



Vorteile der E-Mobilität in der Logistik

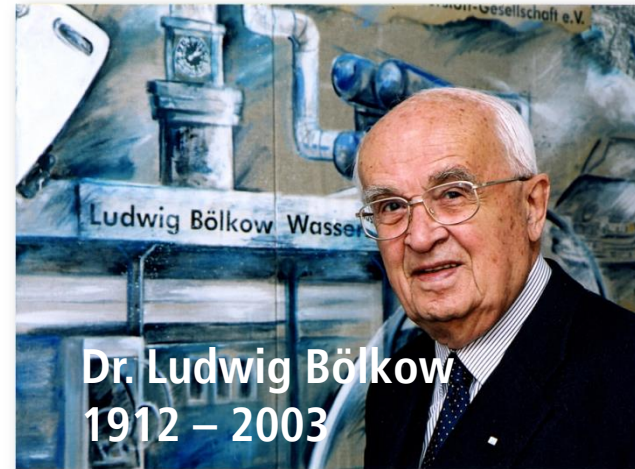
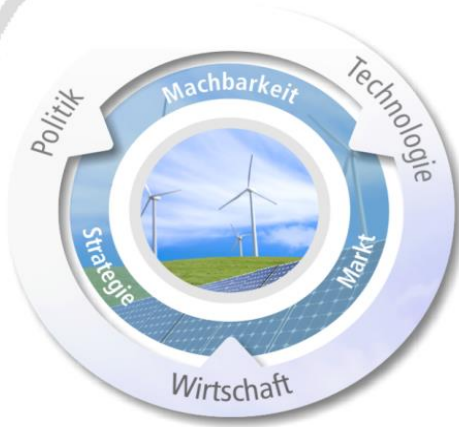
Reinhold Wurster, Martin Zerta

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn

Infoveranstaltung „Grüner Wasserstoff in der Mobilität“
wortreich, Bad Hersfeld, 22. November 2017



Sicherheit für Ihre
nachhaltigen Entscheidungen.



Dr. Ludwig Bölkow
1912 – 2003

German aeronautic engineer and industrialist, co-founder of Airbus Industries and founder of LBST

- Unabhängige Experten für nachhaltige Energieversorgung und Mobilität seit über 30 Jahren
- Erneuerbare Energien, Kraftstoffe, Infrastruktur
- Machbarkeitsstudien, Nachhaltigkeitsanalysen, technologiebasierte Strategieberatung, Energiekonzepte
- Konsequenter Systemansatz:
Denken über Bereichsgrenzen hinweg

LBST-Kunden



ludwig bölkow
systemtechnik

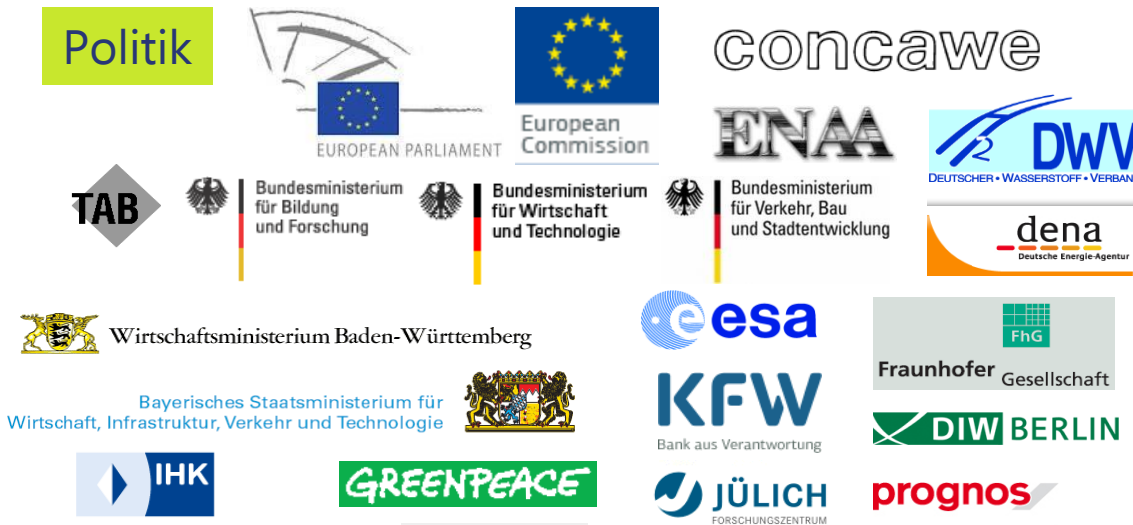
Mobilität



Energie



Politik



Industrie





- 1** Motivation/ Hintergrund
- 2** Vorgehen/ Methodik
- 3** Lösungsansätze mit Wasserstoff und Brennstoffzellen



ludwig bolkow
systemtechnik

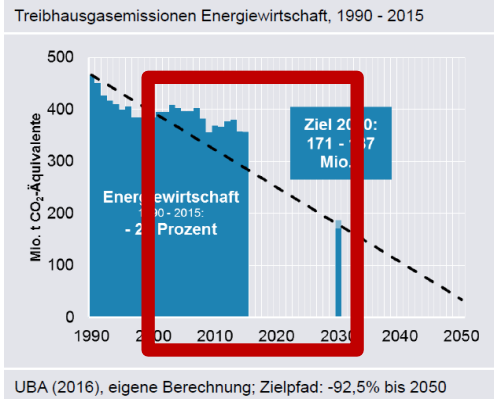
1 Motivation/ Hintergrund

1 Klimagasreduktionsziele – Verkehr -40% bis 2030

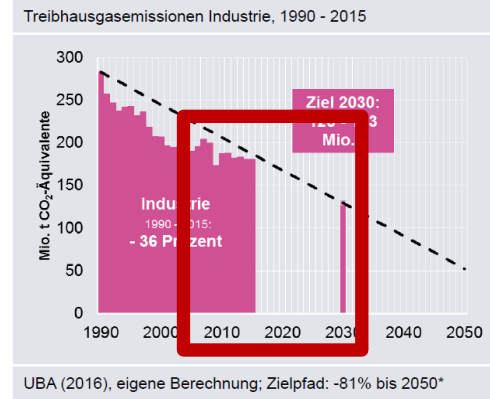


ludwig bolkow
systemtechnik

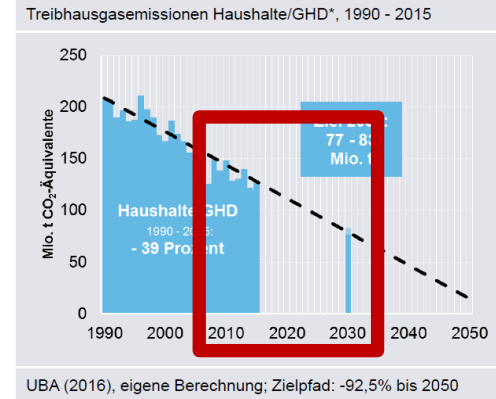
Energiewirtschaft (Ziel: -92,5%)



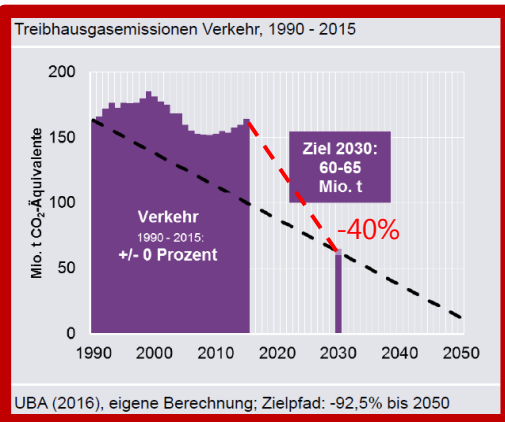
Industrie (Ziel: -81%)



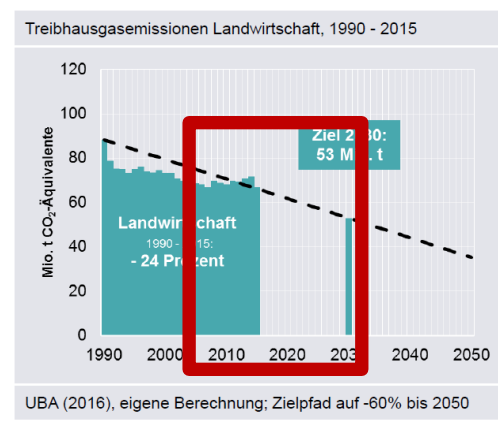
Haushalte / GHD (Ziel: -92,5%)



Verkehr (Ziel: -92,5%)



Landwirtschaft (Ziel: -60%)



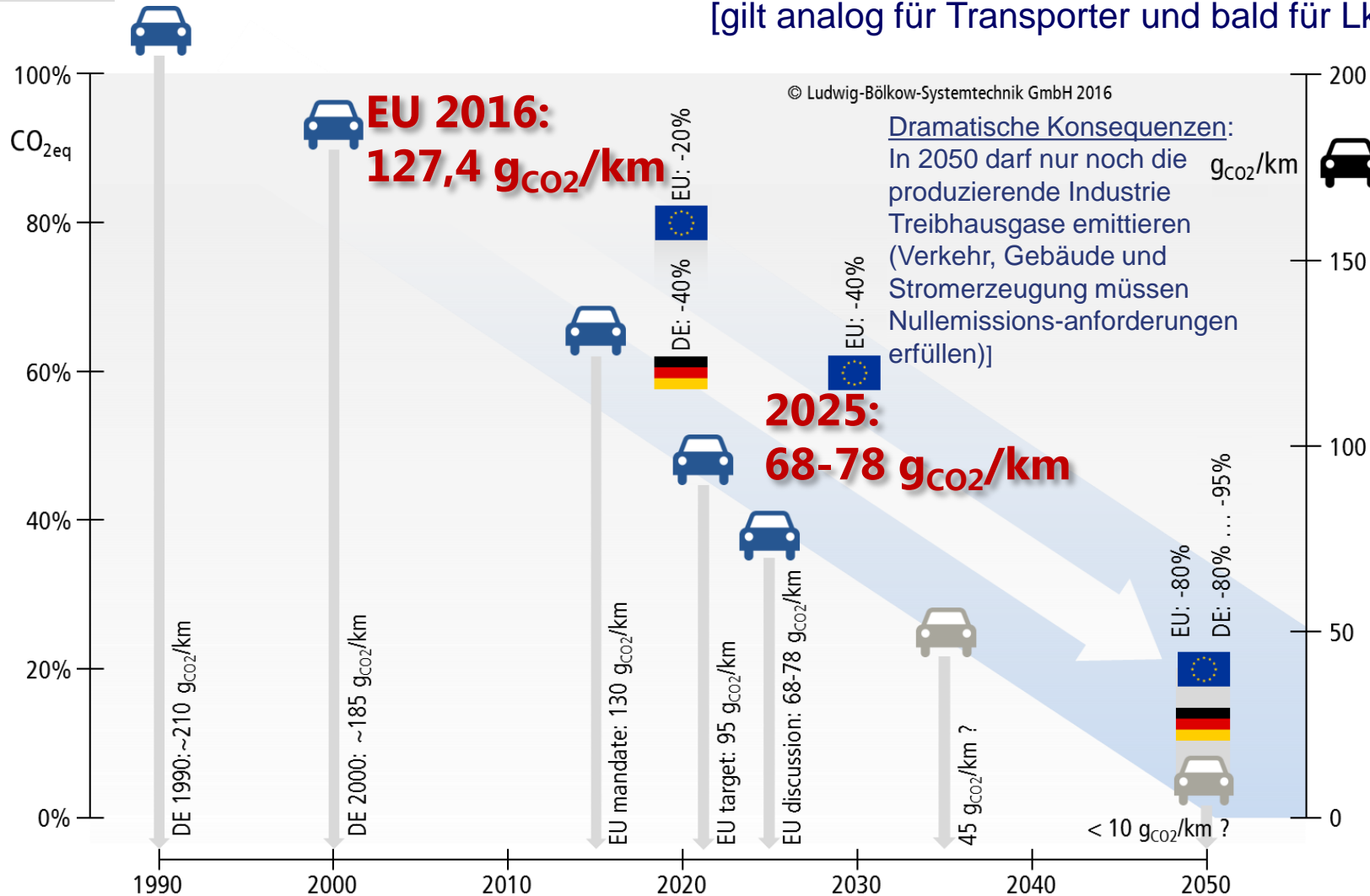
Grafiken:
G. Rosenkranz,
Agora Energiewende, 20.09.2016

1 Transportsektor: Null-THG-Emissionen in 2050



ludwig bölkow
systemtechnik

[gilt analog für Transporter und bald für Lkw]



[Quellen: A. Jung, Vors. des Beirats für Nachhaltige Entwicklung des Deutschen Bundestags, 08.11.2011
Staatssekretär Baake hat diese Forderung auf der Franco-German Business Conference am 14.06.2016 in Berlin bestätigt]

1 Toyotas Ansatz zur Einhaltung dieser Vorgaben



ludwig bölkow
systemtechnik

- Challenge 1: Toyota has, under the "New Vehicle Zero CO₂ Challenge," decided to challenge itself to reduce vehicle CO₂ emissions by 90 percent in comparison with 2010 levels, by 2050
- Challenge 2: Life Cycle Zero CO₂ Emissions
- Challenge 3: Plant Zero CO₂ Emissions



1 Bestehende Zugangsregelungen für Innenstädte in Europa



ludwig bolkow
systemtechnik



Urban Road Toll Schemes
(e.g. Northern Europe:)

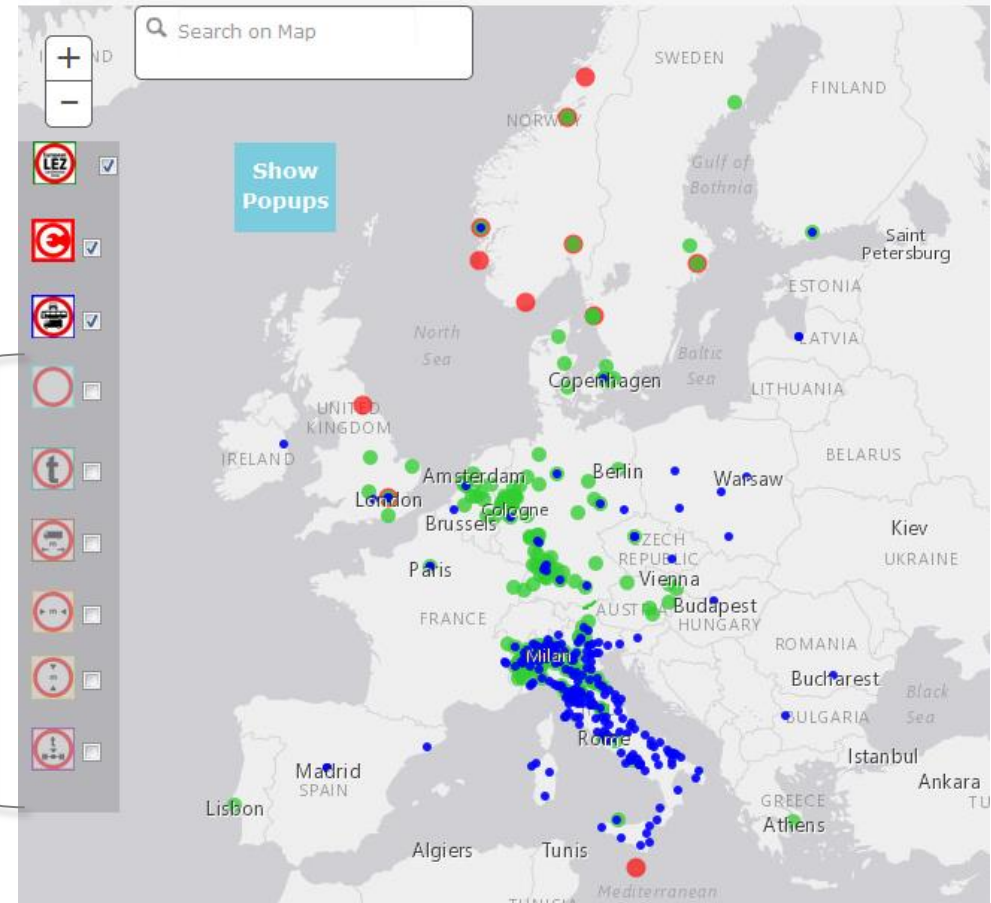


Low Emission Zones (LEZs)
implemented in areas where air pollution
levels are dangerous to health
(e.g. Central Europe)



Key Access Regulation Schemes (Key-ARS)
(e.g. Southern Europe)

Others



Quelle: <http://urbanaccessregulations.eu>

1 Reduziertes Geräuschniveau bei Nachtlieferung



ludwig bolkow
systemtechnik

Beispiel Niederlande:

- Anforderungen für die Nachtlieferung in Städten:
 - 19.00 - 23.00 : 65 dB(A)
 - 23.00 - 07.00 : 60 dB(A)
- Erdgasottomotor mit 71 dB(A) deutlich leiser als Dieselmotor mit 79 dB(A) (Beschleunigungsemissionswerte)
- Als Kompromiss dürfen ottomotorische Lkw (also in NL Erdgas-Lkw) nachts liefern

Beispiel Deutschland:

- 45 dB(A) als Immissionsrichtwert für urbane Gebiete
- Kann nur mit E-Antrieben erfüllt werden

1 China auf dem Weg in Richtung Nullemissionen



ludwig bolkow
systemtechnik

- China hat für alle Verkäufe Quoten für Nullemissionsfahrzeuge¹⁾ beschlossen: 10% in 2019 und 12% in 2020. Hersteller, die nicht genügend NEVs herstellen, sollen Credits von jenen Herstellern kaufen dürfen, die ihre Quote übererfüllt haben.
- Es gibt erste Hinweise, dass China die großen Agglomerationsräume noch im Verlauf des kommenden 14. Fünfjahresplans für verbrennungsmotorische Antriebe sperren will, um die Umweltprobleme besser in den Griff zu bekommen.
- China steigt massiv in Brennstoffzellenantriebe ein: ab 2018 mindestens zwei Hersteller mit 5.000 – 20.000 BZ-Busse/a Kapazität; dann folgen Lkw-Antriebe und nach 2020 BZ-Pkw

¹⁾ NEV = New Energy Vehicle = Plug-In Hybrid, Batterie- oder Brennstoffzellenauto



ludwig bolkow
systemtechnik

2 Vorgehen/ Methodik

2 Paradigmenwechsel antizipieren



ludwig bolkow
systemtechnik

New York City, Fifth Avenue

Ostern 1900



Bildquelle: National Archives and Records Administration

Ostern 1913



Bildquelle: Library of Congress

2 Spannungsfeld Logistik im städtischen Raum



ludwig bolkow
systemtechnik

Problemstellung

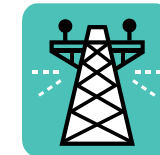
Lösungsmöglichkeit

Geräusch

Schadstoffe



Klimagase



Strom



2 Erfahrungen aus Norwegen bzgl. Emissionen



ludwig bolkow
systemtechnik

Beispiel Küstenschiffe und Fähren

- Ersatz von HFO durch Maritime Diesel
 - Ersatz von Maritime Diesel durch Erdgas
 - Ergänzung mit Hybridisierung
 - Weiterentwicklung zum Batterieschiff (mit allen infrastrukturellen Schwierigkeiten)
 - Als nächstes Einführung von H₂ und Brennstoffzellen
- Die Akteure haben über die Jahre verschiedenste Umstellungen finanzieren müssen, bis sie schlussendlich bei funktionsfähigen Nullemissionsschiffen herausgekommen sind – das war vermutlich nicht immer kosteneffizient
- Auch aus diesem Grund will Viking Cruises ein BZ-Kreuzfahrtschiff bauen [VC sitzt in Basel, Schweiz]



ludwig bolkow
systemtechnik

3 Lösungsansätze mit Wasserstoff und Brennstoffzellen

3 Oberleitungs- oder Batterie E-Mobilität

Bilder nicht
freigegeben!



ludwig bölkow
systemtechnik



Quelle: StreeScooter DHL

3 Anspruch und Physik



ludwig bolkow
systemtechnik

Tesla-Aussagen:

- 800 km Reichweite
- 640 km in 30 Minuten nachgeladen
- Zul. Gesamtgewicht 80.000 Pfund (36,24 t)
- 600 kW Charger → 300 kWh/ 640 km

Motor Mouth's Rechnung:

- Für 800 km Reichweite werden aber ca. 1.000 kWh benötigt [Carnergie Mellon Studie kommt auf 1.700 kWh/ 800 km]
- 1.000 kWh in 30 Minuten benötigt 2 MW Charger
- Batteriemasse kompensiert nahezu die zulässige Nutzlast

Quelle: <http://driving.ca/tesla/auto-news/news/motor-mouth-the-inconvenient-truth-about-teslas-truck>



ludwig bolkow
systemtechnik

Daher im Schwerlastverkehr Brennstoffzellen und Wasserstoff

Oder: its physics - stupid

3 Beispiel COOP in der Schweiz (1)



ludwig bolkow
systemtechnik

- Coop-CSR-Ziel: bis 2023 CO₂-neutral
- Umstellung auf BZ-Lkw (Warenlogistik 18,75m Lastzüge) sowie auf BZ-Pkw (Fuhrparks)
- Kraftstoffversorgung mittels Druckwasserstoff (Wasserkraft + Elektrolyse)
- Erste öffentliche HRS in der Schweiz eröffnet (4.11.2016, Coop Mineraloel AG). Ca. weitere 55 sollen folgen: Ca. 5 HRS mit 35 MPa (Lkw) + ca. 50 HRS mit 70 MPa (Pkw).
- H2 Energy AG unterstützt dabei Coop
- Mautbefreiung für Nullemissions-Lkw

BZ = Brennstoffzelle

HRS = Wasserstofftankstelle

3 Beispiel COOP in der Schweiz (2)



ludwig bolkow
systemtechnik



30% Steigfähigkeit bei
35t nachgewiesen!

Quelle: h2energyAG

Im Mai 2017 weltweit
erste Straßenzulassung
für einen BZ-Lkw der
35t-Klasse.

Quelle:
TRANSPORT-online, 2 June 2017

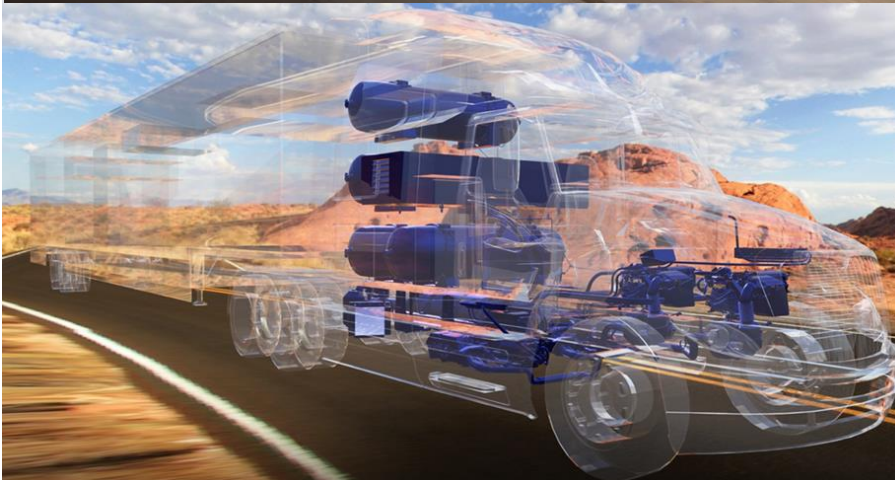
- 35 t zulässiges Gesamtgewicht
- 400 km Reichweite
- 35 kg H₂
- 120 kWh Batterie für Hybridisierung
- 250 kW Dauerleistung



3 Toyota class 8 truck in California



ludwig bolkow
systemtechnik



- 36,24 t zulässiges Gesamtgewicht
- 320 km Reichweite
- 40 kg Wasserstoff
- 12 kWh Batterie für Hybridisierung
- 500 kW Spitzen-/
230 kW Dauerleistung
- 1796 Nm
- 7 sec auf 100 km/h
(getestet mit 16t Gesamtgewicht)

Quelle: Toyota-Media website



PowerCell appointed as fuel cell stack supplier to Nikola Motor Company

[10 November 2017]

<https://fuelcellsworks.com/news/nikola-motor-company-and-bosch-to-develop-first-commercial-vehicle-eaxle-for-hydrogen-electric/>

Nikola Motor Company and Bosch to Develop First Commercial Vehicle eAxle for Hydrogen-Electric Truck

[19 September 2017]

<https://fuelcellsworks.com/news/nikola-motor-company-and-bosch-to-develop-first-commercial-vehicle-eaxle-for-hydrogen-electric/>

NEL ASA to supply 16 HRS network over 3,000 km in US

[15 November 2017]

<https://fuelcellsworks.com/news/nikola-motor-company-chooses-nel-as-the-sole-equipment-supplier-to-create-the-largest-hydrogen-netwo/>

Bilder nicht
freigegeben!

Bilder nicht
freigegeben!



ludwig bolkow
systemtechnik

In the first step of ASKO's new hydrogen initiative in Trondheim, four hydrogen-powered trucks and a hydrogen production plant run by its own solar cells providing the hydrogen fuel are part of a research project. The national public environmental agency Enova contributes NOK 19.6 million (2.07M€) to the project.

Scania will supply three-axle distribution trucks with a gross weight of 27 t. The powertrain will consist of an electric engine powered by fuel cells and hydrogen gas on board the vehicle. The rest of the powertrain is composed of the same standard components used in the hybrid trucks and buses that Scania already delivers.

Typical operating range of these trucks is close to 500 km/d.

Quellen: Lastauto Omnibus 8/2017
und FuelCellsWorks, August 18, 2016

3 Streetscooter



ludwig bolkow
systemtechnik

**Beispiel Leasing-Angebot:
ca. 285 €/Monat
(60 Monate, 15.000 km/Jahr)**



Quelle: LBST

Quelle: Deutsche Post DHL Group

BEV StreetScooter Work

- 20.4 kWh Batteriekapazität
- 80 km Reichweite

StreetScooter Work XL

- BEV 80-200 km Reichweite
- FCEV > 500 km Reichweite

[ab 2018: 500 FCEVs – vermutlich auf WORK XL-Basis - in einem 2 jährigen Versuchsbetrieb]

3 Flexible Lösungen für Reichweite und Infrastruktur



ludwig bolkow
systemtechnik



BZ-System: 147 kW
H₂-Tanks: 4,4 kg at 70 MPa
Batterien: 13,8 kWh



BZ-System: 25 kW
H₂-Tanks: 3 kg at 70 MPa
Batterien: 16 kWh



BZ-System: 5 kW
H₂-Tanks: 1,8 / 2.08 kg at 35 / 70 MPa
Batterien: 22 kWh

BZ-Plug-In Fahrzeug

- mit H₂-BZ: 437 km
- mit Batterie: 49 km
- ➔ ~ **500 km insgesamt**

BZ-REx Batterie-Fahrzeug

- mit Batterie : 70 km oder 120 km
- mit H₂-BZ : 280 km oder 180 km
- ➔ **400 km oder 300 km insgesamt**

3 Flurförderzeuge mit H₂ und BZ-Antrieb



ludwig bolkow
systemtechnik



Quelle: PlugPower



Quelle: LBST

- Insgesamt ca. 150 Geräte in Europe im Flotteneinsatz (AUG 2016)
- 2 Großprojekte in Vorbereitung (Colruyt, Carrefour))
- In USA sind ca. 16.000 FFZ im, bei BMW in Spartanburg alleine etwa 350

Chancen und Herausforderungen



ludwig bolkow
systemtechnik

Vorteile:

- Emissionsfrei und leise
- Zentralisierte Betankung leichter umsetzbar (Vorteil H₂/BZ)
- Bei Batterieantrieb zeit- und platzaufwendige Ladung und Netzintegration
- Bei H₂/BZ gute Wintertauglichkeit, hohe Reichweite, gute Nutzlasten und schnelle Betankung (weitestgehend Kopie von heute)
- Recycling bei BZ i.V.z. Batterien deutlich weniger aufwendig

Nachteile/ Herausforderungen:

- Kraftstoffeffizienz bei Batterieantrieb besser als bei BZ
- Prinzipiell anfänglich höhere Kosten durch Infrastrukturumstieg, der sich später umkehrt (in TCO-Perspektive jedoch beides nicht relevant)

Kontakt



ludwig bölkow
systemtechnik



Reinhold Wurster
Senior Consultant
t: +49 89 608110-33
e: reinhold.wurster@lbst.de



Martin Zerta
Senior Projektmanager
t: +49 89 608110-25
e: martin.zerta@lbst.de

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Daimlerstr. 15, D-85521 Ottobrunn
Germany
f: +49 89 6099731
w: <http://www.lbst.de>