Nichtwohngebäude auf der Grundlage der LTRS soll in den Jahren 2020 bis 2023 erfolgen. Während erste Maßnahmen schon ab 2021 umgesetzt werden können, sollen weitere Umsetzungsmaßnahmen – möglichst frühzeitig angekündigt – 2024 in Kraft treten.

Wichtige Bestandteile bei der Erarbeitung der Gesamtstrategie sind die folgenden Elemente:

- 2021: Ankündigung der Einführung von Renovierungsverpflichtungen für einzelne Kategorien des Nichtwohngebäudesektors, die ab 2024 in Kraft treten und innerhalb eines ausreichend bemessenen Umsetzungszeitraums – z.B. bis 2040 – umgesetzt werden müssen. Eine ähnliche Strategie verfolgt die Niederlande seit einigen Jahren.
- 2020: Definition eines Modellvorhabens zur kosteneffizienten und klimaschutzzielkompatibler Renovierung von Bürogebäuden; zentrale wissenschaftliche Begleitung, Festlegung der Förderbedingungen und Auswahl der Projekte; Projektlaufzeit: 2021 bis 2024
- 2021: Status-Quo-Analyse des gesamten Bestandes an Nicht-Wohngebäuden (z.B. über IWU, analog zur Studie in Deutschland)
- 2021: Inkrafttreten des neuen RGD für den Neubau von Nichtwohngebäuden mit deutlich verschärften Anforderungen (insbesondere bezüglich Wärmeschutzes)
- 2021: bottom-up Szenarien-Studie zur Entwicklung des Endenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nicht-Wohngebäude analog zur Studie des Energieinstitut Vorarlberg für Wohngebäude (EIV/IWU)
- 2022: erweiterte Kostenoptimalitätsstudie für verschiedene Kategorien von Nicht-Wohngebäuden (Rechenverfahren und Vorgehen gemäß Vorgaben EPBD) (Goblet Lavandier)
- 2022: Justierung des Ambitionslevels für Renovierung und etwaige Renovierungsverpflichtungen für einzelne Kategorien der Nichtwohngebäude; Festlegung des Geltungsbereichs, des zeitlichen Rahmens und der Ausnahmen, Festlegung begleitender Förderprogramme
- 2024: Inkrafttreten eines RGD für Renovierungen von Nichtwohngebäuden und etwaiger Renovierungsverpflichtungen mit Zieljahr 2040 (bis zum Jahr 2040 sollen alle Bürogebäude, die unter die Renovierungsverpflichtung fallen, klimaschutzkompatibel renoviert sein).

Die folgende Abbildung veranschaulicht die zeitlichen Abläufe der wichtigsten Maßnahmen bei der Erarbeitung der Renovierungsstrategie für die Nicht-Wohngebäude.

Maßnahme / Schritt	Zeitplan Umsetzung																				
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Ankündigung Renovierungsverpflichtungen ab 2024																					
Ankündigung Modellvorhaben Renovierung 5 Bürogebäude																					
Durchführung Modellvorhaben Renovierung 5 Bürogebäude																					
Status Quo Analyse Bestand NiWo analog Studie IWU für D																					
neues RGD für NiWo Neubau																					
Ankündigung Förderprogramm Renovierung NiWo ab 2022																					
Förderprogramm Renovierung NiWo																					
Verpflichtender Renovierungsfahrplan ab 2023																					
Ankündigung neues RGD Renovierung für 2024																					
Szenarienstudie Nichtwohngebäude																					
erweiterte Kostenoptimalitätsstudie (für mehr Kategorien NiWo)																					
Justierung Anforderungen FGD Renovierung und Renovierungsverpflichtung 2024																					
Inkrafttreten RGD Renovierung NiWo																					
Inkrafttreten Renovierungsverpflichtung NiWo mit Zieljahr 2040																					
Renovierung aller NiWo, für die keine Ausnahmen bestehen																					

Abbildung 51: möglicher zeitlicher Ablauf der wichtigsten Maßnahmen zur Erarbeitung der Renovierungsstrategie für Nicht-Wohngebäude und Wirkungszeitraum der Maßnahmen

### Maßnahmen – Nicht-Wohngebäude

Auf Basis der Leitlinien und der im NECP beschriebenen sektoralen Ziele wurden im Zuge der Erstellung der LTRS die in der folgenden Tabelle dargestellten Maßnahmen abgeleitet.

Die Maßnahmen sind wie für den Wohnbau nach den folgenden Kategorien gegliedert:

- Ordnungsrecht
- Steuerrecht
- Förderung und Finanzierung
- Beratung
- Weiterbildung
- Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit
- Forschung und Modellvorhaben

Bei der Interpretation ist zu beachten, dass die Maßnahmenvorschläge für den Bereich der Nichtwohngebäude aufgrund der weniger detaillierten Datenlage zum Bestand nur als erste Vorschläge zu verstehen sind, während die Vorschläge für den Wohnbau schon weiter ausgearbeitet werden konnten.

Standardisierte Beschreibungen von zwei Maßnahmen finden sich exemplarisch im Anhang. Einzelne, bestimmten Teilsegmenten zugeordnete Maßnahmen sind auch in den entsprechenden Kapiteln dieses Dokuments tabellarisch aufgeführt.

**Maßnahmenliste Nichtwohngebäude (inkl. öffentlicher Gebäude)**

**Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Nichtwohngebäude (inkl. Neubau):**

Verringerung Endenergiebedarf von 4.046 GWh/a (Zielwert für 2020) über 3.205 GWh/a (2030), 2.883 GWh/a (2040) auf 2.557 GWh/a (2050) – (Werte NECP für Zielszenario Paris) (NECP, 2020)  
 Zu beachten ist, dass der Zielwert von 4.046 GWh/a für 2020 nach dem derzeitigen Stand der Entwicklung deutlich verfehlt werden wird. Die im NECP genannten Zielwerte für 2030, 2040 und 2050 gemäß Zielszenario Paris Art. 2.1a sind daher als sehr ambitioniert einzuschätzen.

**Unterziele:**  
 Sanierungsrate Gebäudehülle: 3% p.a. der Nutzfläche in Summe aller Nicht-Wohngebäude (Zielwert lt. NECP) (Vollsanierungsäquivalente). Bei etwa 14 Mio. m<sup>2</sup> Nutzfläche entspricht dies einer zu renovierenden Fläche von etwa 420.000 m<sup>2</sup> p.a.  
 Sanierungsqualität: Effizienzklasse A/A bis B/B  
 Kesselaustauschrate: ca. 5% p.a. (bezogen auf die Gesamtfläche der betroffenen Nutzgebäude)

Abbildung 52: Übergeordnete Ziele Gesamtbestand Nichtwohngebäude und Unterziele (NECP, 2020)

Ordnungsrecht		Umsetzungs- stadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		
R1-N	Einführung strengerer Mindestanforderungen für Einzelbauteile ab 2021 (LuxEeB-RGD 2021 zur Energieeffizienz von NWG)	In Vorbereitung (2021)	2030
R2-N	Kontrolle der Einhaltung der Anforderungen bei Renovierungsarbeiten (Energiepasskontrolle) (Überarbeitung bestehendes Kontrollsystem)	In Vorbereitung (2021)	2030
R3-N	PV-Gebot auf allen öffentlichen Gebäuden bis 2030 (Ausnahme Denkmalschutz)	In Planung	2030
R4-N	PV-Gebot auf Dächern sonstiger Nichtwohngebäude bei Sanierung (Ausnahme Denkmalschutz, starke Verschattung) ab 2024	In Planung	2030
R5-N	Kopplung "Kategorie B" Stromtarif („fonds de compensation“) an Energieeffizienzmaßnahmen (derzeit keine Bedingung, Kategorie B wenn Jahresverbrauch > 25 MWh)	Idee	2030

Steuerrecht		Umsetzungs- stadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.			

S1-N	Schrittweise Einführung CO <sub>2</sub> -Bepreisung ab 2021 (2021: 20 EUR/to; 2022: 25 EUR/to; 2023: 30 EUR/to)	In Vorbereitung (2021)	2030
S2-N	Harmonisierung des reduzierten Mehrwertsteuersatz auf 3% für hochwertige energetische Renovierungen	In Planung	2030

Förderung / Finanzierung		Umsetzungs- stadium	Zeitachse
Nr.	Beschreibung		
F1-N	Einführung eines De-risking Tools in Kombination mit Einsparcontracting für Energieeffizienzmaßnahmen	In Planung	2030
F2-N	Anpassung Fördersystem für Nichtwohngebäude* an neues Règlement (neue Mindestanforderungen Wärmeschutz für Einzelbauteile ab 2021)	In Planung	2030

\* Förderungen für Nichtwohngebäude über das Wirtschaftsministerium („Loi du 15 décembre 2017 relative à un RÉGIME D’AIDES À LA PROTECTION DE L’ENVIRONNEMENT (Ministère de l’Economie), Art. 7 - AIDES A L’INVESTISSEMENT EN FAVEUR DES PROJETS PROMOUVANT L’EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS“)

Weiterbildung		Umsetzungs- stadium	Zeitachse
Nr.	Beschreibung		
W1-N	Weiterbildung zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung von Sanierungen in Nichtwohngebäuden	Idee	2030
W2-N	Weiterbildung Reduktion des Kühlenergiebedarfs im zukünftigen Klima	Idee	2030

Forschung / Modellvorhaben		Umsetzungs- stadium	Zeitachse Auswirkung
Nr.	Beschreibung		
FO1-N	Modellvorhaben zur hocheffizienten und wirtschaftlichen Renovierung von Nicht-Wohngebäuden	In Planung	2030

FO2-N	Modellvorhaben zur Vorfertigung von Renovierungselementen als Gegenmaßnahme zum Arbeitskräftemangel; Zusammenarbeit mit Ausland	In Planung	2030
-------	---	------------	------

Abbildung 53: Maßnahmentabelle Nichtwohngebäude inkl. öffentliche Gebäude

### 3.5. Überblick über Strategien und Maßnahmen, die auf die Segmente des Gebäudebestandes mit der schlechtesten Leistung ausgerichtet sind (Art. 2a, (1), d)

Nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe d der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden muss jede langfristige Renovierungsstrategie „einen Überblick über die Strategien und Maßnahmen [umfassen], die auf die Segmente des nationalen Gebäudebestands mit der schlechtesten Leistung, divergierende Anreize und Fälle von Marktversagen ausgerichtet sind, sowie eine Darstellung der einschlägigen nationalen Maßnahmen, die zur Verringerung der Energiearmut beitragen“. Dies ist eine neue Komponente, die in Artikel 4 der Richtlinie zur Energieeffizienz nicht enthalten war. Die langfristigen Renovierungsstrategien der Mitgliedstaaten müssen nun einen Überblick über politische Strategien und Maßnahmen enthalten, die auf die folgenden Aspekte ausgerichtet sind: a) die Segmente des nationalen Gebäudebestands mit der schlechtesten Leistung, b) divergierende Anreize; (12) c) Fälle von Marktversagen und d) die Verringerung der Energiearmut.

Der Überblick sollte mindestens eine kurze Beschreibung der einzelnen Strategien und Maßnahmen, ihres Anwendungsbereichs und ihrer Laufzeit, der zugewiesenen Mittel und der erwarteten Auswirkungen beinhalten. Die Mitgliedstaaten müssen die Segmente des nationalen Gebäudebestands mit der schlechtesten Leistung ermitteln, indem sie beispielsweise: a) einen bestimmten Grenzwert, wie eine Kategorie der Gesamtenergieeffizienz (z. B. schlechter als „D“) festlegen, b) einen Primärenergieverbrauchswert (ausgedrückt in kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr) verwenden oder sogar c) sich auf Gebäude konzentrieren, die vor einem bestimmten Datum (z. B. vor 1980) gebaut wurden. Im Zusammenhang mit „divergierenden Anreizen“ werden die Mitgliedstaaten angeregt, den Bericht der Gemeinsamen Forschungsstelle *Overcoming the split-incentive barrier in the building sector* (13) („Überwindung der Barriere divergierender Anreize im Immobiliensektor“) aus dem Jahr 2014 zu konsultieren. Der Begriff „Marktversagen“ bezeichnet eine Reihe von Problemen, die den Umbau des Gebäudebestands und die Erschließung des Potenzials kosteneffizienter Energieeinsparungen tendenziell verzögern. Dazu zählen beispielsweise: a) mangelnde Kenntnis des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen, b) eingeschränkte Renovierungs- und Bautätigkeiten nach einer Krise, c) fehlende attraktive Finanzierungsprodukte, d) eingeschränkte Informationen über den Gebäudebestand und e) die eingeschränkte Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien. (14) Die Berücksichtigung der „Energiearmut“ in der geänderten Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist nicht neu. In der Richtlinie zur Energieeffizienz ist von „Energiearmut“ (Artikel 7 und Erwägungsgrund 53 der Richtlinie zur Energieeffizienz) und „Brennstoffarmut“ (Erwägungsgrund 49 derselben Richtlinie) die Rede. Energiearmut ist auf das Zusammenwirken niedriger Einkommen, hoher Energieausgaben und einer schlechten Gesamtenergieeffizienz von Wohngebäuden zurückzuführen; wirksame Maßnahmen zur Verringerung der Energiearmut sollten daher neben sozialpolitischen Maßnahmen auch Energieeffizienzmaßnahmen umfassen. Während die Energiearmut in den langfristigen Renovierungsstrategien mehrerer Mitgliedstaaten bereits thematisiert wird, ist in der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nun vorgeschrieben, dass die langfristigen Renovierungsstrategien eine „Darstellung der einschlägigen nationalen Maßnahmen, die zur Verringerung der Energiearmut beitragen“, enthalten müssen. (15) Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe d der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht in Verbindung mit dem Erwägungsgrund 11 der Richtlinie (EU) 2018/844 eine ausreichende Flexibilität für die Mitgliedstaaten dafür vor, dass sie die Rechtsvorschriften entsprechend den nationalen Gegebenheiten umsetzen können, ohne dass in ihre sozialpolitischen Kompetenzen eingegriffen wird. (16)

### 3.5.1. Wohngebäude

#### a) Segmente des nationalen Gebäudebestandes mit der schlechtesten Leistung

Um Maßnahmen für die Marktsegmente mit der schlechtesten Leistung zu identifizieren, wurden die vier nachfolgenden Teilsegmente des Wohngebäudeparks analysiert:

1. Bedingt sanierbare Gebäude (Denkmal- oder Ensembleschutz)
2. Gebäude ohne Denkmal- oder Ensembleschutz, die die höchsten durchschnittlichen Energieverbräuche aufweisen
3. Mindergenutzte Gebäude
4. Sozialer Wohnbau.

#### Zu 1. Bedingt sanierbare Gebäude (Denkmal- oder Ensembleschutz)

Die Anzahl von Wohneinheiten, die unter Denkmal- oder Ensembleschutz stehen, hat sich im Zuge der Nationalen Inventarisierung der Baukultur in den vergangenen Jahren deutlich erhöht und liegt derzeit in der Größenordnung von etwa 13.588 Gebäuden (SSMN, 2020). Der Service des sites et monuments nationaux hat vor wenigen Jahren in einer Broschüre anhand dreier Beispiele verschiedene Möglichkeiten der energetischen Renovierung denkmalgeschützter Gebäude aufgezeigt und einige Grundlagen zum Thema Denkmalschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien aufbereitet (SSMN, 2015)

Beispiele aus dem Ausland zeigen, dass auch in denkmalgeschützten Gebäuden Reduktionen des Endenergieverbrauchs $S_{\text{Heiz+WW}}$  um mehr als 75% möglich sind Werte von etwa 50 bis 60 kWh/m<sup>2</sup><sub>WFa</sub> erreicht werden können (Quelle: Präsentation Schulze-Darup). Da das Thema der Energieeffizienz in denkmalgeschützten Gebäuden in Luxemburg erst am Anfang der Entwicklung steht, wurden die durchschnittlichen Einsparungen in diesem Marktsegment in der Szenarienstudie des Energieinstitut Vorarlberg zur Entwicklung des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen des Wohngebäudeparks Luxemburgs deutlich geringer angenommen.

In den kommenden Jahren sollten die technischen Möglichkeiten der energetisch hochwertigen Renovierung denkmalgeschützter Gebäude an einigen Beispielgebäuden untersucht werden. Das in diesen Modellprojekten gewonnene Wissen sollte für Laien und Fachleute aufbereitet werden und verstärkt in Weiterbildungen verbreitet werden. Nach dem Vorbild der speziellen KFW-Förderprogramme für denkmalgeschützte Gebäude sollten auch für Luxemburg eigene Förderprogramme entwickelt werden. Die Förderung sollte an ein neu zu schaffendes bzw. weiterentwickeltes Beratungsprogramm gekoppelt werden.

Über die Fördermaßnahmen von „Sites et Monuments“ besteht bereits ein eigenes Förderprogramm für die Renovierung von denkmalgeschützten Gebäuden, diese Fördermaßnahmen berücksichtigen allerdings keine energetische Renovierung; das Förderprogramm PRIME House (energetische Maßnahmen) ist mit dem Förderprogramm von „Sites et Monuments“ kombinierbar und die Förderungen beider Systeme sind kumulierbar.

In diesem Zusammenhang ist eine klare Kommunikation und Information der Architekten, Ingenieure, Handwerker und Bauherren wichtig, die sowohl von der eher energetischen Betrachtungsseite (myenergy) als auch von der Seite der Denkmalschützer (Sites et Monuments) einheitlich zu übermitteln ist → Beratungsprogramm „Denkmalschutz und Energie“.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse Auswirkung</i>
<i>F4</i>	<i>Förderung Energieeffizienz in denkmalgeschützten Gebäuden</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>

Abbildung 54: Maßnahmentabelle denkmalgeschützte Gebäude

## **Zu 2. Gebäude ohne Denkmal- oder Ensembleschutz, die die höchsten durchschnittlichen Energieverbräuche aufweisen**

Die folgenden Abbildungen zeigen die in der Szenarienstudie des Energieinstitut Vorarlberg zur Entwicklung des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen des Wohngebäudeparks Luxemburgs ermittelten Werte des spezifischen Heizwärmebedarfs in Abhängigkeit vom Baualter differenziert nach Einfamilien- und Mehrfamilienhaus.

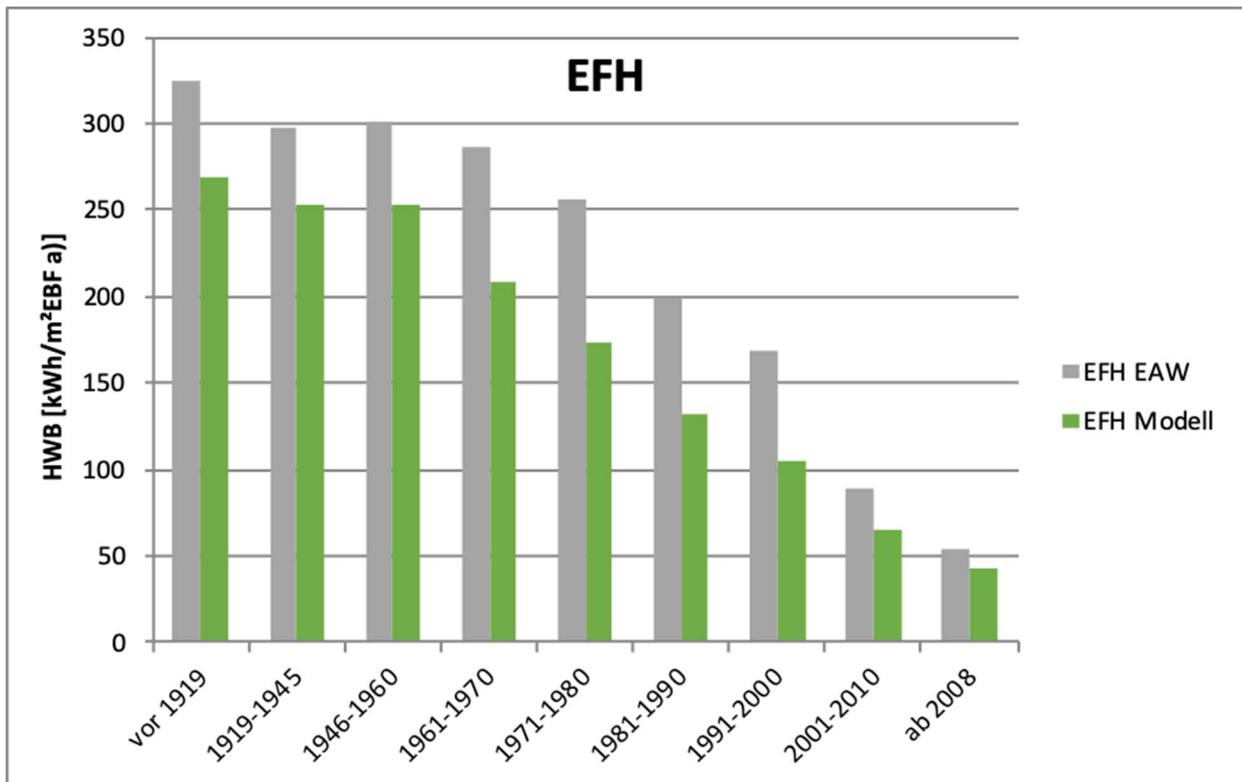


Abbildung 55: spezifischer Heizwärmebedarf der Einfamilienhäuser nach Baualtersklassen (Ploss, 2017)

In der Abbildung sind für jede Baualtersklasse zwei Werte aufgetragen: der Wert bei standardisierten Randbedingungen im Energieausweis/Energiepass (EAW) sowie der im Rechenmodell zur Szenarienstudie ermittelte Wert. Letzterer entspricht besser dem realen Verbrauch, da der Minderverbrauch älterer Gebäude mit schlechter Gebäudehülle berücksichtigt wird, der durch Effekte wie räumliche und zeitliche Teilbeheizung, verminderte Luftwechselraten im Winter etc. entsteht. Die Korrektur des normierten Heizwärmebedarfs erfolgte nach einem statistisch hergeleiteten Verfahren des Institut Wohnen und Umwelt (Born, 2003). Im Modell sind auch kleinere Renovierungsmaßnahmen, etwa der Austausch der ursprünglichen Einfachverglasungen durch Doppelverglasungen, berücksichtigt. Die realen Energieeinsparpotenziale von Gebäuden bzw. des gesamten Gebäudeparks lassen sich nur mit den beschriebenen realistisch ermittelten Werten für den Status Quo ermitteln.

Die höchsten Werte haben Einfamilienhäuser der Baujahre 1919 bis 1960 mit Durchschnittswerten von etwa  $250 \text{ kWh/m}^2_{\text{WFA}}$ .

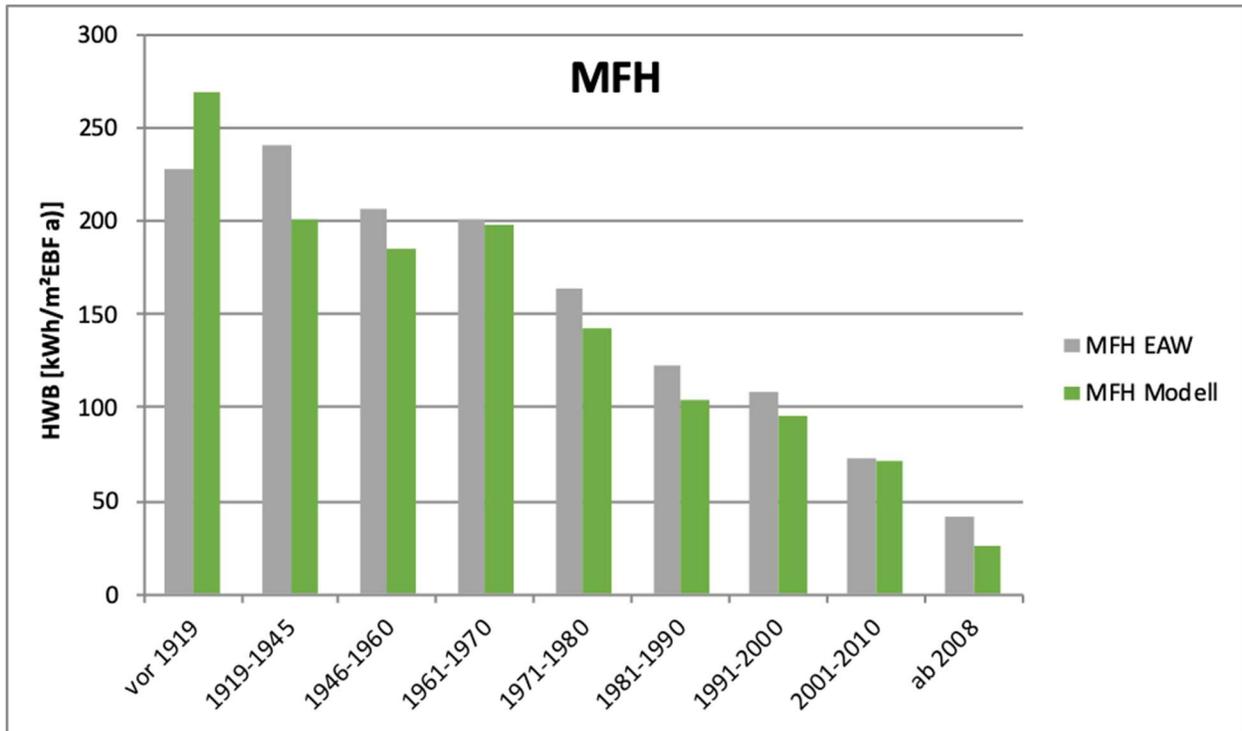


Abbildung 56: spezifischer Heizwärmebedarf der Einfamilienhäuser nach Baualtersklassen (Ploss, 2017)

Die höchsten Werte bei den Mehrfamilienhäusern haben Gebäude der Baujahre 1919 bis 1970 mit Durchschnittswerten von etwa 200 kWh/m<sup>2</sup><sub>WFA</sub>. Auch der Durchschnittsbedarf der Baualtersklasse von 1971 bis 1980 liegt mit knapp 150 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> hoch. Die Förderprogramme sollten daher mit Priorität auf diese Gebäudealtersklassen abzielen.

Nr.	Beschreibung	Umsetzungsstadium	Zeitachse Auswirkung
R1	Einführung strengerer Mindestanforderungen für Einzelbauteile ab 2023 (Lux-EeB-RGD 2021)	In Vorbereitung (2021)	2030
R8	Einführung einer Renovierungspflicht im Falle wo die Fördermaßnahmen keine ausreichenden Ergebnisse bringen	Idee	2050
F1	Überarbeitung PRIME House: Förderung von Einzelmaßnahmen für Gebäudehüllenteile (starke Progression für beste Qualitäten) (in Kombination mit einer Verschärfung der Mindeststandards ab 2023)	In Vorbereitung (2021)	2030

Abbildung 57: Maßnahmenliste Verbesserung Hüllqualität Wohngebäude

### Zu 3. Mindergenutzte Gebäude

Ein weiteres Marktsegment mit schlechter Leistung ist das Segment der mindergenutzten Gebäude. Als mindergenutzt werden Gebäude oder Wohnungen bezeichnet, wenn sie über mindestens zwei Räume mehr verfügen, als gemäß der Bewohnerstruktur notwendig wären (LISER, 2019).

Derartige Gebäude müssen zwar keine ungewöhnlich hohen flächenspezifischen Energiebedarfswerte haben, ihr pro-Kopf-Energiebedarf ist jedoch aufgrund der hohen personenspezifischen Wohnfläche deutlich erhöht.

Als geringfügig mindergenutzt gelten Häuser oder Wohnungen, die über zwei oder drei Räume mehr verfügen, als notwendig wären, als stark mindergenutzt gelten solche, die mindestens über vier Räume mehr verfügen, als notwendig.

Die Definition des notwendigen Wohnbedarfs beruht auf einer Definition der EU aus dem Jahr 2009, in der das Verhältnis der Zahl der Räume und der Zahl der Bewohner nach den folgenden Gesichtspunkten beschrieben wird:

- Ein Raum für den Haushalt
- Ein Raum per Paar in einem Haushalt
- Ein Raum für jede Person über 18 Jahre
- Ein Raum für 2 Personen gleichen Geschlechts zwischen 12 und 17 Jahren
- Ein Raum für jede Person zwischen 12 und 17 Jahre, die nicht in der vorgenannten Kategorie enthalten ist
- Ein Raum je zwei Kinder unter 12 Jahren.

Die folgende Abbildung zeigt die Anteile der Personen, die in mindergenutzten Häusern oder Wohnungen leben differenziert nach dem Alter der Bewohner.

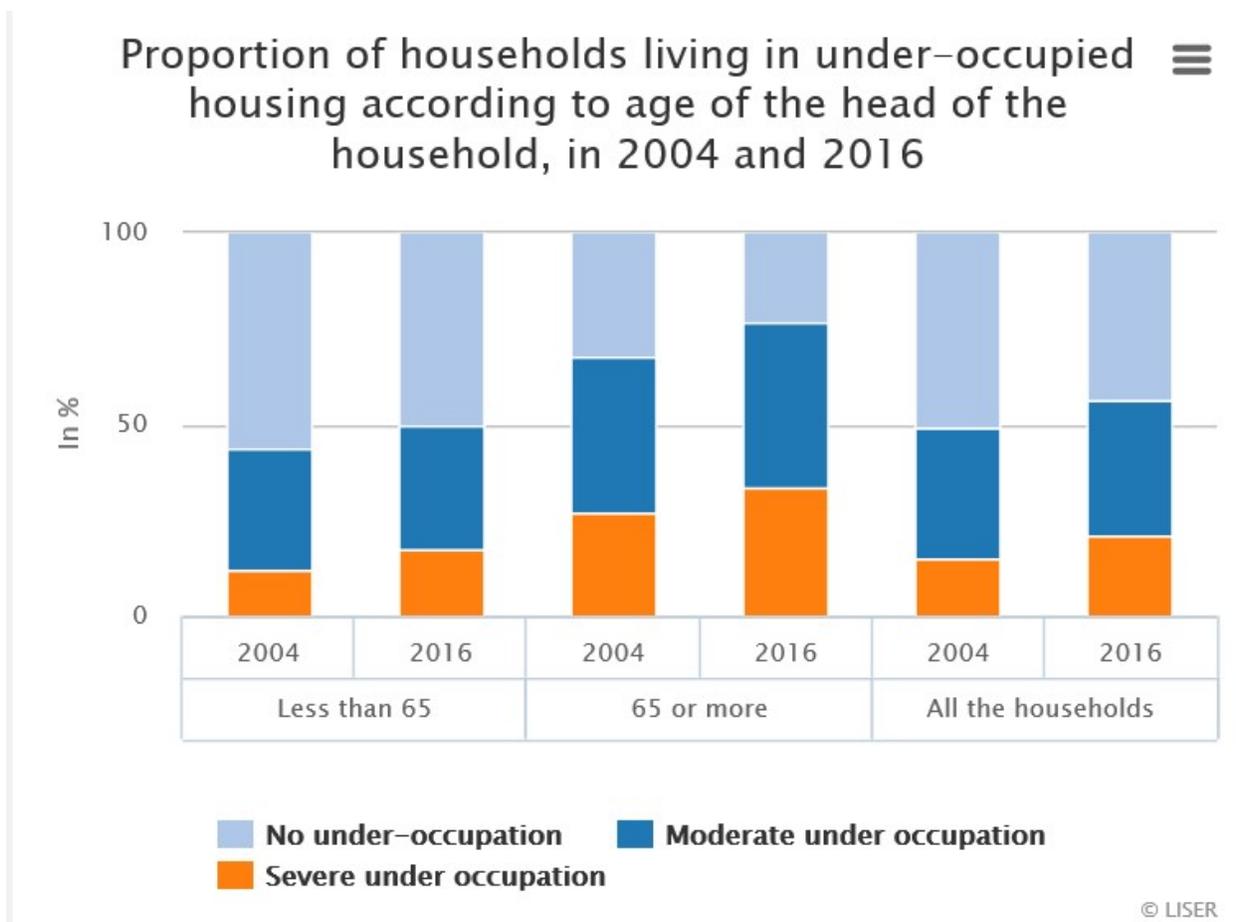


Abbildung 58: Anteil der leicht bzw. stark mindergenutzten Haushalte (LISER, 2019)

Wie zu erkennen lebten 2016 etwa 35% der Haushalte in geringfügig mindergenutzten Häusern oder Wohnungen, zusätzlich etwa 21% in stark mindergenutzten Einheiten. Unter den über 65-jährigen Bewohnern ist der Anteil der mindergenutzten Einheiten noch weit höher und betrug 2016 schon über 75%. Ein großer Anteil der Bewohner untergenutzter Wohneinheiten lebt in Eigenheimen, die nach Auszug der Kinder ungenutzte Zimmer enthalten. Der Anteil der mindergenutzten Wohneinheiten stieg jedoch von 2004 bis 2016 in allen Altersklassen.

Aufgrund der demografischen Entwicklung mit einem steigenden Anteil älterer Menschen ist zu erwarten, dass der Anteil mindergenutzter Einheiten weiter steigt.

Maßnahmen, die dazu geeignet sind, die Anzahl der mindergenutzten Wohneinheiten zu reduzieren, können sowohl dazu beitragen, Energie einzusparen, als auch die Wohnsituation älterer Menschen zu

verbessern, da diese oftmals nicht seniorengerecht geplant wurden. Das Thema ist jedoch wegen der starken Verwurzelung im oftmals selbst gebauten Eigenheim sehr sensibel.

Um Bewohner mindergenutzter Gebäude über verschiedene Alternativen zum Umgang mit ihrer Immobilie zu informieren, sind freiwillige Beratungsangebote wie das im österreichischen Bundesland Vorarlberg laufende Angebot des „Sanierungslotsen“ sinnvoll. Im Rahmen dieses Beratungsprogramms werden Bewohner mindergenutzter Gebäude individuell zu verschiedenen Alternativen informiert (Teilung des Gebäudes in zwei Wohneinheiten, Aufstockung und Teilung, Abriss und Neubau von mehreren, zum Teil seniorengerechten Wohneinheiten, Verkauf und Neubau an anderer Stelle, Verkauf und Umzug in ein bestehendes kleineres Haus oder eine kleinere Wohnung...). Im Zuge der Ausarbeitung von Umsetzungsmaßnahmen sollte überprüft werden, ob ein ähnliches Beratungsprogramm in Luxemburg eingeführt werden kann.

#### Zu 4. Sozialer Wohnbau

Wie in Kapitel 3.1.5 beschrieben lag der Anteil der Wohneinheiten des sozialen Wohnbaus am Wohngebäudebestand des Jahres 2011 (letzte Volkszählung) mit 3,6% niedrig. In den letzten Jahren ist die Neubauleistung im sozialen Wohnbau deutlich gestiegen, die Gebäudehüllen dieser Gebäude stehen aufgrund ihres Baualters jedoch erst in etwa 40-50 Jahren zur Renovierung an. Darüber hinaus haben die in den vergangenen Jahren errichteten Gebäude dank der strengen Hüll-Anforderungen für den Neubau eine energetisch sehr gute Qualität und sind daher für die LTRS bezüglich der Gebäudehülle nicht relevant. Sie sind lediglich bezüglich eines etwaigen Energieträgerwechsels etwa 20 Jahre nach Bau relevant.

Anzahl der Wohnungen	Gesellschaft	Fonds du Logement (seit 1979)	SNHBM (seit 2010)	AIS	Gemeinden
Vermietung		1.937	280	...	...
Verkauf		1.737	872	...	...
Staat/Institutionen		484	72	...	...
<b>Gesamt</b>		<b>4.158</b>	<b>1.224</b>	...	...

## Abbildung 59: Kenndaten zum sozialen Wohnungsbau in Luxemburg

Soziale Wohnbauten der Baujahre bis 2011 wurden nach Einschätzung von Experten eher in überdurchschnittlichem Ausmaß bereits renoviert, genaue Zahlen zur energetischen Qualität, zum Energieträgermix und zum Anteil der bereits renovierten Gebäude sind jedoch bislang nicht verfügbar.

Die beiden grossen öffentlichen Bauträger, der *Fonds du Logement* (FdL) und die *Société nationale des Habitations à Bon Marché* (SNHBM) wurden hierzu um ihre Einschätzung gebeten.

So ist der *Fonds du Logement* aktuell dabei, ein Inventar ihres Gebäudeparks aufzustellen, um alle verfügbaren Informationen in einer einzigen Datenbank zusammenzuführen. Die Gebäude sollen dabei nach Klassen sowie nach Prioritäten in den jeweiligen Klassen kategorisiert werden. Die Prioritäten richten sich dabei nach dem energetischen Einsparpotenzial, welches sich nach einer Renovierung erwartet wird und nach den Lebensumständen der Bewohner. Andere Kriterien sind das Baualter des Gebäudes, das aktuelle Heizungssystem und bereits umgesetzte Teilrenovierungen. Ein besonderes Augenmerk liegt auf den denkmalgeschützten Gebäuden.

Auf Basis dieses Inventars und den definierten Prioritäten wird ein mehrjähriger Plan erstellt, welcher die Fristen für die Renovation des Gebäudeparks festlegt. Dieser Plan berücksichtigt einerseits die benötigten und verfügbaren finanziellen Ressourcen sowie die Verfügbarkeit interner und externer Kapazitäten, welche für die Umsetzung der Arbeiten benötigt werden. Zudem wird auch die Situation der Bewohner sowie die Auswirkungen von schweren Arbeiten in einem bewohnten Gebäude berücksichtigt werden. Falls erforderlich, muss ein Teil der Bewohner der betroffenen Gebäude temporär oder endgültig verlegt werden.

Zudem sollen die umgesetzten Maßnahmen durch ein regelmäßiges Monitoring der realen Energieverbräuche bewertet und, falls erforderlich, optimiert werden.

Die SNHBM hat 2008 entschieden, ihren gesamten zur Vermietung freigegeben Gebäudepark zu renovieren, da die meisten Gebäude aus den 40er und 50er Jahren des letzten Jahrzehnts stammen. So wird zur Zeit eine Residenz in Diekirch renoviert, und in den nächsten 2 bis 4 Jahren sollen noch 2 ältere Residenzen in Grevenmacher renoviert werden. Zudem wurden einige ältere Gebäude abgerissen und durch energieeffiziente Neubauten ersetzt, was zudem eine höhere Anzahl an Wohneinheiten mit sich

brachte. Weitere Renovierungspläne liegen nicht vor, da der Gebäudepark ansonsten recht jung (oder bereits renoviert) ist.

Geht man von den Zahlen der beiden grossen Wohnungsbaugesellschaften aus, kann der Bestand an sozialen Wohneinheiten auf mindestens 5.500 geschätzt werden, wobei der Anteil an verkauften und vermieteten Wohneinheiten in etwa gleich ist. Beide Gesellschaften haben ambitionierte Renovierungsprogramme, wobei der Grossteil des Bestandes der SNHBM bereits renoviert wurde. Der *Fonds du Logement* renoviert systematisch sämtliche Wohnungen nach Ablauf eines Mietvertrags, was jährlich rund 100 Wohnungen zur Wiedervermietung entspricht.

Im Rahmen der derzeitigen Strategieerarbeitung für den sozialen Wohnungsbau sollte aufbauend auf einer Bestandsanalyse ein eigenes Förderprogramm zur energetischen Renovierung aufgelegt werden.

#### **b) Divergierende Anreize**

Eines der Hemmnisse für die Umsetzung energieeffizienter, umfassender Gebäuderenovierungen in Gebäuden, die nicht vom Eigentümer genutzt werden, ist das Eigentümer/Nutzer-Dilemma (divergierende Anreize).

Energetisch hochwertige Renovierungen werden sich in diesem Marktsegment nur durchsetzen können, wenn es gelingt, Modelle zu entwickeln, nach denen Eigentümer und Mieter gleichermaßen von den finanziellen Vorteilen energetischer Renovierungen profitieren.

Im Folgenden wird ein Beispiel aus Österreich dargestellt, das sich in der Praxis – zumindest für das betroffene Teilstück – bewährt hat und zu höheren Renovierungsraten und -qualitäten führte.

#### **Beispiel Erneuerungs- und Verbesserungsbeitrag (EVB) im gemeinnützigen Wohnbau Österreichs**

Der EVB ist im gemeinnützigen Wohnbau Österreichs ein dritter Bestandteil der Miete neben Kaltmiete und Betriebskosten. Die Mieter zahlen einen monatlichen Beitrag, der zur Rücklagenbildung für Renovierungen genutzt wird. Die maximale Höhe des Beitrags steigt mit dem Gebäudealter. Er beträgt für Gebäude mit einem Alter von bis zu 5 Jahren maximal 0,50 EUR/m<sup>2</sup> monatlich und steigt auf bis zu 2,00 EUR/m<sup>2</sup> monatlich für Gebäude mit einem Alter ab 30 Jahren. Die genannten Werte wurden 2016 festgelegt und werden seit April 2018 regelmäßig an den Teuerungs-Index angepasst.

Die Zahlung des EVB als zweckgebundene Renovierungsrücklage bewirkt, dass die Renovierungskosten langfristig angespart werden und nicht auf die Mieter abgewälzt werden, die zufällig zum Zeitpunkt der umfassenden Sanierung im Gebäude wohnen.

Der EVB ist ein Grund für die Tatsache, dass die höchsten Sanierungsraten Österreichs im Segment des gemeinnützigen Wohnbaus erreicht werden.

Zusätzliche Maßnahmen:

Nr.	Beschreibung	Umsetzungsstadium	Zeitachse Auswirkung
R5	Verpflichtung zur Bildung von Renovierungsrücklagen (Vorbild EVB Österreich) Gesetzesänderung „copropriétés – fonds de travaux“ ist auf dem Instanzenweg (2021)	In Planung	2030

Abbildung 60: Maßnahmentabelle divergierende Anreize

### c) Fälle von Marktversagen

Zur Herleitung von Maßnahmen zur Behebung von Fällen von Marktversagen wurden – aufbauend auf den Prozess zur Vertiefung der Renovierungsstrategie aus den Jahren 2016/17 und eine in diesem Zusammenhang durchgeführte, statistisch gut abgesicherte Umfrage TNS ILRES - die vier folgenden Hemmnisse analysiert:

1. Mangelnde Kenntnis des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen
2. Mangelnde Kapazitäten in der Bauwirtschaft
3. Fehlende Kenntnis über attraktive Förder- und Finanzierungsprodukte
4. Eingeschränkte Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien.

#### Zu 1. Mangelnde Kenntnis des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen

Den meisten Eigentümern/Mietern von Wohnhäusern/Wohnungen ist das Effizienzpotenzial ihres Gebäudes ebenso wenig bekannt, wie die langfristigen Effizienzziele des Staates für den Gebäudesektor. Als Mittel zur Information über beide Aspekte können Renovierungsfahrpläne ein wichtiges Instrument sein. In diesen Renovierungsfahrplänen müssten die in umfassenden Sanierungen in einem oder mehreren Schritten) erreichbaren Einsparungen ermittelt und dargestellt werden. Dabei müsste das aus den Langfristzielen des Staates für den Gebäudesektor abgeleitete Effizienzziel in ein Effizienzziel für das untersuchte Gebäude "übersetzt" werden.

Storyline für den Hausbesitzer: „Luxemburg möchte seinen Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels leisten. Dies bedeutet, dass der Gebäudesektor seinen Energiebedarf bis 2050 um x% reduzieren muss und

dass alle Heizungen bis spätestens 2050 frei von fossilen Energieträgern sein müssen. Für Ihr Gebäude bedeutet dies unter Berücksichtigung des Gebäudetyps und der Wirtschaftlichkeit, dass der Energiebedarf um x% und reduziert werden und das Heizsystem bei nächster Gelegenheit – d.h. beim nächsten Kesseltausch – auf erneuerbare Energien umgestellt werden sollte. Der Staat wird bei der Erreichung der Ziele durch Subventionen für Effizienzmaßnahmen, die Umstellung auf Erneuerbare und ggf. für die Nutzung aktiver Solaranlagen helfen.“

## Zu 2. Mangelnde Kapazitäten in der Bauwirtschaft

Angesichts der deutlichen Steigerungen der Bauleistung im Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden beziffert die Handwerkskammer den Arbeitskräftebedarf in der Branche auf etwa 5.000 Personen (PAPERJAM, 2019). Die Zahl beruht auf einer Studie der Handwerkskammer, an der 12% der Handwerksfirmen teilnahmen. Insgesamt fehlen im Handwerk ca. 9.400 Arbeitskräfte. Die Zahl im Bauwesen dürfte noch steigen, wenn wie in Kapitel 2.4.2 dargestellt, der Bedarf an Neubau-Wohnungen weiter steigt.

Eine Steigerung der Sanierungsrate und -qualität würde einen weiteren Arbeitskräftebedarf generieren. Die folgende Abbildung verdeutlicht, welche Zusatzinvestitionen durch eine Steigerung der derzeitigen Renovierungsrate von etwa 0,7% p.a. Vollrenovierungs-Äquivalenten auf eine betriebswirtschaftlich optimale Renovierungsrate von 1,6% p.a. entstünden und wie vielen Arbeitskräften die entspräche.

Renovierungsrate Hülle (Vollrenovierungs-Äquivalente)	Anzahl umfassend zu sanierender Wohneinheiten	zu sanierende Gesamt-Wohnfläche	Investition bei Sanierung Mindestqualität	Investition bei Sanierung kostenoptimale Qualität	Arbeitsplätze bei Sanierung Mindestqualität	Arbeitsplätze bei Sanierung kostenoptimale Qualität
%	Wohneinheiten/Jahr	m <sup>2</sup> WNF	EUR/a	EUR/a	EUR/a	EUR/a
0,4	1 000	129 000	47 730 000	69 660 000	430	627
0,6	1 500	193 500	71 595 000	104 490 000	644	940
0,7	1 750	225 750	83 527 500	121 905 000	752	1 097
0,8	2 000	258 000	95 460 000	139 320 000	859	1 254
1,0	2 500	322 500	119 325 000	174 150 000	1 074	1 567
1,2	3 000	387 000	143 190 000	208 980 000	1 289	1 881
1,4	3 500	451 500	167 055 000	243 810 000	1 503	2 194
1,6	4 000	516 000	190 920 000	278 640 000	1 718	2 508
1,8	4 500	580 500	214 785 000	313 470 000	1 933	2 821
2,0	5 000	645 000	238 650 000	348 300 000	2 148	3 135

Abbildung 61: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020)

Eine Steigerung der Renovierungsrate der Gebäudehülle von aktuell etwa 0,7 auf 1,6%p.a. (des Gesamtbestandes von derzeit etwa 250.000 Wohneinheiten) hieße, dass die Gebäudehüllen von 4.000 statt von 1.750 Wohneinheiten p.a. komplett renoviert würden. Dies entspräche einer Erhöhung der Investitionen von etwa 84 Mio. auf 279 Mio. EUR/a, wenn gleichzeitig auch die energetische Qualität der

Renovierungen verbessert würde. Statt etwa 750 Arbeitskräften würden ca. 2.500 benötigt, der Mehrbedarf läge also bei etwa 1.750 Arbeitskräften.

Zusätzlich würden weitere Arbeitskräfte für die Erhöhung von Renovierungsrate und -qualität der Nicht-Wohngebäude sowie für die Erhöhung der Kesselaustauschrates und der Installation von Solarsystemen und Lüftungsanlagen benötigt.

Angesichts dieser Zahlen haben Maßnahmen zur Erhöhung der Attraktivität von Berufen in der Baubranche und solche zur Steigerung der Effektivität der Renovierungsprozesse – etwa durch stärkere Vorfertigung – hohe Priorität.

### **Zu 3. Fehlende Kenntnis über attraktive Förder- und Finanzierungsprodukte**

Die Auswertung der TNS ILRES-Umfrage zeigt, dass der Hauptgrund, keine staatlichen Förderungen in Anspruch zu nehmen, darin lag, dass die Förderprogramme nicht bekannt waren. 35% der Befragten, die Renovierungsmaßnahmen durchführten und keine Subventionen in Anspruch nahmen, gaben an, die staatlichen Förderprogramme nicht gekannt zu haben, 47% kannten die Programme der Energieversorger nicht. Weitere 9% gaben als Grund für die Nicht-Inanspruchnahme an, dass das Prozedere zur Erlangung der Subventionen zu kompliziert sei.

<i>Nr.</i>	<i>Maßnahme</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse Auswirkung</i>
<i>S1</i>	<i>Weiterentwicklung der bestehenden App „myrenovation“</i>	<i>kontinuierlich</i>	<i>2030</i>

Abbildung 62: Maßnahmen zur besseren Vermittlung der Fördermöglichkeiten Wohnbau

### **Zu 4. Eingeschränkte Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien**

In einigen EU-Staaten sind einige Dämmstoffe wie EPS in den vergangenen Jahren in die Kritik geraten. Laut Umfrage TNS ILRES ist dieser Punkt in Luxemburg bislang weniger bedeutend. Die seit einiger Zeit angebotenen Zuschläge für naturnahe, ökologische Dämmstoffe werden trotzdem sehr gut angenommen – für etwa 50% der Förderungen für Dämmstoffe wird auch der Bonus für ökologische Baustoffauswahl in Anspruch genommen.

#### **d) Energiearmut**

Der Begriff der Energiearmut ist in Luxemburg wie auf EU-Ebene noch nicht einheitlich definiert. Das Energieministerium behandelt das Thema Energiearmut federführend, in Abstimmung mit anderen Ministerien und Einrichtungen und wird sich dabei an den Vorgaben und Definitionen der europäischen Kommission orientieren.

Im Folgenden werden drei Definitions-Ansätze vorgestellt, mit denen der Begriff umschrieben werden kann. Ein vierter Ansatz, in dem der Begriff der Energiearmut nicht umfassend definiert ist, nach dem jedoch zumindest einzelne der Hauptursachen bewertet werden, wird ebenfalls beschrieben.

Zu den verschiedenen Definitions-Ansätzen wird der Status Quo in Luxemburg erläutert und im europäischen Kontext eingeordnet, abschließend werden die existierenden und mögliche ergänzenden Strategien und Maßnahmen zur Verringerung der Energiearmut dargestellt. Dabei werden auch die Auswirkungen der beschlossenen Einführung einer relativ niedrigen CO<sub>2</sub>-Bepreisung ab 2021 auf Energiearmut-gefährdete Haushalte quantifiziert und berücksichtigt.

Definitionsansätze:

- 1) Ein Haushalt gilt als von Energiearmut betroffen, wenn die Bewohner einen bestimmten Anteil ihres Einkommens für Energie (Strom, Heizung, Warmwasser) ausgeben müssen. So gilt ein Haushalt in Großbritannien als energiearm, wenn er mehr als zehn Prozent seines Einkommens für den Kauf von Energie aufwenden muss, um im Hauptwohnraum 21 Grad Celsius und in den übrigen Räumen 18 Grad Celsius zu gewährleisten (Kopatz, 2010).
- 2) Ein Haushalt gilt als von Energiearmut betroffen, wenn er nicht genügend Mittel hat, um die Wohnung zu heizen oder wenn er seine Elektrizitäts-, Gas-, Wasser- oder Heizkosten wegen fehlender finanzieller Mittel in den letzten 12 Monaten nicht bezahlen konnte.
- 3) Ein dritter Ansatz differenziert den Begriff Energiearmut in „Haushaltsenergie-Armut“ und „Transportenergie-Armut“ und definiert Kriterien anhand derer beide Arten der Energiearmut bewertet werden können.
- 4) Ein weiterer Ansatz ist die Quantifizierung eines oder mehrerer der im folgenden genannten Hauptursachen der Energiearmut:
  - schlechte finanzielle Situation der betroffenen Haushalte
  - schlechtes Energieniveau des Gebäudes
  - Ausstattung mit ineffizienten Haushaltsgeräten

- hohe oder steigende Energiepreise
- ineffiziente Verhaltensweisen

Die Aspekte der schlechten finanziellen Situation der betroffenen Haushalte und der steigenden Energiepreise werden unter 4) beschrieben.

- 5) In Luxemburg ist das statistische Amt „Statec“ dabei, in Abstimmung mit dem Energieministerium einen Begriff für die Energiearmut zu definieren. Die Bewertung soll anhand der Indikatoren „Energieaufwandsrate (Taux d’Effort Energétique (TEE)“ und „Niedrige Einkommen und hohe Ausgaben (Bas Revenus et Dépenses Elevées (BRDE))“ vorgenommen werden und wird derzeit anhand einer Auswertung mit realen Daten geprüft.

### Zu Definition 1: Anteil der Energiekosten am Gesamteinkommen

Der Anteil der Ausgaben für Haushaltsenergie an den Gesamtausgaben von Haushalten verschiedener Einkommensklassen wird von der EU seit einigen Jahren in allen Mitgliedsstaaten erhoben (EU, 2019).

Die folgende Abbildung zeigt die aktuellste Auswertung, in der für die meisten Staaten die Ergebnisse für die Jahre 2014 und 2015 dargestellt sind, für das Dezil mit den niedrigsten Einkommen.

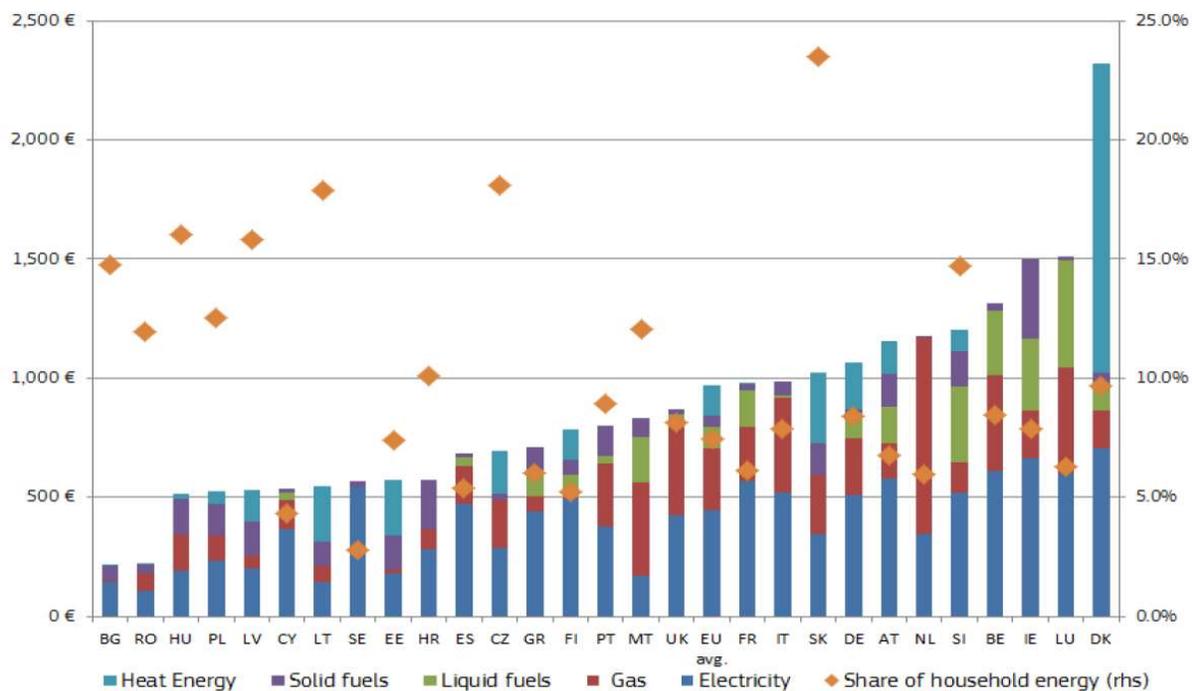


Abbildung 63: Energieausgaben des Dezils mit den niedrigsten Einkommen in den EU-Staaten (EU, 2019)

Die Ausgaben für Haushaltsenergie (Heizung, Warmwasser, Haushaltsstrom) schwanken zwischen den Mitgliedsstaaten sehr stark. Die prozentualen Anteile der Kosten für Haushaltsenergie schwanken im Dezil

mit dem geringsten Einkommen zwischen etwa 3% in Schweden und ca. 23% in der Slowakei. In Luxemburg liegt der Anteil bei etwa 6 bis 7% und damit in etwa in gleicher Höhe wie in den Niederlanden und Frankreich. Die Länder mit niedrigeren Anteilen haben entweder hohe energetische Durchschnittsqualitäten bei relativ hohen Einkommen (Schweden, Finnland) oder warme Klimata mit geringeren Anforderungen an die Beheizung (Zypern, Spanien).

Im dritten und fünften Einkommens-Dezil liegen die prozentualen Anteile der Haushaltsenergie generell niedriger, in Luxemburg bei knapp 5%.

**Zu Definition 2: Ein Haushalt kann seine Wohnung nicht angemessen beheizen oder konnte in den vergangenen 12 Monaten seine Energierechnung nicht zahlen**

EUROSTAT ermittelt seit einigen Jahren den Prozentsatz der Haushalte, die Ihre Wohnung nicht angemessen heizen können. Die folgende Abbildung zeigt die für die Jahre 2010 bis 2018 ermittelten Werte als Prozentsatz aller Haushalte.

**Inability to keep home adequately warm - EU-SILC survey**  
 Last update: 17-12-2019  
 Table Customization [show](#)

TIME: [dropdown] + GEO: [dropdown] + Type of household: Total  
 Income situation in relation to the risk of poverty threshold: Total  
 Unit of measure: Percentage

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
European Union (EU6-1958, EU28)	:	:	9.8	10.8	10.7	10.2	9.4	8.7	7.8	7.3
European Union - 28 countries	:	9.5	9.8	10.8	10.7	10.3	9.4	8.7	7.8	7.3
European Union - 27 countries	9.3	9.5	9.8	10.8	10.8	10.3	9.4	8.7	7.8	7.3
Euro area (EA11-2000, EA12-2000)	:	:	8.8 <sup>(a)</sup>	10.1 <sup>(a)</sup>	9.9 <sup>(a)</sup>	10.1 <sup>(a)</sup>	9.4 <sup>(a)</sup>	8.8 <sup>(a)</sup>	8.0 <sup>(a)</sup>	7.6
Euro area (19 countries)	7.7	8.0	9.2	10.4	10.1	10.2	9.4	8.8	8.0	7.6
Euro area (18 countries)	7.5	7.8	8.9	10.1	10.0	10.1	9.3	8.6	7.8	7.4
Belgium	5.1	5.6	7.1	6.6	5.8	5.4	5.2	4.8	5.7	5.2
Bulgaria	64.2	66.5	46.3	46.5	44.9	40.5 <sup>(b)</sup>	39.2 <sup>(b)</sup>	38.2 <sup>(b)</sup>	36.5	33.7
Czechia	5.2	5.2	6.4	6.7	6.2	6.1	5.0	3.8	3.1	2.7
Denmark	1.5	1.9	2.3	2.5	3.8	2.9	3.6	2.7	2.7	3.0
Germany (until 1990 former GDR)	5.5	5.0	5.2	4.7	5.3	4.9	4.1	3.7	3.3	2.7
Estonia	1.7	3.1	3.0	4.2	2.9	1.7 <sup>(d)</sup>	2.0	2.7	2.9	2.3
Ireland	4.1	6.8	6.8	8.4	10.0	8.9	9.0	5.9	4.4	4.4 <sup>(b)</sup>
Greece	15.7	15.4	18.6	26.1	29.5	32.9	29.2	29.1	25.7	22.7
Spain	7.2 <sup>(b)</sup>	7.5	6.5	9.1	8.0	11.1	10.6	10.1	8.0	9.1
France	5.5	5.7	6.0	6.0	6.6	5.9	5.5	5.0	4.9	5.0
Croatia	:	8.3	9.8	10.2	9.9	9.7	9.9	9.3	7.4	7.7
Italy	10.8	11.6	17.8	21.3	18.8	18.0	17.0	16.1	15.2	14.1
Cyprus	21.7	27.3	26.6	30.7	30.5	27.5	28.3	24.3	22.9	21.9
Latvia	16.4	19.1	22.5	19.9	21.1	16.8	14.5	10.6	9.7	7.5
Lithuania	24.1	25.2	36.2	34.1	29.2	26.5	31.1	29.3	28.9	27.9
Luxembourg	0.3	0.5	0.9	0.6	1.6	0.6	0.9	1.7 <sup>(b)</sup>	1.9	2.1
Hungary	8.9	10.7	12.2	15.0	14.6	11.6	9.6	9.2	6.8	6.1

Abbildung 64: Anteil der Haushalte, die nicht angemessen beheizt werden konnten (Eurostat, 2019)

Während im EU-Mittel (EU 28) nach EUROSTAT-Daten im Jahr 2018 etwa 7,3% der Haushalte nicht angemessen beheizt werden konnte, liegt der Wert für Luxemburg bei 2,1%. Dies ist der niedrigste Prozentsatz aller Mitgliedstaaten, auch in Luxemburg hat sich der Anteil jedoch seit 2010 deutlich erhöht. Bei etwa 250.000 Haushalten entsprechen 2,1% etwa 5.000 betroffenen Haushalten.

Betrachtet man nicht alle Haushalte Luxemburgs, sondern nur die armutsgefährdeten (d.h. die Haushalte, deren Einkommen bei unter 60% des Landesdurchschnittswertes liegt), so sind 6,2% betroffen – der Vergleichswert für 2010 lag bei 1,7%.

Die Anzahl der Haushalte, für die der Energieversorger beantragte, die Strom- oder Gasversorgung aufgrund offener Rechnungen auszusetzen, stieg in den vergangenen Jahren auf etwa 1.000 Fälle pro Jahr (l'essentiel, 2015). In diesem Fall ist der Strom- oder Gaslieferant verpflichtet, das Sozialamt zu informieren. Gewährt das Sozialamt keinen Zuschuss, so sperrt der Netzbetreiber nach schriftlicher Aufforderung des Lieferanten nach 30 Tagen die Versorgung des betroffenen Haushalts.

Ähnliche Zahlen zum Anteil der Haushalte, die nicht angemessen beheizt werden konnten, befinden sich im „Member State Report“ des EU Energy Poverty Observatory (EPOV): für das Jahr 2017 wird der Anteil für Luxemburg mit 1,9% angegeben, der EU-Durchschnittswert mit 7,8%. Der Wert von 1,9% für Luxemburg wird wie folgt nach Art des Haushalts differenziert (eurostat, 2019):

- Eigentümer: 1,4%
- Mieter Private Vermieter: 3,2%
- Mieter Sozialer Wohnbau: 3,9%

Der Anteil der Haushalte, der im vergangenen Jahr Zahlungsrückstände bei den Energierechnungen hatte, wird für Luxemburg mit 1,7%, im Mittel der EU mit 7,0% angegeben.

### Zu Definition 3 – Differenzierung in Indikatoren für Haushaltsenergie-Armut und Transportenergie-Armut.

Im Rahmen einer 2019 veröffentlichten Studie des Expertennetzwerks „OpenExp“, zu dem u.a. das Wuppertal Institut und zahlreiche andere europäische Forschungseinrichtungen zählen, wurde erstmals der Europäische Energiearmuts-Index EEPI für alle EU-Staaten erhoben. Das Projekt wurde von der European Climate Foundation finanziert.

Die Studie zeigt, dass Länder mit strengen Bauvorschriften und einem höheren Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt generell eine geringere Energiearmut aufweisen, dass aber der Anteil der Energieausgaben am Gesamtbudget der Bürger in ganz Europa wächst. Besonders stark ist der Anstieg bei einkommensschwächeren Haushalten.

Wie die folgende Abbildung zeigt, besteht der EEPI aus zwei Teilindikatoren:

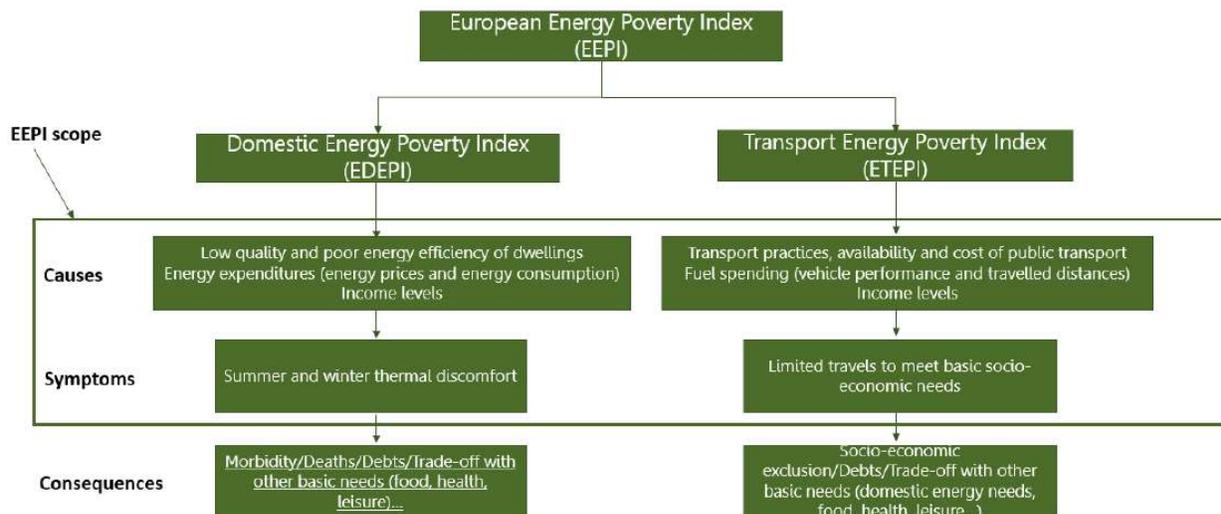


Abbildung 65: Zusammensetzung des EEPI aus einem Teilindikator für die Haushaltsenergie-Armut und einem für die Transportenergie-Armut (*openExp, 2019*)

Der EEPI bewertet die Anstrengungen der Mitgliedsstaaten, die Risiken beider Arten der Energiearmut zu mindern.

Im Gesamt-Ranking für den EEPI liegt Luxemburg auf Platz 2 hinter Schweden. Während es bezüglich des Armuts-Indikators für Transportenergie auf Platz 1 liegt (Gratis-ÖPNV ab März 2020), erreicht es bezüglich des Haushaltsenergie-Index Platz 5.

### Zu Definition 4. Armutsgefährdungsquote

Auch wenn Luxemburg im Europäischen Vergleich zu den Staaten mit den geringsten Anteilen Energiearmut-gefährdeter Haushalte gehört, zeigen einige vom Statec veröffentlichte Indikatoren, dass zumindest einige der Ursachen für Energiearmut auch in Luxemburg zunehmen.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Armutsgefährdungsgrenze und der Armutsgefährdungsrate.

<b>Einkommen und Armut</b>	2003	2010	2016	2017
<b>Verfügbares Einkommen</b>				
	in EUR/Monat			
Verfügbares Durchschnittseinkommen je Haushalt	4 181	5 118	5 584	5 880
Verfügbares Durchschnittseinkommen pro Erwachsenenäquivalent	2 472	3 033	3 285	3 464
Verfügbares Medianeinkommen je Haushalt	3 532	4 350	4 666	4 957
Verfügbares Medianeinkommen pro Erwachsenenäquivalent	2 148	2 694	2 818	3 006
<b>Indikatoren zur Armut und Ungleichheit der Einkommensverteilung</b>				
Armutsgefährdungsgrenze (in EUR)	1 289	1 617	1 691	1 804
Armutsgefährdungsquote (in %)	11.9	14.5	16.5	18.7

Abbildung 66: Entwicklung der Armutsgefährdungsrate in Luxemburg von 2003 bis 2017 (STATEC, 2019)

Die Armutsgefährdungsquote in Luxemburg stieg von 1998 bis 2017 von 11,9 auf 18,7%. Als armutsgefährdet gelten Haushalte, deren Einkommen weniger als 60% des nationalen Median-Einkommens beträgt. Dieses lag 2015 bei 21.200/a für eine Einzelperson.

Die Armutsgefährdungsquoten verschiedener Personengruppen differieren sehr stark, das höchste Risiko liegt bei Alleinerziehenden. In dieser Gruppe stieg der Wert von 25,2 im Jahr 2003 auf 40,7% im Jahr 2018. Ebenfalls hoch ist die Armutsgefährdungsquote für Familien mit 3 oder mehr Kindern: sie stieg von 16,7 im Jahr 2003 auf 30,4% im Jahr 2018 (STATEC, 2019). Die Werte für 2018 variieren auch mit dem Bildungsniveau, sie liegen zwischen 11 und 23,3%.

Der Ansatz der Definition von Armut über die Armutsgefährdungsrate ist relativ, da er abhängig vom nationalen Median-Einkommen ist.

Ein anderer Ansatz definiert den Begriff Armut aufgrund von 13 Indikatoren, mit denen die finanziellen Möglichkeiten von Haushalten und Bewohnern - auch zur Teilnahme am sozialen Leben – bewertet werden (LISER, 2020)

Die Indikatoren lauten:

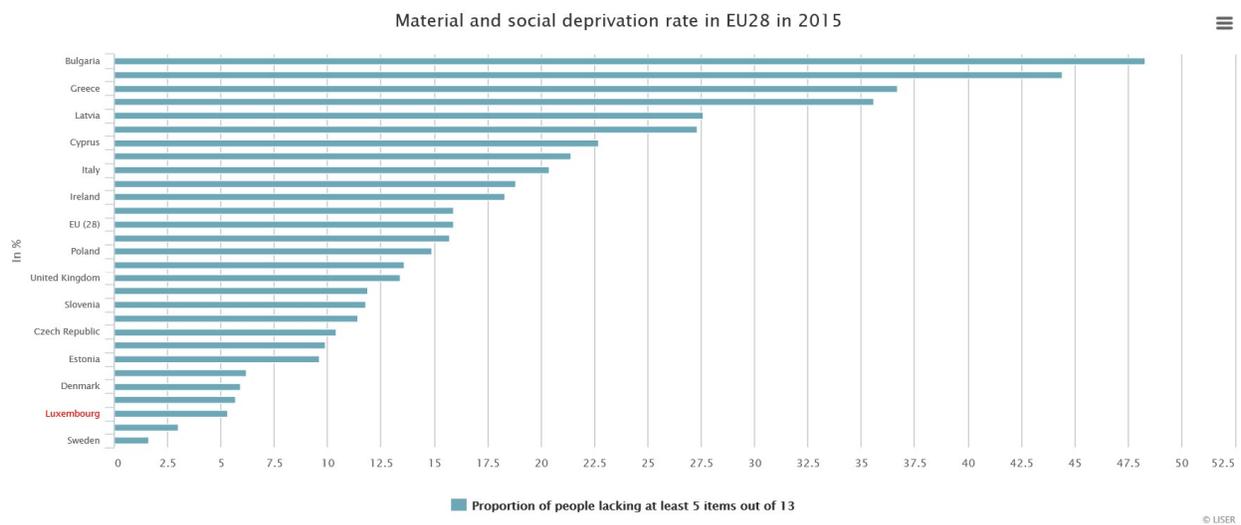
Indikatoren, die die Unfähigkeit eines Haushalts bezeichnen,

1. unerwartete Ausgaben zu tragen
2. jährlich einen einwöchigen Urlaub zu bezahlen
3. Zahlungsrückstände (bei Miete etc.) zu verhindern
4. jeden zweiten Tag eine Mahlzeit mit Huhn oder Fisch zu bezahlen
5. Haus/Wohnung angemessen warm zu halten
6. Zugang zu einem PKW zu haben
7. unbrauchbare Möbel zu ersetzen

Indikatoren, die die Unfähigkeit einer Person bezeichnen,

1. verschlissene Kleidung zu ersetzen
2. zwei Paar gut passende Schuhe zu besitzen
3. ein geringes, frei verfügbares persönliches Budget zu haben
4. an regelmäßigen Freizeitaktivitäten teilnehmen zu können
5. sich mit Freunden/Familie mindestens einmal pro Monat zum Essen zu treffen
6. über einen Internet-Zugang zu verfügen

Treffen auf einen der Bewohner eines Haushalts mindestens 5 der genannten 13 Indikatoren zu, so gelten sie als materiell und sozial benachteiligt. Die folgende Abbildung zeigt die Vergleichswerte der EU-Mitgliedsstaaten.



## Abbildung 67: Prozentuale Anteile der Personen, die von finanzieller und sozialer Benachteiligung betroffen sind (LISER, 2020)

Wie die Abbildung zeigt, gehört Luxemburg mit etwa 5% zu den am wenigsten von finanzieller und sozialer Benachteiligung betroffenen Staaten.

### Zu Definition 4. Geplante Statec-Indikatoren „Energieaufwandsrate“ und „Niedrige Einkommen und hohe Ausgaben“

Statec arbeitet derzeit an der Entwicklung mehrerer Indikatoren für Energiearmut.

Diese Indikatoren werden separat berechnet, indem die Treibstoffkosten berücksichtigt oder nicht berücksichtigt werden.

#### Energieaufwandsrate (Taux d’Effort Energétique (TEE))

Die erste und älteste Definition in der Literatur ist die Energieaufwandsrate. Es ist das Verhältnis der Energieausgaben zum Gesamteinkommen der Haushalte. Haushalte sind als prekär eingestuft, wenn dieses Verhältnis eine bestimmte Schwelle überschreitet.

Im Vereinigten Königreich wurde dieser Schwellenwert auf der Grundlage von Studien aus dem Jahr 1988 auf 10% festgelegt. Studien die in jüngster Zeit in Frankreich erstellt wurden, haben zu einer Senkung dieser Schwelle auf 8% geführt. Die Definition dieser Schwelle erscheint kritisch und sollte nicht unter Bezugnahme auf andere Länder definiert werden. Wir drängen derzeit auf unsere Analysen, wenn es nicht möglich wäre, eine dynamische Schwelle zu definieren, die doppelt so hoch wäre wie der Median der für alle Haushalte berechneten TEEs.

Wir arbeiten auch an einer Variante des TEE, die für Entscheidungsträger eventuell aussagekräftiger ist, d.h. die TEE, die für die ersten drei Dezilen des Haushaltseinkommens berechnet wurde.

#### Niedrige Einkommen und hohe Ausgaben (Bas Revenus et Dépenses Elevées (BRDE))

Der zweite Indikator, an dem wir arbeiten, trägt den Titel "Niedrige Einkommen und hohe Ausgaben".

Dieser von Frankreich entwickelte Indikator versucht, eine Schwäche des TEE zu korrigieren, nämlich dass der TEE eine Schwelle festlegt, ab der sich ein Haushalt in einer prekären Situation befindet, ohne jedoch das Niveau des Haushaltseinkommens zu berücksichtigen. So wählt der TEE auch Haushalte mit sehr hohem Einkommen aus, die kaum auf ihre Energieausgaben achten (Beispiel eines Haushalts, der sein Schwimmbad das ganze Jahr über auf 30°C heizt).

Der BRDE-Indikator verwendet zwei Selektionskriterien:

Der Energieaufwand pro Verbrauchseinheit (unité de consommation UC) muss größer sein als der mediane Energieaufwand aller Verbrauchseinheiten.

Das verfügbare Einkommen pro Verbrauchseinheit muss weniger als 60% des verfügbaren Medianeinkommens aller Verbrauchseinheiten betragen.

Auch hier könnte die Definition eines willkürlichen Schwellenwertes von 60% auf der Grundlage der französischen Erfahrungen nicht angemessen sein für Luxemburg, und wir arbeiten daran, weitere Schwellenwerte (z.B. 40%) zu testen.

Analyse der Typologie von Haushalten in prekären Situationen

Über die Berechnung dieser beiden Indikatoren und ihrer Varianten hinaus ist es wichtig, die Merkmale der Haushalte zu kennen, die auf der Grundlage dieser Kriterien ausgewählt werden. Eine Analyse der Typologie dieser Haushalte ist in Arbeit.

Es überrascht nicht, dass die ersten Ergebnisse zeigen, dass die ausgewählten Haushalte hauptsächlich Menschen sind, die allein leben und arbeitslos sind.

#### Analyse der Preisempfindlichkeit von Indikatoren

Eine weitere Analyse, die vertieft werden muss, ist die Sensitivität der berechneten Indikatoren gegenüber dem Preis von Energieprodukten. Identische Analysen die in anderen Ländern durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass der TEE-Indikator sehr empfindlich auf den Preis von Energieprodukten reagierte, während der BRDE-Indikator dabei deutlich weniger empfindlich ist.

#### Erste Ergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die jährliche Entwicklung der TEE- und BRDE-Indikatoren (mit Varianten), je nachdem ob Treibstoffkosten eingeschlossen werden sollen oder nicht.

Energieausgaben (ohne Treibstoffe / „carburants exclus“ und mit Treibstoffen / „carburants inclus“)

#### Dépenses énergétiques (carburants exclus)

	2013	2014	2015	2016	2017
TEE 8%	11,6%	10,6%	8,5%	6,4%	5,7%
TEE 10%	6,9%	6,4%	4,6%	3,0%	3,3%
BRDE 40%	4,9%	5,2%	4,9%	4,8%	5,2%
BRDE 60%	10,4%	11,1%	10,8%	10,9%	10,3%

#### Dépenses énergétiques (carburants inclus)

	2013	2014	2015	2016	2017
TEE 8%	32,3%	29,4%	25,0%	21,0%	20,7%
TEE 10%	19,9%	18,7%	15,0%	11,9%	12,0%
BRDE 40%	3,7%	3,8%	3,6%	3,9%	3,7%
BRDE 60%	9,5%	10,0%	10,1%	10,0%	8,9%

Abbildung 68: zeitliche Entwicklung der Energiearmut gemäß Statec-Indikatoren (Thunus, 2020)

#### Resümee Status Quo Energiearmut in Luxemburg

Wie dargestellt gehört Luxemburg zu den EU-Staaten, die am wenigsten von Energiearmut und von Armut generell betroffen sind.

Trotzdem ist ein nicht unerheblicher Teil der Bevölkerung betroffen, so können nach EUROSTAT etwa 5.000 Haushalte ihre Wohnungen nicht angemessen beheizen und ein steigender Anteil an Haushalten muss staatliche Hilfen in Anspruch nehmen, um die Energiekosten begleichen zu können.

Wie die folgenden Abbildungen verdeutlichen, liegt der Grund für die Schwierigkeiten, die Energiekosten zu decken, nicht im Energiepreisniveau, sondern in der Entwicklung der Mieten in Relation zum verfügbaren Einkommen.

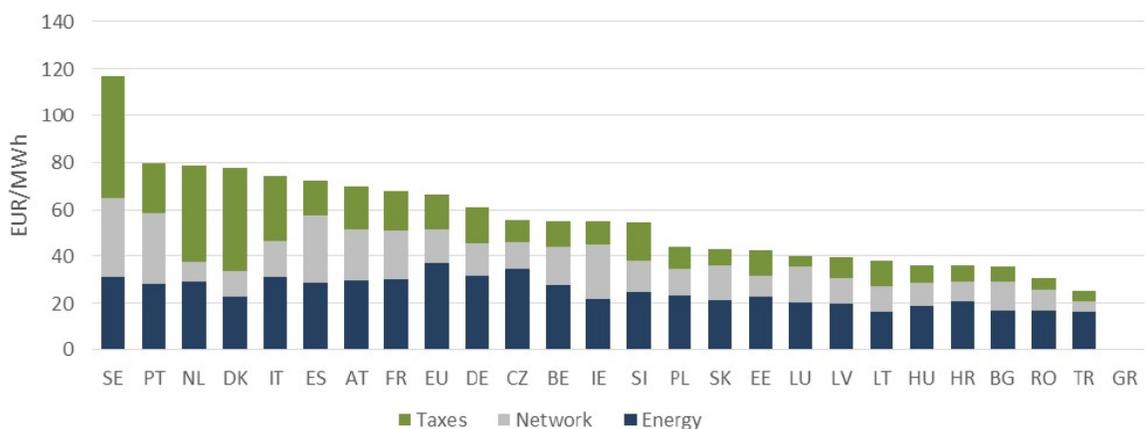


Abbildung 69: Gaspreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019)

Wie die Abbildung verdeutlicht, liegen die Gaspreise für Haushaltskunden in Luxemburg weit unter dem EU-Durchschnittswert. Günstigere Preise finden sich nur in wirtschaftlich weit schwächeren Staaten.

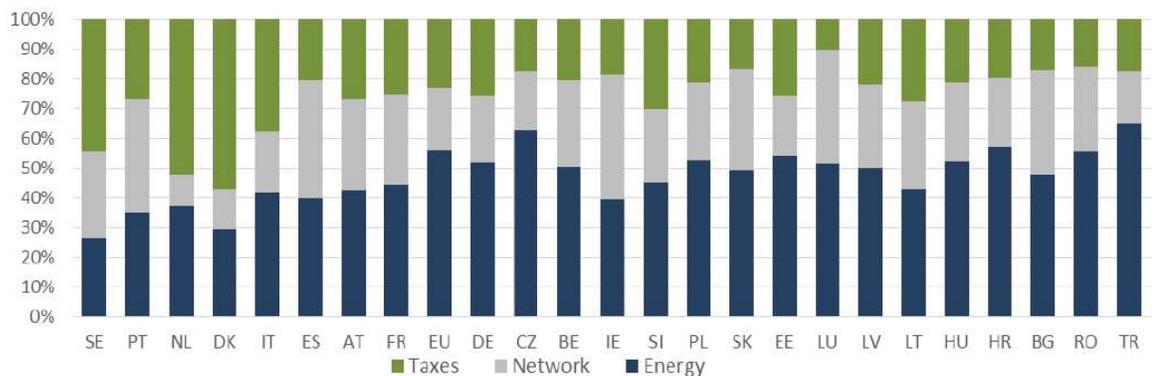


Figure 52 - Composition of household gas prices in 2017

Abbildung 70: Zusammensetzung der Gaspreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019)

Luxemburg hat die niedrigsten Steueranteile auf Gas für Haushaltskunden in der gesamten EU.

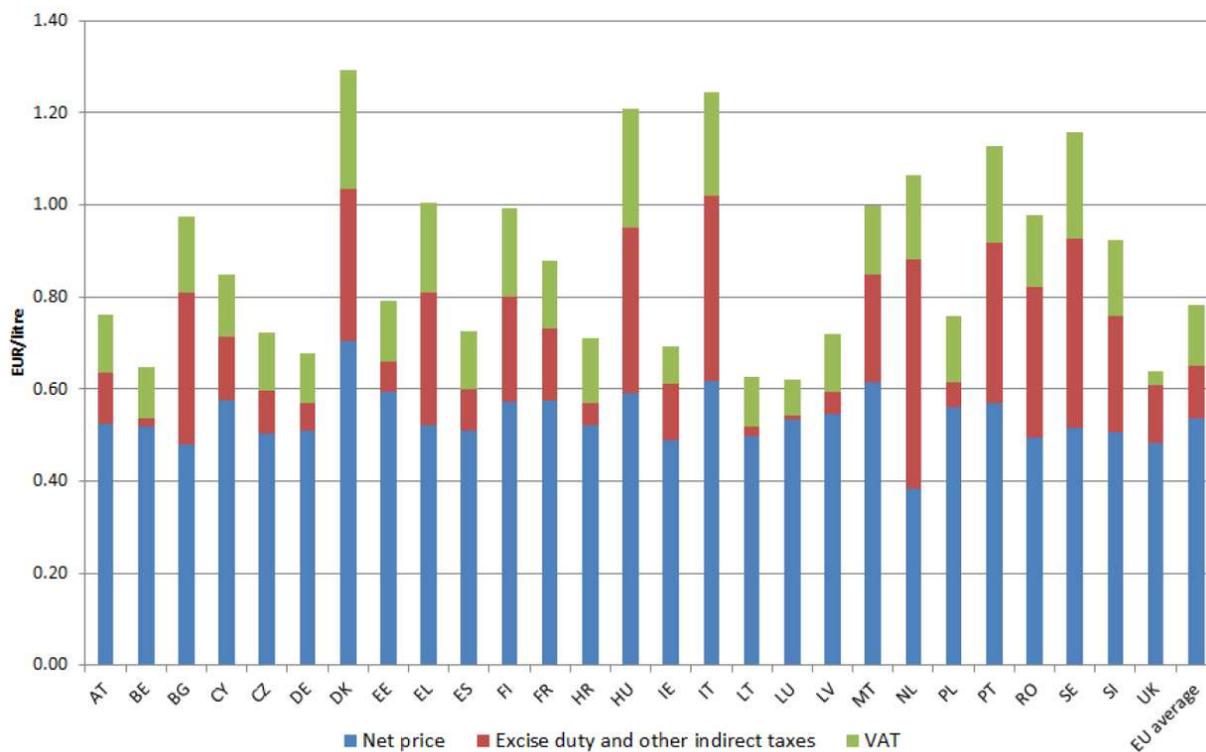


Abbildung 71: Zusammensetzung der Heizölpreise für Haushaltskunden 2017 (Commission, 2019)

Luxemburg hat die niedrigsten absoluten Heizölpreise für Privatkunden in der gesamten EU. Hauptgrund ist die sehr geringe steuerliche Belastung.

Die folgende Abbildung stellt das Energiepreinsniveau in den EU-Staaten sowie Island und Norwegen in Relation zur Kaufkraft dar. Dies geschieht exemplarisch am Beispiel der Haushaltsstrompreise.

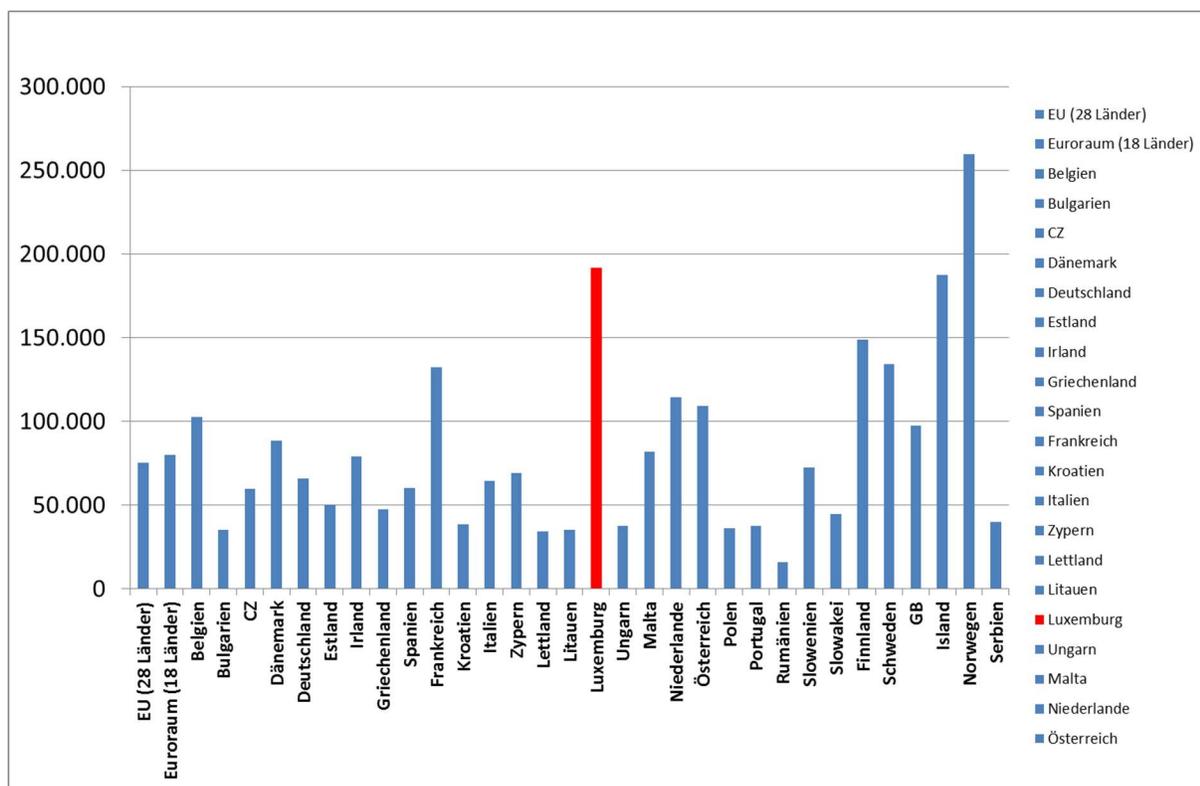


Abbildung 72: Strommenge in kWh/a, die ein durchschnittlicher Haushalt von seinem Jahreseinkommen bezahlen kann (EUROSTAT, 2015) (EUROSTAT, 2016)

In der Abbildung werden die Brutto-Haushaltsstrompreise in den 28 EU-Staaten und weiten europäischen Staaten in Relation zum mittleren Einkommen (medianes Äquivalenz-Gesamtnettoeinkommen) gesetzt. Die dargestellten Werte bezeichnen die Menge Haushaltsstrom, die ein Haushalt mit mittlerem Einkommen pro Jahr von seinem Einkommen bezahlen könnte. Der Wert für Luxemburg liegt mit knapp 192.000 kWh/a um den Faktor 2,54 über dem Durchschnittswert der 28 EU-Staaten.

Im Vergleich zu Belgien kann sich der Luxemburgische Durchschnittshaushalt 1,87-fach mehr Haushaltsstrom leisten, im Vergleich zu Frankreich 1,45-fach mehr, im Vergleich zu Deutschland 2,91-fach mehr, im Vergleich zu Österreich 1,75-fach und im Vergleich zu Dänemark 2,17-fach mehr.

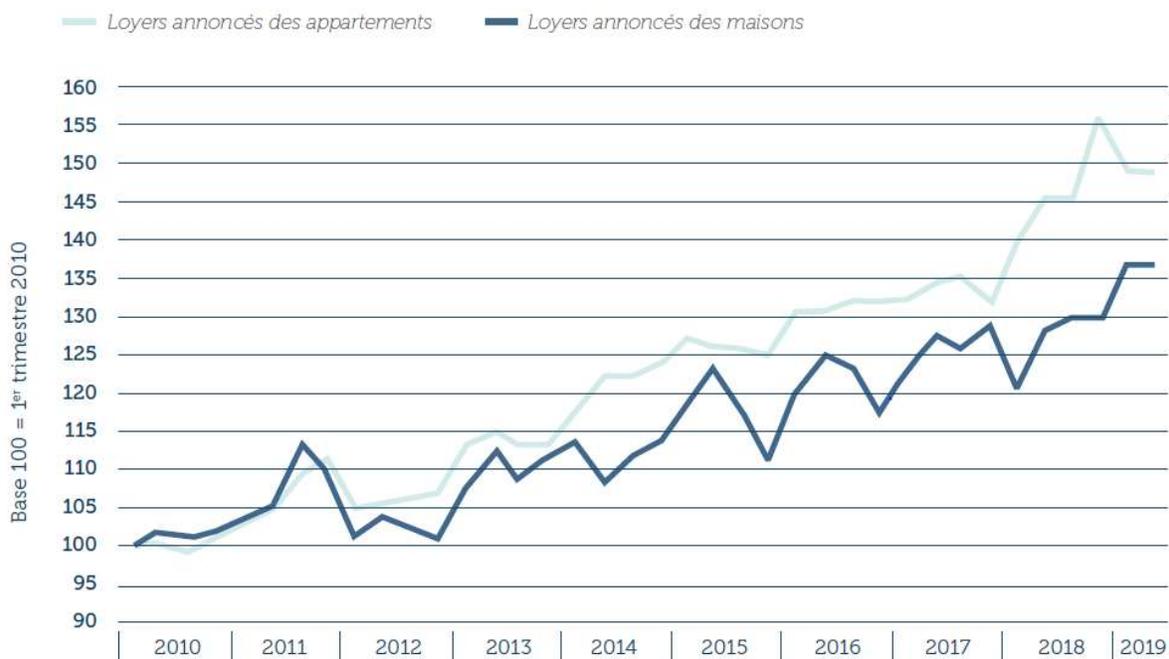
Auch für die Gaspreise zeigt sich die gleiche Tendenz: im Vergleich zur mittleren Kaufkraft liegen diese weit günstiger, als in den übrigen EU-Staaten.

Auch neuere Auswertungen kommen zu ähnlichen Ergebnissen gleichen Ergebnis: „In Kaufkraftstandards (KKS), einer einheitlichen Kunstwährung, welche generelle Preisunterschiede zwischen verschiedenen Ländern ausgleicht, zeigt sich, dass im Vergleich zu den Kosten für andere Waren und Dienstleistungen die Strompreise für Haushalte in Finnland (13,7 KKS pro 100 kWh) und Luxemburg (13,8) am niedrigsten waren,

gefolgt von den Niederlanden (15,2), Malta (15,7), Frankreich (16,4), Schweden (16,5) und Litauen (17,3). Die höchsten Preise ausgedrückt in KKS wurden in Portugal (28,2), Deutschland (28,0), Spanien (27,4), Belgien (26,6), Rumänien (26,3), Zypern (24,5) und Polen (24,3) registriert“ (EUROSTAT, 2019)

Gleiches gilt auch für Gas für Haushaltskunden: „Nach Kaufkraftbereinigung wird deutlich, dass im Vergleich zu den Kosten für andere Waren und Dienstleistungen die niedrigsten Gaspreise für Haushalte in Luxemburg (3,5 KKS pro 100 kWh) gemeldet wurden, vor dem Vereinigten Königreich (4,7), Kroatien und Estland (je 5,6) sowie Belgien und Deutschland (je 5,7). Die höchsten Preise wurden hingegen in Schweden (10,1), Spanien (9,7), Italien und Portugal (je 9,6) verzeichnet.“ (EUROSTAT, 2019)

Der Grund für (Energie)Armut liegt in Luxemburg wie dargestellt nicht im Energiepreisniveau, ausschlaggebend ist vielmehr die Entwicklung der Immobilienpreise bzw. im Falle armutsgefährdeter Haushalte, der Mietpreise. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des Mietpreisindex für Wohnungen und Einfamilienhäuser.



Source : Ministère du Logement – Observatoire de l’Habitat (base Prix annoncés, 2010-2019)

**Abbildung 73: Entwicklung des Mietpreisindex für Wohnungen und Einfamilienhäuser seit 2010 (Observatoire, 2019)**

Wie die Abbildung verdeutlicht, ist der Mietpreisindex für Wohnungen zwischen 2010 und 2019 auf etwa 149 Indexpunkte gestiegen. Im Jahr 2017 lag der Index bei 135.

Im gleichen Zeitraum von 2010 bis 2017 stieg das durchschnittliche Medianeinkommen um 14% von 4.359 auf 4.957 EUR pro Haushalt (STATEC, 2019).

Das mittlere verfügbare Haushaltseinkommen stieg von 2010 bis 2017 auf 114,9% des Ausgangswerts (STATEC, 2019) der durchschnittliche Bruttoverdienst in der Industrie auf 110,4%, im Baugewerbe auf 115,5%, im Dienstleistungssektor auf 113,7% (STATEC, 2019).

Der Mietpreisindex stieg damit weit schneller als das Medianeinkommen und in Folge stiegen die Durchschnitts-Verbrauchsausgaben der Haushalte für Wohnung, Wasser und Energie von 33,8 auf 36,5%.

## **Derzeitige Maßnahmen zur Minderung der (Energie)Armut**

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

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

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

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

erhalten. Die Sozialämter können einen Finanzierungsplan mit dem betroffenen Haushalt erstellen (für den Teil, der nicht bezuschusst wird) und mit dem Haushalt den Kauf eines neuen Elektrogeräts durchführen.

Finanzielle Hilfe durch die 30 Sozialämter an Haushalte für Strom, Gas, Heizöl, Wasser, Lebensmittel und kommunale Gebühren	1.159.415 € (28% der Gesamtzahlungen der Sozialämter)	
Anzahl der Beratungen für Energiearmut gefährdete Haushalte durch myenergy (2016-2019)	30	
Anzahl der Elektrogeräte die bezuschusst wurden (Programm myenergy 2017-2019)	46	23.754,52€
Rückzahlbare Vorschüsse (2019)	Ministère de la Famille: 4.007€ MECDD: 1.183€	

**Abbildung 74: Statistische Daten zu den Beihilfen für Energie und Lebensmittel sowie die Beratungen für Energiearmut gefährdete Haushalte und die Anzahl der bezuschussten Elektrogeräte (Familienministerium, 2019)**

### **Auswirkungen der geplanten CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf die jährlichen Energiekosten Energiearmut-gefährdeter Haushalte**

Wie dargestellt ist das Energiepreisniveau in Luxemburg im europäischen Vergleich sehr niedrig und nicht ursächlich für die Energiearmut.

Im Folgenden wird überprüft, ob sich diese Situation durch die für 2021 geplante Einführung einer schrittweise steigenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf fossile Energieträger verändert. Dazu werden die Auswirkung der Einführung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der für die Jahre 2021 bis 2023 festgelegten Höhe am Beispiel eines Energiearmut-gefährdeten Haushalts analysiert. Als Beispiel wird ein Dreipersonenhaushalt (alleinerziehendes Elternteil, zwei Kinder) gewählt.

Es wird unterstellt, dass die Familie eine 100m<sup>2</sup> große Wohnung bewohnt, die einen schlechten energetischen Standard aufweist. Dabei wird zwischen einer ölbeheizten Wohnung (Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW</sub>: 300 kWh/m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) und einer gasbeheizten Wohnung (280 kWh/m<sup>2</sup><sub>WfA</sub>) differenziert, diese Energieverbrauchswerte charakterisieren das energetisch schlechteste Marktsegment.

		spezifische CO <sub>2</sub> Emissionen in kg/kWh	Endenergie pro Bezugsgröße in kWh/ (m <sup>2</sup> oder km pro Jahr)	Bezugsgröße m <sup>2</sup> oder km	CO <sub>2</sub> Emissionen in kg	CO <sub>2</sub> Steuer pro Tonne				jährliche CO <sub>2</sub> Steuer pro Haushalt			
						2020	2021	2022	2023	2020	2021	2022	2023
						in €/t	in €/t	in €/t	in €/t	in €	in €	in €	in €
Gebäude Wärme (HZ+WW)	Öl	0,288	300	100	8 640	0	20	25	30	0	173	216	259
	Gas	0,205	280	100	5 740	0	20	25	30	0	115	144	172
Mobilität	Benzin	0,299			0	0	20	25	30	0	0	0	0
	Diesel	0,292			0	0	20	25	30	0	0	0	0

Abbildung 75: Auswirkungen der ab 2021 geplanten CO<sub>2</sub>-Bepreisung auf fossile Energieträger auf die Jahres-Energiekosten eines Energiearmut-gefährdeten Haushalts, eigene Berechnung (Ploss, 2020)

Die Kosten von Heizöl steigen durch die CO<sub>2</sub>-Bepreisung von zunächst 20 EUR/to um etwa 0,6ct/kWh bzw. 6ct/Liter, die von Erdgas um etwa 0,45ct/kWh.

Die Jahreskosten des Beispiel-Haushalts für Endenergie<sub>Heizung+WW</sub> steigen aufgrund der CO<sub>2</sub>-Bepreisung von 20 EUR/to im Jahr 2021 um 173 EUR/a im Falle einer Beheizung des energetisch sehr schlechten Gebäudes mit Öl und um 115 EUR/a im Falle der Beheizung mit Erdgas. Die höheren Mehrkosten für ölbeheizte Gebäude ergeben sich bei gleich schlechter energetischer Qualität der Gebäudehülle durch die höheren spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Energieträgers Öl und die schlechtere Effizienz von Ölheizungen.

In den Jahren 2022 und 2023 steigen die Jahreskosten aufgrund des langsamen Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Bepreisung über 25 EUR/to auf 30 EUR/to für die ölbeheizte Variante des energetisch sehr schlechten Gebäudes um 216 bzw. 259 EUR/a. Für die gasbeheizte Variante ergeben sich Mehrkosten von 144 bzw. 172 EUR/a.

Die monatlichen Mehrkosten bewegen sich damit im ungünstigsten Fall (sehr schlechtes Gebäude, Ölheizung, CO<sub>2</sub>-Bepreisung für 2023) in einer Größenordnung von knapp 22 EUR/Monat.

### Resümee Auswirkung der Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung

Wie die Berechnungen für den Beispielhaushalt zeigen, hat die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung in der für die Jahre 2021 bis 2023 geplanten Höhe nur einen geringen Einfluss von bis zu 22 EUR pro Monat. Mehrausgaben in dieser Höhe können durch überschaubare Kompensationsmaßnahmen für einen in Luxemburg vergleichsweise kleinen Anteil (Energie)armutsgefährdeter Haushalte kompensiert werden. Eine Kompensationsmaßnahme ist die Einführung des Gratis-ÖPNV seit März 2020, weitere sollten folgen. Als erstes Land weltweit führte Luxemburg am 1. März 2020 einen Gratis-ÖPNV ein. Die Ersparnis durch die Einführung des Gratis-ÖPNV beträgt 440 EUR/a entsprechend 37 EUR/Monat – dies war der Preis eines Jahrestickets für Erwachsene.

Zu beachten ist jedoch, dass sich die Kosten für armutsgefährdete Haushalte, die in ländlichen Gebieten mit schlechter ÖPNV-Anbindung leben, durch die weiterhin bestehende Notwendigkeit der Nutzung von PKW erhöhen, da die CO<sub>2</sub>-Bepreisung auch für Kraftstoffe gilt.

### 3.5.2. Nicht-Wohngebäude

Da die Datenlage zum Bestand der Nicht-Wohngebäude wie in Kapitel 3.2 ausgeführt deutlich ungenauer ist, als bezüglich der Wohngebäude, kann die Analyse der Segmente mit der schlechtesten Leistung, der divergierenden Anreize sowie der Fälle von Marktversagen im Rahmen der LTRS nur ansatzweise erfolgen.

Eine der wichtigsten Maßnahmen ist die Verbesserung der Datenlage als Grundlage für die Festlegung von Umsetzungsmaßnahmen.

#### **a) Segmente des nationalen Gebäudebestandes mit der schlechtesten Leistung**

Um Maßnahmen für die Marktsegmente mit der schlechtesten Leistung zu identifizieren, wurden – zum Großteil auf Basis von Analysen zu Gebäudetypen in anderen EU-Staaten mit vergleichbarem Klima und Baustandards - die vier nachfolgenden Teilsegmente des Nicht-Wohngebäudeparks analysiert:

1. Ältere öffentliche Gebäude wie Schulen
2. Ältere Bürogebäude
3. Neue, hochtechnisierte Bürogebäude
4. Einzelhandelsgebäude

Nächster Schritt ist die Status-Quo Analyse des Luxemburgischen Bestandes an Nicht-Wohngebäuden (Abgrenzung zum Bestand an Wohngebäuden, Kategorisierung in Nutzungstypen, Flächen und gebäudebezogene Energiebedarfe/-verbräuche nach Typen. Es ist geplant, eine derartige Status-Quo Analyse im Jahr 2020 zu beauftragen und 2021 abzuschließen. Eine endgültige Festlegung der Marktsegmente mit der schlechtesten Leistung ist erst auf Basis dieser Studie sinnvoll.

#### **b) Divergierende Anreize**

Eines der Hemmnisse für die Umsetzung energieeffizienter, umfassender Gebäuderenovierungen ist auch in Nicht-Wohngebäuden das Eigentümer/Nutzer-Dilemma (divergierende Anreize).

Energetisch hochwertige Renovierungen werden sich in diesem Marktsegment (z.B. vermietete Büroimmobilien) nur durchsetzen können, wenn es gelingt, Modelle zu entwickeln, nach denen Eigentümer

und Mieter gleichermaßen von den finanziellen Vorteilen energetischer Renovierungen profitieren oder in denen Dritte (Einsparkontraktoren) die Energiesparmaßnahmen finanzieren und abwickeln.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse Auswirkung</i>
<i>R3-N</i>	<i>PV-Gebot auf öffentlichen Gebäuden bis 2030 (Ausnahme Denkmalschutz, starke Verschattung)</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>
<i>R4-N</i>	<i>PV-Vorbereitung auf Dächern sonstiger Nicht-Wohngebäude (Ausnahme Denkmalschutz, starke Verschattung) ab 2024</i>	<i>Idee</i>	<i>2030</i>
<i>F1-N</i>	<i>Anpassung Fördersystem für Nichtwohngebäude an neues Règlement (neue Mindestanforderungen ab 2021)</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>

Abbildung 76: Maßnahmen im Sektor Nicht-Wohngebäude zur Verringerung des Eigentümer-/Nutzer-Dilemmas

### c) Marktversagen

Zur Herleitung von Maßnahmen zur Behebung von Fällen von Marktversagen wurden für den Nichtwohngebäudepark die fünf folgenden Hemmnisse analysiert:

1. mangelnde Kenntnis des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen aufgrund der niedrigen Energiepreise
2. mangelnde Kapazitäten in der Bauwirtschaft (und mangelndes Interesse der Bauwirtschaft an Renovierungsprojekten im Vergleich zum Neubau)
3. fehlende Kenntnis über Förder- und Finanzierungsprodukte
4. eingeschränkte Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien
5. zu kurze Betrachtungszeiträume und nicht zielführende Methoden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung.

#### **Zu 1. Mangelnde Kenntnis des Energieverbrauchs und potenzieller Einsparungen**

Angesichts der sehr niedrigen Energiekosten in Luxemburg spielen die gebäudebezogenen Energiekosten in den meisten Branchen eine untergeordnete Rolle. Viele Betriebe kennen daher ihre eigenen Energieverbräuche und Energiekosten nicht. Und selbst wenn sie sie kennen, so können sie sie in den seltensten Fällen beurteilen, da branchenbezogene Benchmark-Werte der realen Verbräuche und der Stromerzeugung durch gebäudeintegrierte PV erst ansatzweise erhoben sind und nicht medienwirksam publiziert werden.

Für die kommenden Jahre sind daher Maßnahmen zur Aufbereitung von Verbrauchsdaten für verschiedene Kategorien von Nichtwohngebäuden nicht nur zur Ableitung von Förderprogrammen und zur Steuerung

des Prozesses der Dekarbonisierung von Bedeutung, sondern auch als Grundlage für die Sensibilisierung von Eigentümern und Mietern von Nichtwohngebäuden.

Als eine der ersten Maßnahmen ist geplant, eine detaillierte Erhebung der Flächen und der gebäudebedingten Energieverbräuche von Nichtwohngebäuden aller Kategorien durchzuführen. Ein weiterer Schritt sollte die Zusammenführung energierelevanter Datenbanken sowie die Verortung der energierelevanten Daten in einem GIS-System sein.

## Zu 2. Mangelnde Kapazitäten in der Bauwirtschaft

Wie in Kapitel 3.4.1 am Beispiel der Sanierung der Gebäudehülle des Wohngebäudeparks dargestellt, wird für die Erhöhung der Renovierungsrate und Renovierungsqualität eine deutliche Kapazitätsausweitung der Bauwirtschaft benötigt. Bei weiterhin steigendem Neubaubedarf / spekulativem Neubau fehlen schon heute mehrere Tausend Arbeitskräfte in der Baubranche. Die mangelnden Kapazitäten werden daher ein Haupthindernis bei der notwendigen Erhöhung der Renovierungsrate und Renovierungsqualität auch im Nicht-Wohnbau sein, zumal für einen Großteil der Betriebe der leichter plan- und umsetzbare Neubau attraktiver sein dürfte, als der Renovierungsmarkt.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umstadium</i>	<i>Zeitachse Auswirkung</i>
FO2-N	<i>Modellvorhaben zur Vorfertigung von Renovierungselementen als Gegenmaßnahme zum Arbeitskräftemangel; Zusammenarbeit mit Ausland</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>

Abbildung 77: Maßnahmen zur Attraktivierung der Handwerksberufe im Sektor Bau und zur Steigerung der Effektivität von Produktion und Montage

## Zu 3. Fehlende Kenntnis über Förder- und Finanzierungsprodukte

Luxemburg verfügt seit längerer Zeit über zielgruppengerechte Förder- und Finanzierungsangebote. Aus den TNS-ILRES-Umfragen im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung der Renovierungsstrategie geht hervor, dass die fehlende Kenntnis der Förderprogramme im Bereich des Wohnbaus als eines der Haupthindernisse angesehen wird. Es ist zu vermuten, dass dies in ähnlicher Form für den Bereich der Nicht-Wohngebäude gilt, auch wenn Belege für diese These (in Form von Umfragen) fehlen.

Nachfolgend ein Überblick nach Sektoren / Verbrauchern über die verschiedenen Fördermechanismen die es derzeit bezüglich Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz in Luxemburg gibt oder die angedacht sind.

PRIVATPERSONEN

- PRIME House (staatliche Förderung bei Renovierungsmaßnahmen in Wohngebäuden) (gemeinsames Förderprogramm der Ministerien Wohnungsbau, Umwelt und Energie)
- Förderprogramme der meisten GEMEINDEN (gemeindespezifisch)

#### HANDWERK/KMU

- Klimapakt für KMU (noch in Ausarbeitung)

#### INDUSTRIE und GHD

- „Accord volontaire FEDIL“ (freiwilliges Abkommen mit 50 größeren Industrieunternehmen)
- Staatliches Förderprogramm „Aides publiques pour promouvoir les éco-technologies et le développement durable dans les entreprises“ (Wirtschaftsministerium)
- Förderungen für Nichtwohngebäude (Industrie) über das Wirtschaftsministerium (Loi du 15 décembre 2017 relative à un RÉGIME D'AIDES À LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (Ministère de l'Economie), Art. 7 - AIDES A L'INVESTISSEMENT EN FAVEUR DES PROJETS PROMOUVANT L'EFFICACITE ENERGETIQUE DES BATIMENTS)

#### GEMEINDEN

- Förderungen durch den fonds pour la protection de l'Environnement (fpe) (Umweltschutzfonds)
- Klimapakt Gemeinden

#### ALLE VERBRAUCHER

- Förderprogramme im Rahmen des Verpflichtungsmechanismus der Strom- und Gaslieferanten (EEOS, „RGD modifié du 7 août 2015 concernant le mécanisme d'obligation en matière d'efficacité énergétique“; auf Basis Artikel 7 der EU-Direktive 2012/27/EU)
- Fonds nova naturstrom (Prämiensystem eines Stromlieferanten)

Luxemburg hat einen ehrgeizigen Prozess eingeleitet, um die Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien im Land bekannt zu machen. Um Investitionen in diese Richtung zu fördern, ist vorgesehen den Entscheidungsträgern ein „De-Risking“-Instrument in Form einer Investitionsplattform zur Verfügung zu stellen, um Investitionen in Energieeffizienzprojekte (und insbesondere Renovierungsmaßnahmen) im Wesentlichen in der Industrie, bei großen funktionalen Gebäuden und öffentlichen Gebäuden mit hohem Energiepotenzial zu mobilisieren.

Eine Analyse bestehender Systeme zeigt, dass es gegenwärtig mehrere finanzielle Unterstützungsmechanismen gibt, die sich an die betroffenen Akteure richten. In der Praxis schränkt ein

Mangel an Koordination zwischen den Hilfs-, Kommunikations- und Kontrollsystemen seitens des Staates die Gesamteffektivität des Angebots ein. Wenn andere Instrumente entwickelt werden (z.B. EPC - Energy Performance Contracting), muss sichergestellt werden, dass diese Systeme nicht mit bestehenden Systemen konkurrieren, sondern diese idealerweise ergänzen.

Auf der Grundlage der Ziele des Nationalen Integrierten Energie- und Klimaplanes (NECP) will die luxemburgische Regierung energieeffizientere Investitionen in der Industrie, in KMU und im Bausektor (energetische Renovierungsmaßnahmen) fördern. Dabei ist sich die Regierung bewusst, dass trotz der verschiedenen kombinierten "Zuckerbrot und Peitsche"-Mechanismen, nach wie vor große Hindernisse für Investitionen in Energieeffizienz bestehend, insbesondere betreffend tiefgreifende energetische Renovierungen von bestehenden Gebäuden. Diese Hindernisse können mit unzureichender Kapitalrendite, begrenzten Budgets und niedrigen Prioritäten für die Realisierung von Energieeffizienz-Investitionen, sowie mangelnden internen Fähigkeiten und Kapazitäten zur Umsetzung einer Energieeffizienz-Investition zusammenhängen. Investitionen in Energieeffizienz werden oft als Nicht-Kerngeschäftsinvestitionen eingestuft, was die Investitionsentscheidung komplexer macht.

Um die Barrieren auf dem Investitionsmarkt zu überwinden, soll ein Finanzinstrument, eine sogenannte „De-Risking“ Investitionsplattform, entworfen und umgesetzt werden, um Investitionen in Energieeffizienz in der Industrie, in KMU und im Gebäude(renovierungs)sektor zu mobilisieren, mit dem Ziel, insbesondere Klimaemissionen, erneuerbare Energien- und Energieeffizienzziele, sowie eine Verringerung der Energieabhängigkeit und eine Steigerung der Energieproduktivität zu erreichen.

Ziel des „De-Risking“ Instruments ist es, Hindernissen entgegenzuwirken, die mit energetischen Verbesserungen und energetischen Renovierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Projektfinanzierung zusammenhängen.

Zusätzlich zu den CAPEX-Hindernissen erfordert die Umsetzung von Energieeffizienzprojekten Zeit und spezifische Fähigkeiten, über die Unternehmen (Eigentümer) nicht unbedingt verfügen oder es oftmals vorziehen sich auf ihr Kerngeschäft zu konzentrieren. Eine zielgerichtete fachliche, technische und finanzielle Unterstützung scheint daher notwendig, um die Umsetzung von Projekten in diesem Zusammenhang zu vereinfachen und anzuregen.

EPC-Modelle (Energy Performance Contracting) gibt es derzeit in Luxemburg kaum; derartige Modelle können aber für grössere Renovierungsmaßnahmen eine optimale Lösung darstellen.

Im Herbst 2019 wurde vom Energieministerium, in Zusammenarbeit mit der EIB (Europäische InvestitionsBank) und myenergy, ein Projekt zur Entwicklung von Instrumenten und Methoden für eine zukünftige „De-Risking“ Plattform gestartet. Dieses Projekt wird in 2020 fortgesetzt, in enger Zusammenarbeit mit dem Wirtschaftsministerium und dem Finanzministerium, mit Einbeziehung von Banken und den betroffenen Akteuren des Marktes.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse</i>
<i>F1-N</i>	<i>Einführung eines De-risking Tools in Kombination mit Einsparcontracting für Energieeffizienzmaßnahmen</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>

**Abbildung 78: Maßnahmen zur Unterstützung von Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen für Nicht-Wohngebäude**

Die Einführung neuer Mindestanforderungen ab 2021 und die geplante Anpassung des Fördersystems sollen als Anlass für eine Informationskampagne zu Förder- und Finanzierungsinstrumenten genutzt werden.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse</i>
<i>F2-N</i>	<i>Anpassung Fördersystem für Nichtwohngebäude an neues Règlement (neue Mindestanforderungen ab 2021)</i>	<i>In Planung</i>	<i>2030</i>

**Abbildung 79: Maßnahmen zur Information über Förder- und Finanzierungsinstrumente für Nicht-Wohngebäude**

#### **Zu 4. Eingeschränkte Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien**

Bei Nicht-Wohngebäuden orientiert sich die Akzeptanz für effiziente und intelligente Technologien eher noch stärker an der Wirtschaftlichkeit als bei Wohngebäuden; wenn effiziente und intelligente Technologien wirtschaftlicher sind als konventionelle Lösungen, werden sie sich bei den Bauherren durchsetzen.

Hierbei ist allerdings auch die Akzeptanz durch die Architekten und Ingenieure in Betracht zu ziehen: neue Technologien werden nicht immer direkt umgesetzt und bei den Bauherren beworben, da sie anfangs bei der Umsetzung noch größere Risiken bedeuten können.

Zur Erhöhung der Akzeptanz sollte das Angebot an Weiterbildungen und projektspezifischen Beratungen zur Sanierung von Nichtwohngebäuden ausgebaut werden.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse Umsetzung</i>
<i>W1-N</i>	<i>Weiterbildung zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung von Renovierungen von Nichtwohngebäuden</i>	<i>geplant</i>	<i>2030</i>
<i>W2-N</i>	<i>Weiterbildung Reduktion des Kühlenergiebedarfs im zukünftigen Klima</i>	<i>geplant</i>	<i>2030</i>

## Abbildung 80: Maßnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz effizienter und intelligenter Technologien

### Zu 5. zu kurze Betrachtungszeiträume und nicht zielführende Methoden zur Wirtschaftlichkeitsberechnung

Bei Investitionsentscheidungen im Bereich der Nicht-Wohngebäude werden i.d.R. sehr kurze pay-back Zeiträume angestrebt bzw. vorgegeben. Die pay-back Methode führt zu systematisch falschen Optimierungen, indem Maßnahmen mit sehr geringen Rückzahldauern höher priorisiert werden. Derartige Maßnahmen schöpfen vorhandene Einsparpotenziale nicht ansatzweise aus und sind in realistischen Betrachtungszeiträumen unwirtschaftlich.

Als Teil der Weiterbildungen zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung von Sanierungen sollten daher auch die Hintergründe aussagekräftiger Berechnungsmethoden und verfügbare Rechentools erläutert werden.

<i>Nr.</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Umsetzungsstadium</i>	<i>Zeitachse Umsetzung</i>
<i>W1-N</i>	<i>Weiterbildung zur energetisch-wirtschaftlichen Optimierung von Renovierungen von Nichtwohngebäuden</i>	<i>geplant</i>	<i>2030</i>

### Abbildung 81: Maßnahmen zur Einführung zielführender Methoden der Wirtschaftlichkeitsberechnung und zur Ermittlung von Lebenszykluskosten

Als Grundlage für eine Investitionsentscheidung im Zusammenhang mit Energieeffizienzmaßnahmen sollte zukünftig die Kapitalwertmethode verwendet werden, wie sie in der EU Gebäuderichtlinie für die Kostenoptimalitätsstudien der EU-Staaten eingeführt wurde. Berechnungen nach der Kapitalwertmethode könnten – unter Vorgabe sinnvoller Betrachtungszeiträume von 20 bis 25 Jahren und sonstiger, standardisierter Annahmen - überall dort vorgegeben werden, wo staatliche Fördergelder in Anspruch genommen werden. Sie sollte auch angewandt werden, um Ausnahmen von etwaigen Renovierungsverpflichtungen aus wirtschaftlichen Gründen zu überprüfen.

#### d) Energiearmut

Anders als im Wohnbau ist das Thema der Energiearmut im Nicht-Wohnbau nicht relevant.

### 3.6. Strategien und Maßnahmen für sämtliche öffentliche Gebäude (Art.2a, (1), e)

*Nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe e der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden muss jede langfristige Renovierungsstrategie „Strategien und Maßnahmen, die auf sämtliche öffentlichen Gebäude ausgerichtet sind“, umfassen. Der Anwendungsbereich der langfristigen Renovierungsstrategien nach Artikel 4 der Richtlinie zur Energieeffizienz umfasste bereits bestimmte öffentliche Gebäude. Artikel 2a der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht nun jedoch vor, dass die langfristigen Renovierungsstrategien spezifische Strategien und Maßnahmen umfassen, die auf sämtliche öffentlichen Gebäude ausgerichtet sind. Dies sollte laufende Initiativen der Mitgliedstaaten zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen nach der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie zur Energieeffizienz beinhalten. (17)*

*Sowohl die Richtlinie zur Energieeffizienz als auch die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sehen vor, dass Behörden mit gutem Beispiel vorangehen, indem sie frühzeitig Energieeffizienzverbesserungen einführen (siehe insbesondere die für „Gebäude öffentlicher Einrichtungen“ maßgeblichen Artikel 5 und 6 der Richtlinie zur Energieeffizienz). Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe e der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden hat jedoch einen breiteren Anwendungsbereich als die Artikel 5 und 6 der Richtlinie zur Energieeffizienz, da er alle öffentlichen Gebäude und nicht nur „Gebäude öffentlicher Einrichtungen“ (18) betrifft, die sich im Eigentum der Zentralregierung befinden oder von ihr genutzt werden. Strategien und Maßnahmen nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe e sollten beispielsweise Gebäude umfassen, die von lokalen oder regionalen Behörden genutzt (z. B. gepachtet oder gemietet) werden, sowie Gebäude, die sich im Eigentum der Zentralregierung oder von regionalen oder lokalen Behörden befinden, aber von diesen nicht notwendigerweise genutzt werden. Im Gegensatz zu Artikel 5 Absatz 2 der Richtlinie zur Energieeffizienz (19) sieht Artikel 2a der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden keine Ausnahme von Kategorien öffentlicher Gebäude vor. Infolgedessen gilt dieser Artikel grundsätzlich für Gebäude, die in bestimmten Mitgliedstaaten von der Renovierungspflicht nach Artikel 5 Absatz 2 der Richtlinie zur Energieeffizienz ausgenommen sind. Viele der in Artikel 5 Absatz 2 der Richtlinie zur Energieeffizienz genannten Gebäude können einen beträchtlichen Beitrag zur Erreichung der nationalen Ziele leisten. Finanzielle Mechanismen und Anreize sollten Investitionen von Behörden in einen energieeffizienten Gebäudebestand fördern, zum Beispiel durch öffentlich-private Partnerschaften oder optionale Energieleistungsverträge (Einsparcontracting) (20) durch eine außerbilanzmäßige Finanzierung nach den Rechnungslegungsvorschriften und Leitlinien von Eurostat (21).*

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 spielt die Verbesserung der Energieeffizienz der öffentlichen Gebäude im nationalen Energie- und Klimaplan eine hervorgehobene Rolle. Die Regierung ist sich Ihrer eigenen Verantwortung bewusst und soll stärker eine Vorreiterrolle übernehmen bzw. vorantreiben. Dabei soll weiterhin auf bereits bestehende Programme und deren Ergebnisse aufgebaut werden, aber auch neue Initiativen ergriffen oder entwickelt werden.

Unter dem Schlagwort „Ultraeffiziente öffentliche Gebäude“ entwickelt die Regierung eine Strategie für „Nachhaltige und energieeffiziente öffentliche Gebäude“ im Neubau und im Bestand. Dabei steht neben der Energieeffizienz aber auch die Verbesserung der Nachhaltigkeit, der Nutzung erneuerbarer Energien, die Einführung der Prinzipien der Kreislaufwirtschaft und gesundheitliche Aspekte in öffentlichen Gebäuden im Vordergrund, mit dem Ziel die staatlichen Gebäude zu den effizientesten aller EU-

Mitgliedsstaaten zu machen. In diesen Rahmen fällt die Einführung einer Verpflichtung zur Integration von Photovoltaikanlagen auf staatlichen Gebäuden, welche sich auch in einer Aufstockung des bestehenden Photovoltaik-Programms der *Administration des bâtiments publics* widerspiegelt. Hierbei soll das Ziel sein, bis 2025 alle geeigneten öffentlichen Gebäude mit Photovoltaikanlagen zu bestücken.

Nach Artikel 5, Absatz 7 der EED sollten ebenfalls öffentliche Einrichtungen, die nicht Teil der Zentralregierung sind, ermutigt werden, ihrer Vorbildfunktion bei der Energieeffizienz von Gebäuden gerecht zu werden. Ein besonderes Augenmerk soll vor allem auf die Schulen und deren Infrastrukturen gerichtet werden, 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, durch die Integration von Photovoltaikanlagen sowie einer stärkeren Nutzung von erneuerbarer Wärme, insbesondere auf Basis der mitteltiefen Geothermienutzung, sollen nachhaltige Mobilitäts- bzw. Fortbewegungskonzepte, ebenso wie Elemente, die den Wasserverbrauch senken, bei der Planung bzw. bei umfassenderen Umbauarbeiten berücksichtigt werden.

Neben der schulischen Infrastruktur wurde bereits beschlossen, dass die Infrastruktur auf dem Herrenberg weitgehend zu einem „energy autonomous zero CO<sub>2</sub>“ Quartier umgebaut wird. Die Häuser werden renoviert, Solarenergie auf vielen Dächern installiert und auch das Wärmenetz auf erneuerbare Energien umgestellt.

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 sparsamerer Geräte bei Staat und Gemeinden gefördert werden.

Im Jahr 2019 verfügte die Verwaltung für öffentliche Gebäude (*Administration des bâtiments publics*) über den „Fonds d’entretien et de rénovation“ über eine zusätzliche Haushaltstranche von 87 Millionen Euro, die zu dem Saldo von 9,94 Millionen Euro im Jahr 2018 hinzukam, so dass sie insgesamt Mittel in Höhe von 96,94 Millionen Euro verfügte, um die Instandhaltung und Renovierung der staatlichen Gebäude zu

gewährleisten (Mobilitätsministerium, 2020). Im Jahr 2019 wurden 76,88 Millionen Euro liquidiert, wofür 44,24 Millionen Euro für die Instandhaltung und 31,76 Millionen Euro für die Renovierung dienten. Die „Stratégie d’assainissement énergétique du patrimoine de l’Etat“, die erstmals im September 2014 der Kommission für nachhaltige Entwicklung vorgelegt wurde, wurde 2019 durch ein Addendum ergänzt, mit der Absicht, alle fünf Jahre eine Aktualisierung zu verfassen. Die Analyse der Bausubstanz zeigt, dass 49% der Gebäude ein großes Potenzial in Bezug auf die energetische Sanierung haben. Alle anderen Renovierungs- oder Sanierungsprojekte (fortgeschrittene Veralterung oder neue Raumbedürfnisse der Nutzer) sind Teil der energetischen Nachrüstungsstrategie und müssen mit energetischen Nachrüstungsmaßnahmen einhergehen. Vorrang haben Bildungsgebäude, die das größte Potenzial für eine energetische Sanierung darstellen. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein großer Teil der Gebäude, die für jede Funktionskategorie als Potenzial identifiziert wurden, bereits Gegenstand von energetischen Sanierungsmaßnahmen waren, sind oder sein werden, dass aber das Volumen der zu berücksichtigenden staatlichen Gebäude weiterhin beträchtlich ist. Gemäß der Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 über Energieeffizienz, die von jedem Mitgliedsland verlangt, mindestens 3% des gebauten Erbes pro Jahr zu renovieren, ist von der Verwaltung öffentlicher Gebäude ein erheblicher Anstieg der Renovierungsarbeiten zu erwarten. Maßgeblich ist die Gesamtfläche aller Gebäude mit mindestens 250 m<sup>2</sup>.

Die Gesamtnutzfläche der Gebäude im Bestand der zu renovierenden Gebäude beträgt derzeit ca. 66.205 m<sup>2</sup>. Die bis 2020 nach der oben genannten Richtlinie zu renovierender Fläche wird voraussichtlich ca. 15.670 m<sup>2</sup> betragen. Insgesamt wurden zwischen 2014 und 2019 mehr als 23.000 m<sup>2</sup> renoviert und damit die Anforderungen der Richtlinie um rund 7.300 m<sup>2</sup> oder 31% übertroffen. 2019 wurde eine Monitoring-Software zur Visualisierung, Zusammenstellung und Aufzeichnung von Verbrauchsdaten (Strom, Heizung, Wasser) angeschafft, um den tatsächlichen Verbrauch der Anlagen automatisiert zu überwachen. In den kommenden Jahren werden etwa 200 Gebäude einer bestimmten Größe, verteilt auf mehr als 50 verschiedene Standorte, mit Wärme-, Strom- und Wasserzählern ausgestattet. Die Analyse der aufgezeichneten Verbrauchsdaten ermöglicht es, mögliche Schwachstellen im Betrieb oder in der Funktion der technischen Anlagen zu erkennen. Der Vergleich des Verbrauchs ähnlicher Gebäude ermöglicht auch ein Benchmarking und die Identifizierung von prioritären Gebäuden, die optimiert oder vollständig renoviert werden sollen. Die Gebäudenutzer haben Zugang zu den gesammelten Daten und können so den Betrieb der technischen Anlagen verbessern. Eine kontinuierliche Überwachung des Verbrauchs ermöglicht es in der Folge, einen eventuellen Überverbrauch in einem optimierten Gebäude zu erkennen und die langfristige Aufrechterhaltung der Energieleistung zu gewährleisten.

An Gebäude, die sich im Besitz der Zentralregierung befinden und von ihr genutzt werden, wird gemäß Art. 5 EED die Anforderung einer Renovierungsrate von min. 3% p.a. gestellt. Maßgeblich ist die Gesamtfläche aller Gebäude mit mindestens 250 m<sup>2</sup>.

Auch der Klimapakt und die teilnehmenden Gemeinden sollen weiterhin einen Beitrag im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz leisten. Durch die gesetzten Ziele zur Reduktion der Treibhausgase sind die Gemeinden bereits heute durch eine entsprechende Maßnahme (2.1.3. Renovierungskonzept) dazu angehalten, ihre eigenen Gebäude und Infrastrukturen zu bewerten und entsprechend zu optimieren. Diese Maßnahme wird auch so in der Weiterentwicklung weiterbestehen, soll aber zukünftig stärker quantifizierbar sein.

Auch der Klimapakt und die teilnehmenden Gemeinden sollen weiterhin einen Beitrag im Bereich der Verbesserung der Energieeffizienz leisten. Durch die gesetzten Ziele zur Reduktion der Treibhausgase sind die Gemeinden bereits heute durch eine entsprechende Maßnahme (2.1.4 Sanierungskonzept) dazu angehalten, ihre eigenen Gebäude und Infrastrukturen zu bewerten, Schwachpunkte zu erkennen und mit Hilfe einer zeitlich gegliederten Planung entsprechend zu optimieren. Diese Maßnahme wird auch weiterhin in ähnlicher Form in der Neuauflage des Klimapaktes bestehen bleiben (2.1.3 Renovierungskonzept). Die Bestandsbewertung erfolgt über ein, im Rahmen des Klimapaktes, allen Gemeinden zur Verfügung gestelltes Energiebuchhaltungsprogramm. Ambition der Neuauflage ist es kontinuierlich dessen Analysefunktionen auszubauen um Entscheidungsträger bei der Planung und Priorisierung zur energetischen Renovierung des Bestandes unter die Arme greifen zu können.

Neben den oben genannten Instrumenten zur Förderung der Renovierung bei gemeindeeigenen Gebäuden, sieht der Klimapakt auch ein Planungsinstrument zur „Förderung des Baus bzw. Renovierung energieeffizienter und nachhaltiger Privathäuser“ vor.

Ebenfalls besteht die Möglichkeit, über den Klimapakt ein Beratungsangebot kostenlos wahrzunehmen, um der Gemeinde bei diesem speziellen Thema unter die Arme zu greifen. Dies in der Form eines „spezialisierten Beraters“, ein buchbarer Experte auf dem Gebiet.

Die Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gebäude sind in der Gesamttabelle für alle Nichtwohngebäude beschrieben – siehe Kapitel 3.4.2. In vielen Fällen – etwa der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung werden die gleichen Maßnahmen (etwa das Verbot des Einbaus von Ölkesseln) im Marktsegment der öffentlichen Gebäude früher umgesetzt, als in den anderen Marktsegmenten. Ein anderes Beispiel für die schnellere Umsetzung von Maßnahmen im Marktsegment der öffentlichen

Gebäude sind die abgestuften Renovierungspflichten. Durch dieses Vorgehen soll die Vorreiterrolle des Staats und der Gemeinden sichtbar gemacht werden.

### 3.7. Überblick über nationale Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude sowie zur Förderung der Kompetenzen und der Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz (Art. 2a, (1), f)

*Eines der Ziele der Überarbeitung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bestand darin, die Richtlinie hinsichtlich technologischer Entwicklungen wie intelligenten Gebäudetechnologien auf den neuesten Stand zu bringen und die Einführung von Elektrofahrzeugen und anderen Technologien durch spezifische Installationsanforderungen und durch die Gewährleistung der erforderlichen Kompetenzen und des erforderlichen Fachwissens von Baufachleuten zu erleichtern. Nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe f der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden umfassen die langfristigen Renovierungsstrategien „einen Überblick über die nationalen Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude und Gemeinschaften sowie zur Förderung der Kompetenzen und der Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz“. Dies ist eine neue Komponente, die in Artikel 4 der Richtlinie zur Energieeffizienz nicht enthalten war. Die langfristigen Renovierungsstrategien der Mitgliedstaaten müssen nun einen Überblick über nationale Initiativen enthalten, die Folgendes fördern: a) intelligente Technologien und gut vernetzte Gebäude und Gemeinschaften sowie b) Kompetenzen und Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz. Der Überblick sollte mindestens eine kurze Beschreibung der einzelnen Strategien und Maßnahmen, ihres Anwendungsbereichs und ihrer Laufzeit, der zugewiesenen Mittel und der erwarteten Auswirkungen beinhalten.*

*Intelligente Gebäudetechnologien sind ein wesentlicher Bestandteil eines dekarbonisierten und dynamischeren Energiesystems mit einem höheren Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen, das auf die Erreichung der EU-Zielvorgaben für Energieeffizienz und erneuerbare Energie bis 2030 und eines dekarbonisierten EU-Gebäudebestands bis 2050 ausgerichtet ist. Nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe f der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden müssen die langfristigen Renovierungsstrategien Beschreibungen nationaler Initiativen für intelligente Technologien und für gut vernetzte Gebäude und Gemeinschaften enthalten, die beispielsweise auf die folgenden Ziele ausgerichtet sein können: a) Erreichen einer hohen Energieeffizienz durch optimalen Betrieb des Gebäudes und Vereinfachung der Wartung technischer Gebäudesysteme; b) Stärkung der Rolle der bedarfsseitigen Flexibilität bei der Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Energiesystem und Sicherstellung, dass die Vorteile an die Verbraucher weitergegeben werden; c) Gewährleistung, dass die Bedürfnisse der Nutzer des Gebäudes abgedeckt sind und dass die Nutzer wirksam mit dem Gebäude interagieren können; d) Beitrag zur Einführung gut vernetzter Gebäude (22) und intelligenter Gemeinschaften, auch zur Unterstützung bürgerzentrierter und auf offenen Standards basierender Lösungen für intelligente Städte. Die Mitgliedstaaten können erwägen, Maßnahmen durchzuführen, die zur Einführung von Ladepunkten und Leitungsinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im Rahmen von Gebäuderenovierungsprojekten anregen, selbst wenn die Renovierung nicht als „größere Renovierung“ im Sinne von Artikel 2 Absatz 10 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zu betrachten ist. Die Ausbildung von Energiefachleuten ist wesentlich für die Gewährleistung des Wissenstransfers bei Themen, die mit der Umsetzung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zusammenhängen. Nach Artikel 17 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden müssen die Mitgliedstaaten bereits die unabhängige Erstellung des Ausweises über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sowie die Inspektion von Heizungs- und Klimaanlage durch qualifizierte und/oder zugelassene Fachleute sicherstellen. Die langfristigen Renovierungsstrategien sollten einen*

*Überblick über die nationalen Initiativen enthalten, die die Kompetenzen fördern, die Baufachleute benötigen, um neue Techniken und Technologien in den Bereichen Niedrigstenergiegebäude und energetische Renovierung anzuwenden.*

### 3.7.1. Nationale Initiativen zur Förderung intelligenter Technologien und gut vernetzter Gebäude und Gemeinschaften

Um die erneuerbaren Energien zu fördern, um den Weg zu ebnen für neue wirtschaftliche Entwicklungen wie beispielsweise die Elektromobilität und die dezentrale Energiespeicherung, und um den Anforderungen und neuen Gewohnheiten der Verbraucher gerecht zu werden, wurde der Rollout von intelligenten Stromzählern, sogenannten „Smart Meters“, am 1. Juli 2016 begonnen. Nach einer in luxemburgisches Recht<sup>1</sup> umgesetzten europäischen Richtlinie müssen im ganzen Land und unabhängig vom Netzbetreiber sämtliche Strom- (95%) und Gaszähler (90%) ausgetauscht werden.

Die Installation der intelligenten Stromzähler soll voraussichtlich bis Ende 2020 im ganzen Land abgeschlossen werden, so dass im Wohngebäudebereich der erste Grundstein für eine stärkere Vernetzung der Strominfrastruktur gelegt ist. Zur Stärkung der Resilienz des Stromnetzes wurden bereits die technischen Anschlussbedingungen der Netzbetreiber dahingehend angepasst, dass der Anschluss an den intelligenten Zähler für bestimmte Verbraucher zwingend wird, so dass im Störfall ein gezielter Lastabwurf erfolgen kann.

Auch der gesetzliche Rahmen für den Neubau wurde angepasst, um dem Ausbau der intelligenten Stromzähler Rechnung zu tragen und diese insbesondere bei der Integration von Photovoltaikanlagen und privaten Ladesäulen zu berücksichtigen. So ist seit März 2019 das Verlegen von Leerrohren für Strom- und Datenkabel in Wohn- und Nichtwohngebäuden obligatorisch, um eine spätere Installation von Ladesäulen oder Photovoltaikanlagen zu erleichtern.

Zudem wird durch die aktuell stattfindende Anpassung des Gesetzes über den Elektrizitäts-Markt die Einbindung von Eigenverbrauchs-Konzepten (in Verbindung mit Energiespeichern) sowie Energiegemeinschaften eine neue, besondere Rolle zugeschrieben. Beide Konzepte, wie in der Richtlinie 2018/2001 vorgesehen, wurden bereits in einer Gesetzesänderung eingeschrieben, damit zügig begleitende Maßnahmen und Fördermaßnahmen umgesetzt werden können. Erste Arbeiten sind angelaufen; u.a. wartet Luxemburg aber noch ab, wie Eigenverbrauch – generell, besonders aber bei

---

<sup>1</sup> Loi modifiée du 1er août 2007 relative à l'organisation du marché de l'électricité.

existierenden Anlagen – unter dem Gesichtspunkt des Staatshilfe-Rechts zu bewerten ist. Hier bedarf es noch Abstimmungen und Klärungen auf der europäischen Ebene.

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.

### **3.7.2. Nationale Initiativen zur Förderung von Kompetenzen und Ausbildung in den Bereichen Bau und Energieeffizienz**

Daneben beabsichtigt Luxemburg außerdem 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“.

Im Rahmen der stetigen Weiterentwicklung des Weiterbildungsangebots entstand die Idee der Schaffung eines interaktiven Tools zur Verwaltung der Weiterbildung im Bereich des nachhaltigen Bauens. Die Umsetzung des Tools erfolgt durch den OAI („Ordre des Architectes et Ingénieurs-conseils“) in Zusammenarbeit mit dem CRTI-B („Centre de ressources des Technologies et de l’Innovation pour le Bâtiment“), dem CNCD („Conseil national pour la Construction durable“), des House of Training sowie myenergy. Ziel dieses Tools ist es einerseits den Professionellen des Sektors zu erlauben ihre Weiterbildungspläne intern besser zu verwalten und Ihren Weiterbildungsbedarf besser einzuschätzen.

Andererseits soll es die Anbieter von Weiterbildungskursen dabei unterstützen, Ihr Angebot weiterzuentwickeln um auf eine kohärente und holistische Art und Weise auf den Bedarf des Sektors zu antworten.

Projekt „Luxembourg Green Building Institute“: Forschung und Entwicklung in Luxembourg in die Richtung(en) orientieren und Forschungsthemen fördern, die für die Umsetzung der NECP-Ziele erforderlich sind. Forschung und Entwicklung für den Luxemburger Markt; dieses Projekt wird in 2020 gestartet, in enger Zusammenarbeit zwischen dem Energieministerium und dem Bildungsministerium.

Neben den oben erwähnten Investitionen in den Bereich der Forschung und Entwicklung sind in Luxembourg zudem Investitionen in Solar- und Windanlagen, Ladesäulen für Elektrofahrzeuge, 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 Luxembourg, aber besonders die hohe Dichte an Kompetenz rund um „Green Finance“ bieten ein Umfeld, das es ermöglicht, in Luxembourg bestehende Firmen im Bereich des Klimaschutzes zu unterstützen und neue Firmen aus Europa und der ganzen Welt anzuziehen.

### **3.8. Nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen und weiterreichender Vorteile etwa in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Luftqualität (Art 2a, (1), g)**

*Artikel 4 Buchstabe e der Richtlinie zur Energieeffizienz sah bereits vor, dass die langfristigen Renovierungsstrategien eine nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen und weiterreichender Vorteile enthalten. Nach Artikel 2a Absatz 1 Buchstabe g der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden muss jede langfristige Renovierungsstrategie „eine nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen und weiterreichender Vorteile, etwa in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Luftqualität“ umfassen. Die Änderung beinhaltet eine nicht erschöpfende Liste der Arten von weiterreichenden Vorteilen, die in den langfristigen Renovierungsstrategien beurteilt werden sollten. Bestimmte Maßnahmen zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz können auch zu einem gesunden Raumklima beitragen. Maßnahmen sollten beispielsweise darauf ausgerichtet sein, a) die illegale Entfernung von schädlichen Stoffen wie Asbest zu verhindern, (23) b) die Einhaltung von Rechtsvorschriften über Arbeitsbedingungen, Gesundheitsschutz und Sicherheit sowie Emissionen zu erleichtern (24) und c) ein höheres Niveau an Komfort und Wohlbefinden für die Gebäudenutzer zu fördern, z.B. durch*

Sicherstellen einer vollständigen und homogenen Dämmung (25), in Kombination mit der geeigneten Installation und Einstellung technischer Gebäudesysteme (insbesondere Heizungs- und Klimaanlage, Lüftungsanlagen sowie Gebäudeautomatisierung und -steuerung). Zu den weiter reichenden Vorteilen können auch ein geringerer Krankenstand, niedrigere Gesundheitskosten, eine größere Arbeitsproduktivität aufgrund besserer Arbeits- und Lebensbedingungen, mehr Arbeitsplätze in der Baubranche sowie reduzierte Emissionen und eine günstigere Lebensdauer-CO<sub>2</sub>-Bilanz (26) zählen.

Die Bewertung der mit Energieeffizienzmaßnahmen verbundenen potenziellen weiter reichenden Vorteile kann auf nationaler Ebene einen ganzheitlicheren und stärker integrierten Ansatz ermöglichen und Synergieeffekte aufzeigen, die mit anderen politischen Bereichen und idealerweise unter Einbeziehung anderer staatlicher Behörden erreicht werden können, zum Beispiel der für Gesundheit, Umwelt, Finanzen und Infrastruktur zuständigen Behörden. Im Zusammenhang mit diesen Komponenten ist allgemein anerkannt, dass Anstrengungen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudebetrieb üblicherweise auch indirekte Folgen hinsichtlich der bei der Herstellung von Bauprodukten und bei Bautätigkeiten entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen mit sich bringen. Daher sollte der Energieverbrauch im Alltagsbetrieb nicht isoliert betrachtet werden, da bei der CO<sub>2</sub>-Bilanz Kosten und Nutzen der einzelnen Aspekte zwangsläufig miteinander zu verrechnen sind. Obwohl dies in der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden nicht erörtert wird, würde ein Ansatz unter Betrachtung der gesamten Lebensdauer dazu beitragen, die insgesamt besten kombinierten Möglichkeiten für die Reduzierung der Lebensdauer-CO<sub>2</sub>-Emissionen zu ermitteln und etwaige unbeabsichtigte Auswirkungen zu vermeiden. Außerdem trägt ein solcher Ansatz dazu bei, die kosteneffizienteste Lösung zu finden. Ein CO<sub>2</sub>-armes Gebäude ist letztendlich ein Gebäude, das die Ressourcennutzung optimiert und dadurch CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Bau- und Nutzungsphase über seine gesamte Lebensdauer begrenzt. Eine Renovierung kann so durchgeführt werden, dass unterschiedliche Bauprodukte oder -materialien getrennt werden können, wenn das Gebäude das Ende seiner Lebensdauer erreicht oder wenn eine weitere größere Renovierung durchgeführt wird. Dies ermöglicht die Wiederverwendung oder das Recycling, wodurch die Menge der Abrissabfälle, die auf Deponien entsorgt werden, erheblich reduziert werden kann. Die Möglichkeiten der Kreislaufwirtschaft in der Zukunft hängen direkt davon ab, wie die Renovierung durchgeführt wird, welche Materialien verwendet werden und wie sie eingebaut werden. Das Recycling von Materialien kann sich positiv auf den Energieverbrauch auswirken, da die Herstellung primärer Bauprodukte normalerweise mehr Energie erfordert als die Nutzung sekundärer Bauprodukte. Darüber hinaus könnte es sinnvoll sein, Maßnahmen zur Anpassung von Gebäuden an den Klimawandel durchzuführen (27), etwa durch Installation von Sonnenschutzanlagen, die Gebäude bei Hitzewellen vor einer Überhitzung schützen und sich somit direkt auf den Energieverbrauch eines Gebäudes auswirken, da sie die Notwendigkeit aktiver Kühlmaßnahmen verringern (28). Außerdem sollten bei neuen Gebäuden sowie bei Gebäuden, die größeren Renovierungen unterzogen werden, Zugangsbarrieren für Menschen mit Behinderungen vermieden und bestehende Zugangsbarrieren möglichst entfernt werden. (29) Und schließlich können die Mitgliedstaaten in ihrer nachweisgestützten Schätzung der Vorteile in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Luftqualität die Auswirkungen der Maßnahmen anführen, die sie nach Artikel 7 Absatz 5 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (30) durchgeführt haben. Außerdem können sie die Auswirkungen der Maßnahmen anführen, die sie nach Artikel 2a Absatz 7 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durchgeführt haben, der für den Brandschutz und die Risiken im Zusammenhang mit intensiven seismischen Aktivitäten maßgeblich ist.

### 3.8.1. Wohngebäude

#### Schätzung der zu erwartenden Energieeinsparungen

Die für den Wohngebäudepark zu erwartenden Energieeinsparungen wurden in zwei Studien mit unterschiedlichen Ansätzen abgeschätzt:

- Studie 1: Szenarienstudie Energieinstitut Vorarlberg (bottom up)
- Studie 2: Abschätzung der Einsparungen durch Fraunhofer IREES für NECP (top down)

- ◇- Status quo
- Business-as-usual
- ▲- Effizienz
- Effizienz-Plus

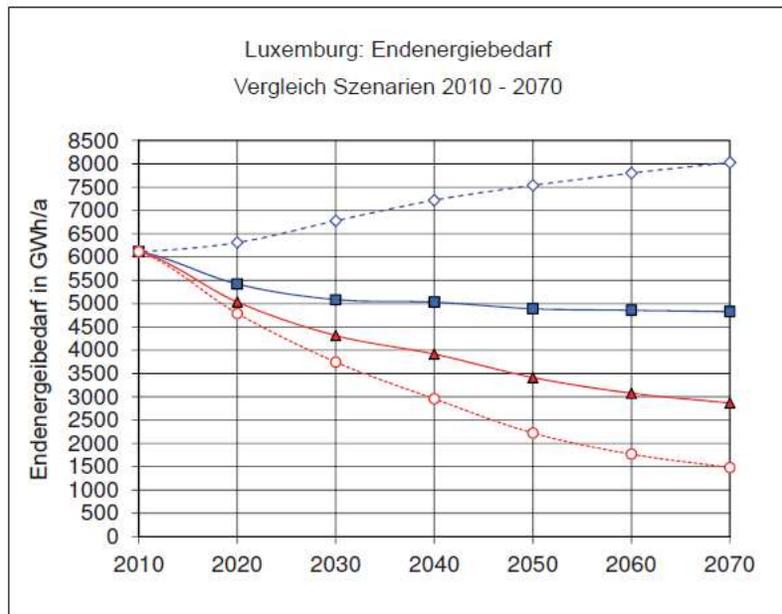


Abbildung 6.1:  
Entwicklung des gesamten Endenergiebedarfs in GWh/a in den vier Hauptszenarien im Zeitraum 2010 - 2070.

Abbildung 82: Entwicklung des gesamten Endenergiebedarfs des Wohngebäudeparks in GWh/a in den vier Hauptszenarien (Ploss, 2017)

Das bottom-up Modell des Energieinstitut Vorarlberg beschreibt ausgehend vom Status Quo des Wohngebäudeparks im Jahr 2010 vier verschiedene Effizienzpfade, in denen Randbedingungen wie Bevölkerungs- und Wohnflächenwachstum sowie Renovierungs- und Abrissrate gleich angenommen werden (Renovierungsrate (Vollsanierungsäquivalente): ca. 1.6% p.a. bezogen auf gesamten Wohngebäudebestand von 2010); Abrissrate denkmalgeschützte Gebäude 0,1% p.a. sonstige Gebäude 0,85% p.a.), die politischen Ambitionsniveaus für Neubau und Sanierung ab 2010 jedoch wie folgt differenziert werden:

**Szenario Status Quo:** Energieniveaus Neubau und Sanierung auf Status 2010 „eingefroren“ – oberes Grenzwertszenario

**Szenario business as usual (BAU):** langsame Erhöhungen der Anforderungen an Neubau und Sanierung, leicht erhöhtes Tempo bei der Dekarbonisierung

**Szenario Effizienz:** Erhöhung der Anforderungen auf das kostenoptimale Niveau (Neubau: Effizienzklasse A/A (wie im Jahr 2017 umgesetzt, Sanierung ähnliches Niveau (Umsetzung noch nicht erfolgt))

**Szenario Effizienz Plus:** Start mit ähnlichen Effizienzniveaus wie im Szenario Effizienz, jedoch mehrere weitere Verbesserungen des Effizienzniveau als Anpassung an technische Verbesserungen und Verschiebung des Kostenoptimums in Richtung höherer Qualitäten

Da das Modell auf das Ausgangsjahr 2010 kalibriert wurde und die Umsetzung der in den Szenarien hinterlegten Maßnahmen/Qualitäten mit dem Ausgangsjahr 2010 angenommen wurde, ergeben sich für die Dekade bis 2020 zum Teil schon deutliche Veränderungen.

Für das Jahr 2030 ergeben sich Werte zwischen 3.750 GWh/a im Szenario Effizienz Plus, 4.300 GWh/a im Szenario Effizienz, 5.100 GWh/a im Szenario BAU und von 6.800 GWh/a im Szenario Status Quo.

Die im Modell ab 2010 angenommenen energetischen Qualitäten des Szenarios Effizienz wurden mit der Verschärfung des Anforderungsniveaus für Neubauten im Jahr 2017 umgesetzt.

Bezüglich der Sanierung entsprechen die bislang umgesetzten Qualitäten denen des Szenarios BAU. Die Umsetzung deutlich ambitionierterer Niveaus ist für die Sanierung für 2021 vorgesehen. Die bisherigen Sanierungsraten liegen bei etwa der Hälfte der in den Szenarien angenommenen Rate.

Für das Jahr 2040 ergeben sich Werte zwischen 2.990 GWh/a im Szenario Effizienz Plus, 3.900 GWh/a im Szenario Effizienz, 5.000 GWh/a im Szenario BAU und von 7.200 GWh/a im Szenario Status Quo. Die Endenergieeinsparung gegenüber dem aktuellsten verfügbaren Verbrauch von 6.154 für das Jahr 2018 liegt damit im Szenario Effizienz bei 37%, im Szenario Effizienz Plus bei etwa 51%.

Für das Jahr 2050 ergeben sich die folgenden Werte: 2.200 GWh/a (Szenario Effizienz) und 3.400 GWh/a (Szenario Effizienz Plus). Die Endenergieeinsparung gegenüber dem aktuellsten verfügbaren Verbrauch von 6.154 für das Jahr 2018 liegt damit im Szenario Effizienz bei 55%, im Szenario Effizienz Plus bei etwa 64%.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse der top-down-Analyse aus der Studie Fraunhofer IREES, die als Grundlage des NECP fungiert (NECP, 2020). In der Studie wird eine deutlich höhere Renovierungsrate als in der Studie des Energieinstitut Vorarlberg angenommen, auch die durchschnittliche Renovierungstiefe wird mit 72% merklich höher angenommen.

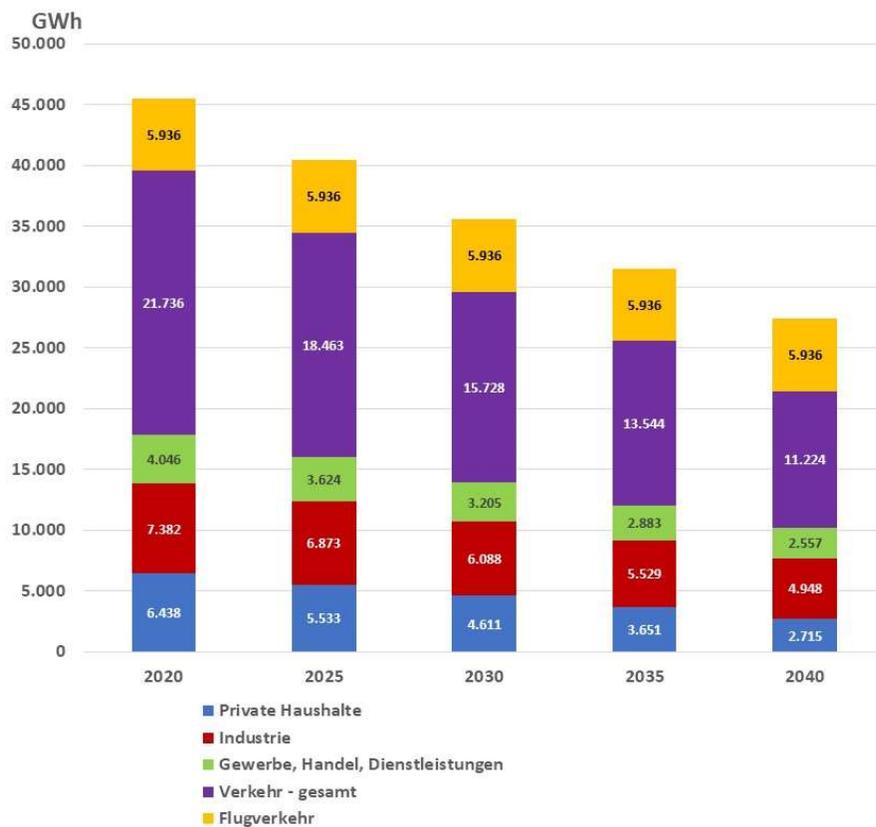


Abbildung 83: Zielwerte des Endenergiebedarfs nach Sektoren gemäß NECP für die Jahre bis 2040 (NECP, 2020)

Als Zielwert für den gesamten Endenergiebedarf der privaten Haushalte für das Jahr 2030 wird im Zielszenario des NECP ein Wert von 4.611 GWh/a genannt. Dies entspräche einer Reduktion von etwa 28% gegenüber dem Ausgangswert von 6.438, der im NECP für 2020 angenommen wird.

Gegenüber dem realen Verbrauch des Jahres 2018 von 6.154 GWh/a beträgt die Einsparung 25%.

Für das Jahr 2040 nennt der NECP einen Wert von 2.557 GWh/a, was einer Reduktion von etwa 60% gegenüber dem Ausgangswert von 6.438 GWh/a, der im PNEC für 2020 angenommen wird. Die Einsparung gegenüber dem realen Verbrauch des Jahres 2018 beträgt 58%.

Der Zielwert des NECP liegt merklich niedriger als der Wert für das Szenario Effizienz Plus in der Szenarienstudie des Energieinstitut Vorarlberg.

Hauptgründe für die höheren Einsparungen im Zielszenario des NECP für 2040 sind die im Vergleich mit der Studie des Energieinstitut Vorarlberg höheren Annahmen für:

- Renovierungsrate (NECP: 2,7% p.a. Vollrenovierungen zusätzlich zu den Renovierungen des baseline-Szenarios (Bezug auf Gebäudebestand bis Baujahr vor 1991), Energieinstitut Vorarlberg: ca. 1,6% Vollsanierungsrate, Bezug auf Gebäudebestand bis 2010).
- Durchschnittliche Reduktion des Wärmebedarfs bei Vollrenovierung (NECP: 72%, Energieinstitut Vorarlberg niedriger, u.a. wegen Berücksichtigung niedrigerer Werte denkmalgeschützter Gebäude).

### Schätzung der zu erwartenden THG-Reduktion

In den beiden erwähnten Studien wird neben der Entwicklung des Endenergiebedarfs auch die Entwicklung der THG-Emissionen untersucht.

Im ambitioniertesten Szenario (Effizienz Plus) der Studie des Energieinstitut Vorarlberg wird die Veränderung der THG-Emissionen des Wohngebäudeparks mit -48% bis 2030 und -84% bis 2050 im Vergleich zum Basisjahr 2010 angegeben.

Im NECP wird die Veränderung mit -62% bis 2030 und -96% bis 2040 angegeben – die Einsparungen beziehen sich auf den Status Quo.

### Resümee

Trotz der unterschiedlichen methodischen Ansätze und der teilweise deutlich abweichenden Annahmen zeigen beide Studien, dass der Endenergiebedarf des Wohngebäudesektors trotz gravierender Wohnflächenzunahme im Vergleich zum realen Verbrauch von 2018 stark reduziert werden kann:

- bis 2040: 37% bzw. 51% (Energieinstitut Vorarlberg, Szenarien Effizienz / Effizienz Plus; 58% (NECP für 2040))
- bis 2050: 55% bzw. 64% (Energieinstitut Vorarlberg, Szenarien Effizienz und Effizienz Plus).

Gleiches gilt auch für die THG-Emissionen: trotz deutlich abweichender Annahmen (auch bezüglich der Bilanzierungsregeln für die Treibhausgase) zeigen beide Studien, dass sehr starke Reduktionen möglich sind.

Die Studien verdeutlichen, dass zur Realisierung derartiger Einsparung die Ausschöpfung der heutigen wie der zukünftig kostenoptimalen Einsparpotenziale notwendig ist. Dies erfordert vor allem in der

Gebäudesanierung sehr deutliche Maßnahmen zur Senkung des Bedarfs und zur schnelleren Dekarbonisierung.

Als Grundlage für ein Monitoring sollte die Szenariestudie zur zukünftigen Entwicklung des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen des Wohngebäudeparks regelmäßig etwa alle 4-5 Jahre aktualisiert werden. Eine erste Aktualisierung erscheint im Jahr 2022 auf Basis der Daten aus der Volkszählung 2021 sinnvoll.

Zur Abschätzung der zukünftigen Reduktionspotenziale und als Grundlage für das Erfolgsmonitoring sollten vorhandene Datenbanken wie die Energiepassdatenbank, die Kaminkehrerdatenbank, etc. zusammengeführt und regelmäßig ausgewertet werden.

Im Zuge der Überarbeitung der Energiepassdatenbank sollte auch die Kontrolle der Energiepasspflicht novelliert werden.

Sinnvoll wäre es darüber hinaus, die wichtigsten energierelevanten Daten zu Bedarf/Verbrauch und Erzeugung landesweit in einem GIS-System zu verorten.

#### **Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze / Bedarf an zusätzlichen Arbeitskräften**

Angesichts der deutlichen Steigerungen der Bauleistung im Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden beziffert die Handwerkskammer den Arbeitskräftebedarf in der Branche auf etwa als 5.000 Personen (PAPERJAM, 2019). Die Zahl beruht auf einer Studie der Handwerkskammer, an der 12% der Handwerksfirmen teilnahmen. Insgesamt fehlen im Handwerk ca. 9.400 Arbeitskräfte. Die Zahl im Bauwesen dürfte noch steigen, wenn wie in Kapitel 2.4.2 dargestellt, der Bedarf an Neubau-Wohnungen weiter steigt.

Eine Steigerung der Sanierungsrate und Sanierungsqualität würde einen weiteren Arbeitskräftebedarf generieren. Die folgende Abbildung verdeutlicht, welche Zusatzinvestitionen durch eine Steigerung der derzeitigen Renovierungsrate von etwa 0,7 Vollrenovierungs-Äquivalenten auf eine betriebswirtschaftlich optimale Renovierungsrate von 1,6% p.a. entstünden und wie vielen Arbeitskräften die entspräche.

Renovierungsrate Hülle (Vollrenovierungs-Äquivalente)	Anzahl umfassend zu sanierender Wohneinheiten	zu sanierende Gesamt-Wohnfläche	Investition bei Sanierung Mindestqualität	Investition bei Sanierung kostenoptimale Qualität	Arbeitsplätze bei Sanierung Mindestqualität	Arbeitsplätze bei Sanierung kostenoptimale Qualität
%	Wohneinheiten/Jahr	m2 WNF	EUR/a	EUR/a	EUR/a	EUR/a
0,4	1 000	129 000	47 730 000	69 660 000	430	627
0,6	1 500	193 500	71 595 000	104 490 000	644	940
0,7	1 750	225 750	83 527 500	121 905 000	752	1 097
0,8	2 000	258 000	95 460 000	139 320 000	859	1 254
1,0	2 500	322 500	119 325 000	174 150 000	1 074	1 567
1,2	3 000	387 000	143 190 000	208 980 000	1 289	1 881
1,4	3 500	451 500	167 055 000	243 810 000	1 503	2 194
1,6	4 000	516 000	190 920 000	278 640 000	1 718	2 508
1,8	4 500	580 500	214 785 000	313 470 000	1 933	2 821
2,0	5 000	645 000	238 650 000	348 300 000	2 148	3 135

**Abbildung 84: Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität (Ploss, 2020)**

Eine Steigerung der Sanierungsrate der Gebäudehülle von aktuell etwa 0,7 auf 1,6% p.a. (des Gesamtbestandes von derzeit etwa 250.000 Wohneinheiten) hieße, dass die Gebäudehüllen von 4.000 statt von 1.750 Wohneinheiten p.a. komplett renoviert würden. Dies entspräche einer Erhöhung der Investitionen von etwa 84 Mio. auf 279 Mio. EUR/a, wenn gleichzeitig auch die energetische Qualität der Renovierungen verbessert würde. Statt etwa 750 Arbeitskräften würden ca. 2.500 benötigt, der Mehrbedarf läge also bei etwa 1.750 Arbeitskräften.

Zusätzlich würden weitere Arbeitskräfte für die Erhöhung von Renovierungsrate und Renovierungsqualität der Nicht-Wohngebäude sowie für die Erhöhung der Kesselaustauschrate und der Installation von Solarsystemen und Lüftungsanlagen benötigt.

Angesichts dieser Zahlen haben Maßnahmen zur Erhöhung der Attraktivität von Berufen in der Baubranche und solche zur Steigerung der Effektivität der Renovierungsprozesse - etwa durch stärkere Vorfertigung - hohe Priorität.

### Gesundheit – Reduktion der Häufigkeit von Schimmelschäden

Hocheffiziente Gebäuderenovierungen tragen dazu bei, das Risiko gesundheitsschädigender Schimmelschäden deutlich zu reduzieren. Dieser Vorteil der energetischen Renovierung wird im Folgenden hergeleitet. Dazu werden die folgenden Teilaspekte untersucht:

- Häufigkeit von Feuchte- und Schimmelschäden
- gesundheitliche Auswirkungen von Feuchte- und Schimmelschäden
- Ursachen feuchtebedingter Schimmelschäden

- Beiträge hocheffizienter Gebäuderenovierungen zur Reduktion des Schimmelrisikos.

### Häufigkeit von Feuchte- und Schimmelschäden

Laut einer Studie der EU beträgt der Anteil der Personen, die von Feuchteschäden in ihrer Wohnung betroffen sind, etwa 17% (Commission, 2019)

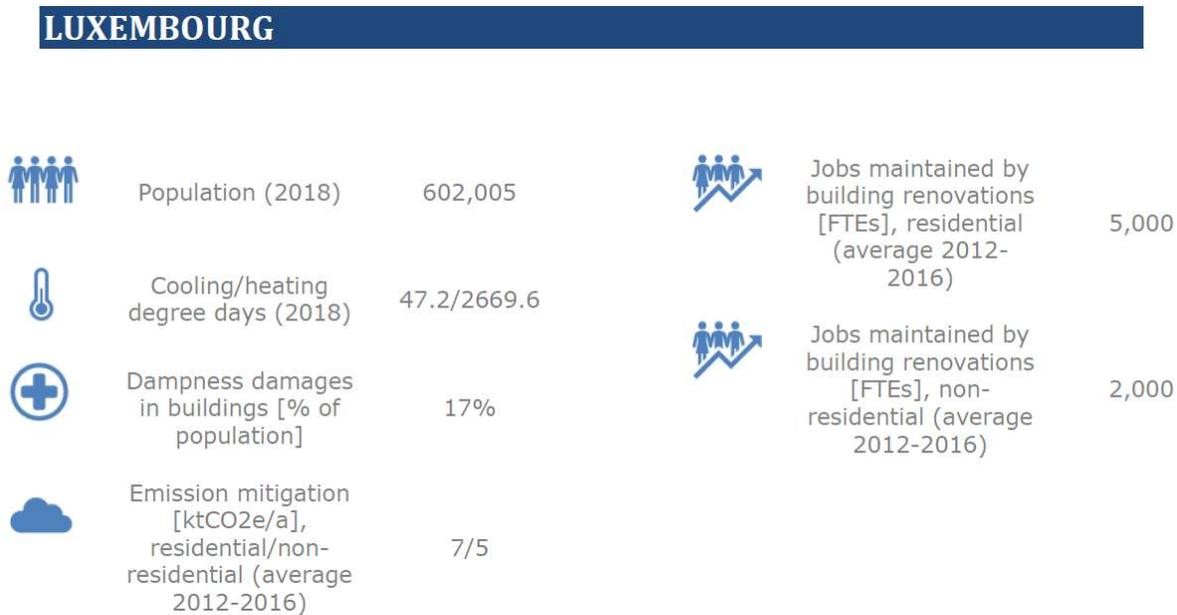


Abbildung 85: Abschätzung der von Feuchteschäden an Gebäuden betroffenen Bevölkerungsanteils in Luxemburg (Commission, 2019)

Wie Studien aus Deutschland, der Schweiz und Österreich zeigen, ist dieser Wert kein Spezifikum Luxemburgs, sondern in Ländern mit ähnlichem Klima und ähnlichen Bautraditionen üblich.

Eine deutsche Studie an 5.530 Wohnungen kommt zu dem Ergebnis, dass 21,9 % der 5.530 untersuchten Wohnungen Feuchteschäden aufweisen, davon 9,3% mit Schimmelschäden (Brasche, 2003)

Ähnliche Zahlen nennt das Schweizer Bundesamt für Gesundheit: „Von Feuchtigkeitsproblemen betroffen sind nicht nur wenige, sondern in der Schweiz und in anderen europäischen Ländern jede vierte bis fünfte Wohnung“ (Gesundheit, 2009). Eine österreichische Studie beziffert den Anteil der Personen, mit wohnungsbezogenen Gesundheitsbelastungen durch Feuchtigkeit und Schimmel mit 10 bis 18% (BIWALD, 2011). Die höchsten Werte werden für Wohnungen im unteren Mietpreissegment genannt, die häufig noch unrenoviert sind

## Gesundheitliche Auswirkungen von Feuchte- und Schimmelschäden

Die gesundheitlichen Folgen einer Feuchte- und Schimmelpilzexposition werden in einer Studie der Weltgesundheitsorganisation WHO wie folgt beschrieben:

*„In verschiedenen Untersuchungen ergab sich, dass nach Beseitigung von Feuchtigkeit und Schimmelpilzen die Zahl der Asthmaanfälle zurückging. Signifikante Zusammenhänge zwischen Feuchtigkeit und Erkrankung zeigte sich bei Kindern und Erwachsenen. In einer der aussagefähigsten retrospektiven Fallkontrollstudien zur Inzidenz des Asthmas zeigte sich, dass Feuchtigkeit oder Schimmel in den Hauptlebensbereichen in Wohnungen in einer Dosis-Wirkungsbeziehungen zur Asthmaentwicklung bei Kindern und Erwachsenen stand (Pekkanen et. al.,2007). Diese sehr exakt durchgeführte Untersuchung hat die stärkste Evidenz aller bis jetzt vorgelegten Studien. Es wurde nachgewiesen, dass eine Feuchtigkeitsexposition nicht nur mit Asthma assoziiert ist, sondern dass dieses wahrscheinlich Asthma bei Kindern und Erwachsenen verursacht. Es wird also nach Meinung der Experten der WHO hier eine fast kausale Beziehung nachgewiesen.“*

## Ursache von Feuchte- und Schimmelschäden

Schimmel kann entstehen, wenn die Innenoberflächen von Bauteilen der Gebäudehülle für einige Tage Temperaturen von weniger als 12,6°C aufweisen. Bei diesen Temperaturen besteht das Risiko, dass die Raumluftfeuchte im unmittelbaren Bereich der kühlen Oberfläche auf mehr als 80% ansteigt, d.h. es besteht das Risiko, dass der Taupunkt unterschritten wird.

Als Voraussetzung für Schimmelbildung kommen demnach zwei Ursachen in Frage:

- niedrige Oberflächentemperaturen im Bereich von Wärmebrücken
- niedriger Luftwechsel, der nicht ausreicht, die Raumluftfeuchte auf unkritische Werte zu reduzieren.

Wie Wärmebrückenberechnungen zeigen, treten in alten, unsanierten Gebäuden im Bereich von Wärmebrücken - etwa Wandkanten - Oberflächentemperaturen von weniger als 9°C auf. In derartigen Wohnungen besteht ein hohes Risiko von Schimmelbildung. Durch nachträgliche Dämmungen mittlerer energetischer Qualität (U-Wert nach Sanierung ca. 0,35 bis 0,40 W/(m<sup>2</sup>K) kann die Oberflächentemperatur im Wärmebrückenbereich einer Wandkante auf etwa 16°C erhöht werden. Ohne Möblierung bedeutet dies i.d.R. die Beseitigung des Feuchte- und Schimmelrisikos.

Wird jedoch ein Schrank in eine Ecke gestellt, so wird der Wärmeaustausch mit der Raumluft verringert, so dass an der Kante zu niedrige Temperaturen auftreten, die zu Schimmelbildung führen können. Erst die

Dämmung mit U-Werten von etwa  $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  schließt Schimmelschäden auch bei Möblierung mit einem Schrank aus.

Die energetisch hochwertige Renovierung mit Reduktion von Wärmebrücken ist besonders für dicht belegte Mietwohnungen von Bedeutung: in diesen ist die personenbedingte Feuchteabgabe höher und aufgrund der dichteren Belegung sind die Bewohner oft darauf angewiesen, auch Außenwandkanten oder Innenwandanschlüsse an Außenwände zu möblieren. Wie dargestellt treten dadurch niedrigere Oberflächentemperaturen im Bereich der Wandkanten auf, außerdem wird die Durchlüftung und damit die Feuchteabfuhr in diesen Bereichen durch die Möblierung eingeschränkt.

### **Beiträge hocheffizienter Renovierungen zur Reduktion des Schimmelrisikos**

Hocheffiziente Gebäuderenovierungen minimieren das Schimmelrisiko wie durch die Minimierung von Wärmebrücken und durch bedarfsgerecht ausgelegte Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung. Wie Untersuchungen an Neubauten und Renovierungen zeigen, sorgen diese nicht nur für verringerte Lüftungswärmeverluste und die Abfuhr von Schadstoffen, sondern regulieren den Feuchtegehalt der Raumluft während der Heizperiode, d.h. in der schimmelgefährdeten Zeit, in einem Bereich zwischen 25 und 50%. Die Komfortlüftung sorgt dafür, dass feuchte Luft abgeführt wird und durch Frischluft von außen ersetzt wird. Diese Frischluft hat im Winter einen sehr geringen absoluten Feuchtegehalt. Feuchteschäden sind bei den genannten Luftfeuchten in Gebäuden mit Komfortlüftung nicht zu befürchten.

In der Folge ermöglichen hocheffiziente Gebäuderenovierungen eine vollständige Nutzung und ungestörte Möblierung aller Räume. Gerade in dicht belegten Mietwohnungen ist dies ein weiterer Vorteil – die Wohnung wird durch die ungehinderte Möblierbarkeit „vergrößert“.

### **Reduktion des Herstellungsenergieaufwands von Bauprodukten und Berücksichtigung der Kreislauffähigkeit**

Ein Aspekt, der in Luxemburg in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen hat, ist die Berücksichtigung des Herstellungsenergieaufwandes und von Aspekten der Kreislauffähigkeit bei der Auswahl von Bau- und Dämmstoffen. So wurden etwa die Boni für Dämmungen aus naturnahen Materialien in etwa 50% der Förderfälle für die Gebäudedämmung beantragt und gewährt.

### 3.8.2. Nicht-Wohngebäude

#### Nachweisgestützte Schätzung der zu erwartenden Endenergieeinsparungen

Abschätzungen der Endenergieeinsparungen im Sektor der Nichtwohngebäude auf Basis eines Gebäudetypologie-basierten bottom-up-Ansatzes liegen aufgrund der unbefriedigenden Datenlage noch nicht vor. Stattdessen wurden die zu erwartenden Endenergieeinsparungen in verschiedenen Studien (u.a. Grundlagen für NEEAP 4, Grundlagen für NECP) in einem top-down Ansatz abgeschätzt. Als Datengrundlage wurden u.a. Auswertungen der Ergebnisse von Audits verwendet.

Im Folgenden werden der Status-Quo-Wert für 2018 sowie die Zielwerte des NEEAP 4 für 2020 und des NECP für 2030 und 2040 erläutert.

In Abbildung 86 sind die realen Verbräuche der Jahre 2016 bis 2018 dem Zielwert für 2020 gemäß 4. NEEAP gegenübergestellt.

Année	Consommations d'énergie réelle GWh			Projections plan 2020 GWh				Ecart réel fin 2018/ Objectif fin 2020	
	2016	2017	2018	Projection 2020 sans mesure	Projection 2020 avec mesure	Ecart	Répartition des économies	Ecart réel 2018-Projection 2020 avec mesures	Economie à générer par an 2019-2020
Industrie	8202	7587	7693	7861	7027	834	32%	666	333
Transports	28305	29733	31750	29008	28868	140	5%	2882	1441
Tertiaire	4826	5429	5697	4782	4068	714	28%	1629	815
Ménages	6426	6587	6154	7311	6405	906	35%	-251	-126
Agriculture	75	79	92	82	82	0	0%	10	5
<b>TOTAL</b>	<b>47834</b>	<b>49415</b>	<b>51386</b>	<b>49044</b>	<b>46450</b>	<b>2594</b>	<b>100%</b>	<b>4936</b>	<b>2468</b>

TABLE 4 : COMPARISON OF PAEE IV 2017 OBJECTIVES WITH ACTUAL CONSUMPTION BY SECTOR - SOURCES : STATEC 2018 + RAPPORT PAEE IV 2017

#### Abbildung 86: Status Quo des Endenergiebedarfs nach Sektoren sowie Ziele NEEAP 4 für 2020 (Mitteilung Energieagentur)

Der Endenergiebedarf des Sektors Tertiaire (GHD) lag lt. Statec im Jahr 2018 bei 5.697 GWh/a. Dieser Wert enthält auch Verbräuche für die für die LTRS nicht relevanten, nicht gebäudebezogenen Anwendungen Kraft (Produktionsprozesse) und Prozesswärme.

Der Verbrauch des Sektors ist in den vergangenen Jahren gestiegen, so dass es sehr unwahrscheinlich erscheint, dass der Zielwert des 4. NEEAP von 4.068 GWh/a im Jahr 2020 erreicht wird.

Die Zielwerte des NECP für die Verbrauchssektoren für die Jahre bis 2040 sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

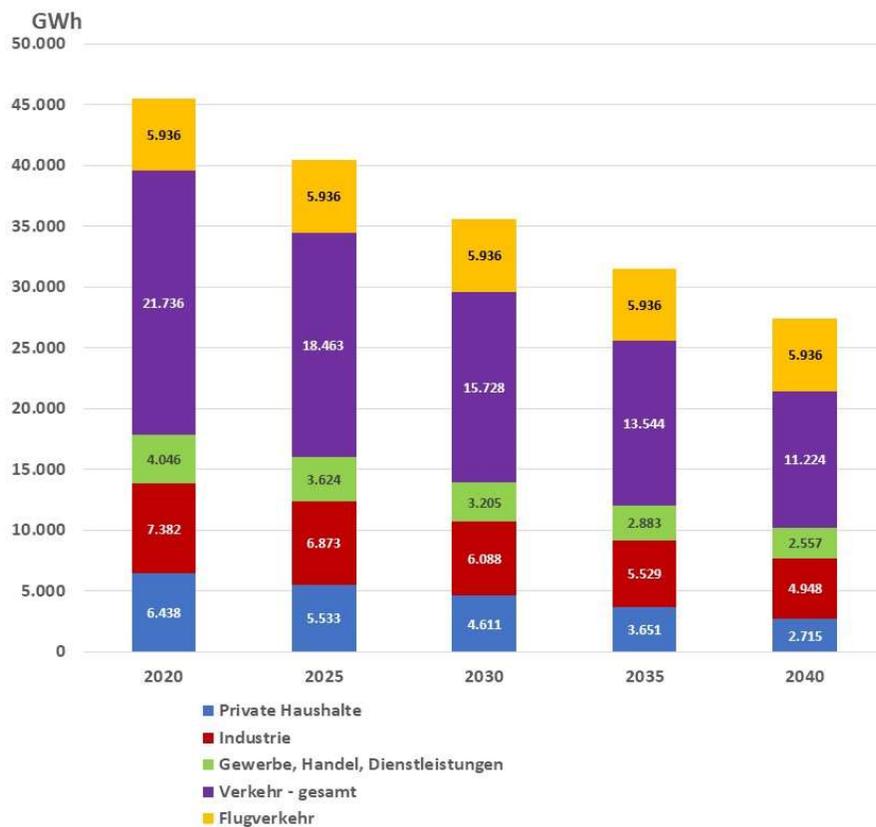


Abbildung 87: Zielwerte des Endenergiebedarfs nach Sektoren gemäß NECP für die Jahre bis 2040 (NECP, 2020), Zielszenario Paris

Als Zielwert für den gesamten Endenergiebedarf des Sektors GHD (Tertiaire) für das Jahr 2030 wird im Zielszenario des NECP ein Wert von 3.205 GWh/a genannt. Dies entspräche einer Reduktion von etwa 44% gegenüber dem realen Verbrauch von 5.697 GWh/a im Jahr 2018.

Für das Jahr 2040 nennt der NECP einen Wert von 2.557 GWh/a, was einer Reduktion von etwa 55% entspricht.

### Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze / Bedarf an zusätzlichen Arbeitskräften

Durch die Erhöhung der Renovierungsrate und Renovierungsqualität sowie der Kesselaustauschrates und den verstärkten Ausbau gebäudeintegrierter Solarsysteme werden auch im Bereich der Nichtwohngebäude zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen. Angesichts der im Vergleich zum Wohnbau deutlich schlechteren Datenlage wird auf eine Quantifizierung verzichtet. Von Bedeutung ist jedoch, dass dies - wie im Wohnbau - einerseits eine Chance zu wirtschaftlichem Wachstum eröffnet, andererseits jedoch angesichts der

bestehenden Kapazitätsengpässe der Luxemburger Bauwirtschaft eine große Herausforderung bedeutet: die benötigten zusätzlichen Arbeitskräfte in der Branche müssen zunächst gewonnen und ausgebildet werden.

### **Gesundheit – Reduktion feuchtebedingter Bauschäden und Erhöhung der Arbeitsproduktivität durch gute Raumluftqualität**

Die Vorteile hocheffizienter, wärmebrückenarmer Gebäudehüllen bezüglich der Vermeidung Feuchte- und Schimmelschäden wurden bereits im Kapitel zum Wohnbau beschrieben.

Während dieses Thema im Nicht-Wohnbau nicht die gleiche Bedeutung haben dürfte, wie im Wohnbau, kommt einer durch Komfortlüftungen mit Wärmerückgewinnung garantierten, sehr guten Raumluftqualität im Nicht-Wohnbau eine sehr große Bedeutung zu: Studien zeigen, dass gute Raumluftqualität nicht nur ein Wohlfühlthema ist, sondern die Arbeitsproduktivität steigern kann.

#### 4. Maßnahmen, Fortschrittsindikatoren und Meilensteine (Art. 2a, (2))

Artikel 2a Absatz 2 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden lautet: „In seiner langfristigen Renovierungsstrategie erstellt jeder Mitgliedstaat einen Fahrplan mit Maßnahmen und innerstaatlich festgelegten messbaren Fortschrittsindikatoren im Hinblick darauf, das langfristige Ziel einer Verringerung der Treibhausgasemissionen in der Union bis 2050 um 80-95% im Vergleich zu 1990 zu erreichen, für einen in hohem Maße energieeffizienten und dekarbonisierten nationalen Gebäudebestand zu sorgen und den kosteneffizienten Umbau bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude zu erleichtern. Der Fahrplan enthält indikative Meilensteine für 2030, 2040 und 2050 sowie eine Beschreibung, wie diese zum Erreichen der Energieeffizienzziele der Union nach der Richtlinie 2012/27/EU beitragen.“

Dies ist eine neue Komponente, die im Artikel 4 der Richtlinie zur Energieeffizienz nicht enthalten war. Das grundlegende Ziel besteht darin, einen in hohem Maße energieeffizienten und vollständig dekarbonisierten Gebäudebestand zu erreichen; dies ist wesentlich für die Erreichung des EU-Ziels der Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Der Begriff des „dekarbonisierten“ Gebäudebestands ist in den EU-Rechtsvorschriften nicht definiert, kann jedoch als ein Gebäudebestand betrachtet werden, dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen auf null reduziert wurden, indem der Energiebedarf reduziert wurde und sichergestellt wurde, dass der verbleibende Bedarf durch CO<sub>2</sub>-freie Energiequellen gedeckt wird. Dieser Ansatz ermöglicht verschiedene Wege zur Dekarbonisierung unter Berücksichtigung des nationalen Energiemixes, der Präferenzen, des Potenzials und der Merkmale des jeweiligen Mitgliedstaats. Da die Strategien eine langfristige Vision zur Erreichung eines Dekarbonisierungsziels bis 2050 enthalten sollen, sollten die Mitgliedstaaten über eine einfache Übersicht bestehender Maßnahmen (die die kurzfristigen Komponenten darstellen) hinausgehen und eine langfristige Perspektive der zukünftigen politischen Strategien und Maßnahmen vermitteln. Der im neuen Artikel 2a festgelegte Rahmen für den Fahrplan soll dazu beitragen, dies zu erreichen. Nach Artikel 2a Absatz 2 müssen die Fahrpläne Folgendes enthalten: a) messbare Fortschrittsindikatoren — dies können quantitative oder qualitative Variablen zur Messung der Fortschritte bei der Erreichung des langfristigen Ziels sein, die Treibhausgasemissionen in der Union bis 2050 zu reduzieren und einen in hohem Maße energieeffizienten und dekarbonisierten nationalen Gebäudebestand zu gewährleisten. Diese Indikatoren können erforderlichenfalls überarbeitet werden; und b) indikative Meilensteine — dies können quantitative oder qualitative Ziele sein. Die Mitgliedstaaten müssen „indikative Meilensteine für 2030, 2040 und 2050 sowie eine Beschreibung, wie diese zum Erreichen der Energieeffizienzziele der Union nach der Richtlinie 2012/27/EU beitragen“, bereitstellen. Die Mitgliedstaaten können die Meilensteine und Indikatoren entsprechend den nationalen Besonderheiten gestalten. Die Absicht besteht nicht darin, ein branchenspezifisches Ziel für die Baubranche zu schaffen oder rechtsverbindliche Ziele festzulegen. Es bleibt den Mitgliedstaaten überlassen, die spezifischen Meilensteine festzulegen und zu beschließen, ob sie diese Ziele für die Baubranche rechtsverbindlich machen (und damit über die Verpflichtungen nach der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden hinausgehen) wollen. Die Mitgliedstaaten sollten jedoch berücksichtigen, dass die Festlegung ehrgeiziger und klarer Meilensteine entscheidend dafür ist, die Risiken und die Unsicherheiten für Investoren zu reduzieren und um Interessengruppen und Wirtschaft einzubeziehen. Die Verfügbarkeit konsistenter und zuverlässiger Daten ist ein wichtiger Faktor für die Bestimmung messbarer Indikatoren. Nach Artikel 2a Absatz 2 muss in der langfristigen Renovierungsstrategie angegeben sein, wie die Meilensteine für 2030, 2040 und 2050 zur Erreichung des vorrangigen indikativen Ziels beitragen, das die Mitgliedstaaten nach Artikel 3 der Richtlinie zur Energieeffizienz festgelegt haben, da Gebäude einen Grundpfeiler der Energieeffizienzstrategie bilden. Diese Informationen können es politischen Entscheidungsträgern ermöglichen, zukünftige Energieeffizienzstrategien und geeignete Maßnahmen zu gestalten.

##### 4.1. Fahrplan mit Maßnahmen und innerstaatlich festgelegten Fortschrittsindikatoren

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie das Langfristziel der EU eines in hohem Maße energieeffizienten, zu 100% dekarbonisierten Gebäudebestand und eines kosteneffizienten Umbaus bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude in Luxemburg erreicht werden kann. Dies erfolgt in Form eines Fahrplans mit übergeordneten Zielen, Teilzielen, Fortschrittsindikatoren und indikativen Meilensteinen für 2030, 2040

und 2050. Der Fahrplan wird im Folgenden – für Wohn- und Nichtwohngebäude getrennt - tabellarisch dargestellt, indem die übergeordneten Ziele, Teilziele, Fortschrittsindikatoren und indikativen Meilensteine zusammengefasst werden. Die Umsetzungsmaßnahmen, die zur Erreichung der übergeordneten Ziele und der Teilziele sowie der Meilensteine gesetzt werden, sind in Kapitel 3.4.1 für Wohngebäude und in Kapitel 3.4.2 für Nicht-Wohngebäude tabellarisch zusammengefasst. Im Anhang sind zwei Maßnahmen nach einem vereinheitlichten Schema exemplarisch beschrieben.

Um die genannten Begriffe zu definieren und voneinander abzugrenzen, werden sie nachfolgend erläutert.

Als **übergeordnete Ziele** werden die Reduktion des Endenergiebedarfs sowie der THG-Emissionen des Wohngebäudebestandes sowie des Bestandes an Nichtwohngebäuden verstanden. Die entsprechenden Zielwerte wurden bereits in den Kapiteln 3.8.1 und 3.8.2 anhand der Ergebnisse der bottom-up und der top down-Szenarien dargestellt. Die Erreichung der übergeordneten Ziele kann anhand der Daten der nationalen Energiestatistik verfolgt werden.

Als **Teilziele** werden Aspekte wie die Erhöhung der Renovierungsrate der Gebäudehülle, die Erhöhung der Renovierungsqualität der Gebäudehülle, die Erhöhung der Kesselaustauschrates, die Erhöhung der Effizienz der eingesetzten Wärmeversorgungssysteme, die Reduktion des Anteils fossiler Energieträger, die Erhöhung der Anteile von Solarthermie und PV sowie die Erhöhung der Effizienz der Haushaltsgeräte und des Betriebsstroms für Beleuchtung, EDV etc. in Nichtwohngebäuden bezeichnet. Die Teilziele werden so gewählt, dass sie anhand von Fortschrittsindikatoren wie dem Nutzwärmebedarf, überprüft werden können, die in Datenquellen wie einer detailliert ausgewerteten Energiepassdatenbank – im Idealfall mit Verbrauchsdaten – sowie weiteren statistischen Daten verfügbar sind bzw. zukünftig verfügbar sein werden.

**Fortschrittsindikatoren** können absolute Zahlen (wie die Anzahl oder die Fläche der jährlich energetisch renovierten Gebäude), Prozentzahlen (etwa der Anteil der fossil beheizten Wohnfläche an der Gesamtwohnfläche oder an der Anzahl von Wohneinheiten) oder Durchschnittswerte (etwa der mittlere Heizwärmebedarf oder Endenergiebedarf von Gebäuden einer Kategorie nach Renovierung) sein. Die Fortschrittsindikatoren werden so gewählt, dass sie anhand vorhandener bottom-up Gebäudemodelle bestimmt und zukünftig anhand von Datenquellen wie der Energiepassdatenbank verfolgt werden können.

Als **indikative Meilensteine** werden die Zahlenwerte bezeichnet, die den einzelnen Fortschrittsindikatoren zugeordnet sind, etwa ein mittlerer Endenergiebedarf von  $x \text{ kWh/m}^2_{\text{WNFA}}$  für eine bestimmte Gebäudekategorie oder ein Endenergiebedarf von  $y \text{ GWh/a}$  für eine bestimmte Gebäudekategorie. Die

indikativen Meilensteine können vorab anhand der vorhandenen bottom-up Gebäudemodelle abgeschätzt und zukünftig anhand von Datenquellen wie der Energiepassdatenbank verfolgt werden.

Als **Umsetzungsmaßnahmen** werden Maßnahmen verstanden, mit denen die Erreichung der übergeordneten Ziele, der Teilziele und der indikativen Meilensteine erleichtert oder beschleunigt werden können. Umsetzungsmaßnahmen können ordnungsrechtlicher Natur sein (Festlegung strenger Grenzwerte für die Sanierung, Verbote fossiler Energieträger), auf die Wirtschaftlichkeit und Finanzierbarkeit von Renovierungsmaßnahmen abzielen (z.B. in Form von Förderprogrammen oder steuerlichen Anreizen für hocheffiziente Renovierungen, für Einzelmaßnahmen der Dämmung oder für den Umstieg auf erneuerbare Energieträger). Umsetzungsmaßnahmen können aber auch Maßnahmen sein, die die Akzeptanz hocheffizienter Renovierungen erhöhen (ÖA-Maßnahmen, Kampagnen...), in anwendungsbezogenen Forschungsprojekten die Wirtschaftlichkeit und die technische Machbarkeit von Renovierungen hoher energetischer Qualität demonstrieren oder als Weiterbildungs- und Beratungsmaßnahmen das Know-how der Akteure des Bausektors verbessern.

#### 4.1.1. Wohngebäude

In der folgenden Tabelle sind übergeordnete Ziele, Teilziele, Fortschrittsindikatoren und Meilensteine für die Jahre 2030, 2040 und 2050 für Wohngebäude zusammengefasst. Dabei wird zum Teil auf den Gesamt-Wohngebäudepark (aktueller Bestand abzgl. Abriss zzgl. Neubau der kommenden Jahre) Bezug genommen, zum Teil nur auf den derzeitigen Bestand (Baujahre bis 2010 gemäß Ergebnissen der Volkszählung von 2011). Zum Teil wird weiter differenziert, z.B. in Teilsegmente wie:

- Einfamilien-, Zweifamilien- und Reihenhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- Bedingt sanierbare Gebäude (Denkmalschutz, Ensembleschutz)

Die meisten Daten wurden der bottom-up-Studie des Energieinstitut Vorarlberg (Ploss, 2017) entnommen, da diese zum derzeitigen Stand die detaillierteste typologische Beschreibung des Wohngebäudeparks darstellt.

Die Aufzählung versteht sich als erster Entwurf für eine zukünftige, systematische Sammlung von Monitoringdaten (Verbräuchen) oder berechneten Werten für Umsetzungsszenarien.

Zum Teil werden in der Tabelle nur Unterziele, Fortschrittsindikatoren und Einheiten, jedoch keine Werte genannt. Dies liegt darin begründet, dass für verschiedene Fortschrittsindikatoren noch keine konsistenten Daten vorliegen.

Die genannten indikativen Meilensteine verstehen sich unter den folgenden Annahmen und Randbedingungen:

<b>Annahmen und Randbedingungen</b>		2020	2 030	2040	2050
Bevölkerung (Q 10)	Personen Haupt- und Nebenwohnsitz	632 500	785 000	983 000	1 051 000
Wohneinheiten (Q 10)	Anzahl	275 000	349 000	424 000	489 000
Wohneinheiten Baujahr vor 1991 (Bezugsgröße für NECP (Q 10))	Anzahl	150 000	150 000	150 000	150 000
Wohneinheiten bis 2010 (Vergleichsgröße Szenarien EIV, (Q 6))	Anzahl	211 600	201 020	190 969	181 421
Gesamt-Wohnfläche (Q 10)	m <sup>2</sup>	34 150 000	42 900 000	51 600 000	58 900 000
mittlere Wohnfläche/WE (Q 10)	m <sup>2</sup>	124	123	122	120

Abbildung 88: Annahmen und Randbedingungen, die den genannten indikativen Meilensteinen zugrunde liegen (NECP, 2020), (Ploss, 2017)

Gesamt-Wohngebäudepark, d.h. heutiger Bestand abzgl. Abriss zzgl. Zubau						
Übergeordnetes Ziel	Fortschrittsindikator	Einheit	Status Quo	Indikative Meilensteine		
				2020	2030	2040
Verringerung Endenergiebedarf	Endenergiebedarf (Heiz+WW, inkl. Hilfs- und Haushaltsstrom)	GWh/a	6 438	4 611	2 715	
Verringerung THG-Emissionen	%			62	96	
Unterziele	Fortschrittsindikator	Einheit	Status Quo	2030	2040	2050
Steigerung Renovierungsrate Gebäudehülle	Renovierungsrate (in Vollrenovierungs-äquivalenten, Bezug auf Gesamtbestand)	% p.a.	0,7	1,6	2,0	2,0
Steigerung energetische Qualität Hülle (Gebäude ohne Denkmalschutz)	Mittlerer Heizwärmebedarf	kWh/m <sup>2</sup> a	125	82	61	43
	Mittlerer U-Wert Einzelbauteilrenovierung Außenwand	W/(m <sup>2</sup> K)	0,17	0,15	0,14	0,13
	Mittlerer U-Wert Einzelbauteilrenovierung Dach/oberste Geschossdecke	W/(m <sup>2</sup> K)	0,17	0,15	0,14	0,13
	Mittlerer U-Wert Einzelbauteilrenovierung Fenster	W/(m <sup>2</sup> K)	0,97	0,85	0,78	0,70
	Mittlerer U-Wert Einzelbauteilsanierung Kellerdecke	W/(m <sup>2</sup> K)	0,31	0,26	0,24	0,21
Verringerung Wärmeverluste Gesamt-Wohngebäudepark	Heizwärmebedarf (Nutzwärme)	GWh/a	3.600	2.800	2.250	1.660
	Mittlerer spezifischer Heizwärmebedarf des Bestandes an EFH bis Bj. 2010	kWh/m <sup>2</sup> a	125	100	75	50

	Mittlerer spezifischer Heizwärmebedarf des Bestandes an MFH bis Bj. 2010	kWh/m <sup>2</sup> a	100	85	70	48
	Mittlerer spezifischer Heizwärmebedarf des Bestandes an bedingt sanierbaren Gebäuden bis Bj. 2010	kWh/m <sup>2</sup> a	190	170	130	110
Steigerung Kesselaustauschrate	Anteil der Wohneinheiten / der Gesamtfläche mit neuem Kessel	%	2,5	4	5	5
Steigerung Effizienz Wärmeversorgungssysteme	Mittlerer Wirkungsgrad Kessel (Biomasse)					
	Mittlere Jahresarbeitszahl Wärmepumpen					
Erhöhung Anteil erneuerbare Energieträger	Anteil Erneuerbarer Energien Wärme	%	13,7	30,5	47,1	
	Wohnfläche Haushalte mit Biomassekessel	m <sup>2</sup>				
	Wohnfläche Haushalte mit Fernwärme erneuerbar	m <sup>2</sup>				
	Wohnfläche Haushalte mit Sole- oder Grundwasser-WP	m <sup>2</sup>				
	Wohnfläche Haushalte mit Luft-WP	m <sup>2</sup>				
Steigerung der Erträge gebäudeintegrierter Solarsysteme	Bruttofläche Solarthermieanlagen	m <sup>2</sup>				
	Installierte Leistung gebäudeintegrierte PV-Anlagen	GW <sub>peak</sub>				

Abbildung 89: Übergeordnete Ziele, Unterziele, Fortschrittsindikatoren mit Einheit, indikative Meilensteine

#### 4.1.2. Nichtwohngebäude

Aufgrund der unzureichenden Datenlage würde die Spezifikation von indikativen Meilensteinen für einzelne Fortschrittsindikatoren eine Genauigkeit vortäuschen, die nicht ansatzweise möglich ist.

Zur Ableitung von Maßnahmen ist daher zunächst eine Status-Quo-Analyse des Bestandes an Nicht-Wohngebäuden erforderlich.

Darauf aufbauend sollten eine nach Nutzungskategorien differenzierte bottom-up-Szenarienstudie analog zum Vorgehen für die Wohngebäude durchgeführt werden. Die genannten Studien sind für die kommenden beiden Jahre geplant und in der Maßnahmenliste für Nichtwohngebäude aufgeführt.

### 5. Kapitel 4 Artikel 2a, Absatz 3 EPBD

*Artikel 2a Absatz 3 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden sieht vor, dass die Mitgliedstaaten den Zugang zu Finanzmechanismen erleichtern, um die Mobilisierung von Investitionen in die Renovierung zu unterstützen, die zum Erreichen der in Artikel 2a Absatz 1 genannten Ziele erforderlich ist, d. h. zum Erreichen eines in hohem Maße energieeffizienten und dekarbonisierten Gebäudebestands bis 2050 16.5.2019 L 127/50 Amtsblatt der Europäischen Union DE (35) und des kosteneffizienten Umbaus bestehender Gebäude in Niedrigstenergiegebäude.*

*Artikel 2a Absatz 3 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden enthält mögliche Mechanismen und baut auf Artikel 20 der Richtlinie zur Energieeffizienz auf, nach dem die Mitgliedstaaten die Einrichtung von Finanzierungsfazilitäten oder die Nutzung bestehender derartiger Fazilitäten für Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ermöglichen müssen.*

*Artikel 2a Absatz 3 der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden lautet: „Um die Mobilisierung von Investitionen in die Renovierung zu unterstützen, die zum Erreichen der in Absatz 1 genannten Ziele erforderlich ist, erleichtern die Mitgliedstaaten den Zugang zu geeigneten Mechanismen, um*

*a) Projekte zu bündeln, auch über Investitionsplattformen oder -gruppen und Konsortien kleiner und mittlerer Unternehmen, um den Zugang für Investoren sowie gebündelte Lösungen für potenzielle Kunden zu ermöglichen*

*b) das wahrgenommene Risiko der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor zu mindern*

*c) öffentliche Mittel zu nutzen, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem privaten Sektor zu schaffen oder auf spezifische Marktversagen zu reagieren*

*d) Leitlinien für Investitionen in einen energieeffizienten öffentlichen Gebäudebestand entsprechend den Leitlinien von Eurostat vorzugeben und*

*e) zugängliche und transparente Beratungsinstrumente, etwa zentrale Anlaufstellen für Verbraucher und Energieberatungsdienste, über einschlägige Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Finanzinstrumente einzurichten.“*

*Diese Bestimmung war in Artikel 4 der Richtlinie zur Energieeffizienz nicht enthalten. Um die Umsetzung ihrer langfristigen Renovierungsstrategien voranzutreiben, müssen die Mitgliedstaaten den Zugang zu einer Reihe von Finanzmechanismen schaffen, um die Mobilisierung von Investitionen zu unterstützen, insbesondere unter Berücksichtigung der Frage, wie innovative Finanzierungen genutzt werden können, um Kleinkunden und Anbietern*

wirksam Handlungsräume zu eröffnen. Die nachstehende Liste ist eine nicht erschöpfende Auswahl allgemeiner Beispiele für Arten von Finanzmechanismen:

### 5.1. Projekte auch über Investitionsplattformen oder –gruppen zu bündeln (Art. 2a, (3). a)

In Luxemburg ist ein „De-risking“-Instrument in Form einer Investitionsplattform derzeit in der Entwicklung, um Investitionen in Energieeffizienzprojekte und hierbei insbesondere Renovierungsmaßnahmen bei großen funktionalen Gebäuden und öffentlichen Gebäuden mit hohem Energiepotenzial zu mobilisieren (siehe Punkt 5.2.); in diesem Zusammenhang ist auch die Bündelung von Projekten zu betrachten, um so größere Investitionsprojekte zu bilden, bei denen eine Realisierung im Rahmen eines EPC (Energy Performance Contracting) (Energieeinsparcontracting) mit entsprechenden Projekt- und Finanzierungskosten für Investoren wirtschaftlich interessant wird.

### 5.2. Das wahrgenommene Risiko der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor zu mindern (Art 2a, (3), b)

Um das wahrgenommene Risiko der Energieeffizienzmaßnahmen für Investoren und den Privatsektor zu mindern und Investitionen in diese Richtung zu fördern, ist vorgesehen den Entscheidungsträgern in Luxemburg ein "De-risking"-Instrument in Form einer Investitionsplattform zur Verfügung zu stellen, um Investitionen in Energieeffizienzprojekte und hierbei insbesondere Renovierungsmaßnahmen bei großen funktionalen Gebäuden und öffentlichen Gebäuden oder auch größeren Wohngebäudebeständen mit hohem Energiepotenzial zu mobilisieren.

Um die Barrieren auf dem Investitionsmarkt zu überwinden, soll ein Finanzinstrument, eine sogenannte „De-risking“ Investitionsplattform, entworfen und umgesetzt werden, um Investitionen in Energieeffizienz in der Industrie, in KMU und im Gebäude(renovierungs)sektor zu mobilisieren, mit dem Ziel, insbesondere Klimaemissionen, erneuerbare Energien- und Energieeffizienzziele, sowie eine Verringerung der Energieabhängigkeit und eine Steigerung der Energieproduktivität zu erreichen.

Ziel des „De-risking“ Instruments ist es, Hindernissen entgegenzuwirken, die mit energetischen Verbesserungen und energetischen Renovierungsmaßnahmen und der damit verbundenen Projektfinanzierung zusammenhängen.

Zusätzlich zu den CAPEX-Hindernissen erfordert die Umsetzung von Energieeffizienzprojekten Zeit und spezifische Fähigkeiten, über die Unternehmen (Eigentümer) nicht unbedingt verfügen oder es oftmals vorziehen sich auf ihr Kerngeschäft zu konzentrieren. Eine zielgerichtete fachliche, technische und

finanzielle Unterstützung scheint daher notwendig, um die Umsetzung von Projekten in diesem Zusammenhang zu vereinfachen und anzuregen.

EPC-Modelle (Energy Performance Contracting) (Energieeinsparcontracting) gibt es derzeit in Luxembourg kaum; derartige Modelle können aber für grössere Renovierungsmaßnahmen (ggf. bestehend aus gebündelten kleineren Projekten) eine optimale Lösung darstellen.

Das „De-risking“ Instrument soll weiterhin die Basis für den Aufbau eines wirtschaftlich interessanten Energieeffizienzmarktes in Luxembourg sein, d.h. es soll beispielweise dazu führen, dass ESCOs (Energy Service Companies) in Luxembourg entstehen oder bestehende Unternehmen aus dem nahen Ausland diesbezüglich in Luxembourg tätig werden.

Im Herbst 2019 wurde vom Energieministerium, in Zusammenarbeit mit der EIB (Europäische Investitionsbank) und myenergy, ein Projekt zur Entwicklung von Instrumenten und Methoden für eine zukünftige „De-risking“ Plattform gestartet. Dieses Projekt wird in 2020 fortgesetzt, in enger Zusammenarbeit mit dem Wirtschaftsministerium und dem Finanzministerium, mit Einbeziehung von Banken und den betroffenen Akteuren des Marktes.

### 5.3. Öffentliche Mittel zu nutzen, um Anreize für zusätzliche Investitionen aus dem privaten Sektor zu schaffen oder auf Marktversagen zu reagieren (Art. 2a, (3), c)

Das nationale Förderprogramm PRIME House, welches unter anderem Renovierungsmaßnahmen im Wohnungsbau unterstützt, wird derzeit überarbeitet und soll ab 2021 wirtschaftlich sehr interessante und leicht zugängliche Förderungen bereitstellen, bei gleichzeitiger Prüfung der Einhaltung von energetischen Anforderungen im Sinne einer „deep renovation“ (zur Vermeidung von unerwünschten lock-in Effekten).

Im Rahmen der Ausarbeitung der De-risking Plattform werden auch eventuell benötigte Anpassungen in bestehenden Förderprogrammen oder die Ergänzung von Förderprogrammen im Sinne der Zugänglichkeit der Zuschüsse auch für ESCOs untersucht und identifiziert.

### 5.4. Zugängliche und transparente Beratungsinstrumente über einschlägige Renovierungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und Finanzinstrumente einzurichten (Art. 2a, (3), e)

myenergy ist die nationale Struktur zur Förderung einer nachhaltigen Energiewende, deren Aufgabe unter anderem darin besteht, die luxemburgische Gesellschaft als Partner und Vermittler bei einer nachhaltigen

und effizienten Energienutzung zu unterstützen und zu begleiten. Die Aktivitäten von myenergy zielen auf die Reduzierung des Energieverbrauchs, die Förderung der erneuerbaren Energien, sowie auf nachhaltiges Bauen, Wohnen und Mobilität ab. myenergy versteht sich dabei als Partner aller Energieverbraucher und begleitet sie bei ihren Anstrengungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energiewende. Damit wird gleichzeitig ein Beitrag zur Entwicklung der nationalen Wirtschaft geleistet. Zudem agiert myenergy als neutraler Vermittler im Energie- und Bausektor und unterstützt professionelle Akteure mit neuen Lösungsimpulsen für eine effiziente und nachhaltige Energienutzung. Des Weiteren analysiert myenergy das Verhalten der verschiedenen Verbrauchergruppen und Akteure aus dem Energiebereich und unterstützt die zuständigen politischen Institutionen mit Analysen und Vorschlägen zur Förderung einer nachhaltigen Energiewende.

Den Privatpersonen bietet myenergy eine kostenlose, neutrale Grundberatung an. Diese Dienstleistung kann sowohl per Telefon (Hotline 8002 11 90) als auch im Rahmen eines persönlichen Beratungsgesprächs in einem regionalen myenergy Infopoint beziehungsweise in der Form einer Vor-Ort-Beratung entgegengenommen werden. myenergy betreibt ein fast abgeschlossenes flächendeckendes Netz von regionalen bzw. kommunalen Beratungsstellen (aufgeteilt auf 24 Infopoints; [infopoint.myenergy.lu/](http://infopoint.myenergy.lu/)) in Partnerschaft mit 100 Gemeinden - Stand Januar 2019. Im Rahmen dieser Partnerschaften bietet myenergy u.a. Aktionswochen, sowie Informationsveranstaltungen mit Vorträgen an. In der Grundberatung wird der Kunde zielorientiert über die weiterführenden, vom Markt angebotenen Dienstleistungen und Produkte aufgeklärt. Es werden die Vor- und Nachteile der potentiellen Maßnahmen erläutert, die Energieeffizienz, die Nachhaltigkeit und die Kosten eines Projektes optimiert, sowie Informationen zum Einsatz von erneuerbaren und nachhaltigen Energien, zum Energiesparen im Alltag, sowie zu den staatlichen und kommunalen Förderprogrammen und dem Energiepass vermittelt. Information und Sensibilisierung sind neben der Grundberatung weitere Hauptaktivitäten von myenergy, welche mit der Teilnahme an nationalen Messen, der Erstellung von Informationsbroschüren und Internetplattformen, der regelmäßigen Präsenz in den nationalen Medien und der Entwicklung eigener Veranstaltungen umgesetzt werden. Des Weiteren bietet myenergy zur Sensibilisierung das kostenlose Online-Berechnungsmodell „myenergyhome“ an. Interessierte Nutzer können mit Hilfe dieses Tools eine vereinfachte Bewertung der Energieeffizienz ihres Wohngebäudes durchführen. Dieses Tool wird zurzeit vor allem zu Demonstrationszwecken auf den verschiedenen nationalen Messen genutzt.

Daneben bietet myenergy seit Oktober 2019 die „myrenovation“-App an, welche es dem Anwender erlaubt, die staatlichen und kommunalen Beihilfen für seine energetischen Renovierungsarbeiten zu

simulieren. Dabei fasst die App auch sämtliche Etappen der Beihilfen-Antragstellung und Vorfinanzierungen zusammen. Daneben stelle dieses praktische Simulationstool zudem viele wertvolle Informationen rund um die Themen erneuerbarer Energien, energetische und nachhaltige Renovierung und Elektromobilität zur Verfügung.

Im Auftrag des Ministeriums für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur und des Ministeriums für Familie, Integration und die Großregion bietet myenergy in Zusammenarbeit mit den „Offices sociaux“ seit dem 15. September 2016 eine speziell an einkommensschwache Haushalte gerichtete, personalisierte Grundberatung an. Hierbei identifizieren die Sozialämter die betroffenen Haushalte, welche dann eingeladen werden, von einer Grundberatung durch myenergy zu profitieren. Anhand einer standardisierten Checkliste analysiert der myenergy-Berater die Situation vor Ort, gibt Ratschläge hinsichtlich der Verbesserungsmaßnahmen und des Nutzerverhaltens und übergibt dem Haushalt einige nützliche Werkzeuge zum Energiesparen (z.B. Steckdosenleiste mit Schalter, Thermometer für den Kühlschrank). Der Energieberater identifiziert zudem die Elektrohaushaltsgeräte welche ausgetauscht werden sollten, das Ministerium für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur sowie ggf. das Sozialamt übernehmen anhand der ausgefüllten Checkliste einen Teil der Kosten für den Austausch der alten Geräte.

## 6. Öffentliche Anhörung (Art. 2a, (5))

Als Abschluss der Erstellung der LTRS war ursprünglich ein halbtägiger Workshop „Renovation day“ zur Beteiligung der wichtigsten Stakeholder geplant. Aufgrund der Sondersituation durch COVID-19 konnte diese öffentliche Anhörung zur Draft-Version der LTRS bis Mitte Mai nicht durchgeführt werden.

Gegen die Durchführung der öffentlichen Anhörung nach Lockerung der Restriktionen Ende Mai/Anfang Juni spricht, dass zu diesem Zeitpunkt das „top-up“-Programm Relance COVID-19 der Regierung vorgestellt wird. Die gleichzeitige Vorstellung der LTRS würde dazu führen, dass dieser nicht die notwendige Aufmerksamkeit zu Teil würde und es eher zu Verwirrungen im Markt führen würde.

Stattdessen ist geplant, wenn möglich im Herbst 2020, spätestens jedoch Anfang 2021 (abhängig von der weiteren Entschärfung der COVID-19 Einschränkungen), Workshops zur Vorstellung und Diskussion der LTRS inkl. konkreter vorgeschlagener Maßnahmen durchzuführen. In diesen Workshops soll auch die neue PRIME House Förderung als zentrales Element der Strategie vorgestellt werden. Darüber hinaus sollen in den Workshops wichtige Maßnahmen aus der LTRS mit den Stakeholdern besprochen und vertieft sowie mögliche weitere Maßnahmen identifiziert werden.

Die Verschiebung der öffentlichen Anhörung aufgrund der COVID-19 Sondersituation ist bedauernd, zumal das Konzept schon geplant war. Die Verschiebung ist jedoch aufgrund der sehr intensiven Beteiligung der Stakeholder in bisherigen Prozessen verkraftbar:

- Vor 3 Jahren wurden mehrere sehr gut besuchte Workshops zur Renovierungsstrategie durchgeführt, deren Ergebnisse bei der Erarbeitung der LTRS genutzt wurden;
- Im Rahmen der Erarbeitung des Nationalen Energie- und Klimaplan 2019 fanden Workshops statt, in denen auch die Renovierung thematisiert wurde.

## 7. Einzelheiten der Umsetzung, geplante Strategien und Maßnahmen (Art. 2a, (6))

Eine tabellarische Auflistung der Umsetzungsmaßnahmen für Wohn- und für Nicht-Wohngebäude findet sich in Kapitel 3.4.1 und 3.4.2. Die Maßnahmen werden über die folgenden Rubriken differenziert:

- Ordnungsrecht
- Steuerrecht
- Förderung und Finanzierung
- Beratung
- Weiterbildung
- Sensibilisierung und Öffentlichkeitsarbeit
- Forschung und Modellvorhaben

Wo nötig werden die Maßnahmen nach Marktsegmenten (Wohnen (Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus Miete, Mehrfamilienhaus Eigentum), Nichtwohngebäude (öffentliche Gebäude, Bürogebäude...)) sowie bedingt renovierbare Gebäude (Denkmal- und Ensembleschutz) differenziert.

Wo sinnvoll wird auch nach anderen Merkmalen, etwa dem Baualter oder dem bisherigen Energieträger differenziert.

Zwei Maßnahmen werden im Anhang nach einem einheitlichen Schema exemplarisch beschrieben.

## **8. Brandschutz und seismische Aktivitäten Art. 2a, (7)**

Die Themen Brandschutz und seismische Aktivitäten können in der LTRS behandelt werden. Die Themen sind für Luxemburg derzeit von untergeordneter Bedeutung und werden daher in diesem Dokument nicht behandelt.

## Literaturverzeichnis

Aiulfi, 2010. *Energieverbrauch von Bürogebäuden und Großverteilern*, Bern: Bundesamt für Energie (BfE).

Berichtigung, 2018. *Berichtigung der Richtlinie EU 2018(844)*, Brüssel: Amtsblatt der Europ. Union vom 19. Juni 2018.

BIWALD, 2011. *Schaffung von Public Value - Zentrale Aspekte und strategische Konsequenzen am Beispiel der gemeinnützigen Wohnungswirtschaft; Im Auftrag des Österreichischen Verbandes gemeinnütziger Bauvereinigungen – Revisionsverband und der Wohnbauförderungsabteilung*. [Online] Available at: <https://www.kdz.eu/de/content/public-value-der-gemeinn%C3%BCtzigen-wohnungswirtschaft>

Born, 2003. *Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie*, Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Brasche, 2003. Vorkommen, Ursachen und gesundheitliche Aspekte von Feuchteschäden in Wohnungen - Ergebnisse einer repräsentativen Wohnungsstudie in Deutschland; Gesundheitsschutz. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung*.

Capros, 2016. *EU Reference scenario 2016 - energy, transport and GHG emissions - trends to 2050*, Brüssel: EU Directorate Energy.

Cischinsky, 2018. *Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016*, Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Commission, 2019. *COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, Accompanying the document, REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Energy prices and costs in Europe*. [Online] Available at: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b3b8d285-13f5-11e9-81b4-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b3b8d285-13f5-11e9-81b4-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF)

Commission, 2019. *Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU : Country reports: Luxemburg*. [Online] Available at: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final_report.pdf)

datamapper, 2020. *Breakdown of building floor area*. [Online] Available at: [https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-datamapper\\_en](https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-datamapper_en)

Datamapper, 2020. *Energy consumption of residential for space heating per m<sup>2</sup> (normal climate)*. [Online] Available at: [https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-datamapper\\_en](https://ec.europa.eu/energy/eu-buildings-datamapper_en)

Dena, 2015. *Der dena Gebäudereport 2015 - Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand*, Berlin: Deutsche Energieagentur (Dena).

Dena, 2019. *Dena Gebäudereport kompakt 2019*, Berlin: Deutsche Energieagentur (Dena).

DGET, 2008. *Trends to 2030 - update 2007*, Luxemburg: s.n.

energieagence, 2020. *Studie zu Nichtwohngebäuden - unveröffentlicht*, Luxemburg: energieagence.

Engstler, 2019. *IMEAS-Sondierung: Energiebedarf Nichtwohngebäude Vorarlberg*, Dornbirn: Energieinstitut Vorarlberg.

EPBD, 2018. *RICHTLINIE (EU) 2018/844 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018*, Brüssel: Europ. Parlament und Rat.

EU, 2010. *Richtlinie 2010/31 EU*. Brüssel: s.n.

EU, 2012. *EU - Verordnung 244/2012*. Brüssel: s.n.

EU, 2019. *Energy prices and costs in Europe - COM (2019) 1-final*. [Online]  
Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4e7efb2a-add9-11e3-86f9-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-119670846>

EU, 2., 2019. *Empfehlung EU 2019/786 der Kommission vom 08. Mai 2019*, Brüssel: Kommission der EU.

EUROSTAT, 2015. *Eurostat: Preise Elektrizität für Haushaltabnehmer, ab 2007 - halbjährliche Daten*. [Online].

EUROSTAT, 2016. *Durchschnittliches und Medianeinkommen nach Alter und Geschlecht*. [Online]  
Available at: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc\\_di03&lang=de](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_di03&lang=de)

EUROSTAT, 2019. *eurostat Pressemitteilung 88/2019 vom 21. Mai 2019: Energiepreise für Haushalte in der EU*. [Online]  
Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9802437/8-21052019-AP-DE.pdf/e9cfc6b0-a280-4942-89d0-98811db8fb4e>

Eurostat, 2019. *Inability to keep home adequately warm - EU-SILC survey*. [Online]  
Available at: [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc\\_md01&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_md01&lang=en)

eurostat, 2019. *Member state Report Luxemburg*. [Online]  
Available at: [https://www.energypoverty.eu/sites/default/files/downloads/observatory-documents/19-06/member\\_state\\_report\\_-\\_luxembourg.pdf](https://www.energypoverty.eu/sites/default/files/downloads/observatory-documents/19-06/member_state_report_-_luxembourg.pdf)

EUROSTAT, 2020. *eurostat - Statistics Explained - Strompreisstatistik - Datenauszug Nov 2019*. [Online]  
Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity\\_price\\_statistics/de#Strompreise\\_f.C3.BCr\\_Haushaltskunden](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics/de#Strompreise_f.C3.BCr_Haushaltskunden)

EVB, 2018. *Was ist neu beim EVB?*. [Online]  
Available at: <https://mietervereinigung.at/News/841/27043/Was-ist-neu-beim-EVB>

Familienministerium, 2019. *Quelle : Ministère de la Famille, de l'Intégration et à la Grande Région, Rapport d'activité 2019, février 2019*, s.l.: s.n.

Gebäuderenovierungsstrategie, 2017. *Weiterentwicklung der Gebäuderenovierungsstrategie*, Luxemburg: Wirtschaftsministerium Luxemburg.

Gesundheit, B. f., 2009. *Vorsicht Schimmel - Eine Wegleitung zu Feuchtigkeitsproblemen und Schimmel in Wohnräumen*. [Online]

Available at:

[https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop\\_mimes\\_bbl/2C/2C59E545D7371EE493C483AB1AFB/AF80.pdf](https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/2C/2C59E545D7371EE493C483AB1AFB/AF80.pdf)

Haus\_und\_Grund, 2006. *1,5% der Herstellungskosten als Instandhaltungs-rücklage ... jährlich!*. [Online]

Available at: <http://www.baulinks.de/webplugin/2006/1758.php4>

ILRES, T., 2015. *La rénovation énergétique de l'habitat au Luxembourg – Volet ménages Enquête par sondage réalisée par TNS Ilres en octobre-décembre 2015*, s.l.: s.n.

ILRES, T., 2020. *perception et comportements énergétiques - Baromètre 2020*, Luxembourg: TNS ILRES.

JLL, 2016. *Office market report Luxembourg 1st Quarter 2016*. [Online].

JLL, 2019. *Luxemburg property market*. [Online]

Available at: <https://www.jll.lu/en/trends-and-insights/research/Luxembourg-Property-Market-Overview-Q3-2019>

Klobasa, 2016. *Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung*, Luxembourg: Wirtschaftsministerium Luxemburg.

Kommission, 2018. *Ein sauberer Planet für alle - eine Europäische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft*, Brüssel: s.n.

Kopatz, 2010. *Energiearmut: Stand der Forschung, nationale Programme und regionale Modellprojekte in Deutschland, Österreich und Großbritannien*. .. nbn-resolving.de Hrsg. s.l.:Wuppertal Paper Nr. 184 (Oktober 2010).

KostOpti, 2019. *Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz für neue und bestehende Wohn- und Nichtwohngebäude*, Luxembourg: Ministerium für Energie und Raumentwicklung Luxemburg.

l'essentiel, 2015. *Immer öfter wird der Strom abgedreht*. [Online].

LISER, 2019. *Under-occupation of housing increases with age*. [Online]

Available at: <https://www.liser.lu/ise/index.cfm>

LISER, 2020. *LISER proposed a new indicator which has been endorsed at the EU level: Material and social deprivation rate*. [Online]

Available at: [https://www.liser.lu/ise/display\\_indic.cfm?id=480#](https://www.liser.lu/ise/display_indic.cfm?id=480#)

Maas, 2012. *Wie viel ENergie verbrauchen neue Unterrichts- und Bürogebäude in Luxemburg?*, Luxembourg: Cahier scientifiques.

Mobilitätsministerium, 2020. *rapport d'activité - Département des travaux publics*, s.l.: s.n.

Monitoring, kein Datum *Fünfter jährlicher Monitoringbericht Luxemburgs 2017*, Luxembourg: s.n.

- myenergy, 2020. *Zusammenstellung der Flächen und Energieverbräuche gemeindeeigener Gebäude*, Luxemburg: myenergy.
- NECP, 2019. *INTEGRIERTER NATIONALER ENERGIE- UND KLIMAPLAN LUXEMBURGS FÜR DEN ZEITRAUM 2021-2030*, Luxemburg: Energieministerium Luxemburg.
- NEEAP3, 2014. *Dritter Nationaler Energieeffizienzfahrplan - interne excel-Tabelle, Blatt HH-Basisdaten*, Luxemburg: Wirtschaftsministerium Luxemburg.
- NEEAP4, 2017. *Vierter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan Luxemburg*, Luxemburg: Wirtschaftsministerium Luxemburg.
- Observatoire, 2019. *Prix de vente et loyers des logements au Grande-Fuché deLuxembourg - Edtion 2019*, Luxemburg: Wohnbauministerium Luxemburg.
- openExp, 2019. *European Energy Poverty Index (EEPI) - assessing member states' progress in alleviating the domestic and transport energy poverty nexus*. [Online]  
Available at: <https://www.openexp.eu/european-energy-poverty-index-eepi>
- PAPERJAM, 2019. *L'artisanat cherche 9.400 salariés*. [Online]  
Available at: <https://paperjam.lu/article/artisanat-en-quete-plus-9-000->
- Peltier, 2019. *working papers no. 106*, Luxemburg: STATEC.
- Ploss, 2017. *Energieperspektiven Luxemburg 2010 bis 2070 - Szenarien zum künftigen Energiebedarf des Wohngebäudeparks Luxemburg*. Dornbirn: Energieinstitut Vorarlberg.
- Ploss, 2020. *Abschätzung des zusätzlichen Arbeitskräftebedarfs bei Steigerung der Renovierungsrate und -qualität*. [Online].
- Ploss, 2020. *Auswirkungen CO2-Steuer auf Jahresenergiekosten eines Energiearmut-gefährdeten Haushalts*, s.l.: s.n.
- Ploss & M., 2015. *Arbeitsdokument im Rahmen der Erstellung einer nationalen Renovierungsstrategie*, Nonnenhorn: s.n.
- PWC, 2015. *Der Immobilienmarkt in Luxemburg 2020*. [Online]  
Available at: <https://www.pwc.lu/en/real-estate/docs/pwc-re2020-2015-de.pdf>
- Schön, 2016. *Wissenschaftliche Beratung zu Fragen der Energiestrategie Lu-xemburgs mit besonderem Fokus auf Erneuerbare Energien*, Karlsruhe: IREES GmbH + Fh ISI.
- SSMN, 2015. *Patrimoine bâti, efficience énergétique, énergies renouvelables*. [Online]  
Available at: <https://ssmn.public.lu/dam-assets/fr/publications/patrimoine-efficience-nerg-tique.pdf>
- SSMN, 2020. *Rapport d'avtivités 2019*, Luxemburg: Service des sites et monuments nationaux.
- STATEC, 2013. *Recensement de la population 2011 - Premiers résultats No. 9 - Feb 2013: Le logement - surface et équipement du logement*, Luxemburg: s.n.
- STATEC, 2018. *Statistiques des bâtiments achevés*. [Online].

STATEC, 2019. *Entwicklung der Armutsgefährdungsquote*. [Online]

Available at:

[https://statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=12957&IF\\_Language=eng&MainTheme=3&FldrName=1&RFPath=29](https://statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=12957&IF_Language=eng&MainTheme=3&FldrName=1&RFPath=29)

STATEC, 2019. *Le portail des statistiques*. [Online]

Available at:

[https://statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableViewHTML.aspx?ReportId=12773&IF\\_Language=fra&MainTheme=1&FldrName=4&RFPath=51#WDS\\_row\\_summary\\_0\\_1](https://statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableViewHTML.aspx?ReportId=12773&IF_Language=fra&MainTheme=1&FldrName=4&RFPath=51#WDS_row_summary_0_1)

STATEC, 2019. *Luxemburg in Zahlen 2018*, Luxemburg: s.n.

stock, b., 2020. *EU building stock observation - EU building stock observation*. [Online]

Available at: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/lux.pdf>

Thunus, 2020. *Definition von Energiearmutsindikatoren durch STATEC*. [Online].

Trausch, 2020. *Zusammenstellung Flächen und Energieverbräuche öffentlicher Gebäude*, Luxemburg: myenergy.

Voss, 2006. *Bürogebäude mit Zukunft*. s.l.:TÜV Verlag.

## Anhang

Standardisierte Beschreibungen von zwei Maßnahmen als Beispiel ; alle Maßnahmen die im Rahmen der LTRS identifiziert, analysiert und bewertet werden, werden mittels dieser standardisierten Beschreibung dokumentiert, dies gilt auch für Maßnahmen die nach Analyse verworfen und nicht umgesetzt werden.

F 1	Überarbeitung Förderprogramm PRIME House
Maßnahmentyp	Staatliches Förderprogramm
Marktsegment	Wohnbau (Renovierung)
Wirkung	Reduktion des Endenergiebedarfs und der THG-Emissionen für Heizung und Warmwasser
Beschreibung	<p>Das Förderprogramm PRIME House ist das zentrale Förderinstrument für die energetische Renovierung von Wohngebäuden. Im Zuge der geplanten Überarbeitung sollen die folgenden Veränderungen durchgeführt werden:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ambitioniertere Mindestanforderungen gemäß der Leitlinie „Priorität auf hocheffiziente Renovierung“ (Anpassung der seit 2008 (Einführung der Energiepässe) bestehenden Mindestanforderungen) (ab 2023, wird aber mit dem neuen PRIME House ab Anfang 2021 angekündigt und kommuniziert, damit sich der Markt darauf einstellen kann ; Mindestanforderungen abgestimmt mit den Anforderungen aus dem RGD zur Energieeffizienz von Wohngebäuden (LuxEeB-H)) (ab Anpassung der Mindestanforderungen entfallen Förderungen „unter“ Mindestanforderung) (siehe Massnahme R 1)</li> <li>2) stärkere Progression der Förderung bei umfassender Renovierung in höchster Qualität (Priorität auf „deep renovation“) (eine komplette Renovierung wird weiterhin auch in Phasen möglich sein)</li> <li>3) Verringerung des Beratungsaufwandes bei Einzelmaßnahmen und Einführung der Möglichkeit der Beratung und Anfrage für Einzelmassnahmen durch (zertifizierte Handwerker) (neue Möglichkeit, siehe Massnahme F 3)</li> <li>4) Berücksichtigung weiterer Aspekte des nachhaltigen Bauens und der Kreislaufwirtschaft, sowie neu mit Berücksichtigung von Gesundheitsaspekten (Gesundheit der Bewohner, schadstofffreie Baumaterialien (Positivliste (SAMI)) (abgestimmt mit der Lenoz-Zertifizierung (in Zukunft direkte Verbindung PRIME House – Lenoz)</li> <li>5) Überarbeitung der Förderungen für technische Anlagen (Heizung) auf Basis einer Wirtschaftlichkeitsanalyse, mit Schwerpunkt auf die Förderung von fossilfreien Anlagen</li> <li>6) Ersatzprogramm: Bonus beim Austausch von Heizöl-Kesseln durch Heizungssystem basierend auf fossilfreien Energieträgern (Strom (WP), Holz (Pellets), ...) („Masuttersatzprogramm“) (ggf. auch beim Ersatz von Gasheizungen und Direktstromheizungen)</li> </ol>
Inkrafttreten	Neue PRIME House ab 04.2021 (nach Auslaufen des top-up Programms „gréngen Neistart“ auf Basis der aktuellen PRIME House

	das bis zum 31.03.2021 läuft) (strengere Mindestanforderungen erst nach Übergangsfrist, ab 2023)
Legislative Basis	Überarbeitung des RGD „Klimabank und nachhaltiges Bauen“ (vom 23. Dezember 2016)
Status	In Ausarbeitung
Ausnahmen	Keine, da freiwilliges Förderprogramm
Finanzierung / finanzielle Auswirkungen	Finanzierung über den Klimafond (fonds climat et énergie); teilweise auch aus Einnahmen CO <sub>2</sub> -Bepreisung (teilweise Quersubvention aus Tanktourismus)
Mitwirkende / verstärkende Maßnahmen	F 2 Ausbau und Vereinfachung zinsloser Kredit („Klimaprêt à taux zéro“) F 3 Zugang zum Förderprogramm PRIME House durch zertifizierte Handwerker + Bonusförderung für Gesamtrenovierung nur bei Beratung durch zertifizierten Energieberater; deutliche Erhöhung der Förderung für Beratungskosten S 2 Harmonisierung des reduzierten Mehrwertsteuersatz auf 3% für energetische Renovierungen R 1 Strengere gesetzliche Mindestanforderungen für Einzelbauteile ...
Kosten/Wirtschaftlichkeit für Besitzer/Nutzer	Die Mehrkosten sehr guter Gebäudehüllen gegenüber Hüllen mittlerer Qualität sind gering und sollten zu merklichen Teilen durch die Fördergelder ausgeglichen werden. Wie die Kostenoptimalitätsstudie zeigt, sind die Mehrkosten der Klassen A und B gegenüber der kostenoptimalen Effizienzklasse D so gering, dass sie schon durch maßvolle Förderungen ausgeglichen werden können.
Kosten / Einnahmen Staat	Keine Einnahmen; Kosten aufgrund unbefriedigender Datenlage nicht genau schätzbar (statistische Daten zur PRIME House aus vergangenen Jahren werden als Grundlage genommen, mit verstärkter Anfrage durch höhere Attraktivität des neuen Programms).
Potenzial Senkung Endenergiebedarf/THG-Emissionen	Mittel, da Inanspruchnahme der Förderungen bisher verhältnismäßig gering.
Quantitative Wirksamkeit	Hoch
Zeithorizont der Wirksamkeit	Schnell, da Einführung ab 2021 geplant
Technische Umsetzbarkeit	Alle notwendigen Technologien und Konzepte sind bereits am Markt verfügbar (Handwerksbetriebe müssen sich auf das neue Programm jedoch einstellen und werden über die Möglichkeit, dass Handwerker die Beratung/Anfrage für Einzelmaßnahmen durchführen, verstärkt in das Förderprogramm eingebunden)
Politische Umsetzbarkeit	Gut, da Leitsätze bereits beschlossen (z.B. Priorität für hocheffiziente Renovierungen in Gebäuderenovierungsstrategie, Berücksichtigung Kreislaufwirtschaft und Gesundheit,...)
Legislative Zuständigkeit	Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung (in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Energie und Raumentwicklung und dem Ministerium für Wohnungsbau)

Quantifizierbarkeit im Monitoring	Nur indirekt (über Auswertung der Anträge für Förderungen), da Maßnahme mit vielen anderen Maßnahmen zusammenwirkt (Überschneidung ist gewollt, weil sich dadurch die Attraktivität und der Bekanntheitsgrad zusätzlich erhöhen
-----------------------------------	---

<b>R 1</b>	<b>Einführung strengerer Mindestanforderungen bei Renovierung von Einzelbauteilen der Gebäudehülle (LuxEeB-RGD 2021)</b>		
Maßnahmentyp	ordnungsrechtliche Anforderung		
Marktsegment	Wohngebäude		
Wirkung	Reduktion des Nutzwärmebedarfs und der THG-Emissionen für Heizung		
Beschreibung	Verschärfung der energetischen Mindestanforderungen bei Renovierung einzelner Bauteile der Gebäudehülle		
	Bauteil	Einheit	Anforderung aktuell
	U Außenwand	W/(m <sup>2</sup> K)	0,32
	U Dach / oberste Geschossdecke	W/(m <sup>2</sup> K)	0,25
	U Fenster	W/(m <sup>2</sup> K)	1,50
	U Kellerdecke	W/(m <sup>2</sup> K)	0,30
	Vorschlag ab 2023		
	<p>Die Maßnahme stellt keine Verpflichtung zur energetischen Renovierung dar, sondern beschreibt Mindestanforderungen die im Falle einer energetischen Renovierung eingehalten werden müssen. Die Kostenoptimalitätsstudie zeigt, dass die aktuellen Anforderungen schlechter als das Kostenoptimum sind. Vorschlagswerte liegen im Bereich des Kostenoptimums, wenn geplante CO<sub>2</sub>-Bepreisung berücksichtigt wird.</p> <p>Wenn die Mindestanforderungen ambitionierter gestaltet werden, kann die am wenigsten ambitionierte Effizienzklasse bei der PRIME House Förderung entfallen und die Fördergelder auf höhere Anforderungen konzentriert werden.</p>		
Inkrafttreten	RGD 2021 mit Wirksamkeit ab 2023		
Legislative Basis	Änderung RGD		
Status	In Vorbereitung		
Ausnahmen	Gebäude unter Denkmalschutz und wenn technisch oder wirtschaftlich nicht machbar		
Finanzierung	Keine staatlichen Fördermaßnahmen bei Einhaltung der Mindestanforderungen, Finanzierung für Bauherrn durch Senkung der Energiekosten		
Mitwirkende / verstärkende Maßnahmen	<p>R 3: Anzeigepflicht von Renovierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und Wärmeversorgung (auch Einzelmaßnahmen)</p> <p>R 8: Einführung einer Renovierungspflicht im Falle wo die Fördermaßnahmen keine ausreichenden Ergebnisse bringen</p>		

	F 1 Förderung PRIME House S 2: Harmonisierung des reduzierten Mehrwertsteuersatz auf 3% für energetische Renovierungen mit den Anforderungen der PRIME House
Kosten/Wirtschaftlichkeit für Besitzer/Nutzer	Hohe Qualitäten können – auch gemäß Kostenoptimalitätsstudie – wirtschaftlich durchgeführt werden.
Kosten Staat	Keine Kosten, da obligatorische Anforderung
Potenzial Senkung Endenergiebedarf/THG-Emissionen	hoch, da für alle Renovierungen außer Ausnahmen wie Denkmalschutz verbindlich; damit anzuwenden für alle Renovierungen an den etwa 250.000 Wohneinheiten (Stand ca. 2017).
Quantitative Wirksamkeit	Hoch, da verpflichtend im Falle einer Renovierung des Bauteils
Zeithorizont der Wirksamkeit	Schnell, da Einführung 2021 möglich, ggf. Inkrafttreten nach Übergangsfrist ab 2023
Technische Umsetzbarkeit	Hoch, da auf bewährte Lösungen zugegriffen werden kann
Politische Umsetzbarkeit	Hoch, da entsprechend Ergebnissen der Kostenoptimalitätsstudie
Legislative Zuständigkeit	Energieministerium (RGD LuxEeB 2021) und Umweltministerium (RGD PRIME House)
Quantifizierbarkeit im Monitoring	Gut, wenn Maßnahme R6 (Anzeigepflicht für Renovierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle) parallel eingeführt wird