

PPP als Lösung für die Elektrifizierung des Lkw-Güterverkehrs¹

A. Einführung und Zusammenfassung

- ▶ Die Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs zählt zu den zentralen Herausforderungen der europäischen und globalen Klimapolitik. Schwere Nutzfahrzeuge sind für ungefähr 26 Prozent der Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs verantwortlich, obwohl sie nur 2 Prozent des Fahrzeugbestandes ausmachen.²
- ▶ Derzeit konzentriert sich die Branche stark auf batterieelektrisch betriebene Lkw als vorrangige Lösung zur Emissionsreduktion. Es mehren sich jedoch Stimmen, dass eine flächendeckende Umstellung auf batterieelektrische Antriebe aufgrund struktureller Hindernisse nicht realistisch ist. Stattdessen wird zunehmend vertreten, dass die Elektrifizierung des Lkw-Güterverkehrs über Leitungen kostengünstiger, ressourceneffizienter, ökologisch nachhaltiger und somit eine insgesamt sinnvollere Lösung bietet.
- ▶ Gleichzeitig zeigen sich jedoch signifikante Herausforderungen bei der Umsetzung dieser Technologie. Insbesondere die Vorfinanzierung und Auslastungssicherheit während der Hochlaufphase stellen ein klassisches „Henne-Ei“-Problem dar. Ohne eine garantierte Nutzung ist eine Refinanzierung der Infrastruktur schwierig, während ohne bestehende Infrastruktur kein Ausbau potentieller Nutzer erfolgt.
- ▶ Angesichts dieser Hürden bietet sich eine PPP – Struktur als ideale Lösung an. Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit einer solchen Technologie unterstellt, können öffentliche und private Akteure gemeinsam volkswirtschaftlich sinnvoll agieren. Die Vorteile eines solchen Modells kommen letztlich den Verbrauchern zugute, da eine effiziente und nachhaltige Infrastruktur bereitgestellt wird, die langfristig Kosten senkt und die Umweltbelastung reduziert.

B. Ausgangslage und zentrale Probleme für rein batterieelektrisch betriebene Lkw

Die Elektrifizierung des Straßengüterverkehrs steht derzeit vor mehreren Herausforderungen:

- ▶ *Anschaffungskosten:* Diese betragen bei rein batterieelektrisch betriebenen Lkw mit bis zu 300.000 EUR ungefähr drei Mal so viel wie die eines Diesel-Lkw.
- ▶ *Fragmentierung:* Der Lkw-Güterverkehr ist derzeit stark fragmentiert: Rund 80–90 Prozent der Transporte werden weltweit von kleinen Spediteuren mit meist nur fünf bis sechs Fahrzeugen durchgeführt. Diese Unternehmen operieren mit geringen Margen, was Investitionen in alternative Antriebstechnologien erheblich erschwert.
- ▶ *Ladezeiten:* Laden während der Fahrt am Rand der Strecke führt zu einer Betriebskostensteigerung von bis zu 20 Prozent. Eine Möglichkeit bietet die Elektrifizierung der Warenlager, so dass Lkw beim Be- und Entladen geladen werden könnten. Die notwendige Ladeinfrastruktur führt jedoch zu einem Problem hinsichtlich der Netzanschlüsse:

¹ Zum Thema: Podcast Redefining Energy; Episode 174; Live from Cambridge – Laurent and Gerard with Pr. David Cebon on Electrifying trucks

² Siehe Umweltbundesamt, [UBA-Bausteine für einen klimagerechten Verkehr](#), 11.03.25, S. 9.

- ▶ *Netzanschlüsse*: Ein typisches Lager mit 25 Ladebuchten kann bei Schnellladeleistungen (500 kW je Fahrzeug) einen Bedarf von bis zu 10 MW erzeugen – vergleichbar mit dem Strombedarf einer Kleinstadt.³
- ▶ *Gewicht der Batterien*: Für schwerere Transporte gehen bis zu 30 Prozent der Nutzlast verloren, was zu einer Erhöhung der Anzahl benötigter Fahrzeuge und Kosten führt.⁴

C. Elektrifizierung durch Leitungstechnologie als Lösung?

Die Elektrifizierung zentraler Verkehrsachsen durch Oberleitungssysteme (oder ggf. andere Technologien wie ein Bodenleitsystem) wird vermehrt als die bessere Alternative im Zusammenhang mit der Elektrifizierung des Lkw-Güterverkehrs angesehen. Ein solches Vorgehen adressiert mehrere Kernprobleme zugleich:

- ▶ *Reduktion des Batteriegewichts*: Statt 600 kWh sind nur etwa 250 kWh nötig.
- ▶ *Ladeinfrastruktur*: Es entfällt die Notwendigkeit, Netzanschlüsse in Tausenden dezentralen Warenlagerstandorten zu errichten. Stattdessen wird eine sehr viel geringere Anzahl an großen Netzanbindungspunkten entlang der Autobahnen benötigt.
- ▶ *Reduktion der Ladezeiten*: Das Laden erfolgt parallel zur Warenbeförderung, ohne zusätzliche Zeitkosten.
- ▶ *Senkung der Investitionskosten für Spediteure*: Die Kostenlast der Dekarbonisierung verlagert sich weg von den (wiederkehrenden) Anschaffungskosten für LKW durch Spediteure hin zu einmaligen Infrastrukturinvestitionen.

Eine Nachrüstung der Lkw ist vergleichsweise kostengünstig möglich (etwa 10.000 EUR je Lkw). Systeme wie das von Siemens Mobility erprobte eHighway-Modell (Deutschland) oder alternativ das in Schweden getestete ElonRoad-System (Bodenleitung) (näher dazu unter **F.**) zeigen bereits in der Praxis, dass die erforderlichen Technologien grundsätzlich verfügbar sind und von europäischen Anbietern gestellt werden.

D. Herausforderungen eines Geschäftsmodells – Erfordernis staatlichen Handelns

Im Rahmen der Testprojekte wurde aber auch deutlich, dass der flächendeckende Ausbau einer Oberleitungsinfrastruktur auf dem deutschen Autobahnnetz eine Herausforderung darstellen würde. Der Bau ist technisch möglich, jedoch aufwendig und insbesondere mit hohen Anschubinvestitionen verbunden. Auch wäre eine europäische Koordinierung eines Ausbaus sinnvoll, um eine flächendeckende Nutzung über nationale Grenzen hinweg zu gewährleisten. Zudem zeigen sich Lkw-Hersteller zurückhaltend. Viele Hersteller fokussieren sich derzeit auf rein batterieelektrisch betriebene Lkw und stationäres Laden.⁵

Eine Weiterführung bestehender Projekte oder ein großflächiger Ausbau hängt daher entscheidend von den politischen Rahmenbedingungen ab. Deutschland wird international als Schlüsselland gesehen.⁶ Viele Akteure warten auf eine klare Entscheidung der Bundesregierung. Im aktuellen Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD finden Oberleitungs-Lkw keine Erwähnung. Angesichts

³ Vgl. AK Technik der Feldversuche und Forschungsprojekte, [Aktuelle technische Erkenntnisse zum eHighway-System aus Feldversuch und Begleitforschung](#), 02.2022, S. 4.

⁴ AK Technik der Feldversuche und Forschungsprojekte, [Aktuelle technische Erkenntnisse zum eHighway-System aus Feldversuch und Begleitforschung](#), 02.2022, S. 4.

⁵ Siehe dazu DW, Klaus Deuse, [Elektro-Lkw kommen nicht ins Rollen](#), 09.04.24.

⁶ Öko-Institut, ifeu, Fraunhofer ISI (Hrsg.), BOLD-Final Report, 27.09.23, S. 44 ff., Download des Abschlussberichts auf der [Website](#) des Fraunhofer ISI möglich.

der strukturellen Herausforderungen fordern wissenschaftliche Begleitstudien ein klares politisches Signal, um Planungssicherheit zu schaffen.

E. Finanzierung durch PPP

Ein flächendeckender Ausbau einer Leitungsinfrastruktur für den Lkw-Güterverkehr ist mit erheblichen Anschubinvestitionen verbunden – sowohl was die bauliche Umsetzung entlang des Autobahnnetzes betrifft, als auch im Hinblick auf Netzanschlüsse, Wartung und Betrieb. Ein solches Infrastrukturvorhaben kann nur durch eine staatlich initiierte Leitinitiative mit öffentlicher Anschubfinanzierung angestoßen werden.

Zentrale Herausforderung eines wirtschaftlichen Geschäftsmodells ist die Überbrückung des Hochlaufs, da eine Umrüstung der Lkw erst nach einem weitgehenden Ausbau der Infrastruktur erfolgen wird, so dass die für eine Finanzierung erforderlichen Einnahmen durch Nutzer sowohl während der Bauphase als auch während der anfänglichen Betriebsphase ausbleiben. Insbesondere das zunächst bestehende Technologierisiko dürfte Investoren von einer allein privatwirtschaftlichen Umsetzung abhalten.

Eine rein öffentliche Finanzierung (klassisches Haushaltsmodell) scheint ebenfalls auszuschneiden. Durch ein solches Vorgehen würde die öffentliche Hand mit hohen Vorlaufkosten belastet, die angesichts der multiplen Infrastrukturbedarfe politisch nicht umsetzbar wären.

Als Lösung bietet sich eine ÖPP-Struktur an. Diese bietet die Möglichkeit, Investitionen und Risiken zwischen öffentlichen und privaten Akteuren aufzuteilen. In einer solchen Gestaltung stellt die öffentliche Hand privaten Investoren einerseits eine Anschubfinanzierung zur Verfügung und garantiert zudem, zumindest in einer Anfangsphase eine Mindestabnahme oder eine festgeschriebene Vergütung – etwa auf der Basis von der Verfügbarkeit der Infrastruktur. Dadurch können wirtschaftliche Risiken abgesichert werden. Weiterhin werden langwierige Entscheidungen auf politischer und Verwaltungsebene zumindest teilweise durch solche der Privatwirtschaft ersetzt und die erforderlichen öffentlichen Mittel planbar gestreckt. Der erwartbare Hochlauf der Nutzung könnte dazu führen, dass die Umsetzung für die öffentliche Hand im Ergebnis ein Nullsummenspiel würde.

Die tatsächliche Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit einer solchen Lösung unterstellt, können durch eine ÖPP-Struktur öffentliche und private Akteure gemeinsam eine volkswirtschaftlich sinnvolle Technologie etablieren, deren Vorteile letztlich den Verbrauchern zugutekommen. Diese umfassen die Bereitstellung einer effizienten und nachhaltigen Infrastruktur, die langfristig die Kosten des Güterverkehrs und damit die Preise senkt und gleichzeitig einen Baustein auf dem Weg zur Dekarbonisierung bildet.

F. Annex: Erfahrungen mit Leitungstechnologien in Europa

I. Feldversuche in Deutschland

In Deutschland wurden in den vergangenen Jahren drei Pilotprojekte mit einer Technologie von Siemens Mobility in Hessen, Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg im Rahmen staatlich geförderter Forschungsinitiativen realisiert. Die Versuche sind mittlerweile abgeschlossen und stehen vor dem Rückbau, da die Förderung ausgelaufen ist und keine neuen Fördermittel bereitstehen.

- ▶ Hessen – ELISA (A5 Frankfurt am Main–Darmstadt)⁷:

⁷ Projektwebsite: <https://www.autobahn.de/planen-bauen/projekt/e-highway>

Der erste eHighway-Abschnitt in Deutschland wurde 2019 auf der A5 in Betrieb genommen. Die insgesamt 17 km lange Teststrecke diente der Erprobung von Oberleitungs-Lkw im realen Autobahnbetrieb. Der Probetrieb endete planmäßig Ende 2024. Eine abschließende Auswertung der gesammelten Daten ist für Juni 2025 vorgesehen.

- ▶ Schleswig-Holstein – eHighway.SH/FESH (A1 Reinfeld–Lübeck)⁸:

Ebenfalls seit 2019 lief auf einem fünf Kilometer langen Autobahnabschnitt ein weiterer Feldversuch. Der Förderzeitraum endete zum 31. Dezember 2024. Die Teststrecke soll abgebaut werden.

- ▶ Baden-Württemberg – eWayBW (B462 bei Rastatt)⁹:

Diese Strecke wurde 2021 eröffnet und diente dem Einsatz von Oberleitungs-Lkw im 24/7-Shuttlebetrieb in der Werkslogistik zweier Papierhersteller. Dabei fand ein direkter Vergleich zwischen Oberleitungstechnik, batterieelektrischen Lkw und dem Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe unter identischen Bedingungen statt. Aktuell findet der Rückbau der Infrastruktur statt.

II. Ergebnisse und Erkenntnisse

Die bisherigen Feldversuche wurden von den beteiligten Akteuren überwiegend positiv bewertet.¹⁰ Nach den Aussagen der wissenschaftlichen Begleitstudien erwies sich die Oberleitungsinfrastruktur als technisch machbar, einsatzbereit und zuverlässig im alltäglichen Betrieb. Auch die Integration in bestehende logistische Prozesse soll funktioniert haben.

III. Projekte in anderen europäischen Ländern

- ▶ Schweden

In Schweden wurde in der Stadt Lund von 2019 bis 2024 ein Testbetrieb mit der Technologie von Elonroad durchgeführt. Die einen Kilometer lange Strecke nutzte ein leitfähiges Schienensystem, bei dem der Strom über eine am Boden verlegte Schiene an die Fahrzeuge übertragen wurde. Ab 2023 verlagerte sich der Fokus von einer aufgeklebten Oberflächenschiene zu einer im Straßenbelag integrierten Variante, um höhere Fahrgeschwindigkeiten zu ermöglichen. Nach fünfjährigem Testbetrieb wird die Teststrecke nun zurückgebaut.

- ▶ Frankreich

In Frankreich führt Vinci auf einer zwei Kilometer langen Strecke der Autobahn A10 südwestlich von Paris zwischen 2023 und 2027 ein umfassendes Testprogramm mit zwei unterschiedlichen kabellosen Systemen durch. Neben dem leitfähigen Schienensystem von Elonroad, wird zudem das System des israelischen Unternehmens Electreon getestet, welches über induktives Laden funktioniert.

- ▶ Italien

Auch in Italien läuft derzeit ein Pilotprojekt zur induktiven Ladung während der Fahrt. Im Rahmen des Forschungsprojekts Arena del Futuro wurde eine rund einen Kilometer lange Teststrecke mit kabelloser Ladeinfrastruktur eingerichtet, welche aber nicht in den normalen Verkehr integriert ist.

⁸ Projektwebsite: <https://ehighway-sh.de/>

⁹ Projektwebsite: <https://ewaybw.de/de/ewaybw/>

¹⁰ Vgl. Öko-Institut, ifeu, Fraunhofer ISI (Hrsg.), BOLD-Final Report, 27.09.23, Download des Abschlussberichts auf der Website des Fraunhofer ISI möglich; AK Technik der Feldversuche und Forschungsprojekte, *Aktuelle technische Erkenntnisse zum eHighway-System aus Feldversuch und Begleitforschung*, 02.2022.

Hier wird die Technologie insbesondere im Zusammenspiel mit elektrischen Bussen erprobt, unter anderem mit Beteiligung des italienischen Nutzfahrzeugherstellers IVECO.