

IEA Hybrid and Electric Vehicles (HEV) Task 41: Leichte und schwere elektrische Nutzfahrzeuge

Arbeitsperiode 2021 - 2022

W. Müller, M. Höggerl,
A. Bachler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

8/2024

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA

Autorinnen und Autoren:

DI Werner Müller, DI Maria Höggerl, Alina Bachler, BSc

Wien, 2024

IEA Hybrid and Electric Vehicles (HEV)

Task 41: Leichte und schwere elektrische Nutzfahrzeuge

Arbeitsperiode 2021 - 2022

DI Werner Müller, DI Maria Höggerl, Alina Bachler, BSc
Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Verfahrens- und Energietechnik
Council für nachhaltige Logistik (CNL)

Wien, Februar 2023

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

DI (FH) Volker Schaffler, MA
Leiter der Abt. Energie und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	6
2	Abstract.....	7
3	Ausgangslage.....	8
4	Projekthalt.....	10
5	Ergebnisse	13
5.1.	Technologie- und Marktüberblick und Praxisbarrieren	13
5.1.1.	Charakterisierung des europäischen Nutzfahrzeugmarkts	13
5.1.2.	Erarbeitung eines gemeinsamen Technologie-Benchmarks	15
5.1.3.	Analyse von weltweiten Pilotprojekten.....	15
5.2.	Analyse des Substitutionspotenzials und Bewertung von Anreizsystemen	16
5.2.1.	Realverbräuche von E-LKW	16
5.2.2.	Bewertung Optionen für schwere Nutzfahrzeuge hinsichtlich THG-Einsparungen ..	16
5.2.3.	Übersicht über derzeitige und zukünftige Logistik-Anwendungsfälle für elektrische Nutzfahrzeuge.....	18
5.2.4.	Bewertung von Anreizsystemen und deren Einfluss auf den TCO	19
5.2.1.	Empfehlungen für Anreizsysteme: Maßnahmenkatalog/Guideline.....	24
6	Vernetzung und Ergebnistransfer	27
6.1.	Nationale Workshops.....	28
6.2.	Internationale Workshops	29
7	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	32
8	Anhang.....	38

1 Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Ohne jegliche CO₂-Reduktionsmaßnahmen würden Nutzfahrzeuge im Jahr 2050 global die größte Quelle für den Erdölverbrauch im Straßenverkehr sein. Schwere Nutzfahrzeuge sind auch am weitesten von einem Zero Emission-Pfad entfernt, mit einer Absatzlücke von 65 % bis 2040. Daher befasste sich IEA HEV Task 41 mit der Untersuchung des derzeitigen Markt- und Technologiefortschritts, sowie der Analyse der wesentlichen Aspekte für eine erfolgreiche Markteinführung von elektrischen Nutzfahrzeugen.

Inhalte und Ziele

- Österreichische Pilotprojekte zu elektrischen Nutzfahrzeugen auf internationaler Ebene einzubringen sowie durch abgestimmte Methoden und Ergebnisse die Substitutionspotenziale und Anreizsystemen von elektrischen Nutzfahrzeugen zu bewerten
- Ergebnisse des Task 41 an Zielgruppen, wie nationale Logistikdienstleister, BMK und Forschungseinrichtungen zu verbreiten

Methodische Vorgehensweise

Der wesentliche Arbeitsansatz des internationalen Tasks während der Projektlaufzeit war der Informationsaustausch in Workshops und durch Kontakte zu anderen internationalen Netzwerken. Auf Basis des internationalen Austauschs im Task fand die Dissemination von Ergebnissen national mit den österreichischen Vertreter:innen aus Politik, Industrie, NGOs und Forschung im Rahmen von Präsentationen und öffentlichen Workshops statt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Durch das österreichische Teilprojekt können Nutzer:innen nun besser einschätzen, dass E-LKW in naher Zukunft breiter verfügbar und auch wirtschaftlich gut darstellbar sein werden. Politische Entscheidungsträger:innen wurden über die effektivsten monetären und nicht-monetären Maßnahmen zur Förderung des breiten Markthochlaufs von elektrischen Nutzfahrzeugen informiert. Ankauksförderungen für Zero Emission LKW, wie sie aktuell im Förderprogramm ENIN beabsichtigt sind, sowie eine langfristig planungssichere Mautreduktionen sind zentrale Eckpfeiler für eine rasche Umstellung auf Zero Emission LKW.

Ebenso wurde diskutiert, wie sich die aktuellen multiplen Krisen und insbesondere die volatilen Energiepreise auf die Transformation auswirken. Als Fazit bleibt: für eine erfolgreiche Transformation hin zu einem Zero Emission Güterverkehr muss man sich ganz grundsätzlich von einem Diesel-basierten „Mindset“ wegbewegen.

2 Abstract

Initial situation/motivation

Without any CO₂ reduction measures, commercial vehicles would be the world's largest source of fossil fuel consumption in road traffic in 2050. Heavy-duty vehicles are also furthest from a zero emissions path, with a 65% sales gap by 2040.

Contents and objectives:

- To introduce Austrian pilot projects on electric commercial vehicles on an international level and to evaluate the substitution potential and incentive systems of electric commercial vehicles by means of coordinated methods and results.
- To disseminate the results of Task 41 to target groups such as national logistics service providers, BMK and research institutions.

Methodological approach

The main working approach of the international task during the project period was the exchange of information in workshops and through contacts with other international networks. Based on the international exchange in the task, dissemination of results took place nationally with Austrian representatives from politics, industry, NGOs and research in presentations and public workshops.

Results and conclusions

As a result of the Austrian subproject, users can now better assess that e-trucks will be more widely available and also economically feasible in the near future. Policy makers have been informed about the most effective monetary and non-monetary measures to promote the broad market ramp-up of electric commercial vehicles. Subsidies for the purchase of zero-emission trucks, as currently envisaged in the ENIN subsidy program, as well as toll reductions that can be planned in the long term are central cornerstones for a rapid switch to zero-emission trucks.

It was also discussed how the current multiple crises and in particular the volatile energy prices affect the transformation. The bottom line is: for a successful transformation to zero emission freight transport, one must fundamentally move away from a diesel-based "mindset".

3 Ausgangslage

Das Hybrid and Electric Vehicle TCP wurde 1993 gestartet mit dem Ziel, Informationen über elektrische, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge zu verbreiten und die Elektromobilität als dominierendes Transportmittel zu etablieren. Die Zielgruppe umfasst politische Entscheidungsträger:innen, Expert:innen in der Automobilindustrie, Zulieferer, Infrastrukturanbieter und Forschungsgruppen. IEA HEV Task 41 befasst sich mit der Untersuchung des derzeitigen Markt- und Technologiefortschritts sowie der Analyse der wesentlichen Aspekte für eine erfolgreiche Markteinführung von elektrischen Nutzfahrzeugen.

Die Markteinführung von elektrischen Nutzfahrzeugen ist im Schwerlastbereich (größer 3,5t hzGG) immer noch in der Anfangsphase. In Österreich waren zu Projektbeginn mit Stand 2021 lediglich 16 N2/N3 Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb zugelassen. Im Dezember 2022 lag der Bestand bei 101, mit einer Zunahme von 57 Stück im Jahr 2022¹. Aktuell (01 2023) wird nach wie vor auf die ENIN-Förderungen² gewartet, die bereits für August 2022 angekündigt waren, und die einen deutlichen Anstieg erwarten lässt.

Gleichzeitig nimmt die Dringlichkeit zu, basierend auf den nationalen und internationalen Klimazielen den konventionellen Straßengüterverkehr auf emissionsfreie Antriebsformen umzustellen. Zur Erreichung dieses Ziels müssen noch Herausforderungen in Bezug auf hohe Kosten (zwei bis dreimal höher als Diesel-Lkw), technische Leistungsparameter (Stand 2021: Reichweite: < 250 km) und die damit verbundenen Einsatzmöglichkeiten von elektrischen Nutzfahrzeugen bewältigt werden.

Die Motivation für das Projekt besteht im Interesse, die Einführung von emissionsfreien Nutzfahrzeugen in Österreich und international zu unterstützen und damit das Ziel Klimaneutralität auch im Verkehrssektor bis 2040 zu erreichen.

Die Projektziele sind grundsätzlich, Technologie- und Kostenentwicklungen von elektrischen Nutzfahrzeugen zu beobachten und ihr Potenzial zur Treibhausgasreduktion zu analysieren. Dazu braucht es eine Identifikation der potenziellen Anwendungsgebiete, die Erstellung einer Fahrzeugdatenbank, sowie eine Sammlung von Best Practice aus Demonstrationsprojekten. Im Detail geht es schließlich um eine Analyse des Total Cost of Ownership (TCO), über den Energieverbrauch der LKW in kWh/100 km soll schließlich das CO₂-Reduktionspotenzial abgeschätzt werden.

Stand des Wissens aus eigenen Vorarbeiten sowie nationalen und internationalen Projekten

Durch Erfahrungen aus Pilotprojekten des BOKU/CNL-Projektteams wie megaWATT Logistics³ konnten bereits erste Anwendungsfälle identifiziert und mit Stakeholdern aus Politik und Praxis geteilt werden. So ist der städtische Verteilerverkehr rein technisch bereits durch die Elektromobilität abbildbar, die hohen Kosten verhindern aber noch eine breite Umstellung.

In Vorperioden der IEA Forschungskooperation konnten bereits erste Daten und Erfahrungen zur Hybridisierung und Elektrifizierung von Nutzfahrzeugen gesammelt werden. Im abgeschlossenen IEA HEV Task 12 wurden bereits zwischen 2007 und 2010 Möglichkeiten zur Hybridisierung von schweren Nutzfahrzeugen untersucht. Im IEA HEV Task 27 wurde der Technologiestatus von elektrischen Nutzfahrzeugen im Zeitraum

¹ https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Publikationen/PDF-Dateien/OLE_ZDF_Dezember_DE.pdf, abgerufen am 30.1.2023, 16:21

² <https://www.ffg.at/ENIN>, abgerufen am 30.1.2023, 16:25

³ <http://megawattlogistics.boku.ac.at/>, abgerufen am 30.01.2023, 12:03

2014 bis 2017 zusammengefasst, erste Nischenanwendungen identifiziert und weitere Forschungsfragen erarbeitet. Allerdings war der Technologiestand zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausgereift, um eine vollständige Elektrifizierung des Antriebstrangs von Nutzfahrzeugen in Erwägung zu ziehen. Derzeit laufende Tasks, wie zum Beispiel IEA HEV Task 45 zum Potenzial von Electric Road Systems sowie IEA AMF Annex 57, welches die Effizienz von Antriebstechnologien im Schwerlastbereich analysiert, haben Synergien in Teilaspekten zum Task 41 und werden berücksichtigt. Kooperationen mit IEA AMF Annex 57 wurden bereits im Rahmen eines gemeinsamen Factsheets angestrebt. Jedoch grenzt sich Task 41 in der systemischen Analyse des Substitutionspotenzials von allen elektrischen Nutzfahrzeugtechnologien, dem Austausch zum Total Cost of Ownership (TCO) und der Bewertung von Anreizsystemen von diesen und anderen laufenden Projekten ab.

Nach wie vor offen sind Fragen zum zukünftigen Technologiemix in einem emissionsfreien Straßengüterverkehr, dem Substitutionspotenzial dieser Technologien, Lösungsansätze, um Praxisbarrieren zu überwinden und effektive Maßnahmen zur Markteinführung.

4 Projektinhalt

Gesamter IEA-Task

Die Teilnehmer des gesamten IEA-Tasks 41 kamen von Forschungseinrichtungen aus Deutschland, Großbritannien, Österreich, Schweiz, Schweden, Südkorea und der Türkei, wie aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Teilnehmer am IEA Task 41

Land	Institut	Name
Deutschland	Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Das Institut für Fahrzeugkonzepte (FK)	Özcan Deniz (Task41 Operating Agent), Dr. Stephan Schmid
Großbritannien	Coventry University Centre for Mobility and Transport	Prof. Huw Davies, Sourabh Jha
Österreich	Universität für Bodenkultur Wien, Council für nachhaltige Logistik (CNL)	Werner Müller
Schweiz	E-Force One AG	Reto Leutenegger
Schweden	Einride AB	Mehdi Akbarian
Südkorea	University of Ulsan Dept. of Mechanical Engineering	Prof. Ock Taeck Lim
Türkei	Sabanci University Smart Mobility and Logistics Lab	Prof. Bülent Çatay

Projektziele

Die Aufgabe des HEV TCP ist es, ihre Zielgruppe mit objektiven Informationen zu versorgen, als Vermittler für die internationale Zusammenarbeit in Forschungs- und Demonstrationsprojekten zu dienen, den internationalen Informations- und Erfahrungsaustausch zu fördern und gegebenenfalls als Förderer für Forschungs-, Entwicklungs-, Demonstrations- und Einführungsprojekte und -programme zu fungieren. Aus der Arbeit des HEV TCP sollen Handlungsempfehlungen für Regierungen und politische Entscheidungsträger:innen entwickelt werden.

Die Hauptziele des Task 41 sind die Untersuchung des derzeitigen Marktfortschritts und die Analyse der wesentlichen Aspekte für eine erfolgreiche Markteinführung von elektrischen Nutzfahrzeugen. Für diesen Zweck liegt der Fokus auf drei wesentlichen Themenbereichen:

- Vergleiche von Technologiefortschritten und weltweiten Pilotprojekten in den Regionen der Partnerländer
- Sammeln und Austauschen von Informationen über Pilotprojekte und Technologien mit internationalen Expert:innen im Rahmen von Workshops
- Austausch über Methodik und Ergebnisse zur Einschätzung von Energieverbrauch, Kosten und der Substitutionspotenziale gegenüber konventionellen LKW im Logistiksektor.

Der nationale Beitrag zum IEA HEV Task 41 hat folgende Ziele:

1. Österreichische Pilotprojekte zu elektrischen Nutzfahrzeugen auf internationaler Ebene einzubringen
2. Identifizierte Praxisbarrieren und Lösungsansätze aus österreichischen und internationalen Pilotprojekten auszutauschen
3. Durch abgestimmte Methoden und Ergebnisse die Substitutionspotenziale, Kosten und den Energieverbrauch von elektrischen Nutzfahrzeugen zu bewerten
4. Anreizsysteme (monetär und nicht monetäre) und politische Rahmenbedingungen und deren Einfluss auf den TCO zu bewerten
5. Ergebnisse des Task 41 an Zielgruppen, wie nationale Logistikdienstleister, BMK und Forschungseinrichtungen zu verbreiten

Die Einbettung der Ziele des österreichischen Forschungsanteils in die Themenschwerpunkte des Tasks wird in folgenden Absätzen beschrieben.

Der *erste, angebotsseitige, Themenbereich* des Tasks beschreibt ausgehend von aktuell am Markt verfügbaren elektrischen Nutzfahrzeugen, Leistungsparameter, Standards und Normen, um den technischen Fortschritt zu analysieren. Hier trägt die Arbeitsgruppe CNL der BOKU Wien bereits mit ihrer österreichischen Fahrzeugdatenbank „www.e-fahrzeuge.info“ bei.

Der *zweite Themenbereich* befasst sich mit nachfrageseitigen Aspekten und bezieht sich sowohl auf Endkund:innen als auch auf die Politik, ausgehend von einer Analyse von Anwendungsfällen aus der Praxis.

Im Hinblick auf die unterschiedliche Eignung der Antriebstechnologien für den Ersatz konventioneller Dieselmotoren werden ökonomische und ökologische Aspekte bewertet. Ziel ist es, auf Basis von akkordierten Berechnungsmethoden zu TCO- und Lebenszyklusanalysen das Substitutionspotenzial gegenüber konventionellen Fahrzeugen in unterschiedlichen Anwendungsfällen und damit den Beitrag von elektrischen Nutzfahrzeugen zur Erreichung der österreichischen Klimaziele einzuschätzen.

Durch abgestimmte Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Nutzerkosten und des Treibhausgasreduktionspotenzials sollen auch die Effektivität von monetären und nicht-monetären Anreizsysteme bewertet und in einem Maßnahmenkatalog gesammelt werden, um Entscheidungsträger:innen mit Handlungsempfehlungen zu unterstützen.

Der Austausch erfolgte im Rahmen von Workshops, zu denen die einzelnen Partner beigetragen haben. Das BOKU-CNL-Team konnte einerseits sehr viele Praxiserfahrungen mit E-LKW einbringen, profitierte selbst wiederum von den Erfahrungen des LKW-Herstellers eForce und den internationalen Einschätzungen.

5 Ergebnisse

5.1. Technologie- und Marktüberblick und Praxisbarrieren

5.1.1. Charakterisierung des europäischen Nutzfahrzeugmarkts

Mit dem Factsheet „The European Truck Market and Potential Powertrain Technologies“⁴ wurde auf Basis des Erfahrungsaustauschs der derzeitige Nutzfahrzeugmarkt für alternative Antriebe in Europa durch die Teilnehmer:innen des Task 41 charakterisiert und bestehende Barrieren aufgezeigt. Hier konnten auch die Erfahrungen aus dem österreichischen Praxisprojekt eine wesentliche Rolle spielen. Die Elektrifizierungsbestrebungen im gesamten Nutzfahrzeugsegment begannen zu greifen. Bis zum Jahr 2021 war der Markt von LKW-Umrüstern, Prototypen und Kleinserien dominiert, bevor die Serienproduktion von elektrischen Nutzfahrzeugen an den Start gingen.

Im Rahmen der Kooperationen erfolgte ein Austausch über e-Nutzfahrzeugdatenbanken. Österreich brachte die BOKU-CNL „eNutzfahrzeug-Datenbank“⁵, in die Gruppe ein, siehe Abbildung 1. Deren durchdachten Filterfunktionen waren bei den Anwender:innen sehr gefragt.

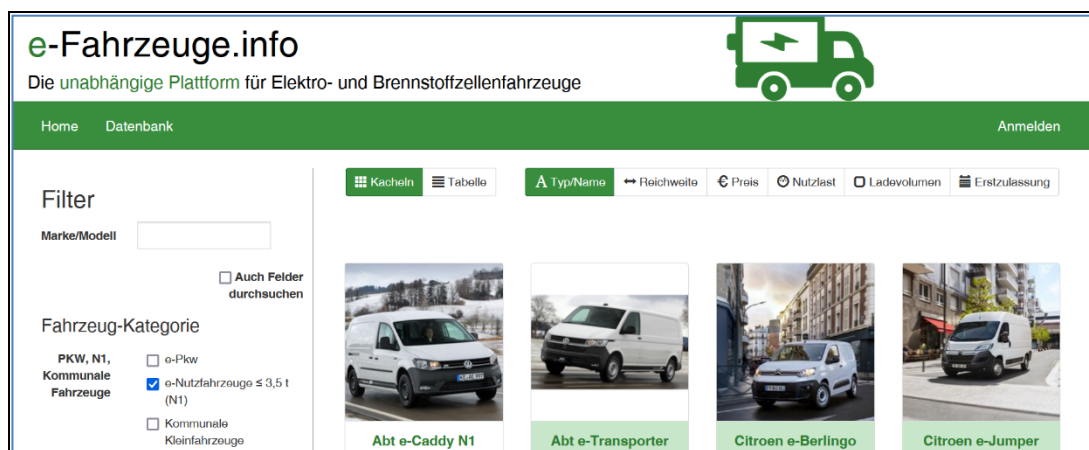


Abbildung 1: Datenbank des BOKU-CNL-Teams⁶

Durch die Teilnehmer:innen des internationalen Parts wurde folgende Roadmap zur Markteinführung von E-LKWs gemeinsam erarbeitet (Abbildung 2). Dargestellt wurden bereits verfügbare E-Nutzfahrzeuge in Europa sowie Produktionsstarts für weitere Fahrzeugmodelle, zudem sind Rückschlüsse zum Entwicklungsstand möglich.

⁴ Deniz, Özcan, The European Truck Market and Potential Powertrain Technologies.2020

⁵ <https://datenbank.e-fahrzeuge.info/vehicles>, abgerufen am 31.1.2023

⁶ <https://datenbank.e-fahrzeuge.info/vehicles>, abgerufen am 31.1.2023

Es gab Gespräche über eine europäische Erweiterung der österreichischen BOKU-CNL-eNutzfahrzeug-Datenbank, die nicht abschließend fortgeführt wurden, unter anderem auch, weil inzwischen Alternativen verfügbar sind: Seit Dezember 2022 bietet *das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu)* eine Datenbank zu E-LKW-Modellen, Ladeinfrastruktur und deren Förderungen an.⁸ Das BOKU-CNL-Team wurde für die Konzipierung im Herbst 2020 um Rat gefragt und hat auf Basis der Vorarbeiten Anregungen z.B. hinsichtlich der Erfassung der unterschiedlichen Einsatzprofile, Energieverbräuche, Stand- und Ruhezeiten, Optimierung der Ladeinfrastrukturauslegung oder der Berücksichtigung von Netzinfrastrukturkosten und Restwerten der Fahrzeuge eingebracht.

Bereit für den Umstieg auf E-Lkw?

Das My eRoads-Tool hilft Ihnen einzuschätzen, ob aktuelle Elektro-Lkw-Modelle für den Einsatz in Ihrer Flotte geeignet sind.

Jetzt E-Lkw finden!

Hier geht es zu den Datenbanken:

- [> Elektro-Lkw-Modelle](#)
- [> Ladesäulen](#)
- [> Förderungen Fahrzeuge](#)
- [> Förderungen Ladesäulen](#)

Hinweis: Das Beratungstool wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung einschlägiger wissenschaftlicher Standards entwickelt. Trotz aller Sorgfalt können Fehler nicht völlig ausgeschlossen werden. Das ifeu kann daher für die Richtigkeit der Ergebnisse keine Gewähr übernehmen und für eventuelle Folgeschäden nicht haften.



Abbildung 4: Datenbank zu E-LKW-Modellen des ifeu⁹

5.1.2. Erarbeitung eines gemeinsamen Technologie-Benchmarks

Die Kommunikation zwischen Anbietern einerseits sowie Nutzer:innen wie den CNL-Mitgliedsunternehmen auf der anderen Seite unterstützt die technische Weiterentwicklung des internationalen Produktangebots und damit die Beschleunigung des Markthochlaufs. Als Ergebnis im Rahmen des IEA HEV Task 41 wurde hierzu im *Factsheet "The State of the Art of Electric Freight Vehicles"*¹⁰ ein aktueller technologischer Benchmark durchgeführt, der Aspekte wie Reichweite, Nutzlast, Ladegeschwindigkeit und Batterietechnologien für Nutzfahrzeuge beschreibt. Die Auswertung konnte zeigen, dass einige elektrische Fahrzeuge bereits ähnliche Leistungskriterien wie konventionelle Fahrzeuge vorzeigen können.

5.1.3. Analyse von weltweiten Pilotprojekten

Bei den internationalen Workshops mit externen Teilnehmer:innen (Kap. 6.1) wurde begonnen, Praxisbarrieren zum Einsatz von elektrischen Nutzfahrzeugen im urbanen Verteilerverkehr und im Fernverkehr zu identifizieren, z.B. die noch fehlende Schnellladeinfrastruktur für Nutzfahrzeuge im öffentlichen und halb-öffentlichen Raum sowie begrenzte Fahrzeugreichweiten und hohe Anschaffungskosten. Diese wurden bis zum Endbericht noch vervollständigt. Anhand dieser Barrieren wurden schließlich Empfehlungen verfasst, siehe Anhang II.

⁸ <https://www.my-e-roads.de/de-DE/export/fahrzeuge>, abgerufen am 27.1.2023, 14:27

⁹ <https://www.my-e-roads.de/de-DE/export/fahrzeuge>, abgerufen am 27.1.2023, 14:27

¹⁰ Deniz, Özcan. The State of the Art of Electric Freight Vehicles. 2020

5.2. Analyse des Substitutionspotenzials und Bewertung von Anreizsystemen

5.2.1. Realverbräuche von E-LKW

Das BOKU-CNL-Team konnte aus den Erfahrungen mit dem Projekt megaWATT Logistics zu den Realverbräuchen viel beachtete Daten beisteuern.

Fünf E-LKW (Prototypen des MAN eTGM, 26 t) wurden drei Jahre lang, 2018 bis 2021, im Praxiseinsatz erprobt. Diese haben bis November 2021 insgesamt 328.537 km zurückgelegt. Im Rahmen der Praxistests zeigte sich, dass E-LKW in der Lage sind, die Aufgaben im Verteilerverkehr sowohl im Sommer wie auch im Winter zu erfüllen. Der Verbrauch lag ersten Daten zufolge zwischen *1,1 bis 1,4 kWh/km*. Der Einsatz der Kühlung und/oder eine hohe Stoppfrequenz erhöhten den Verbrauch, während ein hoher Anteil an Überlandfahrten bzw. auf der Autobahn entgegen den Erwartungen den Verbrauch günstig beeinflusste.¹¹

Weitere Tests fanden im Jahr 2022 mit einem Testfahrzeug von Renault, D-Wide, 26 t, statt, bei > 3600 km variierte der Verbrauch je nach Einsatzgebiet zwischen 1,0 und 1,328 kWh/km.

5.2.2. Bewertung Optionen für schwere Nutzfahrzeuge hinsichtlich THG-Einsparungen

Ein zentrales Thema des Projekts sind die Einschätzungen der **Energieverbräuche und davon abgeleiteten CO₂- und THG-Einsparungen** der Zero Emission Fahrzeuge, um letztlich die CO₂-Flottenziele der EU zu erreichen. Diese Bewertung fand im internationalen Part in Kooperation mit IEA TCP AMF Annex 57 „Heavy Duty Vehicle Evaluation“ statt.

Die CO₂-Emissionen aus dem Güterverkehr sind in Europa seit 1990 um 25 % gestiegen und sind derzeit für 27 % der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr verantwortlich. Große LKW wie z.B. Sattelzugmaschinen im Fernverkehr machen mit 65 bis 70 % den größten Anteil der CO₂-Emissionen des LKW-Transports in Europa aus¹². Um diese enorm hohen Mengen von CO₂-Emissionen aus dem Güterverkehr, in absoluten Zahlen wie auch in relativen Anteilen, zu senken, wurden europäischen CO₂-Standards festgelegt, um die Tank-to-Wheel (TtW)-CO₂-Emissionen neu zugelassener schwerer Nutzfahrzeuge um 15 % im Jahr 2025 und um 30 % im Jahr 2030 gegenüber 2020 zu reduzieren¹³.

„Well2Wheel und „Tank2Wheel“ Bilanzen

Es wird differenziert zwischen dem Tank-to-Wheel (TtW)- und Well-to-Wheel (WtW)- Bewertungsansatz von CO₂-Emissionen: Die **Well-to-Wheel**-Betrachtung umfasst die Teilbereiche **Well-to-Tank** (Energiebereitstellung) und **Tank-to-Wheel** (Fahrzeugwirkungsgrad). Unter **Tank-to-Wheel** versteht man die Wirkkette von aufgenommener Energie bis zur Umwandlung in kinetische Energie bei Kraftfahrzeugen.

¹¹ Science brunch

¹² https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/uba-kurzpapier_lkw_standards_kliv.pdf

¹³ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/reducing-co2-emissions-heavy-duty-vehicles_de, abgerufen am 14.2.2023

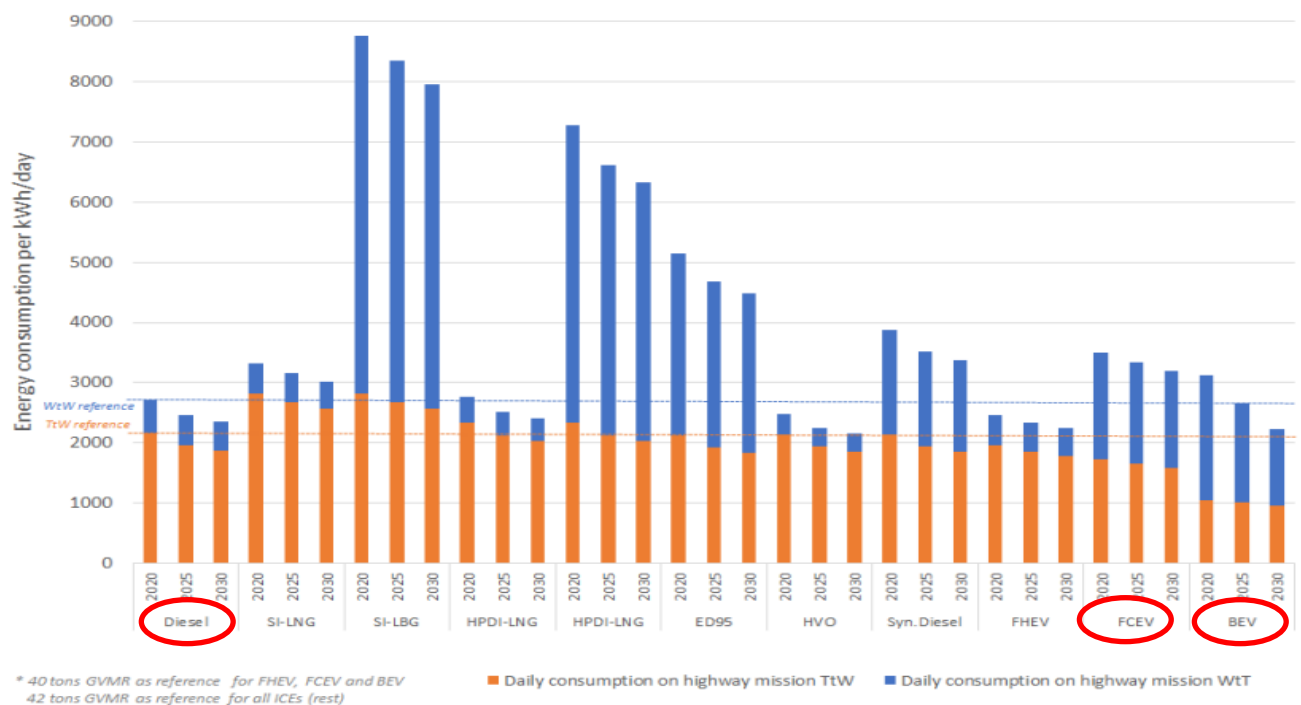


Abbildung 5: Täglicher WtW (WtT+TtW) Energieverbrauch für verschiedene Antriebsstrang- und Kraftstoffoptionen. Eigene Hervorhebung von Diesel, BEV, FCEV. Quelle: Task 41 final report, 2022

Der aktuelle und zukünftige Energie- und Emissionsverbrauch konventioneller und alternativer Antriebsstrang-Systeme bei LKW im Fernverkehr wurden im internationalen Part des vorliegenden Projekts verglichen und hinsichtlich der CO₂-Flottenziele der EU abgewogen.

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des berechneten täglichen Energieverbrauchs (WtW aufgeteilt auf WtT+TtW) für verschiedene Fahrzeugkonfigurationen bis zum Jahr 2030. Das Verhältnis des TtW-Energieverbrauchs zwischen der am wenigsten effizienten und der effizientesten Option beträgt etwa 3:1. Die Unterschiede beim WtT-Energieverbrauch sind sogar noch größer und betragen bis zu 20:1.

Synthetischer Diesel, HVO (Biodiesel), ED95, aber auch alternative Verbrennermotoren („Spark-Ignited LBG“) und LNG scheiden in der Bewertung aufgrund dieser Berechnungen aus, u.a. weil sie die CO₂-Ziele nicht erfüllen würden. BEVs haben den *niedrigsten TtW-Energieverbrauch*. Er ist etwa halb so hoch wie der tägliche TtW-Energieverbrauch von Diesel. Allerdings ist der *tägliche WtT-Energieverbrauch* von BEVs und FCEVs besonders hoch. Unter Berücksichtigung des zukünftigen Anteils der erneuerbaren Energien am EU-Strommix bis 2030 sinkt der tägliche WtT-Energieverbrauch von BEV und FCEV bis 2030 deutlicher als bei den anderen betrachteten Fahrzeugkonfigurationen.

Die WtW Bilanzen sind in Österreich aufgrund eines hohen Anteils an erneuerbaren Stromquellen besser als beim durchschnittlichen europäischen Strommix. Dieser Mix ist länderspezifisch höchst unterschiedlich und wird z.B. von Energy-Charts¹⁴ sehr gut veranschaulicht.

¹⁴ <https://energy-charts.info>, abgerufen am 1.2.2023, 15:38

5.2.3. Übersicht über derzeitige und zukünftige Logistik-Anwendungsfälle für elektrische Nutzfahrzeuge

Seit der Markteinführung von schweren elektrischen Nutzfahrzeugen der Klasse N3 ab dem Jahr 2010 werden diese laufend leistungsfähiger und lassen sich so für immer mehr Logistikanwendungsfälle einsetzen, wie aus Tabelle 2 ersichtlich. Immer mehr Anwendungsfälle können demnach mit E-LKW umgesetzt werden, im Wesentlichen mit Ausnahme von Fernverkehr mit zwei Fahrern und Spezialanwendungen.

Tabelle 2: Logistik-Anwendungsfälle, *Quelle: eigene Erhebungen*

	Verteiler A	Verteiler B	Linien- verkehr A (HL und VL und/oder NL)	Linien- verkehr B (HL und VL und/oder NL)	Internat. Verkehr A	Internat. Verkehr B	Werks- verkehr
	18 t	26t	40t	40t	40t	40t	bis 40t
Anzahl Fahrer	1	2	1	2	1	2	3
Reichweite [km]	200	250 - 400	400	600	1000	1000	5 bis 50
Standzeit [h]	8-12	4-6	8-12	4-6	0,75/10	-	-
Benötigte Ladeleistung [kW]	50	100-350	50-100	350-500	800		50-100
Fahrt Autobahn	*	*	**	**	***	***	
Rasten Autobahn	-	-	-	*	***	**	-
Ladeinfrastruktur Autobahn	-	-	-	*	***	***	-
Backup	ja	ja	ja	ja	-	-	-
Tanken während Ruhezeiten	nein	nein	nein	ja/nein	ja	ja	nein
Markt Auslieferung	2022	2023	2023	2025+	2025 +	2025 +	2020
Für E-LKW geeignet	ja	ja	ja	schwierig	ja ab 2025	nein (?)	ja

Legende:

HL Hauptlauf, VL Vorlauf, NL Nachlauf;

* geringes Ausmaß, ** mittleres Ausmaß, *** hohes Ausmaß.

5.2.4. Bewertung von Anreizsystemen und deren Einfluss auf den TCO

Mit ausgefeilten TCO-Optimierungen des BOKU-CNL-Teams, die derzeit 77 Parameter beinhalten, wurden die Auswirkungen von Maßnahmen auf nationaler Ebene quantifiziert. Der TCO von Ein-Schichtbetrieben mit 25.000 Jahreskilometern ist stark von einer Ankaufofförderung wie ENIN¹⁵ (Förderung von 80 % der Mehrkosten) und einem günstigen Strompreis abhängig, um mit einem Diesel-LKW konkurrenzfähig zu bleiben.

Manche Ein-Schichtbetriebe im Verteilerverkehr haben relativ wenige Jahreskilometer, und somit ist es schwierig, die 20 % Mehrkosten, die trotz einer ENIN Förderung von 80 % der Mehrkosten verbleiben, zurückzuverdienen. Geringere Kosten durch eine 75 %-ige Mautbefreiung fallen in diesem Use-Case mangels Einsatzes auf Autobahnen auch kaum ins Gewicht. Von der Verfügbarkeit der Fahrzeuge her ist dieser Use Case hingegen am leichtesten umzusetzen: E-LKW mit einer Reichweite von 100 bis 200 km sind seit 2021 von zahlreichen Herstellern als Serienfahrzeuge erhältlich.

Nach wie vor gilt, dass Use Cases, die sich technisch leicht umsetzen lassen, ökonomisch schwer darstellbar sind (siehe Abbildung 6, Tabelle 3).

Andererseits fehlen für Use Cases mit vielen Jahreskilometern auf der Autobahn, die ökonomisch leichter darstellbar sind (siehe Tabelle 4), die entsprechenden leistungsfähigen Fahrzeuge: Erst ab 2024/2025 ist mit Fahrzeugen zu rechnen, die längere Fahrstrecken zurücklegen und durch hohe Ladeleistungen in kurzer Zeit nachgeladen werden können.

Im selben Zeitraum ist auch eine Preissenkung für E-LKW mit geringerer Reichweite zu erwarten. Deshalb ist für viele Use Cases mit einer stärkeren Umstellung auf alternative Antriebe ebenfalls ab 2024/2025 zu rechnen.

Mit Ende 2023 werden erste E-LKW mit einer Reichweite von 400 km ausgeliefert, die schon für viele Anwendungen einsetzbar sind. Für einen Use Case mit weit verbreitetem Zwei-Schichtbetrieb, untertags Verteilerverkehr und in der Nacht Hauptlauf, fehlen aber noch größere Reichweiten bzw. stärkere Ladeleistungen, die ab 2025 verfügbar sein sollen.

¹⁵ Das Förderprogramm „Emissionsfreie Nutzfahrzeuge und Infrastruktur“ unterstützt Unternehmen bei der Flottenumstellung auf nicht-fossil betriebene Nutzfahrzeuge sowie bei der Errichtung der für diese Nutzfahrzeuge erforderlichen Lade- bzw. Betankungsinfrastruktur.
<https://www.ffg.at/ENIN>, abgerufen am 21.2.2023

Tabelle 3: TCO-Eingangsparmeter für den Use Case des Retailers im Ein-Schichtbetrieb

Parameter	Einheit	Wert
Arbeitstage pro Jahr	Tag	250
Kilometer pro Tag	km	100
Fahranteil Mautstraßen	%	10
Nutzungsdauer LKW	Jahre	8
Gewicht LKW	Tonnen	18
Dieserverbrauch	l/km	0,30
Durchschnittliche mögliche Ladedauer	Stunden/Tag	12
E-LKW Verbrauch	kWh/km	1,68

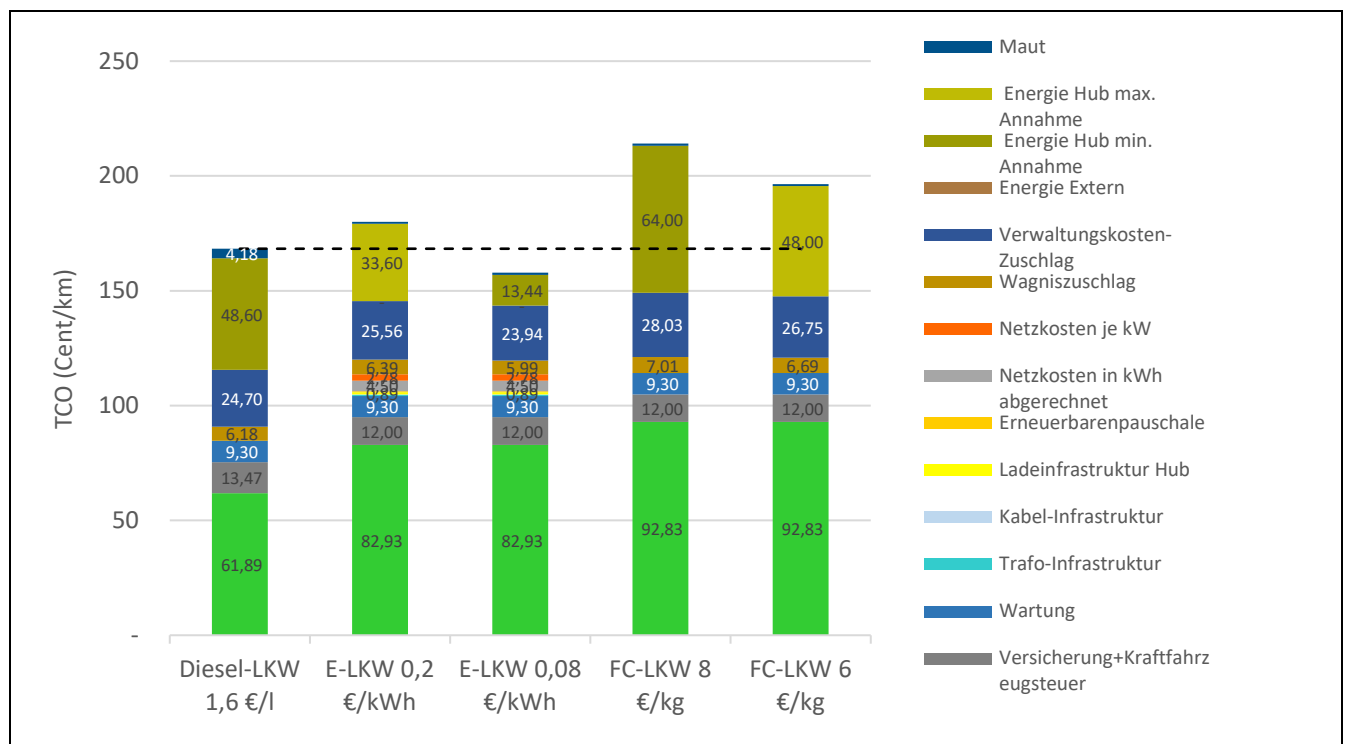


Abbildung 6: TCO von Diesel-/E-/FC-LKW unter verschiedenen Preisannahmen (Use Case: Retailer Ein-Schicht), Quelle: CNL

Tabelle 4: TCO-Eingangsparameter für den „Logistik“ Use Case.

Parameter	Einheit	Wert
Arbeitstage pro Jahr	Tag	250
Kilometer pro Tag	km	300
Fahranteil Mautstraßen	%	60
Nutzungsdauer LKW	Jahre	6
Gewicht LKW	Tonnen	40
Dieserverbrauch	l/km	0,28
Durchschnittliche mögliche Ladedauer	Stunden/Tag	12
E-LKW Verbrauch	kWh/km	1,59

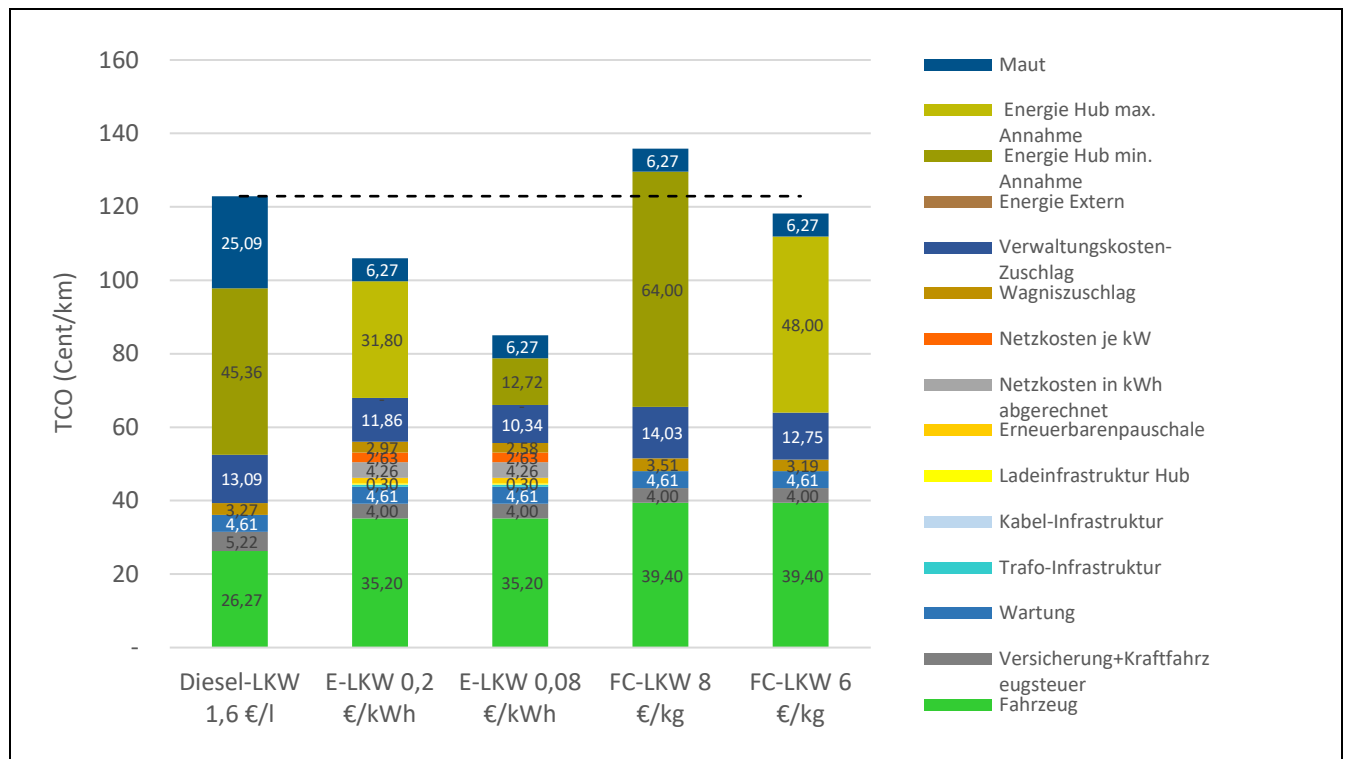


Abbildung 7: TCO von Diesel-/E-/FC-LKW unter verschiedenen Preisannahmen (Use Case: Logistik)

Quelle: CNL

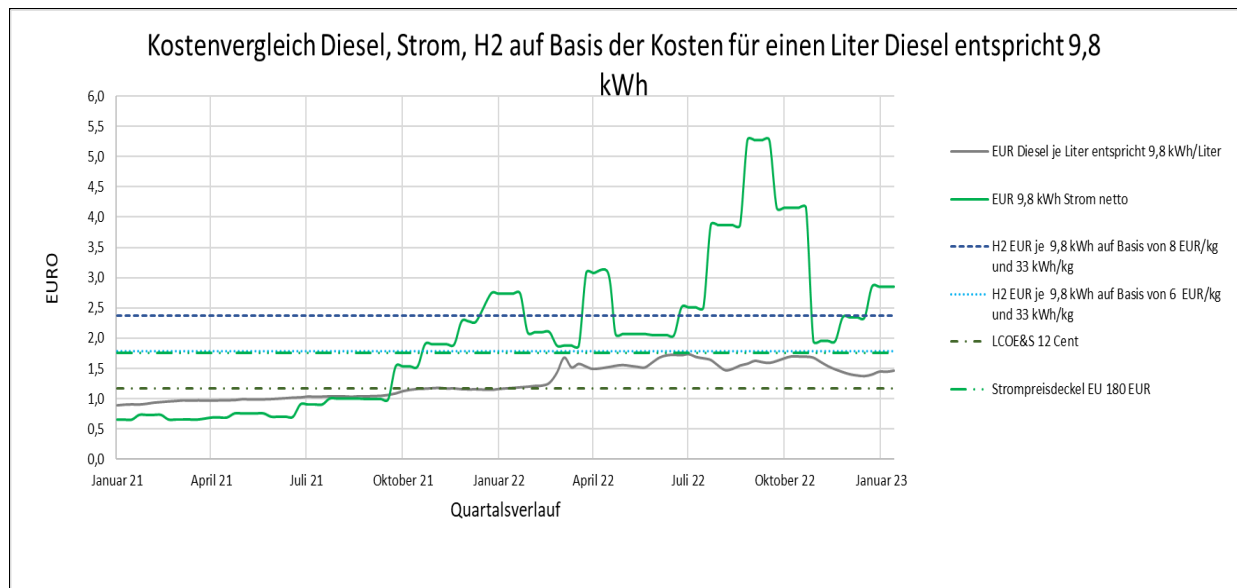


Abbildung 8: Entwicklungen von Strompreis in Relation zu Dieselpreis und anderen Energieträgern, Stand 10 2022, Quelle: CNL¹⁶

Wie stark im Jahr 2022 Dieselpreise und Strompreise auseinanderdriften, zeigt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Während sich der Dieselpreis seit Jänner 2021 lediglich verdoppelte, hat sich der Strompreis bis Juli 2022 fast verzehnfacht.

Unter einem solchen Szenario ist ein Betrieb von E-LKW auch bei 100 % Mehrkostenförderung der Anschaffungskosten nicht mehr wirtschaftlich darstellbar, auch wenn der E-LKW auf 100 km einen um ca. 50 % geringeren Verbrauch aufweist (bezogen auf kWh/100 km). Es wird ein durchschnittlicher Strompreis von unter 180 EUR/MWh benötigt, um gegenüber Diesel (bei derzeitiger Preislage) konkurrenzfähig zu sein, wie Abbildung 9 zeigt.

¹⁶ Datenquellen: https://www.bmk.gv.at/themen/energie/preise/aktuelle_preise.html,
https://www.verbund.com/-/media/verbund/privatkunden/strom/float/indexverlauf-2022/floater-ab-11-21/aktuell-2022/berechnungsformel/berechnungsformel_strom-float_2110.ashx?la=de&hash=B5E98106D4251DE95C943EEE61F44C80BF575B8B
abgerufen am 17.2.2023, 13:14 -

Kostenentwicklung in EUR je 100 km für Diesel + Strom sowie FC/H2 LKW

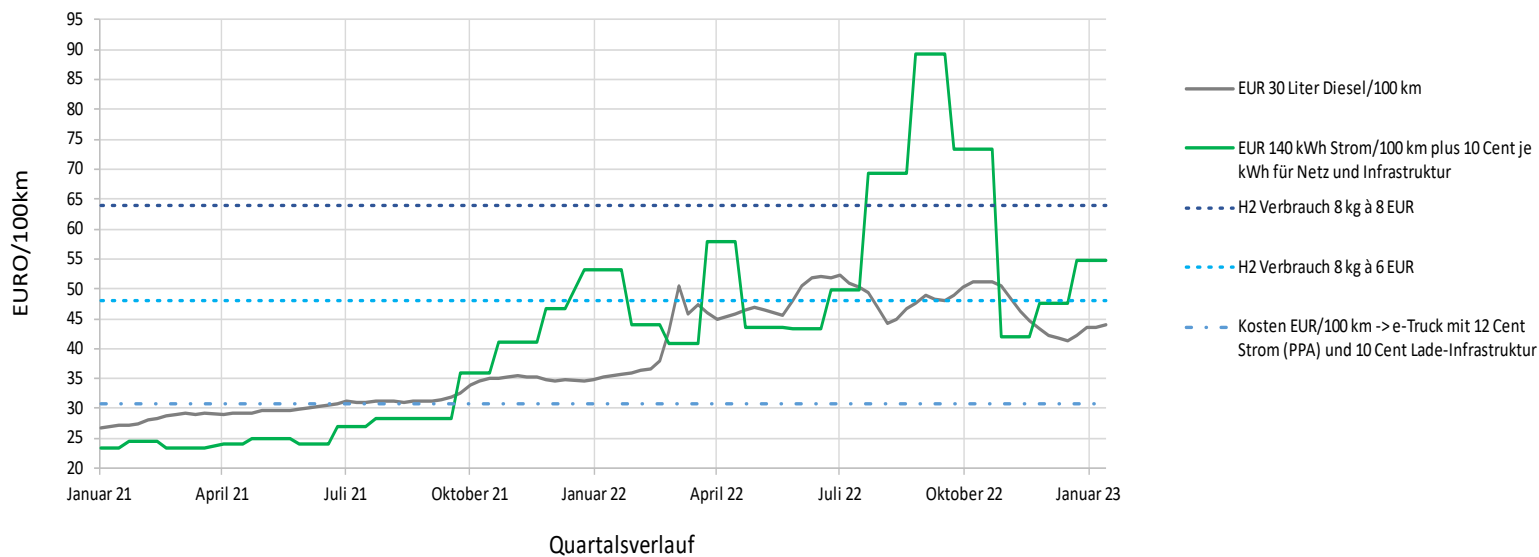


Abbildung 9: Entwicklungen von Energiepreisen pro 100 km (Strompreis in Relation zu Dieselpreis und anderen Energieträgern), Stand 01 2023, Quelle: CNL¹⁷

Eine Analyse von verschiedenen Anreizsystemen wird in Abbildung 10 gezeigt. Wie ersichtlich, sind durch 75 % Mautreduktionen im Überlandverkehr sowie durch die ENIN Förderungen, die ab März 2023 starten sollen, die größten Einsparungen je Kilometer Fahrleistung möglich.

Neu hinzugekommen sind Erlösmöglichkeiten mit der aktuellen Novelle der Kraftstoffverordnung vom Dezember 2022¹⁸. Wie hoch diese potentiellen Erlöse sein werden, wird sich in den nächsten Jahren zeigen. Große Flotten werden hier sicherlich einen Vorteil generieren können, da mit einem geringeren Verwaltungsaufwand zu rechnen ist. Die Obergrenze der Erlöse ist mit 600 EUR eingesparter Tonne CO₂ bemessen. Aber auch mit 300 EUR je eingesparter Tonne CO₂ sind noch große Erlöse zu realisieren, ebenfalls aus Abbildung 10 ersichtlich.

¹⁷ Datenquellen: https://www.bmk.gv.at/themen/energie/preise/aktuelle_preise.html,
https://www.verbund.com/-/media/verbund/privatkunden/strom/float/indexverlauf-2022/floater-ab-11-21/aktuell-2022/berechnungsformel/berechnungsformel_strom-float_2110.ashx?la=de&hash=B5E98106D4251DE95C943EEE61F44C80BF575B88
 abgerufen am 17.2.2023, 13:14 -

¹⁸ <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008075>
 from 14 02 2023 - Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Qualität von Kraftstoffen und die nachhaltige Verwendung von Biokraftstoffen (Kraftstoffverordnung 2012) zuletzt novelliert durch BGBl. II Nr. 452/2022 am 13.12.2022, 17:24

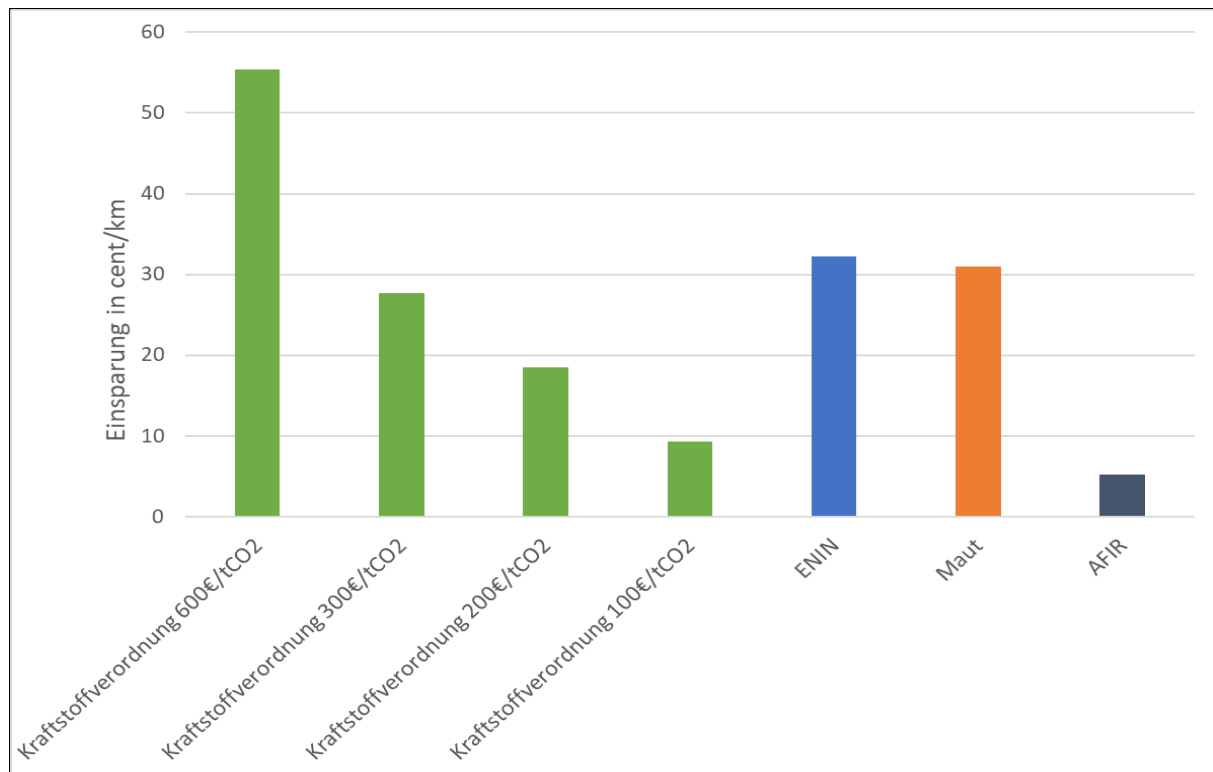


Abbildung 10: Einsparpotentiale durch Maßnahmen wie Kraftstoffverordnung, ENIN-Förderung, Mautreduktion und AFIR-Ladenetzausbau.

Quelle: CNL

5.2.1. Empfehlungen für Anreizsysteme: Maßnahmenkatalog/Guideline

Auf Basis von Erfahrungen aus der Praxis und eigenen Berechnungen werden folgende Empfehlungen erstellt und an die Medien und wesentliche Stakeholder kommuniziert¹⁹:

MASSNAHMEN AUF NATIONALER EBENE

80% Mehrkostenförderung für schwere Nutzfahrzeuge mit emissionsfreiem Antrieb

Nutzfahrzeuge der Klassen N2 und N3 (über 3,5t hzGG) mit elektrifiziertem Antriebsstrang (Solo-LKW mit Batterie oder Brennstoffzelle) werden am Markt derzeit mit einem 3 bis 4-fachen Mehrpreis im Vergleich zu dieselbetriebenen Nutzfahrzeugen angeboten. Diese Mehrkosten sind auf niedrige Produktionsvolumen sowie Kosten der Batteriepacks zurückzuführen. Zusätzliche Anschaffungskosten können zwar in einer Total Cost of Ownership (TCO)-Betrachtung zu einem gewissen Anteil durch niedrigere Betriebskosten neutralisiert werden, jedoch sind die Mehrkosten derzeit zu hoch, um einen wirtschaftlichen Betrieb darzustellen.

Planungssichere Mautreduktion für emissionsfreie Nutzfahrzeuge in der Höhe von 100 %

Um die Einführung von emissionsfreien Nutzfahrzeugen im Fernverkehr zu beschleunigen, ist die Differenzierung der Straßenmaut nach CO₂-Emissionen der Fahrzeuge einer der wichtigsten Hebel. Durch eine 100 % Mautbefreiung von emissionsfreien Nutzfahrzeugen, die bis 2030 gültig ist, kann die Einführung von

¹⁹ aktualisierte Auswahl aus https://irp.cdn-website.com/96cfe72d/files/uploaded/CNL%20Guideline_%20ZE%20LKW_2021%20-%20final.pdf, abgerufen am 30.1.2023, 10:13

CO₂-freien LKW im Fernverkehr um 3-5 Jahre beschleunigt werden. Die derzeit geplante Mautreduktion von 75% für emissionsfreie Nutzfahrzeuge ist ein wichtiger erster Schritt in diese Richtung. Für die Investitionssicherheit und Planbarkeit muss allerdings der Zeitrahmen der Mautreduktion bereits jetzt bekannt sein. Eine jährliche Neuanpassung bietet dabei keine Planungssicherheit und ist nicht zielführend. Ohne klare Regelung und einen zeitlichen Mindestrahmen über die übliche Fahrzeug-Haltedauer von 8-10 Jahren kann der Effekt der Mautreduktion in die Ankaufsüberlegungen der Unternehmen und Logistiker nicht mit einfließen.

50% Investitionszuschuss für Ladesäulen und Netzinfrastruktur am Betriebsgelände

Die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs setzt einen Ausbau der Lade- und Netzinfrastruktur an Logistik-Hubs, Filialstandorte und Kundenstopps voraus, die nicht öffentlich zugänglich sind. Erfahrungen aus Forschungsprojekten wie MegaWATT Logistics haben gezeigt, dass die „Betankung“ einer E-LKW-Flotte mehrere Megawatt an zusätzlicher Stromlast verursachen wird. Um diese Strom- und Leistungsmengen bereitzustellen, braucht es, zusätzlich zu Ladesäulen, einen Ausbau der Netzinfrastruktur in Form von Transformatoren, Schaltanlagen und Verkabelungen. Das Forschungsprojekt MegaWATT Logistics hat auch gezeigt, dass diese Netzinfrastruktur über 50% der Gesamtkosten der Infrastruktur für eine E-LKW-Flotte ausmachen kann.

Ausbau von LKW-Ladeinfrastruktur im (semi-) öffentlichen Raum

Während für E-LKW im urbanen Raum über das Laden am Betriebsgelände ein Großteil der Ladevorgänge abgedeckt werden wird, ist für Fernstrecken und für Branchen, wo die spezifische Anwendung der Fahrzeuge kein regelmäßiges Laden am Betriebsgelände erlaubt, der Ausbau eines Schnellladenetzes im öffentlichen und öffentlich-zugänglichen Raum dringend notwendig. Da beim Bau von öffentlichen Schnellladestationen bisher nur die Nutzung durch PKW im Fokus stand, sind die meisten Schnellladestation für schwere Nutzfahrzeuge über 3,5t hzGG wegen der unterschiedlichen Anforderungen de-facto nicht zugänglich.

Transparenz der Kapazitäten im Stromnetz zur netzdienlichen Planung von E-LKW Flotten

Der Ladeinfrastrukturausbau darf nicht durch Kapazitätsengpässe im Stromnetz verzögert werden. Dazu müssen Verteilnetzkapazitäten, Engpässe und Netzausbaupläne öffentlich bekannt sein, damit Ladestandorte angepasst an diese Rahmenbedingungen geplant werden können. Wo notwendig, muss das Verteilnetz verstärkt werden, um auf die Einführung von E-LKW im Güterverkehr vorbereitet zu sein. Unter den aktuellen Rahmenbedingungen besteht die Gefahr, dass Firmen die erforderliche Netzleistung für E-LKW Ladeinfrastruktur nicht zeitnah erhalten und erst auf den weiteren Ausbau des Stromnetzes warten müssen. Die mangelnde Transparenz bezüglich der Verfügbarkeit von Standorten mit freien Netzkapazitäten kann die Umstellung auf emissionsfreie Nutzfahrzeuge um mehrere Jahre verzögern. Der englische Verteilnetzbetreiber UK Power Networks gilt hierfür als ein Best-Practice Beispiel, da Netzausbaupläne und Karten mit Verteilnetzkapazitäten allen Kund:innen bereitgestellt werden. Das vereinfacht die Standortplanung für den Ladeinfrastrukturausbau. Um E-LKW Flotten in das Stromnetz zu integrieren, könnten neue Netztarifstrukturen entwickelt werden, die das Laden zu Zeiten mit geringer Netzauslastung fördern. Damit könnten E-LKW einen wertvollen Beitrag zur Flexibilisierung des Stromnetzes leisten²⁰.

²⁰ 10 <https://innovation.ukpowernetworks.co.uk/wp-content/uploads/2019/11/UK-Power-Networks-Electric-Vehicle-Strategy-November-19.pdf>, abgerufen am 20.2.2023

Investitionsentscheidungen, die jetzt getroffen oder auch verabsäumt werden, haben Auswirkungen über Jahre und Jahrzehnte hinaus. Den zeitlichen Verlauf von Beginn der Förderungseinreichung weg soll die Abbildung 11 veranschaulichen, am Beispiel der ENIN-Förderung und der Mautreduktionen.

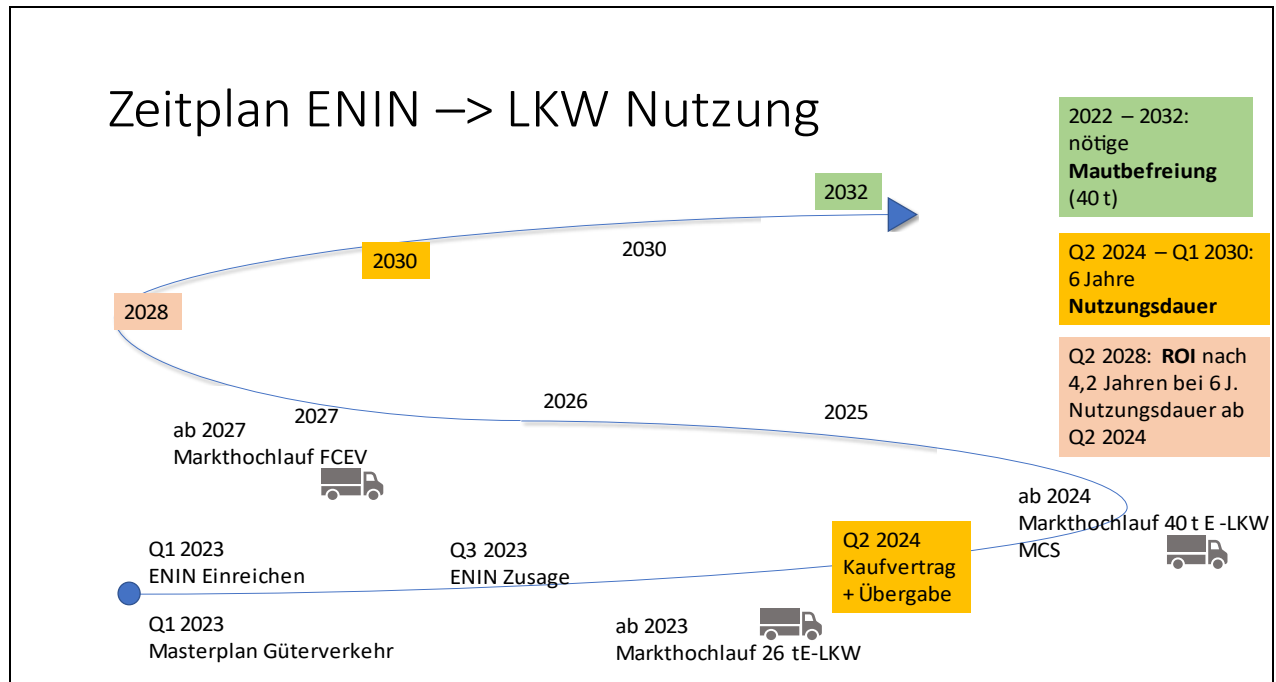


Abbildung 11: Zeitreihe vom Start der Förderungen über die rechnerische Nutzungsdauer des LKW.
Quelle: CNL

6 Vernetzung und Ergebnistransfer

Zielgruppen

Eine zentrale Zielgruppe waren die 18 CNL-Mitgliedsunternehmen aus den Bereichen Logistik, Handel und Produktion, die sowohl aktiv durch die nationalen Workshops als auch passiv durch Updates in den Mitglieder-Aussendungen eingebunden wurden.

Die zwei nationalen Workshops richteten sich an weitere Stakeholder aus Bereichen wie Wiener Linien, Wiener Stadtwerke, weitere kommunale Einrichtungen auch aus den Bundesländern, Beratungsunternehmen, TÜV, AK, WK, Forschung, Energieversorger, etc.

Die Erkenntnisse und Ergebnisse wurden laufend als Stakeholder bei Beteiligungsprozessen der nationalen Gesetzgebung weitergegeben, u.a. zu folgenden Themen:

- Masterplan Güterverkehr / BMK (Q2-Q4 2022)
- ENIN Förderungen, 80% der Mehrkosten / BMK (2021/2022)
- Mautermäßigungen / BMK, (Anfragebeantwortung zu Argumenten für eine mehrjährige Festsetzung der Mautermäßigungen Q4 2022)

Basis der Konsultationen waren die CNL Guidelines²¹, eine Zusammenstellung von politischen Maßnahmen aus Sicht der CNL-Mitgliedsunternehmen gepaart mit wissenschaftlichen Erkenntnissen, die im Juli 2021 auf Basis der Vorarbeiten und Berechnungen veröffentlicht wurden.

Großen Einfluss auf den Fahrzeughochlauf hat insbesondere auch die **EU-Gesetzgebung**. Hier konnte sich das BOKU-CNL-Team als Mitglied von European Clean Trucking Alliance (ECTA) an den Diskussionen zu deren vom International Council on Clean Transportation (ICCT) wissenschaftlich betreuten Kampagnen beteiligen, 2022 waren u.a. die Themen „Ambitionierte CO₂-Flotten-Grenzwerte“ und EU-weite LKW-Maut-Ermäßigungen für Zero Emission am Tapet²².

Über die IEA-Partner hinaus bestanden somit internationale Vernetzungen während der Projektlaufzeit mit dem International Council of Clean Transportation (ICCT) oder Transport&Environment, dem Fraunhofer-Institut oder dem Institut für Energie- und Umweltforschung (Ifeu) Heidelberg.

Im Zuge des zweiten Workshops erfolgte auch eine Interview-Anfrage der Zeitung „die Presse“²³, wie es auch bisher schon zahlreiche Medien-Kontakte gab^{24,25,26}.

²¹ <https://www.councilnachhaltigelogistik.at/dekarbonisierung-des-gueterverkehrs-als-gemeinschaftsaufgabe>

²² https://www.theclimategroup.org/were-calling-2035-deadline-zero-emission-trucks-eu?utm_source=sendinblue&utm_campaign=Neuer%20editor%20CNL%20Mitglieder%20Aussendung%20Dezember%2022&utm_medium=email, abgerufen am 23.1.2023, 16:08

²³ <https://www.diepresse.com/6213933/stolpersteine-auf-dem-weg-zum-durchbruch-von-e-lkw>, abgerufen am 23.1.2023, 16:08

²⁴ <https://science.apa.at/power-search/16499027437823420074>, abgerufen am 23.1.2023, 16:01

²⁵ <https://www.biorama.eu/e-lkw/>, abgerufen am 23.1.2023, 16:03

²⁶ <https://futurezone.at/science/e-lkw-elektro-truck-lieferungen-spar-rewe-hofer-stiegl-man/401431066>, abgerufen am 23.1.2023, 16:05

6.1. Nationale Workshops

Tabelle 5: Übersicht nationale Workshops

	Thema	Zeit und Ort	Erkenntnisse
1.Workshop	Fahrzeugüberblick + mögliche Pilotkorridore für elektrische Ladeinfrastruktur bzw. Wasserstofftankstellen	09.11.2021, 1140 Wien ca. 20 TeilnehmerInnen	Fahrzeugverfügbarkeit im Ansteigen, Erhebung Use Cases für Planungen für Ladeinfrastruktur auf Autobahnen
2.Workshop	Zero Emission Nutzfahrzeuge in Zeiten volatiler Energiepreise - Überblick, Ausblick und Auswirkungen auf die TCO	20.10.2022, online, 75 Anmeldungen, >60 Teil- nehmerInnen	Erkenntnisse des final report , Das Potenzial von dynamischem Laden von LKW auf Autobahnen (eRoads) würde helfen, um die Klimaziele rechtzeitig erreichen zu können. Auswirkungen der Energiepreise auf den Markthochlauf von Zero Emission Nutzfahrzeugen: Beruhigung der Volatilität und folglich geringe Effekte werden erwartet. ²⁷

Der erste nationale Workshop am 09.11.2021 konnte mit Vertreter:innen von ASFINAG, BMK, Zentralverband Spedition und Logistik in einem günstigen Zeitfenster vor dem Herbst-Winter-Lockdown 2021 in Präsenz stattfinden. Ein erster umfangreicher Fahrzeugüberblick mit gesondertem Schwerpunkt auf 40 t-Fahrzeugen, um den Bedarf von Ladeinfrastruktur an Autobahnen abzuschätzen, wurde mit großem Interesse verfolgt. Zur Abrundung aktueller Informationen wurde der Workshop mit dem Thema Pilotkorridore für elektrische Ladeinfrastruktur bzw. Wasserstofftankstellen gekoppelt.

Der zweite nationale Workshop wurde zur leichteren Organisation und Einbindung der internationalen Referent:innen am 20.10.2022 online abgehalten. Mit dem Thema „Zero Emission Nutzfahrzeuge in Zeiten volatiler Energiepreise“ war dieser Workshop ein Highlight des Projekts, gab es doch aufgrund der Aussendung des Klima- und Energiefonds mehr als 70 Anmeldungen und durchgehend mehr als 60 anwesende Teilnehmer:innen aus den Bereichen Logistik, Wiener Linien, Wiener Stadtwerke, Kommunale Stellen, Beratungsunternehmen, TÜV, AK, WK, Forschung, Energieversorger etc., die den Ausführungen von Özcan Deniz, IEA-Task-Leitung vom DLR Stuttgart, Gerit Stumpe von Siemens AG, und Fedor Unterlohner, Transport & Environment, folgten.

Werner Müller, BOKU-CNL, gab zu bedenken, dass bei der derzeitigen Preisentwicklung hohe Betriebskosten für E-LKW zusätzlich zu den hohen Anschaffungskosten keine gute Perspektive für eine rasche Umstellung darstellen, siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

²⁷ <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/techno-economic-uptake-potential-of-zero-emission-trucks-in-europe/>

Anders lautet aber die Einschätzung einer Studie²⁸ zum „Uptake Potential“ (potentielle Anschaffungsbereitschaft) der niederländischen Forschungseinrichtung TNO für Agora Verkehrswende und Transport & Environment. Demnach werden bis zum Jahr 2035 mit 99.8% bereits die überwiegende Mehrheit der E-LKW potentiell günstiger als Diesel LKW zu betreiben sein, siehe Abbildung 12. Auch ein kombiniertes „Worst-Case“-Szenario mit 31% höheren Batterie-Preisen, 26% höheren Strompreisen und 12% niedrigeren Dieselpreisen würde dem nicht im Wege stehen. Allerdings sind dafür höhere CO₂-Standards für alle LKW erforderlich, damit das Potenzial zur Umstellung genutzt werden kann.

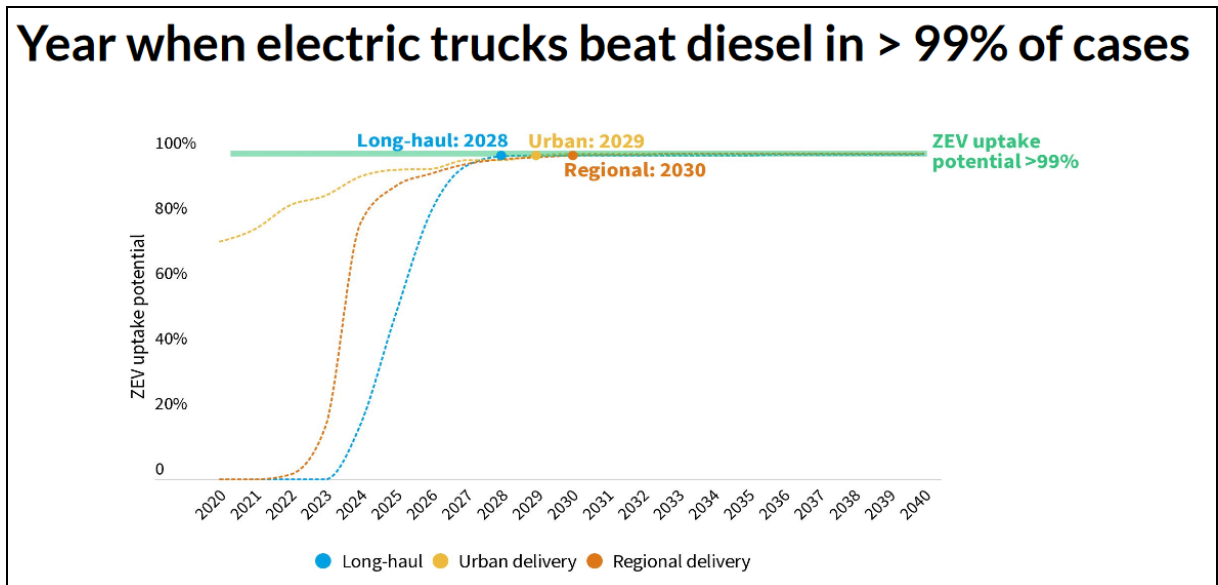


Abbildung 12: Kostenparität der TCO von Zero Emission und Diesel ab dem Jahr 2028 erwartet, Quelle: TNO Report 2022²⁹

6.2. Internationale Workshops

Tabelle 6: Übersicht internationale Workshops

	Thema	Zeit und Ort	Erkenntnisse
1. Workshop	E-Nutzfahrzeuge in der City-Logistik	15.10.2019 Stuttgart	Technologieunsicherheit BEV vs. FCEV Ladeinfrastruktur für Nutzfahrzeuge im urbanen Raum: Business Case, Ladeleistungen, Flächenmangel
2. Workshop	E-LKW im Fernverkehr	29.09.2020, online	Batterieentwicklungen: Bei Energiedichte, Ladekapazität und Lebensdauer sind noch deutliche Entwicklungen zu erwarten

²⁸ https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Veranstaltungen/2022/Elektrische-Lkw/TNO_2022_R11862_Techno-economic_uptake_potential_of_zero-emission_trucks_in_Europe.pdf, abgerufen am 2.2.2023, 16:07

²⁹ <https://www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/techno-economic-uptake-potential-of-zero-emission-trucks-in-europe/>, abgerufen am 2.2.2023, 16:27

Thema		Zeit und Ort	Erkenntnisse
			Brennstoffzellen-LKW: Kosten und fehlende Infrastruktur als Hindernisse Siemens eHighway: Oberleitung entlang Autobahnen wird derzeit in Praxistests erprobt Regulatorische Rahmenbedingungen: Mautbefreiung wäre ein wichtiger Schritt zur TCO-Neutralität im Fernverkehr
3.Workshop	Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs: Überwindung des „Diesel-Mindset“	07.-09.12. 2021, online	Thema Strom-Netze rückt zunehmend in den Fokus eRoads: Oberleitung und induktiv – sehr viele positive Effekte für Netzstabilisierung MegaCharging System gewinnt an Bedeutung, unklar, welche Rolle eRoads und MegaCharging einnehmen werden. Regulatorische Rahmenbedingungen, Förderungen: weiterhin wichtig für Markthochlauf Änderungen Gesamtsystem in Betracht ziehen

Inhaltlich ging es beim ersten Workshop im Oktober 2019, mit Vorträgen von Fahrzeugherstellern, Ladeinfrastrukturanbietern und Logistikunternehmen zunächst um das **Thema** Technologieunsicherheit **BEV vs. FCEVs**. Weiters wurden ein Business Case, Ladeleistungen und Flächenmangel als Herausforderungen für die **Ladeinfrastruktur** für Nutzfahrzeuge im urbanen Raum erörtert.

Beim zweiten Workshop im September 2020 gab es folgende Themen und Erkenntnisse: Bei den **Batterieentwicklungen** sind bei Energiedichte, Ladekapazität und Lebensdauer noch deutliche Entwicklungen zu erwarten. Am häufigsten werden Lithium-Eisenphosphat Batterien verwendet, ausschlaggebend sind Kosten, Lade- und Entladezyklen sowie Schnellladefähigkeit. Für **Brennstoffzellen-LKW** stellen die hohen Kosten und fehlende Infrastruktur die größten Hindernisse dar. Siemens **eHighway** erprobt in Praxistests Oberleitungen entlang von Autobahnen. Als wichtigste **regulatorische Rahmenbedingung** wäre **Mautbefreiung** ein großer Schritt zur TCO-Neutralität im Fernverkehr.

Themen und Erkenntnisse im dritten Workshop, gemeinsam mit Task 45 „Electrified Roadways“ im Dezember 2021, waren schließlich folgende:

Das Thema **Strom-Netze** rückt zunehmend in den Fokus. **eRoads**, ob durch Oberleitung oder induktiv, hätten viele positive Effekte für die Netzstabilisierung. Das **MegaCharging System (MCS)** gewinnt an Bedeutung, wenn auch noch unklar ist, wie die Relation zu eRoads sein wird. Bei FCEVs ist mit hohen Betriebskosten zurechnen, wobei generell **regulatorische Rahmenbedingungen und Förderungen** weiterhin wichtig für den Markthochlauf sind. **Änderungen im Gesamtsystem** sind jedenfalls in Betracht zu ziehen: “The system in which a new technology is to be deployed needs to be adapted accordingly if that new technology is to be successful”.

Relevanz und Nutzen der Projektergebnisse national und international

Die Kooperation im Rahmen des IEA Projektes war ein wichtiger Maßstab, um die Einschätzung der künftigen Technologieentwicklung zu validieren. Es war ersichtlich, dass zu dieser Frage auch international kein

abschließender Konsens gefunden wurde. So war die Sichtweise aus den USA zu Electric Roads ein „Eye Opener“. Diese wertvollen Erkenntnisse fließen in den laufenden Austausch mit dem BMK ein und wurden über Workshops an ein breites Österreichisches Publikum vermittelt.

7 Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

Im Rahmen der Laufzeit dieses Projekts, von 2021 bis Ende 2022, kam es zu Änderungen der Rahmenbedingungen in einem Ausmaß, die zu Beginn des Projektes undenkbar waren.

Preise für Waren und Produkte haben sich durch Chipkrise und Inflation sowie Energiepreise in einem bisher unbekannten Ausmaß erhöht, sodass TCO Kalkulationen und deren Parameter sich im Rahmen der Projektlaufzeit völlig verändert hatten. Prognosen über den TCO von E-LKW sind durch den volatilen Strompreis und der Inflation sehr schwierig geworden.

Hatte man zu Beginn der Projektlaufzeit höhere Capex-Kosten des E-LKW mit geringeren OPEX-Kosten je km Laufleistung gegenrechnen können, so sind nun auch OPEX-Kosten je nach Strompreisentwicklung über oder unter den Preisen je km Laufleistung eines Diesel-LKWs.

Die aktuellen Förderregime mit ENIN und 75 % Mautkostenbefreiung sind ein sehr guter Ansatz für die Umstellung auf Zero Emission Transport im Schwerverkehr. Was bisher fehlt, ist jedoch eine langfristige Absicherung der Förderinstrumente, damit dies in die Kalkulationen der Logistikunternehmen eingebunden werden kann. Ohne Planungssicherheit werden Förderinstrumente wie Mautreduktion in den Kalkulationen der Logistikunternehmen nicht eingebunden. Die aktuelle Novelle der Kraftstoffverordnung kann ein wichtiger Beitrag für die Senkung des TCO von E-LKW sein. Dadurch, dass die Preise für die eingesparte Tonne CO₂ nicht prognostizierbar sind, wird es für die Logistikunternehmen aber schwierig sein, dies im TCO zu berücksichtigen und somit in die Kaufentscheidung eines E-LKW einzubeziehen.

Die Frage der Technologieentscheidung im Bereich E-LKW, FCEV oder Electric Road Systems ist nach wie vor ungelöst, hier ist ein kontinuierlicher internationaler Austausch notwendig. Insofern bieten die IEA-Kooperationsprojekte hier eine sehr gute Basis, auch die Entwicklungen und Einschätzungen von Expert:innen außerhalb Europas mitzuverfolgen.

Weiterführende nationale Forschungsprojekte sind zu folgenden Themen geplant:

- Zukünftige technische, ökonomische und organisatorische Entwicklung von E-LKW mit MCS, FCEV und Electric Road Systems, um das künftige „Uptake-Potential“ dieser Technologien weiterzuverfolgen und die Abschätzung kontinuierlich zu verfeinern.
- Interoperationalität von Ladeinfrastruktur
- Als IEA-Kooperationsprojekt, insbesondere mit DLR Stuttgart, ist ein weiterer Austausch im Bereich TCO bzw. realer Energieverbrauch [kWh/100 km] von E-LKW gut vorstellbar.
- Ebenfalls ist ein Austausch über Praxiserfahrungen im Bereich Ladeinfrastruktur mit folgenden Unterthemen angedacht:
 - Interoperabilität der LKW
 - Leistungsfähigkeit, Effizienz: Dauer der Peakleistung, Erhaltungsladen

- Benutzerfreundlichkeit, automatisiertes Laden, Abrechnungssysteme

Empfehlungen für die österreichische FTI Politik:

Die Frage der zukünftigen Technologieentscheidung zwischen E-LKW, FCEV und Electric Road Systems ist nach wie vor offen.

Es braucht zahlreiche Praxisprojekte für alle drei Technologietypen, die auch wissenschaftlich begleitet werden sollten. Nur durch praxisnahe Anwendung können der Technologiereifegrad und Detailprobleme erkannt werden, die das „Uptake Potential“ der einen oder anderen Technologie erhöhen oder senken. Zusätzlich sind durch die Turbulenzen am Energiemarkt im Jahr 2022 jegliche Prognosen für Betriebsmittel, Strom bzw. H₂ viel schwieriger geworden. H₂ lässt sich im Gegensatz zu Strom international erzeugen und z.B. via Ammoniak (NH₃) nach Europa transportieren. Auch wenn der Wirkungsgrad sehr gering ist, ist dieser im globalen Wettbewerb nicht entscheidend. Entscheidend sind die Kosten der Betriebsmittel in Österreich. Es wird sich zeigen, ob z.B. mit australischem Grünstrom hergestellter H₂ für FCEV zukünftig gegenüber E-LKW, die in Europa volatilen Strompreisen ausgesetzt sind, im Vorteil sind.

Koordination und Vernetzung sind wesentlich, um die Themen rund um Zero Emission Güterverkehr praxisnah und raschestmöglich voranzubringen, so wie es auch im aktuellen „Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität“³⁰ und insbesondere in der neu eingerichteten Leitstelle für Elektromobilität OLE³¹ inzwischen der Fall ist. Das CNL steht dort als Stakeholder weiterhin zur Verfügung, um die Sichtweisen der Logistikunternehmen und der Forschung gebündelt einzubringen.³²

³⁰ https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:39ca215f-71b4-422a-bfa0-5bf2efd1ef6b/BMK_Sofortprogramm_EEM_UA.pdf, abgerufen am 23.1.2023, 15:30

³¹ <https://www.austriatech.at/de/leitstelle-elektromobilitaet/>, abgerufen am 23.1.2023, 15:37

³² <https://www.austriatech.at/de/ole-stakeholder/>, abgerufen am 23.1.2023, 15:10

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK):
Sofortprogramm: Erneuerbare Energie in der Mobilität. Eine Umsetzungsstrategie des Mobilitätsmasterplan
2030 für die Energiewende im Straßenverkehr. Wien 2022

Council für nachhaltige Logistik (CNL): 999 Tage E-Mobilität mit LKWs: Klimaneutraler Güterverkehr keine
Utopie mehr. Presseaussendung, Universität für Bodenkultur Wien, Juni 2021,
www.councilnachhaltigelogistik.at/my-post, abgerufen am 3.2.2023, 10:05

Council für nachhaltige Logistik (CNL): Guideline zur Beschleunigung der Markteinführung von alternativen
Antrieben im Güterverkehr. Wien, Juli 2021
<https://www.councilnachhaltigelogistik.at/dekarbonisierung-des-gueterverkehrs-als-gemeinschaftsaufgabe>,
abgerufen am 31.1.2023, 09:50

Deniz, Ö., Akbarian, M., Çatay, B., Davies, H., Leutenegger, R., Müller, W., Ock Taeck, L., Schmid, St.: Final
Report of Taskforce 41 “Electric Freight Vehicles”, International Energy Agency Technology Collaboration
Programme – Hybrid and Electric Vehicles, DLR für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart 2022,
<https://ieahev.org/publicationlist/task-41-final-report/> abgerufen am 30.1.2023, 14:01

Deniz, Ö.: The European Truck Market and Potential Powertrain Technologies. Factsheet, DLR für
Fahrzeugkonzepte, Stuttgart 2020

Deniz, Ö.: The State of the Art of Electric Freight Vehicles. Factsheet, DLR für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart
2020

Müller, W.: MegaWATT Logistics: Praxistests und Optimierung der Ladeinfrastruktur bei der Umstellung von
E-Lkw-Flotten mit Energiebedarf im Megawatt-Bereich. Broschüre Science Brunch, Klima- und Energiefonds,
Wien 2022

Österreichs Leitstelle für Elektromobilität (OLÉ): Elektromobilität in Österreich. Zahlen, Daten & Fakten.
AustriaTech, Wien, Dezember 2022

Tol, D., Frateur, T., Verbeek, M., Riemersma, I., Mulder, H.: Techno-economic uptake potential of zero-
emission trucks in Europe. Report by Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) for
Agora Verkehrswende and Transport & Environment (T&E), Den Haag 2022

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Datenbank des BOKU-CNL-Teams.....	13
Abbildung 2: Roadmap zur Markteinführung von elektrifizierten Nutzfahrzeugen	14
Abbildung 3: Übersicht 40 t Zero Emission LKW, Stand 11 2022 Quelle: CNL	14
Abbildung 4: Datenbank zu E-LKW-Modellen des ifeu.....	15
Abbildung 5: Täglicher WtW (WtT+TtW) Energieverbrauch für verschiedene Antriebsstrang- und Kraftstoffoptionen.....	17
Abbildung 6: TCO von Diesel-/E-/FC-LKW unter verschiedenen Preisannahmen (Use Case: Retailer Einschicht)	20
Abbildung 7: TCO von Diesel-/E-/FC-LKW unter verschiedenen Preisannahmen (Use Case: Logistik) ..	21
Abbildung 9: Entwicklungen von Strompreis in Relation zu Dieselpreis und anderen Energieträgern ..	22
Abbildung 10: Entwicklungen von Energiepreisen pro 100 km (Strompreis in Relation zu Dieselpreis und anderen Energieträgern)	23
Abbildung 11: Einsparpotentiale durch Maßnahmen wie Kraftstoffverordnung, ENIN-Förderung, Mautreduktion und AFIR-Ladenetzausbau.	24
Abbildung 12: Zeitreihe vom Start der Förderungen über die rechnerische Nutzungsdauer des LKW ..	26
Abbildung 13: Kostenparität der TCO von Zero Emission und Diesel ab dem Jahr 2028 erwartet.....	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilnehmer am IEA Task 41.....	10
Tabelle 2: Logistik-Anwendungsfälle.....	18
Tabelle 3: TCO-Eingangsparameter für den Use Case des Retailers im Ein-Schichtbetrieb.....	20
Tabelle 4: TCO-Eingangsparameter für den „Logistik“ Use Case.	21
Tabelle 5: Übersicht nationale Workshops	28
Tabelle 6: Übersicht internationale Workshops.....	29

Abkürzungsverzeichnis

BEV	Battery Electric Vehicle, Batterie-elektrisches Fahrzeug
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BOKU	Universität für Bodenkultur, Wien
CNL	Council für nachhaltige Logistik, =eine Vereinigung von derzeit 18 führenden österreichischen Unternehmen aus Handel, Logistik und Produktion, betreut und koordiniert von einer BOKU-Arbeitsgruppe
E-LKW	Elektro-Lastkraftwagen
ENIN	Emissionsfreie Nutzfahrzeuge und Infrastruktur, Förderprogramm zur Umstellung von Nutzfahrzeugflotten auf emissionsfreie Antriebe
FC	Fuel Cell, Brennstoffzelle
FCEV, FC/H2	fuel cell electric vehicle. Elektro-Fahrzeug mit Brennstoffzelle
HEV	Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Hybrid and electric vehicles)
hzGG	höchstzulässiges Gesamtgewicht
IEA	International Energy Agency
MCS	Megawatt Charging Systems
N1	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse bis zu 3,5 Tonnen
N2	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 3,5 Tonnen bis zu 12 Tonnen
N3	Fahrzeuge zur Güterbeförderung mit einer zulässigen Gesamtmasse von mehr als 12 Tonnen
OEM	Original Equipment Manufacturer, Hersteller
Q1-4	Quartal 1-4
TCO	Total Cost of Ownership (Gesamtnutzerkosten)
TCP	Technologiekollaborationsprogramm (Technology collaboration program)
THG	Treibhausgas
TtW	Tank-to-Wheel
WtW	Well-to-Wheel

8 Anhang

I E-LKW im Praxiseinsatz

Diese Bilder der E-LKW zweier Hersteller und verschiedener Unternehmen aus den Praxistests im Projekt megaWATT geben Einblicke in die Logistik-Hubs, den Ladevorgang sowie die Stromversorgung.
© EVN/ Vouillarmet 2021



II Aspekte für eine erfolgreiche Marktbeschleunigung von Zero Emission LKW

eigene Übersetzung aus:

Deniz, Ö., Akbarian, M., Çatay, B., Davies, H., Leutenegger, R., Müller, W., Ock Taeck, L., Schmid, St.: Final Report of Taskforce 41 "Electric Freight Vehicles", International Energy Agency Technology Collaboration Programme – Hybrid and Electric Vehicles, DLR für Fahrzeugkonzepte, Stuttgart 2022,

<https://ieahev.org/publicationlist/task-41-final-report/> abgerufen am 30.1.2023, 14:01

1 Verstärkter Fokus auf Fahrzeugzuverlässigkeit

Beim Vergleich von E-LKW und Diesel-LKW sollen nicht nur die Gesamtbetriebskosten, sondern auch Aspekte in Bezug auf die Zuverlässigkeit oder Praktikabilität Einkaufskriterien für Flottenbetreiber sein. Auch auf einen möglichen Bedarf an Just-in-Time-Lieferung sollten sie reagieren können. Dadurch sind höhere Fahrzeugreichweiten (über die Tagesdurchschnitte hinaus) und ausreichende Nutzlast erforderlich, um eine hohe Flexibilität zu gewährleisten. Allerdings muss das „Diesel-Mindset“ überwunden werden, um die Einführung von E-LKWs zu ermöglichen.

2 Fahrzeugverfügbarkeit

Wirtschaftliche Vorteile für E-LKW werden für bestimmte Use Cases bereits heute aufgrund der aktuellen politischen Rahmenbedingungen gesehen. Dafür müssen jetzt die Fahrzeugmodelle und die Ladeinfrastruktur zur Verfügung gestellt werden. Aktuell sind einige kleinere Hersteller (z.B. Umrüster) auf dem Markt. Laut Ankündigungen von Herstellern wird die Anzahl der E-LKW-Modelle in den nächsten Jahren stetig zunehmen. Allerdings sind möglicherweise lange Lieferzeiten (von einem Jahr) zu berücksichtigen.

3 Zeitgleiche Infrastrukturentwicklung

Aktuelle Infrastrukturentwicklungen konzentrieren sich auf städtische Gebiete und die Leistungsangaben gelten nur für leichte E-LKW. Für den Langstreckenverkehr müssen Megawatt Charging Systeme (MCS) in der Nähe von (europäischen) Autobahnen schnell errichtet werden. Dies erfordert die Umsetzung von Standards für das MCS-Laden, die Anpassung internationaler Gesetze und die Ausweitung steuerlicher Anreize auf die Infrastruktur. Förderungen sollten private Infrastruktur nicht benachteiligen, da viele Logistik-Depots bereits in Autobahnnähe liegen. Laden auf dem eigenen Depot vermeidet das Risiko/die Komplexität, die mit der Reservierung von öffentlichen Ladestationen verbunden ist. Derzeit wird ein 800-kW-Ladegerät als Mindestanforderung für Langstrecken angesehen, zusammen mit 700kWh Batteriekapazität im Ein-Schichtbetrieb.

4 Trends in der Batterietechnologie

Der aktuelle Trend zeigt für die meisten E-LKW-Anwendungen, dass die Lithium-Ionen-Batterien mit NMC (Nickel-Mangan-Kobalt-Oxide)-Kathode Stand der Technik sein wird. In diesem Zusammenhang profitiert der LKW-Markt von den Kosten-Degressionspotenzialen im PKW-Markt (Li-NMC wird auch hier überwiegend verwendet). Li-NMC-Akkus sind besonders vorteilhaft wegen ihrer hohen Energiedichte und langen Lebensdauer. Für einige "extreme" Anwendungsfälle (z.B. in sehr heißen oder kalten Regionen) auch Li-LFP (Lithium-Eisen Phosphatbatterie).

5 Electric Road Systems

Electric Road Systems (ERS) umfassen induktive und konduktive sowie Straßen-, Schienen- und Oberleitungs-Energieübertragungstechnologien. ERS kann lokalisiertes Laden im Netz minimieren, den Strombedarf auf einen längeren Zeitraum verteilen, und die Akku-Größe verringern. Eine Herausforderung ist die Vielzahl von Optionen, dadurch kann die nötige kritische Masse nicht erreicht werden, es bräuchte aber eine größere Skalierung. Während sich andere Lösungen entwickeln – niedrigere Kosten und Batterien mit hoher Kapazität – wird die Rolle von ERS weiter geringer.

6 Förderung von Pilotprojekten in der Citylogistik

Städte sind leistungsstarke Ökosysteme für die Einführung von E-LKW, insbesondere auf der letzten Meile. Mehr Praxistests sind erforderlich, um weitere Best Cases zu identifizieren – insbesondere für anspruchsvollere Fahrprofile oder Nischenanwendungen, was die Akzeptanz für E-LKW bei den Anwendern steigern kann. Durch gemeinsames Engagement und zielgerichtetes Handeln aller Beteiligten kann der Übergangsprozess beschleunigt werden. Der begrenzte Platz im Stadtgebiet (z.B. für Ladestationen) ist besonders problematisch. Neue Logistikkonzepte (wie z.B. Routen-Konsolidierung) wären eine Lösungsmöglichkeit.

7 Technologieoffene Orientierungshilfe für den Fernverkehr

Für den Fernverkehr besteht eine Zweiteilung hinsichtlich geeigneter Technologien. Die Herausforderung besteht darin, Geschäftsmodelle und Technologien gleichzeitig zu erneuern – Entweder Geschäftsmodelle für bestehende Technologien werden geändert oder Technologien an bestehende Geschäftsmodelle angepasst. – So sehen wir, dass Technologieanbieter und -anwender im E-LKW-Sektor nach höheren Reichweiten und schnelleren Ladelösungen suchen, was das Problem auf andere Systemakteure verschieben könnte: Zum Beispiel Energieversorger müssen dann auf der Verteilerseite (Stromnetz) reagieren. Allerdings ist die Fähigkeit dieser Systemakteure zu reagieren je nach Markt unterschiedlich (aufgrund regulatorischer, wirtschaftlicher etc. Aspekte).

8 Schaffung eines regulatorischen Rahmens, der die Wettbewerbsfähigkeit von E-LKW sicherstellt

Derzeitige steuerliche Anreize wie (80%) Reduzierung der zusätzlichen Investitionskosten für E-LKW und Ladeinfrastruktur sowie Maut- und Kfz-Steuerbefreiungen wie in Deutschland, Österreich und der Schweiz zeigen wirtschaftliche Vorteile für Kund:innen. Diese Anreize sind unerlässlich, um die TCO-Parität zu erreichen. Aber sie könnten mit Hürden von Seiten der Behörden kommen, die den Transformationsprozess verlangsamen könnten. Darüber hinaus ist die Planbarkeit ausschlaggebend für Investitionsentscheidungen. Die (möglichst langfristige) Mautreduktion ist vor allem im Fernverkehr ein sehr starker Anreiz für E-LKW.

9 Aktualisierung der CO₂-Emissionsnormen

CO₂-Emissionsnormen für leichte und schwere Nutzfahrzeuge (z.B. in der EU-Verordnung) sind starke Maßnahmen, um E-LKW auf den Markt zu bringen. Eine Ergänzung mit Energieeffizienz-Standards könnte eine starke Hebelwirkung für E-LKW haben. Allerdings ist die Verwendung von CO₂-Emissions-Levels ein starker staatlicher Hebel, unternehmensorientierte Unterstützung für die Transformation des Verkehrs sollten ebenfalls umgesetzt werden

10 Integration neuer Technologien in ein Gesamtsystem

Die Elektrifizierung von LKWs erfordert einen ganzheitlichen Systemansatz. Das gesamte Ökosystem, in welchem die neue Technologie eingesetzt werden soll, muss gegebenenfalls entsprechend angepasst werden, soll sie auch erfolgreich sein. Dazu müssen alle Beteiligten, die mit der Nutzfahrzeugbranche interagieren, identifiziert und dafür sensibilisiert werden, kooperative Aktivitäten zu fördern. Zum Beispiel muss die Transformation des Energiemarktes bereits im Vorhinein und schneller erfolgen. Anleger zögern aber, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Kollaborative Ansätze können Barrieren überwinden.

11 Fahrzeugautomatisierung mit E-LKW

Die fortschreitende Fahrerautomatisierung wird sich bei LKWs immer mehr durchsetzen, besonders im Fernverkehr. Der Energieverbrauch des Fahrzeugs könnte durch effizientes Tourenmanagement reduziert, andererseits aber auch durch das zusätzliche Equipment erhöht werden.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at