



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



**Fachworkshop im
Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie
der Bundesregierung (MKS)**

**Hybrid-Oberleitungs-Lkw: Potenziale zur Elektrifizierung
des schweren Güterverkehrs**

**Fokus:
Dimensionierung der Oberleitung sowie
der Fahrzeugbatterie und -technik**

am 1. März 2016

Berlin, 12. April 2016

Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie für Deutschland (MKS)

Im Rahmen der Energiewende steht auch der Verkehrssektor vor der Aufgabe, seine Energiebasis zu verändern und Treibhausgasemissionen einzusparen. Heute hat der Verkehrssektor einen Anteil von rund 30 Prozent am Endenergieverbrauch und ist für etwa 18 Prozent der CO₂-Emissionen in Deutschland verantwortlich. Zudem ist der Verkehr noch immer zu 95 Prozent von fossilen Energieträgern abhängig. In ihrem Energiekonzept hat sich die Bundesregierung deshalb das ambitionierte Ziel gesetzt, 40 Prozent des Endenergieverbrauchs im Verkehr bis 2050 gegenüber 2005 einzusparen.

Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie (MKS) ist der konkrete Beitrag zur Gestaltung der Energiewende im Verkehrssektor und damit zur Erreichung der übergeordneten umwelt- und energiepolitischen Ziele der Bundesregierung (Klimaschutz, Sicherung der Energieversorgung und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit). Sie bietet eine verkehrsträgerübergreifende Informations- und Orientierungsgrundlage über Technologien sowie die verschiedenen Energie- und Kraftstoffoptionen. Damit bildet sie den Ausgangspunkt, die Wissensbasis über Energie- und Technologiefragen zu verbreitern und die Ziele im Verkehrssektor zu priorisieren.

Da sich die Rahmenbedingungen (insbesondere aufgrund neuer Technologien und die Erkenntnisse zur Verfügbarkeit von Rohstoffen) in den Bereichen Verkehr und Energie ständig verändern und auch die Akteurskonstellationen einem stetigen Wandel unterliegen, hat die Bundesregierung beschlossen, die MKS kontinuierlich fortzuschreiben und konkrete Maßnahmen (z.B. Pilotprojekte und Markthochlaufprogramme) zu geeigneten Themen voranzutreiben. Für die Weiterentwicklung der Strategie werden zu den zentralen Themen wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt. Damit in diesen Untersuchungen auch die Perspektiven der Praktiker mit einbezogen und relevante Entwicklungen frühzeitig berücksichtigen werden können, finden zu geeigneten Zeitpunkten Fachworkshops mit den zentralen Fachakteuren statt.

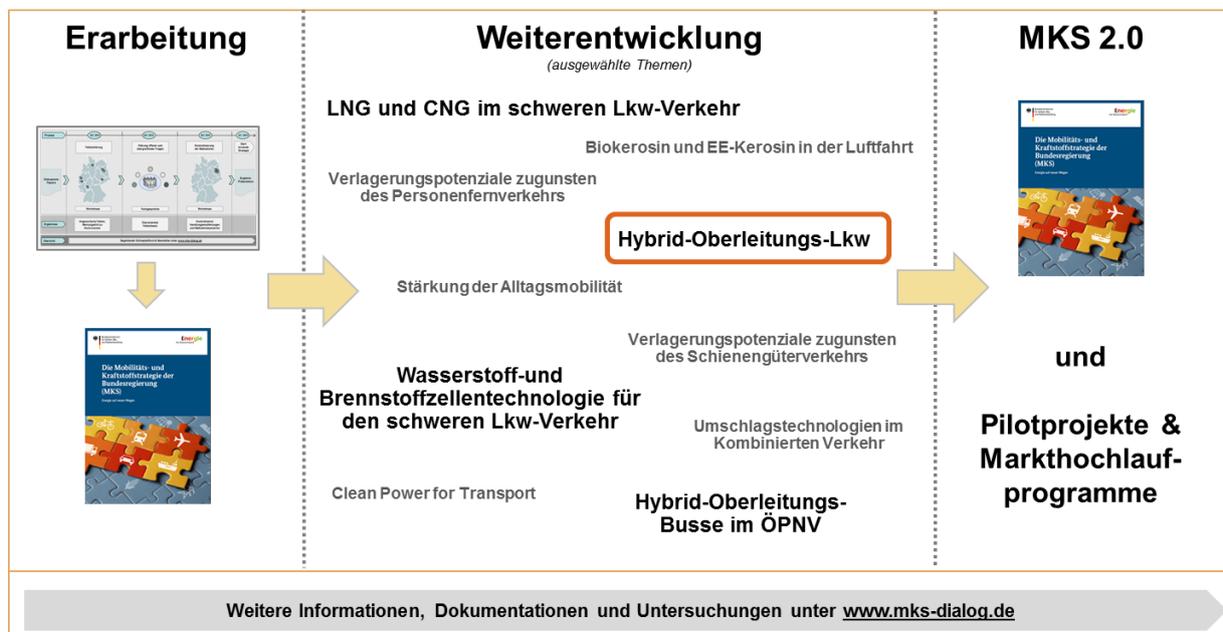


Abbildung: Der Prozess zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung

Der Fachworkshop am 01. März 2016

Der Fachworkshop am 1. März 2016 war Teil einer Veranstaltungsreihe zum Thema „**Hybrid-Oberleitungs-Lkw: Potenziale zur Elektrifizierung des schweren Güterverkehrs**“ und fokussierte insbesondere die Dimensionierung der Oberleitung sowie der Fahrzeugbatterie und -technik. Dabei standen neben den technischen Möglichkeiten und den Kosten auch Fragen zu alternativen Ladeinfrastrukturen sowie Vergleiche zum Benchmark Diesel im Mittelpunkt.

Der Fachworkshop diente insbesondere dazu, die Annahmen der wissenschaftlichen Begleitung – bestehend aus Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) und PTV Group – vorzustellen und um das Wissen und die Perspektiven der zentralen Fachakteure zu ergänzen. Damit soll die Untersuchung auf genaueren Daten basieren und die Ergebnisse eine hohe Praxisrelevanz erlangen.

An dem Fachworkshop nahmen neben den verschiedenen Bundesressorts und der wissenschaftlichen Begleitung insbesondere Lkw-Hersteller, Batterie-Hersteller und -experten, Logistiker und Technologieanbieter sowie weitere Forschungsinstitute und Hochschulen teil.

Die Vorträge des Fachworkshops können in einem PDF-Dokument [hier](#) heruntergeladen werden.

Ablauf des Fachworkshops

Uhrzeit	Programmpunkt
11.00 Uhr	Begrüßung <ul style="list-style-type: none"> • Dr. Joachim Hugo, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
11.05 Uhr	Einführung in die Veranstaltung <ul style="list-style-type: none"> • Christian Klasen, IFOK GmbH
11.10 Uhr	Einstieg und Übersicht über die aktuelle Untersuchung <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Martin Wietschel, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)
11.30 Uhr	Schwerpunkt I – Oberleitungs- und alternative Ladeinfrastrukturen <ul style="list-style-type: none"> • Werner Balz, PTV Planung Transport Verkehr AG <ul style="list-style-type: none"> ○ Teil I – Oberleitungs-Infrastruktur & Teil II: Alternative Ladeinfrastruktur • Diskussion
13.15 Uhr	Mittagspause
14.00 Uhr	Schwerpunkt II – Fahrzeugbatterie und -technik im Hybrid-Oberleitungs-Lkw und Entwicklungen bei konventionellen Lkw-Antrieben <ul style="list-style-type: none"> • André Kühn, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) <ul style="list-style-type: none"> ○ Teil I – Allgemeiner Teil & Teil II – Benchmark Diesel • Dr. Sebastian Stütz, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML) <ul style="list-style-type: none"> ○ Teil III – Batterie des Hybrid-Oberleitungs-Lkw • Diskussion
15.30 Uhr	Fahr- und Ladezyklen des HO-Lkw <ul style="list-style-type: none"> • Helmut Frik, PTV Transport Consult GmbH • Diskussion
15.55 Uhr	Ausblick und Verabschiedung <ul style="list-style-type: none"> • Dr. Joachim Hugo, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
16.00 Uhr	Gemeinsamer Ausklang der Veranstaltung

Moderation: Christian Klasen, IFOK GmbH

Einstieg und Übersicht über die aktuelle Untersuchung

Prof. Dr. Martin Wietschel, Fraunhofer ISI

- Die aktuelle Untersuchung zum Hybrid-Oberleitungs-Lkw (HO-Lkw) läuft erst seit einigen Wochen. Dementsprechend sollen im Rahmen des Fachworkshops Annahmen und technische Aspekte abgeglichen und diskutiert werden. Die Ergebnisse werden für Herbst 2016 erwartet.
- Zum Hintergrund: Im Bereich des Straßengüterverkehrs sind insbesondere schwere Lkw für den Endenergieverbrauch und die Treibhausgas-Emissionen (ThG) verantwortlich. Eine reine batterieelektrische Elektrifizierung scheint aufgrund des hohen Transportgewichts und der notwendigen Reichweiten perspektivisch nicht realisierbar. Die Hybrid-Oberleitungs-Technologie – also die Nutzung einer Oberleitung als Fahrdrabt und Ladeinfrastruktur für eine Batterie für Abschnitte ohne Oberleitungen – kann daher einen wichtigen Hebel darstellen, die aus dem Straßengüterverkehr resultierenden ThG-Emissionen zu reduzieren.
- Derzeit gibt es nur wenige Studien zum HO-Lkw, die zum Teil stark voneinander abweichen. Ziel der aktuellen Untersuchung ist es daher, bestehende Ergebnisse zu prüfen und ggfs. alternative Konzepte zu entwickeln. Auf dieser Basis sollen dann unter anderem Analysen für den Markthochlauf entwickelt werden, welche aufzeigen, welche Strecken prioritär zu elektrifizieren wären und dabei auch die Nutzerperspektive mit einschließen. Zudem werden Kosten sowie Einsparpotenziale bei ThG-Emissionen und Endenergie berechnet.
- Der Benchmark ist der Diesel-Lkw. Als weitere alternative Technologien werden der Brennstoffzellen-Lkw, CNG/LNG-Lkws und Batterie-Lkws als Alternativtechnologien betrachtet.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Der Leitfaden für Großprojekte des BMVI wird bei der aktuellen Untersuchung nicht berücksichtigt, da der Schwerpunkt auf den technischen Vor- und Nachteilen des HO-Lkw sowie auf den Kosten und Emissionsminderungspotenzialen liegt. Planerische Aspekte wie Genehmigungsverfahren und Bauzeiten sind hingegen kein Bestandteil der Untersuchung.
- Einige Teilnehmende sprachen sich für eine intensive Berücksichtigung der Power-to-Liquid-Technologie (P-t-L) aus, welche sich durch eine höhere Flexibilität gegenüber dem HO-Lkw auszeichne. Dem gegenüber seien jedoch auch die höheren Energieverluste zu berücksichtigen. Zudem wurde angemerkt, dass Methan (CNG/LNG) eine kostengünstige Alternative darstellt, um Diesel im schweren Lkw-Verkehr zu substituieren. Dem stehe jedoch gegenüber, dass die Energie- und Klimaschutzziele mit Erdgas nicht zu erreichen seien; bei Power-to-Gas seien ebenso wie bei P-t-L hohe Energieverluste zu berücksichtigen.
- Im Rahmen der Untersuchung werden bislang keine Abrechnungssysteme für den Strom betrachtet. Sie spielen jedoch eine große Rolle bei der Finanzierung, weswegen die weitere Einbindung geprüft werden soll.

Schwerpunkt I: Oberleitungsinfrastruktur

Werner Balz, PTV Planung Transport Verkehr AG

Teil I: Oberleitungsinfrastruktur des HO-Lkws

- Bezüglich der relevanten Normen und zu berücksichtigenden Richtlinien orientiert sich die Untersuchung insbesondere an Straßenbahnen und HO-Bussen. Bei der Bahn wird hingegen ein anderes Stromnetz genutzt.

- Die Infrastruktur besteht aus mehreren Komponenten, die exakt aufeinander abgestimmt werden müssen: Energie-Einspeisepunkte, Umspannstationen, Zuleitungen zur Autobahn, Masten sowie Oberleitungen (Vergleiche Folie 21 der Präsentation).
- Um die Stromstärken und den maximalen Energiebedarf (bspw. wenn sich eine große Anzahl von Lkw im Ladebetrieb oder an Steigungen befindet) zu reduzieren, wird empfohlen, die Spannung möglichst hoch anzusetzen (1-1,5 kV Gleichspannung). Weitere Maßnahmen, um einen temporär sehr hohen Energiebedarf zu vermeiden, wären Batteriespeicher an den Umspannstationen sowie ein Kommunikationssystem zwischen den Lkw und der Station.
- Bei baulichen Besonderheiten wie Brücken oder Tunneln kann dank Hybrid-Technologie auf den Aufbau der Infrastruktur verzichtet werden.
- Die Kostenschätzungen für die einzelnen Komponenten wurden je nach Aufwand für die Zuleitung des Stroms zur Autobahn als „Best Case“ und „Worst Case“ betrachtet. Den großen Kostenfaktor stellen jedoch jeweils die Umspannstationen dar. Sie sind auch der Grund, warum die Kosten pro Kilometer im Vergleich zu den Berechnungen von ENUBA (Elektromobilität bei schweren Nutzfahrzeugen zur Umweltentlastung von Ballungsräumen) deutlich höher liegen. Denn aufgrund der geringeren Ausstattung an Kilometern als bei ENUBA und der dafür benötigten höheren Spannung für die Aufladung haben die Umspannstationen einen deutlich höheren Leistungsbedarf.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Die angegebenen Kosten sind Durchschnittswerte, die je nach Streckenabschnitt zu konkretisieren sind. So werden für unterschiedliche Strecken auch unterschiedliche Systemauslegungen zu treffen sein.
- Die höhere Spannung von 1-1,5 KV (anstelle von 800 V) kann bei den Fahrzeugen neue Komponenten erfordern, die aufgrund des zu Beginn kleinen Markts recht teuer wären.
- Die Auslegung der Batterie ist nicht nur in Abhängigkeit von der Oberleitungsinfrastruktur zu betrachten, sondern auch unter der Frage welchen Vor- und Nachlauf die Kunden brauchen.
- Die tatsächlichen Kosten für den Nutzer pro Kilometer Fahrleistung und die damit verbundenen Amortisationszeiträume bei bestimmten Annahmen zur Dieselpreisentwicklung lassen sich zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht beziffern. Dies soll aber am Ende der Studie herauskommen.
- Im Rahmen der Untersuchung wird von 100 Lkw pro Streckenabschnitt/Umspannstation ausgegangen. Diese Zahl ist die maximale Anzahl an Lkw bei der Berücksichtigung der Mindestabstände zwischen den Lkw. Werden die Abstände perspektivisch verringert, etwa durch automatisiertes Fahren, kann die Anzahl an Lkw sich noch weiter erhöhen. Dies muss bei der Berechnung und Platzierung der Umspannstationen berücksichtigt werden. Zudem sollten die Umspannwerke nicht auf das Maximum ausgelegt werden, um eine Überlastfähigkeit zu ermöglichen.
- Das gleichzeitige Anfahren vieler Lkw und der hohe benötigte Energiebedarf, etwa in einem Stau oder bei Stop & Go, stellt kein Problem für das System dar. Im Stau werden die Batterien der Lkw geladen, welche dann bei der Leistungsbereitstellung unterstützen.
- Der problemlose Zugang für Rettungskräfte ist bei der Auslegung der Infrastruktur von Beginn an zu berücksichtigen.
- Neben Normen aus dem Straßenbahn- und Oberleitungsbusverkehr können aus Sicht einiger Teilnehmenden auch solche aus dem Schienengüterverkehr eine Rolle spielen.

Teil II: Alternative Ladeinfrastrukturen

- Es wurden zwei alternative Ladesysteme für Lkw betrachtet, welche jeweils bauliche Maßnahmen in der Fahrbahn erfordern:
 - Bei dem Konzept der *Stromschiene* wird der Strom über einen Stromabnehmer am Heck übertragen, der sich mit einer in der Fahrbahn eingelassenen Leitung verbindet.
 - Beim Konzept des *induktiven Ladens* wird das Fahrzeug über in der Fahrbahn eingelassene Induktionsschleifen ohne physischen Kontakt mit Strom versorgt.
- Beide Systeme sind theoretisch auch für Pkw nutzbar, sodass ggfs. die Infrastrukturkosten auf mehr Nutzer umgelegt werden könnten. Die Oberleitung kommt hingegen für Pkw nicht in Frage, da der Abstand vom Fahrzeug zu groß ist.
- Für beide Systeme wurden ebenfalls die nötigen Komponenten der Infrastruktur sowie die damit verbundenen Kosten ermittelt (vergleiche Präsentation ab Folie 37).
- Beim Konzept des *induktiven Ladens* müssen deutlich mehr Autobahnkilometer mit Infrastruktur ausgelegt werden, da die übertragene Leistung aufgrund des Abstands zum Fahrzeug geringer ist als bei der induktiven Ladung.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Damit Personen nicht versehentlich auf eine elektrifizierte Schiene oder Induktionsfelder treten, müssen entsprechende Sicherheitsvorkehrungen eingebaut werden, die mit zusätzlichen Kosten verbunden sind.
- Die beiden alternativen Ladesysteme sind mit baulichen Maßnahmen in der Fahrbahn verbunden. Zu berücksichtigen sind daher auch die zusätzlichen Aufwände für den Straßenbau.

Schwerpunkt II: Fahrzeugbatterie und –technik im HO-Lkw und Entwicklungen bei konventionellen Lkw-Antrieben

André Kühn, Fraunhofer ISI

Teil I – Allgemeiner Teil & Teil II – Benchmark Diesel

- Im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen wird nicht nur ein Durchschnitts-Lkw betrachtet, sondern Fahrzeuge mit unterschiedlichen Gewichtsklassen und Jahresfahrleistungen. Zur Verteilung der Lkw nach Jahresfahrleistungen wurde eine Stichprobe von etwa 6.000 deutschen Gebraucht-Lkw genutzt.
- Relevant für das Konzept des HO-Lkw sind insbesondere die Klassen GK4 und Sattelzugmaschinen (siehe Präsentation Seite 50).
- Es wird lediglich die inländische Fahrleistung der Lkw betrachtet, da grenzüberschreitende Verkehre vorwiegend von ausländischen Unternehmen durchgeführt werden.
- Es wird auf Basis vorheriger Studien davon ausgegangen, dass durch Effizienzsteigerungsmaßnahmen auch Diesel-Lkw noch Potenziale zur Energiereduktion haben (-11 % bis 2020, -21 % bis 2030, jeweils gegenüber 2015). Aber auch hier wären Kostensteigerungen zu berücksichtigen.
- Neben Fahrzeugbeschaffungs- und Kraftstoffkosten wurden weitere Faktoren berechnet, die für den Kunden zu Buche schlagen, wie bspw. Maut, Wartungs- oder Personalkosten.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Für die Untersuchung wird bislang von der aktuellen Verkehrsverflechtungsprognose ausgegangen. Sensitiv dazu werden im weiteren Vorgehen Studien berücksichtigt, die von einem niedrigeren Fahrzeugwachstum ausgehen (z.B. Prognos-Studie).
- Die Teilnehmenden wiesen darauf hin, dass sich die zusätzlichen Kosten schnell und zuverlässig amortisieren müssen. Andernfalls werden die deutschen Nutzer aufgrund der internationalen Konkurrenz noch weiter unter Druck gesetzt.
- Bei der Berücksichtigung der Personalkosten zur Ermittlung der Gesamtkosten könne keine lineare Betrachtung vorgenommen werden. Ab einer bestimmten jährlichen Fahrleistung werden zusätzliche Fahrer benötigt, somit handelt es sich um sprungfixe Kosten.

Dr. Sebastian Stütz, Fraunhofer IML

Teil III – Batterie des HO-Lkw

- Es werden grundsätzlich zwei Alternativen des HO-LKW untersucht: Eine Diesel-Hybrid-Variante mit geringer Traktionsbatterie (vgl. ENUBA2) sowie eine vollelektrische Variante.
- Die Zuführung der Energie kann über Oberleitungen, Stromschienen oder per Induktion vorgenommen werden. Die Fahrzeuge werden für die Modellrechnungen mit Ausnahme der Energiezuführung als ansonsten baugleich angenommen.
- Im Falle der vollelektrischen Variante soll die Traktionsbatterie eine Leistung von etwa 200 kWh haben, was gegenwärtig ein Batteriegewicht von ca. 2 bis 2,5 t bedeutet. Dabei wird davon ausgegangen, dass diese etwa 3.000 Ladezyklen hält (2030 werden es 5.000 Ladezyklen sein), wobei Schnellladung zulasten der Lebensdauer geht. Die Anschaffungspreise (auf Pack-Ebene) werden mit ca. 530 €/kWh heute und 178 €/kWh im Jahr 2030 angegeben. Diese Werte werden aufgrund der Rückmeldungen der Workshopteilnehmer nochmals in Einzelgesprächen geprüft.
- Bei der Berechnung der Wartungskosten (vollelektrische Variante) sind die Kosten für den Batterietausch mit einbezogen worden, wobei mit einer starken Kostendegression gerechnet wird.
- Auch der Stromabnehmer selbst (Pantograph) benötigt Platz und senkt so einerseits das nutzbare Volumen sowie andererseits die Nutzlast. Ggfs. könnten die Fahrzeuge als Ausgleich etwas länger gebaut werden und wie beim Kombinierten Verkehr etwas schwerer beladen werden.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Bei der Batterie muss berücksichtigt werden, dass diese am Ende Ihrer Nutzung (End of Life) nur noch über ca. 80 % ihrer ursprünglichen Leistung verfügen. Dementsprechend müssten zu Beginn Batterien mit höherer Anfangsleistung gewählt werden.
- Auf Nachfrage wurde geäußert, dass nach bisherigen Berechnungen Supercaps nicht zwingend erforderlich sind und daher bislang nicht berechnet wurden.
- Entscheidend für den Spediteur ist nicht nur das zulässige Gesamtgewicht, sondern auch die Achslast. Das sollte sowohl bei der Größe als auch der Position der Batterie bedacht werden.
- Hinsichtlich des Gewichts wird davon ausgegangen, dass der HO-Lkw etwa 2,5 t mehr Gewicht durch die Batterie und Technik haben wird, zugleich aber etwa 2 t durch überflüssige Technik (z.B. Motorblock, Getriebe) einsparen kann. Daher wird von einem Mehrgewicht von etwa 500 kg gegenüber einem Diesel-Lkw ausgegangen.

- Aus Sicht einiger Teilnehmender seien die etwa 100 kWh pro kg Batterie zu niedrig angesetzt. Schon heute würden Batterien ca. 150-180 kWh pro kg leisten können. Somit sei das Gesamtgewicht der Batterie bereits niedriger anzusetzen und wird sich vermutlich in den kommenden Jahren weiter reduzieren.
- Die Lkw-Maße sollten nicht verändert werden. Diese sind u.a. auch auf den Kombinierten Verkehr ausgelegt und standardisiert. Die Systeme müssen kompatibel bleiben.
- Die Höhe des Strompreises wurde noch nicht berücksichtigt, wird sich aber voraussichtlich auf Höhe der Preise der Mittelspannungsebene orientieren. Zu berücksichtigen sind vor allem die Entwicklung von Steuern und Abgaben. Im Rahmen der Untersuchung werden zwei Szenarios berechnet, eines mit konstanten Kosten und eines mit steigenden Abgaben.
- Einige Teilnehmende schlugen vor, den Energieverbrauch nicht nur Tank-to-Wheel, sondern auch Well-to-Wheel zu erheben.

Fahr- und Ladezyklen des HO-Lkw

Helmut Frik, PTV Planung Transport Verkehr AG

Helmut Frik stellte unterschiedliche Be- und Endladezyklen der Batterie bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen vor (vergleiche Präsentation Folien 87-98). Dabei wurden beispielsweise unterschiedliche Ladegeschwindigkeiten und Batteriegrößen angenommen.

Fragen und Anmerkungen aus der Diskussion

- Das Laden mit einer höheren Geschwindigkeit (3C) wirkt sich aus Sicht einiger Teilnehmender negativ auf die Lebensdauer der Batterien aus und sollte auch zukünftig eine Ausnahme bleiben. Andere Teilnehmende sind zuversichtlicher und erwarten weitere technische Entwicklungen. Bisher gebe es nur wenige Batterien, die mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten geladen werden können.
- Das Schnellladen könnte zur temporär hohen Stromnachfrage führen. Fraglich ist daher, wie dies gesteuert werden könne, um Überlastungen zu vermeiden. Denkbar wäre beispielsweise ein System, bei dem die Lkw mit den Umspannwerken kommunizieren. Letztere würden dann den Lkw zurückmelden, wieviel Strom sie aktuell bereitstellen können.
- Es gibt einige Strecken, die grundsätzlich mit einer Oberleitung ausgestattet werden sollten, etwa die Strecken vor und nach hoch frequentierten Anschlussstellen sowie Anstiegen. Die weiteren Strecken würden dann je nach örtlichen Bedingungen bestmöglich ausgewählt.

Impressionen des Fachworkshops



Kontakt und weitere Informationen

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Prof. Dr. Martin Wietschel / Andre Kühn / Dr. Till Gnann

Breslauer Straße 48, 76139 Karlsruhe

martin.wietschel@isi.fraunhofer.de / andre.kuehn@isi.fraunhofer.de / till.gnann@isi.fraunhofer.de

PTV Transport Consult GmbH

Werner Balz / Helmut Frik

Kriegerstr. 15, 70191 Stuttgart

werner.balz@ptvgroup.com / helmut.frik@ptvgroup.com

Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML

Dr. Sebastian Stütz / Maximilian Schellert

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4, 44227 Dortmund

sebastian.stuetz@iml.fraunhofer.de / maximilian.schellert@iml.fraunhofer.de

IFOK GmbH

Christian Klasen

Moderation und Projektbüro zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie

Reinhardtstraße 58, 10117 Berlin

christian.klasen@ifok.de

Begleitende Webseite zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie: www.mks-dialog.de