



SIEMENS
Ingenuity for life

eHighway

Elektrifizierter Straßengüterverkehr – Hasso Grünjes

Unrestricted © Siemens AG 2017

siemens.com

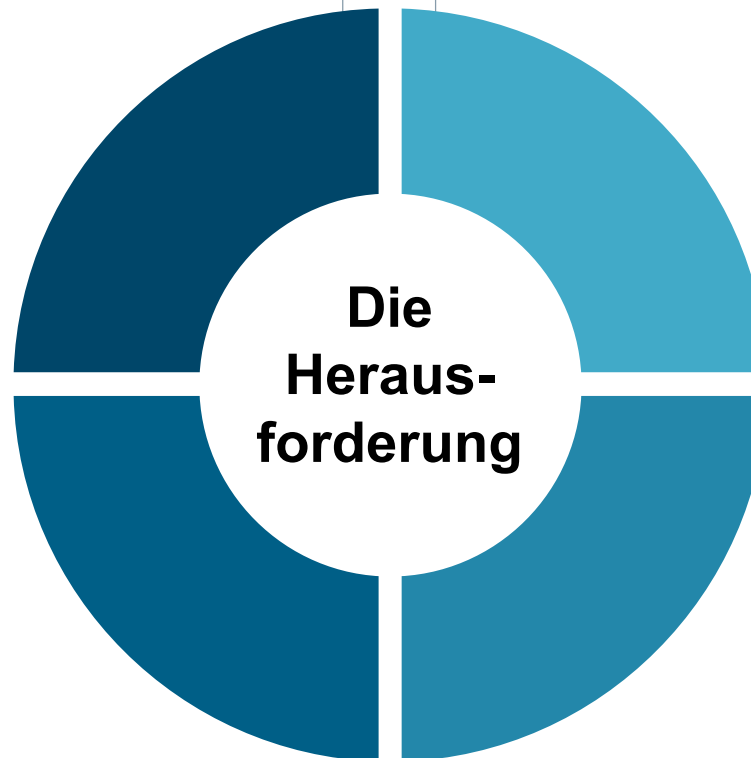
Die THG-Emissionen des Straßengüterverkehrs werden zunehmend zu einer Herausforderung für die Dekarbonisierung

Prognostizierter Wachstum im Güterverkehr

- Verdreifachung der Güterverkehrsleistung von 2015 bis 2050
- Straßengüterverkehr ist in Deutschland von 2015 auf 2016 um 2,8% gewachsen

Modal Split des Güterverkehrs in 2050

- Anteil des Straßengüterverkehrs ca. 60%
- Schienengüterverkehr wächst bei maximaler Ausschöpfung des Verlagerungspotenzials auf 30%



Reduktionsziele hinsichtlich THG-Emissionen bis 2050

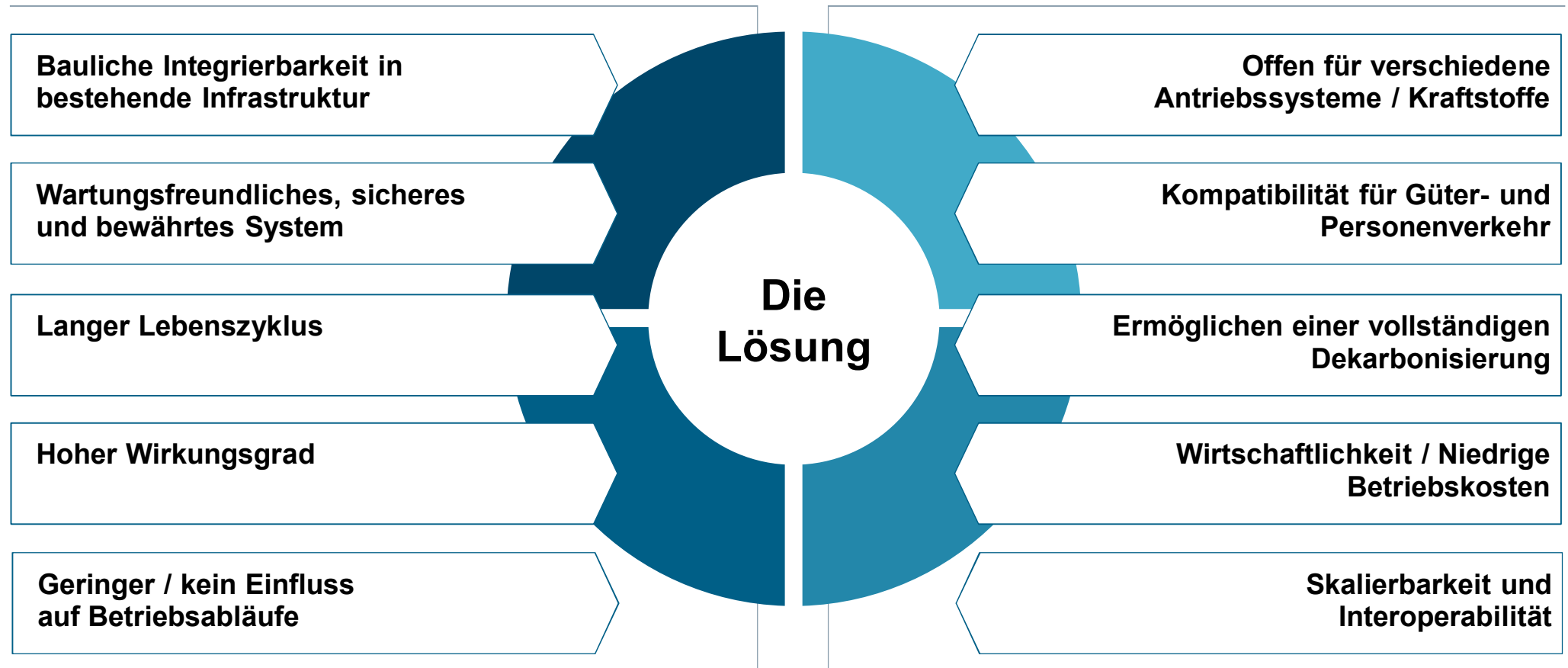
- Sektorübergreifendes Ziel der Bundesregierung: 80% bis 95% auf Basis 1990
- Notwendiger Beitrag des Verkehrssektor ist eine Reduktion um 98%

Verkehrssektor als THG-Emittent

- 20% der THG-Emissionen fallen im Verkehrssektor an
- Anstieg um 5,4 Mio. t Emissionen im deutschen Verkehrssektor in 2016

Quellen: Klimaschutzbeitrag des Verkehrs bis 2050, Umweltbundesamt, Texte 56/2016, Juni 2016;
Erarbeitung einer fachlichen Strategie zur Energieversorgung des Verkehrs bis zum Jahr 2050, Umweltbundesamt, Texte 72/2016, November 2016
ITF Transport Outlook 2017, Januar 2017
Umweltbundesamt, Pressemitteilung Nr. 09 vom 20.03.2017

Anforderungen an Lösungen für einen klimaneutralen Straßengüterverkehr



eHighway Die Technologie

SIEMENS
Ingenuity for life

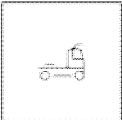
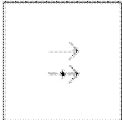
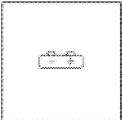
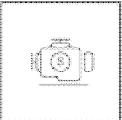
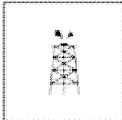
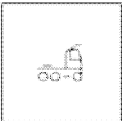
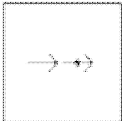
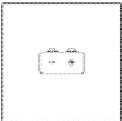
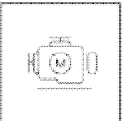
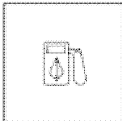
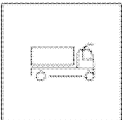

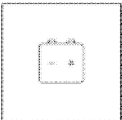
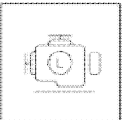

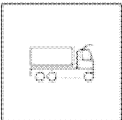
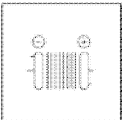
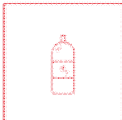
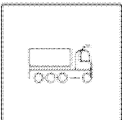


<https://www.youtube.com/watch?v=UyICMzWr1t0>

eHighway

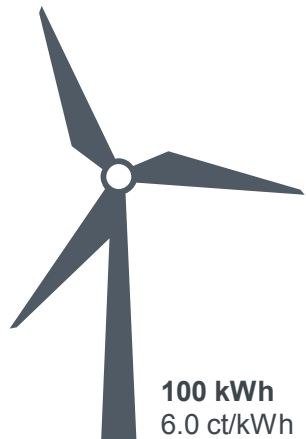
Kompatibel mit und komplementär zu alternativen Technologien

Der eHighway Hybrid-Lkw kann für spezifische Anwendungsfälle konfiguriert werden

LKW Typ	Antriebssystem	Bordstromversorgung	Verbrennungsmotor	Nicht-elektrische Treibstoffart
 Zugmaschine (2 Achsen)	 Parallelhybrid	 Batterie (klein)	 Motor (klein)	 Diesel
 Zugmaschine (3 Achsen)	 Serieller Hybrid	 Batterie (mittel)	 Motor (mittel)	 Biokraftstoff
 Gliederzugmaschine (2 Achsen)	 Vollelektrifiziert	 Batterie (groß)	 Motor (groß)	 CNG/LNG
 Gliederzugmaschine (3 Achsen)		 Brennstoffzelle		 H ₂
 Gliederzugmaschine (4 Achsen)				

Erneuerbare Energie für emissionsfreie Lkw

Vergleich der Wirkungsgrade



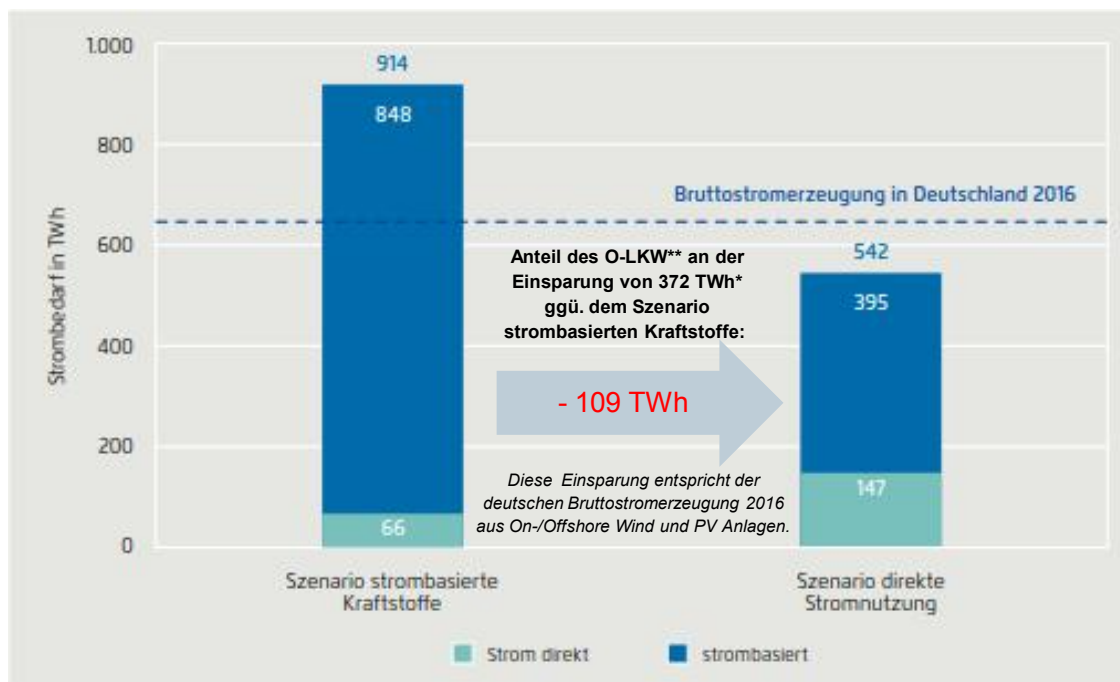
Stromverlauf	Reichweite Kosten pro km	Wirkungs- grad (WTW)	Beispiel- fahrzeug
<p>Electric Road Systems</p>	60 km 19 ct/km	77%	
<p>Batterie</p>	48 km 20 ct/km	62%	
<p>Brennstoffzelle</p>	24 km 55 ct/km	29%	
<p>Power-to-Gas</p>	17 km 70 ct/km	20%	

1) inkl. Lagerung

Quelle: BMUB (2013)

Relevanz des Wirkungsgrads in der Verkehrs- und Energiewende

Strombedarf bei indirekter und direkter Elektrifizierung des Verkehrssektors 2050 in Abhängigkeit vom Wirkungsgrad der Antriebssystem



Quelle: Agora Verkehrswende (2017), S. 64; Öko-Institut (2016), S. 20; AGEB (2016); Renewability III (2016); Fraunhofer ISE (2017)

- Im **Szenario mit strombasierten Kraftstoffen**, welche einen niedrigen Well-to-wheel (WTW) Wirkungsgrad von ca. 20-25% aufweisen, würde der Strombedarf des Verkehrssektors im Jahr 2050 ca. 41% über der Bruttostromerzeugung des Jahres 2016 liegen.
- Beim **Szenario mit direkter Stromnutzung** (z.B. bei Einsatz von Oberleitungs-LKW** mit einem WTW Wirkungsgrad von ca. 80-85%) hingegen würde der Strombedarf des Verkehrssektors unter der Bruttostromerzeugung des Jahres 2016 liegen.***

Der **Wirkungsgrad** von Lösungen zur Dekarbonisierung des Verkehrs **spielt daher einen elementare Rolle** in der zukünftigen Verkehrs- und Energiewende.

Nur **effiziente Lösungen** mit dem **geringsten Einsatz knapper Ressourcen** werden den Verkehr dekarbonisieren und gleichzeitig eine ausreichende Energieversorgung gewährleisten können.

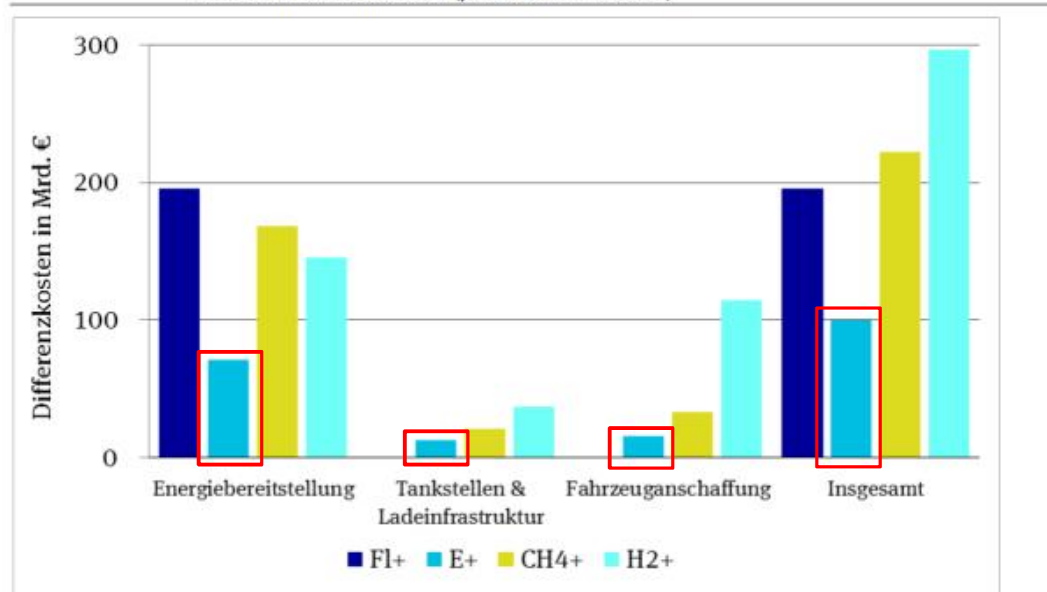
* Die verbleibenden Einsparungen von 263 TWh gegenüber strombasierter Kraftstoffe resultieren vorrangig aus dem Einsatz von batteriebetriebenen PKW, elektrischen Bussen/Bahnen und Lieferfahrzeugen.

** Es wird von 8.000km (beidseitig) Ausbau der Oberleitungs-Infrastruktur auf deutschen Autobahnen und einem elektrischen Straßengüterfernverkehrsanteil von ca. 64% ausgegangen.

***Da bei beiden Szenarien auch strombasierte Kraftstoffe im Flug- und Schiffsverkehr zum Einsatz kämen, läge der Strombedarf allerdings auch im Szenario direkte Stromnutzung noch bei dem sehr hohen Wert von 542 TWh, wenn keine weiteren Effizienzsteigerungen angenommen werden.

eHighway im Vergleich mit anderen Lösungen zur Dekarbonisierung des Straßengüterverkehrs

Abbildung 3-3: Straßenfernverkehr: Differenzkosten im Vergleich zum Referenzszenario für den Zeitraum 2010 bis 2050 (positiv: Mehrkosten)



FI+: PtL-Flüssigkraftstoffe als zentrale THG-freie Energieträgeroption
 E+: Elektrische Energie als zentrale THG-freie Energieträgeroption
 CH4+: PtG-CH4 als zentrale THG-freie Energieträgeroption
 H2+: PtG-H2 als zentrale THG-freie Energieträgeroption.

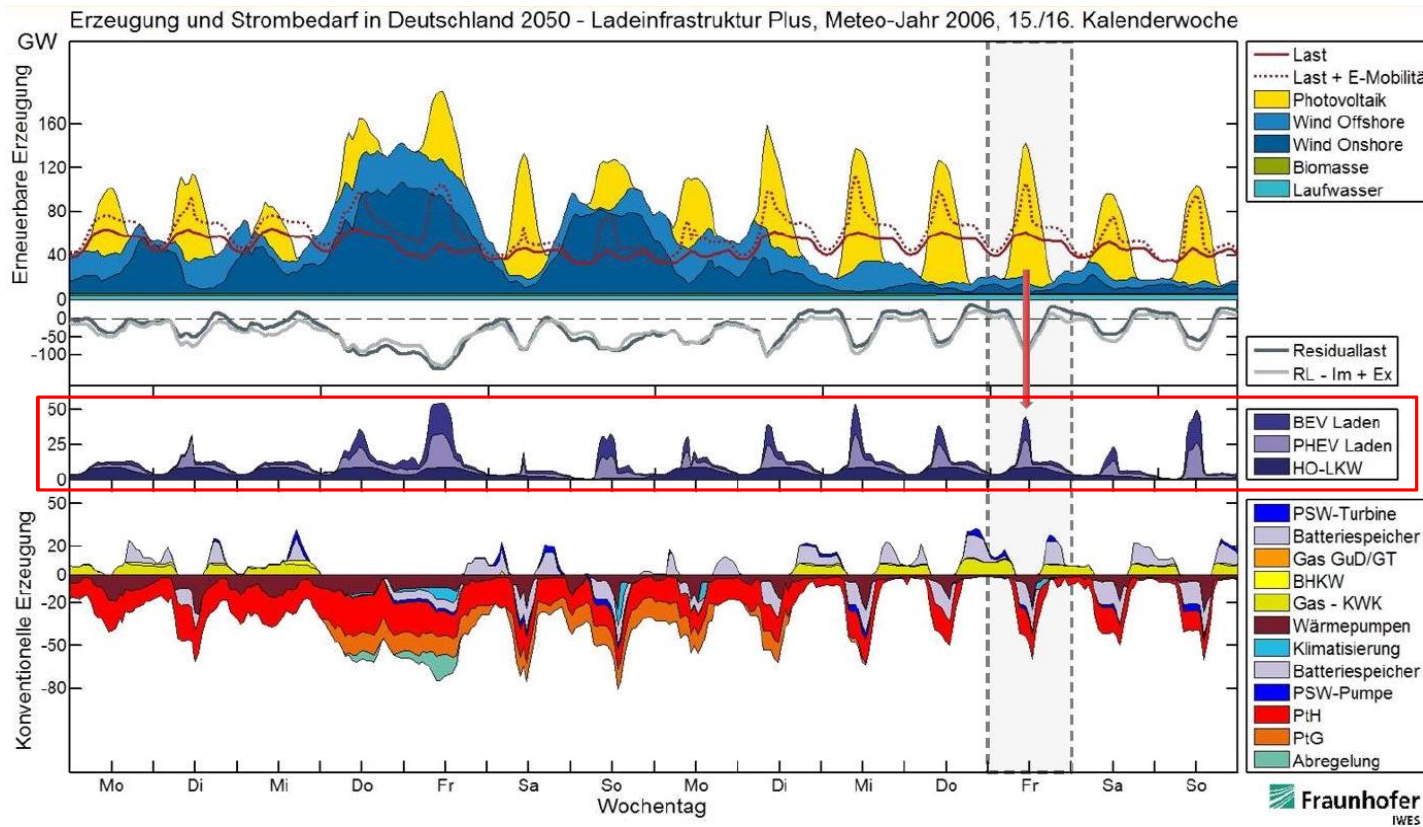
- Die im November 2016 veröffentlichte UBA Studie vergleicht verschiedene Energieszenarien und Optionen für einen CO₂-neutralen Transportsektor bis 2050
- Um Klimaneutralität im Transportsektor bis 2050 zu erreichen wurden vier verschiedene Energieversorgungsoptionen entwickelt und miteinander verglichen
- Für den Straßenfernverkehr berücksichtigt das Szenario E+ eine weite Verbreitung von Oberleitungsfahrzeugen (OC-GIV)

Die Differenzkosten des E+ Szenarios (Oberleitungsfahrzeuge) im Vergleich zum Referenzszenario* **liegen bei ca. 50% des nächst teureren Szenarios (FI+).**

Quelle: UBA: Erarbeitung einer fachlichen Strategie zur Energieversorgung des Verkehrs bis zum Jahr 2050 (2016)
 * Das Referenzszenario ist FI+ mit konventionellen Kraftstoffen

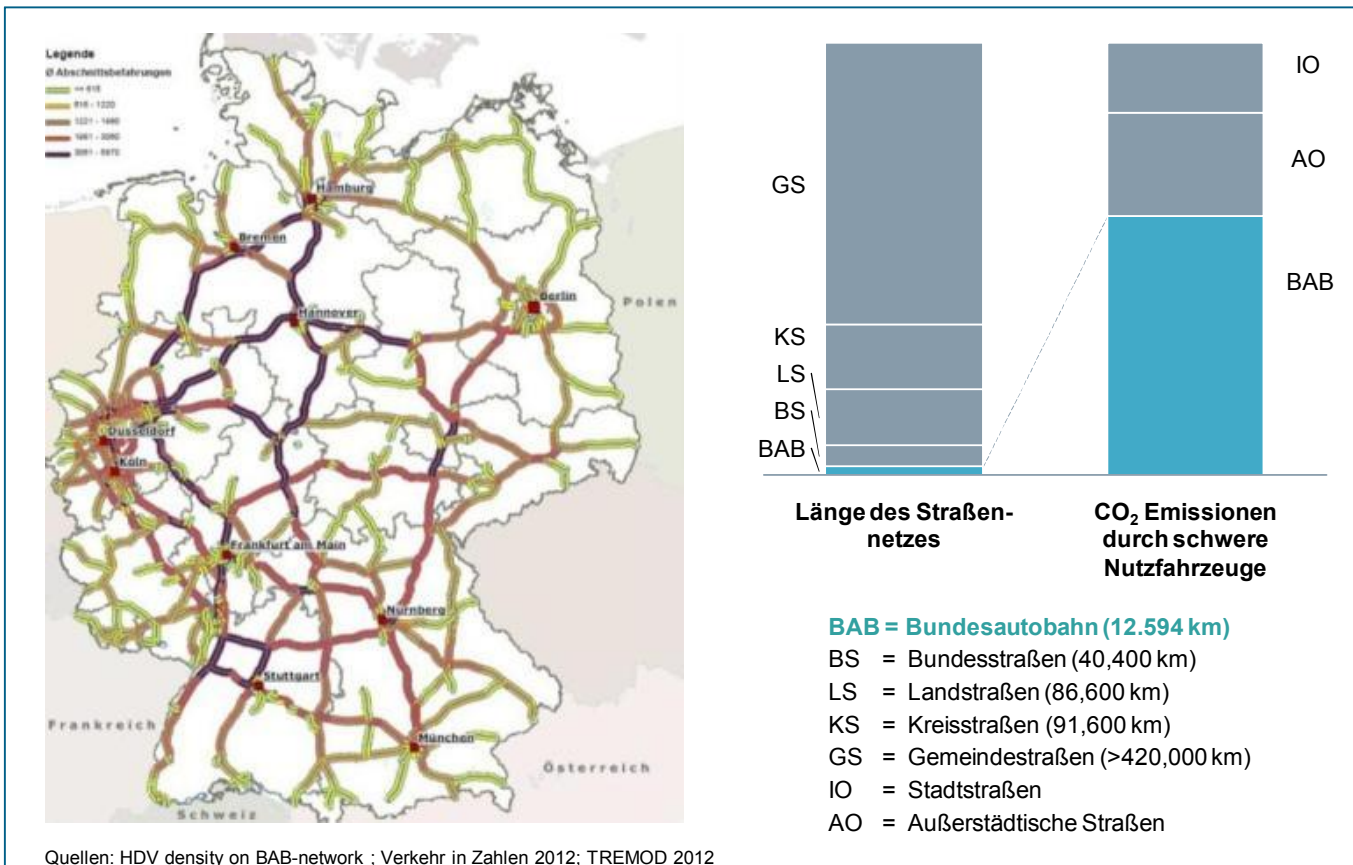
HO-Lkw unterstützen ein kosten- und energieeffizientes Energieversorgungssystem durch ausgeglichene Lastgänge

Detaillierte Lastgänge von BEV, PHEV und HO-Lkw und Deckung durch konventioneller und EE-Erzeugung in Deutschland



- **Flexible dezentrale Verbraucher sind essentiell** für eine überwiegend auf fluktuierenden erneuerbaren Stromerzeugern basierende Energieversorgung.
- Das Laden von BEV und PHEV Fahrzeugen führt im Tagesverlauf zu hohen punktuellen Lastspitzen. **Hybrid-Oberleitungs-Lkw (HO-Lkw)** ermöglichen einen eher ausgeglichenen Lastgang.
- **Strombedarfsspitzen können mit dem HO-Lkw System** durch den Einsatz der Hybrid-Systems der Lkw (z.B. Verbrennungsmotor mit nachhaltigen Biokraftstoffe) **geglättet werden**.
- HO-Lkw mit einer direkten Stromnutzung können für ein **kosten- und energieeffizientes Energieversorgungssystem** genutzt werden.

Der Infrastrukturbedarf



Die Analyse des deutschen Straßennetzes ergibt:

1 **60%** der Emissionen durch schwere Nutzfahrzeuge entstehen auf 2% des Straßennetzes (BAB = 12,394 km)

2 Die am intensivsten genutzten **3,966 km** decken **60%** aller Tonnen-Kilometer auf der BAB ab

Durch die anfängliche Fokussierung der Hauptgüterverkehrsrouten kann eine signifikante Reduktion der CO₂-Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge erreicht werden.

Technischen Bewertung des eHighway-Systems durch die BASt

Prozessbeschreibung

Identifikation und Bearbeitung

20 Bewertungsthemen in 4 Rubriken identifiziert:

- TB1: Bauliche Infrastruktur (7)
- TB2: Elektr. Infrastruktur (3)
- TB3: Errichtung / Betrieb (5)
- TB4: Fahrzeugtechnik (5)

Abschluss Dezember 2012

Finalisierung und Abstimmung

Abstimmung von Zielen, Gliederungen und Bewertungsmethodik.

Zwischenberichte und Berichtsentwürfe zur Abstimmung.

Vervollständigung und finale Abstimmung.

Abschluss Januar 2015

Abschluss

**Keine grundsätzlichen Einwände.
Auflagen und Hinweise für öffentliche Erprobung.**

Begleitender Gesprächsprozess

- Fachgespräche mit den beteiligten Referaten der BASt
- Dokumentation der Ergebnisse in abgestimmten Protokollen

Forschungsprojekte ergänzen die derzeit implementierten Projekte auf öffentlichen Straßen in Los Angeles und Schweden

Forschungsprojekte

- **ENUBA (Deutschland)**
 - Erstes Forschungsprojekt mit BMUB
 - Zeitraum: 05/2010 – 09/2011
- **ENUBA 2 (Deutschland)**
 - Zweites Forschungsprojekt mit BMUB
 - Zeitraum: 05/2012 – 12/2015
- **ELANO (Deutschland)**
 - Drittes Forschungsprojekt mit BMUB
 - Zeitraum: 01/2016 – 09/2019



Projekte auf öffentlichen Straßen

➤ Los Angeles – Hafenanwendung



- Demonstrationsprojekt über eine Strecke von einer Meile der Verbindung zum Schienenterminal
- Vorrangiges Ziel ist die Förderung der Umsetzung von Technologien des emissionsarmen Güterverkehrs
- Kooperation mit Volvo und lokalen LKW-Herstellern

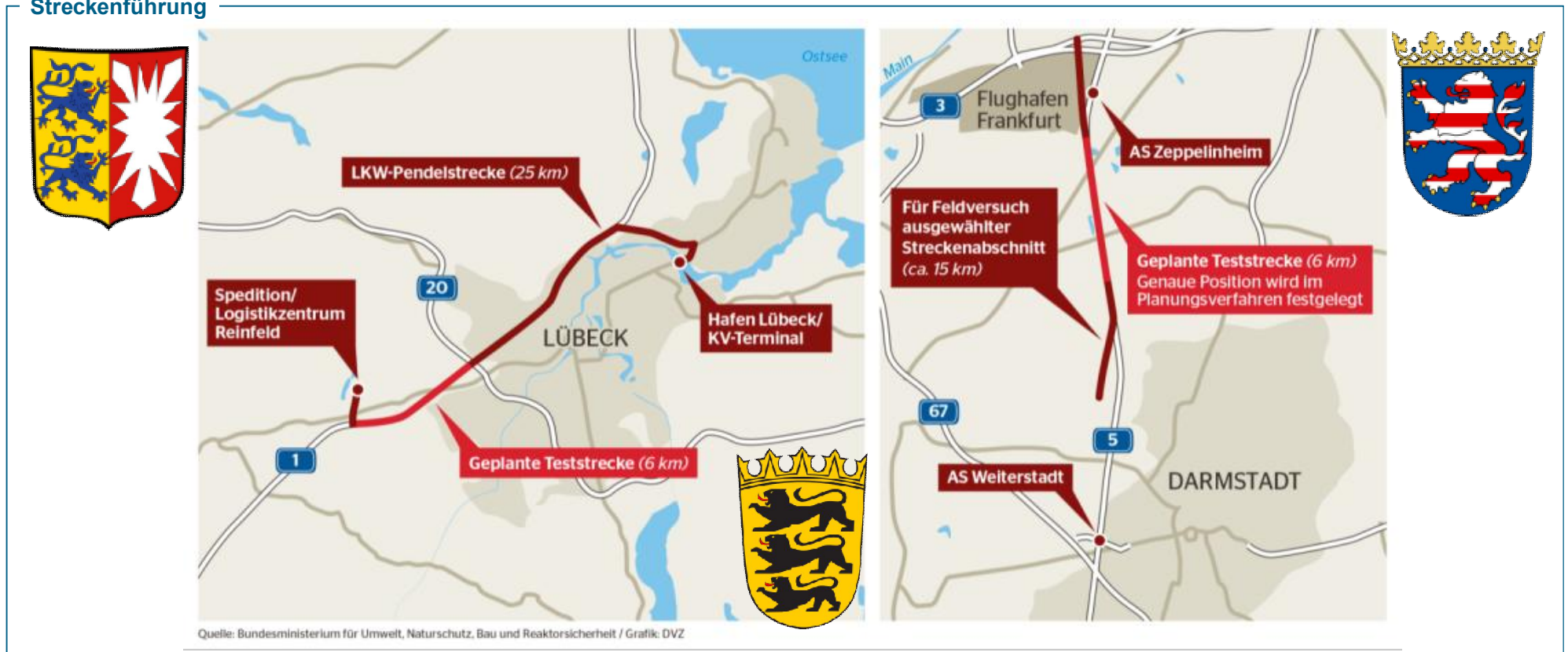
➤ Schweden – Autobahnanwendung



- Zwei Kilometer lange Teststrecke auf einer öffentlichen Straße zwischen einem Industriegebiet und dem Hafen für zwei Jahre
- Ziel ist die Beurteilung verschiedener Elektrifizierungsmöglichkeiten für einen längeren Straßenabschnitt
- Kooperation mit Scania

Feldversuche in Deutschland als nächster Schritt für die Entwicklung des Systems

Streckenführung



Die Anwendungsgebiete des eHighway-Systems sind vielfältig

eHighway entwickelt sich rasch und ist in naher Zukunft bereit für eine kommerzielle Nutzung



Shuttle Transporte

- Lösung für hoch frequentierte Pendelstrecken über kurze und mittlere Distanzen (<50km)
- Geringerer Kraftstoffverbrauch und längerer Lebenszyklus
- Reduktion von Luft- und Lärmbelastung



Elektrifizierter Minentransport

- Verbindung von Gruben und Minen zum Lager und Weitertransport
- Minimierung schädlicher Emissionen
- Nachhaltiger, sauberer und ökonomischer Minenbetrieb

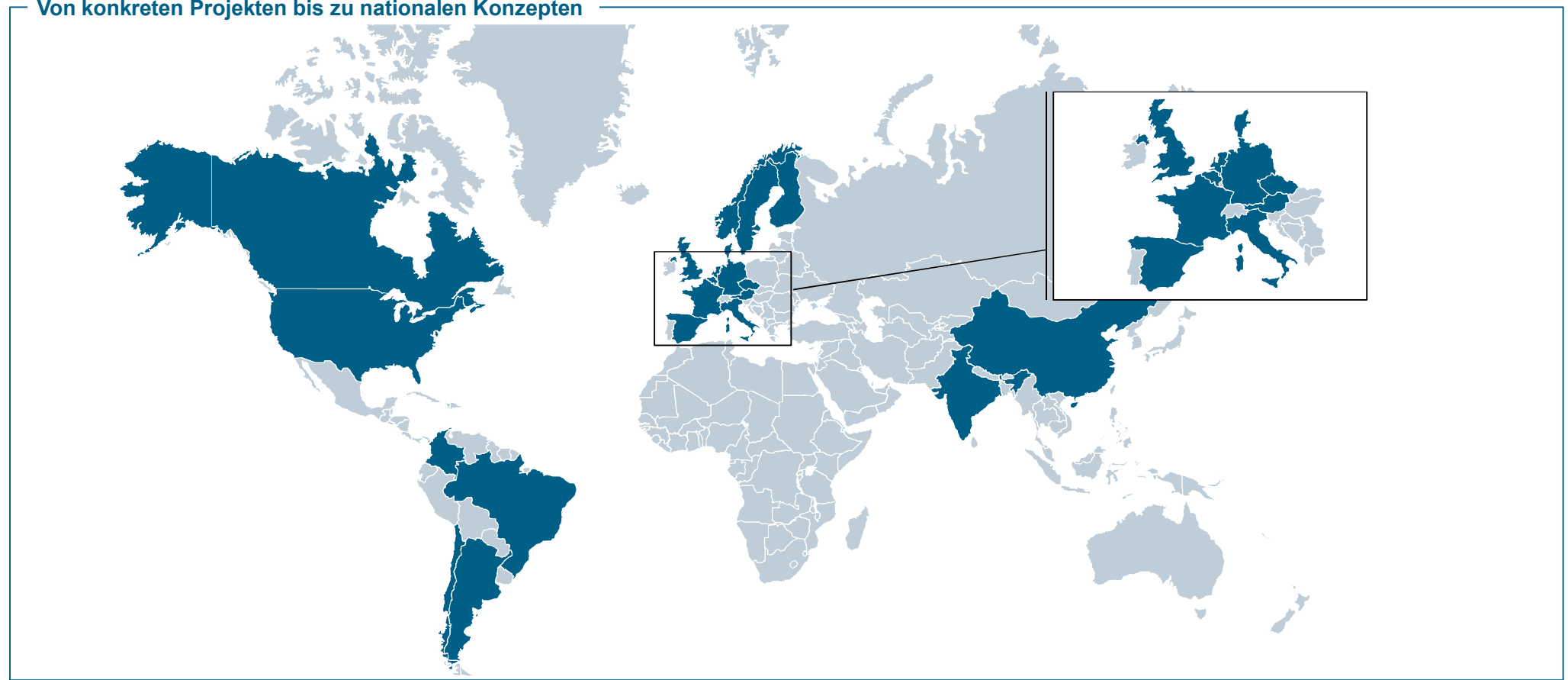


Elektrifizierter Fernverkehr

- Ökonomische und nachhaltige Alternative für Straßengüterverkehr
- Signifikante Reduktion von CO₂ Emissionen
- Substanzielle Kosteneinsparungen für Frachtunternehmen

Internationales Interesse am eHighway-System

Von konkreten Projekten bis zu nationalen Konzepten



Unabhängige Studien bestätigen die ökonomischen & ökologischen Vorteile eines Oberleitungs-Systems mit Hybrid-LKW

SIEMENS

Ingenuity for life

Beispielhafter Überblick über externe Studien



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

SIEMENS
Ingenuity for life



Hasso Georg Grünjes

Head of eHighway

Siemens AG

Mobility

Technology & Innovation

eHighway

Erlangen

Mobile: +49 (173) 277 838 7

E-mail: hasso.gruenjes@siemens.com

www.siemens.com/mobility/ehighway

#eHighway

SIEMENS
Ingenuity for life

↑ 
eHighway
Elektrisch in die Zukunft

