



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur



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

**Der Hybrid-Oberleitungsbus –
wirtschaftliche Möglichkeiten und ästhetische Herausforderungen
für die Elektrifizierung des städtischen Busverkehrs**

am 27. Oktober 2015

Berlin, 25. November 2015

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 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). Damit besteht eine verkehrsträgerübergreifende Informations- und Orientierungsgrundlage über Technologien sowie Energie- und Kraftstoffoptionen. Sie bildet zudem den Ausgangspunkt, die Wissensbasis über Energie- und Technologiefragen zu verbreitern, um Rahmenbedingungen zu analysieren und darauf aufbauend Ziele und Maßnahmen zu priorisieren.

Da sich die Rahmenbedingungen (neue Technologien und 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 stetig fortzuschreiben und konkrete Maßnahmen (z.B. Pilotprojekte und Markthochlaufprogramme) zu geeigneten Themen voranzutreiben. Für diese Weiterentwicklung wurde das wissenschaftliche Konsortium der MKS mit Untersuchungen zu zentralen Aspekten der MKS beauftragt. Um in den Untersuchungen auch die Perspektiven der Praktiker mit einzubeziehen und relevante Entwicklungen frühzeitig berücksichtigen zu können, werden zu geeigneten Zeitpunkten Fachworkshops mit zentralen Akteuren der Themenfelder umgesetzt.

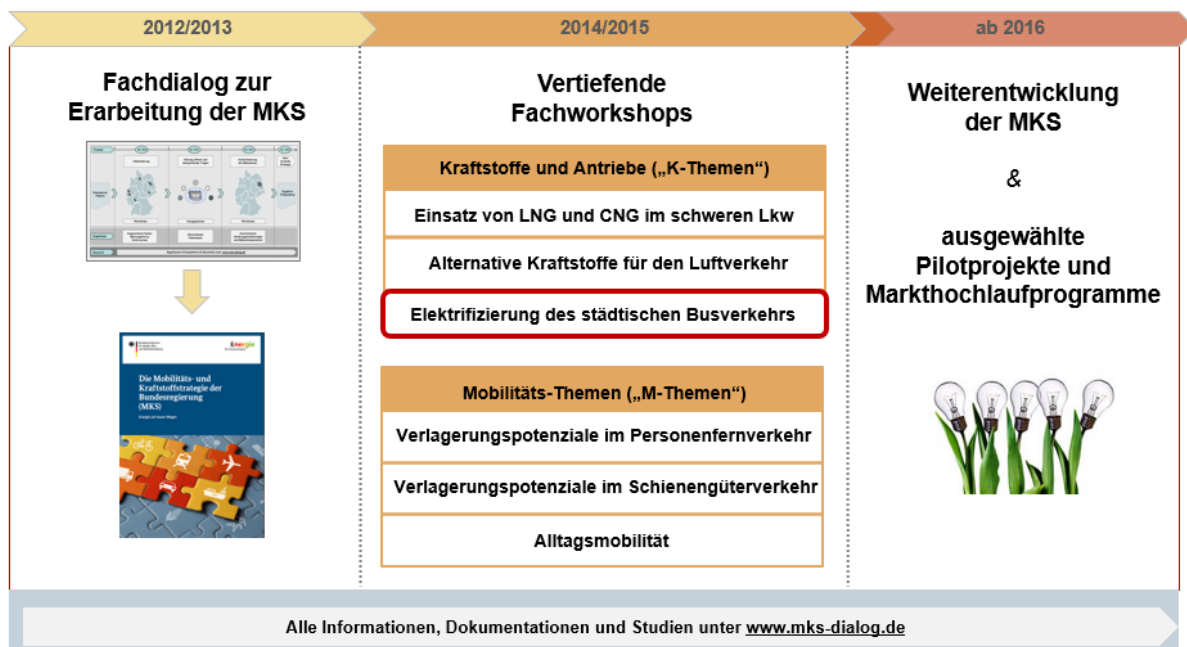


Abbildung: Der Prozess zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung

Der Fachworkshop am 27. Oktober 2015

In dem Fachworkshop „Der Hybrid-Oberleitungsbus – wirtschaftliche Möglichkeiten und ästhetische Herausforderungen für die Elektrifizierung des städtischen Busverkehrs“ wurde über den Hybrid-Oberleitungsbus (HO-Bus) als mögliche Option zur Elektrifizierung des städtischen Busverkehrs diskutiert. Dabei standen neben Aspekten der Wirtschaftlichkeit von HO-Bus-Systemen und deren Förderung und Finanzierung auch Fragen der städtebaulichen Integration im Mittelpunkt.

Nach der Begrüßung durch Birgitta Worrigen, Unterabteilungsleiterin „Nachhaltige Mobilität, Energie, Logistik“ im BMVI stellten Fabian Bergk (ifeu) und Prof. Dr. Ralph Pütz (HAW Landshut und BELICON) eine Untersuchung zu den Lebenszykluskosten elektrischer Bussysteme vor. Die Referenten Thomas Kiel (Deutscher Städtetag) und Martin Schmitz (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) diskutierten im Folgenden diese Untersuchung sowie weitere Aspekte der Integration des HO-Busses in städtische Bussysteme mit den Teilnehmenden.

In der zweiten Diskussionsrunde standen die städtebaulichen Hemmnisse im Vordergrund, welche der Integration von HO-Bussen im Weg stehen könnten. Die erfahrenen (H)O-Bus-Städte Zürich, Eberswalde und Solingen berichteten über ihre Systeme und die Erfolgsfaktoren bei der Integration.

Ablauf des Fachworkshops

Uhrzeit	Programmpunkt
12.30 Uhr	Begrüßung <ul style="list-style-type: none"> Birgitta Worrigen, Unterabteilungsleiterin „Nachhaltige Mobilität, Energie, Logistik“ im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
12.35 Uhr	Einordnung der Veranstaltung in die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie <ul style="list-style-type: none"> Christian Klasen, IFOK GmbH
12.40 Uhr	Thematische Einführung und Vorstellung der wissenschaftlichen Untersuchung „Lebenszykluskosten alternativer Antriebstechnologien von Gelenkbussen“ <i>I. Vorstellung der Untersuchung</i> <ul style="list-style-type: none"> Fabian Bergk, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH Prof. Dr. Ralph Pütz, HAW Landshut & BELICON GmbH <i>II. Diskussion mit den Teilnehmenden</i>
13.40 Uhr	Diskussionsrunde I: Der HO-Bus – Zukunftstechnologie für die Elektrifizierung des Busverkehrs!? <i>I. Blick aus der Praxis: Der Hybrid-Oberleitungsbus aus Sicht der Kommunen und Verkehrsunternehmen</i> <ul style="list-style-type: none"> Thomas Kiel, Deutscher Städtetag Martin Schmitz, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV) <i>II. Diskussion mit den Teilnehmenden</i>
15.00 Uhr	Kaffeepause
15.20 Uhr	Diskussionsrunde II: Nachhaltiger Verkehr, Energiewende und Stadtentwicklung – Möglichkeiten und Grenzen der Integration des HO-Busses in die Stadtplanung <i>I. Die Integration des Hybrid-Oberleitungsbusse in die Stadtplanung</i> <ul style="list-style-type: none"> Hansjörg Feurer, Verkehrsbetriebe Zürich <i>II. Die Sicht der Kommunen und Verkehrsunternehmen</i> <ul style="list-style-type: none"> Thomas Kiel, Deutscher Städtetag Martin Schmitz, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV) <i>III. Diskussion mit den Teilnehmenden</i>
16.55 Uhr	Ausblick und Verabschiedung
17.00 Uhr	Ende des Fachworkshops

Thematische Einführung durch die wissenschaftliche Begleitung

Fabian Bergk (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg- ifeu) und Prof. Dr. Ralph Pütz (BELICON GmbH)

- Elektrische Busse haben keine lokalen Emissionen. Ihr Klimavorteil gegenüber Dieselnissen ist abhängig vom Strommix; im Zuge des zunehmenden Anteils an erneuerbaren Energien werden sie den bereits heute vorhandenen Klimavorteil weiter ausbauen können.
- Bei Oberleitungsbussen handelt es sich um eine bewährte und ausgereifte Technik. Aufgrund enormer Fortschritte in der Batterieentwicklung ist es inzwischen möglich, partiell ohne Oberleitung zu fahren. Rein batterieelektrisch betriebene Busse, die voll umfänglich wie Dieselnisse eingesetzt werden können, werden jedoch nicht vor 2030 erwartet.
- Zum Vergleich der Bussysteme wurden die Kosten pro Bus-Kilometer und pro transportierten Platz-Kilometer berechnet. Dabei wurde bewusst von konservativen Werten ausgegangen. Um den Buspreis unabhängig von der Marktsituation darstellen zu können, wurden die Preise der Komponenten verwendet. Als Referenz gelten die Anschaffungskosten des Dieselnisses. Ergebnis: Bis zum Jahr 2025 ist mit deutlich sinkenden Kosten bei E-Bussen zu rechnen, vor allem auf Grund der fortschreitenden Batterieentwicklung. Dies wird zu einer Angleichung der Kosten zwischen den verschiedenen Elektrobuskonzepten führen.
- Deutlichen Einfluss auf die Kosten über den Lebenszyklus hat die Haltbarkeit der Komponenten und somit des Gesamtfahrzeugs. Bei der Verwendung von automotiver Elektronik wird von einer 12-jährigen Lebensdauer der Elektrobusse ausgegangen. Die Verwendung von Bahnelektrik führt zu einer kalkulatorischen Lebensdauer von 20 Jahren. Dieselnisse werden mittelfristig die Option mit den geringsten Lebenszykluskosten pro gefahrenen Kilometer bleiben. Wird für die Elektrobusse eine Lebensdauer von 20 Jahren angenommen, welche ein automotiver Dieselniss nicht erreicht, nähert sich die Elektromobilität dem Dieselniss jedoch an. Der HO-Bus und der Gelegenheitslader sind dabei die wichtigsten Alternativen zum Dieselniss.
- Bei Elektrobussen müssen zusätzlich die Kosten für die Infrastruktur bedacht werden. Bei dem HO-Bus ist neben partiellen Oberleitungen ggfs. auch stationäre Ladeinfrastruktur im Betriebshof einzubeziehen.
- Durch das hohe Gewicht der Batterien verringert sich die Fahrgastkapazität bei rein batterieelektrischen Bussen. Es ist jedoch abzusehen, dass Batterien in Zukunft ein geringeres Gewicht bei höheren Kapazitäten haben werden.
- Der HO-Bus kann auf hochfrequentierten Strecken (mind. 10min-Takt) die wirtschaftlichste Elektrobus-Option sein. Dabei sind jedoch im Vergleich der Elektrobuskonzepte höhere Anfangsinvestitionen zu tätigen, die erst nach einigen Betriebsjahren durch günstigere Fahrzeug- und Betriebskosten ausgeglichen werden. Die wissenschaftliche Begleitung kommt daher zu dem Schluss, dass bei einer möglichen Förderung auch und vor allem die Infrastruktur berücksichtigt werden sollte.

Die Kostenuntersuchung der Wissenschaftler steht unter [Link](#) zum Download zur Verfügung. Die Präsentation von Herrn Bergk und Herrn Prof. Dr. Pütz kann unter diesem [Link](#) heruntergeladen werden.

Diskussionsrunde I: Der Hybrid-Oberleitungsbus – Zukunftstechnologie für die Elektrifizierung des Busverkehrs?!

Als Vertreter der Nutzerperspektive stellten Thomas Kiel vom Deutschen Städtetag und Martin Schmitz vom Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV) ihre Positionen zur Elektrifizierung des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) mit HO-Bussen vor und diskutierten diese mit den Teilnehmenden.

Martin Schmitz, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e.V. (VDV)

- Für den Dieselbus sprechen seine Variabilität und die Möglichkeit, die Linienführung zu verändern, was mit einem Oberleitungsbus nicht möglich ist. Doch die steigenden Anforderungen an die Luftreinhaltung und an die Reduktion des Endenergieverbrauchs machen die Elektrifizierung der Busse notwendig. Aktuell besteht noch großer Entwicklungsbedarf. In den nächsten Jahren wird sich zeigen, wohin sich die Technologie entwickelt und welche Technologieoption für welche Anwendungsbereiche geeignet ist.
- Der HO-Bus ist vor allem für stark frequentierte Linien mit hohem Fahrgastaufkommen relevant. Je höher die Frequenz, desto geringer sind die Kosten pro Fahrgast für die Infrastruktur. Im Regional- und Überlandverkehr mit Bussen stellen bislang jedoch weder die Elektrifizierung mithilfe von Batterien, noch der Aufbau von Oberleitungen eine Option dar.
- Alle Verkehrsunternehmen denken darüber nach, wie nachhaltiger Verkehr betrieben werden kann. Dies geschieht unabhängig von den finanziellen Möglichkeiten der Verkehrsbetriebe und basiert auf unterschiedlichen Konzepten. Die EEG-Umlage auf den Fahrstrom wirkt kontraproduktiv und macht diesen sehr teuer. Der ÖPNV müsse daher von dieser Umlage befreit werden.
- Aufgrund der Kostenintensität beschäftigen sich vor allem große Kommunen mit innovativen Antriebssystemen. Doch auch kleinere machen sich inzwischen auf den Weg. Bei der Einführung innovativer Technologien sind jedoch weiterhin Förderungen entscheidend. Hier sollten auch Trolleybus-Systeme und insbesondere die nötige Infrastruktur berücksichtigt werden.
- Der ÖPNV sollte nicht als Problem für städtische Emissionen sondern als Lösungsansatz zur Vermeidung dieser verstanden werden. Selbst mit Dieseln Bussen kann die Reduktion der innerstädtischen Emissionen geschafft werden, wenn genügend Menschen vom Auto auf den ÖV umsteigen und möglichst Fahrzeuge mit neuestem Abgastand ausgerüstet sind.

Thomas Kiel, Deutscher Städtetag

- Es ist anzumerken, dass der ÖPNV überwiegend elektrisch fährt. Nur 29% der Verkehrsleistung werden über nicht elektrifizierte Systeme erbracht. Immer mehr Kommunen machen Berechnungen, ob sich ein HO-Bus lohnen würde, vor allem im Vergleich zu einer Straßenbahn.
- Bei der Diskussion über die Elektrifizierung spielt der Lärm eine entscheidende Rolle. Neben dem MIV ist auch der ÖV relevant, da er vor allem in den Nachtstunden wahrnehmbar ist.
- Für die Diskussion über neue Systeme helfen grundsätzlich konkrete Anlässe, etwa ein neuer Verkehrsentwicklungsplan. Bürger und Spezialisten können neue Ideen und Konzepte einbringen. Doch hat der O-Bus dabei häufig auf den ersten Blick nur wenig Charme, da er im Vergleich zu einem rein batterieelektrischen Bus weniger modern und eher als Übergangslösung wahrgenommen wird.
- 60% der deutschen Städte sind investitionsschwach oder verfügen sogar über einen Nothaushalt. Für diese sind Mehrkosten durch die Elektrifizierung der Busflotte schwer darstellbar.

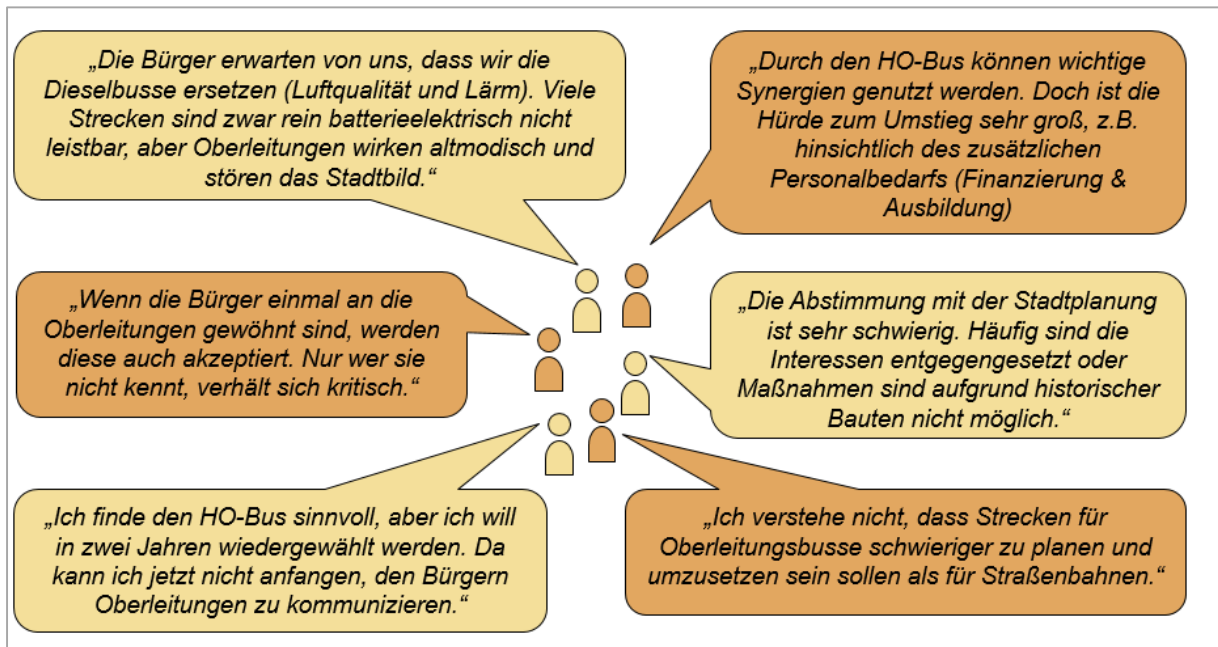
- Es wird in den nächsten Jahren wohl nicht zu einer Pflichtaufgabe werden, den ÖV zu elektrifizieren. Bis dahin ist jedoch kaum Bewegung zu erwarten, da die Systeme im Vergleich noch zu teuer sind. Eine entsprechende Förderung, die als Umsetzung der Klimaschutzstrategie gesehen wird, ist daher unbedingt notwendig.

Diskussion

- Zur Förderung des HO-Busse ist es wichtig, dass nicht nur die Fahrzeuge, sondern auch die anfänglichen Infrastrukturkosten gefördert werden. So kann etwa Straßenbahninfrastruktur bis zu 70% gefördert werden. Politisch könne auch über die Richtlinie zu Lärmemissionen etwas bewirkt werden. Ebenso ist die Mineralölsteuer ein wichtiges Element, welche für Dieselbusse erstattet wird. Der Einsatz von Strom wird hingegen im ÖV nicht gefördert.
- Der HO-Bus hat gegenüber dem reinen Elektrobuss den Vorteil, während des ganzen Tages laden zu können. Daher müssen keine langen Standzeiten an Ladestationen oder Stromspitzen berücksichtigt werden.
- Aus Sicht der Teilnehmenden sind mindestens 20% aller bestehenden Buslinien für den HO-Bus geeignet.
- Als Gegenargument zu den flexibleren Batteriebusen wird angefügt, dass konstante Linienverläufe für die Bindung der Fahrgäste wichtig seien. Zudem seien auch Gelegenheitslader-Batteriebusse nicht komplett flexibel, da diese Ladestationen an den Linienendpunkten benötigen.
- HO-Doppelgelenkbusse kosten bei gleicher Beförderungsleistung nur etwa 2/3 von einer vergleichbaren Straßenbahn und ist zudem deutlich flexibler als schienengebundene Systeme. Dennoch setzen viele Betreiber bei hohen Fahrgastaufkommen auf schienengebundene Systeme, da zur Integration von HO-Bussen bislang nur geringe Erfahrung bestehen.
- Bei Kommunen, Verkehrsplanern und Wissenschaft besteht noch ein zu geringes Wissen zum HO-Bus. Es werde daher eine Informationskampagne benötigt, um den HO-Bus bekannter zu machen und zu bewerben. Dies müsse möglichst neutral erfolgen, könnte aber durch die Industrie oder durch trolley:motion unterstützt werden.
- Auch die Bezeichnung der Technologie ist relevant, um sie bewerben zu können. So sollte von der Bezeichnung „Trolleybus“ Abstand genommen werden, zumal sie auch faktisch falsch sei. Der Begriff des HO-Busses scheint ebenfalls nicht modern genug. Eine mögliche Bezeichnung wäre der HO-Bus 4.0 oder Trambus (abgeleitet vom türkischen Trambüs). Der HO-Bus sollte mit positiven Assoziationen verknüpft werden. Dafür ist auch die Inneneinrichtung verantwortlich, die sich deutlich abheben sollte. Die „Fahrleitung“ sollte zudem deutlich als positiv besetzte „Ladeinfrastruktur“ kommuniziert werden.

Diskussionsrunde II: Nachhaltiger Verkehr, Energiewende und Stadtentwicklung – Möglichkeiten und Grenzen der Integration des HO-Busses in die Stadtplanung

Zu Beginn der Diskussion präsentierte die Moderation die Ergebnisse der Vorgespräche und die sich darin abzeichnenden Herausforderungen des HO-Busses. Dabei handele es sich um sehr subjektive Positionen. Es gelte nun, zu objektiveren Betrachtungen zu kommen.



Hansjörg Feurer (Verkehrsbetriebe Zürich) stellte den Umgang mit HO-Bussen in Zürich vor:

- Nach einem achtmonatigen Feldversuch, bei dem vor allem das Ein- und Ausdrarten, sowie die Auswirkungen auf die Fahr- und Haltezeiten im Vordergrund standen, fahren seit August 2015 in Zürich drei Linien Batteriebusse mit dynamischer Ladung als HO-Busse. Die Batteriefahrten sind noch recht kurz und umfassen maximal ein bis zwei Haltstellen auf ebener Strecke oder im Gefälle, doch die Rückmeldungen der Bürger/innen sind bereits sehr positiv.
- Oberleitungen müssen vor allem an ansteigenden Strecken gebaut werden. An großen Kreuzungen und denkmalgeschützten Gebäuden kann darauf verzichtet werden. Dabei können zugleich hohe Kosten für die Infrastruktur eingespart werden, was die Akzeptanz fördert.
- Mittelfristig werden durch verbesserte Batterien die Fahrleitungsanlagen reduziert und der fahrleitungslose Betrieb auf größeren Strecken eingeführt. Dazu sollen Trolleybusse umgerüstet werden, um auch fahrleitungslos fahren zu können. Durch die Reduktion der Fahrleitungsanlagen werden auch die Wartungskosten reduziert. Die so freiwerdenden Mittel können dann in die Erweiterung des Netzes investiert werden.
- Auch einige gesetzliche Regelungen in der Schweiz sind vorteilhaft für den HO-Bus. Dieser untersteht in der Schweiz dem Eisenbahngesetz und wird wie schienengebundene Fahrzeuge behandelt. Für die Anwohner gibt es eine einmalige Kompensation für die Anbringung von Mauerhaken oder das Aufstellen von Masten auf deren Grundstück.

Die Präsentation von Herrn Feurer können Sie unter folgendem [Link](#) herunterladen.

Diskussion

- Der HO-Bus braucht klare gesetzliche Rahmenbedingungen, etwa hinsichtlich der Kompensationen für Oberleitungshaken oder -masten. Österreich arbeitet gerade an einer Trolleybusverordnung. In Deutschland sollte zunächst der Oberleitungsbus klar definiert und den Straßenbahnen gleich gestellt werden. Verfahren beispielsweise zu Haken oder Masten auf privatem Grund sind bisher rechtlich sehr schwierig und langwierig.
- Für die Akzeptanz von Oberleitungen muss klar kommuniziert werden, dass etwa Rettungswege nicht beeinträchtigt werden. In den bestehenden O-Bus-Städten findet dazu ein stetiger Austausch mit den zuständigen Feuerwehren statt.
- Es gibt viele gute Beispiele im Ausland, wo Oberleitungen durch schlankes Design und intelligente Kombination mit der Straßenbeleuchtung kaum noch sichtbar sind. Ein Simulationstool, das moderne Oberleitungen in einem Straßenzug visualisiert, könnte auch Entscheidungsträgern die Angst vor Protesten nehmen.
- Auch die Positionierung des Fahrzeuges in der Wahrnehmung ist wichtig. Hier können heute über entsprechende Designs Assoziationen mit Straßenbahnen (als bekanntes, hochwertiges ÖPNV-Verkehrsmittel) geweckt werden.
- Die Hoffnung, der batterieelektrische Bus könne bereits in naher Zukunft ähnlich flexibel gefahren werden wie ein Dieselbus, hemmt vielerorts die öffentliche Debatte über HO-Busse. Es müssen daher die Vorteile des HO-Busses zur nachhaltigen Stadtentwicklung und die Grenzen der Batterieentwicklung deutlich aufgezeigt werden.
- Wie bei vielen Infrastrukturprojekten braucht es auch zur Einführung von HO-Bussen eine professionelle Kommunikationsstrategie. Die Oberleitung kann auch als positives Zeichen für den ÖV in der Stadt gesehen werden, wie dies zum Teil auch bei Straßenbahnen der Fall ist. Eine frühzeitige Einbindung der Anwohner ist wichtig.

Einige Teilnehmende haben zur besseren Veranschaulichung der Fahrleitung für HO-Busse Bilder mitgebracht. Diese sind in einer kurzen Präsentation zusammengeführt und stehen unter diesem [Link](#) zum Download zur Verfügung.

Impressionen des Fachworkshops



Kontakt und weitere Informationen

Für Rückfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Udo Lambrecht / Fabian Bergk
Wilckensstraße 3, 69120 Heidelberg
udo.Lambrecht@ifeu.de / fabian.bergk@ifeu.de

BELICON GmbH -Institut für angewandte Nutzfahrzeugforschung und Abgasanalytik

Prof. Dr.-Ing. Ralph Pütz
Kirchbergstraße 11, 84092 Bayerbach-Greilsberg
ralph.puetz@belicon-forschung.de

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Andreas Lischke
Institut für Verkehrsforschung
Rutherfordstraße 2, 12489 Berlin
andreas.lischke@dlr.de

LBST – Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

Hubert Landinger
Daimlerstr. 15, 85521 München-Ottobrunn
hubert.landinger@lbst.de

IFOK GmbH

Christian Klasen
Projektbüro zum Fachworkshop
Reinhardtstraße 58, 10117 Berlin
christian.klasen@ifok.de

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