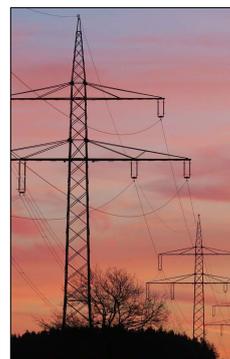


# ZEMPSI

## Zero Emission Mobility Power System Integration

### ERGEBNISBERICHT



2024

(c) GettyImages, Pixabay, Shutterstock

#### Autoren:innen

Helfried Brunner, Barbara Herndler  
*AIT Austrian Institute of Technology GmbH*

Thomas Kienberger, Julia Vopava-Wrienz  
*Montanuniversität Leoben, Institut für Energieverbundtechnik*

Marie-Theres Holzleitner-Senck, Michael Denk, Jovana Winkler, Christoph Müller  
*Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz*

**Inhaltsverzeichnis**

Kurzfassung.....	4
Executive Summary.....	6
1 Effiziente Netzintegration von Elektromobilität in das Stromnetz.....	8
1.1 Hintergrund.....	8
1.2 Ziele.....	8
1.3 Methodik und Berichtsstruktur.....	8
2 Analyse rechtlicher Rahmen.....	10
2.1 Übergeordnete Strategierahmen und Ziele.....	10
2.1.1 Zielvorgaben für den Verkehrssektor nach Art 25 RED III.....	10
2.1.2 Mobilitätsmasterplan 2030.....	11
2.2 Infrastrukturrecht.....	11
2.2.1 Öffentliche Ladepunkte.....	11
2.2.2 Private Ladepunkte.....	22
2.3 Fahrzeugbezogenes Recht.....	24
2.3.1 Kategorisierung von Fahrzeugen.....	25
2.3.2 CO <sub>2</sub> -Emissionsnormen für Fahrzeuge.....	25
2.3.3 Beschaffung von Fahrzeugen.....	26
2.4 Anreize, Begünstigungen und Förderungen.....	29
2.4.1 Steuerrechtliche Erleichterungen.....	29
2.4.2 Verkehrsrechtliche Privilegierungen.....	30
2.4.3 Förderungen.....	31
2.5 Gegenwärtige Entwicklungen.....	34
2.5.1 Intelligentes Laden.....	34
2.5.2 Bidirektionales Laden.....	35
2.5.3 E-Fahrzeug als Energiespeicher.....	36
2.5.4 Rezente Rechtsakte.....	38
2.6 Ausblick und Empfehlungen.....	39
2.6.1 Tarifoptimiertes Laden.....	39
2.6.2 Nutzung von Flexibilitätsmöglichkeiten.....	40
2.6.3 Vermeidung von Mehrfachbesteuerung.....	40
2.6.4 Systemnutzungsentgelte.....	41
2.6.5 Befreiung von der Einkommenssteuer.....	41
2.6.6 Dynamische Rechtsetzung in Form von Reallaboren.....	42
2.6.7 Handlungsempfehlungen.....	43
3 Kerntechnologien.....	44
3.1 Ladetechnologien und -verfahren.....	44
3.2 Standards, Protokolle und Interoperabilität.....	45
4 Interaktion mit dem Stromnetz.....	47
4.1 Status Quo Infrastruktur.....	47
4.2 Herausforderungen.....	48
4.3 Lösungswege.....	49
4.4 Mögliche Synergieeffekte mit anderen Technologien.....	50
5 Übersicht über Fahrzeugklassen, Nutzergruppen und ihr Verhalten.....	52
5.1 Fahrzeugklasse.....	52
5.2 Nutzergruppen.....	52
5.3 Fahr- und Standverhalten - Tank und Ladeszenarien.....	54
6 Nutzergruppenanalyse.....	56
6.1 Personentransport.....	56
6.1.1 Privatverkehr.....	56
6.1.2 Gewerbe, Service und Dienstleistungen.....	57
6.1.3 Taxi.....	58
6.1.4 Öffentlicher Nah- und Regionalverkehr.....	61
6.1.5 Fernverkehr/Reisen.....	62
6.2 Warentransport.....	64
6.2.1 Leichtes Nutzfahrzeug / Transporter.....	64

ZEMPSI

- 6.2.2 Mittelschwere Nutzfahrzeuge.....65
- 6.2.3 Schwere Nutzfahrzeuge.....65
- 6.2.4 Kommunale Dienste .....66
- 6.3 Zusammenfassung.....69
- 7 Stakeholderanalyse.....72
  - 7.1 Rollen und Akteure .....72
  - 7.2 Interaktion .....73
  - 7.3 Synergien .....74
  - 7.4 Interessenkonflikte .....76
  - 7.5 ZEMPSI Stakeholderprozess.....77
- 8 Validierung der Technologien und Aufzeigen möglicher Lösungswege .....80
- 9 Fazit und Empfehlungen .....88
- 10 Referenzen .....91
- 11 Anhang.....95

## Kurzfassung

Das Projekt „Zero Emission Mobility Power System Integration“ (ZEMPSI) befasst sich mit der Herausforderung der Integration von Elektromobilität in das Stromnetz, um das Ziel der österreichischen Regierung zu unterstützen, den Verkehrssektor bis 2040 zu dekarbonisieren. Die Studie bietet eine Gesamtsynthese des rechtlichen und regulatorischen Rahmens sowie der technischen Interaktion der Elektromobilität im Straßenverkehr und verwandter Technologien mit der öffentlichen Stromnetzinfrastuktur, einschließlich der Interaktion der Stakeholder.

Die umfassende Strategie der Europäischen Union zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 umfasst ehrgeizige Ziele, die in Schlüsselinitiativen wie dem Europäischen Green Deal und dem Fit-for-55-Paket festgelegt sind, die gemeinsam darauf abzielen, die Treibhausgasemissionen in mehreren Sektoren erheblich zu reduzieren. Der Europäische Green Deal skizziert einen Fahrplan für Netto-Null-Emissionen bis 2050 und enthält Zwischenziele wie die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 50-55 % bis 2030 im Vergleich zum Stand von 1990 und eine Reduzierung der Verkehrsemissionen um 90 % bis 2050. Ergänzend zu diesen EU-weiten Initiativen zielt der österreichische Mobilitätsmasterplan 2030 auf einen klimaneutralen Verkehr bis 2040 ab und gibt Ziele für den Übergang zu emissionsfreien Fahrzeugen vor, wobei alle neuen Pkw, Zweiräder und Nutzfahrzeuge bis 2030 und schwere Nutzfahrzeuge bis 2035 emissionsfrei sein sollen. Die Entwicklung und der Ausbau der notwendigen Infrastruktur, wie z. B. groß angelegte Batterie- und Wasserstoffprojekte, sind von entscheidender Bedeutung für das Erreichen dieser Ziele. Darüber hinaus befasst sich die AFIR-Verordnung (Verordnung (EU) 2023/1804) mit der ungleichen Entwicklung der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in den EU-Mitgliedstaaten, indem sie verbindliche Ziele für die Einrichtung interoperabler und benutzerfreundlicher öffentlicher Ladepunkte festlegt. Diese Verordnung soll sicherstellen, dass die Infrastruktur proportional zur Anzahl der Elektrofahrzeuge wächst, indem sie sowohl flotten- als auch entfernungsbezogene Ziele vorgibt, um nahtloses Reisen zu erleichtern und die breite Akzeptanz der Elektromobilität zu unterstützen. Darüber hinaus wird eine Bewertung relevanter Finanzierungsmöglichkeiten (EBIN und ENIN) und steuerlicher Anreize zur Unterstützung der verstärkten Einführung von Elektromobilität in Österreich vorgelegt. Diese koordinierten Bemühungen unterstreichen das starke Engagement der EU und Österreichs für eine nachhaltige und intelligente Mobilität, die den Übergang in eine dekarbonisierte Zukunft vorantreibt.

Aus technischer Sicht werden in der Studie verschiedene Technologien zum Laden von Elektrofahrzeugen (EVs) untersucht, wobei leitfähiges und induktives Laden, die derzeit als Stand der Technik gelten, im Vordergrund stehen. Beim leitfähigen Laden wird die elektrische Energie über Kabel übertragen, entweder mit Wechselstrom, wofür bordeigene Wandler erforderlich sind, oder mit Gleichstrom, für den Gleichrichter an Bord verwendet werden. Stromabnehmersysteme, die vor allem für Busse und Lkw verwendet werden, ermöglichen einen direkten Anschluss an die oberirdische Ladeinfrastruktur. Induktives Laden hingegen ermöglicht eine drahtlose Energieübertragung mit hohem Wirkungsgrad. Die Ladesysteme reichen von privaten Wallboxen bis zu öffentlichen Hochleistungsladestationen, wobei der künftige Bedarf wahrscheinlich bis in den Megawattbereich reicht. Darüber hinaus wird die Entwicklung fortschrittlicher automatisierter Systeme, wie z. B. des Matrix Charging Pad, das hocheffizientes, kontaktbasiertes Laden ermöglicht, untersucht. In Bezug auf Ladestrategien ist das Potenzial fortschrittlicher Technologien wie Vehicle-to-Everything (V2X) und Smart Charging, die dazu beitragen können, die steigende Nachfrage im Stromnetz durch die Nutzung von Elektrofahrzeugen als flexible Energiespeicherlösungen zu mindern, einer der aktuellen Diskussionspunkte in der Welt der Elektromobilität. Diese Technologien bieten ein erhebliches Potenzial für den Ausgleich des Stromnetzes, die Optimierung der Energienutzung und die Integration erneuerbarer Energiequellen. Der Bericht bewertet den aktuellen Stand der V2X- und Smart-Charging-Technologien und identifiziert Schlüsselbereiche für Fortschritte, wie die Verbesserung der Batterieeffizienz, die Verbesserung von Energiemanagementsystemen und die Entwicklung von Interoperabilitätsstandards.

Die Integration der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (EV) in das Stromnetz bringt mehrere komplexe Wechselwirkungen und Herausforderungen mit sich. Die elektrischen Verteilungsnetze arbeiten auf verschiedenen Spannungsebenen, jede mit spezifischen Kapazitäts- und Anschlusskriterien. Zu den wichtigsten Faktoren, die die Netzleistung beeinflussen, gehören die Kurzschlussleistung und die Netzimpedanz. In ländlichen Gebieten ist das Hauptproblem der Spannungsanstieg aufgrund größerer Kabellängen, während städtische Netze aufgrund höherer Kurzschlusskapazitäten vor dem Problem der Überlastung von Komponenten stehen. Daher muss neben anderen Faktoren auch die Netztopologie berücksichtigt werden, um die EV-Infrastruktur optimal in das Stromnetz zu integrieren. Eine strategische Netzplanung ist unabdingbar, um die steigende Belastung durch Elektrofahrzeuge zu bewältigen. Dazu gehören Maßnahmen wie Netzausbau und -verstärkung, der Einsatz von steuerbaren Transformatoren und Wirkleistungsregelung. Darüber hinaus können intelligente Ladetechnologien die Ladezeiten optimieren, um Nachfragespitzen zu reduzieren und das Netz zu entlasten. Synergien mit erneuerbaren Energiequellen, wie z. B. Photovoltaikanlagen, können die Netzeffizienz und Nachhaltigkeit weiter verbessern, indem sie die Energiespeicherung und den bidirektionalen Energiefluss ermöglichen (Vehicle-to-Grid-Technologien). Diese integrierten Ansätze verbessern nicht

nur die Netzstabilität, sondern unterstützen auch die umfassenderen Ziele der energetischen Nachhaltigkeit und der Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Das Verständnis des Nutzerverhaltens wird als entscheidender Faktor für die Gestaltung effizienter und nutzerfreundlicher Ladeinfrastrukturen hervorgehoben. Der Bericht enthält eine Übersicht über die Präferenzen und das Verhalten der Nutzer, die Aufschluss über die Entwicklung maßgeschneiderter Ladelösungen und -strategien geben kann. Die Analyse der Nutzergruppen bewertet das Verhalten und die Eigenschaften verschiedener Segmente des Marktes für Elektrofahrzeuge und konzentriert sich darauf, wie diese Gruppen die Integration von EV beeinflussen und beeinflusst werden. Zu den wichtigsten Gruppen gehören der Individualverkehr, Handelsdienstleistungen, Taxis, der öffentliche Verkehr, der Fernverkehr und der Güterverkehr. Jede Gruppe wird im Hinblick auf typische Nutzungsszenarien, Fahr- und Standverhalten sowie Ladeanforderungen analysiert. Privatfahrzeuge, die überwiegend für den Individualverkehr genutzt werden, weisen unterschiedliche Batteriekapazitäten und Reichweiten auf, wobei sich die Ladezeiten an den täglichen Routinen wie Pendeln und Besorgungen orientieren. Handelsdienste und Taxis, die eine hohe Zuverlässigkeit und eine schnelle Einsatzbereitschaft erfordern, nutzen häufig Batterien mit höherer Kapazität und schnellere Ladelösungen. Der öffentliche Verkehr und der Fernverkehr erfordern eine robuste Infrastruktur, um eine häufige und umfassende Nutzung zu ermöglichen. Der Güterverkehr, der leichte, mittelschwere und schwere Nutzfahrzeuge umfasst, stellt je nach Ladung und Entfernung spezifische Anforderungen, wobei der Schwerpunkt auf depotbasiertem Laden für die Flotteneffizienz liegt. Die Analyse untersucht auch die Auswirkungen von intelligenten und bidirektionalen Ladetechnologien in jedem Bereich.

Die Stakeholder-Analyse beleuchtet die Rollen, Interaktionen, Synergien und Konflikte zwischen verschiedenen Akteuren, die an der Elektrifizierung der Mobilität und ihrer Integration in das Stromnetz beteiligt sind. Zu den wichtigsten Akteuren gehören Stromerzeuger, Lieferanten, Aggregatoren, Verteilungs- und Übertragungsnetzbetreiber, Fahrzeughersteller, Ladeinfrastrukturanbieter sowie Energieunternehmen und Endverbraucher. Die Analyse unterstreicht die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen den traditionell getrennten Bereichen Mobilität und Elektrizität unter Einbeziehung von politischen Entscheidungsträgern, Behörden und Industrievertretern. Es wird ein kontinuierlicher Dialog zwischen den Interessengruppen empfohlen, um strategische Ziele abzustimmen und bewährte Verfahren auszutauschen, wobei regelmäßige Treffen dazu beitragen, die Dynamik aufrechtzuerhalten und neue Herausforderungen gemeinsam anzugehen. Durch die Bewältigung dieser technischen und regulatorischen Herausforderungen sowie der Herausforderungen der Interessengruppen kann die Integration von CO<sub>2</sub> freier Mobilität in das Stromnetz effektiv gesteuert und beschleunigt werden. Durch diese strategische Planung und Zusammenarbeit kann sich Österreich als Vorreiter bei der Schaffung eines resilienten und nachhaltigen Mobilitätsökosystems positionieren und den erfolgreichen Übergang zu einem vollständig dekarbonisierten Verkehrssektor sicherstellen.

Die Validierung von Technologien und die Identifizierung möglicher Lösungen konzentriert sich schließlich auf die Auswertung der Ergebnisse einschlägiger Projekte und Fallstudien im Bereich der Elektromobilität und Netzintegration. In vielen Fällen führen die Studien umfangreiche Netzanalysen mit Hilfe von Lastflussberechnungen durch, die die Netzbelastung, die Spannungsqualität und die Frequenzregelung auf der Grundlage detaillierter Netzdaten und -modelle bewerten. Verschiedene Referenzszenarien, die unterschiedliche Niveaus der Durchdringung der Elektromobilität und der Energieerzeugung widerspiegeln, werden erstellt, um die maximalen Auswirkungen auf das Netz unter den aktuellen Bedingungen zu verstehen. Die vorgeschlagenen Lösungen zur Abmilderung der Auswirkungen auf das Stromnetz reichen von konventionellen Netzverstärkungstechniken bis hin zu fortschrittlichen Maßnahmen wie Blind- und Wirkleistungsregelung und Integration von Speichersystemen. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, die Netzleistung zu optimieren und Synergieeffekte mit anderen Technologien wie Photovoltaikanlagen und lokalen Speichern zu nutzen, um die Netzverträglichkeit zu verbessern und die netzirksame Leistung zu reduzieren. Die Ergebnisse und Empfehlungen werden durch Erkenntnisse aus verschiedenen nationalen und internationalen Projekten untermauert, so dass ein umfassender Ansatz zur Zukunftssicherung der Netzinfrastruktur im Hinblick auf die Anforderungen einer breiten Elektromobilität gewährleistet ist.

## Executive Summary

The "Zero Emission Mobility Power System Integration" (ZEMPSI) project addresses the challenge of integrating electromobility into the power grid to support the Austrian government's goal of decarbonizing the transport sector by 2040. The study provides an overall synthesis of the legal and regulatory framework together with technical interaction of electric mobility in road transport and related technologies with the public electricity grid infrastructure, including the interaction of stakeholders.

The European Union's comprehensive strategy for achieving climate neutrality by 2050 includes ambitious targets detailed in key initiatives such as the European Green Deal and the Fit for 55 Package, which collectively aim to significantly reduce greenhouse gas emissions across multiple sectors. Specifically, the European Green Deal outlines a roadmap to net-zero emissions by 2050 and includes interim goals such as 50-55% reduction in greenhouse gases by 2030 compared to 1990 levels, and a 90% reduction in transport emissions by 2050. Complementing these EU-wide initiatives, Austria's Mobility Master Plan 2030 targets climate-neutral transport by 2040, setting objectives for the transition to zero-emission vehicles, including all new passenger cars, two-wheelers, and commercial vehicles to be emission-free by 2030 and heavy-duty vehicles by 2035. The development and expansion of necessary infrastructure, such as large-scale battery and hydrogen projects, are critical to achieving these goals. Additionally, the AFIR regulation (Regulation (EU) 2023/1804) addresses the uneven development of alternative fuels infrastructure across EU member states by setting binding targets for the deployment of interoperable and user-friendly public charging points. This regulation aims to ensure that the infrastructure grows proportionally with the number of electric vehicles, providing both fleet-related and distance-related targets to facilitate seamless travel and support the widespread adoption of electric mobility. Furthermore, an assessment of relevant funding opportunities (EBIN and ENIN) and tax incentives to support the increased adoption of mobility in Austria is provided. These coordinated efforts highlight the EU's and Austria's strong commitment to sustainable and smart mobility, driving the transition towards a decarbonized future.

From a technical perspective, the study explores various technologies for charging electric vehicles (EVs), highlighting conductive and inductive methodologies that are currently considered state-of-the-art. Conductive charging involves transferring electrical energy via cables, either using AC, which requires onboard converters, or DC, which uses offboard rectifiers. Pantograph systems, used mainly for buses and trucks, allow for direct connection to overhead charging infrastructure. Inductive charging, on the other hand, enables wireless energy transfer with high efficiency. Charging systems range from private wall boxes to public high-power charging stations, with future requirements likely extending to megawatt capacities. Furthermore, the development of advanced automated systems, such as the Matrix Charging Pad, which offers high efficiency, contact based charging are investigated. In terms of charging strategies, the potential of advanced technologies such as Vehicle-to-Everything (V2X) and smart charging, which can help mitigate the increased demand on the power grid by utilizing electric vehicles as flexible energy storage solutions, is one of the topical discussion points in the world of e-mobility. These technologies offer significant potential for balancing the grid, optimizing energy use, and integrating renewable energy sources. The report evaluates the current state of V2X and smart charging technologies, identifying key areas for advancement, such as improving battery efficiency, enhancing energy management systems, and developing interoperability standards.

The integration of electric vehicle (EV) charging infrastructure within the power grid involves several complex interactions and challenges. The electrical distribution networks operate at different voltage levels, each with specific capacity and connection criteria. Key factors influencing grid performance include short-circuit power and grid impedance. In rural areas, the main issue is voltage increase due to longer cable lengths, while urban grids face challenges with component overloads due to higher short-circuit capacities. Thus, the network topology, alongside other factors, would need to be considered in order to optimally integrate EV infrastructure into the electric grid. Strategic grid planning is essential to manage the increased load from EVs, incorporating measures such as grid expansion and reinforcement, the use of controllable transformers, and active power control. Additionally, smart charging technologies can optimize charging times, reducing demand peaks and easing grid strain. Synergies with renewable energy sources, like photovoltaic systems, can further enhance grid efficiency and sustainability by enabling energy storage and bidirectional energy flow (vehicle-to-grid technologies). These integrated approaches not only improve grid resilience but also support broader goals of energy sustainability and carbon emission reduction.

Understanding user behaviour is also highlighted as a critical factor for designing efficient and user-friendly charging infrastructures. The report includes a review of user preferences and behaviours, which can provide insight to the development of tailored charging solutions and policies. The user group analysis provided, assesses the behaviours and characteristics of different segments within the electric vehicle (EV) market, focusing on how these groups influence and are influenced by EV integration. Key groups include private transport, trade services, taxis, public transport, long-distance travel, and goods transport. Each group is analysed for typical usage scenarios, driving and stationary behaviours, and charging needs. Private vehicles, predominantly used for personal transport, show varied battery capacities and driving ranges, with common charging

times aligning with daily routines like commuting and errands. Trade services and taxis, which require high reliability and rapid turnaround, often utilize higher-capacity batteries and faster charging solutions. Public and long-distance transport necessitates robust infrastructure to support frequent and extensive use. Goods transport, encompassing light, medium, and heavy-duty vehicles, highlights specific requirements based on load and distance, with a significant focus on depot-based charging for fleet efficiency. The analysis also examines the impact of smart and bidirectional charging technologies within each of these user groups, emphasizing how tailored charging strategies can optimize grid interaction and energy consumption, thereby enhancing overall efficiency and sustainability of the EV ecosystem.

The stakeholder analysis highlights the roles, interactions, synergies, and conflicts among various actors involved in the electrification of mobility and its integration with the power grid. Key stakeholders include electricity generators, suppliers, aggregators, distribution and transmission system operators, vehicle manufacturers, charging infrastructure providers, and energy companies and end-users. The analysis emphasizes the need for collaboration between traditionally separate domains of mobility and electricity, involving political decision-makers, authorities, and industry representatives. The continuous dialogue among stakeholders is recommended in order to align strategic goals and share best practices, with regular engagements helping to maintain momentum and address emerging challenges collaboratively. By addressing these technological, regulatory, and stakeholder challenges, the integration of ZEM into the power grid can be effectively managed and accelerated. This strategic planning and collaborative effort can position Austria as a leader in creating a resilient and sustainable mobility ecosystem, ensuring the successful transition to a fully decarbonized transport sector.

Lastly, the validation of technologies and identification of possible solutions focuses on the evaluation of the outcomes of relevant projects and case studies pertaining to e-mobility and grid integration. In many cases, the studies execute extensive grid analysis using load flow calculations, which evaluate grid load, voltage quality, and frequency control based on detailed network data and models. Various reference scenarios, reflecting different levels of electromobility penetration and energy generation, are established to understand the maximum grid impact under current conditions. The proposed solutions to mitigate the impact on the electricity grid range from conventional grid reinforcement techniques to advanced measures such as reactive and active power control, and integration of storage systems. These measures aim to optimize grid performance and leverage synergy effects with other technologies, such as photovoltaic systems and local storage, to enhance grid compatibility and reduce grid-effective power. The findings and recommendations are supported by insights from various national and international projects, ensuring a comprehensive approach to the futureproofing of grid infrastructure against the demands of widespread electromobility.

# 1 Effiziente Netzintegration von Elektromobilität in das Stromnetz

## 1.1 Hintergrund

Eine der wesentlichen Maßnahmen zur Reduzierung der globalen CO<sub>2</sub> Emissionen ist die Dekarbonisierung der Mobilität. Durch die Umsetzung der damit verbundenen Ziele der österreichischen Bundesregierung, den Verkehrssektor bis 2040 vollständig zu dekarbonisieren und fossil betriebene Fahrzeuge durch Elektrofahrzeuge zu ersetzen, gerät das Stromsystem zunehmend unter Druck. Es gibt bereits zahlreiche technische Pläne, die Speicherkapazitäten von Elektrofahrzeugen für zusätzliche Flexibilität zu nutzen. V2X-Anwendungen, Intelligentes Laden und andere neuartige Ladeansätze versprechen eine Entlastung des Stromnetzes.

Die Integration von Zero Emission Mobility (ZEM) in das Stromsystem adressiert viele verschiedene Themen, wie die Integration ins Stromsystem, E-Mobilitätstechnologien, rechtliche Aspekte und Förderung. Obwohl es eine große Anzahl von Projekten zur Elektromobilität gibt, decken sie nicht alle Aspekte ab, um ein vollständiges Bild des Stands der Technik sowie Empfehlungen für den zukünftigen Umgang mit ZEM Power System Integration (ZEMPSI) in umfassender Weise zu geben. Das ZEMPSI-Projekt liefert dieses Bild, unterstützt durch die Integration aller Stakeholder-Perspektiven in die Arbeit.

Im Fokus der Studie steht das Zusammenspiel der Elektromobilität im straßengebundenen Verkehr (Personenkraftwagen (PKW), Busse, Lastkraftwagen (LKW)) und des Stromnetzes. So wird der aktuelle technologische Stand unterschiedlicher V2X- und Smart Charging-Anwendungen ermittelt und deren Potential für eine rasant voranschreitende Ausrollung von Ladeinfrastrukturen ermittelt. Es werden die Hürden und Synergiepotenziale der Stakeholder:innen aufzuzeigen und Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen zusammen mit Stakeholder:innen generiert. Die aktuelle rechtliche und regulatorische Umsetzung diesbezüglicher Rahmenbedingungen wird vor dem Hintergrund des Hochlaufs der Elektromobilität und steigender Anforderungen an das Stromnetz analysiert und Vorschläge für darüberhinausgehende rechtliche bzw. regulatorische Anpassungen ermittelt.

## 1.2 Ziele

Die Studie erstellt eine Gesamtsynthese über die technische Interaktion der Elektromobilität im Straßenverkehr und verwandter Technologien mit der öffentlichen Stromnetzinfrastuktur, einschließlich der Interaktion von Interessengruppen und den rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen. Schließlich werden Empfehlungen zu den verschiedenen Themen gegeben. Das Vorhaben verfolgt konkret fünf Teilziele:

1. Analyse Förderungen und Entwicklung von Empfehlungen für Förderprogramme
2. Analyse aktueller Rechtsrahmen und Regulatorien in Europa und deren Umsetzung in Österreich sowie Empfehlungen für darüberhinausgehende Maßnahmen.
3. Analyse der Integration von Smart Charging und Vehicle to X (V2X) ins Stromnetz und damit verbundener Lösungen
4. Potentialanalyse von Technologien und technologischen Maßnahmen zur Hebung von Synergiepotentialen
5. Stakeholder:innen-Analyse

## 1.3 Methodik und Berichtsstruktur

Um den Kontext und die übergreifenden Triebkräfte für die Einführung und Integration der Elektromobilität zu verdeutlichen, werden in Kapitel 2 die von der EU und in weiterer Folge von der österreichischen Regierung festgelegten Regelungen dargestellt. Dazu gehören strategische Rahmenvorgaben und Ziele für die Elektromobilität, das Infrastrukturrecht und fahrzeugspezifische Gesetze. Daher wurde eine Überprüfung und Bewertung der relevanten Gesetzgebung durchgeführt, um mögliche Lücken oder Bereiche für Fehlinterpretationen zu identifizieren. Darüber hinaus wurde eine Evaluierung der bestehenden Finanzierungsmechanismen, die derzeit in Österreich in Betrieb sind, vorgenommen, um deren zentrale Rolle bei der Förderung der breiten Einführung und Zugänglichkeit von Elektrofahrzeugen und Ladeinfrastruktur zu erkennen. Kapitel 3 untersucht die Kerntechnologien, die zur Erfüllung der verschiedenen in der Studie identifizierten Mobilitätsbedürfnisse benötigt werden. In diesem Zusammenhang wird ein Überblick über die einschlägige Literatur und Normen (Kommunikationsstandards und -protokolle) gegeben, um die neuesten Trends bei Technologien und Infrastrukturen zu ermitteln. Kapitel 4 widmet sich den grundlegenden Herausforderungen, Lösungen und Synergien im Zusammenhang mit der Netzintegration der Elektromobilität, einem entscheidenden Aspekt nachhaltiger Verkehrssysteme. Inputs aus Literatur und Projekten werden konsolidiert und ausgearbeitet. Kapitel 5 gibt eine kompakte Übersicht der einzelnen Fahrzeugklassen und der Nutzergruppen. Kapitel 6 vertieft diese Aspekte und gibt detaillierte Einblicke, zugeschnitten auf die einzelnen in der Studie identifizierten Nutzergruppen. Dieses Kapitel beschreibt ihr Nutzerverhalten (Steh- und Fahrzeiten und -dauer) und die von ihnen verwendeten Technologien und gibt einen Einblick in ihr mögliches V2G-Potenzial. Kapitel 7 beschreibt und analysiert die verschiedenen am Ökosystem beteiligten Akteure anhand der Bereiche (Strom/Energie, Nutzer und Mobilität) und ihrer Interaktionen. Inputs aus einem Stakeholder-Workshop sind ebenfalls enthalten, um weitere Erkenntnisse zur emissionsfreien Mobilität zu ergänzen. Kapitel

8 dient der Validierung der in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellten Ergebnisse anhand von anschaulichen Beispielprojekten und mündet in die Darstellung von Schlussfolgerungen und zentralen Erkenntnissen in Kapitel 9. Die Studie schließt mit einem Ausblick, der Einblicke in zukünftige Entwicklungen und mögliche Wege für weitere Forschungen und Maßnahmen gibt. Eine Übersicht über das Projekt ist in der Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1 Inhalte und Struktur Projekt ZEMPSI

Das Autorenteam möchte darauf hinweisen, dass in der vorliegenden Studie bewusst unterschiedliche Zitierregeln angewendet werden. In Kapitel 2, zum rechtlichen Rahmen, werden die in den Rechtswissenschaften üblichen Zitierregeln herangezogen, während in den weiteren Kapiteln, auf die in den Technik- und Naturwissenschaften üblichen zurückgegriffen wird.

## 2 Analyse rechtlicher Rahmen

### 2.1 Übergeordnete Strategierahmen und Ziele

Die einzelnen rechtlichen Vorgaben sind getragen von Strategien der Europäischen Union und deren Mitgliedstaaten, wobei gerade auf Unionsebene in den letzten Jahren eine Vielzahl von Ausrichtungen und Strategien veröffentlicht wurden. Diese verfolgen gemeinsam das Ziel, eine Richtschnur zu bilden, mit der die EU auf schnellstem Weg die Klimaneutralität erreicht. Dabei setzen sich die Entscheidungsträger:innen zum Teil ehrgeizige Ziele wie beispielsweise in der Mitteilung „Saubere Energie für alle Europäer“, die auf den drei Hauptzielen, Vorrang für Energieeffizienz, Erreichen einer globalen Führungsrolle bei den erneuerbaren Energien und ein faires Angebot für die Verbraucher, aufbauen.<sup>1</sup>

Der europäische Grüne Deal, der eine neue Wachstumsstrategie der EU darstellte, um zu garantieren, dass in der EU die Netto-Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 auf null sinken,<sup>2</sup> indem eine Vielzahl an Bereichen wie Industrie, Produktion und Verbrauch, großräumige Infrastruktur, Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft, Bauwesen, Besteuerung und Sozialleistungen, einer Neuausrichtung unterzogen werden sollten, war eine weiterer wichtiger Schritt in Richtung Klimaneutralität.<sup>3</sup> Zu diesem Zweck sollte die Kommission einen Plan vorlegen, mit dem die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 50 % (angestrebt sollten 55 % werden) gegenüber 1990 reduziert werden und alle einschlägigen klimabezogenen Politikinstrumente prüfen, um bei Bedarf eine Überarbeitung vorzuschlagen.<sup>4</sup> Im Hinblick auf eine nachhaltige und intelligente Mobilität sollten die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen bis 2050 um 90 % gesenkt werden, wobei bereits festgelegt wurde, dass dieses Vorhaben sämtliche Verkehrsträger miteinbeziehen sollte.<sup>5</sup>

Aus dem Grünen Deal resultierend, wurde schließlich das „Fit für 55“ Paket präsentiert, das miteinander verbundene Vorschläge für die Erreichung des Einsparungsziels von Treibhausgasen (THG) für 2030 enthielt. Darunter fanden sich acht Vorschläge für die Überarbeitung bestehender Rechtsakte und fünf Initiativen, gerichtet an verschiedene Politikbereiche. Unter den zu überarbeitenden Vorschriften waren eine neue Infrastruktur für alternative Kraftstoffe sowie strengere CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für Fahrzeuge.<sup>6</sup>

Ebenfalls als Resultat des Grünen Deals wurde, noch vor dem „Fit für 55“ Paket, eine neue Mobilitätsstrategie von der Europäischen Kommission finalisiert, die Etappenziele für die Jahre 2030, 2035 und 2050 enthält, um schlussendlich die vom Grünen Deal gewünschte Reduktion von verkehrsbedingten Emissionen um 90 % zu erreichen. Das Ziel für 2030 schreibt beispielsweise vor, dass auf den europäischen Straßen 30 Millionen emissionsfreie Fahrzeuge unterwegs sind, oder auch, dass der Linienverkehr in der EU auf Strecken unter 500 km CO<sub>2</sub>-neutral ist. Bis 2035 sollen emissionsfreie Großflugzeuge die Marktreife erreichen und schließlich 2050 sollen dann fast alle PKW, Lieferwagen, Busse und neue Lkw emissionsfrei sein.<sup>7</sup>

#### 2.1.1 Zielvorgaben für den Verkehrssektor nach Art 25 RED III

Zur Erreichung des langfristigen Dekarbonisierungsziels soll der Anteil der erneuerbaren Energien in mehreren Sektoren erhöht werden.

Die Nutzung erneuerbarer Kraftstoffe und von Elektrizität aus erneuerbaren Quellen im Verkehr soll zu einer kosteneffizienten Dekarbonisierung des Verkehrs der Union beitragen und unter anderem die Diversifizierung der Energieversorgung in diesem Wirtschaftszweig unterstützen.<sup>8</sup> Die Elektromobilität ist bei der Dekarbonisierung des Verkehrs von entscheidender Bedeutung.<sup>9</sup> Eine auf erneuerbare Quellen gestützte Elektrifizierung wäre die effizienteste Art der Dekarbonisierung für den Straßenverkehr.<sup>10</sup>

Art 25 RED III<sup>11</sup> legt für die Mitgliedstaaten verbindliche Ziele zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor fest. Zum einen müssen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass bis 2030 mindestens 29 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor aus erneuerbaren Quellen (Kraftstoffe und der Elektrizität) stammen oder alternativ eine Verringerung der Treibhausgasintensität um mindestens 14,5 % erzielt wird (Art 25 Abs 1 lit a RED III). Zum anderen

<sup>1</sup> Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Wirtschafts- und Sozialausschuss, den Ausschuss der Regionen und die Europäische Investitionsbank, Saubere Energie für alle Europäer, COM(2016) 860 final, 4.

<sup>2</sup> Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Der europäische Grüne Deal, COM(2019) 640 final, 2.

<sup>3</sup> Vgl Europäische Grüne Deal (2019) 4.

<sup>4</sup> Vgl Europäische Grüne Deal (2019) 5.

<sup>5</sup> Vgl Europäische Grüne Deal (2019) 12.

<sup>6</sup> Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, „Fit für 55“: auf dem Weg zur Klimaneutralität – Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030, COM(2021) 550 final, 4.

<sup>7</sup> Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität: Den Verkehr in Europa auf Zukunftskurs bringen, COM(2020) 789 final, 2 f.

<sup>8</sup> Vgl ErwG 72 RED III.

<sup>9</sup> Vgl ErwG 74 RED III.

<sup>10</sup> Vgl ErwG 78 RED III.

<sup>11</sup> Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, ABl 2018 L 328/82 idF Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates, ABl 2023 L 2413/1.

müssen die Mitgliedstaaten bis 2030 dafür sorgen, dass der kombinierte Anteil von fortschrittlichen Biokraftstoffen und Biogas aus erneuerbaren Quellen an der Energieversorgung des Verkehrs mindestens 5,5 % beträgt. Zur Zielerreichung sollen Kraftstoffanbieter entsprechend verpflichtet werden.

### 2.1.2 Mobilitätsmasterplan 2030<sup>12</sup>

Der Mobilitätsmasterplan 2030 (MMP 2030) fungiert als ein strategisches Planungsinstrument für den Verkehrssektor in Österreich und wurde im Rahmen eines Backcasting-Prozesses<sup>13</sup> entwickelt. Um 2040 Klimaneutralität zu erreichen, soll es zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors von ca. 24 Millionen tCO<sub>2</sub>eq (Stand 2019) auf nahezu null kommen. Die Erzielung eines klimaneutralen Verkehrs wird die durch Vereinigung der Verkehrswende und der Energiewende angestrebt. Der Mobilitätsmasterplan enthält in den verschiedensten Kategorien eine Vielzahl an Zielvorgaben und Maßnahmen. Besonders hervorzuheben sind die Zielsetzungen im Hinblick auf die Umstellung des Fahrzeugbestands auf emissionsfreie Antriebe. Hier werden für den Personenverkehr (Straße), den Güterverkehr (Straße) und den Bahn-/Schiff-/Luftverkehr Null-Emissions-Neuzulassungsziele vorgesehen.

Demnach sollen im Personenverkehr spätestens ab 2030 alle Pkw- und Zweirad-Neuzulassungen emissionsfrei sein.<sup>14</sup> Für den Güterverkehr gilt, dass spätestens ab 2030 100 % aller Neuzulassungen von leichten Nutzfahrzeugen emissionsfrei sein müssen, wobei ein Vorziehen mit einer konsequenten weiteren Reduktion der CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte auf europäischer Ebene möglich ist. Hinsichtlich Neuzulassungen von schweren Nutzfahrzeugen (kleiner als 18 Tonnen) ist festgelegt, dass diese ab 2030 zu 100 % emissionsfrei sein müssen. Bei den übrigen schweren Nutzfahrzeugen (größer als 18 Tonnen) müssen ab 2035 100 % aller Neuzulassungen emissionsfrei sein.<sup>15</sup>

Der Mobilitätsmasterplan 2030 zielt weiters darauf ab, zukünftige Verkehrsmittel durchgängig mit der jeweils effizientesten und verfügbaren Technologie auf klimaneutrale Weise betreiben zu können.<sup>16</sup> Die gleichzeitige Hochskalierung der Fahrzeugzahlen und der umfassende Ausbau der Infrastruktur sind hierfür parallel vorgesehen.<sup>17</sup>

Dies führt zu der Notwendigkeit, dass bis spätestens 2035 die erforderliche Infrastruktur für den emissionsfreien Betrieb aller Fahrzeugarten schrittweise errichtet sein muss.<sup>18</sup> Um dies zu erreichen, müssen bis 2030 die notwendigen Rahmenbedingungen für die Implementierung umfangreicher Batterie- und Wasserstoff-Flottenprojekte geschaffen werden.<sup>19</sup> Ab dem Jahr 2035 soll dann im gesamten Bundesgebiet ein nahtloser, emissionsfreier Betrieb von Fahrzeugen im Güterverkehr durchführbar sein.<sup>20</sup>

Die übergeordneten Vorgaben des Mobilitätsmasterplans 2030 werden im „Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität“ näher konkretisiert.

## 2.2 Infrastrukturrecht

Um den Erfolg und die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen zu gewährleisten, ist der Ausbau der Ladeinfrastruktur ein entscheidender Faktor. In der Rechtsordnung finden sich unterschiedliche Vorgaben für öffentliche und private Ladepunkte, die im Folgenden dargestellt werden sollen.

### 2.2.1 Öffentliche Ladepunkte

#### 2.2.1.1 Verordnung zum Ausbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe

Die AFIR (Verordnung [EU] 2023/1804)<sup>21</sup> der Europäischen Union stellt einen zentralen Rechtsakt dar, der in einem erheblichen Maß regelt, in welcher Form und in welchem Tempo der Ausbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe in den Mitgliedstaaten zu erfolgen hat. Damit wird die Richtlinie 2014/94/EU<sup>22</sup> über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe ab 13. April 2024 (Geltungsbeginn der AFIR<sup>23</sup>) abgelöst. Da sich das Projekt thematisch im E-Mobilitäts- bzw.

<sup>12</sup> Teile dieser Ausführungen stammen aus dem Projekt HyTruck „Hydrogen Truck Austria“ (dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes 868790 durchgeführt).

<sup>13</sup> Es handelt sich dabei um eine retrospektive Betrachtung aus der Perspektive des Jahres 2040, in dem das angestrebte Ziel eines klimaneutralen Verkehrssektors bereits erfolgreich erreicht wurde (BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 – Neuausrichtung des Mobilitätssektors [2021] 8 f, abrufbar unter <https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/mobilitaetsmasterplan/mmp2030.html> [zuletzt abgerufen 11.04.2024]).

<sup>14</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>15</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>16</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 38.

<sup>17</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>18</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>19</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>20</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 37.

<sup>21</sup> 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, ABl 2023 L 234/1.

<sup>22</sup> Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2014 über den Aufbau der Infrastruktur für Alternative Kraftstoffe, ABl 2014 L 307/1.

<sup>23</sup> Vgl Art 26 AFIR.

V2X Bereich bewegt, wird hier nur auf jene Maßnahmen eingegangen, die sich an Ladeinfrastruktur richten, auch wenn angemerkt sein soll, dass in diesem einen Rechtsakt eine Vielzahl alternativer Kraftstoffe in Verbindung mit allen Verkehrsträgern<sup>24</sup> Niederschlag finden.

Die EU entschied sich die Maßnahmen in eine Verordnungsform zu gießen, da bemerkbar wurde, dass sich die Infrastruktur der einzelnen Mitgliedstaaten zu uneinheitlich entwickelte. Zudem kam ein Mangel an Interoperabilität und Benutzerfreundlichkeit hinzu, was schließlich zum Anlass genommen wurde, eine gemeinsame Methodik zu schaffen, um sicherzugehen, dass der Ausbau gleichermaßen ambitioniert erfolgt und ein umfassendes und vollständiges unionsweites Infrastrukturnetz für alternative Kraftstoffe etabliert wird.<sup>25</sup>

Die Ziele für Ladeinfrastruktur richten sich ausschließlich an öffentlich zugängliche Ladepunkte. Was unter öffentlich zugänglich verstanden wird, beurteilt sich danach, dass sich die Infrastruktur an einem Standort oder in einer Räumlichkeit befinden muss, die der Allgemeinheit zugänglich ist. Dabei sind die Eigentumsverhältnisse des Grund und Bodens nicht von Bedeutung (kann im öffentlichen oder privaten Eigentum stehen), genauso schaden eventuelle Zugangsbeschränkungen bzw. -bedingungen der Einstufung als „öffentlich zugänglich“ nicht. Dies bedeutet, dass insbesondere auch Supermarktparkplätze, die sich in privatem Eigentum befinden, als „öffentlich zugänglich“ gelten, trotz der Tatsache, dass die Ladeinfrastruktur meistens nur während des Einkaufs von Kund:innen genutzt werden darf. Ausschlaggebend ist, dass es sich um eine allgemeine, definierte Nutzergruppe handelt. Car-Sharing Ladepunkte, die nur von den entsprechenden Fahrzeugen der Anbieter:innen in Anspruch genommen werden können, würden nicht unter diese Definition fallen. Ebenfalls nicht der Definition entsprechen würde z.B. ein Parkplatz eines Bürogebäudes, zu dem bloß Beschäftigte Zugang haben. Dies fielen unter die Vorgaben für private Ladepunkte.<sup>26</sup>

Bevor mit der konkreten Ausgestaltung bzw. dem Inhalt der Zielvorgaben begonnen werden kann, muss noch kurz die Systematik derselben erklärt werden. Die Ziele unterteilen sich in jene für PKW und leichte Nutzfahrzeuge (im Folgenden PKW und LNF)<sup>27</sup> und jene für schwere Nutzfahrzeuge (im Folgenden SNF)<sup>28</sup>. Die Unterteilung kann höchstwahrscheinlich damit begründet werden, dass die Verbreitung von E-Fahrzeugen in den jeweiligen Klassen unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Während es 2023 in der EU 16.949.341 zugelassene PKW und LNF mit alternativem Antrieb gab, waren es in der Kategorie der SNF (nur für M<sub>2</sub> und M<sub>3</sub>, da für N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub> keine Zahlen einsehbar sind) 46.261.<sup>29</sup> Dies führt zu der logischen Konsequenz, dass es entsprechend der auseinanderfallenden Zahlen, unterschiedliche Herangehensweisen bezüglich der Zielvorgaben braucht. Hinzu kommt auch noch die Tatsache, dass SNF eine gänzlich andere Ladeinfrastruktur benötigen als PKW und LNF. Nicht nur die technischen Gegebenheiten, im Hinblick auf u.a. die notwendige Ladeleistung oder Steckertyp, sondern auch die aktuelle Verbreitung (solch eine Infrastruktur ist in der EU fast nirgends vorhanden) führen ebenfalls zu einer anderen Herangehensweise in Bezug auf die Ausgestaltung der Ziele.<sup>30</sup>

### 2.2.1.1.1 Begriffsbestimmungen

Die beschriebene AFIR knüpft somit an Infrastruktur für bestimmte Fahrzeuge mit bestimmten Antriebsquellen. In diesem Zusammenhang muss ausgeführt werden, welcher begrifflichen Definitionen sich diese Verordnung bedient, wenn sie Infrastruktur für - in diesem Fall -Elektrofahrzeuge adressiert.

In der AFIR finden sich grundsätzlich drei einschlägige Definitionen, die auf den ersten Blick unproblematisch erscheinen mögen, doch versucht man die Definitionen genauer zu verstehen, so merkt man schnell, dass es doch einer näheren Analyse bedarf.

- **Art 2 Z 10 AFIR „batteriebetriebenes Elektrofahrzeug“**  
bezeichnet ein Elektrofahrzeug, das ohne eine sekundäre Antriebsquelle ausschließlich mit dem Elektromotor betrieben wird.
- **Art 2 Z 22 AFIR „Elektrofahrzeug“**  
bezeichnet ein Kraftfahrzeug mit einem Antriebsstrang, der mindestens einen nichtperipheren elektrischen Motor als Energiewandler mit einem elektrisch aufladbaren Energiespeichersystem, das extern aufgeladen werden kann, enthält.
- **Art 2 Z 43 AFIR „Plug-in-Hybridfahrzeug“**  
bezeichnet ein Elektrofahrzeug mit einem konventionellen Verbrennungsmotor in Kombination mit einem elektrischen Antriebssystem, das aus einer externen Stromquelle aufgeladen werden kann.

<sup>24</sup> Gemäß Art 1 Abs 1 AFIR Straßenfahrzeuge, Züge, Schiffe und stationäre Luftfahrzeuge.

<sup>25</sup> Vgl ErwG 1 AFIR.

<sup>26</sup> Vgl Art 2 Z 45 iVm ErwG 11 AFIR.

<sup>27</sup> Gemäß Art 2 Z 33 AFIR sind dies Fahrzeuge der Fahrzeugklassen M<sub>1</sub> und N<sub>1</sub>.

<sup>28</sup> Gemäß Art 2 Z 30 AFIR sind dies Fahrzeuge der Fahrzeugklassen M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>.

<sup>29</sup> Vgl <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/transport-mode/road/european-union-eu27> (zuletzt abgerufen 11.04.2024)

<sup>30</sup> Vgl ErwG 18 AFIR.

Aus technischer Perspektive bedient sich die Wissenschaft einer anderen Terminologie. Üblicherweise dient das Elektrofahrzeug als Oberbegriff und kann damit entweder batteriebetriebene (abgekürzt mit BEV – englisch für Battery Electric Vehicle) oder brennstoffbetriebene (abgekürzt mit FCEV – englisch für Fuel Cell Electric Vehicle) E-Fahrzeuge meinen.<sup>31</sup> Darüber hinaus gibt es auch Hybridantriebe, die neben einem konventionellen Verbrennungsmotor auch über eine Batterie für elektrische Energie verfügen. In diesem Zusammenhang spricht man jedoch nur dann ebenfalls von einem Elektrofahrzeug, sofern das Aufladen der Batterie auch extern über ein Kabel möglich ist, folglich handelt es sich dann um ein Plug-In-Hybrid-Fahrzeug (abgekürzt mit PHEV – englisch für Plug-in-Hybrid Electric Vehicle).<sup>32</sup>

Ein BEV verfügt über einen Elektromotor, der als Antriebsquelle dient, und eine Batterie, die als Energiespeicher Verwendung findet. Dabei handelt es sich folglich um einen rein elektrischen Antrieb.<sup>33</sup> FCEV entsprechen grundsätzlich ebenfalls einem Elektrofahrzeug, nur dass hier die notwendige elektrische Energie aus einer Brennstoffzelle erzeugt wird, indem eine Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff stattfindet. Anders als beim BEV verfügt ein FCEV jedoch über ein Wasserstoffbetankungssystem.<sup>34</sup> PHEV kombinieren, wie schon erwähnt, eine konventionelle Antriebstechnik in Form eines Verbrennungsmotors und einen separaten Elektromotor, der auch über einen eigenen Energiespeicher (Batterie) verfügt und über ein Kabel mit dem Stromnetz verbunden werden kann, um diesen zu laden.<sup>35</sup>

Somit kann an dieser Stelle bereits geklärt werden, dass BEV als „Elektrofahrzeug“ im Sinne der AFIR gilt, da vorausgesetzt wird, dass das Kraftfahrzeug über einen Antriebsstrang verfügt mit min einem nichtperipheren elektrischen Motor als Energiewandler, und zusätzlich auch ein Energiespeichersystem besitzt, das extern aufgeladen werden kann. Somit kann festgestellt werden, auch im Einklang mit dem technischen Ansatz, dass die Definition BEV umfasst, jedoch bleibt die Frage offen, warum der Zusatz „...mindestens einen nichtperipheren elektrischen Motor...“ hinzugefügt wurde, und folglich auch, was noch darunter subsumierbar sein könnte.

Weiters muss erklärt werden, wie verwendete Begriffe, insbesondere „Ladepunkt“, „Ladestation“ und „Ladestandort“, juristisch definiert werden und welche Bedeutung ihnen im Kontext der AFIR-Bestimmungen zukommt.

- **Art 2 Z 48 AFIR – „Ladepunkt“**  
„bezeichnet eine feste oder mobile, netzgebundene oder netzunabhängige Schnittstelle für die Übertragung von Strom auf ein Elektrofahrzeug, die zwar einen oder mehrere Anschlüsse für unterschiedliche Arten von Anschlüssen haben kann, an der aber zur selben Zeit nur ein Elektrofahrzeug aufgeladen werden kann, mit Ausnahme von Vorrichtungen mit einer Ladeleistung von höchstens 3,7 kW, deren Hauptzweck nicht das Aufladen von Elektrofahrzeugen ist“
- **Art 2 Z 52 AFIR – „Ladestation“**  
„bezeichnet eine physische Anlage an einem bestimmten Standort, die aus einem oder mehreren Ladepunkten besteht“
- **Art 2 Z 51 AFIR – „Ladestandort“**  
„bezeichnet eine oder mehrere Ladestationen an einem bestimmten Standort“
- **Art 2 Z 49 AFIR – „Ladepunkt, Ladestation oder Ladestandort für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge“**  
„bezeichnet einen Ladepunkt, eine Ladestation oder einen Ladestandort, der/die aufgrund der spezifischen Auslegung der Stecker/Anschlüsse oder der Gestaltung des an den Ladepunkt, die Ladestation oder den Ladestandort angrenzenden Parkplatzes, oder beidem, für das Aufladen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen bestimmt ist“
- **Art 2 Z 50 AFIR – „Ladepunkt, Ladestation oder Ladestandort für schwere Nutzfahrzeuge“**  
„bezeichnet einen Ladepunkt, eine Ladestation oder einen Ladestandort, der/die für das Aufladen schwerer Nutzfahrzeuge bestimmt ist, entweder bedingt durch die spezifische Auslegung der Stecker/Anschlüsse oder die Gestaltung des an den Ladepunkt, die Ladestation oder den Ladestandort angrenzenden Parkplatzes, oder beides“
- **Art 2 Z 44 AFIR – „Ladeleistung“**  
„bezeichnet die in kW ausgedrückte theoretische maximale Leistung, die ein Ladepunkt, eine Ladestation oder ein Ladestandort oder eine landseitige Stromversorgungsanlage an Fahrzeuge oder Schiffe, die mit diesem Ladepunkt, dieser Ladestation, diesem Ladestandort oder dieser Anlage verbunden sind, abgeben kann“

<sup>31</sup> Vgl Müller/Prieler, Elektromobilität im Fokus, in Steinmüller/Hauer/Schneider (Hg), Energiewirtschaft Jahrbuch 2019 (2019) 161 (164 f).

<sup>32</sup> Vgl Müller/Prieler, Elektromobilität im Fokus 165.

<sup>33</sup> Vgl Umweltbundesamt, Ökobilanz alternativer Antriebe – Elektrofahrzeuge im Vergleich (2014) 46, <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0440.pdf> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>34</sup> Vgl Umweltbundesamt, Ökobilanz alternativer Antriebe – Elektrofahrzeuge im Vergleich 51.

<sup>35</sup> Vgl Umweltbundesamt, Ökobilanz alternativer Antriebe – Elektrofahrzeuge im Vergleich 50 f.

### 2.2.1.1.2 *Stromladeinfrastruktur für Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge*

Um dem unterschiedlich verlaufenden Ausbau der Infrastruktur für PKW und LNF mit Elektroantrieb in der EU, und damit einhergehend die Gefährdung der Akzeptanz derselbigen Fahrzeuge seitens der Bevölkerung, entgegenzuwirken, entschied sich der Unionsgesetzgeber dazu, verbindliche Mindestziele zu normieren. Es galt den „Spagat“ zwischen einheitlichen Zielen für alle Mitgliedstaaten einerseits und dem Anerkennen der unterschiedlichen nationalen Entwicklung dieser Fahrzeuge im Kontext der Zulassungszahlen andererseits zu schaffen, weswegen die Ziele für die genannten Kategorien an zwei verschiedene Anknüpfungspunkte fest gemacht wurden. Man wählte flottenbezogenen Ziele, also Ziele, die abhängig von der Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge sind, um sicherzustellen, dass die Ladeinfrastruktur proportional mit der Zunahme der Nachfrage nach PKW und LNF mit Elektroantrieb zunimmt. Zusätzlich formulierte man abstandsbezogenen Ziele, also solche, die vorgeben in welchem Maximalabstand zueinander sich Ladeinfrastruktur befinden muss. Diese sollen wiederum gewährleisten, dass flächendeckend Ladepunkte verfügbar sind (Mindestabdeckung) und damit ein einfaches und reibungsloses Reisen innerhalb der EU möglich ist.<sup>36</sup> Damit greift die EU ein Problem auf, das von Expert:innen bereits in der Vergangenheit vorgebracht wurde. Es reiche nicht nur aus, die Anzahl der Fahrzeuge mit alternativem Antrieb zu erhöhen bzw. zu fördern. Gleichzeitig müsse man auch dafür sorgen, dass die Infrastruktur so ausgestaltet ist, dass sie zweckmäßig und nutzerfreundlich ist, denn potentielle Lenker:innen von Fahrzeugen mit Elektroantrieb seien über lange Jahre ein dichtes Netz an Tankmöglichkeiten für herkömmliche Verbrennungsmotoren gewöhnt. Da erscheint es nur naheliegend, dass dies zumindest zum Teil auch von neuen Antriebstechnologien erwartet wird.<sup>37</sup>

Hinsichtlich der abstandsbezogenen Ziele sei noch angemerkt, dass diese unterschiedlich stark ausgeprägt sind, je nachdem ob sie für das TEN-V-Kernstraßennetz oder Gesamtstraßennetz gelten, bzw. auch eine Staffelung hinsichtlich der Zielerreichung bis 2025, 2027, 2030 und 2035 vorgenommen wird.

#### 2.2.1.1.2.1 *Flottenbezogene Ziele*

Art 3 AFIR nimmt Bezug auf jene Ziele, die von den Mitgliedstaaten erfüllt werden müssen, um die zu Verfügung stehenden, öffentlich zugänglichen Ladestationen der Größe der nationalen Fahrzeugflotte anzupassen, um so eine ausreichende Ladeleistung für PKW und LNF mit Elektroantrieb zu bieten. Dabei stellt jeweils ein ganzes Jahr eine Beurteilungsperiode dar, beginnend ab 2024. Am Ende eines jeden Jahres muss der betreffende Mitgliedstaat folglich sicherstellen, dass die Zielwerte erreicht worden sind. Die Grundlage ist die Gesamtzahl der im jeweiligen Hoheitsgebiet zugelassenen PKW und LNF mit Elektroantrieb bzw. Plug-in-Hybrid-PKW und Plug-in-Hybrid-LNF.<sup>38</sup> Folglich kann also gesagt werden, dass es sich hier um eine dynamische Zielsetzung handelt, da der tatsächliche Zielwert erst nach Ablauf des jeweiligen Kalenderjahres, abhängig von den Anmeldungen, feststeht. Demnach gilt es folgende Zielwerte an öffentlich zugänglichen Ladestationen bereitgestellte Ladeleistung zu erreichen:

- pro batteriebetriebenen PKW und LNF mit Elektroantrieb **1,3 kW** Gesamtleistung<sup>39</sup>
- pro Plug-in-Hybrid-PKW und Plug-in-Hybrid-LNF **0,8 kW** Gesamtleistung<sup>40</sup>

Die Verordnung bietet Mitgliedstaaten unter gewissen Umständen auch die Möglichkeit, bei der Europäischen Kommission um eine Abweichung von den dargelegten Zielen zu ersuchen. Grundsätzlich kann eine Abweichung erst dann angedacht werden, wenn der Anteil batteriebetriebener Elektrofahrzeuge an der gesamten Flotte – jeweils in den Kategorien der PKW und LNF – der im Hoheitsgebiet zugelassenen Fahrzeuge 15 % erreicht hat. Weiters muss der Mitgliedstaat nachweisen, dass sich die fortgesetzte Umsetzung der Ziele nachteilig auswirkt und nicht mehr gerechtfertigt ist, da private Investitionen abgeschreckt werden.<sup>41</sup> Die Behinderung von privaten Investitionen erweist sich daher als relevant, da die Abdeckung mit öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur hauptsächlich durch private Marktinvestitionen erreicht werden soll und die Mitgliedstaaten lediglich bis zur Erreichung eines vollständig wettbewerbsorientierten Marktes die Schaffung dieser Infrastruktur, wo die Marktbedingungen Unterstützung erfordern, öffentlich fördern sollten.<sup>42</sup> Die Anforderungen könnten dann nicht mehr gerechtfertigt sein, wenn sie nachteilige Auswirkungen haben. Dieser Fall könnte u.a. dann eintreten, wenn mittelfristig ein Überangebot an öffentlich zugänglichen Ladepunkten entsteht. Angenommen die Anzahl der privaten Ladepunkte würde eine unerwartet hohe, dann könnte dies dazu führen, dass der Bedarf an öffentlich zugänglichen Ladepunkten geringer ausfiele. Die öffentlich zu Verfügung gestellte Gesamtleistung wäre gegenüber der tatsächlichen Nutzung unverhältnismäßig hoch.<sup>43</sup> Der

<sup>36</sup> Vgl ErwG 13 AFIR.

<sup>37</sup> Vgl Müller/Prieler, Elektromobilität im Fokus 161 ff.

<sup>38</sup> Vgl Art 3 Abs 1 iVm ErwG 13 und ErwG 14 AFIR.

<sup>39</sup> Vgl Art 3 Abs 1 lit a AFIR.

<sup>40</sup> Vgl Art 3 Abs 1 lit b AFIR.

<sup>41</sup> Vgl Art 3 Abs 2 AFIR.

<sup>42</sup> Vgl ErwG 15 AFIR.

<sup>43</sup> Vgl ErwG 16 AFIR.

Antrag des betreffenden Mitgliedstaats kann eine Anwendung geringerer Ziele zum Begehren haben oder darauf abzielen, gänzlich auf die Anwendung der Ziele verzichten zu wollen. In beiden Fällen ist der Antrag zu begründen.<sup>44</sup> Die Kommission hat innerhalb von sechs Monaten nach Eingang eine gerechtfertigte Einzelfallentscheidung zu treffen.<sup>45</sup>

### 2.2.1.1.2.2 Abstandsbezogenen Ziele

Um die abstandsbezogenen Ziele aus Art 3 Abs 4 lit a und b AFIR so anschaulich wie möglich darzustellen, wurden diese in Form einer Tabelle zusammengefasst. Sämtliche Ziele verstehen sich als Mindestziele und können von den Mitgliedstaaten auch übertroffen werden. Die Verordnung unterscheidet jeweils zwischen Zielen für das TEN-V-Kernstraßennetz<sup>46</sup> und für das TEN-V-Gesamtstraßennetz<sup>47</sup> und gliedert diese danach, bis zu welchem Jahr (es gilt immer der 31. Dezember dJ) die Mitgliedstaaten sie erreicht haben müssen. Außerdem müssen die Ziele in beide Fahrtrichtungen gleichermaßen erfüllt werden, wobei davon auch im Sinne des Art 3 Abs 6 AFIR abgewichen werden kann und jeweils nur ein Ladestandort für beide Richtungen vorgesehen werden kann. Um von dieser Ausnahme Gebrauch machen zu dürfen, muss der Ladestandort von beiden Fahrtrichtungen leicht zugänglich<sup>48</sup> sowie angemessen<sup>49</sup> ausgeschildert sein, wie auch die Erfordernisse aus Abs 4 für beide Richtungen in einem Standort erfüllen<sup>50</sup>. Diese Ausnahme gilt entlang des TEN-V-Straßennetzes, was bedeutet, dass die Ladestationen entweder im TEN-V-Straßennetz liegen oder sich innerhalb von 3 km von der nächstgelegenen Ausfahrt einer TEN-V-Straße befinden.<sup>51</sup>

Der Abstand gibt die maximale Distanz zwischen zwei Ladestandorten an. Die Ladeleistung pro Standort ist als Gesamtladeleistung zu verstehen. In diesem Zusammenhang erscheint es zunächst fraglich, ob das Ziel betreffend die individuelle Ladeleistung zusätzlich zur Gesamtladeleistung oder als Teil derselben berechnet wird, da der Verordnungswortlaut bloß „und“ als Konjunktion, gefolgt von „verfügt“, verwendet und keine sonstigen Hinweise auf die Interpretationsweise enthält. Die englische Fassung der Richtlinie ist da eindeutiger, diese spricht von „includes at least one recharging point with an individual power...“ – also übersetzt „und inkludiert...“ folglich „ist Teil“ der Gesamtladeleistung. Dies und die Tatsache, dass es eine erhebliche Erweiterung der Anforderungen an die kW-Leistung darstellen würde, würde man es als separates Ziel ohne Zusammenhang mit der Gesamtladeleistung verstehen, führt dazu, dass von einem Gesamtziel bestehend aus u.a. einem Individualziel auszugehen ist. Schlussfolgernd ergeben sich für PKW und LNF folgende abstandsbezogenen Ziele:

	Ziele bis	Abstand in km	Gesamtladeleistung pro Standort in kW	Individualladeleistung pro Standort		Abdeckung in % (nur wenn von 100% abgewichen wird)
				Anzahl Ladepunkte	Ladeleistung in kW pro Ladepunkt	
TEN-V-Kernstraßennetz	2025	60	400	1	150	/
	2027	60	600	2	150	/
TEN-V-Gesamtstraßennetz	2027	60	300	1	150	50%
	2030	60	300	1	150	/
	2035	60	600	2	150	/

Art 3 AFIR sieht in weitere Folge noch zusätzliche Ausnahmen vor, die es unter gewissen Umständen erlauben, von den gebotenen Zielen abzuweichen. Speziell, wenn vermieden werden soll, unverhältnismäßige Investitionen auf jenen Straßen zu tätigen, die ein in diesem Zusammenhang ein im Verhältnis geringeres Verkehrsaufkommen aufweisen und sich somit die

<sup>44</sup> Vgl Art 3 Abs 2 AFIR.

<sup>45</sup> Vgl Art 3 Abs 3 AFIR.

<sup>46</sup> Vgl Art 3 Abs 4 lit a AFIR.

<sup>47</sup> Vgl Art 3 Abs 4 lit b AFIR.

<sup>48</sup> Vgl Art 3 Abs 6 lit a AFIR.

<sup>49</sup> Vgl Art 3 Abs 6 lit b AFIR.

<sup>50</sup> Vgl Art 3 Abs 6 lit c AFIR.

<sup>51</sup> Vgl Art 2 Z 3 lit a AFIR.

Erfüllung aller Ziele unter sozioökonomischen Kosten-Nutzen-Aspekten nicht rechtfertigen lassen.<sup>52</sup> Diese Verkehrsaufkommen auf Straßen des TEN-V-Netzes wird in Art 3 Abs 7 AFIR mit jährlich durchschnittlich weniger als 8500 PKW und LNF beziffert und erlaubt es, ähnlich wie Abs 6, dass Mitgliedstaaten einen Ladestandort, unter Einhaltung der in Abs 4<sup>53</sup> dargelegten Vorgaben, für beide Richtungen vorsehen. Jede Abweichung muss der Kommission mitgeteilt werden und vom jeweiligen Mitgliedstaat alle zwei Jahre im Rahmen des nationalen Fortschrittsberichts im Sinne des Art 15 AFIR überprüft werden. Unter den identen Bedingungen hinsichtlich Verkehrsaufkommen und sozioökonomische Aspekte, ist auch die Reduktion der Gesamtladeleistung eines Ladestandortes um bis zu 50 % möglich, sofern dieser nur eine Fahrtrichtung bedient und die restlichen Anforderungen des Abs 4 erfüllt sind. Auch in diesem Fall sind Berichterstattung und Überprüfung durch den jeweiligen Mitgliedstaat vorgesehen.<sup>54</sup>

Die letzte Möglichkeit, die einem Mitgliedstaat eine Abweichung von den Zielen der Art 3 Abs 4 AFIR erlaubt, betrifft die maximale Entfernung von 60 km zwischen den Ladestandorten. Ein Mitgliedstaat kann die maximale Entfernung auf bis zu 100 km entlang der Straßen des TEN-V-Netzes ausweiten, sofern diese angemessen ausgeschrieben wird. Bedingt wird, dass dies auch nur auf jenen Straßen erfolgen darf, die ein durchschnittliches jährliches Gesamtverkehrsaufkommen von weniger als 3000 PKW und LNF aufweisen. Auch hier gelten die üblichen Pflichten hinsichtlich Berichterstattung und Überprüfung.<sup>55</sup>

### 2.2.1.1.3 *Stromladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge*

Art 4 AFIR enthält Ziele für die Stromladeinfrastruktur für schwere Nutzfahrzeuge mit Elektroantrieb. Bei den schweren Nutzfahrzeugen wird hinsichtlich der Ausgestaltung der Ziele in abstandsbezogene (Art 4 Abs 1 lit a bis d AFIR) unterschieden und jene die sich auf das Laden über Nacht sowie Bereitstellung an städtischen Knoten beziehen (Art 4 Abs 1 lit e bis h AFIR).<sup>56</sup> Wie zuvor bereits beschrieben, sind separate Ziele für diese Fahrzeuggruppe aus vielerlei Gründen notwendig. Die Ziele bauen zunächst auf dem jeweiligen Jahr (auch hier wird auf den 31. Dezember dJ abgestellt) der Zielerreichung auf, um so sicherzugehen, dass das gesamte TEN-V-Straßennetz mit öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur schrittweise, beginnend ab 2025, bis 2030 abgedeckt wird.<sup>57</sup> Dabei soll dem zeitlichen Faktor, der mit der Planung, Konzeption und Umsetzung der Infrastruktur verbunden ist, dazu zählen beispielsweise die Erweiterung oder Modernisierung des Stromnetzes, Erwerb von Grundstücken, Umweltgenehmigungen und gegebenenfalls Vergabe öffentlicher Aufträge, Rechnung getragen werden.<sup>58</sup>

#### 2.2.1.1.3.1 *Abstandsbezogenen Ziele*

Da sich die abstandsbezogenen Ziele für SNF aus Art 4 Abs 1 lit a bis d AFIR im Vergleich zu jenen für PKW und LNF nur in gewissen Punkten unterscheiden und diese bereits ausgeführt wurden, soll hier lediglich auf die Unterschiede genauer eingegangen werden.

Besonderheitwert im Vergleich zu den Vorgaben für PKW und LNF hat die nicht konsistente Gliederung der Ziele in jene für das TEN-V-Kern- und Gesamtstraßennetz. Das 2025 Ziel beinhaltet eine solche Unterteilung nicht, sondern gibt zu errichtende Infrastruktur für das gesamte Straßennetz<sup>59, 60</sup> vor<sup>61</sup>, erst ab 2027 wird in Kernnetz und Gesamtnetz unterschieden<sup>62</sup>. Andererseits stellt auch die prozentuelle Abdeckung der Streckenlängen eine Besonderheit dar, da nur die Ziele für 2030 von einer 100 %igen Abdeckung mit betreffender Infrastruktur entlang der jeweiligen TEN-V Strecken ausgehen. Ähnlich verhält es sich auch mit den maximalen Abständen zwischen den Ladestandorten, auch diese sind erst ab 2030 vorgesehen. In diesem Zusammenhang muss jedoch auf die Berechnungsregeln in Art 4 Abs 2 AFIR verwiesen werden. Die Ziele gelten auch für diese Kategorie in beide Richtungen, wobei ein Ladestandort unter den gleichen Voraussetzungen wie bei den PKW und LNF beide Richtungen bedienen darf.<sup>63</sup> Diese kann entlang des TEN-V-Straßennetzes vorgesehen werden, was bedeutet, dass die Ladestationen entweder im TEN-V-Straßennetz liegen oder sich innerhalb von 3 km von der nächstgelegenen Ausfahrt einer

<sup>52</sup> Vgl. ErwG 24 AFIR.

<sup>53</sup> In Bezug auf Maximale Entfernung zwischen Ladestandorten, Gesamtladeleistung eines Ladestandortes, Anzahl der Ladepunkte und die Ladeleistung einzelner Ladepunkte.

<sup>54</sup> Vgl. Art 3 Abs 8 AFIR.

<sup>55</sup> Vgl. Art 3 Abs 9 AFIR.

<sup>56</sup> Vgl. ErwG 18 AFIR.

<sup>57</sup> Vgl. ErwG 19 AFIR.

<sup>58</sup> Vgl. ErwG 19 AFIR.

<sup>59</sup> Gemäß Art 2 Z 3 lit a AFIR bezeichnet „entlang des TEN-V-Straßennetzes“ bei elektrischen Ladestationen, dass sie sich im TEN-V-Straßennetz oder innerhalb einer Fahrstrecke von 3 km von der nächstgelegenen Ausfahrt einer TEN-V-Straße befinden.

<sup>60</sup> TEN-V-Straßennetz umfasst sowohl das Kernnetz als auch das Gesamtnetz.

<sup>61</sup> Vgl. Art 4 Abs 1 lit a AFIR.

<sup>62</sup> Vgl. Art 4 Abs 1 lit b AFIR.

<sup>63</sup> Gemäß Art 4 Abs 3 AFIR.

TEN-V-Straße befinden.<sup>64</sup> Der Ladestandort muss weiters von beiden Fahrtrichtungen leicht zugänglich<sup>65</sup> sowie angemessen ausgeschildert sein<sup>66</sup>, wie auch die Erfordernisse aus Abs 1 für beide Richtungen in einem Standort erfüllen<sup>67</sup>.

Ziele bis	Straßennetz	Abstand in km	Gesamtladeleistung pro Standort in kW	Individualladeleistung pro Standort		Abdeckung in %
				Anzahl Ladepunkte	Ladeleistung in kW pro Ladepunkt	
2025	TEN-V-Straßennetz	/	1 400	1	350	15%
2027	TEN-V-Kernnetz	/	2 800	2	350	50% des TEN-V Straßennetzes
2027	TEN-V-Gesamnetz	/	1 400	1	350	50% des TEN-V Straßennetzes
2030	TEN-V-Kernnetz	60	3 600	2	350	100%
2030	TEN-V-Gesamnetz	60	1 500	1	350	100%

Art 4 AFIR sieht in weiterer Folge Ausnahmen, analog zu jenen Ausnahmen für LNF vor, die es unter gewissen Umständen erlauben, von den gebotenen Zielen abzuweichen. Speziell, wenn vermieden werden soll, unverhältnismäßige Investitionen auf jenen Straßen zu tätigen, die ein in diesem Zusammenhang ein im Verhältnis geringeres Verkehrsaufkommen aufweisen und sich somit die Erfüllung aller Ziele unter sozioökonomischen Kosten-Nutzen-Aspekten nicht rechtfertigen lassen.<sup>68</sup> Diese Verkehrsaufkommen auf Straßen des TEN-V-Netzes wird in Art 4 Abs 4 AFIR mit jährlich durchschnittlich weniger als 2000 SNF beziffert und erlaubt es Mitgliedstaaten einen Ladestandort, unter Einhaltung der in Abs 1 lit a bis d AFIR<sup>69</sup> dargelegten Vorgaben, für beide Richtungen vorzusehen. Vorausgesetzt werden die leichte Zugänglichkeit und angemessene Beschilderung. Jede Abweichung muss der Kommission mitgeteilt werden und vom jeweiligen Mitgliedstaat alle zwei Jahre im Rahmen des nationalen Fortschrittsberichts im Sinne des Art 15 AFIR überprüft werden.

Unter den identen Bedingungen hinsichtlich Verkehrsaufkommen und sozioökonomische Aspekte, ist auch die Reduktion der Gesamtladeleistung eines Ladestandortes um bis zu 50 % möglich, sofern dieser nur eine Fahrtrichtung bedient und die restlichen Anforderungen des Abs 1 erfüllt sind. Auch in diesem Fall sind Berichterstattung und Überprüfung durch den jeweiligen Mitgliedstaat vorgesehen.<sup>70</sup>

<sup>64</sup> Vgl Art 2 Z 3 lit a AFIR.

<sup>65</sup> Vgl Art 4 Abs 3 lit a AFIR.

<sup>66</sup> Vgl Art 4 Abs 3 lit b AFIR.

<sup>67</sup> Vgl Art 4 Abs 3 lit c AFIR.

<sup>68</sup> Vgl ErwG 24 AFIR.

<sup>69</sup> Im Bezug auf die Maximale Entfernung zwischen Ladestandorten, Gesamtladeleistung eines Ladestandorts, Anzahl der Ladepunkte und die Ladeleistung einzelner Ladepunkte.

<sup>70</sup> Vgl Art 4 Abs 5 AFIR.

Die letzte Möglichkeit, die einem Mitgliedstaat eine Abweichung von den Zielen der Art 4 Abs 1 lit c AFIR erlaubt, betrifft die maximale Entfernung von 60 km zwischen den Ladestandorten. Ein Mitgliedstaat kann die maximale Entfernung auf bis zu 100 km entlang der Straßen des TEN-V-Netzes ausweiten, sofern diese angemessen Ausgeschildert wird. Bedingt wird, dass dies nur auf jenen Straßen erfolgen darf, die ein durchschnittliches jährliches Gesamtverkehrsaufkommen von weniger als 800 SNF aufweisen. Auch hier gelten die üblichen Pflichten hinsichtlich Berichterstattung und Überprüfung.<sup>71</sup>

#### 2.2.1.1.3.2 Ziele für sichere und gesicherte Parkplätze bzw. städtische Knoten

Eine Besonderheit der Ziele für SNF gemäß Art 4, im Gegensatz zu jenen für LNF, ist, dass auch Ziele für sogenannte sichere und gesicherte Parkplätze<sup>72</sup> sowie für städtische Knoten<sup>73</sup> enthalten sind.

Die Vorgaben für Parkplätze unterteilen sich in Ziele für 2027 und 2030 (es gilt immer der 31. Dezember dJ), wobei immer die Anzahl der Ladestationen vorgegeben wird sowie die individuelle Ladeleistung je einer solchen Ladestation.<sup>74</sup>

Daraus ergibt sich folgende tabellarische Darstellung:

Ziele für jeden sicheren und gesicherten Parkplatz		
Ziele bis	Anzahl der Ladestationen	individuelle Ladeleistung in kW pro Ladestation
2027	2	100
2030	4	100

Die Vorgaben für städtische Knoten unterteilen sich in Ziele für 2025 und 2030 (auch hier gilt immer der 31. Dezember dJ), wobei die Gesamtladeleistung vorgegeben wird, sowie die individuelle Ladeleistung pro Ladestation.<sup>75</sup>

Daraus ergibt sich folgende tabellarische Darstellung:

Ziele für jeden städtischen Knoten		
Ziele bis	Gesamtladeleistung in kW	individuelle Ladeleistung in kW pro Ladestation
2025	900	150
2030	1 800	150

#### 2.2.1.1.4 Berechnungsregeln für abstandsbezogene Zielvorgaben

Im Kontext der distanzbezogenen Zielsetzungen, welche die Verordnung für PKW und LNF sowie SNF vorschreibt und die keine Vollabdeckung, also nicht 100 %, erfordern, legt sie präzise Regelungen zur Berechnung der prozentualen Abdeckung fest.

##### a. Berechnungsregeln für PKW und leichte Nutzfahrzeuge

Art 3 Abs 5 AFIR schreibt für PKW und LNF vor, auf welcher Grundlage der Prozentsatz der zu erreichenden Abdeckung des TEN-V-Gesamtstraßennetzes mit den Vorgaben bezüglich Ladeinfrastruktur aus Art 3 Abs 4 lit b sublit i AFIR (konkret 50 %) berechnet werden soll. In diesem Zusammenhang bezieht sich der Nenner auf die Gesamtlänge des TEN-V-Gesamtstraßennetzes innerhalb eines Mitgliedstaats<sup>76</sup>, während der Zähler die kumulierte Länge der Abschnitte zwischen zwei öffentlich

<sup>71</sup> Vgl Art 4 Abs 6 AFIR.

<sup>72</sup> Gemäß Art 2 Z 63 AFIR bezeichnet „sichere und gesicherte Parkfläche“ eine für Fahrer im Güter- oder Personenverkehr zugängliche Parkfläche, die gemäß der Delegierten Verordnung (EU) 2022/1012 der Kommission zertifiziert wurde.

<sup>73</sup> Gemäß Art 2 Z 72 bezeichnet „städtischer Knoten“ einen städtischen Knoten im Sinne von Art 3 Buchstabe p der Verordnung (EU) Nr. 1315/2013.

<sup>74</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit e und f AFIR.

<sup>75</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit g und h AFIR.

<sup>76</sup> Vgl Art 3 Abs 5 lit a AFIR.

zugänglichen Ladestandorten für PKW und LNF umfasst, unter der Bedingung, dass Abschnitte zwischen zwei solchen Standorten nicht mehr als 60 km voneinander entfernt sind<sup>77</sup>.

Um die Berechnung des Prozentsatzes des TEN-V-Gesamtstraßennetzes zu illustrieren, dient im Folgenden ein hypothetisches Streckenbeispiel als Veranschaulichung.

#### **Hypothetisches vereinfachtes Beispiel:**

Angenommen, auf das TEN-V-Gesamtstraßennetz innerhalb des Hoheitsgebietes eines Mitgliedstaates entfallen in Summe 400 Kilometer. Nun nehmen wir an, dass sich auf dieser Strecke Ladestandort **A**, **B**, **C**, **D** und **E** befinden.

Zwischen **A** und **B** liegen **49 km**,  
zwischen **B** und **C** **55 km**,  
zwischen **C** und **D** **63 km** und  
zwischen **D** und **E** **58 km**.

Die kumulierte Länge aller Ladestandorte beträgt 225 Kilometer, wobei im Sinne der Berechnungsregeln die Strecke zwischen Standort C und D nicht einkalkuliert werden darf, da sie den vorgeschriebenen Maximalabstand von 60 km übersteigt. Dies ergibt folglich eine kumulierte relevante Strecke von 162 km.

Die konkrete Berechnung erfolgt folglich entsprechend der zuvor dargelegten Regeln folgendermaßen:

$$\text{Prozentsatz} = \left( \frac{\text{Kumulierte Länge der relevanten Straßenabschnitte}}{\text{Gesamtlänge des TEN - V - Gesamtstraßennetzes}} \right) \times 100$$

$$\text{Prozentsatz} = \left( \frac{162 \text{ km}}{400 \text{ km}} \right) \times 100$$

$$\text{Prozentsatz} = 40,5 \%$$

Somit wäre das Ziel im Sinne des Art 3 Abs 4 lit b sublit i AFIR in diesem Beispiel nicht erfüllt, da der Streckenabschnitt zwischen C und D in der Berechnung keine Berücksichtigung finden durfte und damit die erforderlichen 50 % nicht erreicht werden konnten.

#### **b. Berechnungsregeln für schwere Nutzfahrzeuge**

Für SNF gibt die Verordnung eigene Kriterien vor, auf deren Grundlage der Prozentsatz der erforderlichen Abdeckung des TEN-V-Straßennetzes, anders als PKW und LNF nicht nur des TEN-V-Gesamtnetzes, die Art 4 Abs 1 lit a und b AFIR (konkret 15 % und 50 %) vorschreibt, berechnet wird.<sup>78</sup> In diesem Zusammenhang bezieht sich der Nenner auf die Gesamtlänge des TEN-V-Straßennetzes innerhalb eines Mitgliedstaats<sup>79</sup>, während der Zähler die kumulierte Länge der Abschnitte zwischen zwei Ladestandorten für SNF umfasst, unter der Bedingung, dass Abschnitte zwischen zwei solchen Standorten nicht mehr als 120 km voneinander entfernt sind<sup>80</sup>. Angemerkt sei hier, dass es zwar im Kontext des Art 4 Abs 1 lit a und b AFIR zwar keinen verbindlichen maximalen Abstand zwischen den Ladestandorten gibt, jedoch sehr wohl die Berechnungsregel festlegt, welchen Abstand die Ladestandorte zueinander haben dürfen, damit die Strecke im Sinne der Regeln zur Berechnung der Abdeckung herangezogen werden darf.

#### **2.2.1.2 Exkurs TEN-V Straßennetz<sup>81</sup>**

Im Rahmen der TEN-V-VO<sup>82</sup> sind Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes festgelegt. Dieses Verkehrsnetz besteht aus dem Gesamtnetz und dem Kernnetz, welches als Zwei-Ebenen-Struktur<sup>83</sup> bezeichnet werden kann. Weiters beinhaltet und benennt die Verordnung Vorhaben von gemeinsamem Interesse und gibt Anforderungen in Hinblick auf

<sup>77</sup> Vgl Art 3 Abs 5 lit b AFIR.

<sup>78</sup> Vgl Art 4 Abs 2 AFIR.

<sup>79</sup> Vgl Art 4 Abs 2 lit a AFIR.

<sup>80</sup> Vgl Art 4 Abs 2 lit b AFIR.

<sup>81</sup> Teile dieser Ausführungen stammen aus dem Projekt HyTruck „Hydrogen Truck Austria“ (dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes 868790 durchgeführt).

<sup>82</sup> Verordnung (EU) Nr. 1315/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2013 über Leitlinien der Union für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrsnetzes und zur Aufhebung des Beschlusses Nr. 661/2010/EU, ABI 2013 L 348/1 idgF.

<sup>83</sup> Vgl dazu Art 1 Abs 1 sowie Art 6 TEN-V-VO.

Betrieb der Infrastruktur vor, legt Prioritäten für den Aufbau des transeuropäischen Verkehrsnetzes fest und sieht Maßnahmen für die Verwirklichung dieses Netzes vor.<sup>84</sup>

Die TEN-V-VO wird auf das transeuropäische Verkehrsnetz angewandt, welches als Anhang I (zur Verordnung) konkretisiert ist. Enthalten im transeuropäischen Verkehrsnetz sind Verkehrsinfrastrukturen und die Telematikanwendungen<sup>85</sup> sowie Maßnahmen zur Förderung eines effizienten Betriebs und der effizienten Nutzung dieser Infrastrukturen sowie die Ermöglichung der Schaffung und des Betriebs nachhaltiger und effizienter Verkehrsdienste. Der Anwendungsbereich von Verkehrsinfrastrukturen des transeuropäischen Verkehrsnetzes erstreckt sich von der Infrastruktur für den Schienenverkehr, die Binnenschifffahrt, den Straßenverkehr, den Seeverkehr, den Luftverkehr bis hin zu dem multimodalen Verkehr, entsprechend der einschlägigen Abschnitte des Kapitels II TEN-V-VO.<sup>86</sup>

Ziel des transeuropäischen Verkehrsnetzes ist es u.a. einen einheitlichen europäischen Verkehrsraum zu schaffen, der effizient und nachhaltig ist. Die TEN-V-VO sieht vier Kategorien von Zielen vor, welche jeweils eine Beschreibung hinsichtlich der unterstützenden Maßnahmen enthalten. Zu den vier Kategorien zählen: a) Kohäsion, b) Effizienz, c) Nachhaltigkeit, d) mehr Vorteile für die Nutzer:innen. Hervorzuheben ist die Kategorie „Nachhaltigkeit“. Diese ist auf die Sicherstellung eines nachhaltigen und wirtschaftlich effizienten Verkehrswesens gerichtet, sowie darauf,

- den CO<sub>2</sub>-armen Verkehr zu fördern, um eine erhebliche Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Einklang mit den übergeordneten EU-Zielen bis 2050 zu erreichen und
- einen Beitrag zu weiteren Zielen, wie der Reduzierung externer Kosten und Umweltschutz, Kraftstoffversorgungssicherheit etc., zu leisten.<sup>87</sup>

Wie bereits oben beschrieben beinhaltet die TEN-V-VO eine Definition für „alternative umweltfreundliche Kraftstoffe“. In diesem Zusammenhang sind Maßnahmen allgemeiner Priorität beim Aufbau des Gesamtnetzes aufzuzeigen, wobei im Speziellen darauf verwiesen wird, dass besonders jene Maßnahmen Beachtung finden sollen, die für die Förderung der Verwendung alternativer, insb. CO<sub>2</sub>-armer oder CO<sub>2</sub>-freier, Energiequellen und Antriebssysteme erforderlich sind.<sup>88</sup>

### 2.2.1.3 Ladepunktbetreiber

#### 2.2.1.3.1 Pflichten der Ladepunktbetreiber iSd AFIR

Im Kontext der vorliegenden Regelungen wird eine Unterscheidung zwischen zwei Akteur:innen getroffen: Ladepunktbetreiber und Mobilitätsdienstleister. Betreiber:in eines Ladepunktes ist jemand, der für die Verwaltung und den Betrieb eines Ladepunktes zuständig ist, für Endnutzer:innen einen Aufladedienst erbringt, auch im Namen und Auftrag von Mobilitätsdienstleister.<sup>89</sup> Dagegen werden Mobilitätsdienstleister als juristische Personen bezeichnet, die für Endnutzer:innen gegen Entgelt Dienstleistungen erbringen, einschließlich des Verkaufs von Auflade- oder Betankungsdiensten.<sup>90</sup>

Ladepunktbetreiber werden von den Bestimmungen der AFIR insoweit in die Pflicht genommen, als Art 5 grundsätzlich regelt, über welche Ausstattung die von ihnen betriebenen öffentlich zugänglichen Ladepunkte für Endverbraucher:innen<sup>91</sup> zu verfügen haben, damit ein punktuelles Aufladen<sup>92</sup> ihrer Fahrzeuge ermöglicht wird.<sup>93</sup> An allen ab 13. April 2024 errichtete Ladepunkten muss punktuelles Aufladen möglich sein, wobei in der EU weitverbreitete Zahlungsinstrumente akzeptiert werden müssen insbesondere elektronische Zahlungen über Terminals und Geräte, die für Zahlungsdienste genutzt werden, jedenfalls aber mindestens eines der folgenden Geräte<sup>94</sup>: Zahlungskartenleser<sup>95</sup>; Geräte mit einer Kontaktlosfunktion<sup>96</sup>; Geräte, die eine Internetverbindung nutzen und einen sicheren Zahlungsvorgang ermöglichen (nur bei Ladepunkten mit Ladeleistung unter 50

<sup>84</sup> Vgl Art 1 Abs 1 bis 4 TEN-V-VO.

<sup>85</sup> Vgl Legaldefinition in Art 3 lit f TEN-V-VO: „Telematikanwendungen“ sind „Systeme, die Informations-, Kommunikations-, Navigations- oder Ortungstechnik nutzen, um die Infrastruktur effektiv zu betreiben und die Mobilität und den Verkehr im transeuropäischen Verkehrsnetz zu steuern und Mehrwertdienste für Bürger und Unternehmen zu erbringen, und zwar einschließlich Systemen für eine sichere, umweltverträgliche und kapazitätsgerechte Nutzung des Netzes. Dazu können auch im Fahrzeug befindliche Geräte gehören, soweit sie fester Bestandteil eines Systems mit entsprechenden Infrastrukturkomponenten sind. Telematikanwendungen schließen die unter den Buchstaben a bis l genannten Systeme, Technologien und Dienste ein“.

<sup>86</sup> Vgl Art 2 TEN-V-VO.

<sup>87</sup> Vgl Art 4 TEN-V-VO.

<sup>88</sup> Vgl Art 10 Abs 1 iVm Abs 2 lit a TEN-V-VO.

<sup>89</sup> Vgl Art 2 Z 39 AFIR.

<sup>90</sup> Vgl Art 2 Z 36 AFIR.

<sup>91</sup> Gemäß Art 2 Z 24 bezeichnet „Endverbraucher“ eine natürliche oder juristische Person, die einen alternativen Kraftstoff zur unmittelbaren Verwendung in einem Fahrzeug erwirbt.

<sup>92</sup> Gemäß Art 2 Z 47 bezeichnet „punktuell Aufladen“ einen Aufladedienst, der von einem Endnutzer erworben wird, ohne dass dieser Endnutzer sich registrieren, eine schriftliche Vereinbarung schließen oder eine Geschäftsbeziehung mit dem Betreiber des Ladepunktes eingehen muss, die über den bloßen Erwerb des Aufladedienstes hinausgeht.

<sup>93</sup> Vgl Art 5 Abs 1 AFIR.

<sup>94</sup> Vgl Art 5 Abs 1 UA 2 iVm ErwG 36 AFIR.

<sup>95</sup> Vgl Art 5 Abs 1 lit a AFIR.

<sup>96</sup> Vgl Art 5 Abs 1 lit b AFIR.

kW)<sup>97</sup>. Grundsätzlich sollten diese Zahlungsmethoden auch dann zu Verfügung stehen, wenn am Ladepunkt vertragsbasierte Zahlungen möglich sind.<sup>98</sup> Für jene Infrastruktur, die vor dem vor Geltungsbeginn dieser Verordnung errichtet wurde, wird die Anwendung der Anforderungen hinausgezögert, diese gelten folglich rückwirkend ab 1. Januar 2027 für alle Ladepunkte ab einer Ladeleistung von 50 kW entlang des TEN-V-Straßennetzes oder auf sicheren und gesicherten Parkplätzen.<sup>99</sup>

Betreiber:innen werden weiters dazu verpflichtet, Preise anzubieten, die angemessen, einfach und eindeutig vergleichbar, transparent und nichtdiskriminierend sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass keine Diskriminierung zwischen Endnutzer:innen und Mobilitätsdienstleister sowie zwischen verschiedenen Mobilitätsdienstleister erfolgen darf. Eine differenzierte Preisgestaltung ist unter der Bedingung gestattet, dass diese Verhältnismäßigkeit und objektiv gerechtfertigt ist.<sup>100</sup> Preistransparenz kommt eine entscheidende Bedeutung beim Streben nach reibungslosen und einfachen Ladevorgängen zu. Dafür wird bei Ladepunkten mit einer Leistung ab 50 kW der ad-hoc-Preis auf Grundlage des Preises pro kWh festgelegt, wobei etwaige Nutzungsgebühren in Rechnung gestellt werden dürfen, um ua das Blockieren der Ladepunkte zu verhindern, sofern diese Gebühren vor Beginn des Ladevorgangs eindeutig angegeben und mitgeteilt werden.<sup>101</sup> Die klare Ausweisung der Preise pro Kilowattstunde und etwaiger Nutzungsentgelte pro Minute an den Ladestationen soll den Nutzer:innen vor Beginn des Ladevorgangs bekannt sein, um die Gesamtkosten einschätzen zu können, und einen leichteren Preisvergleich ermöglichen.<sup>102</sup> Diese Transparenzanforderungen gelten auch für Ladepunkte mit einer Ladeleistung von weniger als 50 kW, wobei die relevanten Preisinformationen in klarer und leicht zugänglicher Form bereitgestellt werden müssen. Die Reihenfolge<sup>103</sup> der darzustellenden Preisbestandteile ist dabei vorgegeben.<sup>104</sup> Ähnliche Verpflichtungen gelten auch für Mobilitätsdienstleister.<sup>105</sup>

### 2.2.1.3.2 *Betrieb von Ladepunkten durch Netzbetreiber*

Im Rahmen der unionsrechtlichen Vorgaben<sup>106</sup> haben Mitgliedsstaaten grundsätzlich einen geeigneten Regulierungsrahmen zu schaffen, damit der Anschluss von öffentlich zugänglichen und privaten Ladepunkten an das Verteilernetz erleichtert wird und Betreiber:innen dieser Netze diskriminierungsfrei mit Unternehmen, die Eigentümer, Betreiber oder Verwalter von Ladepunkten sind, zusammenarbeiten.<sup>107</sup> In diesem Kontext wird VNB selbst das Eigentum an Ladepunkten bzw in diesem Zusammenhang auch Tätigkeiten wie Entwicklung, Verwaltung oder Betrieb verboten.<sup>108</sup> Mitgliedstaaten steht es frei Abweichendes zu beschließen,<sup>109</sup> sofern ein Ausschreibungsverfahren offen, transparent und diskriminierungsfrei durchgeführt wurde und infolgedessen keiner anderen Partei das Eigentum oder die zuvor aufgezählten Tätigkeiten iZm Ladepunkten gewährt wurde bzw konnten diese die Leistungen weder zu angemessenen Kosten noch rechtzeitig erbringen<sup>110</sup>. Die Regulierungsbehörde hat ihre Zustimmung zu erteilen<sup>111</sup> und der VNB ua von jedweder Diskriminierung von Netznutzer:innen bzw Kategorien solcher und insbesondere zum Vorteil der mit ihm verbundenen Unternehmen gerichteter Diskriminierung absieht<sup>112</sup>. Wird nach Konsultationen, die alle 5 Jahre mindestens von Mitgliedstaaten initiiert zu erfolgen haben, festgestellt, dass Interesse von Seiten Dritter am Eigentum bzw den Tätigkeiten besteht und deren Fähigkeit dazu gegeben ist, so stellen die Mitgliedstaaten uU sicher, dass die Tätigkeit der VNB schrittweise eingestellt wird.<sup>113</sup>

Die Implementierung dieses grundlegenden Verbots wurde in der Entwurfsfassung zur Neufassung des Elektrizitätswirtschafts- und organisationsgesetzes 2010 (EIWOG)<sup>114</sup> – dem EIWG-E<sup>115</sup><sup>60010001</sup> vorgeschlagen und vielmehr noch, soll eine Ausweitung auf alle Netzbetreiber:innen<sup>117</sup><sup>0010001</sup> und auch von der Option zur Ausnahme Gebrauch gemacht werden. Abweichend oder viel mehr auch konkretisierend, soll zusätzlich als Voraussetzung die Notwendigkeit der Deckung des Bedarfs an Ladepunkten in der betreffenden Region festgelegt und die Ergebnisse der Überprüfung der Regulierungsbehörde mitgeteilt

<sup>97</sup> Vgl Art 5 Abs 1 lit c AFIR.

<sup>98</sup> Vgl ErwG 36 AFIR.

<sup>99</sup> Vgl Art 5 Abs 1 UA 3 iVm ErwG 36 AFIR.

<sup>100</sup> Vgl Art 5 Abs 3 AFIR.

<sup>101</sup> Vgl Art 5 Abs 4 UA 1 AFIR iVm ErwG 33 AFIR.

<sup>102</sup> Vgl Art 5 Abs 4 UA 2 AFIR iVm ErwG 33 AFIR.

<sup>103</sup> Preis pro kWh, Preis pro Minute, Preis pro Ladevorgang und jede andere anwendbare Preiskomponente.

<sup>104</sup> Vgl Art 5 Abs 4 UA 3 AFIR.

<sup>105</sup> Vgl Art 5 Abs 5 AFIR.

<sup>106</sup> Richtlinie (EU) 2019/944 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 2012/27/EU, ABI 2019 L 158/125 idgF.

<sup>107</sup> Vgl Art 33 Abs 1 EBM-RL 2019.

<sup>108</sup> Vgl Art 33 Abs 2 EBM-RL 2019.

<sup>109</sup> Vgl Art 33 Abs 3 EBM-RL 2019.

<sup>110</sup> Vgl Art 33 Abs 3 lit a EBM-RL 2019.

<sup>111</sup> Vgl Art 33 Abs 3 lit b EBM-RL 2019.

<sup>112</sup> Vgl Art 33 Abs 3 lit c EBM-RL 2019.

<sup>113</sup> Vgl Art 33 Abs 4 EBM-RL 2019.

<sup>114</sup> Bundesgesetz, mit dem die Organisation auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft neu geregelt wird (Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 – EIWOG 2010), BGBl I 110/2010 idgF.

<sup>115</sup> Abrufbar unter [https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT\\_98A64318\\_7EC0\\_4A83\\_9396\\_B69707E01C9D/BEGUT\\_98A64318\\_7EC0\\_4A83\\_9396\\_B69707E01C9D.html](https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Begut/BEGUT_98A64318_7EC0_4A83_9396_B69707E01C9D/BEGUT_98A64318_7EC0_4A83_9396_B69707E01C9D.html).

<sup>116</sup> Der in diesem Bericht zitierte Entwurf des Elektrizitätswirtschaftsgesetzes bezieht sich auf

<sup>117</sup> Vgl § 100 Abs 1 EIWG-E.

werden<sup>118</sup> Die Bedingungen hinsichtlich Dritter wurden so formuliert, dass die Nichterteilung der Genehmigung an Dritte nicht nur an die Bedingungen der Kosteneffizienz und der Rechtzeitigkeit geknüpft sein sollten, sondern insbesondere diese Fälle davon umfasst sein könnten, also in weiterer Folge auch andere Bedingungen herangezogen werden können. Vor allem die Rechtzeitigkeit soll nicht als defacto Ausschlusskriterium für Dritte interpretiert werden.<sup>119</sup> Nach Erteilung der Genehmigung an einen Netzbetreiber findet die erste Konsultation nach fünf Jahren und folgende Konsultationen spätestens alle 5 Jahre statt, um Potential und Interesse an Ladepunkten von Seiten Dritter zu ermitteln. Wird Dritten der Zuschlag erteilt, so hat die Regulierungsbehörde die Netzbetreiber:innen<sup>120</sup>

Generell soll der EIWG-E die Durchführung der Ausschreibungsverfahren an die Netzbetreiber:innen übertragen<sup>121</sup>, sowohl vor der Genehmigung als auch nach Konsultation zur Ermittlung von Dritten, was in diesem Kontext fraglich erscheint. Wenn auch festgehalten werden muss, dass die Bedingungen rund um das Ausschreibungsverfahren, den Zuschlag und den Verfahrensablauf vorab von der Regulierungskommission mittels Bescheid festgelegt werden, könnte mit Blick auf die Entscheidung der Netzbetreiber:in der Anschein eines Interessenskonflikts erweckt werden.<sup>122</sup>

#### 2.2.1.4 Umsetzung der Unionsziele

Die Vorhaben der nationalen Verwirklichung der AFIR-Ziele werden in Form von Strategiepapieren publiziert. Das BMK hat im Rahmen des „Sofortprogramms: Erneuerbare Energie in der Mobilität“ das ehrgeizige Ziel bekanntgegeben, Österreich bis zum Jahr 2030 zum Spitzenreiter in der EU-27 hinsichtlich der Quote emissionsfreier Neuwagen zu machen.<sup>123</sup> Dem Sofortprogramm zufolge beabsichtigt man bis 2025 und weiter bis 2030 mindestens die AFIR-Vorgaben zu erfüllen.<sup>124</sup> Weiters strebt das Programm an, bis 2030 jeder Person in Österreich (95 % der Bevölkerung) einen Schnellladestandort in höchstens 15 km Entfernung zu bieten. Für die Mehrheit der Bevölkerung werde die Entfernung zur nächsten Schnellladestation sogar deutlich unter 3 Kilometern liegen.<sup>125</sup> Bis 2030 plant man entlang des hochrangigen Straßennetzes im Schnitt alle 25 km Schnellladestationen für PKW und leichte Nutzfahrzeuge errichtet zu haben.<sup>126</sup> 2027 stehen voraussichtlich über 800 Ladepunkte an mehr als 70 Standorten bereit, wobei jeder Ladepunkt mindestens 150 Kilowatt Leistung bieten wird. Für 2030 ist die Installation von mindestens 1.500 Ladepunkten an bis zu 100 Standorten geplant, was die Vorgaben der AFIR deutlich übersteige.<sup>127</sup>

Weitere Umsetzungsvorhaben finden sich im „Masterplan Güterverkehr 2030“ (MGV 2030). Darin wird bekundet, dass die Vorgaben der AFIR-Verordnung über den Infrastrukturaufbau eine gute Richtschnur darstellen. Dennoch handle es sich dabei um Mindestziele, die im Zeitraum bis 2030 jedenfalls überschritten werden müssen, um sowohl die europäischen als auch die österreichischen Klimaziele zu erreichen.<sup>128</sup> Zunächst wurden im Jahr 2022 die Standorte für die Implementierung einer Hochleistungsladeinfrastruktur entlang des hochrangigen Straßennetzes zur Versorgung vollelektrischer schwerer Nutzfahrzeuge ermittelt. In den Jahren 2023 und 2024 ist die Inbetriebnahme der ersten dieser Standorte geplant. Es wird erwartet, dass bis zu den Jahren 2025 und 2030 mindestens die Anforderungen der AFIR erfüllt werden. Allerdings geht der MGV 2030 von der Notwendigkeit aus, über dieses europäische Mindestmaß an Infrastruktur hinaus zu expandieren. Folglich wird bereits im Jahr 2023 ein schrittweiser Ausbaupfad für den Ausbau der Ladeinfrastruktur für emissionsfreie Nutzfahrzeuge entlang des hochrangigen Straßennetzes formuliert, der die Meilensteine für die Jahre 2025, 2027, 2030 und 2035 umfasst. Bis zum Jahr 2035 sollen auf dem Autobahn- und Schnellstraßennetz der ASFINAG mindestens 1.300 Ladepunkte für den Schwerverkehr installiert werden, wobei ein Großteil als Overnight-Charger mit einer Ladeleistung von 100 – 150 kW konzipiert wird. Zusätzlich werden für das Laden während kürzerer Haltezeiten auch „Megawatt-Schnellladepunkte“ mit einer Ladeleistung von bis zu 1.000 kW bereitgestellt.<sup>129</sup>

## 2.2.2 Private Ladepunkte

### 2.2.2.1 Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Betreffend private Ladepunkte ist vor allem die RL (EU) 2010/31 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden<sup>130</sup> (in Folge EPBD) mit ihren Ausbauzielen einschlägig. Die RL trifft eine Unterscheidung zwischen Wohngebäuden (WG) und

<sup>118</sup> Vgl § 100 Abs 2 Z 1 EIWG-E iVm Erläuterungen zu § 100.

<sup>119</sup> Vgl § 100 Abs 2 Z 3 EIWG-E iVm Erläuterungen zu § 100.

<sup>120</sup> Vgl § 100 Abs 4 EIWG-E.

<sup>121</sup> Vgl § 100 Abs 2 Z 2 und 3 iVm Abs 4 EIWG-E.

<sup>122</sup> Vgl § 100 Abs 2 Z 2 und 3 EIWG-E.

<sup>123</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität (2022) 13.

<sup>124</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität 14.

<sup>125</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität 16.

<sup>126</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität 16.

<sup>127</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität 14.

<sup>128</sup> BMK, Masterplan Güterverkehr 2030 (2023) 61.

<sup>129</sup> BMK, Masterplan Güterverkehr 2030, 123.

<sup>130</sup> Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, ABl 2010 L 153/13 idgF.

Nichtwohngebäuden (NWG) und knüpft daran unterschiedliche Vorgaben.<sup>131</sup> Erfasst und damit verpflichtet zur Errichtung von Ladepunkten werden jene WG und NWG, die entweder neu gebaut werden und jene, die in größerem Ausmaß renoviert werden (Art 8 Abs 2 und 5 EPBD). Eine „größere Renovierung“ liegt vor, wenn die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle oder der gebäudetechnischen Systeme 25 % des Gebäudewerts — den Wert des Grundstücks, auf dem das Gebäude errichtet wurde, nicht mitgerechnet — übersteigen (Art 2 Z 10 lit a EPBD) oder mehr als 25 % der Oberfläche der Gebäudehülle einer Renovierung unterzogen werden (Art 2 Z 10 lit b EPBD).

Für neue NWG und NWG, die einer größeren Renovierung unterzogen werden, mit mehr als zehn Stellplätzen ist mindestens ein Ladepunkt zu installieren. Zusätzlich ist es erforderlich, eine geeignete Leitungsinfrastruktur<sup>132</sup> für mindestens jeden fünften Parkplatz vorzubereiten, um eine spätere Erweiterung der Ladepunkte zu ermöglichen (Art 8 Abs 2 EPBD).<sup>133, 134</sup>

Bei der Errichtung neuer WG sowie bei größeren Renovierungsarbeiten an bestehenden WG, die über mehr als zehn Parkplätze verfügen, sieht die RL vor, dass die Mitgliedstaaten die Installation einer Leitungsinfrastruktur für jeden Parkplatz zu gewährleisten haben.<sup>135</sup> Diese Infrastruktur, bestehend aus Schutzrohren für Elektrokabel, dient der Vorbereitung auf die zukünftige Einrichtung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge (Art 8 Abs 5 EPBD).<sup>136</sup> Im Falle von hohen Renovierungskosten<sup>137</sup> oder wenn KMU<sup>138</sup> betroffen sind, erlaubt die RL diesbezüglich Ausnahmen vorzusehen.<sup>139</sup>

Die Gebäudeeffizienz-RL ist derzeit im Begriff überarbeitet zu werden. Im Rahmen des „Fit for 55“-Pakets legte die Europäische Kommission im Dezember 2021 einen Vorschlag zur Überarbeitung der Gebäudeeffizienz-RL<sup>140</sup> vor. Dieser Vorschlag, der eine Neufassung der bestehenden Richtlinie darstellt, zielt insbesondere auf die Verschärfung der bisherigen Verpflichtungen ab.<sup>141</sup>

Neue NWG sowie solche, die umfassend renoviert werden und über mehr als fünf Parkplätze verfügen, müssen gemäß Art 14 Abs 1 des Entwurfs mindestens einen Ladepunkt für jeweils fünf Parkplätze einrichten.<sup>142</sup> Zudem ist eine Vorverkabelung an jedem Parkplatz erforderlich, um zukünftig Ladestationen für Elektrofahrzeuge, elektromotorisch unterstützte Räder und weitere Fahrzeuge der Klasse L installieren zu können (Art 14 Abs 1 lit b EPBD-E). Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, sicherzustellen, dass diese Vorverkabelung dergestalt konzipiert ist, dass die prognostizierte Anzahl an Ladestationen gleichzeitig und effizient nutzbar ist. Dies schließt ggf die Unterstützung der Installation von Systemen zur Lasten- oder Ladesteuerung ein, sofern dies technisch und wirtschaftlich sinnvoll und umsetzbar ist (Art 14 Abs 1 EPBD-E). Art 12 Abs 1 des Entwurfs legt außerdem spezifische Vorschriften für neue und umfassend renovierte Bürogebäude fest. In Gebäuden mit Büronutzung mit mehr als fünf Parkplätzen ist die Einrichtung von mindestens einem Ladepunkt pro zwei Parkplätzen vorgeschrieben (Art 14 Abs 1 letzter Satz EPBD-E).<sup>143</sup>

In neuen WG und solchen, die einer umfangreichen Renovierung<sup>144</sup> unterzogen werden, ist, sofern mehr als drei Stellplätze vorhanden sind, eine Vorverkabelung für mindestens 50 % der Autostellplätze sowie die Leitungsinfrastruktur für die restlichen Stellplätze zu installieren (Art 14 Abs 4 lit a EPBD-E). Parallel zu den Vorgaben der NWG soll dies der späteren Einrichtung von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge, elektromotorisch unterstützte Räder und andere Fahrzeugtypen der Klasse L dienen. Zudem ist darauf zu achten, dass die Vorverkabelung so ausgelegt ist, dass eine gleichzeitige Nutzung der Ladepunkte an allen Stellplätzen möglich ist (Art 14 Abs 4 vorletzter Satz EPBD-E). Betreffend neue WG, die über mehr als drei Autostellplätze verfügen, soll mindestens ein Ladepunkt errichtet werden. Im Gegensatz zur bestehenden Richtlinienfassung enthält der Entwurf spezifische Vorgaben für Bestandsbauten: Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, bis zum 01.01.2027 in allen NWG mit mehr als zwanzig Stellplätzen bestimmte Maßnahmen umzusetzen. Diese umfassen etwa die Einrichtung von mindestens einem Ladepunkt pro zehn Stellplätze oder alternativ die Errichtung der entsprechenden Leitungsinfrastruktur (Art 14 Abs 2 lit a EPBD-E).<sup>145</sup> Für behördeneigene oder behördlich genutzte Gebäude sind die Mitgliedstaaten angehalten, bis zum 01.01.2033 eine Vorverkabelung für mindestens 50 % der Autostellplätze zu gewährleisten.

<sup>131</sup> *Cejka*, Elektromobilität "Fit für 55", ZVR 2024/5, 16 (18).

<sup>132</sup> Konkret werden Schutzrohre für Elektrokabel vorgeschrieben (Art 8 Abs 2 EPBD).

<sup>133</sup> Vgl *Cejka*, ZVR 2024/5, 18.

<sup>134</sup> Diese Regelungen gelten unter den Bedingungen, dass sich der Parkplatz innerhalb des Gebäudes befindet, und die Renovierungsmaßnahmen beziehen sich entweder auf den Parkplatz selbst oder auf die elektrische Infrastruktur des Gebäudes oder der Parkplatz unmittelbar an das Gebäude angrenzt, und die Renovierungsarbeiten entweder den Parkplatz selbst oder dessen elektrische Infrastruktur betreffen (Art 8 Abs 2 EPBD).

<sup>135</sup> *Cejka*, Öffentliche und private Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge heute – und morgen? RdU 2022/50, 108 (108).

<sup>136</sup> Diese Vorgabe gilt sowohl für Parkplätze innerhalb des Gebäudes oder auch für solche, die direkt an das Gebäude angrenzen, sofern die Renovierungsmaßnahmen das Gebäude bzw den Parkplatz oder dessen elektrische Infrastruktur umfassen (vgl Art 8 Abs 4 EPBD).

<sup>137</sup> Wenn die Gesamtkosten für die Lade- und Leitungsinstallationen 7 % übersteigen (Art 8 Abs 4, Abs 6 lit c EPBD)

<sup>138</sup> Betreffend NWG (Art 8 Abs 6 EPBD).

<sup>139</sup> *Cejka*, Elektromobilität "Fit für 55", ZVR 2024/5, 18.

<sup>140</sup> Vgl Vorschlag für eine RL (EU) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden 2021/0426/COD idF Abänderungen des EP v 14.03.2023 zu dem Vorschlag für eine RL (EU) über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden TA/2023/0068.

<sup>141</sup> Nachfolgend wird auf die Fassung der Legislativen Entschließung des Europäischen Parlaments vom 12. März 2024 zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) (COM(2021)0802 – C9-0469/2021 – 2021/0426(COD)) referenziert. .

<sup>142</sup> *Cejka*, ZVR 2024/5, 19.

<sup>143</sup> *Cejka*, ZVR 2024/5, 19.

<sup>144</sup> Und bei denen die Renovierung Parkhäuser oder elektrische Anlagen des Gebäudes umfasst.

<sup>145</sup> *Cejka*, ZVR 2024/5, 19.

### 2.2.2.2 Nationale Umsetzung im Landesrecht

National wurde die EPBD in den Landesbaugesetzen sowie den -bautechnikgesetzen umgesetzt.<sup>146</sup>

Dabei sind grob zwei Regelungsansätze ausfindig zu machen: Einerseits finden sich Regelungen betreffend tatsächliche Stellplätze und andererseits werden Mindeststellplatzverpflichtungen normiert.<sup>147</sup> Als Beispiel soll hier das Bundesland Oberösterreich dienen:

In Oberösterreich schreibt § 20 Oö. BauTV 2013<sup>148</sup> betreffend neue NWG mit mehr als zehn Stellplätzen, sei es innerhalb des Gebäudes oder angrenzend, die Installation von mindestens einem Ladepunkt mit einer Leistung von mindestens 11 kW vor. Zusätzlich ist für jeden fünften Stellplatz eine Leitungsinfrastruktur (Leerverrohrungen oder Kabeltrassen für Elektrokabel) für spätere Ladepunktinstallationen erforderlich. Diese Infrastruktur muss ebenfalls für Ladepunkte mit mindestens 11 kW Leistung ausgelegt sein. Bei umfangreichen Renovierungen von NWG gelten diese Vorgaben entsprechend, sofern die Renovierung die Stellplätze oder die elektrische Infrastruktur des Gebäudes betrifft und die Kosten für die Lade- und Leitungsinstallationen 7 % der Gesamtkosten der Renovierung nicht übersteigen (§ 20 Abs 2 Oö. BauTV 2013). Ferner werden Vorgaben betreffend Bestandsbauten normiert. Nach § 20 Abs 2a Oö. BauTV 2013 ist bei bestehenden NWG mit mehr als 20 Stellplätzen ab dem 01.01.2025 mindestens ein Ladepunkt mit einer Leistung von mindestens 11 kW nachzurüsten. Im Bereich der WG ist bei Neubauten mit mehr als zehn Stellplätzen für jeden Stellplatz eine Leitungsinfrastruktur für spätere Ladepunktinstallationen vorzusehen. Diese muss für Ladepunkte mit einer Leistung von mindestens 3,7 kW geeignet sein (§ 20 Abs 4 Oö. BauTV 2013). Bei größeren Renovierungen von Wohngebäuden gelten diese Vorschriften entsprechend, vorausgesetzt, die Renovierung betrifft die Stellplätze oder die elektrische Infrastruktur des Gebäudes und die Kosten für die Leitungsinstallationen überschreiten 7 % der Gesamtkosten der Renovierung nicht (§ 20 Abs 5 Oö. BauTV 2013).

### 2.2.2.3 Right-to-Plug im WEG

Neben den genannten Bestimmungen im Landesbaurecht und im Vorschlag über die Neufassung der EPBD enthält das auch das WEG wichtige Bestimmungen für den Ausbau von Ladeinfrastruktur in Bestandsbauten und damit zur Stärkung der Elektromobilität.<sup>149</sup> Mit BGBl I 2021/222<sup>150</sup> wurde die Installation eigener Elektroladestationen in Mehrparteienhäusern erheblich vereinfacht. Das als „Right-to-Plug“ bezeichnete Recht eines Wohnungseigentümers hat die Installation einer (Langsam-)Ladeanlage an seinem privaten Stellplatz zum Inhalt. War zuvor noch die Zustimmung aller Wohnungseigentümer:innen für die Installation einer Ladestation erforderlich, gilt nunmehr eine sog Zustimmungsfiktion nach § 16 Abs 5 WEG.<sup>151</sup> Die Zustimmung gilt als erteilt, wenn – nach einer ordnungsgemäßen und schriftlichen Kommunikation – nach zwei Monaten kein Widerspruch durch die anderen Wohnungseigentümer:innen erhoben wird.<sup>152</sup> Die Novelle stellt durch den Abbau von Hindernissen im Wohnrecht einen wichtigen Punkt in der Strategie zur Stärkung der Elektromobilität dar.<sup>153</sup> Unter „Langsamladen“ fällt laut den Erl das Laden mit einer Kapazität von 5,5 kW,<sup>154</sup> wohingegen das Laden mit 22 kW als Normalladen gilt.<sup>155</sup>

Im Falle einer – zu einem späteren Zeitpunkt erfolgten – Installation einer gemeinsamen Ladeanlage, regelt § 16 Abs 8 WEG die Unterlassung der Einzel-Ladevorrichtung, sofern die gemeinsame Anlage eine effizientere Nutzung der elektrischen Versorgung der Liegenschaft ermöglicht. Diese Regelung soll zufolge den Erläuterungen sicherstellen, dass die Errichtung von Einzelanlagen nicht der späteren Installation einer gemeinschaftlichen Ladeinfrastruktur im Wege steht, weil – so die Erläuterungen – Gemeinschaftsanlagen in der Regel eine bessere Verteilung der Ladeleistung bieten.<sup>156</sup>

## 2.3 Fahrzeugbezogenes Recht

Die rechtliche Rahmensetzung für die Elektromobilität betrifft nicht nur die Infrastruktur. Rechtlichen Widerhall findet vielmehr auch die unmittelbare juristische Einordnung von Fahrzeugen selbst, was folglich die Berücksichtigung verschiedener Aspekte, die die juristische Kategorisierung, Zulassung und Verwendung von Fahrzeugen betreffen, impliziert. Demnach soll in diesem Abschnitt, die rechtliche Einbindung von Fahrzeugen im Verkehrsbereich adressiert werden.

<sup>146</sup> Vgl die Übersicht bei *Cejka*, RdU 2022/50, FN 52.

<sup>147</sup> Vgl die Beispiele bei *Cejka*, RdU 2022/50.

<sup>148</sup> Verordnung der Oö. Landesregierung, mit der Durchführungsvorschriften zum Oö. Bautechnikgesetz 2013 sowie betreffend den Bauplan erlassen werden, LGBl 36/2013 idF LGBl 96/2022.

<sup>149</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 (2021) 40.

<sup>150</sup> Bundesgesetz, mit dem das Wohnungseigentumsgesetz 2002 geändert wird, BGBl I 2021/222.

<sup>151</sup> *Fidler*, Elektromobilität nach der WEG-Nov 2022, ZVR 2023/62, 188 (190).

<sup>152</sup> *Richter*, Das neue Änderungsrecht des Wohnungseigentümers nach § 16 WEG, immoLex 2022/2, 6 (10).

<sup>153</sup> BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 (2021) 40.

<sup>154</sup> ErläutRV 1174 BlgNR 27. GP 23.

<sup>155</sup> *Richter*, immoLex 2022/2, 7.

<sup>156</sup> ErläutRV 1174 BlgNR 27. GP 13.

### 2.3.1 Kategorisierung von Fahrzeugen

Fahrzeugklassen werden in der Europäischen Union einheitlich regelt. Dazu finden sich in der Verordnung (EU) 2018/858<sup>157</sup> Verwaltungsvorschriften und technische Anforderungen für die Typgenehmigung und das Inverkehrbringen aller neuen Fahrzeuge und der dazugehörigen Systeme, Bauteile und selbstständigen technischen Einheiten.<sup>158</sup> Im Zuge dieses Abschnitts, soll lediglich ein kurzer Überblick über die wichtigsten Fahrzeugklassen und die dazugehörigen Definitionen gegeben werden, nicht zuletzt auch aufgrund dessen, dass in Verlauf dieser Abhandlung mehrmals Fahrzeugklassen Erwähnung finden.<sup>159</sup>

Die Fahrzeugklasse M richtet sich hauptsächlich an Kraftfahrzeuge zur Beförderung von Personen und deren Gepäck und wird in drei Unterklassen – M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> und M<sub>3</sub> – unterteilt.<sup>160</sup>

- **M<sub>1</sub>**: höchstens acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz – ohne Stehplätze<sup>161</sup>
- **M<sub>2</sub>**: mehr als acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz – Gesamtmasse von höchstens 5 Tonnen<sup>162</sup>
- **M<sub>3</sub>**: mehr als acht Sitzplätzen zusätzlich zum Fahrersitz – Gesamtmasse über 5 Tonnen<sup>163</sup>

Die Fahrzeugklasse N richtet sich vorwiegend an Kraftfahrzeuge zur Beförderung von Gütern und wird in drei Unterklassen – N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub> – unterteilt.<sup>164</sup>

- **N<sub>1</sub>**: zulässigen Gesamtmasse von höchstens 3,5 Tonnen<sup>165</sup>
- **N<sub>2</sub>**: zulässigen Gesamtmasse über 3,5 Tonnen bis höchstens 12 Tonnen<sup>166</sup>
- **N<sub>3</sub>**: zulässigen Gesamtmasse über 12 Tonnen<sup>167</sup>

### 2.3.2 CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für Fahrzeuge

Die Mobilität bzw Fahrzeuge sollen, wie bereits dargelegt, zur Erreichung der RED-Gesamtziele und in weiterer Folge der Klimaziele beitragen, um die Defossilisierung im Verkehrssektor voranzutreiben. Ein weiteres wichtiges Instrument dafür stellen die Verordnungen zur Festlegung der CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen dar, deren Novellierungsvorhaben im Zuge des „Fit für 55“-Pakets beschlossen wurde.<sup>168</sup> Hier muss zwischen zwei Kategorien, ähnlich wie bei den Infrastrukturzielen der AFIR, unterschieden werden, einerseits in jene Vorgaben für PKW und LNF<sup>169</sup> und jene für SNF<sup>170</sup>.

#### 2.3.2.1 CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für PKW und leichte Nutzfahrzeuge

Die Verordnung (EU) 2019/631 regelt die CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen neuer PKW und LNF, um zur Senkung der Treibhausgasemissionen und in weiterer Folge zum Gelingen der Pariser Klimaziele beizutragen.<sup>171</sup> „Neue“ PKW ist im Kontext der VO dahingehend zu verstehen, dass ein Fahrzeug der Klasse M<sub>1</sub> in der Union erstmals zugelassen wird und zuvor auch nicht außerhalb der Union zugelassen war, wobei hier eine Zulassung von weniger als drei Monaten nicht berücksichtigt wird.<sup>172</sup> Selbiges gilt für „neue“ LNF, die der Fahrzeugklasse N<sub>1</sub> entsprechen.<sup>173</sup>

Für die schrittweise Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionswerte<sup>174</sup> ab dem 1. Januar 2021 legt die VO einen CO<sub>2</sub>-Emissionsdurchschnitt iHv 95 g CO<sub>2</sub>/km für PKW sowie 147 g CO<sub>2</sub>/km für LNF als EU-weites Flottenziel<sup>175</sup> fest.<sup>176</sup> Ab 2025<sup>177</sup> sollen sich

<sup>157</sup> Verordnung (EU) 2018/858 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Genehmigung und die Marktüberwachung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 715/2007 und (EG) Nr. 595/2009 und zur Aufhebung der Richtlinie 2007/46/EG, ABI 2018 L 151/1 idgF.

<sup>158</sup> Vgl Art 1 Abs 1 VO (EU) 2018/858.

<sup>159</sup> Es wird aus Relevanzgründen lediglich auf Fahrzeugklasse M und N eingegangen werden.

<sup>160</sup> Vgl Art 4 Abs 1 VO (EU) 2018/858.

<sup>161</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit a sublit i VO (EU) 2018/858.

<sup>162</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit a sublit ii VO (EU) 2018/858.

<sup>163</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit a sublit iii VO (EU) 2018/858.

<sup>164</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit b VO (EU) 2018/858.

<sup>165</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit b sublit i VO (EU) 2018/858.

<sup>166</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit b sublit ii VO (EU) 2018/858.

<sup>167</sup> Vgl Art 4 Abs 1 lit b sublit iii VO (EU) 2018/858.

<sup>168</sup> Vgl Fit-für-55 (2021) 10.

<sup>169</sup> Verordnung (EU) 2019/631 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 443/2009 und (EU) Nr. 510/2011, ABI 2019 L 111/13 idgF.

<sup>170</sup> Verordnung (EU) 2019/1242 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. April 2019 zur Festsetzung von CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 595/2009 und (EU) 2018/956 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Richtlinie 96/53/EG des Rates, ABI 2019 L 198/202.

<sup>171</sup> Vgl Art 1 Abs 1 VO (EU) 2019/631.

<sup>172</sup> Vgl Art 2 Abs 1 lit a iVm Abs 2 VO (EU) 2019/631.

<sup>173</sup> Vgl Art 2 Abs 1 lit b VO (EU) 2019/631.

<sup>174</sup> Vgl *Cejka*, ZVR 2024/5, 16.

<sup>175</sup> Gemäß Art 3 Abs 1 lit k VO (EU) 2019/631 meint „EU-weites Flottenziel“ die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte aller neuen Personenkraftwagen oder aller neuen leichten Nutzfahrzeuge, die in einem bestimmten Zeitraum eingehalten werden müssen.

<sup>176</sup> Vgl Art 1 Abs 2 VO (EU) 2019/631.

<sup>177</sup> Die Zieljahre beziehen sich jeweils auf den 1. Januar dJ.

diese Werte jeweils für beide Fahrzeugkategorien um 15 % verringern,<sup>178</sup> gefolgt vom Ziel für 2030, das eine Reduktion für PKW iHv 55 %<sup>179</sup> vorsieht sowie für LNF iHv 50 %<sup>180</sup>. Für das Jahr 2035 gilt in weiterer Folge das medial bekannt gewordene „Aus für Verbrennungsmotoren“<sup>181</sup> und folglich eine Reduktion um jeweils 100 %.<sup>182</sup> Nach aktuellem Stand wären aber vor 2035 zugelassene Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren von diesem defacto-Aus für Verbrenner nicht betroffen.<sup>183</sup> Darüber hinaus gilt die Verordnung auch hinsichtlich spezifischer Zielvorgaben der durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen für Hersteller von Fahrzeugen, denen, sollten sie diese Werte nicht einhalten, eine Abgabedroht die je zugelassenes Fahrzeug mit 95 EUR pro Gramm Überschreitung berechnet wird.<sup>184</sup>

### 2.3.2.2 CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für schwere Nutzfahrzeuge

Das Pendant zur Verordnung (EU) 2019/631 stellt die Verordnung für die CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen schwerer Nutzfahrzeuge dar und gilt für die neue schwere Nutzfahrzeuge der Klasse N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub> mit den jeweiligen darin definierten Merkmalen (wie bspw Achskonfiguration).<sup>185</sup> Auch hier sind Reduktionsziele für die CO<sub>2</sub>-Emissionsleistung SNF enthalten, die ab 2025 15 % und ab 2030 30% betragen.<sup>186</sup> Diese Verordnung befindet sich aktuell im Novellierungsprozess, nachdem die Europäische Kommission einen entsprechenden Antrag<sup>187</sup> im Februar 2023 eingereicht hatte. Am 18. Januar 2024 wurde eine vorläufige politische Einigung zwischen Rat und Parlament hinsichtlich der Novellierung erreicht, die Verschärfungen und weitere Verringerungen für die Jahre 2030, 2035 und 2040 enthält.<sup>188</sup>

## 2.3.3 Beschaffung von Fahrzeugen

### 2.3.3.1 Europäische Clean Vehicle Directive

Während die Dringlichkeit der Dekarbonisierung im Zentrum der öffentlichen Aufmerksamkeit steht, nimmt der öffentliche Sektor nicht nur als Normsetzer eine entscheidende Rolle ein, sondern übt auch eine gewisse Vorbildfunktion im Bereich der Fahrzeugbeschaffung aus. Die Richtlinie über die Förderung sauberer Straßenfahrzeuge (Clean Vehicle Directive [CVD])<sup>189</sup> forciert in diesem Sinn eine emissionsarme Mobilität und verpflichtet die Mitgliedstaaten, dafür zu sorgen, dass Auftraggeber ua bei der Anschaffung bestimmter Fahrzeugtypen nicht nur den Energieverbrauch, sondern auch die Umweltauswirkungen berücksichtigen und legt idZ bestimmte Quoten betreffend die Anschaffung „sauberer“ und emissionsfreier Straßenfahrzeuge fest.

Diese Mindestziele sind nach Art 5 iVm Tabelle 3 und 4 des Anhangs der CVD:

- im Zeitraum 02.08.2021 - 31.12.2025 38,5 % der Gesamtzahl leichter Nutzfahrzeuge saubere leichte Nutzfahrzeuge, **sowie**
- 10 % der Gesamtzahl der LKW (Fahrzeugklasse N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>) saubere schwere Nutzfahrzeuge (Fahrzeugklasse N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>) sind<sup>190</sup>, und
- im Zeitraum 01.01.2026 - 31.12.2030 38,5 % der Gesamtzahl leichter Nutzfahrzeuge saubere leichte Nutzfahrzeuge, **sowie**
- 15 % der Gesamtzahl der LKW (Fahrzeugklasse N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>) saubere schwere Nutzfahrzeuge (Fahrzeugklasse N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>) sind<sup>191</sup>.

Die CVD zielt darauf ab, die Marktdynamik zugunsten nachhaltigerer Fahrzeuge zu verschieben und somit einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung von Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor zu leisten, wodurch gleichsam das Prinzip der Nachhaltigkeit in das Vergaberecht Eingang gefunden hat.<sup>192</sup>

<sup>178</sup> Vgl Art 1 Abs 4 VO (EU) 2019/631.

<sup>179</sup> Vgl Art 1 Abs 5 lit a VO (EU) 2019/631.

<sup>180</sup> Vgl Art 1 Abs 5 lit b VO (EU) 2019/631.

<sup>181</sup> Vgl *Cejka*, ZVR 2024/5, 16.

<sup>182</sup> Vgl Art 1 Abs 5a VO (EU) 2019/631.

<sup>183</sup> Vgl *Bretschneider/Gütl/Haibel*, Einschränkungen und Hürden beim geplanten Auslaufen der Verbrennungsmotoren in der EU, *Nachhaltigkeitsrecht* 2022/4, 514 (515).

<sup>184</sup> Vgl Art 4 iVm Art 8 VO (EU) 2019/631.

<sup>185</sup> Vgl Art 2 Abs 1 VO (EU) 2019/1242.

<sup>186</sup> Vgl Art 1 VO (EU) 2019/1242.

<sup>187</sup> Vorschlag 2023/0042(COD) für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/1242 im Hinblick auf die Verschärfung der CO<sub>2</sub>-Emissionsnormen für neue schwere Nutzfahrzeuge und die Einbeziehung von Meldepflichten sowie zur Aufhebung der Verordnung (EU) 2018/956.

<sup>188</sup> Abrufbar unter <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2024/01/18/heavy-duty-vehicles-council-and-parliament-reach-a-deal-to-lower-co2-emissions-from-trucks-buses-and-trailers/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>189</sup> Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge, *ABl* 2009 L 120/5 idgF.

<sup>190</sup> Für die Fahrzeugklasse M<sub>3</sub> gilt ein Anteil von 45 %.

<sup>191</sup> Für die Fahrzeugklasse M<sub>3</sub> gilt ein Anteil von 65 %.

<sup>192</sup> *Gast/Gleisner*, Nachhaltige Flotten: Das Straßenfahrzeug-Beschaffungsgesetz (SFBG) in Autengruber/Kahl (Hg) *Mobilitätswende* (2023) 59 (61).

Die CVD definiert unter anderem „saubere Fahrzeuge“ sowie „emissionsfreie schwere Nutzfahrzeuge“.<sup>193</sup> Ein **sauberes Fahrzeug** ist demnach<sup>194</sup>

- ein Fahrzeug der Klasse M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> oder N<sub>1</sub>, bei dem die Auspuffemissionen höchstens 50 CO<sub>2</sub> g/km betragen und die Luftschadstoffemissionen im praktischen Fahrbetrieb unter 80 % der anwendbaren Emissionsgrenzwerte liegen, oder
- ein Fahrzeug der Klasse M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> oder N<sub>3</sub>, das mit alternativen Kraftstoffen im Sinne des Art 2 Z 1 und 2 der RL 2014/94/EU (darin sind die Definitionen von „alternativen Kraftstoffen“ und „Elektrofahrzeug“ enthalten) betrieben wird.<sup>195</sup> Zu beachten ist hier, dass es bei Fahrzeugen, die mit flüssigen Biobrennstoffen oder synthetischen oder paraffinhaltigen Kraftstoffen betrieben werden, zu keiner Vermischung dieser Kraftstoffe mit nicht konventionellen fossilen Brennstoffen kommen darf.

Ein emissionsfreies schweres Nutzfahrzeug im Sinne der CVD ist ein sauberes Fahrzeug der Klasse M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> oder N<sub>3</sub>, das die Kriterien des Art 4 Z 4 lit b CVD erfüllt, ohne Verbrennungsmotor oder mit Verbrennungsmotor, der weniger als 1 g CO<sub>2</sub>/kWh, gemessen im Einklang mit der VO (EG) 595/2009<sup>196</sup> sowie den dazugehörigen Durchführungsmaßnahmen ausstößt oder weniger als 1 g CO<sub>2</sub>/km, gemessen im Einklang mit der VO (EG) 715/2007<sup>197</sup> und den zugehörigen Durchführungsmaßnahmen, ausstößt.<sup>198</sup>

### 2.3.3.2 Nationale Umsetzung

National wurde die CVD mit dem Straßenfahrzeug-Beschaffungsgesetz (in Folge SFBG) umgesetzt. Dieses knüpft an die vergaberechtlichen Bestimmungen des BVerG 2018 sowie des BVerG-Konz 2018 an. Im sachlichen Anwendungsbereich des SFBG liegen Aufträge, die den Kauf, das Leasing, die Miete oder den Ratenkauf von Straßenfahrzeugen<sup>199</sup> beinhalten und deren geschätzter Auftragswert die festgelegten Schwellenwerte<sup>200</sup> erreicht oder übersteigt (§ 3 Z 1 SFBG); weiters etwa bei der Beschaffung bzw den Einsatz von Straßenfahrzeugen im Wege der Vergabe von Dienstleistungskonzessionsverträgen<sup>201</sup> und Dienstleistungsaufträgen<sup>202</sup> für öffentliche Personenverkehrsdienstleistungen auf der Straße, sofern ihr geschätzter Jahresdurchschnittswert mindestens 1 Million Euro beträgt oder eine jährliche öffentliche Personenverkehrsleistung mindestens 300.000 km aufweist (§ 3 Z 2 SFBG).<sup>203</sup>

Bestimmte Straßenfahrzeuge sind vom SFBG ausgenommen, darunter etwa Fahrzeuge, die dem Katastrophenschutz einsatz dienen und fahrbare Maschinen (vgl § 4 SFBG).<sup>204</sup>

Verpflichtete dieses Gesetzes sind sogenannte „Auftraggeber“. Darunter fallen „öffentliche Auftraggeber“ iSd § 4 Abs 1 BVerG 2018<sup>205</sup>, „Sektorenauftraggeber“ gemäß den §§ 167 bis 169 BVerG 2018 sowie Auftraggeber gemäß § 4 des BVerG-Konz 2018<sup>206</sup>. Unter „Auftraggeber“ versteht § 4 Abs 1 BVerG 2018 va den Bund, die Länder, die Gemeinden und Gemeindeverbände (Z 1). Als Sektorenauftraggeber gelten „Öffentliche Auftraggeber“ nach § 4 Abs 1 BVerG 2018, „öffentliche Unternehmen“<sup>207</sup> und unter gewissen Umständen private Rechtsträger, die eine Sektorentätigkeit, wie etwa im Bereich Gas-,

<sup>193</sup> Teile dieser Ausführungen stammen aus dem Projekt HyTruck „Hydrogen Truck Austria“ (dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes 868790 durchgeführt).

<sup>194</sup> Vgl Art 4 Z 4 lit. a und b CVD.

<sup>195</sup> Davon ausgenommen sind Kraftstoffe, die aus Rohstoffen mit einem hohen Risiko indirekter Landnutzungsänderungen erzeugt wurden, für die gemäß Art. 26 EE-RL 2018 eine erhebliche Ausweitung des Erzeugungsgebiets auf Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand zu verzeichnen ist.

<sup>196</sup> Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2009 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen und Motoren hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und über den Zugang zu Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 und der Richtlinie 2007/46/EG sowie zur Aufhebung der Richtlinien 80/1269/EWG, 2005/55/EG und 2005/78/EG, ABl. 2009 L 188/1 idgF.

<sup>197</sup> Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge, ABl. 2007 L 171/1 idgF.

<sup>198</sup> Vgl Art. 4 Z 5 RL 2009/33/EG.

<sup>199</sup> Das Gesetz knüpft hier an § 6 BVerG 2018 an, demzufolge „Lieferaufträge [...] entgeltliche Verträge [sind], deren Vertragsgegenstand der Kauf, das Leasing, die Miete, die Pacht oder der Ratenkauf von Waren, mit oder ohne Kaufoption, einschließlich von Nebenarbeiten wie dem Verlegen und der Installation, ist.“

<sup>200</sup> Das Gesetz stellt hier auf die Schwellenwerte nach §§ 12 Abs 1 Z 1 oder 3 oder 185 Abs. 1 Z 2 BVerG 2018 ab. Diese Werte betragen bei den in Anhang III genannten öffentlichen Auftraggebern im Falle von Liefer- und Dienstleistungsaufträgen, mindestens 144 000 Euro (§ 12 Abs 1 Z 1), bei allen übrigen Liefer- und Dienstleistungsaufträgen mindestens 221 000 Euro (§ 12 Abs 1 Z 3) und bei Sektorenauftraggebern im Falle von Lieferaufträgen und allen übrigen Dienstleistungsaufträgen mindestens 443 000 Euro (§ 185 Abs. 1 Z 2 BVerG 2018).

<sup>201</sup> Vgl § 6 BVerGKonz 2018.

<sup>202</sup> Vgl § 7 BVerG 2018.

<sup>203</sup> Weitere Anwendungsfälle finden sich in § 3 Z 3-5.

<sup>204</sup> *Gast/Gleisner*, in *Autengruber/Kahl* (Hg) 64.

<sup>205</sup> Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2018 – BVerG 2018), BGBl I 65/2018 idgF.

<sup>206</sup> Vgl Bundesvergabegesetz Konzeptionen 2018, BGBl I 65/2018 idgF.

<sup>207</sup> Darunter fallen Unternehmen, auf die ein öffentlicher Auftraggeber gemäß § 4 Abs 1 BVerG 2018 oder ein öffentlicher Sektorenauftraggeber aufgrund der Eigentumsverhältnisse, der finanziellen Beteiligung oder der für das Unternehmen geltenden Vorschriften unmittelbar oder mittelbar einen beherrschenden Einfluss ausüben kann (§ 168 Abs 2 BVerG 2018).

Wärme- und Elektrizitätsversorgung (§ 170 BVergG 2018) und Wasserversorgung (§ 171 BVergG 2018) wahrnehmen (§§ 167 bis 169 BVergG 2018).

Nach § 5 Abs 1 SFBG sind Auftraggeber verpflichtet, in den festgelegten Bezugszeiträumen bei den Vorgängen nach § 3 SFBG (va Kauf, Leasing, Miete oder Ratenkauf von Straßenfahrzeugen) einen Mindestanteil an sauberen Straßenfahrzeugen zu beschaffen bzw einzusetzen.

Nach § 5 Abs 3 SFBG erstreckt sich der erste Bezugszeitraum vom 03.08.2021 bis zum 31.12.2025. Für diesen Zeitraum ist festgelegt, dass der Mindestanteil sauberer Fahrzeuge 38,5 % bei leichten Straßenfahrzeugen, 10 % bei schweren Straßenfahrzeugen der Kategorien N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub> sowie 45 % bei schweren Straßenfahrzeugen der Kategorie M<sub>3</sub> betragen muss. Dabei muss bei den schweren Straßenfahrzeugen der Klasse M<sub>3</sub> die Hälfte des geforderten Mindestanteils emissionsfreien Fahrzeugen vorbehalten sein.

Gemäß § 5 Abs 4 SFBG reicht der zweite Bezugszeitraum vom 01.01.2026 bis zum 31.12.2030. In diesem Zeitraum müssen leichte Straßenfahrzeuge zu mindestens 38,5 % sauber sein, während für schwere Straßenfahrzeuge der Klassen N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub> ein Mindestanteil von 15 % an sauberen Fahrzeugen vorgesehen ist. Für schwere Straßenfahrzeuge der Klasse M<sub>3</sub> liegt der geforderte Mindestanteil bei 65 %, wobei die Hälfte davon emissionsfreie Fahrzeuge sein müssen. Per 01.01.2031 sollen die folgenden Bezugszeiträume jeweils fünf Jahre umfassen, wobei sich die Mindestanteile dieser künftigen Bezugszeiträume nach dem eben dargelegten zweiten Bezugszeitraum gemäß § 5 Abs 4 richten (§ 5 Abs 5 SFBG).

Ein Auftraggeber ist berechtigt, seine Verpflichtungen durch die Teilnahme an einer Erfassungsgemeinschaft zu erfüllen,<sup>208</sup> welche als ein Zusammenschluss von mindestens zwei Auftraggebern definiert ist. Diese Gemeinschaft verpflichtet sich kollektiv zur Erfüllung der normierten Mindestanteile für mindestens einen Bezugszeitraum, wobei man während eines Bezugszeitraums zur Erfüllung des Mindestanteils ausschließlich Partei einer Erfassungsgemeinschaft sein kann.<sup>209</sup>

Das Gesetz unterscheidet zwischen emissionsfreien schweren Straßenfahrzeugen und sauberen Straßenfahrzeugen, welche sich wiederum unterteilen in saubere leichte Straßenfahrzeuge (M1, M2 oder N1) sowie saubere schwere Straßenfahrzeuge (M3, N2 oder N3). Saubere Straßenfahrzeuge sind Fahrzeuge, die im Betrieb geringe Emissionen verursachen und gewisse Grenzwerte einhalten. Ein leichtes Straßenfahrzeug gilt als sauber, wenn es die in Anhang I des SFBG festgelegten Grenzwerte<sup>210</sup> einhält. Schwere Straßenfahrzeuge sind Fahrzeuge der Klassen M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>; dazu gehören Reisebusse, Lkw und Sattelzüge. Ein schweres Straßenfahrzeug gilt als sauber, wenn es mit alternativen Kraftstoffen betrieben wird.

### 2.3.3.3 Aktionsplan für eine nachhaltige öffentliche Beschaffung (naBe-Aktionsplan)

Über die Vorgaben der CVD und des SFBG hinausgehend verpflichtet sich die österreichische Bundesregierung dazu, seit dem Jahr 2022 ausschließlich emissionsfreie Personenkraftwagen und leichte Nutzfahrzeuge für den öffentlichen Sektor zu beschaffen.<sup>211</sup> Diese Zielsetzung wurde mit dem naBe-Aktionsplan festgelegt. Die Beschaffung durch die öffentliche Hand stellt in der österreichischen Volkswirtschaft eine bedeutende Größe dar, indem sie jährlich etwa 46 Mrd. Euro umfasst, was ca. 14 Prozent des BIP entspricht.<sup>212, 213</sup> Vor diesem Hintergrund zielt der nationale Aktionsplan zur nachhaltigen öffentlichen Beschaffung darauf ab, dieses erhebliche wirtschaftliche Potential vollständig zum Zwecke eines verantwortungsvollen und umsichtigen Umgangs mit natürlichen Ressourcen sowie des Umweltschutzes, zu nutzen.<sup>214</sup> In Kapitel 10 finden sich Vorgaben zur Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen und Reifen/Mobilität. Die Kriterien des naBe-Aktionsplans für Fahrzeuge legen den Fokus darauf, dass öffentliche Auftraggeber vorrangig reine Elektrofahrzeuge (Battery Electric Vehicle) oder reine Wasserstoffbrennstoffzellen-Fahrzeuge (Fuel Cell Electric Vehicle) erwerben und lediglich in Fällen, in denen eine solche Beschaffung nicht umsetzbar ist, auf Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zurückgreifen sollen.<sup>215, 216</sup> Die Spezifikationen des naBe-Aktionsplans sehen jedoch vor, dass auch die Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, auf die gegebenenfalls zurückgegriffen wird, besonders niedrige CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen müssen.<sup>217</sup> Die Spezifikationen des naBe-Aktionsplans

<sup>208</sup> Vgl § 5 Abs 2 SFBG.

<sup>209</sup> Vgl § 2 Z 2 SFBG.

<sup>210</sup> Diese liegt bis zum 31.12.2025 bei 50 g CO<sub>2</sub>/km und ab dem 1.01.2026 bei 0 g CO<sub>2</sub>/km (Anhang I SFBG).

<sup>211</sup> BMK, Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität (2022) 37.

<sup>212</sup> BMF/BMJ/BMK/BML, Vortrag an den Ministerrat, Klimaneutrale Verwaltung und Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen öffentlichen Beschaffung 65/14 (2021) 2.

<sup>213</sup> BMK, Nachhaltige öffentliche Beschaffung (naBe) [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/nachhaltigkeit/beschaffung/nabe.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nachhaltigkeit/beschaffung/nabe.html) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>214</sup> BMK, Nachhaltige öffentliche Beschaffung (naBe) [https://www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/nachhaltigkeit/beschaffung/nabe.html](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/nachhaltigkeit/beschaffung/nabe.html) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>215</sup> <https://www.nabe.gv.at/fahrzeuge/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>216</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 51, [https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10\\_Fahrzeuge\\_naBe-Kriterien.pdf](https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10_Fahrzeuge_naBe-Kriterien.pdf). (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>217</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 51, [https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10\\_Fahrzeuge\\_naBe-Kriterien.pdf](https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10_Fahrzeuge_naBe-Kriterien.pdf). (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

verstehen sich als Zusatz zu den Bestimmungen der CVD und gelten nur für Fahrzeuge, die auch die CVD adressiert<sup>218</sup> (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Bussen, Bus- und Abfallsammeldienstleistungen).

Seit dem Jahr 2022 verpflichtet der naBe-Aktionsplan betreffend PKW und LNF (Klassen M<sub>1</sub> und N<sub>1</sub>) ausschließlich reine Elektrofahrzeuge (BEV) oder reine Wasserstoffbrennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV) anzuschaffen.<sup>219</sup> Unter bestimmten Bedingungen sind davon jedoch Ausnahmen vorgesehen: wenn die tägliche Fahrtstrecke festgelegte Werte überschreitet,<sup>220</sup> wenn die Möglichkeit für das regelmäßige Aufladen des Fahrzeugs nicht gegeben ist oder wenn kein reines Elektrofahrzeug in der für den Betrieb erforderlichen Größe oder mit der notwendigen Ausstattung verfügbar ist.<sup>221</sup> Sollte unter diesen Umständen die Anschaffung eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor unumgänglich sein, müssen spezifische Grenzwerte für CO<sub>2</sub>-Emissionen eingehalten werden (zB für Mittelklasse-Fahrzeuge 120 g/km ab 2025).<sup>222</sup> Ab dem Jahr 2027 ist jedoch vorgesehen, dass ausschließlich BEV und FCEV beschaffen werden. Abweichendes von dieser Vorgabe gilt nur, wenn für spezielle Einsatzbereiche erforderliche Fahrzeuge nicht als BEV oder FCEV verfügbar oder für den vorgesehenen Zweck nicht geeignet sind.<sup>223</sup> Der naBe-Aktionsplan erfährt eine umfassende Unterstützung durch sämtliche Bundesministerien, die ihn durch die Erlassung von Weisungen innerhalb ihrer jeweiligen Ressorts verbindlich implementieren.<sup>224</sup> So müssen die Vorgaben des naBe-Aktionsplans in den Beschaffungsprozessen der Bundesministerien, deren untergeordneten Dienststellen sowie mancher öffentlichen Auftraggeber zwingend berücksichtigt und umgesetzt werden.<sup>225</sup> Auch die Bundesbeschaffung GmbH (BBG) ist verpflichtet, die naBe-Kriterien gemäß der Weisung des BMF in allen relevanten Beschaffungsvorgängen anzuwenden.<sup>226</sup>

## 2.4 Anreize, Begünstigungen und Förderungen

### 2.4.1 Steuerrechtliche Erleichterungen

#### 2.4.1.1 Einkommensteuerrecht – Sachbezugsfreiheit für E-Autos

Im Falle der Privatnutzung von Firmenwagen ergibt sich für Arbeitnehmer:innen, ein Vorteil aus ihrem Dienstverhältnis, was zur Notwendigkeit führt, in der Lohn- und Gehaltsverrechnung einen Sachbezug anzusetzen. Dieser Sachbezug wird dann in die Bemessungsgrundlage etwa für Sozialversicherungsbeiträge, Lohnsteuer, Dienstgeberbeitrag, Dienstgeberzuschlag und Kommunalsteuer einbezogen.

Nach der Sachbezugswertverordnung (SBW-VO)<sup>227</sup> wird – begrenzt auf 960 € monatlich – ein monatlicher Sachbezug von 2% der tatsächlichen Anschaffungskosten des Fahrzeugs (inklusive USt und NoVA) angesetzt (§ 4 Abs 1 Z 1 SBW-VO).<sup>228</sup>

Für Fahrzeuge mit geringem CO<sub>2</sub>-Ausstoß sieht die SBW-VO eine reduzierte Sachbezugsbewertung vor.<sup>229</sup> Für Kraftfahrzeuge mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionswert von nicht mehr als 141 Gramm pro Kilometer wird ein reduzierter Sachbezug von 1,5% der tatsächlichen Anschaffungskosten des Fahrzeugs (einschließlich Umsatzsteuer und Normverbrauchsabgabe) angesetzt. Dieser Sachbezug ist auf maximal 720 Euro monatlich begrenzt (§ 4 Abs 1 Z 2 SBW-VO).

Für reine Elektroautos und Wasserstofffahrzeuge, die einen CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0 Gramm aufweisen, sieht § 4 Abs 1 Z 3 SBW-VO einen Sachbezugswert von Null vor.<sup>230</sup>

#### 2.4.1.2 Umsatzsteuerrecht – Vorsteuerabzug

Das UStG schließt den Vorsteuerabzug betreffend Fahrzeugkosten, speziell bei der Anschaffung, Miete und dem Betrieb von Personenkraftwagen oder Kombinationskraftwagen aus (§ 12 Abs 2 Z 2 lit b UStG). Davon abweichend wird seit dem Steuerreformgesetz (StRefG) 2015/2016 betreffend Personenkraftwagen, Kombinationskraftwagen oder Krafträdern mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0 Gramm pro Kilometer, also va reinen E-Autos ein Vorsteuerabzug gewährt (§ 12 Abs 2 Z 2a UStG).

<sup>218</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 51, [https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10\\_Fahrzeuge\\_naBe-Kriterien.pdf](https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10_Fahrzeuge_naBe-Kriterien.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>219</sup> Vgl <https://www.nabe.gv.at/fahrzeuge/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>220</sup> Wenn die tägliche Fahrtstrecke in der Regel mehr als 160 km beim PKW und 80 km beim LNF beträgt.

<sup>221</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 53, [https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10\\_Fahrzeuge\\_naBe-Kriterien.pdf](https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2021/06/10_Fahrzeuge_naBe-Kriterien.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>222</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 55 ff.

<sup>223</sup> Kap 10 Spezifikationen für die Beschaffung von Fahrzeugen, Verkehrsdienstleistungen, Reifen/Mobilität, 53.

<sup>224</sup> Vgl <https://www.nabe.gv.at/governance/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>225</sup> BMF/BMJ/BMK/BML, Vortrag an den Ministerrat, Klimaneutrale Verwaltung und Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen öffentlichen Beschaffung 65/14 (2021) 1.

<sup>226</sup> BMF/BMJ/BMK/BML, Vortrag an den Ministerrat 4.

<sup>227</sup> Verordnung über die Bewertung bestimmter Sachbezüge (Sachbezugswertverordnung), BGBl II 416/2001 idgF.

<sup>228</sup> Inzinger, Die steuerliche Behandlung von E-Autos und E-Bikes - Ein Überblick. ÖStZ 2022, 608 (608).

<sup>229</sup> Inzinger, Die steuerliche Behandlung von E-Autos und E-Bikes 608.

<sup>230</sup> Inzinger, Die steuerliche Behandlung von E-Autos und E-Bikes 608.

Eingeschränkt wird dies jedoch wiederum qua § 12 Abs 2 Z 2 lit a UStG iVm PKW-AngemessenheitsV<sup>231</sup>. Auf der Angemessenheitsgrenze („Luxustangente“) steht ein uneingeschränkter Vorsteuerabzug nur bis zu Anschaffungskosten iHv 40.000 Euro brutto zu.<sup>232</sup>

### 2.4.1.3 Befreiung von sonstigen Abgaben

Des Weiteren finden sich Ausnahmeregelungen bei kleineren Abgaben für Fahrzeuge mit einem CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0 g/km, die ebenso den Übergang zu einer nachhaltigeren Mobilität unterstreichen.

Die Normverbrauchsabgabe wird erhoben, sobald etwa ein Kraftfahrzeug in Österreich an Endkund:innen geliefert wird oder erstmals für den Verkehr zugelassen wird (zB Import) (§ 1 NoVAG). Vorgänge, die Kraftfahrzeuge betreffen, welche aufgrund ihres Antriebs – insbesondere bei Elektro- oder Wasserstoffantrieb – einen CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0 g/km aufweisen, sind gemäß § 3 Abs 1 Z 1 NoVAG von der Normverbrauchsabgabe ausgenommen. Diese Befreiung kann direkt und ohne zusätzliche administrative Schritte in Anspruch genommen werden.<sup>233</sup>

Gemäß § 1 des KfzStG 1992<sup>234</sup> unterliegen ua im Inland zugelassene Kraftfahrzeuge der Kraftfahrzeugsteuer, sofern sie ein höchstzulässiges Gesamtgewicht von mehr als 3,5 Tonnen aufweisen. Betreffend Kraftfahrzeuge, die aufgrund ihres Antriebes (insbesondere Elektro oder Wasserstoff) einen CO<sub>2</sub>-Emissionswert von 0 g/km aufweisen, besteht jedoch eine Steuerbefreiung (§ 2 Abs 1 Z 9 KfzStG 1992).

Nach § 9 Abs 5 BStMG<sup>235</sup> ist für Fahrzeuge der CO<sub>2</sub>-Emissionsklasse 5 gegenüber den für Fahrzeuge aller anderen CO<sub>2</sub>-Emissionsklassen einheitlich festzusetzenden Mauttarifen eine Ermäßigung in der Höhe von 75 % vorzusehen. Gemäß Art 7ga Abs 2 lit e RL 1999/62/EG gelten Fahrzeuge, die in die CO<sub>2</sub>-Emissionsklasse 5 eingestuft sind, als emissionsfrei. Also va Elektrofahrzeuge (BEV) oder reine Wasserstoffbrennstoffzellen-Fahrzeuge (FCEV). Diese Ermäßigung findet in der aktuellen Mauttarifverordnung 2023 ihren Niederschlag.

## 2.4.2 Verkehrsrechtliche Privilegierungen

### 2.4.2.1 Straßenverkehrsrecht

Die StVO hat durch die Einführung des § 54 Abs 5 lit m eine wichtige Ergänzung erfahren, die speziell das Parken und Halten von Elektrofahrzeugen während des Ladevorgangs adressiert. Konkret sieht diese Vorschrift eine Zusatztafel vor, die unter dem Verkehrszeichen „Halten und Parken verboten“ angebracht werden kann. Diese Zusatztafel signalisiert, dass das Verbot des Haltens und Parkens für das Aufladen von außen aufladbaren Elektrofahrzeugen nicht gilt. Mit dieser neuen Zusatztafel soll das Freihalten von Parkplätzen für das Aufladen von Elektrofahrzeugen auf eine unkomplizierte Art ermöglicht werden.<sup>236</sup> Sobald der Ladevorgang abgeschlossen ist, kann diese Ausnahmeregelung nicht mehr beansprucht werden; das Elektrofahrzeug muss folglich unverzüglich aus der Parkverbotszone entfernt werden.<sup>237</sup> Der VwGH zieht eine Parallele zwischen der Ladetätigkeit und dem Aufladen von Elektrofahrzeugen, weshalb er die für Ladetätigkeiten auf Straßen entwickelte Rechtsprechung auch auf die Ausnahmeregelung des Aufladens von Elektrofahrzeugen anwendet.<sup>238</sup>

ausgenommen



239

### 2.4.2.2 Immissionsschutzgesetz-Luft

Im Rahmen des IG-L<sup>240</sup> sind verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität sowie zur Prävention und Bekämpfung von Luftverschmutzung<sup>241</sup> normiert. Hierzu gehören insbesondere Instrumente wie Geschwindigkeitsbegrenzungen, um die Emission schädlicher Luftschadstoffe zu reduzieren. Des Weiteren ermöglicht das IG-L unter bestimmten Voraussetzungen

<sup>231</sup> Verordnung des Bundesministers für Finanzen betreffend die Angemessenheit von Aufwendungen im Zusammenhang mit Personen- und Kombinationskraftwagen, BGBl II 466/2004 idGF.

<sup>232</sup> Steiger, Elektroauto - abgaben- und steuerrechtliche Besonderheiten, taxlex 2021/62 (292); UStR Rz 1984.

<sup>233</sup> Vgl IA 1111/A XXVII. GP 6.

<sup>234</sup> Bundesgesetz über die Erhebung einer Kraftfahrzeugsteuer (Kraftfahrzeugsteuergesetz 1992), BGBl I 449/1992 idGF.

<sup>235</sup> Bundesgesetz über die Mauterhebung auf Bundesstraßen (Bundesstraßen-Mautgesetz 2002), BGBl I 109/2002 idGF.

<sup>236</sup> Pürstl, StVO-ON<sup>16</sup> § 54 (Stand 15.9.2023, rdb.at) Anm 12.

<sup>237</sup> Pürstl, StVO-ON<sup>16</sup> § 54 Anm 12; VwGH 16.02.2023, Ra 2022/02/0112.

<sup>238</sup> VwGH 16.02.2023, Ra 2022/02/0112.

<sup>239</sup> Vgl § 54 Abs 5 lit m StVO

<sup>240</sup> Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz – Luft), BGBl I 115/1997 idGF.

<sup>241</sup> Diese wirken somit „nur“ mittelbar CO<sub>2</sub>-senkend aus (Schulev-Steindl/ Romirer/ Liebenberger, Mobilitätswende: Klimaschutz im Verkehr auf dem rechtlichen Prüfstand (Teil I), RdU 2021/125 (243)).

die Implementierung von zeitlichen und räumlichen Verkehrsbeschränkungen, welche darauf abzielen, die Umweltbelastung durch den Kraftfahrzeugverkehr zu verringern. Eine Besonderheit innerhalb des IG-L stellt die Ausnahmebestimmung dar, nach der bestimmte Fahrzeugtypen von den genannten Verkehrsbeschränkungen ausgenommen sind.

Von zeitlichen und räumlichen Verkehrsbeschränkungen sind jene Fahrzeuge ausgenommen, die entweder über einen monovalenten Methangantrieb verfügen, ausschließlich elektrisch angetrieben werden oder als Plug-in-Hybrid-Elektrofahrzeuge konzipiert sind, sofern diese im rein elektrischen Betriebsmodus eine Mindestreichweite von 50 km gewährleisten können (§ 14 Abs 2 Z 5 IG-L).

Ferner sind Geschwindigkeitsbeschränkungen nicht auf Fahrzeuge mit reinem Elektroantrieb oder mit Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie anzuwenden, die gemäß § 49 Abs 4 Z 5 KFG 1967 gekennzeichnet sind (vgl dazu sogleich) und auf Autobahnen oder Schnellstraßen betrieben werden (§ 14 Abs 2a Z 2 IG-L).

#### 2.4.2.3 E-Kennzeichen

Das KFG 1967 regelt die Zulassung und Kennzeichnung von Fahrzeugen. Für rein elektrisch betriebene Fahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge besteht nach § 49 Abs 4 Z 5 die Möglichkeit, diese durch ein spezielles Kennzeichen zu kennzeichnen, das sie von herkömmlichen Fahrzeugen unterscheidet und bestimmte Privilegien wie die Nutzung von Busspuren oder reduzierte Parkgebühren ermöglichen kann. Die Kennzeichen für diese Fahrzeuge sind mit einer weißen Tafel und grünen Schriftzeichen gestaltet. Diese Regelung gilt für Fahrzeuge der Klassen L, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> und M<sub>3</sub>, sowie N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> und N<sub>3</sub>, sofern diese rein elektrisch oder mit einem Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb betrieben werden. Diese visuelle Unterscheidung erleichtert die Identifikation von Fahrzeugen, die zu den genannten Privilegien berechtigt sind, und unterstützt damit die Förderung einer nachhaltigeren Mobilität.

Insbesondere auf kommunaler Ebene werden bereits verschiedene Anreize für die Nutzung von Elektrofahrzeugen geboten, um die Umstellung auf umweltfreundlichere Mobilitätsformen zu fördern.<sup>242</sup> Ein Beispiel für solche Anreize ist die Befreiung von Parkgebühren für Elektrofahrzeuge.<sup>243</sup> So bieten auch die Stadt Villach Elektrofahrzeugen, die mit einem E-Kennzeichen oder einem „Parkpickerl“ ausgestattet sind, den Vorteil, in Kurzparkzonen bis zu drei Stunden kostenlos zu parken.<sup>244</sup>

### 2.4.3 Förderungen

#### 2.4.3.1 E-Mobilitätsförderung

Zur umweltfreundlichen Gestaltung des Verkehrs wird auch im Jahr 2023 vom österreichischen Bundesministerium die E-Mobilitätsoffensive<sup>245</sup> als wichtiger Beitrag gesehen. Insgesamt beinhaltet das Förderbudget finanzielle Mittel von 95 Millionen Euro, die ohne frühzeitige Ausschöpfung bis längstens 31. März 2024 zur Verfügung stehen. Die Voraussetzung, dass 100 % erneuerbare Energie verwendet werden muss, zieht sich durch alle Bereiche der Förderung, die sich in Förderangeboten für Privatpersonen und Förderangeboten für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine unterscheidet. Neben Förderangeboten für kombinierte Maßnahmen gibt es auch eine Unterscheidung nach Fahrzeugen und entsprechender Ladeinfrastruktur.

#### Allgemeine nationale Fördervoraussetzungen<sup>246, 247</sup>:

- Einsatz von Strom aus ausschließlich erneuerbaren Energieträgern.
- Ausschluss gebrauchter Fahrzeuge und Ladestationen.
- Gefördert werden neben Neuzulassungen auch Vorführfahrzeuge (Tageszulassungen und Funktionsfahrzeuge) von Händlern.
- Bei Vorführfahrzeugen dürfen zwischen dem Datum der Erstzulassung und dem aktuellen Zulassungsdatum nicht mehr als 12 Monate liegen.
- Es muss von Seiten des Fahrzeughändlers beim Kauf des Fahrzeuges ein E-Mobilitätsbonus gewährt worden sein.
- Die Behaltefrist für geförderte Fahrzeuge und Ladeinfrastruktur beträgt unabhängig von der Dauer des Leasingvertrages 4 Jahre.

<sup>242</sup> <https://infothek.bmk.gv.at/faq-wer-hat-anspruch-auf-die-gruene-nummerntafel/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>243</sup> <https://infothek.bmk.gv.at/faq-wer-hat-anspruch-auf-die-gruene-nummerntafel/> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>244</sup> <https://villach.at/stadt-service/parken-und-verkehr/e-autos> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>245</sup> Siehe zur E-Mobilitätsoffensive 2023 die Informationen auf der Homepage des BMK unter [https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen\\_wohnen\\_und\\_umwelt/elektroautos\\_und\\_e\\_mobilitaet/Seite.4320020.html](https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/elektroautos_und_e_mobilitaet/Seite.4320020.html) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>246</sup> Vgl Klima- und Energiefonds, Leitfaden E-Mobilität für Private, [https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden\\_EMob\\_Private\\_2023.pdf](https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/Leitfaden_EMob_Private_2023.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>247</sup> Vgl Klima- und Energiefonds, Leitfaden E-Mobilität für Private.

- Es kann pro Fahrzeug/Ladeinfrastruktur nur einmal eine Bundesförderung beantragt werden, es sind aber pro Antragsteller mehrere Anträge für unterschiedliche Fahrzeuge/Ladeinfrastrukturen zulässig.
- Fahrzeuge von Autovermietungs- und Mietwagenunternehmen sind förderungsfähig, vorausgesetzt diese werden innerhalb der Behaltdauer von vier Jahren lückenlos durch gleichwertige, förderungsfähige Fahrzeuge ersetzt.
- Gebietskörperschaften müssen einen Nachweis erbringen, dass 25 % der Investitionskosten selbst getragen werden.
- Es wird gleichzeitig auch die Förderung aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums beantragt, da so die Möglichkeit der Kofinanzierung aus EU-Mitteln geprüft wird.
- Ausgeschlossen von der Förderung sind Maßnahmen, die lediglich zu einer Verlagerung, aber keiner Verminderung von Emissionen führen.
- Kosten für immaterielle Leistungen, die 10 % der förderungsfähigen Investitionskosten übersteigen, werden ebenso nicht gefördert.

#### 2.4.3.1.1 E-Mobilitätsförderung für Privatfahrzeuge

Die Förderangebote für Privatpersonen<sup>248</sup> umfasst die Anschaffung von Neufahrzeugen mit reinem Elektroantrieb, Brennstoffzellenfahrzeugen, Plug-in-Hybridfahrzeugen sowie Elektrofahrzeugen mit Range Extender zur Personenbeförderung bzw Güterbeförderung. Es handelt sich dabei um Pauschalfördersätze, die auf maximal 50 % der förderfähigen Kosten begrenzt sind. Nicht gefördert werden dieselbetriebene Plug-in-Hybridfahrzeuge und dieselbetriebene Elektrofahrzeuge mit Range Extender, die eine elektrische Reichweite von weniger als 60 km nach WLTP<sup>249</sup> aufweisen, sowie Fahrzeuge mit einem Brutto-Listenpreis von über 60.000 Euro.

##### Fahrzeuge

Die Fördersätze für den Ankauf von Elektro-Privatfahrzeugen sehen dabei folgendermaßen aus:

- 3.000 Euro pro PKW mit reinem Elektro- und Brennstoffzellenantrieb
- 1.300 Euro pro Leichtfahrzeug
- 1.250 Euro pro PKW für Plug-in-Hybridfahrzeuge sowie Elektrofahrzeuge mit Range Extender

##### Infrastruktur

Die Fördersätze für den Ankauf von privater E-Ladeinfrastruktur sehen dabei folgendermaßen aus:

- 600 Euro für eine Wallbox in einem Ein-/Zweifamilienhaus
- 900 Euro für eine Wallbox in einem Mehrparteienhaus
- 1.800 Euro für eine Ladestation mit Lastmanagement in einem Mehrparteienhaus als Teil einer Gemeinschaftsanlage

#### 2.4.3.1.2 E-Mobilitätsförderungen für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine

Die Fördersätze für **Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine**<sup>250</sup> sind Pauschalfördersätze, welche auf maximal 30 % der förderfähigen Kosten begrenzt sind und deren Gewähr auf Basis der Umsetzung erfolgt. Nicht gefördert werden dieselbetriebene Plug-in-Hybridfahrzeuge und dieselbetriebene Elektrofahrzeuge mit Range Extender, die eine elektrische Reichweite von weniger als 50 km nach WLTP aufweisen, sowie Fahrzeuge mit einem Brutto-Listenpreis von über 60.000 Euro.

##### Fahrzeuge

Die Fördersätze für den Ankauf von Elektro-Fahrzeugen für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine sehen dabei folgendermaßen aus:

- 2.000 Euro pro E-PKW ( $N_1$ ) mit  $\leq 2,0$  to hzG<sup>251</sup>
- 6.000 Euro pro leichtem E-Nutzfahrzeug ( $N_1$ ) mit  $> 2,0$  und  $\leq 2,5$  to hzG
- 10.000 Euro pro leichtem E-Nutzfahrzeug ( $N_1$ ) mit  $> 2,5$  to hzG
- 6.000 Euro pro E-Kleinbus ( $M_1$ ) mit  $> 2,0$  und  $\leq 2,5$  to hzG, zugelassen für mindestens 7+1 Personen
- 10.000 Euro pro E-Kleinbus ( $M_1$ ) mit  $> 2,5$  to hzG, zugelassen für mindestens 7+1 Personen

<sup>248</sup> Vgl Klima- und Energiefonds, Leitfaden E-Mobilität für Private.

<sup>249</sup> "WLTP" ist die Abkürzung für "Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure".

<sup>250</sup> Vgl Klima- und Energiefonds, Leitfaden E-Mobilität für Private.

<sup>251</sup> Tonnen höchstzulässiges Gesamtgewicht.

- 20.000 Euro pro E-Kleinbus (Klasse M<sub>2</sub>)
- 24.000 Euro pro schwerem E-Nutzfahrzeug (N<sub>2</sub>)
- 72.000 Euro pro schwerem E-Nutzfahrzeug (N<sub>3</sub>)
- 52.000 Euro pro E-Bus (M<sub>3</sub>) mit >39 zugelassenen Personen inkl. Fahrer
- 78.000 Euro pro E-Bus (M<sub>3</sub>) mit >39 und ≤120 zugelassenen Personen inkl. Fahrer
- 130.000 Euro pro E-Bus (M<sub>3</sub>) mit ≥120 zugelassenen Personen inkl. Fahrer

### Infrastruktur

Bei der Ladeinfrastruktur für Betriebe, Gebietskörperschaften und Vereine erfolgt bei den Fördersätzen eine Unterscheidung nach öffentlicher und nicht öffentlicher Zugänglichkeit. Für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktureinrichtungen gibt es folgende Förderbeträge:

- 2.500 Euro für einen AC-Normalladepunkt mit 11 bis ≤ 22 kW
- 15.000 Euro für einen DC-Schnelladepunkt mit < 100 kW
- 30.000 Euro für einen DC-Schnelladepunkt mit ≥ 100 kW

Für nicht öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktureinrichtungen gibt es folgende Förderbeträge:

- 900 Euro für einen AC-Normalladepunkt mit ≤ 22 kW
- 4.000 Euro für einen DC-Schnelladepunkt mit < 50 kW
- 10.000 Euro für einen DC-Schnelladepunkt mit ≥ 50 bis < 100 kW
- 20.000 Euro für einen DC-Schnelladepunkt mit ≥ 100 kW

#### 2.4.3.2 ePrämie für eingespartes CO<sub>2</sub>

Im Rahmen einer „indirekten“ Förderung können private Besitzer:innen eines Elektrofahrzeuges den für das Fahrzeug genutzten Strom einmal pro Jahr an Unternehmen übertragen, die diese Strommengen gesammelt beim Umweltbundesamt zur Anerkennung einreichen. Private Besitzer:innen erhalten für die Überlassung ihrer Strommengen eine finanzielle Abgeltung, die Höhe der Zahlungen hängt aber von der Kalkulation der Unternehmen ab, auf die weder das BMK noch das Umweltbundesamt einen Einfluss haben, wodurch keine Unterstützung bei der Auswahl möglich ist. Diese Unternehmen bezeichnen diese entgeltliche Überlassung als „ePrämie“, „E-Quote“ oder „THG-Quote“. Wer sein privates Elektrofahrzeug an einem nicht öffentlichen Ladepunkt lädt, kann diese eindeutig nachvollziehbare Strommengen übertragen, ansonsten wird eine pauschalierte jährliche Strommenge von 1.500 kWh geltend gemacht. Es gibt grundsätzlich keine spezifischen Anforderungen oder unterschiedlichen Pauschalbeträge für zweispurige Fahrzeuge.<sup>252</sup>

#### 2.4.3.3 Kombinierte Maßnahmen

##### 2.4.3.3.1 EBIN

Die durch die Umstellung von derzeit fossil betriebenen Bussen auf emissionsfreie Antriebe anfallenden Mehrkosten inklusive der direkt zugehörigen Lade- und Wasserstoffbetankungsinfrastruktur können im Rahmen eines gezielten EBIN<sup>253</sup>-Förderbudgets angesetzt werden. Die finanziellen Mittel stammen aus der Recovery and Resilience Facility (RRF) der Europäischen Union und in Österreich werden rund 250 Millionen Euro dafür ausgeschüttet.

Gefördert werden dabei folgende Arten von Bussen:

- Batterie-elektrische Busse (Batteriebusse)
- Oberleitungsbusse (O-Busse)
- Busse mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb (H<sub>2</sub>-Busse)
- Die direkt zugehörige Lade-, Oberleitungs- und Wasserstoffbetankungsinfrastruktur

<sup>252</sup> Vgl Umweltbundesamt, Anrechnung Strom gemäß KVO, <https://www.umweltbundesamt.at/elna/anrechnung-erneuerbarer-strom/e-fahrzeug-besitzerin> (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>253</sup> Vgl FFG, Infosheet EBIN, [https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/20230905\\_Infosheet\\_EBIN.pdf](https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/20230905_Infosheet_EBIN.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

Folgende nicht rückzahlbaren Investitionskostenzuschüsse können im Rahmen dieser Förderung geltend gemacht werden:

- 80 % der Mehrkosten für die Anschaffung emissionsfreier Busse und
- 40 % der beihilfefähigen Investitionskosten für Infrastruktur

Die Abwicklung für die BMK erfolgt gemeinsam durch die österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und die Schieneninfrastruktur Dienstleistungsgesellschaft mbH (SCHIG mbH).

#### 2.4.3.3.2 ENIN

Wie bei EBIN können auch bei derzeit fossil betriebenen Nutzfahrzeugen die beim Umstieg auf emissionsfreie Antriebe anfallenden Mehrkosten inklusive der direkt zugehörigen Lade- und Wasserstoffbetankungsinfrastruktur im Rahmen eines gezielten ENIN<sup>254</sup>-Förderbudgets angesetzt werden. Zusätzlich wird auch die Umrüstung auf emissionsfreie Antriebsstränge unterstützt. Von den Mitteln stammen 35 Millionen aus dem Recovery and Resilience Facility (RRF) der Europäischen Union und 330 Millionen aus nationalen Mitteln.

Folgende Nutzfahrzeuge werden dabei gefördert:

- Batterie-elektrische Nutzfahrzeuge
- Nutzfahrzeuge mit Oberleitungssystemen
- Nutzfahrzeuge mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb
- Die direkt zugehörige Lade-, Oberleitungs- und Wasserstoffbetankungsinfrastruktur

Folgende nicht rückzahlbaren Investitionskostenzuschüsse können im Rahmen dieser Förderung geltend gemacht werden:

- 80 % der Mehrkosten für die Anschaffung emissionsfreier Nutzfahrzeuge
- 80 % der Umrüstkosten des Antriebsstrangs auf emissionsfreien Betrieb
- 40 % der beihilfefähigen Investitionskosten für Infrastruktur (60 % bei kombiniertem Verkehr im Vor- und Nachlauf)

Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft wickelt die ENIN-Förderungen für das Klimaschutzministerium ab.

## 2.5 Gegenwärtige Entwicklungen

Die großflächige Integration von Elektrofahrzeugen ist ein durch normative Vorgaben und Anreize gelenkter unaufhaltsamer Trend, der nicht nur die Mobilitätsbranche revolutioniert, sondern auch erhebliche Auswirkungen auf das Elektrizitätssystem mit sich bringt. Der Übergang zur Elektromobilität verspricht eine sauberere Umwelt und unterstützt die globalen Bemühungen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Jedoch ergeben sich aus dieser Entwicklung auch große Herausforderungen für die Stabilität und Effizienz der Stromnetze. Elektrofahrzeuge benötigen erhebliche Mengen an elektrischer Energie, was, insbesondere bei simultaner Ladung vieler Fahrzeuge, zu Spitzenbelastungen und potentieller Überlastung der Stromnetze führen kann.<sup>255</sup>

Gleichzeitig führt die durch den Ausbau der erneuerbaren Energien bedingte zunehmende Dezentralisierung des Elektrizitätssystems zu einer erhöhten Volatilität im Stromnetz, was das Management und die Aufrechterhaltung der Netzstabilität zusätzlich erschwert.

Diese Entwicklung unterstreicht die Notwendigkeit innovativer Lösungen, insbesondere zur Optimierung des Ladevorgangs, zu nutzen.<sup>256</sup> Zur erfolgreichen Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz könnten technologische Innovationen und Instrumente der Digitalisierung nutzbar gemacht werden. Intelligentes und bidirektionales Laden sowie eine digitale Vernetzung stellen dabei zentrale Bausteine zur Bewältigung der genannten Herausforderungen dar.<sup>257</sup>

### 2.5.1 Intelligentes Laden

Die AFIR definiert „intelligentes Laden“ als „einen Ladevorgang, bei dem die Stärke des an die Batterie abgegebenen Stroms anhand elektronisch übermittelter Echtzeit-Informationen angepasst wird“ (Art 2 Z 65 AFIR).<sup>258</sup> Intelligentes Laden meint eine Methode des unidirektionalen Ladens, die eine Optimierung des Ladeverfahrens gestattet. Hierbei wird die für das Aufladen des Fahrzeugs eingesetzte Energiemenge, basierend auf externen Parametern, wie dem aktuellen Strompreis, justiert.

<sup>254</sup> Vgl FFG, Infosheet ENIN, [https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/20230905\\_Infosheet\\_ENIN.pdf](https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/20230905_Infosheet_ENIN.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>255</sup> *Cejka*, RdU 2022/50, 110.

<sup>256</sup> Vgl ErwG 53 RED III; ErwG 30 AFIR.

<sup>257</sup> Vgl ErwG 30 AFIR.

<sup>258</sup> Vgl auch die Definition in Art 1 Z 14m RED III: „,intelligentes Laden‘ einen Ladevorgang, bei dem die Intensität des an die Batterie gelieferten Stroms auf der Grundlage elektronisch übermittelter Informationen dynamisch angepasst wird“.

Durch das intelligente Laden wird gleichsam eine „Glättung“ der Lastkurve von Elektrofahrzeugen erreicht, was sowohl zur Stabilisierung des Stromsystems beiträgt als auch die Energiekosten für Konsumenten senkt<sup>259</sup> und eine Dekarbonisierung des Energieversorgungssystems fördert.<sup>260</sup>

Um die effiziente Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz durch intelligentes Laden zu verwirklichen, ist eine Steuerung der Lastverteilung unabdingbar.<sup>261</sup> Dies bedeutet, dass der Ladevorgang so gesteuert wird, dass er mit den Kapazitäten und Anforderungen des Stromnetzes harmoniert. Dafür können verschiedene Parameter wie Lastenspitzen, Stromnachfrage, Energiepreise und Ladegewohnheiten der Nutzer:innen ausschlaggebend sein.

Der Einsatz intelligenter Messsysteme in Kombination mit intelligenten Ladepunkten optimiert den Ladevorgang und bringt sowohl für das Stromnetz als auch für die Endverbraucher:innen erhebliche Vorteile.<sup>262</sup> Sie erfassen durch eine Messung des Energieverbrauchs Echtzeitdaten, die sowohl für die Stabilität des Stromnetzes als auch für effizientes Laden entscheidend sind.<sup>263</sup> Intelligente Mess- und Ladetechnologien ermöglichen eine präzise Verbrauchsmessung und Kostentransparenz, unterstützen das Laden bei geringer Netzlast und optimieren so die Energiekosten.<sup>264</sup>

In den rezenten Rechtsakten der Union finden sich diesbezüglich vereinzelt Vorgaben. Nach Art 5 Abs 8 AFIR müssen die Betreiber von Ladepunkten sicherstellen, dass alle von ihnen betriebenen öffentlich zugänglichen Ladepunkte, die nach dem 13.04.2024 errichtet werden oder nach dem 14.10.2024 instandgesetzt werden, zu intelligentem Laden fähig sind. Art 15a Abs 3 RED III verpflichtet die Mitgliedstaaten, in ihren nationalen Rechtsvorschriften Maßnahmen zu verankern, die den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden fördern. Als mögliche Ansätze werden insbesondere intelligentes und bidirektionales Laden hervorgehoben. Gemäß Art 20a Abs 4 RED III sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, zu gewährleisten, dass neu installierte oder ersetzte, nicht öffentlich zugängliche Normalladepunkte über intelligente Ladefähigkeiten verfügen und gegebenenfalls kompatibel mit intelligenten Messsystemen sind.

Die Bedeutung von Gebäuden kommt auch in der EPBD zum Ausdruck. ErwG 22 zufolge, ermöglichen es Innovationen und neue Technologien Gebäuden, einen Beitrag zur allgemeinen Dekarbonisierung der Wirtschaft, einschließlich des Verkehrssektors, zu leisten. Sie können als Hebel für die Entwicklung der erforderlichen Infrastrukturen für das intelligente Laden von Elektrofahrzeugen dienen.

Auch im Entwurf der Neufassung der EPBD finden sich entsprechende Wertungen in den ErwG. Nach ErwG 39 ermöglichen intelligentes und bidirektionales Laden die Integration von Gebäuden in das Energiesystem. Von großer Bedeutung seien Ladepunkte an Orten, an denen Elektrofahrzeuge üblicherweise längere Zeit parken, wie zB am Wohn- oder Arbeitsort; weshalb gerade dort intelligente Ladefunktionen sicherzustellen seien. Der ErwG adressiert damit den Umstand, dass an Ladeorten, an denen Fahrzeuge üblicherweise für längere Zeit geparkt werden, das Konzept des „intelligenten Ladens“ besonders zu forcieren ist. Dies bedeutet, dass das Aufladen zu Momenten erfolgt, in denen die allgemeine Nachfrage nach Strom niedrig und somit auch die Energiekosten geringer sind.<sup>265</sup> Auch im normativen Teil des EPBD-E wird für die Ladepunkte, die gemäß dieser RL zu errichten sind, festgelegt, dass diese das intelligente Laden unterstützen müssen (Art 14Abs 6 EPBD-E).

## 2.5.2 Bidirektionales Laden

Gleichsam als Erweiterung des intelligenten Ladens soll nachfolgend die innovative Ladetechnologie des bidirektionalen Ladens erörtert werden. Der Legaldefinition des Art 2 Z 11 AFIR zufolge bezeichnet bidirektionales Laden „einen intelligenten Ladevorgang, bei dem die Richtung des Stromflusses umgekehrt werden kann, sodass Strom von der Batterie zu dem Ladepunkt fließen kann, an den sie angeschlossen ist“. Im Gegensatz zum herkömmlichen, unidirektionalen Laden, bei dem die elektrische Energie lediglich von der Ladestation zur Fahrzeugbatterie fließt, ermöglicht das bidirektionale Laden eine wechselseitige Energieübertragung.<sup>266</sup> Diese Technologie erlaubt es, die Richtung des Stromflusses umzukehren, sodass Elektrofahrzeuge als mobile Stromspeicher fungieren können.<sup>267</sup>

Das Potential des bidirektionalen Ladens wird besonders durch den Umstand verdeutlicht, dass Elektrofahrzeuge – wie herkömmliche Verbrennungsfahrzeuge – die meiste Zeit ungenutzt vor der Haustür oder am Firmenparkplatz stehen.<sup>268</sup> Diese Stillstandzeiten bieten die Gelegenheit, die Fahrzeugbatterien als Teil des Energiemanagementsystems zu nutzen.<sup>269</sup>

<sup>259</sup> Vgl ErwG 30 AFIR.

<sup>260</sup> *Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia*, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe (2023) 12, [https://smarten.eu/wp-content/uploads/2023/12/V2X-Enablers-and-Barriers-Study\\_11-2023\\_DIGITAL.pdf](https://smarten.eu/wp-content/uploads/2023/12/V2X-Enablers-and-Barriers-Study_11-2023_DIGITAL.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>261</sup> Vgl ErwG 55 RED III.

<sup>262</sup> Vgl ErwG 29 AFIR.

<sup>263</sup> Vgl ErwG 29 AFIR.

<sup>264</sup> Vgl ErwG 29 AFIR.

<sup>265</sup> *Cejka*, RdU 2022/50, 110.

<sup>266</sup> *Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia*, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 12.

<sup>267</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Leitfaden »BIDIREKTIONALES LADEN« Status, Trends und Potenziale (2023) 5, [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Leitfaden\\_bidirektionales\\_Laden\\_final.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Leitfaden_bidirektionales_Laden_final.pdf) (zuletzt abgerufen (12.04.2024)).

<sup>268</sup> ErwG 54 RED III.

<sup>269</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Leitfaden »BIDIREKTIONALES LADEN« 4.

Dabei eröffnen sich mannigfaltige Einsatzmöglichkeiten und Konstellationen:

- Unter V2X versteht man den Sammelbegriff, der alle Arten des bidirektionalen Ladens (V2H, V2B, und V2G) umfasst, die dieselbe Funktionalität bieten, sich jedoch in ihren technischen Anforderungen und den damit verbundenen Kosten unterscheiden.<sup>270</sup>
- V2G (Vehicle-to-Grid) bezeichnet den direkten Energieaustausch von Fahrzeugen mit dem Stromnetz, wodurch Fahrzeuge in die Lage versetzt werden, symmetrische Dienstleistungen für die Regulierung von Frequenz und Spannung, Kapazitätsmärkte, Großhandelsmärkte und lokale Flexibilitätsmärkte anzubieten.<sup>271</sup> Eine Besonderheit von V2G gegenüber intelligentem Laden ist, dass Elektrofahrzeuge diese Flexibilitätsbereitstellung auch dann anbieten können, wenn ihre Batterien bereits vollständig aufgeladen sind.<sup>272</sup> Während der Fahrzeuginhaber auf diese Weise Einnahmen erzielt, profitieren Netzbetreiber nicht nur durch die Entlastung von potentiellen Netzspannungen,<sup>273, 274</sup> sondern auch durch die Begrenzung von Engpässen und die Verbesserung des Spitzenlastmanagements.<sup>275</sup>
- V2H (Vehicle-to-Home) und V2B (Vehicle-to-Building) bezeichnen die Einbindung von Elektrofahrzeugen in das Energiemanagementsystem eines Haushalts oder Unternehmens.<sup>276</sup> Dadurch werden Elektrofahrzeuge als mobile Speichereinheiten genutzt, die den Eigenverbrauch von Strom aus erneuerbaren Quellen, wie Photovoltaikanlagen, maximieren und die Abhängigkeit von extern bezogenem Strom verringern.<sup>277</sup> Durch V2H können Hauseigentümer:innen
- überschüssigen Solarstrom in der Fahrzeugbatterie speichern und zu einem späteren Zeitpunkt, beispielsweise an sonnenarmen Tagen, wieder ins Hausnetz einspeisen. Dies trägt dazu bei, den Strombezug aus dem Netz zu reduzieren und sohin die Eigenversorgungsquote zu erhöhen.<sup>278</sup> V2H erlaubt es ferner, überschüssige Energie zu speichern, anstatt sie zu niedrigeren Preisen ins Netz einzuspeisen,<sup>279</sup> und kann zudem mitunter zur Notstromversorgung dienen.<sup>280</sup> Die Nutzung eines Elektrofahrzeugs als mobilen Heimspeicher erfordert die entsprechende bidirektionale Ladetechnik. Zudem muss eine entsprechende Ladeinfrastruktur, wie eine geeignete Wallbox, vorhanden sein, die den bidirektionalen Stromfluss zwischen Fahrzeug und Haus- bzw Gebäudenetzwerk ermöglicht.<sup>281</sup>

Die Rolle von Elektrofahrzeugen im Stromnetz ist gewissermaßen ambivalent: Einerseits repräsentieren sie eine zusätzliche Belastung, andererseits dienen sie mitunter als dezentrale, flexible Ressource für Netzdienstleistungen.<sup>282</sup> Diese netzstützende Eigenschaft hat das Potential, E-Fahrzeuge, über ihre Hauptfunktion als Transportmittel hinaus, zu einem wesentlichen Akteur zur Stabilisierung und Effizienzsteigerung des Stromnetzes zu machen.

### 2.5.3 E-Fahrzeug als Energiespeicher<sup>283</sup>

Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge, die in der Lage sind, bidirektional mit dem Stromnetz zu kommunizieren und dementsprechende Ladevorgänge vorzunehmen, können während längerer Stehzeiten grundsätzlich beliebig Strom aus dem Netz laden und wieder in dasselbige entladen. In der Zeit, in der sie Elektrizität aufnehmen, bis zu dem Zeitpunkt der Entladung, speichert die Batterie des Fahrzeugs diesen Strom. Daher stellt sich die Frage, ob ein batteriebetriebenes Elektrofahrzeug auch die Funktion der Energiespeicherung im juristischen Sinne ausübt.

<sup>270</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>271</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>272</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>273</sup> ErwG 30 AFIR.

<sup>274</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>275</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 15.

<sup>276</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>277</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Leitfaden »BIDIREKTIONALES LADEN« 7, 13.

<sup>278</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Leitfaden »BIDIREKTIONALES LADEN« 7, 13.

<sup>279</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 13.

<sup>280</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 15.

<sup>281</sup> Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Leitfaden »BIDIREKTIONALES LADEN« 18.

<sup>282</sup> E-NTSO-E, Position Paper on Electric Vehicle Integration into Power Grids (2021) 22, [https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/Position papers and reports/210331\\_Electric\\_Vehicles\\_integration.pdf](https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/Publications/Position%20papers%20and%20reports/210331_Electric_Vehicles_integration.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>283</sup> Teile dieser Ausführungen stammen aus dem Projekt SERVARE „Seasonal storage in an optimal regulatory framework by assessing various opportunities“ (dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes FO999894842 durchgeführt).

Als Energiespeichieranlagen iSd EBM-RL 2019 werden Anlagen im Elektrizitätsnetz<sup>284</sup> bezeichnet, in denen Energiespeicherung erfolgt.<sup>285</sup> Folglich definiert sich die Anlage über den Vorgang der Energiespeicherung. Darunter wird gemäß Art 2 Z 59 EBM-RL 2019 „die Verschiebung der endgültigen Nutzung elektrischer Energie auf einen späteren Zeitpunkt als den ihrer Erzeugung oder die Umwandlung elektrischer Energie in eine speicherbare Energieform, die Speicherung solcher Energie und ihre anschließende Rückumwandlung in elektrische Energie oder Nutzung als ein anderer Energieträger“ verstanden. Grundsätzlich werden vom Wortlaut der Legaldefinition zwei Szenarien abgedeckt: i) Die elektrische Energie bleibt in ihrer Form gleich, nur der Zeitpunkt der Nutzung wird verschoben, nämlich auf einen späteren. ii) Die elektrische Energie wird umgewandelt in eine andere Energieform, die speicherbar sein muss. In weiterer Folge wird diese andere Energieform gespeichert und wieder in elektrische Energie rückumgewandelt oder als anderer Energieträger genutzt.

Demnach würde die Entnahme von Elektrizität aus dem Stromnetz und ihre Speicherung in der Fahrzeugbatterie unter die Definition zu subsumieren sein, da die Energieform die gleiche bleibt, lediglich der Verbrauch dieser Elektrizität wird zeitlich hinausgezögert. Dieser Interpretationsansatz ist auch von der EBM-RL 2019 so beabsichtigt, da in den Erwägungsgründen iZm Verbrauchern die „Speicherung von Energie, beispielsweise Speicherung unter Einsatz von Elektrofahrzeugen“, als Beispiel für die potentielle Teilnahme an Elektrizitätsmärkte und damit einhergehend die Flexibilisierung des Systems genannt wird. Zum Zwecke der Lastensteuerung soll sogar explizit das intelligente Laden von Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommen, um so das Fahrzeug effizient in das Stromnetz einzubinden und im weiteren Verlauf zur Dekarbonisierung des Verkehrssektors beizutragen.<sup>286</sup>

Hier muss vollständigkeithalber ergänzt werden, dass es laut Empfehlung<sup>287</sup> durchaus Absicht der EU war, den Begriff der Energiespeicherung so neutral wie möglich zu gestalten, um so verschiedenen Technologien die Möglichkeit zu bieten, darunter subsumiert zu werden, damit ein breites Spektrum an Optionen geschaffen werden kann, das auch unterschiedliche Energieträger und Zeiträume bedienen könnte, um so zur Flexibilisierung der Energiewirtschaft beizutragen. Als ein mögliches Beispiel nennt die Kommission hier Fahrzeugbatterien zur Speicherung von Energie, die ua zur Stabilisierung des Netzes genutzt werden können.<sup>288</sup>

Kommt man zum Ergebnis, dass die Subsumption von batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen unter den Begriff der Energiespeicherung zu bejahen ist, enthält die EBM-RL 2019 Entflechtungsvorschriften für Netzbetreiber. Art 36 Abs 1 verbietet es Verteilernetzbetreibern und Art 54 Abs 1 Übertragungsnetzbetreibern grundsätzlich Eigentümer von Energiespeichieranlagen zu sein bzw diese zu errichten, zu verwalten oder zu betreiben. Ausnahmsweise räumt die Richtlinie den Mitgliedstaaten jedoch das Recht ein, ihnen das Eigentum, die Errichtung, die Verwaltung oder den Betrieb von Energiespeichern zu gestatten. Zum einen ist dies möglich, wenn es sich bei dem Energiespeicher um eine vollständig integrierte Netzkomponente<sup>289</sup> handelt und die Regulierungsbehörde ihre Genehmigung erteilt hat. Zum anderen, kann dies auch geschehen, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

Nach einem offenen, transparenten und diskriminierungsfreien Ausschreibungsverfahren (das von der Regulierungsbehörde geprüft und genehmigt werden muss) wurde keiner anderen Partei das Recht eingeräumt, Eigentümer:in solcher Anlagen zu sein bzw sie zu errichten, zu verwalten oder zu betreiben, oder keine andere Partei war in der Lage, die Leistung weder zu angemessenen Kosten noch rechtzeitig zu erbringen.

Solche Anlagen (oder nicht frequenzbezogene Systemdienstleistungen bei den Übertragungsnetzbetreibern) müssen als notwendig eingestuft werden, damit die Netzbetreiber ihren Verpflichtungen aus der EBM-RL 2019 zur Aufrechterhaltung eines leistungsfähigen, zuverlässigen und sicheren Netzbetriebs nachkommen können. Jedoch dürfen die Anlagen nicht dazu verwendet werden, Strom auf den Märkten zu kaufen oder zu verkaufen.

Schließlich muss die Regulierungsbehörde geprüft haben, ob eine solche Ausnahme erforderlich ist, das Ausschreibungsverfahren einschließlich seiner Bedingungen bewertet und ihre Zustimmung erteilt haben.<sup>290</sup>

---

284 An dieser Stelle muss angemerkt werden, dass die Einordnung von Elektrofahrzeugen als „Anlagen im Elektrizitätsnetz“ nicht ohne Weiteres vorgenommen werden kann, da sich durchaus die Frage stellt, wo das Elektrizitätsnetz endet und damit auch die Elektrizitätsrechtlichen Vorgaben nicht mehr zur Anwendung gelangen. Da das Elektrizitätswirtschaftsgesetz, und damit auch die nationale Umsetzung der unionsrechtlichen Vorgaben zur Energiespeicherung, bloß in einem Entwurf veröffentlicht und die finale Fassung noch nicht beschlossen wurde, wurde diese Abgrenzung in der rechtlichen Auslegung, vor allem auch unter Beiziehung der Rechtsprechung, nicht vorgenommen. Nichtsdestotrotz soll vollständigkeithalber die mögliche Problematik nicht unkommentiert bleiben.

<sup>285</sup> Vgl Art 2 Z 60 EBM-RL 2019.

<sup>286</sup> Vgl ErWG 42 EBM-RL 2019.

<sup>287</sup> Empfehlung der Europäischen Kommission vom 14. März 2023 über Energiespeicherung – Eckpfeiler einer dekarbonisierten und sicheren Energiewirtschaft in der EU, ABl 2023 C 103/1.

<sup>288</sup> Vgl ErWG 4 iVm ErWG 7 Em (Kom) Energiespeicherung.

<sup>289</sup> „Vollständig integrierte Netzkomponenten“ sind nach Art 2 Z 51 EBM-RL 2019 „Netzkomponenten, die in das Übertragungs- oder Verteilernetz integriert sind, einschließlich Energiespeichieranlagen, und die ausschließlich der Aufrechterhaltung des sicheren und zuverlässigen Betriebs des Übertragungs- oder Verteilernetzes und nicht dem Systemausgleich- oder Engpassmanagement dienen“.

<sup>290</sup> Vgl Art 36 Abs 2 und 54 Abs 2 EBM-RL 2019.

Die Regulierungsbehörde führt in regelmäßigen Abständen, mindestens alle fünf Jahre, eine öffentliche Konsultation zu bestehenden Energiespeichieranlagen durch, um das mögliche Interesse Dritter und die mögliche Verfügbarkeit von Investitionen in solche Anlagen zu bewerten. Ergibt sich aus diesen Konsultationen, dass Dritte in der Lage sind, kosteneffizient Eigentümer:in solcher Anlagen zu sein bzw sie zu errichten, zu betreiben oder zu verwalten, stellen die Regulierungsbehörden sicher, dass die entsprechenden Tätigkeiten der Netzbetreiber innerhalb von 18 Monaten eingestellt werden.<sup>291</sup>

War die Energiespeicherung bislang bloß im Unionsrecht verankert, so soll die Umsetzung der Bestimmungen mit der Novelisierung des ElWOG 2010 durch das ElWG erfolgen. Die Bestimmungen sollen vor allem auch als Ausdruck der Verdeutlichung der wichtigen Rolle wahrgenommen werden, den die Energiespeicherung zum Gelingen der Energiewende beitragen kann.<sup>292</sup> Die Legaldefinition orientiert sich exakt nach jener in der EBM-RL 2019 und definiert einerseits die Energiespeichieranlage<sup>293</sup> und andererseits die Energiespeicherung<sup>294</sup>, wobei sich die Anlage ebenfalls über die Tätigkeit der Speicherung definiert. Unter Energiespeichieranlage sollen auch E-Fahrzeuge subsumierbar sein, sofern sie über eine bidirektionale Ladestruktur verfügen.<sup>295</sup> In diesen Fällen wären folglich die weiteren Bestimmungen des neu geschaffenen 8. Teils zu Energiespeicherung anwendbar. Zwar soll die Rolle der Energiespeicherung etabliert werden, jedoch soll in der tatsächlichen Behandlung die Energiespeichieranlage (und damit auch uU das E-Fahrzeug) je nach Energieflussrichtung als Entnehmer:innen oder Einspeiser:innen gelten, was mit den jeweiligen Rechten und Pflichten dieser Marktrollen einher gehen würde.<sup>296</sup>

Entsprechend der unionsrechtlichen Vorgaben wird den Netzbetreibern das Eigentum an Energiespeichieranlagen bzw die Tätigkeiten der Errichtung, Verwaltung und des Betriebs solcher Anlagen grundsätzlich verboten.<sup>297</sup> Eine Abweichung von den Regelungen kann stattfinden, sofern es sich um eine vollständig integrierte Netzkomponente<sup>298</sup> handelt.<sup>299</sup> Eine weitere Abweichung kann in Folge einer Ausnahmegenehmigung der Regulierungsbehörde erfolgen, sofern einige Voraussetzungen erfüllt sind.<sup>300</sup> Die Energiespeichieranlage muss für den Netzbetreiber insoweit notwendig sein, als sie der Erfüllung seiner Verpflichtungen dient, sofern sie nicht über diese Nutzung hinaus zum Kauf oder Verkauf von Strom herangezogen wird.<sup>301</sup> Ein offenes, transparentes und diskriminierungsfreies Ausschreibungsverfahren wird vom Netzbetreiber hinsichtlich der Tätigkeiten iZm Energiespeichieranlage im Eigentum Dritter durchgeführt<sup>302</sup> und schließlich jedoch keiner Teilnehmer:in der Zuschlag erteilt<sup>303</sup>. Auch hier wieder, wie bei der Genehmigung für NB im Kontext der Ladepunkte, kann der Grund dafür insbesondere in der fehlenden Angemessenheit hinsichtlich der Kosten oder Rechtzeitigkeit liegen.<sup>304</sup> Als weitere Voraussetzung, und damit auch als Verschärfung der Bedingungen zu sehen, sieht der Entwurf vor, dass der Netzbetreiber vor dem Verfahren eine Alternativenprüfung durchzuführen hat, um zu beurteilen, ob günstigere und schneller verfügbare, geeignete Maßnahmen zur Erfüllung des vorgebrachten technischen Zwecks vorhandene sind.<sup>305</sup> Die erste Überprüfung hinsichtlich des geänderten Potentials und Interesses Dritter an den Tätigkeiten führt die Regulierungsbehörde erstmals nach fünf Jahren nach Inbetriebnahme der Anlage und in weiterer Folge in maximal fünf Jahres Abständen durch.<sup>306</sup> Wird der Zuschlag einem Dritten erteilt, so hat der NB die darauf gerichtete Tätigkeit innerhalb von 18 Monaten einzustellen, sofern die Versorgungssicherheit nicht gefährdet wird.<sup>307</sup>

#### 2.5.4 Rezente Rechtsakte

AFIR, RED III und der Entwurf der Neufassung der EPBD sehen allesamt Vorschriften betreffend bidirektionales Laden vor.

Wie bereits zum intelligenten Laden ausgeführt, sieht Art 15a Abs 3 RED III vor, dass die Mitgliedstaaten ihren nationalen Regelungen und Bauvorschriften geeignete Maßnahmen – wie etwa bidirektionales Laden – festlegen, um den Anteil von am Standort oder in der Nähe erzeugtem Strom und erzeugter Wärme und Kälte aus erneuerbaren Quellen sowie der aus dem Netz bezogenen Energie aus erneuerbaren Quellen im Gebäudebestand zu erhöhen.

<sup>291</sup> Vgl Art 36 Abs 3 und 54 Abs 4 EBM-RL 2019.

<sup>292</sup> Vgl Erläuterungen zu § 71 ElWG-E.

<sup>293</sup> Vgl § 6 Abs 1 Z 30 ElWG-E.

<sup>294</sup> Vgl § 6 Abs 1 Z 31 ElWG-E.

<sup>295</sup> Vgl Erläuterungen zu § 6 Abs 1 Z 30 ElWG-E.

<sup>296</sup> Vgl § 71 ElWG-E.

<sup>297</sup> Vgl § 71 Abs 1 ElWG-E.

<sup>298</sup> Gemäß § 6 Abs 1 Z 146 meint eine „vollständig integrierte Netzkomponenten“ Netzkomponenten, einschließlich Energiespeichieranlagen, die in das Übertragungs- oder Verteilernetz integriert sind, ausschließlich der Aufrechterhaltung des sicheren und zuverlässigen Betriebs des Übertragungs- oder Verteilernetzes und nicht dem Systemausgleich- oder Engpassmanagement dienen und deren Lade- und Entladezeiten im regulären Betrieb deutlich unter der Dauer eines Marktintervalls liegen.

<sup>299</sup> Vgl § 71 Abs 1 Z 1 ElWG-E.

<sup>300</sup> Vgl § 71 Abs 1 Z 2 ElWG-E.

<sup>301</sup> Vgl § 71 Abs 2 Z 1 ElWG-E.

<sup>302</sup> Vgl § 71 Abs 2 Z 2 ElWG-E.

<sup>303</sup> Vgl § 71 Abs 2 Z 3 ElWG-E.

<sup>304</sup> Vgl § 71 Abs 2 Z 3 ElWG-E.

<sup>305</sup> Vgl § 71 Abs 3 ElWG-E.

<sup>306</sup> Vgl § 71 Abs 5 ElWG-E.

<sup>307</sup> Vgl § 71 Abs 5 ElWG-E.

Nach Art 20a Abs 5 RED III wird von den Mitgliedstaaten erwartet, dass sie einen nationalen Regelungsrahmen schaffen, der die Teilnahme von kleinen oder mobilen Systemen wie Batterien für die Wohnumgebung oder Elektrofahrzeugen, sowie anderen kleinen dezentralen Energiequellen, am Elektrizitätsmarkt ermöglicht. Dies umfasst die Beteiligung an Engpassmanagement und die Erbringung von Flexibilitäts- und Regelreserveleistungen. Zur Verwirklichung dieser Zielsetzung sind die Mitgliedstaaten aufgefordert, in enger Abstimmung mit den Marktteilnehmern und den Regulierungsbehörden technische Anforderungen für die Marktteilnahme dieser Systeme zu definieren.

ErwG 58 RED III betont diesbezüglich die Schaffung gleicher Wettbewerbsbedingungen für diese Stromerzeugungs- und Speichersysteme, einschließlich Batterien und Elektrofahrzeugen. Ziel ist es, Diskriminierung zu vermeiden und einen übermäßigen administrativen oder regulativen Aufwand zu verhindern, damit diese Akteure effektiv am Strommarkt teilnehmen können. Die Mitgliedstaaten sind zudem angehalten, Eigenverbraucher und Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften insbesondere durch das Angebot von Flexibilitätsleistungen mittels Laststeuerung und Speicherung zur aktiven Teilnahme am Strommarkt zu ermutigen.

ErwG 56 zufolge wird von Anbietern von Elektromobilitätsdienstleistungen und Elektrizitätsmarktteilnehmern gefordert, Elektrofahrzeugnutzern transparent zu kommunizieren, auf welche Weise sie für die Bereitstellung von Flexibilitätsdiensten, Regelreservekapazitäten und Speicherkapazitäten, die sie durch die Verwendung ihres Elektrofahrzeugs dem Elektrizitätssystem sowie dem Strommarkt zur Verfügung stellen, eine Vergütung erhalten.

Art 14 Abs 1 AFIR verpflichtet jeden Mitgliedstaat, bis spätestens 31.12.2024 einen Entwurf eines nationalen Strategierahmens für die Marktentwicklung bei alternativen Kraftstoffen im Verkehrsbereich sowie für den Aufbau der entsprechenden Infrastrukturen zu erarbeiten. Dieser Strategierahmen soll ua geplante oder bereits angenommene Maßnahmen umfassen, die die Errichtung und den Betrieb von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge fördern. Ein spezieller Fokus liegt dabei auf der geografischen Verteilung von bidirektionalen Ladepunkten zum Zwecke der Flexibilität des Energiesystems und zur Durchdringung des Stromsystems mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen (Art 14 Abs 2 lit h AFIR).

Eine weitere Verpflichtung für die Mitgliedstaaten sieht Art 15 Abs 3 AFIR vor. Demnach sind diese bis zum 30.06.2024 und anschließend alle drei Jahre dazu angehalten, eine umfassende Bewertung darüber durchzuführen, inwieweit die Errichtung und der Betrieb von Ladepunkten – einschließlich öffentlicher oder privater, intelligenter oder bidirektionaler Ladestationen sowie sämtlicher Stromversorgungseinrichtungen – zu einer gesteigerten Flexibilität des Energiesystems beigetragen haben.

Art 15 Abs 4 AFIR legt ferner ein besonderes Augenmerk auf bidirektionales Laden. Basierend auf den Beiträgen der Übertragungs- und Verteilernetzbetreiber, bewerten die Regulierungsbehörden jedes Mitgliedstaates bis zum 30.06.2024 und danach alle drei Jahre, inwiefern bidirektionales Laden zur Reduktion der Kosten für Nutzer und System beiträgt und den Anteil von Strom aus erneuerbaren Quellen im Stromsystem erhöht. Auf der Grundlage dieser Bewertungen, die ebenfalls öffentlich zugänglich gemacht werden, ergreifen die Mitgliedstaaten bei Bedarf geeignete Maßnahmen zur Anpassung der Verfügbarkeit und geografischen Verteilung von bidirektionalen Ladepunkten, insbesondere im privaten Sektor, und integrieren diese Erkenntnisse in ihre nationalen Fortschrittsberichte.

Der EPBD-E fordert in Art 14 Abs 6 betreffend die von der RL erfassten Ladepunkte, dass diese „gegebenenfalls“ bidirektionales Laden ermöglichen sollen.

## 2.6 Ausblick und Empfehlungen

Die hier skizzierten Potentiale von bidirektionalem Laden erfordern teilweise eine Anpassung des Rechtsrahmens. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Beitrags liegt der Entwurf des neugefassten Energiewirtschaftsgesetzes (EIWG) vor. Im Folgenden werden die für bidirektionales Laden relevanten rechtlichen Aspekte dargelegt und – soweit vorhanden – anhand des EIWG-Entwurfs analysiert.

### 2.6.1 Tarifoptimiertes Laden

Der Ansatz des tarifoptimierten Ladens ermöglicht es, Elektrofahrzeuge zu Zeiten geringerer Strompreise zu laden und umgekehrt, die gespeicherte Energie bei höheren Tarifen ins Hausnetz zurückzuspeisen.<sup>308</sup>

Gemäß § 21 Abs 1 EIWG-E haben Endkund:innen, deren Stromverbrauch mittels eines intelligenten Messsystems erfasst wird, das Recht auf einen Liefervertrag mit dynamischen Energiepreisen. Energieversorger, die mehr als 50.000 Zählpunkte beliefern, sind dazu verpflichtet, solche Verträge anzubieten.

Das Konzept des Liefervertrags mit dynamischen Energiepreisen wird in § 6 Z 84 EIWG-E definiert als Stromliefervertrag zwischen einem Lieferanten und einer Endkund:in, der die Preisschwankungen auf den Spotmärkten, einschließlich der Day-Ahead- und Intraday-Märkte, in Intervallen widerspiegelt, die mindestens den Abrechnungsintervallen des jeweiligen Marktes entsprechen. Nach den Erl zum EIWG-E ermöglicht diese Regelung, den Verbrauch gemäß den Echtzeit-Preissignalen

<sup>308</sup> Kasnatscheew/Jenter, Factsheet Bidirektionales Laden (2023) 4, [https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Broschueren/Factsheet\\_Bidirektionales\\_Laden.pdf](https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Broschueren/Factsheet_Bidirektionales_Laden.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

anzupassen, wodurch Endkund:innen unmittelbar am Markt partizipieren können.<sup>309</sup> Die Einführung von nicht statischen Tarifen, die auch eine Optimierung der Lade- und Entladezyklen von Elektrofahrzeugen ermöglichen, kann dahin gedeutet werden, einen Anreiz für die Verbraucher zu einer flexibleren Gestaltung ihrer Stromnutzung zu schaffen.<sup>310</sup>

### 2.6.2 Nutzung von Flexibilitätsmöglichkeiten

Bidirektionales Laden eröffnet eine Vielzahl an Flexibilitätsmöglichkeiten und kann idZ etwa auch betreffend Redispatches, welche einen Mechanismus zur Engpassbewältigung im Stromnetz darstellen, von Vorteil sein.<sup>311</sup> Beim Auftreten von Engpässen im (Übertragungs-)Netz werden idR Kraftwerke vor dem Engpass gedrosselt und solche dahinter hochgefahren, um die Netzstabilität zu gewährleisten und den Strombedarf zu decken. Die Integration bidirektionaler Ladetechnologien könnte das kostspielige Hoch- und Runterfahren von Kraftwerken durch das gezielte Laden oder Entladen von Elektrofahrzeugen reduzieren oder vermeiden.<sup>312</sup>

Wie erwähnt sieht die RED III vor, dass Mitgliedstaaten sicherzustellen haben, dass kleine oder mobile Systeme wie Batterien für die Wohnumgebung oder Elektrofahrzeuge und andere kleine dezentrale Energiequellen auch über Aggregation an den Elektrizitätsmärkten teilnehmen, einschließlich des Engpassmanagements und der Erbringung von Flexibilitäts- und Regelreserveleistungen (Art 20a Abs 5 RED III).

In diese Kerbe scheint auch § 48 Abs 3 EIWG-E zu schlagen. Die besagte Regelung im EIWG-E sieht vor, dass Endkund:innen, die im Besitz einer Energiespeicheranlage sind und den selbst erzeugten sowie gespeicherten Strom hinter dem Zählpunkt verbrauchen oder Flexibilitätsdienstleistungen für den Netzbetreiber erbringen, von einer doppelten Entgeltspflicht ausgenommen werden.

Dabei erhebt sich die Frage, ob diese Regelung auch für nicht eigenerzeugten, sondern extern geladenen Strom – beispielsweise auf einem Firmenparkplatz – gilt. Diese Unklarheit bedarf einer rechtlichen Klärung, um die Potentiale des bidirektionalen Ladens voll ausschöpfen zu können.

### 2.6.3 Vermeidung von Mehrfachbesteuerung<sup>313</sup>

Ferner ist beim bidirektionalen Laden, (insbesondere im Anwendungsfall des V2G) besonderes Augenmerk darauf zu legen, dass zu keiner Doppelbesteuerung kommt.

Die steuerrechtliche Behandlung, bei der das Laden und anschließende Entladen von Batterien zu einer kumulativen Besteuerung führt, stellt freilich ein erhebliches Hemmnis für die Entwicklung und Nutzung von Energiespeichertechnologien dar.<sup>314</sup> Im Rahmen der Überarbeitung der Energiesteuerrichtlinie wird speziell die Hintanhaltung dieser Doppelbesteuerung angestrebt.<sup>315</sup> Im Vorschlag der Kommission über die Neufassung der Energiesteuerrichtlinie<sup>316</sup> finden sich in Art 22 Abs 4 Ausnahmeregelungen für „Stromspeicheranlagen und Transformatoren“. Diese sollen wie bei der Lieferung von Strom als Weiterverteiler eingestuft werden. In den Genuss dieser Steuerbefreiung kommen „mobile Stromspeicher“ wohl aufgrund des Wortlauts nicht.<sup>317</sup> Ein Elektrofahrzeug ist keine Stromspeicheranlage und kein Transformator im engeren Sinn.

Im nationalen Recht zeigt sich diesbezüglich folgendes Bild:

Die Lieferung elektrischer Energie unterliegt nach § 1 Abs. 1 Elektrizitätsabgabegesetz<sup>318</sup> grds. der Elektrizitätsabgabe.<sup>319</sup> Die Höhe dieser Abgabe beträgt derzeit 0,015 Euro je kWh.<sup>320</sup>

Nach § 1 Elektrizitätsabgabegesetz gelten sowohl die Lieferung als auch der Verbrauch<sup>321</sup> von elektrischer Energie als steuerbare Vorgänge. Lieferungen an Elektrizitätsunternehmen im Sinne des § 7 Abs 1 Z 11 EIWOG<sup>322</sup> sind nicht erfasst, soweit die elektrische Energie zur Weiterlieferung bestimmt ist. Wird also in einem V2G-Szenario elektrische Energie von einem

<sup>309</sup> Vgl Erläuterung des EIWG-E, 7.

<sup>310</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 27.

<sup>311</sup> Kasnatscheew/Jenter, Factsheet Bidirektionales Laden 5.

<sup>312</sup> Kasnatscheew/Jenter, Factsheet Bidirektionales Laden 5.

<sup>313</sup> Teile dieser Ausführungen stammen aus dem Projekt Move2Grid „Umsetzung regionaler Elektromobilitätsversorgung durch hybride Kopplung“ (dieses Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes 854637 durchgeführt).

<sup>314</sup> Thomas/de Heer/Mangino Rivas/Manea/Boggia, Assessment of the regulatory framework of bidirectional EV charging in Europe 24.

<sup>315</sup> EP, Revision of the Energy Taxation Directive: Fit for 55 package 6, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698883/EPRS\\_BRI\(2022\)698883\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698883/EPRS_BRI(2022)698883_EN.pdf) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>316</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:1b01af2a-e558-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0012.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:1b01af2a-e558-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0012.02/DOC_1&format=PDF) (zuletzt abgerufen 11.04.2024).

<sup>317</sup> VDA, Revision der Energiesteuerrichtlinie (ETD) (2021) 5.

<sup>318</sup> Bundesgesetz, mit dem eine Abgabe auf die Lieferung und den Verbrauch elektrischer Energie eingeführt wird (Elektrizitätsabgabegesetz), BGBl 201/1996 idgF.

<sup>319</sup> Das Steuergebiet nach diesem Gesetz umfasst das Bundesgebiet mit Ausnahme der Ortsgemeinden Jungholz in Tirol und Mittelberg in Vorarlberg, § 1 Abs. 3 Elektrizitätsabgabegesetz.

<sup>320</sup> § 4 Abs 2 Elektrizitätsabgabegesetz.

<sup>321</sup> Der Verbrauch ist nur dann steuerbar, wenn er selbst hergestellte elektrische Energie betrifft oder, wenn diese von durch Elektrizitätsunternehmen verbraucht wird.

<sup>322</sup> Ein „Elektrizitätsunternehmen“ ist eine natürliche oder juristische Person oder eine eingetragene Personengesellschaft, die in Gewinnabsicht von den Funktionen der Erzeugung, der Übertragung, der Verteilung, der Lieferung oder des Kaufs von elektrischer Energie mindestens eine wahrnimmt und die kommerzielle, technische oder wartungsbezogene Aufgaben im Zusammenhang mit diesen Funktionen wahrnimmt, mit Ausnahme der Endverbraucher.

Elektrofahrzeug ins Stromnetz zurückgespeist, liegt idR kein steuerbarer Vorgang vor, weil die zurückgespeiste Energie an das Elektrizitätsunternehmen (den Netzbetreiber) geliefert wird, welches diese Energie weiter an andere Verbraucher:innen liefert. Allerdings könnten während eines Ladezyklus mehrere Lieferungen und damit mehrere steuerbare Vorgänge verwirklicht werden. Dies könnte etwa der Fall sein, wenn ein Fahrzeug gantztägig an einem Firmenparkplatz am Ladepunkt angeschlossen ist und dem Netz dauerhaft Zugriff gewährt. In solchen Fällen könnte eine Gegenrechnung angezeigt sein, um die netto transferierte Energiemenge zu bestimmen, die tatsächlich vom Netz bezogen oder ins Netz eingespeist wurde.

Abgabenschuldner:in ist nach § 3 Abs 1 Z 1 Elektrizitätsabgabegesetz vorerst die Lieferant:in, die die Elektrizitätsabgabe im Verhältnis zu der von ihr gelieferten Energie selbst zu berechnen und an das zuständige Finanzamt zu entrichten hat. Spätestens im Rahmen der Jahresrechnung stellen die Lieferant:innen wiederum den Empfänger:innen der elektrischen Energie die von diesem zu leistende Elektrizitätsabgabe in Rechnung, die diese sodann zu begleichen haben, so § 6 Abs 2 und 3 Elektrizitätsabgabegesetz. Diese Vorgehensweise gilt auch für die Betreiber:in einer Ladestation als Empfänger:in der durch den Lieferanten gelieferten elektrischen Energie, sodass dieser die Elektrizitätsabgabe zu zahlen hat.

#### 2.6.4 Systemnutzungsentgelte

Ausgehend vom eben beschriebenen V2G-Szenario, in dem mehrere Lade- und Entladevorgänge in einem Ladezyklus stattfinden, könnte sich eine ähnliche Problematik wie bei der Mehrfachbesteuerung durch die Elektrizitätsabgabe auch hinsichtlich der Systemnutzungsentgelte ergeben. So ist das Netznutzungsentgelt von Entnehmern nach § 52 Abs 1 EIWOG pro Zählpunkt zu entrichten und wird gemäß §§ 4 f SNE-V 2018 pro kW/h berechnet. Dies impliziert, dass jede Energieentnahme aus dem Netz und potentiell jede Einspeisung in das Netz als separater Vorgang betrachtet werden könnten, was zu einer Kumulation von Netznutzungsentgelten führen würde. Eine mögliche Lösung könnte in der Einführung eines verrechneten Netznutzungsentgelts liegen, das auf der Nettoenergiemenge basiert, die über einen bestimmten Zeitraum tatsächlich aus dem Netz entnommen wird.

Darüber hinaus drängt sich die Frage auf, inwieweit es sachlich gerechtfertigt ist, bei systemdienlichen Leistungen, die in Form des bidirektionalen Ladens erbracht werden, Entgelte, die dem Netzbetreiber etwa Ausbau-, Instandhaltungs- und Betriebskosten des Netzsystems abgelten sollen, zu verrechnen.

Im Entwurf des neuen EIWG scheint das Risiko einer „Mehrfachbesteuerung“ durch Regelungen, die eine flexiblere Handhabung der Systemnutzungsentgelte ermöglichen, abgemildert.

Sofern nicht von § 48 Abs 3 EIWG-E gedeckt, sehen die Bestimmungen zu den Systemnutzungsentgelten (§§ 109 ff EIWG-E) vor, dass per Verordnung der Regulierungsbehörde der systemdienliche Betrieb von Energiespeicheranlagen von denselben befreit werden kann.

Zwar wird „Systemdienlichkeit“ als „die Fähigkeit einer Stromerzeugungsanlage, Verbrauchsanlage oder Energiespeicheranlage zur Erbringung von Flexibilitätsleistungen“ definiert (§ 2 Z 124 EIWG-E), jedoch scheint dies mit Blick auf die Vielzahl an Anwendungsfällen zu unbestimmt und bedarf einer näheren Konkretisierung. Ebenso sollten die Verordnungsermächtigungen zur Befreiung von den Systemnutzungsentgelten dahingehend enger gezogen werden, dass jedenfalls zu befreiendes (systemdienliches) Verhalten gesetzliche Erwähnung findet.

#### 2.6.5 Befreiung von der Einkommenssteuer

Seit dem Veranlagungsjahr 2022<sup>323</sup> sind „Einkünfte natürlicher Personen aus der Einspeisung elektrischer Energie aus Photovoltaikanlagen“ nach § 3 Abs 1 Z 39 EStG steuerbefreit. Diese Befreiung greift bis zu einer Einspeisung von 12 500 kWh elektrischer Energie. Außerdem muss es sich um kleinere Anlagen mit einer Engpassleistung von bis zu 35 kWp und einer Anschlussleistung von bis zu 25 kWp handeln. Diese Grenzen sollen sicherstellen, dass nur private Anlagen, die primär zur Eigenversorgung dienen, in den Genuss der Steuerbefreiung kommen.<sup>324</sup> Im Kontext des bidirektionalen Ladens erhebt sich in V2G-Szenarien die Frage, ob die Einspeisung aus dem E-Fahrzeug, maW der Zwischenschritt der Speicherung, für die Anwendbarkeit der Steuerbefreiung, schadet. Bei strenger Wortlautauslegung muss der Energiefluss direkt „aus [der] Photovoltaikanlage“ und nicht aus einer Speicheranlage stammen. Die Wortfolge „aus der Photovoltaikanlage“ kann jedoch auch dergestalt ausgelegt werden, dass sie (nur) auf die Photovoltaikanlage als originäre Energieerzeugungsquelle und nicht (primär) auf den Ursprung des Energieflusses abstellt.

Zudem sind Photovoltaikanlagen bisweilen mit Speichern ausgestattet.<sup>325</sup> Photovoltaikanlagen mit (integrierten) Speicheranlagen. Die Speicher sind diesfalls wohl als Teil der Gesamtanlage zu bewerten und daher kann der Stromfluss auch als „aus

<sup>323</sup> Vgl § 124b Z 397 EStG.

<sup>324</sup> ErlRV 1534 BlgNR 27. GP 1, 7.

<sup>325</sup> Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz), BGBl I 150/2021.

der Photovoltaikanlage“ im Sinne des § 3 Abs Z 39 EStG stammend qualifiziert werden. Qualifizierte man nun mobile Speicher anders, würde dies zu einem sachlich ungerechtfertigten Ergebnis führen. Es ist kein Grund ersichtlich, warum mobile Speicherlösungen nicht ebenso in die Regelung einbezogen werden sollten. Auch der Normzweck, die Einspeisung von erneuerbarem Strom zu fördern, stünde einer Steuerbefreiung von aus E-Fahrzeugen eingespeistem Strom nicht entgegen. Sofern die gespeicherte Energie ausschließlich von der eigenen Photovoltaikanlage stammt, sollte sie gemäß § 3 Z 39 EStG steuerfrei behandelt werden. Die Herausforderung einer möglichen Vermengung verschiedener Energiequellen, könnte durch den Einsatz von Herkunftsnachweisen zur Beweisführung im Abgabenverfahren gelöst werden.

Die hier dargestellte Argumentation, eine Einspeisung aus dem Speicher des E-Fahrzeugs als steuerfrei einzuordnen, könnte von der Abgabenbehörde – unter Berufung auf den Gesetzeswortlaut – gegenteilig beurteilt werden. Vor diesem Hintergrund empfiehlt sich – trotz der hier vertretenen Rechtsansicht – eine legistische oder erlassmäßige Klarstellung vorzunehmen.

Offen bleiben Folgefragen, die etwa das Beziehen von erneuerbarem Strom aus dem öffentlichen Netz und dessen (Wieder-)Einspeisung in dasselbe betreffen. Zwar lässt sich dem Gesetzgeber die Intention unterstellen, mit der Steuerbefreiung nur den eigeneurzeugten Stromverkauf zu fördern, jedoch schweigt der Wortlaut des § 3 Abs 1 Z 39 EStG dahingehend.

## 2.6.6 Dynamische Rechtsetzung in Form von Reallaboren

Fraglich ist, ob das rechtliche Korsett des Energiespeichers für eine erfolgreiche Implementierung von bidirektionalem Laden durchwegs der sachgerechte Weg ist.

Damit ist ein im Lichte innovativer digitaler Technologien und Vorhaben aktuelles Phänomen angesprochen, das den Gesetzgeber dahingehend herausfordert, nicht nur mit der rasanten Entwicklung der Technologie Schritt zu halten, sondern auch die Auswirkungen, Möglichkeiten und Gefahren von KI vorherzusehen und darauf mit geeigneten rechtlichen Vorschriften zu reagieren.<sup>326</sup> Häufig besteht Unklarheit darüber, wie sich technologiebasierte Anwendungen unter realen (Markt-)Umständen entwickeln. Dies führt dazu, dass die Gesetzgeber den technologischen Fortschritten wortwörtlich „hinterherlaufen“, was zu erheblicher Rechtsunsicherheit sowie zu Regelungsdefiziten infolge von Unter- und Überregulierungen und Fehlsteuerungen führen kann.<sup>327</sup> Technische und insbesondere technologiebasierte Innovationen erscheinen mitunter nicht oder nur bedingt mit dem bestehenden oder intendierten Rechtsrahmen vereinbar, der noch nicht mit diesen Innovationen „rechnet“ und somit nicht auf diese zugeschnitten sind.

Ein möglicher Ansatz zur Lösung dieses Phänomens sind sogenannte „Reallabore“. „Reallabore“ oder „Regulatory Sandboxes“ sind rechtlich eingerichtete Räume, in denen neue Technologien oder neue technologiebasierte Anwendungen erprobt werden können. Dabei ist es möglich, solche Technologien oder Anwendungen (wie Produkte oder Dienstleistungen) innerhalb eines begrenzten Zeitraums und im engen Austausch mit der zuständigen Behörde unter gewissen Voraussetzungen und Modalitäten im „Echtbetrieb“ zu testen,<sup>328</sup> ohne dass alle anderen rechtlichen Anforderungen erfüllt werden müssen.<sup>329</sup>

Indem ein provisorischer, flexibler, schnell verfügbarer und dennoch risikominimierender Rechtsrahmen geschaffen wird, ermöglicht dieser Ansatz, bei der endgültigen Regelung auf fundierte Erkenntnisse des Reallabors zuzugreifen. Dies ergänzt den legislativen Prozess und den administrativen „Lernprozess“ um ein dynamisches Element.<sup>330</sup>

Auch der europäische Rechtssetzer greift gelegentlich auf diesen Ansatz zurück.<sup>331</sup>

So enthält auch die RED III in ihrem Art 15 Abs 2a die Vorgabe an die Mitgliedstaaten „die Erprobung innovativer Technologie im Bereich erneuerbare Energie zur Erzeugung, gemeinsamen Nutzung und Speicherung von Energie aus erneuerbaren Quellen während eines begrenzten Zeitraums in Pilotprojekten unter realen Bedingungen [zu fördern], wobei die Erprobung unter der Aufsicht einer zuständigen Behörde, im Einklang mit geltendem Unionsrecht und mit geeigneten Sicherheitsvorkehrungen erfolgt, damit für den sicheren Betrieb des Energiesystems gesorgt ist und keine unverhältnismäßigen Auswirkungen auf das Funktionieren des Binnenmarkts eintreten.“ Nach der hier vertretenen Ansicht könnten sich Vorhaben, die bidirektionales Laden zum Inhalt haben, unter diese Bestimmung subsumieren lassen: Es handelt sich um eine innovative Technologie zur Speicherung von Energie aus ua erneuerbaren Quellen.

Im EIWG-E finden sich in § 115 Bestimmungen zu Ausnahmen von Systemnutzungsentgelten für Forschungs- und Demonstrationsprojekte. Ein „Demonstrationsprojekt“ ist ein Vorhaben, das eine in der Union völlig neue Technologie („first of its kind“) demonstriert, die eine wesentliche, weit über den Stand der Technik hinausgehende Innovation darstellt (§ 6 Z 14 EIWG-E).

Die Einstufung dieser Regelung als Reallabor im beschriebenen Sinn trifft jedenfalls nicht vollends zu. Zwar werden mit der Befreiung von den Systemnutzungsentgelten zweifelsfrei Innovationen erleichtert, jedoch fehlt der Bestimmung etwa eine

<sup>326</sup> *Mayrhofer/Denk*, Künstliche Intelligenz und dynamische Rechtsetzung, in Spindler †/Muriel (Hg), Herausforderungen des Rechts und der Technologie (2023) 89 (90).

<sup>327</sup> *Mayrhofer/Denk*, in Spindler †/Muriel (Hg) 91.

<sup>328</sup> *Mayrhofer/Denk*, in Spindler †/Muriel (Hg) 96 f.

<sup>329</sup> *Mayrhofer/Denk*, in Spindler †/Muriel (Hg) 96 f.

<sup>330</sup> *Mayrhofer/Denk*, in Spindler †/Muriel (Hg) 91.

<sup>331</sup> Vgl zB zum KI-Reallabor *Mayrhofer/Denk*, in Spindler †/Muriel (Hg) 103.

Bezugnahme zur Weiterentwicklung des Rechtsrahmens, der Verwaltungspraxis oder sonstiger Verwertung des Erkenntnisgewinns. Auch ein mögliches Abweichen vom bestehenden Rechtsrahmen, der gegebenenfalls einem innovativen Vorhaben entgegensteht, ist nach dieser Bestimmung nicht vorgesehen. Demnach handelt es sich vielmehr um bloße finanzielle Fördermaßnahmen.

### 2.6.7 Handlungsempfehlungen

Daraus lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

- **Regelungen zur Nutzung dynamischer Tarife:** Verbraucher:innen sollten über die Vorteile dynamischer Tarife informiert und ermutigt werden, diese zu nutzen, um Kosten zu sparen und das Netz zu entlasten.
- **Integration in das Engpassmanagement:** Die Möglichkeiten des bidirektionalen Ladens sollten in Strategien zum Engpassmanagement und zur Netzstabilisierung einbezogen werden.
- **Konkretisierung der Regelungen zu den Systemnutzungsentgelten:** Die Bestimmungen zu Systemnutzungsentgelten im ElWG-E sollten präzisiert werden, um die Systemdienlichkeit klar zu definieren und Anreize für systemdienliches Verhalten zu schaffen. Zur Vermeidung von Kumulationen von Entgelten sollte jedenfalls – etwa bei der Vorschreibung der Netznutzungsentgelte – nur die Nettoenergiemenge erfasst werden.
- **Vermeidung von Mehrfachbesteuerung:** Zur Vermeidung von Mehrfachbesteuerung durch die Elektrizitätsabgabe sollte bei mehrfachen Ladevorgängen in einem Ladezyklus nur die netto transferierte Energiemenge besteuert werden.
- **Klarstellung des Umfangs der Steuerbefreiung nach § 3 Abs 1 Z 39 EStG:** Um die Steuerbefreiung auch betreffend Einspeisungen via E-Auto zu erfassen, sollte jedenfalls in den Einkommensteuer-Richtlinien, den Lohnsteuer-Richtlinien oder dem Erlass über die steuerliche Beurteilung von Photovoltaikanlagen, BMF-AV Nr. 8/2014, des BMF eine Klarstellung erfolgen.
- **Dynamische Elemente im Recht:** Die Schaffung rechtlicher Experimentierräume (Regulatory Sandboxes) sollte gefördert werden, um die Erprobung und Einführung innovativer Technologien, wie das bidirektionale Laden, im Energiemarkt zu erleichtern.

### 3 Kerntechnologien

#### 3.1 Ladetechnologien und -verfahren

Die Versorgung von Elektrofahrzeugen mit elektrischer Energie zum Laden der Energiespeicher (= Batterie) wird durch verschiedene Möglichkeiten gewährleistet. Eine Übersicht der Lademöglichkeiten und Standards ist in Abbildung 2 dargestellt. Wie in dieser zu erkennen wird prinzipiell zwischen konduktiven (leitungsgebundenes) und induktiven Laden unterschieden. Zusätzlich sind in der Abbildung die unterschiedlichen Steckertypen für das konduktive Laden dargestellt. [1]

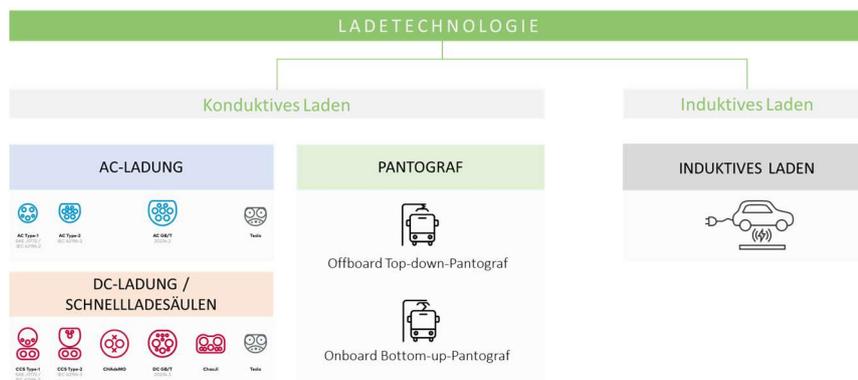


Abbildung 2: Übersicht der Lademöglichkeiten eines Elektrofahrzeuges aus dem elektrischen Netz

Beim **Laden mit Wechselstrom (AC-Laden Alternating Current)** wird die elektrische Energie aus dem Wechselstromnetz ins Fahrzeug übertragen. Da die Batterien im Fahrzeug immer mit Gleichstrom geladen werden, befindet sich im Fahrzeug (**Onboard**) das Ladegerät, welches einen AC/DC-Wandler besitzt. Das Ladegerät übernimmt die Steuerung des Ladevorganges und lädt die Batterie. [1]

Beim **Laden mit Gleichstrom (DC-Laden Direct Current)** wird eine Kommunikation mit der Ladesäule vorausgesetzt, wobei das Ladegerät zur Gleichrichtung des Wechselstromes in der Ladesäule (**Offboard**) integriert ist. Die Steuerung erfolgt durch eine spezielle Kommunikationsschnittstelle zwischen dem Fahrzeug und der Ladestation. [1]

Beim Laden mit **Pantografen** wird zwischen Onboard und Offboard-Systemen unterschieden. Bei Onboard-Systemen befindet sich der Pantograf am Dach des Fahrzeuges, während bei Offboard-Systemen der Pantograf am Lademast angebracht ist. Das Laden mittels Pantografen wird hauptsächlich bei Bussen und Lastkraftwagen im Nahverkehr eingesetzt, um einen temporären DC-Ladeanschluss aufzubauen. [2, 3]

Beim **induktiven Laden** erfolgt die Energieübertragung mit Hilfe des Transformatorprinzips drahtlos, ohne Leitungen und Kabel. Der Wirkungsgrad dieser Technik liegt aktuell bei über 90%. [3]

Ladesysteme für konduktives Laden sind meist Wallboxen oder Ladestationen bzw. Ladesäulen. Hier wird das Fahrzeug über das Ladekabel mit dem Fahrzeug verbunden. Das Ladekabel kann am Ladesystem fix angebracht sein, oder besitzt eine plug-in Funktion. Wallboxen werden vermehrt zum AC-Laden im privaten Bereich mit Ladeleistungen bis zu 11 kW bzw. 22 kW eingesetzt. Ladestationen bzw. Ladesäulen werden im öffentlichen oder halböffentlichen Raum zum AC- und/oder DC-Laden mit Ladeleistungen bis zu 450 kW eingesetzt. Der Trend zeigt jedoch, dass zukünftig auch Ladeleistungen im Megawattbereich erforderlich sein werden, um den Energiebedarf im Mobilitätsbereich vor allem im öffentlichen Verkehr sowie im Warentransport decken zu können. Im Rahmen des MEDUSA-Projekts [4] wurde die Entwicklung einer Multi-Megawatt-Mittelspannungs-Schnellladestation entwickelt, um Megawatt-Schnellladen für zukünftige Elektrobusse, schwere Nutzfahrzeuge, LKWs oder Transporter sowie verteiltes Schnellladen für Fahrzeuge mit geringerer Ladung zu ermöglichen Leistungen (z.B. 250 kW).

Neben Ladesäulen oder Wallboxen, kann konduktives Laden auch mittels eines physischen Kontaktes über ein Matrix Pad ermöglicht werden. Diese automatisierte Ladetechnologie besteht aus einer Fahrzeugeinheit am Unterboden sowie einer Infrastruktureinheit am Parkplatz. Sobald das Fahrzeug sich stehend über dem Matrix Charging Pad befindet, wird automatisch eine Verbindung hergestellt und das Fahrzeug geladen. Diese Technologie bietet eine sehr hohe Übertragungseffizienz (> 99%) und ermöglicht Ladeleistungen von 22 kW AC und 100 kW DC. [5]

Pantografen sind ebenfalls bereits am Markt verfügbar, werden jedoch nur bei Bussen und LKWs in Betracht gezogen. Je nach Hersteller variieren die angebotenen Ladeleistungen zwischen 150 und 600 kW für Offboard-Pantografen sowie zwischen 60 und 120 kW für Onboard-Pantografen [2].

Im Bereich des induktiven Ladens wurden in den letzten Jahren große Fortschritte in der Entwicklung gemacht. Diese Ladetechnologie ist bereits als Serienprodukt mit Ladeleistungen bis zu 22 kW bei einem Übertragungswirkungsgrad von ca. 90% am Markt für stationäres Laden verfügbar. Das induktive Laden während der Fahrt, hat mit Stand 2024 noch keine marktreife

erlangt. Es wurde jedoch das induktive Zwischenladen im Nahverkehr bereits in einigen Forschungsprojekten erfolgreich bewiesen, hier sei als Beispiel das Projekt „emil“ erwähnt. [6, 7]

Der Begriff **intelligentes Laden bzw. engl. Smart-Charging** (siehe auch Kapitel 2.5.1) wird im Rahmen der Elektromobilität sehr vielseitig verwendet. Teilweise wird ein einfaches Lastmanagementsystem, die abhängig von der Anzahl der angesteckten Fahrzeuge ohne weitere Intelligenz die Ladeleistung über ein Master-Slave Prinzip verteilen, als intelligentes Laden bezeichnet. Im Rahmen des vorliegenden Berichts, wird als intelligentes Laden das Steuern von Ladevorgängen (Ladezeiten) basierend auf einer Kommunikation bzw. eines Datenaustauschs zwischen dem E-Fahrzeug und der Ladestation (bzw. dem Ladepunkt) über ein Lade-App definiert. Diese Lade-Apps lassen sich auch schon an Energiemanagementsysteme koppeln, sodass beispielsweise das E-Fahrzeug mit eigenen PV-Strom geladen wird.

Für die Zukunft wird angestrebt die Kommunikation auszuweiten und mit der Netzinfrastruktur sowie Ladestationsbetreibern zu Verknüpfen. So sollen einerseits durch einen dynamischen Lastausgleich, Stromspitzen durch Elektromobilität im elektrischen Netz reduziert werden. Andererseits sollen Tarifmodelle hinterlegt werden, um ein netzdienliches Laden für die EV-Nutzer attraktiv zu gestalten.

Ein weiterer Ansatz ist das **bidirektionale Laden** (siehe auch Kapitel 2.5.2). Hier soll der Transport von elektrischer Energie in beide Richtungen stattfinden, sodass die Fahrzeuge bei Stromüberschuss geladen und bei erhöhter Nachfrage entladen werden. Diese Funktion soll im Sinne einer Netzstabilisierung fungieren und die Transformation des elektrischen Netzes in Richtung fluktuierender Erzeugung unterstützen. Die Batterien in den Fahrzeugen werden somit als mobile Speicher gesehen. Bidirektionales Laden ist in der ISO 15118-20 reguliert. Hierbei werden mehrere Möglichkeiten des bidirektionalen Ladens unterschieden:

- Vehicle-to-Device (V2D) / Vehicle-to-Load (V2L) – Abgabe von elektrischer Energie aus der Fahrzeugbatterie an elektrische Geräte
- Vehicle-to-home (V2H) – Abgabe von elektrischer Energie aus der Fahrzeugbatterie an einen Haushalt
- Vehicle-to-grid (V2G) – Abgabe von elektrischer Energie aus der Fahrzeugbatterie in das elektrische Netz

Während V2D bereits in einigen Fahrzeugmodellen serienmäßig vorhanden ist, befindet sich V2H und V2G noch in der Entwicklung.

### 3.2 Standards, Protokolle und Interoperabilität

Für eine ideale Interoperabilität zwischen dem Fahrzeug und der Infrastruktur wurden unterschiedlichste Normen und Richtlinien definiert. Eine Übersicht der geltenden nationalen und internationalen Standards sowie Protokollen im Zusammenhang mit Ladestandards ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 Nationale, Internationale Standards und Protokolle in eigener Darstellung nach [8]

Komponente	Internationale Standards	Nationale Standards	Protokolle
Stecker, Steckdosen	IEC 62196	SAE J1772	
		GB/T 20234	
		CHAdeMO	
Onboard-Ladegeräte, Ladestationen (EVSE)	IEC 61851	GB/T 18487 (China)	
		GB/T 27930 (China)	
Wireless Power Transfer (WPT) Systeme	IEC 61980	SAE J2954	
Kommunikation Elektrofahrzeug (EV) und Ladestation (EVSE)	ISO 15118	DIN SPEC 70121	
		DIN SPEC 70122	
		GB/T 27930 (China)	
Protokoll, Kommunikation Ladestation (EVSE) und Ladestationsmanagementsystem (CSMS)	IEC 63110		OCCP (OSCP, OCPI)

Die Spezifizierung der Ladekommunikation und die Gewährleistung des korrekten Datenaustauschs zwischen Fahrzeug und Ladeinfrastruktur während des eigentlich Ladevorgangs wird in den Normen IEC 61851, ISO 15118, DIN 70121 und VDV 261 festgelegt. [9]

- **IEC 61851:** Konduktives Ladesystem für Elektrofahrzeuge (engl. Electric vehicle conductive charging system)
- **ISO 15118:** Straßenfahrzeuge – Kommunikationsschnittstelle zwischen Fahrzeug und Ladestation
- **DIN SPEC 70121:** Elektromobilität - Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem
- **VDV 261:** Empfehlungen zum Anschluss eines Dispositions-Backends an einen Elektrobuss, ergänzend zur ISO-Norm 15118 (engl. Recommendations on Connection of a Dispositive Backend to an Electric Bus, Complementary to ISO Standard 15118)

Das Anwendungsprotokoll **Open Charge Point Protocol (OCPP)** ist für die Zwei-Wege-Kommunikation zwischen den Ladepunkten für Elektrofahrzeugen und dem zentralen Managementsystem (CMS oder Backend) verantwortlich. Das Protokoll ist lizenz- gebühren- und patentfrei und kann offen genutzt werden. Ladestationsbetreiber können mit OCPP ihre Stationen überwachen, steuern und konfigurieren sowie Abrechnungen und Zahlungen abwickeln. Weiters garantiert dieses System Interoperabilität zwischen Ladepunkten von unterschiedlichen Herstellern, Betreibern oder Softwareanbietern sowie erweiterte Sicherheitsfunktionen wie Verschlüsselung, Authentifizierung und Autorisierung. Die Implementierung des OCPP kann dabei durch SOAP (Simple Object Access Protocol) auf XML-Basis oder JSON (JavaScript Object Notation) auf http-Basis erfolgen. [10]

Das **Open Smart Charging Protocol (OSCP)** wurde 2015 von der Open Alliance eingeführt und ist eine Weiterentwicklung des OCPP. Es ermöglicht die Übermittlung von Vorhersagen über lokale Kapazitäten an Verteilernetzbetreiber sowie die Anpassung der Gebührenprofile an die vorhergesagten Verfügbarkeiten. Des Weiteren wird auch beim bidirektionalen Laden auf diese Protokoll-Art zurückgegriffen. [10]

Das **Open Charge Point Interface (OCPI)** dient der Standardisierung von EV-Roaming zur Kommunikation zwischen Betreibern von Ladestationen und Dienstleistern. Dadurch wird das Roaming für E-Fahrzeug-Fahrer vereinfacht, indem es den Zugang zu Ladestationen verschiedener Betreiber ermöglicht und vereinheitlicht. Zudem unterstützt das Interface die Preisgestaltung, Kommunikation und Erreichbarkeit von Ladestationen. [10]

Gemäß der EU-Richtlinie 2014/94/EU "Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe" werden Normal- und Schnellladevorgänge definiert. Diese Definitionen beziehen sich ausschließlich auf die Leistung, die während des Ladevorgangs verwendet wird. Alle Ladevorgänge mit einer Leistung von bis zu 22 kW gelten als Normalladen, während Ladevorgänge mit höheren Leistungen als Schnellladen bezeichnet werden. Zusätzlich zu den klassischen DC-Ladestationen mit Leistungen ab 50 kW werden zunehmend auch kleinere DC-Wallboxen mit Leistungen von 10 bis 20 kW in Betracht gezogen. In Tabelle 2 sind die am Markt verfügbaren Ladeleistungen in Bezug zur Ladetechnologie dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der Ladeleistungen in Bezug zur Ladetechnologie, welche bereits am Markt verfügbar sind [1]

	AC-LADEN <sup>(1)</sup>	DC-LADEN	PANTOGRAF <sup>(2)</sup>	INDUKTIVES LADEN
NORMAL-LADEN	3,7 kW	10 kW 20 kW		3,7 kW
	7,4 kW			7,4 kW
	11 kW			11 kW
	22 kW			22 kW
SCHNELL-LADEN	44 kW <sup>(3)</sup>	50 kW	60 kW	
HOCH-LEISTUNG-LADEN		150 kW	120 kW	
		350 kW	160 kW	
		450 kW	450 kW	
			600 kW	

<sup>(1)</sup> AC-Laden findet 3-phasig statt (Ausnahme 3.7kW: 1-phasig)

<sup>(2)</sup> exemplarische Ladeleistungen für Pantografen, da diese stark in Abhängigkeit des Herstellers variieren [2]

<sup>(3)</sup> Combined Charging System Anschluss: Kombination aus AC und DC-Laden

## 4 Interaktion mit dem Stromnetz

Die Versorgung der Ladestationen für Elektromobilität erfolgt im Normalfall aus dem öffentlichen Stromnetz. Die Interaktion der Elektromobilität mit dem Stromnetz ist von zentraler Bedeutung. Daher werden in den nachfolgenden Kapiteln die Grundlagen der Stromnetze und der Interaktion mit der elektrischen Ladeinfrastruktur dargestellt.

### 4.1 Status Quo Infrastruktur

Die elektrischen Verteilernetze sind in unterschiedlichen Spannungsebenen aufgebaut, welche auch als Netzebenen (NE) bezeichnet werden. Je nach elektrischer Anschlussleistung von Verbrauchern (d.h. auch elektrische Ladestationen) bzw. Erzeugern werden sie an den unterschiedlichen Netzebenen integriert:

Tabelle 3 Übersicht über die Netzebenen der elektrischen Verteilernetze (NE) und mögliche Anschlussleistungen von Verbrauchern oder Erzeugern [EIWG-E]

Netzebene	Bezeichnung	Anmerkung	Anschlussleistung von Verbrauchern bzw. Erzeugern
1	Höchstspannungsebene	380 kV und 220 kV einschließlich 380/220 kV Umspannung	
2	Umspannung von Höchst-zu Hochspannung		
3	Hochspannung	380 kV und 220 kV einschl. Anlagen mit einer Betriebsspannungen zw. 36 kV und 110 kV	100 MW und von weniger als 200 MW
4	Umspannung von Hoch-zu Mittelspannung		5000 kW bis zu 100 MW
5	Mittelspannung	Betriebsspannungen zw. 1 kV und 36 kV und Zwischenumspannungen	400 kW - 5000 kW
6	Umspannung von Hoch-zu Niederspannung		100 kW -400 kW
7	Niederspannung	1kV und darunter	<100 kW

Wesentlicher Faktor für die Leistungsfähigkeit des jeweiligen Netzanschlusspunktes in elektrischen Netzen und Beurteilungsgrundlage für eine Netzintegration ist die Kurzschlussleistung  $S_{kV}$ . Je höher die Kurzschlussleistung, umso „stärker“ ist das Netz an diesem Knoten.

$$S_{kV} = \frac{U^2}{Z_{kV}}$$

U... verkettete Spannung am Verknüpfungspunkt

$Z_{kV}$ ...auf die Spannung des Verknüpfungspunktes umgerechnete Netzimpedanz/Phase

Aus der Formel ist ersichtlich, dass je höher die Spannungs- bzw. Netzebene (Spannung U) bzw., je niedriger die Netzimpedanz (Summe der Impedanzen bis zum Verknüpfungspunkt) sind, umso mehr netzwirksame Leitung kann an einem Netzknoten integriert werden.

In ländlichen Netzen besteht durch die geringere Kurzschlussleistung, infolge höherer Leitungslängen, der Haupteinfluss bei der Einbindung von dezentralen Energieerzeugern in Form der Spannungsanhebung – es wird daher von einem U Problem gesprochen. Im Falle eines Verbrauchers, wie einer Ladestation, besteht die Herausforderung durch den Spannungsabfall entlang der Leitungsimpedanz.

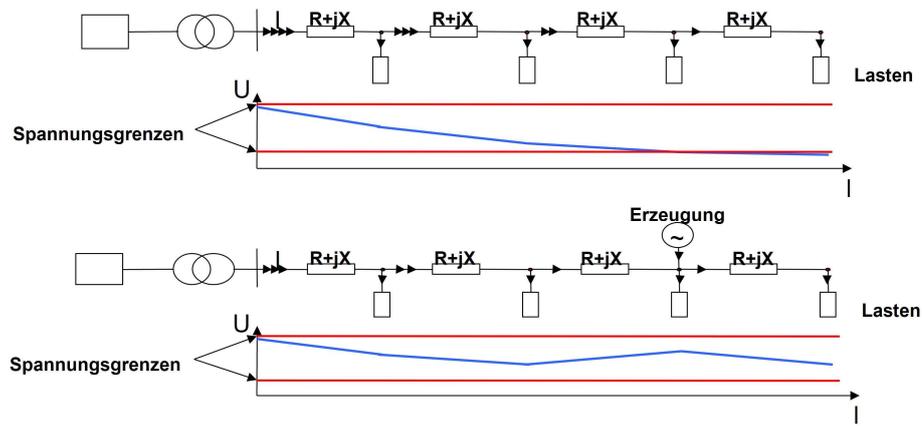


Abbildung 3: Spannungsabfall bzw. anstieg entlang einer elektrischen Leitung

In städtischen Netzen besteht durch die größeren Kurzschlussleistungen, infolge geringerer Leitungslängen (kleiner Impedanzen), eher das Problem der Komponentenüberlastung durch die Einspeiseströme ( $I$ ) – es wird daher von einem  $I$  Problem gesprochen

## 4.2 Herausforderungen

Eine zentrale Herausforderung für den Netzbetreiber ist es in diesem Zusammenhang zu gewährleisten, dass sowohl, die in den Normen (z.B. EN 50160) definierten Spannungsgrenzen eingehalten als auch Betriebsmittelüberlastungen vermieden werden (siehe oben). Dies wird durch eine Netzanschlussbeurteilung bzw. über die netzplanerischen Tätigkeiten gewährleistet.

- Die kurzfristige Netzplanung ist meist projekt- bzw. anlassbezogen
  - Netzanschluss neuer Kunden und Anlagen
  - Instandhaltung bestehender Netze
- Strategische Netzplanung
  - regionale Entwicklungen berücksichtigt (Entwicklung von Industrie- und Gewerbeparks, Erschließungsgebiete für Wohnbau und damit Zuwachszahlen von Einwohnern, erwarteter Anschluss von erneuerbaren Erzeugungsanlagen)
  - Meist werden historische Zuwachszahlen auch für künftige Entwicklungen herangezogen

Eine wesentliche Herausforderung für den Netzbetreiber besteht durch die hohe Komplexität infolge einer

- Großen Anzahl von zukünftigen Rolloutszenarien relevanter Energietechnologien
- Große Anzahl von unterschiedlichen Maßnahmen

Es fehlen zum großen Teil noch: Valide Netzdaten über das gesamte Versorgungsgebiet, Modelle von Alternativen zum Netzausbau in den Planungstools, Methoden zur Umlegung der verschiedenen Technologieszenarien auf die Netzinfrastruktur, Funktionalitäten in Netzsimulationssoftware, Rechenkapazität, Know-how und Personal. Es braucht somit immer noch die:

- Entwicklung von zukünftigen Rolloutszenarien sowie Regionalisierung und Lokalisierung relevanter Energietechnologien wie Photovoltaik, Elektrofahrzeuge, sowie elektrische Heizungs- und Kühlsysteme.
- Spezifikation und Modellierung unterschiedlicher Maßnahmen zur Ertüchtigung der Verteilernetzinfrastruktur inklusive der Berücksichtigung verschiedener Flexibilitätsoptionen
- Definition und Beschreibung von Berechnungsansätzen für die Bestimmung des zukünftigen Netzausbaubedarfs anhand der definierten Zukunftsszenarien
- Bewertung der technischen Wirksamkeit der definierten Maßnahmen sowie deren Kombination mithilfe von umfassenden Netzsimulationen

Noch vor Berücksichtigung von Flexibilität in Netzentwicklungsplänen macht eine Überarbeitung der Planungsansätze Sinn (vgl. Erkenntnisse [11], [12]), d.h. eine:

- Abkehr von reinen Worst-case Annahmen der Verteilung und Gleichzeitigkeit von Lasten und Erzeugern
- Probabilistische Planung und/oder genauere Modellierung von Lasten und Erzeugern (auch messdatenbasiert)

Dies setzt ein Monitoring des tatsächlichen Netzzustandes voraus, um frühzeitig zu erkennen, ob Auslegungsgrenzen verletzt werden. Speziell im Niederspannungsnetz ist ein derartiges Monitoring zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie nicht Stand der Technik. Generell kann aber festgehalten werden, dass neue Planungsmethoden in Verbindung mit einem Monitoring erweiterte Reserven im Mittel- und Niederspannungsnetz eröffnen.

### 4.3 Lösungswege

Um eine Überlastung der Netzbetriebsmittel zu vermeiden bzw. einen Betrieb innerhalb der zulässigen Spannungsgrenzen zu gewährleisten, werden nach gängigen netzplanerischen Methoden die Leitungen und Transformatoren der betroffenen Netzabschnitte verstärkt. Dies geschieht durch Verstärkungen bestehender Freileitungen sowie dem Einsatz von Erdkabeln als auch durch Verlegung von Parallelkabeln, sowie durch einen Austausch des Transformators in der Ortsnetzstation.

Neben der Standardnetzverstärkung gibt es eine Reihe von weiteren Maßnahmen, die ergänzend zur Unterstützung der Einhaltung von Strom- und Spannungsgrenzwerten infrage kommen. Die Maßnahmen unterscheiden sich in statisch, passiv und rein netztechnische Maßnahmen bis zu regelungstechnischen, aktiven bzw. dynamischen Maßnahmen. Bei Blindleistungsregelung, Wirkleistungsregelung und Speichersysteme handelt es sich um kundenseitige Maßnahmen. Das heißt die Lösungen stehen nicht im direkten Einflussbereich bzw. Eigentum der Verteilernetzbetreiber. Abbildung 4 illustriert die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen im Kontext der Spannungsebene.

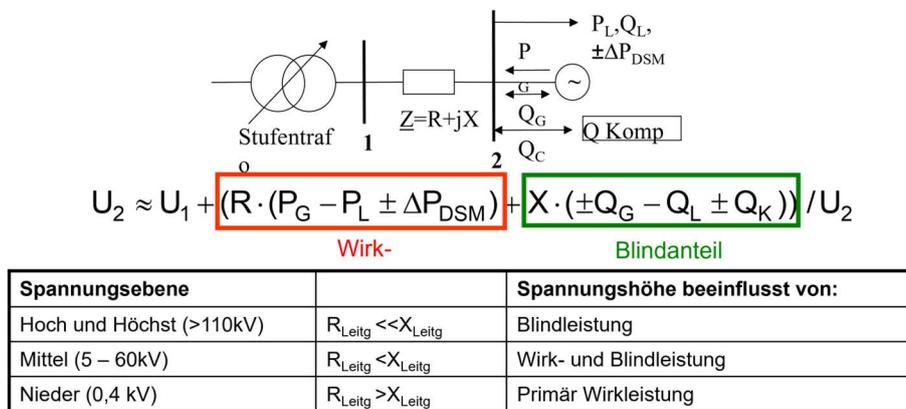


Abbildung 4: Möglichkeiten zur Beeinflussung der Spannungshöhe

Diese sind in Abbildung 5 zusammengefasst und entsprechend ihrer Wirkung in Maßnahmen zur Behebung eines Spannungsproblems und Maßnahmen zur Behebung eines Stromproblems, für die beiden Spannungsebenen Mittelspannung (MS) und Niederspannung (NS) dargestellt. Weitere Einzelheiten zu den einzelnen Maßnahmen sind dem Anhang (Kapitel 11) zu entnehmen.

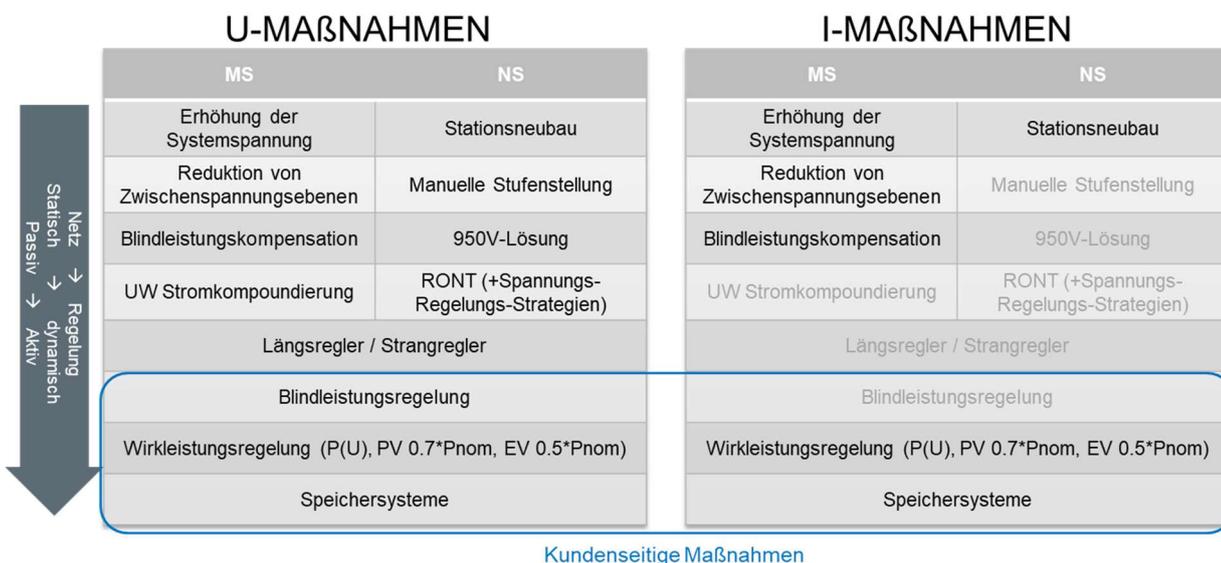


Abbildung 5 Überblick über mögliche Netzausbaumaßnahmen [12]

#### 4.4 Mögliche Synergieeffekte mit anderen Technologien

Wie oben dargestellt ist ein wesentlicher Faktor für die Integration von Verbrauchern, wie z.B. E-Ladestationen, die netzwerk-same Leistung. Grundsätzlich kann festgehalten werden, je niedriger die netzwerk-same Leistung, umso netzverträglicher ist die Anlage. Eine Reduktion der netzwerk-samen Leistung der Ladung für Elektroautos kann auch durch Synergieeffekte mit anderen Technologien erreicht werden. Hier ist vor allem das zeitliche Zusammenfallen der Ladung mit einer lokalen Einspei-sung (z.B. Photovoltaik) oder auch der gleichzeitigen Entladung eines Speichers zu erwähnen.

Die Integration von EV-Ladestationen mit lokaler Photovoltaik (PV) ist ein Beispiel für einen synergetischen Ansatz, bei dem das Aufladen von EVs zeitlich mit den Spitzenzeiten der Solarstromerzeugung abgestimmt wird. Diese Strategie nutzt das tageszeitliche Muster der Verfügbarkeit von Solarenergie und richtet das Aufladen von Fahrzeugen typischerweise auf die Mittagsspitzen der Solarleistung aus. Auf diese Weise wird der netzwerk-same Strombedarf erheblich reduziert, da ein erheblicher Teil der für das Aufladen benötigten Energie direkt von den Sonnenkollektoren stammt und nicht aus dem Netz bezogen wird. Die Implementierung intelligenter Ladesysteme, die die Ladepläne dynamisch auf der Grundlage von Echtzeit-Solarer-zengungsdaten anpassen können, ist für die Maximierung dieser Synergie entscheidend. Die Integration von Energiespeicher-systemen (ESS) neben der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge ermöglicht eine weitere Flexibilität und Effizienz im Energiemanagement. In Zeiten geringer PV-Erzeugung oder hoher Nachfrage kann die gespeicherte Energie entladen werden, um den Ladebedarf der Elektrofahrzeuge zu decken. Dies gleicht nicht nur die Nachfragespitzen im Netz aus, sondern gewähr-leistet auch eine gleichmäßige und zuverlässige Energieversorgung für das Laden von Elektrofahrzeugen, unabhängig von der variablen Solarleistung. Fortschrittliche Managementsysteme können die Lade-/Entladezyklen dieser Speichereinheiten steu-ern, um ihre Leistung und Langlebigkeit zu optimieren und gleichzeitig die Belastung des Netzes in Spitzenzeiten zu verrin-gern.

Bei der Betrachtung der Auswirkungen auf den Netzausbaubedarf haben Studien, wie z.B. In Projekt 567 [12], unterschiedliche Muster der Netzauswirkungen und des Ausbaubedarfs in verschiedenen Segmenten des Netzes gezeigt. Im Niederspannungs-netz erfordert die weit verbreitete Einführung von Elektrofahrzeugen aufgrund des erhöhten Lastbedarfs eine erhebliche Netz-verstärkung. Im Mittelspannungsnetz hingegen erweist sich die Integration von PV-Großanlagen, insbesondere von Freiflä-chenanlagen, als Haupttreiber für die Netzverstärkung. Diese Unterscheidung unterstreicht die Bedeutung gezielter Strategien für den Netzausbau und die Netzverstärkung, die auf die spezifischen Herausforderungen zugeschnitten sind, die sich entweder aus dem Lastanstieg durch Elektrofahrzeuge oder aus den Erzeugungsspitzen von PV-Anlagen ergeben. So kann die Notwen-digkeit eines Netzausbaus zur Bewältigung von Erzeugungsspitzen aus erneuerbaren Energien wie PV-Anlagen synergetisch die Netzinfrastruktur stärken, die zur Bewältigung des Lastanstiegs durch das Laden von Elektrofahrzeugen erforderlich ist. Umgekehrt kann die Verstärkung des Netzes zur Bewältigung von EV-Lasten seine Fähigkeit zur Bewältigung von Erzeu-gungsspitzen aus dezentralen Energiequellen verbessern. Diese Interdependenz unterstreicht die Bedeutung integrierter Pla-nungs- und Betriebsstrategien, die sowohl die Erzeugungs- als auch die Lastdynamik berücksichtigen, um die Netzleistung und -Resilienz zu optimieren.

Zu den weiteren Synergien mit anderen Technologien gehört die Nachfragereduzierung, bei der Elektrofahrzeuge an Program-men zur Nachfragereduzierung teilnehmen, indem sie ihre Ladezeiten an die Netzbedingungen und Strompreise anpassen. Mithilfe von Smart-Grid-Technologien können EV-Ladegeräte mit dem Netz kommunizieren, um die Ladezeiten zu optimie-ren, Nachfragespitzen zu minimieren und die Belastung der elektrischen Infrastruktur zu verringern. Darüber hinaus führt die Integration von PV-Anlagen und Elektrofahrzeugen im Wohnbereich dazu, dass die Häuser zunehmend energieautark werden. Wenn ein Haus mit einer PV-Anlage ausgestattet ist, erzeugen die Solarmodule Strom, mit dem der Haushalt versorgt und das Elektroauto in den Spitzenzeiten des Sonnenlichts aufgeladen werden kann. Überschüssige Energie kann in Batteriesystemen im Haus oder in der Batterie des E-Fahrzeugs selbst gespeichert werden, die dann in Zeiten geringer Sonneneinstrahlung oder in der Nacht genutzt werden kann. Dieses System reduziert die Abhängigkeit vom externen Stromnetz, senkt die Stromkosten und erhöht die Energiesicherheit. Außerdem kann die gespeicherte Energie bei Stromausfällen oder zu Zeiten des Spitzenbe-darfs, wenn der Netzstrom teurer ist, genutzt werden, um eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu gewährleisten.

Dieses Konzept wird durch die Vehicle-to-Home Technologie erweitert, die es ermöglicht, die in der Batterie eines E-Fahr-zeugs gespeicherte Energie in das häusliche Stromnetz zurückzuspeisen (siehe Kapitel 3). Zusätzlich, die V2G-Technologie ermöglicht einen bidirektionalen Stromfluss zwischen den Batterien des E-Fahrzeugs und dem Netz. Elektrofahrzeuge können in Zeiten hoher Nachfrage gespeicherte Energie in das Netz zurückladen und so dazu beitragen, Spannungs- und Frequenz-schwankungen zu stabilisieren und die Zuverlässigkeit des Netzes zu erhöhen. Schließlich erweitern Vehicle-to-Everything (V2X)-Technologien dieses Konzept, indem sie Elektrofahrzeuge über Internet of Things (IoT) Plattformen mit Gebäuden und anderen Energiesystemen vernetzen und einen vielseitigen Energieaustausch ermöglichen. In Zeiten überschüssiger Stromer-zeugung durch Solarzellen auf dem Dach können Elektrofahrzeuge diese Energie speichern, die dann bei Engpässen für den

Gebäudebedarf genutzt werden kann. Dadurch wird die Abhängigkeit vom Stromnetz verringert und die Energieautonomie erhöht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine wirksame Synergie zwischen E-Fahrzeug-Ladestationen, Photovoltaikanlagen und Energiespeichern die netzwirksame Leistung erheblich reduzieren kann, wodurch das Laden von Elektrofahrzeugen netzverträglicher wird und somit strategischere Ansätze für die Netzausbauplanung ermöglicht werden. Diese Synergien verbessern nicht nur die betriebliche Effizienz des Netzes, sondern unterstützen auch die übergreifenden Ziele der energetischen Nachhaltigkeit und der Verringerung der Kohlenstoffemissionen.

## 5 Übersicht über Fahrzeugklassen, Nutzergruppen und ihr Verhalten

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Fahrzeugklassen und die verschiedenen Nutzergruppen, die diese Fahrzeuge einsetzen, anhand von unterschiedlichen Anwendungsfällen detailliert beschrieben. Dieser Überblick dient als Grundlage für die in diesem Bericht durchgeführten Analysen.

### 5.1 Fahrzeugklasse

In Österreich werden die Fahrzeuge zu Regulierungszwecken in verschiedene Klassen eingeteilt. Die Klasse L umfasst Motorräder, Kraftfahrzeuge und vierrädrige Kraftfahrzeuge, während die Klassen M und N für Personen- bzw. Lastkraftwagen gelten. Darüber hinaus umfasst die Klasse T land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen. Dieser Bericht konzentriert sich auf Fahrzeuge, die unter die Klassen M und N fallen, d.h. leichte Nutzfahrzeuge (Personenkraftwagen und Lieferwagen) und schwere Nutzfahrzeuge (Lastkraftwagen, Omnibusse und Reisebusse). Es ist wichtig zu wissen, dass die Klassen L und T sowie Anhänger der Klassen O und R nicht Gegenstand dieses Berichts sind. Durch die Konzentration auf Personenkraftwagen und schwere Nutzfahrzeuge bietet der Bericht gezielte Einblicke in die in Österreich vorherrschende Transportlandschaft. Diese Klassifizierung und die Definition der Fahrzeuge der Klassen M und N sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4 Klasse M – Kraftwagen zur Personenbeförderung und Klasse N – Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern (Lastkraftwagen) [13]

Personenbeförderung		Güterbeförderung	
Klasse	Beschreibung	Klasse	Beschreibung
M1	Personenkraftwagen (PKW)	N1	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 3.500 kg
M2	Omnibusse - Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 5.000 kg	N2	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3.500 kg und nicht mehr als 12.000 kg
M3	Omnibusse - Fahrzeuge zur Personenbeförderung mit mehr als acht Sitzplätzen außer dem Fahrersitz und einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 5.000 kg	N3	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12.000 kg

### 5.2 Nutzergruppen

Die Untersuchung von Fahrzeugnutzergruppen ist für eine umfassende Analyse von Verkehrssystemen unerlässlich. Im Kontext der vorliegenden Studie, werden die Nutzergruppen in zwei Kategorien eingeteilt: 1) Personen 2) Warentransport. Erstere umfasst die Beförderung von Personen, während letzterer sich auf den Transport von Gütern konzentriert. Dieser Abschnitt gibt einen Überblick und eine Beschreibung der einzelnen Nutzergruppen innerhalb der Kategorien.

#### Personentransport

Die Personenbeförderung ist die Beförderung von Personen von einem Ort zum anderen, die mit verschiedenen Verkehrsmitteln wie dem Auto, dem öffentlichen Nahverkehr, dem Flugzeug, der Bahn, dem Seeverkehr, dem Fahrrad und zu Fuß erfolgen kann. Dies umfasst ein ganzes Spektrum von Dienstleistungen, darunter Car-Sharing, Taxis, Autovermietungen, Shuttle-Dienste und touristische Verkehrsmittel. Der Straßenverkehr zeichnet sich insbesondere durch seine Vielseitigkeit aus, da er sowohl persönliche Mobilität durch individuelle Fahrzeuge als auch Massentransportmöglichkeiten durch Busse und andere gemeinsam genutzte Verkehrsmittel bietet. Er ist ein wichtiges Element in städtischen und ländlichen Gebieten, das den täglichen Pendlerverkehr, den Handel und die allgemeine Erreichbarkeit von Gemeinden erleichtert.

#### Warentransport

Der Warentransport auf der Straße umfasst die Beförderung von Waren mit verschiedenen Fahrzeugklassen, vor allem mit Lastkraftwagen. Diese Art der Beförderung ist für die Logistik- und Lieferkettenindustrie von entscheidender Bedeutung, da sie die effiziente Lieferung von Waren vom Hersteller zum Vertriebshändler, Einzelhändler oder Endverbraucher erleichtert. Straßengüterfahrzeuge variieren in Größe und Kapazität und reichen von kleinen Lieferwagen bis zu großen Sattelschleppern. Er spielt eine wichtige Rolle bei der lokalen und regionalen Verteilung sowie beim Langstreckentransport zwischen Städten und über Grenzen hinweg. Der Straßengüterverkehr leistet einen wichtigen Beitrag zur Wirtschaft, indem er Handel und Industrie durch die rechtzeitige und zuverlässige Lieferung von Produkten unterstützt. Für die Zwecke dieser Studie wird die Unterscheidung der Nutzergruppen für den Güterverkehr nach dem Fahrzeugtyp vorgenommen, da sie eine differenziertere Analyse der spezifischen Bedürfnisse, Fähigkeiten und Betriebsmerkmale der verschiedenen für den Gütertransport verwendeten Fahrzeugtypen ermöglicht.

Trotz des breiten Spektrums an Anwendungsfällen und Verkehrsträgern konzentriert sich diese Studie auf die Nutzergruppen und Fahrzeugklassen des Personenverkehrs und Warentransport, wie in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5 Übersicht der Benutzergruppen und Fahrzeugklassen für den Personentransport und Warentransport

Nutzergruppen		Beschreibung
Personentransport	<b>Privatverkehr</b>	Ein Privatfahrzeug ist ein persönliches Transportmittel, das für die individuelle Nutzung ausgelegt ist und in der Regel über eine kleine Anzahl von Sitzplätzen verfügt. Diese Fahrzeuge sind im Besitz von Einzelpersonen oder Haushalten und nicht für den öffentlichen oder gewerblichen Verkehr bestimmt. Privatfahrzeuge werden in der Regel für den täglichen Arbeitsweg, für private Reisen und für Freizeitzwecke genutzt.
	 M1	
	<b>Gewerbe, Service und Dienstleistungen</b>	Ein Dienstwagen ist ein Transportmittel, das dem Arbeitnehmer vom Arbeitgeber für die Erfüllung betrieblichen Aufgaben zur Verfügung steht. Diese Fahrzeuge können Teil einer Flotte oder eines Fuhrparks sein oder stehen einem bestimmten Arbeitnehmer zur Verfügung. Sie dienen beispielsweise Handwerkern, technischen Diensten oder auch Dienstleistern als Transportmittel. Zudem werden diese Fahrzeuge oftmals auch zum Transport von Waren in Zusammenhang mit einer z.B. handwerklichen Tätigkeiten (z.B. Installateur) genutzt. Als Hauptzweck solcher Fahrten wird jedoch der Personentransport und nicht der Warentransport gesehen, weshalb solche Fahrten hier berücksichtigt werden.
	  M1 /N1	
	<b>Taxi</b>	Taxis sind eine Form des öffentlichen Verkehrsdienstes, der von einzelnen oder lizenzierten Betreibern angeboten wird. Diese Fahrzeuge sind für die Beförderung von Fahrgästen auf nicht planmäßiger Basis konzipiert und werden in der Regel auf der Straße oder über einen Fahrdienst angehalten. Taxis sind oft mit bestimmten Farben oder Symbolen gekennzeichnet, damit sie leicht zu erkennen sind. Sie sind mit Zählern ausgestattet, die den Fahrpreis auf der Grundlage der zurückgelegten Strecke und der Wartezeit berechnen. Taxis spielen eine wichtige Rolle im städtischen Verkehr, da sie eine bequeme und bedarfsgerechte Beförderungsart für Personen darstellen, die eine Punkt-zu-Punkt-Beförderung benötigen.
	 M1/M2	
	<b>öffentliche Verkehrsmittel (Nah)</b>	Öffentlicher Verkehr auf regionaler Ebene bezieht sich auf ein System gemeinsam genutzter Verkehrsdienste, die für die Allgemeinheit zugänglich sind. Im Rahmen dieser Studie bezieht sich der Begriff auf Busse, die innerhalb einer bestimmten Region oder eines Stadtgebiets verkehren. Diese Dienste werden häufig von öffentlichen Verkehrsbetrieben verwaltet und zeichnen sich durch feste Routen, Fahrpläne und Haltestellen aus.
	 M2/M3	
	<b>öffentliche Verkehrsmittel (Fern und Reisen)</b>	Der öffentliche Fernverkehr umfasst die Bereitstellung gemeinsamer Verkehrsdienste für Fahrgäste, die zwischen Städten, Regionen oder sogar Ländern reisen. Dazu gehören verschiedene Verkehrsmittel wie Überlandbusse und Fernbusse. Diese Dienste richten sich an Personen, die große Entfernungen zurücklegen müssen, und bieten eine Alternative zur Fahrt mit dem eigenen Auto. Der öffentliche Fernverkehr zeichnet sich häufig durch planmäßige Strecken, feste Terminals und verschiedene Serviceklassen aus.
 M3		
Warentransport	<b>Leichtkraftfahrzeug</b>	Ein leichtes Nutzfahrzeug (Light Commercial Vehicle, LCV) ist ein Fahrzeugtyp, der für die gewerbliche Nutzung konzipiert ist, aber kleiner und leichter ist. Leichte Nutzfahrzeuge sind vielseitig einsetzbar und werden häufig für den Transport von Waren, Werkzeugen oder Ausrüstung für geschäftliche Zwecke verwendet. Diese Fahrzeuge werden häufig von kleinen Unternehmen, Handwerkern und verschiedenen Lieferdiensten eingesetzt.
	 N1	
	<b>Mittelschweres Fahrzeug</b>	Mittelschwere Nutzfahrzeuge sind eine Kategorie von Nutzfahrzeugen, die in Bezug auf Größe, Gewicht und Nutzlastkapazität zwischen leichten und schweren Nutzfahrzeugen liegen. Mittlere Nutzfahrzeuge werden häufig in verschiedenen Branchen für den Transport von Gütern, die Erbringung von Dienstleistungen und die Erfüllung der Anforderungen von Unternehmen eingesetzt, die robustere Fähigkeiten als die von leichten Nutzfahrzeugen benötigen.
	 N2	
	<b>Schwerlastfahrzeug</b>	Schwere Nutzfahrzeuge stellen die größte und robusteste Kategorie von Nutzfahrzeugen dar. Diese Fahrzeuge werden in der Regel für Langstreckentransporte und schwere Gütertransporte eingesetzt.
	 N3	
<b>Kommunale Dienste</b>	Ein Kommunalfahrzeug ist ein spezieller Fahrzeugtyp, der für die Unterstützung verschiedener gemeinschaftsorientierter Aufgaben und Aktivitäten konzipiert und ausgestattet ist. Kommunale Servicefahrzeuge können Transporter, Lastwagen oder Nutzfahrzeuge sein, die mit Funktionen und Ausrüstungen ausgestattet sind, die auf bestimmte Aufgaben zugeschnitten sind, wie z.B. den Transport von Waren, Ausrüstung oder Personal, die Instandhaltung der öffentlichen Infrastruktur, die Bereitstellung von Notdiensten oder die Unterstützung von Gemeindeveranstaltungen und -initiativen.	
 M1, N1, N2, N3		

### 5.3 Fahr- und Standverhalten - Tank und Ladeszenarien

Der **Fahrparameter** beschreibt das Fahrverhalten der einzelnen Nutzergruppen und umfasst:

- die durchschnittlich zurückgelegten Strecken in km
- die durchschnittliche Fahrtdauer in Stunden
- den Zeitpunkt/Grund der Fahrt (z.B. Werktag, Wochenende, Urlaub)
- die durchschnittliche Anzahl der Fahrten pro Tag

Der **Standparameter** ist ähnlich dem Fahrparameter und beschreibt das Verhalten der einzelnen Nutzergruppen hinsichtlich des Aufenthaltes. Einige Eckparameter lassen sich direkt aus dem Fahrparameter ableiten, andere können beispielsweise, wie im Sektor Warentransport oder zur Personenbeförderung von mehr als 9 Personen entsprechend der EU-Verordnung: EU-VO 561/2006 [14] ermittelt werden. In dieser Verordnung ist unter anderem folgendes geregelt:

- Nachtfahrverbot: Täglich von 22 Uhr bis 5 Uhr auf allen Straßen.
- Fahrverbot am Wochenende: Gültig Samstag von 15 Uhr bis Sonntag, 22 Uhr und an allen Feiertagen von Mitternacht bis 22 Uhr auf allen Straßen.
- Die Lenkzeitregelung schreibt vor, dass ein Fahrer nach 4,5 Stunden Lenkzeit eine Pause von mindestens 45 Minuten einlegen muss (aufteilbar in 15 Minuten, gefolgt von 30 Minuten).
- Die tägliche Lenkzeit darf 9 Stunden nicht überschreiten, mit einer Ausnahme von zweimal pro Woche, wenn sie auf 10 Stunden verlängert werden kann.

Der Standparameter berücksichtigt:

- die durchschnittliche Dauer der Aufenthalte in Stunden
- den Zeitraum an dem ein Fahrzeug verfügbar ist (z.B. Tag/Nacht, Werktag/Wochenende, Betriebszeiten, Zwischenladungen)
- die durchschnittliche Anzahl der Aufenthalte pro Tag, welche für einen Ladevorgang in Betracht zu ziehen sind. D.h. Zwischenstopps und kurzes Parken bei einem Supermarkt, werden nicht berücksichtigt.

Der Standparameter kann zur qualitativen Bestimmung möglicher Netzentlastungsmaßnahmen (z.B. Lastmanagementsysteme) oder der Möglichkeit des bidirektionalen Ladens herangezogen werden.

Zur Abschätzung der erforderlichen **Batteriekapazitäten** sowie der **Ladeleistungen** zur Deckung des Mobilitätsverhaltens der einzelnen Nutzergruppen, werden neben Erfahrungswerten und Marktverfügbarkeit von Elektrofahrzeugen, der Lade- und Standparameter herangezogen.

Zur qualitativen Bestimmung geeigneter Kerntechnologien, sowie der Interaktion mit dem Stromnetz werden zudem die Ladestandorte und -Zeitpunkte je Nutzergruppe identifiziert. Der **Ladestandort** beschreibt den Ort, an dem mit großer Wahrscheinlichkeit eine Ladung der entsprechenden Nutzergruppe zu erwarten ist. Es besteht die Möglichkeit, dass für einzelne Nutzergruppen mehrere potenzielle Standorte identifiziert werden. Die Ladestandorte wurden entsprechend der Tabelle 6 eingeteilt:

Tabelle 6 Definition der unterschiedlichen Ladestandorte

Kategorie	Symbol	Kurbeschreibung	Definition laut AFIR
Heim		Laden zu Hause findet vorwiegend im privaten Bereich statt (feste Parkplätze), d.h. die Ladeinfrastruktur ist nicht frei zugänglich. Vor allem im städtischen Bereich wird vorwiegend im öffentlichen Raum geladen (Laternenparker), d.h. die Ladeinfrastruktur ist frei zugänglich.	Privat / öffentlich
Arbeitsplatz		Beim Laden am Arbeitsplatz kann die Ladeinfrastruktur sowohl für jeden zugänglich sein als nur explizit für Mitarbeiter.	Privat / öffentlich
Öffentlich		Ladeinfrastruktur ist im öffentlichen Bereich für jeden zugänglich; z.B. Tiefgarage, Raststätten, Parkplätze bei Supermärkten, usw.	öffentlich
Gelegenheitsladung		Gelegenheitsladungen sind prinzipiell in Abhängigkeit der Ladetechnologie für jeden frei zugänglich. In diese Kategorie fallen z.B. Ladungen mit hohen Ladeleistungen während eines	öffentlich

		Zwischenstopps (z.B. Zwischenladung des öffentlichen Verkehrs) oder auch das Laden an Raststätten von LKWs über Nacht	
<b>Depot</b>		Das Depotladen ist ähnlich der Kategorie „privat“. Die Infrastruktur ist meist nicht frei zugänglich und steht den eigenen Flottenfahrzeugen bzw. einem Fuhrpark zur Verfügung (z.B. Betriebsstandort / Logistikzentrum)	privat

Der **Ladezeitpunkt** beschreibt den Zeitraum, an dem ein Fahrzeug für einen Ladevorgang zur Verfügung steht und wird bereits im Rahmen der Bestimmung des Standparameters erfasst. Der Ladezeitpunkt ist vor allem relevant für die Abschätzung der benötigten Ladeleistung bzw. für die qualitative Bewertung der Interaktion mit dem Stromnetz, möglicher Netzentlastungsmaßnahmen (z.B. Lastmanagementsysteme) oder der Möglichkeit des bidirektionalen Ladens.

## 6 Nutzergruppenanalyse

Dieser Abschnitt bietet eine detaillierte Analyse verschiedener Nutzergruppen, die auf dem Markt für Elektrofahrzeuge (EV) identifiziert wurden, und untersucht spezifische Nutzungsszenarien und damit verbundene Parameter, die die Integration und Effizienz von EV beeinflussen. Jede Nutzergruppe, die ein breites Spektrum an Sektoren abdeckt, wird auf Schlüsselaspekte ihrer E-Fahrzeugnutzung hin untersucht. Dazu gehört eine kurze Beschreibung typischer Nutzungsszenarien, häufig genutzte Fahrzeugklassen und eine detaillierte Beschreibung des Fahr- und Standverhaltens. Darüber hinaus werden die spezifischen Batteriekapazitäten und Ladekapazitäten, die bevorzugten Ladestandorte und die erforderlichen Ladekomponenten und -infrastrukturen, einschließlich der Stromart (AC/DC), des Standorts des Ladegeräts (onboard/offboard) und der Übertragungssysteme, untersucht. Darüber hinaus werden in diesem Abschnitt die sich aus diesen Betriebsmerkmalen ergebenden gleichzeitigen Erscheinungen - wie etwa die Auswirkungen auf die Fahrzeugleistung und die Netzinteraktion - skizziert. Darüber hinaus wird das Potenzial intelligenter Ladetechnologien bewertet, die die Effizienz und Nachhaltigkeit des Stromverbrauchs auf der Grundlage der besonderen Anforderungen und Verhaltensweisen der einzelnen Gruppen verbessern. Schließlich wird die Interaktion zwischen diesen EV-Ökosystemen und dem allgemeinen Stromnetz untersucht. Dabei wird herausgestellt, wie diese Beziehungen optimiert werden können, um sowohl die Stabilität des Netzes als auch die Betriebseffizienz der Nutzer zu verbessern.

### 6.1 Personentransport

#### 6.1.1 Privatverkehr

Privatfahrzeuge beziehen sich auf privat betriebene Fahrzeuge, die Einzelpersonen oder Familien für den persönlichen Transport nutzen. Für die Zwecke dieses Berichts werden hier Fahrzeuge berücksichtigt, die in die Kategorie M1 fallen. Laut [15] reichen die Batteriekapazitäten je nach Fahrzeuggröße zwischen 18 und 123 kWh, mit möglichen Fahrstrecken von bis zu 665 km. In Österreich ist das beliebteste Fahrzeug das Tesla Model Y mit einer Batteriekapazität von 57,5 kWh und einer geschätzten Reichweite von 350 km.

Die Tageszeiten, zu denen private PKW unterwegs sind, können je nach individuellen Zeitplänen, Pendelmustern und täglichen Bedürfnissen und Routinen stark variieren. Es gibt jedoch einige gängige Muster von Autofahrten zu verschiedenen Tageszeiten. Im Allgemeinen konzentrieren sich die Fahrzeiten auf den morgens, mittags und abendlichen Pendelverkehr. Morgens pendeln die Menschen mit dem Auto zur Arbeit und/oder bringen die Kinder zur Schule. Die morgendliche "Hauptverkehrszeit" findet in der Regel zwischen 7:00 und 9:00 Uhr in vielen städtischen Gebieten statt. In den Mittagsstunden, etwa zwischen 10:00 und 14:00 Uhr, ist die Anzahl der Autos tendenziell geringer, da die Menschen mit Arbeit oder privaten Aktivitäten beschäftigt sind. In einigen Fällen kann es vorkommen, dass Einzelpersonen ihr Auto in der Mittagspause nutzen, um zu Mittag zu essen oder Besorgungen zu machen. Nachmittags, zwischen 16:00 und 18:00 Uhr, verlassen die Menschen in der Regel die Arbeit und die Schule, um nach Hause zurückzukehren, während sich der Verkehr abends zwischen 18:00 und 20:00 Uhr eher auf den Weg zum Einkaufen oder auf Freizeitaktivitäten wie Restaurant, Sport usw. konzentriert. Es ist zu beachten, dass der Schulalltag eine wichtige Rolle im Fahrverhalten vieler Eltern spielt und als ein wesentlicher Einflussfaktor angesehen werden kann.

Basierend auf den in [16] geleisteten Arbeiten legen die Österreicherinnen und Österreicher durchschnittlich 36 Kilometer pro Arbeitstag zurück, wobei sie durchschnittlich eine Stunde und zehn Minuten für diese Strecke benötigen. Bemerkenswert ist, dass etwa 50 % dieser Fahrten mit dem Individualverkehr als Fahrer zurückgelegt werden, und zwar für alle betrachteten Szenarien (Arbeitstag, Wochenenden und Feiertage). Darüber hinaus besteht ein klarer Unterschied darin, dass ein höherer Anteil der Fahrzeugfahrten im ländlichen Raum durchgeführt wird als in größeren städtischen Gebieten (ohne Wien). In dem Bericht wird auch deutlich, dass demografische Daten wie Geschlecht, Alter und Zweck der Reise einen Einfluss auf die Art des Verkehrsmittels und damit auf die Anzahl der Fahrzeuge auf der Straße haben. Die Auswirkungen dieser sozioökonomischen (z.B. Einkommen) und soziodemografischen Faktoren (Alter, Geschlecht usw.) wurden auch in [12] untersucht, wo sie in Regionalisierungsmethoden verwendet wurden, um Standorte mit hohem/niedrigem Potenzial für Elektrofahrzeuge zu identifizieren.

Folglich kann die Standzeit (und damit die Ladezeit) von privaten Elektrofahrzeugen je nach Fahrzeugnutzung mit den Ankunftszeiten und der Ankunftszeit an den jeweiligen Zielorten korreliert werden. Die längste Stehzeit ist in der Regel über Nacht (> 8 Stunden), wenn Fahrzeugbesitzer nach der Arbeit nach Hause kommen (an typischen Wochentagen) und ihr Fahrzeug am nächsten Morgen nur dann nutzen, wenn es für das Pendeln oder andere Aktivitäten benötigt wird. In den meisten Fällen müssen private Elektrofahrzeuge über Nacht am Wohnort des Fahrzeugbesitzers aufgeladen werden, wo langsame Ladegeräte mit 3,6 kW bis 11 kW verwendet werden, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug bis zum nächsten Morgen vollständig

aufgeladen ist, wenn es möglicherweise für den Weg zur Arbeit oder andere Aktivitäten benötigt wird. Bei Arbeitsplatzzielen können die Standzeiten in der Regel von 9:00 bis 17:00 Uhr betragen, wobei gegebenenfalls langsame Ladegeräte mit bis zu 22 kW installiert werden können. Bei Freizeitzielen (z.B. Einkaufen, Sport, Unterhaltung) können die Standzeiten bis zu ca. 4 Stunden betragen. In diesem Fall ist mit Ladestationen von 22 kW bis 50 kW zu rechnen. Darüber hinaus wird bei Raststationen und -plätzen entlang der Autobahn bei längeren Strecken wahrscheinlich eine Zwischenladung (oder Reichweitenverlängerung) mit einem Schnellladegerät (bis zu 150 kW) durchgeführt, wenn die Einrichtung dies anbietet. Mit Stand 4. März 2023 besteht das österreichische Ladenetz aus 17.927 Normalladepunkten (<23 kW), 3.338 Schnellladepunkten (23-150 kW) und 1.109 Ultraschnellladepunkten, insgesamt also 22.374 öffentlich zugängliche Ladepunkte [17]. Diese umfangreiche Infrastruktur verbessert die Zugänglichkeit, den Komfort und die Reichweite von Elektrofahrzeugen und fördert das Marktwachstum und die wirtschaftlichen Möglichkeiten, während gleichzeitig die Treibhausgasemissionen reduziert werden, und es wird erwartet, dass dies in Zukunft noch zunehmen wird.

Aufgrund des ähnlichen Fahrverhaltens und damit der Ankunftszeiten, insbesondere bei der Arbeit (d.h. morgens) oder zu Hause (abends), dürften in diesen Zeiten hohe Koinzidenzfaktoren auftreten, die die Netzinfrastruktur vor Herausforderungen stellen können. Bei großen Ladeanlagen kann die Kombination des Ladens von Elektrofahrzeugen zusammen mit anderen Lasten erhebliche Auswirkungen auf den Spitzenleistungsbedarf haben, was zu Verstößen (Überlastung und Spannung) im Nieder- und Mittelspannungsnetz führen kann.

Um dies zu überwinden und durch die Nutzung der langen Stehzeiten und der langsamen Ladeanforderungen, haben private Elektrofahrzeuge das höchste Potenzial für intelligentes Laden, und bidirektionales Laden (V2G, V2H, V2X). Insbesondere sollten intelligente Ladekonzepte in Betracht gezogen werden, um Peak Shaving (vermeiden von Lastspitzen) und Load Shifting (zeitliche Verschiebung von Lasten) zu fördern. Intelligentes Laden spielt eine entscheidende Rolle bei der Spitzenlastreduzierung und Lastverschiebung, indem es den Zeitpunkt und die Geschwindigkeit des Ladens von Elektrofahrzeugen aktiv steuert, um die Nachfrage in Spitzenzeiten zu reduzieren und auf Nebenlastzeiten umzuverteilen. Durch die intelligente Anpassung von Ladeplänen können intelligente Ladesysteme Spitzen in der Stromnachfrage ausgleichen und so dazu beitragen, die Netzinfrastruktur zu entlasten und mögliche Überlastungen oder Blackouts zu verhindern. Bei der Lastverschiebung hingegen geht es darum, Anreize für das Laden von Elektrofahrzeugen außerhalb der Spitzenzeiten zu schaffen, wenn die Stromnachfrage gering ist und überschüssige erneuerbare Energie verfügbar sein kann, wie in Kapitel 3 erwähnt. Das Potenzial von Privatfahrzeugen, an V2G und V2H-Technologien teilzunehmen, ist vielversprechend für die Verbesserung der Netzflexibilität und die Unterstützung der Energieresilienz. Die V2G-Technologie ermöglicht es Elektrofahrzeugen (EVs), in Zeiten hoher Nachfrage den in ihren Batterien gespeicherten Strom wieder ins Netz einzuspeisen oder die Bemühungen zur Netzstabilisierung zu unterstützen. Durch die Nutzung der Energiespeicherkapazität von EV-Batterien kann V2G dazu beitragen, Nachfragespitzen abzufedern, Systemdienstleistungen wie Frequenzregelung und Spannungsunterstützung bereitzustellen und erneuerbare Energiequellen effektiver in das Netz zu integrieren. Als mobile Energiespeicher können Elektrofahrzeuge, die mit V2H-Funktionen ausgestattet sind, Notstrom bereitstellen, die Abhängigkeit von einer zentralen Stromerzeugung verringern und die Energieresilienz für Hausbesitzer und Gemeinden verbessern. Aus Verbrauchersicht bietet die V2H-Technologie daher das Potenzial für "Behind the Meter"-Dienste, die es den Besitzern von Elektrofahrzeugen ermöglichen, ihre Häuser bei Stromausfällen oder hohen Strompreisen mit Energie zu versorgen, die in ihren Fahrzeugbatterien gespeichert ist.

### 6.1.2 Gewerbe, Service und Dienstleistungen

Im Bereich Gewerbe, Service und Dienstleistungen werden Arbeitnehmern vom Arbeitgeber für die Erfüllung der betrieblichen Aufgabe oftmals Fahrzeuge zur Verfügung gestellt. Hierzu zählen beispielsweise handwerkliche Betriebe (z.B. Installateur, Elektriker, Servicetechniker) oder auch soziale Einrichtungen (z.B. Pflegedienst). Die Fahrzeugklasse, kann sowohl der Kategorie M1 Personenkraftwagen als auch der Klasse N1 Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von nicht mehr als 3.500 kg entsprechen. Die Unterscheidung zum Warentransport liegt in der Definition des Hauptzwecks der Fahrt. Im Rahmen dieser Nutzergruppe wird davon ausgegangen, dass der Hauptzweck der Fahrt im Personentransport liegt. Dies bedeutet, dass beispielsweise ein Installateur in seinem Fahrzeug Werkzeug und Ersatzmaterial zum Kunden transportiert, jedoch nicht mit dem Ziel dieses einfach nur abzuliefern, sondern auch z.B. eine Reparatur durchzuführen.

Die zurückgelegte Wegstrecke sowie der Aufenthalt an einem Standort variieren von Gewerbe-, Service- oder Dienstleistungsbetrieb stark. Teilweise variiert die benötigte Zeit für einzelne Aufträge bzw. Tätigkeiten innerhalb eines Betriebs ebenfalls. Es ist daher schwer zu verallgemeinern, wie viele Kilometer durchschnittlich gefahren werden und welche Möglichkeiten es zum Nachladen während des Tages gibt. Vereinzelt, kann auch während eines längeren Aufenthaltes beim Kunden geladen werden. Für das Gelegenheitsladen eignen sich Ladeleistungen im Bereich 22 kW bis 150 kW. Sollte es zu längeren Aufenthalten während des Tages kommen, z.B. im Bau- und Handwerk, reichen oftmals für eine Gelegenheitsladung bereits Ladeleistung unter 22 kW AC-Laden aus. Es ist jedoch zu rechnen, dass die meisten Fahrzeuge nachts geladen werden. Die potenziellen Standorte für das Laden über Nacht sind Betriebs- bzw. Firmengelände (Depotladen) oder der öffentliche Raum, da

nicht immer jedes Unternehmen einen eigenen Parkplatz besitzt. Hierfür werden Ladeleistung mit bis zu 22 kW AC-Laden ausreichend sein. Zudem stehen Arbeitnehmern je nach Gewerbe oftmals die Fahrzeuge auch außerhalb der Dienstzeit zur Verfügung bzw. dürfen für private Zwecke mit genutzt werden. In solchen Fällen ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge entweder tagsüber bei der Arbeit oder nachts bei einer Ladestation zu Hause geladen werden. [18]

Da das Laden vermehrt über Nacht am Betriebsgelände stattfinden wird, ist vor allem am Nachmittag (nach Ankunft beim Betrieb) bzw. in der Nacht mit erhöhten Gleichzeitigkeiten zu rechnen. Die Gleichzeitigkeiten sind jedoch stark von der Größe des Fuhrparks bzw. der Flotte abhängig. Beim Gelegenheitsladen am Betriebsgelände oder am Auftragsort ist bezogen auf ein einzelnes Unternehmen mit geringen Gleichzeitigkeiten zu rechnen. Sollten jedoch beispielsweise auf einer Baustelle mehrere Fahrzeuge gleichzeitig ankommen, könnte es in Abhängigkeit der Anzahl der Fahrzeuge zu erhöhten Gleichzeitigkeiten kommen. Die erhöhten Gleichzeitigkeiten können vor allem am Betriebsgelände über Nacht durch intelligentes Laden reduziert werden. Insbesondere bei großen Fuhrparks und gut planbaren Einsätzen ist intelligentes Laden und bidirektionales Laden besonders geeignet. Es könnte vorkommen, dass bestimmte Fahrzeuge über einen ganzen Tag hinweg angeschlossen sind und nicht benötigt werden, insbesondere an Wochenenden. In solchen Fällen könnten die Speicherkapazitäten genutzt werden, um Schwankungen bei der Nutzung erneuerbarer Energien auszugleichen. Die Prognostizierbarkeit, wann die Fahrzeuge an die Ladesäule angeschlossen sind, ist in der Regel bei Fuhrparks ebenfalls hoch, was die Integration solcher Systeme erleichtert. [18]

### 6.1.3 Taxi

Ein Taxi kann als ein Kraftfahrzeug bezeichnet werden, das zugelassen ist und gegen eine festgelegte Gebühr für die Beförderung von Fahrgästen von einem Punkt zum anderen verwendet wird. Typische Beispiele sind in und um eine Stadt und der Transport von und zu Flughäfen. Taxis dienen als wichtige Komponenten in der städtischen Verkehrsinfrastruktur und bieten eine effiziente und zugängliche Beförderung für verschiedene Bevölkerungsgruppen. Ihre Bedeutung liegt darin, schnelle und zuverlässige Mobilitätslösungen anzubieten, insbesondere in zeitkritischen Situationen oder für Menschen mit begrenzten persönlichen Transportmitteln. Taxis tragen zur Effizienz und Konnektivität in der Stadt bei und dienen als integrale Elemente im komplexen Netzwerk des städtischen Verkehrs. Taxis werden in der Regel in die Klasse M1 eingestuft und müssen die in z.B. [19] (Wien) und [20] beschriebenen technischen Mindestspezifikationen erfüllen [19], [20] wie z.B. die Mindestanzahl der Türen (min 4), Außenlänge (4200mm), Beleuchtung Dachschild, Klimaanlage, sauber und in einem sicheren Zustand usw. Taxis können in der Regel an einem Taxistand an strategischen Orten mit einer Stadt gefunden werden oder alternativ einen Abhol- oder Ride-Hailing-Service anbieten, der auf einem Anruf oder online auf einem Konkreter Abholort, z.B. von zu Hause Ein Beispiel für den Standort eines Taxistandes innerhalb Wiens ist in Abbildung 13 dargestellt [21].

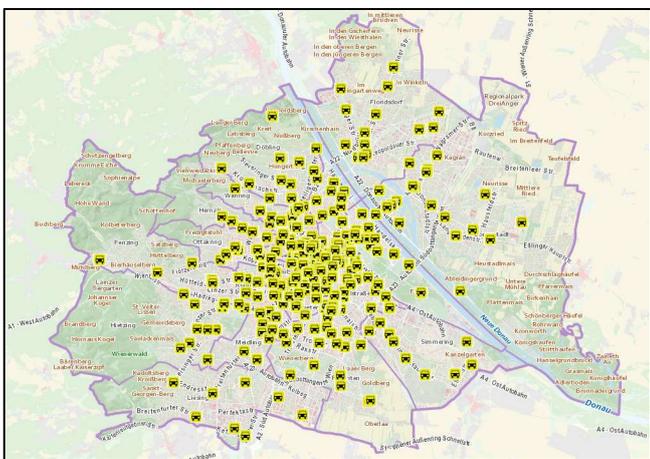


Abbildung 6 Standort Taxistände innerhalb Wiens [21]

Basierend auf den verschiedenen Regulierungen und Förderinitiativen innerhalb Österreichs werden Taxiflottenbesitzer zur Elektrifizierung ihrer Fahrzeuge ermutigt. Es müssen jedoch verschiedene Überlegungen berücksichtigt und bewertet werden, um den erfolgreichen Einsatz einer elektrifizierten Taxiflotte zu erreichen. Dazu gehören unter anderem Aspekte wie das Elektrofahrzeugmodell, die zurückgelegten Strecken, die

Stehdauer und die verfügbare Ladeinfrastruktur (Ladegeschwindigkeit und Kompatibilität).

Im Jahr 2013, untersuchte das Projekt ZENEM [22] die Auswirkungen der Elektrifizierung von Taxifloten auf das Niederspannungsnetz innerhalb der Stadt Wien. Im Rahmen der Studie wurde ein Hinweis auf typisches Fahrverhalten in Bezug auf Abstände zwischen Taxiständen, Standzeiten an Taxiständen und Lenkzeiten für Taxis innerhalb Wiens untersucht. Basierend auf der Studie zeigt Abbildung 7 die Verteilung der Entfernungen pro Fahrt zwischen zwei Taxiständen (berechnet auf Basis von Kunden- und Leerfahrten). Wie man sieht, sind 90% der Fahrten weniger als 31,3 km lang, mit einer durchschnittlichen Fahrstrecke von 14,2 km. Es ist jedoch zu beachten, dass die zurückgelegte Gesamtstrecke von primärer Bedeutung ist, wenn es darum geht, die Gesamtenergiemenge (und damit die Anzahl der täglichen Ladevorgänge) für eine elektrifizierte Flotte zu beurteilen. Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Zeit, die Taxis an den Taxiständen stehen. Wie man sieht, beträgt die durchschnittliche Standzeit 19,4 Minuten, und bemerkenswert ist, dass 90 % der Zeit, die an einem Taxistand verbracht wird, weniger als 42,1 Minuten beträgt [22].

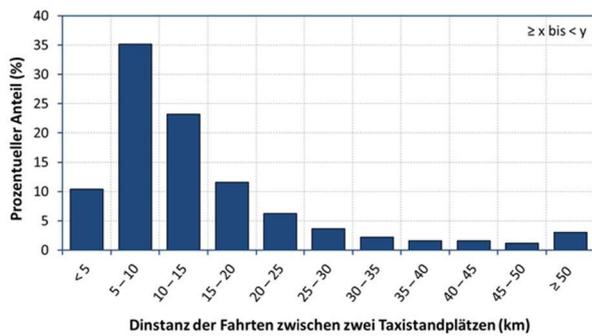


Abbildung 7 Prozentuale Verteilung der Distanz zwischen zwei Taxiständen über alle Wochentage [22]



Abbildung 8 Prozentuale Verteilung der Zeit, die am Taxi-stand verbracht wurde, auf alle Wochentage [22]

Darüber hinaus gibt der Bericht einen Einblick in die täglichen Fahrplanforderungen und deren Gleichzeitigkeit basierend auf der Tageszeit an verschiedenen Tagen innerhalb einer Woche. Wie in Abbildung 9 dargestellt, sind die meisten Taxis von Montag bis Donnerstag um 9 Uhr erforderlich. Danach werden den ganzen Tag über Taxianfragen gestellt, die bis Mitternacht abnehmen. Am Freitag- und Samstagabend verkehren jedoch rund 45 % der Taxis gleichzeitig (gegen Mitternacht). Sonntags sind aufgrund der geringeren Anzahl an Taxianfragen weniger Taxifahrzeuge im Einsatz und haben somit einen längeren Stillstand. Damit ist klar, dass der Taxibetrieb stark von einer starken Auslastung an Wochentagen geprägt ist.

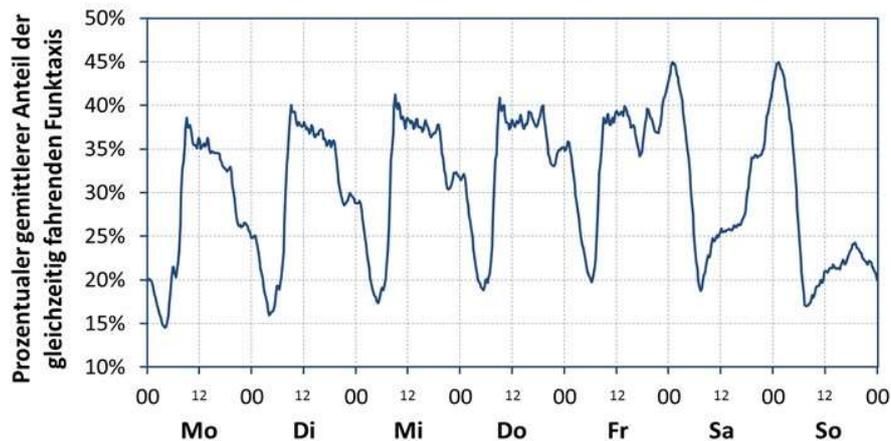


Abbildung 9 Durchschnittliche wöchentliche Entwicklung der gleichzeitigen Funktaxis (Gesamtflotte 2011) [22]

Anschließend gelten das Verhalten und die Ergebnisse für den Mehrschichtbetrieb von Taxis unter der Annahme, dass das Laden nur an Taxiständen erfolgt. In der Studie wurden verschiedene Szenarien auf Basis der Batteriekapazitäten eines Nissan Leaf mit (damals) verfügbaren 24 kWh und 48 kWh simuliert (Ausblicks Szenario). Die Ladeinfrastruktur und deren Anbindung an das Stromnetz wurden anhand des Anschlusses an das Niederspannungsnetz (NE7) bewertet. Es zeigte sich, dass normales Laden (einphasig, 230 V, 16 A) für die kurzen Standzeiten an den Taxiständen in keiner Weise ausreicht. Es wird jedoch erwartet, dass Ladestationen mit einem Leistungsbereich zwischen 22 kW (AC) und 50 kW (DC) am besten machbar sind. In Bezug auf die Auswirkungen auf das Niederspannungsnetz aus Last- und Spannungssicht konnte gezeigt werden, dass keine größeren thermischen Grenzwerte oder Spannungsverletzungen festgestellt wurden. Bei unkontrolliertem Laden wurde jedoch eine kurzzeitige Überlastung von bis zu 200 % angezeigt. Das Konzept eines kontrollierten Ladeschemas wurde ebenfalls umgesetzt, indem der Spitzenlastbedarf begrenzt und die Ladelast den Fahrzeugen auf der Grundlage ihres Ladezustands zugewiesen wurde.

Im Anschluss daran wurde 2014 das Projekt "E-Taxi" als Folgeprojekt zum Forschungsprojekt ZENEM durchgeführt, um die Erkenntnisse im Rahmen der Sondierungsphase für den E-Taxi-Betrieb [23] in einem Demonstrationsprojekt umzusetzen. Die Ergebnisse zeigten, dass es unter anderem möglich ist, Elektrotaxis nahtlos in den Betrieb des Taxisektors zu integrieren. Für regelmäßige Schichten benötigen E-Taxis 1-2 Schnellladevorgänge von 20-30 Minuten. Um Fahrtablehnungen aufgrund begrenzter Reichweite zu vermeiden, garantieren "Ladeempfehlungen" rund 90 % der Kundenreisen mit einer Restreichweite von 30 km. Zuverlässige, schnell aufladbare Elektrofahrzeuge sind für den Taxibetrieb in Wien unerlässlich. Um die Anforderungen zu erfüllen, müssen die Elektrofahrzeuge schnellladefähig sein, in Wien als Taxifahrzeuge zugelassen werden können und eine Alltags- und Allwetterreichweite von mehr als 100 km pro Ladung aufweisen. Darüber hinaus sind Leistung und

Zuverlässigkeit, einschließlich geeigneter Austauschlösungen für die Batterie, entscheidend, um die hohe jährliche Laufleistung von 40.000 – 60.000 km zu unterstützen. Darüber hinaus ist die Auswahl attraktiver Ladestandorte mit vorhandener Versorgungsinfrastruktur, die Tankstellen ähneln, entscheidend für die kontinuierliche Erreichbarkeit des Taxidienstes rund um die Uhr. Die unmittelbare Nähe der verfügbaren Ladeinfrastruktur zu den Taxisständen ist unerlässlich, um Leerfahrten von E-Taxi-Fahrzeugen zu minimieren, den Energieverbrauch effektiv zu senken und die betriebliche Effizienz zu optimieren.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Dokuments läuft das Projekt "eTaxi 2.0" (2021-2025), [24] das die Taxiflotte bei ihren Dekarbonisierungsstrategien unterstützen soll, wobei der Fokus zunächst auf den Städten Wien und Graz liegt. Der Fokus des Projekts zielt darauf ab, die geringe Akzeptanzrate der Elektromobilität durch Fahrten zu Ladestationen und die damit verbundenen Ladezeiten, die zu unwirtschaftlichen Standzeiten führen, durch eine Verbesserung der Lademöglichkeiten zu adressieren, um die zunehmende Akzeptanz von Elektrofahrzeugen zu beschleunigen. In Wien wurde ein automatisiertes konduktives Ladekonzept entwickelt und demonstriert. In Graz liegt der Fokus auf einer Kombination aus konduktivem Laden und erhöhter Verfügbarkeit von Schnellladen ( $> 150$  kW). Das Projekt nutzt die Easelink Matrix Charging-Technologie® [25], die an Taxisständen in Wien und Graz getestet und evaluiert wird. Die beiden im Projekt eingesetzten Fahrzeuge unterstützen das Laden mit 11 kW Wechselstrom, nämlich der VW ID (Batteriekapazität 77 kWh) und der Hyundai Ioniq 5 (77,4 kWh), [26] [23] die beide eine Reichweite von rund mehr als 400 km bieten. Anschließend bietet das Matrix-Ladesystem einen Ladewirkungsgrad von über 99 % und unterstützt das Laden mit einer Leistung von bis zu 22 kW für Wechselstrom (AC) und 50 kW für Gleichstrom (DC) bei 400 Volt/100 kW DC bei 800 Volt.

Während sich die zu erwartenden Fahrgewohnheiten von Taxiunternehmen während der Umstellung auf elektrifizierte Taxiflotten voraussichtlich nicht wesentlich ändern werden, sind die geringe Reichweite von BEV, die unzureichende Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur, insbesondere Schnellladestationen, und die Befürchtung der Ausfallzeiten, die für das Aufladen ihrer Fahrzeuge erforderlich sind, da Leerlaufzeiten als potenzielle Umsatzeinbußen wahrgenommen werden können. Unterschiede aufgrund von saisonalen Unterschieden, d.h. einige gegenüber dem Winter, spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, z.B. kann eine einzige Ladung im Sommer bis zu 300 km halten, während im Winter aufgrund des zusätzlichen Heizbedarfs nur 260 km erreicht werden können. [27] Bei längeren Fahrten (z.B. zum Flughafen) ist das Aufladen während einer Schicht unvermeidlich. Die Einführung von Elektrofahrzeugen in der Branche hängt von den Gesamtbetriebskosten ab, wobei auch der Zugang zur Ladeinfrastruktur eine wichtige Rolle spielt. Wenn der Fahrzeughalter in der Lage ist, sein Fahrzeug über Nacht an einer privaten Ladestation aufzuladen (d.h. zu Hause zu laden), wenn das Fahrzeug nicht in Gebrauch ist, kann dies eine günstigere Ladealternative bieten. In solchen Fällen reichen 11 kW langsames Ladegerät für den Fall des langsamen Ladens über Nacht aus, so dass das Fahrzeug rechtzeitig für den Betrieb am nächsten Tag vollständig aufgeladen ist. Dies ist gleichbedeutend mit dem Laden von Privatfahrzeugen und ist für einen Einschichtbetrieb möglich. Wenn der Fahrzeughalter in einem Mehrfamilienhaus wohnt, ist die Abhängigkeit von einer nahegelegenen (idealerweise fußläufig erreichbaren) öffentlichen Ladestation unvermeidlich.

Viele Taxifahrzeuge fahren jedoch in mehreren Schichten und 24/7, so dass aus Zeitgründen kein Raum für langsames Laden bleibt. Daher ist der Bedarf an öffentlichen Ladestationen, die an strategischen Standorten platziert werden und in der Lage sind, Schnelllademöglichkeiten bereitzustellen, von entscheidender Bedeutung, so dass der Fahrer sein Fahrzeug während der Betriebsschicht aufladen kann, um sicherzustellen, dass der Betrieb fortgesetzt werden kann. Im Idealfall ist, wie bereits erwähnt, eine ausreichende schnelle und zuverlässige Ladeinfrastruktur ( $> 22$  kW) an den dafür vorgesehenen Taxisständen erforderlich, damit der Fahrer im Stehen laden kann, entweder während er auf den nächsten Kunden wartet oder während einer Pause (z.B. 2x 20min oder 1 Stunde). Ladevorgänge sollten so schnell wie möglich erfolgen, damit der Fahrer nicht auf zu viele Fahrgelegenheiten (und damit auf finanzielle Einbußen) verzichten muss. Neben der Ladehäufigkeit sollte auch die Ladedauer berücksichtigt werden. Der Fahrer steht vor einem Dilemma: Entweder er unterbricht den Ladevorgang oder er verzichtet auf eine Kundenfahrt. Diejenigen, die sich dafür entscheiden, den Ladevorgang zu unterbrechen und mit einem teilweise aufgeladenen Akku losfahren, müssen in der nächsten Sitzung früher aufladen, was zu häufigeren Ladevorgängen bei gleicher Laufleistung führt [28]. Folglich wird die Nähe zu den nächsten Ladestationen immer wichtiger. Entscheidet sich der Fahrer hingegen dafür, weiter zu laden, muss er auf eine potenzielle Kundenfahrt verzichten. Eine unzureichende Ladezeit ist an Standorten mit hoher Kundenfrequenz wahrscheinlicher. In solch stark frequentierten Gegenden ist es jedoch wahrscheinlich, kurz nach Abschluss des Ladevorgangs einen neuen Kunden zu gewinnen.

Die Integration der Ladeinfrastruktur erfolgt in enger Zusammenarbeit mit mehreren Stakeholdern, d.h. Netzbetreibern, Energieversorgern und Ladepunktbetreibern etc., um die Auswirkungen auf das Stromnetz zu bewerten. Dabei ist die Anzahl der Ladepunkte pro Taxisstand und der Gesamtlastbedarf zu ermitteln (idealerweise 1 Ladestation pro Stellplatz). Abhängig von der verfügbaren Netzkapazität in der Nähe der Taxisstände kann eine Verstärkung der Netzinfrastuktur erforderlich sein, wenn die vorhandene Infrastruktur die erhöhte Last nicht tragen kann. Alternativ kann, wie in [22] gezeigt, auch die Einbindung

von intelligenten Ladekonzepten über ein Lademanagementsystem implementiert werden, um die Spitzenlastreduzierung zu unterstützen. Obwohl diese netzdienliche Option technisch machbar ist, muss ein Kompromiss zwischen Ladezeit (d.h. Stehzeit) und Taxibetriebszeiten in einer für alle Beteiligten praktikablen Weise gefunden werden. Auch im Falle des V2G-Anwendungsfalls kann aus theoretischer Sicht von einem höheren V2G-Potenzial an Wochenenden und in Zeiten reduzierter Aktivität, insbesondere in der Nacht, ausgegangen werden. Dies bietet die Möglichkeit, die Energiekapazität zu erhöhen, da der SoC von E-Taxis höher ist und über längere Zeiträume an das Stromnetz angeschlossen bleibt. Um jedoch einen vernünftigen Service zu bieten, muss eine große Anzahl von Taxis gleichzeitig für eine angemessene Dauer an das Netz angeschlossen werden. Daher kann der Business Case als nicht durchführbar angesehen werden, da das Fahrzeug jederzeit angemessen aufgeladen und verfügbar sein muss, um die beabsichtigte Dienstleistung zu erbringen, d.h. bei Bedarf Fahrgäste zu befördern.

#### 6.1.4 Öffentlicher Nah- und Regionalverkehr

Im öffentlichen Verkehr wird im österreichischen Recht zwischen Verkehrsdiensten innerhalb einer Stadt und ihres Umlandes (Personennahverkehr) und den Verkehrsdiensten im ländlichen Raum (Regionalverkehr) unterschieden. Unter den Verkehrsdiensten wird zwischen dem Verkehr auf der Straße und dem auf der Schiene getrennt. Das öffentliche Personennah- und Regionalverkehrsgesetz 1999 behandelt diese Materie. [29] Ein sogenannter Kraftlinienverkehr hat im Sinne österreichischen Rechts vier Merkmale: [30]

- Regelmäßige Beförderung von Personen
- Aufnahme und Absetzung von Fahrgästen an Haltestellen
- Zugang für jedermann möglich
- Beförderung von mehr als neun Personen möglich

Anrufsammeltaxis und Rufbusse fallen auch unter die Definition des öffentlichen Verkehrs, werden jedoch im Rahmen dieser Nutzergruppe nicht gesondert betrachtet.

Mit Stand 2020 sind bereits über 100 Elektrobusse der Fahrzeugklasse M2 und M3 am Markt verfügbar [2]. Die detaillierte Aufstellung der verfügbaren Modelle kann der Marktübersicht „Elektro- und Wasserstoffbusse“ vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Technologie und Innovation in Abstimmung mit der Wirtschaftskammer Österreich nach [2] entnommen werden. Hier sei zur Übersicht lediglich die Differenzierung entsprechen der Fahrzeuglänge in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Anzahl der am Marktverfügbaren Elektrobusse basierend auf [2]

Fahrzeuglänge	Anzahl Modelle	Sitzplätze	Max. Reichweite in km
Kürzer als 12 m	38	10 - 84	120 - 320
zwischen 12 und 15 m	38	14 - 70	70 - 450
über 15 m	25	38 - 71	35 - 450

Trotz der Fülle an Fahrplandaten für zahlreiche Verkehrsunternehmen in Österreich, welche durch ein Projekt mit der Unterstützung der Europäischen Union öffentlich auf der Datenbereitstellungsplattform der Mobilitätsverbände Österreich [31] frei zugänglich sind, war eine Auswertung hinsichtlich der durchschnittlichen zurückgelegten Kilometer je Fahrzeug nicht möglich. Die Fahrplandaten der einzelnen Verkehrsverbände enthalten meistens keine Fahrzeugkennung bzw. Umlaufpläne der Fahrzeuge. Die Analyse der Fahrplandaten zeigte jedoch, dass unabhängig vom Verkehrsverbund und Bundesland die mittlere Entfernung zwischen zwei Haltestellen zwei Maxima besitzt, weshalb eine Unterscheidung zwischen der Hälfte mit kürzeren und längeren mittleren Distanzen zwischen Haltestellen getroffen wird. Des Weiteren die mittleren Streckenlängen je Trips ermittelt. Ein Trip bezeichnet die konkrete Bewegung von der ersten Haltestelle bis zur Endhaltestelle entlang einer Route. Fährt ein Bus also um 6:00 Uhr und um 8:00 Uhr erneut entlang einer Route, sind das zwei Trips entlang einer Route. Somit kann auch anhand eines Trips nicht auf die zurückgelegten Kilometer je Bus geschlossen werden. In Abhängigkeit des Verkehrsverbundes liegen die mittleren Streckenlänge für die kürzere Hälfte der Trips zwischen 5,9 km und 11,7 km, während für die längere Hälfte der Trips die mittleren Streckenlänge zwischen 14,0 km und 26,0 km betragen. Basierend auf der Marktübersicht „Elektro- und Wasserstoffbusse“ [2] könnte auch das verfügbare Modell mit der kleinsten Reichweite zumindest einen Trip zurücklegen und müsste erst wieder bei der Endstation laden. In der Marktübersicht „Elektro- und Wasserstoffbusse“ werden Batteriekapazitäten zwischen 72 kWh und 423 kWh. Dies entspricht je nach Wirkungsgrad des Modells Reichweiten zwischen 35 km und 450 km. Basierend auf diesen Ergebnissen lässt sich Schlussfolgerung, dass bereits mit heutigem Stand der Technik und der am Marktverfügbaren Modelle ein Großteil des Nah- und Regionalverkehrs auf E-Busse umgestellt werden könnte.

Hinsichtlich des Nutzerverhaltens des öffentlichen Nah- und Regionalverkehrs gibt es drei Möglichkeiten hinsichtlich Ladeort: Depot, Gelegenheitsladung an den Bushaltestellen oder Gelegenheitsladung mittels Pantografen.

Das Laden der Busse im Depot (bzw. in der Betriebsstätte) ist eine gängige Praxis, bei der Busse, während ihrer Betriebspausen auf dem Betriebsgelände geladen werden. Dies geschieht typischerweise konduktiv mittels Kabel, wobei die Ladepunkte eine Leistung von unter 100 kW haben. Allerdings erfordert diese Methode Batterien mit hoher Kapazität, oft mehr als 200-300 kWh, um den Betrieb über den gesamten Tag zu gewährleisten [2]. Das erfordert eine entsprechende Dimensionierung des Verteilnetzes, um die gleichzeitige Aufladung vieler Fahrzeuge über Nacht zu bewältigen. Einerseits werden aufgrund hoher zu erwartender Gleichzeitigkeiten beim Depotladen für große Busflotten hohe Anschlussleistungen benötigt, andererseits birgt dies auch gute Voraussetzungen für intelligentes Laden. Neben einem klassischen Lastmanagement, welches die maximale Ladeleistung über alle Ladepunkte hin gleichmäßig verteilt, können Busflotten auch zur Netzentlastung bei Windenergie genutzt werden. Aufgrund der hohen Speicherkapazitäten in den Batterien einer Busflotte steht theoretisch auch ein hohes Potential an bidirektionalen Laden zur Verfügung, um im Bedarfsfall Strom in das Netz zurückzuspeisen. Hier gilt es jedoch auf die Rahmenbedingungen zu achten, sodass die Busse für den nächsten Tag ausreichend geladen sind und eventuelle Redundanzen beispielsweise im Falle eines technischen Gebrechens ebenfalls vorhanden sind.

Die Gelegenheitsladung an Haltestellen ist eine vielversprechende Möglichkeit, um die Reichweitenproblematik zu lösen. An bestimmten Haltestellen können Busse mit hoher Leistung von über 100 kW geladen werden, was in wenigen Minuten geschieht. Dadurch können Batterien kleiner dimensioniert werden, was Gewicht und Kosten spart. Die Herausforderung besteht jedoch im kostspieligen Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie im Vorhandensein entsprechender Netzkapazitäten.

Eine weitere innovative Methode ist die Gelegenheitsladung durch partielle Oberleitung, also mittels Pantografen. Hierbei kann lediglich eine punktuelle Ladung bei einer Haltestelle mit hoher Leistung erfolgen, oder in Kombination mit einem ausgebauten Oberleitungsnetz. Am Markt sind bereits Offboard-Pantografen mit Leistungen von 150 bis 600 kW sowie Onboard-Pantografen mit 60 oder 120 kW erhältlich [2]. Diese ermöglichen eine schnelle Ladung der Busse während des Betriebs.

Unabhängig vom Ladestandort (Depot oder Gelegenheitsladung) kann es zu einem Bedarf an erhöhten Netzkapazitäten kommen. Während beim Depotladen hohe Netzkapazitäten aufgrund der auftretenden Gleichzeitigkeiten lediglich am Betriebsgelände notwendig sind, spielen beim Gelegenheitsladen die hohen Ladeleistungen für Schnellladungen entlang der gesamten Route eine wichtige Rolle.

### 6.1.5 Fernverkehr/Reisen

Ein Reisebus ist ein großes Fahrzeug, das für die Massenbeförderung von Fahrgästen über lange Strecken ausgelegt ist. Diese Fahrzeuge zeichnen sich in der Regel durch einen geräumigen Innenraum, bequeme Sitzanordnungen und große Fenster für optimale Sicht aus und stellen den Komfort der Passagiere bei längeren Fahrten in den Vordergrund. Reisebusse verfügen oft über Annehmlichkeiten wie Klimaanlage, Toiletten und Unterhaltungssysteme an Bord. Mit dem Fokus auf Effizienz und Komfort spielen Reisebusse eine entscheidende Rolle bei der Bereitstellung eines zuverlässigen und komfortablen Transports für Gruppenreisen, sei es für Touren, Langstreckenpendeln oder Überlandfahrten. Reisebusse sind in der Regel Fahrzeuge, die nur für sitzende Fahrgäste ausgelegt sind. Dabei kann es sich sowohl um private Reisebusse für Freizeitfahrten als auch um öffentliche Verkehrsmittel für Mittelstreckenfahrten handeln. Im Allgemeinen fällt ein Reisebus in die Klasse M3.

Reisebusse sind für Langstreckenfahrten konzipiert und können je nach Ziel und Route über längere Zeiträume von wenigen Stunden bis hin zu einem ganzen Tag unterwegs sein. Fernbusse fahren in der Regel auf Autobahnen und Hauptverkehrsstraßen, die größere Städte verbinden, und können bis zu 600-700 km ohne Tankstopp zurücklegen (mit einem Kraftstofftank mit großer Reichweite). Im Stehen oder im Leerlauf, z.B. bei geplanten Stopps oder Zwischenstopps, kann die Dauer variieren. Stopps zum Ein- und Aussteigen sowie Ruhe- und Wartungspausen tragen zur Standzeit bei. Die Lenkzeiten unterliegen Vorschriften, die die maximale Anzahl von Stunden vorschreiben, die ein Fahrer vor den vorgeschriebenen Ruhezeiten am Stück fahren kann. d.h. nach jeweils 4,5 Stunden Fahrzeit sind 45min erforderlich (siehe Kapitel ). Bei Nachtfahrten können jedoch zwei Fahrer mit der Durchführung der Fahrt beauftragt werden, um das Ziel pünktlich zu erreichen. In vielen Fällen erfolgen diese Stopps, bei denen der Fahrer gewechselt wird, nur bis zu 5 Minuten vor der Weiterfahrt oder alternativ bei einer anderen Gelegenheit, wenn das Fahrzeug für einen längeren Zeitraum angehalten wird. Fernbusse starten in der Regel von wichtigen Orten wie speziellen Busbahnhöfen, die für den Transport zentral sind, z.B. Bus-/Bahnhöfe, Flughäfen und internationale Busbahnhöfe (z.B. Vienna International Bus Terminal).

Auch wenn der Elektrofernbus noch nicht seine volle Reife erreicht hat, gibt es laufende Entwicklungen und Kooperationen zwischen Fahrzeugherstellern und Reisebusbetreibern, um den Anforderungen der emissionsfreien Mobilität der Zukunft gerecht zu werden. Basierend auf der Marktübersicht ermöglichen Fernbusse mit einer Kapazität von 295 kWh und 400 kWh Reichweiten von bis zu 500 km [32].

Ein Beispiel: FlixBus ist das erste Unternehmen weltweit, das E-Busse im Fernbusverkehr testet [33]. Am 25. Oktober 2018 wurde der erste vollelektrische Fernbus Deutschlands auf der Strecke zwischen Frankfurt und Mannheim getestet.

- Der Elektrobus wird viermal täglich zwischen Frankfurt und Mannheim verkehren (Reichweite 320 km, route 115 km)

- Der Bus wird ein- bis zweimal am Tag und über Nacht aufgeladen. Die Ladestation in Mannheim befindet sich am Zentralen Omnibusbahnhof (ZOB).
- In Frankfurt lädt der Bus zunächst an einer temporären Ladestation. Die Ladestationen sind mit zwei Steckern zu je 40 Kilowatt ausgestattet, so dass jede Ladestation eine Leistung von 80 Kilowatt erzeugt.

Eines der größten Hindernisse für die Einführung von Elektrobussen im Fernverkehr ist die Reichweite von E-Bussen und die Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Je nach Strecke, zurückgelegter Strecke und Auslastung können sich die Lademethoden von E-Bussen unterscheiden.

- Start- und Zielladevorgang. Bei kürzeren Strecken kann dies mehrmals täglich erfolgen oder eine Rundreise durchführen.
- Laden starten und beenden mit Reichweitenverlängerung / Zwischenladung

Reisebusse können in einem speziellen Busdepot des Flotteneigentümers auf der Grundlage von Nachtgebühren abgerechnet werden, wenn der Bus nachts nicht genutzt wird (z.B. Home Depot). In solchen Fällen können langsame Ladegeräte mit einer Leistung von ca. 150 kW -350 kW. Bei kürzeren Strecken kann der Bus eine Kombination aus schnellem und langsamem Laden innerhalb von 24 Stunden verwenden. Zum Beispiel kann das langsame Aufladen über Nacht im Home Depot durchgeführt werden, um morgens einsatzbereit zu sein, mit einer oder mehreren Schnellladungen während des Tages als eine Form der Reichweitenverlängerung (d.h. Aufladen), um den Tagesbetrieb abschließen zu können, bevor man wieder zum Home Depot zurückkehrt.

In anderen Fällen kehren die Reisebusse nicht unbedingt jede Nacht zum selben Depot zurück, was bedeutet, dass es eine angemessene Lademöglichkeit geben muss, sobald das Endziel erreicht ist (z.B. im Zieldepot, Unterkunft oder auf einem speziellen Busparkplatz). Lademöglichkeiten können zeitgleich mit den Ruhezeiten des Fahrers oder nach Bedarf an Rastplätzen entlang von Autobahnen erfolgen. Aufgrund der Begrenzung der aktuellen Reichweiten durch die Batteriekapazitäten müssen die Fahrer im Vergleich zu herkömmlichen Dieselnbussen möglicherweise häufiger zum Aufladen anhalten. Mit dem Fortschreiten der Batterietechnologie wird erwartet, dass sich die Anzahl der erforderlichen Zwischenstopps in Zukunft verringern wird, da größere Reichweiten möglich sein werden. Aus Zeitgründen werden Hochleistungs-Schnellladegeräte benötigt, um sicherzustellen, dass der Bus aufgeladen werden kann und seine Fahrt so schnell wie möglich, d.h. mit 350 kW, fortsetzen kann. Die Weiterentwicklung des Megawatt-Ladens wird zu einer sehr wertvollen Ergänzung in der Branche, in der kürzere Ladezeiten erreicht werden können.

Weitere Überlegungen für die Einführung von E-Bussen beziehen sich auch auf die Gestaltung und Verfügbarkeit der Parkinfrastruktur, die berücksichtigt werden muss, um sicherzustellen, dass die Fahrzeuge genügend Platz zum Aufladen haben. Es können auch Planungssicherheitsmechanismen erforderlich sein, so dass die Ladeinfrastruktur bei der Ankunft zur Verfügung steht, z.B. Buchungssystem oder Warteliste. Darüber hinaus müssen die Ladestationen den internationalen Standards entsprechen, damit Busse, die über verschiedene Länder hinweg fahren, nahtlos und ungehindert aufgeladen werden können. Wenn es um die Abrechnung geht, erfordern öffentliche Ladeinfrastrukturen oder Depots, die sich im Besitz eines anderen Unternehmens befinden, Mechanismen, die vordefinierte Tarife enthalten können, z.B. können Abrechnungen nach der verbrauchten Energiemenge strukturiert werden, basierend auf langfristiger und einmaliger Nutzung.

Die Auswirkungen der benötigten Ladeinfrastruktur sind abhängig von der Anzahl und dem installierten Leistungsbedarf am Ladeort. Im Falle des Ladens im Depot, bei dem möglicherweise mehrere Ladestationen erforderlich sind, um eine Flotte von E-Bussen zu unterstützen, die gleichzeitig aufgeladen werden müssen (d.h. das gesamte Laden über Nacht). Der Anschluss an das Niederspannungsnetz wird aufgrund der hohen Gleichzeitigkeit wahrscheinlich zu einer Überlastung des Netzes führen. Daher ist der Anschluss an die Mittelspannung am wahrscheinlichsten, so dass die Netzkapazität am Anschlusspunkt bewertet werden muss. In einigen Fällen ist eine zusätzliche Netzverstärkung oder die Installation eines dedizierten Anschlusspunkts erforderlich. Für den Fall des langsamen Ladens über Nacht können Möglichkeiten des intelligenten Ladens implementiert werden, um eine Spitzenreduzierung oder Lastverschiebung zu ermöglichen. Bei Hochleistungsladeinfrastruktur sollten nur Anschlüsse an das Mittelspannungsnetz in Betracht gezogen werden. Da der Dauerbetrieb des E-Busses ein primärer Anwendungsfall ist und im angeschlossenen Zustand ausreichend geladen werden muss, scheint der Fall für V2G in beiden Fällen nicht realisierbar zu sein.

## 6.2 Warentransport

Der Wandel hin zu Dekarbonisierung und Klimaneutralität spielt auch beim Transport von Gütern eine bedeutende Rolle. Innerhalb Österreichs wurde der Masterplan Güterverkehr 2030 [34] speziell für die verschiedenen Verkehrsträger Schiene, Schifffahrt, Straße und Luftverkehr initiiert. Innerhalb dieses Masterplans basieren die grundlegenden Prinzipien auf den Konzepten zur Vermeidung, Verlagerung, Verbesserung [34], wobei das Ziel darin besteht, den Verkehr von der Straße auf die Schiene und auf das Wasser zu verlagern, wo immer dies möglich ist. Bis 2040 wird erwartet, dass der Verkehr wie folgt aufgeteilt wird: Straße (57 %), Schiene (40 %) und Wasserstraße (3 %). In Fällen, in denen der Straßenverkehr nicht vermieden werden kann, sollte er idealerweise verbessert werden, um sicherzustellen, dass er dekarbonisiert und mit erneuerbaren Energiequellen [34] betrieben wird.

Anhand des Berichts von Statistik Austria [35] zeigte sich, dass fast 50 % des Verkehrsaufkommens auf der Straße auf Strecken von weniger als 50 Kilometern transportiert wurden. Der Straßengüterverkehr nach Entfernung zeigt, dass das Transportvolumen von 276,9 Mio. Tonnen (46,4 %) auf Strecken von weniger als 50 km transportiert wurde, wovon 270,8 Mio. Tonnen bzw. 97,8 % dieser Tonnage im Inland transportiert wurden und 99,0 % davon mit in Österreich zugelassenen Lastkraftwagen transportiert wurden. 24,1 % (143,9 Mio. Tonnen) Güter wurden auf Strecken von 500 und mehr Kilometern transportiert, von denen nur 4,6 % der Fahrzeuge in Österreich zugelassen waren.

Im Allgemeinen bezieht sich der Gütertransport auf den Prozess des Transports von Waren und Fracht von einem Ort zum anderen. Viele Branchen nutzen Fracht- und Nutzfahrzeuge, um ihre Produkte an ihren jeweiligen Bestimmungsort zu transportieren, und es ist ein wichtiger Bestandteil der Weltwirtschaft, der den Transport von Rohstoffen, Fertigprodukten und anderen Waren zwischen Herstellern, Lieferanten, Einzelhändlern und Verbrauchern erleichtert. Diese Fahrzeuge fallen in die Klasse N, Kraftfahrzeuge zur Güterbeförderung mit mindestens vier Rädern (d.h. Lastkraftwagen). Je nach Art der Ladung können unterschiedliche Fahrzeugtypen und -größen eingesetzt werden. Für die Zwecke dieses Berichts werden Güterkraftwagen in leichte, mittelschwere und schwere Nutzfahrzeuge kategorisiert, basierend auf der Masse, wie sie in Übereinstimmung mit den in Österreich definierten Fahrzeugklassen beschrieben sind [36]

Im Oktober 2023 waren in Österreich ca. 562 600 LKW zugelassen, davon 90 % in der Fahrzeugklasse N1, während ca. 8 % der LKW in die Fahrzeugklasse N3 fielen, wie in Tabelle 8 dargestellt [37]. Zusätzlich wird auch die Anzahl der zugelassenen Elektrofahrzeuge per November 2023 angegeben. [38] Laut [34] strebt Österreich an, dass 60 % der neuen N3-Registrierungen emissionsfrei sind, gefolgt von 100 % bis 2035.

Tabelle 8 Übersicht über die Anzahl der LKW und E-LKW in Österreich

Fahrzeug	Klasse	Gewicht	Anzahl LKW Stand: Okt 2023	Anzahl E-LKW Stand: Nov 2023
Leichte LKW	N1	< 3,5 t	507 358	10 635
Mittel LKW	N2	3,5 <t < 12	9 522	137
Schwer LKW	N3	>12t	45 720	

### 6.2.1 Leichtes Nutzfahrzeug / Transporter

Wie aus Tabelle 8 hervorgeht, fallen fast 90 % der Lkws in die Kategorie N1 (leichte Nutzfahrzeuge). Der Wandel hin zu emissionsfreien Nutzfahrzeugen wird aufgrund ihrer hohen Stückzahlen eine wesentliche Rolle bei der Erreichung der Klimaziele spielen. Der primäre Anwendungsfall umfasst den Transport verschiedener Güter, die für die Logistik und die Lieferung auf der Last-Mile in Betracht gezogen werden, und daher werden die Fahrstrecken wahrscheinlich weniger als 100 km pro Tag betragen. In diesem Fall kann die Gebietsabdeckung bekannt und festgelegt sein, aber die Route ist variabel, da sie stark vom Kunden abhängt. Die Art der Fracht kann von trockenen Paketen und Päckchen (Amazon, DPD, DHL, Post usw.) bis hin zu verderblichen Lebensmitteln (Billa, Penny usw.) reichen. Die Verfügbarkeit aktueller elektrischer Batterietechnologien mit einer Kapazität von 100 kWh ermöglicht es, den Transport auf diesen Strecken zu unterstützen, oft ohne, dass unterwegs aufgeladen werden muss. Der Fahrer kann vom Logistikdepot (möglicherweise in der Nähe der Stadtgrenze) in die Stadt fahren und Lieferungen innerhalb der Stadt (Stadtgebiete) durchführen und dann zum Depot zurückkehren. Bei Lieferungen in ländlichen Gebieten fährt der Fahrer eine größere Strecke (bis zu ca. 300 km). Im Allgemeinen sind die Stopps in der Regel zu kurz, um von der Aufladung zu profitieren, da ein Fahrer in der Regel 100-140 Stopps pro Tag hat und somit ein einfaches Stop-and-Deliver-and-Go-Verhalten annimmt. Eine Ausnahme, die man sich vorstellen könnte, ist die Innenstadt, die sehr dicht besiedelt ist. Hier hält der Fahrer auf einem dafür vorgesehenen Parkplatz an und nutzt das Fahrzeug dann ähnlich dem eines mobilen Depots. Der Fahrer parkt dann an einem zentralen Ort (und kann so bei Bedarf geladen werden) und führt weitere Lieferungen zu Fuß durch. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass sich die Ladestation in unmittelbarer Nähe zu den

Lieferzielen befindet. Sobald alle Lieferungen erfolgt sind, wird das Fahrzeug wahrscheinlich im Depot oder auf dem Kundengelände geparkt, wo das Fahrzeug über Nacht aufgeladen wird, um die Lieferungen des nächsten Tages vorzubereiten. Aufgrund der langen Standzeit (>8 Stunden) wäre ein langsames Laden möglich, bei dem Ladestationen mit einer Leistung von 11-22 kW AC erwartet werden.

Beim Laden von Depots und Logistikzentren sollte je nach Größe der Flotte und deren Anwendungsfall die Anzahl der Ladepunkte pro Fahrzeug bewertet werden. Bei hoher Homogenität des Fahrplans (d.h. gleiche Abfahrts- und Ankunftszeiten) wird bei langsamem Laden in der Regel ein Verhältnis von einem Ladepunkt pro Fahrzeug (1:1) empfohlen. Für den Fall, dass die Fahrzeuge unterschiedliche Betriebszeiten haben, können weniger Ladepunkte erforderlich sein, da die Ladepunkte nacheinander genutzt werden können. Darüber hinaus kann der Flottenbesitzer bei Bedarf die Anschaffung eines zusätzlichen Schnellladegeräts in Betracht ziehen, wenn eine Schnellladung erforderlich ist. Bei der Abschätzung des Lastbedarfs zur Deckung des Ladebedarfs (zusätzlich zum Grundlastbedarf des Ladepots) muss die erforderliche Anschlusskapazität sichergestellt werden. Bei kleinen Leichtlastflotten kann der Anschluss an das Niederspannungsnetz ausreichend sein. Reicht die Netzanschlusskapazität nicht aus, um den zusätzlichen Ladelastbedarf zu tragen, sind notwendige Netzverstärkungen erforderlich, die im Einzelfall zu beurteilen sind. Alternativ sollte auch über den Anschluss an das Mittelspannungsnetz nachgedacht werden. Abhängig von der Größe der Flotte kann der Eigentümer intelligente Ladestrategien durch den Einsatz von Energiemanagementsystemen in Betracht ziehen, um den hohen Stromverbrauch zu reduzieren, der sich stärker auf das Netz auswirkt. Dies kann das Netz unterstützen, indem das Laden in Zeiten verlagert wird, in denen eine geringere Nachfrage besteht. Diese Flexibilität muss jedoch sorgfältig abgewogen werden, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug am nächsten Tag vollständig aufgeladen ist, wenn es benötigt wird. Da vor allem Slow Charging zum Einsatz kommt, was in der Folge längere Ladezeiten zur Folge hat, ist das technische Potenzial für V2G hoch. In der Realität erfordert der Anwendungsfall für diese Fahrzeuge jedoch, dass sie vollständig aufgeladen und bei Bedarf (d.h. am nächsten Morgen) verfügbar sind.

### 6.2.2 Mittelschwere Nutzfahrzeuge

Mittelschwere Fahrzeuge werden in erster Linie für den regionalen Transport von trockenen oder gekühlten Waren von einem Lager zu Supermärkten oder Distributionszentren eingesetzt. In den meisten Fällen sind die Strecken- und Einzugsgebietsabdeckung mit einer durchschnittlichen Fahrstrecke von bis zu ca. 200 km pro Tag geplant und bekannt. Im Falle der Elektrifizierung dieser Fahrzeuge ist zu erwarten, dass das Aufladen zu Beginn und am Ende der Fahrt erfolgt. Die Batteriekapazität des mittelschweren Nutzfahrzeugs soll zwischen 47 und 225 kWh liegen, was eine Reichweite von 150 km bzw. 250 km ermöglicht. Da diese Fahrzeuge wahrscheinlich über Nacht (z.B. > 8 Stunden) geladen werden, wäre eine langsame Ladeinfrastruktur mit einer Leistung von 22 kW AC oder 22 – 100 kW DC ausreichend und würde auf dem Betriebshof stattfinden. Obwohl eine Zwischenladung oft nicht notwendig ist, kann es, während der Be- und Entladevorgänge entweder im Depot oder am Lieferort Möglichkeiten zum Laden geben. In seltenen Fällen kann es vorkommen, dass Fahrzeuge bei Bedarf unterwegs an öffentlichen Ladesäulen laden.

### 6.2.3 Schwere Nutzfahrzeuge

Schwerlastfahrzeuge legen lange Strecken zurück, um Waren zu liefern, die regional oder grenzüberschreitend sein können, mit Entfernungen zwischen 400 km und 600 km pro Tag (durchschnittlich 500 km). [39] Dazu gehören der Ferntransport von Paketen und Logistikdienstleistungen wie LKW Walter. Die gefahrenen Strecken sind weitgehend fest und vorhersehbar und beschränken sich meist auf die Hauptverkehrsstraßen. Derzeit gibt es verschiedene Technologieoptionen für die Elektrifizierung von schweren Nutzfahrzeugen, darunter langsames Laden (über Nacht), Schnellladen, Oberleitung und Batteriewechsel. Hersteller und Logistiker von schweren Elektrofahrzeugen sind sich auch der Entwicklung und Verfügbarkeit von Ladeinfrastrukturen bewusst, die bei der Herstellung und Einführung von Elektrofahrzeugen berücksichtigt werden müssen. Derzeit sind 74 Modelle von E-LKW [40], von denen einige nur in Kleinserie produziert werden, von Herstellern wie Daimler, Volvo, MAN, Renault und Scania, die mit Batteriekapazitäten von 200 kWh bis 500 kWh ausgestattet sind und eine emissionsfreie Reichweite von bis zu 400 km bieten. Während die Hersteller bei der Entwicklung von emissionsfreien Lkw sowohl Batterie- als auch Brennstoffzellentechnologien in Betracht ziehen, ist die technische Bereitschaft für batterieelektrische Lkw höher [41]. Darüber hinaus wurde in [42] festgestellt, dass derzeit ein breiter Konsens darüber besteht, dass die Mehrheit der Lkw in Zukunft batterieelektrisch sein wird.

Auch die Fahr- und Standzeiten dieser schweren Nutzfahrzeuge werden maßgeblich von den Gesetzen beeinflusst, die sich an den Anforderungen des Fahrers orientieren. Da schwere Nutzfahrzeuge über weite Distanzen und damit über einen längeren Zeitraum betrieben werden sollen, besteht für den Fahrer gemäß der österreichischen Straßenverkehrsordnung eine Pflicht zum Führen des Fahrzeugs, wobei die folgenden Einschränkungen gemäß [43] zu beachten sind für LKW auf österreichischen Straßen.

Um sicherzustellen, dass die benötigte Ladung ihren geplanten Bestimmungsort rechtzeitig erreicht und gleichzeitig Fahrverbote eingehalten werden, wird das Laden von E-Lkw kongruent zu Zeiten erfolgen, in denen der Fahrer eine Pause einlegt. Wie in [41] dargestellt, beträgt die Dauer der Stopps von Fern- und Regionalverkehrs-Lkw in den meisten Fällen weniger als 3 Stunden (kurze Stopps) oder mehr als 8 Stunden (lange Stopps). Das bedeutet, dass das Laden wahrscheinlich über Nacht stattfinden wird, z.B. am Depot, am Lagerort, logistisches Zentrum oder auf speziellen Parkplätzen (öffentlich). Wenn das Laden über Nacht stattfindet, wenn das Fahrzeug für längere Zeit geparkt ist, ist langsames Laden mit einer Leistung von ca. 100-150 kW DC für eine Dauer zwischen 8 und 10 Stunden am praktikabelsten. Im Gegensatz dazu werden Schnellladevorgänge wahrscheinlich unterwegs an speziellen Ladestationen, entlang städtischer Knotenpunkte und/oder an Raststätten entlang der Autobahn stattfinden, an denen der Fahrer eine obligatorische Pause einlegen muss. Die erwartete Ladedauer für das Schnellladen liegt zwischen 30 und 45 Minuten bei einer Leistung von mindestens 350 kW bis 1 MW DC (oder mehr).

Bei der Betrachtung der Wechselwirkung zwischen den Anforderungen an das Laden von Elektrofahrzeugen und der Wechselwirkung zwischen dem Stromsystem müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. Dazu gehören die Anzahl der Ladestationen, deren (aggregierte) Leistung und die verfügbare Netzkapazität am jeweiligen Standort. Während die Zahl der emissionsfreien mittelschweren und schweren Lkw derzeit eher gering ist, müssen Flottenbesitzer mittlerer und schwerer Nutzfahrzeuge ihren Bedarf an Ladeinfrastruktur überdenken, wenn sie auf emissionsfreie Mobilität umsteigen. Der Platzbedarf und der Anschluss an das Stromnetz müssen berücksichtigt werden (d.h. die verfügbare Netzkapazität und die Entfernung zum nächstgelegenen Anschlusspunkt). Abhängig von der Größe der Flotte und ihrem Ladebedarf muss die Anzahl der Ladepunkte pro Lkw berücksichtigt werden. Aufgrund des kumulativen Hochleistungs-ladebedarfs wird jedoch höchstwahrscheinlich ein dedizierter Anschlusspunkt, das Mittelspannungsnetz, erforderlich sein. In Fällen, in denen die Netzkapazität nicht ausreicht, wären Netzverstärkungsstrategien erforderlich. Ebenso ist für den Schnellladebedarf an Ladesäulen oder entlang der Autobahn ein dedizierter Anschluss an das Mittelspannungsnetz (oder sogar Hochspannungsnetz) mit ausreichender Netzkapazität erforderlich. Obwohl es aufgrund ihrer hohen kumulativen Batteriespeicherkapazität ein hohes (technisches) Potenzial für mittelschwere und schwere E-Lkw gibt, V2G bereitzustellen, werden die Vorteile von V2G aufgrund der hohen Auslastung begrenzt sein. Da Schwerlastfahrzeuge eine längere Ladezeit über Nacht benötigen, gibt es weniger Möglichkeiten, zum Peak Shaving beizutragen. Prinzipiell ist ein stehender Fernverkehrs-Lkw für den Fuhrparkmanager nicht wert, da der Zweck des Fahrzeugs darin besteht, so lange und weit wie möglich fahren zu können (d.h. einsatzbereit zu sein). In Zukunft könnten jedoch V2G-Konzepte für schwere Lkw an Bedeutung gewinnen, wenn es einen realisierbaren Business Case gibt.

### Überlegungen zu den Anforderungen an die Kühlung

Bei Waren, die eine konstante und kontrollierte Temperatur unterhalb der Umgebungstemperatur halten müssen, werden gekühlte Transportfahrzeuge (die thermisch isoliert sind und über ein Kühlmodul verfügen) eingesetzt. Diese Art des Transports ist unerlässlich, um die Frische, Qualität und Sicherheit bestimmter wärmeempfindlicher Produkte zu erhalten. Im Allgemeinen gibt es also keinen signifikanten Unterschied zwischen einem gekühlten und einem ungekühlten Transport, der einzige Unterschied besteht darin, dass das Fahrzeug eine zusätzliche elektrische Energieversorgung benötigt, zusätzlich wenn das Fahrzeug geparkt ist und/oder steht, wo sich in einigen Fällen eine zweite Batterie befindet, um das Kühlaggregat je nach Größe der Kühlbox mit Strom zu versorgen. Temperaturgeführte Lieferungen stellen für batteriebetriebene Elektro-Lkw eine besondere Herausforderung dar, da für die Kühlung verderblicher Waren besonders viel Energie benötigt wird. Kürzlich fanden erste Tests statt, bei denen 2019 erstmals ein Elektro-Lkw eine temperaturgeführte Blumenlieferung von Velno in den Niederlanden nach Wien durchführte [44]. Darüber hinaus testete Müller Transporte aus Niederösterreich zuletzt im Dezember 2022 erfolgreich einen batterieelektrischen Sattelzug. [45] Dies deutet darauf hin, dass die Entwicklung hin zu elektrifizierten Kühlfahrzeugen in Zukunft signifikant sein wird. Auch der Lkw-Hersteller Renault hat neue Technologien entwickelt, um seine Lkw mit der Option "Kühlschrankanschluss" auszustatten. Damit ist es möglich, die für das Kühlsystem benötigte Energie direkt aus den 600-V-Antriebsbatterien des Fahrzeugs zu beziehen [46].

#### 6.2.4 Kommunale Dienste

Kommunale Dienstleistungen beziehen sich in der Regel auf ein breites Spektrum grundlegender Dienstleistungen, die von lokalen Regierungen (und Gemeinden) für Einwohner in ihrem Zuständigkeitsbereich erbracht werden. Diese Dienstleistungen sind für die Aufrechterhaltung der Lebensqualität und Funktionsfähigkeit einer Gemeinschaft unerlässlich. Beispiele für kommunale Dienstleistungen sind Müllabfuhr, Wasser- und Abwassermanagement, Straßeninstandhaltung, öffentlicher Nahverkehr, Parks und Freizeiteinrichtungen, Zonen- und Landnutzungsvorschriften sowie Rettungsdienste (Polizei und Feuerwehr). Diese Kategorien in M1 oder N1 bis N3 je nach Anwendungsfall.

Neben dem Übergang zur Dekarbonisierung der Elektromobilität und der Weiterentwicklung sauberer und nachhaltiger Städte rückt die Einführung emissionsfreier Servicefahrzeuge immer mehr in den Vordergrund. In Österreich gibt es eine Reihe von Beispielen, bei denen die Abfallabfuhr auf elektrifizierte Flotten umgestellt wird. Die Abfallabfuhr, erfolgt überwiegend nach einem festen Zeitplan, der sich je nach Ort und Art der Abfallsammlung unterscheidet. Sie arbeiten oft im Stop-and-Go-Format und legen kurze Strecken mit häufigen Zwischenstopps zurück. In den meisten Fällen werden diese Dienste tagsüber durchgeführt, d.h. bereits um 6 Uhr morgens, und bleiben über Nacht auf einem Depot- oder speziellen Parkplatz. Seit 2019 ist mit der MA48 [47] das erste elektrobetriebene Abfallsammelfahrzeug Österreichs in Betrieb [48]. Das neue E-Fahrzeug befindet sich auf mehreren Strecken im Pilotbetrieb und sammelt verschiedene Arten von Abfällen (z.B. Restmüll, Papier für das Recycling usw.). Die Lithium-Ionen-Batterie des Lkw hat eine Nennkapazität von 230 kWh und bietet damit eine Ladedauer, die für eine normale tägliche Müllsammeltour ausreichen sollte. Das Fahrzeug ist so ausgelegt, dass es bei vollem Betrieb mit einer einzigen Ladung eine Reichweite von mindestens 100 km hat. Durch ein integriertes Ladesystem, das eine integrierte AC-DC Wandlung ermöglicht, kann die Batterie an einer 400 V Industriesteckdose geladen werden. Das erhöht die Flexibilität des Fahrzeugs erheblich, denn in jedem Depot der MA 48 stehen 400-V-Industriesteckdosen zur Verfügung. Im Raum Mürztal betreibt Saubermacher seit 2023 eine E-Flotte von 48 Elektroautos und 49 elektronisch betriebenen Maschinen wie z.B. Gabelstapler oder Bagger [49], wobei der erste Elektro-Lkw seit 2023 im Einsatz ist. Das Fahrzeug der Marke Mercedes-Benz eActros der Daimler Truck Austria GmbH verfügt über eine Batteriekapazität von 336 kWh, was eine Reichweite von 150 km ermöglicht [49]. Auch im Burgenland wird eine elektrische Müllabfuhr getestet und erreicht aktuell eine Reichweite von 200km nach dem Laden in der Nacht in Oberpullendorf. [50] Darüber hinaus plant die LINZ AG bis 2024 die Umsetzung von sechs Elektroschrottfahrzeugen mit zusätzlich sechs 22-kW- und einem 150-kW-Ladepunkt [51].

Beim Winterdienst und der Straßenreinigung werden die Straßen nach Priorität in Kategorien eingeteilt. Straßen mit hoher Verkehrsbedeutung werden in den sogenannten A-Plänen zusammengefasst, die in der Regel von Lkw der MA 48 oder bei starkem Schneefall auch von privaten Speditionen bedient werden. Die verschiedenen Prioritätspläne zeichnen sich auch durch unterschiedliche Betriebspläne aus.

- A-Pläne (hohe Priorität) werden in Schichten von 6:00 bis 14:00 Uhr oder zu jeder Tageszeit durchgeführt, wenn das Wetter es zulässt.
- K-Pläne werden werktags von 6:00 bis 14:40 Uhr und bei Bedarf an Wochenenden und Feiertagen betrieben. Außerdem kann die Arbeit jeden Tag bereits um 3 Uhr morgens beginnen. Während der Wintersaison werden kleinere Fahrzeuge in Schichten von 11 bis 20.30 Uhr eingesetzt, um die notwendige Instandhaltung der Kehrbezirke bis in den späten Abend zu gewährleisten, bei Witterung bis 23 Uhr.
- Schließlich ist das 280 Kilometer lange Winterradwegenetz von diesen Plänen erfasst. Private Unternehmen bewirtschaften im Auftrag der MA 48 das verbleibende Radwegenetz.

Im Rahmen des Projekts E-Kommunal wurde ein vollelektrischer Geräteträger, der auch zum Schnee schaufeln eingesetzt werden kann, mit einer Reichweite von 130-180 km und einer Ladezeit von 2,5 Std. getestet [52]

Zu den weiteren kommunalen Dienstfahrzeugen, die Elektrofahrzeugflotten einsetzen, gehört die Feuerwehr, die sich zum Ziel gesetzt hat, Dienstleistungen umweltfreundlich zu erbringen. So präsentierte die LINZ AG 2018 gemeinsam mit Rosenbauer und Kreisel Electric ihre elektrischen Feuerwehrfahrzeugkonzepte. KLF-L in modularer Bauweise mit einer Gesamtkapazität von 86 kWh reicht für alle Einsatzfahrten aus und kann Strecken von bis zu 160 km zurücklegen. [53] Mit einer Schnellladestation von 50kW kann der Akku in 90 min auf 90% aufgeladen werden. Sie gelten als ideal für Versorgungsdienste, da sie nur kurze Strecken zurücklegen müssen und zwischen den Vorgängen aufgeladen werden können.

Zusätzlich testet die österreichische Polizei, im Jahr 2023, 23 Elektroautos in Salzburg, Niederösterreich, Wien und Tirol. Die Flotte besteht aus 23 VW ID.3 und ID.4 Modellen (Klasse M1). [54] In der Stadt Bludenz hat die Polizei den Hyundai IONIQ 5 eingeführt, um die 100 Kilometer zu ermöglichen, die die Stadtpolizei auf ihren täglichen Dienstfahrten zurücklegt [55].

In den meisten Fällen dient das Depotladen des Stadtwerks als primärer Ladeort, wenn das Fahrzeug nicht in Betrieb ist, dies kann über Nacht oder bei kurzen Stopps bei der Rückkehr in den Betriebshof sein. Langsames Laden über Nacht ist jedoch vorgesehen, aber es ist wichtig, dass die Fahrzeugbatterie auf einem hohen SoC-Wert gehalten wird und rechtzeitig für den Betrieb vollständig aufgeladen ist. Da diese Fahrzeuge Dienstleistungen für die Gemeinschaft anbieten (und in einigen Fällen als Notdienste gelten), muss sichergestellt werden, dass diese Fahrzeuge bei Bedarf sofort zur Verfügung stehen. Ladegeräte mit geringer Leistung mit 22 kW AC oder 22-110 kW DC sollten in den meisten Fällen ausreichend sein. Öffentliche Ladestationen können auch auf Gelegenheitsbasis genutzt werden, wo Schnelllader ideal wären. Für größere Fahrzeuge der Kategorie N3 (z.B. Abfallentsorgung), bei denen das Fahrzeug nach einer täglichen Route und einem Zeitplan genutzt wird und seinen Betrieb von einem Betriebshof aus aufnimmt, wird erwartet, dass das langsame Laden über Nacht mit Ladegeräten mit geringer Leistung von  $\leq 22$  kW AC oder 22 – 100 kW DC ausreichend ist. Empfehlenswert sind aber auch zusätzliche leistungsstärkere

Ladegeräte mit einer Nennleistung von 100 – 150 kW DC, damit die Fahrzeuge sequenziell oder rotierend geladen werden können.

Das Zusammenspiel dieser Ladestationen ist abhängig von der Anzahl und Leistung der Ladestationen sowie der verfügbaren Leistungskapazität am Anschlusspunkt. In den meisten Fällen können langsame Ladeeinrichtungen über Nacht an das Niederspannungsnetz angeschlossen werden, bei Hochleistungsladestationen und einer erhöhten Anzahl von Ladestationen kann jedoch der Anschluss an das Mittelspannungsnetz und/oder eine Netzverstärkung erforderlich sein. Aufgrund der Abhängigkeit davon, dass diese Fahrzeuge vollständig geladen sind oder einen kontinuierlichen Zustand mit hohem SoC aufweisen, ist es wahrscheinlich, dass Ladevorgänge häufig und über längere Zeiträume auftreten und somit höhere Gleichzeitigkeitsfaktoren auftreten. Ebenso wird die Berücksichtigung von Smart-Charging- und V2G-Konzepten (im Falle von kommunalen Diensten) auf der Grundlage ihres betrieblichen Anwendungsfalls auf nicht vorhanden (im Falle von Rettungsdiensten) begrenzt sein, und daher müssen sie geladen und nicht entladen werden, um jederzeit einen maximalen SoC zu gewährleisten.

### 6.3 Zusammenfassung

Im Folgenden sind die oben dargestellten Analysen des Verhaltens der Nutzergruppen und die dahinter liegender Kerntechnologien tabellarisch zusammengefasst dargestellt.

## NUTZERGRUPPEN UND VERHALTEN

### PERSONENTRANSPORT

		Indikatoren		Privatverkehr		Gewerbe und Service Mitarbeiter		Taxi		OV Nah		OV Fern/Reisen	
<b>Typ und Größe</b>				M1 < 3,5 tonnen		M1 / N1 < 3,5 tonnen		M1 / M2 < 3,5 / 5 tonnen		M3 > 5 tonnen		M3 > 5 tonnen	
<b>Ladeleistung und Batterie</b>		Ladeleistung	kW	3,6-50		3,6-50		3,6-50		20-750 (1000)		22-750+	
		Batteriekap.	kWh	<50		<50		<50		200-300		300-800	
<b>Fahren</b>		<b>Strecken</b>	<b>km</b>	<100	>100	<100	>100	<100	>100	<100	>100	<100	>100
		<b>Dauer</b>	<b>h</b>	0-1	~3			0-1	1-2	0-1		-	~8
		<b>Zeiten</b>	Tag/Nacht/ WE/Urlaub	Tag/Nacht / WE	WE/ Urlaub	Tag	Tag	Tag/Nacht /WE	-	Tag/ Nacht	Tag/ Nacht	Tag/ Nacht	Tag/ Nacht
		<b>Anzahl</b>	pro Tag	2-3	1-2	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
<b>Stehen</b>		<b>Dauer</b>	<b>h</b>	<5	>5	<5	>5	<5	>5	<5	>5	<5	>5
		<b>Zeiten</b>	Tag/Nacht/ WE/Urlaub	Tag/ Nacht/WE	WE/ Urlaub	Tag/Nac ht/WE	Tag/Nac ht/WE	Tag/Nacht	Nacht	Nacht	Nacht	Tag/ Nacht	Tag/ Nacht
		<b>Anzahl</b>	pro Tag	2-3	1-2	1-2	1-2	~8	0-1	1	1	1	1
<b>Unterwegs (Uhrzeit/Dauer)</b>		<span style="color: #008080;">■</span> Fahren <span style="color: #ffff00;">■</span> Ladebeginn <span style="color: #90ee90;">■</span> Ladefenster											
<b>Ladestandort(e)</b>													

(\*)= abhängig von Bedarf/Fahrplan

## NUTZERGRUPPEN UND VERHALTEN

### WARENTRANSPORT

		Leicht LkW		Mittlerer LkW		Schwer LkW		Kommunale Dienste		
<b>Typ und Größe</b>		N1 <3,5 tonnen		N2 3,5 < tonnen <12		N3 >12 tonnen		M1 N1, N2, N3		
<b>Ladeleistung und Batterie</b>	Ladeleistung	kW		11 - 22		22 - 100		100 - 150 350 - 1000		
	Batteriekap.	kWh		100		47 - 225		200-500		
<b>Fahren</b>	Strecken	km / Tag		<100		~ 200		400 - 800		
	Dauer	h		6-8		6-8		max. 4.5 pro strecke max. 9* pro Tag		
	Tage Kategorie			Arbeitstag		Arbeitstag		Arbeitstag		
<b>Stehen</b>	Dauer	h		< 1	> 8	1-2	~ 8	<3	> 8	
	Zeiten	Tag/Nacht		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	
	Anzahl	pro Tag		100-140	1	-	1	~4	< 3	
<b>Unterwegs (Uhrzeit/Dauer)</b>	<span style="color: #0070C0;">■</span> Fahren <span style="color: #FFD700;">■</span> Ladebeginn <span style="color: #90EE90;">■</span> Ladefenster									
<b>Ladestandort(e)</b>										

\*bis zu 10 Stunden nur 2 mal pro Woche  
x je nach Einsatzbereich des Fahrzeugs

öffentlich   
 Gelegenheitsladung   
 Depot

## KERNTECHNOLOGIEN DER NUTZERGRUPPEN

Kategorie	Indikatoren				Privatverkehr	Gewerbe und Service Mitarbeiter	Taxi	OV Nah	OV Fern/Reisen	Leicht LkW	Mittlerer LkW	Schwer LkW	Kommunale Dienste
	Leistung (kW)	AC/DC	Übertragung	Marktverfügbarkeit/TRL									
Ladekomponenten und Infrastruktur	3.6	AC	Konduktiv	9	x	x							
	11			9	x	x							
	22	AC/DC		9	x	x	x	(x)		x	x		x
	50	DC		9	(x)	(x)	x	x		x	x	x	x
	150			9	(x)	(x)	(x)	x	x	x	x	x	
	350			9	(x)	(x)	(x)	x	x	(x)	(x)	(x)	
	>=1000			4-8			(x)	(x)	(x)			(x)	(x)
	60-600	DC		Pantograf	9				x	x			
	3-1000	AC/DC	Induktiv	7	x		x	x	x				

(x)... Gelegenheitsladung

## 7 Stakeholderanalyse

Die Elektrifizierung der Mobilität sorgt dafür, dass Akteur:innen und Komponenten der zwei Domänen Mobilität und Energie (Strom), die bisher wenig Berührungspunkte miteinander hatte, verbunden werden (siehe Abbildung 10). Der Nutzer stellt als Fahrer und Stromkunde das Bindeglied zwischen den zwei Domänen dar. Sowohl hinter Mobilität als auch Energie steckt Infrastruktur von öffentlichem Interesse, die sehr stark von der Politik und damit wiederum vom rechtlichen Rahmen und Förderungen beeinflusst sind (siehe Kapitel 2)

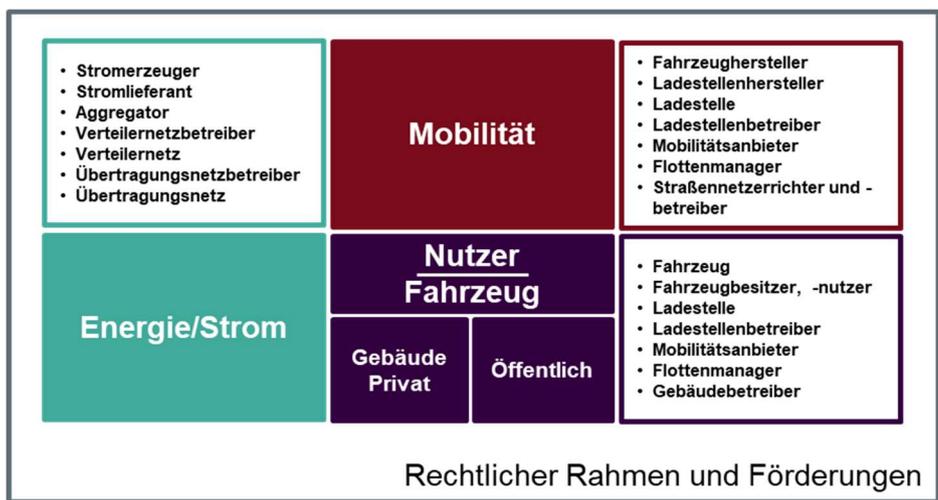


Abbildung 10: Akteurslandschaft der Domänen Mobilität und Energie

### 7.1 Rollen und Akteure

Dieser Abschnitt bietet einen Überblick und Definitionen der verschiedenen Begriffe in den verschiedenen Domänen [teilweise handelt es sich um Legaldefinitionen aus ElWG-E] [56].

Tabelle 9 Überblick über die Akteure und ihre Rolle im Bereich Energie/Strom

Energie / Strom	
<b>Stromerzeuger</b>	Ist eine juristische oder natürliche Person, die Strom erzeugt. Dies kann sowohl über die Einspeisung ins öffentliche Netz erfolgen als auch über Eigenerzeugung in gewerblichen und privaten Gebäuden mit gleichzeitiger Lademöglichkeit.
<b>Stromlieferant</b>	Ist eine natürliche oder juristische Person oder eingetragene Personengesellschaft, die die Stromlieferung wahrnimmt.
<b>Aggregator</b>	Ist eine natürliche oder juristische Person oder eingetragene Personengesellschaft, die im Bereich der Aggregation tätig ist, d.h. mehrere Verbrauchskapazitäten und bzw. oder Erzeugungskapazitäten zusammenführt, um diese gebündelt im Auftrag der Kundinnen oder Kunden und Betreiber von Stromerzeugungsanlagen auf Elektrizitätsmärkten zu verkaufen oder zu kaufen.
<b>Verteilernetz</b>	Mehrere zusammenhängende Leitungen mit einer hohen, mittleren oder niedrigen Spannungshöhe innerhalb eines räumlich abgegrenzten bestimmten Gebiets, die der Verteilung von elektrischer Energie dienen und untereinander mit einer oder mehreren Verbindungsleitungen verbunden sind.
<b>Verteilernetzbetreiber</b>	Ist eine natürliche oder juristische Person oder eingetragene Personengesellschaft, die verantwortlich ist für den Betrieb, die Wartung sowie erforderlichenfalls den Ausbau des Verteilernetzes in einem bestimmten Gebiet und gegebenenfalls der Verbindungsleitungen zu anderen Netzen sowie für die Sicherstellung der langfristigen Fähigkeit des Netzes, eine angemessene Nachfrage nach Verteilung von Elektrizität zu befriedigen.
<b>Übertragungsnetz</b>	Ist ein Hochspannungsverbundnetz mit einer Spannungshöhe von 110 kV und darüber, das dem überregionalen Transport von elektrischer Energie dient.

<b>Übertragungsnetzbetreiber</b>	Ist eine natürliche oder juristische Person oder eingetragene Personengesellschaft, die für den Betrieb, die Wartung sowie erforderlichenfalls den Ausbau des Übertragungsnetzes in einem bestimmten Gebiet und gegebenenfalls der Verbindungsleitungen zu anderen Netzen sowie für die Sicherstellung der langfristigen Fähigkeit des Netzes, eine angemessene Nachfrage nach Übertragung von Strom zu befriedigen, verantwortlich ist.
----------------------------------	--

Tabelle 10 Überblick über die Akteure und ihre Rollen innerhalb der Benutzerdomäne

<b>Nutzer/Kunde</b>	
<b>Nutzer</b>	Ist eine Person, die ein Kraftfahrzeug nutzt, sowie über die Ladestelle elektrische Energie abnimmt.
<b>Fahrzeug</b>	Kraftfahrzeug entsprechend der in Kapitel 5.1 dargestellten Fahrzeugklassen.
<b>E-Fahrzeug</b>	Kraftfahrzeug mit rein elektrischem Antriebsmotor

Tabelle 11 Überblick über die Akteure und ihre Rollen im Bereich der Mobilität

<b>Mobilität</b>	
<b>Fahrzeughersteller</b>	Sind Unternehmen die Kraftfahrzeuge produzieren.
<b>Ladestelle/Ladepunkt</b>	Ist eine Schnittstelle, an der zur selben Zeit nur ein Elektrofahrzeug aufgeladen oder der Akku nur eines Elektrofahrzeugs ausgetauscht werden kann. Es ist zwischen öffentlichen und privaten Ladestellen zu unterscheiden.
<b>Ladestation</b>	Eine Ladestation bzw. Ladesäule kann über mehrere Anschlüsse – Ladepunkte/Ladestellen – verfügen
<b>Ladestellenhersteller</b>	Sind Unternehmen die Ladestationen bzw. Ladestellen herstellen.
<b>Ladestellenbetreiber</b>	Sind diejenigen, die die Verfügungsgewalt über eine Ladestelle haben.
<b>E-Mobilitätsanbieter</b>	Im Kontext der vorliegende Studie ist ein E-Mobilitätsanbieter ein Unternehmen, das Produkte oder Dienstleistungen im Bereich der Beförderung oder der Fortbewegung von Personen mit Elektrofahrzeugen anbietet oder verschiedene solcher Anwendungen integriert.
<b>Flottenmanager</b>	Ist verantwortlich für das Verwalten, Planen, Steuern und Überwachen von Fahrzeugflotten.
<b>Gebäudebetreiber</b>	Stellt gegeben falls sowohl die Ladeinfrastruktur bzw. die Ladestelle mit Parkfläche zur Verfügung als auch die elektrische Energieversorgung.

Wesentliche Entscheidungsträger im Sinne der Entwicklung von Energieversorgungs- und Mobilitätsinfrastruktur und dahinter liegenden Planungen und Widmungen sind:

- EU
- Bund und Länder
- Regionale Behörden (Bezirke/Gemeinden)

## 7.2 Interaktion

Die in der Elektromobilität involvierten Akteur:innen und Komponenten interagieren auf unterschiedlichen Wegen. Aus physikalischer Sicht ist vor allem elektrische Verbindung, d.h. die Verbindung des Fahrzeugs über die Ladestation und die elektrischen Netze mit der Stromerzeugung bzw. allen Akteuren des Stromnetzes von Bedeutung. Für ein Lademanagement (Energie) und eine Fahrtenplanung (Mobilität) ist ein Echtzeit Datenaustausch zwischen der Ladestation und dem Stromnetz sowie den beteiligten Akteuren, wie Verteilernetzbetreiber, Lieferant, Aggregator, Ladestellenbetreibern, Mobilitätsanbietern vorteilhaft. Über die Datenaustausch werden neben dem technischen Betrieb auch die wirtschaftlichen Transaktionen zwischen den einzelnen Akteuren abgewickelt. Es gibt somit zwei unterschiedliche Arten und Wege der Interaktion zwischen den einzelnen Akteuren:

- Technisch/physikalisch - Energieaustausch
- Informatorisch – Datenaustausch für betriebliche und wirtschaftliche Transaktionen

Wie in Abbildung 11 ersichtlich ist gestaltet sich die technisch/physikalische Interaktion (grün) deutlich wenig komplex (im Sinne der involvierten Akteure und Komponenten) als der dahinter liegende Datenaustausch (grau) für die betrieblichen und wirtschaftlichen Transaktionen.

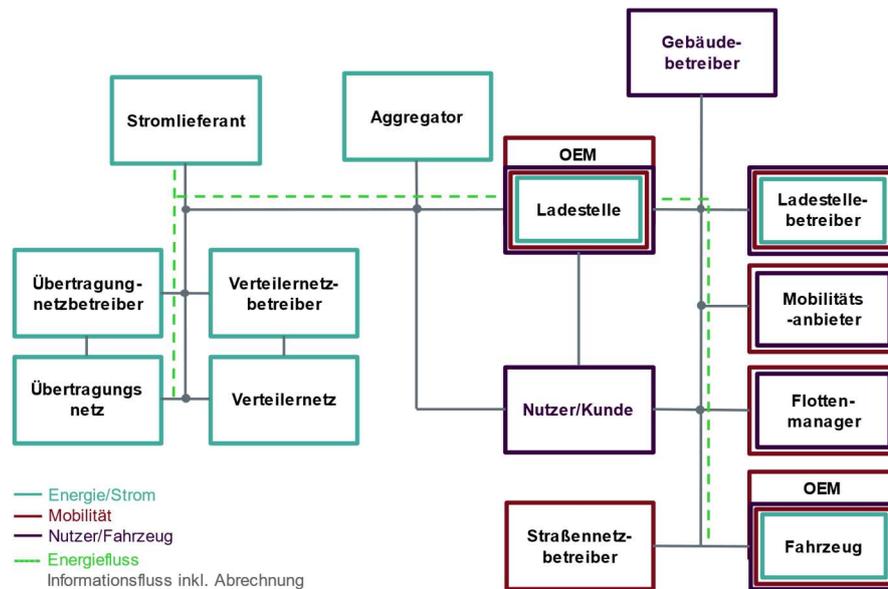


Abbildung 11: Interaktion der E-Mobilitätsstakeholder

Noch bevor die oben dargestellten Arten der Interaktion im laufenden Betrieb ins Tragen kommt, ist zukünftig eine gemeinsame Planung der Straßen und Ladestelleninfrastruktur mit jener der Stromnetzinfrastruktur anzustreben. Dies umfasst die Betreiber von Stromnetzinfrastruktur und Straßeninfrastruktur unter Einbindung von Entscheidungsträger:innen im Bund in den Ländern und auch regionalen Behörden (Bezirke/Gemeinden). Dies umfasst beispielsweise die Identifikation geeigneter Standorte für Ladeinfrastruktur in der Nähe bestehender, starker Netzknotenpunkte.

### 7.3 Synergien

Die Synergien zwischen den Akteuren im Ökosystem der Elektromobilität können aus einer Vielzahl von Perspektiven betrachtet werden. Diese Synergien sind oft eng miteinander verknüpft und stellen ein komplexes Zusammenspiel von Interessen, Technologien und Infrastrukturen dar. Am Anfang dieses Ökosystems stehen die Stromerzeuger, die Elektrizität aus verschiedenen Quellen, einschließlich erneuerbarer Energien, produzieren. Der erzeugte Strom wird dann über Hochspannungsleitungen übertragen, die von den Übertragungsnetzbetreibern (ÜNB) verwaltet werden, um eine effiziente und zuverlässige Lieferung in allen Regionen zu gewährleisten. Die Stromversorger beschaffen diesen Strom und verteilen ihn über das Verteilernetz, das von den Verteilernetzbetreibern (VNB) überwacht wird, an die Endverbraucher, darunter die traditionellen Verbraucher und eine wachsende Zahl von Besitzern von Elektrofahrzeugen (EV). Die Synergie zwischen Erzeugern, Übertragungsnetzbetreibern, Stromversorgern und Verteilernetzbetreibern sorgt für einen nahtlosen Stromfluss von der Erzeugung bis zum Verbrauch und gewährleistet die Stabilität und Zuverlässigkeit des Netzes. Ein Aggregator spielt eine entscheidende Rolle bei der Optimierung des Energieverbrauchs, indem er die Nachfrage aus verschiedenen Quellen, einschließlich Elektrofahrzeugen, bündelt, um die Netzlasten auszugleichen. Diese Nachfragerreaktion kann darin bestehen, die Ladezeiten der Elektrofahrzeuge auf Zeiten mit geringer Nachfrage zu verlagern oder die Batterien der Elektrofahrzeuge für Netzdienstleistungen wie Frequenzregulierung oder Spitzenausgleich zu nutzen. Durch die Koordination mit Erzeugern, Übertragungsnetzbetreibern, Stromversorgern und Verteilernetzbetreibern verbessern Aggregatoren die Netzflexibilität und -effizienz, erleichtern die Integration erneuerbarer Energiequellen und unterstützen den Übergang zu einem dekarbonisierten Energiesystem.

Hersteller und Betreiber von Ladestationen arbeiten zusammen, um die Ladeinfrastruktur einzurichten und zu verwalten und den sich entwickelnden Bedürfnissen von E-Mobility-Anbietern, Flottenmanagern und Gebäudebetreibern gerecht zu werden. Dazu gehören die Entwicklung kompatibler und interoperabler Ladelösungen, die Integration von Smart-Grid-Funktionen und die Gewährleistung von Zugänglichkeit und Zuverlässigkeit. Durch ihre Zusammenarbeit können sie standardisierte Ladeprotokolle, Steckertypen und Kommunikationsstandards entwickeln, die es den Besitzern von Elektrofahrzeugen erleichtern, unabhängig von der Fahrzeugmarke oder dem Modell Zugang zu Ladestationen zu erhalten. Diese Interoperabilität erhöht den Komfort und das Vertrauen der Verbraucher und fördert die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen.

Die Fahrzeughersteller spielen eine zentrale Rolle bei der Weiterentwicklung der E-Fahrzeugtechnologie. Sie entwickeln Fahrzeuge mit fortschrittlichen Ladefunktionen, erweiterten Batteriereichweiten und Vehicle-to-Grid-Funktionen. Durch die

Zusammenarbeit mit Ladestellen und Netzbetreibern tragen die Fahrzeughersteller zur Integration von Elektrofahrzeugen in das Energiesystem bei, ermöglichen einen bidirektionalen Energiefluss und verbessern die Netzstabilität.

Flottenmanager und Gebäudebetreiber planen strategisch die Integration von Elektrofahrzeugen in ihren Betrieb, indem sie die Ladeinfrastruktur (in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren an den Ladestationen, d.h. den Herstellern und Betreibern von Ladestationen) für Flottenfahrzeuge und Mieter von Gebäuden nutzen. Dies beinhaltet die Optimierung der Ladezeiten, das Management der Energiekosten und die Maximierung der Nutzung von Elektrofahrzeugen als flexible Anlagen. Die Synergie zwischen Flottenmanagern, Gebäudebetreibern und anderen Akteuren im Ökosystem der Elektromobilität fördert die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen in kommerziellen Flotten und Wohngemeinschaften und treibt nachhaltige Transportlösungen voran.

Die Besitzer von Elektrofahrzeugen stehen in Kontakt mit verschiedenen Interessengruppen, darunter Herstellern und Betreibern von Ladeinfrastrukturen, um bequeme und zuverlässige Ladelösungen zu erhalten. Durch ihr Feedback zu den Ladeerfahrungen und -präferenzen tragen die E-Fahrzeugbesitzer zur Verbesserung der Gestaltung der Ladeinfrastruktur, der Benutzerfreundlichkeit und der Zugänglichkeit bei. Diese Zusammenarbeit ermutigt die an der Ladeinfrastruktur Beteiligten zu Innovationen und zur Erweiterung ihres Angebots, um den sich entwickelnden Bedürfnissen der E-Fahrzeugbesitzer gerecht zu werden und das Wachstum des Ladenetzes zu unterstützen. Darüber hinaus arbeiten EV-Besitzer mit Energieversorgern und Netzbetreibern zusammen, um Möglichkeiten der Nachfragereduzierung, Netzintegration und des Energiemanagements zu erkunden. Durch Programme wie V2G und intelligentes Laden können E-Auto-Besitzer (in Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern) zur Netzstabilität beitragen, den Energieverbrauch optimieren und die Stromkosten senken. Die Zusammenarbeit zwischen Herstellern von Elektrofahrzeugen und Anbietern von Energiespeichern kann die Synergie zwischen dem Verbrauch von Elektrofahrzeugen und der volatilen Stromerzeugung weiter verbessern. Durch die Integration der V2G-Technologie können die Batterien von Elektrofahrzeugen als mobile Energiespeicher dienen, die überschüssige erneuerbare Energie in Zeiten hoher Erzeugung aufnehmen und an das Netz zurückgeben, wenn die Nachfrage das Angebot übersteigt. Dieser bidirektionale Stromfluss kann Dienstleistungen für Stromnetze bereitstellen, minimiert die Einschränkung erneuerbarer Energien und maximiert den Wert von Elektrofahrzeugen als flexible Energiequelle. Durch die Teilnahme an diesen Initiativen können die Besitzer von Elektrofahrzeugen nicht nur wirtschaftliche Vorteile erzielen, sondern unterstützen auch die Integration erneuerbarer Energiequellen und die Dekarbonisierung des Stromnetzes. Darüber hinaus arbeiten E-Auto-Besitzer mit Flottenmanagern, Mitfahrzentralen und Mobilitätsdienstleistern zusammen, um gemeinsame Mobilitätslösungen und alternative Transportmodelle zu erproben. Durch die Teilnahme an Carsharing-Programmen, Ride-Hailing-Diensten und Peer-to-Peer-EV-Vermietungen maximieren E-Auto-Besitzer die Auslastung ihrer Fahrzeuge, reduzieren die Kosten für den Fahrzeugbesitz und tragen zur effizienten Nutzung von Verkehrsressourcen bei. Diese Zusammenarbeit fördert eine Kultur der geteilten Mobilität und reduziert Verkehrsstaus, Parkplatzbedarf und Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit dem Besitz von Privatfahrzeugen.

Die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteur:innen der Elektromobilität und politischen Entscheidungsträger:innen spielt eine zentrale Rolle bei der Festlegung der Richtung, der Schaffung von Anreizen und der Festlegung von Vorschriften, die verschiedene Aspekte der Elektromobilität beeinflussen, einschließlich der Einführung von Fahrzeugen, der Entwicklung der Ladeinfrastruktur und der Netzintegration. Erstens ist die Zusammenarbeit zwischen politischen Entscheidungsträgern und Fahrzeugherstellern bei der Festlegung von Emissionsstandards für Fahrzeuge, der Förderung der Entwicklung von Elektrofahrzeugtechnologien und der Schaffung von Anreizen für die Einführung von Elektrofahrzeugen unerlässlich. Durch die Einführung von Vorschriften wie Kraftstoffverbrauchsnormen, Emissionsgrenzwerten und Elektrifizierungszielen für Fahrzeuge schaffen die politischen Entscheidungsträger Marktanreize für Automobilhersteller, in die Forschung, Entwicklung und Produktion von Elektrofahrzeugen zu investieren. Darüber hinaus können finanzielle Anreize wie Steuergutschriften, Rabatte und Subventionen dazu beitragen, die Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen zu senken, so dass sie für die Verbraucher erschwinglicher und zugänglicher werden. Zweitens ist die Zusammenarbeit mit den Akteur:innen der Ladeinfrastruktur, einschließlich Herstellern, Betreibern und Energieversorgern, entscheidend für den Ausbau und die Zugänglichkeit der Ladeinfrastruktur. Politische Entscheidungsträger:innen können Anreize für den Aufbau von Ladestationen durch Finanzierungsprogramme, Zuschüsse und gesetzliche Vorgaben schaffen (siehe Kapitel 2). Sie können auch die Genehmigungsverfahren straffen, technische Standards festlegen und die Interoperabilität zwischen den Ladenetzen sicherstellen, um den Verbrauchern ein nahtloses Laden zu ermöglichen. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Akteur:innen im Bereich der Ladeinfrastruktur können die politischen Entscheidungsträger Hindernisse für die Einführung von Ladeinfrastrukturen beseitigen und die Entwicklung eines robusten und vernetzten Ladenetzes fördern. Die Zusammenarbeit mit Netzbetreibern und Energieregulierungsbehörden ist für die Integration von Elektrofahrzeugen in das Stromnetz und die Steuerung ihrer Auswirkungen auf den Netzbetrieb unerlässlich. Politische Entscheidungsträger können die Modernisierung des Netzes unterstützen, in intelligente Netztechnologien investieren und Programme zur Nachfragereduzierung einführen, um die steigende Stromnachfrage durch

Elektrofahrzeuge zu decken. Darüber hinaus können sie Regeln und Anreize für die Integration von Fahrzeugen in das Stromnetz (V2G) schaffen, damit Elektrofahrzeuge Netzdienstleistungen wie Energiespeicherung, Laststeuerung und Frequenzregulierung erbringen können. Durch die Zusammenarbeit mit den Akteur:innen der Energiewirtschaft können die politischen Entscheidungsträger die Zuverlässigkeit, Belastbarkeit und Nachhaltigkeit des Stromnetzes sicherstellen und gleichzeitig die Vorteile von Elektrofahrzeugen für das Netzmanagement und die Integration erneuerbarer Energien maximieren. Schließlich ist die Zusammenarbeit mit Stadtplanern, Verkehrsbehörden und öffentlichen Verkehrsbetrieben von entscheidender Bedeutung für die Förderung einer nachhaltigen Verkehrspolitik und die Entwicklung der Infrastruktur im öffentlichen Raum, an Arbeitsplätzen, in Mehrfamilienhäusern und entlang von Verkehrskorridoren. Politische Entscheidungsträger können auch Flächennutzungsrichtlinien, Bebauungsvorschriften und Parkanreize umsetzen, um die Einführung von Elektrofahrzeugen zu fördern und die Entwicklung von E-Fahrzeug-freundlichen Gemeinden zu unterstützen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Synergien zwischen den Akteur:innen und Komponenten im Ökosystem der Elektromobilität die Integration von Elektrofahrzeugen in das Energiesystem erleichtern, die Energienutzung optimieren und den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Zukunft unterstützen. Durch die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Bereichen und Sektoren und die Nutzung technologischer Innovationen können die Beteiligten das volle Potenzial der Elektromobilität ausschöpfen, um die Herausforderungen in den Bereichen Energie, Umwelt und Verkehr zu bewältigen.

#### 7.4 Interessenkonflikte

Im Ökosystem der Elektromobilität können zwischen verschiedenen Akteur:innen aufgrund unterschiedlicher Ziele, Anreize und Prioritäten Interessenkonflikte entstehen. Obwohl diese Konflikte zwischen allen Akteur:innen bestehen, wird hier der Schwerpunkt auf die Bereiche Mobilität und Energie gelegt. Diese Konflikte können Folgendes betreffen:

- Ladestellenbetreiber, Mobilitätsanbieter und Nutzer wollen möglichst hohe Reichweiten und möglichst kurze Ladezeiten, d.h. maximale Ladeleistung. Aus Sicht des elektrischen Netzes sind möglichst niedrige, netzwirksame Ladeleistungen bevorzugt. Anforderungen aus Mobilitätsbedürfnis mit der Konsequenz möglichst schnell zu laden, um möglichst immer maximale Reichweite zu haben, gegenüber Netzverträglichkeit mit einer, eventuell auch zeitl. begrenzten Reduktion der netzwirksamen Leitungen über Smart Charging und V2X Anwendungen. Im Bereich der gewerblichen Nutzung von Fahrzeugen besteht das Bestreben nach möglichst hohen Nutzungsdauern und möglichst geringen Standzeiten, was sich wiederum nachteilig auf die Stromnetzinfrasturktur auswirken kann.
- Fahrzeughersteller haben immer noch den primären Anreiz das Mobilitätsbedürfnis der Fahrzeugkäufer (siehe voriger Punkt) zu befriedigen. Aus technischer Sicht wird aus diesem Sinne vom OEM die Batterie möglichst schonend betrieben. Smart Charging und V2X wird bisher noch eher als Gefahr für die Lebensdauer der Batterien gesehen.
- Wenig Transparenz bei Fahrzeugherstellern.
- Im Bereich der Privatfahrzeuge treten Fahrzeughersteller vermehrt auch als Ladestellenhersteller, Ladestellenbetreiber und Mobilitätsanbieter auf. Im gewerblichen Bereich inkl. Warentransport besteht derzeit kein Bestreben der Hersteller in diese Richtung.
- Innerhalb der Domäne Energie führen Marktanreize (über günstige, variable Energietarife) möglicherweise zu höheren Gleichzeitigkeiten bei der Ladung. Lokale Einschränkungen im Netz könnten über zukünftige Netzanreize (z.B. variable Netztarife), mit Marktanreizen konterkarieren.
- Derzeit bestehen für Mineralölkonzern und deren Tankstellen entlang des österreichischen Autobahnnetzes noch Verträge für einen Gebietsschutz zur Energieabgabe. Dies stellt eine Barriere für den Eintritt von neuen Marktteilnehmern für die Ladung von Elektroautos dar.
- Unterschiedliche Unternehmen von Energieversorgern, Ölindustrie (Tankstellenbetreiber) und Fahrzeugherstellern treten in Konkurrenz als Ladestellenbetreiber auf. Zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie bestehen noch Barrieren für einen freien und Transparenten Zugang zu Ladestellen wie auch hinsichtlich der Preistransparenz.

Es ist wichtig festzustellen, dass die größte Herausforderung bei der Integration der Elektromobilität in das breitere Energieökosystem nicht in erster Linie in den Interessenkonflikten liegt, sondern vielmehr im mangelnden Wissensaustausch und der fehlenden Interaktion zwischen den Akteur:innen, insbesondere wenn man die Bereiche Mobilität und Energie betrachtet. Auch wenn sich die Ziele der Akteur:innen bei der Integration der Elektromobilität nicht grundsätzlich widersprechen, führt die isolierte Natur dieser Sektoren oft zu verpassten Möglichkeiten der Zusammenarbeit und Synergie. Um die synergetische Interaktion und die Verringerung von Interessenkonflikten zwischen den Akteur:innen der Elektromobilität zu gewährleisten, ist der Wissensaustausch von entscheidender Bedeutung. Dieser Austausch erleichtert die Weitergabe von bewährten Praktiken, Erfahrungen, technologischen Fortschritten und Markteinblicken und ermöglicht es den Akteur:innen, fundierte Entscheidungen zu treffen, effektiv zusammenzuarbeiten und sich bietende Chancen zu nutzen. Der Wissensaustausch fördert Innovationen, indem er die Verbreitung des neuesten Stands der Forschung, technologischer Entwicklungen und Branchentrends

erleichtert. Durch den Austausch von Erkenntnissen über neue Technologien wie Batterietechnologie, Ladeinfrastruktur und Fahrzeug-Netz-Integration können die Beteiligten gemeinsam Innovationen vorantreiben und die Grenzen der Elektromobilität erweitern. Darüber hinaus ermöglicht der Wissensaustausch den Beteiligten, Erfahrungen auszutauschen, gemeinsame Herausforderungen zu erkennen und gemeinsam an Lösungen zu arbeiten. Der Wissensaustausch ermöglicht es den Akteur:innen, die Nutzung von Ressourcen zu optimieren, indem sie das Fachwissen, die Fähigkeiten und die Ressourcen des jeweils anderen nutzen. So kann beispielsweise die Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugherstellern und Ladeinfrastrukturanbietern die Kompatibilität und Interoperabilität von Elektrofahrzeugen und Ladestationen gewährleisten, was die Nutzererfahrung verbessert, und die Marktakzeptanz beschleunigt. Darüber hinaus kann der Wissensaustausch zwischen Netzbetreibern, Ladepunktbesitzern und Verkehrsexpert:innen die Entwicklung zukünftiger Mobilitätsszenarien unterstützen. Auf diese Weise kann der Bedarf und die optimale Platzierung der Ladeinfrastruktur ermittelt werden, so dass eine angemessene langfristige Planung der Infrastruktur präzise und effizient durchgeführt werden kann. Der Wissensaustausch befähigt die Beteiligten, sich aktiv in das Ökosystem der Elektromobilität einzubringen und fördert Transparenz, Vertrauen und Zusammenarbeit. Durch die Bereitstellung von Foren für den Dialog, den Informationsaustausch und die Vernetzung ermöglichen Plattformen für den Wissensaustausch den Interessenvertretern, ihre Ansichten zu äußern, Beziehungen aufzubauen und wertvolle Partnerschaften zu bilden.

## 7.5 ZEMPSI Stakeholderprozess

Im Rahmen der Studie erfolgte eine aktive Einbindung und Diskussion mit Vertreter:innen der einzelnen Stakeholdergruppen. Dazu wurden in gezielten Einzelgesprächen und Workshops mit Expert:innengruppen (z.B. Arbeitsgruppe bi-direktionales Laden des OVE) Zwischenergebnisse der Studie diskutiert. Wesentlicher Teil einer abschließenden Stakeholderkonsultation war die Reflexion und Diskussion der in Kapitel 9 dargestellten Projekterkenntnisse und Empfehlungen im Rahmen von Fachvorträgen (z.B. EL-Motion Fachkongress 2024) und eines Webinars mit einem Schwerpunkt auf Vertreter:innen des Energiesektors (Übertragungsnetzbetreiber, Verteilernetzbetreibern, Energieversorger).

Wie oben dargestellt, ist der Wissenstransfer zwischen den Akteur:innen der bisher nicht miteinander verbundenen Domänen Mobilität und Strom mit Einbindung von politischen Entscheidungsträger:innen und Behörden sehr wichtig. Dies wurde im Rahmen des Konsultationsprozesses von den Stakeholdern bestätigt. Es besteht großes Interesse an einem zukünftigen Wissensaustausch über die Domänen hinweg, wie beispielsweise der Abstimmung möglicher Implementierungspfade und Roll-out Szenarien für Elektromobilität aus Infrastruktursicht.

Nachfolgend werden einige der wichtigsten Ergebnisse und Beiträge aus der Interaktion mit Expert:innen aus der Stakeholderlandschaft genannt:

### Bedarf an langfristiger Planung und Zukunftssicherheit von Netzen:

- Eine begrenzte und/oder fehlende langfristige Planung zur Integration von Elektromobilität könnte zu erheblichen Problemen für das Stromnetz führen.
- Österreich muss proaktiv und kontinuierlich für die nächsten 10-20 Jahre planen. Die Notwendigkeit von Szenarien und Berücksichtigung dieser in der Planung ist entscheidend, um zukünftige Engpässe zu vermeiden.
- Österreichs politische Ziele für E-Mobilität und Energiewende sind aktuell ambitionierter als der EU-Durchschnitt (5 Jahre früher).
- Um die langfristigen Ziele für die Dekarbonisierung zu erreichen, ist eine beschleunigte Planung und Umsetzung erforderlich.

### Fahrzeugverfügbarkeit vs. Infrastrukturbereitschaft:

- Fahrzeuge, einschließlich V2G-fähiger, sind bereits verfügbar, und weitere werden bald auf den Markt kommen.
- Die größte Herausforderung besteht darin, das Energiesystem und die Infrastruktur (sowohl auf der Verteilungs- als auch auf der Übertragungsebene) zu modernisieren, um die Integration dieser Fahrzeuge zu unterstützen.
- Betreiber und Hersteller von Ladestationen sollten auch Szenarien entwickeln, um reibungslosere Übergänge zu ermöglichen und optimale anfängliche Einsatzgebiete zu identifizieren.
- Fahrzeughersteller halten bidirektionale Lademöglichkeiten teilweise zurück, um eigene Geschäftsmodelle zu entwickeln. Sie planen, bidirektionale Funktionen auf den Markt zu bringen, wenn ihre Mobilitätskonzepte und Geschäftsmodelle fertig sind, wahrscheinlich um 2025.

### V2H vs. V2G Annahme:

- Zwei der Hauptprobleme im Zusammenhang mit der Einführung von V2X-Strategien beziehen sich auf die höhere Attraktivität von V2H gegenüber V2G und die Notwendigkeit der erforderlichen Anreize zur Förderung der V2G-Einführung.

- V2H kann zusätzlich aufgrund seiner Einfachheit in der Implementierung und Verwaltung zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie als attraktiver angesehen werden.
- Anreize für die Einführung von V2G sind entscheidend; Kunden brauchen klare finanzielle Vorteile, um in V2G-fähige Geräte zu investieren.
- V2G-Konzepte sind entscheidend für zukünftige Energiesysteme (2030+) und für Netzdienstleistungen unerlässlich. Detaillierte Szenarioanalysen und reale Berechnungen sind erforderlich, um den Übergang zu V2G zu unterstützen.
- Experimentelle- und Pilotprogramme (z. B. Sandbox-Initiativen) sind sehr wichtig, um V2G-Technologien zu testen und zu entwickeln.

#### **Induktives Laden und zukünftige Erwartungen:**

- Induktives Laden steht im Jahr 2024 kurz vor der Umsetzung, unterstützt durch Standards und Interessengruppen, die bereit sind, sie zu übernehmen.
- Es bleiben Fragen zum zukünftigen Marktanteil des induktiven Ladens im Vergleich zu herkömmlichen Lademethoden offen.
- Laufende Studien und Szenarioplanungen sind erforderlich, um die Akzeptanzraten und Infrastrukturanforderungen für induktives Laden vorherzusagen.

#### **Tarife und rechtliche Rahmenbedingungen**

- Die derzeitigen Tarifstrukturen sind komplex und müssen möglicherweise für eine groß angelegte V2G-Implementierung angepasst werden.
- Die Tarifstrukturen für Netzdienstleistungen sind gesetzlich geregelt und können von den Netzbetreibern nicht ohne gesetzliche Änderungen flexibel angepasst werden. Dynamische Netztarife und flexiblere Tarifgestaltungen sind erforderlich, erfordern aber rechtliche und regulatorische Unterstützung.
- Die Regulierungsbehörde erwägt zukünftige Tarifgestaltungen mit einer stärkeren Gewichtung der elektrischen Leistung, insbesondere unterstützt durch die Einführung intelligenter Zähler.

#### **Marktliquidität und Flexibilität:**

- Es ist eine Herausforderung, sicherzustellen, dass eine ausreichende Anzahl von Autos in Zeiten des Bedarfs für V2G auch tatsächlich an das Netz angeschlossen ist. V2G-Ladestationen werden in der Regel von V2G-fähigen Autos verwendet, die möglicherweise nicht immer verbunden sind.
- Es müssen Strategien entwickelt werden, um eine höhere Netzanschlussrate von V2G-Fahrzeugen zu gewährleisten.
- Die Marktliquidität für Flexibilität variiert je nach Netzebene, wobei höhere Spannungsebenen mehr Akteure und Liquidität haben.
- Niederspannungsnetze haben möglicherweise weniger Akteure und weniger Liquidität, was marktbasiertere Ansätze vor Herausforderungen stellt.
- Das ELWG in Österreich befindet sich bei Erstellung der Studie noch in der Entwurfsform, und Entscheidungen stehen noch aus, was es schwierig macht, mit marktbasierter Flexibilität konzepten fortzufahren.
- Es besteht die Notwendigkeit, eine Marktplattform und ein Kontrollsystem für ein effektives Flexibilitätsmanagement aufzubauen, das derzeit von den Verteilnetzbetreibern entwickelt wird.

#### **Standards und Protokolle Implementierung und Interoperabilität:**

- ISO15118 Standardimplementierung ist entscheidend für die Verwaltung des bidirektionalen Ladens von Elektrofahrzeugen und die Optimierung der Netzinteraktionen.
- Ohne ISO15118 wird die Schätzung und Prognose der Verfügbarkeit von Autos, die für V2G-Zwecke an das Netz angeschlossen sind, aufgrund mangelnder Datenqualität und -kontrolle nahezu unmöglich sein.
- Die Implementierung von Standardprotokollen wie OCCP 1.6 ist teuer und zeitaufwändig, was die Einführung des bidirektionalen Ladens verlangsamt.
- Die Gewährleistung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Ladestationen und Fahrzeugen ist für den Erfolg der V2G-Technologie und ihre Integration in das Stromnetz von entscheidender Bedeutung. Wechselrichterhersteller verwenden teils proprietäre Kommunikationsprotokolle, was die Interoperabilität und Marktteilnahme erschwert.
- Die Notwendigkeit offener Standards und Harmonisierung als Grundlage für die Schaffung von Lösungen, die über verschiedene Regionen hinweg portiert werden können, einschließlich Österreich und darüber hinaus.

**Herausforderungen beim Datenschutz:**

- Es ist oft schwierig, Elektrofahrzeuge zu monitoren und zu steuern, ohne dabei die Privatsphäre der Kunden zu gefährden.
- Aggregatoren benötigen Daten zu SOC, Batteriezustand, Abfahrtszeiten usw., müssen aber die Identität und den Standort der Kunden schützen.
- Aggregatoren könnten Daten von Autoherstellern erhalten, aber der Datenschutz muss gewahrt und die Vorschriften eingehalten werden.
- Die Kosten für Cloud-Systeme für die Verwaltung von Daten von Elektrofahrzeugen sind erheblich und müssen finanziell unterstützt werden.

**Zusammenarbeit mit Stakeholdern**

- Die Zusammenarbeit zwischen allen Akteur:innen im Energiesektor ist der Schlüssel zur Gewährleistung der langfristigen Nachhaltigkeit des Energiesystems. Die Integration von Energie-, Mobilitäts- und Wärmemanagementsystemen ist entscheidend für die zukünftige Netzstabilität und sollte sektorübergreifend harmonisiert werden. Diese Zusammenarbeit ist entscheidend für die Festlegung von Industriestandards und das Erreichen einer breiten Interoperabilität.

Seitens des Autorenteam geht ein großer Dank an alle Expert:innen, die für Diskussionen bereit gestanden sind sowie Feedback zu den Zwischen- und Endergebnissen der Studie gegeben haben und damit wesentlich zur Validierung und Robustheit der Projekterkenntnisse beigetragen haben.

## 8 Validierung der Technologien und Aufzeigen möglicher Lösungswege

Dieses Kapitel dient der Validierung der in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellten Ergebnisse anhand von anschaulichen Beispielprojekten.

Um die Netzplanung hinsichtlich Umsetzung einer flächendeckender Elektromobilität in bestehende elektrische Netze bestmöglich zu unterstützen, sind netztechnische Betrachtungen unabdinglich. Daher wurden bereits in zahlreichen nationalen und internationalen Projekten und Studien die Auswirkungen und Herausforderungen auf das elektrische Netz und dessen sicheren und stabilen Betriebes untersucht. Hierzu zählen beispielsweise Analysen hinsichtlich Netzauslastung, Spannungsqualität und Frequenzhaltung. Neben den Auswirkungen und Herausforderungen rückt auch die Entwicklung möglicher Lösungswege (Gegenmaßnahmen, Nutzung von Synergien sowie intelligente Ladeinfrastruktur) immer stärker in den Fokus der Forschung und Erprobung.

Zur Ermittlung der Netzbelastung und Einhaltung des Spannungsbandes werden Netzanalysen mittels Lastflussberechnungen durchgeführt und ausgewertet. Wie in Abbildung 12 zu erkennen, werden hierzu ausführliche Netzdaten (Nenndaten, der elektr. Betriebsmittel, Netztopologie, Erzeuger, Verbraucher, ...) und Netzmodelle (Netzplan in einer Software, mit Hilfe welcher Lastflussberechnungen durchgeführt werden können) benötigt. Zudem werden zeitlich aufgelöste Last- und Erzeugungsprofile sowie synthetische Ladelastprofile benötigt. Je nach Ausgangssituation (Datenqualität, Datenverfügbarkeit, ...) unterscheidet sich diese Methodik geringfügig, vorwiegend bei der Modellierung der zeitlich aufgelösten Last- und Erzeugungsprofile sowie synthetische Ladelastprofile.

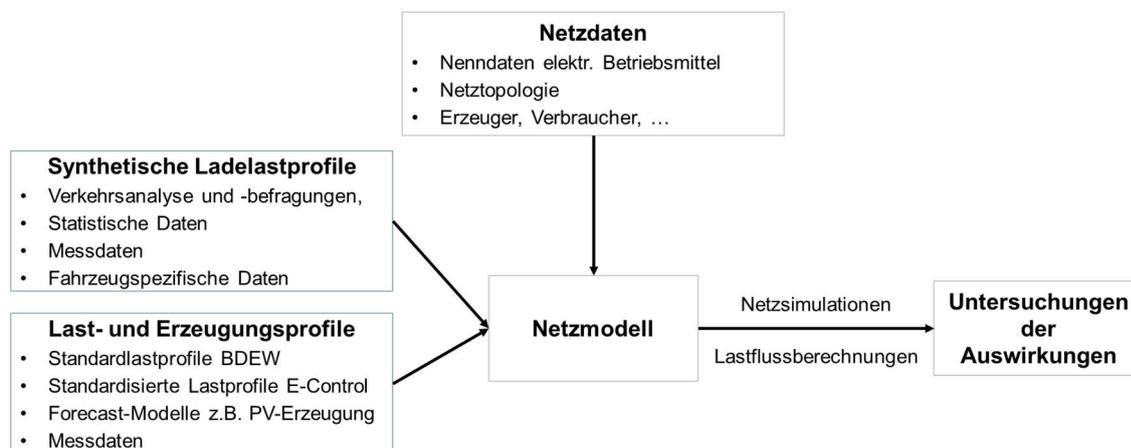


Abbildung 12: Übersicht Inputdaten für Netzanalysen

Zu Beginn der Analysen, werden sogenannte Referenzszenarien berechnet. Diese unterscheiden sich beispielsweise in den Durchdringungsraten der Elektromobilität (Nutzergruppen), zukünftiger PV-Erzeugung, einer steigenden Anzahl an Wärmepumpen oder ladespezifischen bzw. fahrzeugspezifischen Parametern wie z.B. Ladeleistung und Akkukapazität. Bei der Referenzszenarien wird der Status Quo abgebildet, in diesem wird davon ausgegangen, dass kein Einfluss auf das Ladeverhalten vorgenommen wird, um die maximalen Netzauswirkungen zu bestimmen. Die Ergebnisse aus den Lastflussberechnungen werden hinsichtlich der Auslastung der elektrischen Betriebsmittel sowie der Spannungshaltung untersucht. In Abhängigkeit der Ergebnisse werden anschließend Netzsimulationen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lösungswege durchgeführt, ausgewertet und mit den Referenzszenarien verglichen. Nachstehend werden Ergebnisse aus den unterschiedlichsten Projekten und Studien vorgestellt und mögliche Lösungswege validiert. Eine Übersicht der herangezogenen Ergebnisse für die Validierung ist in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Übersicht der Projekte und Ergebnisse, welche als Basis der Validierung herangezogen wurden

Projekt / Studie	Nutzergruppe / Anwendungsfälle	Untersuchte Auswirkungen / Herausforderung	Gegenmaßnahmen / Synergien / Optimierung	Netzebene
Move2Grid [57]	Privatverkehr	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	-	5,6,7
Netzberechnungen Österreich - Auswirkungen von PV und E-Mobilität [58]	Privatverkehr	Auslastung der Betriebsmittel; Spannungshaltung, Ermittlung von Gleichzeitigkeiten	-	5,6,7

<b>Car2Flex [59] (on-going)</b>	Privatverkehr, Car Sharing, Flotte	Auslastung der Betriebsmittel; Spannungshaltung, Gleichzeitigkeiten	Vehicle2Grid; Marktorientiertes Laden (Optimierungsalgorithmus)	7
<b>FlyGrid [60]</b>	Privatverkehr, Car Sharing, Taxi, Last-Mile Delivery, Bus	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	Speicherintegration (Schwungradmassenspeicher)	5,6,7
<b>Projekt 567 [12]</b>	Privatverkehr, Commercial, Pendler	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	Verschiedene, siehe Anhang	5,6,7
<b>Leafs [61]</b>	Privateverkehr	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	Wirkleistungssteuerung, P(U)	7
<b>AADE [62]</b>	Privatverkehr, LKW, Busse, mit Schwerpunkt Asfinag-Raststationen	Auslastung der Betriebsmittel, qualitative Analyse	Deckungsgrad und Synergien mit PV-Integrationen	4
<b>MEDUSA [4]</b>	Schwerverker (Megawatt charging)	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	Autarkie und peak shaving mit BESS und PV	5
<b>friendlyCharge [63] (on-going)</b>	Privatverkehr	Auslastung der Betriebsmittel, Spannungshaltung	Intelligente Ladeinfrastruktur, netzdienliches Laden (Optimierungsalgorithmus)	7

Die Ergebnisse aus den Netzanalysen der unterschiedlichen Projekte und Studien zeigen einen deutlichen Anstieg der thermischen Auslastung der elektrischen Betriebsmittel (Transformatoren und Leitungen) mit steigender Anzahl an Elektrofahrzeugen und dessen Ladebedarfs. Dies sei anhand des Beispiels des Projektes „Move2Grid“ [57] für ausgewählte Leitungen eines städtisches Mittelspannungsnetz anhand von Abbildung 13 veranschaulicht. Wie anhand der Abbildung zu erkennen, nimmt mit steigender Durchdringung die maximale thermische Leitungsauslastung zu. Die Ladeleistung für die dargestellten Szenarien beträgt 3.7 kW. Durch die steigende Belastung nimmt die Anzahl der überlasteten Betriebsmittel ebenso zu. [57]

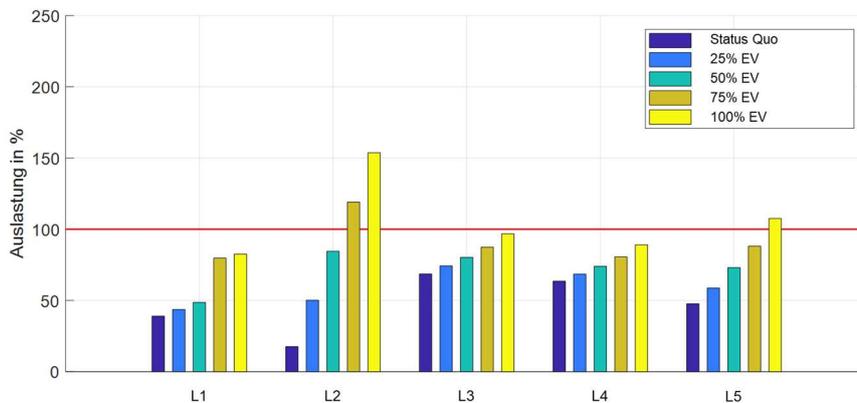


Abbildung 13: maximale Leitungsauslastung ausgewählter Leitungen - steigende Durchdringung EV & Ladeleistung 3,7 kW [57]

Wie in Abbildung 14 zu sehen, nimmt auch die Ladeleistung erheblichen Einfluss auf die Netzbelastung und somit Auslastung der Leitungen. Durch den Anstieg der Ladeleistung nimmt auch die Höhe der maximalen Leitungsauslastungen zu und damit auch die Anzahl der überlasteten Betriebsmittel. [57]

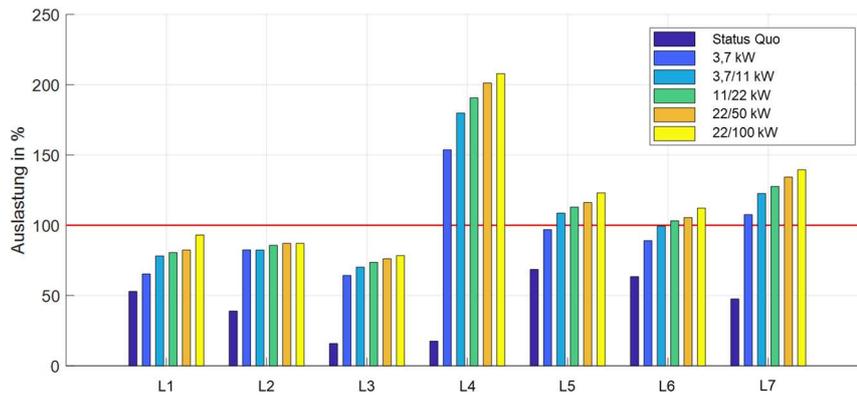


Abbildung 14: maximale Leitungsauslastung ausgewählter Leitungen - unterschiedliche Ladeleistungen bei einer Durchdringung von 100% Elektromobilität [57]

Neben der maximalen Auslastung der Betriebsmittel spielt die Dauer der Überlastungen eine bedeutende Rolle, da durch die thermische Erwärmung der Alterungsprozess vor allem bei Erdkabel beschleunigt wird. Die Dauer der Überlastungen nimmt ebenfalls mit steigender Durchdringung an Elektromobilität sowie steigender Ladeleistung zu. Da Leitungen und Transformatoren ähnliches Verhalten hinsichtlich der Auslastung zeigen, sei nachstehend die Dauer der Überlastungen am Beispiel des 110 kV Transformators des städtischen Mittelspannungsnetzes diskutiert. Wie in Abbildung 15 anhand der geordneten Jahresdauerlinie zu sehen, bedeutet die Erhöhung der Ladeleistung auf 22/100 kW von 3,7/11 kW für den 110 kV Transformator eine Verdoppelung der Dauer der Überlastung. Im Falle einer Ladeleistung von 3,7 kW über alle Ladevorgänge beträgt die Überlastung des Transformators, auf das gesamte Jahr betrachtet 1 Stunde. [57]

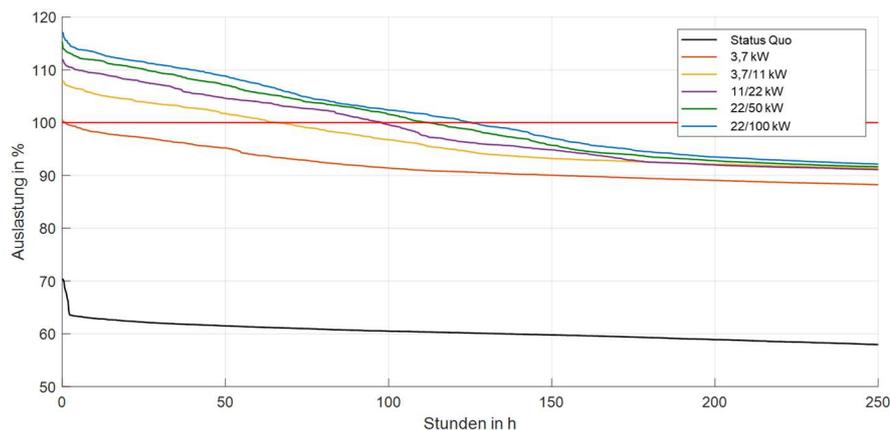


Abbildung 15: Dauerlinie: Auslastung 110 kV Transformator - unterschiedliche Ladeleistungen bei einer Durchdringung von 100% Elektromobilität [57]

Neben der thermischen Auslastung der Betriebsmittel, ist vor allen in Niederspannungsnetzen auch die Spannungshaltung von großer Bedeutung. Weshalb in Abbildung 16 für drei ausgewählte Netzelemente (urban, suburban, ländlich) der Anteil kritischer Netzelemente sowohl in Bezug auf der thermischen Leitungsauslastung als auch auf Spannungsbandabweichungen bei steigender Durchdringung der Elektromobilität ersichtlich ist. Die Netzanalysen bei einer Durchdringung von 40 % bzw. 60 % zeigen stark variierende Ergebnisse in den unterschiedlichen Netzregionen. So lassen sich im ausgewählten urbanen Niederspannungsnetz Durchdringungen von 60 % und höher ohne unzulässige Spannungsmerkmale integrieren. Ein Anstieg der Elektromobilität von 20 % auf 40 % bzw. 60 % im suburbanen Raum führt zu einer Zunahme kritischer Elemente (Spannungsbandverletzung) von 33 % auf 79 % bzw. 89 %. Derselbe Anstieg der Elektromobilität erhöht im ländlichen Raum den Anteil kritischer Netzknoten von 61 % auf 100 % (Spannungsbandverletzungen). Während das suburbane und das ländliche NS-Netz deutlich geringere Kapazität bezüglich Spannungscharakteristika vorweisen, weicht der Anteil an thermisch überlasteten Leitungen nur geringfügig von jenem im urbanen Raum ab. Die Betrachtung einer Durchdringung von 60 % Elektromobilität zeigt ähnliche Ergebnisse innerhalb der drei Netzregionen: thermische Überlastung tritt in 23 % (urban), 28 % (suburban) und 26 % (ländlich) der Netzleitungen auf. [64]

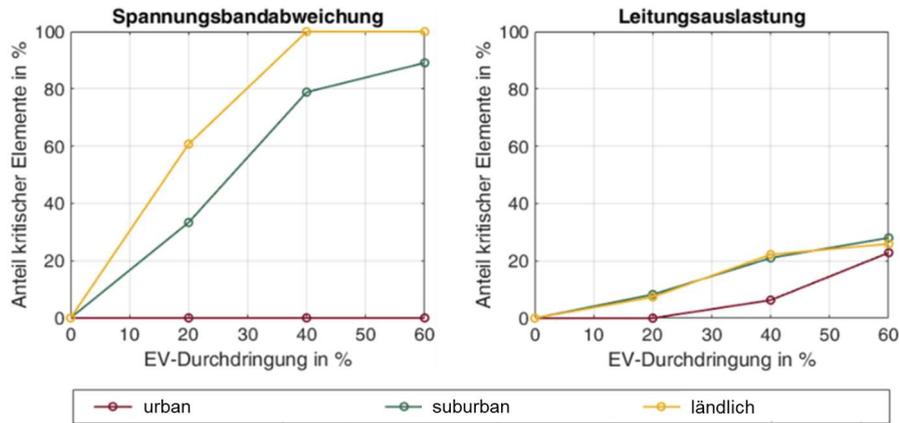


Abbildung 16: Vergleich des Netzausbaubedarfs aufgrund zukünftiger Elektromobilität in unterschiedlichen Netzgebieten [64]

Der anhand der dargestellten Ergebnisse des ausgewählten MS-Netzes sowie der drei ausgewählten NS-Netze demonstrierte Trend einer steigenden Netzbelastung mit steigender Durchdringung der Elektromobilität sowie steigender Ladeleistung, wird durch weitere Projekte und vor allem Skalierungsstudien bestätigt. Die Anzahl und Dauer der überlasteten bzw. kritischen Betriebsmittel (Spannungsabweichungen sowie thermische Betriebsmittelauslastung) ist jedoch stark von der jeweiligen Netz-situation abhängig. Dieser Trend wird durch die Ergebnisse aus anderen Projekten, wie beispielsweise dem Projekt „Leafs“ [61] bestätigt. Als eines der zentralen Ergebnisse wurde die Abhängigkeit der notwendigen Netzverstärkung von der Ladeleistung von Elektrofahrzeugen (EVs) und deren Koinzidenzfaktoren genannt. Des Weiteren konnte anhand der definierten Szenarien festgestellt werden, dass bei geringer Ladeleistung weniger als 10 % des gesamten Leitungsverstärkungsbedarfs auf Netzüberlastungen zurückzuführen sind, der Rest ist auf Spannungsverstöße zurückzuführen. Allerdings führen Szenarien mit höherer Ladeleistung dazu, dass 20–40 % des Leitungsverstärkungsbedarfs aufgrund von Überlastung erforderlich sind. [61] Die im Rahmen der Studie „Netzberechnungen Österreich“ durchgeführte Skalierungsstudie kam zu dem Ergebnis, dass bei einer flächendeckenden Ladeleistung von max. 3.7 kW in vielen NS-Netzen sogar 100 % Elektromobilität ohne Einschränkungen möglich ist [58].

Um den negativen Auswirkungen auf das elektrische Netz verursacht durch eine zunehmende Anzahl an Elektromobilität entgegenzuwirken, werden Gegenmaßnahmen und mögliche Lösungswege, um eine flächendeckende Elektromobilität zu gewährleisten untersucht. Eine Möglichkeit besteht in Netzausbaumaßnahmen bzw. Netzverstärkungsmaßnahmen. Hierzu zählt unter anderem der Austausch von überlasteten Betriebsmitteln (Transformatoren, Leitungen, Kabeln, ...) oder die Verstärkung bestehender Freileitungen sowie das Verlegen von Parallelkabeln. Oft stellt sich jedoch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen. Am Beispiel des 110 kV Transformators des Mittelspannungsnetzes im Projekt „Move2Grid“ (Abbildung 15) wird gezeigt, dass auch bei flächendeckender Ladeleistung von 22/100 kW im PKW-Bereich der 110 kV Transformators maximal 10% der Zeit im Laufe eines Jahres überlastet ist. Bei einer Ladeleistung von 3.7 kW beträgt die Überlastungsdauer lediglich eine Stunde. [57] Es ist daher immer abzuwiegen, inwieweit Netzverstärkungsmaßnahmen sowohl wirtschaftlich als auch technisch sinnvoll sind und ob es nicht andere Möglichkeiten zur Vermeidung von Überlastungen gibt.

Vor allem im Bereich der Spannungshaltung ist der Einsatz von netztechnischen Maßnahmen wie der Einsatz eines regelbaren Ortsnetztransformatoren oder der Installation einer Wirkleistungsregelung in Abhängigkeit der Spannung  $P(U)$ , analog zur Blindleistungsregelung, eine Alternative. Die Auswirkungen netztechnischer Maßnahmen zur Entlastung kritischer Netzbe-reiche, wie: regelbarer Ortsnetztransformator (zwei unterschiedlichen Regelstrategien – Fernregelung und Sammelschienenregelung), Wirkleistungsregelung und automatische Phasenwahl, wurden in der Studie „Auswirkungen der zukünftigen Elektromobilität auf die Niederspannungsebene“ [64] untersucht. Zu Beginn der Elektromobilität wurde oftmals 1-phasig geladen, was zu Unsymmetrien im Netz führen kann, weshalb in dieser Studie auch diese Thematik untersucht wurde. Um das Potenzial der untersuchten netztechnischen Maßnahmen zu verdeutlichen, werden in Abbildung 17 die Ergebnisse aus den Netzsimulationen für die acht kritischsten Netzknoten und die acht kritischsten Leitungen für eine EV-Durchdringung von 20 % für das suburbane Niederspannungsnetz gegenübergestellt. Im Rahmen der Netzsimulationen wird festgelegt, dass alle Fahrzeuge 1-phasig an der selben Phase geladen werden. Wie in Abbildung 17 (oben) dargestellt, können mit Ausnahme des Einsatzes eines regelbaren Ortsnetztransformatoren mit Sammelschienenregelung (SR), alle genannten Maßnahmen zur Vermeidung von Spannungsbandverletzungen gemäß EN 50160 führen. Die deutlichste Reduktion der Spannungsabsenkungen erfolgt mit Hilfe der spannungsabhängigen Wirkleistungsregelung an den Ladestationen (4,3 % geringere Spannungsabweichung in K1 bezogen auf den Worst-Case) sowie der automatischen Wahl der ladenden Phasen (5,2 % geringere Spannungsabweichung in K1 bezogen auf den Worst-Case). Die Ausstattung des Ortsnetztransformatoren mit Fernregelung (FR) und der Einbau von Netzreglern in kritischen Abgängen führen zu ähnlichen Spannungsanhebungen in den ausgewählten Netzknoten (3,4 % in K1).

Bei unzulässigen Spannungscharakteristika in einigen wenigen Abgängen, müssen diese zwei Ausbaumaßnahmen in Hinblick auf ihre Investitionskosten evaluiert werden. Aufgrund der spannungsabhängigen Regelung mit einem Intervall von fünf Minuten, werden kurzzeitige thermische Leitungsauslastungen durch keine der analysierten Maßnahmen ausreichend reduziert (siehe Abbildung 17 unten). Thermische Überlastung in vereinzelt Leitungen stellt somit weiterhin den limitierenden Faktor für die Integration von Elektromobilität dar. Selbst dieser lässt sich jedoch durch die netzabhängige Begrenzung der zur Verfügung gestellten Ladeleistung beseitigen. [64]

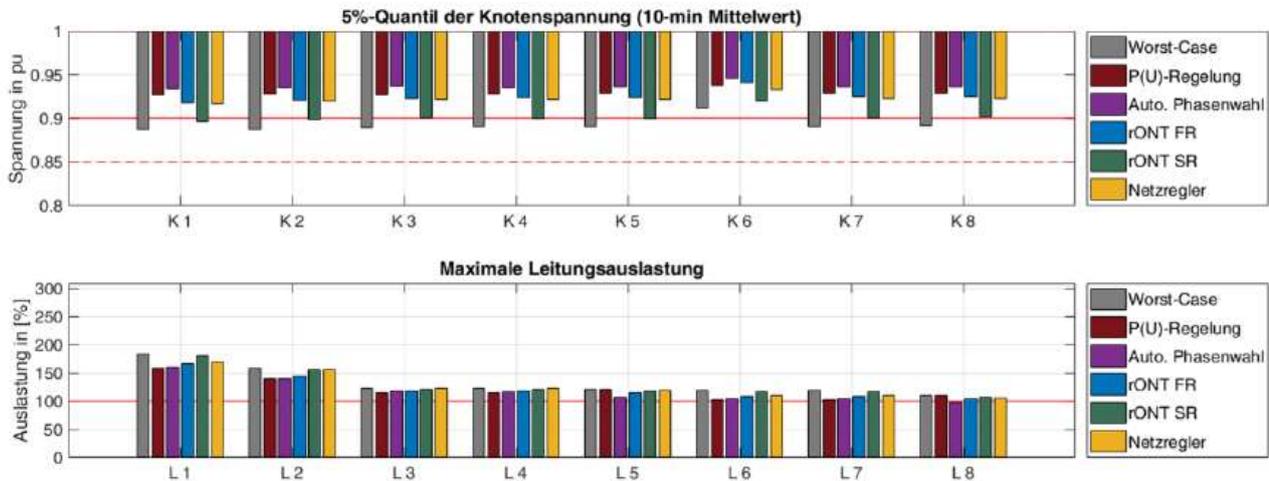


Abbildung 17: Gegenüberstellung der analysierten Szenarien anhand ausgewählter Netzelemente mit einer EV-Durchdringung von 20 % - suburban [64]

Auch das Projekt „Leafs“ [61] untersuchte netztechnische Maßnahmen hinsichtlich der Reduktion der Auswirkungen groß angelegter EV-Rollout Szenarien in zwei VNB-Versorgungsgebieten (Salzburg Netz GmbH und Netz Oberösterreich GmbH). Hierfür wurden Analysen durchgeführt, um die Auswirkungen der Ermöglichung eines flexiblen Betriebs dieser Lasten durch den Einsatz verschiedener Steuerungsstrategien abzuschätzen. Basierend auf den Ergebnissen groß angelegter Simulationen wurde der Netzverstärkungsbedarf für die definierten Ladeleistungen und Gleichzeitigkeitsfaktoren für beide VNB berechnet, wobei der prozentuale Anteil des Leitungsverstärkungsbedarfs beispielhaft in Abbildung 18 dargestellt ist. Während die Implementierung der P(U)-Steuerung bei Szenarien mit geringer Ladeleistung erfolgreich war und den Gesamtbedarf an Netzverstärkungen und die damit verbundenen Kosten erheblich reduzierte (bis zu 80 %), bleibt der Bedarf an Verstärkung in Hochleistungsladeszenarien weiterhin hoch. Dies ist auf zwei Hauptfaktoren zurückzuführen: Erstens beseitigt die P(U)-Regelung Unterspannungsbedingungen nicht vollständig, da sie nicht durch P(U) begrenzte Netzlasten am Einspeisende nicht berücksichtigt. Zweitens fehlt P(U) die Fähigkeit, eine Leitungsüberlastung zu verhindern. Nichtsdestotrotz könnten P(U)-Regelungen oder Flexibilität im Ladeprozess, die auf die Minimierung der Ladeleistung und der Gleichzeitigkeit abzielen, die künftigen Kosten für die Netzintegration von Elektrofahrzeugen erheblich senken, sofern die Regulierungssysteme ihre Umsetzung zulassen.

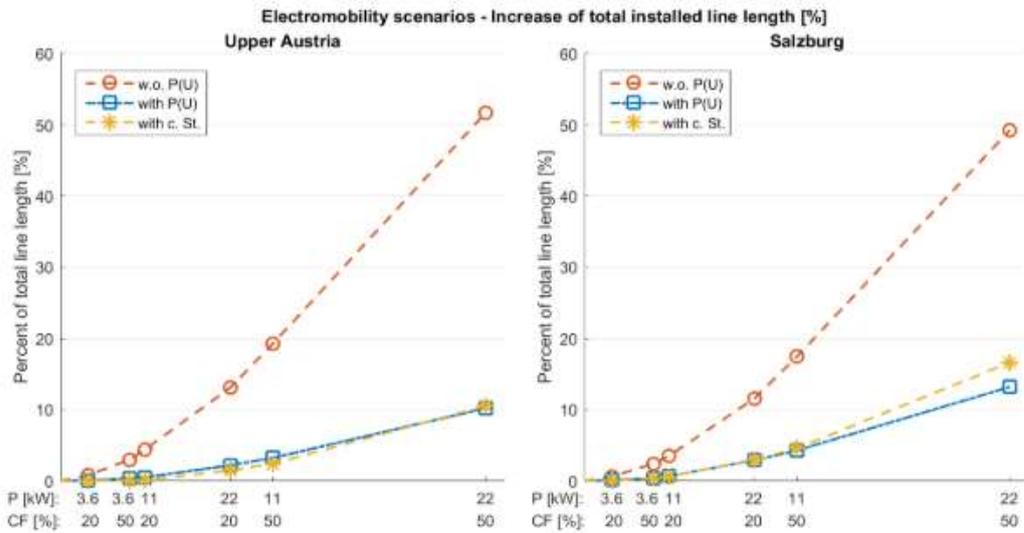


Abbildung 18: Verstärkungsanforderungen (Prozentsatz der Gesamtleitungslänge) für verschiedene Ladeszenarien für Elektrofahrzeuge [61]

Neben Netzverstärkungs- und netztechnischen Maßnahmen werden auch zahlreiche Maßnahmen zur Reduzierung der netzwirksamen Leistung der Ladung von Elektrofahrzeugen untersucht. Hierzu zählt beispielsweise die Nutzung von Synergieeffekten mit anderen Technologien, wie: zeitliches Zusammenfallen der Ladung mit einer lokalen Einspeisung (z.B. Photovoltaik), Einsatz von Stationären Speichern, Vehicle2Home, Vehicle2Grid, netzdienliches bzw. intelligentes Laden bei Nutzergruppen mit langen Standzeiten und relativ niedrigen Fahrleistungen (Reduktion Ladeleistung, zeitliche Verschiebbarkeit der Ladevorgänge).

Das Projekt „MEDUSA“ [4] [65] untersucht die Synergieeffekte zwischen Photovoltaik- und Batteriedimensionierung in Zusammenhang mit dem Megawatt-Laden. In diesem Zusammenhang wurden die PV- und BESS-Anlagen zur Förderung der Null-CO2-Emissionen entsprechend unter dem Gesichtspunkt der Autarkie und Spitzenkompensation beim Betrieb einer Megawatt-Ladestation dimensioniert. Um **Autarkie** zu erreichen, sollte das PV/BESS-System so dimensioniert sein, dass das System ohne Netzbezug arbeiten kann. Für diese Analyse wurden die Größen der PV- und BESS-Anlage sowie des Netzstromrichters variiert und simuliert, um eine Reihe möglicher Kombinationen zu finden, mit denen die Autarkie erreicht werden kann. Die Ergebnisse für die verschiedenen PV- und BESS-Komponentengrößen mit einer Umrichtergröße von 4 MW für den Anwendungsfall, bei dem das Ladegerät an einer repräsentativen Raststätte entlang der Autobahn platziert ist, sind in Abbildung 19 dargestellt. [4] [65]

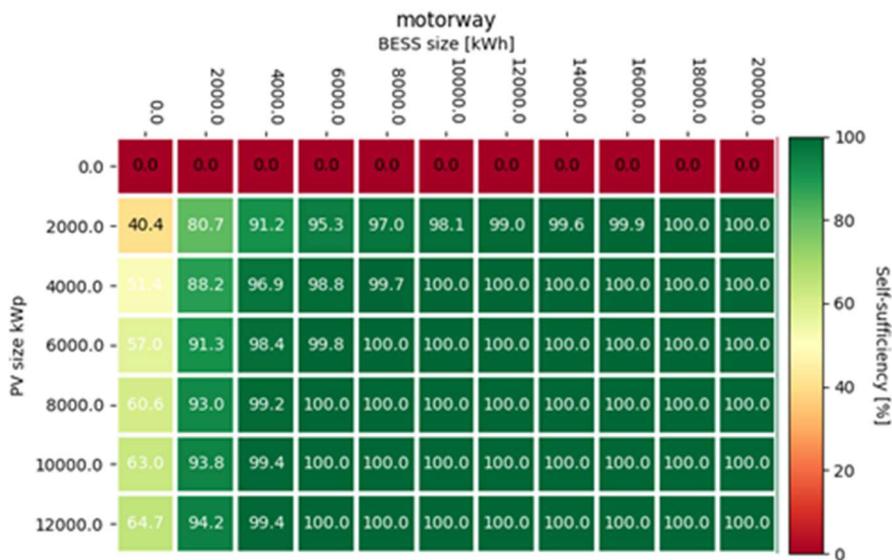


Abbildung 19: Autarkie auf Basis verschiedener PV-/BESS-Systeme [4] [65]

Wie gezeigt, sind die Komponentengrößen für die gegebenen Anwendungsfälle erheblich. Um eine 100-prozentige Autarkie zu erreichen, wäre ein PV-System von mindestens 10-12 MW<sub>p</sub> mit einer BESS-Kapazität von 6 MWh erforderlich. Es wird darauf hingewiesen, dass es aus technischer Sicht einen Kompromiss zwischen der Systemgröße gibt, bei dem größere BESS geringere Anforderungen an die PV-Installation ermöglichen und umgekehrt. Es wird darauf hingewiesen, dass 80 % Selbstversorgung mit einer PV/BEES-Systemgröße von 4 kW<sub>p</sub>/4 MWh erreicht werden kann. Aus wirtschaftlicher Sicht würde eine Erhöhung des Selbstversorgungsgrades von 80 % auf 100 % erheblich höhere Investitionskosten (in Mio. €) erfordern. Daher ermöglicht ein System mit einem geringeren Autarkiegrad und Netzkopplung eine kleinere PV/BEES-Anlagengröße, die sowohl technisch als auch wirtschaftlich machbar ist. [4] [65]

Zudem wurde die Spitzenkompensation des anfänglichen maximalen Netzverbrauchs auf 80 % und 66 % untersucht. Als Beispiel wird hier der Fall von 80% vorgestellt. Auf der Grundlage von Simulationen mit dem CBC-Solver wurde festgestellt, dass zum Erreichen von 80 % Spitzenkompensation eine Mindestkapazität des BESS von 1 MWh erforderlich ist. Anschließend wurden Überlegungen für die Hinzufügung von PV-Komponenten in Kombination mit dem BESS bewertet. Durch die Installation solcher Systeme kann die Höhe der CO<sub>2</sub>-Einsparungen, welche durch die Spitzenlastreduzierung erzielt werden können, bewertet werden. Dazu wurde die Höhe der Netzverbrauchseinsparungen mit einem angenommenen Umrechnungsfaktor von 0,2 t CO<sub>2</sub>/MWh ermittelt. Tabelle 13 zeigt die Netzverbrauchs- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, die auf der Grundlage einer 80%igen Spitzenlastreduzierung mit verschiedenen Größen der PV-Komponenten erzielt wurden. [4] [65]

Tabelle 13: Netzverbrauch und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei 80 % Peak Shaving [4] [65]

PV size [kW <sub>p</sub> ]	Grid consumption savings [MWh]	CO <sub>2</sub> savings [t]
500	197	131
1000	392	246
1500	481	388
2000	526	526
2500	556	668
3000	581	803
3500	600	942
<b>Battery size: 1 MWh</b>		

Dies zeigt, dass einerseits durch ein geeignetes PV/BEES-System ein beträchtliches Potenzial für die Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und andererseits Potenzial für die Unterstützung des Netzes durch den geringeren Bezug von Strom aus dem Netz vorhanden ist. Auf der Grundlage einer wirtschaftlichen Bewertung sind die am besten geeigneten Kombinationen von PV- und BEES-Systemen diejenigen, bei denen die Werte für PV und BEES ähnlich sind; bei größeren PV-Anlagen nehmen die zusätzlichen Einsparungen deutlich ab. Ein weiterer Vorteil von netzgekoppelten PV/BEES-Systemen besteht darin, dass sie Einspeisemöglichkeiten bieten, wenn das BEES auf seine maximale Kapazität aufgeladen ist. In solchen Fällen sollte eine zusätzliche technische und wirtschaftliche Bewertung vorgenommen werden. [4] [65]

Das im Rahmen der Projekte „Car2Flex“ [59] und „friendlyCharge“ [63] entstandene marktorientierte und netzorientierte Optimierungsmodell für private Haushalte wird in beiden Projekten als Basis für Skalierungsstudien zur Ermittlung des Einflusses von marktpreisgetriebener bzw. netzdienlichem Laden herangezogen. Da beide Projekte jedoch noch nicht abgeschlossen sind und die Ergebnisse noch nicht der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen, werden die Erkenntnisse der Masterarbeit [66], in welcher das Optimierungsmodell entwickelt wurde, beschrieben. Neben der Entwicklung des marktorientierten und netzorientierten Optimierungsmodells für private Haushalte, wurde für zwei ausgewählte Verteilnetze (ländlich und suburban) der Einfluss von marktorientierten und netzorientierten Laden auf die Netzbelastung untersucht. Die beiden ausgewählten Verteilnetze und die gewonnen Erkenntnisse sind unabhängig von den beiden Projekten zu betrachten.

Die Analyse der Netzbelastung berücksichtigt drei Szenarien: (1) Basiszenario – die Autos werden bei Ankunft sofort geladen, (2) marktorientiertes Laden – Minimierung der Kosten am Hausanschlusspunkt und (3) netzorientiertes Laden – Minimierung der Last am Ortsnetztransformator jeweils für die Jahre 2030 und 2040. Trotz der zu erwartenden höheren Gleichzeitigkeiten durch ein marktgetriebenes Laden kann, wie in Abbildung 20 anhand einer ausgewählten Leitung für das suburbane Netz dargestellt, die Leitungsauslastung reduziert werden. Dies ist auf das Zusammenspiel von geringen Day-Ahead Preisen in der Nacht und gleichzeitig geringer Gesamtbelastung durch den Haushaltsverbrauch (nicht verschiebbare Lasten) zurückzuführen. Durch den günstigen Preis werden die Ladevorgänge von der Abendspitze, die meist zeitgleich mit der Spitze des

Haushaltsverbrauch stattfinden, werden diese in die Nacht verschoben und führen zu einer Netzentlastung. Das dies jedoch keine Selbstverständlichkeit ist, ist in der Nacht vom 18. März zu sehen, hier nimmt die Leitungsbelastung im Vergleich zur Belastung am Abend zu. Durch die netzorientierte Optimierung können mit Ausnahme einer Spitze am 21. März die Überlastungen der dargestellten Leitung gänzlich vermieden werden. [66]

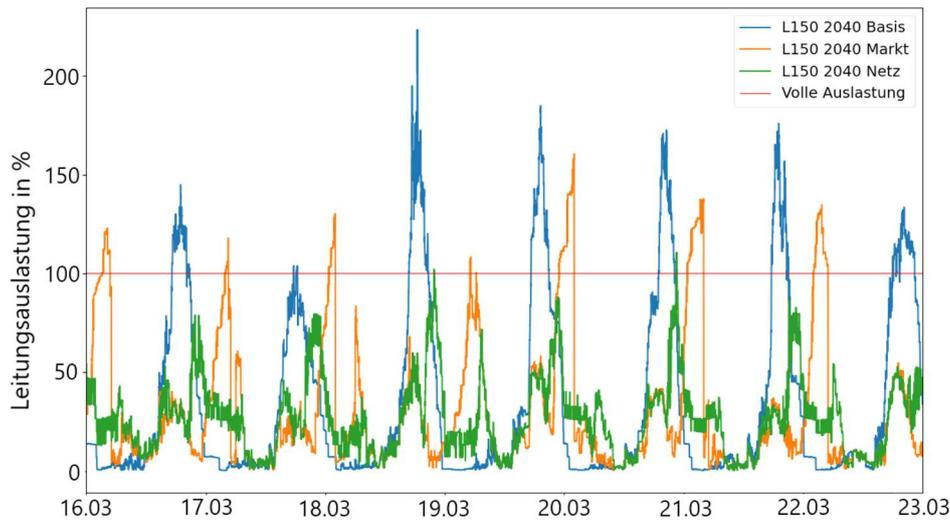


Abbildung 20: Vergleich der Leitungsauslastung einer ausgewählten Leitung im suburbanen Netz für das Jahr 2040

Da im Projekt „Car2Flex“ [59] auch die Auswirkungen von Vehicle2Grid untersucht werden, wurde diese Möglichkeit ebenfalls im Optimierungsmodell berücksichtigt. Aufgrund der getroffenen Annahmen hinsichtlich Netzkosten und Levelized Costs of Storage fand beim marktorientierten Szenario im Rahmen der definierten Worst-Case Woche kein Vehicle2Grid statt. Im Optimierungsmodell werden die Netzkosten für jede bezogene Kilowattstunde berücksichtigt, dies bedeutet bei Einspeisung und Wiederbezug von Energie würden diese mehrfach anfallen und müssen mit einem möglichen Gewinn am Day-Ahead-Markt abgedeckt werden. [66]

In zahlreichen Projekten [12] [59] [61] wurden umfangreiche Untersuchungen zum großflächigen Einsatz von Zukunftstechnologien bis zum Jahr 2050 und deren Auswirkungen auf das Verteilnetz durchgeführt. Konkret wurden diese Zukunftsszenarien auf das gesamte Versorgungsgebiet der jeweiligen VNB in Österreich mit über 1000 NS-Netzen angewendet. Diese Szenarien dienen dazu, Netze zu identifizieren, die Verletzungen aufweisen, die eine Verstärkung erforderlich machen. Die Simulation von großräumigen Studien hat auch den Vorteil, den Nutzen der Umsetzung verschiedener Netzmaßnahmen (wie in Kapitel 4 erwähnt) und deren Einfluss auf den Netzverstärkungsbedarf (d.h. aus netztechnischer Sicht) zu untersuchen. Andererseits wurde in [59] gezeigt, dass die für die Integration von Carsharing entwickelten Annahmen (bei denen die Zahl der Privatfahrzeuge aufgrund der Akzeptanz von Carsharing-Konzepten reduziert wird) zu einer deutlichen Verringerung der Grenzwertüberschreitungen in städtischen Versorgungsgebieten im Vergleich zu Szenarien führen, bei denen Carsharing nicht berücksichtigt wird (d.h. aus Sicht des Nutzerverhaltens). Groß angelegte Simulationen ermöglichen auch die Untersuchung des Potenzials einer intelligenten Ladeinfrastruktur, die fortschrittliche Technologien und intelligente Algorithmen nutzt, um das Laden von EVs so zu steuern, dass die Belastung des Netzes minimiert wird. Darüber hinaus wird ein optimierter Netzausbau durch den strategischen Einsatz einer intelligenten Ladeinfrastruktur möglich. Durch die strategische Platzierung von Ladestationen und deren Integration in bestehende Netzanlagen können Synergien genutzt werden, um die Gesamtleistung des Systems zu verbessern. Durch den Einsatz von Ladestationen in Gebieten mit Überkapazitäten (die durch groß angelegte Simulationen ermittelt wurden) oder dort, wo eine Aufrüstung der Infrastruktur bereits geplant ist, kann beispielsweise die Nutzung der vorhandenen Ressourcen maximiert und der Bedarf an zusätzlichen Investitionen minimiert werden. Diese groß angelegten Simulationen ermöglichen es den DSOs und politischen Entscheidungsträger:innen, strategische Entscheidungen für die kurz- und langfristige Planung zu treffen. Durch die Simulation des gesamten Versorgungsgebiets erhalten die VNB wertvolle Erkenntnisse für die langfristige Netzplanung, einschließlich Prognosen zum künftigen Lastwachstum, Kapazitätsanforderungen und Infrastrukturbedarf in verschiedenen Netzen und Umspannwerken. Dies erleichtert proaktive Investitionen in die Netzmodernisierung, -erweiterung und -verstärkung und gewährleistet so eine zuverlässige und effiziente Stromversorgung der Kunden.

## 9 Fazit und Empfehlungen

Auf Basis der in den obigen Kapiteln dargestellten Analysen und Erkenntnisse werden folgende Rückschlüsse gezogen bzw. Empfehlungen gemacht:

RECHTLICHER RAHMEN UND FÖRDERUNGEN	
<b>1. Regelungen zur Nutzung dynamischer Tarife</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbraucher:innen sollten über die Vorteile dynamischer Tarife informiert und ermutigt werden, diese zu nutzen, um Kosten zu sparen und das Netz zu entlasten</li> </ul>
<b>2. Integration in das Engpassmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Möglichkeiten des bidirektionalen Ladens sollten in Strategien zum Engpassmanagement einbezogen werden</li> </ul>
<b>3. Konkretisierung der Regelungen zu den Systemnutzungsentgelten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bestimmungen zu Systemnutzungsentgelten im EIWG-E sollten präzisiert werden, um die Systemdienlichkeit klar zu definieren und Anreize für systemdienliches Verhalten zu schaffen. Zur Vermeidung von Kumulationen von Entgelten sollte jedenfalls – etwa bei der Vorschreibung der Netznutzungsentgelte – nur die Nettoenergiemenge erfasst werden.</li> </ul>
<b>4. Vermeidung von Mehrfachbesteuerung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zur Vermeidung von Mehrfachbesteuerung durch die Elektrizitätsabgabe sollte bei mehrfachen Ladevorgängen in einem Ladezyklus nur die netto transferierte Energiemenge besteuert werden.</li> </ul>
<b>5. Dynamische Elemente im Recht</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schaffung rechtlicher Experimentierräume (Regulatory Sandboxes) sollte gefördert werden, um die Erprobung und Einführung innovativer Technologien, wie das bidirektionale Laden, im Energiemarkt zu erleichtern.</li> </ul>
<b>6. Schaffung von tariflichen Anreizen oder auch Investitionsanreizen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um netzfreundliches Verhalten und auch V2G in Nutzungsbereichen mit hohen Standzeiten der Fahrzeuge zu unterstützen, ist die Schaffung von tariflichen Anreizen oder auch Investitionsanreizen notwendig.</li> </ul>
<b>7. Bidirektionales Laden – Entwicklung konkreter Policy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anreize zur Installation bzw. Ausrollung von bidirektionalen Ladestationen vor allem in Nutzergruppen und Flotten mit langen Standzeiten der Fahrzeuge.</li> <li>• Privater Personenkehr (Heimladung inklusive Vehicle2Home zur Minimierung der netzwirksamen Leistung)</li> <li>• Service und Gewerbe und auch Busse (jedoch Praxistauglichkeit): theoretisches Potential da jedoch sehr starke Unterschiede zwischen einzelnen Nutzergruppen und Anwendungen</li> <li>• Kosten der Infrastruktur für ein bidirektionales Laden sind derzeit noch höher. Deutliche Kostenreduktionen werden ab 2025 erwartet [62].</li> <li>• Es sollten konkrete Ziele für Österreich definiert werden, um eine Planungssicherheit für die beteiligten Akteur:innen zu schaffen.</li> </ul>
<b>8. Klare Regeln für Elektromobilität als Stromspeicher</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Unterschied zu bisherigen rechtlichen Regelungen für stationäre Speicher handelt es sich bei Elektromobilität um einen ortsveränderlichen Speicher, der an unterschiedlichen Zählpunkten Laden und Entladen kann. Dies ist im derzeitigen Rechtsrahmen nicht ausreichend berücksichtigt. Entsprechend den technischen und organisatorischen Regeln (TOR) ist der Stromspeicher beim Laden als Last zu betrachten und beim Entladen als Erzeugen in beiden Fällen mit den dahinter liegenden Anforderungen.</li> </ul>
KERNTECHNOLOGIEN	
<b>9. Standardisierung und Interoperabilität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine klare und rasche Definition von Richtlinien und Normen für eine Standardisierung der Ladevorgänge bzw. Ladekommunikation, sowie zur Gewährleistung einer Interoperabilität zwischen dem Fahrzeug und der Infrastruktur. Dies gilt besonders für die Protokolle bei den Ladestellenbetreibern.</li> <li>• ISO15118 ist ein wesentlicher Standard für die Verwaltung des bidirektionalen Ladens von Elektrofahrzeugen und die Optimierung der Netzinteraktionen.</li> </ul>

<b>10. Bidirektionales Laden</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marktverfügbarkeit der Fahrzeuge und Ladestationen ist ein Hindernis beim Rollout für Vehicle2Home und Vehicle2Grid Anwendungen.</li> </ul>
<b>11. Megawatt Charging</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeuge und speziell Ladestationen (multi-MW) befinden sich im Jahr 2024 auf sehr niedrigem TRL. Multi-MW Ladetechnologien sind am Markt nicht verfügbar.</li> </ul>
<b>INTERAKTION MIT DEM STROMNETZ</b>
<b>12. Optimale Platzierung der Ladeinfrastruktur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilnetzbetreiber sind sehr an konkreten Informationen bzw. einem Informationsaustausch über die zu erwartende Entwicklung der Mobilitätswende und daraus folgenden Ladestandorten und Ladeleistungen interessiert, um diese bei der strategischen Netzausbauplanung berücksichtigen zu können. Umgekehrt kann ein Diskurs genutzt werden, um geeignete Standorte für Ladeinfrastruktur in der Nähe von bestehenden, starken Netzknoten zu identifizieren.</li> </ul>
<b>13. Minimierung der netzwirksamen Leistung – Nutzung von Synergien</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung von vorhandenen Synergien zwischen Elektroautoladung und Integration von Erneuerbaren Energien auf lokaler Ebene (zu Hause und in Betrieben) und Schaffung dafür notwendiger Anreize (z.B. Tarife).</li> <li>• Nutzung der möglichen zeitlichen Verschiebbarkeit von Ladevorgängen und längere Ladedauern bei Nutzergruppen: Privatverkehr, Flotten und Depots (PKW &amp; LKW)</li> <li>• Generell haben Nutzergruppen, in denen Fahrzeuge möglichst viele Betriebsstunden und kurze Ladezeiten haben (z.B. Busflotten), ein geringes Potential für Smart Charging und V2X (OV, Taxi, kommunale Dienste).</li> </ul>
<b>14. Einsatz von Maßnahmen zur Vermeidung von Netzengpässen</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neben der üblichen Netzverstärkung gibt es eine Reihe weiterer Maßnahmen, die zusätzlich zur Einhaltung der Strom- und Spannungsgrenzen ergriffen werden können. Die Maßnahmen unterscheiden sich von statischen, passiven und rein netztechnischen Maßnahmen bis hin zu steuernden, aktiven oder dynamischen Maßnahmen.</li> </ul>
<b>NUTZERGRUPPEN UND VERHALTEN</b>
<b>15. Daten- und Informationsverfügbarkeit zum aktuellen Mobilitätsverhalten.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenig öffentlich verfügbare Daten für das Verhalten einiger Nutzergruppen (z.B. Busse).</li> <li>• Die letzte österreichweite Mobilitätsenerhebung erfolgte im Jahr 2013/14, (Österreich unterwegs“). Neue Erhebungen sind notwendig.</li> <li>• Wenig öffentlich verfügbare Daten für weitere Nutzergruppen wie Busse (Umlaufpläne).</li> <li>• Schwerverkehr und kommunale Dienste verkehrstechnisch erfassen.</li> <li>• Außerhalb des Autobahnnetzes ist derzeit eine standortgenaue Ermittlung notwendiger Ladepunkte nicht möglich.</li> </ul>
<b>16. Privatverkehr</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Koinzidenzfaktoren während der Ankunftsspitzen, insbesondere am Arbeitsplatz oder zu Hause, können aufgrund des gleichzeitigen Ladens von Elektrofahrzeugen und anderen Lasten eine Herausforderung für die Netzinfrastruktur darstellen.</li> <li>• Intelligente Ladekonzepte, einschließlich Peak Shaving, Lastverschiebung und bidirektionales Laden (V2G, V2H, V2X), bieten Lösungen zur Bewältigung von Nachfragespitzen, zur Verringerung des Netzdrucks und zur Verbesserung der Energieresilienz.</li> <li>• Obwohl V2G ein gewisses Potenzial hat, ist die V2H-Technologie kurz- bis mittelfristig wahrscheinlicher als Vehicle-to-Grid (V2G), da sie für die Verbraucher als Reservestromquelle für Haushalte bei Stromausfällen oder Strompreisspitzen attraktiv ist, im Vergleich zu V2G einfacher zu implementieren ist, weniger regulatorische Hürden mit sich bringt, die Netzstabilität weniger gefährdet und eine unmittelbare Marktnachfrage nach Lösungen für die Energieresilienz besteht.</li> </ul>
<b>STAKEHOLDERANALYSE</b>
<b>17. Transparenter Wissenstransfer – begleitende Stakeholderprozesse</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenstransfer zwischen den Akteur:innen der bisher nicht miteinander verbundenen Domänen Mobilität und Strom mit Einbindung von politischen Entscheidungsträger:innen und Behörden. Informationsaustausch von Domänenexpertise und zu den rasanten Entwicklungen von Technologien, die teilweise noch im Entwicklungsstadium sind (z.B.</li> </ul>

Multi-MW Ladung). Abstimmung möglicher Implementierungspfade und Roll-out Szenarien aus Infrastruktursicht. Wichtig ist es diese Prozesse transparent zu gestalten.

### **18. Integration der Domäne Mobilität und Energie**

Voraussetzung für die möglichst reibungslose Integration der Domänen Mobilität und Energie sind:

- Koordinierte Infrastrukturplanung - Abstimmung der Planungsprozesse zwischen verantwortlichen für Ladeinfrastruktur und Stromnetzinfrastuktur unter Einbindung von Entscheidungsträger:innen aus Bund, Ländern und Gemeinden
- Aufbau von Möglichkeiten und Plattformen für den einfachen Datenaustausch zwischen den beteiligten Akteur:innen. Sowohl für zeitkritische technisch-betriebliche Aspekte wie auch für wirtschaftliche Transaktionen.



Die FFG ist die zentrale nationale Förderorganisation und stärkt Österreichs Innovationskraft. Das ZEMPSI Projekt wurde aus Mitteln der FFG gefördert.

## 10 Referenzen

- [1] S. u. Z. Arbeitsgruppe 4 "Normung, BDEW, DKE, VDA, FNN, V.D.E., ZVEH and ZVEI, "Technischer Leitfaden - Ladeinfrastruktur Elektromobilität," 2013. [Online]. Available: <https://www.vde.com/resource/blob/988408/87ed1f99814536d66c99797a4545ad5d/technischer-leitfaden-ladeinfrastruktur-elektromobilitaet---version-4-data.pdf>. [Accessed 21 01 2024].
- [2] M. Schuster, I. Steinacher and C. Link, "Marktübersicht - Elektro- und Wasserstoffbusse," Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Technologie und Innovation, Wien, 2020.
- [3] Vector Informatik GmbH, "Ladearten und Lademethoden," [Online]. Available: <https://www.vector.com/de/de/know-how/smart-charging/ladearten-und-lademethoden/#c244103>. [Accessed 03 04 2024].
- [4] Klima- und Energiefonds, "MEDUSA – DC MEGACHARGER," [Online]. Available: <https://www.klimafonds.gv.at/themen/bewusstseinsbildung/servicesseiten/zem/medusa-dc-megacharger/>. [Accessed 15 04 2024].
- [5] ARGE eTaxi 2.0, "Technische Details - eTaxi Austria Matrix Charging," [Online]. Available: <https://www.etaxi-austria.at/technische-details>. [Accessed 21 01 2024].
- [6] E. Dreibelbis, "Wireless EV Charging Is Coming: Here's How It Works," [www.pcmag.com](http://www.pcmag.com), 16 10 2023. [Online]. Available: <https://www.pcmag.com/explainers/wireless-ev-charging-is-coming-heres-how-it-works>. [Accessed 21 01 2024].
- [7] A. Hoppe, "Laden ohne Kabel," Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, [Online]. Available: <https://www.elektromobilitaet.nrw/forschung/induktives-laden/>. [Accessed 21 01 2024].
- [8] Vector Informatik GmbH, "Ladestandards," [Online]. Available: <https://www.vector.com/de/de/know-how/smart-charging/ladestandards/#>. [Accessed 03 04 2024].
- [9] Vector Informatik GmbH, "Kommunikationsprotokolle," [Online]. Available: <https://www.vector.com/de/de/know-how/smart-charging/kommunikationsprotokolle/#>. [Accessed 03 04 2024].
- [10] gridX GmbH, "gridX," [Online]. Available: <https://de.gridx.ai/wissen/ocpp#top>. [Accessed 03 04 2024].
- [11] "DG DemoNet – Smart LV Grid," 2015. [Online]. Available: <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/BGR0042015FS.pdf>. [Accessed 15 04 2024].
- [12] FFG - Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft., "Project 567, Methoden und Zukunftsszenarien für die strategische Netzentwicklung in den Verteilernetzebenen 5, 6 und 7," [Online]. Available: <https://projekte.ffg.at/projekt/4148327>. [Accessed 15 04 2024].
- [13] Bundeskanzleramt Österreich, "Fahrzeugklassen," BMK, 24 Februar 2023. [Online]. Available: <https://www.oesterreich.gv.at/themen/mobilitaet/kfz/Seite.061800.html>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [14] "Verordnung (EG) Nr. 561/2006 des europäischen Parlaments und des Rates".
- [15] "Electric Vehicle Database," [Online]. Available: <https://ev-database.org/cheatsheet/useable-battery-capacity-electric-car>. [Accessed 12 04 2024].
- [16] "Österreich unterwegs 2013/2014," Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2016.
- [17] austriatech, "Elektromobilität in Österreich, Zahlen, Daten & Fakten | Februar 2024," Februar 2024. [Online]. Available: [https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publicationen/OLE\\_ZDF\\_2024\\_Februar\\_DE.pdf](https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publicationen/OLE_ZDF_2024_Februar_DE.pdf). [Accessed 12 04 2024].
- [18] H. Flämig, P. Fieltsch, U. Müller-Steinfahrt and C. Kille, "Wissenschaftliche Beratung und Begleitung des BMVI zur Weiterentwicklung der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (KMS) - Use Cases für klimafreundliche Nutzfahrzeuge," TUHH-VPL, THWS, Hamburg, 2021.
- [19] Stadt Wien, "Landesgesetzblatt für Wien," 13 07 2000. [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/landesgesetzblatt/jahrgang/2000/html/lg2000036.htm>. [Accessed 12 04 2024].
- [20] Wirtschaftskammer Österreich, "WKO.at - das Portal der Wirtschaftskammern," 2024. [Online]. Available: <https://www.wko.at/oe/transport-verkehr/befoerderungsgewerbe-personenkraftwagen/technische-normen-taxifahrzeuge.pdf>. [Accessed 12 04 2024].
- [21] Stadt Wien, "Stadtplan Wien," Stadt Wien, [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/stadtplan/grafik.aspx?lang=de-AT&bookmark=dTHRRVXu5UVGs4tGq2EBRu5RplkKnKnmkev2pn4Mpr4C>. [Accessed 15 Februar 2024].

- [22] Klima- und Energiefonds, "ZENEM– Zukünftige Energienetze mit Elektromobilität," Klima- und Energiefonds, [Online]. Available: <https://energieforschung.at/projekt/zenem-zukuenftige-energienetze-mit-elektromobilitaet/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [23] ARGE eTaxi 2.0, "etaxi-austria.at," eTaxi Austria, [Online]. Available: <https://www.etaxi-austria.at/hyundai-ioniq-5/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [24] Bundeswettbewerbsbehörde, "Sector Investigation - The Taxi and Ride-Hailing Service Market," September 2020. [Online]. Available: [https://www.bwb.gv.at/fileadmin/user\\_upload/PDFs/Teil\\_Endbericht\\_UEbersetzung\\_en.pdf](https://www.bwb.gv.at/fileadmin/user_upload/PDFs/Teil_Endbericht_UEbersetzung_en.pdf). [Accessed 15 Februar 2024].
- [25] Easelink GmbH, "easelink.com," Easelink, [Online]. Available: <https://easelink.com/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [26] ARGE eTaxi 2.0, "etaxi-austria.at," eTaxi Austria, [Online]. Available: <https://www.etaxi-austria.at/vw-id-4/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [27] A. Rühle, "Wiener Taxiflotte wird nur langsam elektrisch," TAXItimes, 30 Mai 2022. [Online]. Available: <https://www.taxi-times.com/wiener-taxiflotte-wird-nur-langsam-elektrisch/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [28] J. Asamer, M. Reinthaler, M. Ruthmair, M. Straub and J. Puchinger, "Optimizing Charging Station Locations for Urban Taxi," 2016.
- [29] Österreichischer Nationalrat, "Öffentlicher Personennah- und Regionalverkehrsgesetz 1999," 1999.
- [30] Österreichischer Nationalrat, "Kraftfahrliengesetz," 1999.
- [31] Mobilitätsverbände Österreich OG, "Datenbereitstellungsplattform der Mobilitätsverbände Österreich," [Online]. Available: <https://data.mobilitaetsverbuende.at/de/data-sets>. [Accessed 30 08 2024].
- [32] TRAFFIX Verkehrsplanung GmbH, Umweltbundesamt GmbH, e7 energy innovation & engineering, "Greenroad Guidelines enabling renewable energy supply for zero emission road traffic infrastructure," Vienna, 2023.
- [33] FlixBus, "Mobilität der Zukunft ist grün – FlixBus launcht ersten deutschen 100% elektrischen Fernbus," 24 19 2018. [Online]. Available: [https://corporate.flixbus.com/mobilitaet-der-zukunft-ist-gruen--flixbus-launcht-ersten-deutschen-100-elektrischen-fernbus/?atb\\_pdid=e7fd1ea7-631d-4882-b5d6-8d7f4bcb7f58&\\_sp=db90cc76-0f5f-41ce-a0eb-8e014935995b.1705246115551&\\_spnuid=72c6c6ca-e203-4fa5-89a2](https://corporate.flixbus.com/mobilitaet-der-zukunft-ist-gruen--flixbus-launcht-ersten-deutschen-100-elektrischen-fernbus/?atb_pdid=e7fd1ea7-631d-4882-b5d6-8d7f4bcb7f58&_sp=db90cc76-0f5f-41ce-a0eb-8e014935995b.1705246115551&_spnuid=72c6c6ca-e203-4fa5-89a2). [Accessed 12 04 2024].
- [34] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), "Masterplan Güterverkehr 2030," 2023. [Online]. Available: <https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/transport/gueterverkehr/masterplan.html>. [Accessed 16 04 2024].
- [35] Statistik Austria, "Verkehrstatistik," 2022. [Online]. Available: [https://www.statistik.at/fileadmin/user\\_upload/Verkehr-2022-barr.pdf](https://www.statistik.at/fileadmin/user_upload/Verkehr-2022-barr.pdf). [Accessed 15 Februar 2023].
- [36] oesterreich.gv.at, "Fahrzeugklassen," 24 Februar 2023. [Online]. Available: [https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit\\_und\\_strassenverkehr/kfz/Seite.061800.html#KlasseN](https://www.oesterreich.gv.at/themen/freizeit_und_strassenverkehr/kfz/Seite.061800.html#KlasseN). [Accessed 16 Februar 2024].
- [37] Statistik Austria, "Kfz-Bestand," Statistik Austria, [Online]. Available: <https://www.statistik.at/statistiken/tourismus-und-verkehr/fahrzeuge/kfz-bestand>. [Accessed 12 04 2024].
- [38] austriatech, "E-Mobility in Austria - Facts & Figures," November 2023. [Online]. Available: [https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publikationen/OLE\\_ZDF\\_2023\\_November\\_EN.pdf](https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publikationen/OLE_ZDF_2023_November_EN.pdf). [Accessed 16 Februar 2024].
- [39] H. Basma, A. Saboori and F. Rodriguez, "Total cost for ownership for tractor-trailers in europe: battery electric versus diesel," International Council on Clean Transportation, 2021.
- [40] International Council on Clean Transportation, "A story of transition: How Europe's faring in its move to zero-emission trucks and buses," 16 November 2022. [Online]. Available: <https://theicct.org/ze-bus-and-truck-transition-europe-nov22/>. [Accessed 15 Februar 2024].
- [41] ENTSO-E, "Deployment of Heavy-Duty Eelctric Vehicles and their impact on the Power System," October 2023. [Online]. Available: [https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/Position%20papers%20and%20reports/2023/231006\\_ENTSO-E\\_Position%20PapDeployment%20of%20Heavy-Duty%20EVs%20and%20Impact%20on%20the%20Power%20System.pdf](https://eepublicdownloads.blob.core.windows.net/public-cdn-container/clean-documents/Publications/Position%20papers%20and%20reports/2023/231006_ENTSO-E_Position%20PapDeployment%20of%20Heavy-Duty%20EVs%20and%20Impact%20on%20the%20Power%20System.pdf). [Accessed 16 04 2024].
- [42] Silvan Rosser, Michele Chamberlin, Peter de Haan, "Schnell-Ladehubs für E-LKWs in der Schweiz," 2023.
- [43] Bundesministerium für Finanzen, "Bundesrecht konsolidiert: Straßenverkehrsordnung 1960 § 42, tagesaktuelle Fassung," [Online]. Available:

- <https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011336&Artikel=&Paragraf=42&Anlage=&Uebergangsrecht=>. [Accessed 29 04 2024].
- [44] VCÖ - Mobilität mit Zukunft, "Kühltransporte mit E-Lkw," [Online]. Available: <https://vcoe.at/news/details/kuehltransporte-mit-e-lkw>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [45] Müller Transporte GmbH, "Müller Transporte startet Pilotprojekt mit E-LKW-Zugmaschinen," 1 Dezember 2022. [Online]. Available: <https://muellertransporte.at/news/mueller-transporte-startet-pilotprojekt-mit-e-lkw-zugmaschinen>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [46] Vision mobility, "Renault Trucks: Elektro-Lkw speziell für Kühltransporte," HUSS-VERLAG GmbH, 20 Oktober 2021. [Online]. Available: <https://vision-mobility.de/news/renault-trucks-elektro-lkw-speziiell-fuer-kuehltransporte-92811.html>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [47] MA 48 – communications and public relations, "Austria's first fully electro-powered waste collection vehicle," Stadt Wien, [Online]. Available: <https://smartcity.wien.gv.at/en/electic-powered-waste-collection-vehicle/>. [Accessed 7 April 2024].
- [48] Stadt Wien, "Nachhaltige Müllsammelfahrzeuge," Stadt Wien, [Online]. Available: <https://www.wien.gv.at/umwelt/ma48/fuhrpark/nachhaltige-fahrzeuge.html>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [49] "Erster E-LKW bei Saubermacher im Einsatz," Saubermacher, 18 Juli 2023. [Online]. Available: <https://saubermacher.at/presse/erster-e-lkw-bei-saubermacher-im-einsatz/>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [50] "Elektrisches Müllsammelfahrzeug im Mittelburgenland getestet," Burgenländische Volkszeitung, 6 September 2023. [Online]. Available: <https://www.bvz.at/oberpullendorf/umweltadienst-burgenland-elektrisches-muellsammelfahrzeug-im-mittelburgenland-getestet-384483279>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [51] S. Mey, "E-Umstellung: Bald flüstern auch Lkws und Müllautos in Österreich," Der Standard, 21 Jänner 2024. [Online]. Available: <https://www.derstandard.at/story/3000000203504/e-umstellung-bald-fluestern-auch-lkws-und-muellautos-in-oesterreich>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [52] "e-Kommunal Genial! E-Fahrzeuge im kommunalen Einsatz," April 2021. [Online]. Available: [https://www.energieregion.at/wp-content/uploads/2021/04/e-Kommunal-Genial\\_Brosch%C3%BCre.pdf](https://www.energieregion.at/wp-content/uploads/2021/04/e-Kommunal-Genial_Brosch%C3%BCre.pdf). [Accessed 16 Februar 2024].
- [53] Linz AG, "Europas erstes vollausgerüstetes Feuerwehreinsatzfahrzeug mit Elektroantrieb," 2018. [Online]. Available: [https://www.linzag.at/media/dokumente/presse\\_2/linz\\_ag\\_3/Betriebsfeuerwehr\\_LINZ\\_AG\\_praesentiert\\_erstes\\_E-Feuerwehrfahrzeug.pdf](https://www.linzag.at/media/dokumente/presse_2/linz_ag_3/Betriebsfeuerwehr_LINZ_AG_praesentiert_erstes_E-Feuerwehrfahrzeug.pdf). [Accessed 16 Februar 2024].
- [54] Bundesministerium für Inneres, "Polizei als Vorreiter in E-Mobilität," Bundesministerium für Inneres, 5 Juni 2023. [Online]. Available: <https://www.bmi.gv.at/news.aspx?id=454453685462696E3341303D>. [Accessed 16 Februar 2024].
- [55] Hyundai Import Gesellschaft m.b.H., "Hyundai IONIQ 5: Einsatzfahrzeug in Bludenz," 7 März 2022. [Online]. Available: <https://www.hyundai.at/news/hyundai-ioniq-5-einsatzfahrzeug-in-bludenz>. [Accessed 19 Februar 2024].
- [56] Bundesministerium für Finanzen, "Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Festlegung einheitlicher Standards beim Infrastrukturaufbau für alternative Kraftstoffe, Fassung vom 30.04.2024," 2024. [Online]. Available: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010261>. [Accessed 30 04 2024].
- [57] T. Kienberger, A. Hammer, J. Vopava, B. Thormann, L. Kriechbaum, C. Sejkora, R. Hermann, K. Watschka, U. Bergmann, M. Frewein, J. Koß, H. Brandl, J. Vogel, S. Moser, M. Baresch, K. de Bruyn, R. Braunstein, C. Freitag and M. Peyreder, "Umsetzung regionaler Elektromobilitätsversorgung durch hybride Kopplung - Move2Grid," Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2019.
- [58] "Netzberechnungen Österreich - Einfluss der Entwicklungen von Elektromobilität und Photovoltaik auf das österreichische Stromnetz," Oesterreichs Energie, 2020.
- [59] FFG - Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft, "Car2Flex - provision of system flexibilities from e-vehicles for various end user applications," [Online]. Available: <https://projekte.ffg.at/projekt/3851873>. [Accessed 15 04 2024].
- [60] FFG - Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft., "FlyGrid - Flywheel Energy Storage for EV Fast Charging and Grid Integration," [Online]. Available: <https://projekte.ffg.at/projekt/2941003>. [Accessed 15 04 2024].
- [61] J. K. e. al, "leafs Integration of Loads and Electric Storage Systems into advanced Flexibility Schemes for LV," 2019.

- [62] AIT Austrian Institute of Technology, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, HERRY Consult GmbH, Umweltbundesamt GmbH, "AADE ALTERNATIVE ANTRIEBE UND DEREN ENERGIEVERSORGUNG," 2024. [Online]. Available: <https://www.ait.ac.at/themen/transportshyoptimierung-logistik/projects/aade>.
- [63] "friendlyCharge – Enabling grid-friendly charging through costumer interface in residential areas," Klima- und Energiefonds, [Online]. Available: <https://www.klimafonds.gv.at/themen/bewusstseinsbildung/servicesseiten/zem/friendlycharge-enabling-grid-friendly-charging-through-costumer-interface-in-residential-areas/>. [Accessed 15 04 2024].
- [64] B. Thormann and T. Kienberger, "Studie E-Mobility: Auswirkungen der zukünftigen Elektromobilität auf die Niederspannungsebene," Leoben, 2018.
- [65] C. J., H. B. J., & W. Y. Gerald, "INTEGRATION OF A MULTI-MEGAWATT CHARGING STATION INTO THE MEDIUM VOLTAGE NETWORK," *CIREC Conference Proceedings*, 2023.
- [66] M. Rock, "Einfluss von markt- und netzorientierten Ladevorgängen auf die steigende Netzbelastung verursacht durch E-Mobilität," 2024.

## 11 Anhang

### Maßnahmen für die Netzintegration

Im Folgenden sind die einzelnen Maßnahmen kurz erklärt:

- *Erhöhung der Systemspannung*: Erhöhung der Systemspannung in den Mittelspannungsnetzen (z.B. 25 kV auf 30 kV) und eine damit verbundene Erhöhung der Kurzschlussleistung  $S_{kV}$  und der Übertragungsfähigkeit.
- *Reduktion von Zwischenspannungsebenen*: Ersatz von Netzen mit Zwischenspannungslevels (z.B. 10-kV-Netz unterlagert in einem 30-kV-Netz). Führt praktisch zum selben Ergebnis wie die Erhöhung der Systemspannung. Zusätzlich führt der Wegfall des MS/MS Transformators zu einer Verringerung der Netzimpedanz.
- *Blindleistungskompensation*: Dezentrale, dynamische Blindleistungskompensation im Verteilernetz. Beispielsweise durch die Verwendung von dezentralen Kondensatorbatterien.
- *Stromkompoundierung im Umspannwerk (UW)*: Diese Form der Regelung wird im Allgemeinen auch als wirkleistungsabhängige Spannungsregelung im Umspannwerk bezeichnet. Die Kompoundierung verändert den Sollwert der Ausgangsspannung des Transformators bzw. die Transformatorstufung in Abhängigkeit der Wirkleistung über den Transformator. Die Kompoundierung kann in Erzeugungs- und/oder in Lastrichtung erfolgen.
- *Stationsneubau*: Dabei erfolgt eine Aufteilung von bestehenden Niederspannungsnetzen in mehrere Teilnetze, mit dem Neubau einzelner Stationen bzw. entsprechender MS- und NS-Leitungen. Ein Stationsneubau kann bei Erreichung der maximalen Stationskapazität bzw. bei Überschreiten einer definierten Obergrenze an Netzausbaukosten in einem NS-Netz initiiert werden.
- *Manuelle Stufenstellung*: Hier erfolgt eine manuelle Änderung des Wicklungsverhältnisses des Transformators (im Normalfall 3 oder 5 Stufen vorhanden) in der Ortsnetzstation. Die manuelle Stufenstellung bedingt eine Abschaltung des Transformators (d.h. eine Abschaltung bzw. Ersatzversorgung der Kunden), da die Änderung des Wicklungsverhältnisses nur leistungsfrei durchgeführt werden kann.
- *950V (980V) Lösung*: Hier handelt es sich um eine Sonderlösung im Niederspannungsnetz zur Überbrückung größerer Distanzen zur Versorgung vereinzelter Kunden.
- *Regelbarer Ortsnetztransformator - RONT (+Spannungsregelungsstrategien)*: Tausch von normalen MS/NS-Ortsnetztransformatoren zu regelbaren Ortsnetztransformatoren, optional inklusive Stromkompoundierung bzw. Regelung auf Basis abgesetzter Spannungsmesswerte.
- *Längsregler/Strangregler*: Einbau von Längsreglern in einzelnen Abzweigen im MS- und NS-Netz, inklusive Strom- bzw. Leistungskompoundierung.
- *Blindleistungsregelung*: Blindleistungsregelung bei leistungselektronisch gekoppelten Erzeugungs- und Verbrauchereinrichtungen. Hierbei kann eine Blindleistungsregelung in Abhängigkeit der Spannung ( $Q(U)$ ), über einen konstanten Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  ( $\text{const } \cos \varphi$ ), bzw. über einen Leistungsfaktor in Abhängigkeit der Wirkleistung ( $\cos \varphi$  ( $P$ )) erfolgen.
- *Wirkleistungsregelung*: Analog zur Blindleistungsregelung erfolgt hier eine Wirkleistungsregelung in Abhängigkeit der Spannung ( $P(U)$ ) für Verbraucher bzw. temporäre Leistungsbegrenzung ( $0,5 \cdot P_{\text{nom}}$ ), v.a. für Elektrofahrzeuge zur Vermeidung von Unterspannungen bzw. einer fixen Rückspeisebegrenzung (z.B.  $0,7 \cdot P_{\text{nom\_Modul\_kWp}}$ ) für Photovoltaik.
- *Speichersysteme*: Speichersysteme erlauben grundsätzlich eine netzstützende Wirk- und Blindleistungsaufnahme bzw. -abgabe, sowohl für die Unterstützung der Spannungshaltung als auch zur Entlastung der Stromflüsse.