

ENTWICKLUNG EINER STRATEGIE FÜR E-LADESTATIONEN IN LUXEMBURG

STUDIE



Bericht

Luxemburg, März 2025

Erstellt im Auftrag von:

Klima Agence G.I.E.

2, Circuit de La Foire Internationale

R.C.S Luxembourg C84

L-1347 Luxembourg



komobile

komobile Luxembourg s.à r.l.

43, rue de Strasbourg

L-2561 Luxembourg

T +352 22 70 74

F +352 22 70 74

E: luxembourg@komobile.lu

W: www.komobile.lu

Titel: ENTWICKLUNG EINER STRATEGIE FÜR E-LADESTATIONEN IN
LUXEMBURG

Studie

Erstellt im Auftrag von:



Klima Agence G.I.E.
2, Circuit de La Foire Internationale
R.C.S Luxembourg C84
L-1347 Luxembourg

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Dr. techn. Romain Molitor
Dipl.-Ing. Marco Dernberger
Daniela Hirländer MSc.



komobile

komobile Luxembourg s.à r.l.

43, rue de Strasbourg

L-2561 Luxembourg

T +352 22 70 74

F +352 22 70 74

E: luxembourg@komobile.lu

W: www.komobile.lu

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	2
2	Grundlagen zur E-Mobilität	3
2.1	Technische Grundlagen und Herausforderungen	3
2.2	Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR)	4
2.3	E-Mobilitätsstrategie in Luxemburg	5
2.3.1	Zielsetzungen zur E-Mobilität	5
2.4	Bestehende E-Ladestationen	6
2.4.1	Öffentliche Ladestationen	6
3	Grid	7
4	Potentialanalyse öffentlicher Ladebedarf	9
4.1	Methodik zur Prognose der Kfz	9
4.2	E-Kfz Flotte	10
4.2.1	Kfz-Flotte je Grid	11
4.2.2	Entwicklung der E-Kfz-Flotte je Grid	11
4.2.3	Einfluss von Kfz-Leasing-Unternehmen auf die Kfz-Flotte	14
4.3	Öffentlicher Ladebedarf der E-Kfz-Flotte (AFIR-Mindestziel)	15
4.3.1	Auswirkung der DC-Ladepunkte auf benachbarte Zellen	17
4.4	Abschätzung des öffentlichen Ladebedarfs unter Berücksichtigung von privaten Lademöglichkeiten	18
5	Kritische Einordnung der Ergebnisse	22
6	Zusammenfassung	23
	Literaturverzeichnis	24
	Anhang	25

Abkürzungsverzeichnis

AC	„Alternating Current“ Wechselstrom (für das Laden an Normalladestationen)
ACEA	European Automobile Manufacturers' Association
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
AP	Arbeitsplätze
BEV	Battery Electric Vehicle
DC	„Direct Current“ Gleichstrom (für das Laden an Schnellladestationen)
E-	Elektro-
EW	Einwohner:innen
GIS	Geoinformationssystem
HEV	Hybrid Electric Vehicle
HPC	High Power Charging
Kfz	Kraftfahrzeuge (hier: für Pkw und LNF verwendet)
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge (Camionnette): Nutzfahrzeuge bis 3,5 Tonnen
MMTP	Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten
ÖAMTC	Österreichische Automobil-, Motorrad- und Touringclub
PHEV	Plug-in Hybride Electric Vehicles
Pkw	Personenkraftwagen
PNEC	Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan Luxemburgs für den Zeitraum 2021-2030
SNCA	Société nationale de circulation automobile

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Investitionen für Ladeinfrastruktur 2020 bis 2040.....	5
Abbildung 2: Gegenüberstellung installierte Ladeleistung zur Ladeinfrastruktur 2020 bis 2024.....	6
Abbildung 3: Datengrundlage Grid 1.000 x 1.000 m (Statec)	8
Abbildung 4: Verteilung der EW-Dichte-Levels auf Grid-Basis	12
Abbildung 5: Gegenüberstellung EW-Dichte-Level und private Stp. pro Kfz.....	13
Abbildung 6: Zu installierende öffentliche Ladeleistung nach AFIR 2024 und nach Sunset 2030....	17
Abbildung 7: Zu installierende öffentlichen Ladeleistung unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit von privaten Lademöglichkeiten (2024 & 2030).....	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Einwohner:innen, Arbeitsplätze und Motorisierungsgrad.....	9
Tabelle 4-2: Annahme Pkw: Elektrisch.....	10
Tabelle 4-3: Annahme Pkw: Plug-In.....	10
Tabelle 4-4: Annahme LNF: Elektrisch.....	10
Tabelle 4-5: Annahme LNF: Plug-In	10
Tabelle 4-6: E-Kfz Prognose Luxemburg.....	10
Tabelle 4-7: Expert Judgement des Wachstums der E-Kfz je EW-Dichte-Level	13
Tabelle 4-8: Höchste Motorisierungsgrade (Morale) je Gemeinde (Top 10).....	14
Tabelle 4-9: Ladebedarf je E-Kfz.....	15
Tabelle 4-10: Bedarf an öffentlicher Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR	16
Tabelle 4-11: Zu installierende öffentliche Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR.....	16
Tabelle 4-12: Installierte Ladeleistung je E-Pkw im Jahr 2030	19
Tabelle 4-13: Einteilung des öffentlichen Ladebedarfs je E-Kfz bei Berücksichtigung der privaten Lademöglichkeiten.....	20
Tabelle 4-14: Gemittelte Werte für die Ladeleistung pro E-Kfz (kW)	20
Tabelle 4-15: Notwendige Ladeleistung unter Berücksichtigung privater Lademöglichkeiten	20
Tabelle 4-16: Zu installierende öffentliche Ladeleistung unter Berücksichtigung privater Lademöglichkeiten.....	20
Tabelle 6-1: Notwendige öffentlicher Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR [kW].....	23

1 Aufgabenstellung

Der Ausbau und die Entwicklung der Elektromobilität soll einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors in Luxemburg leisten. Im „Integrierter nationaler Energie- und Klimafahrplan 2021-2030“ (PNEC) wurde ein Anteil von 49 % Elektromobilität¹ bis 2030 als zentrales Ziel gesetzt. Die AFIR der EU sieht zudem vor, dass je BEV (Pkw und LNF) 1,3 kW sowie je PHEV (Pkw und LNF) 0,8 kW öffentliche Ladeleistung installiert werden soll.

Um auf den zukünftigen Ausbau vorbereitet zu sein und das vorhandene Potential ausschöpfen zu können, ist es ausschlaggebend frühzeitig auf die Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität zu reagieren. Im Rahmen der vorliegenden Studie soll aufgezeigt werden, wo und welche Ladekapazität in Zukunft in Luxemburg erforderlich sein wird.

Nach der Grundlagenermittlung wurde die Entwicklung des E-Pkw (inkl. LNF) Bestandes bis 2030 (2035) abgeschätzt. Anschließend wurden nach dem Einwohnerdichte-Level die Ladeleistung in den einzelnen Rasterzellen ermittelt. Des Weiteren erfolgte auf Basis der Anzahl an zugänglichen privaten Stellplätzen eine Einschätzung, ob die Errichtung der Ladeleistung nach AFIR den Bedarf deckt oder ob aufgrund der Bebauungsstruktur und Stellplatzverfügbarkeit eine höhere Ladeleistung im öffentlichen Raum notwendig ist.

Das Ergebnis dieser Studie ist eine detaillierte Übersicht und Kartografie zur benötigten Ladeleistung der E-Kfz. Diese werden in 2-Jahresschritten von 2024 bis 2035 dargestellt. Die Verortung erfolgt dabei auf einem 1.000 m x 1.000 m Grid (2795 Zellen). Die Einschätzung der Ladeleistung nach Stellplatzverfügbarkeit wird auf Maßstabsebene der Ortschaften dargestellt.

¹ Dabei bezieht sich der Anteil auf folgende Fahrzeugklassen: Pkw und LNF. Unter Elektromobilität werden in diesem Sinne BEV und PHEV verstanden.

2 Grundlagen zur E-Mobilität

2.1 Technische Grundlagen und Herausforderungen

Da die Entwicklung der E-Mobilität zügig voranschreitet, wird hier der aktuelle Stand der Technik angeführt.

Antriebstechniken

- ▶ BEV (Battery Electric Vehicle): batteriebetriebener Elektromotor
- ▶ PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle): Ausstattung des Fahrzeugs mit Verbrennungs- und Elektromotor
- ▶ HEV (Hybrid Electric Vehicle) nicht extern aufladbares Hybrid Fahrzeug → keine Berücksichtigung als Elektrofahrzeug in der vorliegenden Studie

Ladeinfrastruktur

- ▶ Normalladestationen, die über Wechselstrom (AC) laufen und über 2 Ladepunkte verfügen. Es wird eine Leistung von bis zu 22 kW je Ladepunkt bereitgestellt.
- ▶ Schnellladestationen, die über Gleichstrom (DC) laufen und über 1 Ladepunkt verfügen. Es wird eine Leistung von bis zu 350 kW bereitgestellt.

Anwendungsbereiche der Ladeinfrastruktur

- ▶ Im privaten Wohnbau können sogenannte „Wallboxes“ installiert werden, die eine Ladeleistung von 11 kW zu Verfügung stellt.
- ▶ Im öffentlichen Raum werden sowohl Normalladestationen als auch Schnellladungen von bis zu 350 kW angeboten.
- ▶ Im halböffentlichen Bereich (z. B. Kundenparkplatz) kann die Stehzeit des Fahrzeugs für den Ladevorgang genutzt werden. Dieses Angebot ist meist zeitlich an z. B. Öffnungszeiten gebunden.
- ▶ Auf einem Betriebsgelände können Lademöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden. Diese stehen meist nur bestimmten Nutzer:innengruppen (Angestellte) zeitlich begrenzt zur Verfügung.

Charging Systeme

In den vergangenen Jahren war eine Steckerverbindung die einzige Möglichkeit und wird generell bei dem Großteil der Ladestationen genutzt. Doch die Entwicklung von vollautomatisierten Lösungen bietet alternative Optionen.

- ▶ Manuell über Stecker (Schwere Kabel und teilweise nicht barrierefrei)
- ▶ Automatisierte Verbindung
 - Kontaktlos, vollautomatisch: induktiv (Nachteil: hoher Verlust an Energie)
 - Kontaktlos, vollautomatisch: konduktiv/Matrix Charging (Vorteil: geringer Verlust an Energie)

- ▶ Batterietausch: die gesamte Batterie wird außerhalb und schonend aufgeladen und ausgewechselt. Diese Methode ist für Güterverkehr und Flottenbetreiber von Interesse.

2.2 Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR)

Im September 2023 wurde die Verordnung (EU) 2023/1804 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU beschlossen². Es handelt sich dabei um ein verbindliches Rechtsinstrument für alle Mitgliedsstaaten der EU. Die sogenannte AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation) ist Teil des „Fit for 55“-Paktes der EU und zielt darauf ab die CO₂-Emissionen bis 2030 zu reduzieren und die Klimaneutralität zu erreichen.

Die AFIR legt europaweite verbindliche Vorgaben für die Infrastruktur von Elektromobilität (BEV und PHEV), Wasserstoffmobilität und LNG- und CNG-Infrastruktur fest. Zusätzlich sind Vorgaben zu den Themen Ladestationen entlang der TEN-V-Netze sowie Netzanbindung und Datenzugänglichkeit vorhanden.

Im Artikel 3 (1) werden Mindestanforderungen für den Ausbau der Stromladeinfrastruktur für Pkw und LNF mit Elektroantrieb (BEV und PHEV) definiert. Die Verordnung sieht vor, dass am Ende jedes Jahres ab 2024 kumulativ die folgenden Zielwerte für die Ladeleistung erreicht werden müssen.

- ▶ Für jeden batteriebetriebene Pkw und jedes batteriebetriebene LNF (BEV), welches im jeweiligen Hoheitsgebiet zugelassen ist, wird eine Gesamtladeleistung von mindestens 1,3 kW über öffentlich zugängliche Ladestationen bereitgestellt.
- ▶ Für jeden Pkw und jedes LNF der Kategorie PHEV, welches im jeweiligen Hoheitsgebiet zugelassen ist, wird eine Gesamtladeleistung von mindestens 0,8 kW über öffentliche zugängliche Ladestationen bereitgestellt.

Absatz 2 ermöglicht es Mitgliedsstaaten, bei der Europäischen Kommission eine Genehmigung für eine niedrigere Anforderung in Bezug auf die Gesamtladeleistung anzusuchen, wenn die Anforderungen nachteilige Auswirkungen (bspw. private Investitionen abschreckt) und nicht mehr gerechtfertigt sind. Der Antrag muss eine Begründung enthalten, die von der Kommission geprüft wird. Diese Ausnahmeregelung gilt ausschließlich für Mitgliedstaaten, deren Flottenanteil an Pkw und LNF mit reinem Elektroantrieb (BEV) mindestens 15 % beträgt.

² Quelle: Verordnung (EU) 2023/1804, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>

2.3 E-Mobilitätsstrategie in Luxemburg

2.3.1 Zielsetzungen zur E-Mobilität

Strategische und politische Dokumente und deren Zielsetzungen fließen in die Abschätzung des Potentials für 2035 ein. Unter anderem sind dies folgende Unterlagen:

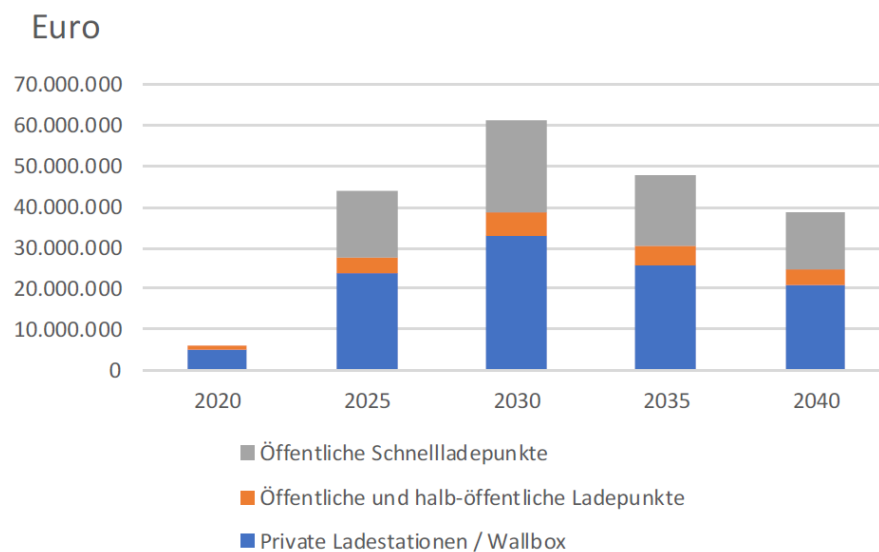
Klimapakt 2.0

Alle Gemeinden Luxemburgs gehören gemeinsam dem Klimapakt an.³ Dieser wurde zwischen dem Staat und den Gemeinden geschlossen, um den Aktionsplan des europäischen Programm European Energy Award (EEA)⁴ umzusetzen und dient als entscheidendes Instrument zur Umsetzung der Ziele des Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan (PNEC).

PNEC- Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan Luxemburgs für den Zeitraum 2021-2030

Laut PNEC soll der Fahrzeugbestand von Elektroautos 2030 in Luxemburg auf 49 % steigen. Dementsprechend soll der Ausbau der Ladestationen in der Periode 2020 bis 2040 gefördert werden. Bis 2030 sollen 34.000 neue Ladepunkte installiert werden.⁵

Abbildung 1: Investitionen für Ladeinfrastruktur 2020 bis 2040



Quelle: PNEC 2020, S. 198

³ Quelle: <https://pactec climat.lu/de/engagierter-akteur/gemeinden> (11.11.2024)

⁴ Quelle: <https://www.european-energy-award.org/> (11.11.2024)

⁵ Quelle: PNEC (2020), S.198

Nationale Parkraumstrategie für E-Ladestationen

Im Mai 2023 wurde vom Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten eine Strategie zur Parkraumbewirtschaftung vorgestellt.⁶ Unter Arbeitsblatt 10 (P10) werden Empfehlungen für den Umgang mit E-Ladeinfrastruktur ausgesprochen.⁷

(Zeitliche) Reglementierung von Ladestationen

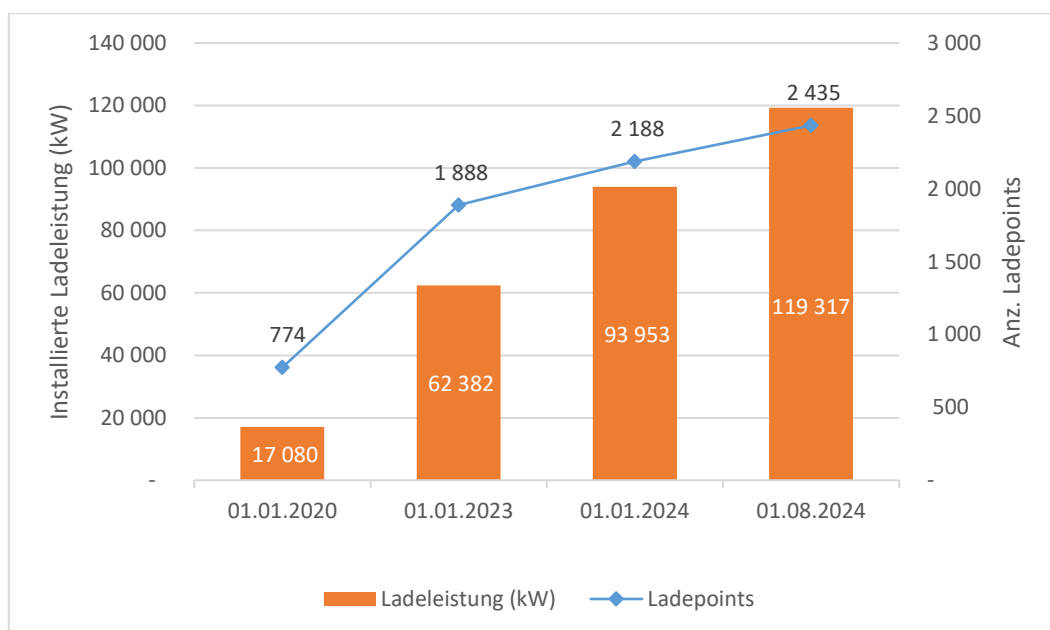
In vielen Gemeinden ist der öffentliche Raum stark limitiert. Der zu Verfügung stehende Platz für Ladestationen soll deshalb nur für E-Pkw reserviert sein, die über ein Ladekabel mit der Ladestation verbunden sind. Hierfür gilt z. B. das Zusatzschild „excepté véhicules automoteurs électriques et véhicules automoteurs électriques hybrides raccordés au point de recharge“ bei Parkverbot.⁸

2.4 Bestehende E-Ladestationen

2.4.1 Öffentliche Ladestationen

In ganz Luxemburg sind 2.435 Ladestationen im öffentlichen Raum verfügbar (Stand: August 2024). Anhand der Bestandsstatistik der Ladestationen wird ersichtlich, dass die Anzahl von Jänner 2023 bis Jänner 2024 um 16 % stieg. Von Jänner bis August im Jahr 2024 stieg die Anzahl um weitere 11 %. Von Jänner 2023 bis Jänner 2024 war ein Wachstum von 16% an E-Ladepoints

Abbildung 2: Gegenüberstellung installierte Ladeleistung zur Ladeinfrastruktur 2020 bis 2024



Quelle: Eco-Movement (2024)

⁶ Quelle: <https://www.parken.lu> (11.11.2024)

⁷ Quelle: Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten (2023): Nationale Parkraumstrategie 2023, P10, S.9

⁸ Quelle: Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten (2023): Nationale Parkraumstrategie 2023, P10, S.7

Die durchschnittliche Ladeleistung pro Ladepunkt lag im Jahr 2020 bei 22 kW. In den folgenden Jahren stieg sie deutlich an: Im Januar 2023 erreichte sie 33 kW, ein Jahr später bereits 43 kW. Innerhalb der nächsten sechs Monate erhöhte sich die Ladeleistung nochmals um 6 kW. Dies zeigt, dass nicht nur die Zahl der öffentlichen Ladepunkte stetig wächst, sondern auch ihre Leistungsfähigkeit deutlich zunimmt.

An den 686 bestehenden Chargy- und SuperChargy-Stationen wurden bei 397.500 Ladevorgängen 7.930.700 kWh für das Laden von E-Kfz verwendet (Stand: November 2024). Das bedeutet, dass je Ladevorgang im Durchschnitt rund 20 kWh geladen werden.

In Luxemburg waren im August 2024 insgesamt 119.316 kW an öffentlicher Ladeleistung installiert.

Üblicherweise sind an den E-Ladestationen (AC / DC) folgende Ladeleistung vorhanden:

- ▶ AC-Ladestation
 - mit 2 Anschlüssen
 - je Anschluss: 22 kW Ladeleistung
 - Ladeleistung von 44 kW pro Station
- ▶ DC-Ladestation
 - mit 1 oder 2 Anschlüsse
 - Ladeleistung zwischen 50 und 400 kW pro Station

3 Grid

Seit der letzten Volkszählung im Jahr 2021 gibt es die Verteilung der Bevölkerung in einem 1.000 x 1.000 m Raster. Somit ist Luxemburg in 2.795 Zellen unterteilt.⁹ Der Datensatz, von Statec zur Verfügung gestellt, beinhaltet somit für jede Zelle den Wert für die Bevölkerung.

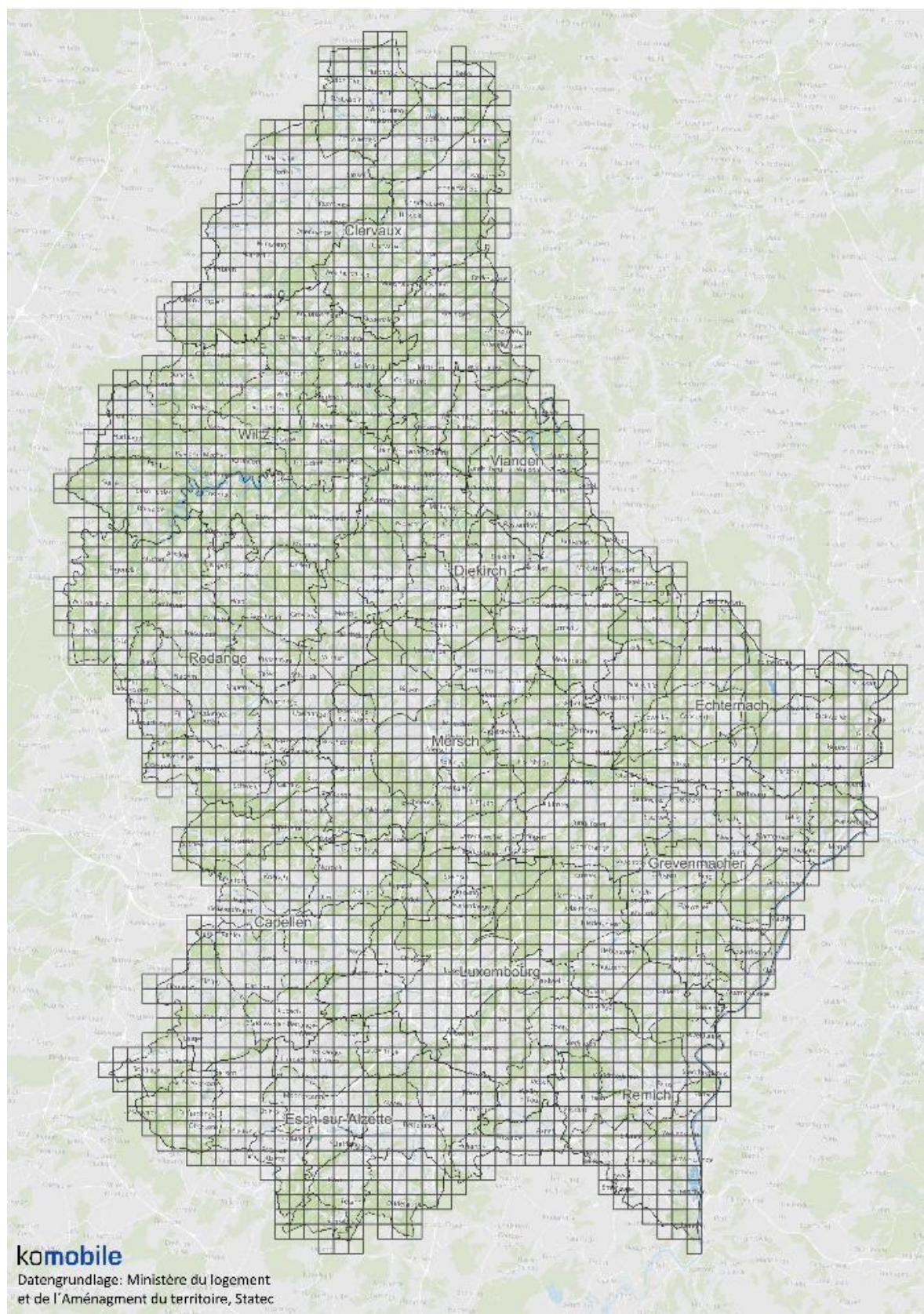
Für jene Zellen, die einen Wert von „<30“ Einwohner:innen aufweisen, wurde folgende Annahme getroffen:

- ▶ District Luxemburg (Süd-West): 15 Einwohner:innen
- ▶ District Diekirch (Norden): 5 Einwohner:innen
- ▶ District Grevenmacher (Osten): 10 Einwohner:innen

Die weiterführenden Daten sind allesamt auf Ortschafts- oder Gemeindeebene vorhanden. Um dennoch die Hochrechnung durchführen zu können, wurde angenommen, dass der Zellmittelpunkt ausschlaggebend für die Zuweisung der Zelle für die Administrativen Daten ist. Durch verschiedene Geoverarbeitungs-Funktionen im GIS erfolgte die Zuweisung der aktuellen Bevölkerungsprognose sowie der Arbeitsplätze. Diese bilden im Anschluss die Ausgangsbasis für die Kalkulation der (E)-Fahrzeugflotte.

⁹ <https://statistiques.public.lu/en/recensement/repartition-par-km2.html>

Abbildung 3: Datengrundlage Grid 1.000 x 1.000 m (Stateg)



4 Potentialanalyse öffentlicher Ladebedarf

4.1 Methodik zur Prognose der Kfz

Die Prognose für die Fahrzeugflotte wurde angelehnt an die BAU2022-Prognose¹⁰ erstellt. Aufgrund einer aktueller Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognose auf Gemeindeebene sowie aktueller Kfz-Statistik wird die Fahrzeugflotte dahingehend angepasst, wodurch Abweichungen zu den Ergebnissen der BAU2022-Prognose möglich sind. Zusätzlich werden folgend PHEV berücksichtigt, welche in der BAU2022-Prognose noch nicht als E-Fahrzeuge klassifiziert wurden.

Ausgangsbasis für die Berechnung bildet der Export der Fahrzeug-Datenbank von der SNCA von Juni 2023, da hier noch eine Zuweisung der Fahrzeuge nach Ortschaften vorhanden ist. In der Fahrzeugstatistik werden die Fahrzeuge in „Physique“ und in „Morale“ eingeteilt. Auf Basis dessen werden zwei Motorisierungsgrade für die Hochrechnung herangezogen. Somit ergibt sich der Motorisierungsgrad „Physique“ durch die Bevölkerung und der Motorisierungsgrad „Morale“ durch die Arbeitsplätze.

Tabelle 4-1: Einwohner:innen, Arbeitsplätze und Motorisierungsgrad

Luxemburg	EW 2023	AP 2023	Kfz (Physique) 2023	Motorisierungsgrad (Physique)	Kfz (Morale) 2023	Motorisierungsgrad (Morale)
Pkw	660.809	499.985	344.867	522	105.003	206
LNF			8.095	12,3	33.751	67,5

Auf dieser Grundlage werden in zwei Jahresschritten (2023, 2024, 2026, 2028, 2030, 2032, 2035) die Anzahl der Pkw und LNF berechnet.

¹⁰ Molitor R., Dernberger M., Hausberger S., Schwingshackl M. (2022): BAU2022-Prognose - Prognose zum Kraftstoffexport und der zugehörigen Emissionen von klimarelevanten Gasen und Luftschadstoffen des Verkehrssektors in Luxemburg von 2015 - 2035 und Ausblick bis 2050.; Erstellt im Auftrag von: Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable

4.2 E-Kfz Flotte

Aufgrund weiterer Daten aus der SNCA-Datenbank bzw. der Fahrzeug-Datenbank der STATEC können Aussagen zum Anteil der BEV und PHEV in den Jahren 2023 und 2024 getroffen werden. Durch zusätzliche Annahmen wurden die Anteile der BEV und PHEV auf Luxemburg-Ebene ermittelt.

Tabelle 4-2: Annahme Pkw: Elektrisch

Jahr	Anteil	Quelle/Annahme
2021	2,0%	SNCA
Juni 2023	4,1%	SNCA
2024	7,3%	Sep. (Statec): 6,7 % + 0,6 % Zunahme bis Jahresende
2026	12,7%	
2028	22,3%	
2030	40,1%	Annahme Zielwert (PNEC) ≅ ca. BAU2022-Prognose, Anzahl ePkw 2032
2032	48,2%	
2035	66,0%	≅ BAU2022-Prognose, Anteil an ePkw 2037

Tabelle 4-3: Annahme Pkw: Plug-In

Jahr	Anteil	Quelle/Annahme
2021	2,0%	SNCA
Juni 2023	3,1%	SNCA
2024	4,0%	Sep. (Statec): 0,01% + 0,01% Zunahme bis Jahresende
2026	5,8%	
2028	8,3%	
2030	12,0%	Peak (10-15%)
2032	11,2%	
2035	10,0%	Marktrückgang

Tabelle 4-4: Annahme LNF: Elektrisch

Jahr	Anteil	Quelle/Annahme
2021	0,9%	SNCA
Juni 2023	1,5%	SNCA
2024	2,6%	Sep. (Statec): 2,3% + 0,3 Zunahme bis Jahresende
2026	7,5%	BAU-Prognose
2028	13,5%	BAU-Prognose
2030	20,1%	BAU-Prognose
2032	28,9%	BAU-Prognose
2035	45,4%	BAU-Prognose

Tabelle 4-5: Annahme LNF: Plug-In

Jahr	Anteil	Quelle/Annahme
2021	0,01%	SNCA
Juni 2023	0,02%	SNCA
2024	0,02%	Sep. (Statec): 0,01 % + 0,01 % Zunahme bis Jahresende
2026	0,04%	
2028	0,07%	
2030	0,14%	
2032	0,26%	
2035	0,50%	Peak

Die Tabelle 4-6 gibt einen Überblick über die Entwicklung der E-Kfz-Flotte von Luxemburg.

Tabelle 4-6: E-Kfz Prognose Luxemburg

Jahr	Kfz	BEV (Pkw)	PHEV (Pkw)	BEV (LNF)	PHEV (LNF)	Summe E-Kfz-Flotte	Anteil E-Kfz
2021	475 809	8 666	8 852	364	5	17 887	3,8%
2023	489 489	18 254	13 810	634	7	32 705	6,7%
2024	497 926	33 227	18 207	1 112	9	52 554	10,6%
2026	518 030	60 201	27 346	3 300	17	90 865	17,5%
2028	538 335	109 913	41 010	6 136	33	157 092	29,2%
2030	558 640	205 000	61 409	9 426	65	275 900	49,4%
2032	578 945	255 751	59 194	13 971	127	329 043	56,8%
2035	609 402	368 758	55 889	22 931	253	447 830	73,5%

4.2.1 Kfz-Flotte je Grid

Die Kfz-Flotte je Grid konnte aufgrund der jeweiligen Bevölkerung und Arbeitsstellen je Grid berechnet werden. Für die Berechnung wurden folgenden Formeln angewendet:

Motorisierungsgrad (Morale) * Arbeitsstellen (Jahr) pro Grid = Kfz (Morale) je Prognosejahr

Motorisierungsgrad (Physique) * Bevölkerung (Jahr) pro Grid = Kfz (Physique) je Prognosejahr

Durch die Summe von Kfz (Morale) und Kfz (Physique) erhält man die Gesamtanzahl der Kfz je Grid.

4.2.2 Entwicklung der E-Kfz-Flotte je Grid

Durch die unterschiedlichen Gegebenheiten der einzelnen Ortschaften bzw. Gemeinden wurde mit der Annahme gerechnet, dass sich die Grid-Zellen differenziert entwickeln. Dabei sind folgende Faktoren miteinbezogen:

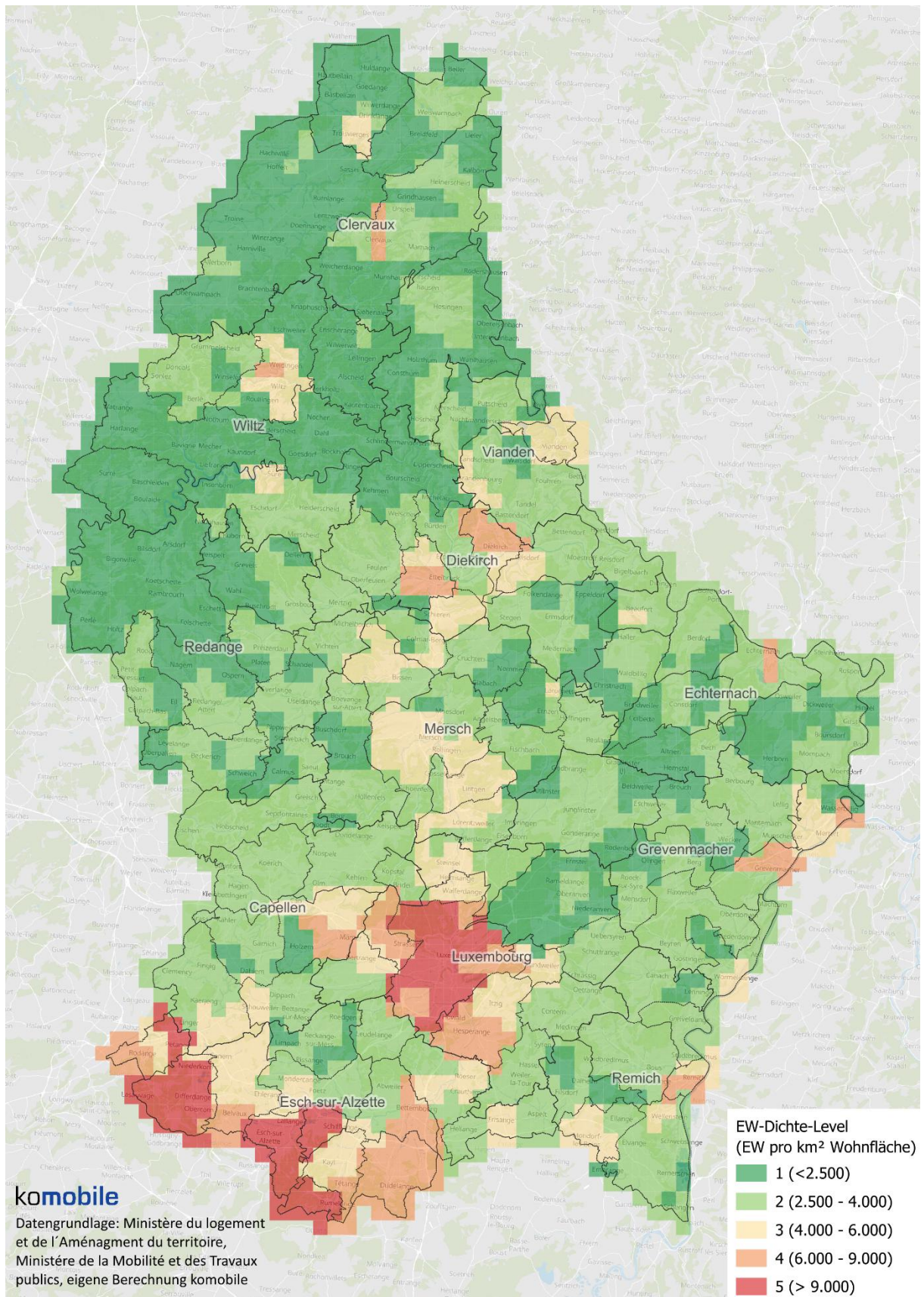
- ▶ Gemeindestatistik (Bevölkerungs- und Arbeitsplatzprognose)
- ▶ Anteil an BEV / PHEV im Bestand
- ▶ Kategorie nach Ortschaft¹¹:
 - EW-Dichte-Level: 1 – 5

Aufgrund der Einteilung aus der nationalen Parkraumstudie sind insgesamt 5 Levels an Einwohnerdichte vorhanden. Die Einwohnerdichte wurde in der Nationalen Parkraumstrategie mit dem Verhältnis Einwohner zu Wohnfläche je Gemeinde berechnet. Danach folgte noch eine qualitative Einordnung der einzelnen Ortschaften innerhalb der Gemeinden. In Folge der erneuten Betrachtung des EW-Dichte-Levels wurden qualitative Anpassungen bzw. Aktualisierungen getroffen. Das EW-Dichte-Level wird von der Ortschaft auf die darin liegenden Zellen übertragen. Es gibt daher Zellen, die ein hohes EW-Dichte-Level aufweisen, jedoch nur eine geringe Anzahl an Einwohner:innen.

Durch die Abbildung 4 wird einerseits die räumliche Verteilung der EW-Dichte-Levels ersichtlich und andererseits lässt sich dadurch erkennen, dass jene Gebiete mit hoher EW-Dichte zeitgleich auch die urbaneren Räume in Luxemburg darstellen.

¹¹ auf Grundlage der Einschätzung aus der Nationalen Parkraumstudie und qualitative Aktualisierung einzelner Ortschaften

Abbildung 4: Verteilung der EW-Dichte-Levels auf Grid-Basis



Je nach EW-Dichte-Level wachsen die Anteile der E-Kfz der jeweiligen Zellen über / unter dem Durchschnitt. Die Zuweisung erfolgte über ein „Expert Judgement“. Diesem liegen folgende Annahmen zu Grunde:

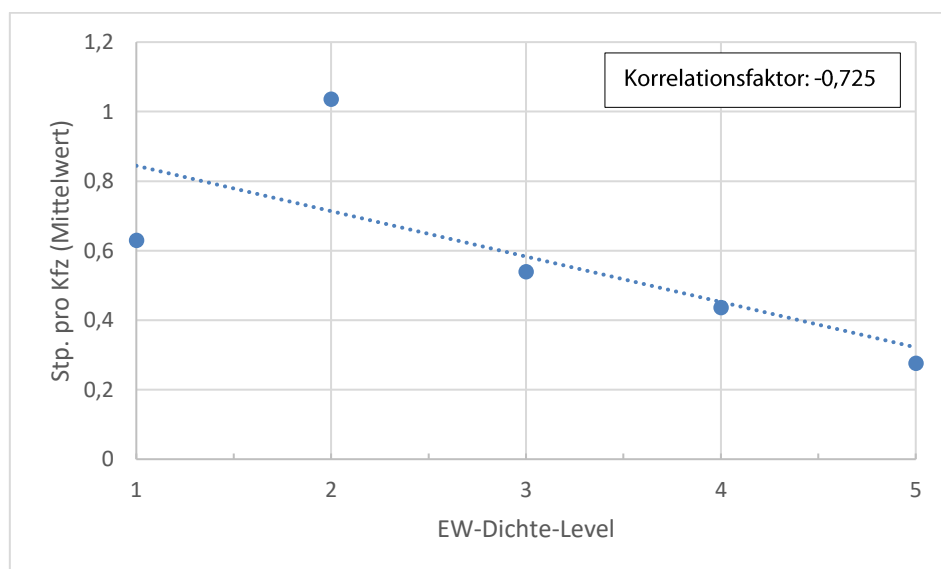
- ▶ Höhere Verfügbarkeit von privaten Stellplätzen im ländlichen Bereich
 - Bebauungsstruktur, private Garagen am Grundstück,
 - leichtere Errichtung von privaten Wallboxen,
 - geringere Abhängigkeit von öffentlichen Ladestationen,
 - Photovoltaikanlagen auf Privathäusern begünstigen die Anschaffung von E-Kfz

Tabelle 4-7: Expert Judgement des Wachstums der E-Kfz je EW-Dichte-Level

EW-Dichte-Level	Wachstum
1	++
2	++
3	+
4	-
5	--

Durch die administrative Zuordnung des EW-Dichte-Levels sowohl in der Nationalen Parkraumstudie als auch in dieser Studie kann die These „Höhere Verfügbarkeit von privaten Stellplätzen im ländlicheren Bereich“ untersucht werden. Somit können mit den Daten Anzahl der Kfz (2024) und der privaten Stellplätze der Hochrechnung die Stellplätze je Kfz (2024) kalkuliert werden. Eine Gegenüberstellung des EW-Dichte-Levels mit der Anzahl privater Stellplätze zeigt eine deutliche negative Korrelation (Korrelationsfaktor: -0,725). Dies bedeutet, dass mit steigendem EW-Dichte-Level tendenziell weniger private Stellplätze verfügbar sind.

Abbildung 5: Gegenüberstellung EW-Dichte-Level und private Stp. pro Kfz



Quelle: Nationale Parkraumstudie 2021, eigene Berechnung

Die Hochrechnung machte es möglich, die E-Kfz für alle Jahre auf Rasterebene herunterzuberechnen bzw. zu schätzen.

Zunächst wurde die Wachstumsrate für das gesamte Land Luxemburg berechnet. Diese Werte flossen auf Kommunalebene ein, um schlussendlich die Anteile von E-Kfz pro Gemeinde für jedes Jahr zu ermitteln. Um die Zahlen auf Rasterebene zu übertragen, wurden die Kfz-Zahlen von 2024 auf Kommunal- und Rasterebene ins Verhältnis gesetzt, sodass sich daraus die E-Kfz-Anteile pro Raster für alle Jahre ableiten ließen.

Aufgrund der Annahme, dass die Wachstumsraten landesweit einheitlich sind, erfolgte anschließend eine Gewichtung der einzelnen Raster nach Bevölkerungsdichte (EW-Dichte). Diese wurden schließlich in vier Wachstumsstufen vereinfacht: „starker Anstieg“, „Anstieg“, „abgeschwächter Anstieg“ und „geringer Anstieg“. Diese Gewichtungen wurden in die Endergebnisse eingerechnet.

4.2.3 Einfluss von Kfz-Leasing-Unternehmen auf die Kfz-Flotte

Die Kfz-Flotte der ansässigen Leasing-Unternehmen beeinflussen die Verteilung der Kfz-Flotte. So sind die Leasing-Fahrzeuge, welche in ganz Luxemburg im Umlauf sind, nicht bei jenen Privatpersonen, sondern vom Leasing-Unternehmen angemeldet. Daraus ergibt sich somit, dass in Gemeinden mit vielen bzw. großen Leasing-Unternehmen Extremwerte bezüglich des Motorisierungsgrad (Morale) ergibt.

Tabelle 4-8: Höchste Motorisierungsgrade (Morale) je Gemeinde (Top 10)

Gemeinde	Motorisierungsgrad (Morale)	Pkw Morale (Juni 2023)
Strassen	2 141	17 689
Leudelange	695	7 576
Mamer	548	4 651
Sandweiler	543	3 243
Frisange	512	780
Bech	420	84
Koerich	376	1 991
Saeul	342	39
Bertrange	301	4 458

Durch die Verortung der großen Leasing-Unternehmen wird ersichtlich, dass sowohl in Strassen, Leudelange und Mamer eine Agglomeration vorhanden ist. Der hohe Motorisierungsgrad in Sandweiler ist auf den Flughafen und der ansässigen Mietwagenfirmen zurückzuführen, in Frisange und Koerich auf Betriebsgebiete. Saeul und Bech sind aufgrund der geringen Anzahl an Pkw nicht ausschlaggebend. In Bertrange sind ebenfalls größere Flächen an Betriebsgebieten vorhanden. Um den Faktor der Leasing-Fahrzeuge, die zudem einen höheren E-Kfz-Anteil aufweisen, zu berücksichtigen soll anhand folgender Anpassungen die (e)Leasing-Flotte aufgeteilt werden.

Da keine Angaben bezüglich der genauen Anzahl an Leasingfahrzeugen je Ort vorhanden sind, wird in den Gemeinden Strassen, Leudelange, Mamer auf Grundlage der Standorte von Leasing-Unternehmen und des überhöhten Motorisierungsgrad Morale, die Annahme getroffen, dass diese

einen Motorisierungsgrad ähnlich zur Nachbargemeinde Bertrange von rund 300 Pkw (Morale) pro 1.000 AP aufweisen. Bertrange wurde aus Vergleichsgemeinde gewählt, da sie neben einer Nachbargemeinde sowohl im Agglomerationsraum der Stadt Luxemburg liegt als auch größere Betriebsgebiete aufweist.

Auf Basis des neuen Motorisierungsgrads (Morale) von 300 Pkw pro 1.000 AP wird die neue (e)Kfz-Flotte berechnet und in die Hochrechnung der (e)Kfz-Flotte je Grid (Kap. 0 & Kap. 4.2.2) integriert. Die Differenz zwischen der (e)Kfz-Flotte „Bestand“ und der angepassten (e)Kfz-Flotte ergibt somit die Leasing-(e)Kfz-Flotte.

Im Jahr 2024 ergeben sich daher rund 20.400 Leasing-Fahrzeuge (rund 49.000 Pkw in ganz Luxemburg¹²). Die Anzahl der Leasing-E-Kfz berechnet sich über den durchschnittlichen Anteil in Luxemburg. Dieses Verfahren wird für die folgenden Jahre bis 2035 durchgeführt.

Die Leasing-E-Kfz werden im nächsten Schritt gemäß der bestehenden Kfz-Anteile der Grids am Kfz-Gesamtbestand von Luxemburg, gleichermaßen aufgeteilt.

4.3 Öffentlicher Ladebedarf der E-Kfz-Flotte (AFIR-Mindestziel)

Durch die beschriebene Vorgehensweise ist daher die E-Kfz-Flotte für die jeweiligen Jahre bekannt. Für die weitere Berechnung wurden die zu installierende Ladeleistung nach der AFIR (1,3 kW für BEV und 0,8 kW für PHEV) herangezogen. Es wird davon ausgegangen, dass die jeweilige Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (BEV und PHEV) gemittelt über alle Raster gleichermaßen verteilt. Somit ist eine Berechnung des Ladebedarfs mit einem gewichteten Mittelwert aus der Hochrechnung für ganz Luxemburg sinnvoll und möglich.

Durch Absatz 2 AFIR besteht die Möglichkeit, bei einem Flottenanteil von >15% an BEV und PHEV (Pkw und LNF), eine Genehmigung anzusuchen, um den benötigten Ladebedarf zu verringern. Infolge dessen, soll zusätzlich der Bedarf an öffentlicher Ladeleistung dargestellt werden, wenn für das Jahr 2028 und 2029 (nicht berechnet) ein reduzierter Schlüssel von 75 % und in den Folgejahren von 50 % angewendet werden kann.

Tabelle 4-9: Ladebedarf je E-Kfz

Jahr	BEV/PHEV-Kfz	Anteil BEV	Anteil PHEV	Gewichteter Ladebedarf pro E-Kfz (BEV+PHEV)	Reduzierter Ladebedarf pro E-Kfz (Sunset) (BEV+PHEV)
2024	52 554	65 %	35 %	1,13 kW	1,13 kW
2026	90 865	70 %	30 %	1,15 kW	1,15 kW
2028	157 092	74 %	26 %	1,17 kW	0,88 kW
2030	275 900	78 %	22 %	1,19 kW	0,60 kW
2032	329 043	82 %	18 %	1,21 kW	0,61 kW
2035	447 830	87 %	13 %	1,24 kW	0,62 kW

¹² Auszug aus Statec (2023)

Folgende Tabelle zeigt den gesamten Bedarf an öffentlicher Ladeleistung der E-Kfz-Flotte pro Jahr für Luxemburg.

Tabelle 4-10: Bedarf an öffentlicher Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR

Jahr	E-Kfz (BEV+PHEV)	Ladeleistung (kW) - Luxemburg	Ladeleistung (kW) - GRID	Reduzierte Ladeleistung (Sunset) (kW) - GRID
2024	52 554	59 213	58 877	58 877
2026	90 865	104 443	104 326	104 326
2028	157 092	183 698	181 282	135 909
2030	275 900	327 933	327 478	163 739
2032	329 043	398 095	396 179	198 089
2035	447 830	554 109	549 084	274 543

Die Abweichungen sind aufgrund der Prognose des differenzierten Wachstums der E-Kfz je EW-Dichte-Level zurückzuführen. Diese Abweichungen (< 1,1%) werden als nicht maßgeblich erachtet.

In weiterer Folge wird die bereits installierte öffentliche Ladeleistung (August 2024) je Grid abgezogen. Dadurch ergibt sich die noch notwendige zu installierende Ladeleistung. Insgesamt ist in ganz Luxemburg zu diesem Zeitpunkt eine öffentliche Ladeleistung von 119.316 kW installiert.

Tabelle 4-11: Zu installierende öffentliche Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR

Jahr	E-Kfz (BEV+PHEV)	Zu installierende Ladeleistung (kW) - GRID	Zu installierende reduzierte Ladeleistung (Sunset) (kW) - GRID
2024	52 554	- 60 440	- 60 440
2026	90 865	- 14 990	- 14 990
2028	157 092	61 895	16 592
2030	275 900	208 161	44 422
2032	329 043	276 862	78 772
2035	447 830	429 768	155 226

Hinweis zur Interpretation der Karten

In den Karten (siehe als Beispiel Abb. 6) wird die Ladeleistung bzw. Ladebedarf (kW) farblich angezeigt. Die Skala geht dabei von Grün mit geringer Ladeleistung bis Rot mit hoher Ladeleistung.

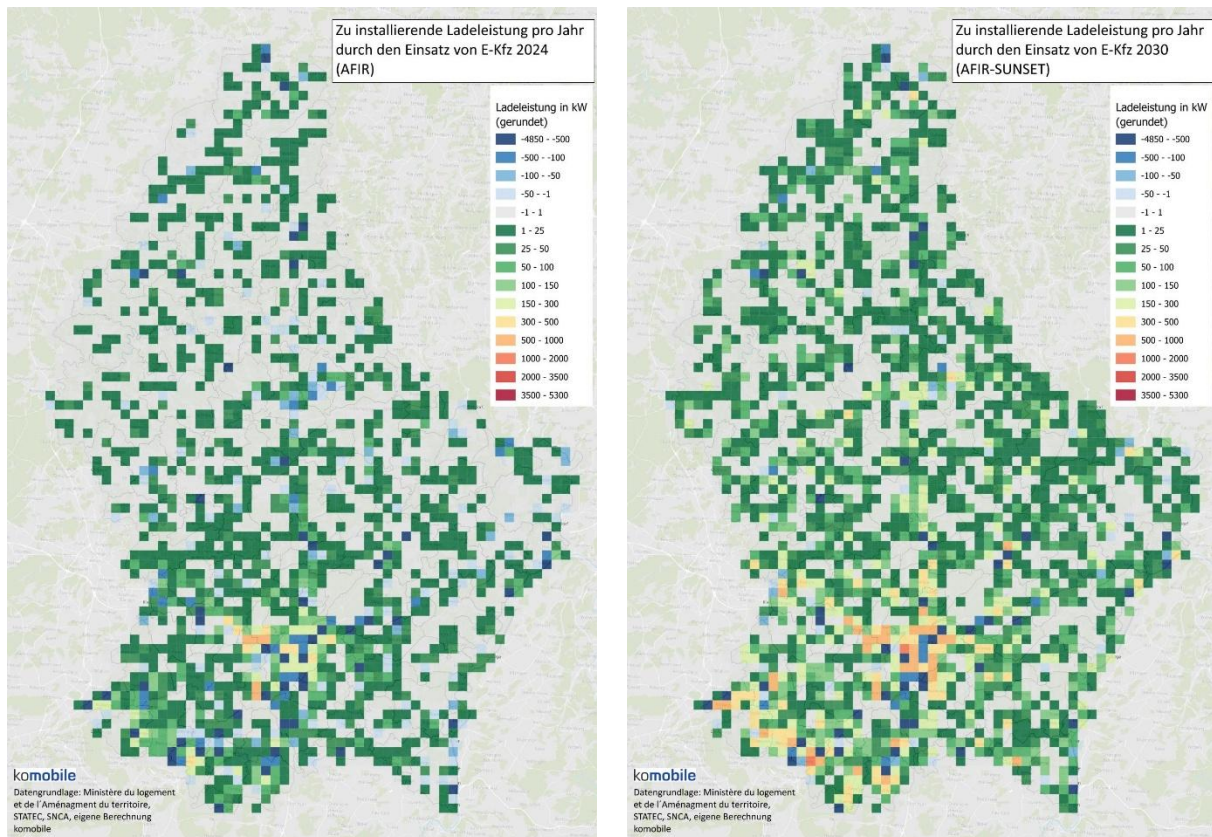
Bei den Karten „Zu installierende öffentliche Ladeleistung“ wird zusätzlich die Bestandsinfrastruktur abgezogen, wodurch es zu negativen Angaben bzw. Ladeleistungsüberschuss (- kW) kommen kann. Diese werden in Blau dargestellt.

Beispiel:

Eine notwendige Ladeleistung von 100 kW kann somit durch 3 AC-Ladestationen (mit je 2 Anschlüssen pro Stationen) mit 44 kW Ladeleistung gedeckt werden.

Rechnung: $3 * 44 \text{ kW} = 132 \text{ kW} > 100 \text{ kW}$

Abbildung 6: Zu installierende öffentliche Ladeleistung nach AFIR 2024 und nach Sunset 2030



Aufteilung des Ladebedarfs in AC- und DC-Ladeleistung

Zusätzlich erfolgt in den angehängten Datenblätter sowie Kartendarstellung eine Aufteilung des Ladebedarfs in AC- und DC-Ladeleistungen. Dabei wurde von einer Verteilung von AC zu 75 % und DC zu 25 % ausgegangen. Des Weiteren erfolgt eine erste Abschätzung zur Auswirkung von DC-Ladepunkten auf benachbarte Zellen.

4.3.1 Auswirkung der DC-Ladepunkte auf benachbarte Zellen

Eine DC-Ladestation hat aufgrund ihrer Leistung und die verringerte Ladezeit eine höhere Reichweite als eine AC-Ladestation. Um eine erste Abschätzung diesbezüglich treffen zu können, wurden für die Jahre 2024, 2026, 2028 und 2030 der jeweilige zu installierende DC-Ladeleistung (Überschuss) umverteilt.

Die Umverteilung erfolgte für jene Zellen, die einen DC-Überschuss und zugleich in einem Grid mit einer EW-Dichte-Level von 4 bzw. 5 liegen¹³. Die Ausgangszellen wurde ein Wirkungsradius von 5 Kilometer unterstellt und beeinflusst somit jene Zellen die eine zu installierende DC-Ladeleistung > 1 kW aufweisen. Somit wurden jene Zellen, in denen keine Kfz gemeldet sind nicht mitbetrachtet. Der gesamte Überschuss wurde gleichermaßen auf die umliegenden Zellen verteilt, wodurch die Zelle mit der DC-Ladestation nun keinen Überschuss erzielt. Durch diese Vorgehensweise kann es

¹³ Daher wurden ländliche DC-Ladestationen bspw. an Tankstellen entlang von Hauptstraßen nicht mitbetrachtet, da hier der Wirkungsradius eine andere Dimension hat.

jedoch dazu führen, dass nun benachbarte Zellen einen Überschuss aufweisen, da sie entweder mehr DC-Ladeleistung eine Zelle bekommen oder im Umkreis mehrere DC-Ladestationen liegen.

Eine genauere bzw. iterativen Verteilung durch eine Simulation bzw. Verteilungsprogrammierung wurde in diesem Projekt nicht vorgesehen.

4.4 Abschätzung des öffentlichen Ladebedarfs unter Berücksichtigung von privaten Lademöglichkeiten

Zusätzlich zur Berechnung der notwendigen öffentlichen Ladeleistung nach AFIR wurde eine weitere Berechnung unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit privater Lademöglichkeiten erstellt. Dabei wird sich auf die Studie „Szenarien für den Markthochlauf für die Ladeinfrastruktur nach 2025/2030“ in Deutschland orientiert. Jede Zelle muss jedoch zumindest die Anforderungen an öffentlicher Ladeleistung nach AFIR erfüllen.

Studie: „Szenarien für den Markthochlauf für die Ladeinfrastruktur nach 2025/2030“ (Deutschland)

Die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur der NOW GmbH (Deutschland) hat 2024 eine Neuauflage der Studie „Szenarien für den Markthochlauf für die Ladeinfrastruktur nach 2025/2030“¹⁴ erstellt. Die Studie befasst sich unter anderem mit der Anzahl der benötigten Ladepunkte und installierte Ladeleistung je Szenario. Hierfür wurden mehrere Szenarien simuliert in denen Einflussgrößen, wie Mobilitäts- und Ladeverhalten, Charakteristika der E-Fahrzeuge (real Verbrauch berücksichtigt), Ladeverhalten von E-Pkw und Verfügbarkeiten von Lademöglichkeiten (privat, öffentlich) berücksichtigt.

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass durch Änderungen in der Fahrzeugherstellung (Batteriegrößen) oder durch Steigerungen der Effizienz es zu Abweichungen in der benötigten Ladeleistung kommen kann. Die Sensitivitätsanalyse der Studie zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Batteriekapazität und dem Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten.

Die beschriebene Studie zeigt sich aufgrund der Aktualität sowie ähnlicher Fragestellung als geeignet, um sich an den gewonnenen Erkenntnissen für die Berechnung der Ladeleistung aufgrund geringerer bzw. höherer Zugänglichkeit von privaten Lademöglichkeiten für Luxemburg zu orientieren.

Die Ergebnisse der Studie zeigen die aus Nutzerperspektiven ermittelten Bedarfe an öffentlich installierter Ladeleistung auf. Die ermittelte installierte Ladeleistung für 2030 berechnete sich ein Bedarf zwischen 1,5 und 2,0 kW pro BEV sowie 0,8 und 1,6 kW pro PHEV. Die Studie zeigt, dass der Bedarf in allen Szenarien über den Mindestausbauzielen der AFIR liegt.

¹⁴ Quelle: https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2024/06/Studie_Ladeinfrastruktur-2025-2030_Neuauflage-2024.pdf (17.12.2024)

Tabelle 4-12: Installierte Ladeleistung je E-Pkw im Jahr 2030

Szenario	Ladeleistung (kW)	
	BEV	PHEV
Referenzszenario	1,8	1,2
Geringe Verfügbarkeit nicht öffentlich zugänglicher Ladestationen	2,0	1,6
Hohe Verfügbarkeit nicht öffentlich zugänglicher Ladestationen	1,5	0,8

Quelle: NOW GmbH 2024, S. 57

Berücksichtigung von privaten Lademöglichkeiten

An folgenden drei Szenarien der Studie „Szenarien für den Markthochlauf für die Ladeinfrastruktur nach 2025/2030“ soll sich die Abschätzung des öffentlichen Ladebedarfs unter Berücksichtigung von privaten Lademöglichkeiten orientieren:

- ▶ Referenzszenario: Das Szenario stützt sich auf Annahmen, die eine realistische Zukunft beschreibt. Dabei wird von einer moderaten Verfügbarkeit privater Ladeinfrastruktur und kein besonderer Fokus auf HPC-Ladeinfrastruktur angenommen.
- ▶ Geringe Verfügbarkeit nicht öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur: Der Aufbau von privater Ladeinfrastruktur wird durch Hindernisse erschwert. Im Vergleich zum Referenzszenario weist dieses Szenario für das Jahr 2030 eine geringere Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur zu Hause (-10 %) und im Unternehmen (-6 %) auf.
- ▶ Höhere Verfügbarkeit nicht öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur: Der Aufbau von privater Ladeinfrastruktur wird durch Rahmenbedingungen erleichtert. Im Vergleich zum Referenzszenario weist dieses Szenario für das Jahr 2030 eine höhere Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur zu Hause (+10 %) und im Unternehmen (+6 %) auf.

Auf Basis des EW-Dichte-Level wurden die Ladeleistungen der Szenarien der Studie der NOW GmbH sowie der **Annahme der Mindestzielwerte von AFIR** für eine **sehr hohe Verfügbarkeit privater Lademöglichkeit** für das Jahr 2030 zugewiesen. Diesem Vorgehen liegt zudem die Annahme zu Grunde, dass je ländlicher eine Ortschaft desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass private Stellplätze vorhanden sind und eine Wallbox privat installiert wird. Somit nimmt die öffentliche Ladeleistung mit dem EW-Dichte-Level zu.

Für das weitere Vorgehen, auch für die Jahre vor und nach 2030, wurden die Ladeleistungswerte (gemittelt auf die Anteile von BEV und PHEV in Luxemburg) der Studie von 2030 herangezogen.

Tabelle 4-13: Einteilung des öffentlichen Ladebedarfs je E-Kfz bei Berücksichtigung der privaten Lademöglichkeiten

EW-Dichte-Level	Verfügbarkeit privater Lademöglichkeit	Ladeleistung pro E-Kfz (kW)	
		BEV	PHEV
1 & 2	Sehr hohe Verfügbarkeit	1,3	0,8
3	Hohe Verfügbarkeit	1,5	0,8
4	Moderate Verfügbarkeit	1,8	1,2
5	Geringe Verfügbarkeit	2,0	1,5

Die Ladeleistung pro E-Kfz wurde wie bereits bei der Berechnung im Kapitel 4.2.3 gemäß der Verteilung zwischen BEV und PHEV in Luxemburg gemittelt. In weiterer Folge wurden die einzelnen Ortschaften nach ihrer Zuweisung der Verfügbarkeit privater Lademöglichkeiten mit dem entsprechenden gemittelten Wert für die Ladeleistung pro E-Kfz (kW) berechnet.

Tabelle 4-14: Gemittelte Werte für die Ladeleistung pro E-Kfz (kW)

Jahr	Sehr hohe Verfügbarkeit	Hohe Verfügbarkeit	Moderate Verfügbarkeit	Geringe Verfügbarkeit
2023	1,09	1,20	1,55	1,79
2024	1,13	1,26	1,59	1,83
2026	1,15	1,29	1,62	1,85
2028	1,17	1,32	1,64	1,87
2030	1,19	1,34	1,67	1,89
2032	1,21	1,37	1,69	1,91
2035	1,24	1,41	1,72	1,94

Tabelle 4-15: Notwendige Ladeleistung unter Berücksichtigung privater Lademöglichkeiten

Jahr	E-Kfz (BEV+PHEV)	Ladeleistung (kW) unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit privater Lademöglichkeiten
2024	52 554	73 322
2026	90 865	123 257
2028	157 092	210 492
2030	275 900	394 530
2032	329 043	483 741
2035	447 830	683 173

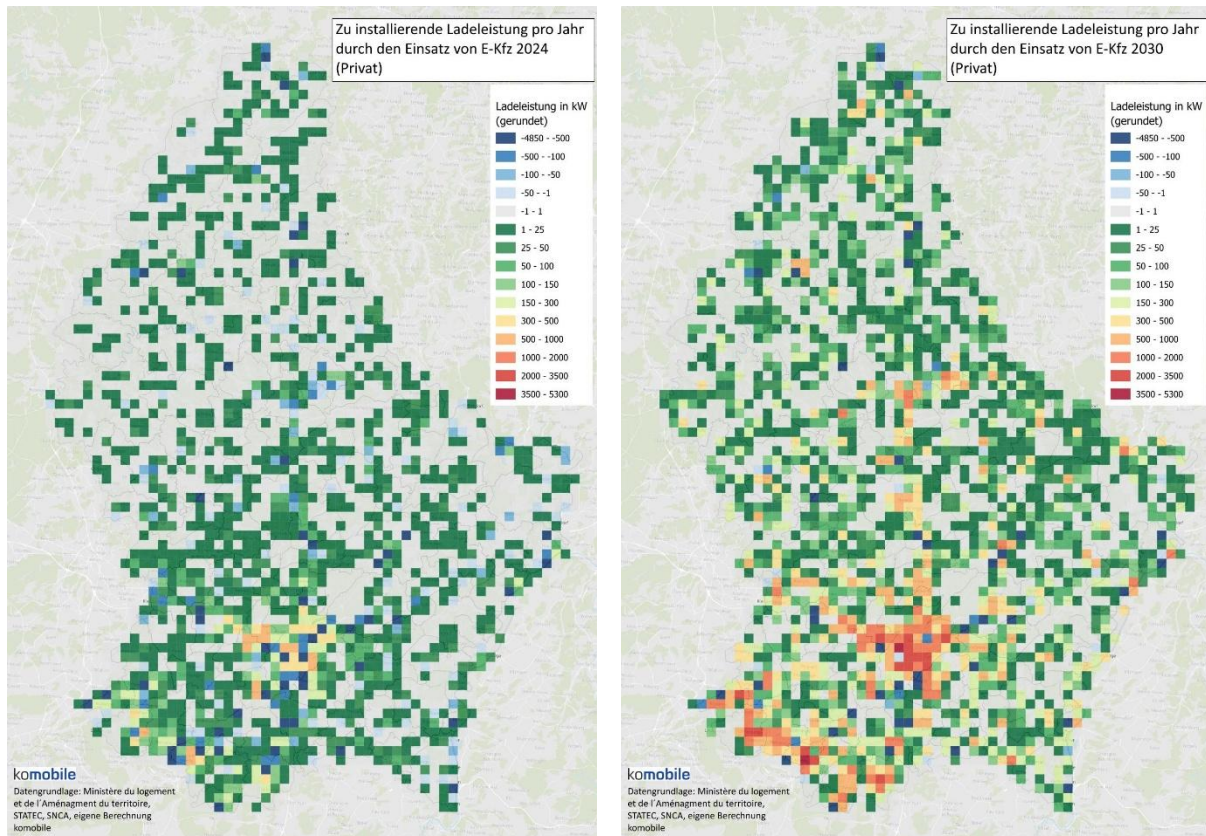
Analog zur Berechnung im Kap. 4.2.3 wird folgend in den einzelnen Ortschaften die bestehende Ladeleistung (August 2024) abgezogen.

Tabelle 4-16: Zu installierende öffentliche Ladeleistung unter Berücksichtigung privater Lademöglichkeiten

Jahr	E-Kfz (BEV+PHEV)	Zu installierende Ladeleistung (kW) unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit privater Lademöglichkeit
2024	52 554	- 45 995
2026	90 865	3 940
2028	157 092	91 175
2030	275 900	275 213
2032	329 043	364 424
2035	447 830	563 856

Die benötigte Ladeleistung erhöht sich deutlich (+84 714) im Vergleich zum Szenario nach AFIR. Dies ist zurückzuführen auf die Annahme, dass jene Kennwerte von AFIR bezogen auf die Ladeleistung pro BEV (1,3 kW) und pro PHEV (0,8 kW) ausschließlich für jene Gebiete gilt mit dem geringsten EW-Dichte-Level. Jene E-Kfz in Zellen mit einem höheren EW-Dichte-Level benötigen eine höhere öffentliche Ladeleistung, da die Anzahl an privaten Lademöglichkeiten beschränkt wird.

Abbildung 7: Zu installierende öffentlichen Ladeleistung unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit von privaten Lademöglichkeiten (2024 & 2030)



5 Kritische Einordnung der Ergebnisse

Das AFIR-Ziel ist eine nationale Zielvorgabe, dadurch sind die angegebenen Werte auf nationaler Ebene zu erfüllen. Die Darstellung von diesen Zielvorgaben auf das Grid (1 km²) ist eine indikative Berechnung und entspricht keiner realen Vorgabe. Die Karten sollen dem Staat und den Gemeinden helfen den zukünftigen Bedarf an öffentlichen Ladestationen besser abzuschätzen.

Der Ladebedarf eines Grids ist daher nicht zwangsläufig durch die Ladeinfrastruktur im gleichen Grid zu decken. Durch einen Überschuss eines angrenzenden Quadranten kann der Ladebedarf eines Nachbarquadranten mit abgedeckt werden.

Im vorliegenden Bericht wurden Durchschnittswerte der einzelnen Gemeinden auf die jeweiligen Rasterzellen von 1.000 x 1.000 Meter mit Bezug heruntergebrochen. Dabei kann durch diesen Detailgrad der Fall einer Unter- bzw. Überschätzung einzelner Zellen auftreten.

Aufgrund der Modellierung über Verhältnisse entstehen teilweise Ergebnisse mit Dezimalstellen, welche bereits bei der Prognose der E-Kfz je Grid kleiner eins sind. Aufgrund dessen werden jene Werte bei den Kartendarstellungen zwischen -1 kW und 1 kW als 0 bzw. in grau dargestellt.

Bei Datenlücken (bspw. Bevölkerung <30 pro Zelle, Verteilung der Leasing-Kfz) wurden Annahmen getroffen, welche mit dem Auftraggeber abgestimmt wurden. Insbesondere bei zukünftigen Abschätzungen von Entwicklungen wurden zusätzlich bestehende Szenarien berücksichtigt.

Nicht mit in diese Studie sind die Mindestabstände von E-Ladestationen nach AFIR wurden nicht berücksichtigt. Diese sind bei der Umsetzung und Errichtung der Ladestellen zusätzlich zu bedenken. So sind Ladestandorte für Pkw und LNF mit einer Leistung von mindestens 400 kW mit mindestens einem Ladepunkt mit einer Mindestleistung von 150 kW alle 60 Kilometer entlang des transeuropäischen Verkehrsnetzes (TEN-V) zu errichten.

Die Verteilung des Ladebedarfs von 75% AC und 25 % DC bezieht sich auf bestehenden Analysen und Planungskonzepten von Ladestationen im deutschen Raum. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass die Analyse der Verteilung des DC-Ladeleistungsüberschuss auf benachbarte Zellen eine erste Abschätzung ist. Für eine fundierte Aussage wird auf eine notwendige Analyse mit einem detaillierten Fokus verwiesen.

Die zukünftige reale Ladeleistung an Ladestandorten (privat und öffentlich) hängt zusätzlich von der Entwicklung in der Antriebs- und Speichertechnologie ab.

6 Zusammenfassung

Die E-Kfz-Flotte (Pkw und LNF) steigt bis zum Jahr 2030 deutlich an. Dadurch ist ein entsprechender Ausbau der öffentlichen Ladeleistung notwendig. Im Zuge der AFIR wird von der EU vorgeschrieben, dass je E-Kfz (Pkw und LNF) eine Ladeleistung von 1,3 kW für BEV und 0,8 kW für PHEV errichtet werden müssen.

Die Studie zeigt, anhand eines Grids von 2.795 Zellen in der Größe von 1.000 x 1.000 Meter, auf Basis der Anzahl der E-Kfz den Bedarf an Ladeleistung pro Jahr. Dabei wurden die (E)-Kfz auf Basis der aktuellen Prognose für Bevölkerungsentwicklung und Arbeitsplätze hochgerechnet. Zusätzlich wurde das EW-Dichte-Level bei der Entwicklung der E-Kfz berücksichtigt.

Durch den Abzug der bereits installierten Ladeleistung von 119.316 kW (August 2024) lässt sich feststellen, dass auf nationaler Ebene die notwendige zu installierende Ladeleistung bis 2026 bereits errichtet wurde. Auf Grid-Ebene sind jedoch Unterschiede zu erkennen.

Tabelle 6-1: Notwendige öffentlicher Ladeleistung in Luxemburg nach AFIR [kW]

Jahr	E-Kfz (BEV+PHEV)	Bedarf an Ladeleistung (AFIR)	Zu installierende Ladeleistung (AFIR)	Bedarf an Ladeleistung (AFIR-Sunset)	Zu installierende Ladeleistung (AFIR-Sunset)
2024	52 554	58 877	- 60 440	58 877	- 60 440
2026	90 865	104 326	- 14 990	104 326	- 14 990
2028	157 092	181 282	61 895	135 909	16 592
2030	275 900	327 478	208 161	163 739	44 422
2032	329 043	396 179	276 862	198 089	78 772
2035	447 830	549 084	429 768	274 543	155 226

Daher sollen die Ergebnisse des Bedarfs der öffentlichen Ladeleistung auf Grid-Ebene innerhalb der jeweiligen Gemeinden bei der Planung der zukünftigen Ladestationen berücksichtigt werden. Mit Hilfe der berechneten Ladeleistung sollen dazu beigetragen werden, dass eine luxemburgweite und bedarfsorientierte Erschließung von öffentlichen Ladestellen erfolgt und zugleich die Erfordernisse der EU-Vorgabe erfüllt werden.

Anhand der „zu installierenden Ladeleistung“ wird ersichtlich, dass bis 2030 nochmals die 1,8-fache bestehende Ladeleistung (August 2024) installiert werden muss, um die Vorgaben der EU zu erfüllen. Währenddessen bei einer Anwendung der Sunset-Klausel (AFIR Artikel 3 (2)) und unter den Annahmen von einer Erfüllung von 50 % der benötigten Ladeleistung im Jahr 2030, ergibt sich bis 2030 ein Mehrbedarf von 44.422 kW Ladeleistung.

Literaturverzeichnis

- ACEA (2024): https://www.acea.auto/press-release/electric-cars-eu-needs-8-times-more-charging-points-per-year-by-2030-to-meet-co2-targets/?utm_source=mailpoet&utm_medium=email&utm_source_platform=mailpoet&utm_campaign=electric-cars-eu-needs-8-times-more-charging-points-per-year-by-2030-to-meet-co2-targets-53616 (11.11.2024)
- ADAC (2022): <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/laden/ladeverluste-elektroauto-studie/> (11.11.2024)
- Data Public (2023): Fahrzeugart nach Ortschaft: <https://data.public.lu/fr/datasets/types-de-vehicules-par-localite/>
- Geoportail (2024): Diverse Datengrundlagen: <https://www.geoportail.lu/de/> (11.11.2024)
- Klimapakt (2024): <https://www.pacteclimat.lu/> (11.11.2024)
- Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten (2023): Nationale Parkraumstrategie, P10
- Ministerium für Umwelt, Klima und nachhaltige Entwicklung (2020): Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan Luxemburgs für den Zeitraum 2021-2030, PNEC
- Molitor R., Dernberger M., Hausberger S., Schwingshackl M. (2022): BAU2022-Prognose - Prognose zum Kraftstoffexport und der zugehörigen Emissionen von klimarelevanten Gasen und Luftschadstoffen des Verkehrssektors in Luxemburg von 2015 - 2035 und Ausblick bis 2050.; Erstellt im Auftrag von: Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable
- Molitor R., Hirländer D., et al. (2021): Nationale Parkraumstrategie; Erstellt im Auftrag von: Ministerium für Mobilität und öffentliche Arbeiten
- NOW GmbH (2024): Ladeinfrastruktur nach 2025/2030: Szenarien für den Markthochlauf (Neuaufgabe 2024)
- ÖAMTC (n.v.): <https://www.oeamtc.at/thema/elektromobilitaet/oeamtc-untersuchung-ladeverluste-bei-elektrofahrzeugen-53183736> (11.11.2024)
- Statec (2021): Distribution per km², <https://statistiques.public.lu/en/recensement/repartition-par-km2.html> (11.11.2024)
- Verordnung (EU) 2023/1804 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 2014/94/EU. Veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union

Anhang

- ▶ Installierte Ladeleistung 2024 (Gesamt, AC, DC)
- ▶ E-Kfz im Grid für die Jahre: 2024, 2030
- ▶ Bedarf an Ladeleistung pro Jahr (Gesamt, AC, DC) durch den Einsatz von E-Kfz (AFIR) für die Jahre: 2024, 2026
- ▶ Noch zu installierende Ladeleistung pro Jahr (Gesamt, AC, DC) durch den Einsatz von E-Kfz (AFIR) für die Jahre: 2024, 2026
- ▶ Bedarf an Ladeleistung pro Jahr (Gesamt, AC, DC) durch den Einsatz von E-Kfz (AFIR-Sunset) für die Jahre: 2028, 2030
- ▶ Noch zu installierende Ladeleistung pro Jahr (Gesamt, AC, DC) durch den Einsatz von E-Kfz (AFI-Sunset) für die Jahre: 2028, 2030
- ▶ Anpassung der zu installierenden Ladeleistung pro Jahr (DC) für einen Radius von 5 km der Grids mit einen DC-Ladeleistungsüberschuss in den Zellen mit einer EW-Dichte-Level von 4 und 5 für die Jahre: 2024 (AFIR), 2026 (AFIR), 2028 (AFIR-Sunset), 2030 (AFIR-Sunset)
- ▶ Bedarf an Ladeleistung pro Jahr (Gesamt) durch den Einsatz von E-Kfz (gewichtet nach EW-Dichte-Level) für die Jahre: 2024, 2026, 2028, 2030
- ▶ Noch zu installierende Ladeleistung pro Jahr (Gesamt) durch den Einsatz von E-Kfz (gewichtet nach EW-Dichte-Level) für die Jahre: 2024, 2026, 2028, 2030