



Begleitforschung
Oberleitungs-Lkw
in Deutschland

Infrastruktur für Elektro-Lkw im Fernverkehr

Hochleistungsschnelllader und Oberleitung im Vergleich

Im Straßengüterverkehr besteht erheblicher Handlungsbedarf zur Einführung alternativer Antriebe.

Der Verkehrssektor steht in Bezug auf die Erreichung der Klimaziele unter besonderem Druck. Der Straßengüterverkehr ist mit mehr als einem Drittel der nationalen Treibhausgasemissionen im Verkehr der zweitgrößte Emittent im Verkehrssektor – und angesichts eines kontinuierlich zunehmenden Güterverkehrs ist die Tendenz eher steigend. Schwere Lkw, also Last- und Sattelzüge, spielen dabei eine besonders wichtige Rolle. Angesichts beschränkter Verlagerungspotenziale auf Schiene und Schiff sind dringend Alternativen erforderlich, die einen baldigen Wandel zu einem klimaneutralen Güterverkehr auf der Straße ermöglichen.

Alle elektrischen Antriebsoptionen für Lkw im Fernverkehr erfordern den Aufbau einer Energieversorgungsinfrastruktur.

Derzeit wird die Serienproduktion von Batterie-Lkw von vielen Herstellern geplant und erste Fahrzeugmodelle eingeführt. Elektro-Lkw

werden nach aktuellen Prognosen eine erhebliche Marktdurchdringung in kurzer Zeit erfahren und benötigen neben dem regelmäßigen Laden im Depot zusätzliche Infrastruktur zum Nachladen für ihren Einsatz im Fernverkehr. Derzeit werden Hochleistungsladen und Oberleitung als Infrastrukturen für Elektro-Lkw im Fernverkehr diskutiert und getestet. Der existierende Combined Charging System (CCS) Standard erlaubt Ladeleistungen von bis 350 Kilowatt, womit etwa 300 Kilometer Reichweite in 60 Minuten nachgeladen werden könnten. Ein Ladestandard mit höherer Ladeleistung von bis zu einem Megawatt, das sogenannte Megawatt Charging System (MCS) ist derzeit in Planung und könnte ab 2025 bis zu 400 Kilometern Reichweite innerhalb der gesetzlichen Pausenzeit von 45 Minuten Nachladen ermöglichen. Parallel dazu werden derzeit Oberleitungs-Lkw auf mehreren öffentlichen Straßen in Deutschland und Europa erprobt, die elektrisches Fahren und perspektivisch auch das Nachladen der Batterie während der Fahrt ermöglichen.

Projektpartner



Infrastruktur

Schnellladen

Stärken

Einfache Insellösungen und gradueller Aufbau mit großem Abstand und wenig Punkten pro Standort möglich.

Gradueller Ausbau möglich (Basisnetz kann an Orten hoher Nachfrage verstärkt werden).

Schwächen

Batterien für nennenswerte Reichweite erhöhen Leergewicht und damit Energiebedarf bzw. verringern die Nutzlast.

Laden mit hoher Leistung erhöht den Batteriever-schleiß und geht mit Energieverlusten einher.

Laden im Fernverkehr nur während der gesetzlichen Pausenzeiten möglich oder teure zusätzliche Fahrer-pausen notwendig.

Oberleitung

Hohe Kapazität, das heißt viele Fahrzeuge können gleichzeitig geladen werden.

Kaum zusätzlicher Platzbedarf für Infrastruktur auf den Verkehrsflächen.

Etablierte Technologie aus Bahnbereich, überschaubare Anpassungen für die Straße notwendig.

Gewisse zeitliche Flexibilität beim Lastprofil, abhängig von der Auslegung der Fahrzeuge.

Erhebliche Netzwerkeffekte zu erwarten, Kostenbilanz des Systems daher erst bei gewissem Mindestausbau positiv.

Höhere Einstiegshürden, da nennenswerte Strecke für wirtschaftlichen Lkw-Betrieb elektrifiziert werden muss (zum Beispiel längere Pendelstrecke mit großen Verkehrsströmen).

Vor- und Nachlauf der Lkw mit zusätzlichem Speicher (zum Beispiel Batterie) oder Antrieb, dadurch technisch komplexer.

Technische Reife der Fahrzeuge geringer als bei Batterie-Lkw.

Platzbedarf durch Pantographen verlängert Zugmaschine.

Tabelle: Übersicht Stärken und Schwächen von Schnellladen und Oberleitung

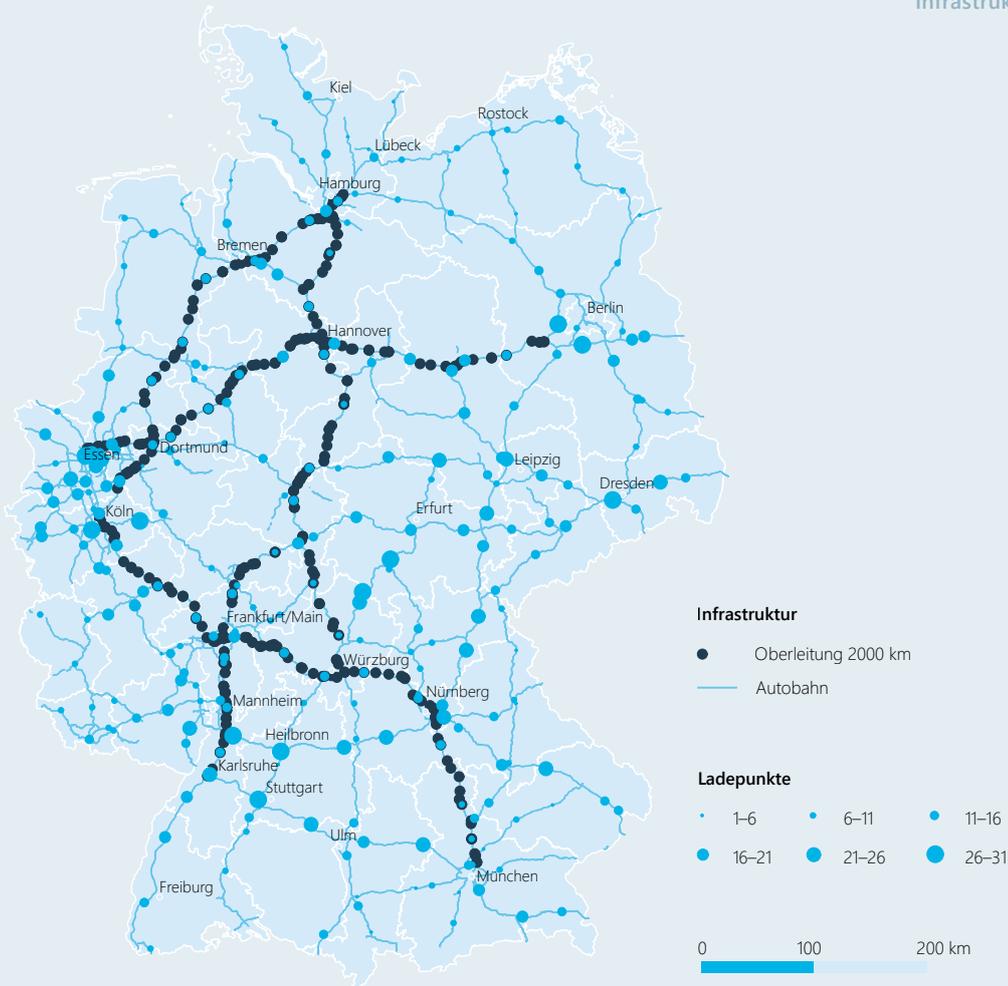
Beide Infrastrukturen für Elektro-Lkw im Fernverkehr haben Vor- und Nachteile.

Vor allem in einer Anfangsphase bei wenigen elektrischen Lkw ist der dezentrale Aufbau von Schnellladestationen im Vergleich zu Oberleitungskorridoren flexibler möglich und mit geringeren Hürden verbunden. Zudem liegen bei Batterie-Lkw mit stationärer Ladung bereits konkrete Serienankündigungen der Hersteller auch für den Fernverkehr vor. Bei einem hohen Anteil von Batterie-Lkw, die auf Hochleistungszwischenladen angewiesen sind, ist jedoch mit erheblichen Herausforderungen vor allem hinsichtlich der betrieblichen Flexibilität (Ladezeiträume), des Platzbedarfs für entsprechende Ladeparks sowie der Belastung des Stromnetzes zu rechnen. Oberleitungsinfrastruktur kann damit auf stark befahrenen Strecken die Skalierbarkeit von Batterieantrieben im Fernverkehr verbessern.

Beide Infrastrukturen können sich positiv ergänzen und gemeinsam ein leistungsfähiges und skalierbares System zur Stromversorgung schwerer Lkw bilden.

Eine gewisse Grundausstattung mit Schnellladestationen entlang des Fernstraßennetzes erscheint aufgrund der anstehenden Markteinführung batterieelektrischer Lkw aus heutiger Sicht in jedem Fall sinnvoll, und damit auch ein zügiger Aufbau einer solchen Infrastruktur in der Einführungsphase elektrischer Lkw. Mittelfristig bietet bereits die Teilelektrifizierung von Autobahnen mit Oberleitungen die Möglichkeit, batterieelektrische Lkw während der Fahrt zu laden und den Ausbau von Schnellladestandorten zu reduzieren, insbesondere aufgrund der teilweise geringen Platzverfügbarkeit für Lkw an Raststätten und um auch außerhalb der gesetzlichen Pausenzeiten zu laden. Oberleitungsinfrastruktur kann zudem auf stark befahrenen Strecken helfen, die Skalierbarkeit von Batterieantrieben im Fernverkehr zu verbessern, indem die benötigte Anzahl und Größe von Schnellladestationen sowie betriebliche Restriktionen (Ladezeiten) reduziert werden.





Oberleitungen und Hochleistungsschnellladen können zusammengedacht werden und die Vorteile beider Systeme genutzt werden.

In den nächsten Jahren werden voraussichtlich beide Infrastrukturen für den Fernverkehr in kleiner Menge ausgebaut werden. In der Markteinführungsphase von Elektro-Lkw wird es in der Breite einfacher und kostengünstiger sein, MCS zu errichten. Auf Strecken mit einem hohen Anteil von Pendelverkehren können aber auch in dieser Phase einzelne Oberleitungsstrecken gegenüber stationären Ladesystemen attraktiv sein. Hierbei können für eine ausreichende betriebliche Flexibilität zunächst Oberleitungs-Hybridfahrzeuge zum Einsatz kommen, wie derzeit in den Feldversuchen erprobt werden. Die Erprobungsphase beider Technologien bis 2025 erscheint sinnvoll. Bereits in dieser Phase könnten Synergien auf Seiten der Fahrzeuge oder des Infrastrukturausbaus (wie beispielsweise ein gemeinsamer Anschluss an das Stromnetz) genutzt werden.

Ab 2025 bis 2030 könnten MCS und Oberleitungen in größerem Maßstab parallel errichtet werden. Oberleitungen könnten dann

zunehmend auch als Ladeinfrastruktur für rein elektrische Lkw verwendet werden, wenn diese mit einem Stromabnehmer ausgestattet werden. In diesem Zusammenhang sollte auch die Möglichkeit einer Nachrüstung von Batterie-Lkw mit Stromabnehmern geprüft werden. Für den Bau der Oberleitung heißt dies, dass ab 2030 recht schnell eine nennenswerte Auslastung der Oberleitungsinfrastruktur erfolgen würde. Wenn Elektro-Lkw in der zweiten Hälfte der 2030er Jahre dann im Bestand von Lkw im Fernverkehr eine zentrale Rolle einnehmen und ein Basisnetz von MCS in Europa vorhanden wäre, könnte der Ausbau von Oberleitungen in die Breite gehen und sukzessiv das wichtigste Drittel des Europäischen Autobahnnetzes oder ungefähr etwa 25.000 km entlang der TEN-T-Korridore abdecken. Mit dieser gemischten Infrastruktur wären auch gering ausgelastete Strecken durch MCS für Elektro-Lkw abgedeckt und auf den zentralen Achsen könnte unabhängig von Pausenzeiten dynamisch während der Fahrt geladen, der Bedarf an Stellplätzen für MCS begrenzt und gleichzeitig die Belastung des Mittelspannungsnetzes über längere Strecken verteilt werden.

Abbildung: Mögliches gemeinsames Schnelllade- und Oberleitungsnetz

» Ab 2030 könnte recht schnell eine nennenswerte Auslastung der Oberleitungsinfrastruktur erfolgen

»
Eine proaktive Kommunikation und Partizipation ist jedoch für die breite Akzeptanz beider Technologien wichtig

Der gemeinsame Ausbau der Infrastrukturen kann sich auch positiv auf die soziale Akzeptanz auswirken, insbesondere auf der Marktseite, denn mehr Anbieter würden beide Technologien verfolgen, aber auch soziopolitisch und in der Akzeptanz vor Ort, denn je nach Ort könnte die Technologie mit lokal besserer Umsetzbarkeit errichtet werden. Davon profitiert vor allem die Oberleitungstechnologie. Eine proaktive Kommunikation und Partizipation ist jedoch für die breite Akzeptanz beider Technologien wichtig. Sowohl der Ausbau eines Netzes von Hochleistungsladepunkten als auch von Oberleitungen erfordern zudem Europäische Koordination und eine technische Normung und Standardisierung.

Die Möglichkeit einer stationären Ladung über den Stromabnehmer könnte betriebliche Anreize setzen, Lkw mit Stromabnehmern auszustatten und somit beide Infrastrukturen zu nutzen.

Die stationäre Ladung von Lkw über ihren Stromabnehmer hat grundsätzlich das Potenzial, Abläufe beim Lkw-Betrieb zu vereinfachen (kein Kabelstecken erforderlich), die Sicherheit zu erhöhen (keine Stolperfallen, geringe Manipulationsgefahr) und den Flächenbedarf für die Ladeinfrastruktur zu reduzieren (keine Ladesäule bei engen Platzverhältnissen). Sie könnte somit für die Nutzer Anreize setzen, Lkw mit Stromabnehmern einzusetzen und somit die potenzielle Nutzerbasis für eine Oberleitungsinfrastruktur verbreitern. Für Oberleitungs-Lkw wurden Stromabnehmer bereits für die besonderen Anforderungen von Lkw entwickelt und erprobt. Es sollte intensiv geprüft werden, wie Stromabnehmer und entsprechende Ladesysteme auszulegen sind, um auch eine stationäre Stromübertragung mit möglichst hoher Leistung zu ermöglichen.

»

[Download des Diskussionspapiers](#)

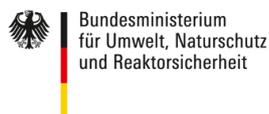
P. Plötz, F. Hacker, J. Jöhrens, D. Speth, T. Gnann, A. Scherrer, U. Burghard (2021): Infrastruktur für Elektro-Lkw im Fernverkehr: Hochleistungsschnell-lader und Oberleitung im Vergleich – ein Diskussionspapier. Karlsruhe, Berlin, Heidelberg: Fraunhofer ISI, Öko-Institut, ifeu

Kontakt

Priv.-Doz. Dr. Patrick Plötz
CC Energietechnologien und
Energiesysteme
patrick.ploetz@
isi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
System- und Innovationsfor-
schung ISI
Breslauer Str. 48
76139 Karlsruhe
www.isi.fraunhofer.de/bold

.....
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages