



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

# eHighway

Elektrifizierter Straßengüterverkehr – Hasso Grünjes

Unrestricted © Siemens AG 2017

[siemens.com](http://siemens.com)

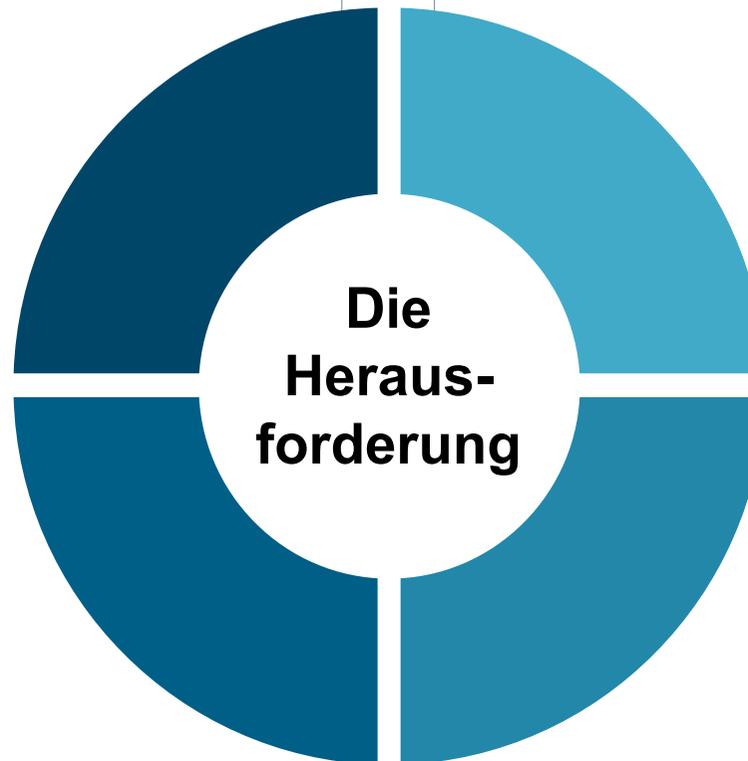
# Die THG-Emissionen des Straßengüterverkehrs werden zunehmend zu einer Herausforderung für die Dekarbonisierung

## 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

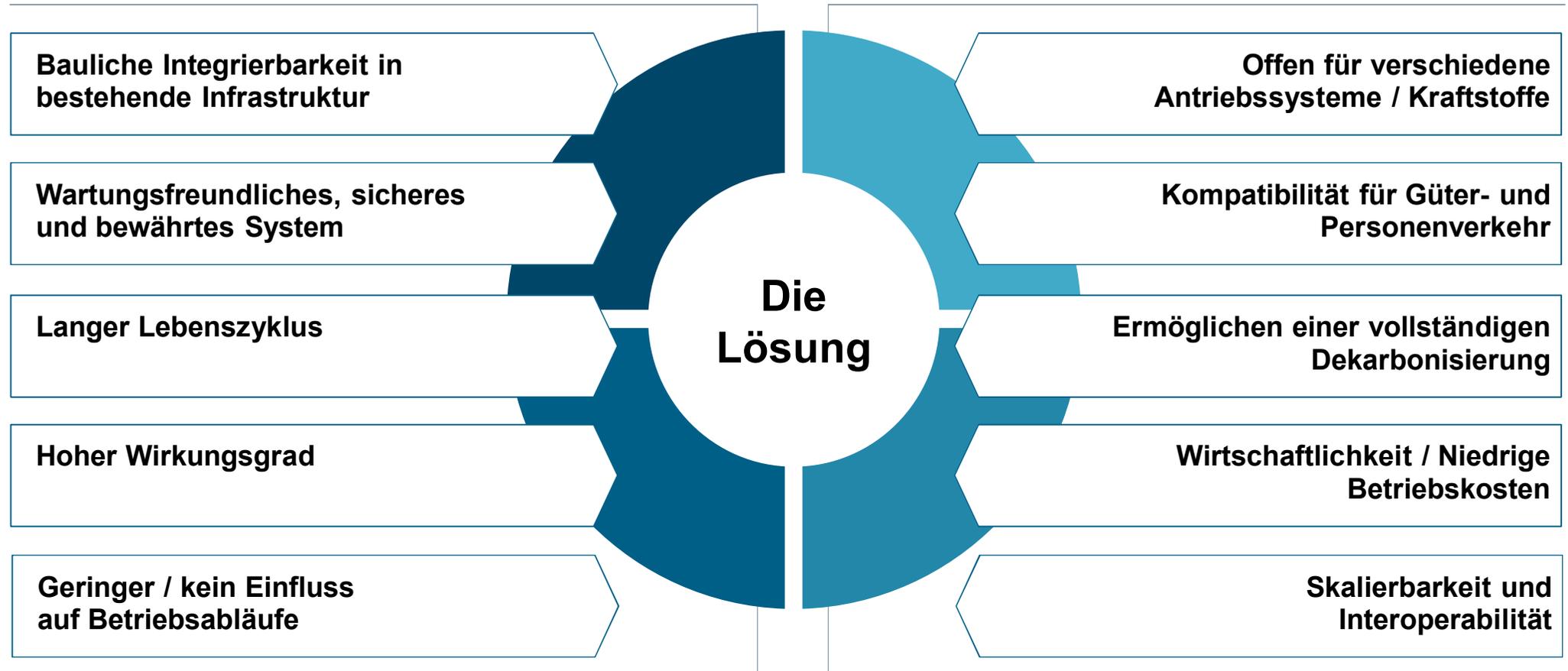
- Sektorübergreifendes Ziel der Bundesregierung: 80% bis 95% auf Basis 1990
- Notwendiger Beitrag des Verkehrssektor ist eine Reduktion um 98%

## 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*

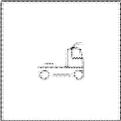
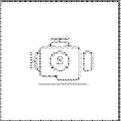
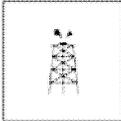
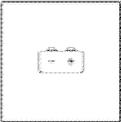
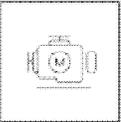
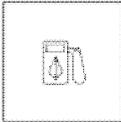
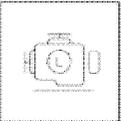
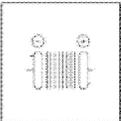
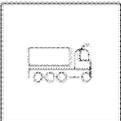


<https://www.youtube.com/watch?v=UylCMzWr1t0>

# eHighway

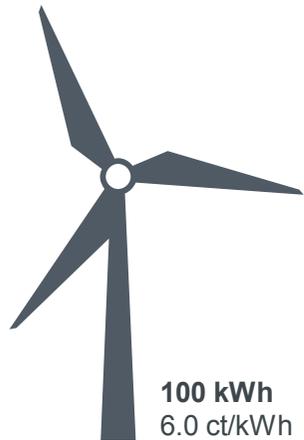
## Kompatibel mit und komplementär zu alternativen Technologien

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 <sub>2</sub>
 Gliederzugmaschine (4 Achsen)				

# Erneuerbare Energie für emissionsfreie Lkw

## Vergleich der Wirkungsgrade



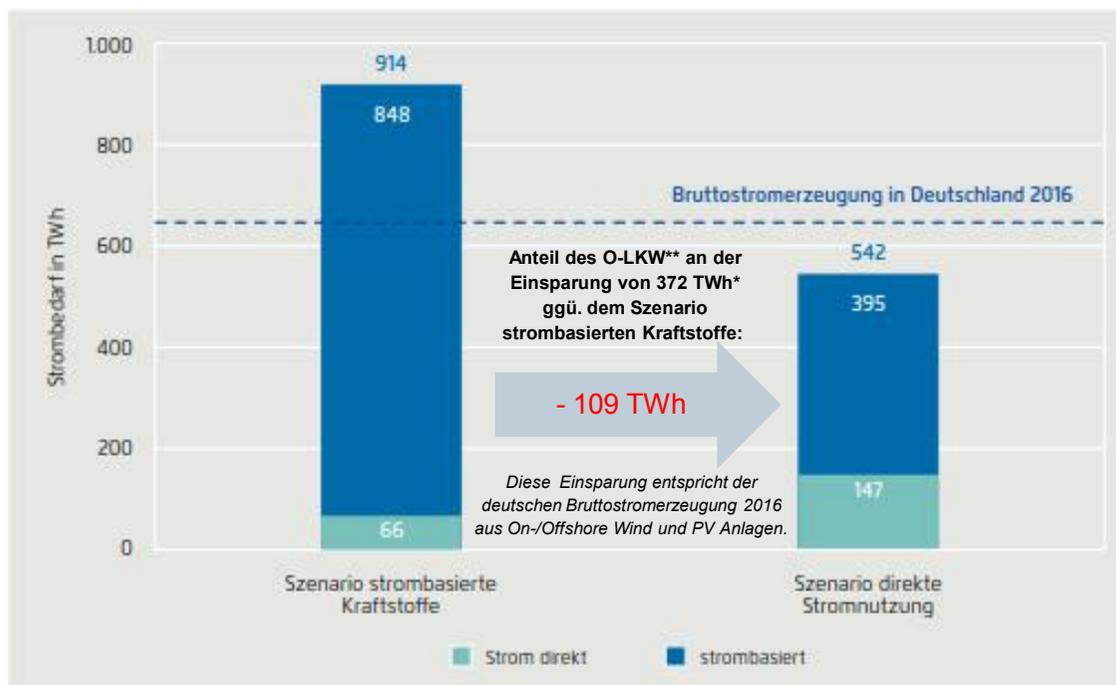
Stromverlauf	Reichweite Kosten pro km	Wirkungs- grad (WTW)	Beispiel- fahrzeug
<p><b>Electric Road Systems</b></p>	<b>60 km</b> 19 ct/km	<b>77%</b>	
<p><b>Batterie</b></p>	<b>48 km</b> 20 ct/km	<b>62%</b>	
<p><b>Brennstoffzelle</b></p>	<b>24 km</b> 55 ct/km	<b>29%</b>	
<p><b>Power-to-Gas</b></p>	<b>17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

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.

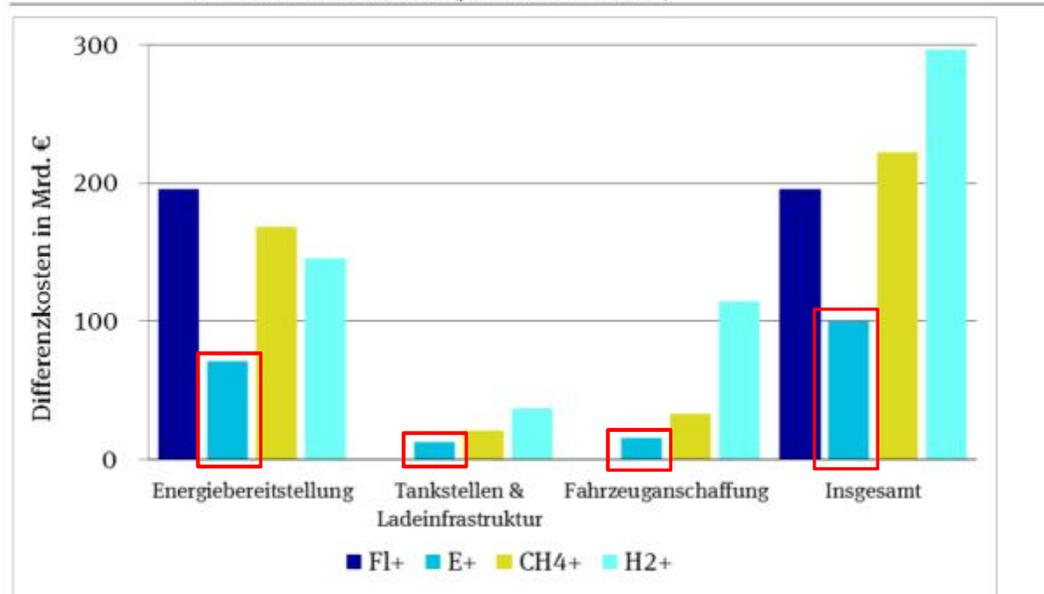
\* Die verbleibenden Einsparungen von 263 TWh gegenüber strombasierter Kraftstoffe resultieren vorrangig aus dem Einsatz von batteriebetriebenen PKW, elektrischen Bussen/Bahnen und Lieferfahrzeugen.

\*\* 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.

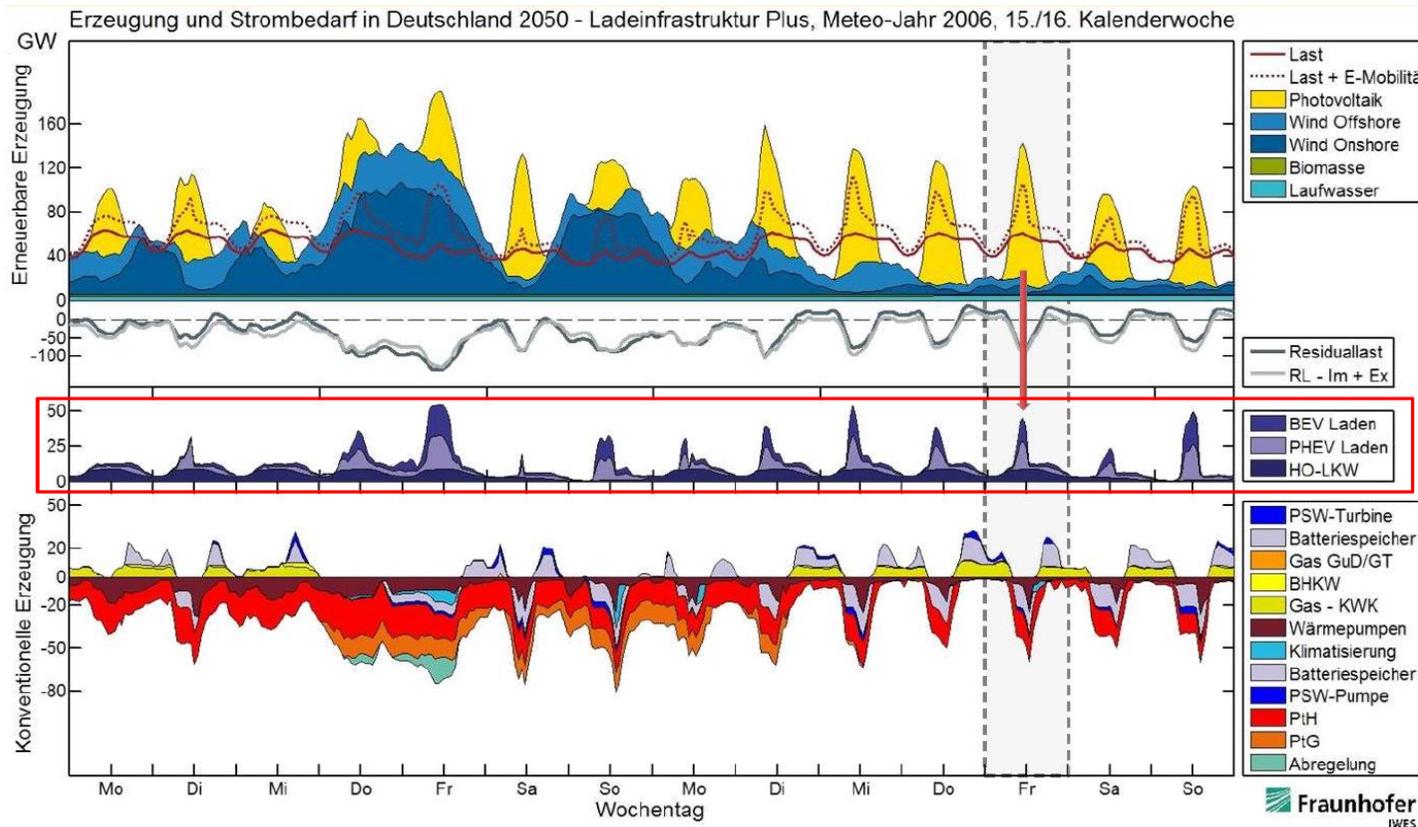
- Die im November 2016 veröffentlichte UBA Studie vergleicht verschiedene Energieszenarien und Optionen für einen CO<sub>2</sub>-neutralen Transportsektor bis 2050
- Um Klimaneutralität im Transportsektor bis 2050 zu erreichen wurden vier verschiedene Energieversorgungsoptionen entwickelt und miteinander 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

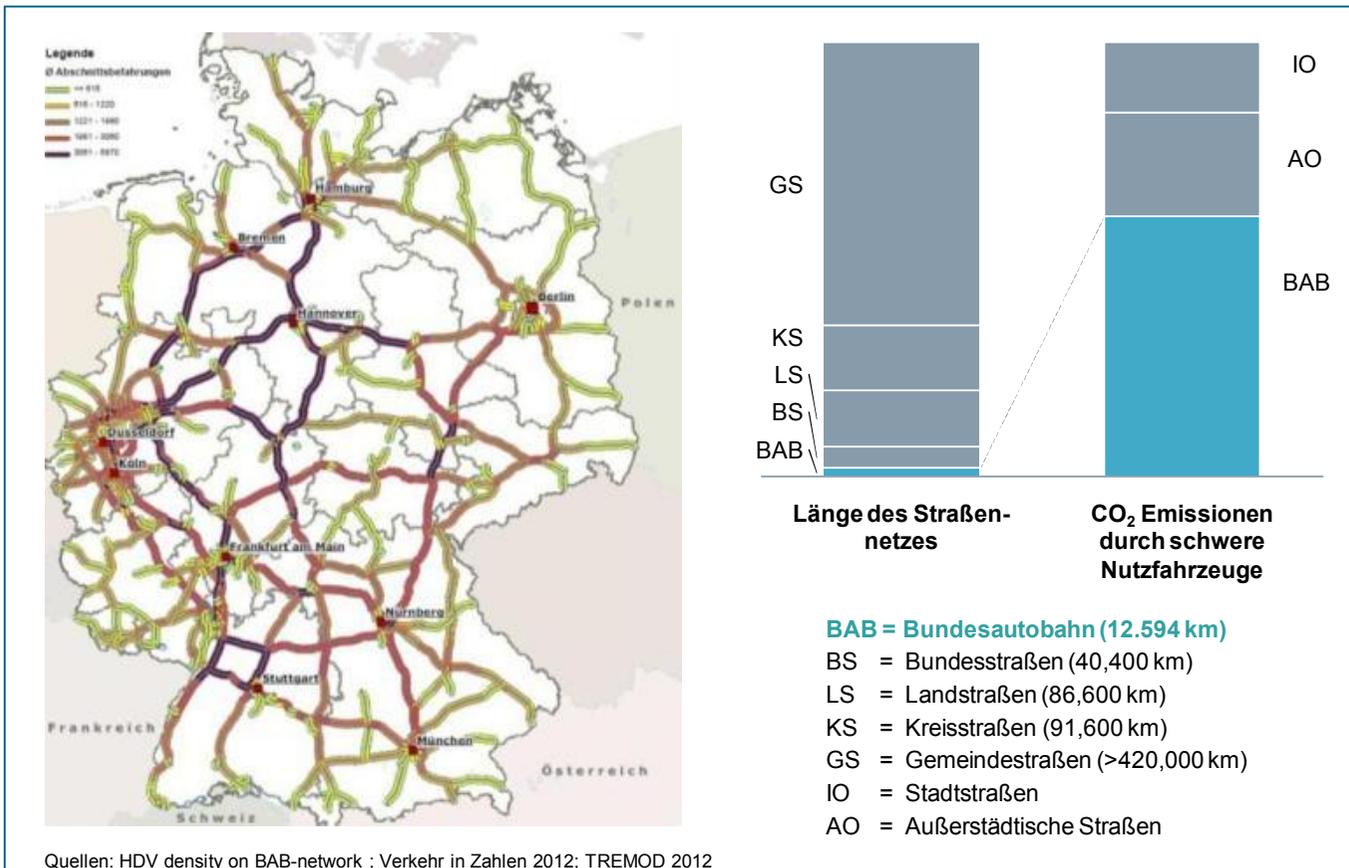
# HO-Lkw unterstützen ein kosten- und energieeffizientes Energieversorgungssystem durch ausgeglichene Lastgänge

## 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:

- 60%** der Emissionen durch schwere Nutzfahrzeuge entstehen auf 2% des Straßennetzes (BAB = 12,394 km)
- 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 CO<sub>2</sub>-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

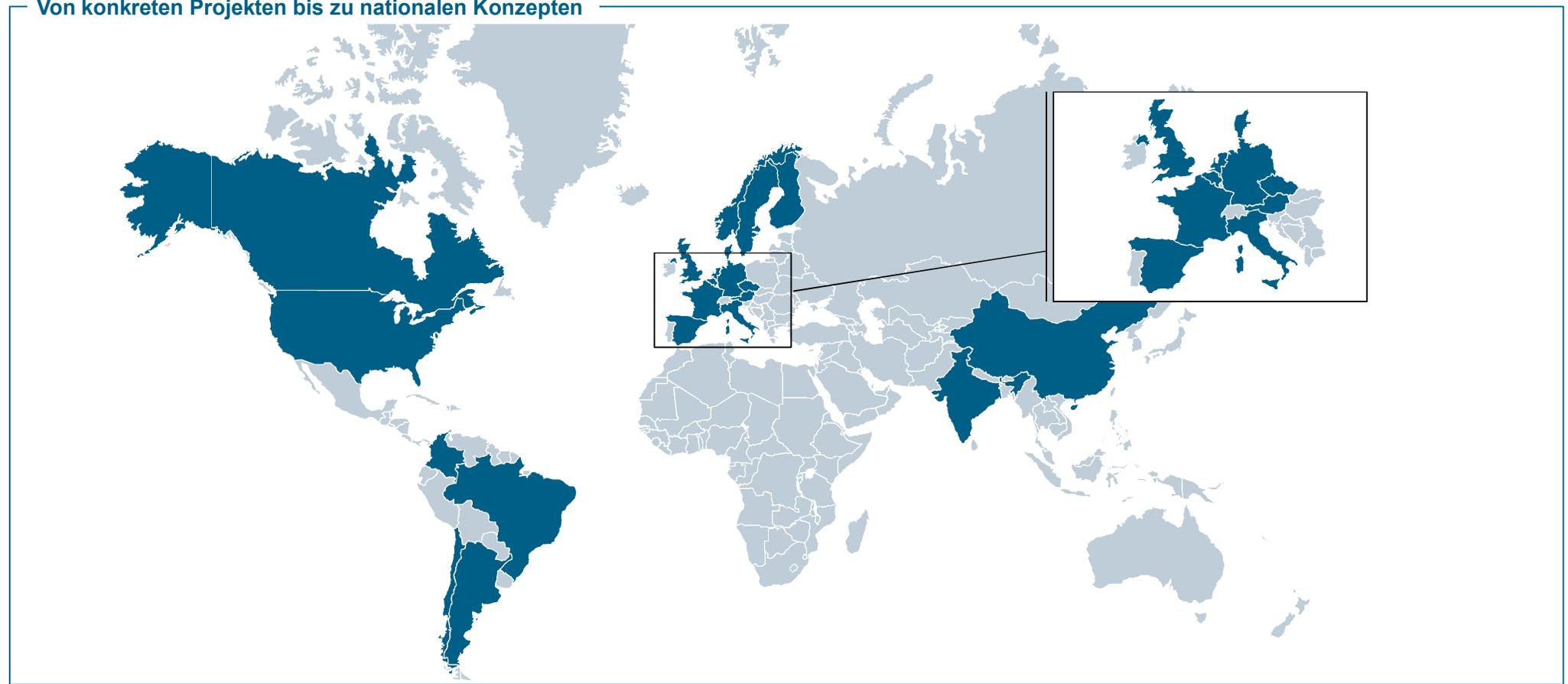


## Elektrifizierter Fernverkehr

- Ökonomische und nachhaltige Alternative für Straßengüterverkehr
- Signifikante Reduktion von CO<sub>2</sub> 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](mailto:hasso.gruenjes@siemens.com)

[www.siemens.com/mobility/ehighway](http://www.siemens.com/mobility/ehighway)

**#eHighway**

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

↑   
**eHighway**  
Elektrisch in die Zukunft

